

ガスタービンコージェネレーションによる電源セキュリティ向上の取組

川崎重工業株式会社ガスタービンビジネスセンター 中安 稔氏、安藤 佑規氏

1. はじめに

これまでコージェネレーションシステムは、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、東日本大震災後の原発停止や電力不足、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。

国内では現在、東日本大震災・原発事故を踏まえ、現行のエネルギー基本計画の抜本の見直しが進められている。新しいエネルギー基本計画の策定にあたり、経済産業省は、複数の「エネルギーミックスの選択肢」を発表した。エネルギーミックスの基本的方向性から提案された「エネルギーミックスの選択肢」の各ケースでは、コージェネレーションによる発電容量は現状の940万kWから2030年時点で電力需要の15%を賄う2,150万kWに増加させるとされた。

本稿では、コージェネレーションシステムの系統連系とその導入事例を紹介する。

2. 電力セキュリティ向上としてのコージェネレーションシステム

2-1 非常用兼用コージェネレーションシステム

非常用兼用コージェネレーションシステムは、通常時には都市ガス等の気体燃料によりコージェネレーションとして運用し一般負荷へ電力を給電するが、停電時には、非常用設備の負荷に電力供給を行うシステムである。

通常時はガス燃料によりコージェネレーションとしての運用を行うが、停電中にガス燃料の供給が断たれた場合に、自動的に液体燃料に切り替えを行って電力の供給を継続する「デュアルフューエルシステム」として燃料供給の冗長化を行っている。

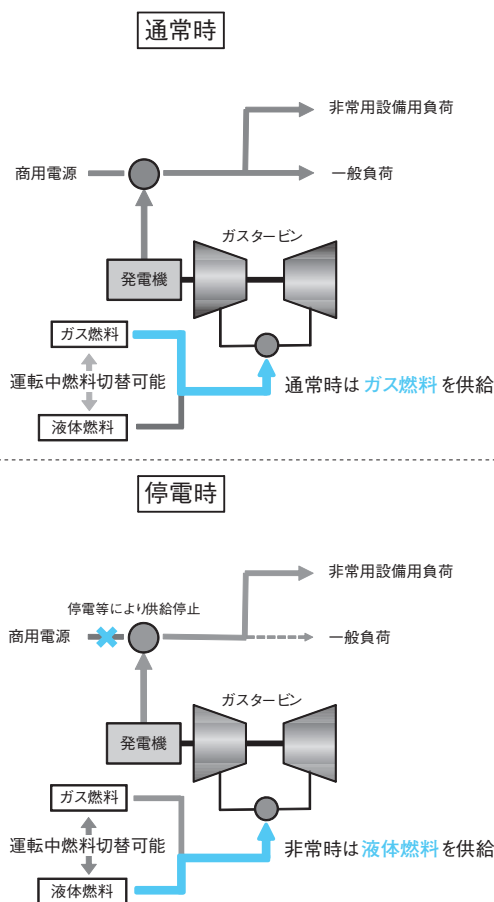
図1に非常用兼用デュアルフューエル式ガスタービンコージェネレーションのシステム概要と外観図を示す。

非常用兼用コージェネレーションシステムでは、新たに専用の非常用発電設備を設置する必要が無く

なるため、省スペース化やイニシャルコスト、メンテナンスコストの低減によりシステムの簡素化が図れるなどの長所がある。



図1 非常用兼用デュアルフューエルコージェネレーション



(a) 非常用兼用の運転方法の概要

2-2 ブラックアウトスタートシステム

商用電源の停電時にコージェネレーションシステムを起動することをブラックアウトスタートという。ブラックアウトスタート時にはガスタービンを付属の始動装置で起動する。コージェネレーションで発電した電力で補機類を運転した後、必要な負荷に給電する。ブラックアウトスタート時の燃料には液体燃料を使用し、起動装置は高圧空気を駆動源とするエアモータや直流モータが使用される。

