

札幌医科大学ESCO事業における天然ガスCGS導入事例

北海道ガス株式会社 産業エネルギー部 産業エネルギーグループ 村瀬 光則 氏

1. 初めに

北海道では、エネルギー消費における民生部門の比率が高く、民生部門の省エネルギーの推進が課題であることから、2005年度に「道有施設におけるESCO事業導入可能性調査」が実施された。この調査で最もエネルギー消費量が多い道有施設とされた札幌医科大学においてESCO事業が公募され、ダイダン(株)、池田煖房工業(株)、北海道ガス(株)、(株)エナジーソリューションを事業役割会社とするESCO事業グループが天然ガスを燃料に使用するコージェネレーションシステム(CGS)の導入を核とするESCO提案を行い、採択された。

単純回収年数(総合:4.9年)

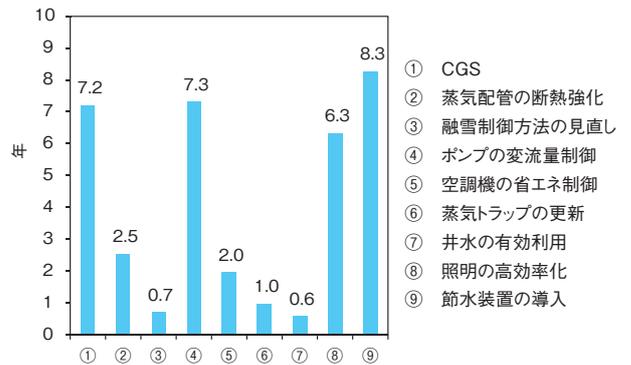


図2 省エネ項目毎の単純回収年数

2. ESCO事業におけるCGS導入

ESCO事業では、図1に示すように設備投資、金利、維持管理費を含む全ての費用を省エネルギー改修で実現する光熱水費の削減分で賄うことが基本である。札幌医科大学ESCO事業では、「エネルギー供給事業者主導型総合省エネルギー連携推進事業費補助金」という補助率1/2以内の補助金を活用するとともに、図2に示すように単純回収年数の短い省エネルギー施策を組み合わせることで10年間という短期間でのESCO契約を締結することができ、CGS導入を実現できた。

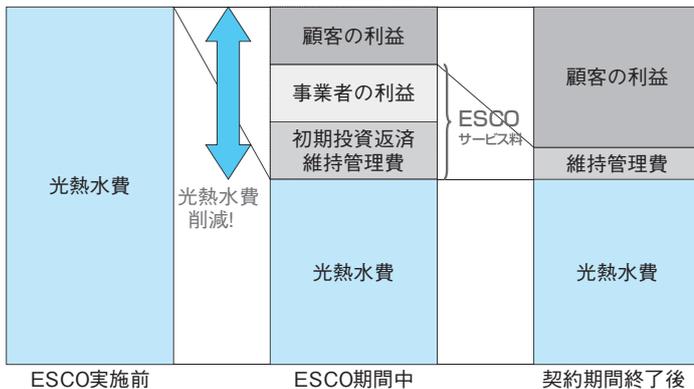


図1 ESCOの事業スキーム

3. システム概要

CGSは三菱重工業(株)製ミラーサイクルガスエンジン930kW×2台でパッケージャーは(株)明電舎である。発電した電気はスポットネットワークと系統連系し、学内に供給する。排熱利用としては、排ガスボイラで蒸気を作り、高温のジャケット冷却水を利用して夏期は吸収冷凍機で冷水を作り、冬期は熱交換して暖房に利用する。さらに、通常は利用されない40℃程度のインタークーラー冷却水も蒸気ボイラや給湯用の補給水の予熱に利用することとし、排熱のカスケード利用の限界に挑戦した(図3)。

