

スーパーマーケットにおけるコージェネレーションシステム導入に関する研究

準会員○富永 正道*1
正会員 山本 博之*2
同 柳澤 聡子*3
同 李 海峰*4
同 高橋 信之*5
同 尾島 俊雄*6

コージェネレーション スーパーマーケット 環境負荷

1 研究の背景と目的

産業革命以来の大量生産、大量消費のシステムは崩壊し、サステイナブルな新しい社会を構築すべく努力を怠ることができないのは周知の事実である。特にエネルギーに関しては、COP3を受けて省エネルギーが叫ばれる現在でも電力需要の増加が省エネルギーを上回り続けており、省エネルギー対策の強化は社会的急務である。東京電力の試算によれば2008年度には全国のエネルギー使用量は1998年度の1.2倍にもなり、さらなる省エネルギーはよりいっそうの危機感と共に推進されるべきである。

そこで、本研究では、スーパーマーケットにコージェネレーションシステム（以下、CGSと略す。）を導入した際の省エネルギー性、環境負荷低限度を算定し、CGS導入の可能性を検討することを目的とする。導入対象はスーパーマーケットとスーパーマーケットを含むビルディングとする。

2 スーパーのエネルギー消費に関する動向

通産省の商業統計（業態別統計編）によると、一般に「スーパー」と呼ばれる食料品スーパーは、①食料品の扱いが全体の70%以上、②売場面積が250平方メートル以上、③セルフ販売方式と定義されており、本研究ではこの定義にあてはまる店舗について調査を行った。（以下、食料品スーパーは単にスーパーと表記する。）

前出の商業統計によると、全国のスーパーの数は平成3年から11年にかけて増加の傾向にある（図1）。東京都においても同様に増加の傾向にある。よって、当然スーパーに関連するエネルギー消費量は年々増え続けており、A社系列のスーパー全体で消費するエネルギー量も増加の傾向にある。（A社環境報告書より）最近の1店舗あたりのエネルギー使用量はA社の場合、年度による差異は小さく、平成8年から11年にかけてのエネルギー消費量の増大は店舗数の増大に起因するところが大きいと思われる。

また、食品の冷蔵ケースの増強や店舗内の高照度方針などにより長期のスパンでは、スーパー単体でのエネルギー消費量も増加していることが予測されるので、次章にて実証する。

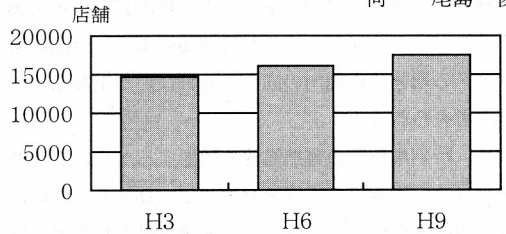


図1 全国のスーパーの数の推移

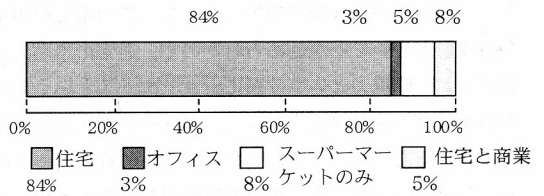


図2 スーパーを含むビルディングの上部用途の分類

一方、スーパーに関連するエネルギー消費量が増大しているのに対して、現状の系列スーパー各社の省エネルギー対策は必ずしも万全とは言えない。無人時消灯、冷蔵ケースのナイトカバーの徹底などソフトな日常的取り組みの範囲で省エネルギー対策がなされている所もあるがやはり需要の増大に省エネルギーが追いついていないのが現状であり、電熱供給システムにおけるハード面での対策が必要であるといえる。

3 スーパーを含むビルディングにおけるエネルギー消費の実態

3-1 スーパーを含むビルディングの用途別分類

スーパーを含むビルディングはスーパーの上部用途により、集合住宅タイプ・オフィスタイプ・集合住宅と商業施設併存タイプ・スーパー単体のタイプの4タイプに大別できる。それぞれのタイプにより電熱需要が大きく異なってくると考えられるので、まず調査対象施設の傾向を把握した。

A社系列スーパーの中で調査対象に該当する店舗は東京23区内に39店舗あり、その上部用途は住宅が84%と最も多かった（図2）。他社系列についても同様の傾向が見られると考え、本研究では1階にスーパーがある集合住宅へのCGS導入を試みる。

