

平成 11 年度調査報告書
NEDO - EC - 9914

先導的エネルギー使用合理化設備導入モデル事業
(調査研究事業)

平成 12 年 3 月

新エネルギー・産業技術総合開発機構

委託先 財団法人 省エネルギーセンター

本報告書の内容を公表する際は、あらかじめ
新エネルギー・産業技術総合開発機構省エネ
ルギー対策部の許可を受けて下さい。

まえがき

地球温暖化対策は、国際的な枠組が構築されつつあるが、COP3での我が国の二酸化炭素削減目標を達成することを目的に、政府は様々な施策を展開している。

今回の調査は、通商産業省および、新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)が行う「先導的エネルギー使用合理化設備導入モデル事業」の補助事業一環として、先導的エネルギー使用合理化設備が、一般に普及する為の条件整備に関する調査を行い、二酸化炭素削減に資することを目的としている。

ここでは、以下の調査を行っている。

省エネルギー効果の計測・検証手法の検討

- ・「先導的エネルギー使用合理化設備導入モデル事業」評価手法の検討
- ・「ビルの省エネルギー効果把握手法」の追跡調査
- ・事務所ビルの実測調査

先導的エネルギー使用合理化設備・技術導入・普及マニュアル作成の検討

計測・検証手法は、省エネルギー改修を行った際の省エネルギー効果の把握手法を指す。一般に、省エネルギー効果を把握し、この結果により経費節減分の利益配分を検討することを条件とする省エネ改修工事あるいは、省エネ技術導入工事では、当初計画した省エネルギー効果が十分発揮され、かつ経年劣化が少ない。しかし、省エネルギー効果を正確に把握する手法の技術的な検討はこれまであまり行われていない。特に、既存ビルに省エネルギー設備を導入する場合、あるいは、特定の省エネルギー設備の効果を把握する為には、他の影響を排除することが必要になる。

今回の調査では、省エネ設備以外の設備、施設の稼働状況、気温など様々な変化要因の中から、導入した省エネルギー設備の効果を的確に把握する手法を開発することを目的に、省エネルギー改修を行った施設での実態調査、既存ビルでのエネルギー消費実測調査をもととする解析を行っている。

また、これら先導的エネルギー使用合理化設備の導入を促進する為には、事業者となる顧客の理解を深めることは重要な視点になることから、事業者(顧客)を対象とする導入マニュアルの検討を行っている。

調査は、(財)省エネルギーセンターに設置した「省エネルギー効果の計測・検証手法検討委員会」(委員長:(株)住環境計画研究所 所長 中上英俊)を中心に行っているが、今回の調査が、先導的エネルギー使用合理化設備のより一層の普及拡大に資することができれば幸いである。

平成12年3月

(財)省エネルギーセンター
専務理事 橋本 城二

省エネルギー効果の計測・検証手法検討委員会

(委員)

池山 成俊	通商産業省 資源エネルギー庁 石炭・新エネルギー部 省エネルギー対策課 総括班長
田邊 陽一	大阪府 建築都市部公共建築室 環境技術設備係 主査
紫藤 悦雄	(株)ガスアンドパワー 取締役 ESCO 事業部長 兼海外事業部長
長谷 智之	関西電力(株) お客さま本部(お客さまサービス) 副部長
大谷 昌彦	建設省 建設大臣官房 官庁営繕部 設備課 課長補佐
辻野 善巳	自治省 自治大臣官房企画室 課長補佐
中上 英俊	(株)住環境計画研究所 所長
高村 淑彦	東京電機大学 工学部 機械工学科 教授
羽鳥 一郎	東京都 環境保全局 環境管理部 環境計画室 地球環境課長補佐
宮本 章	(株)日立製作所 産業システム事業部 I社 [®] -ソリューション本部 本部長
筒見 憲三	(株)ファーストエコ 代表取締役
山本 卓也	藤井・山本法律事務所 弁護士
山本 眞儀	三菱電機(株) 社会インフラ統括事業本部 ESCO 事業推進室長
須田 文隆	山武ビルシステム(株) 事業推進部 I社 [®] -エンジニアリンググループ 次長
前田 利幸	横浜市 環境保全局 調整部環境政策課 担当係長

(計測検証手法検討分科会)

宮本 康弘	オムロンファシリテイクリエイツ(株) 取締役 省I社 [®] 推進室長
住沢 剛	新日本空調(株) 東京本店 技監
高和 正	住友金属工業(株) I社 [®] -サービス事業プロジェクトチーム 技術担当次長
渡辺 紘一	ニッテツ大阪エンジニアリング(株) プラントエンジニアリング事業部 参与 担当部長
澤村 正治	(株)日本インテリジェントビルシステムズ 常務取締役
坂内 正明	(株)日立製作所 産業システム事業部 I社 [®] -ソリューション本部 部長
池田 辰弥	三菱電機(株) 社会インフラ統括事業本部 ESCO 事業推進室 技術担当課長
須田 文隆	山武ビルシステム(株) 事業推進部 I社 [®] -エンジニアリンググループ 次長

(導入マニュアル検討分科会)

辻野 善巳	自治省 自治大臣官房企画室
笹山 晋一	東京ガス(株) 営業総括部企画推進グループ 課長
岩井 保夫	東京電力(株) 企画部 事業調査グループ 副長
吉田 和正	日本政策投資銀行 環境エネルギー部 課長

高橋 洋 (株)ファーストエスコ 取締役 性能保証部長
山本 卓也 藤井・山本法律事務所 弁護士

(オブザーバ)

多賀谷 健司 通商産業省 資源エネルギー庁 石炭・新エネルギー部
省エネルギー対策課 振興班長
山本 茂 通商産業省 資源エネルギー庁 石炭・新エネルギー部
省エネルギー対策課 技術第2係長

(事務局)

橋本 城二 (財)省エネルギーセンター 専務理事
中村 邦彦 (財)省エネルギーセンター 常務理事
湯屋 俊一 (財)省エネルギーセンター ESCO 事業推進室 室長
鈴木 政行 (財)省エネルギーセンター ESCO 事業推進室 課長
村越 千春 (株)住環境計画研究所 研究室長
田中 昭雄 (株)住環境計画研究所 主任研究員
増田 貴司 (株)住環境計画研究所 副主任研究員
大橋 博之 (株)住環境計画研究所 副研究員
横尾 美雪 (株)住環境計画研究所 副研究員
中込 千穂 (株)住環境計画研究所 副研究員

概要

〔分冊1〕

第 編 事務所ビルの実測調査

E S C O (Energy Service Company) 事業における省エネルギー効果の計測検証を行うための各種手法には以下の4つの手法があるが、本年度は事務所ビル4棟を対象に 長期計測による手法と、統計処理による手法について検討を行った。

短期計測による簡易的手法

統計処理による手法

長期計測による手法

コンピュータシミュレーションによる手法

1. 調査内容

(1) 系統別電力消費量を計測 (4棟中3棟を1999年10月及び11月より計測)

(2) エネルギー管理月報・日報のデータの収集 (全4棟を対象)

これらの計測データ、収集データを分析し、照明・コンセントと空調熱源空調動力のエネルギー消費量について計測検証手法の適用可能性について検討を行った。

2. 調査結果

(1) 負荷別年間エネルギー消費量の計測・検証手法

a. 照明コンセント:

管理月報解析や短期計測による単純平均値または、月別平均値が有効。

b. 空調熱源空調動力:

中央熱源方式では、外気温の平均や、冷暖房度日を説明変数とした回帰式が有効。分散方式の場合は、事務所の建物における位置により外気温の影響度合いが異なり、予測が困難

(2) 計測・検証手法別の検討

a. 長期計測手法:

照明コンセント需要であれば、最低でも1ヶ月以上、空調需要であれば、通年の計測が望ましい。

b. 統計処理による手法:

エネルギー管理月報データは、非常に効率的かつ有効なデータであり、ただしベースライン作成時には、最低限毎月の入居状況・照明コンセント需要・空調熱需要データを3年以上収集することが望ましい。

3. 今後の課題

(1) 本年度の実測調査は10月からの開始し通年データとなっていないため中間報告的な検討結果であり、次年度も継続して計測し通年データによる検討結果をまとめる必要がある。

(2) 本年度は事務所ビルのための調査であったため、次年度調査では官公庁ビルやホテル・病院等も調査対象とする必要がある。

第 編 ビルの省エネルギー効果把握手法の追跡調査

本調査ではESCO事業の中核的な技術となる計測・検証手法の開発を中心的なテーマとして、平成10年度通産省の補助事業「平成10年度高効率エネルギー利用型建築物改修モデル事業」で省エネルギー改修工事を行った下記の4物件を対象に、改修工事後のエネルギー消費量の追跡調査を行った。

〔調査対象物件の建物用途と省エネルギー手法の採用件数〕

モデルA：事務所で生産設備と共用（6件） モデルC：研修所専用（8件）

モデルB：事務所で研究施設共用（8件） モデルD：事務所専用（3件）

1．調査内容

調査対象物件のベースライン設定方法と省エネルギー効果の計測・検証手法に関して、計画段階での推計値と改修後実績値を検討することにより、計測・検証手法の合理性を把握すると共に省エネルギー実績の評価を行った。

2．調査結果

(1)ベースラインの設定

建物全体の基準年エネルギー消費量は、当初平成10年度に設定を行っているが、平成11年度3物件（モデルB、モデルC、モデルD）で見直しを行っている。

一方、省エネルギー手法毎のベースラインは、平成10年度に推定値、カタログ値を用いて設定したものについて、一部平成11年度には推定値の見直しや実測データへの置換えによりベースラインの見直しを行っている。

(2)省エネルギー効果の計測・検証手法

各物件の省エネルギー手法別に計測方法（オプションA～C）・計測対象・使用する計測器及び計測期間の取りまとめを行っている。

(3)省エネルギー実績の評価

省エネルギー改修の結果、対象建物は全て、建物全体のエネルギー消費量、導入対象省エネルギー手法分エネルギー消費量ともに省エネルギーを達成している。

一方、省エネルギー技術別省エネルギー量についても、計画時の省エネルギー量見通し値に比較して若干の増減はあるものの、全実証モデルの全技術共に省エネルギーを達成している。

3．今後の課題

本年度データは平成11年度4月から平成12年1月までの8ヶ月間のデータを対象としたものであり、次年度（平成13年度）調査において年間エネルギー消費量データによる効果の検証が必要である。

〔分冊2〕

第 編 ESCO事業導入マニュアル検討

ESCO(Energy Service Company)事業は、ビル及び工場における省エネルギー改修を促進するものとして、米国において、第一次石油危機を契機に生まれ、以降省エネルギー市場を牽引する新たな民間ビジネスとして発展してきた。

我が国においては、ESCO 事業は未だ認知度が低く、特にパフォーマンス契約を基礎とする契約形態、省エネ診断から設計・施工・計測・検証・管理に至る包括的な事業実施プロセス等、事業実施者、顧客双方に馴染みの薄い事業である。従って、今回の調査は、ESCO 事業への理解を深めるため、特に顧客を対象とした、ESCO 事業のガイドブックを作成する基礎としての解説書を作成することを目的とする。なお、本文の構成は以下の第 1 章から第 5 章までとなっている。

第 1 章： ESCO 事業の概要として、ESCO 事業の特徴、事業フローなどを解説し、最も特徴的と考えられるパフォーマンス契約の位置づけ及び契約形態について解説している。

第 2 章：従来の事業発注とは性格の異なる ESCO 事業者の選定方法について、包括的エネルギー・サービスに対する提案の募集、ESCO から提出される書類、その審査方法から契約に至るまでの過程と評価基準を標準的な ESCO 事業者の選定方法として示している。

第 3 章：運転後の省エネルギー効果を把握するための計測・検証方法について、その意義、ベースラインの設定、計測・検証手法のオプションを示している。

第 4 章：ESCO 事業で必要となる契約の構成を示し、顧客が ESCO 事業者と契約を結ぶ際に含まれるべき条項の内容を説明している。

第 5 章：ESCO が顧客に有利な資金調達方法を検討する際に考えられるプロジェクト・ファイナンスをはじめとする資金調達、またはリースに関する問題点を整理するとともに、公的融資の概要の紹介をしている。

なお、ESCO 事業のような提案型のプロジェクトにおいては、その事業内容や目的により、事業フローや評価基準、計測・検証方法、契約内容、資金調達方法の組み合わせは個々に異なるものと考えられる。しかし、本報告においては、各項目についての標準的なものを網羅的に示すことにより、実際の事業実施に際しては、顧客自身が事業目的に適した必要事項を取捨選択できるようにしている。

計測・検証手法検討委員会 報告書目次

第 編 事務所ビルの実測調査

第 1 章	本年度調査の目的	1
第 2 章	調査の概要	3
1.	調査対象ビルの概要	3
2.	調査手法	5
第 3 章	既存ビルのエネルギー消費の計測・検証作業実施状況	7
1.	Gビル	7
2.	Iビル	31
3.	Yビル	61
4.	Oビル	85
第 4 章	用途別エネルギー消費量の推計と評価	94
1.	推計手法	94
2.	評価手法	97
第 5 章	まとめ	102

第 編 ビルの省エネルギー効果把握手法の追跡調査

第 1 章	調査目的	105
第 2 章	調査対象物件の概要	106
1.	建物設備の概要	106
2.	省エネルギー改修内容	108
3.	省エネルギー改修スケジュール	110
4.	建物の基準年エネルギー消費量	111
5.	ベースラインの設定方法	114
6.	計測・検証手法	118
第 3 章	省エネルギー実績の評価	122
1.	エネルギー消費量実績値	122
2.	省エネルギー効果の評価	125
第 4 章	省エネルギー手法の評価	130
1.	省エネルギー手法別省エネルギー効果	130
2.	省エネルギー手法別エネルギー量改修費用	133
第 5 章	今後の課題	135
1.	基準年エネルギー消費量・ベースライン設定の課題	135
2.	省エネルギー効果計測時・検証時の課題	135

3. その他.....	136
(資料編)	137

むすび	139
------------------	-----

第 編

事務所ビルの実測調査

第 編 事務所ビルの実測調査

第1章 本年度調査の目的

今や、地球温暖化効果ガスの削減は、国際的に最も重要な課題の1つであり、我が国でも省エネルギーを中心とした省エネルギー対策がすすめられているところである。しかし、我が国の省エネルギーは、過去2度のエネルギー危機を経験し、かなりのレベルまで到達したといわれており、より一層の省エネルギー推進するためには、「社会システム」として、省エネルギーを推進できるようなインフラ整備が必要と考えられる。

そこで新しい社会システムの一つとして注目されているのが、ESCO (Energy Service Company) という事業形態である。ESCOは、既存の建築物や、工場などを対象に省エネルギー改善に関わる一連の業務を請け負うビジネスであり、米国及び一部欧州諸国において既にビジネスとして、実施されている実績がある。本調査は、このESCO事業を、我が国においても、推進・定着させるための基礎的な研究を行う物である。

ESCO事業で特徴的な事は、事業を行った成果としての省エネルギー効果を明らかにし、その成果の一部を、クライアントから報酬として受け取る事にある。このためにESCOは、エネルギー消費量を実際に計測したり、過去のエネルギー消費の実績等を調査し、その省エネ効果算定方法を示し、それを客観的に論証する必要がある。この計測・検証のノウハウはESCO事業の中核をなすものであり、同時に事業推進の上で、そのノウハウ取得が、本事業の成否を担っていると言える。そこで本調査では、この計測・検証手法を開発するための基礎的検討を行うものである。

開発すべき計測・検証手法には、以下の2点を満足している必要がある。

省エネ改修前のエネルギー消費を、ビルの稼働状況、気象要因の変化等を考慮して予測できる

省エネ改修後のエネルギー消費を、予測出来る

欧米先進国のESCO事業においては、省エネ改修前のエネルギー消費は、過去3年間のエネルギー消費データを分析し、予測することが一般的である。しかし、そのデータをどのよう利用して、ビルの稼働状況や気象要因などの変動を考慮した予測値を作成するか、などのノウハウは公開されていない。

IPMP (International Performance Measurement and Verification Protocol)^{*1}によると、省エネ改修前後のエネルギー消費の把握方法は、4つに大別される。短期計測による簡易的手法、長期計測による手法、統計処理による手法、コンピュータシミュレーションによる手法である。計測して把握する方法が最も信頼度が高いが、計測方法によってはコストが高くなり、現実性を欠くケースも発生する。この場合、統計処理による手法

*1 DOE/EE-0157, International Performance Measurement and Verification Protocol, 1997

を採用するが、このような技術的なデータは未整備の状態である。ここでは、省エネ改修前のエネルギー消費の、気候要因や、稼働状況等による変動特性を把握し、それによって省エネ改修前のエネルギー消費量の計測・検証する手法を検討する。

計測・検証手法の開発の内、外気温や、稼働率の変化に伴うエネルギー消費の変動の分析、及び効果検証に係わる設備稼働とエネルギー消費の分析、計測調査実施の効果分析などについては、実測調査等を、今年を含め3カ年かけて実施する予定である。

本年度は、事務所ビルを対象とし、エネルギー消費実測調査を3物件、管理日報・月報に基づく分析を4物件（内3物件は、エネルギー消費実測調査対象物件）を行い、エネルギー消費と機器稼働状況、外気温、設定室温等との関係を把握する。

第2章 調査の概要

1. 調査対象ビルの概要

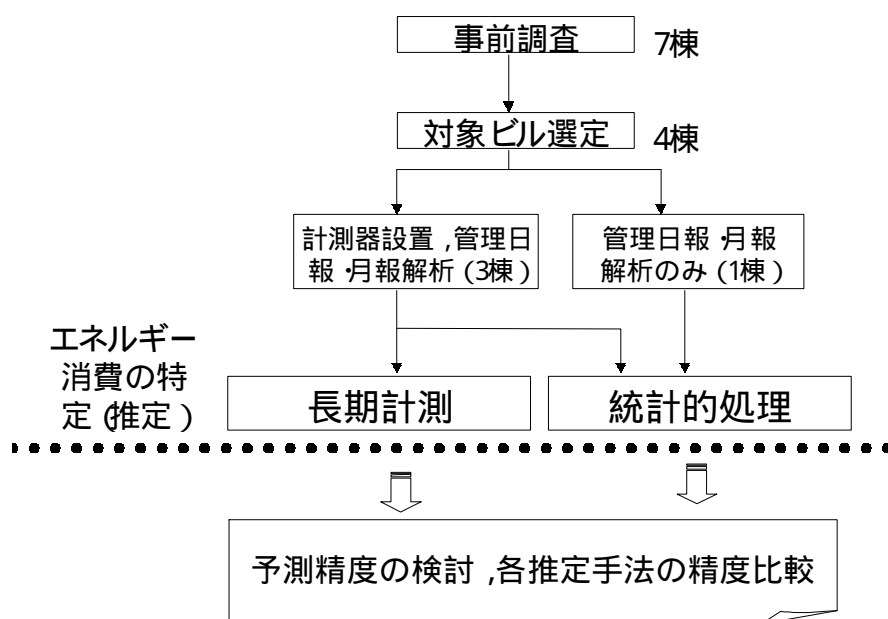
本年度調査では、事務所ビルを対象として、エネルギー消費の実測調査及び、管理日報・月報に基づく分析を行い、省エネルギー改修前後の対象物件のエネルギー消費量を予測する手法について検討を行う。

本年度の調査対象ビルは、過去に省エネルギーセンターの省エネ診断を実施した事務所ビルを、書類審査で、7ビルまで絞り、調査員が現地調査を行い選定した物である。

対象ビルは全て、事務所が主体のテナントビルである。調査対象ビル選定のポイントは

- 1.配電系統があまり複雑でない
- 2.過去3年間の入居率が安定している
- 3.入居テナントの業務が、オフィス業務中心である
- 4.管理日報が良く整備されており過去3年間以上にわたりほぼ同一書式で保存されている

等である。



第2.1.-1図 作業フローチャート

この結果、本年度の、調査対象ビルに選定された物件は、都内及び神奈川の4ビルである。この4ビルの建物規模は、最大がOビルで、延べ床面積 20,153 m²で、最小がGビルの 3,842 m²である。建物の所在地は、東京都内及び神奈川県内である。エネルギー消費原単位は、電力2次エネルギー換算で、最大がIビルの 772MJ/m², 最小がGビルの 552MJ/m²である。これは平均的なオフィスビルの 842MJ/m²に比べてどれも小さな値である。以下、本資料で示すエネルギー量は、全て第2.1.-2表に示す値で、熱量に換算した値であ

る。調査対象ビルの概要を第 2.1.1-1 表に示す

第2.1.-1表 調査対象ビル概要

ビル名	延べ床面積 ² 積 ²	MJ/m ² (Mcal/m ²)	竣工年	階数	空調設備	収集 解析データ	
						実測調査	管理日報調査
G	3,842	552 (131.9)	1992	7F,B1	個別空調		
I	9,309	722 (172.6)	1984	11F,B1	G吸収式,個別空調		
O	20,153	673 (160.8)	1965	9F,B3	油吸収式,空冷HP,個別空調	×	
Y	9,339	603 (144.1)	1974	9F,B2	個別空調		
全国平均		842 (201.3)	資料:(社)日本ビルエネルギー総合管理技術協会(1998)				

第2.1.-2表 エネルギー換算値

	発熱量
電気	3.6 MJ/kWh
都市ガス(13A)	46.0 MJ/m ³
LPガス	41.8 MJ/m ³
A重油	38.9 MJ/L
B重油	40.2 MJ/L
C重油	41.0 MJ/L
軽油	38.5 MJ/L
灯油	37.2 MJ/L

2. 調査手法

調査方法は、エネルギー消費量計測調査と、ビルの管理日報・月報調査の2つである。

1.1. エネルギー消費量計測調査

実際に、電気室等、機械室に計測器を設置し、電力の使用量を計測する。また同時に外気温、外気湿度の計測も行う。

系統別電力消費量の計測は、Iビルと、Yビルは、電気設備室での集中計測を行っている。Gビルは、各フロア分電盤と、各フロアの空調機械室にそれぞれ計測器を取り付けている。計測間隔は、Gビルが、1回/15分で、他のビルは、1回/時間である。計測間隔の違いは、計測器の仕様の差によるものである(第2.1.-4表)。

外気温度・湿度の計測は、計測間隔1回/時間で、直射日光、輻射熱、機械廃熱等の影響を受けない場所を選んで設置されている。設置場所は、Iビルが、屋上百葉箱、Gビル、Yビルは非常階段である。計測したエネルギー消費量の分析には、この計測結果を用いる。

電力の計測対象用途は、配電盤の系統毎に行っている。計測ポイント数は、IビルとGビルが16ポイント、Yビルは25ポイントである。ガス、石油は、今回調査では計測を行っていないので、電気以外の熱源を使用している場合は、管理月報・日報調査から使用量を求めた。

第2.1.-3表 エネルギー消費量等計測状況

ビル名	照明・コンセント	空調熱源		空調動力	大型電算機		エレベーター	揚水汚水ポンプ	その他	外気温・湿度計測ポイント	計測器種類	電力計測ポイント数
		セントラル	個別		本体	空調						
I		日報より力消費量解析		雑電源含む	-	-		空調動力に含まれる	全体 - 計測値	屋上百葉箱	TRX-WHR	16
G		-		-	-	-		全体 - 計測値		非常階段	PRMC-32x	16
Y		-		-				全体 - 計測値		非常階段	TRX-WHR	25

計測 一部計測不能 - 該当無し

第2.1.-4表 計測器の仕様

計測器の種類	計測内容	計測間隔	記録可能時間
低圧回路電力量監視計測器 TRX - WHR	Wh	1回/時間	HD容量に依存
ロガー 内蔵式 電力記録計 PRM C-323	Wh	1回/15分	1年
PRM C-333	Wh	1回/15分	1年
温度・湿度計 TR - 72	温度・湿度	1回/1時間	3ヶ月

1.2. 管理日報・月報調査

ビル管理者によって、記録された過去のビル管理日報及び月報データを収集し、そのエネルギー消費の実態を分析する。収集データは、過去3年程のデータで、1996年～1998年(又は年度)のある。ただしGビルのみは、1995年と1997年、1998年のデータである。日報解析時の気象データは、ビルの所在地に近接する気象官署の地上気象観測データ^{*1}を用いた。

*1 財)日本気象協会；SDP・気象官署の地上気象観測データ

第3章 既存ビルのエネルギー消費の計測・検証作業実施状況

1. Gビル

1.1. ビル概要と調査手法

(1) ビル施設概要

第3.1.-1表 ビル施設概要

建物名称	事務所G			所在地	東京都中央区	
建物用途	公共	事務所ビル	病院	竣工年月	1992年	
	民間	ホテル	学校	改修年月	最終	
建物構造	SRC	RC	S	階数	地下1階 地上7階 @.9階は住宅	
電気設備	受電設備	契約種別	業務用高圧 特別高圧		延床面積	8,842m ² (テナント部分のみの面積)
		契約電力	250 kW			
	発電設備	容量	無し		蓄電設備	無し
	備考	エレベーター 30kW (15kW × 2)				
空調設備	冷熱機器	電動冷凍機	ヒートポンプ	冷凍容量	364.7Mcal/h	
		冷温水機 (ガス、油)	吸収冷凍機	蓄熱槽	無し	
	温熱機器	蒸気ボイラ (ガス、油)	ヒートポンプ	加熱容量	296.28Mcal/h	
		温水ボイラ (ガス、油)		蓄熱槽	無し	
	空調方式	ダクト方式	単一ダクト(定風量)3系統 各階ユニット			
		室内ユニット方式	ファンコイル パッケージ空調機			
省エネ対策	全熱交換器	外気冷房	排熱回収()			
備考	全熱交換機	0.492kW × 7台	インテリア	床置き式HPパッケージ		
	給排気送風機	3.04kW × 29台	ペリメータ	ウォールスルーパッケージ		
衛生設備	給水設備	高架水槽	圧力タンク	水槽	受水槽	21m ³
	給湯設備	貯湯槽	ガス湯沸器	加熱容量	Mcal/h	
	備考	電気湯沸器 湯沸器は各階設置 揚水ポンプ 5.5kW × 2台				
室内環境						
使用状況	全電化ビル 就業者数 270人					
運転管理	無人管理 群管理方式による集中監視					

本ビルは、1992年に竣工した事務所ビルである。地上9階、地下1階建てであるが、8,9階部分はオーナーの住宅で、7階以下にテナントが入居している。本報告で記す内容は、全て地下1階から7階までのテナント入居部分のエネルギー消費の事である。

冷暖房は、インテリア部分を床置き式ヒートポンプパッケージで、ペリメーター部分は、ウォールスルー型のパッケージエアコンが使用されている。入居テナントは全て、事務所用途に使用されていて、就業者数は、2000年1月末現在で、常勤者、非常勤者合わせて281人である。

ビル内には大型電算室のような大電力負荷の機器はないが、入居テナントは、一般的な事務所の他に、ソフトウェア受託業務を行っている事務所も入っている。電算機の普及台数も多く、電算機の普及台数は1人1台以上である。

2) 調査手法

1) エネルギー消費量等計測状況

計測は、フロア毎に、テナントの照明・コンセント（ウォールスルーパッケージ用電力を含む）と、床置き式パッケージエアコンの電力消費の2種類、計16ポイントと、外気温、湿度を各1ポイントずつ1999年11月18日より計測した。

この計測に先立ち1999年11月8日より10日間、共用部の照明・コンセント負荷を把握する目的で、フロア別に、テナントと共用部の電力消費量の合計を計測した。同時にテナントのみの消費電力を、EPS室の電力積算メータより求め、その差し引き分を、共用部の照明コンセント需要として求めた（第3.1.-2表）。

なお、エレベータや、湧水や揚水用のポンプ動力の電力需要は計測していない。これらの用途は、その他動力として、電力会社との取引メータ値から、計測値を差し引くことによって求められる。

第3.1.-2表 計測器設置状況

計測項目	計測箇所	計測ポイント	備考
各階空調パッケージ及び熱交換機	各階空調機械室	8	
各階電灯コンセント負荷（テナント及び共用部）	各階EPS	8	オプションB用短期計測：計測期間1999.11.8～11.15
各階電灯・コンセント負荷（テナント）	各階EPS	8	計測期間 1999.11.18～
その他一般動力	未計測		
外気温・湿度	非常階段	各1	

注：共用部「電灯・コンセント」負荷は、EPS内電力積算計との差分から推定

2) エネルギー管理月報整備状況

本ビルは、通信回線により遠隔管理されており、管理者は常駐していない。エネルギー使用量は、テナント部分のビル全体のエネルギー使用量と、テナントの照明・コンセント

需要，空調機の電力需要を毎月1度、係員が定期的に電力積算メータを読み取り、記録したものである（第3.1.-3表）。

今回の調査では、このエネルギー管理月報の内、1995年4月から1996年3月の1カ年と1997年4月～1999年4月までの計2年分のデータを収集した（第3.1.-2図）。

第3.1.-3表 管理月報等関連情報収集内容

名称	項目	単位	記録頻度	内容
取引メーター	電力使用量	kWh	1回/月	取引メーター読みとり値 (B1～7Fの全電力使用量)
電灯	電力使用量	kWh	1回/月	フロア別テナント照明・コンセント使用量
動力	電力使用量	kWh	1回/月	フロア別空調熱源・空調動力使用量
インテリア空調機	使用時間	h	1回/月	規定時間外インテリア空調機使用時間

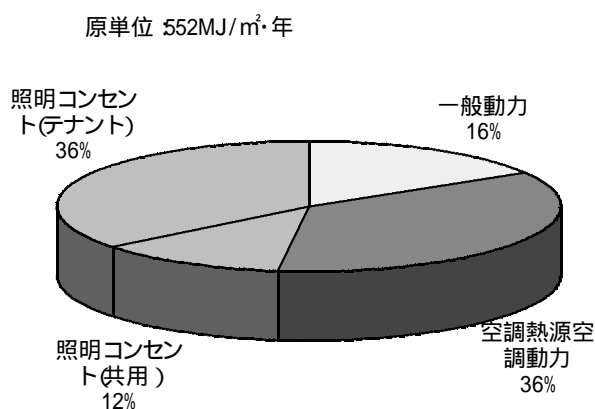
1.2. エネルギー消費概要

(1) 年間エネルギー消費量

年間エネルギー消費量は、計測データがまだ整備されていないので、管理月報のデータの集計結果を第 3.1.-1 図に、1995 年と 1997 年、1998 年の 4 年間の平均値として示す。過去のエネルギー消費原単位の平均は、552MJ/m²・年である。

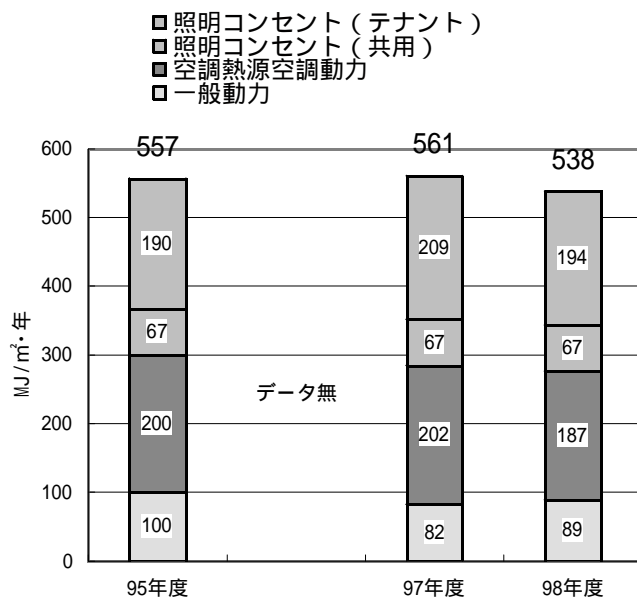
エネルギー消費は、管理月報より、空調熱源空調動力、テナントの照明・コンセント需要、共用部の照明・コンセント需要、一般動力に分離した。空調熱源空調動力は、空調機械室の電力量積算メータの読み値からとめた。テナントの照明・コンセント需要も、EPS 室の電力量積算メータより読みとる事が出来る。共用部の照明・コンセント需要は、計測開始前 1 週間の計測結果より求めた物である。一般動力は、東京電力取引メーター(ビルの総消費電力を記録)から、照明・コンセントと、空調熱源空調動力分を差し引いた値である。

この結果、エネルギー消費の内訳は、第 3.1.-1 図の通りであった。もっとも多いのは照明・コンセント負荷で 48% である。このうち 1/4 の 12% が共用部分の照明・コンセント需要である。空調熱源空調動力は 36% である。一般動力の 16% は、エレベーター、水道ポンプ、排水ポンプ等の動力である。



第3.1.-1図 エネルギー消費構成 (3年平均)

エネルギー消費原単位は、ほぼ横這いであり。エネルギー消費原単位が最も大きいのは、1996年度で 561MJ/年である。1998年度は、538MJ/m²・年と、約 4 %減少している。減少した用途は、空調熱源空調動力と、照明コンセントである。

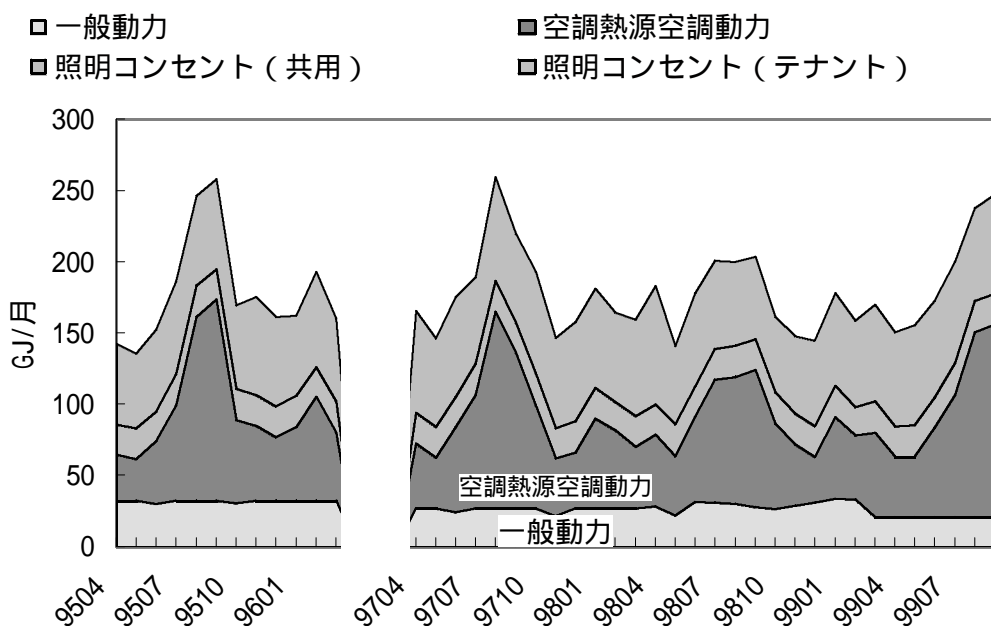


第3.1.-2図 年度別エネルギー消費原単位

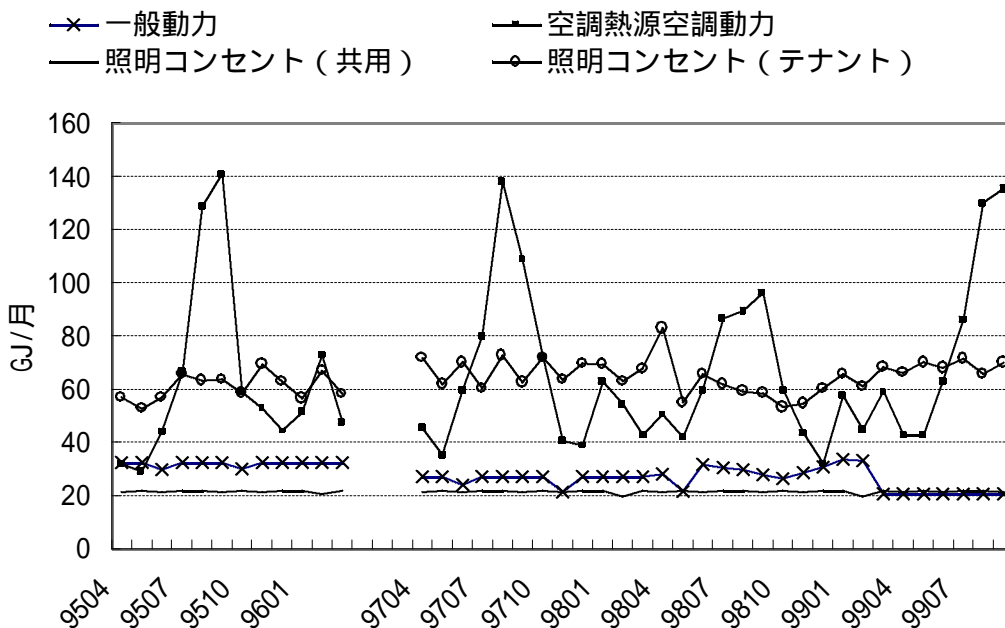
②) 月別エネルギー消費量

1) 建物合計

建物の総エネルギー消費量の月別推移を第 3.1.-3 図と第 3.1.-4 図に示す。照明・コンセントの電力消費は、3年間ほぼ変化が無く横這いで推移している。一般動力は、年度毎には、ほぼ横這いで推移しているが、経年では減少傾向が認められる。空調熱源空調動力需要も、夏期と冬期にエネルギー需要のピークが認められるが、中間期にも、エネルギー需要が認められる。