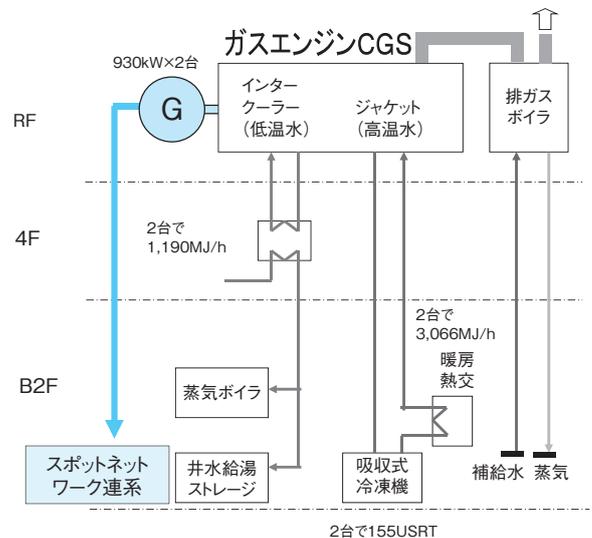
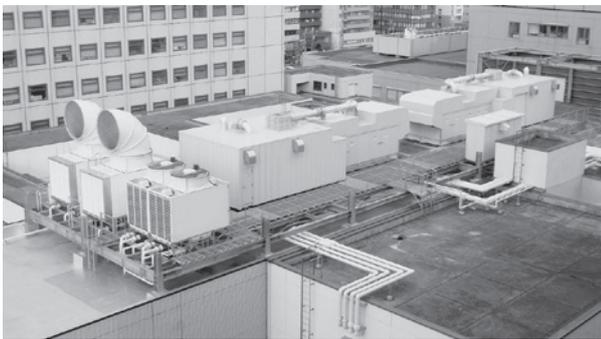


図3 システム系統図

4. 寒冷地でのCGS屋外設置

既築大学病院にCGSを導入するに当たり、機械室には設置スペースがなかったため、耐震性評価を行ったうえで屋上に鉄骨基礎を組み、設置することにした。寒冷地では低温時の起動性低下や雪氷による給気口閉塞等の恐れから1,000kWクラスのCGSを屋外設置している例はほとんど無く、本システムでは換気制御やヒーター追加等の寒冷地対策を施して屋外設置を可能とした。また、防振・騒音対策を施して中央診療棟の屋上にCGSを設置した。CGSが本格稼働してから3年以上経過しているが、これまで寒冷地の屋外設置に起因するトラブルや振動・騒音に関するクレームは発生していない。



中央診療棟の屋上に設置されたCGS

5. スポットネットワーク連系における安全対策

札幌医科大学はスポットネットワーク（SNW）で受電しており、CGSをSNWと系統連系する際に電源セキュリティ面で注意しなければならないのは「発電設備から系統側に流れ込む過電流によって全回線のプロテクタ遮断器が開放されるおそれがある」点である。すなわち、通常のSNWでは1回線に系統事故が発生しても、その回線だけを開放し、残る2回線で正常な受電を継続できるが、CGSを系統連系している場合はCGSから事故点に向かって変電所の母線を経由して3回線とも過電流を伴う逆電

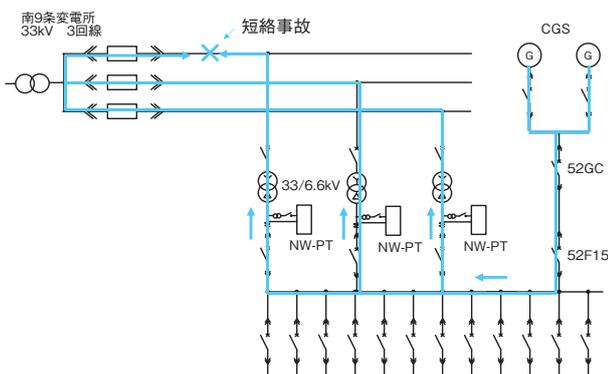


図4 連系中に系統事故が発生した場合の電流

力が発生し、全停電になってしまう恐れがある（図4）。この事態を避けるため、CGSから供給される事故電流により3回線ともに逆電力が発生した場合はプロテクタ遮断器を開放しないようにする全停電回避対策を施した。

6. CGSのBOS仕様

札幌医科大学構内にある附属病院は、北海道有数の総合病院として26診療科、938床の施設を有する。災害拠点病院としても大きな役割を担っている。このため、災害等による長時間停電発生時にCGSを使用できるようBOS（ブラックアウトスタート：系統電力が断たれても内蔵するバッテリーで自立起動できる）仕様とした。手動操作ではあるが、非常用発電機で賄う防災負荷を除く病院内の一般負荷にCGSから給電することを可能とした。

なお、本CGSは非発兼用機ではないため、ガス配管の耐震評価は受けていないものの、都市ガス供給ラインとして最も耐震性の高い中圧Aラインで天然ガスを供給している。また、冷却塔補給水は今回のESCOの一環として水道水から井水に切り換えており、災害等により水道供給が途絶えてもCGSが冷却不足で重大故障停止する可能性は低い。

