

「集合住宅における給湯負荷
・システム容量算定に関する基礎研究」

石 渡 博



①

【目次】

第1章 序論	1
1.1 研究の背景と意義	1
1.2 研究の目的	2
1.3 研究範囲と研究手法の概要	3
1.4 論文の構成	4
第2章 「集合住宅における給湯負荷・システム容量算定に関する基礎研究」	5
2.1 研究の意義	5
2.2 研究の目的	6
2.3 研究範囲と研究手法	7
2.4 論文の構成	8
第3章 アンケート調査に基づく給湯負荷算定の調査	9
3.1 調査の目的と調査対象	9
3.2 調査方法	10
3.3 調査結果	11
3.4 まとめ	12
第4章 実測データに基づく給湯負荷算定の調査	13
4.1 調査の目的と調査対象	13
4.2 調査方法	14
4.3 調査結果	15
4.4 まとめ	16
第5章 実データに基づく給湯負荷算定の調査	17
5.1 調査の目的と調査対象	17
5.2 調査方法	18
5.3 調査結果	19
5.4 まとめ	20

石渡 博

【目次】

第1章 序論	3
1.1 研究の背景と目的	3
(1) 研究の背景	3
1) 給湯設備に関する現状での問題点	3
2) 既往の研究	4
(2) 研究の目的	5
1) 集合住宅における給湯負荷の実態と特性の把握の必要性	5
2) 設計資料と資料の整理方法	6
(3) 既発表論文リスト	8
1.2 概要と研究のフロー	10
(1) 各章の概要	10
(2) 研究のフロー	12
第2章 アンケート調査に基づく給湯負荷要因の把握	15
2.1 現状把握と地域特性	15
(1) 調査概要	15
(2) 調査結果	16
2.2 まとめ	46
第3章 実測調査に基づく給湯負荷の解析	50
3.1 器具単位の給湯負荷の解析	50
(1) 調査概要	50
(2) 調査結果	50
3.2 住戸単位の給湯負荷の解析	64
(1) 調査概要	64
(2) 調査結果	64

3.3 規模別・季節別給湯負荷の解析	71
(1)調査概要	71
(2)調査結果	71
3.4 まとめ	81
第4章 集合住宅における給湯負荷特性の解析	
4.1 給湯負荷と住戸特性	84
(1)負荷予測モデルによる瞬時最大負荷算定法の検討	84
1)負荷予測モデルの検討	84
a. 瞬時最大負荷	87
b. 住戸特性	90
2)水使用率 t/T についての数量化1類による解析	90
a. 解析方法	90
b. 解析結果	93
(2)負荷予測モデルの検証	99
1)負荷予測モデル	99
2)実測結果によるモデルの検証	99
4.2 給湯負荷の変動特性	109
(1)システム容量	109
1)加熱量と貯湯量との関係の解析	109
2)実測結果による算定法の検討	115
(2)システム容量の最適化の検討	119
4.3 まとめ	126

第5章 設計資料の整理と資料整理のための検討	
5.1 調査検討結果のまとめ	130
5.2 資料の整理と今後の課題	136
参考文献	141
謝 辞	146
資料編	149

第1章 序論

1.1 研究の背景と目的

(1) 研究の背景

1) 給湯設備に関する現状での問題点

住宅におけるエネルギー消費は暖房、冷房、給湯、照明、調理などであるが、世帯当たりの消費量は多少の増減はあるものの、年々増加の一途にある。中でも給湯のエネルギー消費量は昭和50年以降、それまで用途別では最も消費量の多かった暖房での消費量を抜いて最多の用途となっている。冷房でのエネルギー消費量については、高気密高断熱化の推進から単位負荷は減少していると予想される今、消費量の最も多い給湯用途についてそのシステムの見直しは必要不可欠と思われる。

住宅用セントラル給湯システムには、一住戸を単位としてシステムが完成する住戸セントラル方式と住棟単位のシステムである住棟セントラル方式がある。戸建ておよび中低層集合住宅では、住戸単位の能力を有する高機能の瞬間式給湯器が開発され、これを利用した住戸セントラル方式が急速に普及した。ところで、都心部では再開発や埋め立てなどが行われ、夜間人口確保を目的に集合住宅も数多く造られているが、地価が高額であることから計画される集合住宅については土地の有効利用を考えての高層高密度化が進んでいる。この高層集合住宅では、強風や外廊下が造れないなどその構造的な制約から各住戸に瞬間式給湯器を設けることが困難であること、また、最近注目されてきたコージェネレーションシステムなどのエネルギーの有効利用に対応が可能であることなどから、住棟セントラル方式が採用される例が多くなってきた。

