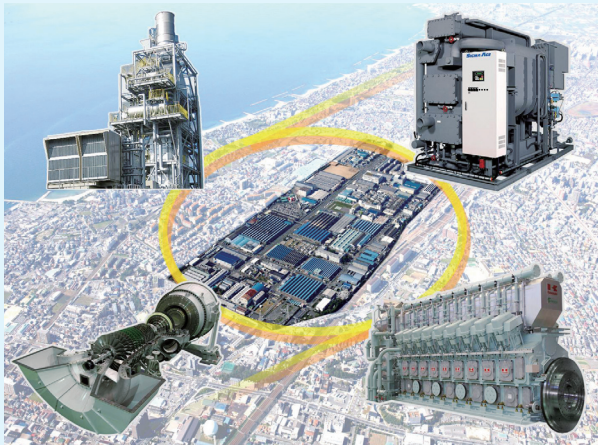


エネルギーニーズに応える分散型発電システム —コージェネ・システムソリューション—

Distributed Power Generation Systems That Meet Energy Needs — Cogeneration System Solutions —



- 村上 直樹① Naoki Murakami
- 中安 稔② Minoru Nakayasu
- 稲田 篤彦③ Atsuhiko Inada
- 杉本 智彦④ Tomohiko Sugimoto
- 山崎 徹⑤ Toru Yamazaki
- 小谷野 薫⑥ Kaoru Koyano
- 黒坂 聡⑦ So Kurosaka
- 田中 一雄⑧ Kazuo Tanaka
- 杉本 和繁⑨ Kazushige Sugimoto

東日本大震災以降、省エネルギーだけでなく電源セキュリティも含めたエネルギーへの関心が高まっており、国のエネルギー環境政策ではコージェネレーションの普及拡大をうたっている。当社は、コージェネレーションの導入を促進するため、顧客の電力、熱、空調などの需要に最適なコージェネレーションシステム構成とその運用方法について、提案力の強化を図っている。本稿では、顧客のメリットを最大に引き出すためのコージェネ・システムソリューションへの取り組みを紹介する。

After the Great East Japan Earthquake, growing interest in energy has been motivated not only by energy conservation but also by power supply security, as Japan's energy and environment policies now mention the widespread use of cogeneration. To promote the introduction of cogeneration, we are making an effort to strengthen its ability to make proposals to customers about the configuration of the cogeneration system best suited to their demands for electricity, heat, air conditioning and the like, and about the manner of operating such a system. This article presents our approaches to cogeneration system solutions intended to maximize the customer's benefit.

After the Great East Japan Earthquake, growing interest in energy has been motivated not only by energy conservation but also by power supply security, as Japan's energy and environment policies now mention the widespread use of cogeneration. To promote the introduction of cogeneration, we are making an effort to strengthen its ability to make proposals to customers about the configuration of the cogeneration system best suited to their demands for electricity, heat, air conditioning and the like, and about the manner of operating such a system. This article presents our approaches to cogeneration system solutions intended to maximize the customer's benefit.

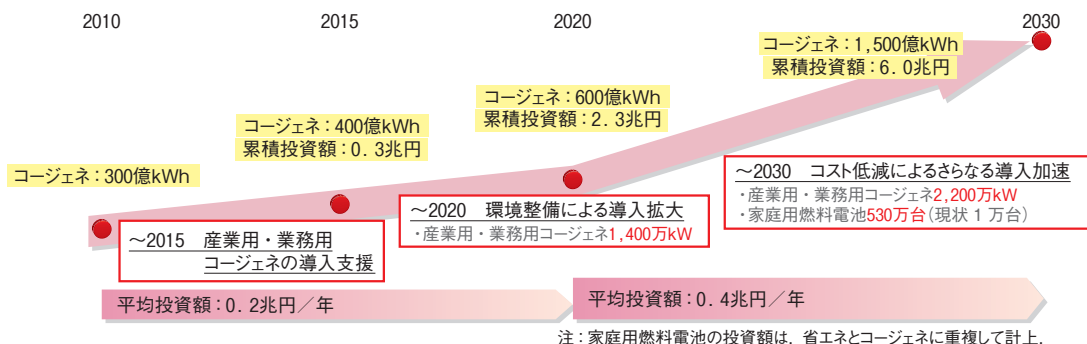
まえがき

これまでコージェネレーション（以下「コージェネ」）は、省エネルギー、エネルギーコスト削減、温室効果ガス排出量削減の目的で導入されることが主であった。しかし、東日本大震災後の電力不足、停電リスクにより「電源セキュリティの向上」などの新しいニーズが生まれている。