第3.1.-3図 エネルギー消費量の月別推移

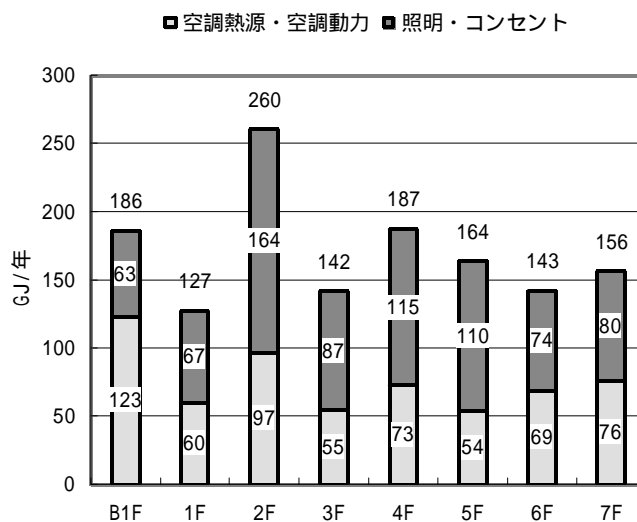


第3.1.-4図 用途別消費量の月別推移

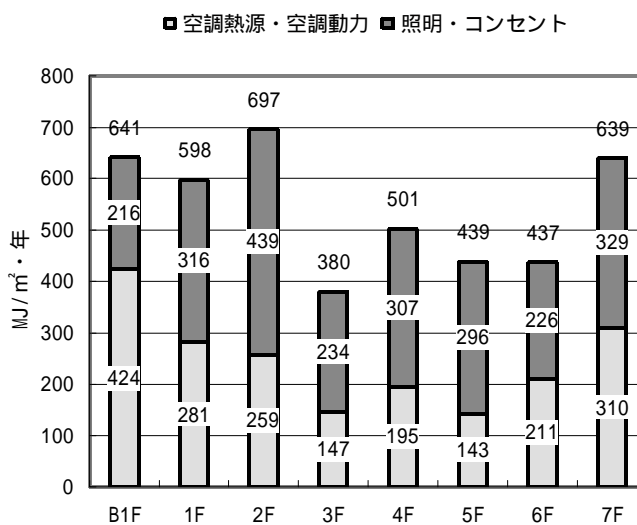
2) フロア別エネルギー消費量 (共用部の照明・コンセントは除く)

フロア別の総エネルギー消費量 (共用部の照明・コンセント需要は除く) を第 3.1.-5 図に、単位テナント入居面積当たりのエネルギー消費原単位を第 3.1.-6 図に示す。フロア単位でみるとエネルギー消費量が最も小さいのは、1F の 127GJ/年であるが、床面積当たり

の原単位に変換すると、1Fは4番目である。



第3.1.-5図 フロア別エネルギー消費量 (共用部除く)



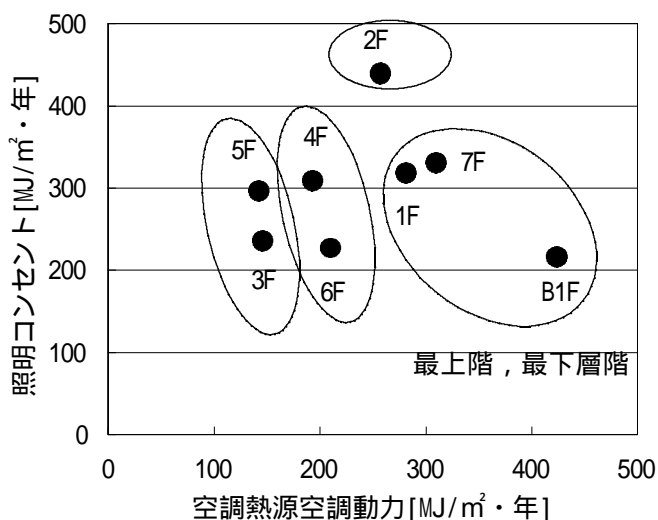
第3.1.-6図 フロア別エネルギー消費原単位 (共用部除く)

第3.1-6図から、エネルギー消費原単位の大きいフロアは、最上階^{*1}と、最下層の3フロアに集中しており、この3フロアは、いずれも空調熱源空調動力原単位が大きい。特に地下1階においては、照明・コンセントの原単位が最小であるにも関わらず、空調熱源空

*1 7階は、最上階ではないが、8,9階は住宅で、通常は在宅していない。

調動力のエネルギー消費原単位は最大である。

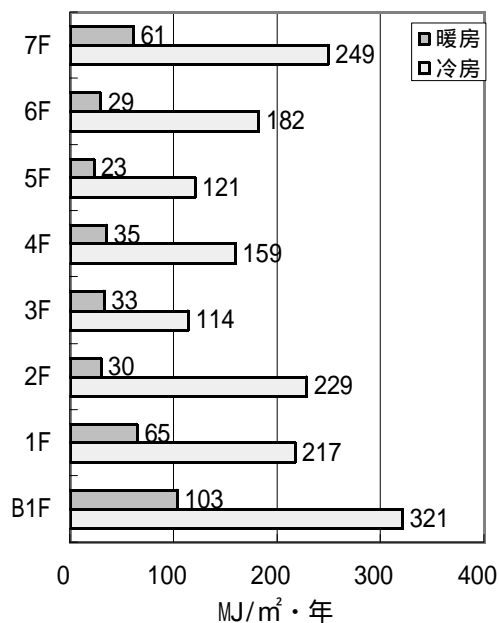
中間階の3階から6階のは、偶数階の空調需要が、奇数階よりも大きい。空調需要の大きなフロアに挟まれたフロアの空調負荷は小さい傾向がありそうである。2階は、下層(1階)の空調熱源空調動力負荷が大きい、1階が、エレベーターホールや共用部分のスペースが大きく、外気の影響を受けやすい構造にあること、就業時間が長く、照明コンセントの負荷も大きいことから、空調熱源空調動力が4番目と大きかったものと思われる。



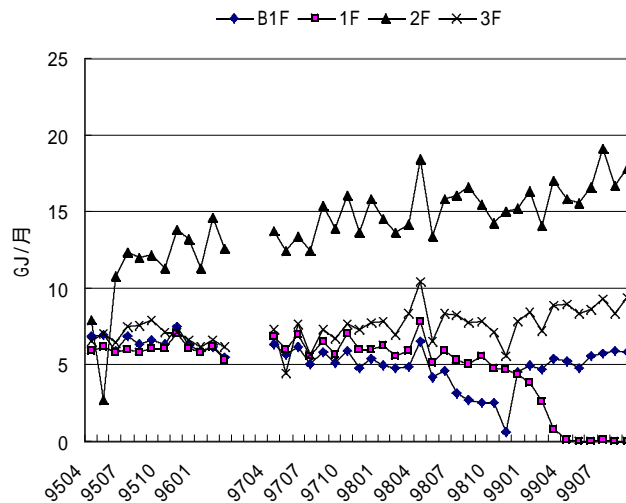
第3.1. - 7図 フロア別用途別年間エネルギー消費原単位の相互関係 (共用部除く)

第3.1. - 8 図は、空調熱源空調動力のエネルギー原単位を、冷房と暖房需要に分離して比較したものである。冷房と暖房の原単位の違いは、最も小さい階で地下1階の3倍、最大は2階の7.5倍である。中間階の3階から6階では、偶数階の空調需要が、奇数階よりも大きい傾向がわかる。

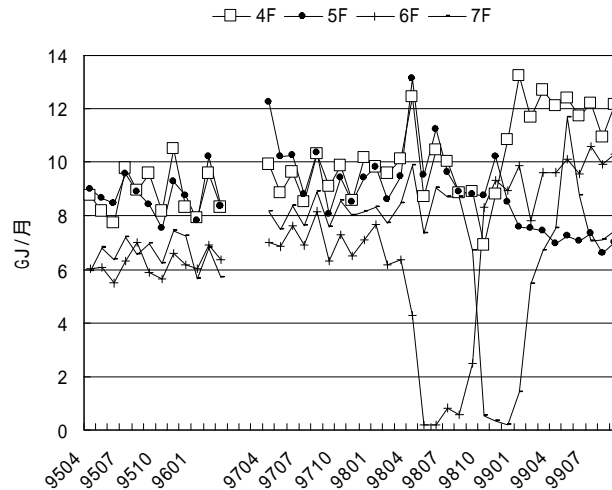
第3.1. - 9 図, 第3.1. - 10 図には、フロア別の照明コンセント需要の推移を示す。



第3.1. - 8図 フロア別空調用熱源空調動力のエネルギー消費原単位 (共用部除く)



第3.1.-9図 フロア別照明・コンセント需要の月別推移 (地下1階～3階)
(共用部コンセント需要除く)



第3.1.-10図 フロア別照明・コンセント需要の月別推移 (4～7F)
(共用部コンセント需要除く)

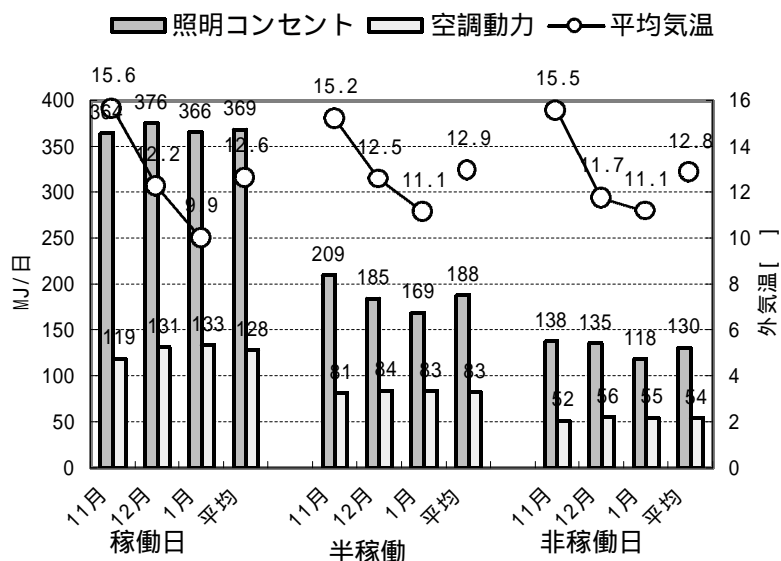
(3) エネルギー消費の現状 (日別)

1) ビル全体

ビルのエネルギー消費を稼働日、半稼働日、非稼働日に分けて集計する。稼働日とは、業務が通常行われている日である。また半稼働日とは、土曜日、年末年始前日後等の一部で、業務が行われていると判断できる日である。また非稼働日とは、日曜日、祭日等のほぼ業務が行われていないと判断できる日を指す。

照明コンセントの、稼働日平均は 369MJ/日である。半稼働日は 188MJ/日、非稼働日は 130MJ/日である。一方空調熱源空調動力需要は、稼働日が 128MJ/日、半稼働日が 83MJ/日、非稼働日は 54MJ/日である。稼働日を 100 とするとき、エネルギー消費量は、照明・

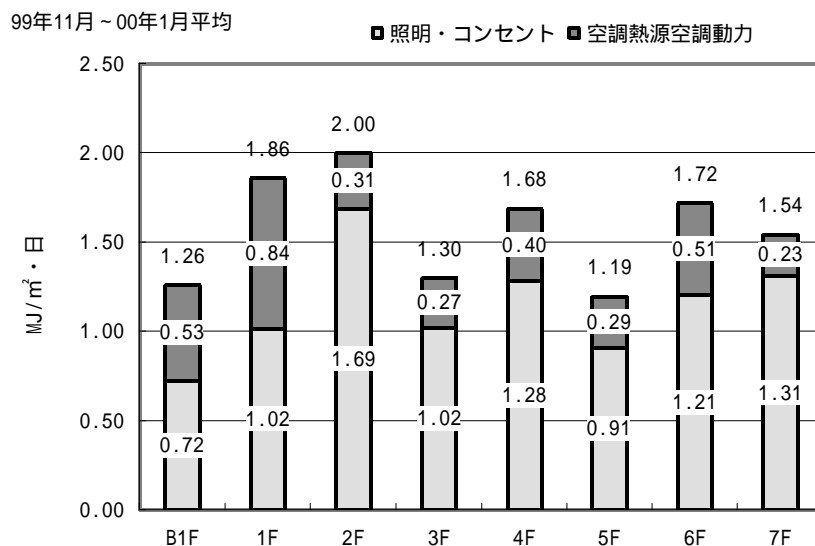
コンセントで半稼働日が 51 ,非稼働日は 35 で、空調熱源空調動力需要 が半稼働日が 65 ,非稼働日が 42 である。



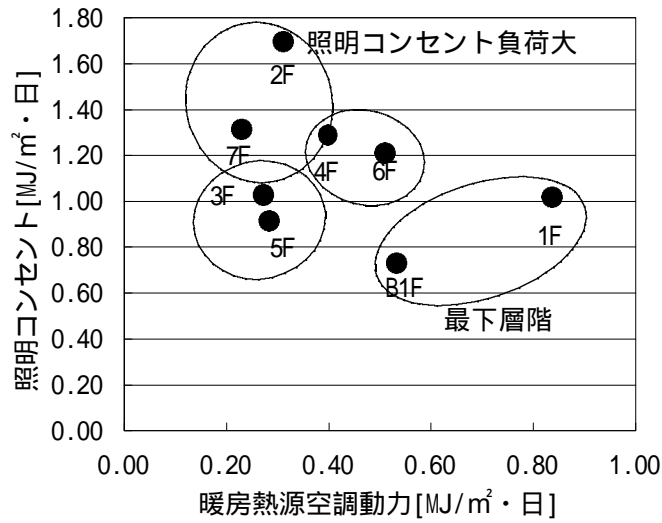
第3.1.-11図 日区分別用途別エネルギー消費量

2) フロア別

各フロアのエネルギー消費は、照明・コンセント需要と空調熱源・動力の関係から4つに分類できる(第3.1.-12図)。



第3.1.-12図 フロア別稼働日の電力負荷 (テナント) 稼働日

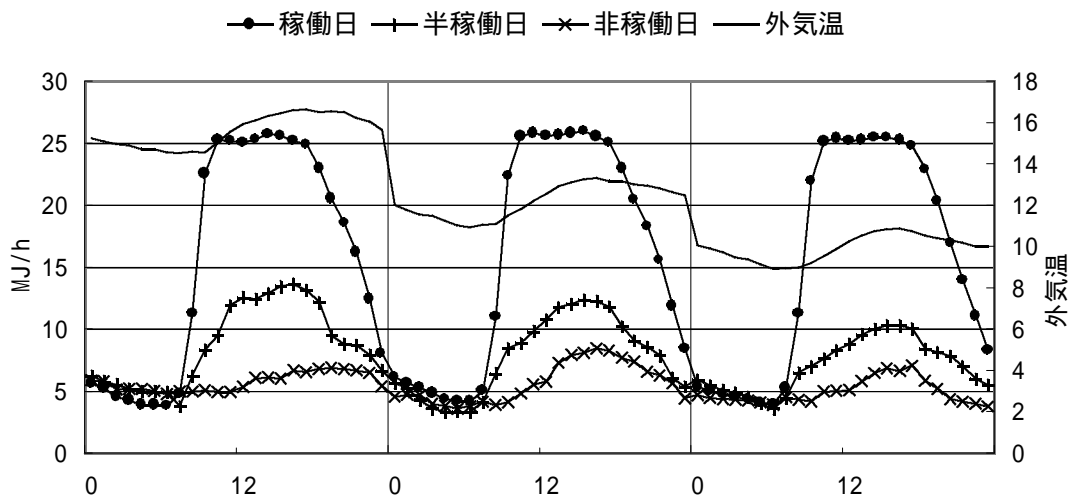


第3.1.-13図 フロア別用途別 稼働日1日当たりエネルギー消費原単位
の相互関係 (共用部除く)

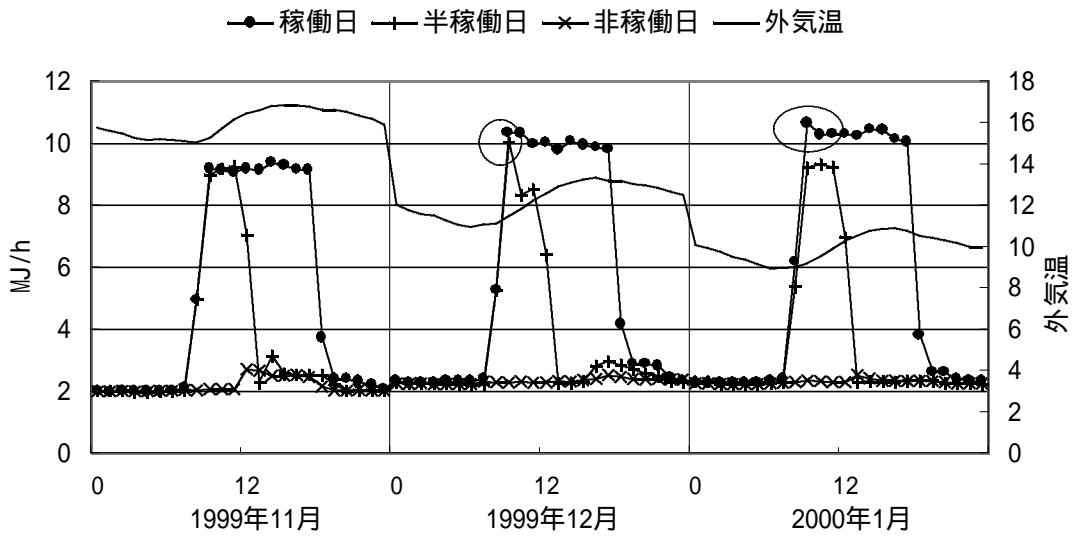
(4) エネルギー消費の現状(時間別)

1) 建物全体用途別時間別負荷 (稼働日)

照明コンセントのロードカーブは、季節別変化はほとんどみられず、就業時間中に立ち上がる台形型の負荷となる。暖房熱源空調動力は、12月、1月は立ち上がり時に小さなピーク負荷が認められる。



第3.1.-14図 月別時間別照明・コンセント電力需要



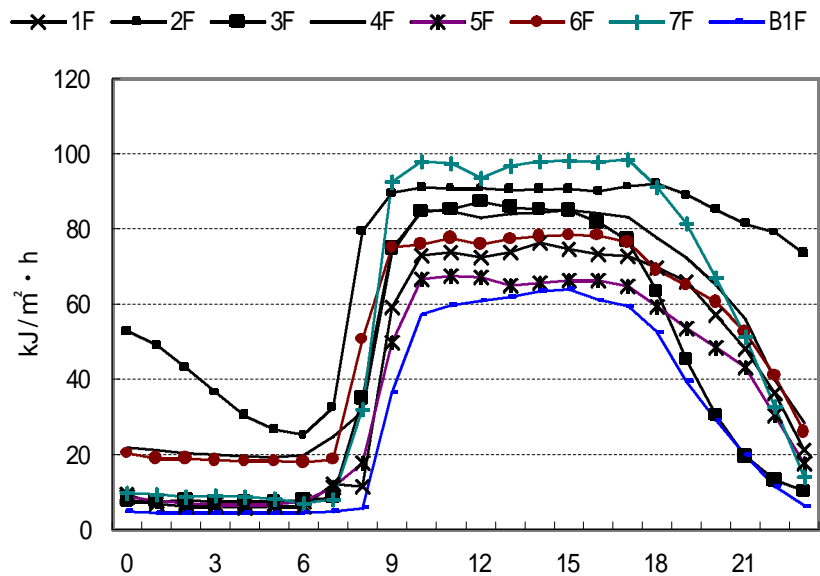
第3.1.-15図 月別時間別ビル空調熱源空調動力電力需要

2) フロア別用途別時間別負荷 (稼働日)

2階の照明コンセント需要は、深夜も認められる。2階ほどではないが、4階、6階も深夜の照明・コンセント需要がみられる。

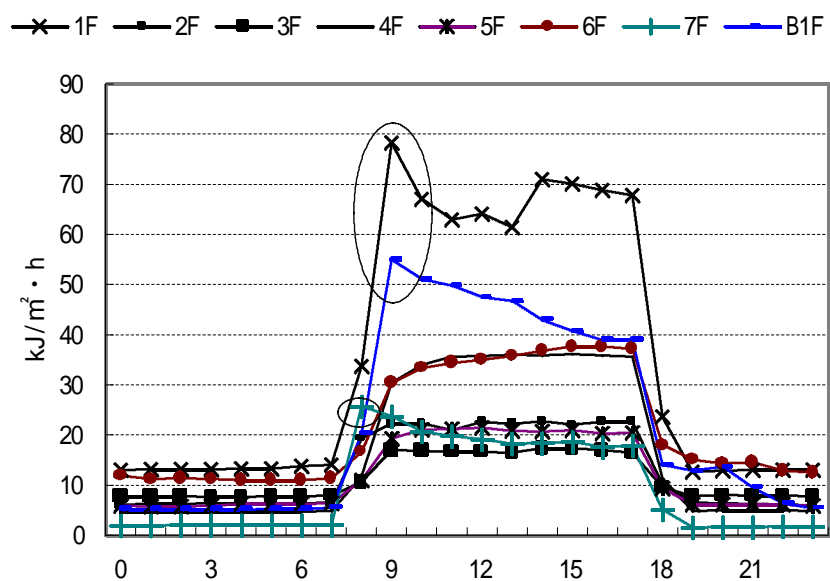
暖房熱源空調動力需要は、最上階の7階と、下層の地下1階、1階の朝のピークの立ち上がりが顕著である。地下1階、1階は、その後も1日中負荷が大きく推移する。4階、6階の偶数階の暖房熱源空調動力負荷が次いで、大きい。朝のロードピークは認められない。

照明・コンセント (99年11月~00年1月平均)



第3.1.-16図 稼働日の照明・コンセント原単位ロードカーブ

空調熱源・空調動力（99年11月～00年1月平均）



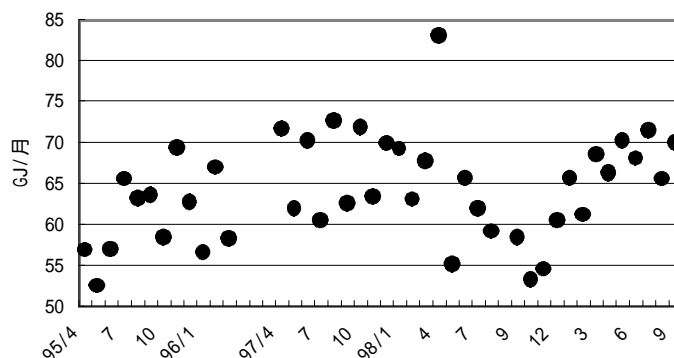
第3.1.-17図 稼働日の空調熱源・空調動力原単位ロードカーブ

1.3. M & Vの検討

(1) 照明・コンセント負荷の予測

1) 1月あたりのエネルギー消費量

テナントの入・退去等を反映し、月別負荷の変動は激しいが、経年では安定傾向にある。



第3.1.-18図 照明・コンセント負荷の経年変化

a. データの正規性判定

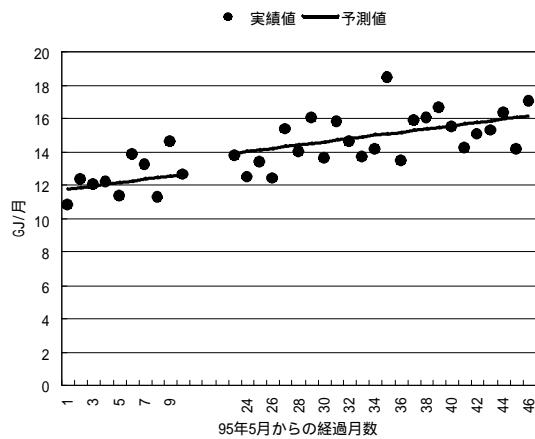
データが正規分布しているかどうかの判別は、正規確率紙へのプロットにより簡便に行うことができるが、データ数が不十分なので、ここでは尖度、歪度を求めることによってその判定を行う。

尖度、歪度は、ともに、そのデータが正規分布すれば、0 になるという性質を持っている。1月当たりの照明コンセント需要の分布が、正規分布に近いのは、建物全体と、4階、3階である。

また、時間経過との回帰傾向から、地下1階から4階までの5フロアは、照明コンセント需要が年々増加傾向にあることがわかる。第3.1.-19図は、その一例で2階の照明コンセント需要の経年変化である。

第3.1.-4表 フロア別月別照明コンセント需要の基本統計量の計算と時間経過との相関性の検定

		危険率 * 1% , ** 5%								
基本統計量	年月	B1F	1F	2F	3F	4F	5F	6F	7F	建物全体
	平均[kWh/月]	1,449.8	1,558.9	3,789.8	2,015.9	2,651.1	2,556.3	1,704.1	1,861.3	17,587.2
	標本標準偏差	406.4	347.9	769.2	292.0	384.7	345.9	686.8	672.4	1,790.7
	サンプル数	36	36	36	36	36	36	36	36	36
	尖度	1.80	6.06	6.37	2.21	0.92	2.13	1.28	2.57	0.95
	歪度	-1.23	-1.95	-1.88	0.12	0.87	1.19	-1.23	-1.74	0.65
時間との相関係数	0.72	0.47	0.72	0.35	0.47	0.09	0.02	0.18	0.15	
判定	時間との回帰	*	*	*	**	*	棄却	棄却	棄却	棄却



危険率 : *:1% , **:5%

	切片	経過月数	補正R2
2F照明・コンセント	11.65 *	0.10 *	0.617 *

第3.1.-19図 2F照明・コンセント負荷の回帰分析結果

2) 1日当たり照明コンセント需要

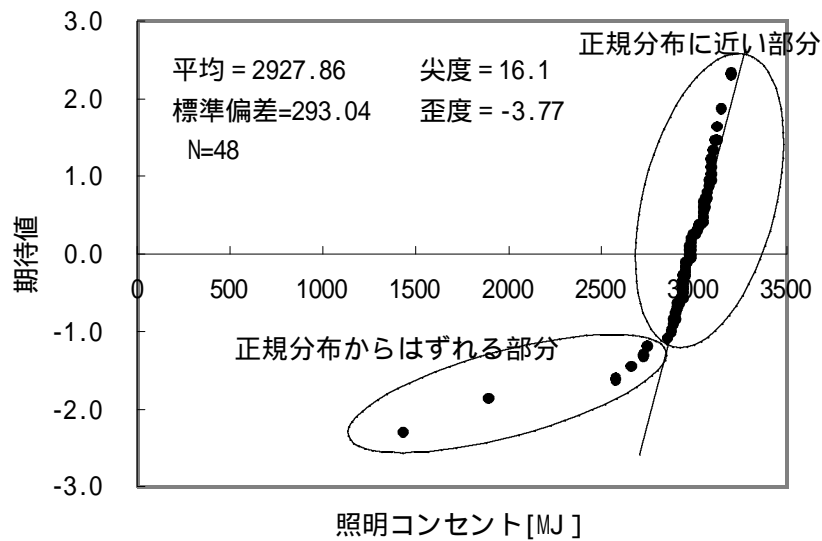
a. 建物総消費量予測

ア. データの正規性判定

1日当たりの照明コンセント需要を正規確率紙へプロットした例を、第 3.1. - 20 図に示す。データが正規分布する場合は、正規確率紙に投影されたデータは全て一直線上に並ぶ筈である。しかしこのデータは、エネルギー消費の小さい部分が、正規確率からずれている。

また尖度は 16.1 , 歪度は、-3.77 である。歪度からは、正規分布よりも凸部が右側に偏った分布であること、尖度からは、頻度分布の凸部の傾斜が急勾配 (平均値へのデータの集中傾向が強い) である事がわかる

1月当たりのエネルギー消費量では、正規分布に近かったのに、1日当たりでは、正規分布からはずれるという矛盾した結論となったのは、1月当たりの消費電力の場合、中心極限定理が作用した為である。正規分布しないデータも、無作為抽出した標本の平均値の分布は、正規分布に近づくので、その性質を利用することがベースラインを作成する時は重要となってくる。



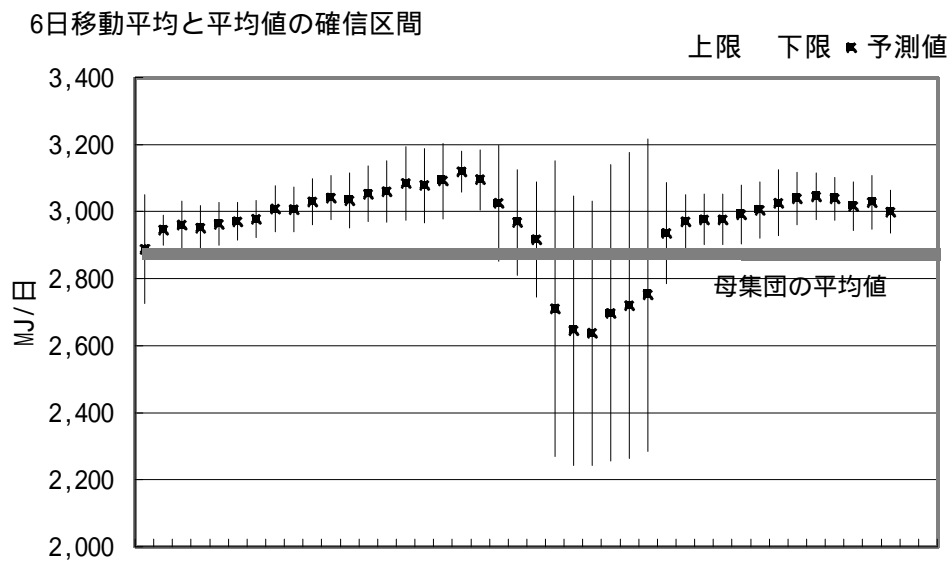
第3.1. - 20図 照明コンセント計測値の正規確率紙へのプロット

4. 予測値と区間推定値

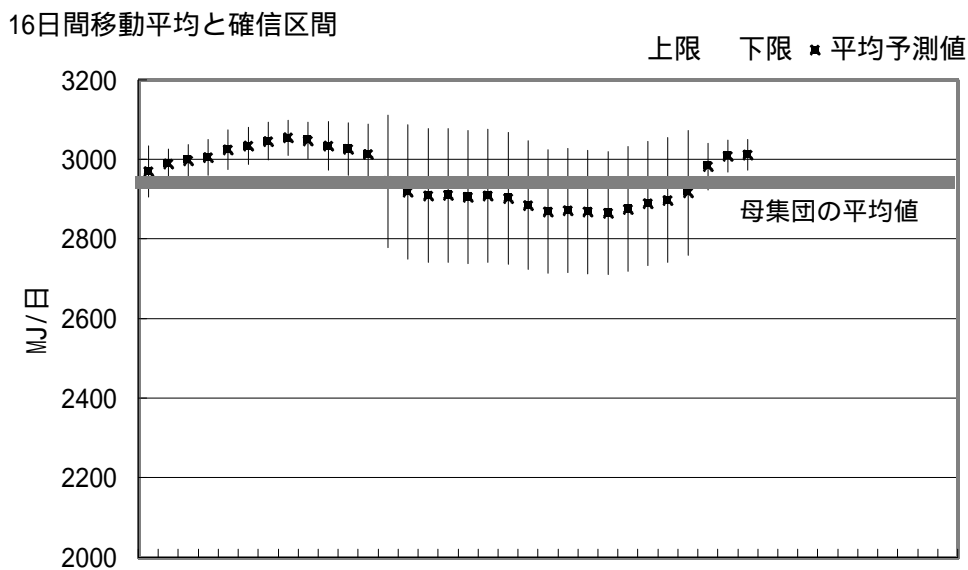
1999年11月から2000年1月までの計測の結果、稼働日1日当たりの照明コンセントのエネルギー需要は、2888MJ/日である。これを仮に、母平均とみなし、6日と16日の移動平均値で求めた照明コンセント負荷の平均値と、その信頼区間を第3.1. - 21図と第3.1. - 22図に示す。つまりこれは、何日連続して計測すれば、母平均に収束するのかを判定することになる。そしてこれが、n日の移動平均で収束する傾向があるとすれば、連続計測日数はn日で十分という事ができる。

しかし結果は、16日間の計測でも、標本平均が、母平均に収束する傾向はみられず、信頼区間95%以内にも平均値が入らないという結果であった。また、途中照明コンセント需要が、落ち込む時期も見られる。これは稼働日といっても、年末年始を挟んでいる事が原因と思われる。

このことから、1日当たりの照明コンセント用消費電力を計測により推定する場合は、出来るだけ長時間設置するか、計測日数を少なくしたいのならば、無作為に選定した日を計測対象に選び必要があることがわかる。しかし、計測器の設置・撤去を繰り返す事は現実的ではないので、出来るだけ年末・年始や長期休暇があるなど特殊な時期を避け、長期間の計測をする必要であると言える。



第3.1. - 21図 照明コンセント計測値の正規確率紙へのプロット



第3.1. - 22図 照明コンセント計測値の正規確率紙へのプロット

b. フロア別消費量予測

ア. データの正規性判定

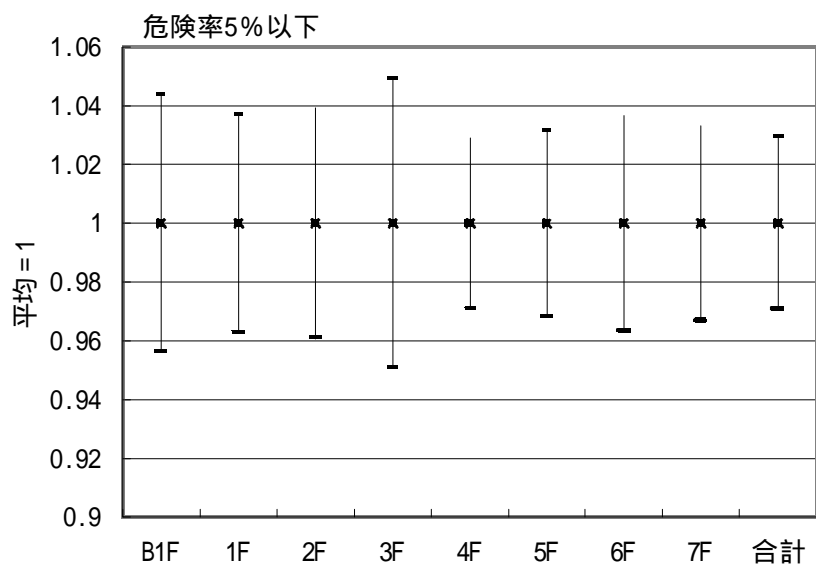
フロア別の1日あたりの消費電力は、いずれも尖度が10以上と大きく歪度も、ほとんどが-3前後の値を示しており、これらのデータのいずれも正規分布とは見なすことは出来ない。

第3.1. - 5表 フロア別照明・コンセント需要の基本統計量 (稼働日)