これら給湯システムの構築で最も重要な作業はシステム容量の決定である。先の住戸セントラル方式のシステム容量（給湯器能力）については、各器具での使用湯温・使用湯流量と住戸内での器具同時使用数によって決定されるが、これらについては最近の研究¹⁾によって一応の指針が示されている。

しかしながら、住棟セントラル方式のシステム容量（貯湯量、加熱量、瞬時負荷など）については、上記に加えて複数住戸の器具同時使用や負荷変動、システム規模の制約、効率などを考慮した容量の設定を行う必要があるが、これに必要な検討資料は、十分整理されているとは言いがたい。学会では、これまでも先達の研究者によっていくつかの提案がなされているが、残念なことに設計の現場に用意されているものほとんどは今もって「ASHRAE」のガイドに示された資料か、それに基づいてまとめられた図表である。この「ASHRAE」のデータの出典は

およそ半世紀前にもさかのぼり、水(湯)使用意識が生活様式に関わりが深いことを考えれば、時代と洋の東西の間には歴然たる差があって、わが国の現状での給湯負荷に関する資料の整理と負荷特性に関わりが強いシステム容量に関する検討を早急に行う必要がある。

2) 既往の研究

給湯負荷関連

集合住宅における給湯負荷については、堀江²³らが3住戸については10分間隔で、29戸については1時間間隔で、50戸については月間隔で測定するなどほぼ1年間にわたって調査し、給湯負荷の日変動が午前と午後の両方にピークがある二山形であること、このピーク時の用途が各々洗濯、入浴であることを明らかにしている。また、1日給湯消費量については測定時期別に報告しているが、平均で195ℓ/日・戸、休日は平日の1.2倍となること、1日給湯消費量は水温との相関が高いことなどを報告している。松村ら⁴³は実測から各用途の時刻別使用回数の頻度分布を求め、種々の仮定と確率計算により1日給湯消費量については25ℓ/日・戸(60℃)と計算している。飯尾ら⁹³は17年の長期測定結果をもとに、給湯負荷が家族構成、年齢の変化に伴い変動すること、老人、幼児などは大人と消費量が異なることなどを報告している。石島ら⁹²は給湯消費量が住戸タイプ、家族構成などの影響を強く受けると考えて家族構成毎の給湯消費パターンを作成し、これをもとに給湯消費量を推定して実測値と比較している。

用途別給湯負荷については村川ら^{73, 93, 92}が5住宅を対象に7秒間隔での測定を年間を通して行い、使用時間、吐水量、使用湯温などを報告している。

月別の給湯消費量については、小原ら¹⁰²、前川ら¹¹²が報告しており、年間の給湯消費エネルギー量については、俣野ら¹²²が札幌と千葉の2団地の給湯消費量を実測し、各々4.06 Gcal/年・戸、1.54 Gcal/年・戸という結果を、前川ら¹¹²が東京の集合住宅の調査結果から3.72 Gcal/年・戸という結果を示している。

システム容量

給湯の瞬時最大負荷に関する報告はほとんどなく、村川ら⁹³が5住戸についての用途別詳細測定結果を検討し、村川が提案している瞬時最大給水負荷算定法の給湯への拡張を検討している。

加熱容量と貯湯槽容量についての国内での研究は少なく、上記給湯負荷の原単位に関する報告の一部として報告されている。松村ら⁴³は1時間最大値を加熱量とし、時刻別負荷から計算した想定時間最大値を貯湯槽容量とする算定法を

示している。村川ら¹³²は5住戸の用途別詳細測定結果から給湯負荷算定モデルを作成し、シミュレーションによって加熱量と貯湯容量も求める方法を示している。住宅を対象にしたものではないが、Maver¹⁴³は消費量の累積値に着目し、加熱量と貯湯量の関係を示している。Werdenら¹⁵²はある時間間隔での最大負荷時に加熱量と貯湯量の組み合わせによる熱量が投入されればよいと考え、いくつかの時間間隔について求めた組み合わせを示す直線の包絡線を加熱量と貯湯量の関係として示している。

