

(出典：調査団試算)

図 5- 38 Salalah 系統夏季前期(Summer1)における、1 日の平均負荷曲線

5.4 ミクロ電力消費分析

5.4.1 分析の目的と方法

(1) 分析の目的

ミクロ電力消費分析は、省エネ診断、計測機器を使ったエネルギー消費分析等を通じて、省エネポテンシャルまたは省エネ対策の効果を試算する基礎調査という位置づけで行うものである。

(2) 調査方法と分析項目

工場、ビル、住宅について各3サイトを選定し、計測機器による計測を含む省エネ診断および簡単に実施可能な省エネ対策の実証試験などを行い、適用可能な省エネ対策や省エネポテンシャルの分析を行うものである。

以下に、各サイトにおける調査手法および分析項目を以下に示す。

表 5-38 各サイトの調査方法と分析項目

	サイト	調査方法	分析項目
工場	セラミック工場A	省エネ診断	<ul style="list-style-type: none"> ● 主要機器の電力消費パターン*1 ● 適用可能な省エネ対策 ● 同対策による省エネポテンシャル
	植物油工場B	省エネ診断	<ul style="list-style-type: none"> ● 主要機器の電力消費パターン*1 ● 適用可能な省エネ対策 ● 同対策による省エネポテンシャル
	グラス工場C	省エネ診断	<ul style="list-style-type: none"> ● 主要機器の電力消費パターン*1 ● 適用可能な省エネ対策 ● 同対策による省エネポテンシャル
ビル	ショッピングモールA	省エネ診断	<ul style="list-style-type: none"> ● 主要機器の電力消費パターン*1 ● 適用可能な省エネ対策 ● 同対策による省エネポテンシャル
	ホテルB	省エネ診断	<ul style="list-style-type: none"> ● 主要機器の電力消費パターン*1 ● 適用可能な省エネ対策 ● 同対策による省エネポテンシャル
	PAEWオフィス (雑居ビル 1フロア分)	電力消費計測 省エネ実証試験	<ul style="list-style-type: none"> ● サイト全体の電力消費パターン*1 ● 適用可能な省エネ対策 ● 同対策による省エネポテンシャル ● 省エネ対策実証試験*2
住宅	住宅A	電力消費計測 省エネ実証試験	<ul style="list-style-type: none"> ● サイト全体の電力消費パターン*1 ● 省エネ対策実証試験*2
	住宅B	電力消費計測 省エネ実証試験	<ul style="list-style-type: none"> ● サイト全体の電力消費パターン*1 ● 省エネ対策実証試験*2
	住宅C	電力消費計測 省エネ実証試験	<ul style="list-style-type: none"> ● サイト全体の電力消費パターン*1 ● 省エネ対策実証試験*2

*1: 電力消費パターンは、計測機器により計測。

*2: 省エネ対策実証試験は、計測機器による効果を検証。

(3) 省エネ診断の方法（工場およびビル）

各調査サイトを訪問、必要な計測を含む省エネ診断を行い、エネルギー消費設備、設備の運転パターン、設備の運転効率、エネルギーロス等を検討しながら、省エネポテンシャルを試算する。また主要機器については電力消費パターンの計測を行い、その運転状況を分析する。

エネルギー使用にかかる設備内容、エネルギー使用状況等に係る質問票を事前に各サイトに提出し、省エネ診断実施の際に、記入された質問票の内容に関してヒアリングを行い、現実的な省エネ対策の検討、また省エネポテンシャル分析のための必要な情報を得る。

(4) 電力消費計測の方法（PAEWオフィスおよび住宅）

PAEWオフィスおよび住宅は、調査団保有の計測機器により計測可能であることが確認できたため、サイト全体の電力消費パターンを計測しベースラインとしての電力消費分析を行うこととする。

(5) 省エネ実証試験の方法（PAEWオフィスおよび住宅）

PAEW オフィスおよび住宅を対象に以下の実証試験を行う。いずれも普及啓発により実施可能な簡単な省エネ対策を想定し、ベースラインと比較してその省エネ効果を確認することを目的としている。

（PAEW オフィス）

- ▶ 空調の設定温度を 22℃、24℃、26℃に変更することによる電力消費量の変化
- ▶ 廊下の照度を 400 lx から 200 lx に落とすことによる電力消費量の変化

（住宅）

- ▶ 住宅で積極的に省エネ活動してもらうことによる電力消費量の変化
- ▶ 住宅に電力消費量を表示する見える化モニターを設置し、同モニターを活用しながら積極的に省エネしてもらうことによる電力消費量の変化

5.4.2 省エネ診断結果

(1) セラミック工場 A

(a) 施設概要

本工場は、建築用のセラミックタイルを製造しており、製品は「オ」国国内で使用されるとともに、周辺諸国へも輸出されている。

工場は、No.1, 2, 3 プラントの第一期工場と No.4 プラントの新工場で構成され、その生産量は、セラミックタイルの面積ベースで、1,300 万 m²（重量ベースで、約 40 万トン）である。

(b) エネルギー消費状況

本工場で使用されるエネルギーは、電力と天然ガスであるが、電力は、生産設備、空気圧縮機、冷凍機、照明等で使用され、また、天然ガスはセラミックタイルを焼成するトンネルキルンで使用される。それらの年間使用量は以下のとおりである。

表 5-39 年間エネルギー使用量

年	電力 kWh	天然ガス使用量 Nm ³
2010	2,7386,000	19,556,989
2011	28,007,917	18,646,399

また、電力と天然ガスの月毎使用量のトレンドグラフを以下に示す。

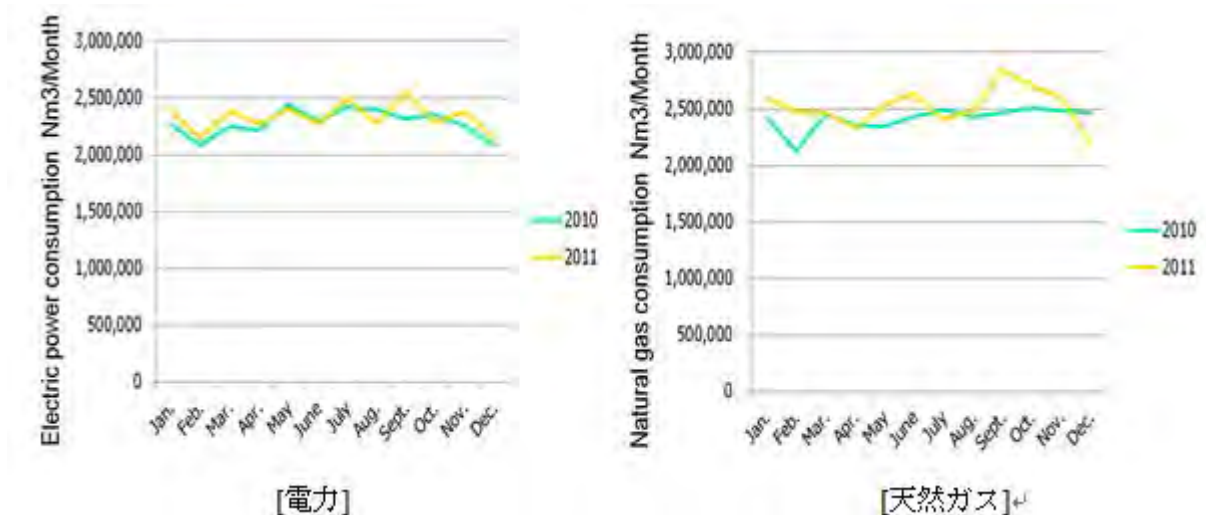


図 5-39 電力および天然ガスの月別使用量のトレンドグラフ

(c) 主要機器の電力消費パターン分析結果

比較的電力使用量の多い空気圧縮機について、運転面、設備面での省エネ対策検討のために運転状況を正確に把握する必要があり、そのため、計測器を使用して必要なデータを採取し、その運転状況の確認を行った。その採取データの分析結果から、省エネ対策案を検討した。

本工場には、2系統の圧縮空気システムがあるが、それぞれの設備内容を以下に示す。

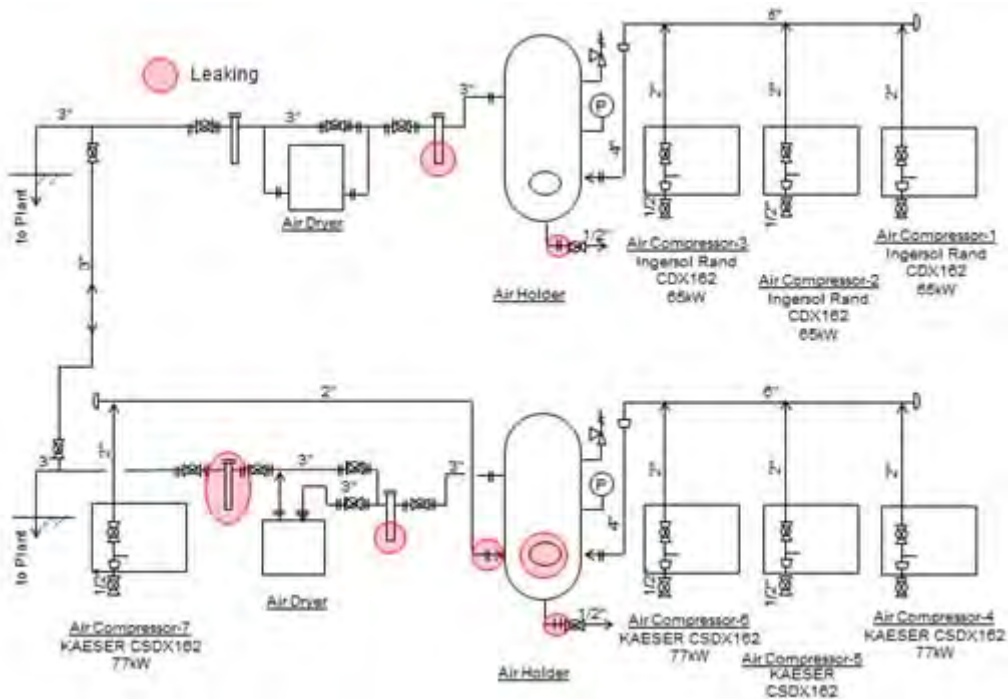


図 5-40 第一期工場の圧縮空気システムのフロー図

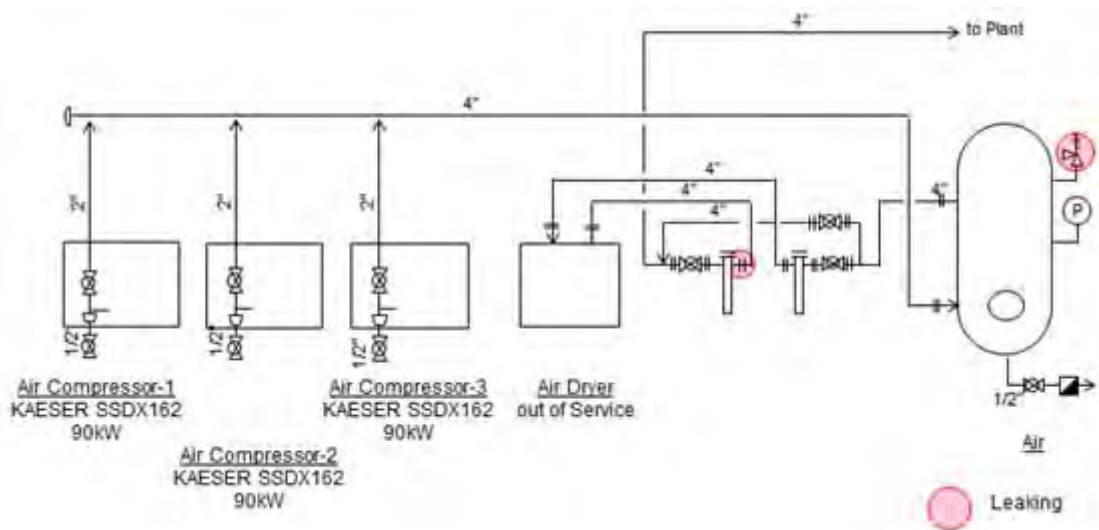


図 5-41 新工場の圧縮空気システムのフロー図

具体的な計測内容については、全数の空気圧縮機について電流を計測するとともに圧縮空気の圧力を、データロガー、電流センサーおよび圧力センサーを使用し、約1日間の連続計測を行った。



