

## 大学キャンパスでの電力需要予測とその応用

河野 敏鑑<sup>†</sup> 野澤 峻司<sup>†</sup> 石井 健太郎<sup>†</sup> 安藤 映<sup>†</sup> 沼 晃介<sup>†</sup> 飯田 周作<sup>†</sup> 植竹 朋文<sup>‡</sup> 江原 淳<sup>†</sup>

専修大学 ネットワーク情報学部<sup>†</sup> 専修大学 経営学部<sup>‡</sup>

### 1. はじめに

2011年の東日本大震災以降、電力需要の可視化や予測は社会全体の関心事であるとともに、各企業や個人にとっても電力の使用状況を把握し、適正化するために重要であると考えられるようになった。それは大学においても例外ではない[1][2]ことから、我々は専修大学での2019年度の電力消費量の1時間単位でのデータを利用して電力需要を把握し、気温や湿度などのデータも利用して、回帰分析を用いて需要予測を行うこととした。

### 2. データ

我々が需要予測に用いたデータは専修大学データサイエンス共同研究のため、大学から取得した2019年度の設備日報のデータである。このデータは生田キャンパスの電力消費量や熱源設備の使用状況が1時間単位、建物単位で記録されているものであり、併せて気温や湿度についても記録されている。なお、データはPDFファイルで提供されたため、分析に使用する際にはファイルをもとにExcelへ入力した<sup>1</sup>。今回の電力需要の予測に際しては、生田キャンパス北地区(10号館)の設備日報を利用した<sup>2</sup>。

### 3. 分析手法

需要予測に当たっては、重回帰分析を用いた。被説明変数を電力(kW)とし、説明変数としては温度、湿度、曜日、時間帯、授業ダミー、1時間前の電力消費量を用いた。温度、湿度は設備日報に記録されている数値(単位はそれぞれ摂氏、

%)を用い、温度については二乗項も説明変数に加えた。曜日については該当する曜日では1、それ以外では0を取るような月曜から土曜まで6つのダミー変数を設定した。時間帯については該当する時間帯では1、それ以外では0をとるような1時~23時まで23個のダミー変数を設定した。授業ダミーは授業期間の日には1、それ以外の日には0をとるようなダミー変数である。日照時間については、大学から入手したデータには記載がなかったため、気象庁のホームページから府中観測所(東京都府中市)の日照時間のデータを入手してこれを用いた。最後に授業ダミーと時間帯のダミー変数の交差ダミー、授業ダミーと温度の交差項、授業ダミーと温度の二乗の交差項を説明変数とした。さらに、1時間前の電力消費量や1日前の電力消費量を説明変数に加えたモデルを構築した。

### 4. 分析結果

分析結果は表1の通りであり、土日に比べて平日は電気使用量が大きいこと、夜間や早朝に比べて日中の電気使用量が大きく、特に午前9時は電気使用量が大きく増える傾向があること、講義のある日は講義のない日に比べて電気使用量が大きいことなどが分かった。さらに、1時間前の電力消費量を説明変数に加えたモデルでは決定係数が0.95であることから、このモデルでは電力需要の95%が予測可能であることが分かった。

ここで、この1時間前の電力消費量を説明変数に加えたモデルを用いて電力需要を予測し、実測値との誤差が大きい日時を求めると表2のようになった。予測が大きく外れた日時を見ると、8月の土日に開催されるオープンキャンパスや2月に行われる入学試験の開催日などイベントが開催される日や教職員が出勤、学生が登校した直後である午前9時の予測精度が悪いことが分かる。

### 5. まとめ

以上の結果からも分かるように、キャンパスのデータを用いて電力需要の95%を予測可能なモデルを構築することに成功した。一方で、予

Electricity Demand Forecast and Applications for University Campus

<sup>†</sup> School of Network and Information, Senshu University

<sup>‡</sup> School of Business Administration, Senshu University

<sup>1</sup> 既成のOCRソフトを利用することも検討したが、体験版などで試した結果、認識率が著しく悪かったため使用しなかった。そこで、設備日報のデータを電子化するために独自にOCRソフトの開発を行い、このOCRソフトが読み取った文字データを人手で確認・修正して使用した。

<sup>2</sup> なお、生田キャンパス内には冷暖房にガスを利用している建物と電気を利用している建物が存在するが、10号館は冷暖房に電気を利用している。

表1 分析結果 (一部)