3-2 スーパーマーケットのエネルギー消費量調査及び原単位の作成

スーパーの月別電気原単位を図3に示す。これはA社系列39店舗の平均値である。8月がピークで他の月はほぼ横ばいであることが分かる。この値が1976年の調査の約1.5倍であった。¹⁾これは前述のように食品の冷蔵ケースの増強や店舗内の高照度方針などが主な原因であると考えられる。

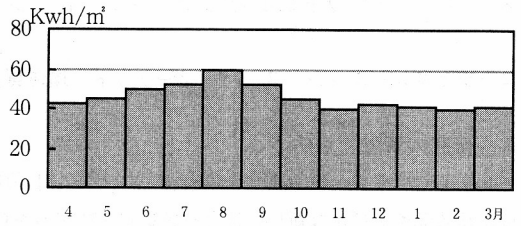


図3 スーパーの月別電気使用量

次に、時刻単位での電熱需要を把握するために実測調査を行った。調査は6店舗を対象とし、夏季と中間期の2回実測調査を行った。さらに、実測で得られた電気使用量を用途別に分類した(図4)。分類に先だって、スーパーでは食品冷保存陳列用のショーケースの電気使用量が格段に大きいことが認められたので、通常冷熱用・温熱用・一般電力という分類にショーケースという項目を追加した。図6に示すように、ショーケースの電気使用量が最も大きく、日中夜間を通してかなりの需要があることが分かった。特に夜間の熱需要が当初の予想よりも大きかった。なお、ガスはほとんど使用されていないので今回は分析対象から外した。

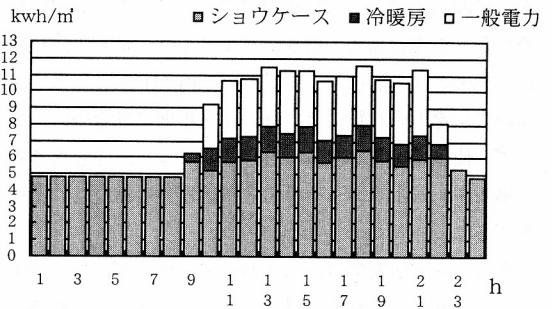


図4 スーパーの用途別電気使用量(夏季)

表1 機器効率

機器	項目	設定値
コージェネレーション	発電効率	0.28
	熱回収効率	0.47
発電所発電送電効率	効率	0.35
補助ボイラ	効率	0.78
吸収式冷凍機	COP	1.18
PAC	効率	2.7
ガス炊き給湯器	効率	0.8

スーパーの熱電バランスをみると、熱の方に圧倒的に傾いている。すなわち、スーパーと集合住宅を組み合わせることで、負荷の平準化により省エネルギー効果が期待できることを意味する。次章ではシミュレーションによりスーパーへのCGSの導入可能性を検討する。

4 CGSを用いたエネルギー供給のシミュレーション

4-1 CGSを用いたエネルギー供給のパターン

実在のスーパーを含むビルディングに4タイプのシステムをシミュレートし、導入の可能性を検討する。導入対象はA社系列のB店舗を含むビルディングとする。なお、B店舗を導入対象としたのはA社系列のスーパーの延べ床面積の平均値にB店舗の延べ床面積が最も近かったからである。B店舗の延べ床面積は555m²、住宅部分の延べ床面積は2010.48m²、総戸数は23戸である。なお、機器効率及び各種設定値を表1に示す。

従来型のエネルギー供給システムを図5に示す。住宅は系統電力を主電源とし、一般電力とパッケージを介して冷暖房需要を満たしている。また、給湯需要は都市ガスを熱源としている。スーパーについても主の電源は系統電力であり、冷暖房需要、ショーケース、一般電力の全てを系統電力でまかっている。給湯需要はわずかではあるが都市ガスを熱源としている。

シミュレーションは次の4タイプについて行った。それぞれのタイプの概略を図6に示す。

◆TYPE1 住宅の電力需要は系統電力を電源とし、冷暖房需要と給湯需要をCGS排熱でまかなう。スーパーは一般電力をCGS発電とし、冷暖房需要と給湯需要、ショーケースの需要をCGS排熱でまかなう。

◆TYPE2 住宅の電力需要は系統電力を電源とし、冷暖房需要と給湯需要をCGS排熱でまかなう。スーパーは一般電力とショーケースの需要をCGS発電とし、冷暖房需要と給湯需要をCGS排熱でまかなう。

◆TYPE3 住宅の電力需要はCGS発電を電源とし、冷暖房需要と給湯需要をCGS排熱でまかなう。スーパーは一般電力をCGS発電とし、冷暖房需要と給湯需要、ショーケースの需要をCGS排熱でまかなう。