年月		B1F	1F	2F	3F	4F	5F	6F	7F	合計
基本統計量	平均[MJ/日]	206.9	213.2	620.4	376.8	472.0	335.2	387.3	316.0	2,927.9
	平均[kJ/m ² ・日]	714	1,002	1,662	1,011	1,264	897	1,188	1,294	1,141
	標本標準偏差	31.3	27.2	83.9	64.1	47.2	36.6	49.0	36.1	296.1
	サンプル数	48	48	48	48	48	48	48	48	48
	尖度	1.54	7.78	3.24	15.55	17.02	12.23	13.90	14.37	16.13
歪度	-0.31	-1.96	-1.41	-3.39	-3.37	-2.72	-3.31	-2.85	-3.77	

1. 予測値の区間推定

計測結果を適用した場合の、フロア別信頼性は以下の通りである。



第3.1. - 23図 3ヶ月の計測より予測した、フロア別1日あたりの照明コンセント需要

(2) 空調需要の予測

1) 1月当たりエネルギー消費量

a. 建物総消費量予測

空調用エネルギー消費の説明変数は数多くあると考えられるので、説明変数を選択するために、最初に各種説明因子を対象に、相関分析を行った。

冷房需要は外気温（冷房 D24-24）との相関性が、0.7 と、相関性が確認出来るが、暖房需要は、外気温（暖房 D18-18）との相関性は、0.02 と低い。

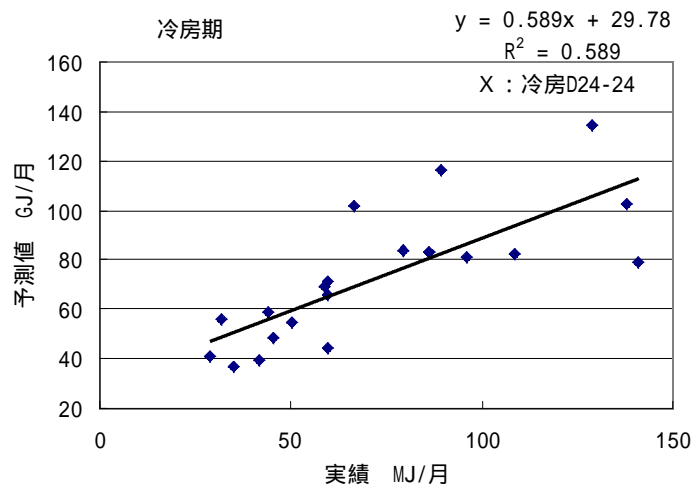
第3.1.-6表 月別空調用エネルギー需要と 気象条件の相関性 (冷房期)

		危険率 ** :5% *:1%		
空調熱源・空調動力	空調熱源・空調動力	冷房度日 D24-24	平均相対湿度	累積全天日射量
空調熱源・空調動力	1			
冷房D24-24	0.70	1		
平均相対湿度	0.23 (*)	0.28	1	
累積全天日射量	0.01	0.39	-0.35	1

第3.1.-7表 月別空調用エネルギー需要と 気象条件の相関性 (暖房期)

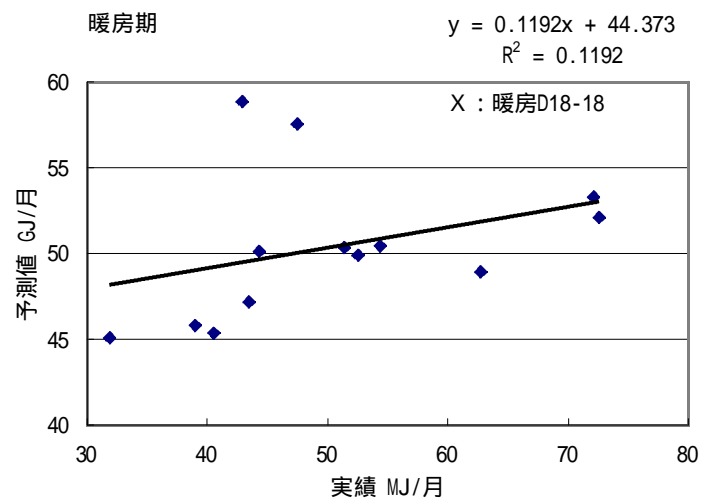
		危険率 ** :5% *:1%		
空調熱源・空調動力	空調熱源・空調動力	暖房度日 D18-18	平均相対湿度	累積全天日射量
空調熱源・空調動力	1			
暖房D18-18	0.02	1		
平均相対湿度	-0.05	-0.41	1	
累積全天日射量	0.34	-0.16	-0.12	1

途中、空室があった時期のデータを除いて、冷房と暖房需要を外気温との回帰式を第 3.1. - 24 図と第 3.1. - 25 図に示す。入居率が安定しているデータを用いたので、冷房期の空調需要と、平均気温との相関性は向上した。しかし暖房期の空調重要との相関性は、ほとんど向上していない。



y:空調熱源・空調動力[GJ/月],x:ディグリデイ[日/月]

第3.1.-24図 空調需要と気象要因の相関性 (テナントの未入居時期除く)



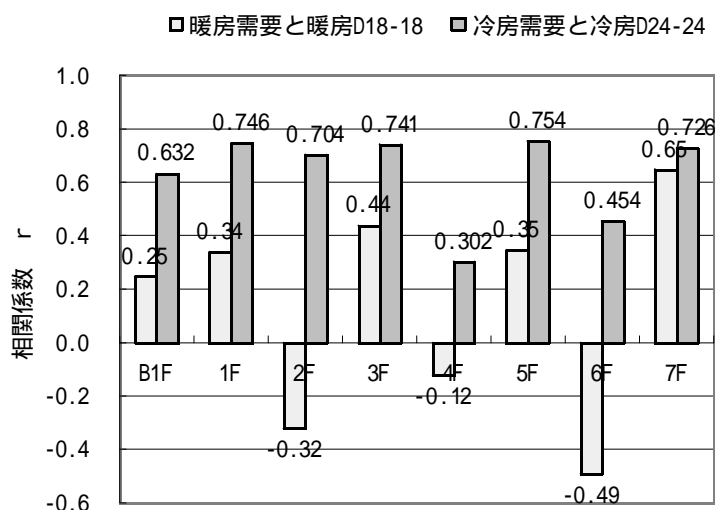
y:空調熱源・空調動力[GJ/月],x:ディグリデイ[日/月]

第3.1.-25図 空調需要と気象要因の相関性 (テナントの未入居時期除く)

b. フロア別消費量予測

フロア別の冷房需要と暖房需要をそれぞれ、外気温(冷暖房度日)で比較した結果を、第 3.1.- 図に示す。冷房需要は、フロア別冷房度日と相関性が高いと言えるが、4 F , 6F は、相関性が最も低いフロアである。

暖房需要は、7 階が暖房度日との相関性が最も大きく、次いで 5 階, 3 階, 1 階, 地階が正の相関性が見られるが、大きいとは言えない。一方、冷房との相関性が低かった 4 階, 6 階と 2 階は、負の相関性が見られた。



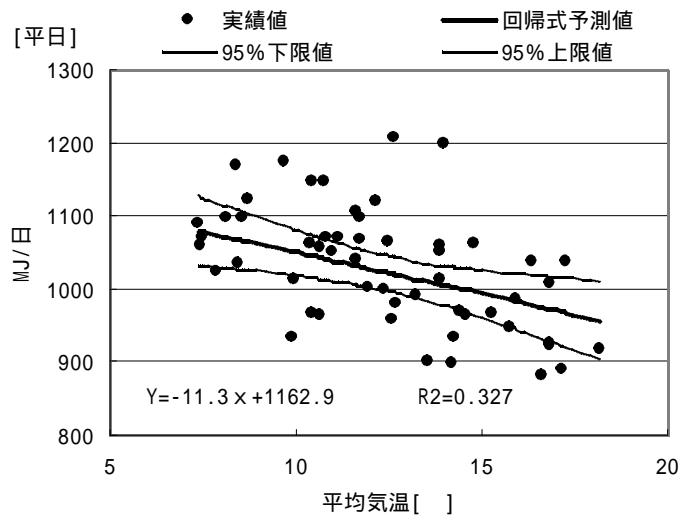
第3.1.-26図 フロア別空調需要と気温との単相関係数

2) 1日当たりエネルギー消費量

a. 建物総消費量予測

次に計測結果を用いて、99年11月18日から2000年1月末日までの、空調熱源空調動力と、外気温の関係を示す。

暖房期間中のビルの総空調熱源空調動力需要と気象要因とは、弱い相関性がみられる。



第3.1.-27図 Gビルの稼働日1日当たり空調需要と平均気温との相関性

b. フロア別消費量予測

フロア別に見ると、最上階の7Fと、最下層の、地階と、1階は、外気温との相関性が確認される。しかし、その他の階では、外気温とエネルギー消費の正の相関性は認められない。

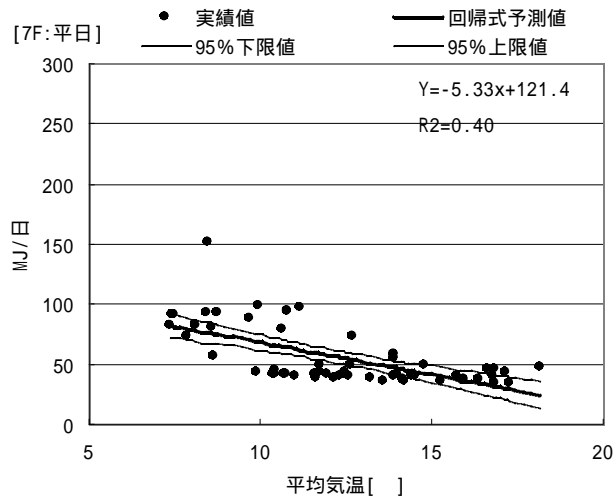
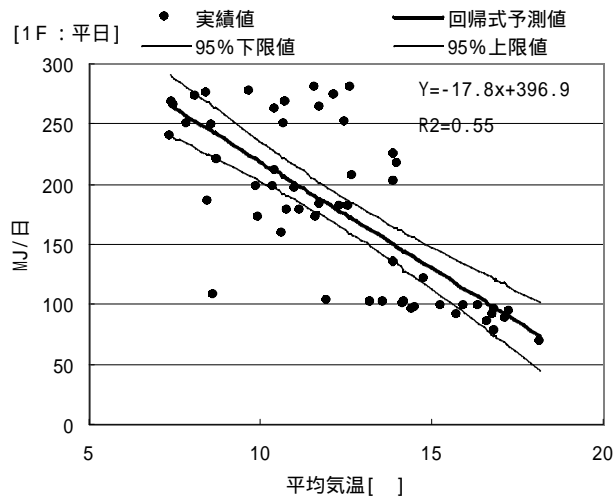
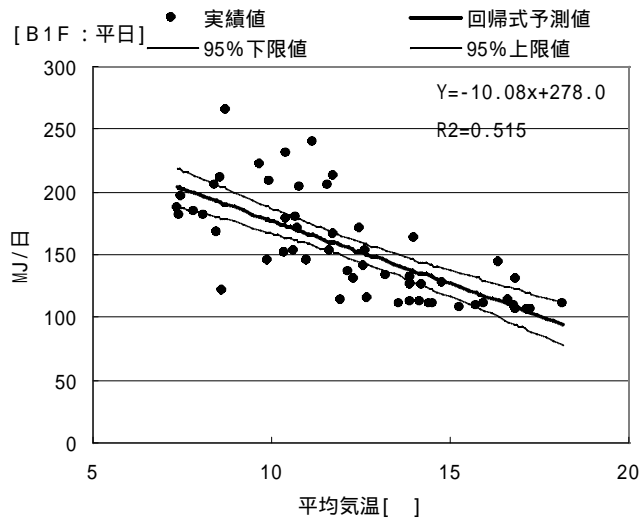
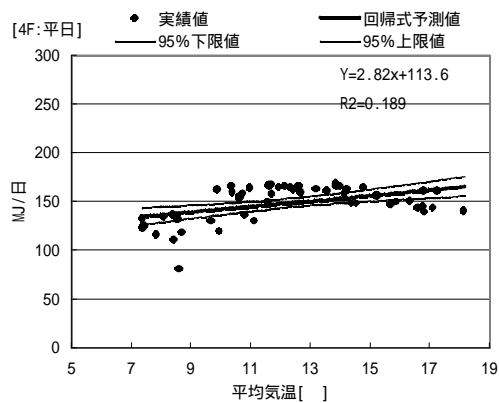
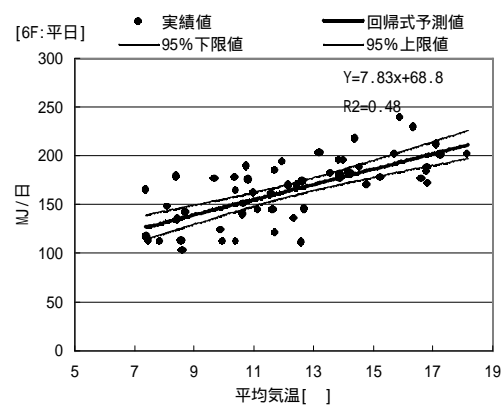
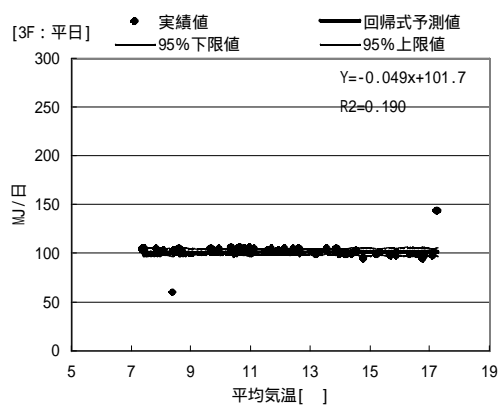
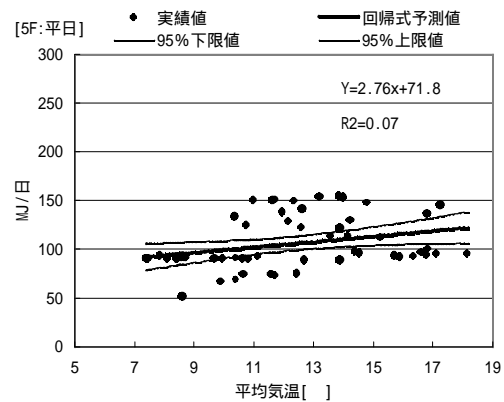
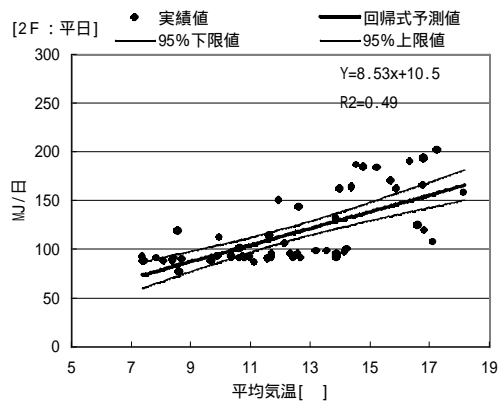


図3.1.-28図 空調熱源空調動力が外気温と負の相関のあるフロア



第3.1. - 29図 フロア別の稼働日1日当たり空調需要と平均気温との回帰傾向と信頼区間

2. Iビル

2.1. ビルの概要と調査手法

(1) Iビルの概要

本ビルは一般的なオフィスが入居している事務所ビルである。テナントの入退居がしばしばあり、計測調査開始時点でも一部に空室が見られる。

空調方式は、都市ガスを熱源とする吸収式冷温水機を主熱源機とするセントラル空調である。セントラル空調の補助に電動チラー、一部テナントに個別空調としてビルマルチが導入されている。

第 3.2--1 表 Iビルの概要

建物名称	事務所 I			所在地	東京都		
建物用途	公共	事務所ビル	病院	竣工年月	1984年6月		
	民間	ホテル	学校	改修年月			
			研修所	階数	地下1階 地上12階		
建物構造	SRC	RC	S	延床面積	9,309㎡		
電気設備	受電設備	契約種別	業務用高圧	特別高圧			
		契約電力	376kW		受電電圧	6,600V	
	発電設備	容量				蓄電設備	
		備考					
空調設備	冷熱機器	電動冷凍機	ヒートポンプ	冷凍容量	270(210+60)USRT		
		冷温水機(ガス)	吸収冷凍機	蓄熱槽			
	温熱機器	蒸気ボイラ(ガス、油)	ヒートポンプ	加熱容量	146MJ		
		温水ボイラ(ガス、油)		蓄熱槽			
	空調方式	ダクト方式	単一ダクト(定風量)3系統			各階ユニット	
		室内ユニット方式	ファンコイル			パッケージ空調機	
省エネ対策	全熱交換器	外気冷房	排熱回収()				
備考	空調はセントラル方式、一部テナントがビルマルチ導入 冷熱機器は吸収式冷温水器が主、補助で朝夕に電動水冷チラーを稼働 暖房期間12月～3月、冷房期間5月～10月 空調機器の運転時間 平日 8:00～19:00、土曜 8:00～12:00 設定温度 冷房 25～26、暖房 18～19						
衛生設備	給水設備	高架水槽	圧力タンク	水槽	受水槽 20m ³		
	給湯設備	貯湯槽	ガス湯沸器	加熱容量	M cal/h		
	備考	電気湯沸器は各階設置			受水槽	60m ³	
室内環境							
使用状況	テナント入居は1F～11F。全てオフィスである。 テナントの使用時間は8～20時が多い。一部テナントで深夜残業が見られる。 共用部照明 6:30～22:00 エレベータ運転時間 乗用2台 7:00～22:00 人荷用1台 24時間						
運転管理	要員1名で、設備の維持管理と運転記録の採取を行っている。						

(2) 日報調査概要

エネルギー消費の集計に利用した日報及び月報は下表の通り。日報の期間は1996年1月～1998年12月までの3年間。

電力消費量で電灯と動力を個々に把握できるのは「電力使用量報告書」であり、これは月単位のデータとなる。ガスの使用量は「取引メーター検針記録」で日別の記録があるが、週末の使用分が月曜のデータに上乘せされているため、日単位での利用は困難である。

第 3.2-2 表 管理日報の種類及び内容

日報			
名称	項目	単位	内容
取引メーター検針記録	電力使用量	kWh	取引メーター検針値
	ガス使用量	m ³	取引メーター検針値
	水道使用量	m ³	取引メーター検針値
冷暖房運転日誌 冷暖運転期間のみ	気温		屋上百葉箱での計測値
	湿度	%	屋上百葉箱での計測値
	天候		
	冷温水機稼働時間	h	11:00,16:00検針
	水冷チラー稼働時間	h	
	冷却塔水消費量	m ³	
	ブロー水消費量	m ³	
月報			
電力使用量料金報告書	テナント電灯	kWh	テナント使用の照明、コンセント需要
	テナント動力	kWh	テナント使用の個別空調需要
	共用電灯	kWh	共用部電灯、ファンコイルユニット
	共用動力	kWh	共用動力需要 (空調熱源、空調動力、一般動力)
電力使用量及料金明細書	各階、各テナントの電力消費量	kWh	

(3) 計測調査概要

a. 計測開始時期

1999年10月20日 (設備点検のため11月3日一時中断)

b. 計測項目

計測対象は電力16系統及び温湿度。計測電力系統の内容は次表の通り。

c. 計測場所

電力 地下1階電気室

温湿度 屋上百葉箱内

d. 計測間隔

1時間

e. 計測機器

電力 竹本電機計器株式会社製 TRP-WHR

温湿度 株式会社 ティアンドディ社製 おんどとり RH

第 3.2-3 表 Iビルの計測対象電気系統及び用途

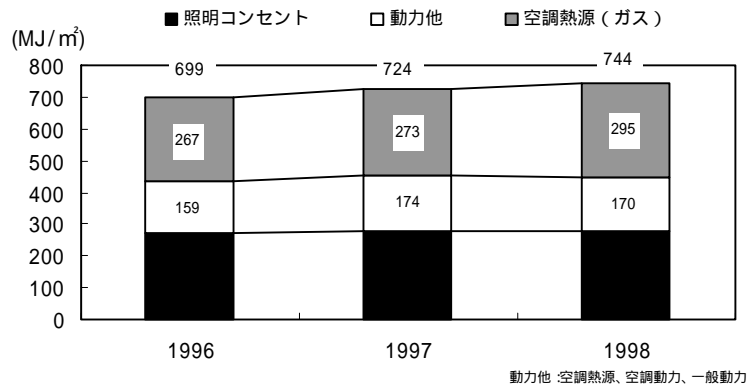
	負荷名称	負荷の主な内容	用途
1	B1L-1,11L-1	B1Fと11Fの電灯	照明コンセント
2	1L-1,2L-1	1Fと2Fの電灯	照明コンセント
3	3L-1,4L-1	3Fと4Fの電灯	照明コンセント
4	5L-1,6L-1	5Fと6Fの電灯	照明コンセント
5	7L-1,8L-1	7Fと8Fの電灯	照明コンセント
6	9L-1,10L-1	9Fと10Fの電灯	照明コンセント
7	B1P-1R	レシプロ冷凍機 (電動水冷チラー)	水冷チラー
8	B1P-1P	冷却水ポンプ、冷温水1次・2次ポンプ	空調動力
9	B1P-1	空調機 (低層用)、還気ファン (低層用)、全熱交換器	空調動力
10	B1P-2,B1P-4	吸収式冷温水器	冷温水器
11	12P-1	空調機 (高層用)、還気ファン (高層用)、全熱交換器、冷却塔	空調動力
12	ELV	エレベータ	エレベータ
13	1P-1 5P-1	非常用電灯 (1F～5F)	
14	6P-1 11P-1	非常用電灯 (6F～11F)	
15	HIR	テナント個別空調1	個別空調
16	INX	テナント個別空調2	個別空調

給排水ポンプ、非常用エレベータ(1基)、非常階段照明等は計測対象外

2.2. エネルギー消費概要

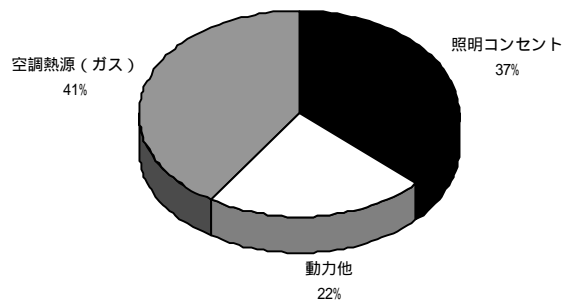
(1) 日報調査によるエネルギー消費概要

日報から得られた、Iビルのエネルギー消費原単位を示す。ビル全体のエネルギー消費原単位は96-98で6.4%増加している。これは主に空調需要の増加(96-98で6.4%)による。照明コンセント需要は微増。

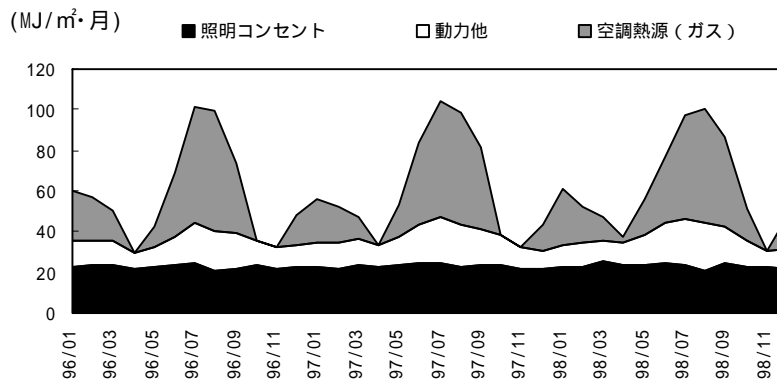


第 3.2-1 図 エネルギー消費原単位の推移

原単位 (平均値) : 750MJ/m²・年



第 3.2-2 図 エネルギー消費の用途別構成比



第 3.2-3 図 用途別エネルギー原単位の月別推移

(2)計測調査によるエネルギー消費概要

1)照明コンセントの電力消費量

照明コンセント需要には、照明需要及びコンセント需要に加え、一部ファンコイルユニットの空調動力需要、給湯機（各階）の給湯需要が含まれている。

a.稼働状況別消費量

I ビルの照明コンセント需要は、稼働状況によって消費量が異なっているため、次の三つに分けて集計を行った。

稼働日...業務が通常に行われている日

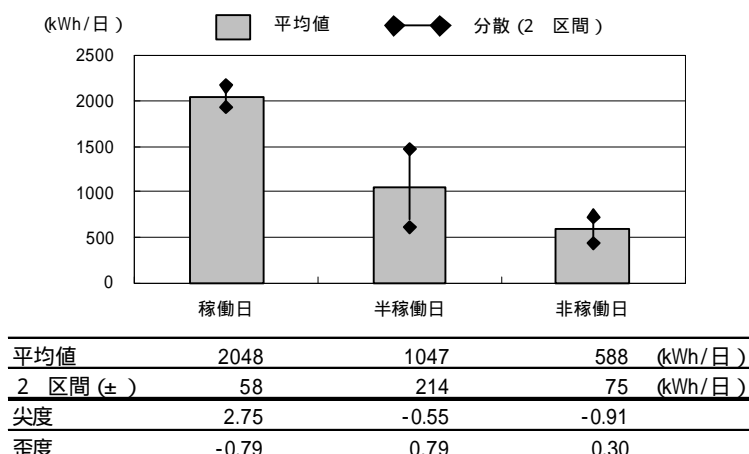
半稼働日...土曜日、年末年始前後日等の、一部で業務が行われていると判断できる日

非稼働日...日曜日、祭日等のほぼ業務が行われていないと判断できる日

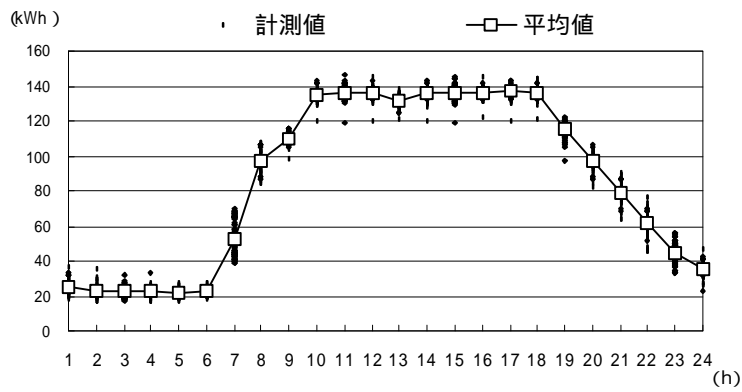
照明コンセント消費量の平均値は、半稼働日は稼働日の約 51%、非稼働日は約 29%である。

照明コンセント消費量の日別合計値の分布を見る。稼働日は分散が小さく、中心への集中度が高い分布である。半稼働日は最も分散が大きく、日により稼働状況の違いが大きいためと考えられる。非稼働日は比較的分散は小さいが、消費量そのものが小さいため、分散の割合は大きい。稼働日、半稼働日、非稼働日とも歪度は小さいため左右対称の分布に近い。

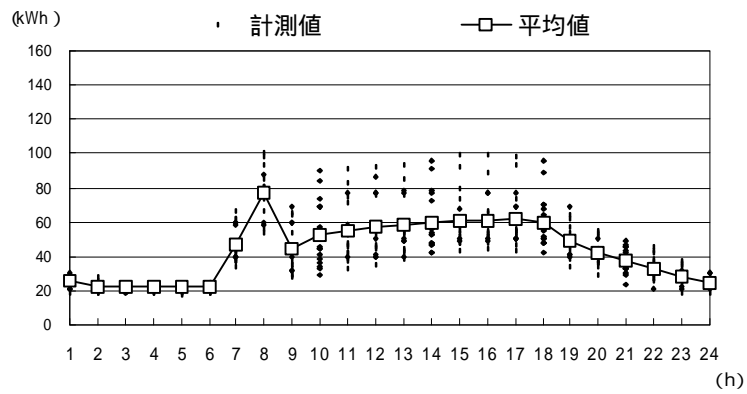
照明コンセントのロードカーブは、稼働日は 6～7 時に立ち上がり、9～10 時にほぼ全負荷の状態になる。17～18 時に負荷が下がり始めるが、24 時過ぎまで一部の稼働が認められる。半稼働日は 7～8 時に一度ピークが認められる。その後、負荷は小さくなり、16～17 時に緩やかなピークが認められる。



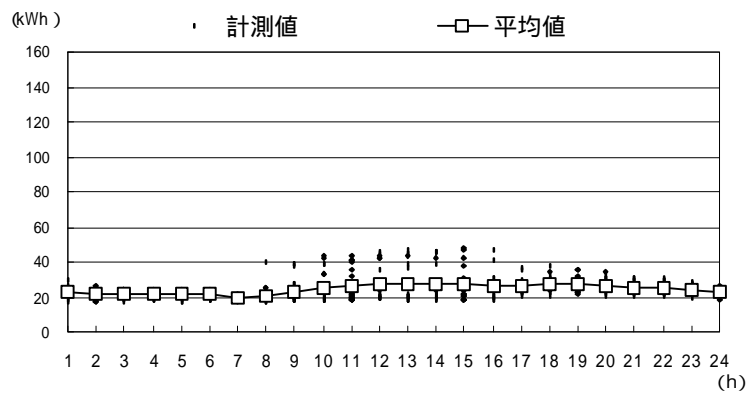
第 3.2-4 図 照明コンセントの稼働日別平均値及び分散(2 区間)



第 3.2-5 図 照明コンセント計測値及びロードカーブ(稼働日)



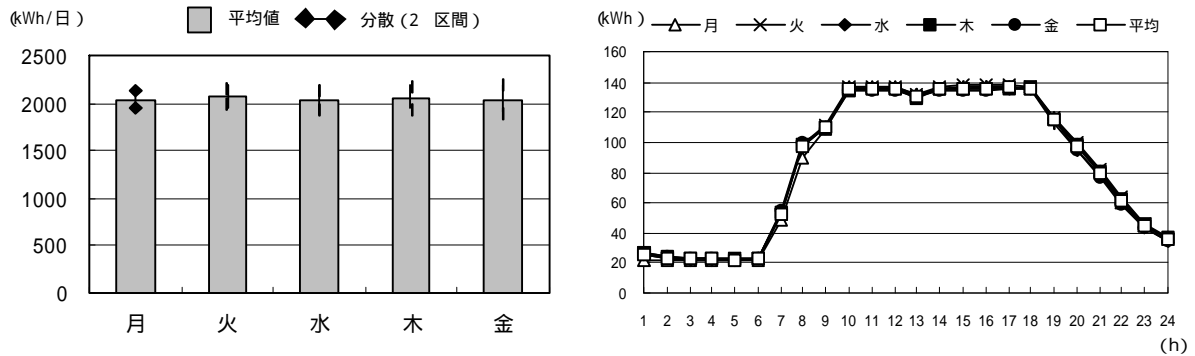
第 3.2-6 図 照明コンセント計測値及びロードカーブ(半稼働日)



第 3.2-7 図 照明コンセント計測値及びロードカーブ(非稼働日)

b. 曜日別消費量

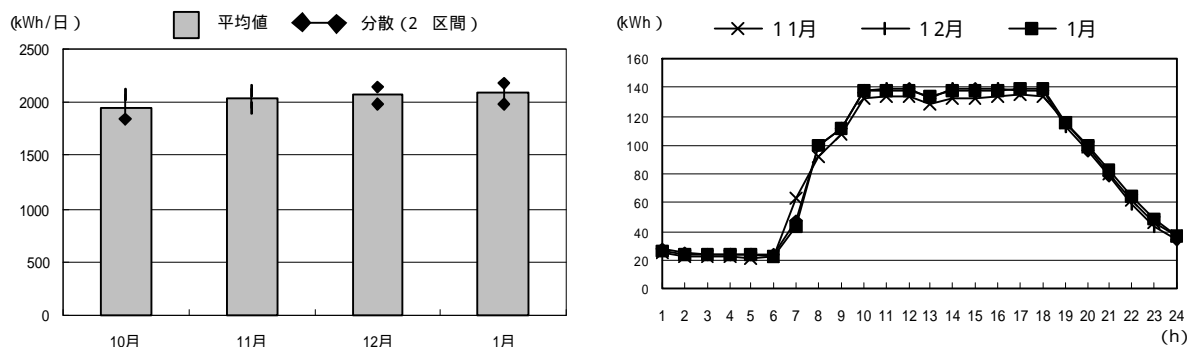
稼働日における曜日別の電力消費量の差はほとんど見られない。最大曜日と稼働日全体の平均値の差は 1.3%、最小曜日と稼働日全体の平均値との差は 0.7%である。ロードカーブの差は、月曜日の早朝の時間帯がその他の曜日に比べて若干小さいが、その他の時間は同様のカーブを示す。



第 3.2-8 図 照明コンセントの曜日別平均値と分散(2 区間)及びロードカーブ(稼働日)

c. 月別消費量

99年11月から2000年1月にかけて、照明コンセント需要は若干ではあるが増加している(10月は下旬からの計測であるため参考値)。毎月のロードカーブの形状がほぼ同じことから、この増加は稼働時間によるものではなく、その他の要因と考えられる。平均気温と照明コンセント消費量に負の相関があることから、給湯機や飲料の自動販売機等の気温に影響を受ける機器の消費電力の増加がその要因として考えられる。



第 3.2-9 図 照明コンセント月別平均値と分散(2 区間)及びロードカーブ(稼働日)

第 3.2-4 表 照明コンセントと平均気温の相関

相関係数	平均気温
照明コンセント	-0.64

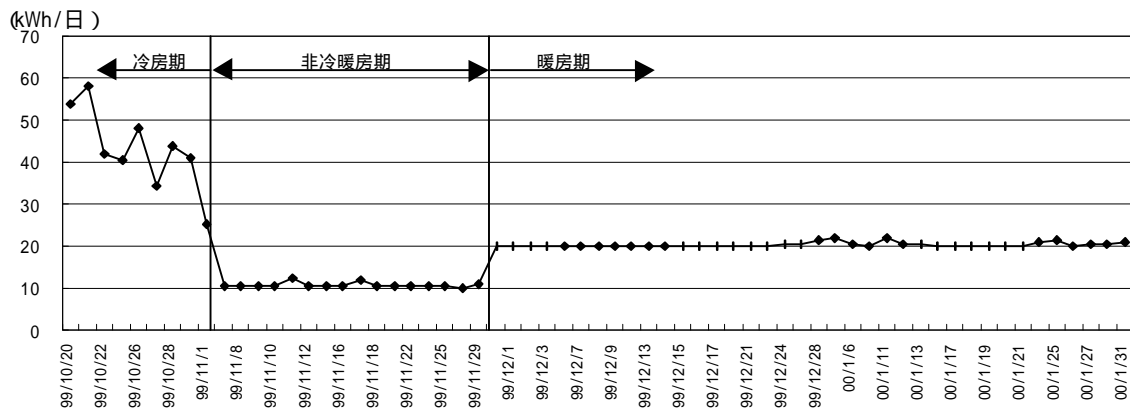
2) 空調動力の電力消費量

空調動力需要には空調機、還気ファン、全熱交換機、冷却塔、冷温水ポンプが含まれている。

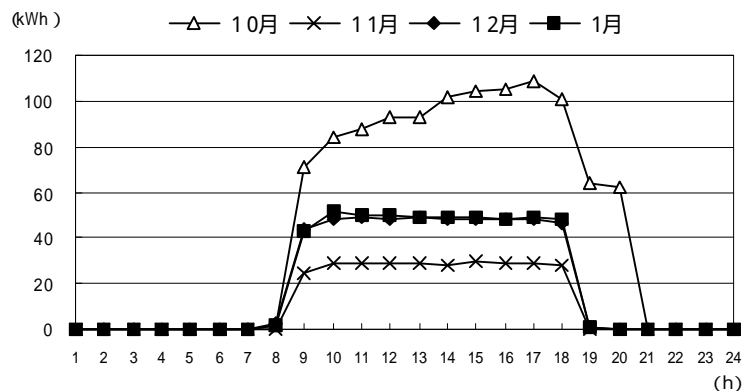
a. 空調期別空調動力消費量

I ビルの空調の基本はセントラル方式であり、季節によって空調制御を行っている。その期間は、おおむね 10 月までは熱源機による冷房期（11 月 1 日以前）、11 月は熱源機を稼働させていない非冷暖房期（11 月 3 日～11 月 29 日）、12 月以降は熱源機による暖房期（11 月 30 日以降）となっている。空調動力のロードカーブはそれぞれの期によって異なっている。また、暖房期である 12 月と 1 月はほとんど同じロードカーブである。