(2) 研究の目的

1) 集合住宅における給湯負荷の実態と特性の把握の必要性

前項に示すように、給湯負荷に関する報告は1日給湯消費量など比較的長期のものであり、瞬時負荷に関する検討資料はほとんどない。このため、給湯配管の口径決定のための瞬時最大負荷については、一般に給水負荷に準じた扱いとなっている。

空気調和・衛生工学会の給排水設備基準(HASS 206)では、給水の瞬時最大負荷について次の3つの方法を載せている。

方法1 水使用時間率と器具給水単位による方法

方法2 器具給水負荷単位による方法

方法3 器具利用から予測する方法

方法2はハンターの方法といわれる従来から用いられてきた方法で、使用頻度などと共に器具の吐水量までも基準化しており、かつ先に指摘した問題をも含んでいる。方法1は同種器具数から最大同時使用数を決定し、別に定めた器具の基準吐水量から負荷を計算する方法であり、異種器具の同時使用について考慮した方法である。方法3も従来から用いられてきた方法で、器具の最大同時使用数と基準吐水量を掛け合わせて瞬時最大負荷を求める方法であるが建物用途による違いなどが反映されていない。いずれも器具使用については建物用途の違いがほとんど反映されない簡便法と言ってもよく、器具の種類と数によって瞬時最大負荷が決定される算定法である。

集合住宅においては一般に住戸単位で器具の種類と数は決まってくるが、居住者数は部屋数などによって変わってくる。居住者数が多くなるか、または何かの原因で利用がある時刻に集中すれば、同じ器具数でも同時使用数は増えることになる。このように住戸規模や居住者数などの住戸特性や湯使用時刻に影響を与えられるライフスタイル、地域特性などは給湯負荷の特性に強い関わりを持っていることが予想される。

一方、給湯システム容量の算定については、(1)に述べたように生活様式の異なる外国の過去の資料をもとに行っているのが現状である。わが国と外国では湯に対する考え方やライフスタイルが大きく異なっていることは明らかであり、負荷の大きさも前項で述べたように年々増加しているのが現状である。ところで、加熱器容量や給水システムの揚水ポンプ容量などに1時間最大値が一般に用いられているが、その理由について明かな説明をしている資料は少なく、その根拠は曖昧である。先の資料においてもこの1時間最大値を加熱器容量としており、この点については疑問の残る所であるが、資料にはこの1時間最大値とともにピークロードの継続時間も載せており、ここのシステム容量が給湯負荷の変動特性をもとに計算されていることは明らかである。

先に述べたように、給湯負荷の特性(変動特性)は住戸特性や地域特性などに強い関わりを持っていることから、システム容量の検討においても先ずこれらの特性と給湯負荷の実態を把握する必要がある。そして、上記のようにシステム容量が給湯負荷の変動特性より決定されるとすれば、先の給湯負荷の実態とその検討からわが国独自のシステム容量が提案できるはずである。

このことから、本研究では給湯負荷についてはこれまで報告例がほとんどない器具単位での夏冬各々約1ヶ月の詳細測定(1秒間隔)、およそ1年間にわたる長期測定などの実測調査と関西、中部、関東地区の集合住宅を対象にしたアンケート調査を行い、この調査結果をもとに以下について検討する。

- 現状での給湯負荷特性の把握
- 給湯負荷特性と住戸特性などとの関係の検討
- 給湯負荷特性とシステム容量との関係の検討
- 上記検討に基づいた設計資料の整理方法の提案

2)設計資料と資料の整理方法

先に述べたように、給湯負荷は年々増加しており、その特性(変動特性)についても時代と共に変化することが予想され、特定するのは困難であり危険であると思われる。したがって、本研究では給湯負荷の実態調査を行い、それらの解析結果として、

1. 設計資料として現状での給湯負荷特性の提示
2. システム容量の算定方法の提案

を行うことにする。当然のことながら、システム容量の算定方法の提案では、給湯負荷と住戸特性の関係や給湯負荷の変動特性とシステム容量の関係が明らかにされるが、これらについては新たな調査資料を得た時の整理方法を示すことがその目的とされる。

