

配電線電力データを用いた建物用途毎のデマンド分類手法の検討

建築都市デザイン学科 2280090020-8 加藤 優介
(指導教員 近本智行)

1. はじめに

東日本大震災の発生以降、夏期や冬期の電力需給状況は逼迫しており、電力の安定供給を目的として電力会社では電力管内単位での時刻別の電力使用状況の公開や予測を行っている。しかし、建物用途毎の詳しい電力消費量までは明らかにされていない。電力管内単位の電力消費量は、多種多様な建物用途の積算量であり、すべての建物用途毎の時刻別電力消費量（デマンド）を集計することは困難な状況にある。建物用途でデマンドのパターンは異なり、節電対策等の進め方も異なってくるはずだが、電力会社でも建物用途毎のデマンドを把握することは困難なため、これまで実データに基づいた建物用途毎の分析事例は見られない。そこで本研究では、より小規模な配電系統である配電線単位の電力データに着目し、これまで明らかにされてこなかった建物用途毎のデマンド分析を行う。本論文では、配電線電力データを基に建物用途毎のデマンドへ分類する手法を検討する。

2. 概要

2.1 分析方法の概要

本研究では、一般の需要家を対象として電力供給を行っている配電線単位の供給エリア(以下、配電エリア)の時刻別電力需要データ(以下、エリアデマンド)を基に分析を行う。配電エリアの建物用途毎の床面積を用いて、建物用途毎における電力デマンドを算出する。

2.2 対象地域

本研究では滋賀県大津市における JR 大津駅前市街地エリアを対象地域とする(図 1)。住宅・事務所商業施設等、本分析において必要となる様々な建物用途が混在する地域として対象地域を選定した。

2.3 分析期間

2010 年 8 月 1 日～2011 年 10 月 31 日までの配電エリア毎の時刻別電力需要データを用いる。本論文では平日のデータを基に分析を行う。平日が祝日の場合や、お盆と年末年始の期間に関しては分析から除外した。

2.4 建物用途毎の床面積

デマンドは建物用途毎に算出するため、エリア内の床面積を建物用途毎に把握する必要がある。建物用途は大きく 6 つの用途に分類することができ^{注1)}、少数の建物用途はその他の用途へまとめた。床面積は現地調査により建物用途別の延床面積を配電エリア毎に集計した(表 1)。

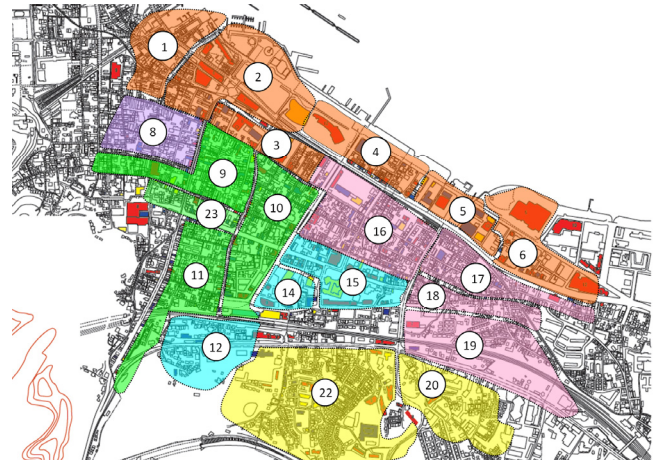


図 1 対象地域及び配電エリア区分

表 1 配電エリア毎の延床面積 (m²)

用途 エリア	戸建	集合	事務所	店兼住 (小)	店兼住 (大)	飲食	その他
1	29,229	38,922	330	3,916	1,216	1,860	3,968
2	12,429	59,472	26,964	1,624	3,592	37,548	1,221
3	11,194	3,767	41,518	0	528	5,233	438
4	12,964	7,242	3,278	0	0	1,709	40,768
5	3,238	685	26,541	2,610	0	0	0
6	3,508	12,703	41,513	0	0	60,310	71,792
8	54,648	26,844	5,773	13,350	1,528	2,787	4,247
9	44,417	20,236	12,099	14,057	11,567	12,436	9,584
10	44,164	10,765	33,800	9,178	16,458	4,084	14,274
11	47,106	11,109	10,707	7,080	3,546	3,886	10,149
12	22,076	10,970	4,130	0	0	3,756	6,156
14	1,422	699	36,403	280	438	76	184
15	16,335	12,341	74,512	1,458	360	216	2,785
16	59,545	45,948	27,715	9,367	1,848	565	12,036
17	39,208	2,076	9,709	3,136	369	0	9,370
18	35,836	342	1,448	2,698	730	0	3,234
19	45,162	1,257	26,294	0	3,558	0	3,994
20	25,762	35,046	15,764	0	1,228	0	50,340
22	85,107	54,618	5,804	858	5,088	0	24,278
23	15,942	340	2,387	1,925	5,059	0	1,710

