

第4章 建築内部使用機器の消費電力計測

業務用建築物の室内では、様々な業務用機器が使用されており、業務の高度化、複雑化が進むにつれ、情報機器をはじめ電力を消費する機器がより多く導入されるようになっていく。業務用機器を使用することは、電力消費量の増大を招くだけでなく、機器からの発熱が空調負荷にも影響を及ぼすことから、業務用機器の電力消費特性の把握は、省エネ対策、二酸化炭素排出量抑制対策にとって重要である。しかし、業務用機器の使用実態に即した電力消費特性の評価は十分になされているとは言いがたい。

本章では、事務所等で使用されるOA機器から、コンピュータ、コピー機/プリンタ、小売店舗の食品保存設備の消費電力の計測結果を示し、実使用状況に応じた電力消費量の特性・予測モデルについて検討を行った結果についてとりまとめている。

4.1 コンピュータのエネルギー消費特性の計測

本節では、コンピュータの電力使用状況の計測結果をもとに、コンピュータのエネルギー消費特性の検討を行う。

4.1.1 測定対象機器

測定対象としたコンピュータは表4.1.1に示した5機種である。事務所で使用されることが多いと思われる、省スペース型デスクトップPC(+液晶モニター)を中心に選定した。

PC1～PC4は省スペース型デスクトップPCであり、PC5はノートPCである。5機種とも、一般的な事務作業を主に行う、8時30分～9時始業で、17時15分～45分終業の者が使用しており、コンピュータで行う作業の内容に大きな差異はないと考えられる。

表4.1.1 測定を行ったコンピュータの概要

呼称	PC1	PC2	PC3
タイプ	省スペース型デスクトップ	省スペース型デスクトップ	省スペース型デスクトップ
型番	本体 NEC PC-MY30YGZEG	Dell Dimension 4600C	IBM 8086-2LJ
	ディスプレイ NEC LCD72VM-R	Dell E151FPb	IO Data LCD-AD194CB
消費電力	本体 215W(MAX)	定格1.5A	5A
	ディスプレイ 34W	定格1A	58W

呼称	PC4	PC5
タイプ	省スペース型デスクトップ	ノート
型番	本体 NEC VC1200J/8FE	NEC PCLR900ED
	ディスプレイ NEC F15H51	
消費電力	本体 74W(Max:131W)	25W(Max:75W)
	ディスプレイ 41W	

4.1.2 測定概要

各コンピュータの測定は、日置電機製クランプ型電力計3168もしくは3169を使用して行った。3168は単相100Vを1チャンネルのみ測定する電力計のため、待機時等測定レンジを下回る状況においては測定レンジを対応させて計測している。また、単相100Vを4チャンネルまで測定可能な電力計3169を使用した際には、待機時等の測定レンジを下回る消費量を2チャンネルのレンジを変えて同時に測定することで対応した。測定間隔1分で有効電力[W]の平均値の計測を行った。

測定期間を表4.1.2に示す。電力計の台数に限りがある中での計測であったため、測定期間の長さ、時期には表の通り違いがある。

表4.1.2 測定期間

コンピュータ	測定期間
PC1	2009年2月17日～3月12日
PC2	2009年3月16日～3月25日
PC3	2009年2月24日～3月19日
PC4	2009年3月11日～3月19日
PC5	2009年3月13日～3月24日

4.1.3 測定結果の分析

本項では、各コンピュータの消費電力の推移を時系列で示す。

(1) PC1の時系列変化

PC1の測定結果を図4.1.1に示す。

稼働中のPC1本体は、90W弱の電力消費をベースとして、140W程度まで消費電力が増える状況が確認される。90W弱がPC1のアイドル時の消費電力で、負荷の状況によって140W程度まで消費電力が増大することを示している。しかしながらPC1本体に記載された最大215Wの電力消費の状況は確認されなかった。

2/24(火)のみ、起動後、終日140W近くで推移しているが、通常の事務処理で最大と思われる電力消費が終日継続するとは考えられないため、何らかのエラーにより内部的に継続した計算処理があり、アイドルの状態に戻れなかったものと推測される。

PC1で使用している液晶モニタは常時30W弱程度の電力を消費しており、短時間での変動は確認されなかった。液晶モニタに記載された定格値34Wは下回っていた。

PC1本体、液晶モニタともに0W近くまで電力消費が小さくなる時間がある。これはスリープモードに移行した時間であると推測されるが、モニタのみ移行する場合(2/24(火)13時頃他)、PC1本体とモニタが同時に移行する場合(2/25(水)他)、PC1本体とモニタが時間をずらして移行する場合(3/10(火)11時頃)が確認されており、スリープモードに移行する経緯は判然としない。いずれにしても、コンピュータを使用しない状況が継続する昼食時にはスリ

ープモードへの移行がよく見られた。その他の時間帯でスリープモードに移行する状況は、コンピュータを使用した事務作業がなかったものと推測される。

停止時には、PC1本体が1.3W程度、モニタが0.6W程度の電力を消費している状況が確認された。

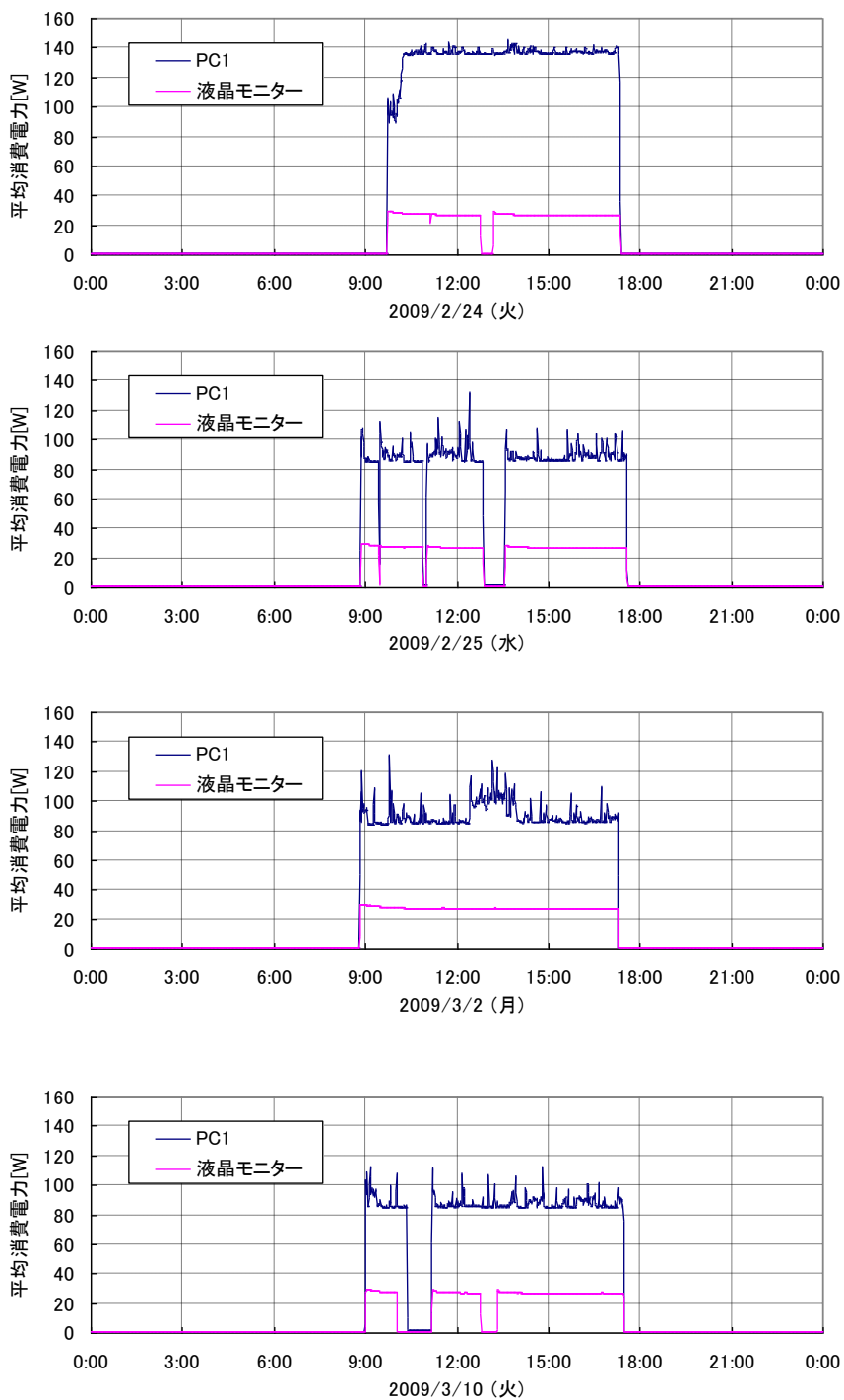


図4.1.1 PC1の消費電力の推移

(2) PC2の時系列変化

PC2の測定結果を図4.1.2に示す。

PC2本体は、稼働時に45W程度をベースとして消費し、負荷に応じて90W程度まで記録している。コンピュータ本体に消費電力の記載が無く不明な点もあるが、実際の使用状況ではPC1より消費電力が小さいと言える。

PC2で使用している液晶モニターは、稼働時はほぼ18Wで一定の電力を消費しており、急激な変化は確認されていない。

スリープモードの移行に関しては、液晶モニターについてはスリープモードに移行する様子が昼食時を中心に確認されたが、PC2本体にスリープモードに入る状況は確認されなかった。逆にPC2本体には昼休み中に消費電力が大きくなる状況が確認されており、アイドル中のウイルスチェックと推測される。

停止時には、PC2本体が1.4W程度、モニターが0.6W程度の電力を消費している状況が確認された。

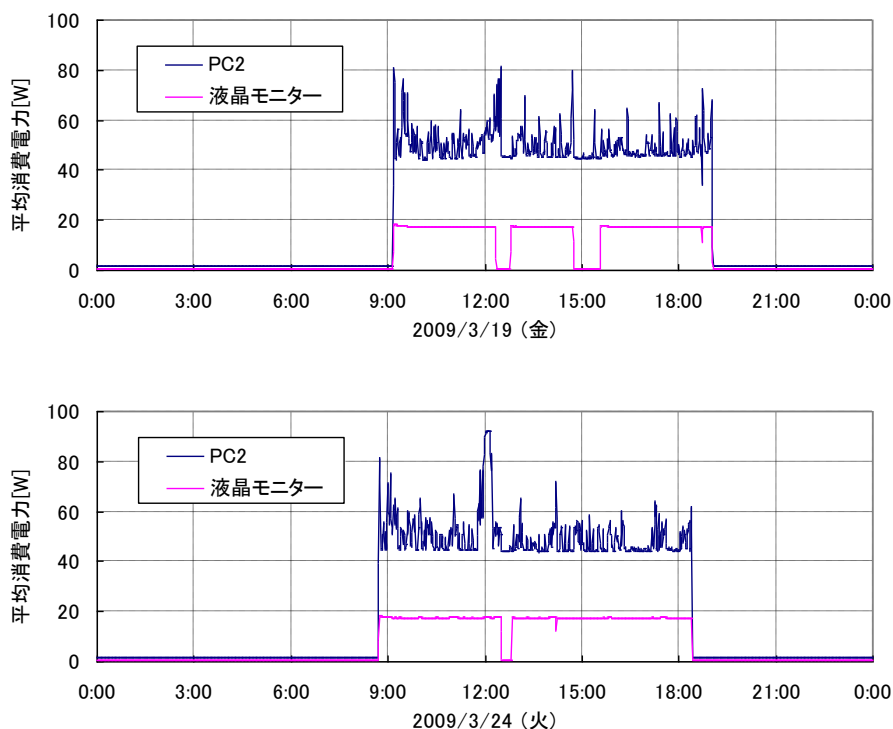


図4.1.2 PC2の消費電力の推移

(3) PC3の時系列変化

PC3の測定結果を図4.1.3に示す。

PC3本体は、稼働時に80W程度をベースとして消費し、状況に応じて120~130W程度まで

上昇している。実使用状況ではPC1より消費電力がやや小さく、PC2よりは大きいといえる。

PC3で使用している液晶モニターは、35W程度でほぼ一定の電力を消費しているといえるが、起動後は若干多くの電力を消費する傾向が確認される。

スリープモードの移行に関しては、PC3では確認されなかった。

停止時には、PC3本体が1.0W程度、モニターが0.9W程度の電力を消費している状況が確認された。

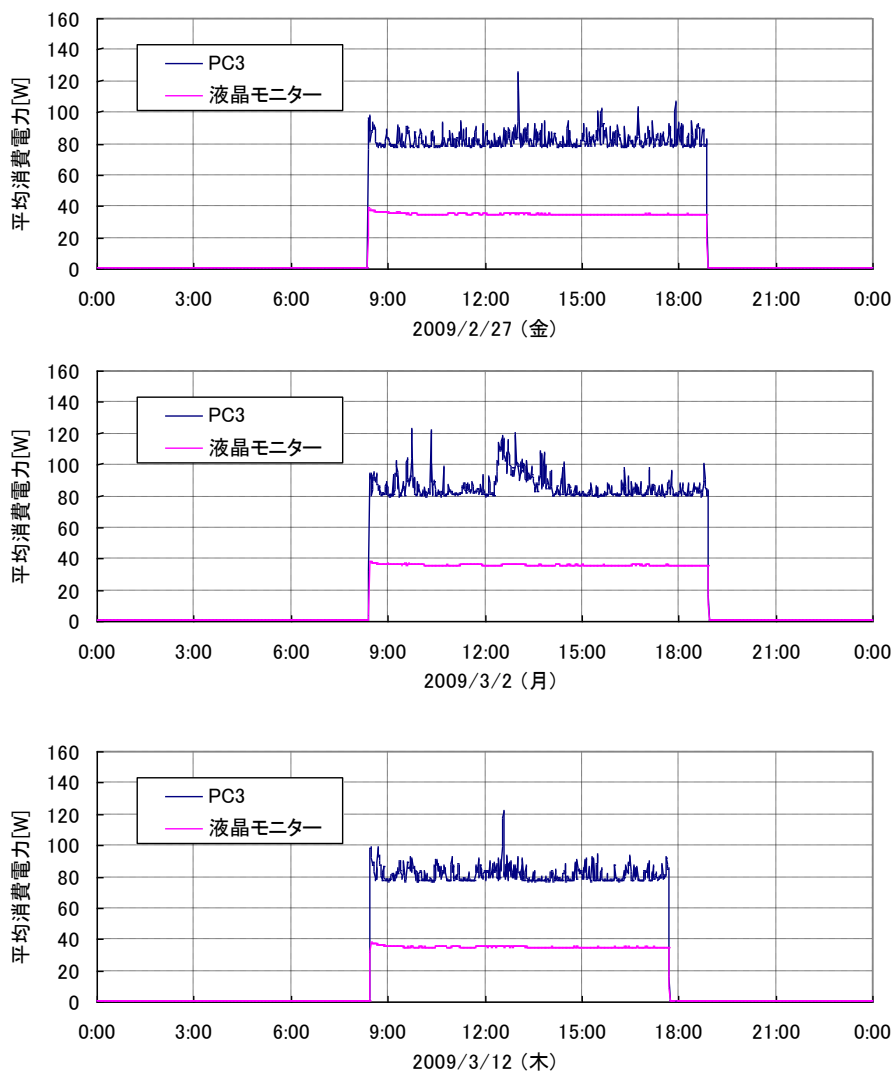


図4.1.3 PC3の消費電力の推移

(4) PC4の時系列変化

PC4の測定結果を図4.1.4に示す。PC4は液晶モニターへの電力供給がAC100Vからではなく、PC4本体から直接供給されている (DC供給) ため、本体と液晶モニターを含んだ電力消費となる。

PC4は、稼働時にはほぼ70W程度の電力を消費している。PC1～PC3と異なる特徴として、

70W程度以上の消費電力の増分とその出現頻度の傾向が異なることがあげられ、PC4では最大でも80W程度となっている。この特徴がPC4での作業量の少なさによるものか、PC4自体の特性によるものかは判然としないが、定格74W、最大131Wという本体への記載からすると、計算負荷が少なかったものと推測される。

スリープモードの移行に関しては、3/17(火)13時過ぎ(他計測期間中に1回)に、30W程度に消費電力が落ち込む状況が確認されており、PC4本体もしくはモニタがスリープモードに移行していると推測される。