また、照明コンセントと同様に空調の稼働状況によって、空調稼働日、空調半稼働日、空調非稼働日の三つに分けて集計を行った。なお、照明コンセントで半稼働日としていた年末年始の前後日は、空調の稼働状況から空調稼働日とした。



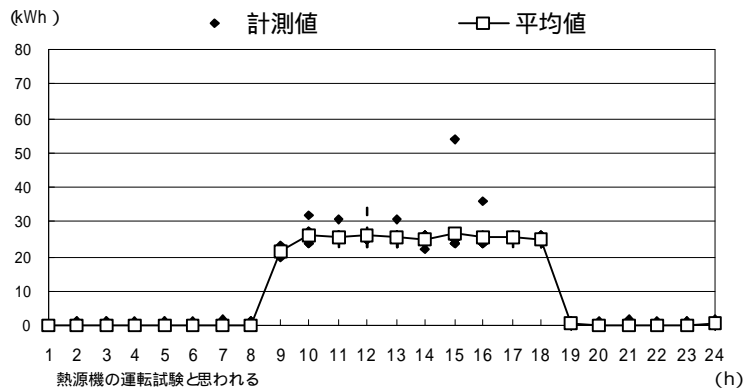
第 3.2-10 図 日別空調動力電力消費量(空調稼働日)



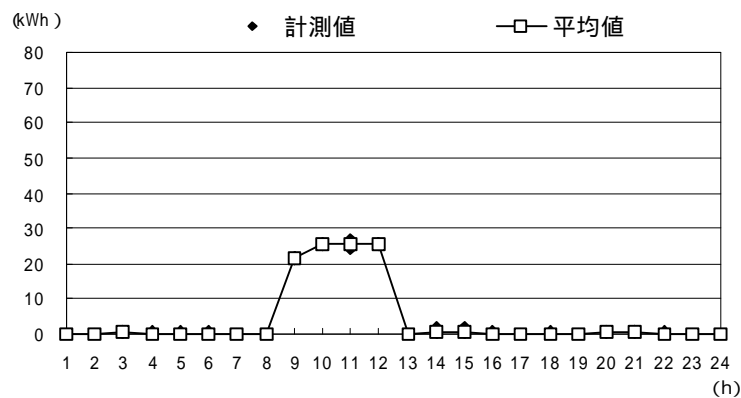
第 3.2-11 図 月別平均空調動力ロードカーブ(空調稼働日)

b. 非冷暖房期における空調動力の稼働日別消費量

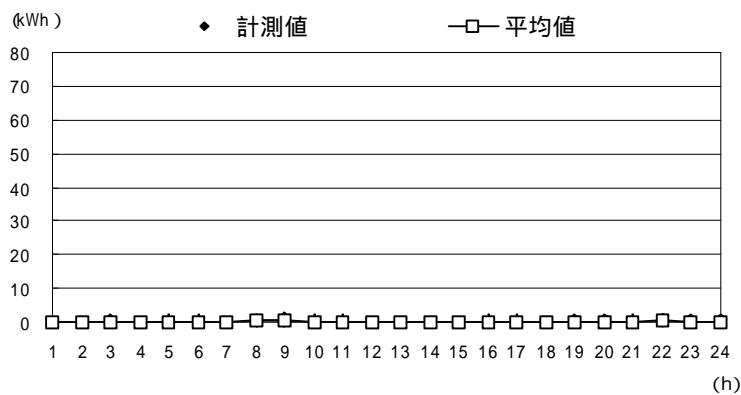
非冷暖房期の空調動力は稼働日状況によって大きく異なる。ロードカーブから空調稼働日の運転時間は 8:00～18:00、空調半稼働日は 8:00～12:00、空調非稼働日に運転はほとんど認められない。いずれもデータの分散は小さいため、日による変動はほとんどないと言える。



第 3.2-12 図 空調稼働日の空調動力計測値及びロードカーブ(非冷暖房期)



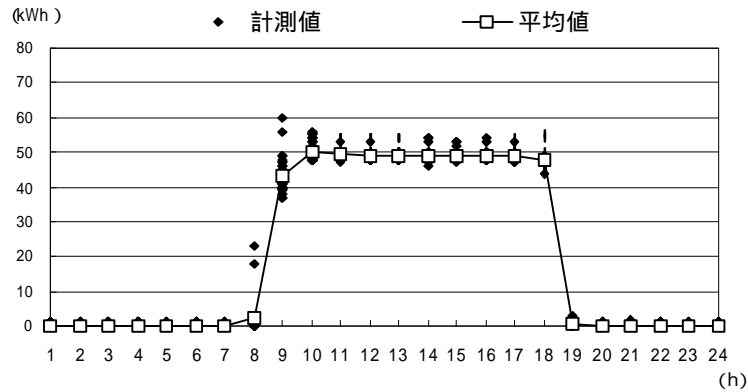
第 3.2-13 図 空調半稼働日の空調動力計測値及びロードカーブ(非冷暖房期)



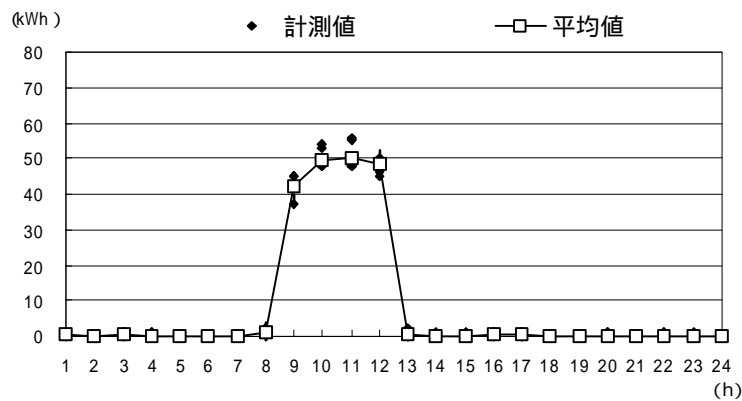
第 3.2-14 図 空調非稼働日の空調動力計測値及びロードカーブ(非冷暖房期)

c. 暖房期における空調動力の稼働日別消費量

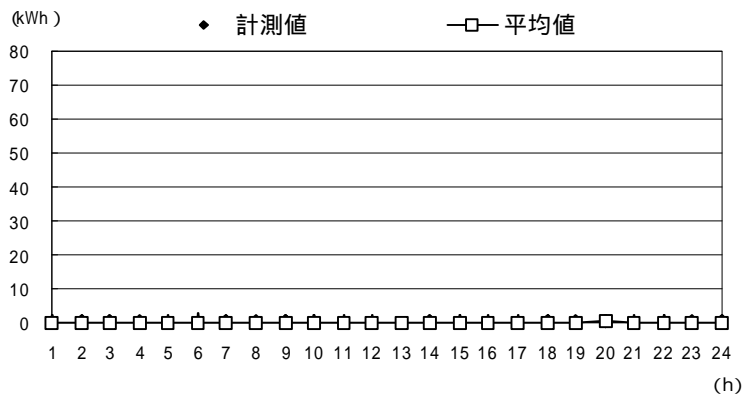
暖房期の空調動力は非冷暖房期と同様に稼働状況により大きく異なっている。ロードカーブから空調稼働日の運転時間は 8:00～18:00、空調半稼働日の運転時間は基本的に 8:00～12:00 である。また、空調非稼働日は空調動力の運転はほとんど認められない。データの分散は小さく、日による変動は少ない。



第 3.2-15 図 空調稼働日の空調動力計測値及びロードカーブ(暖房期)



第 3.2-16 図 空調半稼働日の空調動力計測値及びロードカーブ(暖房期)

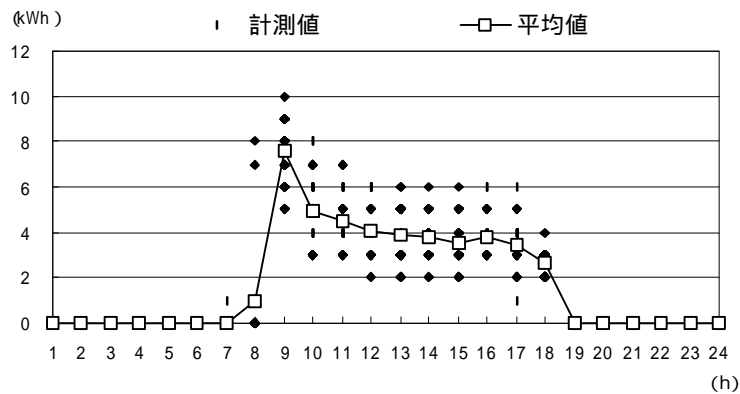


第 3.2-17 図 空調非稼働日の空調動力計測値及びロードカーブ(暖房期)

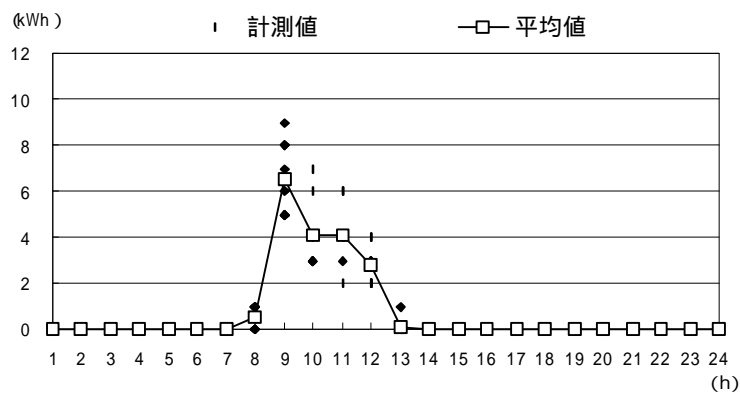
3) 吸収式冷温水機の電力消費量

a. 稼働日別吸収式冷温水機電力消費量

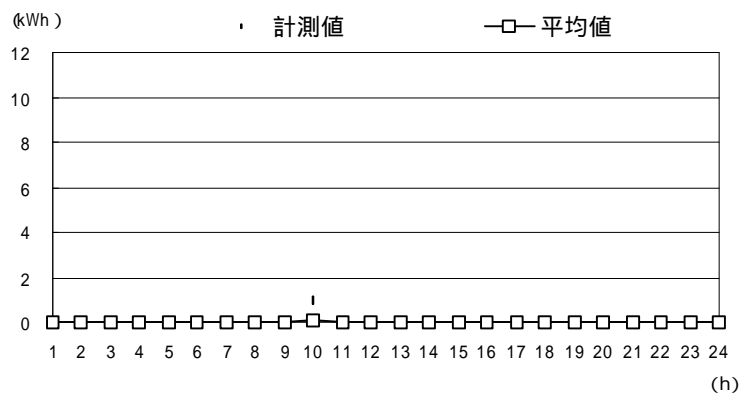
冷温水機の熱源は都市ガスであり、電気は補機類の駆動に使用される。稼働日の運転時間はおおむね 8:00～18:00 であり、朝の立ち上がり時に負荷が大きい。空調半稼働日の運転時間は基本的に 8:00～12:00 である。また、空調非稼働日に運転はほとんど認められない。データの分散は大きく、日による変動は大きい。



第 3.2-18 図 暖房期の冷温水機消費電力量計測値及びロードカーブ(空調稼働日)



第 3.2-19 図 暖房期の冷温水機消費電力計測値及びロードカーブ(空調半稼働日)



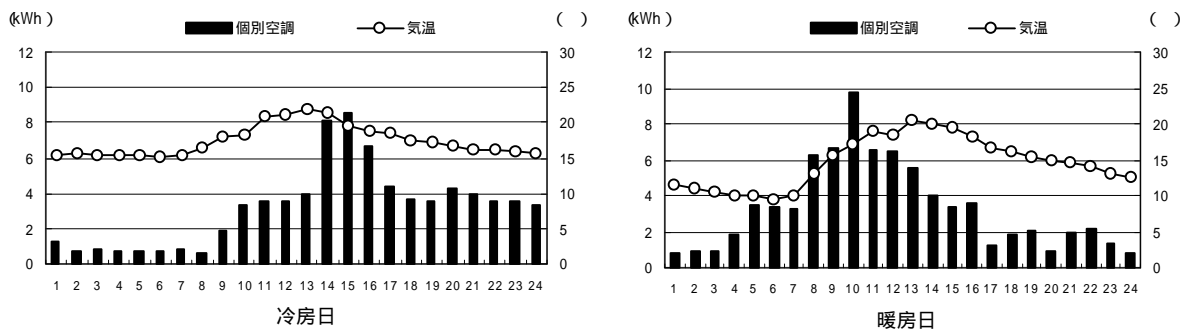
第 3.2-20 図 暖房期の冷温水機消費電力計測値及びロードカーブ(空調非稼働日)

4)個別空調の電力消費量

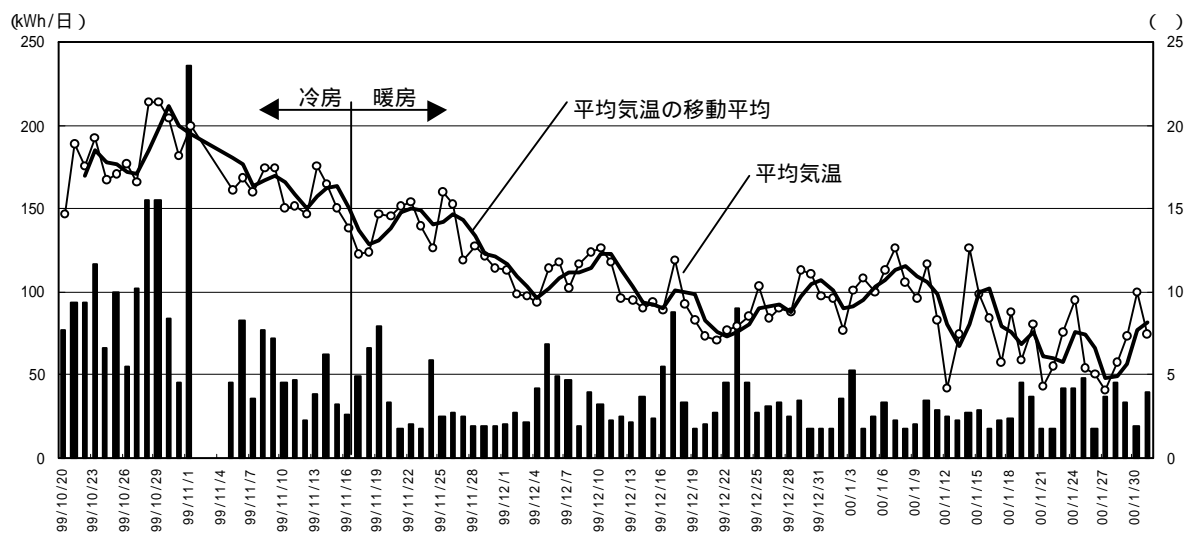
Iビルは、セントラル空調と併用の形で一部テナントに個別空調（ビルマルチ）が導入されている。導入時期は1997年7月である。

a. 個別空調の運転

冷房、暖房の切り替え日を日別の外気温カーブと個別空調のロードカーブから検討した。冷房日は気温が高く15時から17時の負荷が大きい日。暖房日は朝の気温が低く9時から11時の負荷が大きい日とした。その結果、冷房から暖房への切り替えはおおむね11月17日に行ったと判断できる。平均気温は日によってばらつくため、3日間の移動平均をとった場合、暖房運転に切り替えた日はおおよそ移動平均気温が15を下回った日である。



第 3.2-21 図 冷房日、暖房日の平均気温と個別空調の電力消費量



第 3.2-22 図 平均気温の推移と個別空調の電力消費量(空調稼働日)

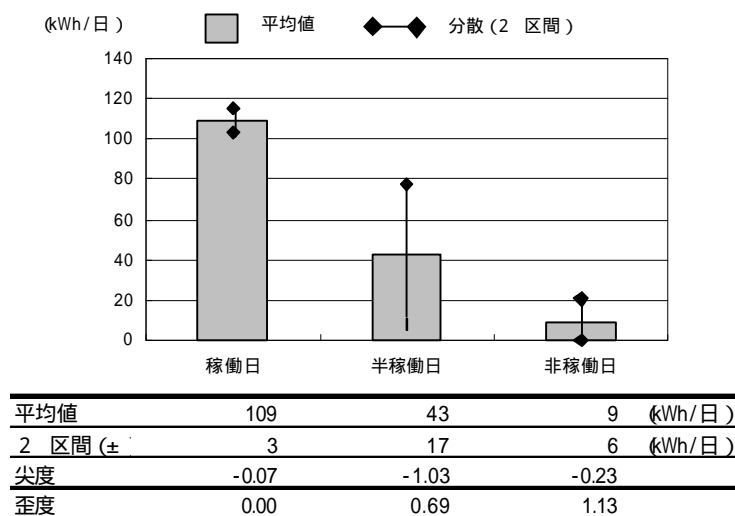
5)エレベータの電力消費量

Iビルには3機のエレベータがあるが、計測対象は非常用兼用エレベータを除いた2機である。

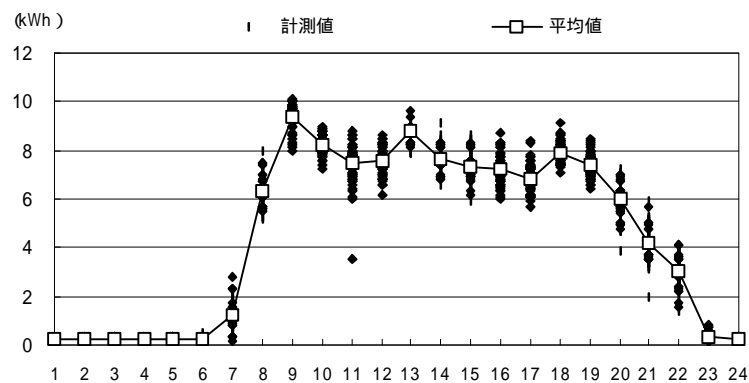
a.稼働日別消費量

エレベータの消費電力は照明コンセントと同様の稼働日分けとした。エレベータの消費量は稼働日によって大きく異なり、半稼働日は稼働日の約39%、非稼働日は稼働日の9%である。

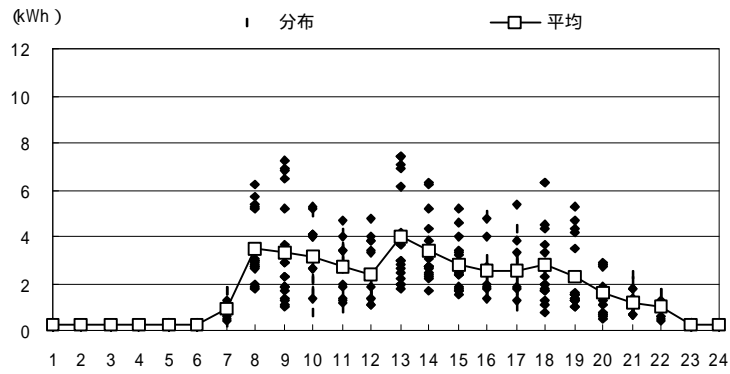
エレベータの電力消費量の分散を見る。稼働日は分散は小さく、ほぼ正規分布に従っている。半稼働日は分散は大きい、歪度は小さいため、左右対称の分布である。非稼働日も分散は大きく、分布は平均値より小さい方に偏っている。



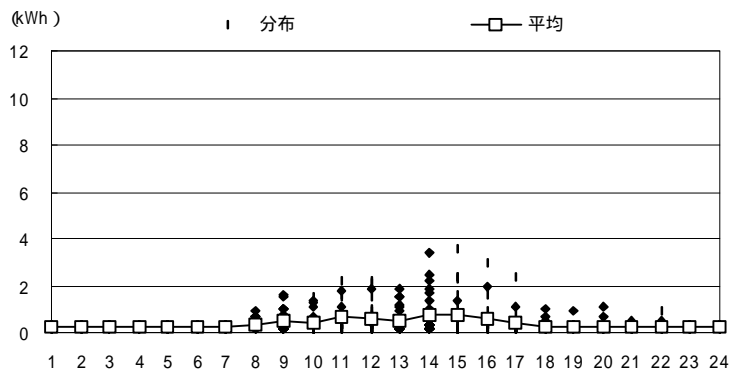
第 3.2-23 図 エレベータ消費電力の稼働日別平均値及び分散(2 区間)



第 3.2-24 図 エレベータ計測値及びロードカーブ(稼働日)



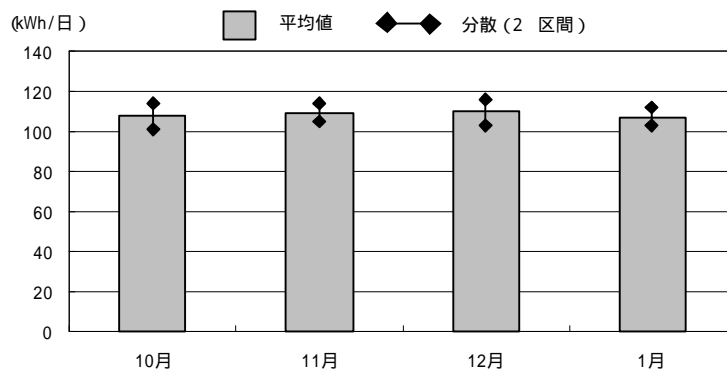
第 3.2-25 図 エレベータ計測値及びロードカーブ(半稼働日)



第 3.2-26 図 エレベータ計測値及びロードカーブ(非稼働日)

b. 月別消費量

エレベータの電力消費量の平均値は月ごとの差はほとんど見られない。



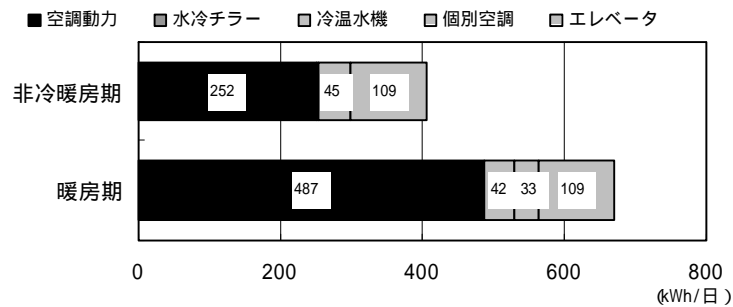
第 3.2-27 図 エレベータの月別平均値及び分散(2 区間)(稼働日)

6) 動力他の電力消費量

動力の電力消費量の合計を動力他とし、そのエネルギー消費の概要を示す。

a. 動力他の内訳

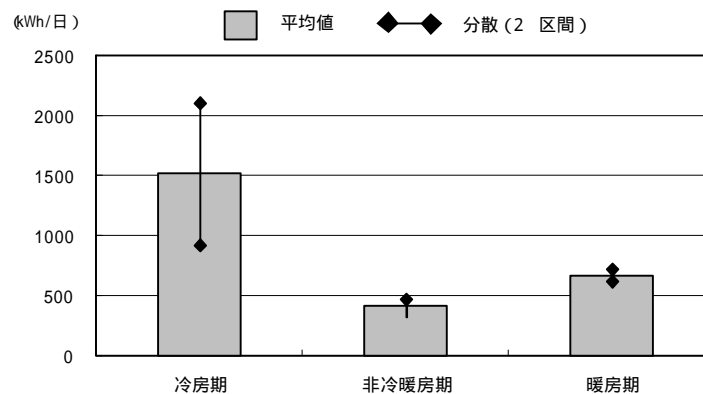
暖房期、非冷暖房期の動力他の電力消費量は、空調動力とエレベータの割合が大きく、非冷暖房期、暖房期とも合計で約 89%を占めている。冷温水機の消費電力量と個別空調の割合は小さい。



第 3.2-28 図 非冷暖房期、暖房期の動力の内訳 (空調稼働日)

b. 動力他の空調期別消費量 (稼働日)

非冷暖房期の動力他の平均値は 409.9kWh/日であり、暖房期は 671.1kWh/日である。非冷暖房期、暖房期とも分散は小さい。



第 3.2-29 図 空調稼働日における空調期別動力他の平均値及び分散 (2 区間)

第 3.2-5 表 空調期別の動力他の尖度歪度

	非冷暖房期			暖房期		
	稼働日	半稼働日	非稼働日	稼働日	半稼働日	非稼働日
尖度	-1.55	3.27	3.50	-0.18	-0.45	0.69
歪度	0.21	1.80	1.74	0.37	-0.79	1.37

2.3. M & V の検討

(1) 計測データの分析

1) 照明コンセント

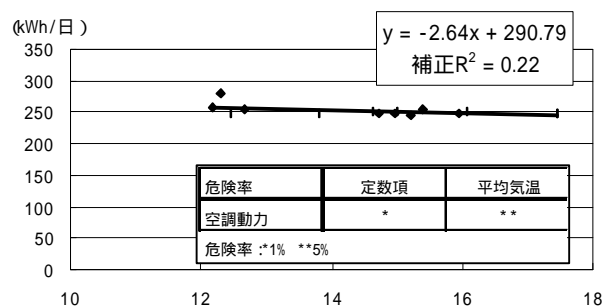
照明コンセントは、気温等の影響が非常に小さく、稼働日状況ごとの日別のロードカーブは計測期間中ほぼ同じであった。従って、M & V の手法はオプション A (簡易な手法) が有効と考えられる。

2) 空調動力

空調動力は、気温による影響を受けると考えられる。従って、計測を基にする M&V の手法は長期の計測を行うオプション B が適当と考えられる。以下に、用途ごとの分析を行う。

a. 非冷暖房期における空調動力と平均気温の関係

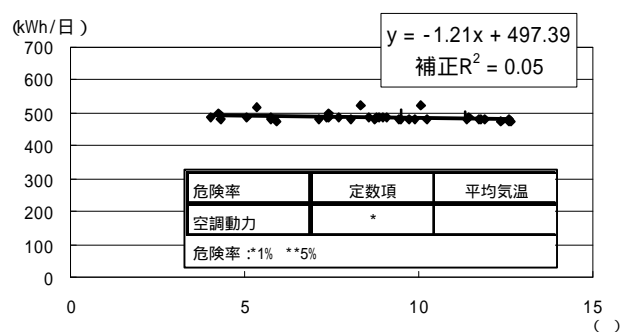
非冷暖房期の空調動力消費量と平均気温との回帰式は、小さい負の傾きを示す。傾きの危険率は 5%未満であるため、非冷暖房期の空調動力は平均気温が大きくなるとおおむね小さくなる傾向にあると言えるが、回帰式の補正 R^2 値は小さく、式の予測信頼性は低い。



第 3.2-30 図 非冷暖房期の空調動力と平均気温の関係(稼働日)

b. 暖房期における空調動力と平均気温の関係

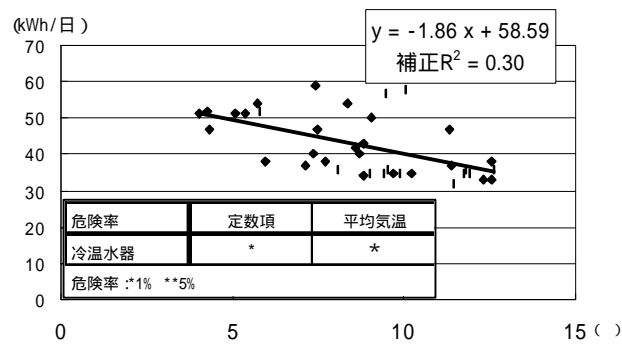
暖房期の空調稼働日の空調動力の平均値は 496.7kWh/日である。回帰式は平均気温に対し、わずかな負の傾きを示すが、傾きの危険率は 10%以上あるため、平均気温と空調動力の関係は明確ではない。また、回帰式の補正 R^2 値は小さく予測信頼性は低い。しかし、回帰式の傾きは小さく、データの分散は小さい。



第 3.2-31 図 暖房期の空調動力と気温の関係(稼働日)

3) 吸収式冷温水機の電力消費量と平均気温の関係

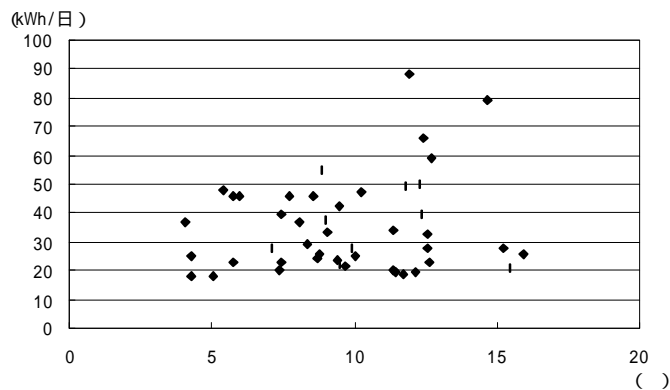
冷温水機の運転は空調負荷による自動制御であるため、その電力消費量は気温に相関すると考えられる。空調稼働日の冷温水機の電力消費量と最も強い相関を示すのは平均気温であったが、その係数は 0.56 と弱い。回帰式の傾きの危険率は 1%未満であるため、冷温水機の消費電力は平均気温に影響を受けると言えるが、補正 R^2 値は小さく、式の予測信頼性は低い。従って、平均気温によって冷温水機の消費電力を正確に推計することは困難である。



第 3.2-32 図 暖房期の冷温水機電力消費量と平均気温の関係(稼働日)

4) 個別空調の電力消費量と平均気温の関係

空調稼働日の個別空調の電力消費量と平均気温には全く相関は見られない。これは、個別空調はセントラル空調の補助に用いられるため、セントラル空調で十分な時は、個別空調の運転は行われないためである。従って、平均気温等の外部要因から個別空調の電力消費量を単独で予測することは不可能である。

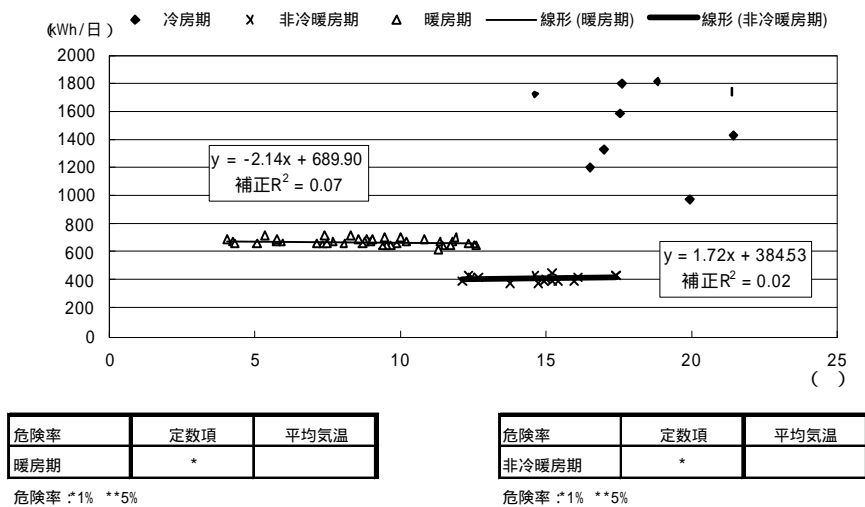


第 3.2-33 図 平均気温と個別空調消費電力の関係(11月17日以降)

5) 動力他の平均気温との関係

空調稼働日の動力他の電力消費量と平均気温の関係を見る。非冷暖房期の動力合計の回帰式は平均気温に対し小さな正の傾きを持つが、その危険率は70%以上とかなり大きく、平均気温と動力他の関係は認められない。また、式の補正 R^2 値も小さく、平均気温との回帰式の予測信頼性は低い。分散が小さいことから、非冷暖房期の動力他は平均値が最も代表性が高いと言える。

暖房期の動力他は平均気温に対して小さな負の傾きであるが、こちらもその危険率は19%と大きく、平均気温と動力他の関係は低いと言える。また、式の補正 R^2 値も小さく予測信頼性は低い。分散が小さいことから、暖房期の動力他は平均値が最も代表性が高いと言える。



第 3.2-34 図 平均気温と動力他の関係(空調稼働日)

(2)計測データを基にしたM&Vの実施

計測データを用いて、照明コンセントのベースラインを推計する。用いる手法はオプションA（簡易な手法）である。オプションAは負荷変動が小さく、使用時の電力量が一定に近い機器に対して用いる方法であり、カタログデータや1回または短期の計測結果を用いてベースラインの推計を行う手法である。

1)ベースラインの推計方法

a.基本となる測定値

ベースライン推計の対象は計測を行った照明コンセントとする。稼働状況を反映させるために、基本となる測定値を稼働日、半稼働日、非稼働日ごとに用いる。また、就業時間内の消費電力に加え、就業時間外の待機時消費電力を考慮する。この電力消費量は、早朝の電力消費量が最も低いと思われる時間の消費電力量を用いる。計測日は計測期間の内、電力消費量に偏りが無いと思われる任意の日を選択した。なお、今回は推計誤差を見るために、基本測定値は11月、12月、1月それぞれ1日ずつ選ぶ。

第3.2-6表 稼働日ごとの基本測定値

	A日	基本測定値(W)	B日	基本測定値(W)	C日	基本測定値(W)	時刻
稼働日	99/11/18	129.3	99/12/16	138.5	00/1/14	136.8	15時
		23.7		23.6		22.4	4時
半稼働日	99/11/20	48.2	99/12/18	0	00/1/15	83.1	11時
		22.9		22.8		22.5	4時
非稼働日	99/11/21	40.8	99/12/19	32.5	00/1/16	35.8	11時
		22.1		21.8		21.7	4時

b.稼働時間

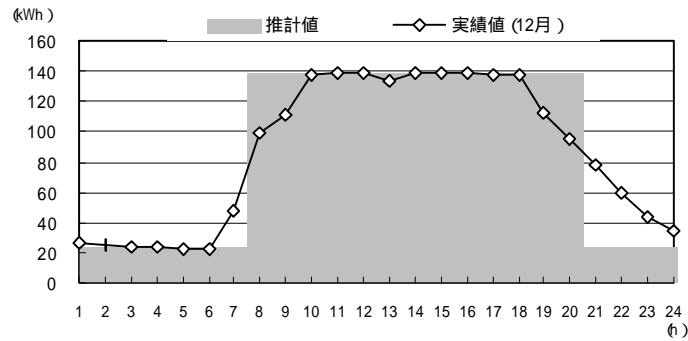
今回の推計に用いる稼働時間は、アンケート調査によって把握されたテナントごとの事務所稼働時間の平均値とする。なお、半稼働日、非稼働日の稼働時間はアンケートで十分な回答が得られなかったため、常識的な稼働時間として設定した。

第3.2-7表 1ビルの稼働時間

	始業時間	就業時間	稼働時間
稼働日	8:00	21:00	13:00
半稼働日	8:00	18:00	10:00
非稼働日	8:00	18:00	10:00

c. ベースラインの推計

それぞれの基本測定値に、稼働時間と月の稼働日、半稼働日、非稼働日の日数を乗じて合計し、月当たりの照明コンセントベースライン推計値とする。



第 3.2-35 図 一日の照明コンセントベースライン推計例

2) ベースライン推計結果

オプション A による推計値は、おおむね実績値に近い。しかし、基本測定値（測定日）によって誤差の大きさは変わり、A 日の場合は実績値と 6～7%の差があるが、B 日、C 日は 1%以内の差となっている。単独の日の測定値を用いることは、誤差を大きくする可能性が高いため、誤差を小さくするためには可能な限り測定日を多くすることが必要である。また、この方法は、稼働面積や OA 機器等の変動要因を考慮できないため、それらの要因に変化が無い場合に有効であり、変動がある場合は何らかの補正を行う必要がある。

第 3.2-8 表 オプションAによる照明コンセントの推計値

	11月	12月	1月
推計値 ;A日 (kWh)	41,746	45,925	44,701
(%)	94.7	93.7	94.3
推計値 B日 (kWh)	44,366	48,719	47,289
(%)	100.6	99.4	99.7
推計値 C日 (kWh)	44,339	48,834	47,471
(%)	100.6	99.6	100.1
実績値 (kWh)	44,093	49,020	47,419

