



商業部門における電力消費実測調査からの一考察

スーパー・コンビニの省電力・負荷平準化の可能性について

A Consideration of Commercial Electricity Use Based on Measured Consumption Records
- Electricity Saving and Load Leveling Potentials at Supermarkets and Convenience Stores

総合研究部 電力グループ 研究員 ^{わしず} 鷺頭 ^{のりゆき} 紀幸
Noriyuki WASHIZU, Resercher, Electricity Group

Summary

A survey to measure how much electricity was consumed by the convenience stores in what use showed that summer-season electricity consumption in running showcase-related equipment accounted for about 50% of their total electricity use. The share is much greater than some 17% held by airconditioning and about 20% by lighting. Moreover, not only because refrigeration & freezing showcases are in operation 24 hours a day, but also because falling nighttime airconditioning demand is in a complementary relation with rising outdoor lighting demand, the convenience stores' load factor out-runs 80% and plots an almost flat load curve.

An identical survey on the supermarkets unveiled that off-business-hour electricity consumption in running refrigeration & freezing showcases could be trimmed, typically by putting a night cover on them, to around 40 - 60% of electricity needs for refrigeration-type showcases during business hours, and to around 70% for freezing-type ones.

With freezing-type showcases, the freezer is not in operation while defrosting, but the defrost heater at work sends electricity consumption rising. In addition, the freezer's electricity consumption tends to jump immediately after defrosting. On these characteristics, the survey results suggested that peak power involved in the showcase operation could be cut if defrosting time could optimally be scheduled among the plural lines of showcases.

Originally food retailers are highly cost-conscious. Though positive toward the introduction of less electricity-consuming technologies and methods, the food retailers have to consider convenience and amenity of their consumers first. This means to commit to rational electricity use is not necessarily easy for them. Yet, newly emerging technologies, like inverter-lighting-equipped showcases, are expected to help the food retailers advance rational electricity use, though inch by inch, in the days ahead.

(Full report will appear in the September 1999 issue of "Energy in Japan".)

はじめに

世界的な環境意識の高揚にともない、わが国でも省エネルギーが喫緊の課題となっているが、近年の景気低迷にもかかわらず、民生部門とりわけ業務用電力消費量は依然増加基調にあり、将来的にも堅調に推移するものと思われる。

本研究では、業務部門消費電力量のシェアおよびその伸び率の高い飲食料品小売業に焦点を当て、電気事業審議会基本政策部会電力負荷平準化検討小委員会の中間報告（平成9年12月）において、2010年断面での設備容量累計が1.839万kWになると予想されている冷凍冷蔵ショーケースを中心とした電力消費実測調査を実施し、電力の合理的利用の可能性についての解明を試みたものである。

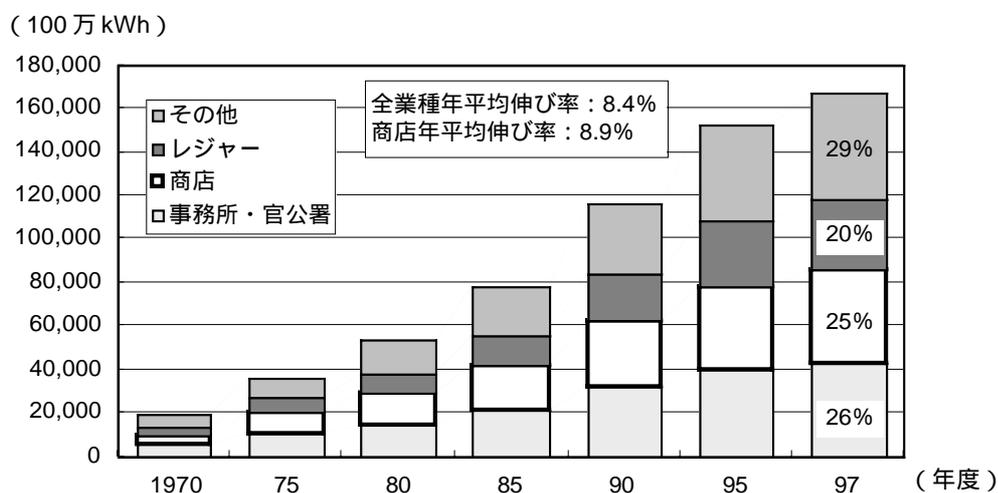
1. 飲食料品小売業における電力消費実測調査実施の背景

1-1 業務部門の電力消費量における飲食料品小売業の位置づけ

業務用電力の電力量と業種別構成比の推移を見ると、1997年度時点で「商業」関連業種を含む商店のシェアは約25%と全業種の中で平均的ではあるが、90年度から97年度までの年平均伸び率では、商店の伸び率は年平均8.9%と全業種平均を上回り高い伸びを示している（図1-1）。

商業（従業者数20人以上の事業所）の電力消費量における小売業の割合は1996年時点で77%と商業全体の3/4以上を占め、年平均伸び率は卸売業を上回る6.1%で推移している。また業種別では、飲食料品小売業が商業全体の33%、小売業全体の43%と最大のシェアを占め、年平均伸び率でも小売業全業種平均を上回り6.5%となっている。各種商品小売業にも飲食料品を販売している店舗があることを考慮すると、飲食料品関連小売業で消費

図1-1 業務用電力と業種別構成比の推移



(出所) 日本電力調査委員会資料よりエネ研作成

されている電力量はかなり大きいものと考えられる（図1-2）。

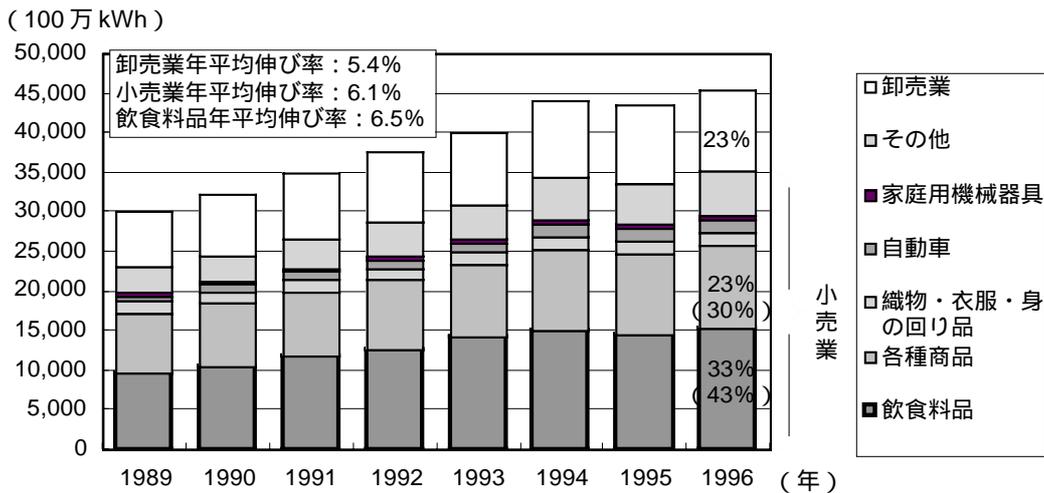
1-2 飲食料品小売業の電力消費の特徴と今後の動向

小売業の近年の特徴として、品揃えの豊富さと手軽に買い物が出来るという利便性への要望を反映し、店舗の大型化とコンビニエンス化が進んでいることがあげられる。

表1-1は、小売業の商店数と売り場面積の動向について業態別にみた表であるが、食品小売業関連に着目すると、総合スーパー、コンビニエンスストアは商店数、売り場面積ともに増加傾向を示している。売り場面積で総合スーパーが42%、コンビニエンスストアが62%の増加であり、なかでも24時間営業店の伸びは121%と倍以上の急成長を遂げている。

小売業における占有床面積1㎡当たりの年間電力消費量を業種別にみると、飲食料品小売業が一貫して最大であり、他業種の約2倍以上と著しく高くなっている（図1-3）。この飲食料品小売業の原単位が大きい一つの要因として、飲食料品小売業に固有の用途といえる冷凍・冷蔵ショーケースの存在が考えられる。（社）日本冷凍協会「学術講演会シンポジ