停止時には、2.5W程度の電力を消費している状況が確認された。

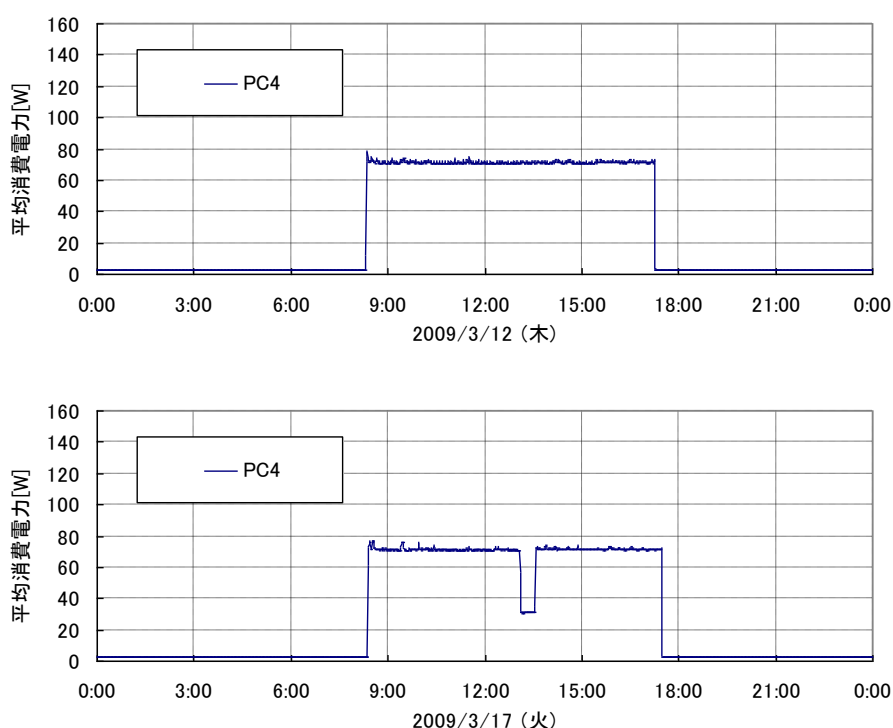


図4.1.4 PC4の消費電力の推移

(5) PC5の時系列変化

PC5の測定結果を図4.1.5に示す。PC5はノートPCのため液晶モニタも含めた消費電力となる。

PC5は、稼働時にほぼ20W程度の電力を消費している。起動時には30~40W程度の消費電力を記録するが、その後はほぼ横ばいとなっている。PC5本体に記載された消費電力は、ノートPCであるため他のデスクトップPCより小さく、定格消費電力25W、最大75Wとなっているが、この期間の使用状況では、ほぼ定格値を下回る状態で使用されていることとなる。

スリープモードへの移行にかんしては、PC5については記録されなかった。

また、停止時には、PC5では、1.5W程度の電力消費が確認された。

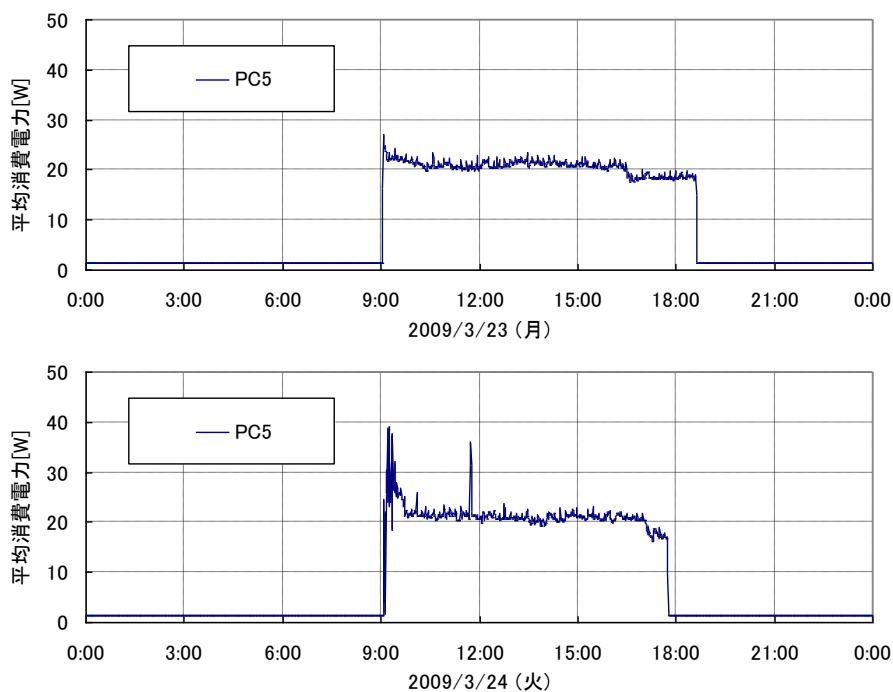


図4.1.5 PC5の消費電力の推移

(6) 日積算電力消費量の推移

PC1の消費電力の推移を日別に図4.1.6に示す。

PC1については、1kWh程度の電力量を1日で消費し、そのうちの97%程度が1日のうちの8、9時間程度を占める稼働時に消費されている。稼働時の平均消費電力は2/24除いて120W程度で安定しており、停止時は2W弱であるため、停止している時間は長いものの電力消費量に占める割合は極めて小さくなっている。

PC2以下も、日による変化は大きくなく、日積算電力消費量は、PC2が650Wh程度、PC3が1.1～1.3kWh、PC4が650～700Wh、PC5が220Whとなっており、ノート型のPC5の電力消費量が小さい結果となった。また、稼働時間はいずれのPCも9時間前後であり、稼働時の電力消費量は、デスクトップ型で95%程度がそれ以上、ノート型のPC5で90%程度となった。

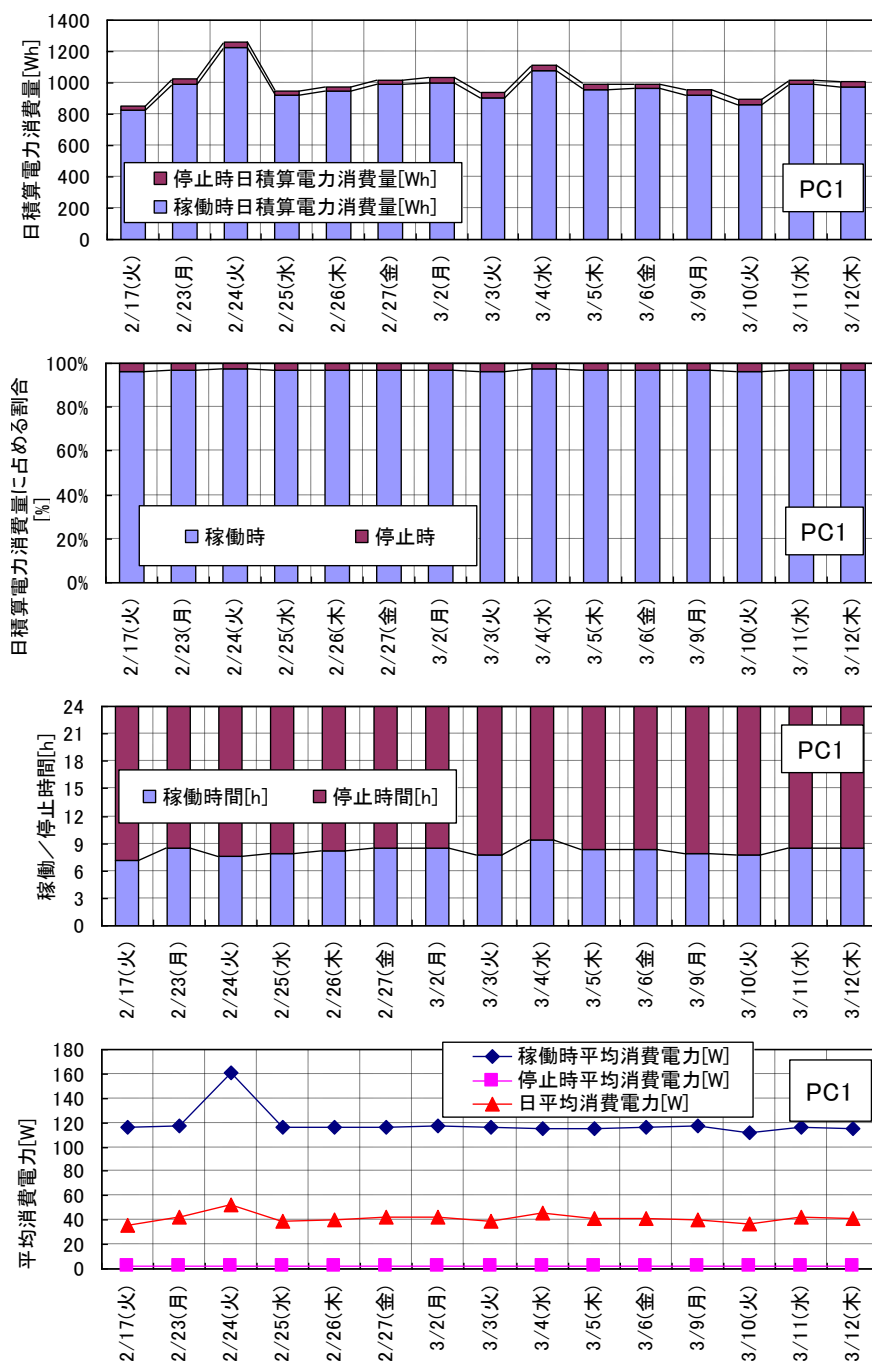


図4.1.6 PC1の特性(電力消費量、時間、平均消費電力)

4.1.4 コンピュータの電力消費量予測モデル作成のための分析

図4.1.7~4.1.11に1日における平均消費電力の累積出現時間を示す。機種や日毎にばらつきがあり、PC1の2/24等例外はあるものの、5機種とも類似の線形になることが見て取れる。

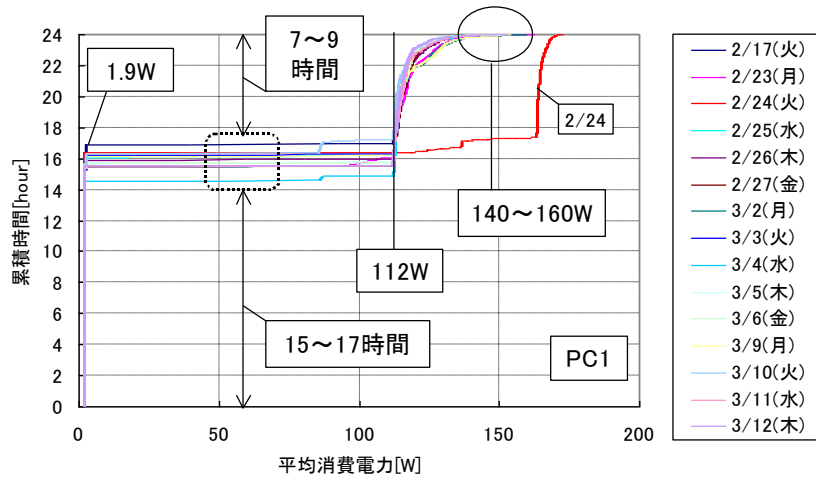


図4.1.7 PC1の消費電力の累積出現時間

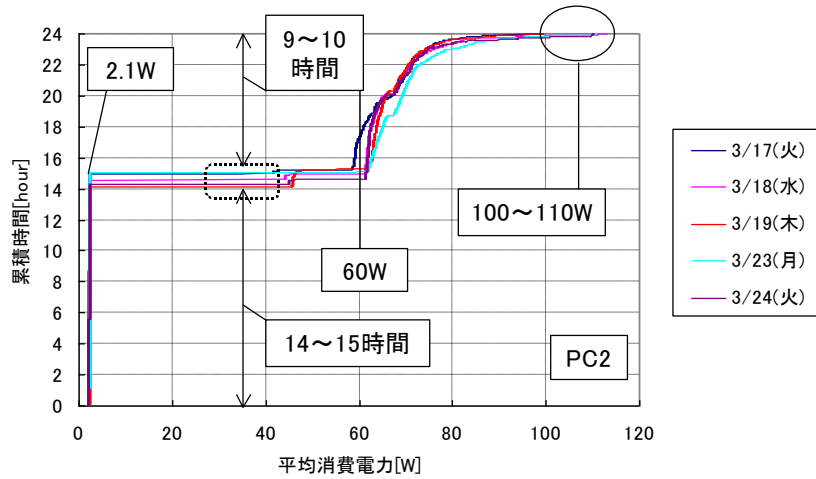


図4.1.8 PC2の消費電力の累積出現時間

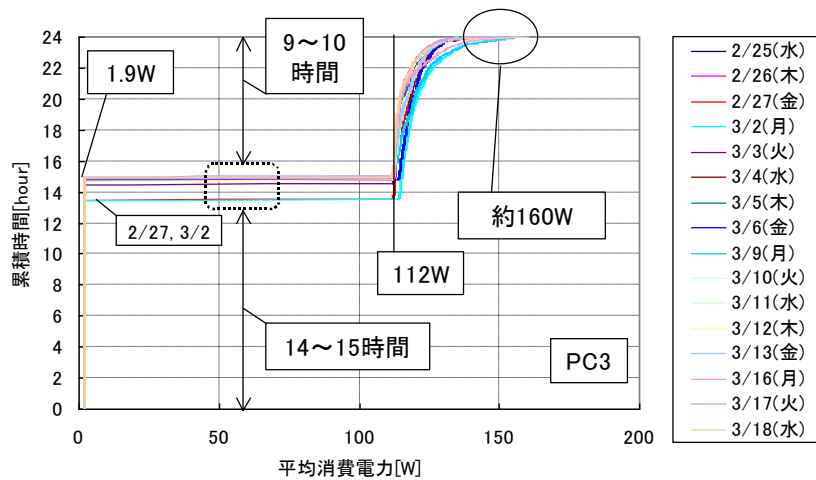


図4.1.9 PC3の消費電力の累積出現時間

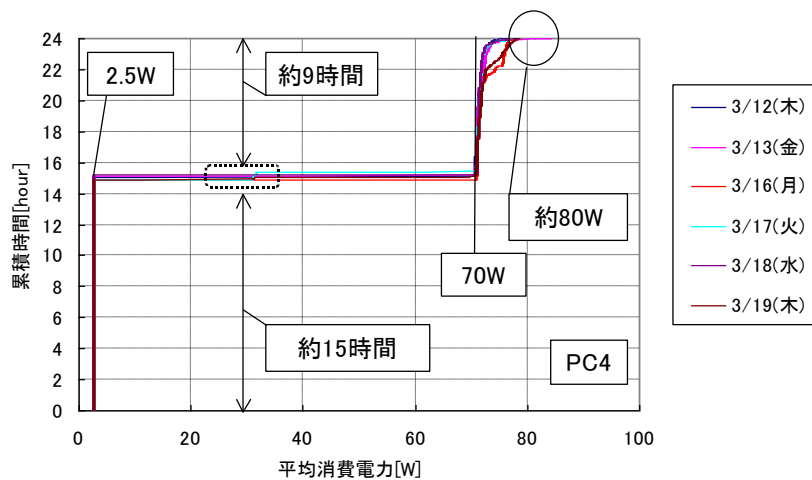


図4.1.10 PC4の消費電力の累積出現時間

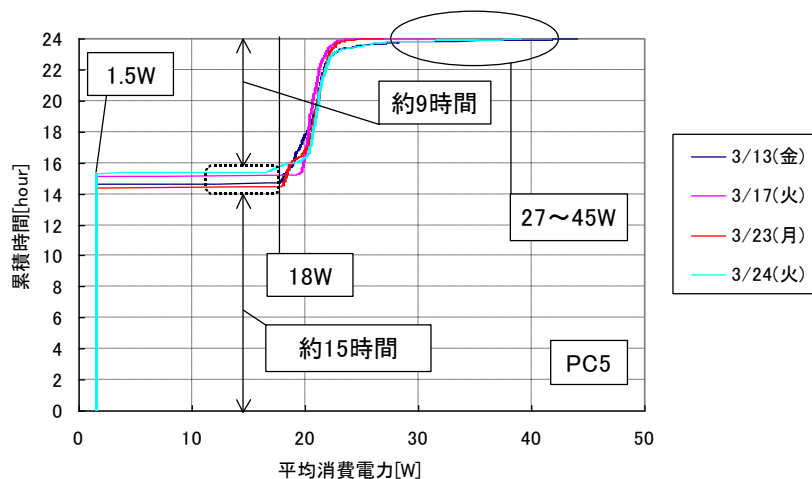


図4.1.11 PC5の消費電力の累積出現時間

予測モデルは、以下のパラメータにより構築できると考えられる。想定されるパラメータとパラメータ設定に関わる検討項目として想定される事項を下記にまとめる。

- 稼働時間(PC1で7~9時間程度)と停止時間(PC1で15~17時間程度)

特殊の作業を伴わない、24時間常時稼働を行わない、事務作業を行うコンピュータについては、(省エネ対策をとっていない限り(昼食時の電源オフの徹底等))始業から終業まで稼働する設定でよいと思われる。また、スリープへの移行は、作業の状況と設定により変わるため設定は難しく、スリープの占める時間は1時間程度であり、機種によっては出現しないことから、簡略的にスリープへの移行を考慮しない設定でも構わないと思われる。

- 停止時消費電力(PC1では1.9W)

停止時の消費電力は機種により若干の差異があるが、不明な場合は2W程度の設定が良い

と思われる。

- アイドリング時消費電力(PC1では112W)

稼働時に消費する電力の最低ラインとしてアイドリング時の消費電力の設定が必要と思われる。機種毎にばらつきがあり(PC1 : 112W、PC2 : 60W、PC3 : 112W、PC4 : 70W)、ノートPCでは格段に小さい状況も出現するが(PC5 : 18W)、不明な場合はデスクトップ型で100W程度の設定が考えられる。