図2にブラックアウトスタートシステムの概要図を示す。

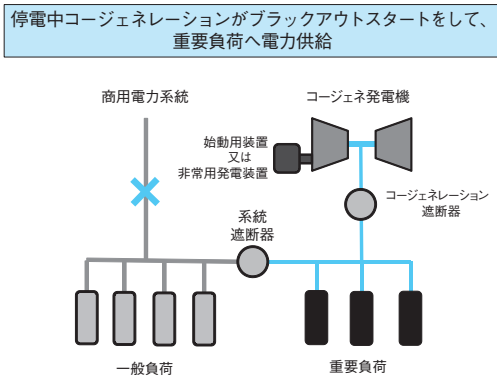


図2 ブラックアウトスタートシステムの概要

2-3 瞬時電圧低下対策

通常、コージェネレーションは商用電源と連系して運用される。商用電源に連系して運用することは、発電設備の発電電力を最大限に有効利用できる反面、商用電源の異常がコージェネレーションの運用に悪影響を与える可能性がある。商用電源の異常で最も多いのが雷による瞬時電圧低下である。

瞬時電圧低下が発生した場合、発電設備が過負荷になり停止する前に系統との解列を行い、重要負荷に継続給電を行うことが重要である。なお商用系統の復電時には、解列した遮断器を同期投入して無停電のまま再連系を行うことができる。

(1) 母線遮断器解列システム

母線連絡遮断器を解列するシステムは、発電機側に設けた高速不足電圧継電器により商用電源との母線連絡遮断器を開放して発電装置に接続されている重要負荷に給電を継続する方式である。

図3に母線連絡遮断を解列するシステムの概要図を示す。運転継続を必要とする生産設備が多数存在する場合に採用されることが多い方法である。これと類似の方法に、気象情報会社などからの雷警報に

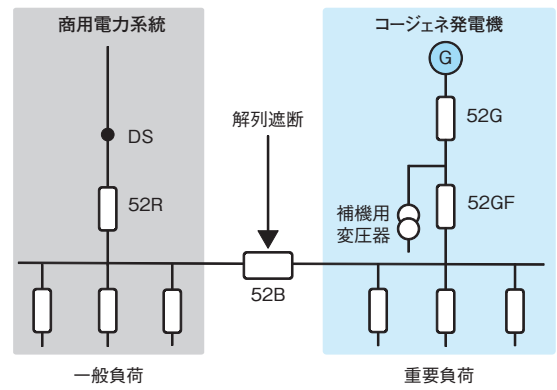


図3 母線連絡遮断器解列システム

より運転員が母線連絡遮断器を事前に解列させ、重要負荷への給電を継続する方式がある。

(2) 瞬低時の電力系統解析事例

電力系統解析は、商用系統連携運転または自立運転等の様々な運転状況において所要の電源品質が維持されるかを検証する技術である。

図4はコージェネレーションの電力系統図を示す。図4に基づいて電力系統解析した結果が図5である。本事例では、瞬時電圧低下発生時に、系統連系運転から自立運転移行時の各重要負荷容量による周波数変動の変化を解析し評価している。