図 5-42 データロガーを使用した空気圧縮機の運転状況計測

計測結果は、以下のとおりである。

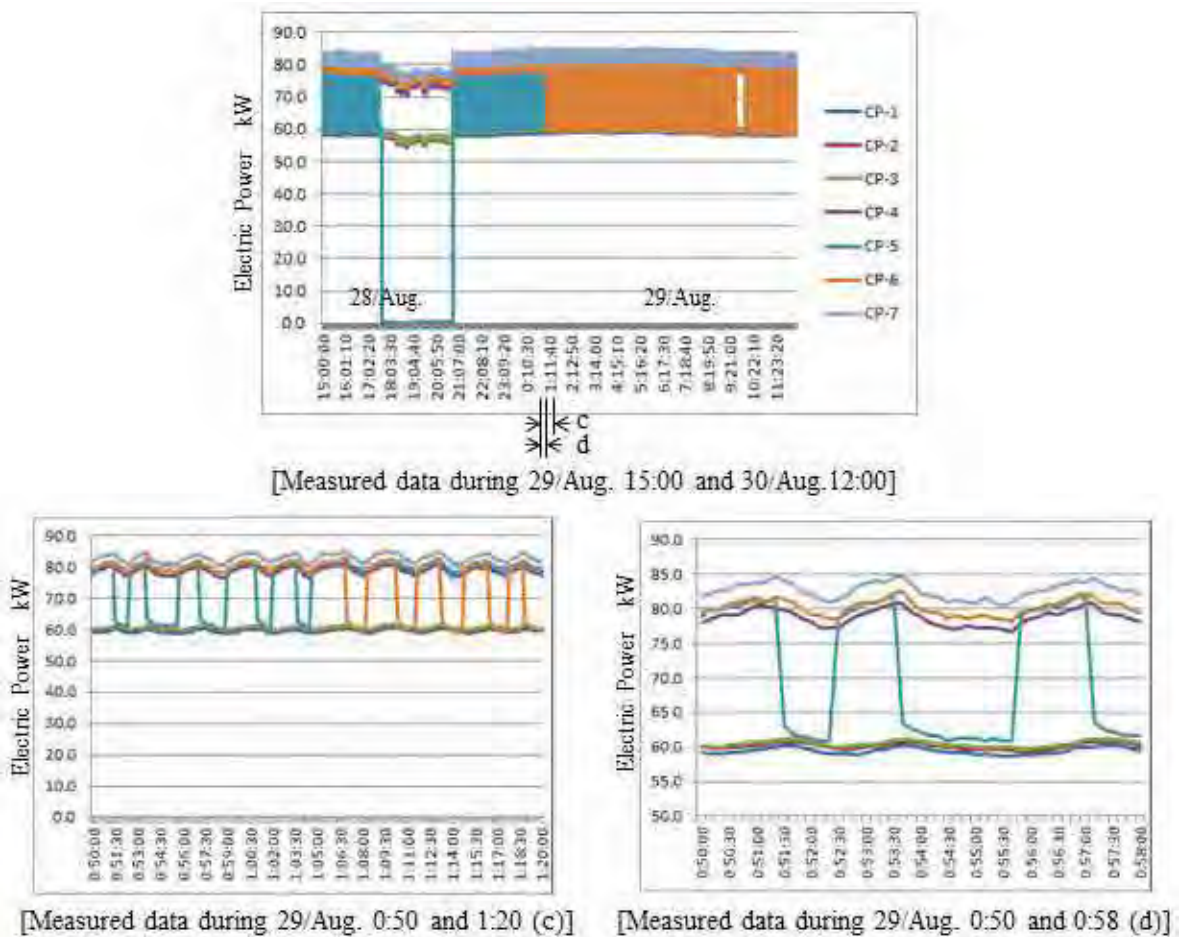


図 5-43 第一期工場空気圧縮機（7台）の運転状況の計測結果（電力値）

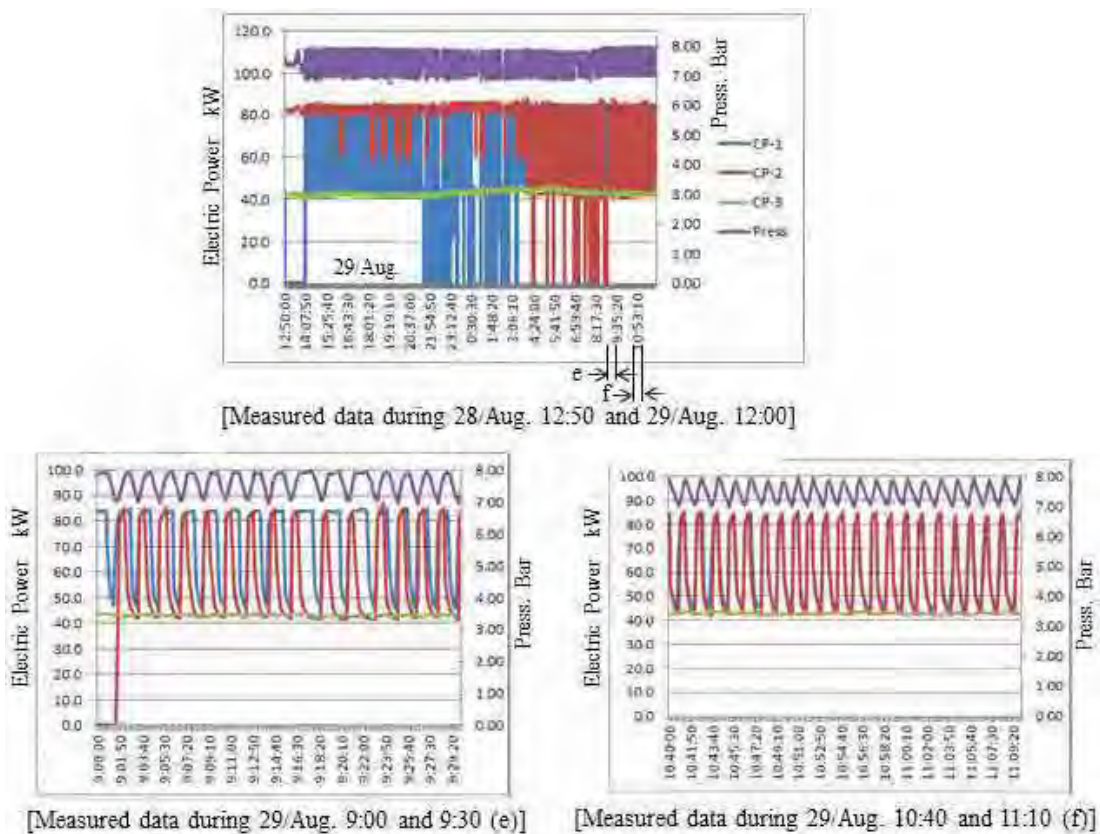


図 5-44 新工場空気圧縮機（3台）の運転状況の計測結果（電力値および空気圧力値）

計測結果の解析による空気圧縮機の運転状況および運転改善内容は次のとおりである。

- 第一期工場（No.1-3 プラント）

現在、7台ある空気圧縮機の内6台がフルで運転され、残り1台がオンロード・アンロード運転にて圧縮空気の圧力制御を行っており、予備機がない状況である。しかし、圧縮空気の漏洩箇所修理等を実施すれば、1～2台の予備機の確保が可能であると思われる。

- 新工場（No.4 プラント）

空気圧縮機の圧カスイッチの設定が適正でなく、Cp-1 と Cp-2 が同時にオンロード、アンロードを同時に繰り返す状況があるので、圧カスイッチの設定の変更により、不要なアンロード運転が減少し、電力使用量が削減できる。

(d) 適用可能な省エネ対策

省エネ診断の結果、適用可能な省エネ対策として提案した内容は、以下のとおりである。

表 5-40 省エネ対策の提案内容

番号	項目	エネルギーの種類	削減量		投資額	投資回収期間	備考
			MWh	RO	RO	年	
1	圧縮空気の漏洩箇所の修理	電力	245	3,920	-	-	修理工事のため、投資額は考慮しない
2	エアブロー方法の改善	電力	92	1,450	2,000	1.4	
3	圧縮空気圧力の低下	電力	320	5,120	0	0	
4	照明の改善	電力	-	-	-	-	定量評価不可

(e) 診断から得られた知見

省エネ診断の実施結果から、省エネ対策について提案した内容を実施した場合の工場全体のエネルギー消費量に占める省エネポテンシャルは、以下に示すとおり 2.3%になる。

表 5-41 省エネ対策提案項目の省エネポテンシャル

エネルギーの種類	年間使用量(2011年)	年間削減量/削減率		年間節減額	投資額	投資回収期間	備考
		Nm ³ /kWh	%	RO	RO	年	
電力	28,008 MWh	657 MWh	2.3	10,490	2,000	0.19	電気料金単価 0.016RO/kWh

しかし、今回の省エネ診断では、時間的制約からすべてのユーティリティ設備を調査していないこと、定量化できない対策は記載しなかったこと、さらには業種固有の生産設備に関しては今回のような簡易な診断では対応できなかったため、抽出された省エネポテンシャルは比較的小さくなった。詳細な診断を行えば工場全体の省エネポテンシャルは、より多く発掘されるものと推定される。

(2) 植物油工場 B

(a) 施設概要

各種食用油を製造する工場であり、これらの製品を入れるプラスチック容器も製造している。

(b) エネルギー消費状況

本工場で使用されるエネルギーは、電力と天然ガスであるが、電力は、生産設備、空気圧縮機、冷凍機、照明等で使用され、また、天然ガスは食用油製造用で使用する蒸気を発生させるボイラで使用される。それらの年間使用量は以下のとおりである。

表 5-42 年間エネルギー使用量

年	電力 kWh	天然ガス使用量 Nm ³
2010	29,393,265	5,647,683
2011	33,125,345	7,400,151

また、電力と天然ガスの月毎使用量のトレンドグラフを以下に示す。

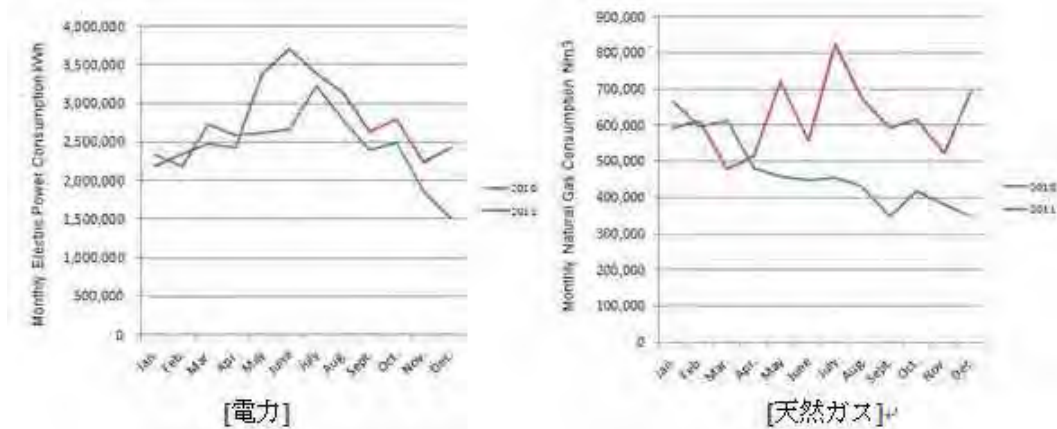


図 5-45 電力および天然ガスの月別使用量のトレンドグラフ

(c) 主要機器の電力消費パターン分析結果

本工場には、計装エア用の低圧空気圧縮機とペットボトル容器製造用の高圧空気圧縮機が合わせて 14 台あるが、その内の低圧空気圧縮機の 4 台について、データロガー、電流センサー、圧力センサーを使用して運転状況の計測を行った。