(3)日報データの分析

1)照明コンセント

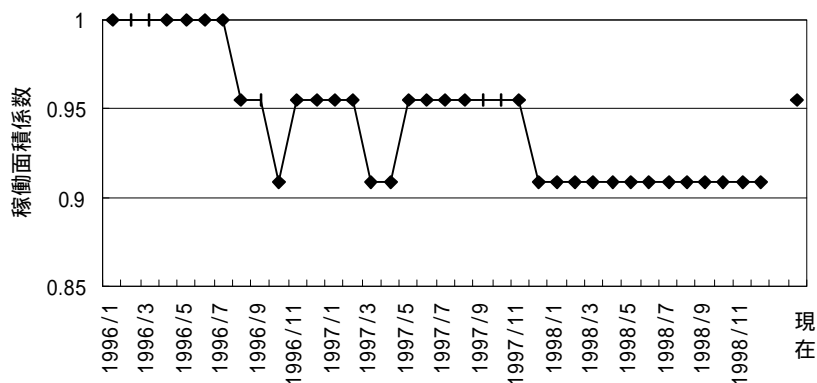
a.稼働面積の考慮

ア.稼働面積係数

オフィスビルのエネルギー消費、特に照明需要はビルの稼働面積に比例すると考えられる。従って、ビルの稼働面積の変動状況を考慮する必要がある。

I ビルの場合、テナントの入退居にともない、稼働面積の変動が見られる。日報データから、テナント部分が全て稼働している場合を"1"として、テナント部分の稼働面積を係数化したものを以下に図示する。この係数を稼働面積係数とする。

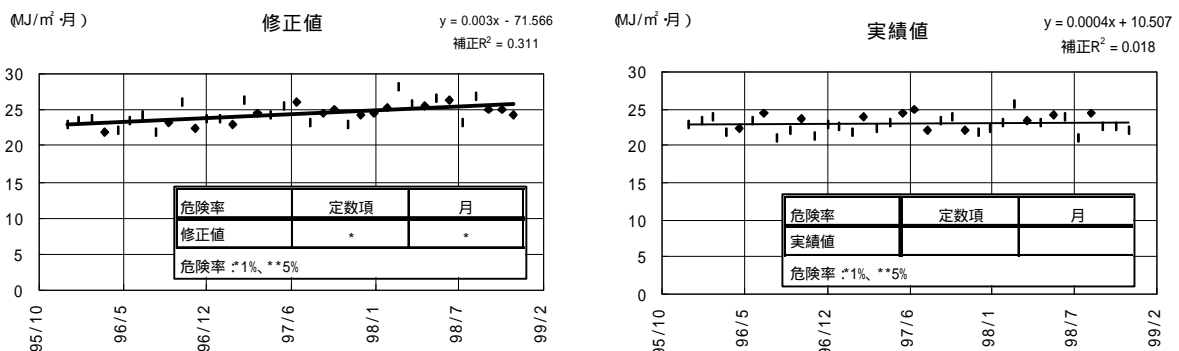
I ビルの場合、空調はセントラル方式であるため、テナントの有無に関わらず全館空調を行っている。従って、稼働面積係数は照明コンセント需要にのみ適用する。



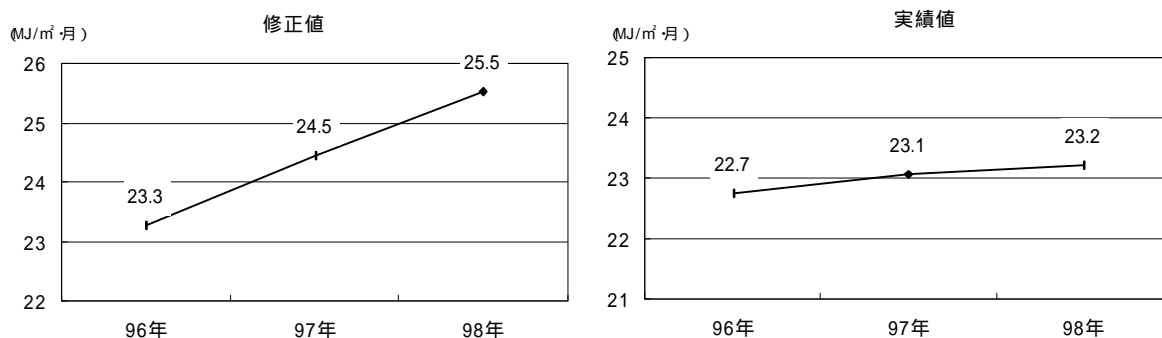
第 3.2-36 図 I ビルの稼働面積係数

イ.稼働面積を考慮した照明コンセントの分析

稼働面積係数で修正した照明コンセント原単位を回帰分析した結果、補正 R² 値は修正値の方が大きく、定数項、傾きとも危険率が 1%以下であり、回帰式の信頼性が向上した。その結果、照明コンセント消費量が時系列に増加していることが明らかとなった。この増加はOA機器台数の増加によるものと思われる。



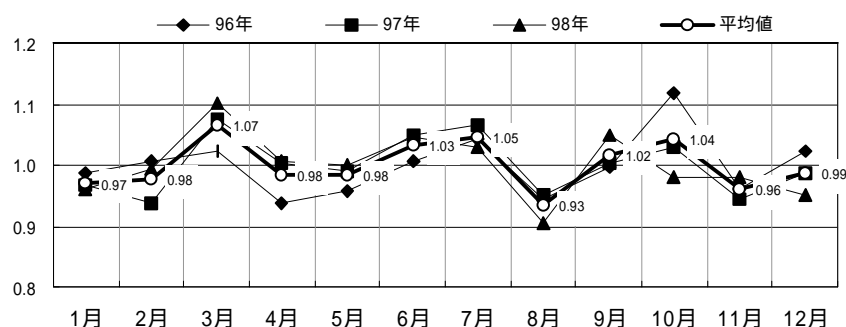
第 3.2-37 図 月別照明コンセント平均値の修正値と実績値



第 3.2-38 図 年別照明コンセント平均値の修正値と実績値

b. 照明コンセントの月別変動

照明コンセント需要は、月による稼働日数の違いや残業状況の違いから、月別に変動があると考えられる。月別照明コンセント原単位の稼働面積修正値と年間平均値との比を図に示す。これによると、おおむね月別の傾向が認められる。この月別の変動比を月別変動係数とする。



第 3.2-39 図 照明コンセントの月別変動(年間平均値を 1 とした場合)

c. O A 機器数による影響

ア. O A 機器台数の推移

近年、事務所ビルでは O A 機器の普及台数が増加している。この増加にともなって、照明コンセント消費量も増加していると考えられる。

I ビルのテナントに対して実施したアンケート調査の結果から、過去 3 年間の O A 機器台数を集計し、O A 機器台数と既存調査の機器別平均消費電力量からアンケート回答テナント(過去の O A 機器数が判明した 4 テナントの合計)の 1 m²当たりの O A 機器年間消費電力の年別比を求める。この比を O A 機器係数とすると、O A 機器係数は毎年明らかに増加している。

第 3.2-9 表 I ビルの OA 機器台数と OA 機器係数

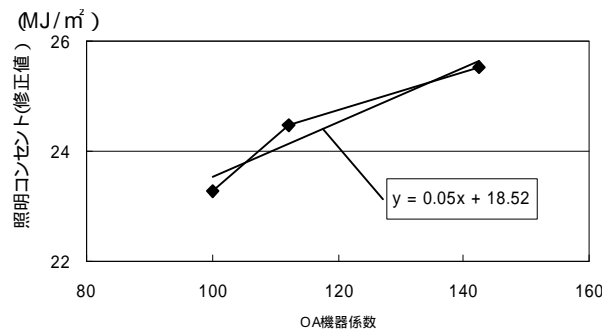
	96年	97年	98年	平均消費電力量 (kWh/台・年)
サーバ	6	6	7	520.0
パソコン(デスクトップ)	13	26	31	57.4
パソコン(ノート)	35	30	24	226.7
ワープロ	4	2	4	0.4
コピー機	5	7	16	1086.8
プリンタ	13	15	8	265.3
FAX	4	5	4	511.7
CAD	3	3	4	100
その他	1	1	1	100
OA機器係数 (96=100)	100	112	142	

(社)日本ビルエネルギー総合管理技術協会 平成11年 オフィスビルにおけるOA機器のエネルギー消費実態調査報告書。
CRTモニター

注)12テナント中4テナントのデータ

1. OA 機器台数と照明コンセント原単位の関係

OA 機器係数の増加に伴い、照明コンセント原単位(面積修正値)も増加している。

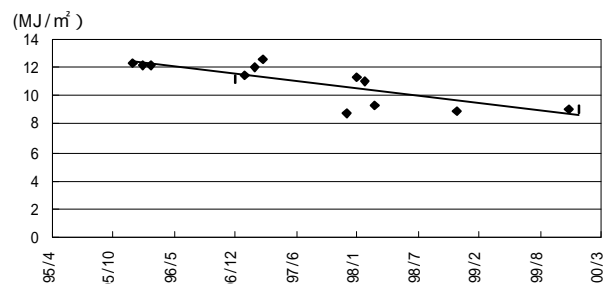


第 3.2-40 図 照明コンセントとOA 機器係数の関係

2) 動力他

a. 暖房期の動力他原単位

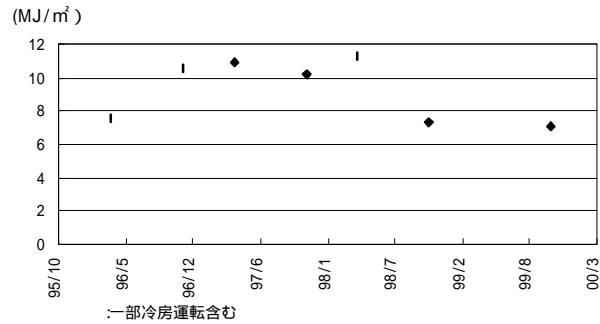
暖房期の動力他は、計測調査から気温との関係は認められない。一方、過去の日報データは動力他が経年で減少していることが認められる。この要因として暖房設定温度の変更(23 → 19)が考えられるが、今後はこれ以上の設定温度を下げることは考えにくいいため、今後は安定することが予測される。



第 3.2-41 図 暖房期の動力他原単位

b. 非冷暖房期の動力他原単位

非冷暖房期は得られるデータが、冷房期、暖房期に比べ少ない。日報データでは非冷暖房期（4月、11月）の動力他は年によってばらついているが、計測調査から非冷暖房期の動力他原単位は、平均気温等に影響されずほとんど変動が無いことが確認されている。また、暖房期と異なり設定温度の影響もないと言える。また、運転状況（ダンパー開度等）に変化はないため、動力他原単位がばらつく原因は特定できない。



第 3.2-42 図 非冷暖房期の動力他原単位

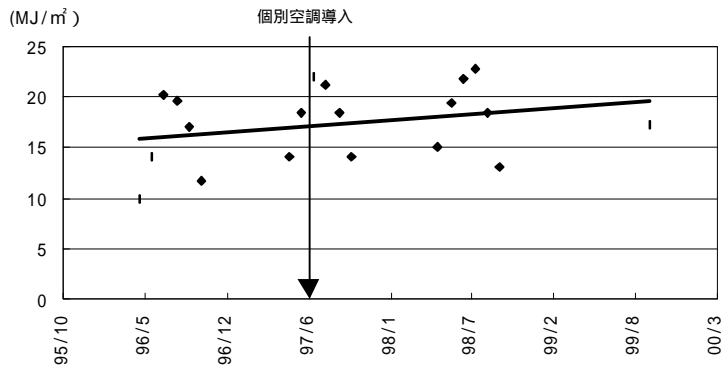
c. 冷房期の動力他原単位

冷房期の動力他は平均気温と強い相関を示している。また、冷房期の動力他原単位は経年で増加傾向が見られる。この要因として考えられることは、動力他と最も相関が強いことが把握された平均気温が上昇したこと、そして 97 年 7 月に一部テナントに個別空調（ビルマルチ）を導入したことがあげられる。97 年 7 月以前と以降では、この設備要因の変更によってエネルギー消費量が増加し、平均気温との関係が変化している。

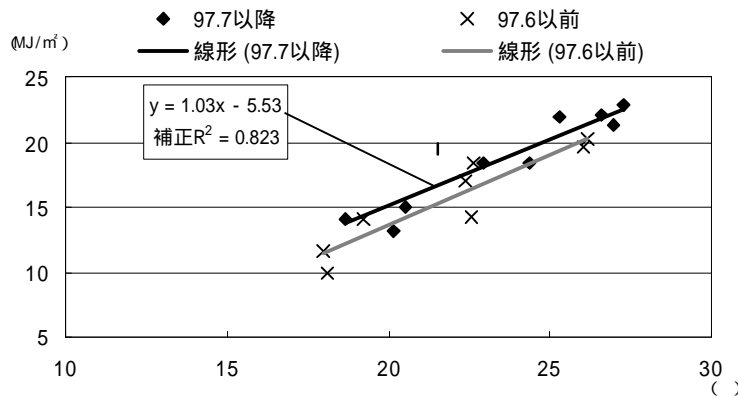
第 3.2-10 表 動力他と気象要因との相関

	相関係数	危険率
平均気温	0.924	*
平均最高気温	0.917	*
冷房D18-18	0.909	*
冷房D20-20	0.900	*
冷房D22-22	0.876	*
冷房D24-24	0.851	*
平均相対湿度%	0.703	**
平均全天日射量MJ/m2	0.180	
平均日降水量mm	0.217	

危険率 : *1%以下 **5%以下 ***10%以下



第 3.2-43 図 冷房期の動力他原単位



第 3.2-44 図 冷房期の動力他原単位(97年7月以降)と平均気温の関係

3) 空調熱源

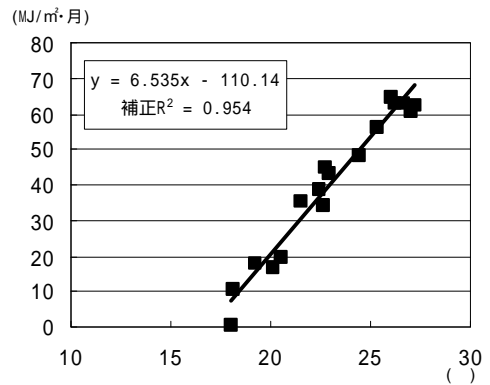
a. 暖房期の空調熱源

暖房期の空調熱源（ガス）は暖房度日 D18-18 と強い相関を示している。回帰式の決定係数も高いため、暖房期の空調熱源（ガス）の消費量は暖房度日 D18-18 で説明できる。

第 3.2-11 表空調熱源と気象要因の相関(暖房期)

	相関係数	危険率
平均気温	-0.927	*
平均最低気温	-0.915	*
暖房D12-12	0.957	*
暖房D14-14	0.967	*
暖房D16-16	0.970	*
暖房D18-18	0.974	*
平均相対湿度%	-0.318	
平均全天日射量MJ/m2	-0.333	
平均日降水量mm	-0.181	

危険率 : *1%以下 **5%以下 ****10%以下



第 3.2-45 図 空調熱源と暖房デグリデーの関係

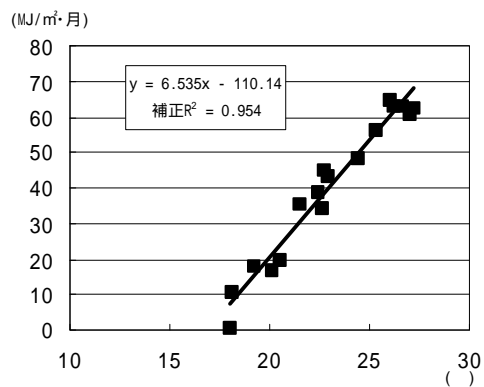
b. 冷房期の空調熱源

冷房期の空調熱源（ガス）は平均気温と強い相関を示している。回帰式の決定係数も高いため、冷房期の空調熱源（ガス）の消費量は平均気温で説明できる。

第 3.2-12 表 空調熱源と気象要因の相関(冷房期)

	相関係数	危険率
平均気温	0.978	*
平均最高気温	0.974	*
冷房D18-18	0.969	*
冷房D20-20	0.954	*
冷房D22-22	0.924	*
冷房D24-24	0.882	*
平均相対湿度%	0.642	*
平均全天日射量MJ/m2	0.242	
平均日降水量mm	0.150	

危険率 : *1%以下 **5%以下 ***10%以下



第 3.2-46 図 平均気温と空調熱源の関係

(4) 日報データを基にしたM & Vの実施

日報データを基にしたオプションC（統計的処理による手法）を用いたM & Vを実施する。今回は実際に省エネ改修を行わないため、M & Vはベースラインの推計のみを行う。

ベースラインの作成単位は、日報データから把握できること、またエネルギー用途の特性を考慮した結果、照明コンセント、動力他（空調動力、一般動力、一部空調熱源）、空調熱源（ガス）の用途ごととする。

1) 照明コンセントベースラインの推計

a. パラメータの検討

照明コンセント需要は稼働面積、O A 機器の台数に影響を受ける。また、稼働日数や残業状況など月別の変動も考慮に入れる必要がある。従って、照明コンセントのベースライン作成に用いるパラメータは稼働面積係数、O A 機器係数、月別変動係数の3つとする。

b. ベースラインの作成

O A 機器係数による基本となる照明コンセント原単位を、稼働面積係数と月別係数で修正することによって、照明コンセント原単位を求める。ベースライン推計式を次にあげる。

$$Y_1 = (0.05X_{1a} + 18.52) \times X_{1b} \times X_{1c}$$

ただし、

Y_1 : 照明コンセント原単位 (MJ/m²・月)

X_{1a} : O A 機器係数 (96年=100とした場合の、各年のO A 機器消費電力の比)

X_{1b} : 稼働面積係数 (テナント部分の稼働面積の比)

X_{1c} : 月別変動係数 (下表)

第3.2-13表 Iビルの月別変動係数

1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
0.97	0.98	1.07	0.98	0.98	1.03	1.05	0.93	1.02	1.04	0.96	0.99

2) 動力他ベースラインの推計

a. パラメータの検討

空調の違いによって、冷房期（5～10月）、暖房期（12～3月）、非冷暖房期（4月、11月）に分ける。冷房期の原単位は平均気温と相関が強いことから、平均気温をパラメータとして考える。暖房期、非冷暖房期は計測結果によると、気象要因による変動はないため、それぞれ1998年12月以降の原単位の平均値、1998年11月以降の原単位の平均値をベースラインとし、パラメータは用いない。なお、空調がセントラル方式であるため稼働面積はパラメータとしない。

b. ベースラインの作成

平均気温をパラメータとした、I ビルの動力他原単位（冷房期）のベースライン推計式を次にあげる。

$$Y_{2c}=1.03X_t - 5.53$$

ただし、

Y_{2c} ：冷房期の動力他原単位（MJ/m²・月）

X_t ：月平均気温（ ）

非冷暖房期の動力他原単位の推計ベースライン Y_{2u} （MJ/m²・月）は

$$Y_{2u}=7.2$$

である。

暖房期の動力他の原単位の推計ベースライン Y_{2h} （MJ/m²・月）は

$$Y_{2h}=9.0$$

である。

3) 空調熱源（ガス）ベースラインの推計

a. パラメータの検討

空調の違いによって、冷房期（5～10月）、暖房期（12～3月）、非冷暖房期（4月、11月）に分ける。非冷暖房期は空調熱源機の運転は無いものとみなす。外気温に関するパラメータは冷房期、暖房期ともエネルギー消費原単位に最も強い相関を示すものを採用する。冷房期は平均気温、暖房期は暖房度日（18-18 ）とする。なお、空調がセントラル方式であるため稼働面積はパラメータとしない。

b. ベースラインの作成

平均気温をパラメータとした、I ビルの空調熱源原単位（冷房期）のベースライン推計式を次にあげる。なお、式の R^2 は 0.945 である。

$$Y_{3c}=6.54X_t - 110.14$$

ただし、

Y_{3c} ：冷房期の空調熱源原単位（MJ/m²・月）

X_t ：月平均気温（ ）

暖房度日をパラメータとした、I ビルの空調熱源原単位（暖房期）のベースライン推計式を次にあげる。なお、推計式の R^2 は0.955である。

$$Y_{3h}=0.11X_{hd18-18} - 14.27$$

ただし、

Y_{3h} ：暖房期の空調熱源原単位（MJ/m²・月）

$X_{hd18-18}$ ：暖房度日 D18-18

4) I ビルのベースラインの評価

ベースライン推計式から作成したI ビルの 98 年の用途別エネルギー消費原単位と 98 年の実績値を図に示す。なお、96 年、97 年に関しては、個別空調の導入や、設定温度の変更等のエネルギー消費要因が異なるため、比較は 98 年のみとする。

エネルギー消費原単位合計の誤差は 0.8%と 1%以内であり、月別でもほぼ同じカーブを示す。

照明コンセント原単位は、誤差が最も小さく約 0.4%であった。月別でもほぼ実績値と同じカーブである。

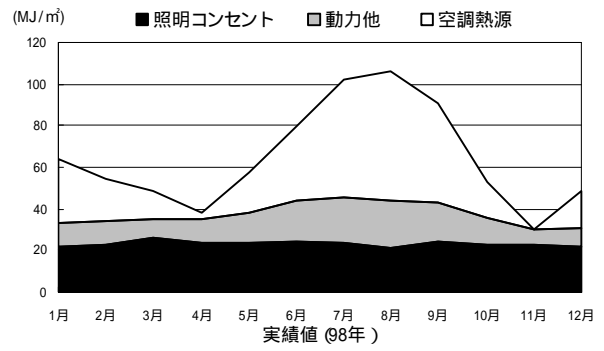
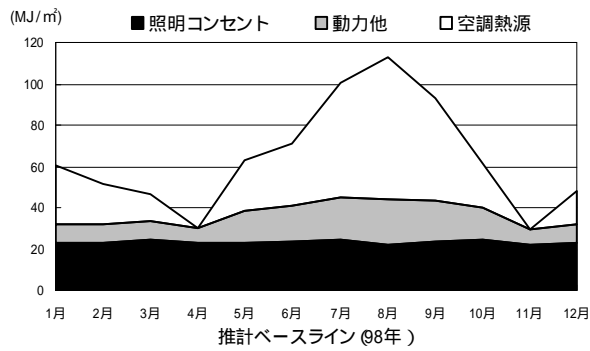
動力他原単位は、実績値の過去 3 年の分散が大きく、ベースライン推計のためのデータ数が十分でないため、実績値の誤差は最も大きく約 5%であった。月別では、定数として扱った非冷暖房期である 4 月の差が約 36%と大きい。

空調熱源原単位の誤差は約 0.8%と 1%以内であり、ベースラインと実績値はほぼ同じカーブを示す。月別で見ると、梅雨時の 6 月が気温が低いためベースラインは小さめであり、真夏の 8 月のピーク時にはベースラインが大きくなっている。8 月の差は機器の全負荷状態の上限を超えている可能性も考えられるため、機器の能力による上限設定を検討する必要がある。

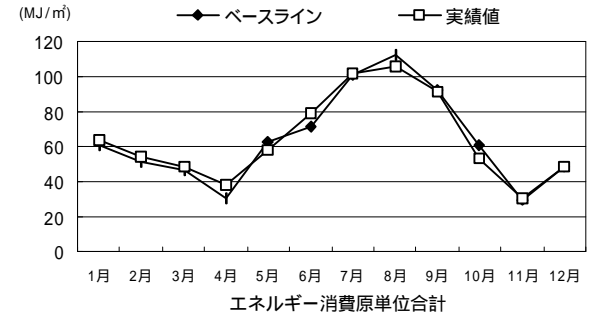
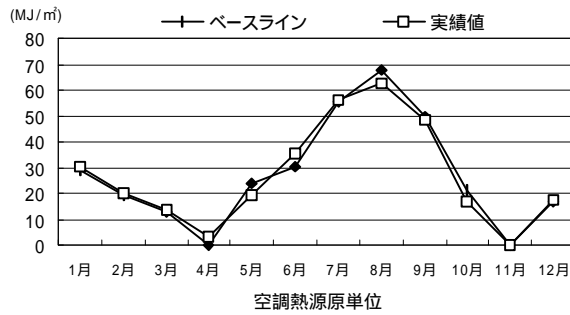
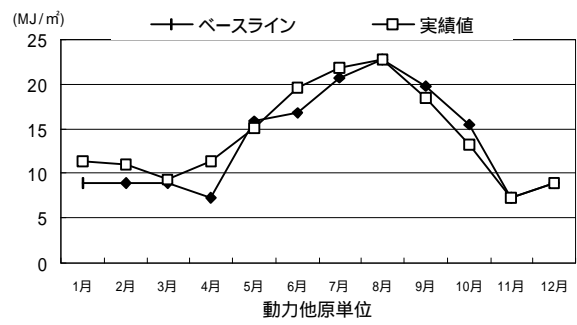
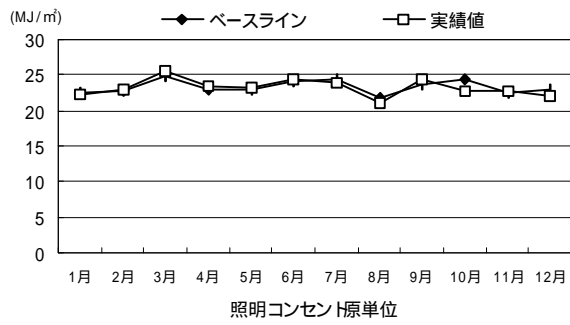
以上から、今回用いたベースライン推計式はおおむね有効であると言える。

第 3.2-14 表 推計ベースラインと実績値(98 年)

	照明コンセント 原単位 (MJ/m ²)	動力他 原単位 (MJ/m ²)	空調熱源 原単位 (MJ/m ²)	合計値 (MJ/m ²)
推計ベースライン	279	162	327	768
実績値	278	170	324	773
(%)	100.4%	95.0%	100.8%	99.4%



第 3.2-47 図 推計ベースラインと実績値(98年)



第 3.2-48 図 用途別推計ベースラインと実績値(98年)

3. Yビル

3.1. ビル概要と調査手法

(1) ビル施設概要

第 3.3.-1 表 Yビル施設概要

建物名称	事務所 Y			所在地	神奈川県横浜市
建物用途	公共	事務所ビル	病院	竣工年月	1974年10月
	民間	ホテル	学校 研修所	改修年月	
建物構造	SRC	RC	S	階数	地下2階 地上9階
電気設備	受電設備	契約種別	業務用高圧 特別高圧	延床面積	9339 m ²
		契約電力	665 kw		
	発電設備 備考	容量	なし	蓄電設備	なし
空調設備	冷熱機器	電動冷凍機	ヒートポンプ	冷凍容量	Mca/h
		冷温水機(ガス、油)	吸収冷凍機	蓄熱槽	なし
	温熱機器	蒸気ボイラ(ガス、油)	ヒートポンプ	加熱容量	Mca/h
		温水ボイラ(ガス、油)		蓄熱槽	m ³
	空調方式	ダクト方式	単一ダクト(定風量)3系統 各回ユニット 単一ダクト(変風量)		
		室内ユニット方式	ファンコイル パッケージ空調機 ヒートポンプユニット		
省エネ対策	全熱交換器	外気冷房	排熱回収()		
備考	全熱交換機 :11.0kw × 2台 + 1.5kw × 2台 換気総容量 :33.7kw				
衛生設備	給水設備	高架水槽	圧力タンク	水槽	受水槽 12 m ³
	給湯設備	貯湯槽	ガス湯沸器	加熱容量	Mca/h
	備考	電気湯沸器 湯沸器 :各階設置 (11台) 揚水ポンプ :22.0 kwh × 2台 = 44.0 kwh 湧水ポンプ : 5.5 kwh × 2台 = 11.0 kwh 汚水ポンプ : 5.5 kwh × 2台 = 11.0 kwh			
室内環境	事務所ビルとして特殊な環境条件はない。				
使用状況	テナント営業時間 :8:00~18:30 休日 :8月に多い テナントとして銀行入居のため、オンラインシステムがある 古い建物のため、電気系統が複雑				
運転管理	要員 3名で、設備の維持管理と運転記録の採取を行っている。				

(2) 調査概要

1) 計測調査概要

a. 計測開始時期

1999年10月15日

(設備点検のため11/22~24中断、1/13、1/21計測器修正のため中断)

b. 計測項目

参照 第3.3.-2表

c. 計測場所

電力 : 地下2階電気室、温湿度 : 3階非常階段踊り場

d. 計測間隔

1 時間

e. 計測機器

電力：竹本電気計器株式会社 TRP-WHR

温湿度：株式会社ティアンドディ社製 おんどとり RH

第 3.3.-2 表 計測器設置項目

用途	電力使用先	計測対象
コンセント	3～5F	
	6、7F	
	8、9F	
	4F電算気室	
	4F電算気室バックアップ用	
照明・コンセント	B1、B2F	(計測器修正)
	1F	
	2F	(計測器修正)
	S銀オンライン	× (計測不許可)
	7、8F	
	5、6F	
	3、4F	
	9F、棟屋	
	B2F監視盤モニター	×
EPS内増設盤専用	×	
一般動力	エレベーター	
	立体駐車場	
	湧揚汚水ポンプ	
空調熱源	8、9F会議室エアコン	(追加計測)
	B1F PAC	
	B1F 食堂PAC、厨房エアコン	
	B1F 食堂・厨房PAC	
	S銀 PAC	
	2、3F PAC・エアコン	
	6F PAC・エアコン	
	4、5F PAC・エアコン	× (計測器設置困難)
	6、7F PAC・エアコン	
8、9F PAC・エアコン	× (計測器設置困難)	
4F電算気室PAC	× (計測器設置困難)	
空調動力	4～9F 全熱交換機	
	1～3F 全熱交換機	
	東京電力取引メーター	× (高圧 計測不能)

2) 管理日報調査

受電日誌、1996年4月～1999年3月(過去3年間)を収集。内容は以下の通り。

第 3.3.-3 表 受電日誌の内容

名称	項目	単位	用途	内容
取引メーター検針記録	電力使用量	kWh		取引メーター検針値
	ガス使用量	m ³	厨房	取引メーター検針値
	水道使用量	m ³		取引メーター検針値
読取りメーター検針記録	電灯電力量計	kWh	照明・コンセント	読取りメーター検針値
	一般動力量計	kWh	一般動力(一部空調熱源、空調動力を含む)	読取りメーター検針値
	空調動力量計	kWh	空調熱源・空調動力	読取りメーター検針値
気象に関する読み取り	気温			
	天候			

空調熱源：地下1F、8・9F会議室PAC及びエアコン数台 / 空調動力：換気動力

3.2. エネルギー消費概要

(1) 管理日報データの集計結果

収集状況：受電日誌（1996年4月～1999年3月 3年間）

収集内容：照明コンセント、一般動力他（一部、空調熱源・空調動力を含む）
空調熱源・空調動力、ガス（厨房用）

なお、96～98年度の3年間におけるYビルのテナント入居は安定している。

1) Yビルのエネルギー需要の特徴（第3.3.-1図、2図、3図参照）

・空調熱源・空調動力

空調熱源・空調動力エネルギー需要には、空調熱源、全熱交換機が含まれている。

空調熱源・空調動力エネルギー需要は、96年度の172MJ/m²・年から97年度：183MJ/m²・年、98年度190MJ/m²・年へと微増傾向にあり、96 - 98年度比では10.5%の増加である。

各月当たりの消費量には、冷房期間、暖房期間に消費が増加するといった季節変動が見られる。

・一般動力他

一般動力他エネルギー需要には、エレベーター、湧・揚・汚水ポンプ等の動力需要に加え、一部、空調熱源（地下1F、8・9F会議室エアコン）、空調動力（換気ファン）が含まれている。

一般動力他エネルギー需要は、96年度の87MJ/m²・年から97年度：91MJ/m²・年、98年度：93MJ/m²・年へと微増し、96 - 98年度比では6.9%の増加である。

一部、空調需要を含んでいるため、各月当たりの消費量には、冷房期間、暖房期間に消費が増加するといった季節変動が見られる。

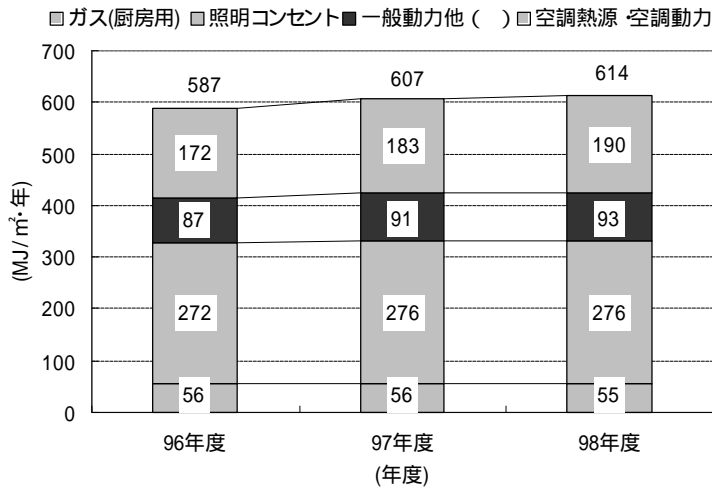
・照明コンセント

照明コンセント用エネルギー需要は、照明及びコンセント需要が含まれ、消費量は、96年度：272MJ/m²・年、97年度：276MJ/m²・年、98年度：276MJ/m²・年と、3年間ほぼ一定の推移である。

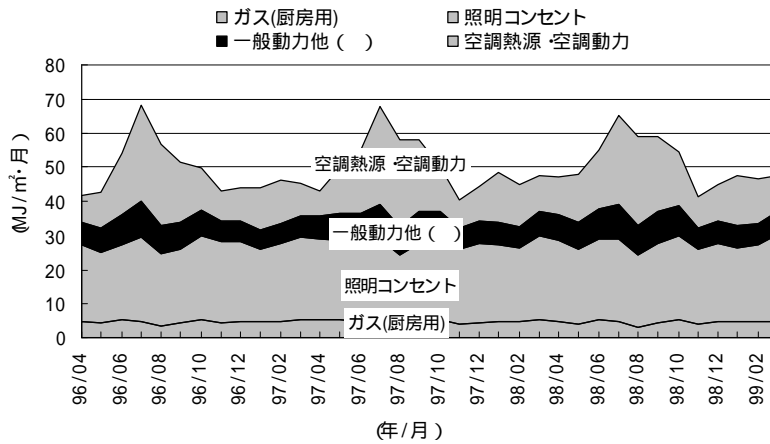
しかし、各月当たりの消費量には、稼働状況の違い（休日の多少など）などにより変動が見られる。

・ガス（厨房用） 給湯用を含む

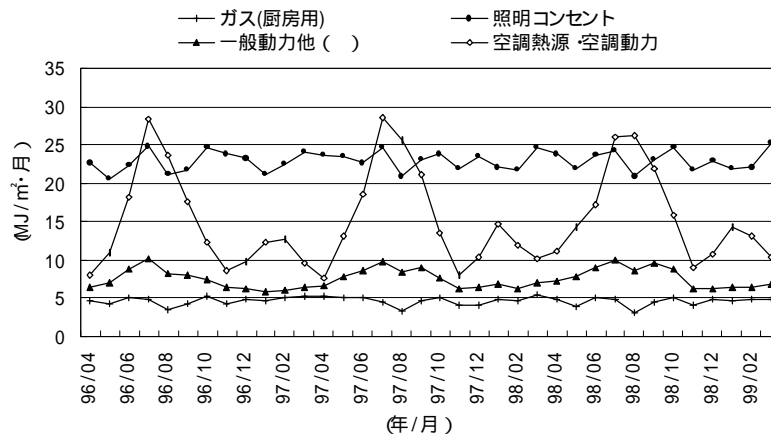
ガスは、厨房用に消費されており、96年度：56MJ/m²・年、97年度：56MJ/m²・年、98年度：55MJ/m²・年と、3年間ほぼ一定の推移である。