また、エネルギー基本計画の抜本の見直しが国により進められており、今後のエネルギー環境政策について閣議決

定した「革新的エネルギー・環境戦略」（2012年9月14日エネルギー環境会議）では、エネルギーの有効利用を促進させるために、コージェネを最大限普及させ、その発電量は現状の300億kWhから2030年に電力需要の15%を賄う1,500億kWhに増加するとしている（図1）。そのための促進策として、コージェネによる売電を円滑に行える環境を整備し、導入支援策が強化される。

このような背景において、当社では、多種多様なエネルギー供給機器（ガスタービン、ガスエンジン、ボイラ、吸



出典：国家戦略室「革新的エネルギー・環境戦略」

図1 2030年に向けたコージェネ導入の拡大
Fig. 1 Expansion of introduction of cogeneration toward 2030

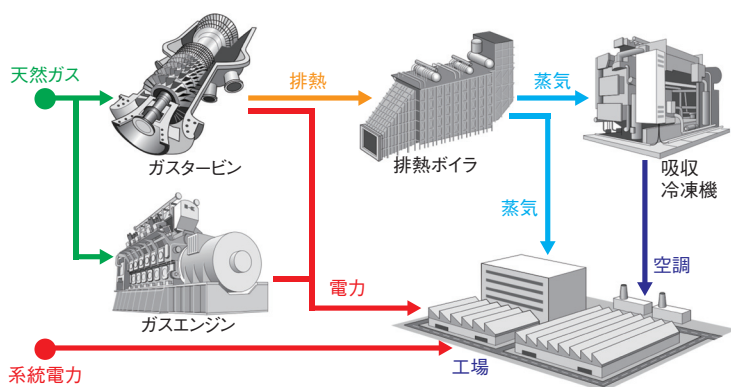


図2 コージェネ・システム
Fig. 2 Cogeneration system

収冷凍機など)を用いたコージェネ・システム(図2)のソリューション提案力を強化している(図3)。特に、顧客へのコージェネ導入提案において、導入メリットが最大となるシステム構成と運用方法の検討が重要となる。また、コージェネの売電や排熱の利用拡大のためには、電力と熱の需要変動追従などの事前検証技術(電力系統解析や蒸気系統解析など)も必要になる。このため、以下の取り組みを行っている。

1 システム構成提案

当社は、これまでもコージェネ導入の初期段階において、「熱サイクルCAE¹⁾」(CAE: Computer Aided Engineering)を利用した最適なシステム構成を顧客に提案してきた。しかしながら、今後のコージェネ導入促進に伴って、顧客ニーズの多様化によるシステム構成の複雑化が予想され、システム構成提案力の強化が必要である。

当社で開発している「構成最適化技術」は、コージェネを導入する顧客にとってライフサイクルメリット(設備メンテナンス費や燃料費の低減など)が最大となるシステム構成を提案することを目的としている(図4)。