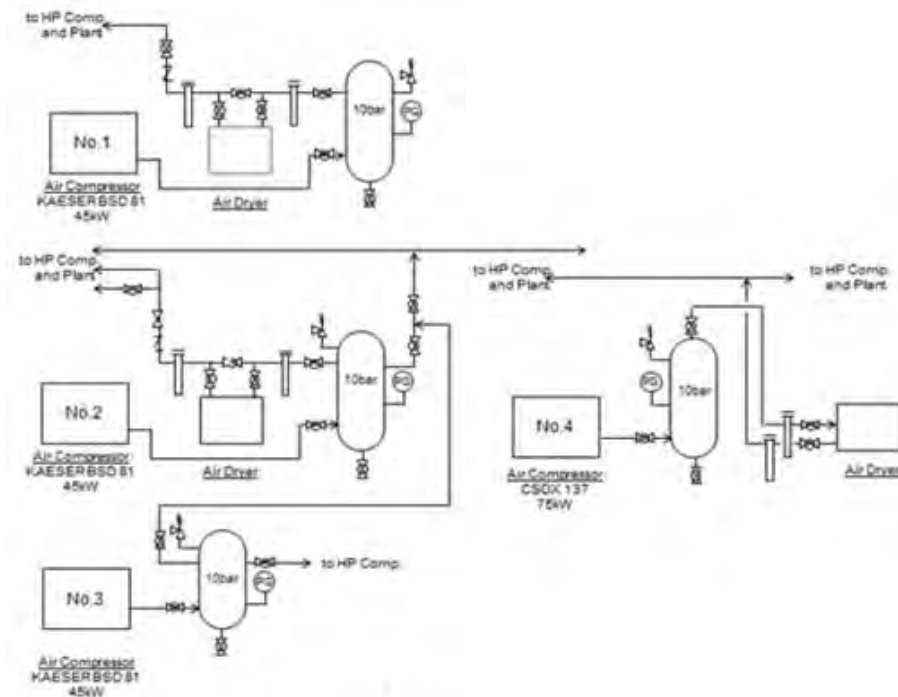


図 5-46 圧縮空気システムのフロー図（計測実施箇所）

計測結果を以下に示す。

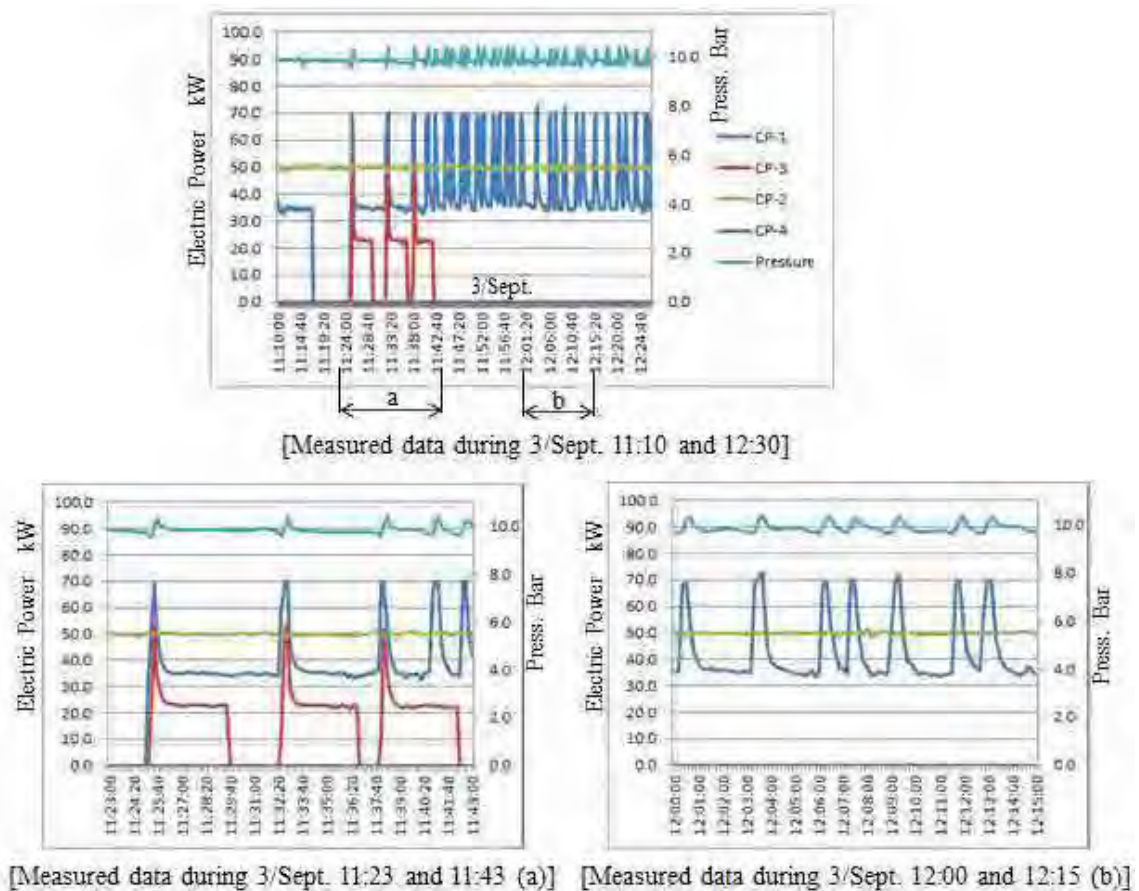


図 5-47 低圧空気圧縮機（4 台）の運転状況の計測結果（電力値および空気圧力値）

計測結果の解析による空気圧縮機の運転状況および運転改善内容は、次のとおりである。

- 低圧空気圧縮機は、各々の設定圧力により、ロード運転/アンロード運転/停止を行っている。なお、2 台の空気圧縮機が同時に起動する状況がある。
- 低圧圧縮空気の圧力は、約 10Bar である。この低圧圧縮空気の一部は、必要に応じて、プラットフォーム成形用の増圧空気圧縮機（圧力：10→40Bar）へ送られる。
- 高圧空気圧縮機（圧力：大気圧→40Bar）もあり、増圧空気圧縮機で昇圧される高圧空気の量は、低圧圧縮空気に比べて比較的少ないようである。そのため、増圧空気圧縮機の仕様に問題なければ、低圧圧縮空気の圧力低下で、電力使用量の削減を図ることができる。

(d) 適用可能な省エネ対策

省エネ診断の結果、省エネ対策として提案した内容は、以下のとおりである。

表 5-43 省エネ対策の提案内容

番号	項目	エネルギーの種類	削減量		投資額	投資回収期間	備考
			Nm3/MWh	RO	RO	年	
1	蒸気配管の非保温バルブ等の保温	天然ガス/工業用水	46,700 Nm3	956	2,000	2.1	ボイラ室内のみ
2	蒸気復水の回収	天然ガス/工業用水	-	-	-	-	定量評価不可
3	スチームトラップの定期点検、修理	天然ガス/工業用水	-	-	-	-	定量評価不可
4	計装用圧縮空気圧力の低下	電力	-	-	-	-	定量評価不可
5	圧縮空気の漏洩箇所の修理	電力	-	-	-	-	定量評価不可
6	照明の改善	電力	-	-	-	-	定量評価不可

(e) 診断から得られた知見

ボイラで使用する天然ガスについては、提案の項目の実施による省エネポテンシャルは、以下に示すとおり 0.6 %となる。しかし、この対策はボイラ室内に限定したものであり、その他の場所での同種の対策の実施、さらに、定量化できない項目もあり、実際の省エネポテンシャルはさらに大きいと推定される。

電力については、定量化できる項目はなかったが、各提案項目と今後の生産設備を含む省エネ対策を推進すれば、工場全体とすれば、数%の省エネポテンシャルはあると推定される。

表 5-44 省エネ対策提案項目の省エネポテンシャル

エネルギーの種類	年間使用量(2011年)	年間削減量/削減率		年間節減額	投資額	投資回収期間	備考
		Nm3/kWh	%	RO	RO	年	
天然ガス	7,400,151 Nm3	46,700 Nm3	0.6	957	2,000	2.1	天然ガス単価 0.0205 RO/Nm3
電力	33,125,345 kWh	-	-	-	-	-	電気料金単価 0.016 RO/kWh

(3) ガラスビン工場 C

(a) 施設概要

本工場は、工業団地内にあり、8 系列あるガラスビン製造ラインで、圧縮空気による発泡成形にて各種ガラスビンを年間 57,750 トン製造している。

(b) エネルギー消費状況

本工場で使用されるエネルギーは、電力と天然ガスであり、電力は、生産設備、空気圧縮機、冷凍機、照明等で使用され、また、天然ガスは原料ガラスの融解用で使用される。それらの年間使用量は以下のとおりである。

表 5- 45 年間エネルギー使用量

年	電力 kWh	天然ガス使用量 Nm3
2010	29,654,475	19,556,989
2011	28,430,836	18,646,399

なお、電力の約 30 %は、ガラスの発泡成形用および計装用の圧縮空気の空気圧縮機で使用されている。それらの空気圧縮機の設備容量は次のとおりである。

- ガラスの発泡成形用空気圧縮機
 - Ingersol Rand turbo compressor 350 kW×3
 - Atlas Copco turbo compressor 500 kW×2
 - Ingersol Rand screw compressor 90 kW×2
- 計装用空気圧縮機
 - Ingersol Rand screw compressor 110 kW×2