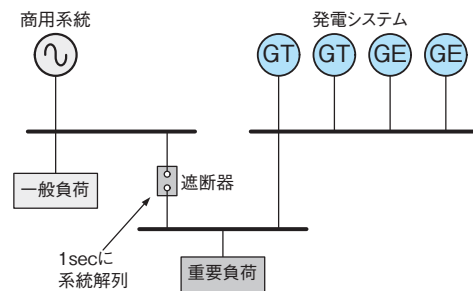


図4 コージェネレーションの電力系統

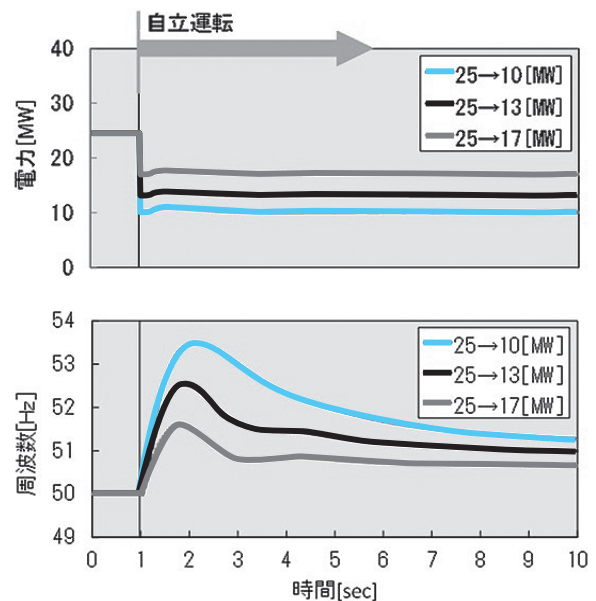


図5 電力系統解析例

3. コージェネレーションの導入事例と効果

3-1 工業団地の電源セキュリティの向上と排熱の面的利用

図6にサミット美浜パワーに納入した17,000kW級L20Aガスタービン2基と16,000kW級蒸気タービンによる50,000kW級コンバインドサイクル発電設備の概要を示す。クリーンな都市ガスを燃料として、千葉県美浜区にある食品コンビニート各社に電力（7社）と蒸気（4社）を供給している。また、余力のある電力は小売事業を行っているサミットエナジー株式会社を經由して首都圏の大口電力需要家に供給している。

本発電設備の大きな特長は、従来の熱電供給事業では1社1工場での自家消費が一般的であったのに対し、工場団地を構成する複数の工場への電力・蒸気の供給事業と電力小売事業を結び付けていることにあり、50,000kW級の発電所としては他に例を見ない全く新しい事業形態である。1工場単独での導入ではコストや環境負荷の低減といった分散型発電のメリットが十分に生かし切れなくても、このような事業形態をとることにより、発電設備の能力を最大源に発揮することが可能となる。

東日本大震災後の計画停電時には食品コンビニート各社へ電力・蒸気を安定して供給することができ、食品コンビニート各社の製品の安定供給に貢献できた。これにより、従来のコージェネレーションとは異なるニーズを発掘できた。この食品コンビニートでの電力や排熱エネルギーを工業団地内で面的に有効利用するシステムは、「スマートエネルギーネットワーク」の小規模な例とも言える。

■設備能力

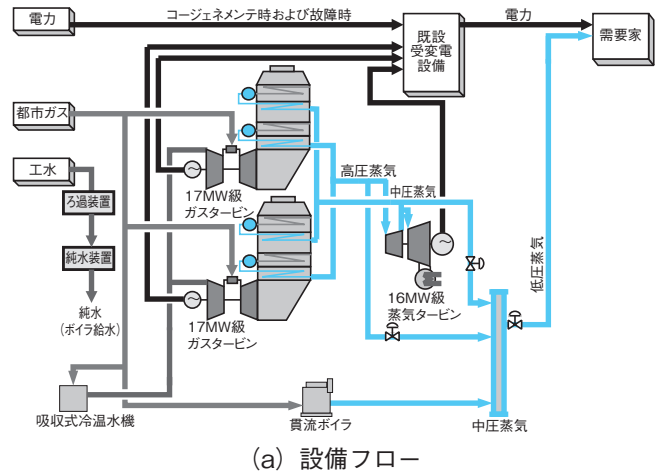
ガスタービン発電出力：約34,000kW

蒸気タービン発電出力：約16,000kW

送 気 蒸 気 量：約65t/h



図6 5万kW級コンバインドサイクル発電設備



3-2 スーパーコンピュータ「京」の電源保護と省エネルギー化

図7に「独立行政法人理化学研究所」計算科学研究機構にスーパーコンピュータ「京」の電気設備の一部として納入した6,000kW級PUC60ガスタービンコージェネレーション2基の概要を示す。「京」に導入されたコージェネレーションは、ピークカットによる契約電力の抑制、節電、排熱の空調利用などの省エネルギーに加え、電源保護の役目も担っている。

コージェネレーションは、商用電源と系統連系しており、最大12,000kW相当の電力供給を行うことが可能である。排熱回収ボイラにより製造された蒸気(13t/h×2基)は、蒸気吸収式冷凍機(1700RT)4基へ供給される。冷凍機で製造された冷水で計算機の発熱を効率よく冷却している。計算機システムとその建屋設備としての環境負荷の低減に貢献している。