なお、給湯システム容量には加熱器や貯湯槽の他に循環ポンプ、膨張水槽などがあるが、ここではその対象を主要機器である加熱器(加熱量)と貯湯槽(貯湯量)に限定して検討を進めることにする。また、本文中の加熱量と貯湯量は有効容量を示しており、機器効率や機器配管よりの熱損失、槽内の混合損失などは考慮していない。

(3) 既発表論文リスト

(本論文に関連するもの)

- 1) 石渡 博他: 集合住宅における給湯負荷に関する研究 (その1) 空気調和・衛生工学会学術講演会講演論文集 1989.10
- 2) 飯尾昭彦・石渡 博他: 集合住宅における給湯・暖房負荷に関する研究 (その2) - アンケート一次集計結果 - 空気調和・衛生工学会学術講演会講演論文集 1990.10
- 3) 石渡 博他: 集合住宅における給湯・暖房負荷に関する研究 (その3) - 住戸数・水温が給湯負荷に及ぼす影響 - 空気調和・衛生工学会学術講演会講演論文集 1990.10
- 4) 杜 俊生・石渡 博他: 集合住宅における給湯・暖房負荷に関する研究 (その4) - 用途別の湯使用の検討 - 空気調和・衛生工学会学術講演会講演論文集 1990.10
- 5) 石渡 博他: 集合住宅における給湯・暖房負荷に関する研究 (その5) - 年末年始における給湯負荷の変動特性 - 空気調和・衛生工学会学術講演会講演論文集 1991.10
- 6) 坂上恭助・石渡 博他: 集合住宅における給湯・暖房負荷に関する研究 (その6) - 湯使用における同時使用器具数の分析 - 空気調和・衛生工学会学術講演会講演論文集 1991.10
- 7) 石渡 博他: 集合住宅における給湯・暖房負荷に関する研究 (その7) - 加熱量と貯湯量の関係 - 空気調和・衛生工学会学術講演会講演論文集 1992.10
- 8) 土田義勝・石渡 博他: 高層集合住宅における給湯エネルギー消費に関する研究 - その1 年間変動特性について - 日本建築学会大会学術講演梗概集 1993.9
- 9) 石渡 博他: 集合住宅における給湯・暖房負荷に関する研究 (その8) - 加熱量と貯湯量の関係 (その2) - 空気調和・衛生工学会学術講演会講演論文集 1993.10
- 10) 市川憲良・石渡 博他: 住宅の瞬時給水負荷に関する研究 その1 実測調査の概要 日本建築学会大会学術講演梗概集 1994.9
- 11) 中島 薫・石渡 博他: 住宅の瞬時給水負荷に関する研究 その2 時系列データの解析 日本建築学会大会学術講演梗概集 1994.9
- 12) 土田義勝・石渡 博他: 住宅の瞬時給水負荷に関する研究 その3 負荷特性の把握 日本建築学会大会学術講演梗概集 1994.9

(その他)

- 1) 石渡 博他: 給湯設備の使用感に関する研究 その8 快適なシャワー設備のための基礎研究 その1 空気調和・衛生工学会学術講演会講演論文集 1988.9
- 2) 鎌田元康・石渡 博他: 給湯設備の使用感に関する研究 その9 快適なシャワー設備のための基礎研究 その2 空気調和・衛生工学会学術講演会講演論文集 1988.9
- 3) 田中正敏・石渡 博他: シャワーの湯量、湯温による人体反応 (その2) 第12回人間-熱環境シンポジウム報告集 1988.12
- 4) 洪 玉珠・石渡 博他: 給湯設備の使用感に関する研究 その12 風呂の追い焚きに関する実験的研究 空気調和・衛生工学会学術講演会講演論文集 1989.10
- 5) 洪 玉珠・石渡 博他: 風呂の追い焚きによる人体反応 第13回人間-熱環境シンポジウム報告集 1989.11
- 6) 洪 玉珠・石渡 博他: 住宅用給湯設備の使用感に関する実験的研究 第2報 - シャワ・入浴 空気調和・衛生工学会論文集 NO.45, 1991.2
- 7) 平手小太郎・石渡 博他: 住宅用給湯設備の使用感に関するアンケート調査 第2報 - 浴室周りの調査および湯使用時の要求水準 空気調和・衛生工学会論文集 NO.52, 1993.6