	(1)	(2)	(3)
定数項	26.087** (10.014)	-0.441 (4.604)	7.859 (9.527)
月曜ダミー	39.712*** (4.314)	4.933* (1.992)	78.312*** (4.280)
:	:	:	:
土曜ダミー	- 15.547*** (4.308)	-1.857 (1.981)	- 14.194*** (4.091)
1時ダミー	0.862 (11.206)	5.066 (5.150)	0.979 (10.638)
2時ダミー	0.208 (11.207)	5.584 (5.150)	0.426 (10.639)
:	:	:	:
23時ダミー	7.186 (11.189)	11.784* (5.142)	5.081 (10.622)
温度	-0.401*** (0.057)	-0.087*** (0.026)	-0.315*** (0.054)
温度の2乗	0.002*** (0.000)	0.000*** (0.000)	0.001*** (0.000)
湿度	0.363*** (0.067)	0.039 (0.031)	0.253*** (0.064)
授業	99.937*** (13.138)	14.266* (6.056)	71.998*** (12.543)
日照時間	-2.416 (4.211)	-3.400 (1.935)	1.297 (4.012)
1時 x 授業ダミー	-4.498 (15.008)	0.123 (6.900)	-4.243 (14.262)
2時 x 授業ダミー	-3.966 (15.009)	1.261 (6.897)	-3.749 (14.263)
:	:	:	:
23時 x 授業ダミー	1.445 (15.003)	6.963 (6.894)	1.012 (14.258)
温度 x 授業ダミー	-1.400*** (0.101)	-0.217*** (0.047)	-1.046*** (0.097)
温度の2乗 x 授業ダミー	0.004*** (0.000)	0.001*** (0.000)	0.003*** (0.000)
1時間前		0.883*** (0.005)	
1日前			0.283*** (0.009)
R-squared	0.769	0.951	0.792
N	8748	8745	8712

測精度が落ちる日時が存在するため、活用する際には何らかの対応が必要だと思われる。

今後の応用であるが、まず、近隣気象台の日照データなどから学内に太陽光パネルを設置した場合の発電量を推計したいと考えている。夏

表2 誤差が大きい日時

	曜日	実績	予測値	誤差	講義の有無	備考
2019年8月25日7時	日	611	154.06	-456.94	0	オープンキャンパス
2019年8月24日7時	土	599	152.55	-446.45	0	オープンキャンパス
2020年1月17日9時	金	849	532.76	-316.24	1	
2020年2月11日9時	火	523	212.78	-310.22	0	入試期間
2020年1月31日9時	金	521	233.67	-287.33	0	
2019年8月3日6時	土	440	152.77	-287.23	1	オープンキャンパス
2019年8月4日19時	日	115	400.98	285.98	0	オープンキャンパス
2019年9月28日9時	土	274	550.38	276.38	1	
2019年10月5日9時	土	284	559.85	275.85	1	
2020年2月10日18時	月	171	446.12	275.12	0	入学試験
2020年1月18日7時	土	573	298.07	-274.93	1	センター試験
2019年12月24日9時	火	55	329.79	274.79	1	
2019年7月28日8時	日	390	115.84	-274.16	0	
2019年10月12日9時	土	55	328.83	273.83	1	
2020年2月10日7時	月	507	233.82	-273.18	0	入学試験

場の日中にある専修大学の電力消費量のピークを抑えるための方策として有効ではないかと考えられる。また、キャンパス内の一部の古い建物では冷暖房にガスを使用している。現在のデータでは電力消費のうちどれだけが冷暖房に使用されているのか不明確であるが、熱電併給（コージェネレーション）などへの置き換えでさらなる省エネの実現可能性を探ることができないかと考えている。以上のような取り組みを通じて ZEC（ゼロエネルギーキャンパス）の可能性を探りたいと考えている。

謝辞

本研究は、令和2・3年度専修大学データサイエンス研究助成「グリーン IT を指向したキャンパスワイドデータ集約基盤の構築とデータ解析の研究」の助成を受けて行われた。

参考文献

- [1] 小林 昌弘 他、大学キャンパスにおける電力消費量の実態調査、空気調和・衛生工学会大会学術講演論文集(2014.9) E-67 第8巻 265-268
- [2] 張健・許雷、コージェネレーションシステムを用いた大学キャンパスにおけるエネルギー調査、日本建築学会環境系論文集(2012.3) 第77巻第673号 185-192