

大学施設におけるエネルギー消費量に関する研究

新潟大学旭町キャンパスを対象としたコージェネレーションシステムの有効性

T16K661F 大橋 慶大 指導教員 有波 裕貴 助教

1 研究目的

新潟大学では、2016年度を基準として2017年度から毎年1.0[%]ずつエネルギー消費量を削減し、2021年度までに5.0[%]以上の削減を目標^{文1)}としている。既往の研究^{文2)}では、五十嵐キャンパス^{*1}を対象としたエネルギー消費量の実態に関する詳細な分析を行っている。

一方、医歯学系及び病院等で構成される旭町キャンパスは大学全体の約7割のエネルギーを消費している。また、ピークカット用のコージェネシステムが設置されており、キャンパス全体の電力需要が6,000[kW]を上回ると稼働し、購入電力量の平準化、基本料金^{*2}の削減を行っている。しかし、旭町キャンパスを対象とした詳細なエネルギー消費の分析や、コージェネシステムの運転方法を変化させた場合の一次エネルギー消費量及びランニングコストに関する検討は行われていない。

本研究では、新潟大学旭町キャンパスを対象に、キャンパス全体の1時間毎の電力消費量及び月毎のガス、A重油消費量のデータを元に、エネルギー消費構造とコージェネシステムの稼働状況を把握する。更にコージェネシステムをピーク時のみ稼働させた現状と、稼働時間を変化させた場合の一次エネルギー消費量及びランニングコストの比較を行い、今後の省エネルギー計画の策定・実行に有用な資料を得ることを目的とする。

2 研究概要

2.1 旭町キャンパスの概要：表1に配電系統と延床面積

表1 配電系統と延床面積

配電系統	施設・棟名	延床面積[m ²]
病院系	医歯学総合病院	94,344
医学系	医学部、総合研究棟	31,052
歯学系	歯学部	22,769
脳研究系	脳研究所、総合研究実験棟	9,874
実験施設系	動物・RI・遺伝子実験施設	17,361
図書館系	図書館、福利施設、保育施設	11,273
保健学系	保健学部、体育施設	15,335
旭町キャンパス合計		212,937

表2 主要設備の概要

エネルギー種別	主要設備
電気	電気式ヒートポンプ空調機、ターボ冷凍機、照明設備、実験機器、医療機器等、
ガス	蒸気ボイラ、冷温水発生機、ガスヒートポンプ式空調機、実験機器等
A重油	コージェネシステム(定格出力：1,400[kW])×2

表3 本研究で検討したコージェネシステムの稼働条件^{*3}

case	コージェネシステム [台数]	平日・休日の稼働	1日の稼働時間[h/日]	2台の年稼働時間[h/年]	契約電力[kW]
caseA (現状) ①、②、③	1				
	2	ピークカット(交互に稼働) [電力需要が6,000[kW]を超えた場合]		92	6,000
caseB ①、②、③	1	平日	11h(8:00~19:00)		
	2	ピークカット [電力需要が4,600[kW]を超えた場合]		2,809	4,600
caseC ①、②、③	1	平日	24h		
	2	ピークカット [電力需要が4,600[kW]を超えた場合]		6,020	4,600
caseD ①、②、③	1	平日・休日	24h		
	2	ピークカット [電力需要が4,600[kW]を超えた場合]		8,804	4,600
caseE ①、②、③	1	平日・休日	24h		
	2	11h(8:00~19:00)		12,753	3,700 ^{*4}

* caseA-①、②、③はそれぞれA重油の価格が50[円/L]、60[円/L]、70[円/L]に対応する。

積を、表2に主要設備の概要を示す。学生が約2,400人、教職員が約1,500人、延床面積は約213,000[m²](2017年度)である。主に医歯学系の学部と研究施設で構成され、全体の延床面積の約4割が総合病院である。またピークカット用のコージェネシステム(定格出力：1,400[kW]×2台)が設置されている。

2.2 コージェネシステムの稼働条件：表3に本研究で検討したコージェネシステムの稼働条件^{*3}、表4にコージェネシステムの概要^{*5}を示す。caseAは現状の使用方法である。コージェネシステムから、回収された熱量をガス削減量に換算し、一次エネルギー消費量を求める。一次エネルギー消費量の換算係数は、都市ガスは45[MJ/Nm³]、A重油は39.1[MJ/L]とし、電力の一次エネルギーは既往の研究^{文3)}手法により2017年度の東北電力の電源構成を調査し算出した時刻別一次エネルギー消費原単位を用いる。