1.2 概要と研究のフロー

(1) 各章の概要

本研究は以下の5章からなる。

第1章 序論

住棟セントラル方式の給湯システム容量の算定方法については資料が
いまだに整理されていないなど問題が多い。本章ではこれらの問題点
の原因を明らかにして、その解決策としての本研究の目的を説明して
いる。また、既往文献を整理し、研究フロー、論文の構成を説明して、
本研究の位置づけを明らかにしている。

第2章 アンケート調査に基づく給湯負荷要因の把握

現状での給湯負荷特性の把握を目的として関西、中部、関東から4つ
の地域を選び、集合住宅を対象にアンケート調査を行った。4つの地
域としたのは地域特性の影響を予想したものであるが、本章ではこの
調査結果の解析から給湯負荷要因（使用意識や地域特性など）を明ら
かにしている。

第3章 実測調査に基づく給湯負荷の解析

現状での給湯負荷特性（消費量）の把握を目的として器具単位、住戸
単位、住棟単位および季節毎の実測調査を行った。器具単位の給湯負
荷については報告例も少なく、貴重な調査結果となっている。本章で
はこれらの調査結果の解析から各負荷特性を明らかにしているが、器
具の平均流量や住戸規模による負荷の変動特性の違いなど、第4章に
おいて検討される給湯負荷についても明らかにしている。

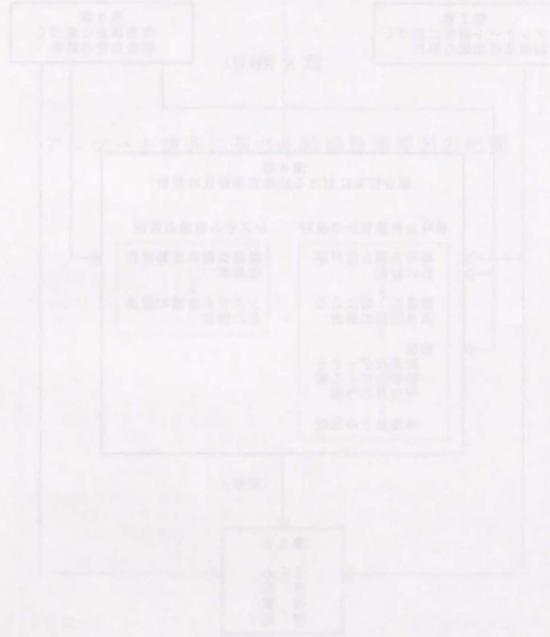
第4章 集合住宅における給湯負荷特性の解析

本章は瞬時最大負荷算定法の検討とシステム容量の算定法の検討の2
つの項目からなる。瞬時最大負荷の検討では給湯負荷と住戸特性との
関係を解析し、住戸特性の数量化によって得られる器具単位の水使用
率から確率法を用いて瞬時最大負荷を計算する方法を提案している。
また、これについては住棟単位の測定結果を使用して検証している。
システム容量の算定方法の検討では、消費量と供給量の関係の解析か
ら、それらの累積値に着目して負荷の日変動がシステム容量に深い関
わりを持つことを明らかにし、貯湯量と加熱量の関係を表す曲線を示