- 稼働時の消費電力の頻度分布ならびに最大消費電力

アイドリング時と最大消費電力の間で、消費電力が出現する頻度分布をモデル化することで、詳細な電力消費の状況を再現することができると考えられる。

- 稼働時の平均消費電力

電力消費量の予測を1時間といった長いスパンで行う場合、または複数台のPCをあわせて予測する場合は、上記2つを平均消費電力で代用することが考えられる。今回の測定により、稼働時は比較的安定した消費電力の状況が確認されていることから、簡単に平均消費電力で稼働時の電力消費状況を再現しても良いと思われる。

4.1.5 まとめ

本節では、コンピュータの電力使用量の計測結果を分析した。また、電力消費量を予測するモデルを作成する際に必要となるパラメータの検討を行った。

4.2 コピー機／プリンタのエネルギー消費特性の計測

本節では、OA機器としてコピーもしくはプリントアウトに使用されるコピー機、プリンタの電力使用状況の計測結果をもとに、コピー機、プリンタのエネルギー消費特性の検討を行う。

4.2.1 測定対象機器

コピー機、プリンタとして消費電力の測定を行ったのは表4.2.1に示した5機種である。

P1は据置型のカラー複合機であるが、コピー機能のみ利用している。

P2は据置型のモノクロコピー機であり、P3はP2と同シリーズであるが、プリンタ、FAX等のオプションが附属している機種である。ただし、利用状況としてはコピー機能のみ利用されていた。

P4は据置型のカラープリンタであり、LAN接続により共用されている。P5はA3まで印刷可能な据置型のカラープリンタであり個人が利用しているものである。

カタログ記載の消費電力は最大では1～1.5kW程度であり、機種によってはスリープモード時、待機時等の消費電力の記載があるものもある。

表4.2.1 測定を行ったコピー機、プリンタの概要

呼称	P1	P2	P3
タイプ	据置型カラー複合機	据置型モノクロコピー機	据置型モノクロ複合機
型番	FUJI XEROX DocuCentre-II C3300	FUJI XEROX DC719	FUJI XEROX DC719CP
消費電力	1.3kW以下 スリープモード時:10W 低電力モード時:90W 待機時:230W	最大:1,440W	最大:1,450W
発売時期	2008年11月販売終了	2008年3月販売終了	2008年3月販売終了
使用用途	コピー機能のみ利用	コピー機能利用	コピー機能のみ利用
呼称	P4	P5	
タイプ	据置型カラーA3プリンタ	デスクトップ型ページプリンタ	
型番	RICOH IPSiO SP C811	EPSON LP-S5500	
消費電力	最大:1440W 省エネモード時:19.3W	最大:1141W以下 待機時:126W以下(平均114W) 印刷時:カラー409W以下 (平均約372W) モノクロ758W以下 (平均約689W) スリープモード(節電)時:9W以下	
発売時期	2006年11月20日発売開始 2009年3月現在購入可能	2005年6月下旬発売開始	
使用用途	LAN接続による共用プリンタ	USB接続による個人使用プリンタ	

4.2.2 測定概要

各コピー機、プリンタの消費電力の測定は、日置電機製クランプ型電力計3168もしくは3169を使用して行った。3168は単相100Vを1チャンネルのみ測定する電力計のため、待機時等測定レンジを下回る状況の計測は、別途レンジを対応させて計測している。また、単相100Vを4チャンネルまで測定可能な電力計3169を使用した際には、待機時等の測定レンジを下回る消費量を2チャンネルのレンジを変えて同時に測定することで対応した。測定間隔1分で有効電力[W]の平均値の計測を行った。

測定期間を表4.2.2に示す。電力計の台数に限りがある中での計測であったため、測定期間の長さ、時期には表の通り違いがある。

表4.2.2 測定期間

コピー機 /プリンタ	測定期間
P1	2009年2月2日～10日
P2	2009年1月31日～2月12日
P3	2009年3月18日～3月24日
P4	2009年2月10日～2月25日
P5	2009年2月25日～3月5日

4.2.3 測定結果の分析

本項では、各コピー機、プリンタの消費電力の推移を時系列で示す。以下、P1のカタログでの区分をもとに、最も消費電力が小さく完全に待機状態に入っている状態を「スリープモード」、印刷可能な待機状態を「待機モード」として記す。

(1) P1の時系列変化

P1の測定結果を図4.2.1、4.2.2に示す。P1にはコピー枚数のカウント機能があるため、計測にあわせて適宜枚数を確認した。図中消費電力の経時変化の上に、カウンターを確認した間隔をバーで、その時間にコピーした枚数を数値で表示した。

コピー時のピークでは400～1,000W程度の電力を使用し、その後「待機モード」に移り150～190W程度使用し続け、1時間程度未使用の場合に「スリープモード」に移行している(2/2(月)6時頃、19時頃、2/3(火)20時以降、2/8(日)等)。ただし「スリープモード」への移行に1時間以上かかっている場合も見られる。これは、「待機モード」中にカウンター確認のためコピーを行わず操作のみ行っている状況(例えば2/3(火)12時過ぎ、2/5(木)16時過ぎ等)がある場合に「スリープモード」への移行を遅らせているものと推定される。

「スリープモード」における消費電力は、測定時のレンジを下回って「0W」として計測されているが、測定に使用した電力計3168では、測定レンジ(計測最小時10Aで2kW)の0.4%となる8W以下を計測範囲外として0Wとしているため、8W以下で「スリープモード」電力

を消費していると予想される。

今回の計測では、カタログに記載されている「低電力モード時」の消費電力90W(表4.2.1)に相当する使用状況は確認できなかった。

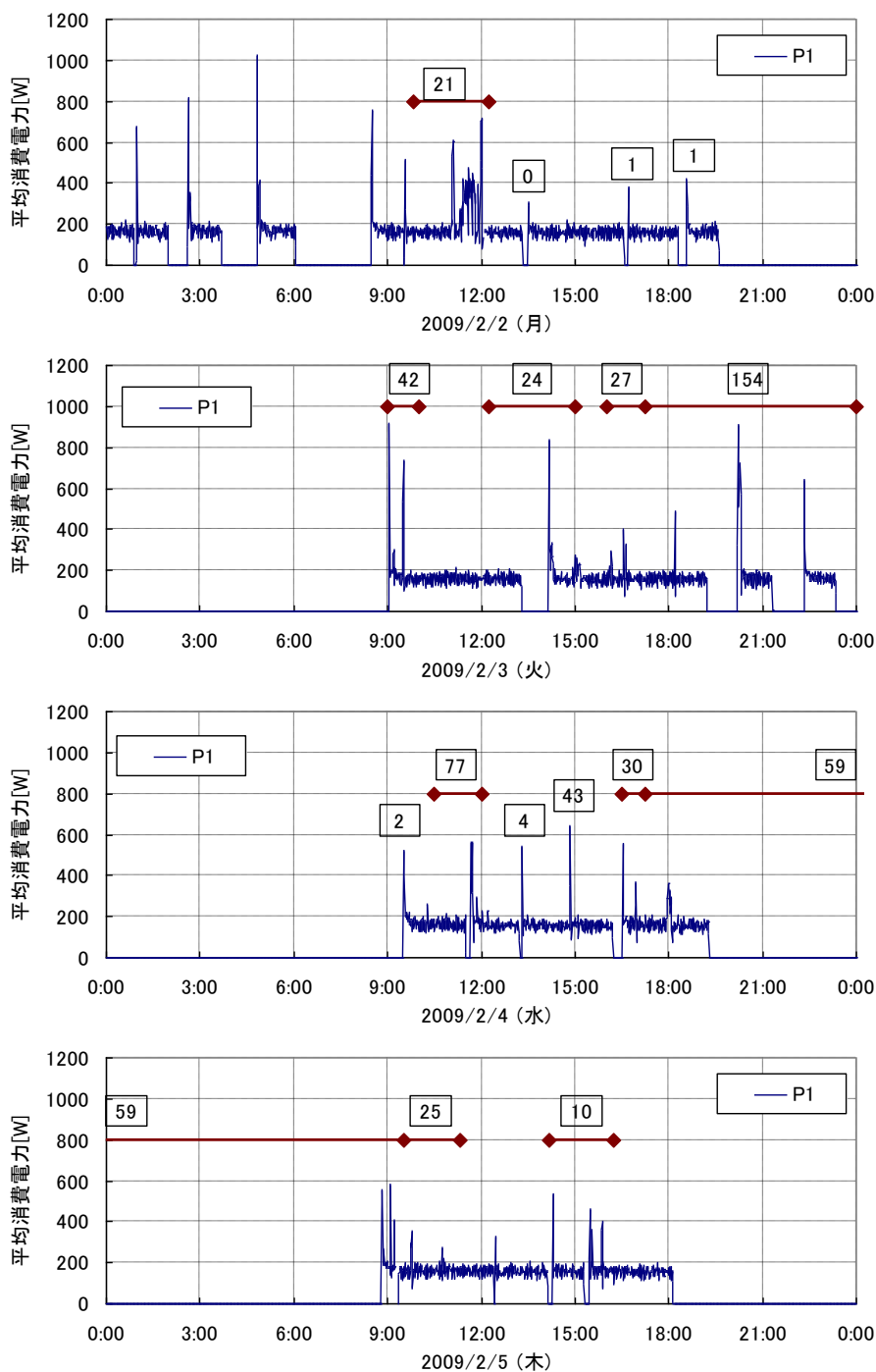


図4.2.1 P1の消費電力

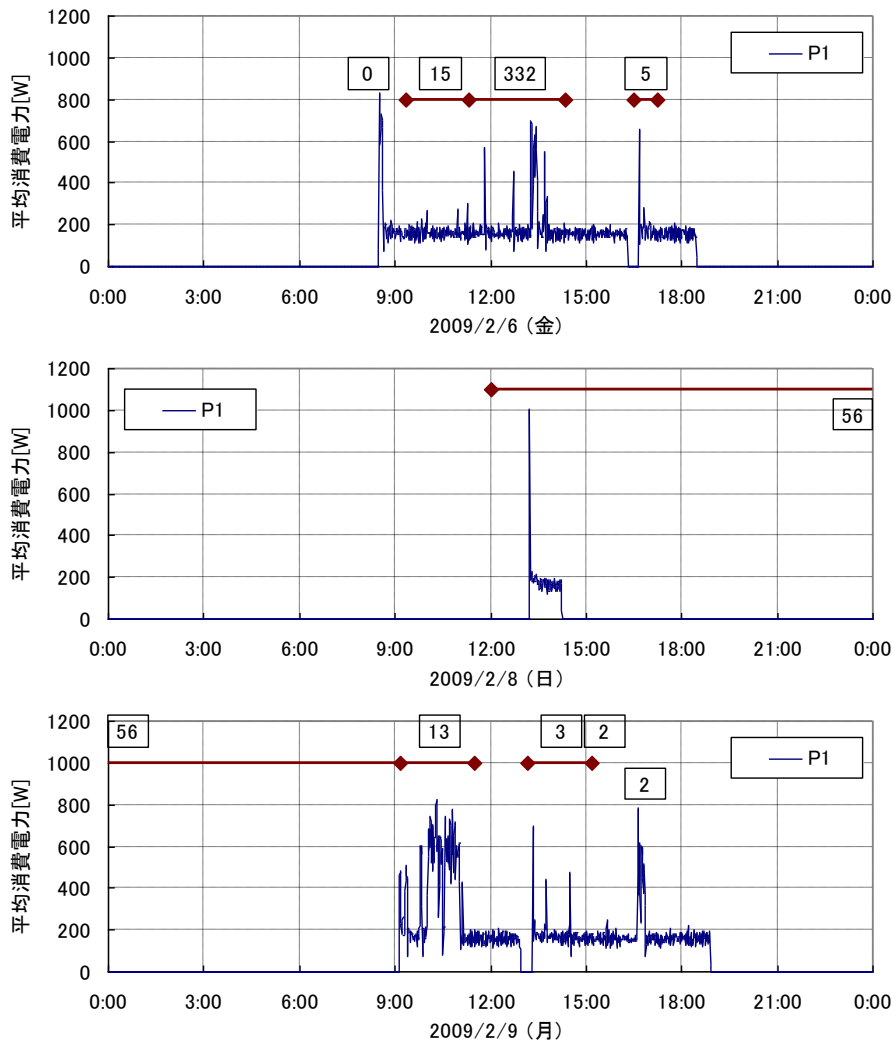


図4.2.2 P1の消費電力

(2) P2の時系列変化

P2の測定結果を図4.2.3に示す。P2でもカウント機能を利用して枚数を確認しており、P1同様図中に確認間隔とコピー枚数を表示している。

コピー時のピークでは400~1,200W程度の電力を使用し、その後「待機モード」に移り200W程度使用し続ける。P2は「待機モード」でほぼ200W程度使用するが、未使用が長時間続いた後の使用直後には250~280W程度と200Wより大きな電力を消費する状況が確認される。これは、カラム等内部が安定して暖まっていないことから多めの電力消費で加熱を行うように制御されているものと考えられる。

P2は「待機モード」で2時間程度未使用の場合に「スリープモード」に移行している(1/31(土)、2/1(日)、2/2(月)21時前、2/3(火)21時過ぎ等)。「スリープモード」では1.5Wを平均的に消費している状況が計測されている。

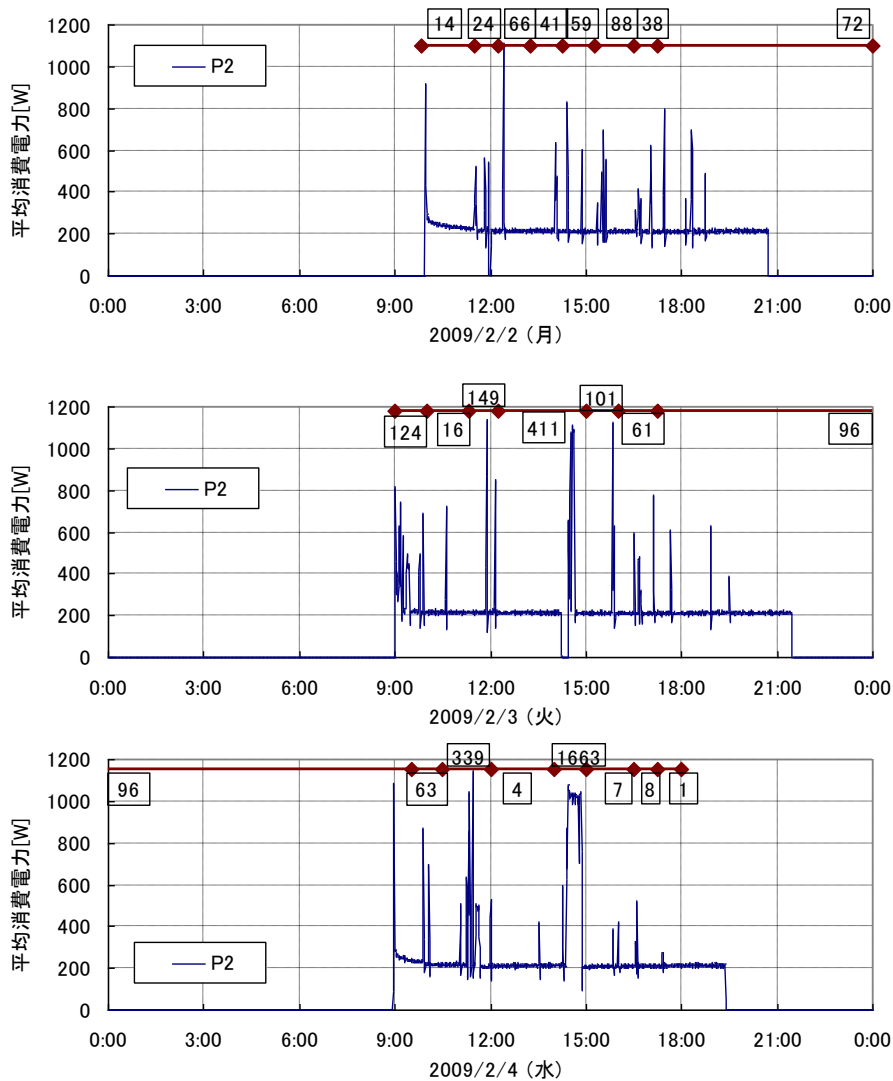


図4.2.3 P2の消費電力

(3) P3の時系列変化

P3の測定結果を図4.2.4に示す。P3も同様に図中に確認間隔とコピー枚数を表示している。

P3はP2と同シリーズ機でありながら、電力消費状況が大きく異なっている。コピー時のピークや、「待機モード」時に200W程度消費する点(P3はP2より若干消費電力が大きく220W程度であるが)、「待機モード」が2時間程度連続する点は、P2と共通であるが、P2の「スリープモード(消費電力1.5W程度)」に相当する状況が出現していない。「待機モード」終了後、220Wより落ちるものの、170~180W程度で推移し続けている。これは省エネモードの変更を行い、カラムの保温を常時行う設定となっているものと思われる。