図1-2 商業部門（従業者数20人以上）の電力消費量と業種別構成比の推移



(出所) 石油等構造統計表よりエネ研作成

表1-1 小売業の業態別商店数と売り場面積の動向

業態	商店数							売り場面積 (1,000㎡)							
	3年	6年	9年	構成比 (%)			増減率 (%)	3年	6年	9年	平均面積 (㎡)	構成比 (%)			増減率 (%)
				3年	6年	9年						9/3年	3年	6年	
小売業計	1,605,583	1,499,948	1,419,685	100	100	100	12	109,901	121,624	128,328	101	100	100	100	17
1.百貨店	478	463	480	0	0	0	0	6,733	7,124	7,716	16,076	6	6	6	15
2.総合スーパー	1,683	1,804	1,886	0	0	0	12	9,525	11,394	13,517	7,167	9	9	11	42
3.衣料品スーパー・専門店・準専門店	233,967	216,322	193,815	15	14	14	17	17,276	17,936	17,198	89	16	15	13	0
4.食料品スーパー・専門店・準専門店	523,922	465,286	402,707	33	31	28	23	27,352	28,261	27,942	69	25	23	22	2
5.住関連スーパー・専門店・準専門店	733,245	700,805	661,580	46	47	47	10	39,613	45,682	47,329	72	36	38	37	19
6.コンビニエンスストア	23,831	28,595	36,586	1	2	3	54	2,243	2,785	3,637	99	2	2	3	62
うち、24時間営業店	9,699	13,431	20,531	1	1	1	112	1,008	1,441	2,230	109	1	1	2	121
7.その他スーパー	72,033	84,505	120,577	4	6	8	67	6,969	8,207	10,741	89	6	7	8	54
8.その他小売店	16,424	2,168	2,054	1	0	0	87	190	234	248	121	0	0	0	30

(出所) 平成9年商業統計速報よりエネ研作成

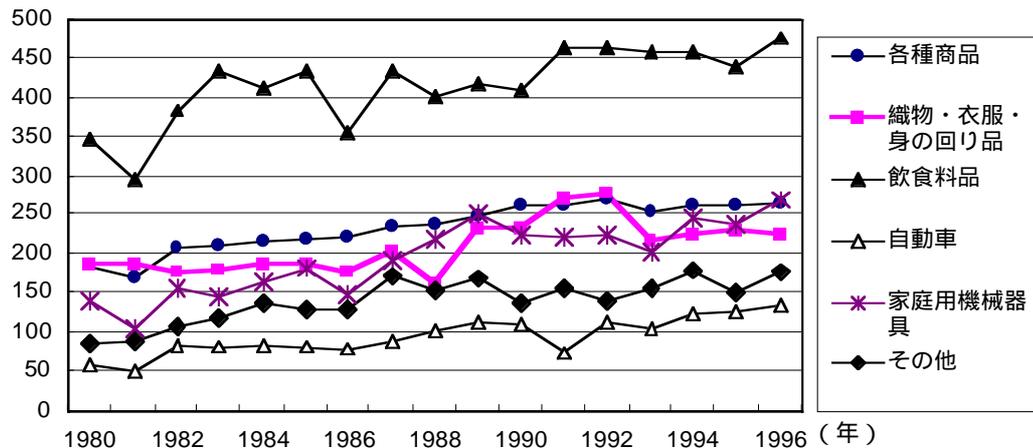
ウム」資料によると、食品スーパーの電力消費量のうち、ショーケースが6割以上を占め、売り場照明・その他の25%、空調の13%と比して際立っている。

わが国におけるショーケース関連設備の電力消費量に関するデータはないが、平成9年12月に策定された電気事業審議会基本政策部会の中間報告によると、2010年断面のショーケースの設備容量ストックは1,839万kWと予想されており(図1-4)、97年度末時点の電力10社の発電設備容量約1億8,500万kWと比較してもかなりのボリュームであるといえる。

次にショーケースの出荷台数の動向についてみると、冷凍機別置型の冷凍ショーケースの伸びが著しいことがわかる(図1-5)。冷凍機別置型とはショーケースに冷凍機を内蔵せず複数台のショーケースを1台の別置冷凍機で運転するものの、内蔵型とはショーケースに冷凍機を内蔵しているものの総称である。別置型ショーケースは内蔵型よりも1台あたりの出力が大きいため、別置型冷凍ショーケースの増加により、近年の冷凍・冷蔵ショーケースの電力消費量は増大していることが考えられる。

また、今後も共働き家庭の増加、利便性の追求などライフスタイルの変化にともない冷

図1-3 小売業(従業者数20人以上)の業種別占有床面積当たり電力消費量の推移 (kWh/m²・年)



(出所) 石油等構造統計表よりエネ研作成

図1-4 2010年における冷凍冷蔵ショーケースの設備容量ストック予測

平成9年12月 電気事業審議会 基本政策部会 中間報告

将来の負荷想定の中で冷凍冷蔵ショーケースの設備容量ストックを以下のように想定

冷凍冷蔵ショーケース

2010年における設備容量ストック 1,839万kW

* 想定条件

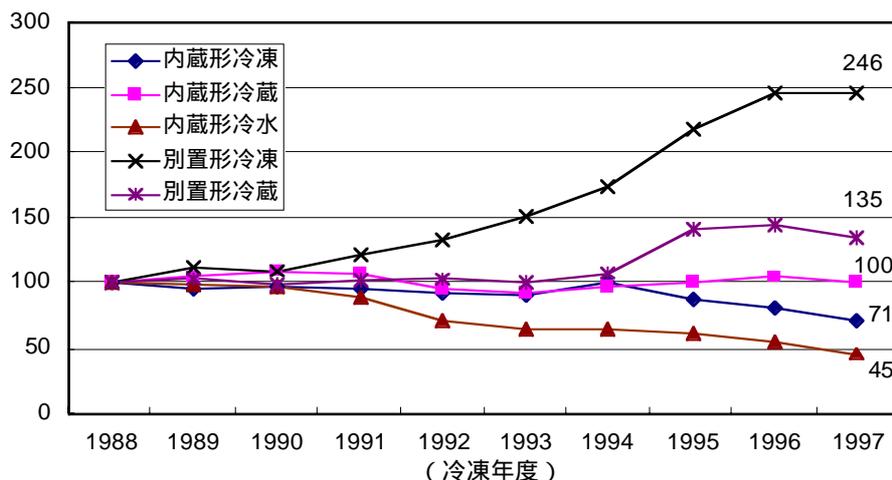
機器の平均耐用年数：10年

2001年～2010年の出荷台数累積

(出所) 電気事業審議会基本政策部会中間報告(平成9年12月)よりエネ研作成

図 1-5 1988 年を基準とした冷凍冷蔵ショーケースの出荷台数の推移

(1988 年度 = 100)



(注) 冷凍年度とは、毎年10月から翌年の9月までを1事業年度としたもの

(出所) 冷凍空調機器データブック 1998 よりエネ研作成

凍食品など加工食品の消費量が伸びると仮定すると、ショーケースのストックが増加し、業務部門の電力消費に影響を与える可能性も考えられる。

以上見てきたように、業務部門における飲食料品小売業の電力消費量は個別の業種としてはかなりのウェイトを占めており、今後ショーケースのストック増加により電力消費量が伸びることも考えられる中で、現在まで飲食料品小売業の電力消費の実態が不明瞭であることから、今回売場面積が急進しているコンビニエンスストアと総合スーパーにおいて、ショーケースを中心とした電力消費実測調査を実施した。

2. コンビニエンスストアの電力消費実測調査

2-1 実測調査の概要

表 2-1 に今回の実測調査の概要を示す。

表 1-1 のとおり、コンビニエンスストアは近年店舗数、売り場面積ともに急成長し、平均売り場面積は100 m²前後で、特に24時間営業店の伸びが著しいことから、この売り場面積、営業時間をコンビニエンスストアの標準的な店舗形態と考えた。

この条件に基づき選定したのが、今回の実測店舗、K店とO店である。どちらも関東圏にある24時間営業の駐車場を完備した郊外型店舗である。

建設設計では両店舗とも建物面積約140 m²、売り場面積約100 m²、設備設計では時間帯別電灯の契約容量はともに25kVA、低圧電力の契約電力はK店20kW、O店21kWと、2店舗の属性ほとんど同一である。実測期間は夏季が平成10年9月6日から2週間、冬季が平成11年2月22日から1週間である。実測の目的は、夏季が用途別時間帯別の電力消費パターンの解明を、冬季は季節により消費変動を受けると思われる空調機と冷凍機について、

夏季の実測結果との比較を目的として行ったものである。測定には日置電機製のクランプ式電力測定器「クランプオンパワーハイテスタ3166」を使用した。また、コンビニエンスストア会社の協力により、実測期間中の10分毎の外気温、室内温度の実測データを入手した。

