

## 熊本市中心商店街の電力需要気温感応分析と空間電力負荷シミュレーション

担当教員 田中昭雄

## 1. 緒言

2011年3月11日の東日本大震災以降、夏期・冬期の電力ピークカットの要求が政府や電力会社各社から出されるなど、国内で節電や電力負荷平準化に対する関心が高まっている。また我が国は温室効果ガス排出量を2020年までに1990年比で25%削減を国際公約しており、多くの自治体が温室効果ガス削減に積極的に取り組んでいる。

熊本市中心商店街においても、街の低炭素化、電力ピークカットなどによる社会貢献に積極的であり、また低炭素化運動を中心街の活性化に繋げたいという希望も強い。本研究では、熊本市中心市街地の低炭素化を支援するため、エネルギー消費実態調査をはじめ、多様な調査を実施している。

今回は、地域内の変電所データの解析、建物の入居状況と、エネルギー消費の実態調査を行い、電力ロードカーブや、電力ピークの発生状況を推定し、電力需要の気温感応特性などを分析し、地理情報システムにまとめたので、その結果について報告する。

## 2. 調査対象地域概要

本研究の調査対象である熊本市中心市街地を図1に示す。この地区は、上通商店街・下通商店街・サンロード新市街の3つの商店街と飲食街、オフィス街からなる県内最大の繁華街となっている。

調査対象地域は、この3商店街を中心に、約1k㎡のエリアである。地域内には、建物約1700棟、12,000以上の店舗、事業所があり<sup>1)</sup>、地域内の建物総床面積は225.5万㎡である。

当該地域の施設構成およびエネルギー消費の内訳は、年間総エネルギー消費量（一次エネルギー換算）では約5,900TJ/年で、その81%が電力である。

年間CO<sub>2</sub>排出量は255kT-CO<sub>2</sub>で、この値は旧熊本市(2007年度現在)の全排出量全体の7%、業務部門の20%に相当する。調査地域内で最大の延べ床面積は事務所で30%を占める。また熊本城にも隣接しているため、ビジネスマンや観光客を対象に、酒類を提供する飲食店舗やビジネスホテルも多い。これらの施設は夕方以降に電力ピークとなる施設であり、同様に夕方以降にピークとなる住宅も含めると、延床面積合計の約30%が、夕方以降に電力ピークが発生する施設である。



図1. 調査対象地域

## 3. 実施概要

本研究で行った調査・分析作業は以下の3つである

## ①変電所データの送電データ解析

目的：当該地域の電力需要の気温感応度分析  
研究手法：地域の変電所データの解析

## ②建物・土地利用状況調査

目的：土地利用情報更新、地理情報データ作成  
研究手法：調査委員による全域調査

## ③電力需要実態調査

目的：時刻別電力消費量の推定、電力ピーク  
地理情報システムの開発  
研究手法：市内各店舗の電力負荷カーブ読み取り調査（サンプリング調査）

商店街の季節別、時刻別電力需要を把握するため、昨年に引き続き、地域内業務用施設121事業所を対象に、時刻別電力消費量調査を行ったもので、調査方法は、電力検診メータを30分おきに調査員が読み取った。午前8時から午後11時まで夏期・冬期・中間期にそれぞれ実施し、深夜の時間帯は、翌朝の読み取り値から線形補間推定を行った。

なお、③の調査については、小サンプルによる推定誤差を最小化するため、今回の調査結果と既存文献調査結果から経験ベイズ法を用いて、地域平均値を推定している。この手法については文献2)に記した。

なお大規模事業所については、月の電力使用量と、他地域の同用途電力負荷カーブから、比例推定により、季節別電力負荷カーブを推定している。

なお、日平均気温に対する電力需要の感度につい

ては「日平均気温感応」(または「日感応」), 当該時刻の気温との感応については, 「気温感応」と記して区別する。

また中間期の電力需要に対する変化率は「感応度」, 同変化量は「感応量」と記して区別する。

なお, ここで「夏期」は, 7~9 月, 「冬期」は, 「12 月~1 月」を「中間期」は, 5, 6, 10 月の各 3ヶ月を示す。

#### 4. 調査結果

##### 4.1 熊本市中心市街地の電力負荷カーブと日平均気温感応

図 2 に同地域内の主要地域に配電する変電所 A の 1 日の配電量と, 日平均外気温との関係を曜日別に示す。配電量は外気温 20℃以上では気温に相関し, 15℃以下では逆相関する。15℃~20℃の間は, 配電量と気温の相関が無い期間(中間期)である。

