

床用途に基づく総合スーパーマーケットのエネルギー需要量の予測可能性に関する研究 (その2)

正会員 ○小野 直*¹
 同 韓 珺巧*²
 同 李 海峰*³
 同 原 英嗣*⁴
 同 高 偉俊*⁵
 名誉会員 尾島 俊雄*⁶

床用途 原単位 総合スーパー
 一般電力 エネルギー消費量 エネルギー需要量

1. はじめに

前報では首都圏における総合スーパーのエネルギー消費量を分析した結果、そのばらつきが大きいことが明らかになった。その原因を究明するために、本報では床用途別原単位を用い、より精度が高い予測手法を提案し、床用途に基づく総合スーパーマーケットのエネルギー需要量の予測可能性を検証する。

2. 総合スーパーの床用途別エネルギー消費実態調査結果

前報では、総合スーパーマーケットの床用途を 11 種類に分けられた。図 1~11 は中間期における時刻別床用途別実測データを示す。同じ用途の一般電力の需要量と消費パターンがほぼ同じであることが確認できた。また、異なる用途のエネルギー需要量の差が大きいことも明らかにし、床用途は建物全体のエネルギー需要量に大きな影響を与えることを判明した。図 1 のファストフードにおいては店舗 B の

需要量が低い原因として換気ファン容量が小さいことを考慮し、図 2 にファストフード 3 店舗の換気動力を除外した場合のグラフを示し、かなり近づいていることがわかる。また、冬期の床用途別実測データも中間期とほぼ同じ結果が出ている。一方、夏季では 1 店舗しか実測できなかったため、今回の解析対象から除外した。

3. 床用途別一般電力の原単位作成

中間期と冬期の床用途別一般電力の時刻別実測データを基づき、原単位を作成した (表 1、表 2)。

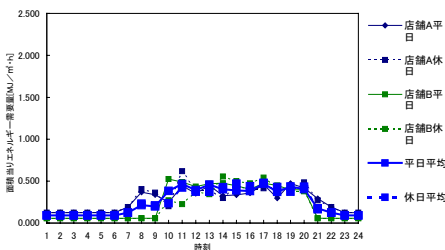


図 3 喫茶店時刻別一般電力需要量

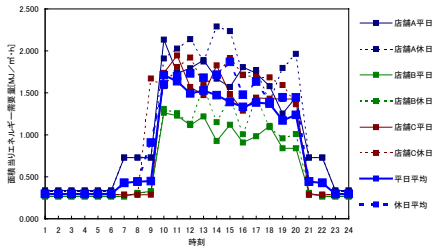


図 1 ファストフード時刻別一般電力需要量

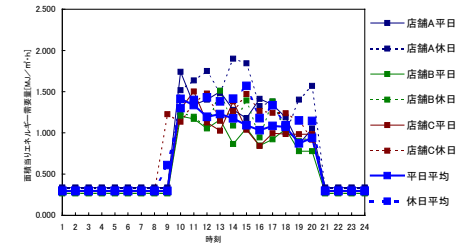


図 2 ファストフード時刻別一般電力需要量(換気除外)