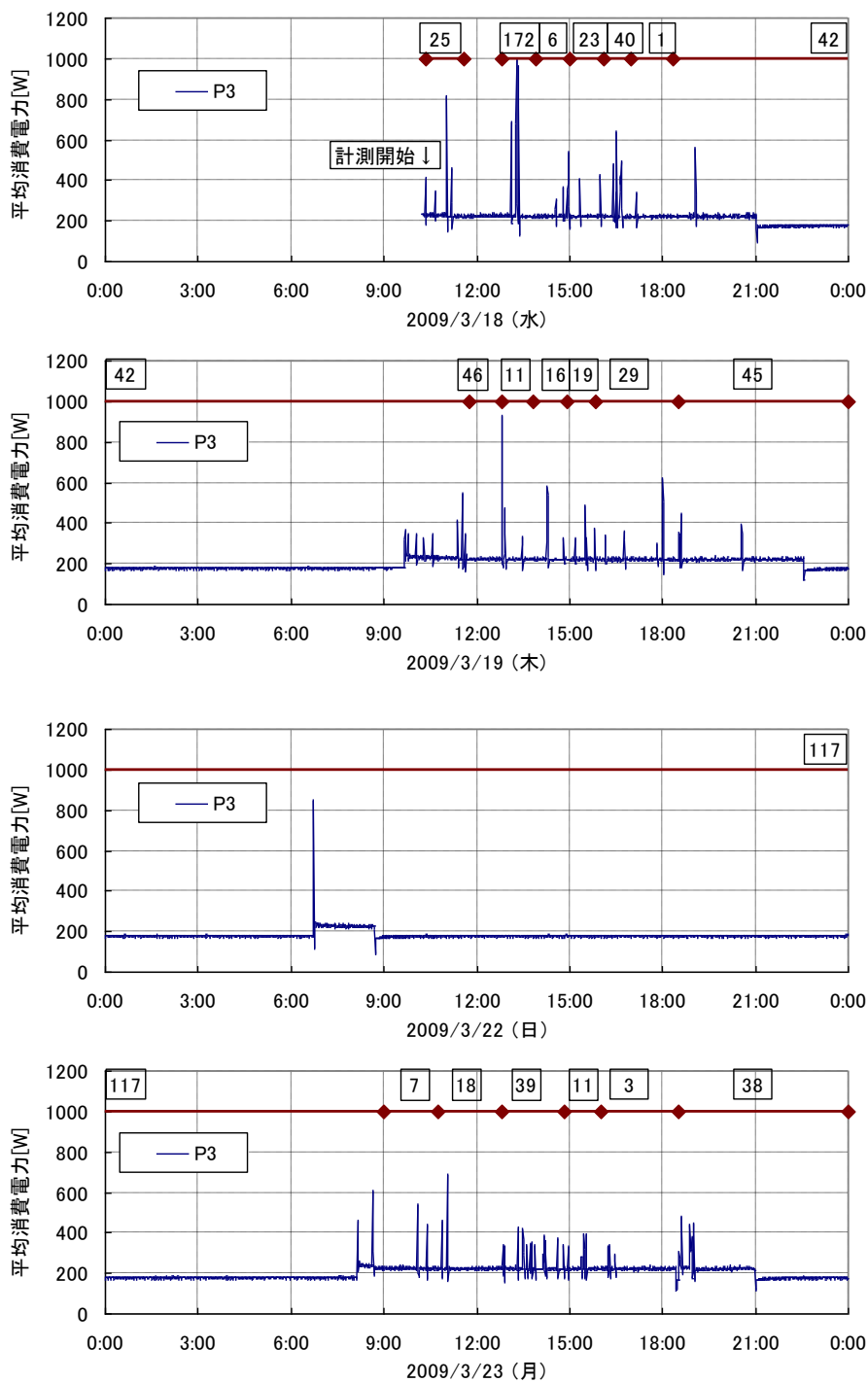


図4.2.4 P3の消費電力

(4) P4の時系列変化

P4の測定結果を図4.2.5に示す。据置型の共用プリンタであるP4には印刷枚数を確認する機構がないため消費電力のみの表示となる。

プリントアウトの時期と枚数が不明なため詳細は分からないもの、共用プリンタとしての

利用は多く、プリントアウトに対応するピークが多数出現していることが見て取れる。P4では、消費電力の経時変化からはP1～P3のような「待機モード」の出現は確認されない。プリントアウト時のみ500～1200W程度を使用し、プリントアウト後、早急に「スリープモード」に移行するものと考えられる。これはP4がカラム等内部の温度制御にエネルギーをそれほど必要としない機構になっているものと考えられる。しかし、「スリープモード」時は常時23.4Wを消費していることから、小消費電力で内部を十分に保温できる機構となっている可能性も考えられるが定かではない。ちなみに、ここまでP1のカタログに準じて記載してきた「スリープモード」での消費電力23.4Wは、カタログ記載の「省エネモード時」の消費電力19.3Wを超過しているが、カタログ上の「省エネモード」が該当するものと思われる。

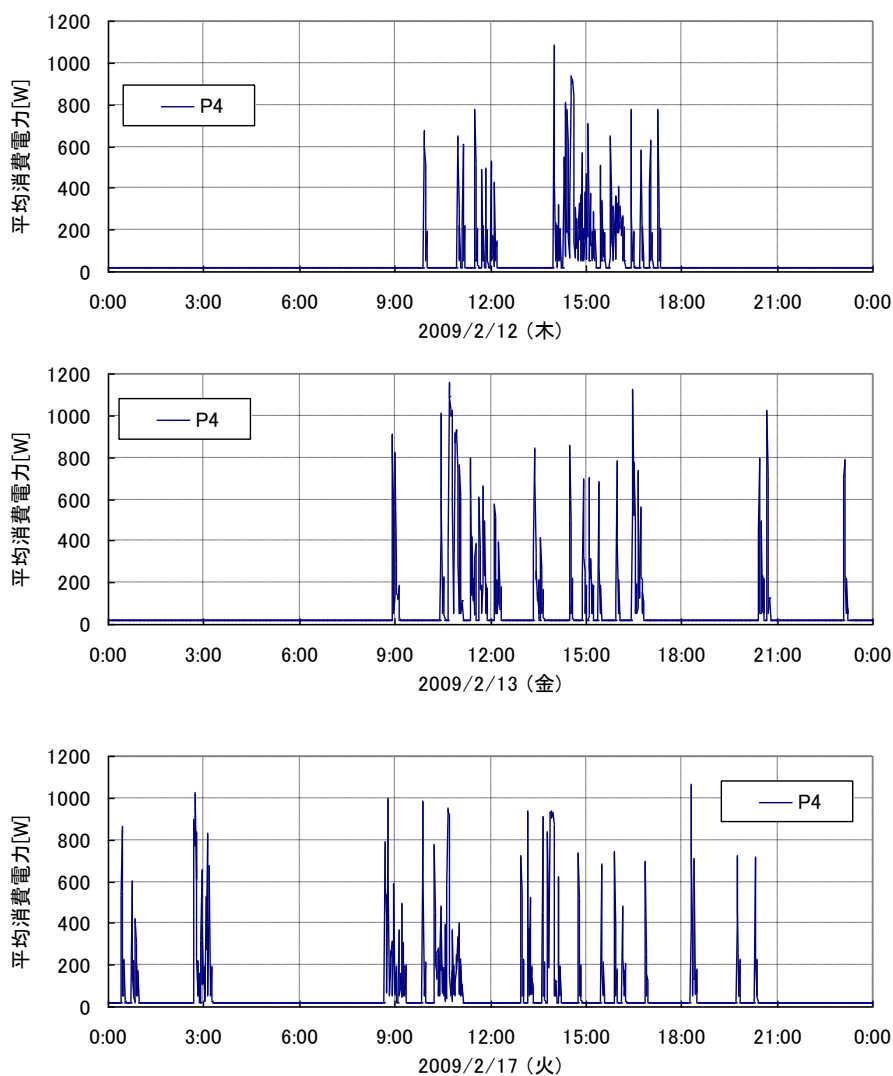


図4.2.5 P4の消費電力

(5) P5の時系列変化

P5の測定結果を図4.2.6に示す。個人使用のプリンタであるP5の使用頻度はそれほど多くはない。2/25、2/26については、使用時に適宜カウントした印刷枚数を図中に表示している。プリントアウト時には600~1000W程度の電力を消費し、その後、100W程度の「待機モード」を30分程度経て、「スリープモード」に移行している様子が見てとれる。スリープモードでは8.4Wを平均的に消費している状況であった。

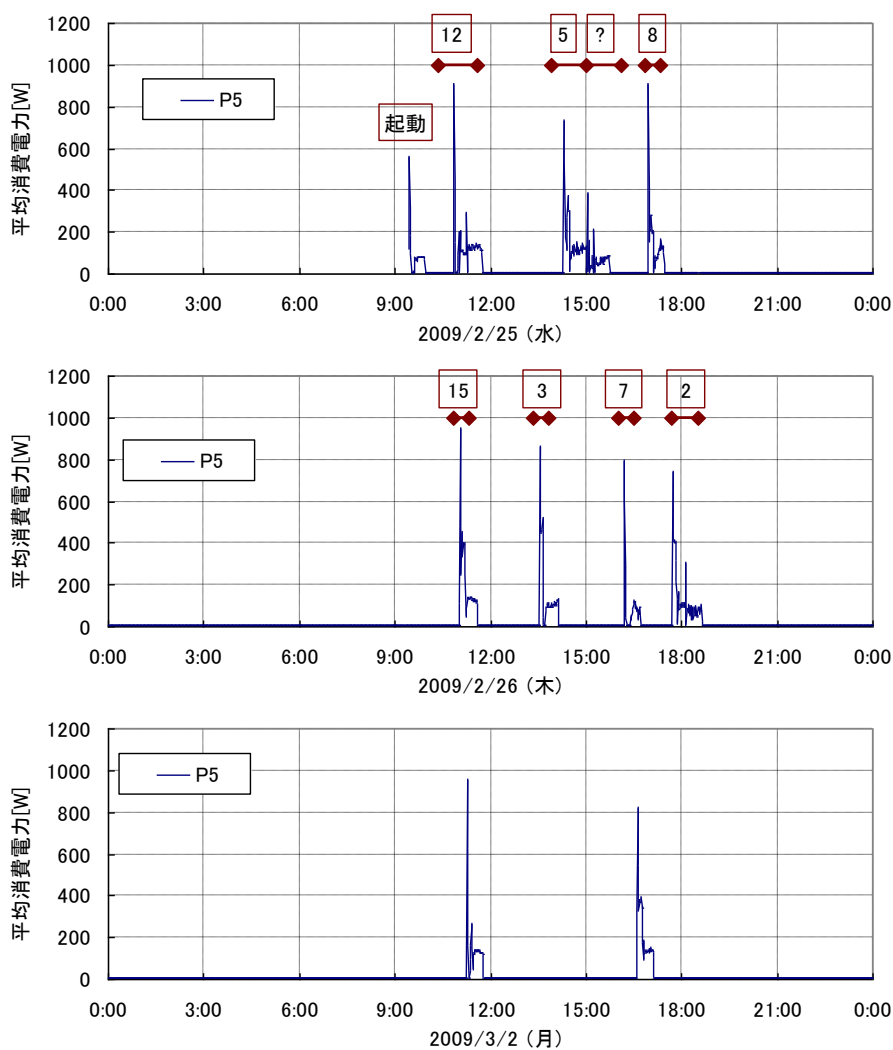


図4.2.6 P5の消費電力

(6) 日積算電力消費量の推移

ここまでに示した各コピー機、プリンタの消費電力の推移を日別に「スリープモード」、「待機モード」、印刷時に区分し、図4.2.7~図4.2.11にまとめた(上から日積算電力消費量、各モードが電力消費量に占める割合、各モードの占める時間、各モードの平均消費電力)。

P1については、「スリープモード」における消費電力が計測レンジ以下(8W以下)で不明だ

ったため、ここでは、仮に「5W」として分析を進めた。P1は1.5～2.5kWh程度を1日で消費し、その電力消費量の8割以上が1日のうちの9～15時間を占める「待機モード」で消費されている(休日(2/8)を除く。以下同じ)。印刷時は消費電力が400W程度と高いものの、印刷時が1日に占める時間は1時間程度であり、印刷が多く1.5時間程度を占める2/9(月)を除けば、電力消費量に占める割合は10%前後となっている。消費電力を5Wに仮定した「スリープモード」については、1日に占める時間は9～15時間と長いものの、電力消費量に占める割合は小さい(消費電力をたとえ測定レンジ下端の8Wとしても電力消費量に占める割合に大きな差異はない)

P2は、休日(1/31、2/1)を除く(以下同じ)と、P1より多い1日あたり2～3kWh程度の電力量を消費している。これは、「待機モード」の消費電力が約230WとP1の160Wより高いこと、「待機モード」が占める時間がP1より平均的に多いことによる。また、印刷時の平均消費電力が600W程度と高いことも消費電力を増大させる要因になっていると考えられる。

P3は、図4.2.9で確認されるように、「待機モード」終了後も170～180W程度電力を消費し続けている。ここでは便宜上この状態を「スリープモード」として整理している。P3はこの「スリープモード」の消費電力が極めて大きいことから、日積算電力消費量に占める「スリープモード」の影響が極めて大きい結果となっている。その結果、終日測定を行った平日の3/19(木)、3/23(月)の電力消費量は1日あたり5kWhにおよび、また「スリープモード」の占める時間が多い休日(3/20(祝)、21(土)、22(日))においても4.5kWhと平日とそれほど変わらない電力消費量となっている。

据置型の共用プリンタであるP4は、消費電力の経時変化からは他の4機種より多くの枚数を印刷していると思われるが、「待機モード」の出現しない(経時変化から確認されない)特徴から、消費電力量は1日あたり1.2～1.8kWhにとどまっている(休日除く)。「待機モード」がないことから、電力消費量に印刷時が占める割合が平日で60%を超え、他機種で「待機」にほとんどの電力を費やしている状況とは異なっていることが分かる。

個人利用のデスクトップ型プリンタであるP5は、利用が限られることから1日のほとんどの時間(約21～23時間)を「スリープモード」が占め、その時間の長さにより、電力消費量についても1日あたりの400～600Whの1/3を占めるに至っている。

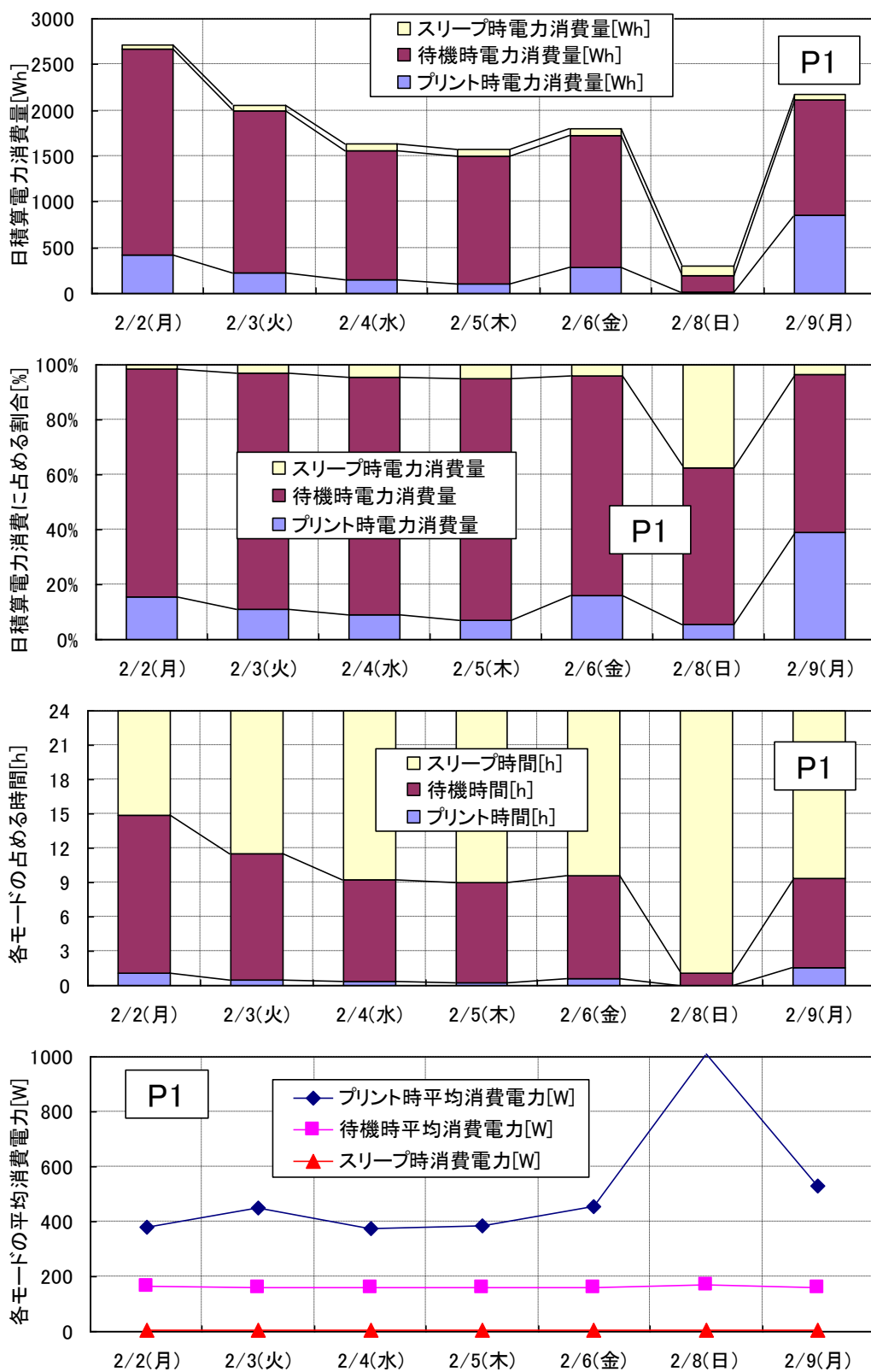


図4.2.7 P1のモード毎の特性(電力消費量、時間、平均消費電力)