2.3 年間ランニングコストの算出方法：表5に各エネルギーの単価^{*6}、図1にA重油単価の経年変化^{*9}を示す。各caseでの電力、ガス、A重油の年間消費量を算出する。A重油の単価は2015~2019年にかけて約40~80[円/L]の範囲で推移している。本研究では、A重油の単価を50[円/L](caseA-①等)、60[円/L](caseA-②等)、70[円/L](caseA-③等)として計算を行う。年間の消費量と各エネルギーの料金単価により年間エネルギー料金を算出し、更にコージェネシステムのメンテナンス費用を加えてランニングコストを求め、各caseにおけるエネルギーコストを比較する。

表4 コージェネシステムの概要^{*5}

定格出力	1,400[kW]
イニシャルコスト(初期費用)	約4億円
耐用年数または耐用稼働時間	15年または6万時間
メンテナンス費用	約4[円/kWh]
A重油消費量	約352[L/h]
回収熱量	2,601.2[MJ/h]
排熱温水の温度	90.8[°C]
原動機の熱電比	0.516[-]
熱回収率	20.6[%]
総合効率	60.6[%]

表5 各エネルギーの単価^{*6}

電気料金	基本料金 ^{*7}		1,590[円/kW・月]
	従量料金	夏季料金(7・8・9月)	12.36[円/kWh]
ガス料金 ^{*8}	従量料金	その他季	11.54[円/kWh]
	再生可能エネルギー発電促進賦課金(2017年度)		2.44[円/kWh]
A重油料金	従量料金		66.15[円/m ³]
			50[円/L]
			60[円/L]
			70[円/L]

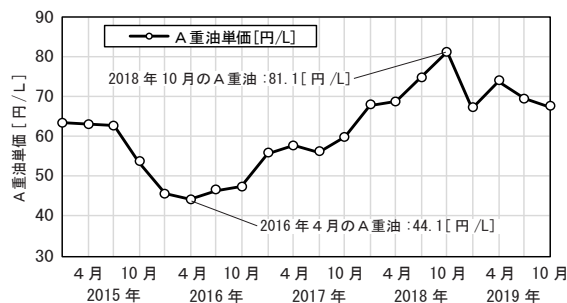


図1 A重油単価の経年変化^{*9}

3 分析結果

3.1 時刻別電力消費量と年間ピーク電力需要：図2に時刻別電力消費量の年変化(2017年度)を示す。7月から8月にかけては時刻別電力消費量が6,000[kWh/時]を上回る時刻があり、他の月に比較して電力需要が多い。8月の時刻別電力消費量の最小値は約3,400[kWh/時]、年間の時刻別電力消費量の最小値は5月、11月で約2,400[kWh/時]である。

3.2 コージェネシステムの稼働時間を変化させた場合の一次エネルギー消費量：図3に各caseの年積算一次エネルギー消費量を示す。一次エネルギー消費量は、caseA(現状)で364[TJ/年]と最も少なく、コージェネシステムの稼働時間が増加するにつれて増加し、caseEでは395[TJ/年]となる。一次エネルギー消費量は、caseA(現状)と比較してcaseBでは1.6[%]、caseEでは8.5[%]増加する。これはコージェネシステムの一次エネルギー消費原単位が、東北電力の一次エネルギー消費原単位に比較して多いためと考えられる。

3.3 コージェネシステムの稼働時間を変化させた場合の年間ランニングコスト：図4に各caseの年間ランニングコストを示す。A重油の価格が50[円/L]の場合、年間ランニングコストはcaseEで763[百万円/年]と最も低く、caseBで785[百万円/年]と最も高い。どのcaseにおいてもcaseA(現状)と比較して減少しており、caseEでは6.1[%]減少している。A重油の価格が70[円/L]の場合、年間ランニングコストはcaseBで

804[百万円/年]と最も低く、caseEで852[百万円/年]と最も高い。caseA(現状)と比較してcaseBでは1.1[%]減少するが、caseEでは4.7[%]増加する。

図5にコージェネシステムの稼働時間と年間ランニングコストの関係を示す。コージェネシステムの稼働時間が長いほどA重油の価格変動に対する影響が大きい。A重油の価格が50[円/L]の場合と比較して70[円/L]となった場合のランニングコストは、caseBでは2.6[%]、caseEでは11.7[%]増加する。

4 まとめ

- ① 7月から8月にかけて電力消費量が6,000[kWh/時]を上回る時刻がある。
- ② 一次エネルギー消費量はcaseA(現状)で364[TJ/年]と最も少なく、コージェネシステムの稼働時間が増加するにつれて増加し、caseEでは395[TJ/年]となる。
- ③ コージェネシステムの稼働時間が長いほどA重油の価格変動によるランニングコストへの影響が大きい。A重油の価格が50[円/L]の場合と比較して70[円/L]となった場合のランニングコストは、caseBでは2.6[%]、caseEでは11.7[%]増加する。