◆TYPE4 住宅の一般電力は系統電力を電源とし、冷暖房需要と給湯需要をパッケージを介してCGS発電で

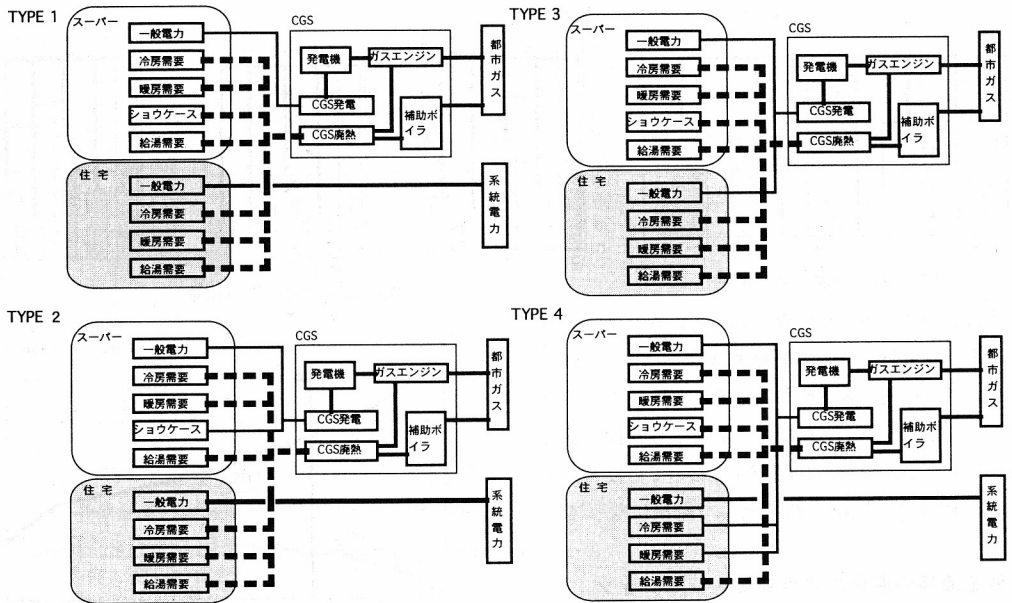


図6 提案型エネルギーシステム

まかなう。スーパーは一般電力をCGS発電とし、冷暖房需要と給湯需要、ショーケースの需要をCGS排熱でまかなう。

なお、CGSの運転は全てのタイプにおいて電力負荷追従運転とし、不足熱は補助ボイラで補う。

TYPE1, TYPE2はショーケースのエネルギー需要をCGS発電でまかなうか、CGS排熱でまかなうかという差別化のもとで対比させる意味で設定した。TYPE3は全てのエネルギー需要をCGSでまかなった。TYPE4は住宅の冷暖房需要をCGS発電で、一般電力を系統電力でまかない、CGS排熱はスーパーで処理した。つまり、電力は住宅へ、熱はスーパーへと供給した。

4-2 シミュレーションの評価

CGS導入効果について、投入一次エネルギー削減量・環境汚染物質削減量(CO₂, NO_x, SO_x)について評価する。

1) 投入一次エネルギー削減量

各タイプの年間投入一次エネルギー量の算定結果を図7に示す。TYPE2を除く全てのタイプで大幅な削減が確認できた。TYPE2は、スーパーの一般電力とショーケースをCGS発電としたもので、CGSの発電需要量が大きい為に、余剰排熱が大きくなったことで削減率が低下したと考えられる。最も削減できたのはTYPE3の45%である。これは住宅の一般電力を含めて全てのエ

従来型モデル

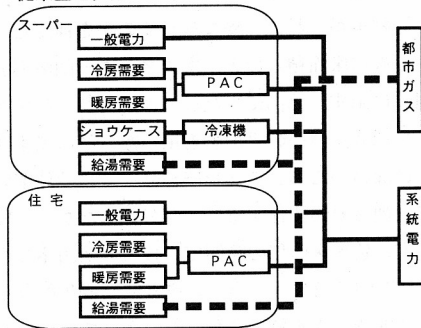


図5 従来型エネルギーシステム

ネルギー需要をCGSでまかなうTYPEで、住宅とスーパーの熱電需要がバランスした為であると考えられる。

2) 環境汚染物質削減量

従来型供給システムと各タイプの環境汚染物質排出量の算定結果を図8に示す。それぞれのタイプで環境汚染物質は削減された。これは投入一次エネルギーのうち系統電力が占める割合が減少したことが原因と考えられる。ここでもTYPE3が最適で、CO₂に関しては84%削減されるという結果を得た。