SNWのネットワーク遮断器には差電圧投入特性があるため、CGSから一般負荷へ自立給電している際に系統が復電すると、差電圧投入特性によりネットワーク遮断器が自動投入され、非同期投入事故に至る危険がある。また、停電時には自動的に非常用発電機が起動し、母線連絡遮断器を開放して防災負荷へ給電する制御が組まれている。万一、非常用発電機が起動しない場合や燃料切れで停止した場合には、手動でCGSから防災負荷へ給電できるようにした。その際、手動操作を誤って非常用発電機が稼働しているときにCGSから給電すると、非常用発電機との非同期投入事故に至る危険がある。

これらの事故を避けるため、SNW 3回線の断路器と遮断器、並びに母線連絡遮断器または非発連絡遮断器が開放されない限りCGSの自立給電ができな

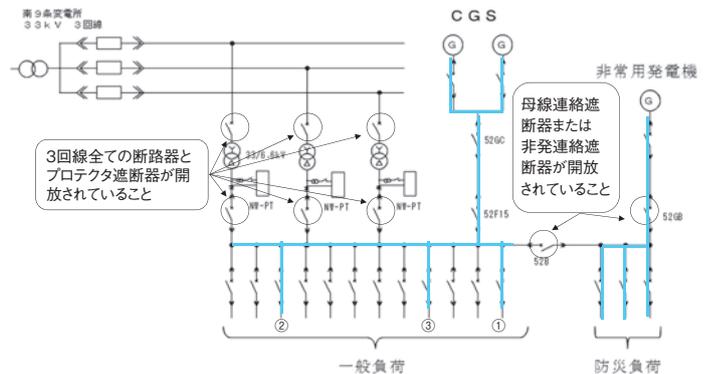


図5 自立給電時の安全対策

いようにインターロックを組み、誤操作による事故の発生を防止するように設計した。

また、CGSの自立給電の際は負荷投入率を守って負荷を細分化し、順次投入を行わなければならないため、予め系統ごとの平均電力と最大電力を調査し、優先的に給電する系統の順番を決めておくなど、停電時にCGSから一般負荷に自立給電するための手動操作をスムーズに行えるようにマニュアルを整備し、運転管理者への教育を実施した。

7. CGSの運転モードの切り替え

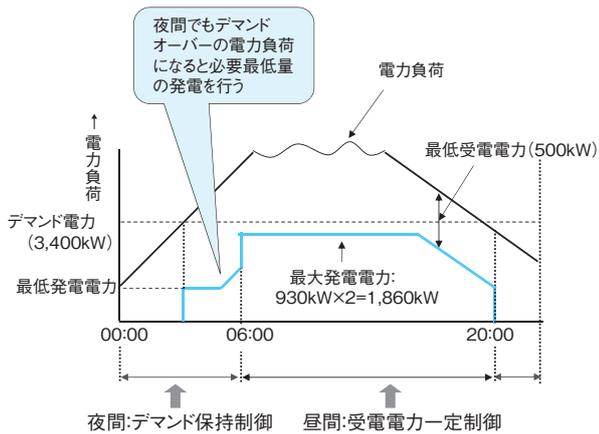


図6 CGSの運転モード（概念図）

CGSの導入効果を最大化するため、昼間（6:00～20:00）は受電電力一定制御、夜間（20:00～6:00）はデマンド保持制御に運転モードを切り替えている（図6）。これは、昼間は定格発電ができる十分な電力負荷と排熱を放熱せずに使い切れる熱負荷があることが多いため、電力負荷が急変した場合でも逆潮流が発生しないよう最低限の受電電力制御値を設けた上で最大限発電するように受電電力一定制御を行う。夜間は電力負荷・熱負荷ともに減少するため基本的には停止させるが、契約電力を超えるような電力負荷が発生した場合には、契約電力のアップを避けるための最低限の発電量でCGSを稼働させるデマンド保持制御を行う。この運転モードの切り替えにより、電気と排熱を最大限、利用することによる省エネ性向上と、デマンドオーバーによる電気基本料金の増大を防止する経済性向上の両立を図っている。

8. CGS排熱の優先利用を図る配管ワーク

CGS導入効果を最大にするため、既設の熱源機に優先して排熱利用を図れ、かつ、全体の流量バランスを崩さないように配管の直列／並列接続を組み合わせた。図7の暖房系統図において、排熱利用の熱交換器は既設蒸気加熱器と直列に接続し、排熱の優先利用を図った。また、循環ポンプはメイン管と並