表 2-2 に実測店舗の回路構成を示す。

表 2-1 コンビニエンスストア実測の概要

		店 舗	
		K店	O店
位置・特性		関東圏 郊外型 標準型	
面 積		建床面積：約140㎡，売場面積：約100㎡	
営業時間		24時間	
開店時期		平成10年1月	平成10年8月
測 定	目 的	夏季：用途別時間帯別の電力消費パターンの解明 冬季：空調機及びショーケース冷凍機の電力消費の季節変動	
	期間（夏季）	平成10年9月 6日（日）0時～9月19日（土）24時	
	（冬季）	平成11年2月22日（月）0時～2月28日（日）24時	
	対象（夏季）	主要な回路	
	（冬季）	空調機，冷蔵ショーケース冷凍機，時間帯別電灯主幹，低圧電力主幹	
	使用計測器	日置電機 「クランプオンパワーハイテスタ 3166」	
	計器特性	電 圧：±0.1%rdg. ±0.2%f.s. (rdg: reading degree, f.s: full scale) 電流，有効電力：±0.1%rdg±0.2%f.s.+クランプオンセンサ精度 クランプオンセンサ精度：±0.5%rdg.±0.2%f.s	
実測項目	電流，電圧，電力，力率，検出時間 瞬時値，最大値，最小値，10分積算値，10分平均値		
計器設置	電 流：分電盤内の配線毎にクランプを設置 電 圧：分電盤内の端子にクリップにて接続		

（出所）エネ研にて作成

表 2-2 実測店舗の回路構成

契約種別	分電盤回路名	具体的な用途	主な負荷仕様
時間帯別電灯	主幹		
	売り場照明	売り場照明	40W×58本
	カウンター・バックライト照明	カウンター，事務所，トイレ照明	40W×15本
	サイン看板・駐車場照明	サイン看板，駐車場照明	40W×16本，200W×4本
	店頭看板電源	店頭建物壁面看板電源	40W×29本
	ウォークイン電源	ウォークインプレハブ冷蔵庫の庫内照明他	32W×3本
	冷ケース電源	多段型冷蔵ショーケースの庫内照明他	40W×2本，32W×12本
	リーチイン・ショーケース照明	冷凍ショーケースの庫内照明他	40W×2本，32W×3本，20W×1本
	アイスショーケース（注1）	冷凍機内蔵型アイスクリーム用平型冷凍ショーケース	300W
	その他電灯及びコンセント	コンセント，電子レンジ，コピー機	1.5kW×2台，1.5kW
低圧電力	主幹		
	空調機	エアコン	室外機7.6kW，室内機260W，
	小型冷凍機	ウォークインプレハブ冷蔵庫1台と冷蔵ショーケース用冷凍機4台の熱源機	4.5kW，ファン100W
	冷凍ストッカー	冷凍機内蔵型冷凍庫	1.1kW
	リーチインショーケース	冷凍機内蔵型リーチイン冷凍ショーケース	1.6kW
	多段型冷蔵ショーケース	冷凍機内蔵型多段型冷蔵ショーケース	1.7kW
	アイスショーケース（注2）	冷凍機内蔵型アイスクリーム用冷凍ショーケース	1.1kW
	カウンター内冷凍庫	カウンター内冷凍機内蔵型冷凍機	0.7kW
保温ケース	商品保温機	1.3kW	

- （注） 1. O店は低圧電力回路
2. K店は時間帯別電灯回路

（出所）エネ研にて作成

表 2-3 四用途の分類

用途区分	回路名
空調	空調機
ショーケース 関連	小型冷凍機
	冷凍ストッカー
	リーチインショーケース
	多段型冷蔵ショーケース
	アイスショーケース
	カウンター内冷凍庫
	ウォークイン電源
	冷ケース電源
照明	リーチイン・ショーケース照明
	売り場照明
	カウンター・バックヤード照明
	サイン看板・駐車場照明
その他	店頭看板電源
	保温ケース その他電灯及びコンセント

(出所) エネ研にて作成

ている。

2-2-2 店舗全体の消費電力

図 2-5 は、K 店における 9 月 13 日の用途別消費電力の推移を表わしたグラフである。9 月 13 日は実測期間中最高気温が最も高かった日で、夏季の代表的な 1 日として取り上げた。

まず、ショーケース関連について見てみると、冷凍機の消費電力は 6 時間おきに定期的には発生している急激な落ち込みを除き、1 日を通してほとんど変動がみられない。この落ち込みは冷蔵ショーケースのオフサイクル方式デフロストによるものである(デフロストの詳細については表 2-4 を参照)。その他ショーケースの消費電力もほぼフラットであるため、ショーケース関連全体では 1 日中ベースロード的な負荷となっている。一方、空調は気温に追従するかたちで日中の消費電力が増大している。次に照明についてみると、屋内照明はほとんど変動がなく、屋外照明は 17 時 30 分前後から 6 時前後まで点灯している。これらの結果、夏季のコンビニエンスストアの最大電力は、空調負荷が増大する日中の外気温の高い時間帯もしくは屋外照明負荷が立ち上がる夕方の時間帯に発生している。

ショーケース関連の負荷がほとんど変動なく全体負荷の半分近くを占めており、夜間の空調負荷の減少と屋外照明の負荷増加が補完関係にあるため、店舗全体の負荷率は 80% 超と非常に高くなっている。

冬季における 1 日の消費電力の推移を図 2-6 に示す。冷凍機の消費電力はデフロスト時以外に変動が見られないが、絶対値は約 2.5kW と夏季よりも小さくなっている。空調は夏

図 2-3 夏季における 1 日電力量の用途別構成比

(単位: kwh/日)

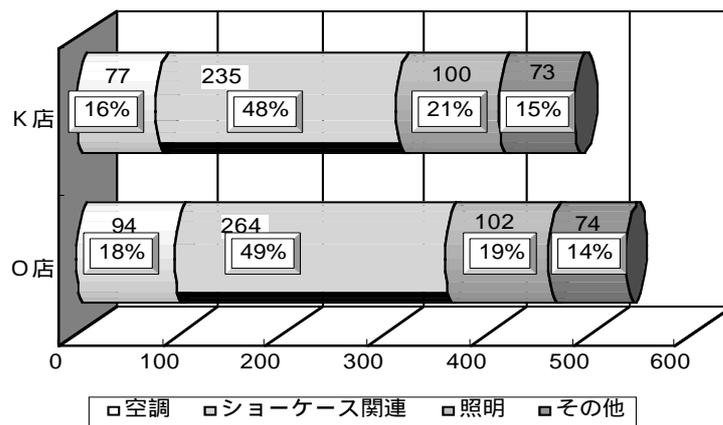
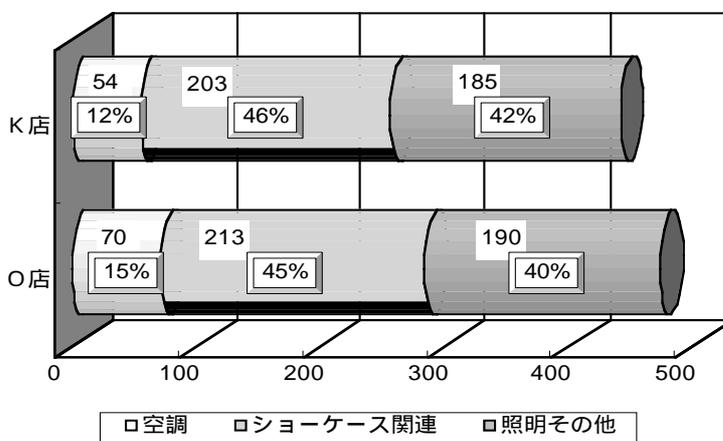


図 2-4 冬季における 1 日電力量の用途別構成比

(単位: kwh/日)

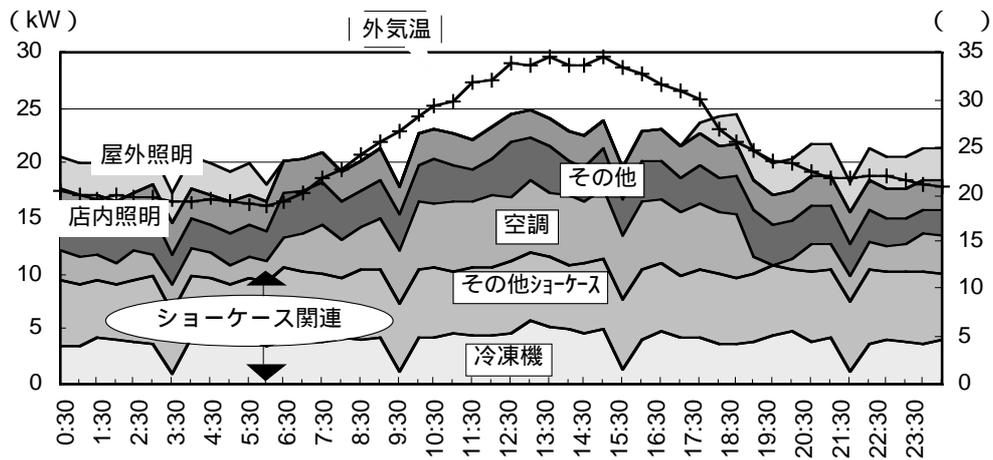


(出所) 図 2-3, 図 2-4 とともに実測データよりエネ研作成

季とは違い外気温による消費電力の変動が少ない。冷凍機，空調，その他動力を合計した動力計は1日を通してほぼフラットな負荷パターンとなっている。電灯は夕方から早朝にかけて消費電力が増大しているが，これは夏季と同様の理由つまり屋外照明の点灯によるものと推測される。