注釈

- ※1 五十嵐キャンパスは理系学部や文系学部、研究施設など8学部、4大学院により、旭町キャンパスは医学系の2学部、2大学院、医学総合病院等により構成されている。
- ※2 電気料金は、基本料金、電気量料金、再生可能エネルギー発電促進賦課金に分けられ、基本料金は、前年度の電力需要実績、設備容量の増減等により、電力会社と大学の協議により決定される。
- ※3 電気設備の点検を行う停電日は、コージェネシステムは稼働しない。
- ※4 caseEの契約電力は、年間の時刻別電力消費量からコージェネシステムの時刻別発電量を差し引いた値の最大値とする。
- ※5 コージェネシステムの仕様は、旭町キャンパスに設置されているコージェネシステムと同等の仕様で、ヤンマー株式会社へ問い合わせして現状の価格とした。
- ※6 税抜価格とし、新潟大学施設管理部に問い合わせして価格を決定する。
- ※7 契約電力1[kWh]当たりの料金。
- ※8 ガス料金は従量料金のみであり基本料金は無い。
- ※9 経済産業省資源エネルギー庁のホームページを参照する。

参考文献

- 文1 新潟大学：新潟大学省エネルギー実行計画 2017、2017年
- 文2 赤林ら「大学施設におけるエネルギー消費量に関する研究」、日本建築学会大会学術講演梗概集、2018年
- 文3 赤林ら「家庭用燃料電池による一次エネルギー削減効果に関する研究 その1」、日本建築学会大会学術講演梗概集、2014年

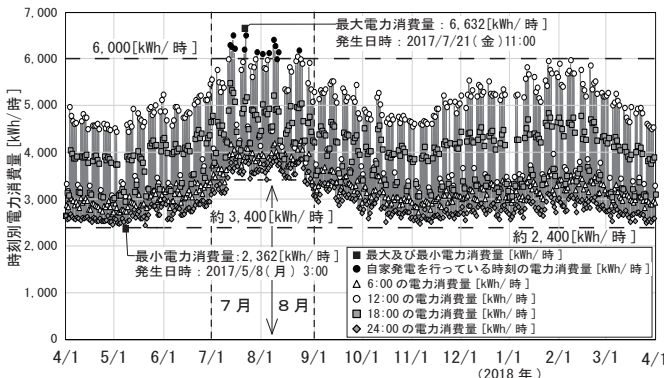


図2 時刻別電力消費量の年変化(2017年度)

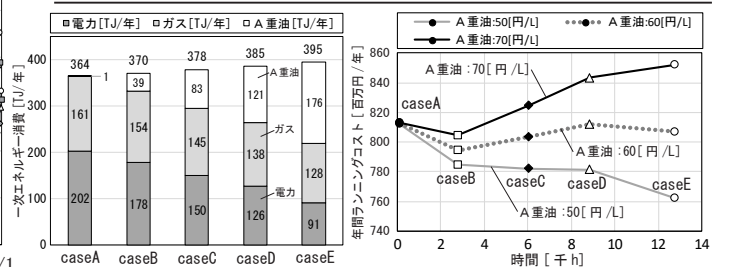


図3 各caseの年積算一次エネルギー消費量

図5 コージェネシステムの稼働時間と年間ランニングコストの関係

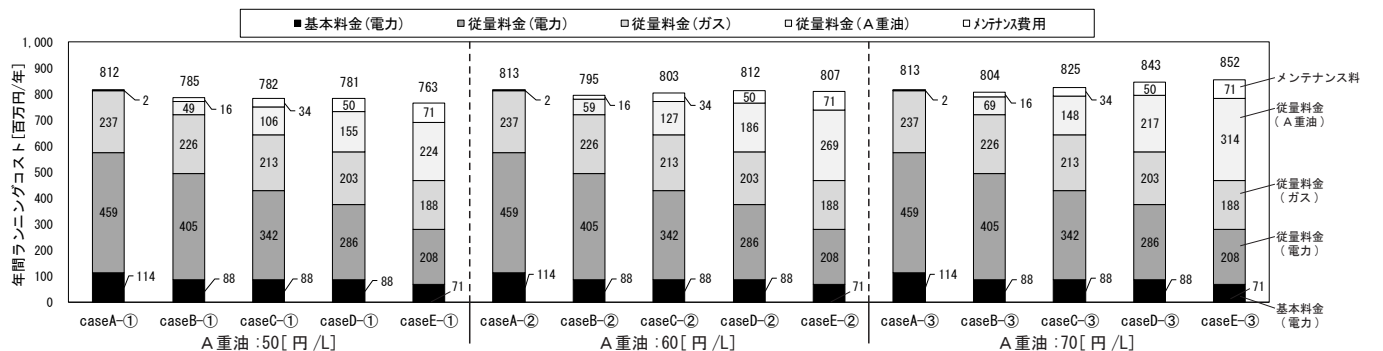


図4 各caseの年間ランニングコスト