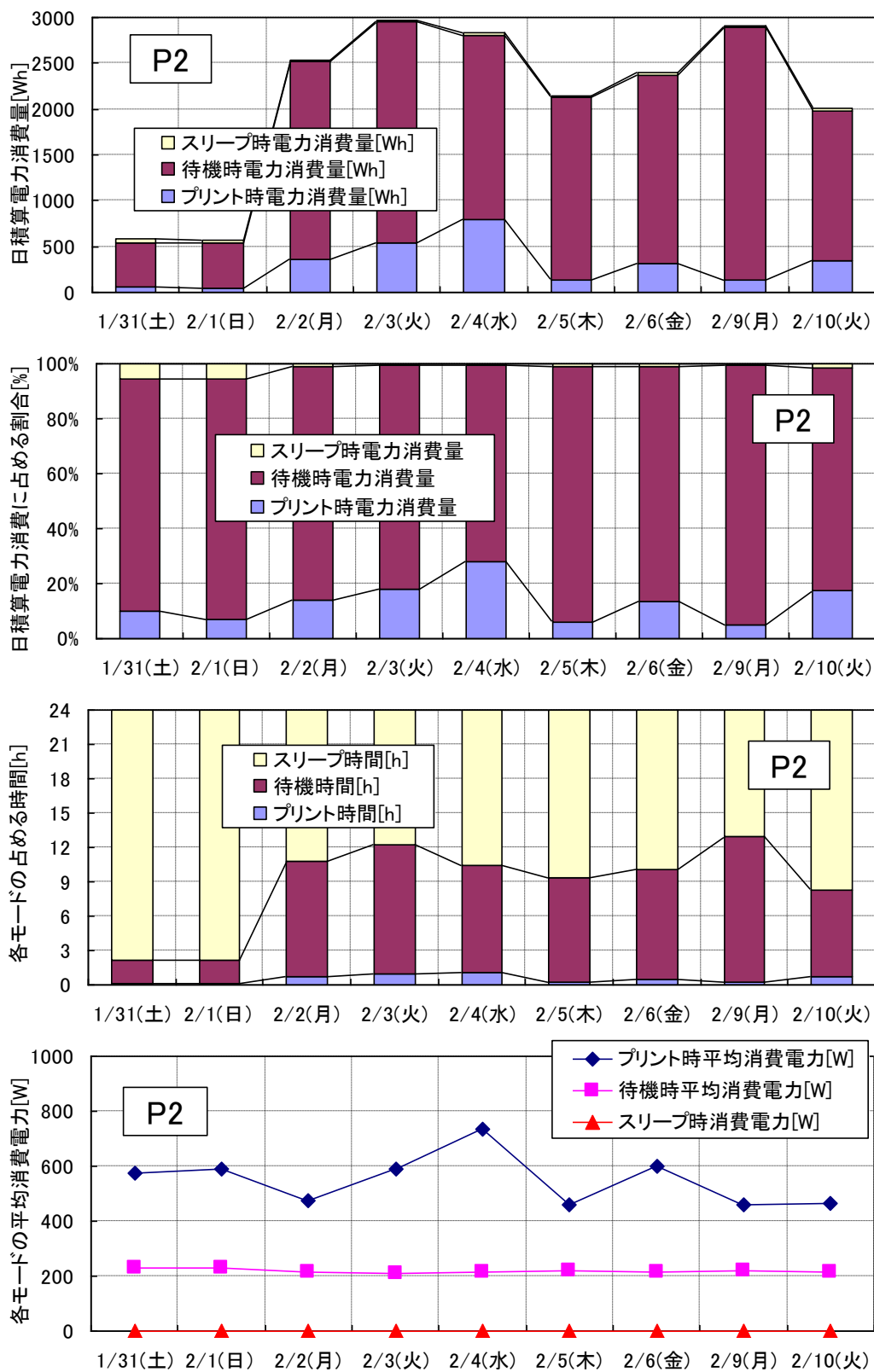


図4.2.8 P2のモード毎の特性(電力消費量、時間、平均消費電力)

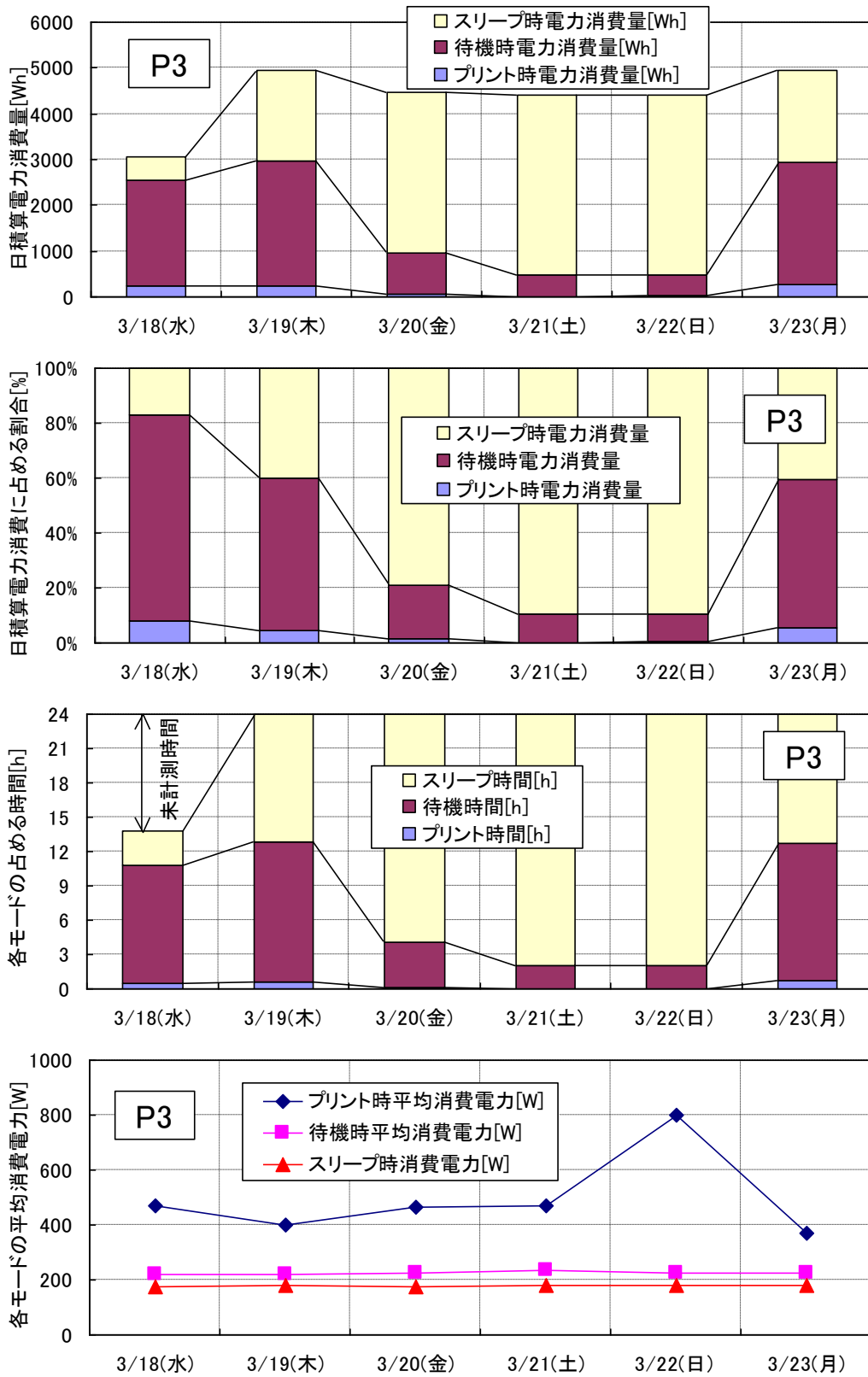


図4.2.9 P3のモード毎の特性(電力消費量、時間、平均消費電力)

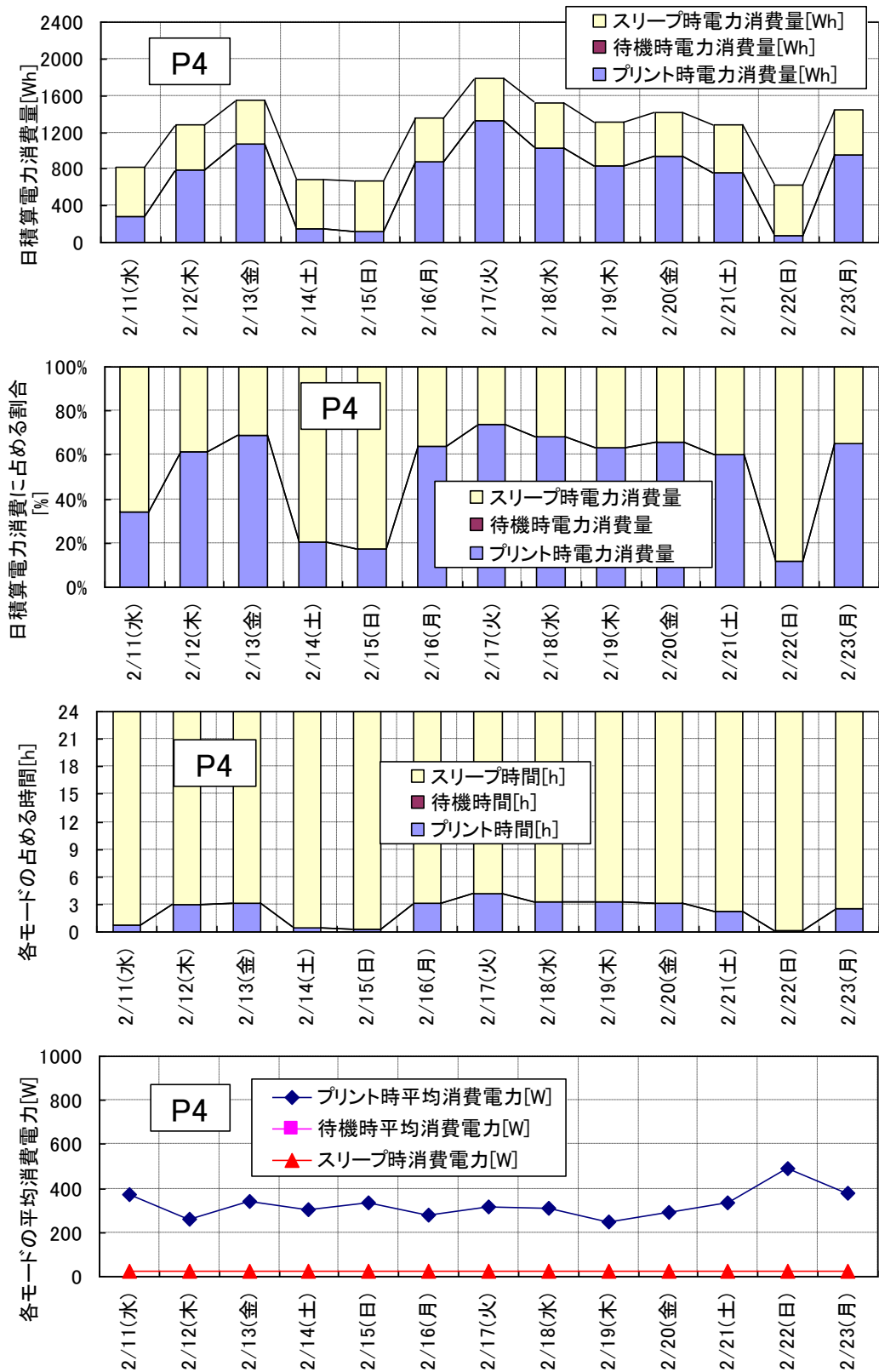


図4.2.10 P4のモード毎の特性(電力消費量、時間、平均消費電力)

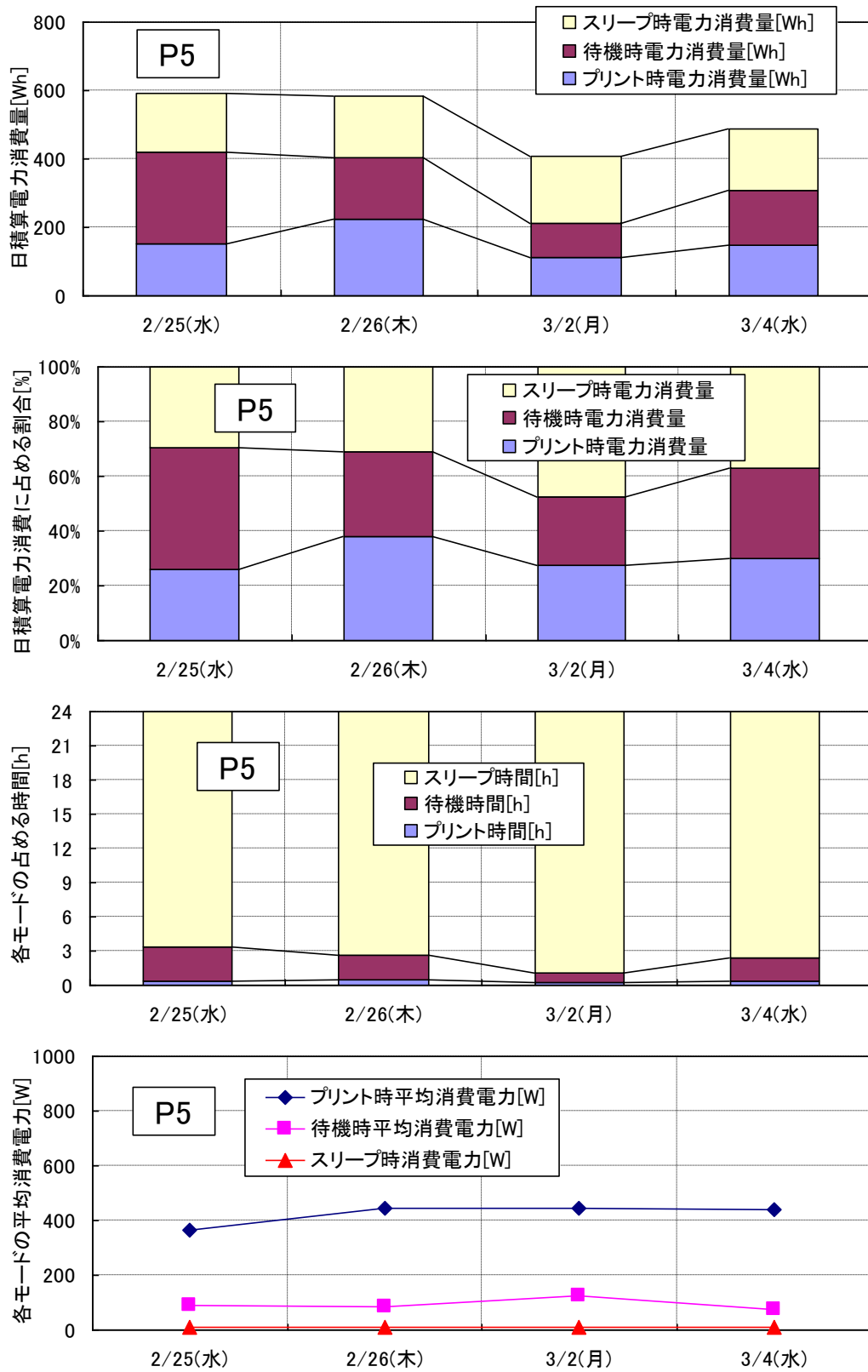


図4.2.11 P5のモード毎の特性(電力消費量、時間、平均消費電力)

4.2.4 コピー機／プリンタの電力消費量予測モデル作成のための分析

(1) 電力消費量予測モデル

前項で行った測定結果の分析から、コピー機／プリンタの電力消費量を予測するモデルとして、図4.2.12のモデルを考える。

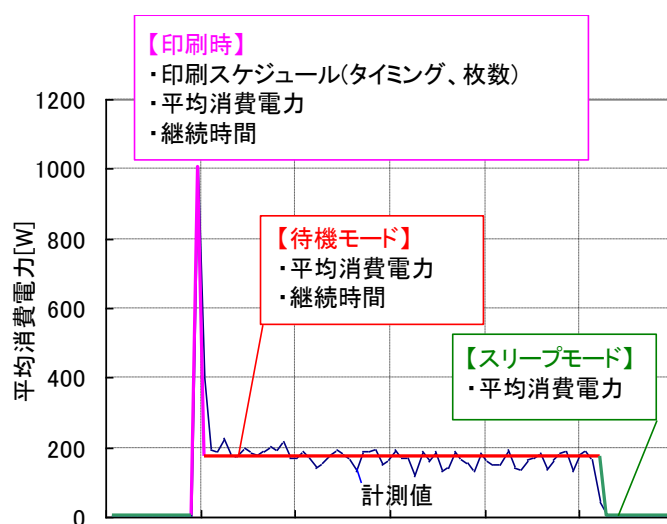


図4.2.12 想定した電力消費量予測モデルと必要となるパラメータ

印刷のスケジュールについては、今回の計測結果のみでは決定できないが、印刷のタイミング、枚数を設定できれば、印刷時の平均消費電力ならびに印刷に要する時間から電力消費量を予測できると考える。印刷に要する時間は、コピー時に自動紙送り機能を使うか、1ページずつスキャンするかによって変わると考えられるが、簡易には枚数によって予測可能だと思われる。