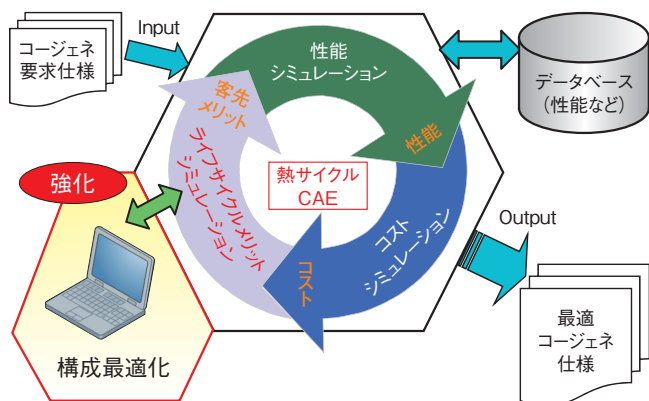


図4 コージェネ・システム構成提案
Fig. 4 Flow of proposal on cogeneration system configuration

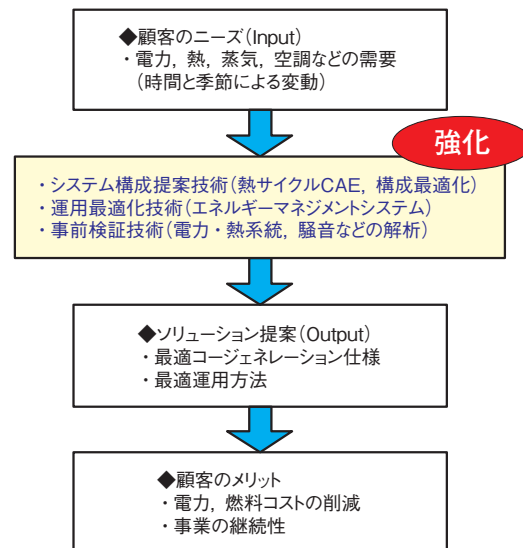


図3 コージェネ導入提案力の強化
Fig. 3 Strengthening of ability to make proposals on introducing cogeneration

構成最適化技術による燃費検討例を図5に示す。この例は、工場の需要パターンA、Bを対象に二つのシステム構成①②による燃料消費量をシミュレーションし、1日の積算量を比較したものである。熱需要が大きいパターンAでは、発電と熱(蒸気)を含めた総合効率が高いガスタービンコージェネの台数が多い構成①の方が、燃料消費量を低減でき、電力需要は同じでも熱需要が少ないパターンBでは、発電効率の高いガスエンジンの台数が多い構成②の方が、燃料消費量を低減できることが分かる。

構成	ガスタービンコージェネ	ガスエンジン	ガス焼きボイラ
①「ガスタービン」主体	3基	1基	1基
②「ガスエンジン」主体	1基	3基	3基

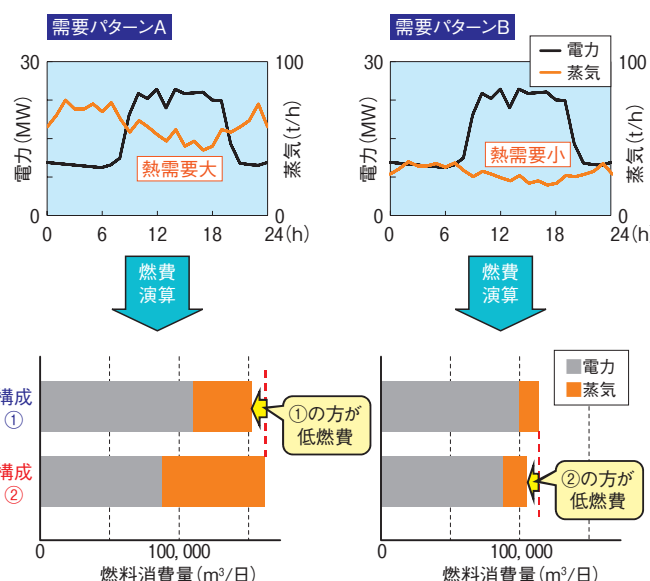


図5 構成最適化技術による燃費検討
Fig. 5 Study on fuel cost based on configuration optimization technology

⑥ 技術開発本部 システム技術開発センター システム統合技術部

⑦⑧⑨ 技術開発本部 システム技術開発センター エネルギーシステムソリューション開発室

今後、「熱サイクルCAE」と「構成最適化技術」を組み合わせて、コージェネ・システム構成提案の迅速化と柔軟性に富んだ対応を図っていく。

2 運用最適化

当社では、顧客の電力・熱などの需要変動に応じて、コージェネ運用を最適化するエネルギーマネジメントシステム（EMS）を開発している。EMSは、燃料コストやCO₂排出量などを最小化しつつ、需要に応じたエネルギー配分計画を立案・実行するシステムである。