これらの結果，冬季の最大電力は屋外照明が点灯している時間帯に発生し，完全な夜間

図 2-5 夏季における用途別消費電力の推移 (K店)



(出所) 実測データよりエネ研作成

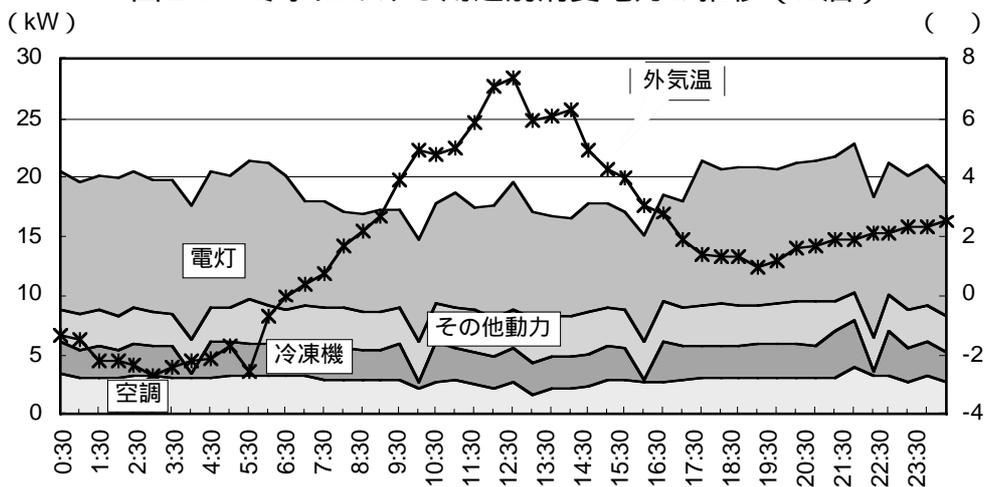
表 2-4 デフロストの概要

デフロスト (除霜) とは?
 → 冷凍冷蔵庫 (ショーケース) 内の蒸発器に付着した霜を取り除くこと

主なデフロスト方式	概要	採用ショーケース
オフサイクルデフロスト方式	冷凍機を停止し，庫内空気の循環にて行う。	庫内温度0 以上の冷蔵ショーケース
電熱 (ヒーターデフロスト) 方式	冷凍機を停止し，蒸発器内に設置された (デフロスト) ヒーターの熱で強制的に除霜する。	庫内温度0 以下の低温度帯冷蔵ショーケースおよび冷凍ショーケース
ホットガスデフロスト方式	圧縮機で吐出された高温高圧の冷媒ガスをバイパスさせて蒸発器に送り，凝縮潜熱で除霜を行う。	鮮魚・精肉等温度帯の低い冷蔵ショーケース (近年は電熱方式が主流)

(出所) 各種資料よりエネ研作成

図 2-6 冬季における用途別消費電力の推移 (K店)



(出所) 実測データよりエネ研作成

ピーク型のロードカーブを形成している。また負荷率は80%を超えている。

2-2-3 空調機の消費電力

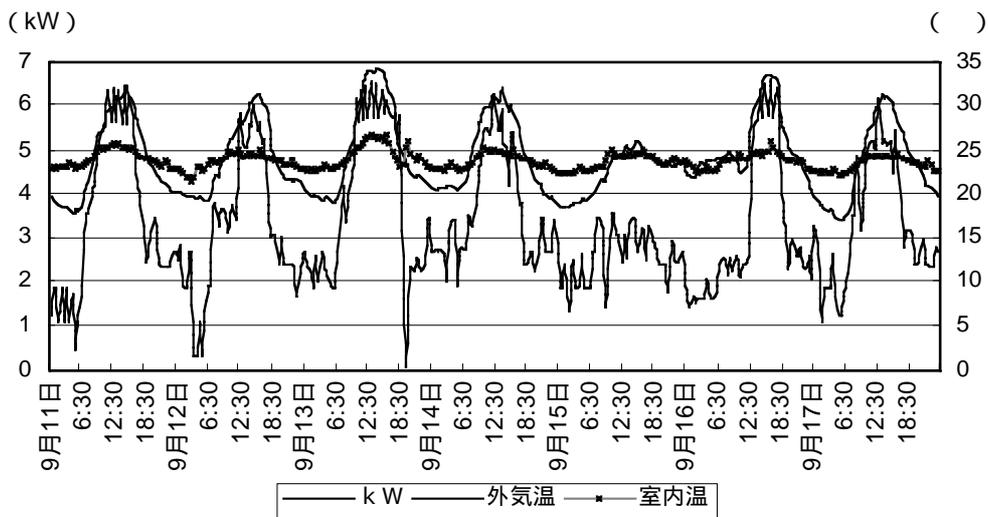
図2-7に、K店における夏季の空調機の消費電力と室内外温の推移を示す。外気温と空調機の消費電力がリニアに対応し、両者の間に強い相関性が確認される。また、店内温度は概ね23 から25 に保たれている。

2-2-4 ショーケース関連の消費電力

図2-8は、K店における9月13日のショーケース関連の回路別消費電力を表わしたグラフである。冷凍機以外の回路の消費電力は24時間を通してほぼフラットである。店内温度が空調により一定に保たれているため、冷凍機内蔵型ショーケースに対する気温の影響が少ないことが原因と考えられる。また、ウォークイン電源などの付帯設備(庫内照明、ファン、防露ヒーター)もほとんど変動が見られない。

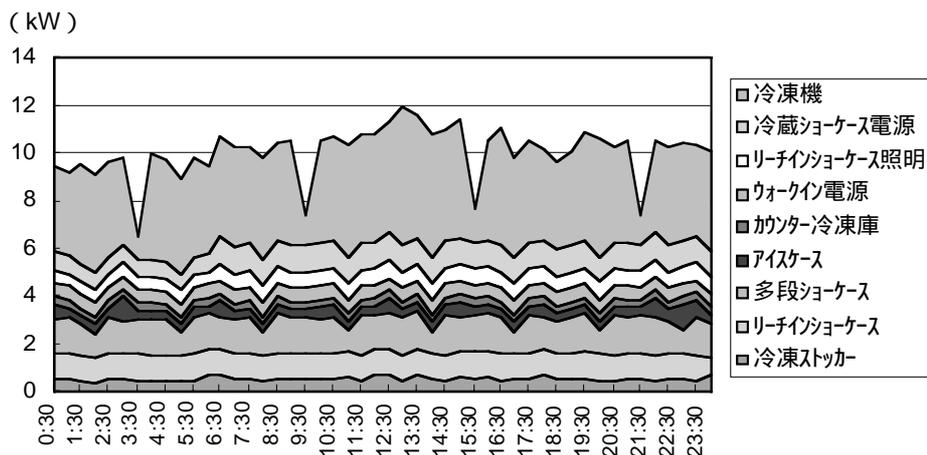
一方、冷凍機の消費電力は日中1kW ~ 2kW程度増大している。冷凍機は屋外に設置されており、外気温の影響によるものと推測される。しかしながら、店内温度つまりショーケースの周囲条件が安定しているため、昼夜間の温度差の影響を大きく受ける空調機と比

図2-7 夏季における空調機の消費電力と室内外温の推移 (K店)



(出所) 実測データよりエネ研作成

図2-8 ショーケース関連の回路別消費電力 (K店)



較すると、その変動幅は小さい。

以上の結果により、ショーケース関連の消費電力は、日中における冷凍機の消費電力増大ともなうわずかな変動にとどまっている。

2-2-5 照明の消費電力

図2-9に、K店における照明の回路別消費電力を示す。売り場照明とカウンター・バックヤード照明の負荷は24時間ほぼ一定である。また、サイン看板・駐車場照明と店頭看板照明の負荷の絶対値は3kW近くであり、夜間の店舗全体の消費電力のおよそ15%を占めている。

今回実測を行った2店舗には、売り場照明に照明制御システムが導入されている。本システムは一定照度制御と昼光センサー制御という2つの制御システムを持ち合わせたものである。システムの概要を図2-10に示す。両店舗における売り場照明の消費電力の推移を見ると、K店の絶対値がO店よりも大きいことがわかる(図2-11)。実測時点において、K店は開店後半年以上経過しており、O店は開店後数週間の新規店舗である。両店舗の消費電力の差は、一定照度制御システムの省電力効果における累積点灯時間の違いによるものである。