また、「待機モード」の継続時間に関しては、前項の分析からもP1が1時間、P2、P3が2時間、P5が30分程度であることが示唆されており、機種毎に適切な時間を設定することが可能と思われる。

本項では、以上の予測モデル構築にあたり必要となるパラメータのうち、「待機モード」の継続時間の検討と、印刷に要する時間の予測について検討を行う。

(2) 待機モード出現状況の確認

「待機モード」の出現しないP4を除いた4機種について、「待機モード」の推移を検討した。

1) P1

表4.2.4にP1の「待機モード」一覧を示す。「待機モード」の開始・終了時刻と継続時間、前後のモード、継続中にカウンターを確認した時刻と「待機モード」の評価を記載している。

カウンターを確認した時刻については、確認者の記録した時刻であるため、厳密な時刻ではない点に注意されたい。また、「待機モード」の評価は、P1の「待機モード」継続時間が1時間であるとの想定のもと、下記のように判断している。

表4.2.3 P1の「待機モード」評価分類

評価分類	前モード	「待機モード」継続時間		後モード	出現数	
A	印刷	印刷後	約1時間	スリープ	10	
B		カウンター確認操作後			6	
C		印刷後	1時間以上		2	
D		カウンター確認操作後			5	
E		印刷後	1時間未満		0	
F		カウンター確認操作後			3	
G		印刷後	1時間以下		印刷	33
H		カウンター確認操作後				9
I		印刷後	1時間以上		1	
J		カウンター確認操作後			0	

「待機モード」が1時間続くと「スリープモード」に移行すること、カウンターチェック等印刷を伴わない操作を行っても「待機モード」継続時間がリセットされること、の二点をP1の「待機モード」継続の原則と想定すると、評価分類A、Bは原則がそのままあてはまり、「待機モード」が印刷で中断されるG、Hは通常の挙動となる。原則に即したA、B、G、Hで全出現数の84%を占める。

評価分類C、D、I、Jは1時間以上「待機モード」が継続していることになり原則に反するが、時刻を記録しているカウンターチェックの操作以外に、印刷を伴わない操作が行われている（「待機モード」終了時の1時間前等に）可能性は否定できず、その場合はあり得るケースとなる。

一方、E、Fについては、上記2点の原則に合致せずイレギュラーな挙動となり、P1では評価分類Fが3回出現している。カウンター確認操作後1時間を経ずにスリープモードに移行した経緯は不明である。

表4.2.4 P1の「待機モード」一覧

日付	開始時刻	終了時刻	継続時間	前モード	後モード	カウンター確認時刻	評価分類
2/1(日)	23:51	0:51	1:00	印刷	スリープ		A
	0:58	1:58	1:00	印刷	スリープ		A
	2:41	3:41	1:00	印刷	スリープ		A
	4:54	6:03	1:09	印刷	スリープ		C(66min)
	8:30	9:31	1:01	印刷	スリープ		A
	9:34	11:02	1:28	印刷	印刷	9:50頃	I(9:50→11:02:72min)
	11:06	11:17	0:11	印刷	印刷		G
	11:48	11:52	0:04	印刷	印刷		G
	11:54	11:56	0:02	印刷	印刷		G
	12:01	13:18	1:17	印刷	スリープ	12:15頃、13:15頃	F(13:18-13:28スリープモード)
2/2(月)	13:30	16:34	3:04	印刷	スリープ	14:15頃、15:15頃、 16:30頃	F(16:34-16:40スリープモード)
	16:41	18:17	1:36	印刷	スリープ	17:15頃	B(17:15→18:17:約1時間)
	18:35	19:35	1:00	印刷	スリープ		A
	9:02	9:09	0:07	印刷	印刷		G
	9:11	9:28	0:17	印刷	印刷		G
	9:30	13:16	3:46	印刷	スリープ	10:00頃、11:20頃、 12:15頃	B(12:15→13:16:約1時間)
	14:16	14:58	0:42	印刷	印刷		G
	14:59	15:02	0:03	印刷	印刷	15:00頃	G
	15:03	15:07	0:04	印刷	印刷		G
	15:08	16:08	1:00	印刷	印刷	16:00頃	H(16:00→16:08:8min)
2/3(火)	16:09	16:31	0:22	印刷	印刷		G
	16:33	16:36	0:03	印刷	印刷		G
	16:37	18:10	1:33	印刷	印刷	17:15頃	H(17:15→18:10:55min)
	18:11	19:11	1:00	印刷	スリープ		A
	20:17	21:18	1:01	印刷	スリープ		A
	22:20	23:20	1:00	印刷	スリープ		A
	9:31	10:15	0:44	印刷	印刷		G
	10:16	11:29	1:13	印刷	スリープ	10:30頃	B(10:30→11:29:約1時間)
	11:43	11:50	0:07	印刷	印刷		G
	11:51	13:12	1:21	印刷	スリープ	12:00頃	D(12:00→13:12:約72分)
2/4(水)	13:18	14:48	1:30	印刷	印刷	14:00頃	H(14:00→14:48:48min)
	14:50	16:11	1:21	印刷	スリープ	15:00頃	D(15:00→16:11:71min)
	16:31	16:54	0:23	印刷	印刷		G
	16:56	17:55	0:59	印刷	印刷	17:15頃	H(17:15→17:55:40min)
	18:04	19:16	1:12	印刷	スリープ		C(72min)
	8:49	8:51	0:02	印刷	印刷		G
	8:52	9:04	0:12	印刷	印刷		G
	9:05	9:11	0:06	印刷	印刷		G
	9:12	9:43	0:31	印刷	印刷	9:30頃	H(9:30→9:43:13min)
	9:47	10:43	0:56	印刷	印刷		G
2/5(木)	10:44	12:24	1:40	印刷	スリープ	11:20頃、12:15頃	F(12:15→12:24:9min)
	12:27	14:07	1:40	印刷	スリープ	13:10頃、14:10頃	B(13:10→14:07:約1時間) (14:07-14:16:スリープモード)
	14:17	15:17	1:00	印刷	スリープ		A
	15:28	15:32	0:04	印刷	印刷		G
	15:33	15:50	0:17	印刷	印刷		G
	15:52	18:07	2:15	印刷	スリープ	16:16頃、17:05頃	B(17:05→18:07:約1時間)
	8:37	9:58	1:21	印刷	印刷	9:20頃	H(9:20→9:58:38min)
	9:59	10:56	0:57	印刷	印刷		G
	10:57	11:15	0:18	印刷	印刷		G
	11:16	11:48	0:32	印刷	印刷	11:20頃	H(11:20→11:48:28min)
2/6(金)	11:49	12:40	0:51	印刷	印刷		G
	12:43	13:14	0:31	印刷	印刷		G
	13:28	13:37	0:09	印刷	印刷		G
	13:42	13:44	0:02	印刷	印刷		G
	13:46	16:17	2:31	印刷	スリープ	14:20頃、15:15頃	B(15:15→16:17:約1時間)
	16:39	18:27	1:48	印刷	スリープ	17:15頃	D(17:15→18:27:約72分)
	13:13	14:14	1:01	印刷	スリープ		A
	9:09	9:12	0:03	印刷	印刷	9:10頃	G
	9:14	9:17	0:03	印刷	印刷		G
	9:22	9:46	0:24	印刷	印刷		G
2/9(月)	9:50	9:58	0:08	印刷	印刷		G
	10:28	10:32	0:04	印刷	印刷		G
	11:01	11:05	0:04	印刷	印刷		G
	11:06	12:55	1:49	印刷	スリープ	11:30頃	D(11:30→12:55:約85分)
	13:21	13:43	0:22	印刷	印刷		G
	13:44	14:26	0:42	印刷	印刷		G
	14:29	15:37	1:08	印刷	印刷	15:10頃	H(15:10→15:37:27min)
	15:38	16:35	0:57	印刷	印刷	16:15頃	H(16:15→16:35:20min)
	16:50	18:53	2:03	印刷	スリープ	17:15頃	D(17:15→18:53:約98分)

2) P2

表4.2.6にP2の「待機モード」一覧を示す。「待機モード」の評価は、P2の「待機モード」継続時間が2時間であるとの想定のもと、下記のように判断している。

表4.2.5 P2の「待機モード」評価分類

評価分類	前モード	「待機モード」継続時間	後モード	出現数	
A	印刷	印刷後	スリープ	6	
B		カウンター確認操作後		約2時間	2
C		印刷後		2時間以上	0
D		カウンター確認操作後			2
E		印刷後		2時間未満	2
F		カウンター確認操作後			0
G		印刷後		2時間以下	76
H		カウンター確認操作後			28
I		印刷後		2時間以上	0
J		カウンター確認操作後			0

「待機モード」が2時間続くと「スリープモード」に移行すること、カウンターチェック等印刷を伴わない操作を行っても「待機モード」継続時間がリセットされること、の二点をP2の「待機モード」継続の原則と想定すると、継続時間がP1より長いため、「スリープモード」に移行するA、Bが少なく、印刷に移行するG、Hが多くなっている。P2では原則に即したA、B、G、Hで全出現数の97%を占める結果となった。

評価分類C、D、I、Jは1時間以上「待機モード」が継続していることになり原則に反するが、時刻を記録しているカウンターチェックの操作以外に、印刷を伴わない操作を行われている（「待機モード」終了時の1時間前等に）可能性は否定できず、その場合はあり得るケースとなる。P2では、Dの2件のみ記録された。

評価分類E、Fについては、Eで継続時間1分のみケースが2件出現しているが、これは測定間隔が1分のため、分類上「待機モード」にカウントされているが、実際には印刷後即座にスリープモードに移行したと考えられ、紙詰まり等何らかのイレギュラーな事態が発生したと思われる。

表4.2.6 P2の「待機モード」一覧(2/5まで)

日付	開始時刻	終了時刻	継続時間	前モード	後モード	カウンター確認時刻	評価分類
1/31(土)	14:10	14:11	0:01	印刷	スリープ		E
	15:51	17:37	1:46	印刷	印刷		G
	17:39	17:59	0:20	印刷	印刷		G
2/1(日)	15:14	15:24	0:10	印刷	印刷		G
	15:25	17:23	1:58	印刷	スリープ		A
2/2(月)	9:58	11:28	1:30	印刷	印刷	11:30頃	G
	11:33	11:47	0:14	印刷	印刷		G
	11:50	11:56	0:06	印刷	印刷		G
	11:57	12:22	0:25	印刷	印刷	12:15頃	H(12:15→12:22:7min)
	12:24	14:00	1:36	印刷	印刷	13:15頃	H(13:15→14:00:45min)
	14:04	14:22	0:18	印刷	印刷	14:15頃	H(14:15→14:22:7min)
	14:26	14:50	0:24	印刷	印刷		G
	14:51	15:19	0:28	印刷	印刷	15:15頃	H(15:15→15:19:4min)
	15:20	15:27	0:07	印刷	印刷		G
	15:30	15:31	0:01	印刷	印刷		G
	15:32	15:36	0:04	印刷	印刷		G
	15:37	16:32	0:55	印刷	印刷	16:30頃	H(16:30→16:32:2min)
	16:33	16:37	0:04	印刷	印刷		G
	16:39	16:41	0:02	印刷	印刷		G
	16:42	16:59	0:17	印刷	印刷		G
	17:02	17:25	0:23	印刷	印刷	17:15頃	H(17:15→17:25:10min)
	17:27	18:06	0:39	印刷	印刷		G
	18:07	18:16	0:09	印刷	印刷		G
18:19	18:43	0:24	印刷	印刷		G	
18:44	20:42	1:58	印刷	スリープ		A	
2/3(火)	9:11	9:13	0:02	印刷	印刷		G
	9:14	9:20	0:06	印刷	印刷		G
	9:26	9:43	0:17	印刷	印刷		G
	9:46	9:52	0:06	印刷	印刷		G
	9:53	10:35	0:42	印刷	印刷	10:00頃	H(10:00→10:35:35min)
	10:36	11:50	1:14	印刷	印刷	11:20頃	H(11:20→11:50:30min)
	11:53	12:07	0:14	印刷	印刷		G
	12:08	14:13	2:05	印刷	スリープ	12:15頃	B(12:15→14:13:118min)
	14:37	15:48	1:11	印刷	印刷	15:00頃	H(15:00→15:48:48min)
	15:52	16:29	0:37	印刷	印刷	16:00頃	H(16:00→16:29:29min)
	16:30	16:37	0:07	印刷	印刷		G
	16:39	16:40	0:01	印刷	印刷		G
	16:42	17:05	0:23	印刷	印刷		G
	17:07	17:38	0:31	印刷	印刷	17:15頃	H(17:15→17:38:23min)
	17:40	18:53	1:13	印刷	印刷		G
18:54	19:28	0:34	印刷	印刷		G	
19:29	21:27	1:58	印刷	スリープ		A	
2/4(水)	8:57	9:51	0:54	印刷	印刷	9:30頃	H
	9:54	10:02	0:08	印刷	印刷		G
	10:04	11:01	0:57	印刷	印刷	10:30頃	H
	11:03	11:13	0:10	印刷	印刷		G
	11:21	11:24	0:03	印刷	印刷		G
	11:26	11:30	0:04	印刷	印刷		G
	11:38	11:58	0:20	印刷	印刷	12:00頃	G
	12:00	13:30	1:30	印刷	印刷	12:00頃	H
	13:31	14:14	0:43	印刷	印刷	14:00頃	G
	14:15	14:21	0:06	印刷	印刷		G
	14:51	15:49	0:58	印刷	印刷	15:00頃	H
	15:50	15:59	0:09	印刷	印刷		G
	16:00	16:32	0:32	印刷	印刷	16:30頃	H
	16:33	16:35	0:02	印刷	印刷		G
	16:36	19:22	2:46	印刷	スリープ	17:15頃	D(17:15→19:22:127min)
2/5(木)	9:40	10:50	1:10	印刷	印刷		G
	10:51	11:00	0:09	印刷	印刷		G
	11:01	15:10	4:09	印刷	印刷	11:20頃、12:15頃、 13:10頃、14:10頃	H(14:10→15:10:60min)
	15:11	15:12	0:01	印刷	印刷		G
	15:13	15:15	0:02	印刷	印刷		G
	15:16	15:17	0:01	印刷	印刷		G
	15:18	15:19	0:01	印刷	印刷		G
	15:21	15:25	0:04	印刷	印刷		G
	15:26	15:29	0:03	印刷	印刷	15:30頃	G
	15:30	16:10	0:40	印刷	印刷	15:30頃	H
	16:11	16:27	0:16	印刷	印刷	16:15頃	H
	16:28	16:54	0:26	印刷	印刷		G
	16:58	19:03	2:05	印刷	スリープ	17:05頃	B(17:05→19:03:118min)

3) P3

表4.2.8にP3の「待機モード」一覧を示す。「待機モード」の評価は、P3の「待機モード」継続時間が約2時間であるとの想定のもと、P2と同様に下記のように判断している。

表4.2.7 P3の「待機モード」評価分類

評価分類	前モード	「待機モード」継続時間	後モード	出現数	
A	印刷	印刷後	スリープ	7	
B		カウンター確認操作後		約2時間	1
C		印刷後		2時間以上	0
D		カウンター確認操作後			0
E		印刷後		2時間未満	0
F		カウンター確認操作後			0
G		印刷後		2時間以下	52
H		カウンター確認操作後			18
I		印刷後		2時間以上	0
J		カウンター確認操作後			0

表4.2.8 P3の「待機モード」一覧(3/19以降)