第 3.3.-1 図 年度別エネルギー消費原単位と内訳



第 3.3.-2 図 エネルギー消費原単位の月別推移



第 3.3.-3 図 用途別エネルギー消費原単位の月別推移

(2) 計測調査によるエネルギー消費概要

計測期間：1999年10月15日～2000年1月31日（11/22～24、1/13、1/21を除く）

11/22～24（設備点検） 1/13、1/21（計測器修正）

なお、電気系統が複雑であるためビル全体でのエネルギー消費量の把握はできない。

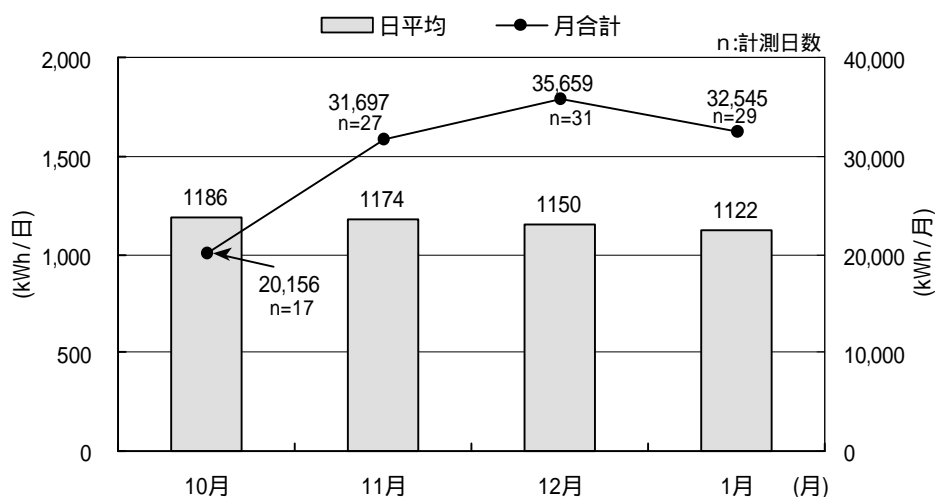
1) 照明コンセント

照明コンセント用エネルギー消費量には、照明およびコンセント需要が含まれている。

計測対象：1F[537.64]m²，3～9F[4727.6]m²，計[5265.24]m²

a. 照明コンセント用エネルギー消費量の推移

1日当たりの月別平均照明コンセント用エネルギー消費量(kWh/日)は、10月が1,186kWh/日と最も多く、次いで11月(1,174kWh/日)、12月(1,150kWh/日)、1月(1,122kWh/日)の順に若干ではあるが減少の推移を示す。しかし、その差は小さい。なお、10月は中旬以降の計測データである。(第3.3.-4図参照)



第3.3.-4図 照明コンセント用エネルギー消費量の推移

b. 稼働状況による相違

照明コンセント用エネルギー消費量は、稼働状況により以下の 3 パターンに分類可能と思われる。

稼働日：通常業務日（主に月、火、水、木、金曜日）

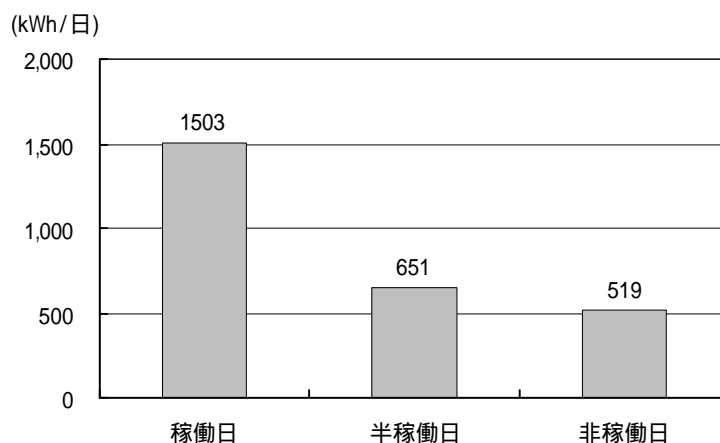
半稼働日：一部で業務が行われていると思われる日（主に土曜日、休暇前後日）

非稼働日：業務が行われていないと思われる日（主に日曜日、年末年始等の休日）

稼働日、半稼働日、非稼働日の平均照明コンセント用エネルギー消費量の差は大きく、それぞれ 1,503kWh/日、651kWh/日、519kWh/日と 1:0.43:0.35 の比率である。（第 3.3.-5 図参照）

稼働状況は月によって異なり、年末年始休業など休日の多い 12 月、1 月の稼働日の割合は、11 月（67%）と比較してそれぞれ、12 月（61%）、1 月（59%）と 6～8%低い。（第 3.3.-4 表）

稼働日における照明コンセント負荷カーブは、特に 21:00 以降の分散が大きく、日によって終業後の稼働状況が異なっていると予想される。又、半稼働日、非稼働日において 9:00 以降の分散が大きい理由として、稼働日と同様に稼働状況の違いが挙げられる。（第 3.3.-6 図、7 図、8 図参照）

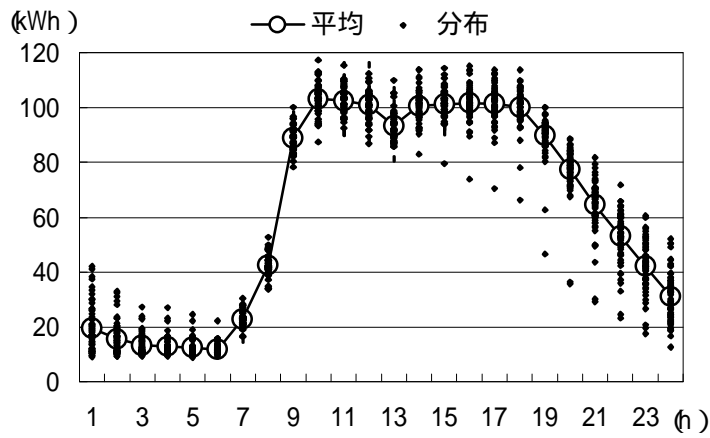


第 3.3.-5 図 稼働日別照明コンセント用エネルギー消費量

第 3.3.-4 表 稼働日割合の推移

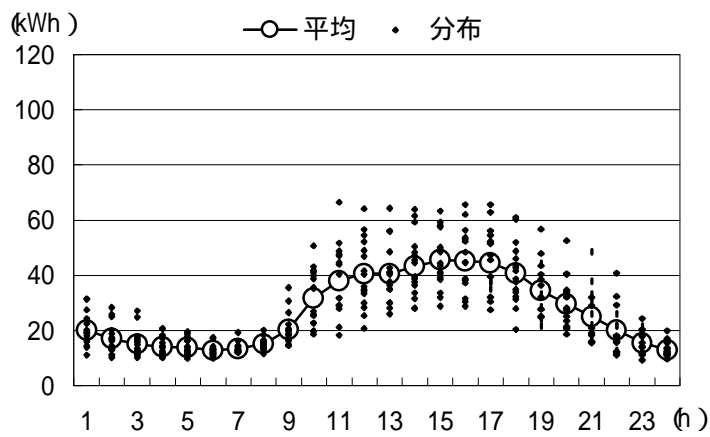
月	稼働日割合の推移 (日)			計
	稼働日	半稼働日	非稼働日	
10	11	3	3	17
	65%	18%	18%	100%
11	18	4	5	27
	67%	15%	19%	100%
12	19	5	7	31
	61%	16%	23%	100%
1	17	4	8	29
	59%	14%	28%	100%
計	65	16	23	104

・稼働日



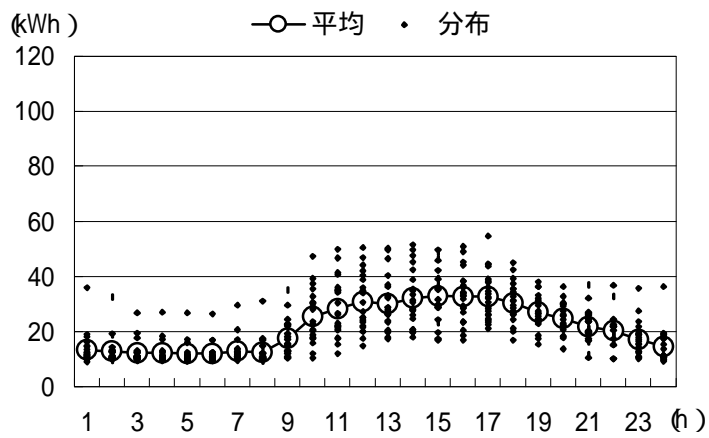
第 3.3.-6 図 照明コンセント負荷カーブ(稼働日)

・半稼働日



第 3.3.-7 図 照明コンセント負荷カーブ(半稼働日)

・非稼働日

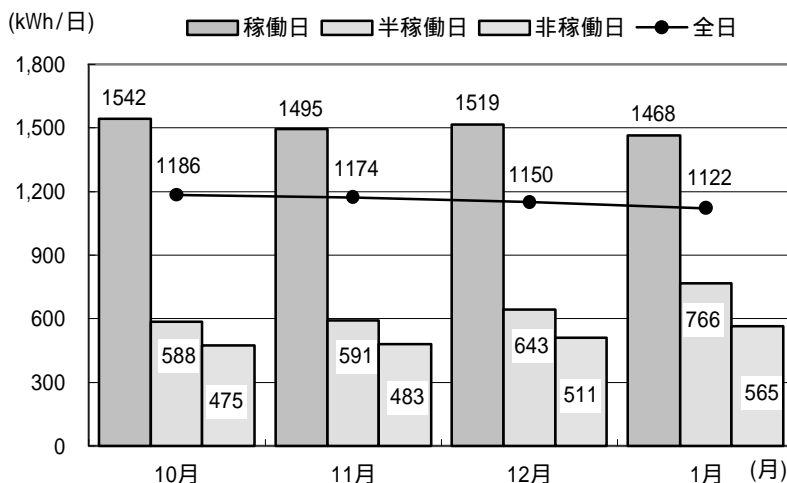


第 3.3.-8 図 照明コンセント負荷カーブ(非稼働日)

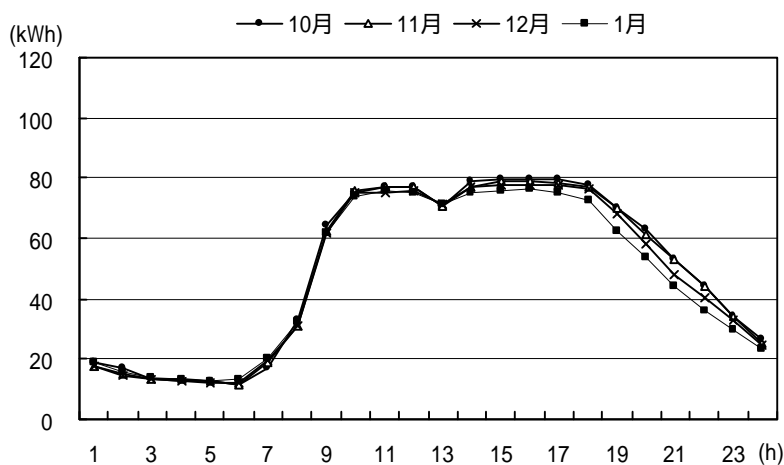
c. 月による相違

各月における稼働日当たりの平均消費量はほぼ一定である。一方、半稼働日及び非稼働日当たりの平均消費量は月経過とともに増加している。これは、「2000年問題対策などで滞在者が多く居た。(Yビル管理者)」等、年末年始休業期間の業務状況が影響していると思われる。しかし、計測全日数(以降、全日とする)平均値は、月経過とともに減少していることから、半稼働日及び非稼働日の消費量の増加による全体への影響は少ないと思われる。(第3.3.-9図参照)

照明コンセント負荷カーブでは、立ち上がり時(業務開始時)のカーブは各月とも同様の傾向が見られるが、13:00以降では10月、11月、12月、1月の順に若干ではあるが、低いカーブを描いている。(第3.3.-10図参照)



第 3.3.-9 図 稼働日パターン別照明コンセント用エネルギー消費量の推移

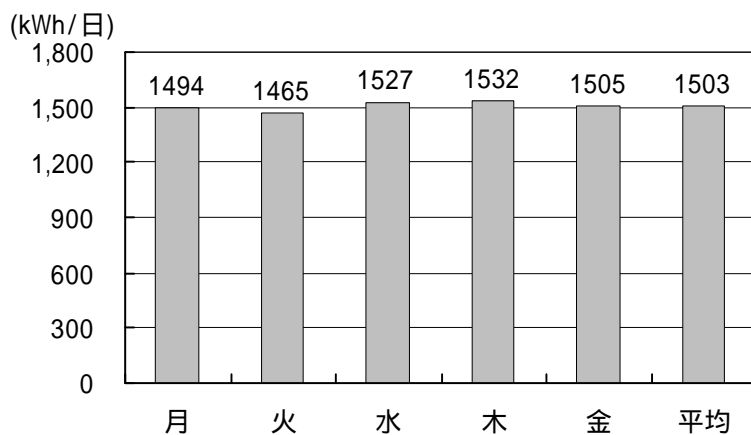


第 3.3.-10 図 月別照明コンセント負荷カーブ(月別平均値)

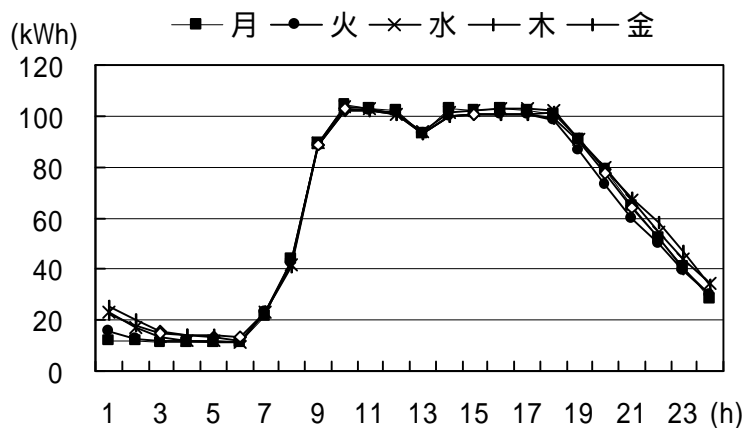
d. 曜日による相違

稼働日における一週間の照明コンセント用エネルギー消費量の推移は、週前半の月曜日（1,494kWh/日）、火曜日（1,465kWh/日）の平均消費量が少なく、週半ばの水曜日、木曜日の消費量がそれぞれ1,527kWh/日、1,532kWh/日と多いが、その差は小さい。（第3.3.-11図参照）

照明コンセント負荷カーブは、週前半の月曜日、火曜日において始業前の1:00～7:00までのカーブが他の曜日（週半ば以降）に比べて低いカーブを描いている。しかし、その差は小さいと言える。又、業務時間中のカーブは、曜日による差は特に見られず、ほぼ同様の形状を描いている。（第3.3.-12図参照）



第3.3.-11図 曜日別照明コンセント用エネルギー消費量



第3.3.-12図 曜日別照明コンセント負荷カーブ

2) 空調熱源・空調動力

空調熱源・空調動力需要には、空調熱源、換気ファン、全熱交換機が含まれている。
計測期間：1999年10月15日～2000年1月31日（11/22～24、1/13、1/21を除く）
11/22～24（設備点検） 1/13、1/21（計測器修正）

なお、電気系統が複雑であるためビル全体でのエネルギー消費量の把握はできない。

計測対象：空調熱源 地下2F～3F、6・7F

空調動力 1F～9F

空調方式：個別空調方式

a. 空調熱源・空調動力需要の推移

Yビルは個別空調方式であり、例年の冷暖房期間は以下の通りである。

冷房期間：5月中旬～10月中旬

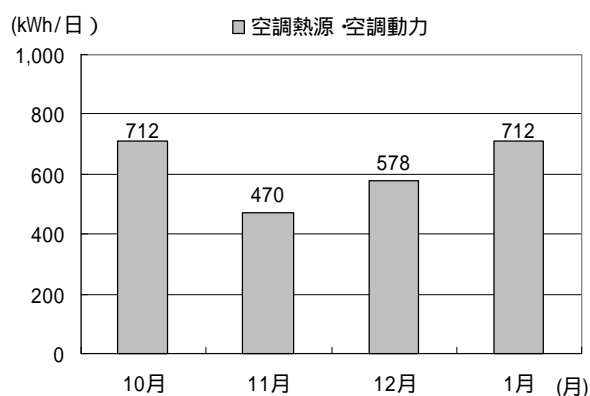
暖房期間：11月中旬～3月中旬

非冷暖房期間：3月中旬～5月中旬

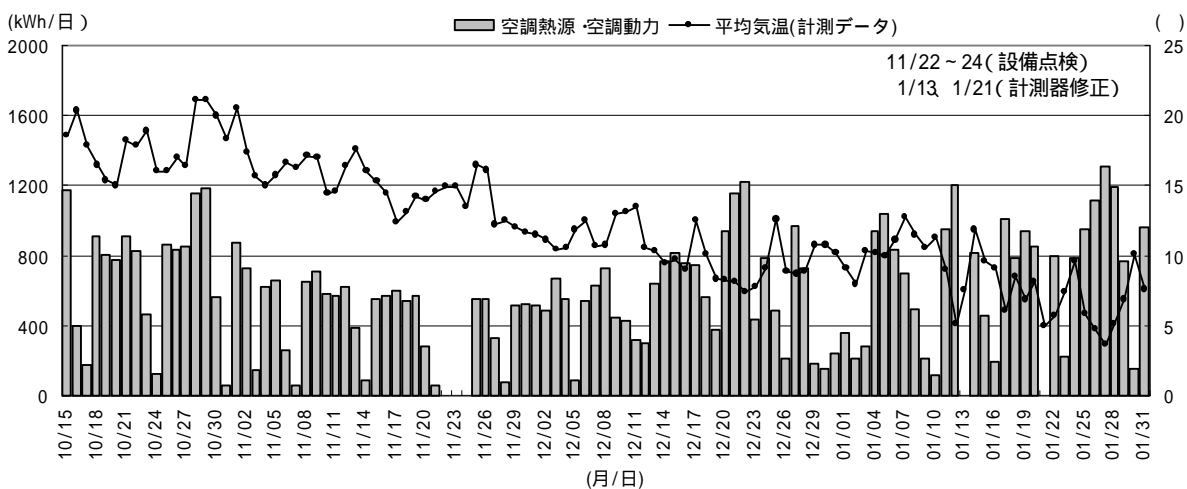
10月中旬～11月中旬

非冷暖房期間は、送風運転及び冷暖房混在期間である。

1999年11月～2000年1月の空調需要は、11月が非冷暖房期間、12月以降が暖房期間と推測される（10月は中旬以降の計測のため参考値とする）。非冷暖房期間と思われる11月の1日当たりの平均消費量は、470kWh/日であり、暖房期間である12月（578kWh/日）、1月（712kWh/日）の平均消費量と比較して19%～34%少ない。（第3.3.-13図参照）



第3.3.-13図 空調熱源・空調動力平均消費量の推移



第3.3.-14図 空調熱源・空調動力用エネルギー消費量と平均気温の推移

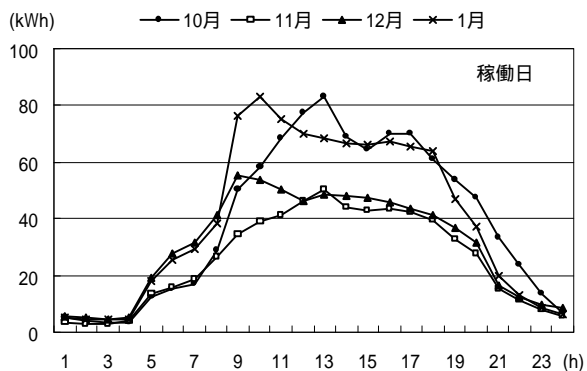
b. 稼働状況による相違

・稼働日 (第 3.3.-15 図参照)

10 月と 11 月の空調熱源・空調動力負荷カーブは、始業前、5:00~8:00 までの形状がほぼ等しく、13:00 まで増加の推移を示す。10 月においては、13:00 以降、17:00 に再びピークを迎え、その後減少する。一方、11 月においては、13:00 以降、減少し、終業時間と推測される午後 19:00 頃まで水平、又は緩やかな減少推移である。(10 月は中旬以降の計測データのため参考値とする。)

12 月と 1 月の空調熱源・空調動力負荷カーブは、5:00~8:00 までの形状がほぼ等しい。9:00~10:00 の間にピークを迎え、以降、徐々に減少し、終業時間と推測される 19:00 頃まで水平、又は緩やかな減少推移である。

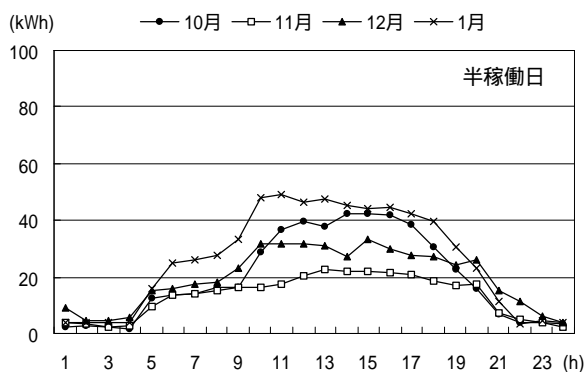
つまり、非冷暖房期間(11 月)の空調熱源・空調動力需要は、気温の上昇する日中にピークを迎えると思われる。暖房期間(12 月、11 月)の需要は、気温の低い午前中に消費のピークを迎え、その後、終業時間までほぼ一定消費の傾向が伺える。



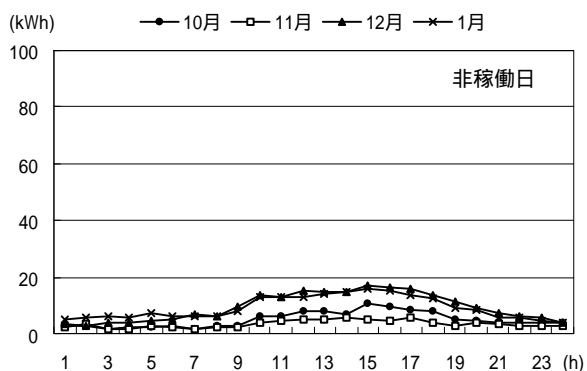
第 3.3.-15 図 空調熱源・空調動力負荷カーブ(稼働日)

・半稼働日及び非稼働日 (第 3.3.-16 図、17 図参照)

半稼働日における空調熱源・空調動力負荷カーブは、非冷暖房期間ではほぼ横這い、暖房期間では、気温の低い午前中の負荷カーブが大きい。非稼働日における空調熱源・空調動力負荷カーブは、ほぼ横這い推移であるが、暖房期間の負荷カーブが非暖房期間の負荷カーブと比較して若干大きい。



第 3.3.-16 図 空調熱源・空調動力負荷カーブ(半稼働日)



第 3.3.-17 図 空調熱源・空調動力負荷カーブ(非稼働日)

3) 一般動力

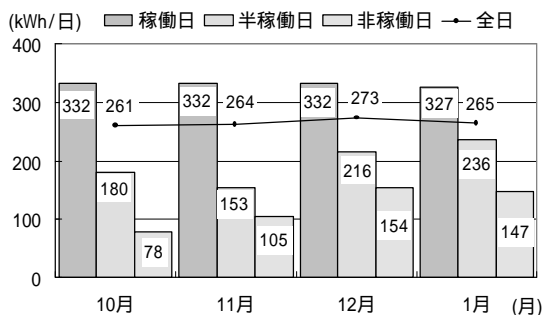
一般動力の計測の内訳は、エレベーター（2機）、湧・揚・汚水ポンプ、タワーパーキングの3種である。

計測期間：1999年10月15日～2000年1月31日（11/22～24、1/13、1/21を除く）
11/22～24（設備点検）、1/13、1/21（計測器修正）

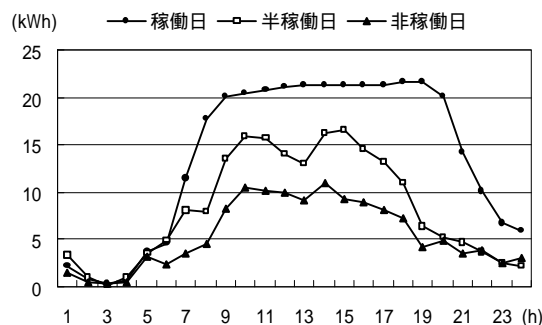
a. 一般動力：エレベーター電力需要

計測全日数（全日）における1日当たりの月別平均エレベーター電力消費量(kWh/日)は、10月が261kWh/日、11月：264kWh/日、12月：273kWh/日、1月：265kWh/日とほぼ一定推移である。稼働日平均値において月別の差はほとんど見られないが、半稼働日、非稼働日における各平均値は月ごとに異なる。しかし、計測全日数（全日）における平均値は、ほぼ一定推移であることから、半稼働日及び非稼働日の消費が全消費に与える影響は少ないと思われる。10月は中旬以降の計測データのため参考値とする。（第3.3.-18図参照）

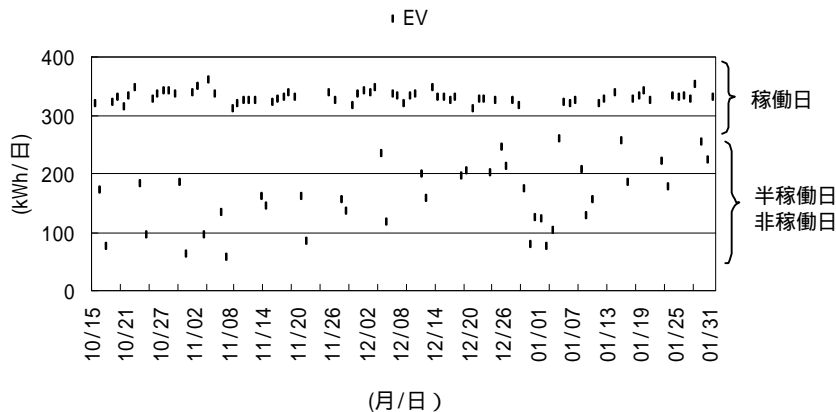
エレベーター電力需要は、稼働日におけるばらつきが小さく、ほぼ水平推移である。しかし、半稼働日、非稼働日においては、ばらつきが大きく、休日における稼働状況（業務状況）の違いが伺える。（第3.3.-20図参照）



第3.3.-18図 エレベーター電力消費量の推移(稼働日パターン別)



第3.3.-19図 エレベーター負荷カーブ(稼働日パターン別)



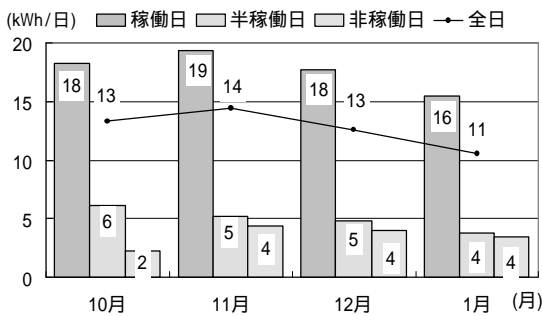
第3.3.-20図 エレベーター電力消費量の推移消費量の分布

b. 一般動力：ポンプ及びタワーパーキング電力需要

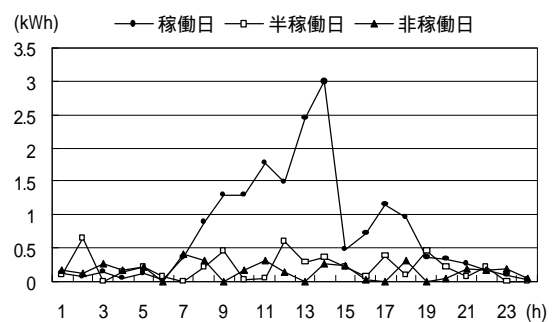
・湧・揚・汚水ポンプ

計測全日数（全日）における 1 日当たりの月別平均湧・揚・汚水ポンプ電力消費量(kWh/日)は、10 月が 13kWh/日、11 月：14kWh/日、12 月：13kWh/日、1 月：11kWh/日と 11 月以降、若干の減少推移である。又、稼働日における消費量の推移も同様の傾向が伺える。半稼働日、非稼働日の消費が少ないことから、湧・揚・汚水ポンプ電力消費には、稼働日当たりの消費量が大きく影響を及ぼしていると推測される。なお、10 月は中旬以降の計測データのため参考値とする。（第 3.3.-21 図、22 図参照）

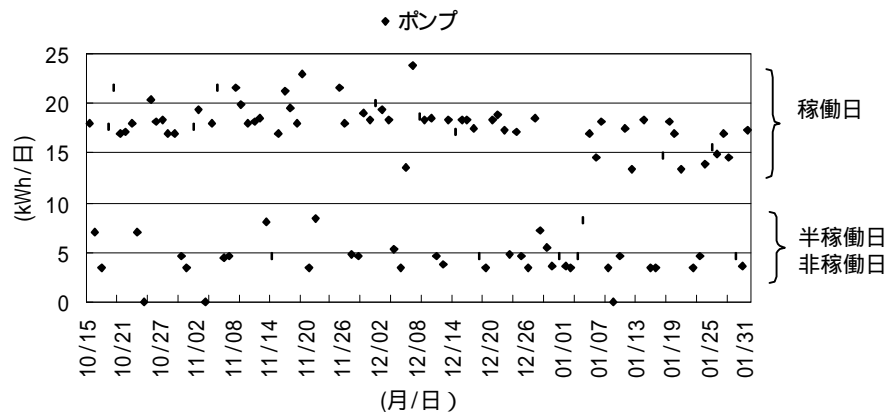
湧・揚・汚水ポンプ電力需要は、稼働日における消費量のばらつきが小さく、若干の減少傾向が見られる。半稼働日、非稼働日における消費量は、ばらつきが小さく、ほぼ水平推移と言える。（第 3.3.-23 図参照）



第 3.3.-21 図 湧・揚・汚水ポンプ電力消費量の推移 (稼働日パターン別)



第 3.3.-22 図 湧・揚・汚水ポンプ負荷カーブ (稼働日パターン別)



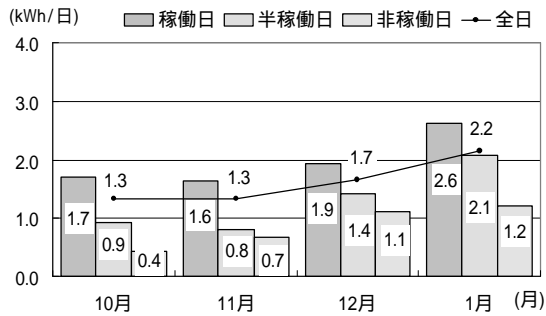
第 3.3.-23 図 湧・揚・汚水ポンプ電力消費量の分布

・タワーパーキング

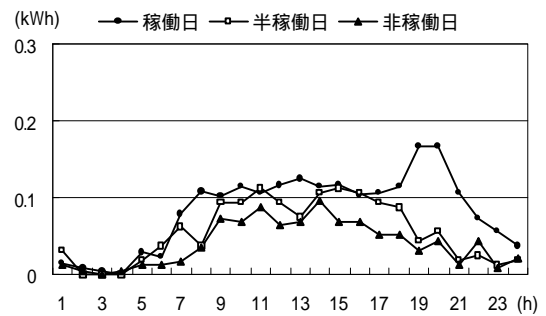
Yビルにおけるタワーパーキング電力消費量は、他の動力と比較してかなり少ない。

計測全日数（全日）における 1 日当たりの月別平均タワーパーキング電力消費量(kWh/日)は、10 月が 1.3kWh/日、11 月：1.3kWh/日、12 月：1.7kWh/日、1 月：2.2kWh/日と 11 月以降、増加の推移である。同様に、各稼働日パターン別の平均値も増加の推移を示している。なお、10 月は中旬以降の計測データのため参考値とする。（第 3.3.-24 図参照）

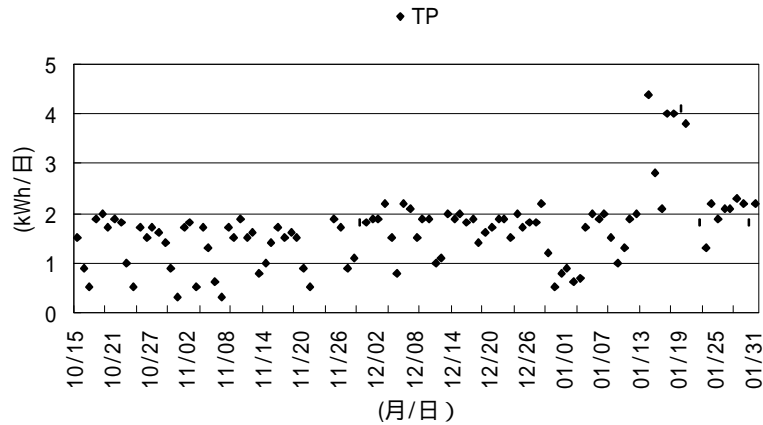
稼働日の負荷カーブは、業務終業時と推測される 19:00、20:00 頃大きな山を迎えるが、それ以外は、始業時からほぼ一定推移である。（第 3.3.-25 図参照）



第 3.3.-24 図 タワーパーキング電力消費量の推移 (稼働日パターン別)



第 3.3.-25 図 タワーパーキング負荷カーブ (稼働日パターン別)



第 3.3.-26 図 タワーパーキング電力消費量の分布

4) 計測結果のまとめ

照明コンセント

- ・各月、1日当たりの平均照明コンセント用エネルギー消費量はおおむね一定消費と思われる。
- ・稼働日、半稼働日、非稼働日という稼働日パターン別に消費量の違いが見られたが、半稼働日、非稼働日の消費が全体の消費に与える影響は小さく、稼働日の消費が大きく影響している。
- ・平均値、特に稼働状況（稼働日数など）を考慮に入れた値が、Yビルの照明コンセント用エネルギー消費量を予測する際の指標として利用可能と予想される。

空調動力・空調熱源

- ・非冷暖房期間（11月）の電力消費量と平均気温との相関は低い。
- ・暖房期間（12月、1月）の電力消費量と平均気温との相関は高く、回帰式の精度もある程度高いと思われる（非稼働日を除く）。

一般動力：エレベーター

- ・各月、1日当たりの平均エレベーター電力消費量はおおむね一定消費と思われる。
- ・稼働日、半稼働日、非稼働日という稼働日パターン別に消費量の違いが見られたが、半稼働日、非稼働日の消費が全体の消費に与える影響は小さく、稼働日の消費が大きく影響している。
- ・消費量（kWh/日）の分散（ばらつき）は小さく、ほぼ一定推移である。

一般動力：湧・揚・汚水ポンプ

- ・各稼働日パターンにおける消費量のばらつきは小さいが、11月以降、若干の減少推移である。

一般動力：タワーパーキング

- ・他の動力と比較して、消費量が少ない。
- ・消費量は、増加傾向が伺える。

3.3. M & V の検討

計測及び管理日報データより、オプションC：統計的処理による手法を用いてM & Vの検討を行う。なお、ベースラインの予測式は、一定期間にわたるデータの入手が可能である管理日報データを基にする。

(1) 計測及び管理日報データのエネルギー消費量の分析

1) 照明コンセント用エネルギー消費量の分析

計測データの分析：照明コンセント

計測結果から、各月とも1日当たりの平均照明コンセント用エネルギー消費量はおおむね一定と思われるが、稼働日、半稼働日、非稼働日という稼働日パターン別には違いが見られた。そこで、計測全日数(全日)、月別、稼働日パターン別に1日当たりの平均照明コンセント用エネルギー消費量の区間推定を試みる。(第3.3-5表)

計測全日数(全日)における1日当たりの平均消費量は、1,154kWh/日であり、危険率5%のとき信頼区間 ± 90 、危険率1%のとき信頼区間 ± 120 である()。これは、1日当たりの消費量は、95%の確率で平均値(1,154kWh/日)より ± 90 kWh/日(99%の確率では、平均値より ± 120 kWh/日)の範囲内を推移するという推定結果を示している。