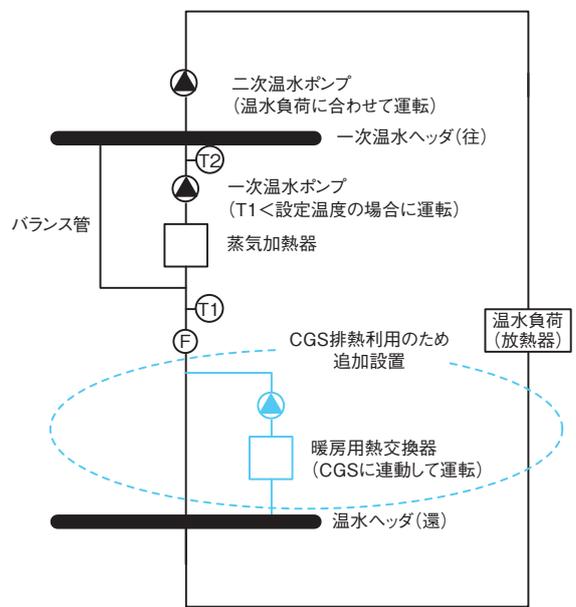


図7 暖房系統図

列に接続することで、ポンプを小さく、配管を細くすることができ、二次流量に影響を与えないようにした。冷房系統も同様の配管ワークを実施した。これにより、例えば排熱利用吸収冷凍機は全冷凍機設備容量の約9%と小さいものの、年間冷房寄与率は28%と大きく、特に中間期は冷房負荷のほとんどを排熱利用吸収冷凍機で賄っており、排熱の優先利用が図られていることが確認できた（15ページの図11参照）。この配管接続の工夫により排熱優先利用を図る方法は、容易に他への応用が可能である。

9. CGS導入シミュレーションと運転実績

ESCO事業では光熱水費の削減額をESCO事業者が保証しなければならない。シミュレーションによりCGSの稼働状況と光熱水費の削減額をいかに正確に予測できるかが重要となる。札幌医科大学ESCO事業では収支計画を作成するに当たり、北海道ガスで長年培ってきたCGSシミュレーション技術を活用し、精度高く稼働状況を予測することができた。

また、当初はインタークーラー系の低温水を蓄える3m程度の予熱槽を設ける予定であったが、シミュレーション分析の結果、予熱槽がなくてもほとんど低温排熱利用率が変わらないことが予測されたため、予熱槽の設置を取りやめ設備投資を削減した。定格低温排熱回収率（低温排熱回収量/燃料ガス熱量）は7.1%に対し、シミュレーションによる年間低温排熱利用率は3.1%と予想していたが、実績低温排熱利用率は3.4%となり、ほぼシミュレーション通りの結果となった。15ページの図8～13にCGS実績値をグラフで示す。