日付	開始時刻	終了時刻	継続時間	前モード	後モード	カウンター確認時刻	評価分類
3/19(木)	9:41	9:45	0:04	印刷	印刷		G
	9:46	10:01	0:15	印刷	印刷		G
	10:03	10:16	0:13	印刷	印刷		G
	10:17	10:33	0:16	印刷	印刷		G
	10:34	11:22	0:48	印刷	印刷		G
	11:23	11:31	0:08	印刷	印刷		G
	11:32	11:36	0:04	印刷	印刷		G
	11:37	12:48	1:11	印刷	印刷	11:45頃	H
	12:49	12:52	0:03	印刷	印刷	12:50頃	H
	12:55	13:26	0:31	印刷	印刷		G
	13:28	14:14	0:46	印刷	印刷	13:50頃	H
	14:17	14:47	0:30	印刷	印刷		G
	14:48	15:09	0:21	印刷	印刷	14:55頃	H
	15:10	15:29	0:19	印刷	印刷		G
	15:30	15:32	0:02	印刷	印刷		G
	15:33	15:48	0:15	印刷	印刷		G
	15:49	16:08	0:19	印刷	印刷	15:50頃	H
	16:09	16:44	0:35	印刷	印刷		G
	16:46	17:48	1:02	印刷	印刷		G
	17:49	17:59	0:10	印刷	印刷		G
	18:01	18:31	0:30	印刷	印刷	18:30頃	H
18:33	18:34	0:01	印刷	印刷		G	
18:35	20:32	1:57	印刷	印刷		G	
20:34	22:32	1:58	印刷	スリープ		A	
3/20(金)	14:03	16:01	1:58	印刷	スリープ	15:00頃	B
	17:07	19:04	1:57	印刷	スリープ		A
3/21(土)	15:38	17:36	1:58	印刷	スリープ		A
3/22(日)	6:44	8:42	1:58	印刷	スリープ		A
3/23(月)	8:09	8:10	0:01	印刷	印刷		G
	8:11	8:37	0:26	印刷	印刷		G
	8:39	10:04	1:25	印刷	印刷	9:00頃	H
	10:05	10:22	0:17	印刷	印刷		G
	10:23	10:51	0:28	印刷	印刷	10:45頃	H
	10:52	11:02	0:10	印刷	印刷		G
	11:03	12:50	1:47	印刷	印刷	12:50頃	H
	12:51	12:52	0:01	印刷	印刷		G
	12:53	13:18	0:25	印刷	印刷		G
	13:19	13:28	0:09	印刷	印刷		G
	13:32	13:36	0:04	印刷	印刷		G
	13:37	13:42	0:05	印刷	印刷		G
	13:43	13:45	0:02	印刷	印刷		G
	13:46	13:52	0:06	印刷	印刷		G
	13:53	14:07	0:14	印刷	印刷		G
	14:10	14:12	0:02	印刷	印刷		G
	14:14	14:35	0:21	印刷	印刷		G
	14:36	14:47	0:11	印刷	印刷		G
	14:48	14:56	0:08	印刷	印刷	14:50頃	H
	14:57	15:21	0:24	印刷	印刷		G
	15:23	15:26	0:03	印刷	印刷		G
	15:28	15:31	0:03	印刷	印刷		G
	15:32	16:13	0:41	印刷	印刷	16:00頃	H
	16:14	16:16	0:02	印刷	印刷		G
	16:17	16:26	0:09	印刷	印刷		G
	16:28	18:25	1:57	印刷	スリープ		A
	18:33	18:35	0:02	印刷	印刷		G
	18:37	18:52	0:15	印刷	印刷		G
	18:56	18:59	0:03	印刷	印刷		G
	19:01	20:59	1:58	印刷	スリープ		A

P3の「待機モード」の原則を、P2と同様に「待機モード」が2時間続くと「スリープモード」に移行すること、カウンターチェック等印刷を伴わない操作を行っても「待機モード」継続時間がリセットされること、の二点と想定すると、P3については出現した「待機モード」がすべて原則に則した評価分類A、B、G、Hとなった。

4) P5

表4.2.10にP5の「待機モード」一覧を示す。「待機モード」の評価は、P5の「待機モード」継続時間が20～30分程度であるとの想定のもと、下記のように判断している。

表4.2.9 P5の「待機モード」評価分類

評価分類	前モード	「待機モード」継続時間	後モード	出現数
A	印刷	20～30分	スリープ	11
C		30分超		0
E		20分未満	印刷	0
G		20分未満		17
G'		20～30分		0
I		30分超		2

表4.2.10 P5の「待機モード」一覧

日付	開始時刻	終了時刻	継続時間	前モード	後モード	評価分類
2/25(水)	9:25	9:26	0:01	印刷	印刷	G
	9:28	9:56	0:28	印刷	スリープ	A
	10:52	10:59	0:07	印刷	印刷	G
	11:00	11:02	0:02	印刷	印刷	G
	11:03	11:14	0:11	印刷	印刷	G
	11:15	11:44	0:29	印刷	スリープ	A
	14:21	14:24	0:03	印刷	印刷	G
	14:28	15:02	0:34	印刷	印刷	I
	15:03	15:14	0:11	印刷	印刷	G
	15:15	15:44	0:29	印刷	スリープ	A
	16:58	16:59	0:01	印刷	印刷	G
	17:03	17:04	0:01	印刷	印刷	G
	17:06	17:27	0:21	印刷	スリープ	A
	2/26(木)	11:13	11:35	0:22	印刷	スリープ
13:38		14:07	0:29	印刷	スリープ	A
16:14		16:42	0:28	印刷	スリープ	A
17:50		18:07	0:17	印刷	印刷	G
18:08		18:38	0:30	印刷	スリープ	A
3/2(月)	11:16	11:22	0:06	印刷	印刷	G
	11:24	11:45	0:21	印刷	スリープ	A
	16:45	17:06	0:21	印刷	スリープ	A
3/4(水)	14:25	14:33	0:08	印刷	印刷	G
	14:34	14:36	0:02	印刷	印刷	G
	14:38	15:10	0:32	印刷	印刷	I
	15:11	15:26	0:15	印刷	印刷	G
	15:27	15:33	0:06	印刷	印刷	G
	15:34	15:53	0:19	印刷	印刷	G
	15:54	15:55	0:01	印刷	印刷	G
	15:56	16:10	0:14	印刷	印刷	G
16:11	16:41	0:30	印刷	スリープ	A	

P5の「待機モード」継続時間を20分から30分と幅を持たせて考えると、出現した「待機モード」の93%が分類A、Gに属することになることから、妥当な移行時間であると考えられ

るが、表4.2.10の継続時間に見られるように、早い場合は「スリープモード」に20分程度で移行しており、P1～P3のような明確な移行時間の設定はされていない可能性がある。もしくは別のより複雑なロジックで移行していることも考えられる。これは、印刷から次の印刷まで30分以上「待機モード」が継続したケース(評価分類I)も2例あることから言えることである。

ただ、前項で示した時系列データからも分かるように、適当な「待機モード」の継続時間を設定すれば電力消費量を予測する上では十分と考えられ、25分一律といった設定でも問題は少ないと思われる。

(3) 印刷時の電力消費量予測手法の検討

1) モデルの検討

印刷時に消費する電力量は、機種によってはそれほど大きな割合を占めないことが前項の検討から分かるが、印刷の状況によっては無視し得ない消費量になる可能性がある。

本項では、印刷時の電力消費量の状況をモデル化し、印刷時の平均消費電力(P₁)と「待機モード」の平均消費電力(P₂)、印刷の継続時間(Δt₁)から印刷時の電力消費量(P₁Δt₁)を予測する手法の検討を行う(図4.2.13)。

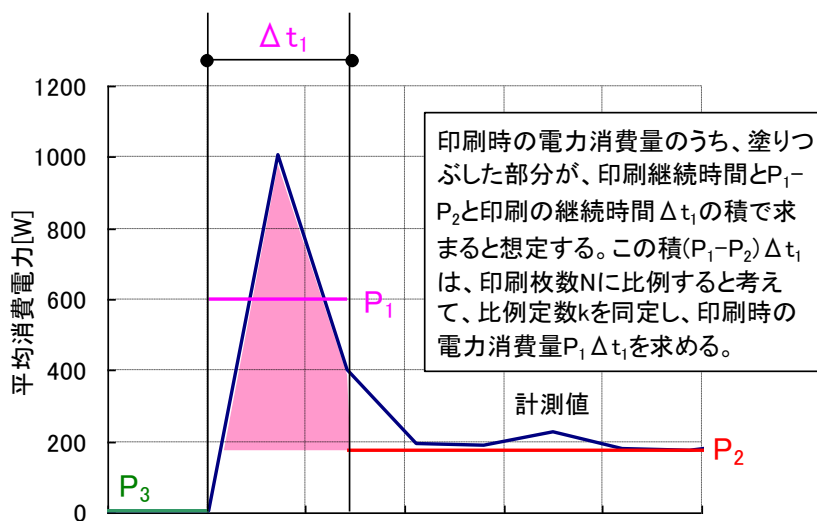


図4.2.13 印刷時の電力消費量予測モデル(イメージ)

図4.2.13のモデルでは、印刷枚数Nと(P₁-P₂)×Δt₁の関係から比例定数kを求めることで、印刷時の継続時間Δt₁'ならびに電力消費量P₁'Δt₁'を印刷枚数Nから予測することを想定する(ダッシュ付は予測値を示す)。

$$\Delta t_1' = kN / (P_1 - P_2)$$

$$P_1' \Delta t_1' = P_1 \cdot kN / (P_1 - P_2)$$

以下、印刷枚数をカウントしているP1、P2、P3について、枚数をカウントした期間毎にデ

ータを整理し比例定数 k の検討を行った。

2) P1

P1について、印刷枚数 N と $(P_1-P_2)\Delta t_1$ の関係を図4.2.14に、印刷継続時間の実測値 Δt_1 と予測値 $\Delta t_1'$ の関係を図4.2.15に、印刷時の電力消費量の実測値 $P_1\Delta t_1$ と予測値 $P_1'\Delta t_1'$ の関係を図4.2.16に示す。図4.2.14では、①2/2(月)9:50-12:50、②2/6(金)11:20-14:20、③2/9(月)9:10-11:30のデータを除けば、印刷枚数 N と $(P_1-P_2)\Delta t_1$ がほぼ比例する関係にあることが分かる。除外したデータを時系列データ(図4.2.1、図4.2.2)で確認すると、①③がカウントされた印刷枚数に対して大きな電力消費量を記録した期間、②が逆に印刷枚数に対して小さかった期間となり、通常とは異なる状況であったと判断した。比例定数 k の同定にあたっては、電力消費量の実測値 $P_1\Delta t_1$ と予測値 $P_1'\Delta t_1'$ の回帰式の傾きが1になるように調整したところ、P1においては $k=0.65$ の値を得た。この比例定数を使用して印刷継続時間と電力消費量を予測したところ、除外した3データを除けば、妥当な値を予測できていると言える(図4.2.15、図4.2.16)。

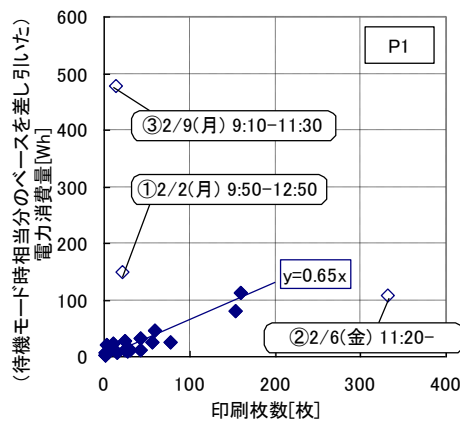


図4.2.14 P1における印刷枚数 N と $(P_1-P_2)\Delta t_1$ の関係

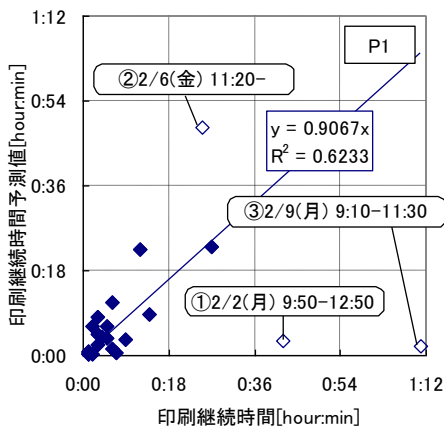


図4.2.15 印刷継続時間

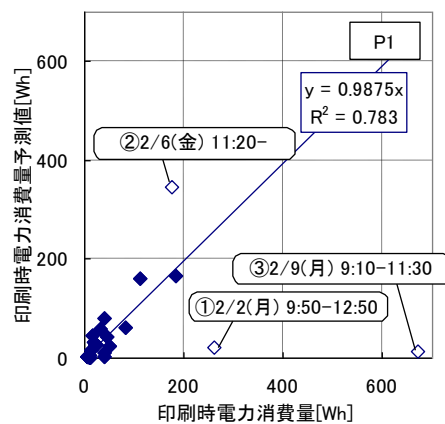


図4.2.16 電力消費量

3) P2

P2について、印刷枚数 N と $(P_1-P_2)\Delta t_1$ の関係を図4.2.17に、印刷継続時間の実測値 Δt_1 と予測値 $\Delta t_1'$ の関係を図4.2.18に、印刷時の電力消費量の実測値 $P_1\Delta t_1$ と予測値 $P_1'\Delta t_1'$ の関係を図4.2.19に示す。図4.2.17は、④2/4(水) 14:00-15:00のデータを除けば、印刷枚数 N と $(P_1-P_2)\Delta t_1$ がほぼ比例する関係にあることが確認される。除外した期間④は、一度に多くの枚数を印刷し、時間中常時1kWの消費電力を記録していることから、自動紙送り機能で連続的に大量の印刷を行っていると思われる。枚数がそれほど多くない他データとかけ離れた結果になっていると予想される。比例定数 k の同定にあたっては、電力消費量の実測値 $P_1\Delta t_1$ と予測値 $P_1'\Delta t_1'$ の回帰式の傾きが1になるように調整したところ、P2においては $k=0.45$ の値を得た。この比例定数を使用して印刷継続時間と電力消費量を予測したところ、除外したデータを除けば妥当な値を予測できていると言える(図4.2.18、図4.2.19)。

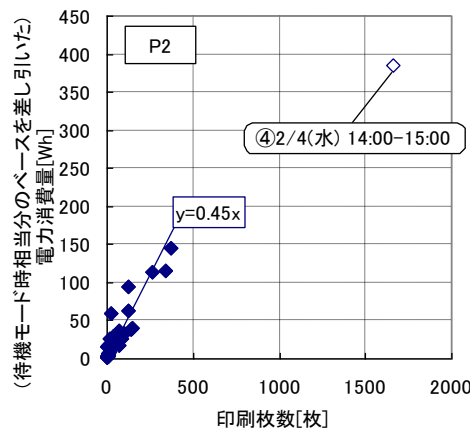


図4.2.17 P2における印刷枚数 N と $(P_1-P_2)\Delta t_1$ の関係

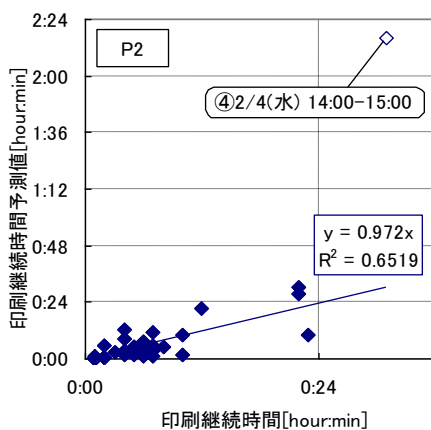


図4.2.18 印刷継続時間

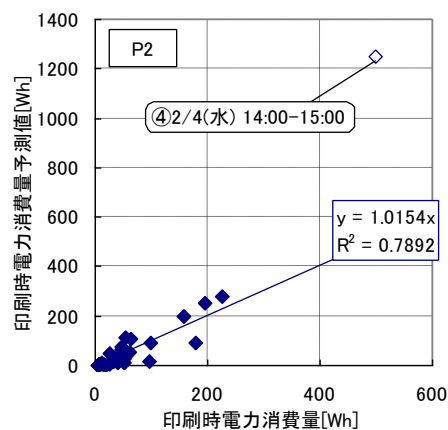


図4.2.19 電力消費量

4) P3

P3について、印刷枚数 N と $(P_1-P_2)\Delta t_1$ の関係を図4.2.20に、印刷継続時間の実測値 Δt_1 と予測値 $\Delta t_1'$ の関係を図4.2.21に、印刷時の電力消費量の実測値 $P_1\Delta t_1$ と予測値 $P_1'\Delta t_1'$ の関係を図4.2.22に示す。図4.2.20からは、⑤3/18(水) 12:50-13:55のデータを除けば、印刷枚数 N と $(P_1-P_2)\Delta t_1$ がほぼ比例する関係にあることが確認される。除外した期間⑤は、カウントされた印刷枚数に対して大きな電力消費量を記録した期間であった。比例定数 k の同定にあたっては、電力消費量の実測値 $P_1\Delta t_1$ と予測値 $P_1'\Delta t_1'$ の回帰式の傾きが1になるように調整したところ、P3においては $k=0.73$ の値を得た。この比例定数を使用して印刷継続時間と電力消費量を予測したところ、P1、P2と比べて対応が良くないものの、一定の予測は可能であると言える(図4.2.21、図4.2.22)。

