

## 1. 研究背景・目的

本学常盤台キャンパスは、地域の広域避難場所および補足的避難施設に指定されており、大地震などの大災害時に地域住民を受け入れ、安全な避難場所を提供する義務がある。また、「エネルギー使用の合理化に関する法律（省エネ法）」の第一種エネルギー管理指定工場に指定されている本学は、エネルギー使用の合理化を推進していく必要がある。以上のことから、災害時にも地域住民に安全な避難施設を提供でき、かつ、省エネルギーを推進する大学を構築することを目的として本研究を行った。

## 2. 研究概要

災害時において、本学は周辺住民に安全な避難場所を提供するために、補足的避難所として指定されている教育文化ホール、第一食堂、体育館への電力供給、災害対策本部が設置される予定の事務局本部棟、また、井戸水を汲み上げ浄化する機能のある給水塔へ電力を供給する必要がある。さらに省エネ法により、エネルギー使用の合理化を推進しなければならない。よって本研究では、横浜国立大学常盤台キャンパスにおいて、自立分散型エネルギーシステムとして太陽光発電（以下、PV）、コージェネレーションシステム（以下、CGS）の導入検討を行い、災害に対応でき、かつ省エネルギーを推進する大学のエネルギーマネジメントについて考えた。

## 3. 常盤台キャンパスのエネルギー消費量分析

本学エネルギーセンターでは、電力会社から受電した電力を 17 グループに分け、更にその電力を 31 エリアのサブ変電所に分散し、その後各施設に電力を供給している。入手した「2015 年度 17 グループ別消費電力量」、「2010 年度 31 エリア別消費電力量」のデータを基に、「2015 年度 31 エリア別消費電力量」のデータを作成した。また都市ガス消費量のデータも合わせ、空調分、給湯分の 1 次エネルギー消

費量を算出し、本研究の分析に利用した。

## 4. PV 導入の検討

### 4-1. PV 設置可能面積

本学各施設の図面、横浜市の冬至日における真太陽時・太陽方位角・日影の倍率の関係、Google Earth の建物標高データ・定規機能等を参考にして、キャンパス内の全施設を対象に PV 設置可能面積を算出した。なお、9-15 時の 6 時間において影ができない場所を PV 設置可能として考えた。

### 4-2. PV 発電量

本研究で用いた PV モジュール概要を表 1 に示す。PV モジュールを傾斜角 30 度、南向きで、影を考慮して設置する。PV が設置可能とした 54 施設から、対象を合計出力が 50kW 以上確保でき、サブ変電所があり、発電による余剰電力が生じない 8 施設に絞り、発電量を算出した。結果を表 1 に示す。

表 1 PV モジュール概要と発電量

	定格出力(kW)	面積(m <sup>2</sup> )	影考慮時所要面積(m <sup>2</sup> )
PVモジュール	0.266	1.65	1.91
○設置数	2,672 基	<p>パネル面 1.65m<sup>2</sup> 傾斜角30度 PVモジュール1基あたりの設置面積 1.91m<sup>2</sup></p>	
○合計出力	711 kW		
○年間発電量	862,974 kWh		

## 5. CGS 導入の検討

### 5-1. 熱需要

CGS の排熱を有効利用するため、食堂の給湯、体育館シャワールーム、中央図書館等の空調への利用を考えた。しかし、学内の熱需要だけでは不十分であったため、本学周辺施設への排熱利用も考え、熱需要が大きい福祉施設の給湯への排熱利用を決めた。

### 5-2. CGS 導入場所

学内の電力系統図、各施設の配置を基に、電力・排熱融通がしやすいように導入場所の検討をした結果、大きく中央図書館ゾーン、事務局ゾーンの 2 つに CGS 設置場所を分けた。中央図書館ゾーンでは、発電電力を給水塔、第 1 食堂エリア、体育館・武道

館エリア、中央図書館に利用し、排熱を体育館・食堂の給湯、中央図書館の空調として利用する。給水塔は、災害時に確実に電力を供給できるようにするため、独立してCGSを設けた。また、事務局ゾーンでは、発電電力を事務局庁舎エリア、留学生センターエリアに利用し、排熱を周辺福祉施設の給湯に利用する。電力系統図を図1に、CGSの電力・排熱利用図を図2に示す。