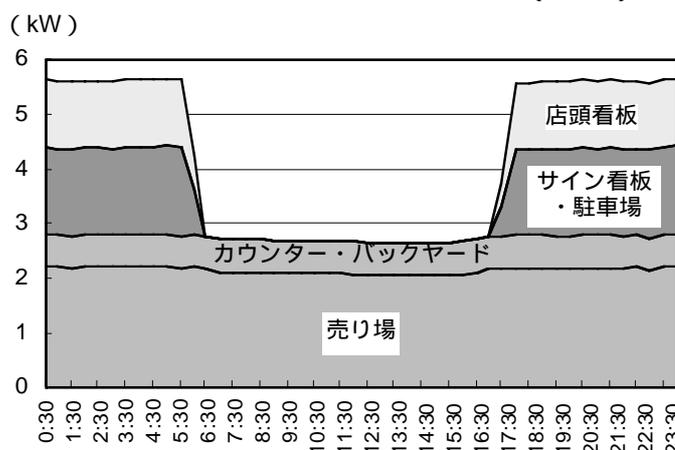
また、昼光センサー制御により、昼間の消費電力が天候に応じて変動している。

なお、照明制御システムによる実測時点における省電力率は、通常システム比でK店が約10%、O店が約25%と推計される。

2-2-6 「その他」の消費電力

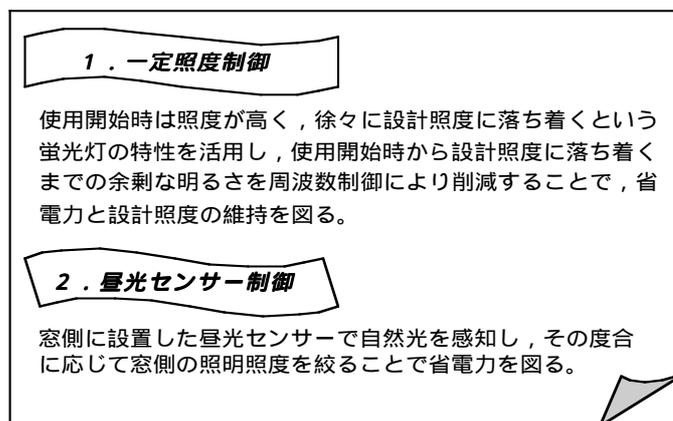
図2-12に、K店における「その他」の消費電力を示す。「その他」全体の消費電力をみると12時30分前後に消費電力が増大している。これは、電子レンジの稼働増によるもので、店長へのヒアリングによると、弁当類の販売が増えるこの時間帯には2台の電子レンジがほぼフル稼働しているとのことである。また、「その他」から「保温ケース」「電子レンジ」を除いた機器類の固定負荷は、2kW～3kW程度と考えられる。主な機器としては、レジ、コピー

図2-9 照明の回路別消費電力(K店)



(出所) 実測データよりエネ研作成

図2-10 照明制御システムの概要



(出所) メーカーパンフレットよりエネ研作成

図2-11 売り場照明の消費電力と天候

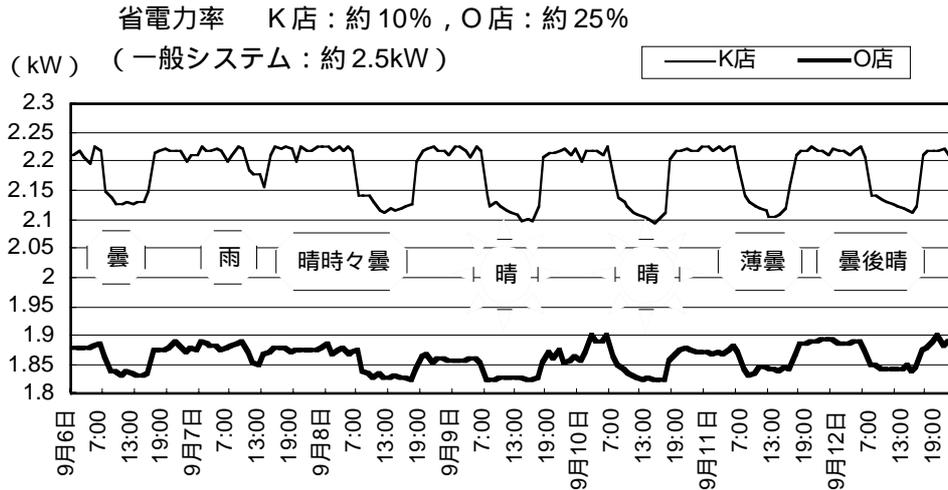
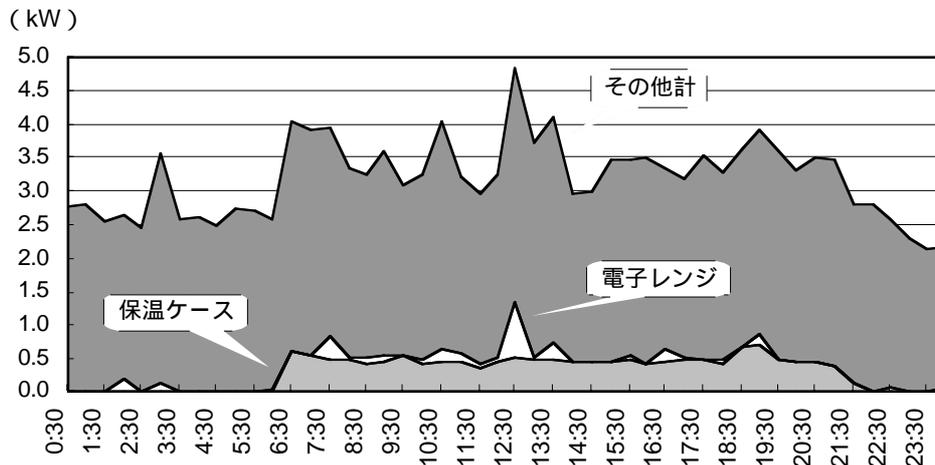


図2-12 「その他」の消費電力(K店)



機，fax，ゲームソフト販売用モニターなどが挙げられる。

3. スーパーの電力消費実測調査

3-1 実測調査の概要

表3-1に、実測店舗と実測の概要を示す。今回実測を行ったのは、関東圏にある総合スーパー、A店とS店である。食品売り場面積は、A店が約1,750㎡、S店が約800㎡、営業時間はA店が11時間、S店が10時間である。また、A店では実測期間中に1日の店休日が含まれている。

実測の対象は主要なショーケースの冷凍機とし、コンビニエンスストアとの負荷パターンの相違を探ることを目的とした。実測期間は平成11年3月3日(水)から3月8日(月)までの6日間である。使用計測器、計測項目は、コンビニエンスストアと同じである。

次に、各店舗のショーケースの設置状況と今回の実測回路について見てみる(表3-2,3-3)。

ショーケース台数、冷凍機容量ともA店がS店の約1.8倍となっている。実測回路は、A店が冷蔵ショーケース4系統と冷凍ショーケース1系統の計5回路、S店が冷蔵3系統と冷凍1系統の計4回路である。実測した冷凍機の合計出力は、A店がS店の約1.7倍となっている。

デフロスト方式(表2-4参照)では、A店の冷食(冷凍食品)、S店の鮮魚と冷食に電熱ヒーター(デフロストヒーター)が採用されている。なお、A店の冷食とS店の鮮魚は冷凍機の消費電力と電熱ヒーターの消費電力を合わせて実測し、S店の冷食は冷凍機のみの実測を行っている。

日配にっぱいというのは、牛乳、豆腐、こんにゃくなど「毎日配送されてくる商品」を指した業界用語である。

3-2 実測調査の結果と考察

3-2-1 ショーケース冷凍機の消費電力の特徴とナイトカバーによる省電力

図3-1に、S店におけるショーケース冷凍機の消費電力の推移を示す。24時間営業のコンビニエンスストアとは異なり、閉店(20時)後および店休日の消費電力が小さくなっている。ただし、冷食は減少していない。ここで、A店の冷食の消費電力をみると、営業時間外の消費電力が大幅に減少している(図3-2)。この違いは、ナイトカバーの有無による

表 3-1 実測店舗と実測の概要

店 舗		A店	S店
	位置・特性	関東圏 総合スーパー	
	食品売り場面積	1,749m ²	805m ²
	位 置	B1F	1F
	営業時間	10時～21時	10時～20時
	(実測中の店休日)	3月4日	
測 定	目 的	冷凍冷蔵ショーケース冷凍機の負荷パターンのコンビニエンスストアとの比較	
	期 間	平成11年3月3日(水)0時～3月8日(月)24時	
	対 象	主要な冷凍冷蔵ショーケースの冷凍機	

