

再生可能エネルギー発電及び蓄電装置の環境負荷低減効果分析に関する調査・研究	
題目	小規模集合住宅における分散型電源の協調運用に関する最適計画モデルの開発
著者	早稲田大学 横山隆一、紙屋雄史、草鹿仁、大聖泰弘

1. 研究目的

地球温暖化対策やエネルギーの有効利用の観点から燃料電池や小型の発電機を用いた熱電併給システム（コージェネレーションシステム：CGS）の導入が進んでいる。CGSは電気と熱の協調利用により、システム全体の総合効率を高めることができるが、そのポテンシャルを最大限発揮するには時々刻々と変化する電力及び熱需要に合わせ機器を協調的に運用する必要がある。そのためエネルギーマネジメントシステム（EMS）の開発が各国で進められている。

こうした背景から、本研究では集合住宅を対象としたエネルギーの有効利用を促進するEMSの開発を目指し、実在する15戸の小規模集合住宅において、電力及び熱需要の実測を通しPVやガスエンジン発電機、バッテリーなどの分散型電源を協調運用させ熱と電気の有効利用を促進し、省エネルギー且つコストやCO2排出量の削減を実現した運用計画手法を行った。

2. 研究項目及び研究成果

2.1 研究項目

本研究において対象としたモデルは15戸の住戸を持ち、LPガスコージェネレーションにより特定供給事業者として運用されている集合住宅である。システム概要を図1に示す。

電力供給設備としては、ガスエンジン発電機(9.9kW×2台)を持つ。また、電力系統とバックアップ目的で連系されており、発電機が稼働していない場合や、需要が発電機の出力を上回っている時などには系統からの買電を行う。

熱に関しては、発電機から得られる排熱温水をお湯という形で一旦貯湯タンクに貯めている。タンク内のお湯はポンプを通して常に建物を循環しており、各住戸において熱交換器を介して給湯、暖房、追い炊き用に使用される。また、もし需要に対して供給する熱量が足りない場合は、ガスボイラーが起動しバックアップを行う。

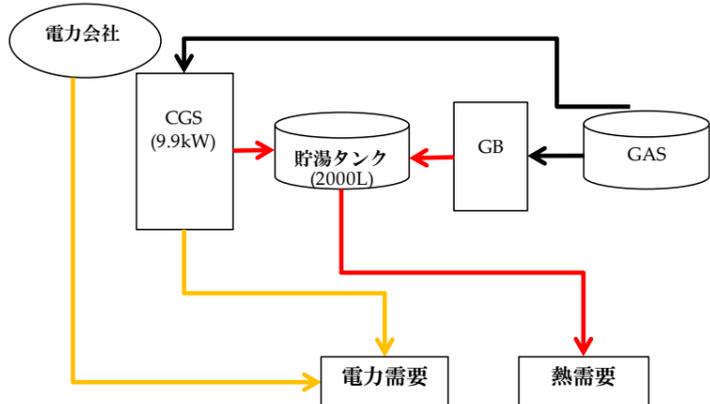


図1 対象集合住宅のシステムモデル

電力及び熱に関するCGSの運用について、下記のような目的関数を解くことで最適運用を行うこととした。

$$\min f = \sum_{k=0}^{K-1} [C_{LPG} \{F_{GE} + F_{GB}\} + C_{buy}(k)P_{buy}(k)]$$

C_{LPG} : 入力LPGの単価[円/m³]

C_{buy} : 電力会社からの買電単価[円/kWh]

F_{GE}, F_{GB} : 発電機及びガスボイラーの燃料消費量[m³]

P_{buy} : 系統からの買電量[kWh]

ただし上記問題は混合整数計画問題であり最適解の導出がこのままでは困難である。そこで、動的計画法を適用し、上記問題を小規模な多段決定過程問題に変換することで解くこととする。解法アルゴリズムとしては、シンプレックス法及び列挙法を組み合わせて用いることとした。

2.2 研究成果

提案手法を対象モデルに適用した結果を下記に示す。下図はCGS稼働状況の例として1月の月曜日AM1時～火曜日AM1時を取

り出し、CGS発電機の出力と買電電力を積算棒グラフにまとめたものである。図を見ると冬季の1月においては発電機が朝方及び夕方に頻りに起動しているのがわかる。発電機の稼働率が高いことから、冬季では系統からの買電電力量の削減を行うことができた。

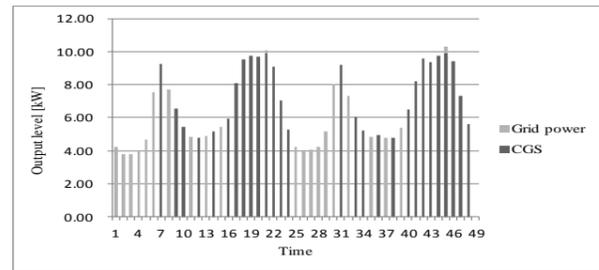


図2 冬季・月～火曜日の発電機出力及び買電電力

CGS導入によるコスト削減効果を算定するため、同規模の集合住宅（系統からの買電、ガスボイラーによる熱供給）と比較を行った。各月におけるそれぞれの運用パターンごとのコスト削減効果（買電電力+LPGガス消費）を示したものが下図である。この図を見ると、年間を通して最適運用を行ったケースで大きな削減効果を得られた。また、特に結果の差異が見られたのが冬季と夏季であった。この結果から、本研究が対象としている集合住宅では最適運用により大きなコスト削減の可能性があることが判明した。

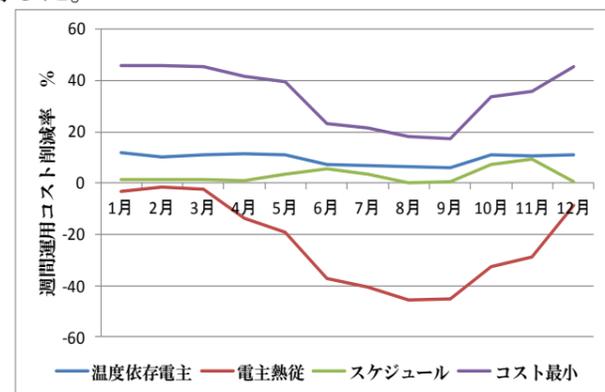


図3 運用パターンごとのコスト削減効果比較

このような結果が生じた原因は需要の熱電比にあると考えられる。夏は電力需要がかなり大きく、熱需要に対して4倍程度の需要がある。それに対して冬は電力需要に対して熱需要が3倍程度あり、本研究で想定した発電機の特長とよく釣り合っていたためにこのような結果となった。

3. まとめと考察

本研究はCGSを対象としたEMSの開発を目的とし、現実に存在するある15戸の小規模集合住宅のモデル化及び最適運転手法の開発を行った。その結果下記のようなことが確認できた。

○本研究が対象としているマンションでは、熱需要が大きい冬季において大きなCGS導入効果が得られ、一方で熱需要が小さい夏季においてはCGS導入のポテンシャルが低かった。

○運用最適化によるコスト削減効果は一年を通して見られ、従来の運用パターンとの比較から、対象マンションにおけるCGSの最適運用導入ポテンシャルはかなり大きいと判断できた。

○CGSの効率運用のためには、排熱を如何に有効に利用するかが重要である。また、本研究が対象とするマンションでもそれは同様であった。

今後の課題としては、今回考慮しなかった熱損失の傾向を分析し、本研究で提案するモデルに組み込むことがあげられる。また、実際に対象マンションにおいて最適運用を実現するためには、需要予測や設備計画問題についても取り組む必要がある。これらは本研究の次のステップとして取り組むつもりである。