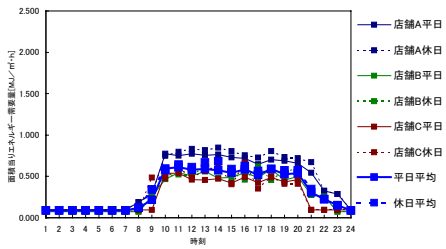


図 4 レストラン時刻別一般電力需要量

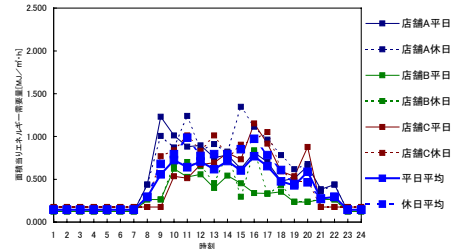


図 5 レストラン時刻別一般電力需要量

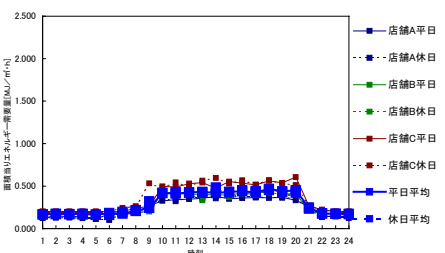


図 6 食品売場時刻別一般電力需要量

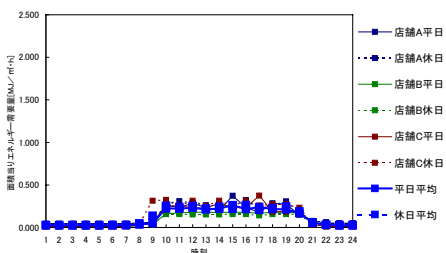


図 7 サービス時刻別一般電力需要量

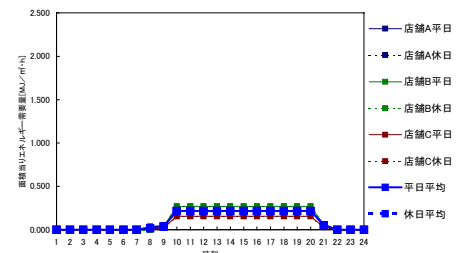


図 8 家電売場時刻別一般電力需要量

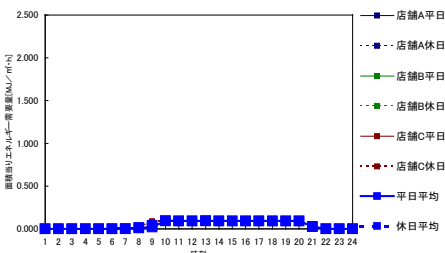


図 9 物販時刻別一般電力需要量

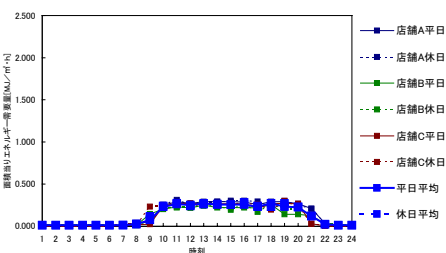


図 10 プレイランド時刻別一般電力需要量

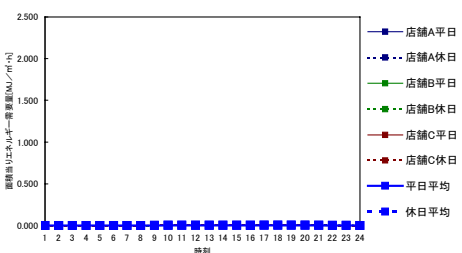


図 11 駐車場時刻別一般電力需要量

表1 中間期の床用途別時刻別原単位 (%)

時刻	食品売場	物販	家電売場	駐車場	プレイランド	作業場	ファスト	レストラン	喫茶店	サービス
1	2.3	0.1	0.0	0.0	0.3	1.4	1.4	1.1	1.5	0.9
2	2.4	0.1	0.0	0.0	0.3	1.4	1.4	1.1	1.5	0.9
3	2.3	0.1	0.0	0.0	0.3	1.4	1.4	1.1	1.5	0.9
4	2.3	0.1	0.0	0.0	0.3	1.4	1.4	1.1	1.5	0.9
5	2.3	0.1	0.0	0.0	0.3	1.4	1.4	1.1	1.5	0.9
6	2.4	0.1	0.0	0.0	0.3	1.4	1.4	1.1	1.5	0.9
7	2.6	0.2	0.0	0.0	0.4	1.4	2.0	1.1	2.0	0.9
8	2.9	1.1	0.6	0.1	0.8	2.6	2.1	1.4	3.7	1.4
9	3.9	2.8	1.5	2.3	3.0	6.0	3.2	3.4	3.4	3.2
10	5.8	8.5	8.7	6.5	7.5	7.3	7.7	7.0	5.1	8.1
11	5.8	8.4	8.7	6.5	8.6	7.9	7.8	7.6	7.3	7.8
12	5.9	8.4	8.7	6.5	7.9	7.2	7.5	7.2	6.3	8.2
13	5.9	8.5	8.7	6.5	8.5	6.8	7.5	7.6	6.8	7.4
14	6.2	8.4	8.7	6.5	8.3	7.3	7.4	7.6	6.8	7.8
15	5.9	8.4	8.7	6.5	8.2	7.0	7.6	6.8	7.0	8.1
16	6.1	8.3	8.7	6.5	8.6	8.4	6.5	7.3	6.7	8.1
17	6.0	8.4	8.7	8.1	7.5	8.9	7.0	6.5	7.8	7.6
18	6.4	8.4	8.7	9.7	8.0	5.2	8.4	7.1	8.6	7.5
19	6.0	8.4	8.7	9.7	8.0	4.2	6.1	6.6	6.7	7.7
20	6.0	8.4	8.7	9.7	7.3	5.1	6.2	6.7	6.9	6.0
21	3.3	2.5	2.1	6.5	3.8	2.6	2.1	3.9	2.8	1.9
22	2.5	0.1	0.0	3.7	0.8	2.8	2.0	2.7	2.0	1.0
23	2.4	0.1	0.0	3.4	0.3	1.4	1.4	1.8	1.5	0.9
24	2.3	0.1	0.0	1.4	0.3	1.4	1.4	1.1	1.5	0.9
合計	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
日別	7224	1105	2471	0055	3139	10343	21493	8302	8090	2965
原単位	MJ/m ² ・日	MJ/m ² ・日	MJ/m ² ・日	MJ/m ² ・日	MJ/m ² ・日	MJ/m ² ・日	MJ/m ² ・日	MJ/m ² ・日	MJ/m ² ・日	MJ/m ² ・日