日感応度を見ると, 季節, 曜日別に若干の相違が見られるが, 夏期は冬期の約 2 倍と大きい値を示す。A 変電所の場合, 夏期平均気温 1℃上昇で配電量が 14.55MWh 増加し, 冬期は 1℃低下で 8.17 MWh 配電量が増加する。これは, 供給エリア 1 m<sup>2</sup>あたりに換算すると夏期は 1 日当たり 0.048kWh/(m<sup>2</sup>・℃), 冬期は 0.027 kWh/(m<sup>2</sup>・℃)である。

曜日別にみると, 平日の配電量は休日の配電量よりも大きい傾向が見られる。平日では, 金曜日の配電量が最も多い。

##### 4.2 時間帯別気温感応と電力ピーク発生時間帯

地域内の建物分布や A 変電所の電力配電量から推定した, 調査対象地域の中間期電力負荷カーブと季節別時刻別気温感応量を図 3 に示す。

当該地域全体の季節別・時刻別気温感応量を見ると, 夏期は, 最小の感応量を示す時間帯が AM5 時台で 1.02MW/℃である。最大の時間帯は 19 時台で, 3.72MW/℃で, 最低の時間帯の約 3.7 倍となる。冬期は AM4 時台が最小の 0.39 MW/℃を示し, 最大となる時間帯は 17 時台の 1.33 MW/℃である。

一般に電力会社で電力ピークが予想される 14 時台の電力負荷は, 当該地域に関しては日最大負荷となる確率は低い。

##### 4.3 季節別時刻別電力消費量

当該地域で 2007 年以降に, 夏期 19 時台の最高気温を記録した日は, 2010 年 8 月 20 日で 32.1℃である。冬期 17 時台に最低気温を記録した日は 2010 年 1 月 13 日で 0.1℃である。両日の 1 日の外気温の変化から電力ピーク発生日電力負荷の変動をシミュレーションした結果を図 4 に示す。電力ピークは当該地域は, 夏期は 19 時前後の 111.2MW と予想され, 冬期は 17 時台の 91.3MW である。