電力と天然ガスの月毎使用量のトレンドグラフを以下に示す。

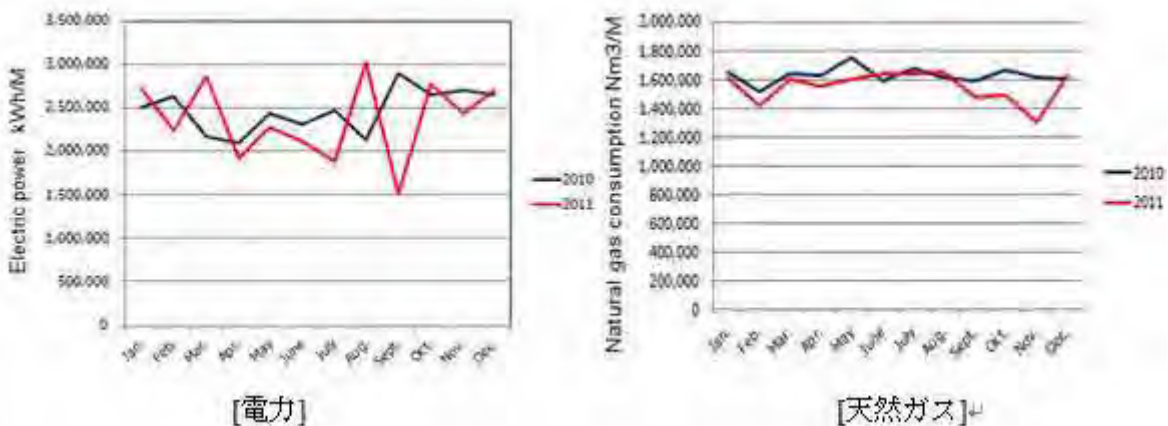


図 5- 48 電力および天然ガスの月毎使用量のトレンドグラフ

(c) 主要機器の電力消費パターン分析結果

以下のフロー図に示す空気圧縮機の全数について、計測を実施した。

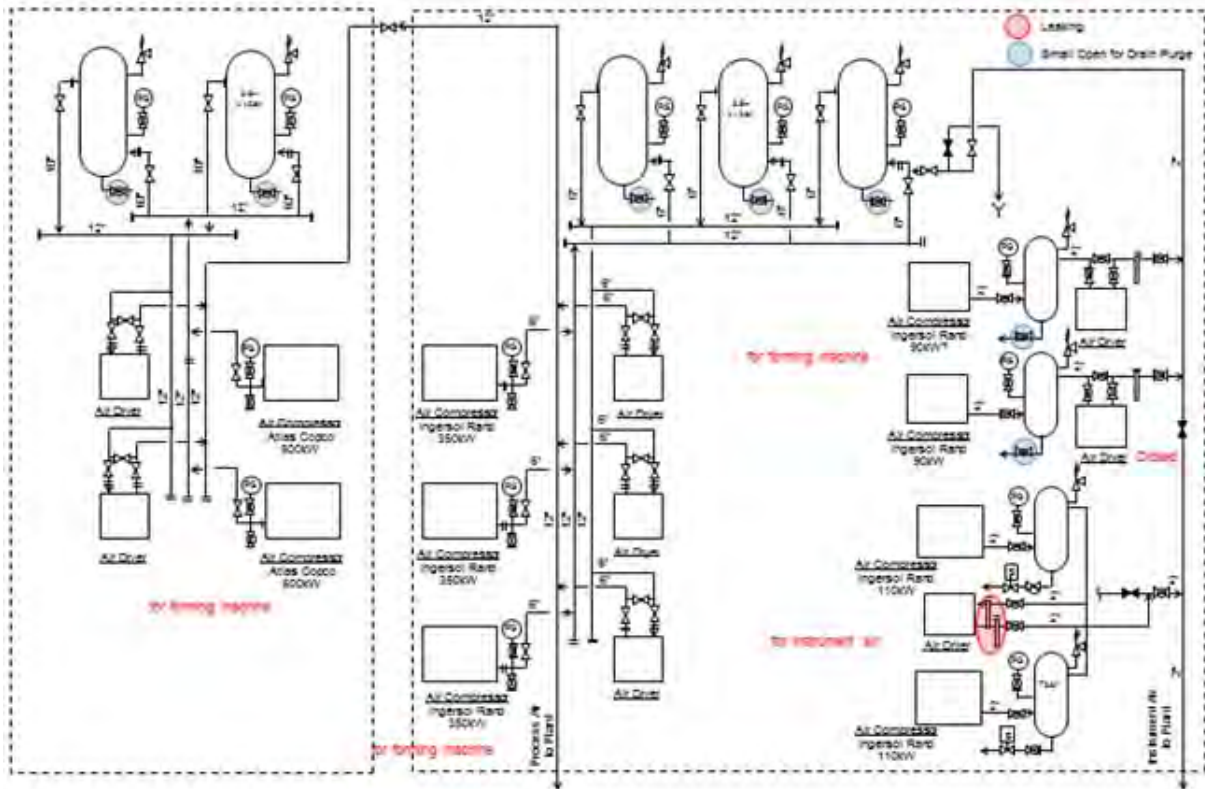


図 5-49 圧縮空気システムのフロー図

全数の空気圧縮機について、データロガー、電流センサーおよび圧力センサーを使用し、運転状況の確認のためのデータ採取を行った結果を以下に示す。

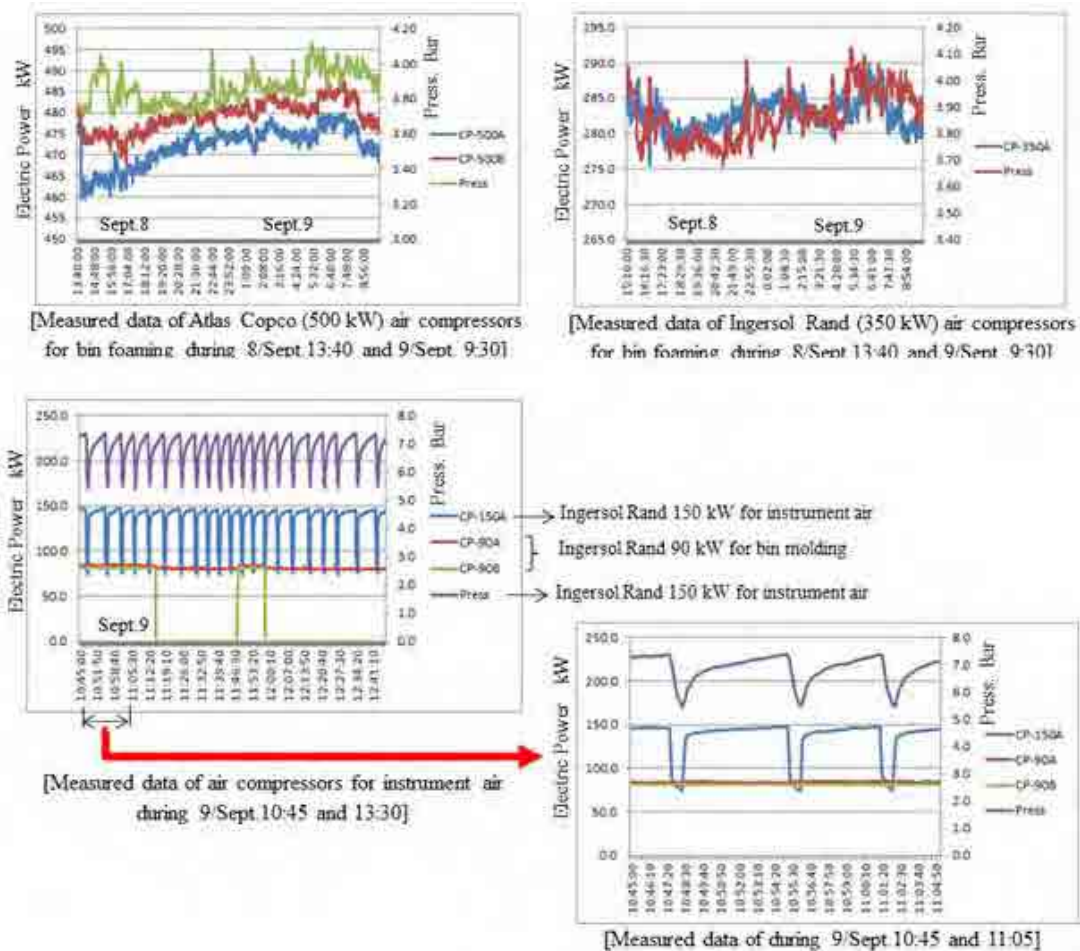


図 5-50 空気圧縮機（3 台）の運転状況の計測結果（電力値および空気圧力値）

計測結果の解析による空気圧縮機の運転状況および運転改善内容は、次のとおりである。

- ビンの発泡成形用の圧縮空気は、製造設備の操業状況に応じて、圧縮機の運転台数の変更で調整される。圧力が上がり過ぎた場合は、空気圧縮機スピルバック制御される。圧縮空気の圧力は、3.7～4.1Bar（運転管理値：3.6～4.1Bar）の範囲で変動している。そのため、以下の省エネ対策が考えられる。
 - 圧力制御システムの関係から、圧縮空気の必要圧力 3.5Bar に対して、平均圧力は高くなるので、必要圧力での一定運転が可能となる設備改善で、その分電力が削減される。
 - 圧力の上限（4.1Bar）を超えた場合、スピルバックで圧力調整されるが、その分、電力のロスとなっており、インバータ機の導入およびシステムの改善で大幅な電力が削減される。
- 計装用の圧縮空気については、2 台ある空気圧縮機の内 1 台が運転され、ロード運転とアンロード運転を繰り返している。なお、圧縮空気の圧力範囲は、5.5～7.0Bar である。

(d) 適用可能な省エネ対策

省エネ診断の結果、省エネ対策として提案した内容は、以下のとおりである。

表 5-46 省エネ対策の提案内容

番号	項目	エネルギーの種類	削減量		投資額	投資回収期間	備考
			MWh	RO	RO	年	
1	製ビン機用エアコンプレッサーシステムの改善	電力	880	14,100	400,000	28	投資回収年が長いため、設備の老朽化更新時に対策を検討
2	圧縮空気の漏洩箇所の修理	電力	31	500	0	0-	修理工事のため、投資額は考慮しない。
3	エアトラップの設置	電力	-	-	-	-	定量評価不可
4	照明の改善	電力	-	-	-	-	定量評価不可

(e) 診断から得られた知見

提案項目の実施による工場全体の電力における省エネポテンシャルは、以下に示すとおり 3.2%となる。

表 5-47 省エネ対策提案項目の省エネポテンシャル

エネルギーの種類	年間使用量 (2011年)	年間削減量/削減率		年間節減額	投資額	投資回収期間	備考
		kWh	%	RO	RO	年	
電力	28,430 MWh	911	3.2	14,600	400,000	27	電気料金単価 0.016RO/kWh

セラミック工場 A と同様に、今回診断にて抽出された省エネポテンシャルは比較的小さかったが、詳細な診断を行えば工場全体の省エネポテンシャルは、より多く発掘されるものと推定される。

なお、最も大きい項目である“製ビン機用エアコンプレッサーシステムの改善”については、電力料金が安い (0.016RO/kWh) こともあり、投資回収期間が 28 年と長い。将来的な設備の老朽化更新の時期に合わせて実施を検討することが現実的である。

(4) ショッピングモール A

(a) 施設概要

マスカット最大規模のショッピングモールであり、旧モールが 2001 年 10 月にオープン、2007 年に東ウイングと西ウイングの増床が行われ、現在の平面プランとなっている。地上 2 階建、1 階と 2 階に屋内駐車場があり、電気室や熱源機械室は別棟配置である。

150 程度の小売店舗と大型スーパーマーケットが入居し、フードコートも併設され、営業時間は 10 時～22 時、金曜と土曜が休館日である。

ショッピングモール最大の電力消費機器は空調の熱源システムであるが、同システムはターボ冷凍機 850 USRT×5 台で構成、冷水 2 次ポンプはモール内にあるスーパーマーケット系統とその他系統の 2 系統に分割設置されている。

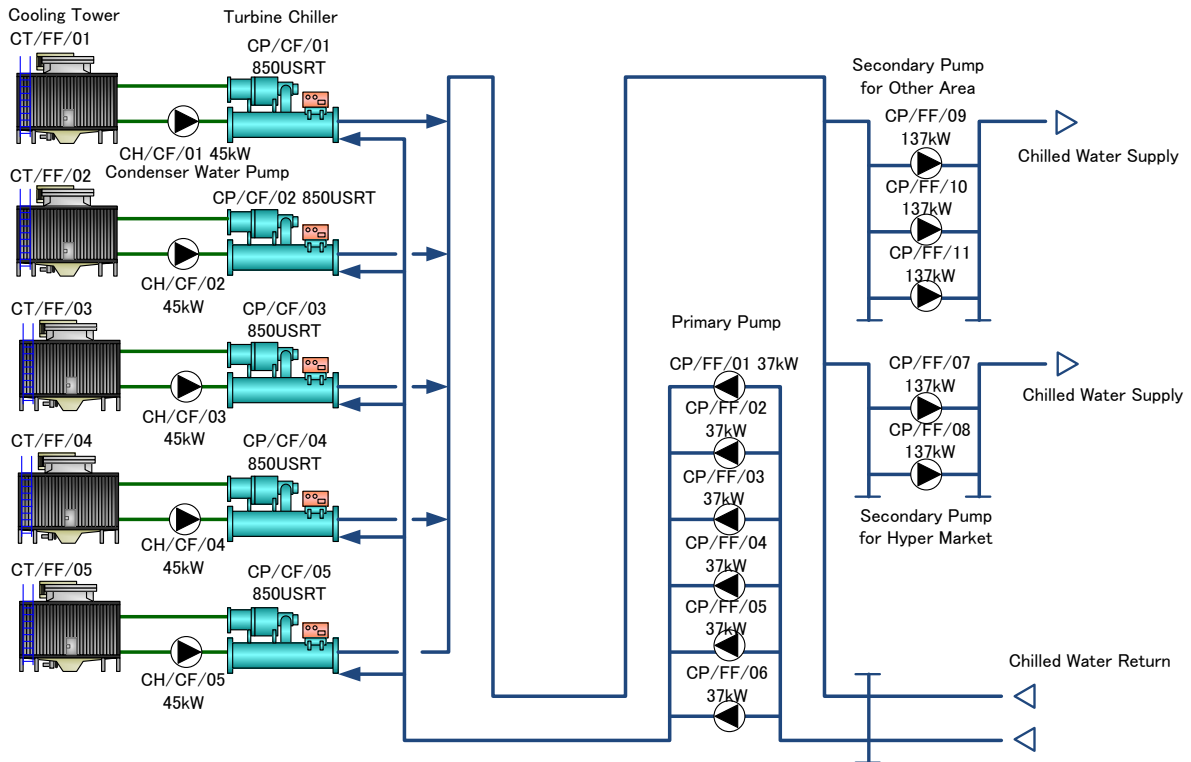


図 5-51 熱源システムダイヤグラム

(b) 主要機器の電力消費パターン分析結果

熱源系統サブ変圧器（5 系統）を対象に、10 秒毎の電力量を計測した。計測結果を以下に示す。850 USRT 規模のチラー電力が約 600 kW のため、営業時間帯は TR1 で 1 台、TR2 で 2 台の計 3 台のチラーが運転していることがわかる。また、夜間は 1,000kW 相当のベース電力が見られ、チラーが 400 kW 程度、その他は TR4 と TR5 のポンプ、照明への電力供給である。

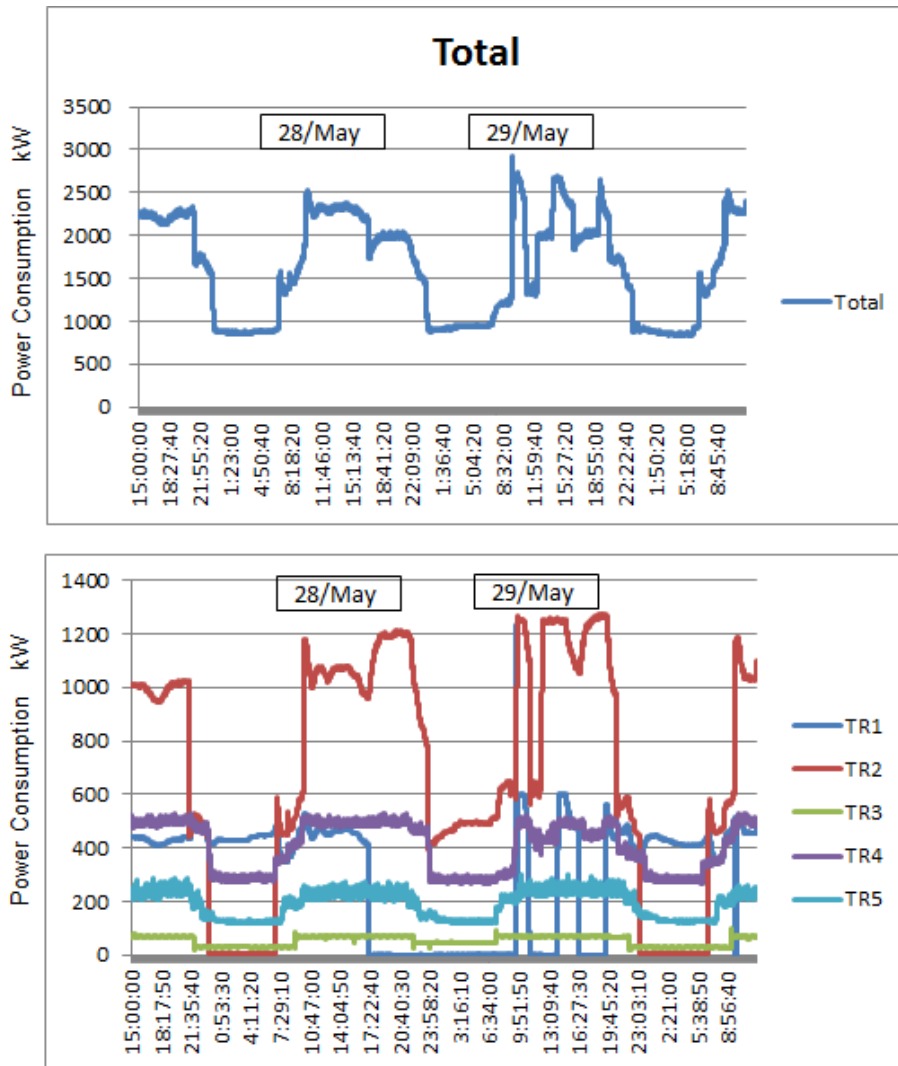


図 5-52 チラーシステムの電力計測結果

以下の図は 2012 年 5 月 27 日 15:00~29 日 12:00 までの各 TR 時刻別電力量を表している。2012 年 5 月 28 日における日電力量は 25,200 kWh であった。夜間にチラー 1 台のみ継続運転することで、営業開始時の空調負荷軽減を図っている。