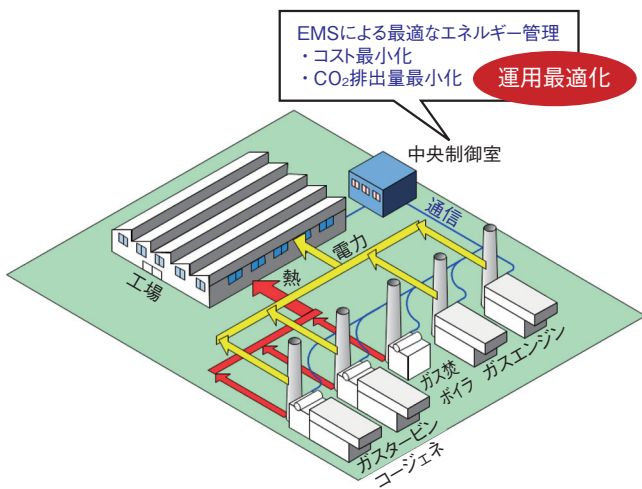


図6 コージェネ・システム構成例
Fig. 6 Example configuration of cogeneration system

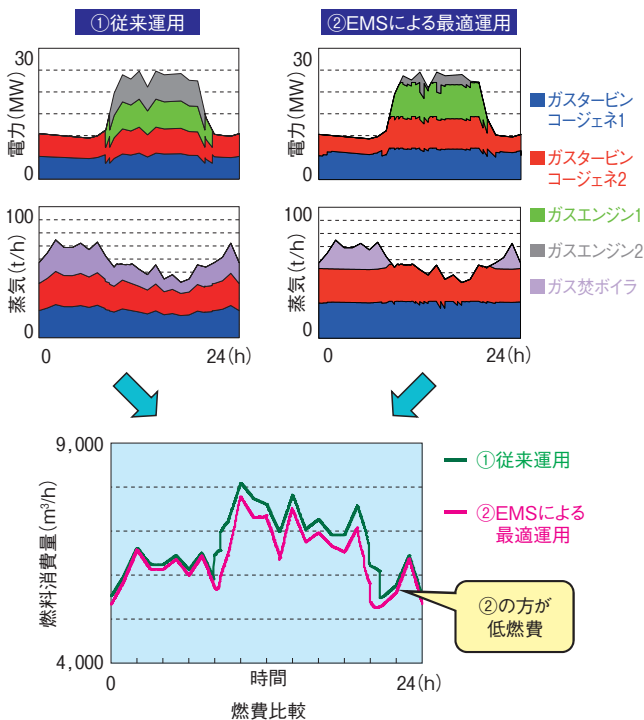


図7 EMSによる最適運用
Fig. 7 EMS-based optimization of system operation

図6に示すコージェネ・システム構成例において、EMSで最適運用した場合のシミュレーション結果を図7に示す。従来の運用では、電力・蒸気の需要が変動しても各機器の出力分担比率を固定しているのが一般的である。これに対し、EMSによる最適運用では、燃料コストを最小化するように、分担比率を逐次変えている。つまり、電力・蒸気の需要が高い昼の時間帯に、ガスタービンコージェネの分担を増やして、電力と熱（蒸気）の総合効率を高めることで燃料消費量を少なくすることができる。

このように、従来運用に比べて、EMSによる最適運用の方が、燃料消費量を低減でき、顧客のライフサイクルコストを最小化できる。

3 事前検証

コージェネ導入のシステム構成提案後の計画・設計段階において、電力・蒸気負荷変動への追従、商用系統事故の影響、機器トラブル時の電力・蒸気挙動などの事前検証が必要となる。以下に、これらの事前検証技術の中から、電力系統解析、蒸気系統解析、騒音解析を紹介する。

(1) 電力系統解析

電力系統解析は、コージェネの運用において、商用系統連系運転や自立運転などのさまざまな状況で、所要の電源品質を維持できるかを検証する技術である。

図6のコージェネ・システム構成例での電力系統図を図8に、その電力系統解析の結果を図9に示す。この例では、商用系統事故などのために系統連系運転から自立運転に移行する場合に、電力周波数がどのような挙動になるかを、さまざまな負荷状況で検証している。

このように、電力系統解析を活用することにより、事故や機器トラブル時などの電力（電圧・電流・周波数）の挙動を事前検証することが可能となり、非常時の顧客の事業の継続性を高めることができる。