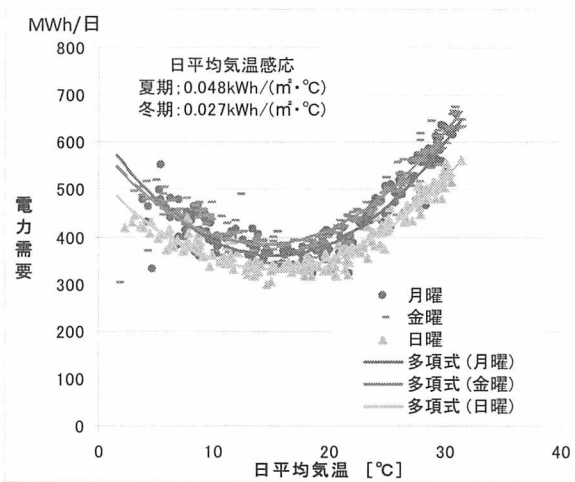


図 2. A 変電所配電量と曜日及び外気温の関係

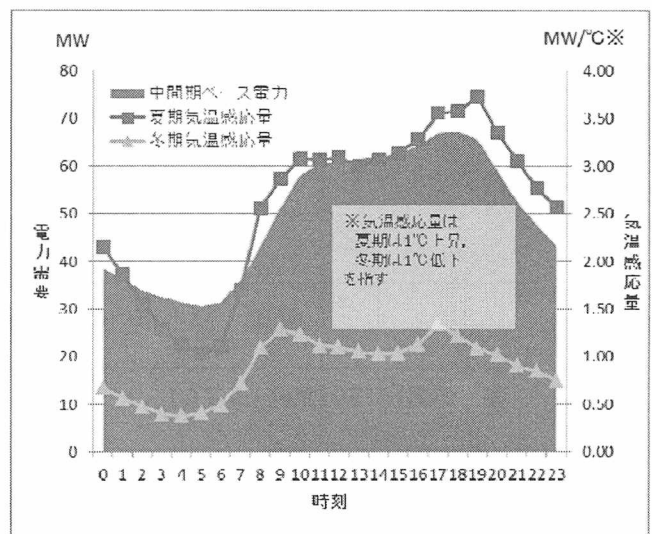


図 3. 市街地全体の電力負荷カーブと気温感応

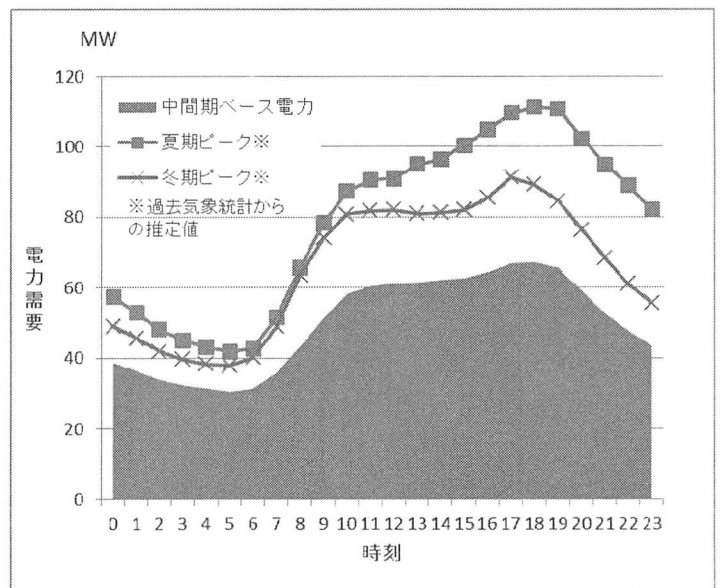


図 4. 中心市街地の電力ピーク発生日電力負荷カーブシミュレーション結果

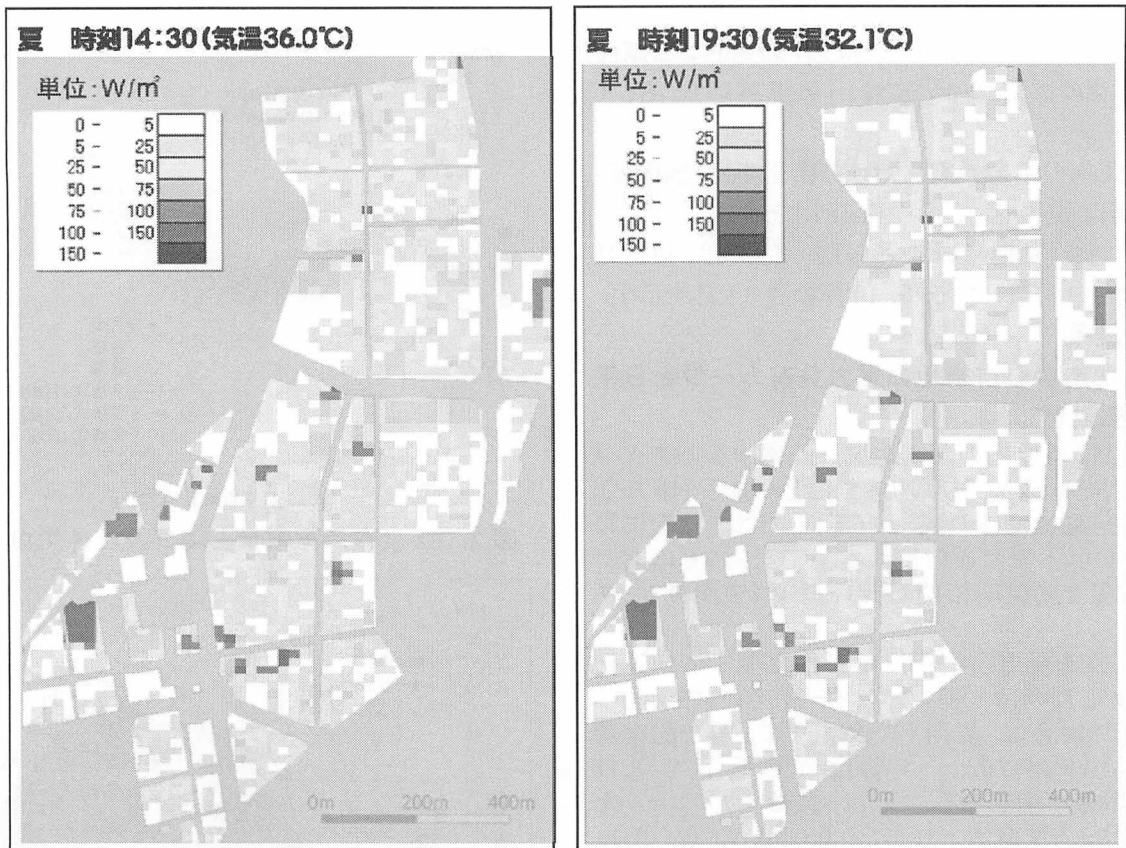


図5. 熊本市中心市街地夏期平日の電力需要地理分布

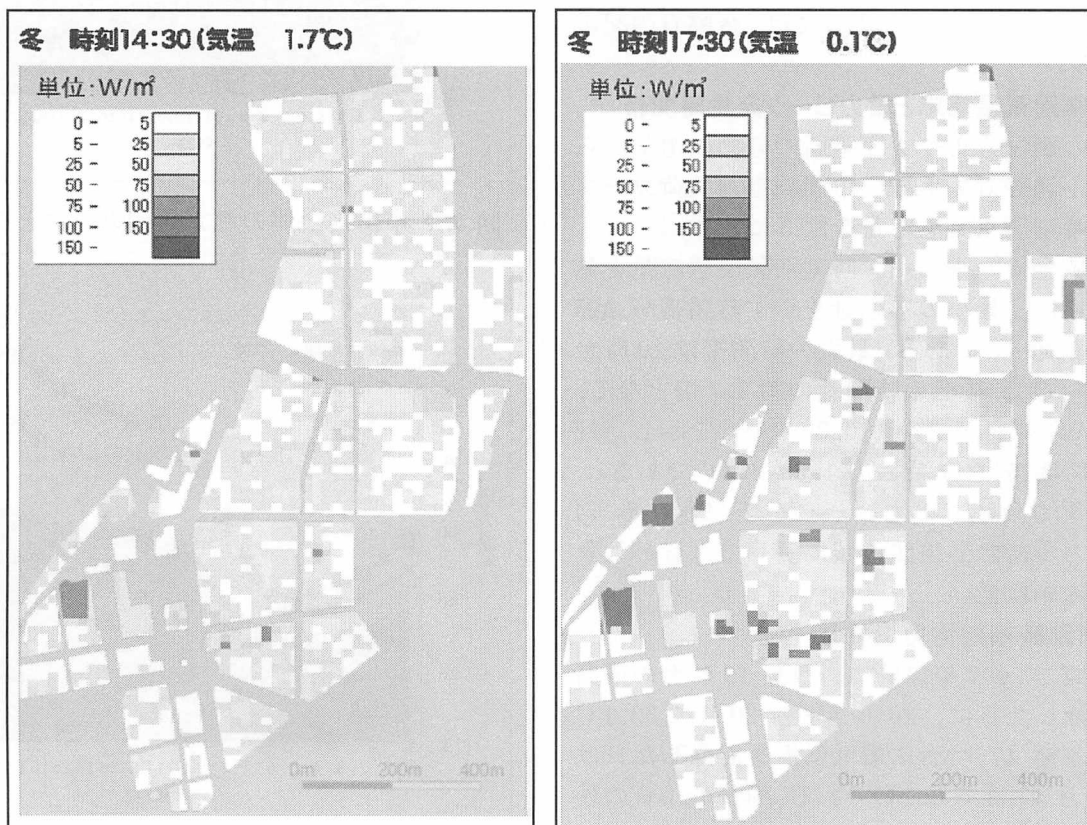


図6. 熊本市中心市街地冬期平日の電力需要地理分布

この電力ピークシミュレーションによって推定される14:30とピーク発生時刻の電力負荷の地域分布を図5と図6に示す。電力需要が特に大きいのは、高層ビル、娯楽施設の集積地域である。

## 5. まとめ

熊本市中心街のエネルギー消費の実態を把握し、電力ピークの発生状況をシミュレーションするため①変電所データの解析、②建物・土地利用状況調査、③電力需要実態調査を行い、電力負荷の発生状況を地理情報にまとめた。

その結果は以下の通りである。