「京」に関連する設備の瞬時電圧低下・停電保護対策システムは、計算結果を保存する大規模ストレージ機器や研究データの保護が必要な研究棟など重要な領域を対象としている。通常では、電算センターなどの電源保護対策には蓄電池式UPSを用いるが、本施設の場合、蓄電池式UPSではインシャルコストの増大や設置場所の確保などの問題があった。そこで、高速限流遮断装置を用いて商用系統とコージェネレーションとの高速遮断を行い、発電機母線の電圧を確保する手法を採用した。

「京」に導入された当社のPUC60ガスタービンコージェネレーションは、省エネルギーや節電などのメリットに加えバックアップ電源設置などの費用抑制、設置スペースの削減などの新しいメリットがある。これらの点が評価され「京」の電気設備は、電気設備学会技術部門施設奨励賞を受賞した（独立行政法人理化学研究所、株式会社日建設計、株式会社きんでん、株式会社九電工、三機工業株式会社との共同受賞）。

■設備能力

ガスタービン発電出力：約11,400kW

送 気 蒸 気 量：約26t/h

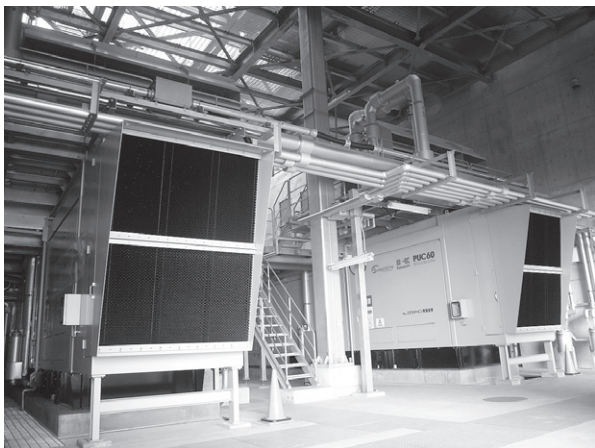


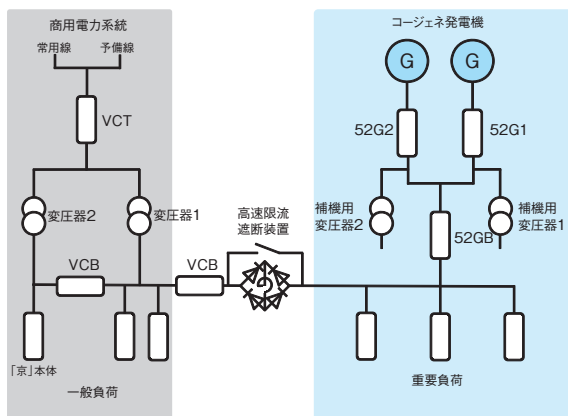
図7 6,000kW級コージェネレーション2基



図8 3万kW級コージェネレーション



(a) スーパーコンピュータ「京」



(b) 瞬低対策システムの概略

3-4 節電

図9に当社明石工場内で運用されているエネルギーセンターの概要を示す。当社明石工場エネルギーセンターは、18,000kW級L20Aガスタービンと7,000kW級蒸気タービンによる25,000kW級コンバインドサイクル発電設備8,000kW級PUC80ガスタービンコージェネレーション発電設備、1,700kW級PUC17Dモノジェネレーション発電設備から構成されている。これらは、工場の電力と蒸気のエネルギーコスト削減、モデルプラント、新開発ガスタービンエンジンの長時間実証運転を主な目的として設置されたものである。

一方で2011年からの関西電力の節電要請に対応するため、これらの発電設備を最大限に稼働させることで購入電力を削減した上で、余剰分が発生する場合には関西電力への逆潮（送電）を実施した。

■設備能力

- 第4号発電設備 (L20A) : 18,000kW
- 第6号発電設備 (蒸気タービン) : 6,700kW
- 第7号発電設備 (PUC80) : 7,750kW
- 第8号発電設備 (PUC17D) : 1,800kW



図9 明石工場エネルギーセンター

3-3 化学工場の省エネルギー

図8に兵庫県某工場に納入した30,000kW級L30Aガスタービンコージェネレーションの概要を示す。L30Aは当社が開発した、30,000kWクラスで世界最高効率を誇るガスタービンであり、本コージェネレーションは電力28,000kWと飽和蒸気46t/hを発生でき、総合熱効率は83.1%にまで到達しており、CO₂削減・省エネルギーに貢献している。