信頼区間が最も狭い推計結果は、稼働日パターン別日数を各母数とし、各母数毎に区間推計を行った、
、
の場合である。

このことから平均値、特に稼働状況(各月の稼働日数など)を考慮に入れた値が、Yビルの照明コンセント用エネルギー消費量予測の指標として利用可能と予想される。

第3.3-5表 照明コンセント用エネルギー消費量の区間推定

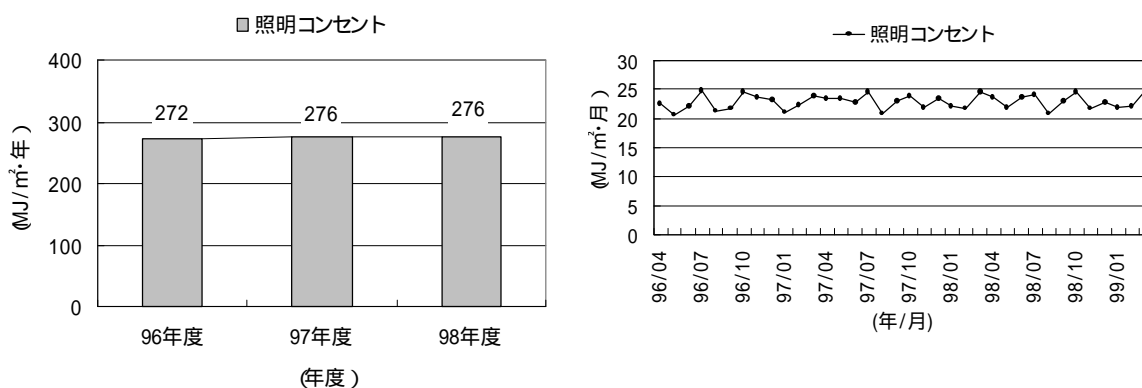
	データ数 (母数)	標本 平均値 : μ	標本 標準偏差	自由度	危険率5%		危険率1%			
					区間推定結果	信頼区間	区間推定結果	信頼区間		
計測全日										
全日	104	1154.38	464.62	103	1064.02	μ 1244.74	± 90.36	1034.81	μ 1273.95	± 119.57
稼働日	65	1503.13	91.07	64	1480.56	μ 1525.69	± 22.57	1473.14	μ 1533.11	± 29.99
半稼働日	16	650.60	137.66	15	577.25	μ 723.95	± 73.35	549.19	μ 752.01	± 101.41
非稼働日	23	519.26	89.55	22	480.54	μ 557.98	± 38.72	466.63	μ 571.89	± 52.63
10月										
全日	17	1185.63	500.35	16	928.38	μ 1442.89	± 257.26	831.19	μ 1540.08	± 354.45
稼働日	11	1542.28	35.84	10	1518.2	μ 1566.36	± 24.08	1508.03	μ 1576.53	± 34.25
半稼働日	3	588.21	49.97	2	464.07	μ 712.35	± 124.14	301.85	μ 874.56	± 286.36
非稼働日	3	475.35	46.78	2	359.14	μ 591.57	± 116.22	207.28	μ 743.43	± 268.08
11月										
全日	27	1173.96	468.65	26	988.56	μ 1359.35	± 185.39	923.34	μ 1424.57	± 250.62
稼働日	18	1495.26	60.60	17	1465.12	μ 1525.39	± 30.13	1453.86	μ 1536.65	± 41.4
半稼働日	4	591.35	102.31	3	428.55	μ 754.14	± 162.80	292.56	μ 890.13	± 298.78
非稼働日	5	483.35	63.23	4	404.84	μ 561.87	± 78.51	353.16	μ 613.55	± 130.20
12月										
全日	31	1150.28	485.88	30	972.05	μ 1328.5	± 178.22	910.29	μ 1390.26	± 239.98
稼働日	19	1519.20	88.02	18	1476.77	μ 1561.63	± 42.43	1461.07	μ 1577.33	± 58.13
半稼働日	5	643.06	184.76	4	413.65	μ 872.47	± 229.41	262.65	μ 1023.47	± 380.41
非稼働日	7	511.21	112.05	6	407.58	μ 614.84	± 103.63	354.2	μ 668.23	± 157.01
1月										
全日	29	1122.23	438.31	28	955.5	μ 1288.95	± 166.72	897.32	μ 1347.14	± 224.91
稼働日	17	1468.15	130.46	16	1401.07	μ 1535.23	± 67.08	1375.73	μ 1560.57	± 92.42
半稼働日	4	766.08	103.23	3	601.82	μ 930.33	± 164.26	464.61	μ 1067.54	± 301.46
非稼働日	8	565.21	85.46	7	493.77	μ 636.66	± 71.45	459.48	μ 670.95	± 105.74

管理日報データの分析：照明コンセント

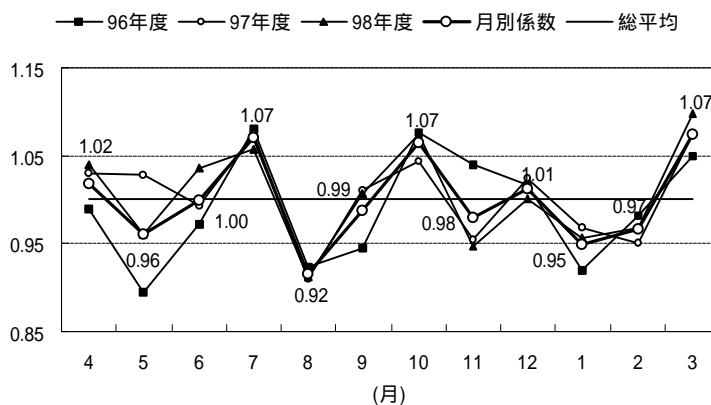
96～98年度の3年間における年間の照明コンセント用エネルギー消費量は、ほぼ一定である。しかし、各月当たりの消費量には、稼働状況の違い（稼働日数の多少など）などにより変動が見られる（第3.3.-27図参照）。

そこで、3年間における月当たりの平均消費量（以降、総平均値）を1として、各月の消費量との比を求めたところ、おおむね月別の傾向が認められた（第3.3.-28図参照）。

この傾向を月別係数とし、照明コンセント消費量の予測に利用する。



第 3.3.-27 図 照明コンセント用エネルギー消費量の推移(年度別、月別)



月別係数：総平均値を1としたときの総平均値と各月消費量の比

第 3.3.-28 図 照明コンセント用エネルギー消費量の月別変動

2) 空調熱源・空調動力エネルギー消費量の分析

計測データの分析：空調熱源・空調動力

電力及び外気温の計測データを使用し、暖房期間、非冷暖房期間別に分析を行う。

・暖房期間（1999/12/1～）

<稼働日>（第3.3.-29図参照）

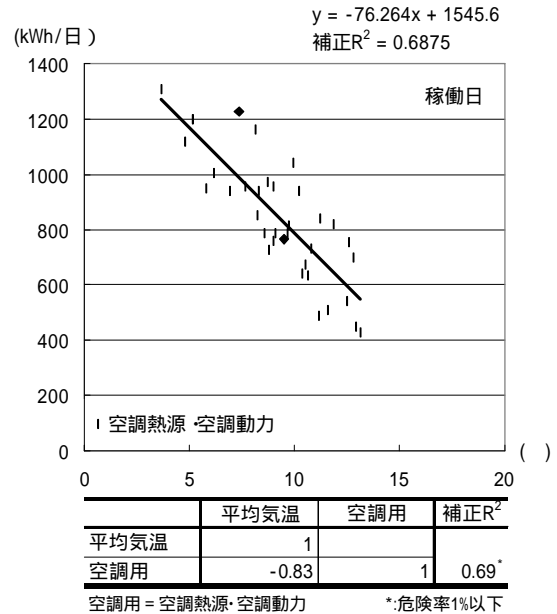
稼働日の暖房用エネルギー消費量と平均気温は、係数: -0.83 という強い負の相関関係にある。補正 R^2 値も 0.7（危険率 1%以下）と高く、回帰式の予測信頼性が高いと思われる。

<半稼働日>（第3.3.-30図参照）

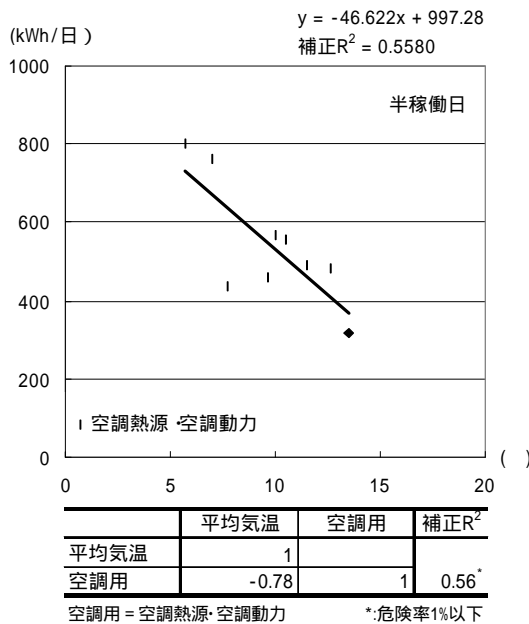
半稼働日の暖房用エネルギー消費量も平均気温と係数: -0.78 と強い負の相関を示し、回帰式の補正 R^2 値は 0.6（危険率 1%以下）であり、回帰式の信頼性はある程度高いと思われる。

<非稼働日>（第3.3.-31図参照）

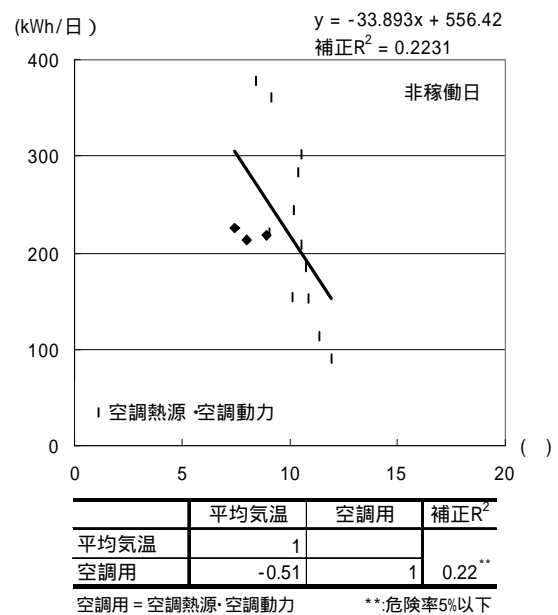
非稼働日においても暖房用エネルギー消費量と平均気温は、係数: -0.51 と負の相関を示しているが、回帰式の補正 R^2 値は 0.2（危険率 5%以下）と低く、予測式の信頼性は低いと思われる。



第3.3.-29図 空調熱源・空調動力と気温の関係(稼働日)



第3.3.-30図 空調熱源・空調動力と気温の関係(半稼働日)



第3.3.-31図 空調熱源・空調動力と気温の関係(非稼働日)

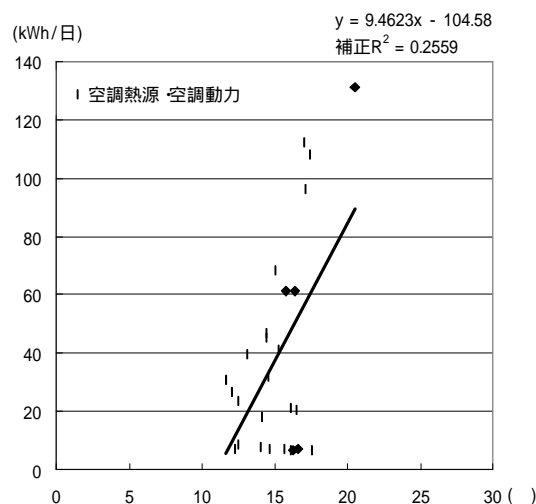
・非冷暖房期間（1999/11）

非冷暖房期間の空調熱源・空調動力消費量と平均気温は、係数:0.53 と正の相関を持つ。しかし、回帰式の補正 R² 値は 0.26（危険率 1%以下）と低く、回帰式の信頼性は低い。（第 3.3.-32 図参照）

第 3.3.-6 表 空調熱源・空調動力と気温

	平均気温	空調用	補正 R ²
平均気温	1		
空調用	0.53	1	0.26*

空調用 = 空調熱源・空調動力 *:危険率1%以下



第 3.3.-32 図 空調熱源・空調動力と気温との関係

管理日報データの分析：空調熱源・空調動力

空調熱源・空調動力消費は、以下の 3 期に分類して分析を行う。冷房期間：5 月～10 月、暖房期間：12 月～3 月、非冷暖房期間（混在期）：4 月、11 月。（気温データ：気象庁）

・冷房期間

冷房期間の空調熱源・空調動力消費量は、平均気温と強い正の相関関係にあり、係数は 0.97 と高い。回帰式の補正 R² 値も 0.93（危険率 1%以下）と高く、回帰式の予測信頼性は高いと言える（第 3.3.-7 表）。

第 3.3.-7 表 空調熱源・空調動力消費量と気温との相関（冷房期間）

	平均気温	空調熱源 空調動力	補正 R ²
平均気温	1		
空調熱源 空調動力	0.97	1	0.93*

*:危険率1%以下

・暖房期間

暖房期間の空調熱源・空調動力消費量は、平均気温と負の相関関係にあり、係数 - 0.97 と高い。回帰式の補正 R² 値も 0.92（危険率 1%以下）と高く、回帰式の予測信頼性は高いと言える（第 3.3.-8 表）。

第 3.3.-8 表 空調熱源・空調動力消費量と気温との相関（暖房期間）

	平均気温	空調熱源 空調動力	補正 R ²
平均気温	1		
空調熱源 空調動力	-0.97	1	0.92*

*:危険率1%以下

・非冷暖房期間

非冷暖房期間の空調熱源・空調動力消費量は、平均気温と正の相関関係にあり、係数は 0.60 である。回帰式の補正 R² 値は 0.20 と低く、回帰式の予測信頼性は低い（第 3.3.-9 表）。

第 3.3.-9 表 空調熱源・空調動力消費量と気温との相関（非冷暖房期間）

	平均気温	空調熱源 空調動力	補正 R ²
平均気温	1		
空調熱源 空調動力	0.60	1	0.20

3) 一般動力他用エネルギー消費量の分析

一般動力他には、一部空調熱源、空調動力用需要を含んでいる。

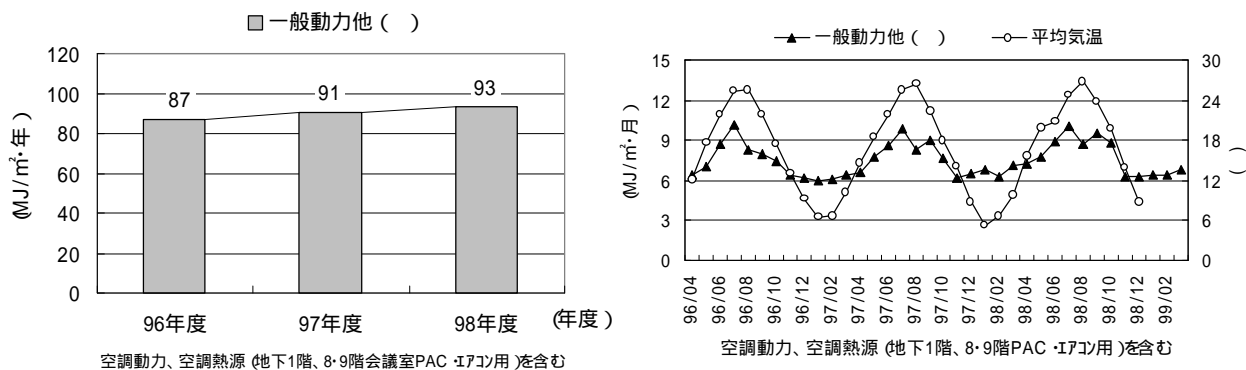
空調熱源：地下 1F、8,9F の一部エアコン / 空調動力：レタンファン

管理日報データの分析：一般動力他

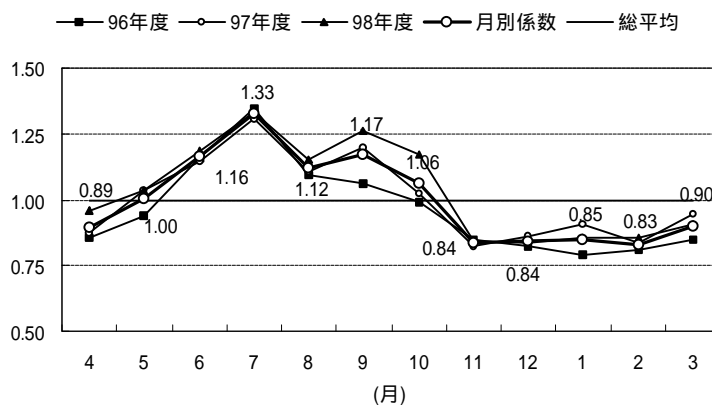
96～98 年度の 3 年間における一般動力他のエネルギー消費量は、わずかではあるが増加している。一部空調熱源、空調動力を含むことから、各年度とも冷房期間と思われる 5～10 月の消費が多く、気温の上昇とともに増加する傾向が伺える。しかし、8 月の消費量は気温と関係なく各年度とも一定消費であり、これは稼働状況（休日が多い）によるものと思われる。又、9 月の消費を除いて、各年度とも類似した月別推移が見られる（第 3.3.-33 図参照）。

そこで、3 年間に於ける月当たりの平均消費量（総平均値）を 1 とし、各月の消費量との比を求めたところ、おおむね月別の傾向が認められた（第 3.3.-34 図参照）。

この傾向を月別係数とし、一般動力他のエネルギー消費量の予測に利用する。ただし、テナント入居率が 100%に近いときにのみ有効である。



第 3.3.-33 図 一般動力他のエネルギー消費量の推移(年度別、月別)



月別係数：総平均値を1としたときの総平均値と各月消費量の比

第 3.3.-34 図 一般動力他のエネルギー消費量の月別変動

(2) 各エネルギー需要におけるベースラインの検討

データの一定期間にわたる入手が可能である管理日報データを基にし、オプション C : 統計的処理による手法を用いる。

ベースラインの予測式は以下、照明コンセント、空調熱源・空調動力、一般動力他の 3 用途ごとに行う。

1) 照明コンセント

a. パラメータの検討

照明コンセント需要は、入居率（稼働面積）、コンセント需要、稼働状況（稼働日数の多少）による月別変動などを考慮に入れる必要がある。

過去 3 年間の Y ビルの入居率は一定であることから、月別変動を係数化し、パラメータとする。

b. ベースラインの作成

これまでの分析結果より、Y ビルにおける照明コンセント用エネルギー消費原単位のベースライン予測式を以下に説明する。

$$Y_1 = Ave_1 * x_{1n} = 22.91 x_{1n} \quad (\text{MJ/m}^2 \cdot \text{月})$$

ただし、

Y_1 : 照明コンセント用エネルギー消費原単位 : MJ/m²・月

Ave_1 : 3 年間における月当たりの平均エネルギー消費量 (総平均値) : 22.91MJ/m²・月

x_{1n} : 月別係数 : 下表 : n = 4 月 ~ 翌年 3 月 (12 ヶ月)

月(n)	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3
月別係数	1.02	0.96	1.00	1.07	0.92	0.99	1.07	0.98	1.01	0.95	0.97	1.07

2) 空調熱源・空調動力

a. パラメータの検討

空調熱源・空調動力需要は、冷房期間、暖房期間は平均気温との相関が高い。非冷暖房期間はおおむね一定消費の傾向が伺える。以上のことから、冷房期間、暖房期間においては、各期間内の平均気温をパラメータとし、非冷暖房期間は、3 年間の総平均値とする。

b. ベースラインの作成

これまでの分析結果より、Y ビルにおける空調熱源・空調動力用エネルギー消費原単位のベースライン予測式を、冷房期間、暖房期間、非冷暖房期間別に以下に説明する。

<冷房期間>

$$Y_C = 1.7811 x_{CT} - 19.781 \quad (\text{MJ/m}^2 \cdot \text{月})$$

ただし、

Y_C : 空調熱源・空調動力用エネルギー消費原単位 : MJ/m²・月

x_{CT} : 冷房期間の平均気温 :

< 暖房期間 >

$$Y_H = -0.9495 X_{HT} + 18.924 \quad (\text{MJ/m}^2 \cdot \text{月})$$

ただし、

Y_H : 空調熱源・空調動力用エネルギー消費原単位 : MJ/m²・月

X_{HT} : 暖房期間の平均気温 :

< 非冷暖房期間 >

$$Y_N = 8.70 \quad (\text{MJ/m}^2 \cdot \text{月})$$

ただし、

Y_N : 3年間の非冷暖房期間における月当たりの平均エネルギー消費量 : 8.70MJ/m²・月

2) 一般動力他

a. パラメータの検討

一般動力他需要には、一部、空調熱源・空調動力需要が含まれているため、気象要因も影響しているが、テナント入居率が安定しているYビルにおいては、各年度とも類似した月別推移が見られ、稼働状況による月別変動が大きく影響している。そこで、月別変動を係数化し、パラメータとする。

b. ベースラインの作成

これまでの分析結果より、Yビルにおける一般動力他用エネルギー消費原単位のベースライン予測式を、以下に説明する。

$$Y_D = Ave_D * X_{Dn} = 7.53 X_{Dn} \quad (\text{MJ/m}^2 \cdot \text{月})$$

ただし、

Y_D : 一般動力他用エネルギー消費原単位 : MJ/m²・月

Ave_D : 3年間における月当たりの平均エネルギー消費量 (総平均値) : 7.53MJ/m²・月

X_{Dn} : 月別係数 : 下表 : n = 4月 ~ 翌年3月 (12ヶ月)

月(n)	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3
月別係数	6.74	7.54	8.75	10.01	8.43	8.84	8.00	6.31	6.34	6.39	6.27	6.78

(3) Yビルのベースライン予測式の評価

先に求めた予測式によりYビルにおける97年度のエネルギー消費のベースラインを算出し、求めたベースラインと実績値との関係を以下の図表に示す。(第3.3.-10表、35図、36図参照)

全体のエネルギー消費原単位の誤差は、約0.5%と小さく、ベースライン予測式の信頼性は高いと言える。以下に各用途別に説明する。

照明コンセントの原単位 (MJ/m²・年)は、ベースライン：275MJ/m²・年、実績値：276MJ/m²・年と当てはまりがよく、約 0.5%の誤差である。同様に月別の値 (MJ/m²・月)も当てはまりがよく、予測式の信頼性は高い。

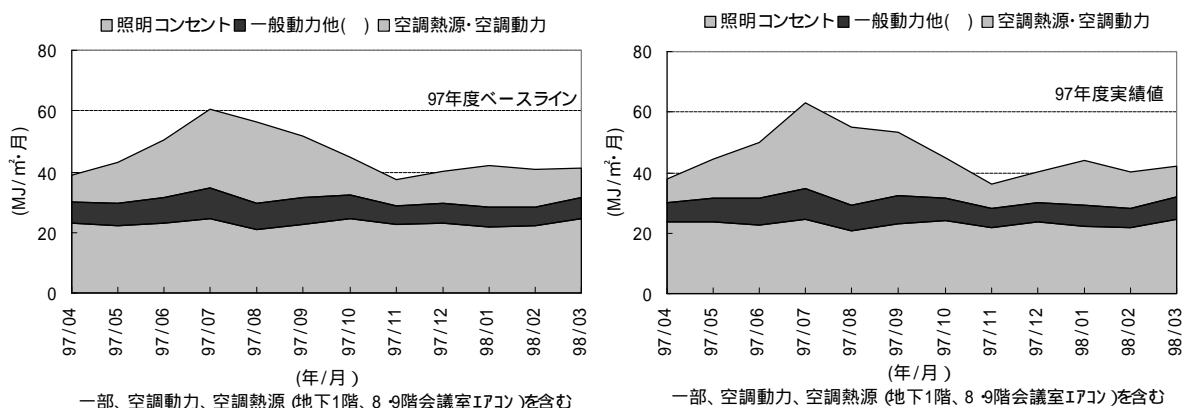
一般動力他の原単位 (MJ/m²・年)は、ベースライン：90MJ/m²・年、実績値：91MJ/m²・年と当てはまりがよく、誤差は約 0.4%である。月別の値 (MJ/m²・月)においても、ベースラインと実績値は同様のカーブの推移であり、予測式の信頼性は高いと言える。

空調熱源・空調動力の原単位 (MJ/m²・年)は、ベースライン：182MJ/m²・年、実績値：547MJ/m²・年と当てはまりがよく、約 0.6%の誤差である。月別の値 (MJ/m²・月)において7月の誤差が若干大きく、約 9.4%であるが、他の月は同様のカーブを描き、予測式の信頼性は高いと言える。

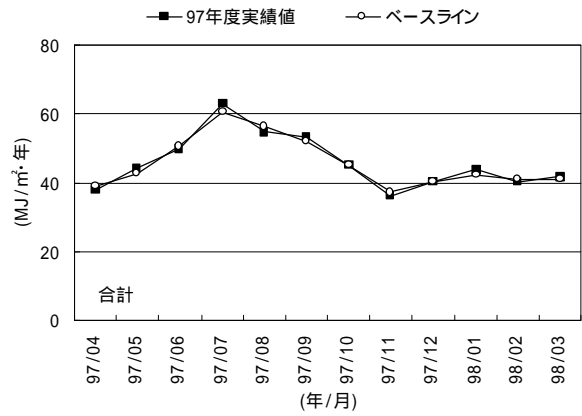
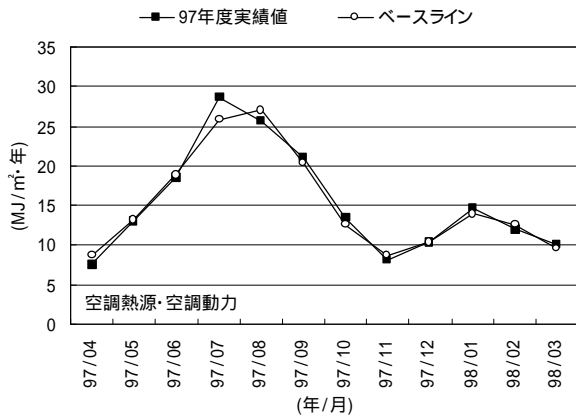
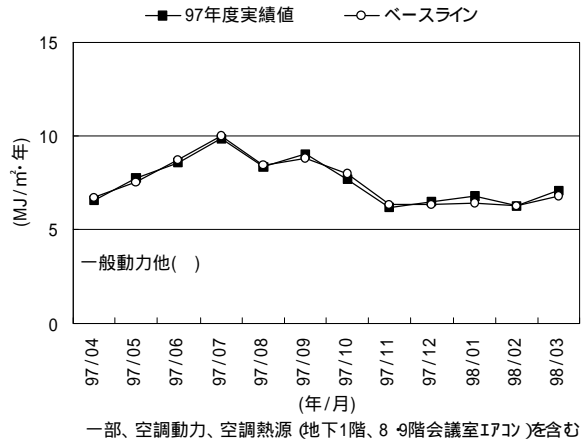
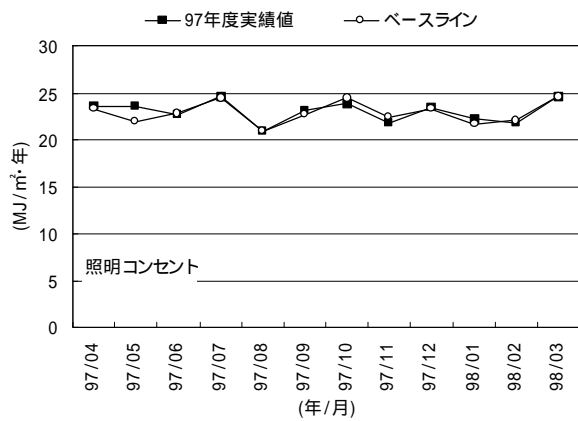
Yビルは過去 3 年間の入居状態が安定していたため、各年度における各月の稼働パターンなどに一定の傾向が見られ、それらをパラメータとして利用できた。今後、稼働状況やテナント入居率の変化の際には、予測式の見直しが必要である。

第 3.3. -10 表 97 年度ベースラインと実績値

単位 MJ/m ² ・年				
	照明コンセント	一般動力他 ()	空調熱源 空調動力	合計
97年度ベースライン	275	90	182	547
97年度実績値	276	91	183	550
ベースライン/実績値	99.5%	99.6%	99.4%	99.5%



第 3.3. -35 図 97 年度ベースラインと実績値



第 3.3.-36 図 97 年度用途別ベースラインと実績値

4. Oビル

4.1. ビル概要と調査手法

(1) ビル施設概要

第3.4.-1表 ビル施設概要

建物名称	事務所O			所在地	東京都千代田区	
建物用途	公共	事務所ビル	病院	竣工年月	1965年4月	
	民間	ホテル	学校 研修所	改修年月	1988年 空調熱源変更	
建物構造	SRC	RC	S	階数	地下3階 地上9階	
電気設備	受電設備	契約種別	業務用高圧 特別高圧		延床面積	20,153 m ²
		契約電力	1000 kW	800 kW (1998年2月より)	受電電圧	6.6kV
	発電設備	容量	なし		蓄電設備	なし
	備考	エレベーター 4台 (3kW×3台, 38kW×1台)				
空調設備	冷熱機器	電動冷凍機 冷温水機(油)	ヒートポンプ 吸収冷凍機	冷凍容量	540 RT (70×2)(他残業用44台 456Mcal/h)	
	温熱機器	蒸気ボイラ(油) 温水ボイラ(ガス、油)	ヒートポンプ	蓄熱槽	なし	
				加熱容量	1,624 (12×2)Mcal/h	
				蓄熱槽	0m ³	
	空調方式	ダクト方式	単一ダクト(定風量)3系統 単一ダクト(変風量)		各階ユニット	
		室内ユニット方式	ファンコイル ヒートポンプユニット		パッケージ空調機	
省エネ対策	全熱交換器		外気冷房	排熱回収()		
備考	その他 テナント独自で、HPパッケージを設置					
衛生設備	給水設備	高架水槽	圧力タンク	水槽	受水槽 10m ³	
	給湯設備	貯湯槽 電気湯沸器	ガス湯沸器	加熱容量	Mcal/h	
	備考	湯沸器は各階設置 給水ポンプ 15kW×2台		受水槽		
室内環境	就業者数 約1000人					
使用状況	古い建物であるが、電算室の割合が多い。 テナントの出入りにより 配電系統が複雑になっている。					
運転管理	要員6名で、設備の維持管理と運転記録 を行っている					

Oビルは東京23区内に所在し、1960年代半ばに竣工したビルである。地上9階地下3階、延床面積約20,000 m²の建物であり、今回調査対象としている4ビルの中、規模は最

大である。ビル内の従業員数は約 1,000 人であり、1人あたりの床面積は 20 m²程度である。

オーナーとテナントが約 1/2 ずつ使用しているビルであり、入居率は 100 %で安定している。ビルの一部に喫茶店と理容店の店舗が含まれるが、それ以外はすべて事務所としての使用である。また、ビル内には電算室が一部にみられる。

使用エネルギーは電気、都市ガス、A重油であり、契約電力は 800kW (40W/m²) である。冷暖房は、A重油直焚吸収式冷温水発生器(以下「吸収式」と記述。)が中心であり、補助としてヒートポンプ、蒸気ボイラを使用している。

(2) 調査手法

1) エネルギーデータの管理・整理状況

Oビルは係員常駐により、エネルギー使用状況、空調機器等の動作を管理している。電気、都市ガス、A重油については、日別のエネルギー消費量を、係員が定期的に巡回して記録している。電気は、系統毎、月別に消費量をメーター読みとり値を記録しているが、系統が複雑なため、推定可能な用途は、「冷房」「暖房」「動力」「照明・コンセント等」「給湯・厨房」の5つである。

入手したデータの期間は、96年1月から98年12月の3年分である。

第3.4-2表 管理日誌内容

名称	項目	単位	記録頻度	内容
取引メーター	電力使用量	kWh	1回/日	ビル全体
取引メーター	ガス使用量	m ³	1回/日	ビル全体(平日のみ)
取引メーター	水道使用量	m ³	1回/日	ビル全体(平日のみ)
検針	重油使用量	L	1回/日	ビル全体
検針	電力使用量	kWh	1回/日	系統別
外気温度	最高温度		1回/日	
外気温度	最低温度		1回/日	
運転時間	冷温水器	h/月	1回/月	
運転時間	ボイラー	h/月	1回/月	
運転時間	空冷HP	h/月	1回/月	残業用

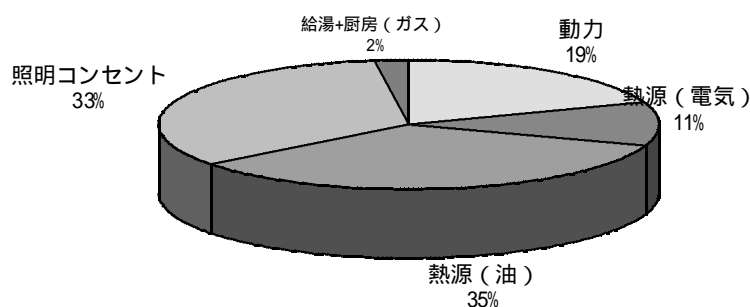
4.2. エネルギー消費概要

(1) 年間エネルギー消費量

〇ビルのエネルギー消費原単位は、1996年から1998年の3年間平均で、649 MJ/m²・年である。用途別エネルギーのシェアは、熱源 46 %、動力 19 %、照明・コンセント 33 %、給湯及び厨房 2 %である。電算室があるため通年冷房が見られるフロアがある。この分については、電力系統が複雑で、暖房分との分離は困難である。

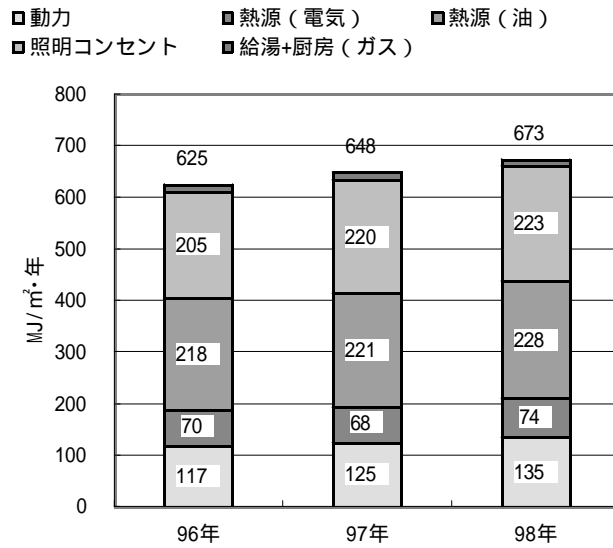
なお、動力の一部と冷暖房の一部が混在している系統では、動力と冷暖房の分離を行った。これはこの系統も動力が、月別変動が少なくかつ、中間期の冷暖房用エネルギーが少ないため、当該系統の最低消費月の電気消費量は動力の消費量であるものとし、他の月も同水準の消費量としたものである。

原単位：649MJ/m²・年



第3.4-1図 エネルギー消費の現状 (3年間平均)

第 3.4. - 2 図に、過去 3 年間のエネルギー消費原単位の推移を示す。エネルギー消費原単位は、対前年平均 4 %の伸びを示しており、2 年間で約 8 %増加している。これは全ての用途が、この 3 年間で増加した結果である。