表2 冬期の床用途別時刻別原単位 (%)

時刻	食品売場	物販	家電売場	駐車場	プレイランド	作業場	ファスト	レストラン	喫茶店	サービス
1	2.4	0.2	0.0	0.0	0.4	1.4	1.5	0.9	1.3	1.0
2	2.4	0.2	0.0	0.0	0.4	1.4	1.5	0.9	1.3	1.0
3	2.5	0.2	0.0	0.0	0.4	1.4	1.5	0.9	1.3	1.0
4	2.4	0.2	0.0	0.0	0.4	1.4	1.5	0.9	1.3	1.0
5	2.4	0.2	0.0	0.0	0.4	1.4	1.5	0.9	1.3	1.0
6	2.3	0.2	0.0	0.0	0.4	1.4	1.5	0.9	1.3	1.0
7	2.5	0.2	0.0	0.0	0.4	1.4	2.4	0.9	1.9	1.0
8	3.0	1.0	0.7	0.0	0.8	3.7	2.5	1.4	3.6	1.5
9	3.8	1.8	1.5	1.7	1.9	3.7	2.6	3.0	3.3	1.7
10	6.0	8.6	8.7	6.4	8.4	8.3	6.6	6.8	8.5	7.7
11	5.7	8.4	8.7	6.4	7.4	8.5	6.8	7.3	6.1	7.7
12	5.7	8.7	8.7	6.4	8.4	7.6	8.0	8.3	6.3	8.5
13	5.8	8.5	8.7	6.4	7.7	7.1	7.4	7.3	10.4	7.8
14	6.2	8.3	8.7	6.4	7.9	6.4	6.9	8.0	6.0	6.9
15	6.1	8.6	8.7	6.4	7.8	7.4	7.5	6.5	6.2	8.2
16	6.0	8.3	8.7	6.4	8.5	6.9	6.3	6.3	5.7	7.8
17	6.1	8.7	8.7	7.8	7.5	5.9	7.4	6.9	7.4	8.2
18	5.7	8.4	8.7	9.0	6.7	5.2	6.2	7.2	6.7	7.0
19	5.9	8.4	8.7	9.0	9.6	4.7	6.3	7.1	5.9	8.3
20	6.1	8.2	8.7	9.0	8.8	4.3	6.5	6.9	6.2	6.7
21	3.6	2.6	2.2	7.1	4.1	3.8	2.5	4.9	3.6	2.0
22	2.7	0.2	0.0	5.2	1.0	3.7	2.4	3.2	1.9	0.9
23	2.5	0.2	0.0	4.7	0.4	1.4	1.5	2.0	1.3	0.9
24	2.5	0.2	0.0	1.9	0.4	1.4	1.5	0.9	1.3	1.0
合計	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
日別	5985	1127	2819	0060	3052	9718	21005	8806	6302	2690
原単位	MJ/m ² ・日	MJ/m ² ・日	MJ/m ² ・日	MJ/m ² ・日	MJ/m ² ・日	MJ/m ² ・日	MJ/m ² ・日	MJ/m ² ・日	MJ/m ² ・日	MJ/m ² ・日