以上より、最も省エネルギー性が高く、環境に優しいシステムは全ての電熱源をCGSとするTYPE3であることがわかった。しかし、現行のエネルギー契約法

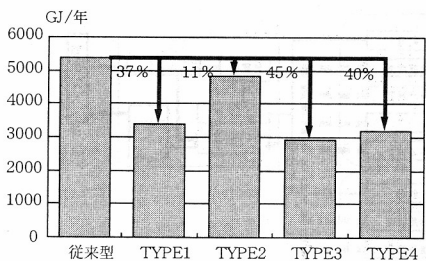


図7 投入一次エネルギー

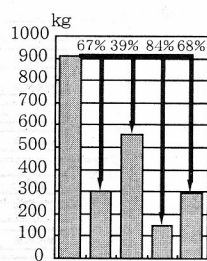
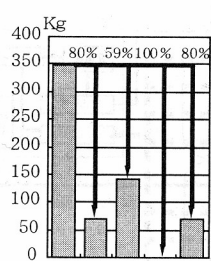
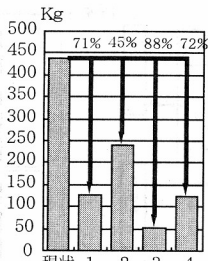


図8 環境汚染物質排出量

の枠内ではTYPE3の実現は難しいと考えられる。実際の導入にあたっては、住宅への熱供給は一般的でないという傾向、さらに使い勝手やコストを考慮すると、電力は住宅へ、熱はスーパーへ供給するTYPE4が最も妥当であるといえよう。なお、TYPE4においても投入一次エネルギーは40%削減されるという結果になっている。

4-3 住宅面積の変化に伴うシミュレーション

こまでは実在のA系列B店舗を含むビルディングへのCGS導入を柱として導入の可能性を検討してきたが、集合住宅部分の延べ床面積の相違によりシミュレーションの結果がどれほど異なってくるかを補足として確認した。延べ床面積と投入一次エネルギー削減率との関係を図9に示す。算出に当たってはスーパーの延べ床面積はA系列スーパーの平均値を用いた。他の諸条件は変更していない。このシミュレーションにより住宅の延べ床面積に削減率が依存することが分かったが、一般的な集合住宅の延べ床面積の範囲では投入一次エネルギーの削減率はTYPE2を除く全てのタイプで効果的なCGSの運転を期待できる結果になった。よって、スーパーと集合住宅が併存する建物にCGSを導入することで省エネルギー、環境負荷低減に有効であることがより一般性を持って実証できた。

5 結論

スーパーは熱需要が大きく、CGSの導入効果は高いことが分かった。しかし、今回の研究では投資回収年数などコスト面の考察まで及ばなかったため、今後は経済性の検討が必要と考えられる。

また、現在研究が進んでいる生ゴミから水素を抽出し、燃料電池を運転するタイプのCGSも生ゴミの多いスーパーで高効率な運転が可能であると思われるので、以後の研究が期待される。

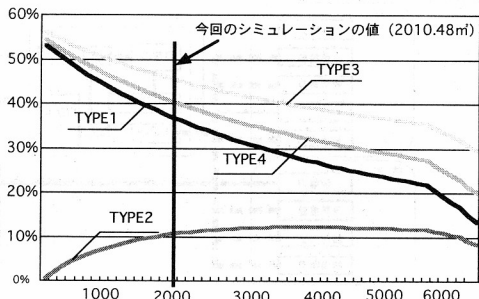


図9 投入一次エネルギー削減率と住宅の延べ床面積の関係

スーパーという生活者に極めて近く、生活に不可欠な施設に省エネルギーのシステムを導入することは、近隣の住人の環境意識を高める意味でも有意義であると思われる。

◇謝辞

本調査にあたりご協力頂いたA社系列スーパーの方々、並びに管理会社の方々に厚く御礼申し上げます。なお、本研究は、NEDO産業技術研究事業費助成金を受けて研究を実施したものです。

◇参考文献

- 1) 「建築の光熱水原単位 (東京版)」 尾島俊雄研究室
- 2) 「ガスコージェネレーションシステム98'」 東京ガス
- 3) 「都市ガスによるコージェネレーションシステム」 空調衛生学会
- 4) 「都市住宅エネルギーシステム調査 (その4)」 住宅・建築省エネルギー機構