3. 分析手法

3.1 算出式

すべての配電エリアの電力需要が、7 種の建物用途毎の電力需要の重ね合わせとして表現できると仮定すると、配電エリア j の時刻 t における電力需要 $y_j(t)$ は、式 1 のように表すことができる。式 1 を行列にし、1 時間毎に行列計算をして建物用途毎のデマンドを算出する(図 2)。

$$y_j(t) = \sum_{k=1}^7 a_{jk} \times f_k(x(t)) \quad (1)$$

j : 配電エリア ($1 \leq j \leq 7$)

k : 各建物用途 ($k=1$:戸建, 2 :集合住宅, 3 :事務所, 4 :店舗兼住宅(小), 5 :店舗兼住宅(大), 6 :飲食店, 7 :その他)

a_{jk} : エリア j における建物用途 k の延床面積(表 1)

$f_k(x(t))$: 建物用途 k における時刻 t の電力消費量(W/m^2)

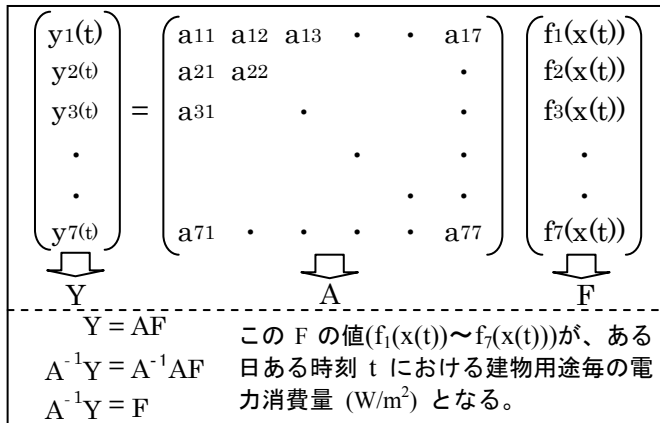


図2 電力デマンド算定法の概要

3.2 エリア選定の流れ

行列計算で逆行列を用いる際には建物用途数とエリア数を同数にする必要があるため、20の配電エリアの中から7つのエリアに絞り込む。配電エリアによってデマンドの特性が異なるため、算出結果はエリアの選び方に大きく影響される。そこで、図3のフローチャートで除外するエリアを選定し、算出に用いる7エリアに絞り込む。

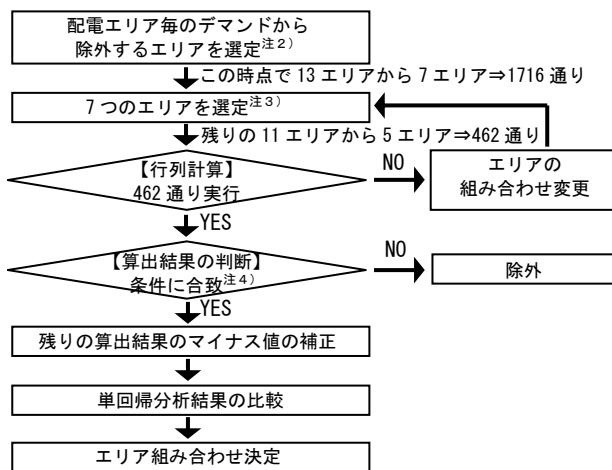


図3 エリア選定フローチャート

3.3 エリアの除外要因

除外された配電エリア番号とその除外要因を表2に示す。7つのエリアの選定にあたり、例えば1つの建物が、エリア内の床面積の3割を占めるという様な異常値を含むエリアは除外された。概ねエリアデマンドの総量と総床面積が類似するような13エリアから組み合わせを選定する。