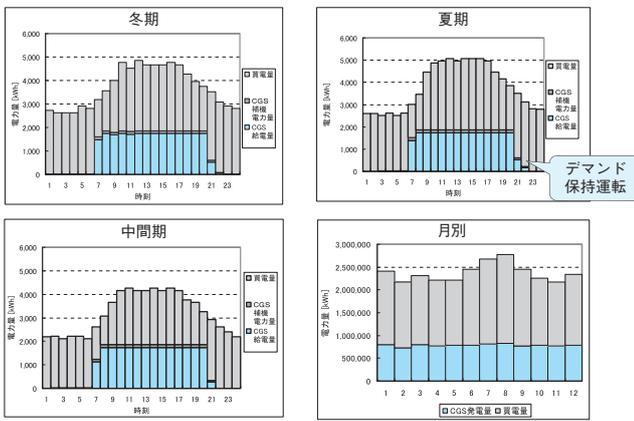


図8 年間発電寄与率=31%

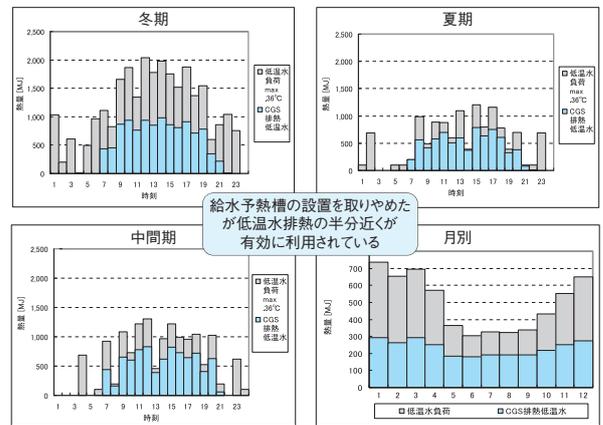


図12 年間排熱低温水寄与率=47%

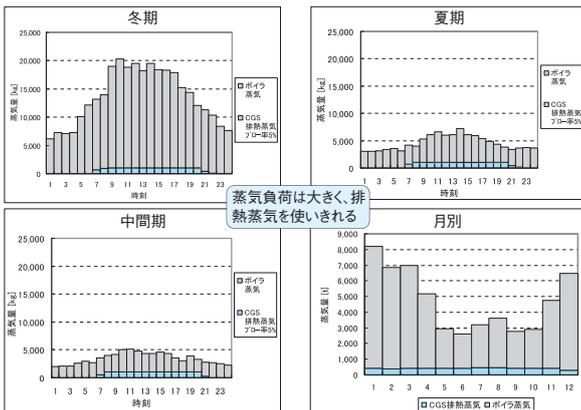
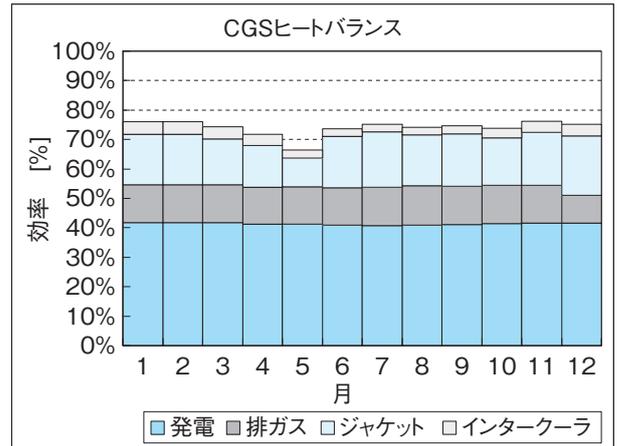


図9 年間排熱蒸気寄与率=9%



	発電	排ガス	ジャケット	インタークーラ	総合
定格効率	40.0%	14.8%	18.3%	7.1%	80.2%
予定効率	40.0%	14.0%	16.6%	3.1%	73.7%
実績効率	41.3%	15.5%	16.6%	3.4%	76.9%

図13 CGSヒートバランスの予想と実績

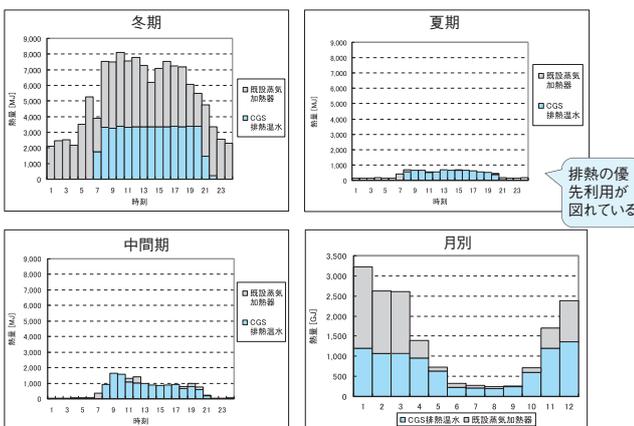


図10 年間排熱暖房寄与率=54%

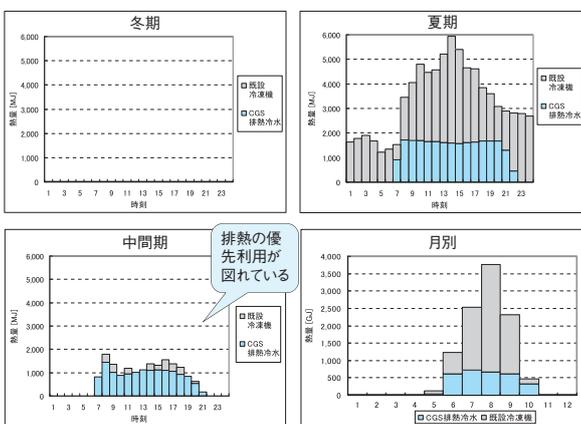


図11 年間排熱冷房寄与率=28%

10. 終わりに

札幌医科大学にESCOのスキームを利用してCGSを導入した事例について紹介した。お客様の施設が災害拠点病院であることから、長時間停電発生時には重要設備への給電を可能とするBOS仕様とし、病院機能維持を図った。省エネ性能としては、通常は利用されないインタークーラーの低温排熱利用や、排熱を優先利用する配管ワークなどによりCGSの年間総合効率率は76.9%を達成している。

それに加えて、CGS導入により契約電力を5,300kWから3,400kWへと約3分の2まで削減、1,000kW級CGSの寒冷地屋上設置や、スポットネットワークとCGSとの系統連系における安全対策等に、先導的に取り組んだ事例である。

2011年の東日本大震災以降、CGSのBCP（事業継続計画）に対する役割への期待が高まっており、北海道ガスでは今後とも停電時に自立給電可能な天然ガスCGSの普及を進めて行く所存である。