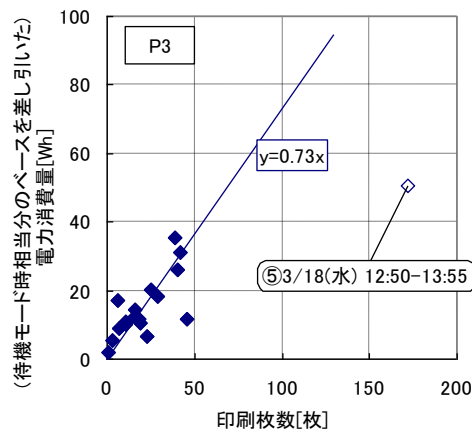


図4.2.20 P3における印刷枚数 N と $(P_1-P_2)\Delta t_1$ の関係

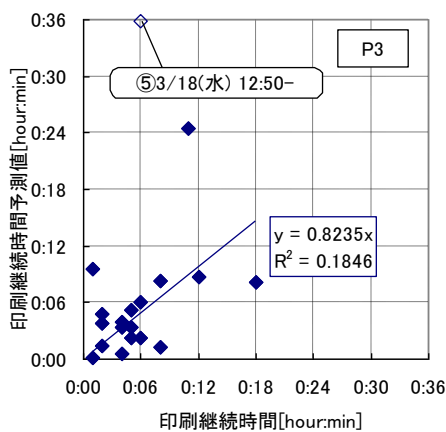


図4.2.21 印刷継続時間

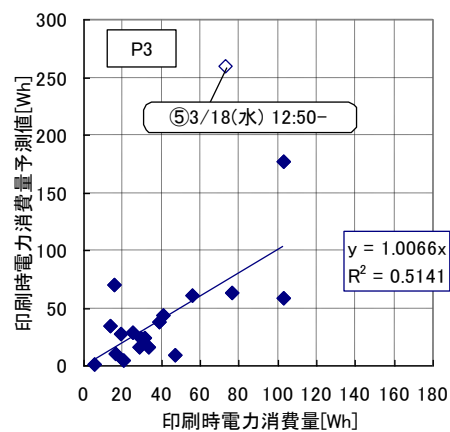


図4.2.22 電力消費量

5) P4、P5の印刷継続時間と電力消費量の関係

印刷枚数の記録がない(または十分ではない)P4とP5については、P1～P3と同等の分析は行えないため、参考に、印刷継続時間とその時間内に使用された電力消費量の関係を図4.2.23に示す。P4、P5では、印刷時の電力消費量は継続時間に比例する関係があることが分かり、印刷枚数が不明であっても、継続時間を使用することで電力消費量の予測が可能であることを示唆している。

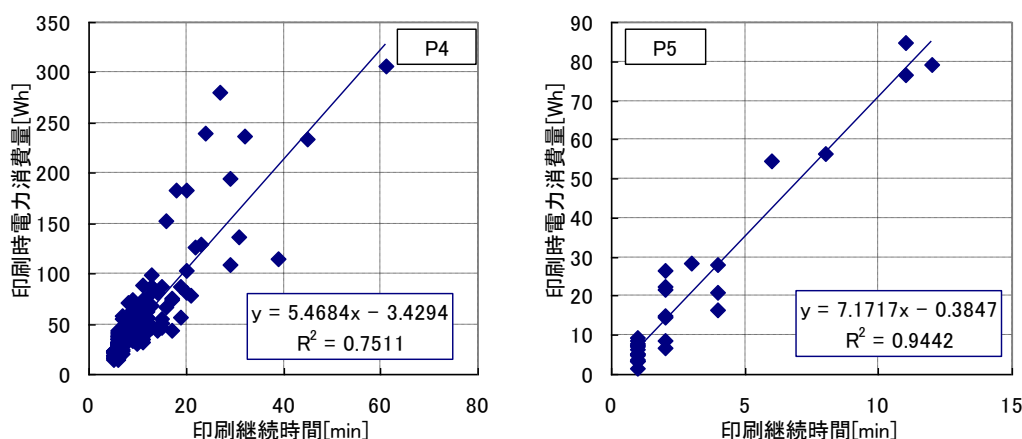


図4.2.23 印刷継続時間と電力消費量の関係(左：P4、右：P5)

(4) 電力消費量予測モデルのパラメータ

ここまでで同定された電力消費量予測モデルに関するパラメータを整理すると表4.2.11となる。

表4.2.11 電力消費量予測モデルパラメータ一覧

コピー機/プリンタ		P1	P2	P3	P4	P5
平均消費電力[W]	印刷時	455	570	420	310	420
	待機モード	160	220	220	—	90
	スリープモード	5(想定値)	1.6	180	23.4	8.5
待機モード継続時間		1時間	2時間	2時間	0分	25分
印刷枚数から印刷時の電力消費量を予測する際の比例定数k[Wh/枚]		0.65	0.45	0.73	—	—
印刷継続時間から印刷時の電力消費量を予測する際の比例定数[Wh/min]		—	—	—	5.3	7.1

4.2.5 まとめ

本節では、コピーもしくはプリントアウトに使用されるコピー機、プリンタの電力使用量の計測結果を分析した。また、電力消費量を予測するモデルの検討を行い、モデルに必要なとなるパラメータを測定結果を分析して抽出した。

4.3 冷凍冷蔵設備のエネルギー消費特性の計測

本節では、冷凍冷蔵設備の電力使用状況の計測結果をもとに、冷凍冷蔵設備のエネルギー消費特性の検討を行う。

4.3.1 測定対象機器

測定を行った小規模小売店舗の概要を以下に示す。

- ・埼玉県内の平屋独立型店舗、床面積は210m²、24時間営業、開口面の方位は北西
- ・空調設備：空気系(室外機2台+室内機1台)、冷房能力25.0kW
- ・照明設備：入口側、奥側の2系統
- ・チルドケース類：冷凍機系統+独立ケース

測定対象とした冷凍冷蔵設備は、屋外に設置した冷凍機1台に接続されたオープンケース(弁当、総菜、麺類等を陳列)6台+ウォークイン(飲料棚とバックヤード)のシステム一式と、独立型ケース4台である。

仕様および計測対象とした電源系統を以下に示す。冷凍冷蔵設備を構成する機構毎(温蔵、冷凍冷蔵、除霜用ヒーター、ファン、照明)に電源系統が分かれている機器(オープンケース+ウォークインのシステム、冷凍リーチイン)と、一系統で全機構に電力供給している独立型の機器に分かれる。

表4.3.1 冷凍冷蔵設備の電力系統

	温蔵	冷蔵		ファン	照明
	ヒーター	冷却	ヒーター (除霜)		
H&Cケース	3φ 3W200V 6.マルチケース(ヒーター)	3φ 3W200V 1.チルドウォークイン冷凍機	1φ 2W100V 8.オープンケース(ファン・ヒーター)	1φ 2W100V 10.冷凍冷蔵設備(照明)	
弁当ケース	—				
弁当&チルド	—				
チルドケース左	—				
チルドケース中央	—				
チルドケース右	—				
ウォークイン	—	1φ 2W100V 9.ウォークイン(ファン・ヒーター)			
低温リーチイン	—	3φ 3W200V 2.冷凍リーチイン	1φ 2W100V 10.低温リーチイン(ファン・ヒーター)		
アイスクリームケース(大)	—	3φ 3W200V 7.アイスクリームケース(大)			
アイスクリームケース(小)	—	3φ 3W200V 8.アイスクリームケース(小)			
栄養ドリンクケース	—	3φ 3W200V 5.栄養ドリンクケース			

4.3.2 測定概要

2009年10月13日に、短期計測を行い計測する系統の絞り込みを行い、2009年10月14日～12月1日に長期計測を実施した。測定には、日置電気製データロガー2300シリーズを使用した。多回路電力モジュール(日置電気2332)に接続したクランプ(9695-02)を配電盤の各系統に設置し、測定間隔1分で有効電力[W]の平均値の計測を行っている。

4.3.3 測定結果の分析

1) 1時間平均値の推移

長期計測を行っている系統の1時間平均値の推移を、図4.3.1に抜粋して示す。短期計測のみ行った系統については、短期計測中の平均値をもとに推計した値で示している。

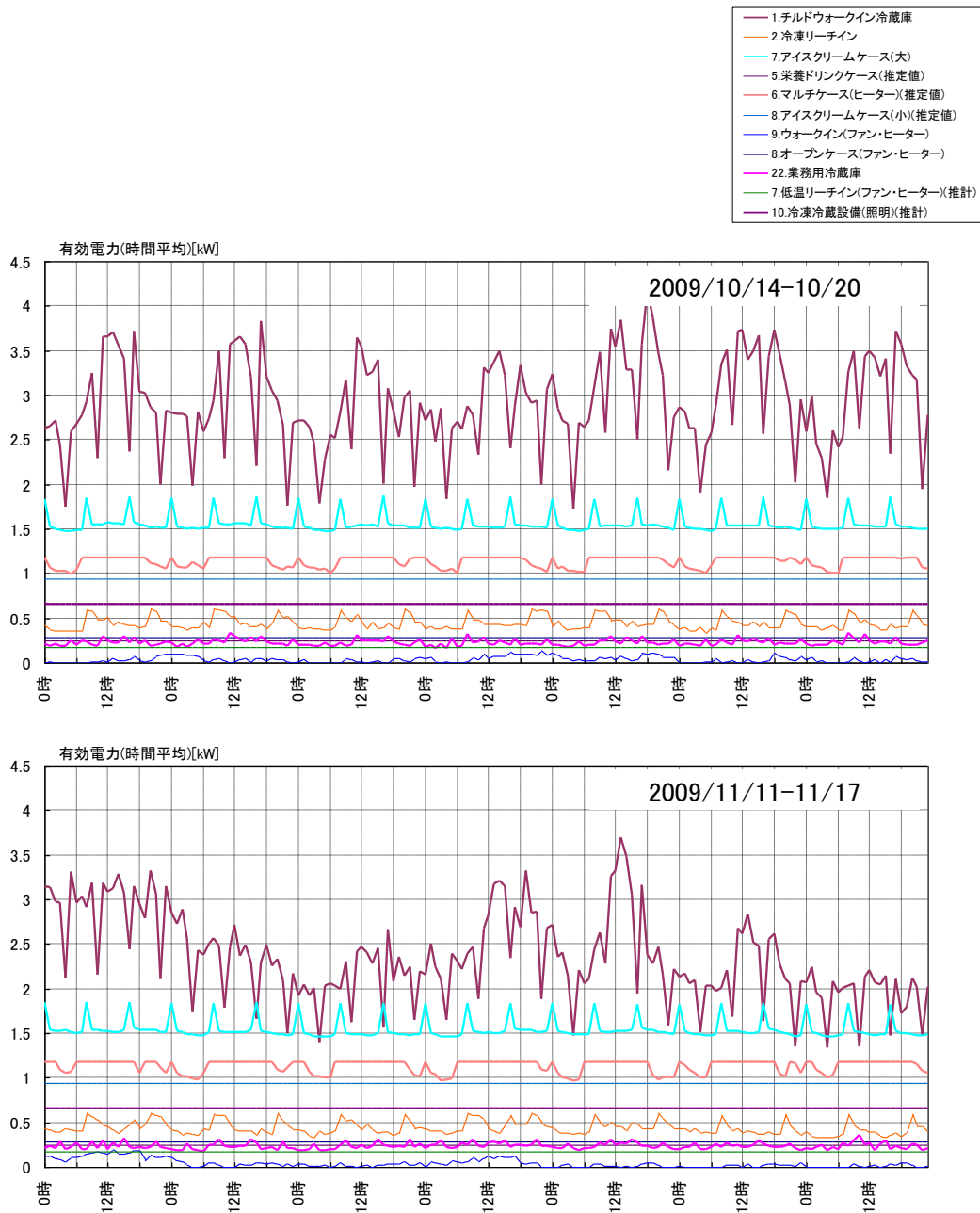


図4.3.1 1時間平均値の推移

2) 日平均値の推移

日平均値の推移を図4.3.2に示す。オープンケースとウォークインを冷却する「チルドウォークイン冷蔵庫(単相200V系統1)」が、外気温の低下とともに電力消費が3kWから1.5kW程度まで減少している状況が確認できる。その他の系統は、ほぼ横這いの状況を示す。

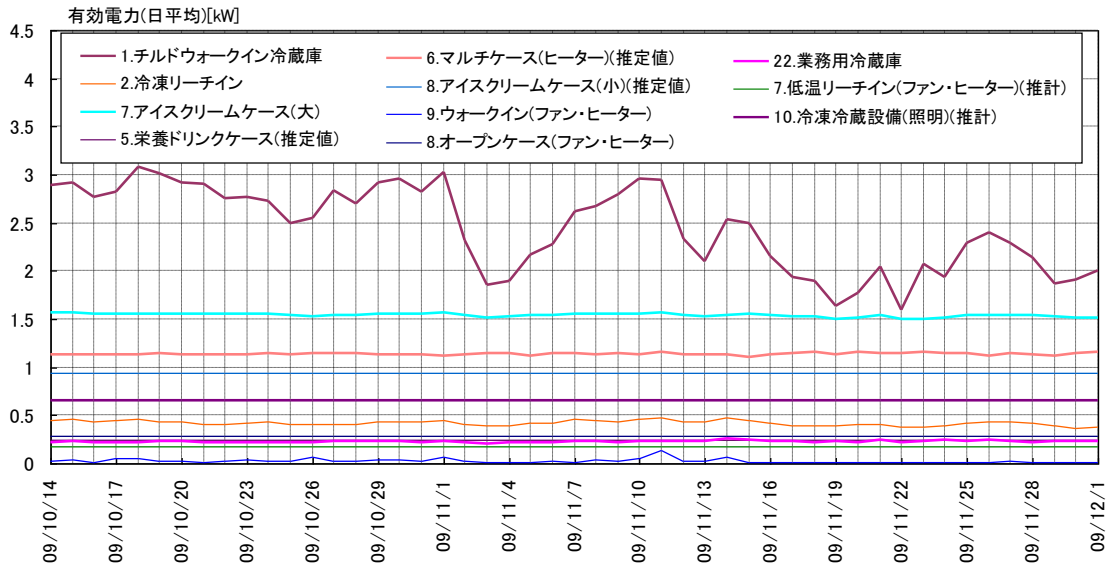


図4.3.2 日平均値の推移

3) 気温との関係

電力消費量と気温の関係について分析を行った。分析には、近隣のアメダス測定ポイントである久喜のデータを使用している。

図4.3.3に冷凍冷蔵設備の電力消費量と外気温、室温との関係を示す。室外機から外気に排熱しているチルドウォークイン冷蔵庫は、外気温と直線的な関係を示しており、外気温の低下とともに電力消費量が大きく減ることが分かる。室内に排熱する機器(冷凍リーチン、アイスクリームケース(大)、業務用冷蔵庫)は室温が低下するにつれ、電力消費量が若干減少する傾向にあるが、顕著ではない。

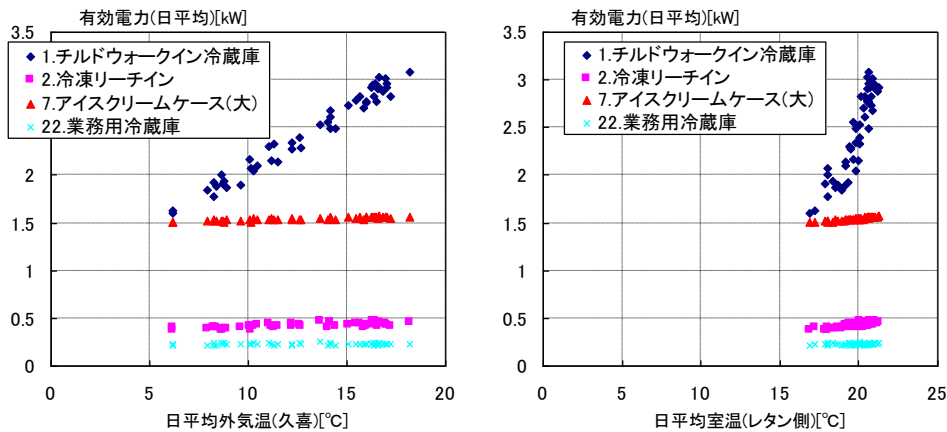


図4.3.3 外気温、室温と冷凍冷蔵設備の電力消費量の関係

図4.3.4に補機類の電力消費量と外気温の関係を示す。オープンケース(ファン・ヒーター)は、温度によらずほぼ一定の結果となった。ウォークイン(ファン・ヒーター)は、外気温が下がるにつれ、減少する傾向にある。これは、外気温が高い計測期間前半の運転が終日オンオフ運転を行っており、日中に0.5~0.7kW程度の電力消費を記録することがあったのに対し、対気温が低下する計測期間後半には、50W程度の運転をある時間継続してオフになる運転となっていた結果が反映されたものである。

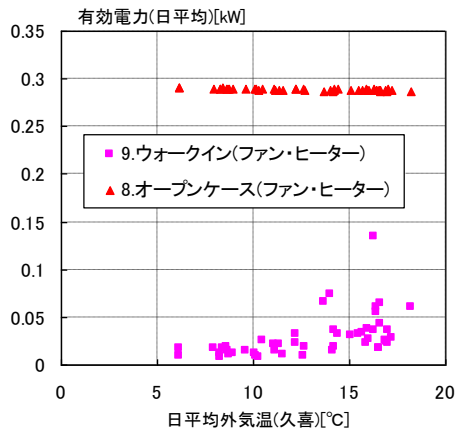


図4.3.4 外気温、室温と補機類の電力消費量の関係

4.3.4 まとめ

冷凍冷蔵設備の電力使用状況の計測結果をもとに、冷凍冷蔵設備のエネルギー消費特性の検討を行い、気温との関係を中心に分析した。