注1) 店兼住(小)は小規模住宅+(喫茶店、仏具店、煙草屋、理容、八百屋、食料品)。店兼住(大)は店舗のみ、集合住宅の1,2階が店舗、自動車店、パチンコ店等を含む。飲食は飲食店、デパート、スーパー、コンビニを含む。
 注2) エリアデマンドを総床面積で除した原単位で特異なものは除外。特異な傾向が出ているデマンドのエリアは結果に影響が出るため除外。1つの建物が床面積に占める割合が1割以上のときそのエリアは除外。
 注3) 住宅地型のエリアを必ず含む(戸建と集住を合わせた比率が過半数以上かつ17:00~23:00にピーク)。業務型のエリアを必ず含む(10:00~17:00にピーク)。

表2 配電エリアの除外要因

エリア	除外要因
4	1つの建物がエリア内の床面積の36%を占める
5	総床面積で除したデマンドが大(他エリアの平均デマンドの平均3.36倍)
14	2時~6時のデマンドが0
17	4時に電力需要が上昇
18	総床面積で除したデマンドが大(他エリアの平均デマンドの平均3.17倍)
20	デマンドがほとんど変動なし
23	総床面積で除したデマンドが大(他エリアの平均デマンドの平均6.10倍)

3.4 算出結果の補正

配電エリア内全ての電力消費量を7つの建物用途由来としたが、街灯や自販機等の建物以外の電力使用例に関しては考慮していない。また、選定された7つのエリアにおいても、デマンドの総量や建物用途比率に多少のばらつきが見られる。このような要因から、建物用途毎のデマンドへ一律に分類できず、算出されるデマンドには少量であるがマイナスの値が算出される。そこで、算出された建物用途毎の比率とエリアデマンドを基に算出結果の補正^{注5)}を行う。

3.5 単回帰分析

算出結果の補正後のデマンドを組み合わせ毎に、単回帰分析^{注6)}を行った。決定係数が最大の組み合わせのデマンドを各建物用途のデマンドとする。結果を表3に示す。

表3 単回帰分析結果

組み合わせ	エリア番号	R ²		係数	標準誤差	t	P-値
A	1,2,6,8	0.729	切片	2296783.9	24161.7	95.1	0
	98759.5			576.6	171.3	0	
B	1,2,6,8	0.845	切片	648291.2	23494.5	27.6	4.2486E-162
	159831.8			654.2	244.3	0	
C	1,2,6,8	0.945	切片	375946.5	13896.5	27.1	4.3279E-156
	147209.1			339.5	433.6	0	
D	1,2,8,9	0.942	切片	-712536.4	16814.4	-42.4	0
	162980.5			387.1	421.0	0	
E	1,2,8,9	0.944	切片	-267603.3	15484.7	-17.3	4.81642E-66
	148110.6			345.0	429.3	0	
F	1,2,8,10	0.964	切片	-524655.2	12812.2	-40.9	0
	146076.1			271.2	538.6	0	
G	1,2,8,10	0.979	切片	-168001.152	9088.38477	-18.4853	3.74054E-75
	125998.7181			174.596494	721.6566	0	
H	1,2,8,10	0.978	切片	-372273.2	9787.8	-38.0	1.9128E-297
	119765.5			173.5	690.3	0	
I	1,3,8,10	0.953	切片	-396381.4	14418.6	-27.5	5.9707E-161
	81933.4			174.4	469.8	0	
J	1,6,8,10	0.970	切片	595779.6	9722.9	61.3	0
	115726.9			193.3	598.7	0	

4. まとめ

本論文では、配電エリア毎の電力データと建物用途毎の延床面積から、行列計算によって建物用途毎の電力デマンドを算出する手法を提案した。今後は、この手法を用いて天津市都心地区における建物用途毎の電力デマンドを算出し、その結果を基に用途毎の電力の消費実態を明らかにする。

注4) 全てマイナスのデマンドが、過半数以上でない。7つのエリアの床面積比率の大きい戸建・集合のデマンドがマイナスでない。ピーク時の電力需要が、飲食>事務所。戸建、集住:夕方から夜にかけてピーク。事務所:昼前から夕方にかけてピーク。飲食:デパート、スーパー等も含んでいるため、朝、夜ピークのものは除外。
 注5) 補正手順:①.行列計算結果×建物用途毎の延床面積、②.①の最小値の絶対値を全デマンドに足す、③.②を建物用途毎の比率にして7つのエリアデマンドの合計値にかける、④.③÷建物用途毎の延床面積。
 注6) 目的変数:注2で除外されずに残ったエリアの生データの積算値
 説明変数:組み合わせにおける建物用途毎のデマンド積算値