表 3-2 ショーケースの設置状況

	A店	S店
冷蔵ショーケース台数	75台	40台
冷凍ショーケース台数	8台	7台
ショーケース台数計	83台	47台
冷蔵用冷凍機台数	6	4
冷凍用冷凍機台数	2	2
冷凍機台数計	8	6
冷蔵用冷凍機kW	122.5	58.3
冷凍用冷凍機kW	33.9	30.1
冷凍機計kW	156.4	88.4

表 3-3 実測回路の概要

回路名	冷蔵冷凍区分	ショーケース台数	冷凍機容量(kW)	デフロスト	
				方式	ヒータ容量(kW)
A店	日配・惣菜	冷蔵 21	22	オフサイクル	
	鮮魚	冷蔵 7台	11	ホットガス	
	青果・乳製品	冷蔵 23	32	オフサイクル	
	冷食 <small>(注1)</small>	冷凍 5	27	電熱ヒター	27
	精肉	冷蔵 14	22	ホットガス	
	合計		60	113	
S店	日配	冷蔵 16	21	オフサイクル	
	鮮魚 <small>(注2)</small>	冷蔵 7台	15	電熱ヒター	13
	青果・惣菜	冷蔵 13	12	オフサイクル	
	冷食 <small>(注3)</small>	冷凍 3	18	電熱ヒター	19
	合計		39	66	

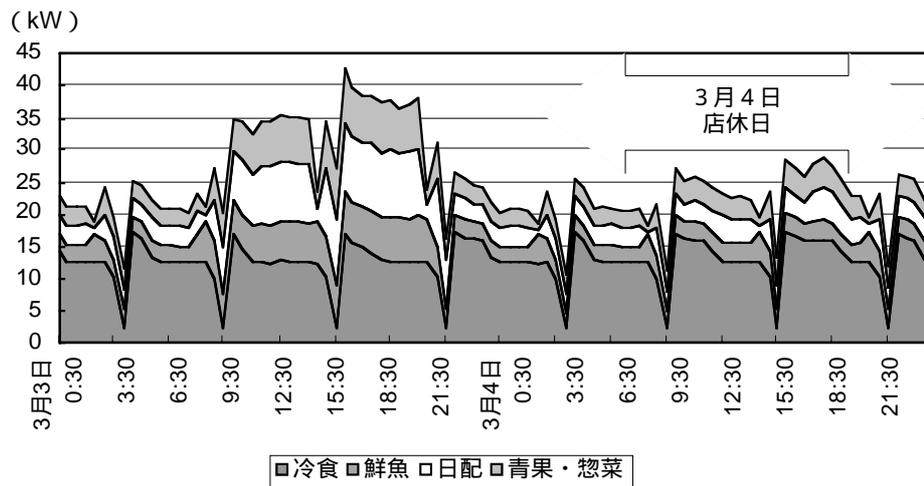
(出所) 表3-1,3-2,3-3ともエネ研にて作成

ものである。ナイトカバーとは営業時間外にショーケースの開口部に設置する一種の保温カバーのことで、今回実測を行った両店舗では、S店の冷食を除くすべてのショーケースに設置されている。

表3-4は両店舗における冷凍機の営業日・店休日別、営業時間内・時間外別1時間当たりの消費電力を示した表である。A店の鮮魚を除く冷蔵ショーケースの冷凍機の営業時間外消費電力が時間内の4割～6割程度にまで減少している。これは、庫内商品が少なくなることによる冷凍負荷の減少とナイトカバー設置にともなう省電力効果によるものと考えられる。A店の鮮魚が22%と激減しているのは、閉店後ショーケースの運転を停止しているからである。

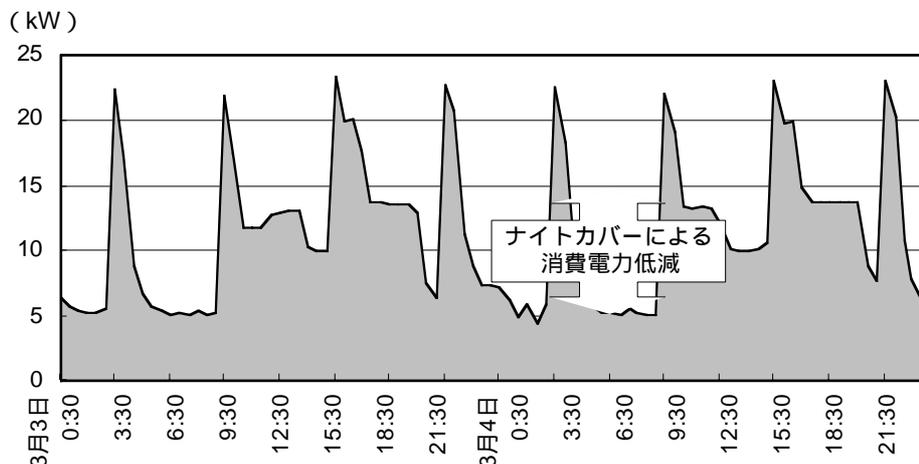
次に、冷食についてみると、ナイトカバーが設置されていないS店の営業時間外及び店休日の消費電力はほとんど減少していないが、A店の冷食は営業時間外消費電力が時間内の7割に減少している。一般に、冷凍ショーケースは冷蔵ショーケースとは違い営業時間外も商品が庫内に残っており、冷凍機の消費電力は減少しないと言われている。厳密には

図3-1 ショーケース冷凍機の消費電力の推移（S店）



(出所) 実測データよりエネ研作成

図3-2 冷食ショーケースの消費電力（A店）



(注) 電熱ヒーターの消費電力を含む

(出所) 実測データよりエネ研作成

ショーケース庫内照明消灯による熱負荷の減少分が含まれているが、S店ではナイトカバーの設置により、3割近く営業時間外の省電力が図られているものと推測される。

図3-3、3-4に、A店に設置されているナイトカバーの写真を示す。図3-3は、冷蔵ショーケースのナイトカバーである。ショーケース上部に格納されているパネル状のカバーを引き降ろして取り付けを行う。図3-4は冷蔵ショーケースのナイトカバーで、ショーケース前面上部にロール状に収納されているカバーを引きショーケース下のフックにかけて取り付けるタイプである。

3-2-2 ショーケースの消費電力に対するデフロストの影響

冷蔵ショーケースにおけるデフロスト時の消費電力の特徴を示す例として、図3-5にA店の日配・惣菜系統ショーケース冷凍機の消費電力を示す。1日6回、オフサイクルデフロストによる消費電力の落ち込みが見られる。デフロスト直後には、デフロスト中に上昇した庫内温度を急速に冷却するために冷凍機が高負荷運転を強いられ、消費電力は増大する傾向が見られる。

次に、冷凍ショーケースにおけるデフロスト時の消費電力の特徴について見てみる。S店の冷蔵では、1日4回のデフロスト時間中の消費電力は減少しオフサイクルデフロストと同様の傾向を示している(図3-1)。一方A店の冷蔵をみると(図3-2)、デフロスト中の消費電力が増大している。このグラフには冷凍機と電熱(デフロスト)ヒーターの消費電力が含まれている。このことからわかるように、冷凍ショーケースでは、デフロスト中冷凍機の運転停止により消費電力は減少しているものの、電熱ヒーターによって消費電力が増大する。冷凍ショーケースでは冷凍機と同容量あるいはそれ以上のヒーターが採用されているため、電熱ヒーターがショーケースの消費電力に与える影響は非常に大きいといえる。

3-2-4 デフロスト時刻の変更によるショーケース消費電力の最適化

デフロスト時刻がショーケース消費電力に与える影響について、実測結果をもとに考察

表3-4 冷凍機の営業日・店休日別、営業時間内・時間外別1時間当たり消費電力

(単位：kw/h)