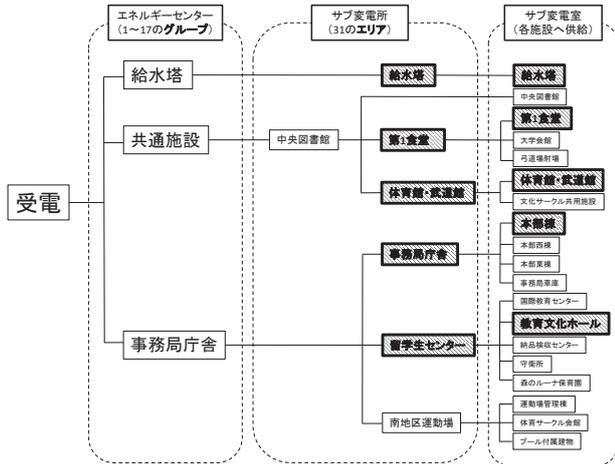


図1 電力系統図

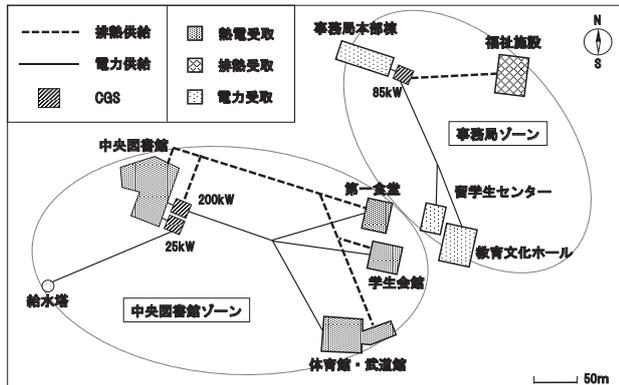


図2 CGSの電力・排熱利用図

### 5-3. 導入CGS規格

本研究で用いたCGS規格を表2に示す。いずれもガスエンジンシステムであり、負荷率50~100%での運転を考えた。災害時の電力供給量が十分にでき、可能な限り高負荷率で運転できるような容量とした。

表2 導入CGS規格

定格出力 (kW)	燃料消費量 (m <sup>3</sup> /h)	温水回収熱量 (MJ/h)	蒸気回収熱量 (MJ/h)	発電効率 (%)	排熱回収効率 (%)
25	6.6	139.7	-	33.5	52.0
35	9.1	189.0	-	33.5	54.5
200	87.6	266.4	279.0	40.5	30.7

### 5-4. CGS導入シミュレーション

電力も熱も余剰が生じないバランス運転を行うとしてシミュレーションを行った。中央図書館ゾーンについては、排熱を体育館給湯、食堂給湯、図書館

空調の優先順位で利用し、排熱の不足時は既存のガスヒートポンプを用いる。中央図書館のエネルギー利用について図3に示す。

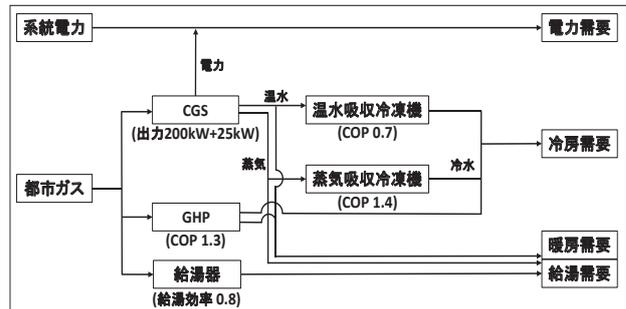


図3 中央図書館のエネルギー利用

また、事務局ゾーンも含めたCGS導入による1次エネルギー削減率を表3に示す。

表3 CGS導入による1次エネルギー削減率

	中央図書館ゾーン	事務局ゾーン	合計
CGS導入前(MJ)	17,471,532	6,110,045	23,581,577
CGS導入後(MJ)	16,085,448	5,471,597	21,557,045
削減量(MJ)	1,386,084	638,448	2,024,532
削減率(%)	7.93	10.45	8.59

## 6. PVとCGSの同時導入の検討

PVの発電量を加味し、バランス運転を行うとしてCGSシミュレーションを行った。PVとCGSを同時に導入すると、PVの発電により昼間のCGS負荷率が低下してしまうため、CGSのみの導入時よりも、CGSによる1次エネルギー削減量が減少してしまうことがわかった。1次エネルギー削減量を表4に示す。

表4 PV・CGS導入による1次エネルギー削減量

	PVによる1次エネルギー削減量	CGSによる1次エネルギー削減量	合計
CGSのみ導入(MJ)	-	2,024,532	2,024,532
PV・CGS同時導入(MJ)	8,422,626	1,964,814	10,387,441

## 7. 結論

シミュレーションにより、PVとCGSを導入することで1次エネルギー消費量を大きく削減できることがわかった。PVは省エネルギー推進、CGSは災害への備えを主な目的として導入することで、災害時にも地域住民に安全な避難施設を提供でき、かつ、省エネルギーを推進する大学を構築できる。そのため、導入検討を現実的に進めていくべきだと考える。

### 参考文献

1. Google Earth, 2016年12月採録
2. 小河宏規: 業務集積地区における自立分散型エネルギーシステムの導入効果と課題に関する研究、横浜国立大学修士論文、2016年
3. 太陽光発電総合情報、2017年1月採録  
URL: <http://standard-project.net/solar/>
4. 東京ガス、カタログ: ジェネライト、2016年7月
5. 大阪ガス、カタログ: ガスコージェネレーションシステムラインナップ編、2016年5月