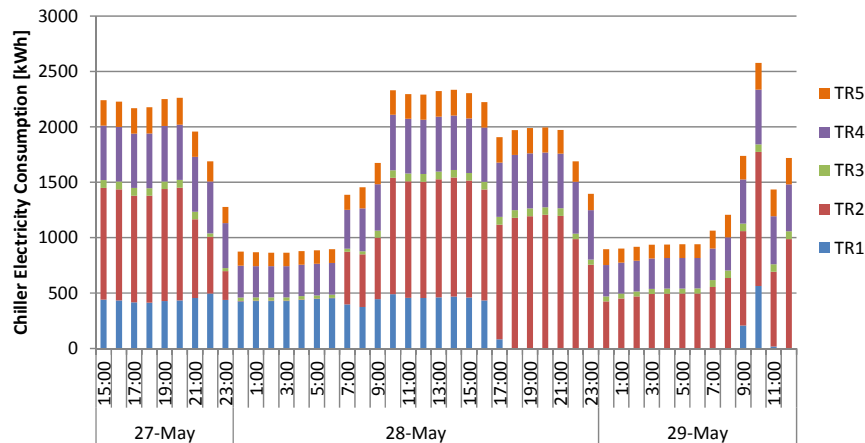


図 5-53 チラー系統時刻別電力量

(c) 適用可能な省エネ対策

省エネ診断の結果、適用可能な省エネ対策として以下のとおり提案された。

表 5-48 適用可能な省エネ対策 提案項目

項目	省エネ対策	年間削減量		投資金額 (参考)	投資回収 期間 (参考)	備考
		kWh	RO	RO	年	
チラー	冬場の冷水温度アップ (6→9℃)	103,900	2,078	None	None	チラーの推定電力消費量を使用して計算
	VWV システムの導入 (低負荷対策)	Insufficient info.				
	インバーターボチラーの導入	1,849,800	39,996	1,600,000	43	チラーの推定電力消費量を使用して計算 既設チラーの更新を計画中
	冷水ポンプへのインバーターコントロールシステムの導入	Insufficient info.				
AHU	CO2 コントロールシステムの導入による外気取り入れ量の削減 (AH/R/09 Main mall grid)	Insufficient info.				
照明	LED 照明への取り換え	104,200	2,084	101,000	48.5	

注：電気料金は 0.02 RO/kWh とした。

(d) 診断から得られた知見

診断結果から以下の知見が得られた。

- ターボ冷凍機および関連ポンプ類の主要機器に対する電力量計測により、営業時間

内はターボ冷凍機3台運用、1台当り運転負荷率80%以上であることを確認した。これは、冷房需要に対して、適正な冷凍機の運転台数であり、運転効率が高いことを示す。

- 営業時間外（夜間）では、冷凍機1台とポンプ類の運転により1,000kW弱の電力消費が見られ、夜間の空調エリア限定や空調温度の緩和などによる省エネ実施が考えられる。
- 省エネ対策提案では、高効率インバータ式ターボ冷凍機への更新（25%程度の電力量削減）が最も期待される。既設冷凍機は更新時期に入り、施設管理側も順次更新を計画している。
- 既設冷凍機では外気温が低い12月～2月に冷水設定温度を7℃から9℃に緩和して7%程度の電力量削減、照明では店内共用通路および駐車場に設置された蛍光灯からLED器具への更新により35%程度の照明電力量の削減が期待できる。

(5) ホテル B

(a) 施設概要

海岸に面した敷地に、280の客室や大小の会議室・宴会場をもつ大型ホテルであり、竣工後15年が経過している。

ホテル最大の電力消費機器は空調の熱源システムであるが、熱源は空冷チラーユニットが5台設置されており、昼間の日射と高温外気に伴う能力低下を防ぐため、現場独自の滴下式水冷器と大型ファンによるチラー吸込み空気の冷却、吸込み口に対するサンシェードの対策が施されている。温熱源として蒸気ボイラが設置されており、給湯タンクとランドリーへ蒸気供給を行っている。その他、全館にわたりAHUが38台、ファンコイルユニット780台程度が設置されている。

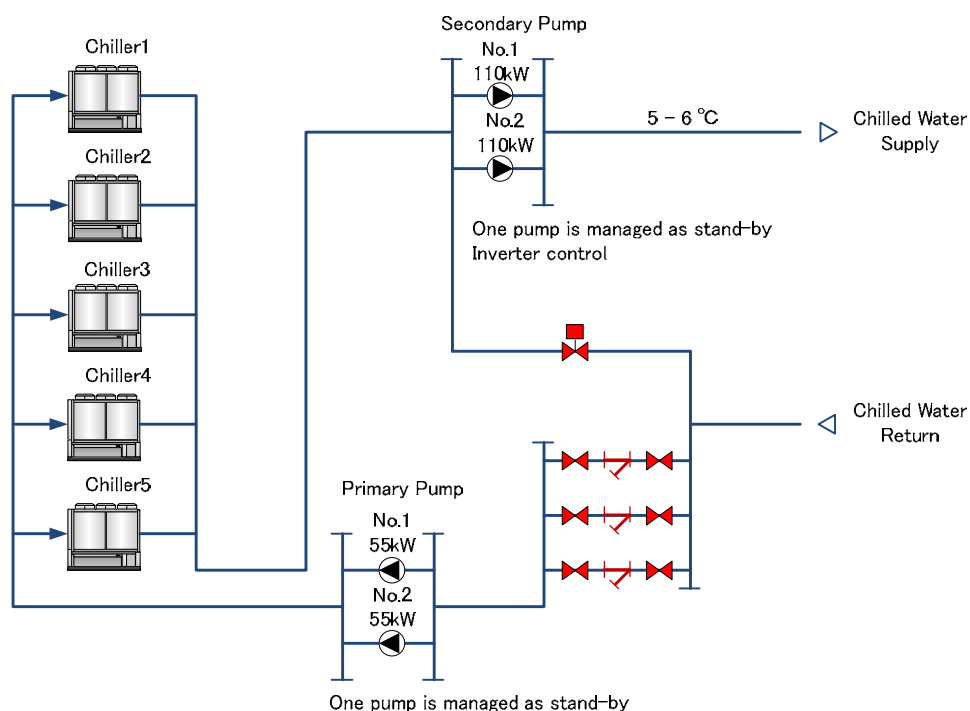


図 5-54 熱源システムダイアグラム

(b) 主要機器の電力消費パターン分析結果

熱源系統サブ変圧器（5系統）を対象に、10秒毎の電力量を計測し、結果を以下に示す。2012年6月3日昼間にピーク電力1,600kW、夕方にも1,600kW超えを記録しており、夕方は宴会場に稼働状況に伴い電力消費が左右されるものと考えられる。また、昼夜間問わずチラーを運転している状況が確認でき、夜間でも800kW程度の電力消費がある。

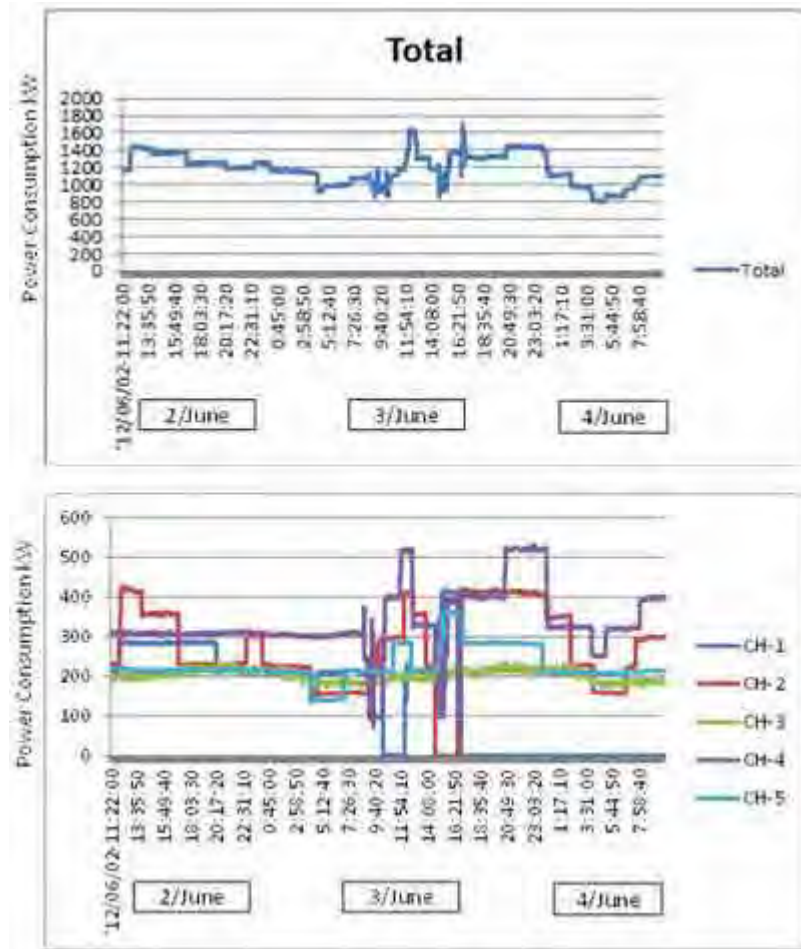


図 5-55 チラー系統の電力計測結果

以下の図は、2012年6月2日12:00～4日9:00までの系統別時刻別電力量を表している。3日における日電力量は29,000kWhであった。夜間でもチラー3～4台の電力消費があり、昼間ピークと夜間の差が少ない、フラットな電力消費傾向が見られる。

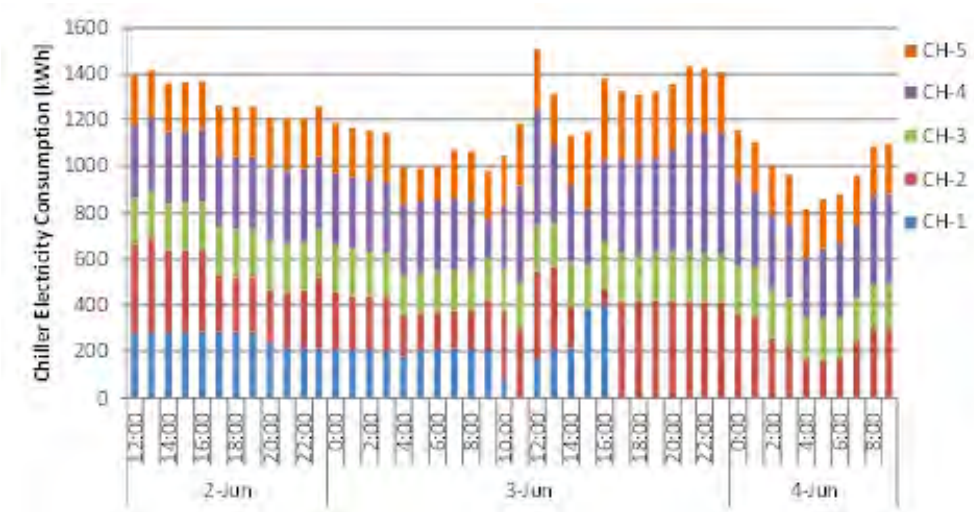


図 5-56 チラー系統時刻別電力量

(c) 適用可能な省エネ対策

省エネ診断の結果、適用可能な省エネ対策として以下のとおり提案された。

表 5-49 ホテル B における省エネ対策 提案項目

項目	省エネ対策	年間削減量		投資金額 (参考)	投資回 収期間 (参考)	備考
		kWh	RO	RO	年	
チラー	冬場の冷水温度アップ (6→9℃)	232,000	1,160	None	None	チラーの推定電力消費量を使用して計算
	VWV システムの導入 (低負荷対策)	Insufficient Info.		32,500		
	空冷チラーの水冷チラーへの取り換え (COP 改善)	Insufficient Info.		Insufficient Info.		
	宴会場への CO2 制御システムの導入	25,400	508	11,250	22	チラーの推定電力消費量を使用して計算
AHU	ロビーへの変風量システムの導入 (夜間の風量低減)	52,000	102	6,250	6	チラーの推定電力消費量を使用して計算
蒸気設備	非保温バルブの保温	880 kg-LPG		150		
	スチームトラップの定期点検	-	-	-		
	高効率ボイラへの取り換え		-	-		ボイラ効率: : Min.5% up