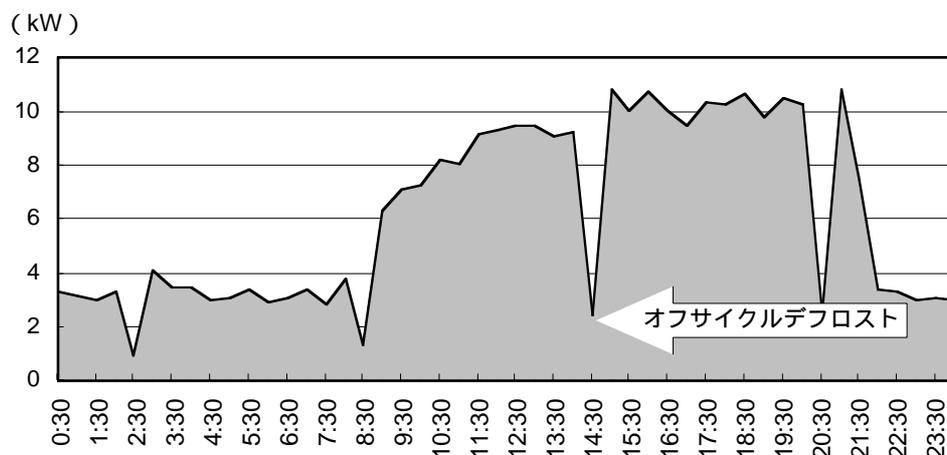
		A店						S店				
		冷蔵	鮮魚	日配・惣菜	青果・乳製品	精肉	合計	冷蔵	鮮魚	日配	青果・惣菜	合計
営業日	営業時間内	14.0	3.5	10.0	11.3	13.2	52.0	12.8	6.4	9.4	7.3	36.0
	営業時間外	9.8	0.7	4.2	4.7	7.9	27.3	12.1	3.6	4.0	3.4	23.0
	合計	11.7	2.0	6.9	7.7	10.3	38.6	12.4	4.7	6.2	5.0	28.4
	時間外/時間内	70%	22%	42%	41%	60%	53%	95%	56%	42%	46%	64%
店休日 (3/4)	営業時間内							13.8	3.0	3.8	3.8	24.4
	営業時間外							12.0	2.9	3.1	2.9	20.9
	合計							12.8	2.9	3.4	3.2	22.3
	時間外/時間内							87%	97%	81%	76%	86%
全日平均	営業時間内	14.0	3.5	10.0	11.3	13.2	52.0	13.0	5.8	8.5	6.7	34.0
	営業時間外	9.8	0.7	4.2	4.7	7.9	27.3	12.1	3.5	3.8	3.3	22.7
	合計	11.7	2.0	6.9	7.7	10.3	38.6	12.5	4.4	5.8	4.7	27.4
	時間外/時間内	70%	22%	42%	41%	60%	53%	93%	59%	45%	49%	67%
店休日/ 営業日	営業時間内							107%	47%	40%	51%	68%
	営業時間外							99%	81%	78%	85%	91%
	合計							103%	62%	54%	65%	78%

を行う。図3-6はS店におけるショーケース冷凍機（鮮魚は電熱ヒーターを含む）の消費電力の推移を示したグラフである。S店では、鮮魚、日配、青果・惣菜ショーケースのデフロストを午前2時30分以降6時間おきに、冷食ショーケースのデフロストは午前3時30分以降6時間おきに行っている。冷食についてみると、15時30分のデフロストにより冷凍機の消費電力が減少し、その後の立ち上がりでは急増している。ただし、冷食には電熱ヒ-

図3-3 冷食ショーケースのナイトカバー 図3-4 冷蔵ショーケースのナイトカバー

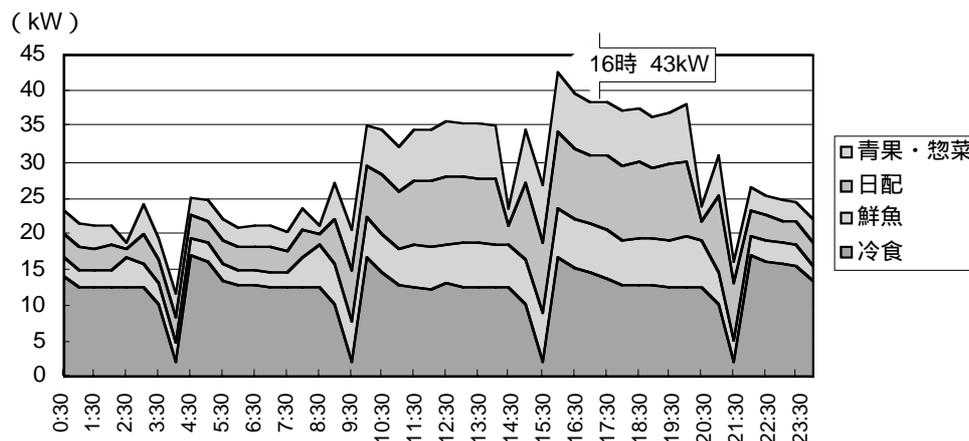


図3-5 日配・惣菜ショーケース冷凍機の消費電力（A店）



(出所) 実測データよりエネ研作成

図3-6 ショーケース冷凍機の消費電力（S店）



(出所) 実測データよりエネ研作成

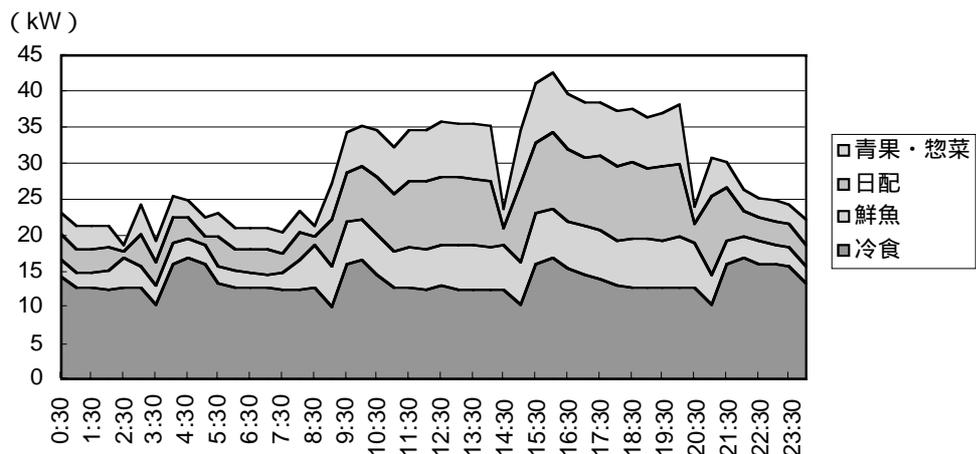
ターの消費電力が含まれていない点を考慮すると実際にはデフロスト時間中の消費電力は増大しているものと考えられる。鮮魚には電熱ヒーターの消費電力が含まれているため、14時30分の消費電力は若干上昇している。日配と青果・惣菜は、オフサイクルデフロストであるため、14時30分に消費電力が落ち込み、その後の立ち上がりで急増している。

図3-6に冷食の電熱ヒーターの消費電力を推計して補正を加えたグラフが図3-7である。S店の電熱ヒーターの消費電力は、A店の電熱ヒーター容量に対する実測値の割合約85%をS店のヒーター容量19kWに掛けた16.2kWと推計した。その結果デフロスト時間中15時30分の消費電力は約41kWと推計される。最大電力は、補正前と変わらず冷食のデフロスト後の消費電力増大が発生する16時の43kWとなっている。

ここで、冷食のデフロスト中の電熱ヒーターによる消費電力増大とデフロスト直後の立ち上がりに着目して、日配と青果・惣菜のデフロスト時刻をそれぞれ15時30分と16時に変更すると図3-8のようになる。その結果、最大電力は16時30分の約40kWとなり、デフロスト時刻の調整により、最大電力を約7%低減することができた。

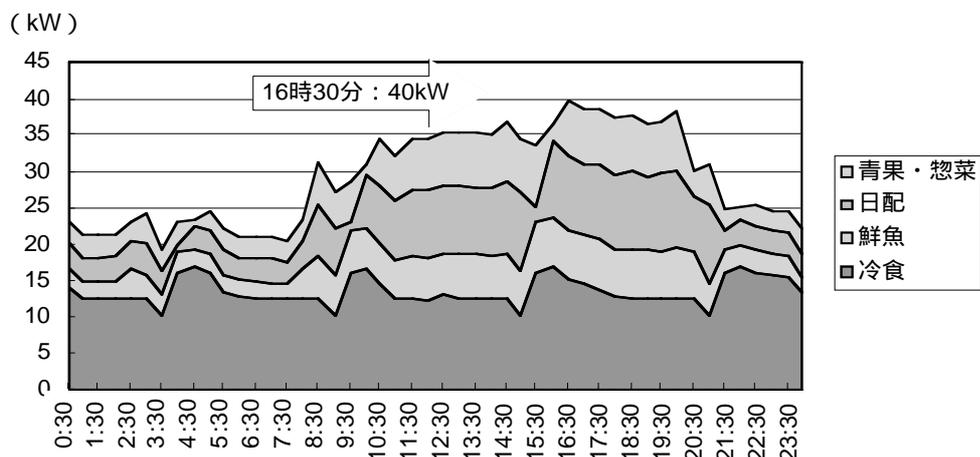
このように、各ショーケースのデフロスト時、あるいは立ち上がり時の消費電力の特徴

図3-7 ショーケース冷凍機の消費電力（S店，補正後）



（出所）実測データよりエネ研作成

図3-8 ショーケース冷凍機の消費電力（S店，デフロスト時刻変更後）



（出所）実測データよりエネ研作成

に留意してデフロスト時刻を調整 ,分散化することによりショーケース全体の最大電力を低減することができるが ,店舗全体の最大電力を最適化するには ,他の用途例えば空調などの負荷パターンを十分に考慮する必要がある。

