

## コージェネレーションシステムを中心とした

### エネルギー連携システムのエネルギー・環境評価

#### Energy and environmental assessment of energy interchanging system with a focus on Co-Generation

○小松泰成\*<sup>1)</sup>、栗島英明<sup>1)</sup>、平石拓也<sup>1)</sup>、村上公哉<sup>1)</sup>

Yasushige Komatsu, Hideaki Kurishima, Takuya Hiraishi, Kimiya Murakami

<sup>1)</sup> 芝浦工業大学

\* ae11029@shibaura-it.ac.jp

#### 1. はじめに

近年、地球温暖化やエネルギー資源枯渇といった地球環境問題が注目されている。また、東日本大震災以降、エネルギーの安定的な供給が課題となっている。

分散型電源の一つであるコージェネレーションシステム（以下、CGS）は発電時の排熱を利用することで、高い総合エネルギー利用効率を可能とする。また、エネルギー源が二重化されることで、非常時にも電力や熱の安定供給が可能である。

CGS が高い総合効率となるためには、排熱をできるだけ無駄なく使うシステムを設計する必要がある。既往文献では、建物個別での CGS 導入はメリットが小さいこと<sup>1)</sup>や、排熱の価値を考慮した評価が必要であること<sup>2)</sup>が指摘されている。

そこで本研究では、異なる用途の建物間のエネルギー連系と熱のカスケード利用を行うコージェネレーションを中心としたシステムを設計し、そのエネルギー・環境評価を行う。

#### 2. 研究方法

研究は以下の手順で進める。

- 1) 既往文献をレビューし、CGS の特性を明確化して、その課題を抽出する。
- 2) 建物用途別のエネルギー需要の特性を把握し、CGS を導入する対象を検討する。
- 3) (1)(2)を踏まえてコージェネレーションを中心としたエネルギー連系システムを設計する。
- 4) (3)で設計したシステムについて、システムのエネルギー消費量と総合エネルギー効率（利用エネルギー量／投入一次エネルギー量）、CO<sub>2</sub> 排出量を推計し、従来のシステムと比較評価を行う。

#### 3. コージェネレーションシステムの特性の明確化

表 1 にガスを燃料とする CGS の主な仕様を示す。

CGS の排熱は、給湯利用のほか、ジェネリンクを介した空調利用が行われている。しかしながら、建物個別での導入では、熱需要が少なく十分に排熱利用ができな

ったり<sup>1)</sup>、給湯利用は熱の価値を十分に活用できていないため、CGS を単純に高効率システムと見なすことは不相当であると指摘されている<sup>2)</sup>。

以上より、CGS を高効率システムとするには、異なる用途の建物間を連系した熱需要の平準化や、給湯・空調以外の排熱利用先の検討、熱のカスケード利用を考えたシステムの設計が必要である。

表 1 CGS の主な仕様の比較

種類	ガスエンジン	ガスタービン	燃料電池
特徴	*発電効率が 高い *高出力・高効率化	*軽量コンパクト *連続運転に向く *排熱の全量蒸気 回収可能	*水の電気分解の 逆を利用 *化学反応で、 変換ロスが少ない
容量	5kW~10000kW	30kW~100,000kW	0.7kW~100kW
発電効率	29%~49%	24%~41%	37%~47%
排熱温度	*温水85°C前後 *蒸気100°C以上	*蒸気100°C以上	*温水70°C前後

#### 4. 建物用途によるエネルギー需要の特性の把握

建物用途によるエネルギー需要の特性を把握し、CGS の導入先を検討するため、既往研究<sup>3)</sup>や熱負荷作成プログラム estel21<sup>5)</sup>の建物用途別データ、店舗等での現地調査等をもとにエネルギー需要の分析を行った。

図 1 に夏季における食品スーパーマーケット（以下、食品スーパー）の例を示す。食品スーパーのエネルギー消費のほとんどは系統電力であり、最も電力消費が大きいのが、ショーケース動力である。

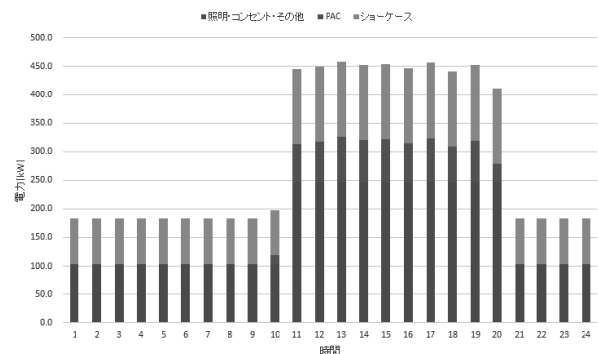


図 1 夏季における食品スーパーの電力負荷曲線  
(延べ床面積 1805 m<sup>2</sup>)