注：電気料金は 0.02 RO/kWh とした。

(d) 診断から得られた知見

診断結果から以下の知見が得られた。

- 空冷チラーおよび関連ポンプ類の電力量計測から、昼夜問わず4～5台のチラー運転が見られ、特に5台運用時にはチラー運転効率が低いことが懸念される。冷水需要に対して適正なチラー運転台数を選択する熱源制御の導入が有効であると考えられる。
- 省エネ対策としては、空冷チラーの冷水設定温度の緩和（7℃から9℃）が7%程度の電力量削減が最も優先される。
- AHUでは、ロビー系統が24時間、宴会場系統がほぼ毎日4時間の空調使用があり、これら稼働率が高い対象空調機への省エネ対策が効果的である。
- ロビー系統AHUには送風量可変制御の導入、宴会場系統空調機にはCO2濃度検出による外気取入れ量制御が有益な省エネ対策と考えられる。

5.4.3 電力消費計測の結果

(1) PAEW オフィス

(a) 施設概要

PAEWが入居しているオフィスは雑居ビル内にあり、今回計測対象エリアは、延床面積350m²の空間に通常15-20人程度が働いている。

空調はすべてパッケージエアコンであり、建物屋上に集中して屋外機を設置している。屋外機と屋内機が1対1で構成されている個別パッケージエアコンであり、ノンインバータ仕様である。「オ」国の電力契約方式として、各テナントは個別に配電会社と契約できることもあり、電力消費量が明確に課金できるパッケージエアコンが多く使用されていると想定される。

表 5- 50 PAEW オフィスの概要

占有フロア		3 rd floor
占有床面積		350 m ²
職員数		30
分電盤		2 for lighting & power receptacle 2 for air conditioner on the roof
照明	器具	600 square base lighting, Fluorescent lamp 3,800 lm/Fixture, 130 W/Fixture, 29 lm/W
	照度	Desk: 500-700 lx, Corridor: 300-400 lx
空調		9 package air conditioners, non-inverter type



オフィスの様子



屋外機置場の様子

図 5-57 オフィスの状況

(b) 電力消費分析

(i) 計測ポイント

計測エリアはエントランス (ENT) とエクステンション (EXT) に分けられて課金されており、1 階受変電室の結線状況から計測ポイントは、ENT：空調、照明・コンセント、全体の 3 ポイント、EXT：全体の 1 ポイントとした。オフィスの平面図、および計測ポイントは以下のとおりである。

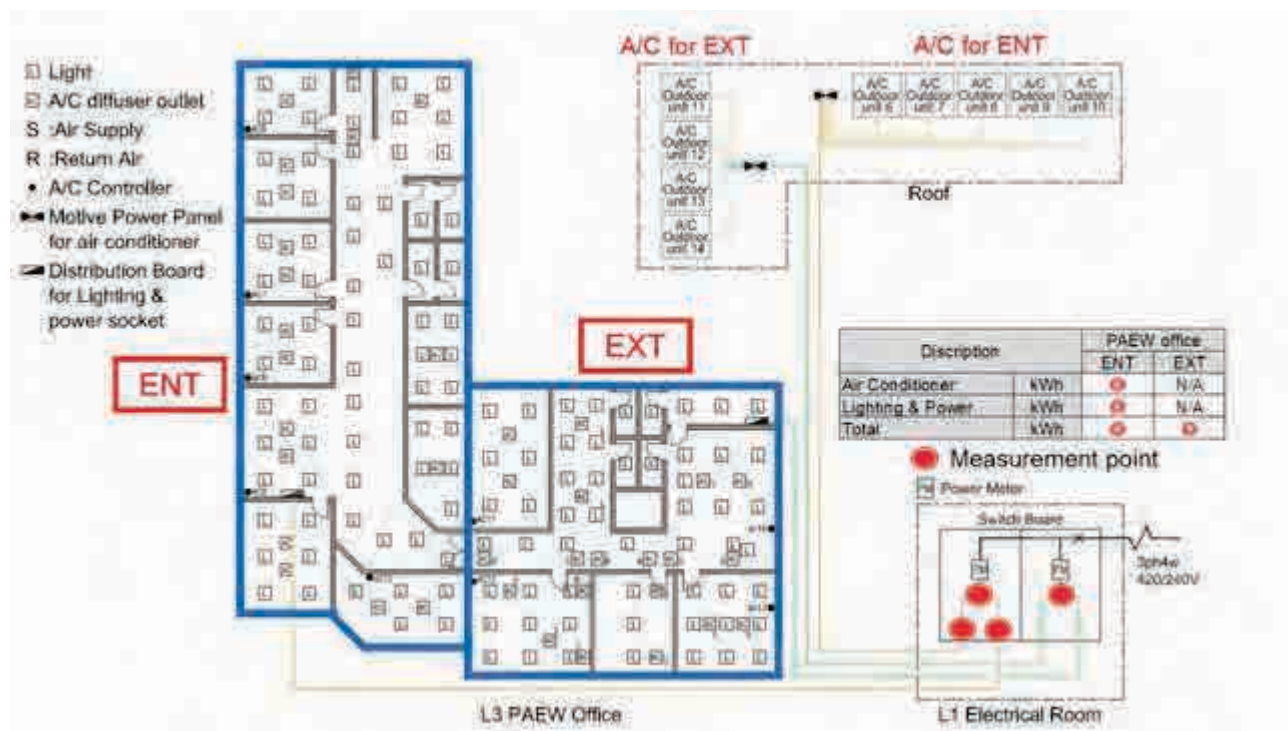


図 5-58 オフィス平面図および計測ポイント

(ii) 電力計測結果

電力計測は 2012 年 5 月 20 日 (日) から 6 月 4 日 (月) のおおよそ 2 週間実施した。ENT エリアは空調システムと照明・コンセントシステムの 2 つに分けて計測したことで、負荷の電力使用割合が算出できた。この結果、空調 69%、照明・コンセント：31%と空調の電力使用割合が大きいことがわかった。

さらに ENT エリアの期間中の照明消費電力を机上計算した結果、819 kWh (= 0.13kWh x 70 fixtures x 10 hours x 12 days x 0.75 (照明需要率: 75%))と計算され、照明とコンセントの電力消費は、およぼ 2:1 の割合となること想定される。

要約すると、負荷の電力使用割合は空調 69%、照明 20%、コンセント 11%と考えられる。

表 5- 51 電力消費量の計測結果

Discription			PAEW office			
			ENT (May 20 - June 4)		EXT (May 20 - May 27)	
Power consumption	Air Conditioner	kWh	2843	69%	N/A	N/A
	Lighting & Power	kWh	1248	31%	N/A	N/A
	Total	kWh	4091	100%	1262	100%
	Grand Total	kWh	5354			

次に、日別の電力消費量に着目してみた。全体の電力消費量に関して平日は概ね 450 kWh/日から 500 kWh/日であった。スタッフは木曜日と金曜日が休日であるが、休日でも若干の電力消費があることがわかる。これは休日を利用した工事やスタッフの休日出勤の可能性はある。

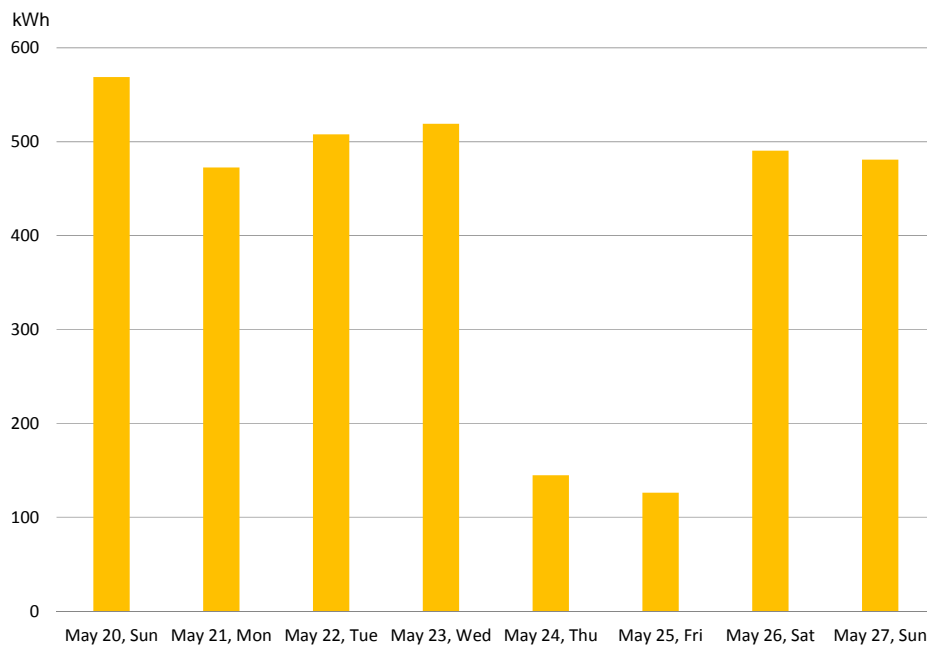


図 5- 59 日別の電力消費量

さらに、2012 年 5 月 21 日（月）から 25 日（金）にかけての時間別電力消費量を以下に示す。2012 年 5 月 21 日と 24 日の深夜に電力負荷があることがわかる。2012 年 5 月 24 日は昼間の営業時間から継続的に 25 日まで空調電力が消費されており、一部空調の消し忘れによる可能性がある。

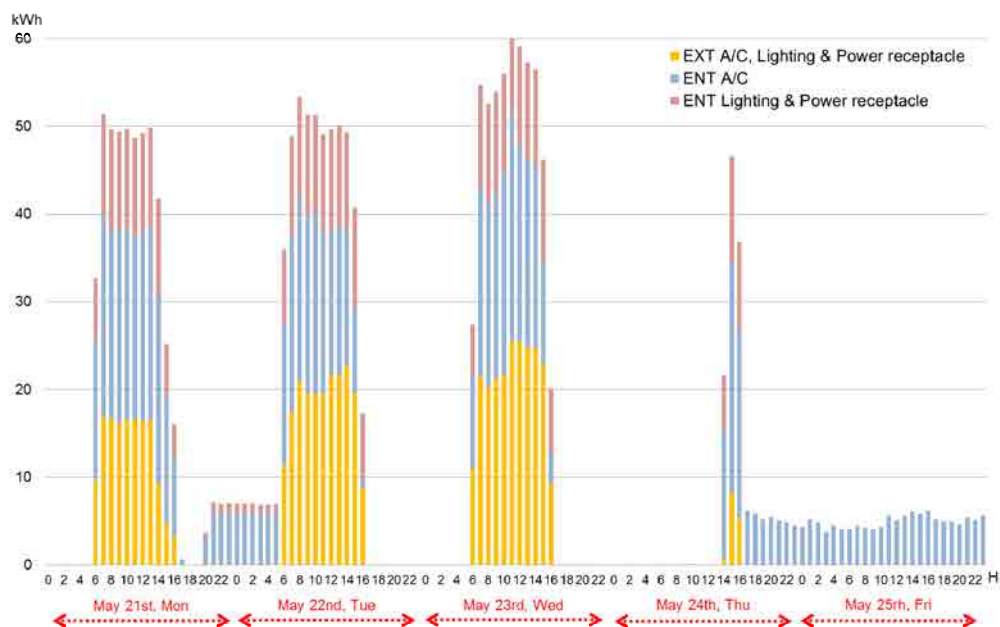


図 5- 60 時間別の電力消費量

(iii) 照明の計測

オフィスおよび通路の照明はアルミルーバ付蛍光灯照明器具が設置されているが、計測の結果、平均照度は机上で 500-700 lx、通路で 300-400 lx 程度であった。日本の照度基準と比較すると通路は明るい。

また、照明器具に表示されていた光束および計測した消費電力から、蛍光灯 1 台あたり 29 lm/W であることがわかった。日本で一般的に使用されている高効率蛍光灯の効率 100 lm/W と比較すると低い。