4 . 飲食料品小売業における電力の合理的利用の今後

4-1 飲食料品小売業における電力の合理的利用技術

図 4-1 に ,飲食料品小売業における主な電力の合理的利用技術を示す。この中から今回はメーカーヒアリングをもとに以下の 6 つの技術について紹介する。

4-1-1 ナイトカバー

現在冷蔵ケースではほぼ普及が完了しているが ,冷凍ケースでは次の 2 つの理由により普及が遅れているのが現状である。平型ショーケースではジュラルミン製のパネルが多く脱着式であるため ,重労働かつ保管場所の確保が必要となること。多段式ショーケースではパネルの隙間から外気が侵入し庫内商品に着霜すること。

これらの問題に対し ,メーカーから ジュラルミン製パネルと同等の省電力を確保しつつ既設のショーケースにロール状に収納可能な軽量タイプのナイトカバー 隙間を完全になくしたナイトカバー標準仕様の冷凍多段ショーケースといった新技術が開発されており ,今後冷凍ケースでのナイトカバー普及が期待される。

4-1-2 庫内照明のインバータ化

近年蛍光灯分野で普及してきたインバータ化 ,電子安定器の採用がショーケース庫内照明にも広がりつつある。省電力率は対従来型照明器具 2 ~ 3 割減であり ,各メーカーから今後出荷されるショーケースのほとんどに標準採用される予定である。スーパーの標準的なショーケースにおける庫内照明の消費電力は 2 割程度であるため ,ショーケースの消費電力を 4% 以上低減することができる。

4-1-3 デマンドセットバック機能

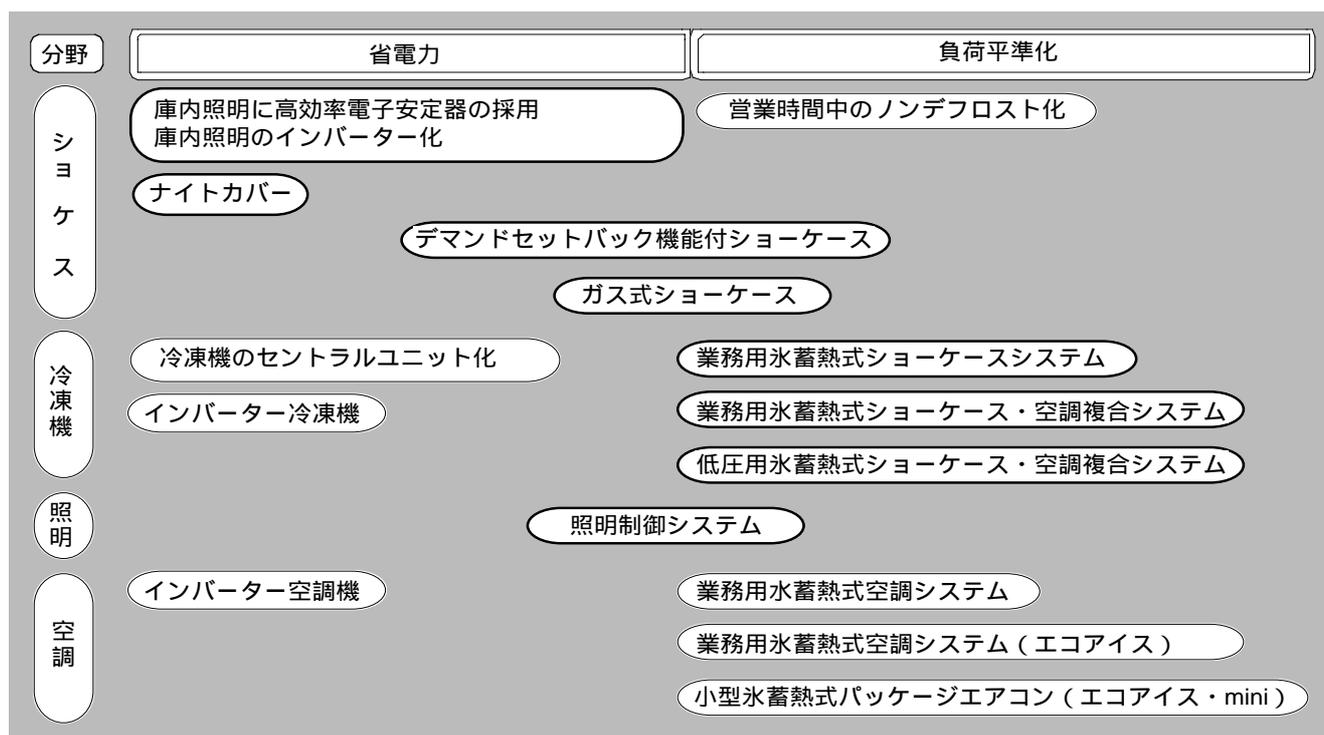
冷蔵ショーケースにおいて電力ピーク時間帯の 13 時から 16 時まで庫内照明を 15% 絞り込み ,庫内熱負荷の減少分に相当する庫内制御温度を 1℃ 上昇させることにより ,ショーケースの消費電力を約 12% 低減するシステムである。

現在は 1 社のみの標準採用であるが ,技術を無償公開しており ,他のメーカーのショーケースにも今後標準化され普及が進むことが期待される。

4-1-4 氷蓄熱式ショーケースシステム

夜間冷凍負荷が減少した冷蔵ショーケース冷凍機で製氷・蓄熱し ,昼間の高負荷時に冷蔵・冷凍ショーケースの冷凍機に利用するシステムである。そのメリットは , 冷凍機の設備容量を約 2 割縮減し ,夏季のピークを約 2 割カットすることによる契約電力の低減 ,

図 4-1 飲食料品小売業における主な電力合理的利用に関する技術



業務用蓄熱調整契約への加入によるランニングコストの低減である。

このシステム普及の現状での問題点として、空調設備ではないためエネルギー需給構造改革投資促進税制および国の補助金制度の対象外で、イニシャルコスト回収年数(ROI)が大規模スーパーで約3年、中小規模スーパーではそれ以上と長いこと、また設備面では蓄熱槽の設置スペース、屋上に設置する場合の耐荷重性の確保が挙げられる。

普及促進の最大のネックであるROIの問題が解決あるいは緩和されれば、今後の普及が期待できるものと思われる。

4-1-5 照明制御システム

今回実測したコンビニエンスストアチェーンで採用されていた照明制御システムである。メーカー試算によると、今回の実測店舗における年間の省電力率は、一般的な照明器具に対して約17%となっている。

定価ベースでのROIは約3年であるが、新規店舗への一括導入により実売価格はかなり安く、1年以内のイニシャルコスト回収が可能となっている模様である。各メーカーから様々なシステムが発売されており、今後チェーンストアなどで普及していくことが考えられる。

4-1-6 ガス式ショーケース

ガスエンジンで圧縮機を駆動する冷凍機で、ガスヒートポンプ(GHP)と同様のシステムである。消費電力は電動式の約10%でランニングコストは対電動式2割程度低減できると言われている。問題点としては、機器の耐用年数が電動式の10年に対し半分の約5年であること、機器の設置面積が約3割増えることが挙げられる。2000年4月に発売予定である。

図 4-2 電力の合理的利用に関する技術の今後の普及と予想効果

(出所) エネ研にて作成

4-1-7 電力の合理的利用技術の今後の普及と予想効果

これまで見てきた電力の合理的利用技術について、今後の普及とその予想効果をまとめたものが表4-2である。ショーケース機器の耐用年数は10年前後であるため、10年後の普及状況について考察している。

4-2 まとめ

食品小売業は、元来コスト意識が強いことなどから省電力技術や省電力手法を積極的に取り入れてきた業界といえる。今回実測を行ったコンビニエンスストアチェーンでは、現在の照明制御システムを改良した新システムを今後新規店舗に採用する計画がある。さらに、省電力技術の開発を積極的にメーカーに働きかけている事例も見受けられた。スーパーでは、一方の店舗の冷凍ショーケースにナイトカバーが設置されていない事実を報告したところ、早速取り付ける旨回答が返ってきた。

このような事例からも、電力の合理的利用への意識の高さを窺い知ることができるが、近年の景気低迷を背景とした初期投資削減意識の高まり、省電力手法の実践にも限界があること、買い物客の利便性・快適性を第一義的に考えなければならないことなど、飲食料点小売業界における省電力・負荷平準化の推進は必ずしも容易ではないと考えられる。

しかしながら、前述のようなさまざまな電力の合理的利用に関する技術が実用化されており、設備の新設時、あるいはリニューアル時にこれら新技術が導入されることにより、今後飲食料点小売業における電力の合理的利用は、徐々にではあるが進んでいくものと期待される。

お問い合わせ

info@tky.ieej.or.jp