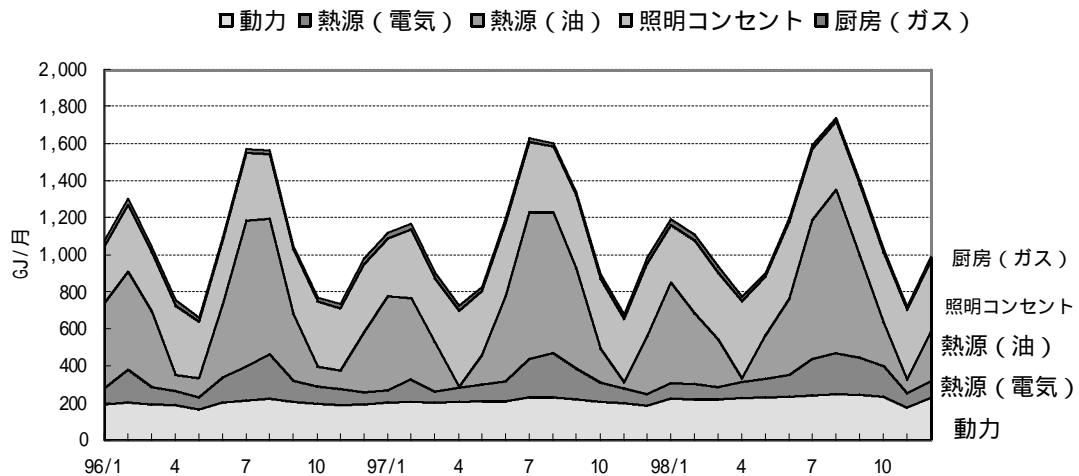
第3.4-2図 年度別エネルギー消費原単位と内訳

(2) 月別エネルギー消費量

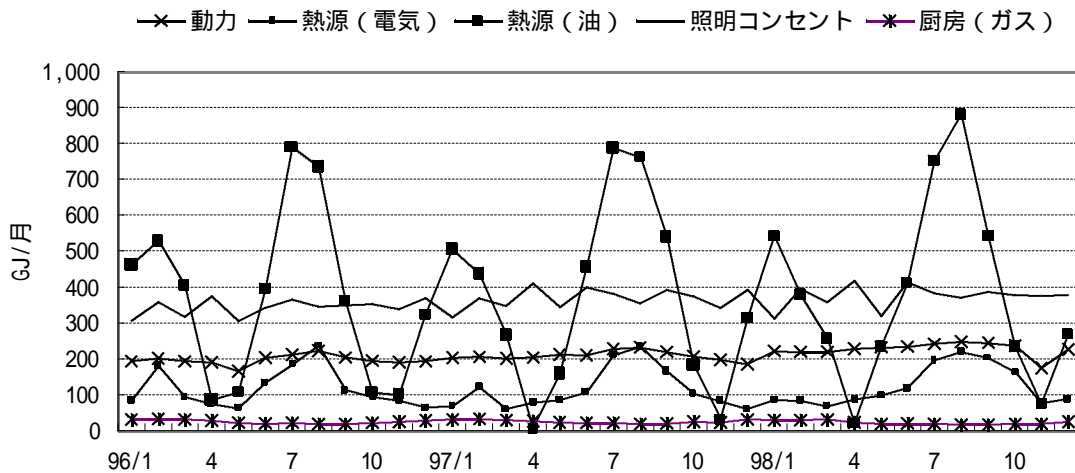
月別エネルギー消費総量の推移を第 3.4 - 3 図に、用途別の月別推移を第 3.4 - 4 図に示す。エネルギー消費総量では、1 月当たりの消費量が最大となる 7 ~ 8 月の総消費量が対前年 3 % ずつ増大している。一方、冬期のピークである 1 ~ 2 月の総エネルギー消費量は、1996 年から 1998 年にかけて変化していない。

夏期ピーク時のエネルギー消費の伸びの 3 % よりも、年間エネルギー消費の伸びが、年 4 % と大きいことから、ビルのエネルギー消費量は、経年で増加傾向にあるといえる。

用途別エネルギーでは、増加傾向が大きいのは、照明コンセント，動力，熱源（電気）である。



第3.4-3図 用途別エネルギー消費量の月別推移



第3.4-4図 用途別エネルギー消費量の月別推移2

4.3 M & Vの検討

(1) 照明コンセント需要の予測

1) データの正規性の判定

照明コンセント需要は、比較的安定しているので、月別照明コンセント需要の基本統計量を調べた(第3.4-3表)。尖度、歪度とも1以下であり、正規分布に近似しても良いと判断される。しかし、歪度が負であり、エネルギー消費の度数分布が、エネルギー消費の大きな側に、いびつであることがわかる。

第3.4-3表 月別照明コンセント需要の基本統計量と時間経過との相関性の検討

基本統計量	平均[GJ/月]	362
	標本標準偏差	31
	サンプル数	36
	尖度	-0.597
	歪度	-0.246
	相関係数	0.462
判定	時間との回帰	*

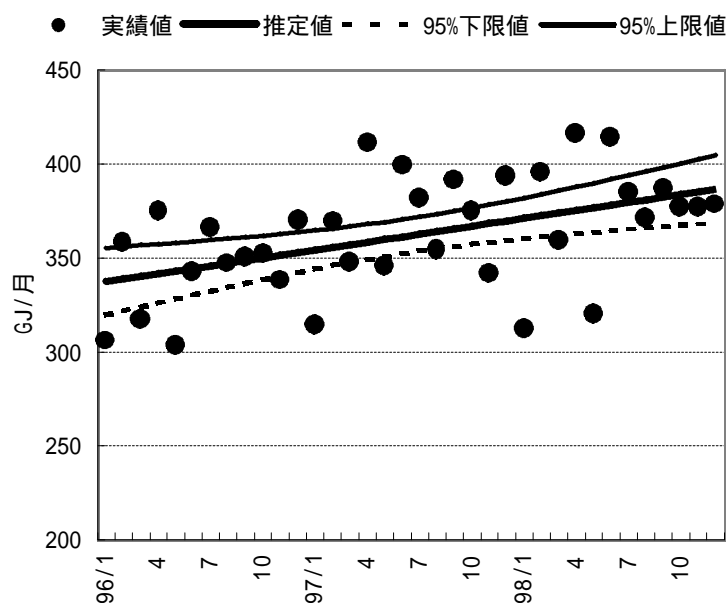
2) ベースラインの作成

ベースラインとして、安定と思われがちな、照明・コンセント需要であるが、オフィスのOA化、情報化、業務内容の変更等により、オフィスの照明コンセント需要も、経年でわずかではあるが増加傾向を示す。

オフィスの様な事例では、ベースライン作成時に、正規分布をあてはめるか、時間経過と

の回帰式をあてはめるかは、躊躇されるところであろう。しかし、ここでは、1月当たりの照明コンセント需要が、経年で増加傾向があるとみなしてベースラインを作成する事とする。第3.4-5図は、経時変化を考慮して照明・コンセント需要の回帰式を求めた物である。またこの回帰線の95%信頼幅の上限、下限も合わせて示す。

しかし、現実のエネルギー消費量はこの回帰線からかなり分散している。これは照明コンセント需要が経時変化以外にも、小さな周期的を有している事が原因の場合がある。例えば年末・年始、年度末・年度始、また長期休業時期を毎年定めている事業所などである。



危険率 : * 1%, ** 5%

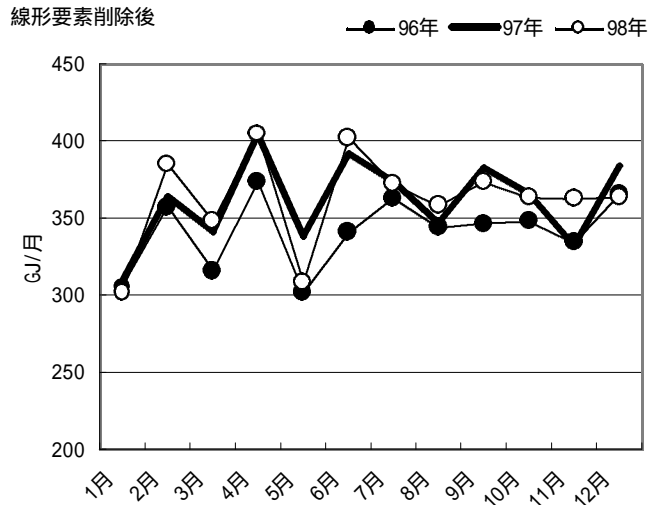
	定数項	経過月	補正R ²
セント[GJ/月]	336 *	1.41 *	0.21 *

第3.4-5図 照明・コンセント負荷の経年変化

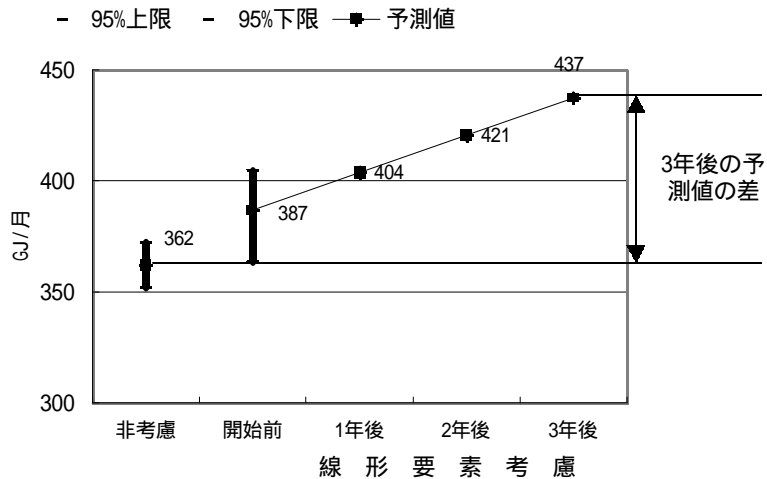
オフィスの様に照明コンセントのエネルギー需要で、経時変化がある場合、この線形成分を取り除くと、季節変動が明瞭となる事がある。とり経時の線形成分を取り除いた結果を第3.4.6に示す。線形成分が取り除かれた結果、2月、4月、6月頃にエネルギー需要のピークが明瞭になる。また97年から、9月にもピークがみられるようになったことがわかる。

この経時変化を考慮した場合と、しない場合とで、オフィスのベースラインを求めた結果が第3.4-7図である。は、3年後には30%の差が生じる事になる。経年変化率が大きい場合は、この要素を考慮する必要がある。

ただし、ESCOの対象用途が、照明需要のみである場合は、経時変化を考慮する必要は無く、照明器具の使用時間に装置容量を乗じれば良いだけである。



第3.4-6図 線形要素削除後の月別照明・コンセント負荷



第3.4-7図 線形要素を考慮した場合としない場合の照明・コンセント負荷のベースラインの推移

②) 空調熱源・空調動力需要の予測

a. 説明変数の検討

空調熱源・空調動力需要は、気候要因との相関性が高いので、外気温や、冷暖房度日と回帰分析を行う事が考えられる。その他に気象要因としては湿度、全天日射量等が考えられる。また空調動力と空調熱源と相関性も考えられるので、これらの変数相互の相関性を見るために、相関行列を作成した(第 3.4-5 表)。回帰分析を行う場合説明変数は、相関係数の高い順に選択することになるが、変数同士に相関性があると、両者の相関性が高く表示されるので、変数間の相関性が高い場合は、どちらか一方を変数として採用する。

空冷HP（残業用）の場合は、平均気温，平均湿度，全天日射量を採用する。冷房度日は平均気温と相関性が高いので、より相関性の高い平均気温を採用した、

第3.4-5表 空調需要と気象要因との相関性

	空冷HP (残業用)	動力(空 調+一般)	テナント 個別HP	吸収式 (油)	冷房度日 D24-24	暖房度日 D18-18	平均相対 湿度%	累積全天 日射量	平均気 温
空冷HP (残業用)	1.00								
動力(空 調+一般)	0.61	1.00							
テナント 個別HP	0.88	0.64	1.00						
吸収式 (油)	0.70	0.52	0.78	1.00					
冷房度日 D24-24	0.87	0.54	0.86	0.82	1.00				
暖房度日 D18-18	-0.76	-0.35	-0.50	-0.14	-0.50	1.00			
平均相対 湿度%	0.78	0.59	0.57	0.29	0.57	-0.88	1.00		
累積全天 日射量	0.38	0.07	0.26	0.26	0.40	-0.48	0.31	1.00	
平均気 温	0.91	0.49	0.70	0.43	0.73	-0.95	0.90	0.51	1.00

b. 回帰式の作成

本ビルにおいては、暖房期間が短いため、回帰分析の結果では3年間分のデータ収集でも暖房需要については有意な回帰式は得られなかったため、本文では省略する。

残業用の空冷ヒートポンプと吸収式の冷温水発生器において、説明変数として、平均気温が危険率1%以下で有意な結果となった(第3.4-6表)。

-説明変数として、

第3.4-5図は、吸収式冷温水発生器の冷房期間のエネルギー需要を、平均気温で回帰した結果と、その95%信頼区間の上限、下限を記している。

第3.4-6表 空調需要別回帰式の作成と検定

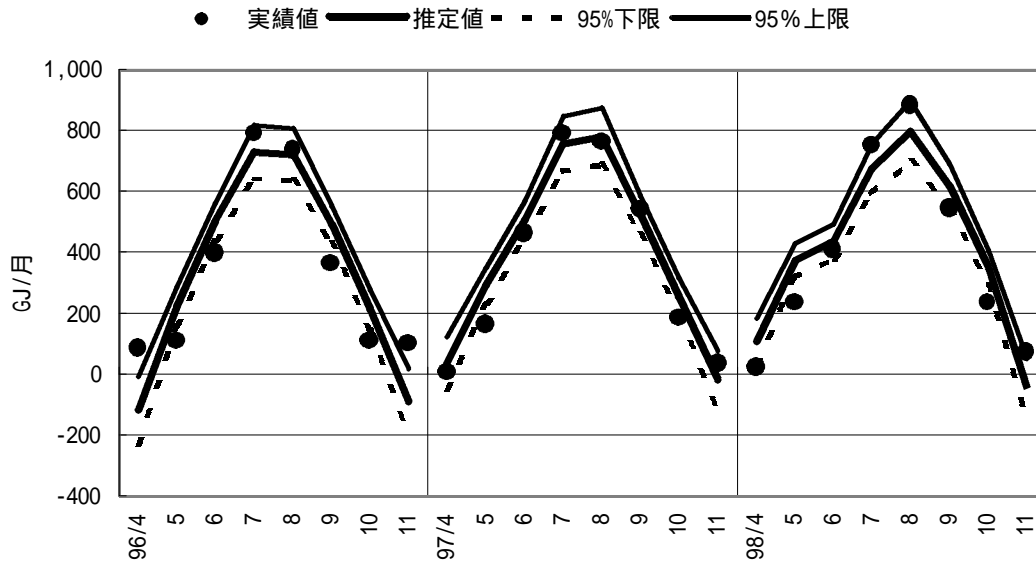
危険率 : ** 5% , * 1% 単位 :GJ/月

目的変数	切片	平均気温 []	平均相対 湿度[%]	累積全天 日射量 [MJ/m ²]	補正 R2
空冷HP (冷房 残業用)	16,553.3	3,206.5 *	-649.4 **	-34.3 **	0.85 *
吸収式(油) (冷房分のみ)	-922.9 *	63.1 *	-	-	0.84 *

暖房分は、暖房期間が短いため、回帰分析結果省略

危険率 : ** :5% , * :1% 単位 :GJ/月

目的変数	切片	平均気温 []	補正R2
動力 (空調+一般)	189.4 *	1.3 *	0.22 *



第3.4-5図 吸収式冷温水冷房時の冷房需要の区間推定

第4章 用途別エネルギー消費量の推計と評価

1. 推計手法

上記以外の時系列データの変動パターンにより以下の5パターンに分ける

- (0) 変動幅が小さい
- (1) 正規分布に近似できる
- (2) 時間との回帰傾向がある
- (3) 季節変動がある（冷暖房度日、平均気温等と回帰傾向がある）
- (4) 複数の説明変数と相関性がある
- (5) 周期現象が複合している

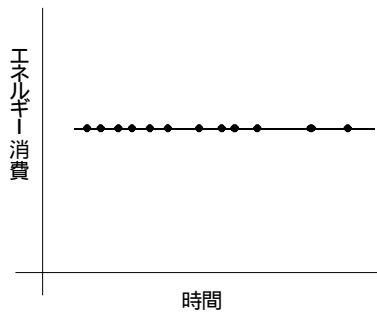
しかし、現実のデータは、これら（0）～（5）が複合された事象がほとんどである。入手した（出来る）データが、これらのどの分類に属するかは、得られるデータの質と、目的とする予測式の精度によって変化する。第4.1.-1表には、データのタイプとデータ変動パターンの関係を示すが、これはあくまでも平均的な業務用ビルを想定した目安である。

また、第4.1.-1図には、これに対応するデータのタイプを模式的に示す。

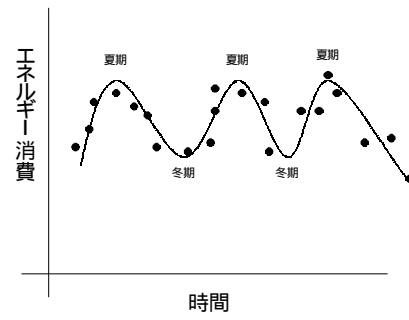
第4.1.-1表 データのタイプとデータ変動パターン（目安）

データ種類	エネルギー使用用途													
	照明		コンセント		空調熱源		空調動力		搬送動力		給湯		厨房	
	日別	月別	日別	月別	日別	月別	日別	月別	日別	月別	日別	月別	日別	月別
(0) 変動幅が小さい					x	x	x	x			x	x		
(1) 正規分布に近似できる					x	x								
(2) 時間との回帰傾向がある	x		x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
(3) 季節変動がある	x	x	x	x					x	x				
(4) 複数の説明変数と相関性がある														
(4) 周期現象が複合している														x
	適用可		x		適用不可		条件付き適用可							

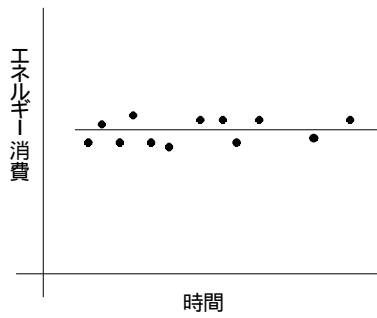
(0)



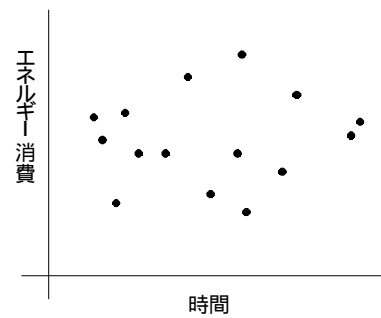
(3)



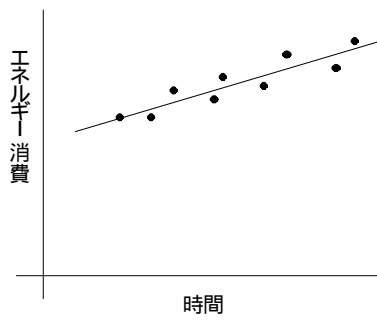
(1)



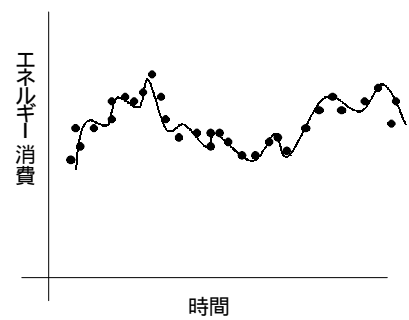
(4)



(2)



(5)



第4.1 - 1図 データのタイプ (模式図)

データタイプ(0)の特徴は、そのエネルギー負荷の変動幅が小さい事である。このタイプは、単位時間当たりのエネルギー消費量を、短時間計測すれば、あとは稼働時間を乗じて求める事が出来る。典型的なエネルギー用途としては、照明機器の電力消費がある。

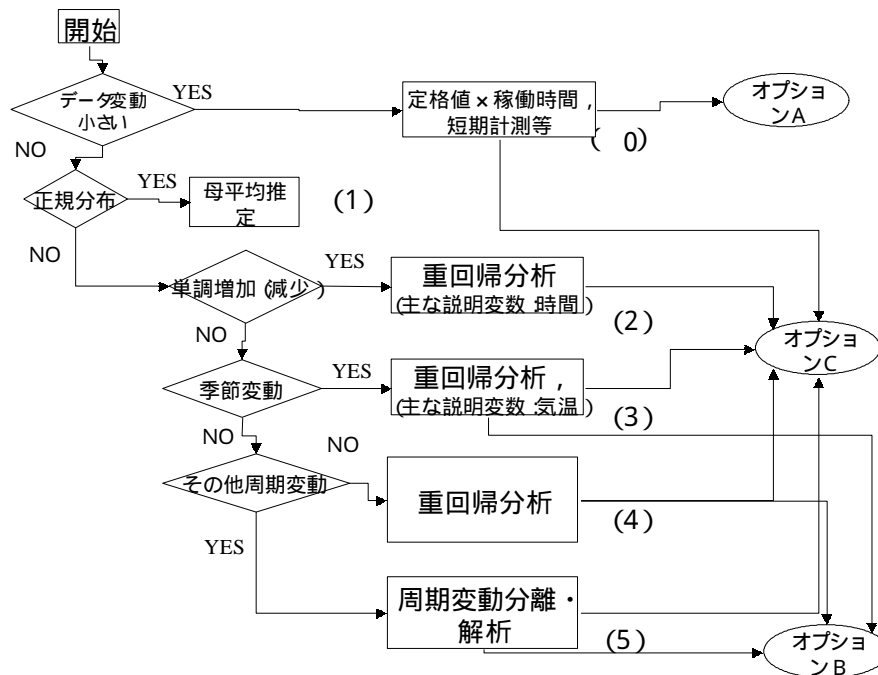
タイプ(1)では、データが、正規分布に近似できる事にある。正規分布が適用できれば、多くの統計的な手法が適用出来、エネルギー消費量の予測も容易である。データが正規分布するか否かの判定には、正規確率紙へのプロットを行い、判別する方法が良く用いられるが、尖度,歪度の計算によっても、その目安とする事が出来る。正規分布にならないデータも、複数データの平均値の分布は、正規分布に近づくという中心極限定理を用いて、このタイプに見なすことが出来る。ベースラインの作成には、平均値と標準偏差、データ数を用いれば、容易に予測値と信頼区間を求めることが出来る。

タイプ(2)は、時間との回帰傾向があるようなエネルギー消費である。OA化が進行しているオフィスビルでは、経年でコンセント需要が増加する傾向が見られる。このような場合は、経過時間を主な説明変数として回帰分析を行えば、その影響度は容易に求めることが出来る。通常は経過時間以外の変数とは、相関性が小さいので、単回帰分析で十分である。このタイプに該当するかどうかの判定方法は、時間経過との相関係数を求める方法もあるが、移動平均のグラフを作成し、増減傾向にあるかどうか、検討づけることも出来る。

タイプ(3)は季節変動があるエネルギー需要である。典型的な例としては、冷房、暖房、給湯需要がある。回帰分析を行う際の主な説明変数としては平均気温や、空調度日が考えられる。通常は平均気温か、空調度日との単回帰分析で十分である。

タイプ(4)は、大きな影響を及ぼす説明変数が複数あり、それらが線形に影響しあい重合されたものである。タイプ(3)で例示した冷房、暖房、給湯需要も、実際は気象条件との単回帰ではなく、就業状況や、設定温度など複数の要因が複合されている場合が多い。

最後にタイプ(5)は、複数の周期現象が複合したり、いくつかの非線形に影響する要因が複合されたものである。タイムレンジを小さくすれば、ほとんど全ての現象は、これに該当すると言って良い。複数の周期現象を解析する方法としては、スペクトル分析法やAR法などがある。また非線形要素が重合している場合は、分散分析法、共分散分析法などがある。



第4.1.-2 図 ベースライン作成の手順

2 評価手法

2.1 統計学的検定の基礎

仮説にしたがって収集された2群のデータを基礎集計した結果、2つの平均値間に差が見られたとする。しかし、それだけで仮説が確認されたとは言えない。その差は、単なる測定誤差や偶然の差かもしれない。得られた差が偶然ではなく、仮説を支持するに足る差であることを確認する必要がある。その際に使われるものが統計的検定（推計学）である。統計的検定は、以下のような考え方で進められる。

「母集団」

統計的検定では、まず、収集されたデータを母集団から取り出されたサンプル・データと見なす（場合によっては「母数モデル」と「変量モデル」を使い分ける）。母集団とは、仮説を立てる際に想定された条件が適用される全集合と考えても良い。したがって、一般化したい母集団からのランダムサンプリングが望ましいが、それが出来ない時は出来る限りランダムサンプリングに近づけるよう努力する。

「帰無仮説」

統計的検定で重要な論理に「帰無仮説」がある。これは、“差がある”ことを確認するために、“差がない”という前提（仮説）から出発するものである。

例えば、正規分布する正規母集団からの取り出された平均値間のズレはt確率分布することがわかっている。したがって、現実には得られた平均値のズレが、その確率分布の中でどれぐらいの確率で起きるものかを推定出来る。つまり、帰無仮説が正しい場合（2群間

に本当は差がない場合)の確率を計算することができる。

「棄却域」(「危険率」)

帰無仮説を前提として算出された確率が、起こるはずのないような低い確率だったとする。その時は、“帰無仮説は間違いだった”として、それを捨て去る(棄却する)。

どれぐらいの確率で帰無仮説を棄却すれば良いかは、決まりは無いが、習慣的に、帰無仮説を捨て去る水準(棄却域)を5%や1%にしている事が多い。

しかし、あくまでも確率上の目安に過ぎないので、このような判定には、帰無仮説を捨て去ることによって生じる過ち(「第1種の過誤」と、仮説を捨てないことによって起こる間違い(「第2種の過誤」)の危険性をはらんでいる。そこで、棄却域を「危険率」と記す場合もある。

「両側確率」,「片側確率」

両方向にずれる確率を考慮し帰無仮説を棄却するかどうかを判断する場合を「両側検定」と呼び、特定の方向のズレだけを考慮する検定を「片側検定」と呼ぶ。

どちらを採用するかは、検証しようとする仮説によって違う。t検定では、一方の群の平均値が他の群に比べて高くなるだろうという予想がある仮説の場合は片側検定、そうでない場合は、両側検定を採用する。

「自由度」

取り出されるサンプルの大きさによって、得られたデータの信頼性は異なる。そこで、統計的検定ではサンプルの大きさを表す「自由度」という基準を用いて、それぞれに対応したズレの確率を推定する。t検定では、通常、サンプル総数 - 1であるが、2群のバラツキが大きい場合は、特別な公式で自由度を調整する必要があります。また、「対応のある平均値の差の検定」では、対の数 - 1となる。

「検定」

検定とは、帰無仮説をたてP値を求めて、有意差を検討する方法の事を言う。

「推定」

確からしい値を標本から導く方法で、点推定と区間推定がある。ある標本より母集団の平均や分散を推定することができる。平均値の最もありそうな値を決めるのが点推定で、平均がある確率で存在する範囲を決めるのが区間推定である。95%で存在する場合95%信頼区間というが90%信頼区間も利用される。信頼区間の上限と下限を信頼限界という。

2.2. 主な統計学的統計学的分析法と誤差の推定方法

(1) 正規分布するデータの平均値の予測

(データが正規分布かどうかの判定)

正規確率プロットを行い、データの分布が正規分布を示しているかどうかを、散布図にプロットして視覚的に判断するようにしたもの。

また、その他に尖度や歪度を求める事も正規分布判定の目安となる。尖度、歪度はともに0に近いほど、その分布は正規分布に近いといえる。

(母集団の母平均の推定)

母集団からサンプリングしたデータの個数 (n)、平均値 (\bar{x})、標本標準偏差 (u) から、母集団の平均値 (μ) を区間推定する。推定の方法としては、次の3通りの公式を用いる。どの公式を用いるかは、サンプリングしたデータ件数より判断する。

公式1 . 母集団の標準偏差未知・t分布 ($n < 100$)

$$\bar{x} - t(n-1, \alpha/2) \frac{u}{\sqrt{n}} \leq m \leq \bar{x} + t(n-1, \alpha/2) \frac{u}{\sqrt{n}}$$

公式2 . 母集団の標準偏差が未知・正規分布 (n が 100 以上)

$$\bar{x} - z(\alpha/2) \frac{u}{\sqrt{n}} \leq m \leq \bar{x} + z(\alpha/2) \frac{u}{\sqrt{n}}$$

公式3 . 母集団の標準偏差が既知・正規分布 (n が 100 以上)

$$\bar{x} - z(\alpha/2) \frac{s}{\sqrt{n}} \leq m \leq \bar{x} + z(\alpha/2) \frac{s}{\sqrt{n}}$$

(母集団の母分散の推定)

母集団からサンプリングしたデータの個数 (n)、不偏分散 (u^2) から、母集団の分散 (σ^2) を区間推定します。推定の方法としては、次の公式を用いる。

公式1 . 母平均未知・カイ2乗 (χ^2) 分布

$$\frac{(n-1) u^2}{\chi^2(n, \alpha/2)} \leq s^2 \leq \frac{(n-1) u^2}{\chi^2(n-1, 1-\alpha/2)}$$

公式2 . 母平均既知・カイ2乗 (χ^2) 分布

$$\frac{nu^2}{\chi^2(n, \alpha/2)} \leq s^2 \leq \frac{nu^2}{\chi^2(n, 1-\alpha/2)}$$

実際の計算では、不偏分散でなく標本標準偏差 (不偏分散の平方根) を使用する。

(母平均の差の検定)

母集団からサンプリングした2組のデータの個数 (n_1, n_2)、平均値 (\bar{x}_1, \bar{x}_2)、標本標準偏差 (u_1, u_2) をもとに、2組の母集団の平均値 (m_1, m_2) が等しいという仮説

を検定する。両側有意とは2組の母集団の平均値に差があることを、片側有意とはいずれかの母集団の値が大きいまたは小さいということの意味する。検定の方法としては、次の5通りの公式を用いる。どの公式を用いるかは、2組の標本に対応がない場合とある場合、サンプリングしたデータ件数や、母集団の標準偏差が未知か既知かにより判断する。

対応がない2標本間の場合

公式1. 正規分布 μ_1, μ_2 未知 ($n \geq 100$)

$$T = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{\frac{u^2}{n_1} + \frac{u^2}{n_2}}} \quad |T| > z(f, \mathbf{a}/2), |T| > z(\mathbf{a})$$

公式2. 正規分布 μ_1, μ_2 既知 ($n \geq 100$)

公式1の μ の代わりに μ_1, μ_2 を使用。その場合2組のデータの合計が100未満でも可能

公式3. t分布 $\mu_1 = \mu_2$ 未知 ($n < 100$)

$$T = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{\frac{u^2}{n_1} + \frac{u^2}{n_2}}} \quad |T| > t(f, \mathbf{a}/2), |T| > t(f, \mathbf{a})$$

$$u^2 = \frac{(n_1 - 1) u_1^2 + (n_2 - 1) u_2^2}{n_1 + n_2 - 2} \quad f = n_1 + n_2 - 2$$

公式4. t分布 ウェルチ $\mu_1 \neq \mu_2$ ($n < 100$)

$$T = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{\frac{u^2}{n_1} + \frac{u^2}{n_2}}} \quad |T| > t(f, \mathbf{a}/2), |T| > t(f, \mathbf{a})$$

$$f = \left(\frac{u_1^2}{n_1} + \frac{u_2^2}{n_2} \right)^2 \bigg/ \left(\frac{u_1^4}{n_1^2(n_1 - 1)} + \frac{u_2^4}{n_2^2(n_2 - 1)} \right)$$

対応がある2標本間の場合

公式5. t分布

$$T = \frac{\bar{x}}{u/\sqrt{n}} \quad |T| > t(f, \mathbf{a}/2), |T| > t(f, \mathbf{a}) \quad f = n - 1$$

(2) 重回帰分析 (回帰分析)

a. 手法説明

重回帰分析では、 p 個の説明変数（独立変数）とある目的変数（従属変数）の間に式をあてはめ、目的変数の変動が説明変数の変動によってどの程度影響されるかを分析する。

あてはめる式を重回帰式とよび、最小二乗法により求める。

$$\text{重回帰式} \quad y = e + \sum_{i=1}^p a_i x_i \quad (e \text{ は定数項})$$

a_i は、偏回帰係数といい各説明変数の単位が 1 つ変動する毎に目的変数に与える影響を示す。この重回帰式の検定は分散分析によって行う。

b. 説明変数の見つけ方

説明変数には、目的変数との相関関係のあるものを採用すべきである。

説明変数間に高い相関があると多重共線性という現象が発生し偏回帰係数の解釈が難しくなる。多重共線性は偏回帰係数の符号と、目的変数との単回帰係数の符号が逆転することで見つけられるので、相関の高い変数のいずれか一方を除いて再度分析を行うことが望ましい。

c. 精度、信頼区間の求め方

予測式と実績値との適合度は、重相関係数によって判別する。またえられた重相関係数の値が、偶然かどうかの判断は、残差（推定値と観測値の差）がランダムかどうかで判断する。この他にモデルの適合性の良さを判断する手法として、赤池の情報量基準（AIC）なども用いられる場合がある。

(3) 周期性のあるデータの分析

a. 手法説明

自己相関性のあるデータや、複数の周期的なエネルギー消費が複合された現象においては、そのエネルギー消費の推移を周期の異なる cosine 関数の結合を用いて表わすことができる。また各 cosine 関数は、その周期と位相の係数を持っており、位相の係数は初期条件を表わすため、変動の持つ循環的な特徴は周期の係数に集約されている。

b. 説明変数の見つけ方

このように、過程 $\{x_t\}$ を、時間領域ではなく、含まれる循環の周期の長さで区分した周波数領域において扱うのが、スペクトル解析である。

この他に、周期的成分を抽出する方法としては、ゼロクロッシング法、ピーク法などがある。

c. 評価方法

最大エントロピー法や、AIC などがある。

第5章 まとめ

本年度は、実際のオフィスビル4つを対象に、1999年10月末から、エネルギー消費量の計測を開始した。同時にエネルギー管理月報・日報のデータを収集・解析した。エネルギー計測調査により、通年データが収集されていない状況では、中間報告的なものであるが、ビルのエネルギー消費量を、テナントの入居状況や気象条件を考慮し、予測するとともにその精度を検討した。

今回のデータ収集・解析、エネルギー消費量予測式作成の一連の作業で明らかになった点は以下の通りである。

照明コンセント需要の予測について

月別、日別のエネルギー需要は、おおむね安定しており建物トータルの消費の予測には平均値を用いても大きな誤差はない。

しかし、データを詳細に検討すると、決まった時期に需要のピークが発生するビルや事務所が見られる。その場合は、単純平均値を用いるのではなく、月別の平均値を用いたり、月別変動係数などの指標を導入する事も検討すべきである。

また近年のOA化・情報化、就業形態の変化により、経年でベース需要が増大傾向にあるビルや事務所も見られた。このような場合も単純平均値を用いるか、時間との回帰により経年変化の傾向を考慮するか検討が必要である。ビルによっては、経年変化を考慮する場合と、しない場合では、ESCO実施後3年後のベースライン予測値に30%の差が生じた。

空調熱・空調動力需要の予測について

中央熱源方式の空調設備、建物トータルの空調熱・空調動力については、おおむね外気温との相関が高く、平均気温や、冷暖房度日が説明変数として有効である。しかし、外気温を説明変数とする回帰式は建物固有のものであり、外気温のみで事務所ビルの空調熱・空調動力を一般化するには至っていない。

分散方式を行っている場合は、空調エリア毎のエネルギー需要の予測は、中央方式よりも困難である。それは、事務所の建物における位置により、外気温の影響度合いが異なる事も一因である。

その他エネルギー需要の予測について

日単位、時間単位で見るとエレベータ、タワーパーキングなどの様に、稼働時の負荷が安定していると思われる用途が見られた。ただし通年の計測により検証が必要である。

計測データについて

エネルギー消費の計測によって、個別設備・特定エリアのエネルギー消費の特徴が明らかになってきた。しかし、個別設備・特定エリアのエネルギー需要の予測精度向上につながらない場合もあった。それは、一般に予測式作成に用いられる手法が、データの母集団

や、予測値と実績値との誤差の分布を、正規分布と仮定しているのに対し、詳細な計測データが必ずしも、この範疇に属さない場合があるためである。

つまり、エネルギー消費の計測は、徒らに詳細なデータを入手するのではなく、目的と使用する手法に応じて、検討すべきである。また詳細なデータで正規分布からかけ離れたデータについては、中心極限定理を用いたデータの再構築を行うことが必要である。

年間のエネルギー消費を予測のための計測は、照明コンセント需要であれば、最低でも1ヶ月以上、空調需要であれば、通年の計測が望ましい。

エネルギー管理月報データについて

ビルのエネルギー消費ベースラインを作成するにあたっては、非常に効率的かつ有効なデータである。ただしベースライン作成時には、最低限毎月の入居状況・照明コンセント需要・空調熱需要データを3年以上収集することが望ましい。

その他

築年が古く、大型のビルは、その後の増改築により電気系統が複雑になっており、計測により、特定用途のエネルギー消費の計測は困難な場合が多い。