(2) 住宅 A

(a) 基本情報

住宅 A はマスカットに位置しており、延床面積 300 m² に 1 家族 6 人が住んでいる。基本情報は以下のとおりである。



図 5- 61 住宅 A の外観

表 5- 52 住宅 A の基本情報

Address	Boucher
No of Families	1
No of Persons	6
Housing	2 Stories House Reinforced concrete without insulation Single Window Glass
Total Floor Area	300m ²
No of Distribution Board	2 (for each floors)
No of Rooms	4 Bed Rooms 3 Living Rooms 1 Kitchen
Electric Appliance	9 Air Conditioners, setting temperature 16°C 8 Water Heaters 1 Refrigerators 2 TV Sets

(b) 電力消費分析

電力計測は 2012 年 5 月 21 日（月）から 6 月 4 日（月）の 2 週間実施した。2 週間の電力消費量の合計は 1,640 kWh であった。日別の電力消費量に着目してみると、電力消費量は最少で 80 kWh/日、最大で 140 kWh/日であり、日によってバラつきがある。

さらに、電力消費量が大きい日に着目すると、いずれも電力消費量のピークは深夜に発生していることがわかる。これはある時間帯までリビングで家族が過ごしていて、就寝のために個室に戻ることで多くの部屋でパッケージエアコンを一斉に ON することが原因と考えられる。

一方で、リビングルームに温度ロガーを設置して室内温度を計測したところ、設定温度が 16°C であるのに対して、実際の室内温度は常時 30°C から 35°C であり、設定温度に対する応答が悪く、パッケージエアコンの能力が不足している可能性がある。

日別の電力消費量、および計測期間中に電力消費量が大きかった日の電力消費量と室内・室外温度の関係を示したグラフは以下のとおりである。

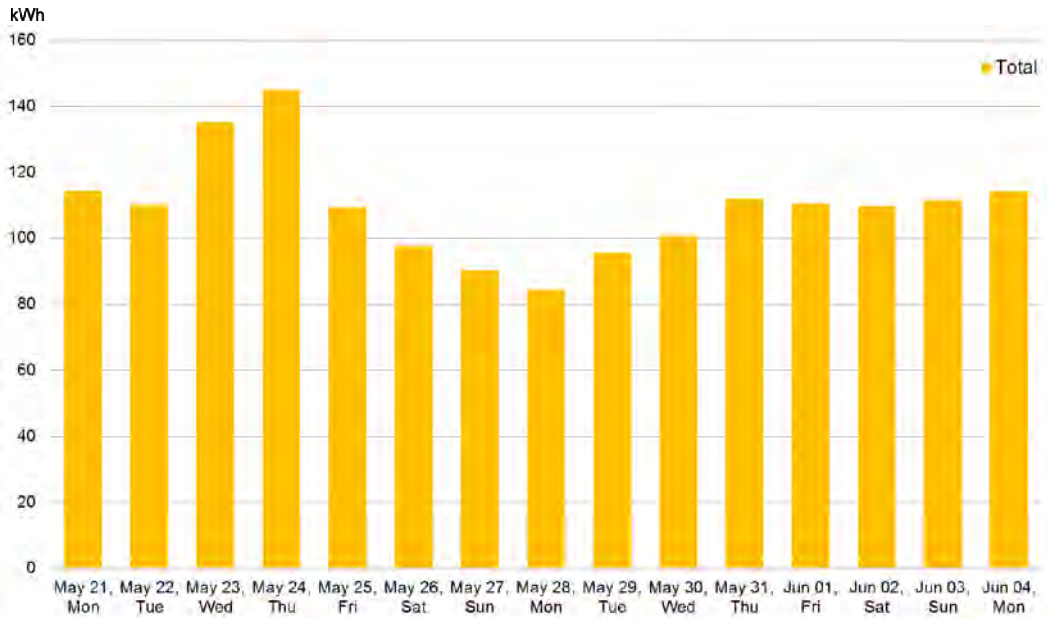


図 5-62 住宅 A 日別の電力消費量

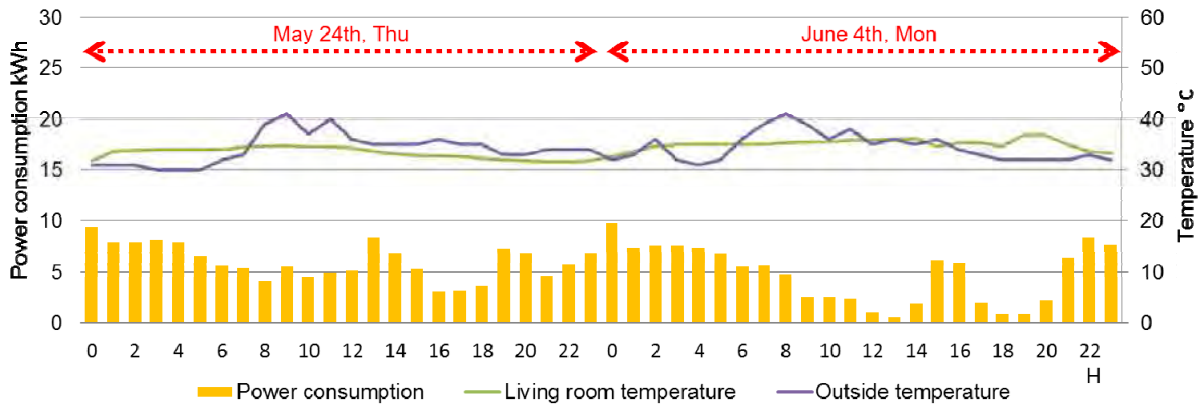


図 5-63 住宅 A 時間別の電力消費量、室内温度、外気温度の関係

(3) 住宅 B

(a) 基本情報

住宅 B はマスカットに位置しており、延床面積 600 m² に 3 家族 14 人が住んでいる。基本情報は以下のとおりである。



図 5-64 住宅 B の外観

表 5-53 住宅 B の基本情報

Address	Ghvbra
No of Families	3
No of Persons	14
Housing	3 Stories House Reinforced concrete without insulation Double Window Glass
Total Floor Area	600m ²
No of Distribution Board	4 (for each floors, penthouse and kitchen)
No of Rooms	19 Bed Rooms 1 Living Rooms 2 Kitchens
Electric Appliance	12 Air Conditioners, setting temperature 16-18°C 10 Water Heaters 7 Refrigerators 4 TV Sets

(b) 電力消費分析

電力計測は 2012 年 5 月 21 日（月）から 6 月 4 日（月）の 2 週間実施した。2 週間の電力消費量の合計は 6,746 kWh である。日別の電力消費量に着目してみると、電力消費量は最少で 350 kWh/日、最大で 500 kWh/日であり、日によってバラつきがある。

さらに、電力消費量が多い日の電力消費量に着目すると、いずれも電力消費量のピークは日中と夜間から深夜に発生していることがわかる。住宅 B は住人が多いことから日中にピークが発生するのと、夜間から深夜はある時間帯までリビングで家族が過ごしていて、就寝のために個室に戻ることで多くの部屋でパッケージエアコンが一斉に ON することが原因と考えられる。また電力消費量と温度の関係に着目すると、電力消費量は概ね外気温度と比例しており、このことからパッケージエアコンが電力消費量に大きく影響していることがわかる。

一方で、リビングルームに温度ロガーを設置して室内環境を計測したところ、設定温度が 16°C から 18°C であるのに対して、実際の室内温度は 30°C 前後であり、設定温度に対する応答が悪く、パッケージエアコンの能力が不足している可能性がある。

日別の電力消費量、および計測期間中に電力消費量が大きかった日の電力消費量と室内・室外温度の関係を示したグラフは以下のとおりである。

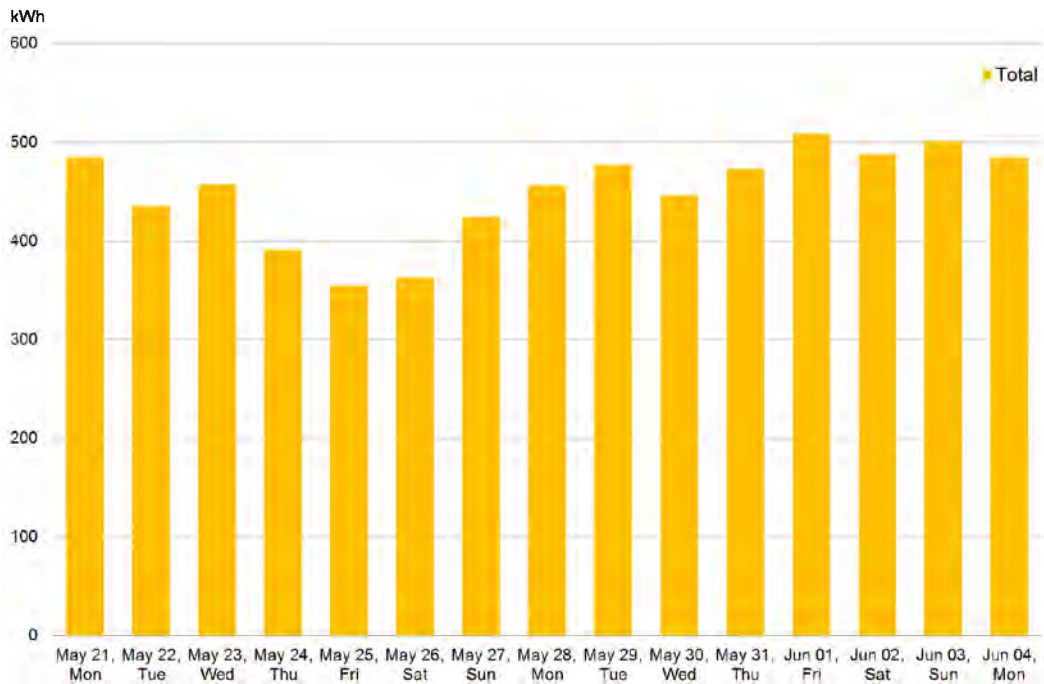


図 5-65 住宅 B 日別の電力消費量

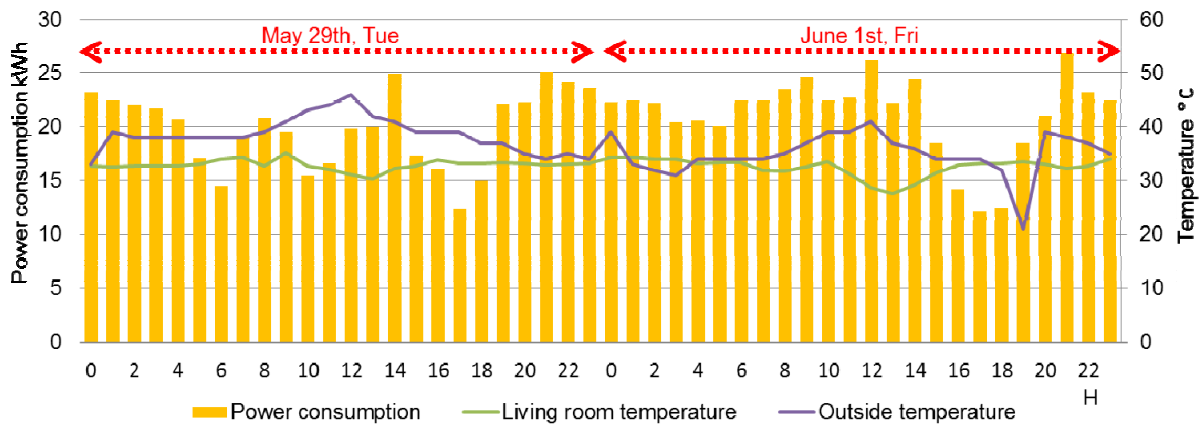


図 5-66 住宅 B 時間別の電力消費量、室内温度、外気温度の関係

(4) 住宅 C

(a) 基本情報

住宅 C はマスカットに位置しており、延床面積 300 m² に 1 家族 11 人が住んでいる。基本情報は以下とおりである。



図 5- 67 住宅 C の外観

表 5- 54 住宅 C の基本情報

Address	Alaathiba
No. of Families	1
No. of Persons	11
Housing	3 Stories House Reinforced concrete without insulation Single Window Glass
Total Floor Area	300m ²
No of Distribution Board	3 (for each floors)
No. of Rooms	10 Bed Rooms 2 Living Rooms 1 Kitchen
Electric Appliance	13 Air Conditioners, Setting temperature at daytime: 17°C, at nighttime: 18-19°C 11 Water Heaters 4 Refrigerators 2 TV Sets

(b) 電力消費分析

電力計測は 2012 年 5 月 21 日（月）から 6 月 4 日（月）の 2 週間実施した。2 週間の電力消費量の合計は 2,376 kWh である。日別の電力消費量に着目してみると、電力消費量は最少で 120 kWh/日、最大で 170 kWh/日であり、日によってバラつきがある。

さらに、電力消費量が多い日の電力消費量に着目すると、いずれも電力消費量のピークは深夜に発生していることがわかる。住宅 A、B 同様、ある時間帯までリビングで家族が過ごしていて、就寝のために個室に戻ることで多くの部屋でパッケージエアコンが一斉に ON することが原因と考えられる。