この他、ホテルや病院等のエネルギー需要についても同様の検討を行った。

### 5. エネルギー連系システムの設計

以上を踏まえ、本研究では、食品スーパー (1805m<sup>2</sup>) を中心としたエネルギー連系システム (以下、CGS 連系システム) を考える。ここでは新たな排熱利用先として、ショーケースを検討した。柳澤<sup>9)</sup>は、食品スーパーのショーケースに CGS 排熱を利用することで、高い省エネルギーとなることを指摘しているが、ショーケースの温度帯を十分に踏まえておらず、検討が不十分である。食品スーパーとの連系先はホテル (3000m<sup>2</sup>) とした。図 2 に CGS 連系システムのシステム概略図を示す。

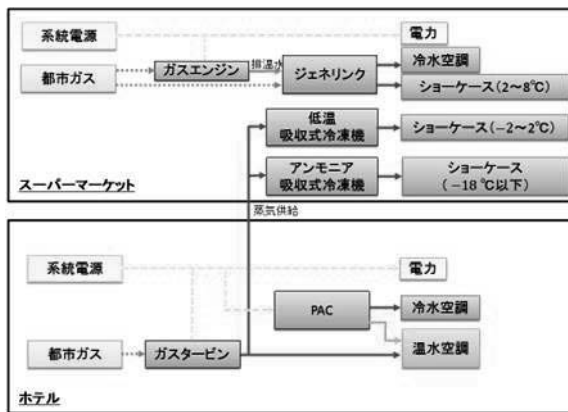


図 2 エネルギー連系システムのシステム概略図

食品スーパーにはガスエンジン (35kW×3 台) を設置し、その電力は食品スーパーで利用し、排温水はジェネリクを介して空調と 2~8°C のショーケースで利用した。また、ホテルにはマイクロガスタービン (50kW×1 台) を設置し、その電力はホテルで利用し、発生する蒸気はホテルの空調として利用するほか、低温型吸収式冷凍機を介して、食品スーパーの 2~-2°C、-18°C 以下のショーケースで利用した。

### 6. 対象システムのエネルギー・環境評価

表 2 に年間のエネルギー消費量、CO<sub>2</sub> 排出量、総合エネルギー効率の推計結果を示す。

原子力発電が停止している 2013 年度の東京電力の排出原単位を用いたケースでは、CO<sub>2</sub> 排出量は CGS 連系システムのほうが少なかったが、震災前の 2010 年度の原単位を用いたケースでは逆転し、従来システムのほうが少なくなった。また、総合エネルギー効率は、排熱を利用する CGS 連系システムが従来システムを上回る結果となった。

今後は、原子力発電が稼働している場合においても環境面で優れた結果を得られるようなシステムの再検討

が必要である。また、運転資格を必要とするアンモニア吸収式冷凍機を用いる -18°C 以下のショーケースについては、排熱利用量が多くないため、今後の検討が必要である。

表 2 推計結果

システム		従来	CGS 連系
エネルギー消費量	ガス[Nm <sup>3</sup> ]	0	2.90 × 10 <sup>5</sup>
	系統電力 [MWh]	1.92 × 10 <sup>3</sup>	4.21 × 10 <sup>2</sup>
CO <sub>2</sub> 排出量 [t-CO <sub>2</sub> ]	2013 年	998.62	854.26
	2010 年	716.86	792.44
総合エネルギー効率 [%]		44.1	51.0

### 7. おわりに

本研究では、CGS 排熱を食品スーパーのショーケースに使用するエネルギー連系システムを設計し、エネルギー消費量、CO<sub>2</sub> 排出量、総合エネルギー効率を評価した。その結果、総合エネルギー効率では CGS 連系システムが上回ったが、CO<sub>2</sub> 排出量は系統電力の排出原単位により結果が異なった。

### 8. 引用文献

- 1) 山口容平・下田吉之・水野稔：コージェネレーションにおける建物間連系の評価—排熱利用に上限がある冷凍機を利用した場合—。空気調和・衛生工学会論文集, 97,(2005), pp39-50
- 2) 福田桂・井上貴至・山本博巳・藤井康正・山地憲治：エクセルギー概念に基づくコージェネレーションシステムの総合効率評価。日本エネルギー学会誌, 87,(2008), pp285-290,
- 3) 日本サステナブル建築協会：“DECC データに基づく業務用建築の夏季節電方策に関わる緊急提言”, <<http://www.jsbc.or.jp/decc/saveelec/index.html>>, (参照 2015-01-06)
- 4) 驚頭紀幸：商業部門における電力消費実態調査からの考察—スーパー・コンビニの省電力・負荷平準化の可能性について。エネルギー経済, 25(8), (1999), pp2-21
- 5) 株式会社 E.I. エンジニアリング
- 6) 柳澤聡子：地域分散型トータルエネルギー供給システムに関する基礎的研究。早稲田大学大学院理工学研究科博士論文, 2002