1. 中心市街地の変電所 A の配電量は、夏期は平均気温1°C上昇で1日の配電量が14.55MWh増加し、冬期は1°C低下で8.17MWh配電量が増加する。これは、供給エリア1m<sup>2</sup>あたりに換算すると夏期は0.048kWh/(m<sup>2</sup>・°C)、冬期は0.027kWh/(m<sup>2</sup>・°C)である。
2. 曜日別にみると、平日の配電量は休日の配電量よりも大きい傾向が見られる。平日の中でも、金曜日の配電量は特に多い傾向にあった。
3. 熊本市中心市街地の時間別気温感応量は、夏期が19時台に最大の、3.72MW/°C、冬期は17時台に1.33MW/°Cである。
4. 調査結果から、地域内の電力需要の地理分布図を推定するシミュレータを作成し、電力ピーク発生時間帯の電力需用を地理情報化した。

## 謝辞

本研究を行うに当たり、熊本大学工学部情報電気電子工学科4年久野真由子氏（現在九州電力）に作業及びデータ管理などで多大な協力をいただいた。またこの研究を遂行するにあたり富士電機株式会社様（太陽電池・環境自然エネルギー寄附講座）や熊本大学工学部まちなか工房様より多大なご支援をいただきました。ここに謝意を表します。

## 参考文献

- 1) 内山忠, 両角光男: 建物の床利用データを用いた熊本市中心市街地の通りの特性比較とその変化, 日本建築学会九州支部研究報告第47号, 557-560, 2008.3
- 2) 田中昭雄, 石原修, 両角光男: 熊本市中心商店街の環境負荷と電力負荷に関する研究, (社)エネルギー・資源学会, 第31回エネルギー・資源学会研究発表会講演論文集, 31-34, 2012