4. 総合スーパーエネルギー需要量予測式の作成と検証

4.1 予測式の作成

ここでは総合スーパーマーケットのエネルギー需要量予測式を作成し、一般電力を例として検証する。

総合スーパーマーケットのエネルギー需要量予測式：

$$Y = \sum a_i * X_i \quad (1)$$

ただし、

- Y : 店舗一般電力総量 (年間、月別、日別)
- i : 床用途別分類
- a_i : 床用途別の原単位 (年間、月別、日別)
- X_i : 床用途別延べ床面積

4.2 予測式の検証

予測精度の検証に当たって、偏差を用いた。偏差とは計算値の誤差をパーセンテージで表すものである。すなわち、実測値からどのぐらい離れていることを判断する。

$$\sigma_m = \left| \frac{\sum \bar{Y}_i * S_{mi} - \sum Y_{mi} * S_{mi}}{\sum Y_{mi} * S_{mi}} \right| \quad (2)$$

ただし、

- s : 偏差
- Y : エネルギー需要量 (実測値)
- Ȳ : エネルギー需要量 (原単位による予測値)
- S : 床面積

m : 店舗コード

i : 床用途分類

エネルギー需要量予測式 (1) を用いて計算した一般電力の予測値を、式 (2) を用いて計算した実測データとの日別、月別、年間の偏差は表3と表4に示す。平日と休日別の偏差は10%以内、月別及び年間の偏差は13%以内に収まっていることから、床用途別原単位の作成はかなり精度が高いことが分かった。

5. まとめ

本研究では総合スーパーマーケットにおける床用途別エネルギー消費の実態調査を行い、各店舗の床用途別エネルギー需要の特性を分析した結果、以下にまとめた。

- 床用途別原単位の作成の可能性が確認できた。
- 床用途別原単位を利用した総合スーパーのエネルギー需要量予測手法を提案し、予測式を用いて検証した結果、その予測精度が従来の原単位を用いた予測手法より高いことが確認できた。

今後の課題として

- さらにサンプル数を増やし、床用途別の原単位の精度を高める必要がある。
- 冷温熱の原単位作成において、空調システム別に作成する必要がある。
- 本研究では首都圏の総合スーパーマーケットを検討対象としたが、今後は他の地域の複合施設におけるエネルギー需要量予測でも、床用途別分析手法の適用可能性を検討していく。

表3 床用途別原単位用いた予測値の日別偏差

	中間期		冬期	
	平日	休日	平日	休日
店舗A	2.5%	2.5%	4.2%	5.4%
店舗B	6.5%	9.4%	5.5%	7.2%
店舗C	4.6%	6.6%	-	-

表4 床用途別原単位を用いた予測値の月別及び年間偏差

	店舗A	店舗B	店舗C	3店舗の平均偏差
1月	2.1%	12.2%	8.1%	3.6%
2月	1.2%	12.3%	9.1%	4.2%
3月	1.8%	11.9%	8.5%	3.7%
4月	0.7%	10.0%	7.8%	3.6%
5月	1.2%	11.1%	8.2%	3.8%
6月	0.0%	10.4%	8.5%	4.2%
7月	1.6%	10.7%	7.4%	3.3%
8月	1.2%	8.9%	8.6%	3.3%
9月	1.2%	10.3%	7.3%	3.4%
10月	0.9%	11.1%	8.3%	3.9%
11月	1.7%	12.3%	8.4%	3.8%
12月	2.0%	12.2%	8.2%	3.6%
年間	1.1%	11.0%	8.2%	3.8%

謝辞

本研究は社団法人日本ショッピングセンター協会の岡崎氏、東京ガス株式会社の池田勉氏、調査に快く応じてくださった各商業施設事業者の方々、実測調査において御協力頂きました各総合スーパーマーケットの方々により深く謝意を表します。

*1 北九州市立大学 大学院生
 *2 早稲田大学大学院 工学
 *3 独立行政法人建築研究所 工博
 *4 早稲田大学 助手・工学
 *5 北九州市立大学 助教授・工博
 *6 早稲田大学 教授・工博

*1 Graduate School, The University of Kitakyushu.
 *2 Graduate School of Science and Engineering, Waseda University, M. Eng.
 *3 Building Research Institute, Dr. Eng.
 *4 Research Assoc., Graduate School of Science and Engineering, Waseda University, M. Eng.
 *5 Assoc.Prof., The University of Kitakyushu, Dr.Eng.
 *6 Prof., WASEDA Univ., Dr.Eng