一方で、リビングルームに温度ロガーを設置して室内環境を計測したところ、設定温度が 16°C から 19°C であるのに対して、実際の室内温度は 26°C から 30°C 程度で、設定温度に対する応答は他の住宅と比較するとよい。

日別の電力消費量、および計測期間中に電力消費量が大きかった日の電力消費量と室内・室外温度の関係を示したグラフは以下のとおりである。

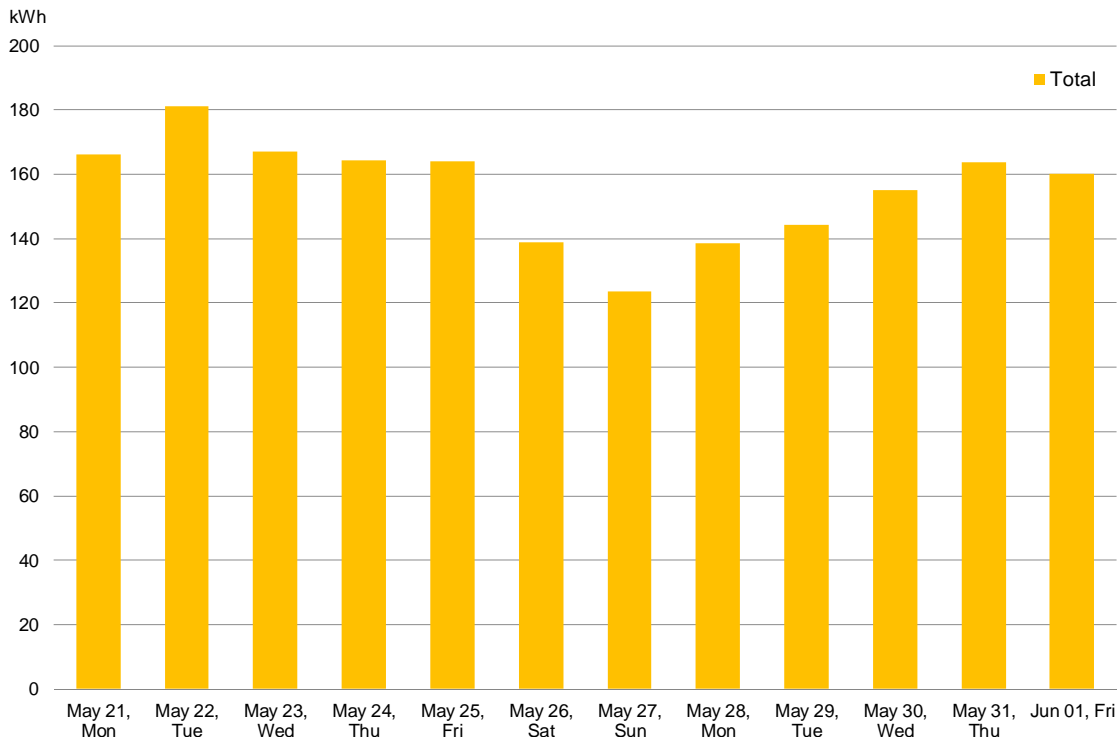


図 5-68 住宅 C 日別の電力消費量

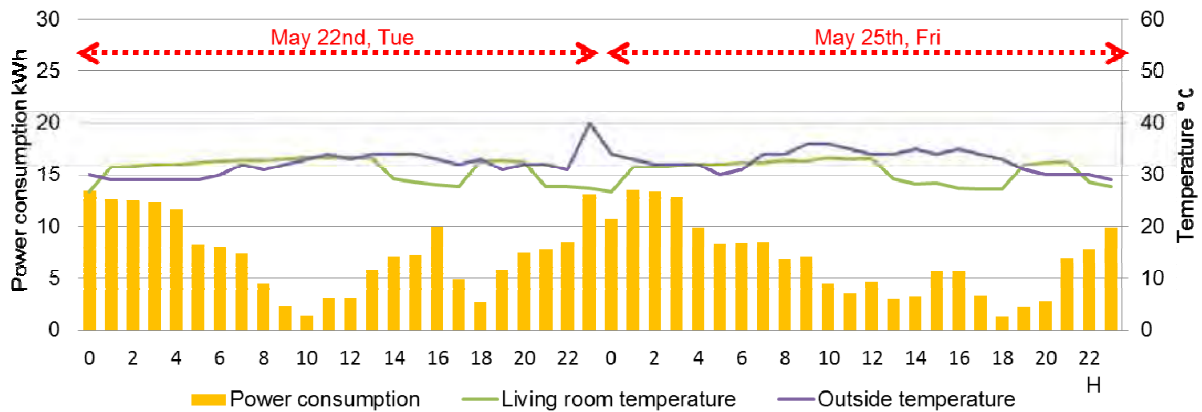


図 5-69 住宅 C 時間別の電力消費量、室内温度、外気温度の関係

(c) 冬場での電力使用量計測

夏場と冬場の電力使用量を比較するため、冬場の 2012 年 12 月 3 日から 12 月 8 日の間に住宅 C において電力使用量の計測を行った。その計測結果を夏場の計測結果と比較して、以下に示す。

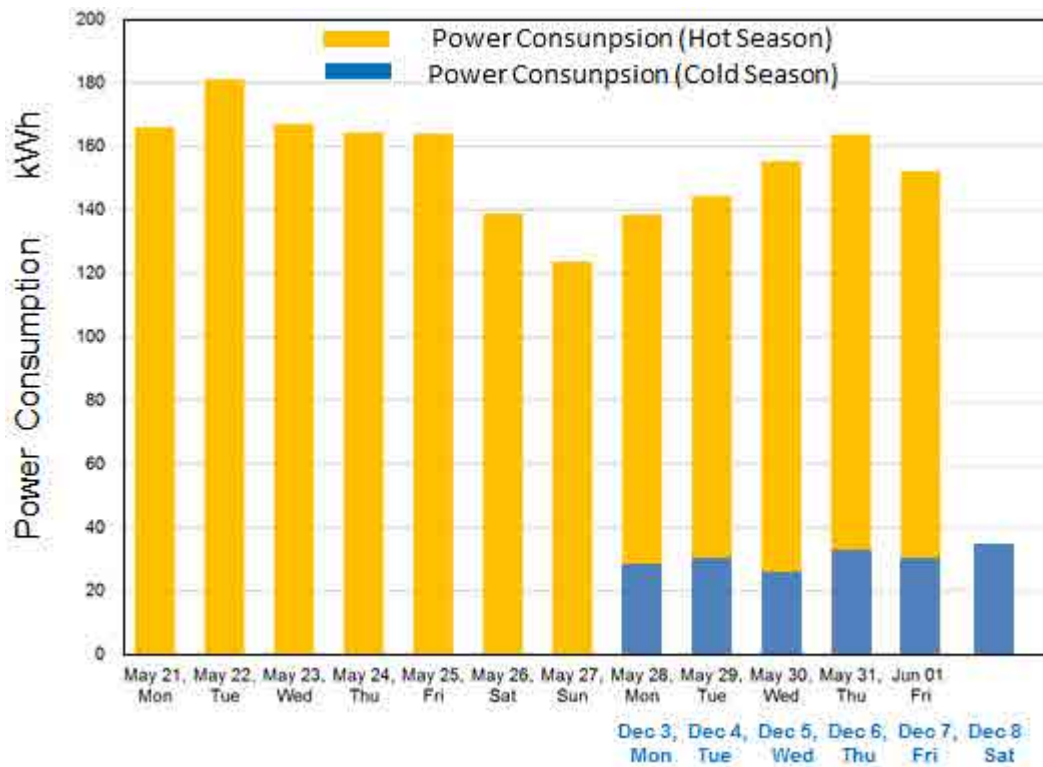


図 5-70 住宅 C 夏場と冬場の時間毎の電力使用量

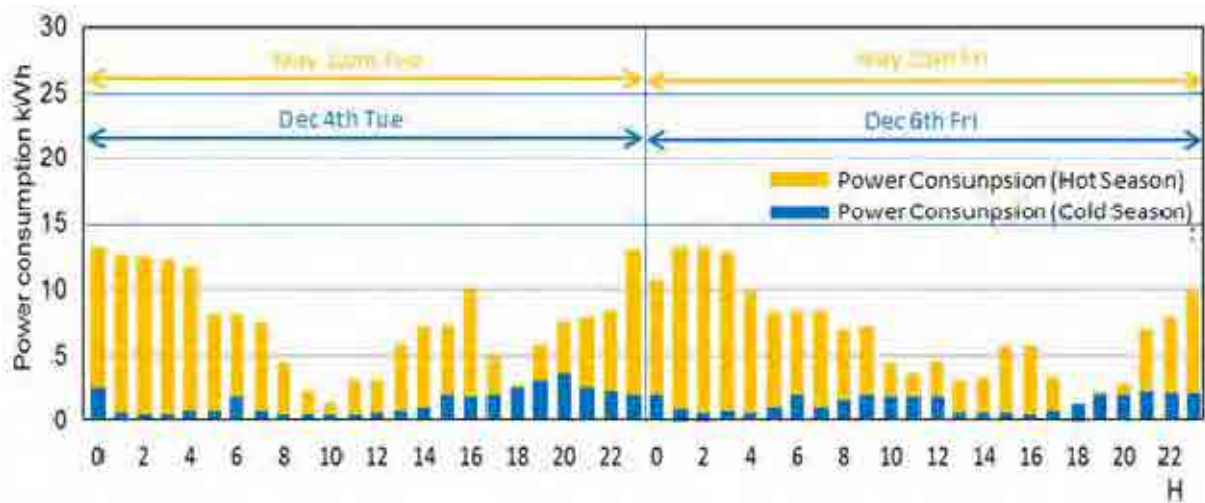


図 5-71 住宅 C 夏場と冬場の時間毎の電力使用量

夏場、冬場の電力使用量をを比較すると、冬場の電力使用量は、夏場の約 20 %である。夏場と冬場の電力使用量の差は、空調によるものが主な理由であり、住宅 C の場合は、夏場には約 80 %の電力が空調用として使用されていると推定される。

(5) 住宅の計測結果まとめ

(a) 日本の住宅との比較

住宅 A、B および C の計測結果をまとめ、日本の平均的な住宅との比較検討を行った。世帯単位では8月の日本の平均的な電力消費量と比較して10倍程度になっている。ただし、住宅の延床面積が異なっていることから世帯単位での比較では安易に評価できない。そこで、床面積に対する1ヶ月の電力消費量、および1人あたりの月間電力消費量で比較してみたところ、日本のケースの4倍程度であり、やはり「オ」国の住宅の電力消費が大きいという結果となった。

表 5- 55 計測結果のまとめ

Description			Residence				
			In Oman				In Japan
			A	B	C	Average in Oman	Average in Japan
Information	Total floor area	m2	300	600	300	400	94.13
	Family		1	3	1	1.7	1
	Person	No	6	14	11	10.3	2.42
Power consumption	Total (A&B:15 days, C:12 days)	kWh	1640	6746	1867	3418	N/A
	Daily	kWh/D	109	450	124	228	13
	Monthly	kWh/M	3280	13492	3733	6835	410
	Monthly per floor area	kWh/M/m2	11	22	12	17	4
	Monthly per person	kWh/M/P	547	964	339	661	169
	Monthly per family	kWh/M/F	3280	4497	3733	4101	410

(出典：日本のデータは総務省および住環境計画研究所より)

(b) 用途別の電力消費内訳

今回の調査の中で、住宅内の部屋の数、電気機器の内訳、稼働時間などの聞き取りを行った。これらの情報と計測した電力消費量のデータから、用途別の電力消費内訳を以下のとおり想定した（空調の電力消費量は、全体の使用量からその他機器の稼働状況から想定される電力消費量を差し引いて計算した）。

この結果、空調に必要となる電力消費量は平均 71% にもものぼり空調の割合が大きいことがわかった。

表 5- 56 用途別の電力消費内訳

Description			Residence							
			A		B		C		Average	
Power consumption	Total of 15 days	kWh	1640		6746		1867		3418	
	Lighting	kWh	144	9%	396	6%	115.2	6%	218.4	6%
	Power Receptacle	kWh	144	9%	396	6%	115.2	6%	218.4	6%
	Refrigerator	kWh	126	8%	882	13%	401	21%	469.7	14%
	TV sets	kWh	72	4%	144	2%	62	3%	92.67	3%
	Air Conditioner	kWh	1154	70%	4928	73%	1173	63%	2418	71%

Lighting= (rooms numbers & kitchen numbers)* 100W* 12hours* 15days

Power Receptacle= (rooms numbers & kitchen numbers)* 100W* 12hours* 15days

Refrigerator= numbers* 350W *24hours *15days

TV sets= numbers* 200W *12hours *15days

Air Coditioner= Total - above

For residence C, 1st floor is vacancy, it is calculated that number of bed rooms are half of the table