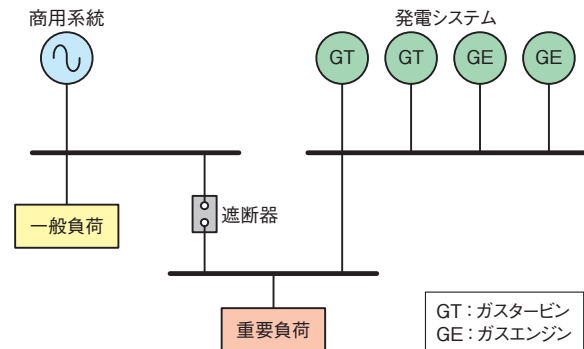


図8 電力系統図
Fig. 8 Power system

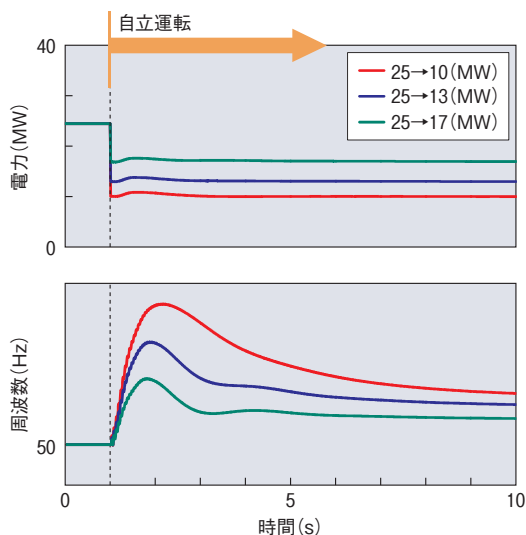


図9 電力系統解析
Fig.9 Analysis of power system

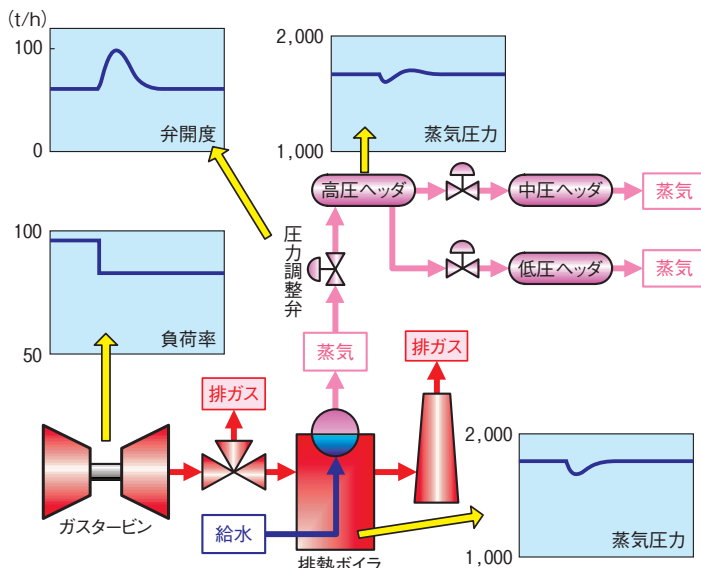


図10 蒸気系統解析
Fig.10 Analysis of steam system

(2) 蒸気系統解析

蒸気系統解析はコージェネのさまざまな運転状況での蒸気挙動の事前検証を行い、効率的な運用方法を提案できる。

ガスタービンコージェネの蒸気系統とシミュレーション結果を図10に示す。この例では、ガスタービンが負荷変動した際の、排熱ボイラや高圧蒸気ヘッドでの蒸気圧力挙動、および圧力調整弁操作を検証している。

このように、蒸気系統解析を活用することにより、蒸気の運用最適化や利用拡大が可能となり、顧客のコージェネ導入メリットを高めることができる。

(3) 騒音解析

コージェネ設備は、客先工場内で敷地境界近くに設置されることが多く、計画段階において、敷地境界の騒音値が規制値以下となるように検討する必要がある。特に、コージェネ設備では騒音源が多数存在するため、各機器の防音性能とコストの最適化が重要な課題となる。

当社では、蓄積された騒音源データを基に、環境騒音解析プログラムを用いて敷地境界面の騒音予測を行うことで、各機器の防音対策や防音壁の設置要否を検討し、総合的な防音仕様を提案している。

あとがき

東京電力福島原発事故は、これまでのエネルギー社会の在り方に大きな疑問を投げかけ、コージェネに対する市場ニーズも大きく変化した。当社では、この変化に対応すべく、ガスタービン、ガスエンジンなどの個々の製品力に加えてシステムソリューション提案力を強化することで、多種多様な顧客ニーズに応えていきたい。

参考文献

- 1) 田中, 山下, 原田, 向井, 軽部, 柳田: “熱サイクルCAE技術の分散型エネルギーシステムへの適用”, 川崎重工技報, No.151, pp.40-43 (2002)



村上 直樹



中安 稔



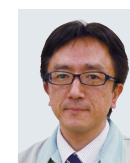
稲田 篤彦



杉本 智彦



山崎 徹



小谷野 薫



黒坂 聡



田中 一雄



杉本 和繁