している。また、貯湯量と加熱量の最適な組み合わせを求める方法と
してコスト比率を用いたシステム容量の最適化法について検討してい
る。

第5章 設計資料と資料整理のための検討

設計方法・手順を念頭において本研究のまとめを行っている。また、
既往資料との比較など、考察と今後の課題について述べている。



(2) 研究のフロー

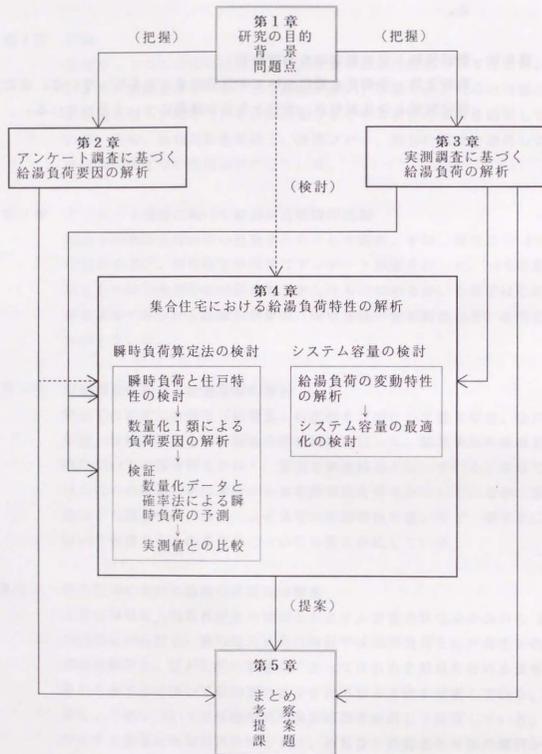


図 1.2-1 研究フロー

第2章

アンケート調査に基づく給湯負荷要因の把握

項目	内容
調査対象	東京都内23区に所在する集合住宅
調査期間	平成17年10月～平成18年3月
調査方法	アンケート調査
調査項目	給湯負荷の発生状況、給湯設備の種類、給湯システムの構成、給湯負荷の予測値、給湯負荷の実際値、給湯負荷の要因
調査結果	給湯負荷の発生状況、給湯設備の種類、給湯システムの構成、給湯負荷の予測値、給湯負荷の実際値、給湯負荷の要因

第2章 アンケート調査に基づく給湯負荷要因の把握

2.1 現状把握と地域特性

第1章で述べたように、住宅における給湯負荷は一般にライフスタイルや節水、衛生観念などの湯使用意識により異なってくる。このライフスタイルは身近な所では勤め先、学校、買い物、遊び場所などの人間の活動範囲の広さなどが、大きくは社会状況などが影響して時代が変われば自ずと変化していくものであり、湯使用意識については流行や経済状況なども関わっていると予想される。流行そのものがその時の経済状況の反映と見ることでもでき、豊かさ（多ければよい）から快適さ（ちょうどよい）への意識変化などは単に飽食の果てにつかみ得た悟りではなく、かげりの見え始めた経済へのいち早い対応であったと思われる。このような状況にある今、現状での給湯負荷要因の把握は本研究には必要不可欠な手続きである。このことから、湯使用意識や地域特性などの負荷要因について検討することを目的に、いくつかの地域を対象にしたアンケート調査を行った。

(1) 調査概要

調査対象

アンケート調査は第3章に示す住戸単位の給湯負荷の実測調査とともに、関東（光が丘地区、東戸塚地区）、中部（名古屋地区）、関西（芦屋浜地区）の4地区を対象に1989年1月または2月に行った。表2.1-1に調査対象の概要を示す。

表 2.1-1 アンケート調査対象

地 区	概 要	備 考
光が丘地区	東京都練馬区光が丘 住宅・都市整備公団の郊外型集合住宅 賃貸住宅 3DK 110戸 分譲住宅 2LDK、3LDK 63戸	
東戸塚地区	神奈川県横浜市東戸塚 民間の郊外型集合住宅 分譲住宅 3LDK 101戸	
名古屋地区	愛知県名古屋市 住宅・都市整備公団の都心型集合住宅 賃貸住宅 3LDK、4LDK 110戸	
芦屋浜地区	兵庫県芦屋市 住宅・都市整備公団の郊外型集合住宅 賃貸住宅 110戸 分譲住宅 63戸	最終の対象住戸数は表より多くなっている。

調査方法

原則として、調査は戸別訪問にて調査意図を説明し、アンケート用紙の配布後1週間程して回収する留置法とした。

アンケート概要

調査内容は住戸特性など（家族構成、年齢、年収、エネルギー料金など）、用途別の湯使用状況（洗顔・手洗いの湯使用、入浴回数など）、湯使用・給湯設備に対する意識に関して質問を行った。

(2)調査結果

アンケートの有効回答数は、光が丘地区が118件（68.2%）、東戸塚地区が64件（58.2%）、名古屋地区が82件（74.5%）、芦屋浜地区が177件であった。なお、芦屋浜地区の回収率は事情により配布数が不明のため計算していない。

以下では各アンケートの結果について検討すると共に4地区の比較を行う。

住戸特性など

図 2.1-1~7 には調査対象住戸の床面積、家族構成などの住戸特性や月当たりの給湯費についての調査結果を示す。

床面積 (図 2.1-1) 東戸塚地区は事情により未調査である。調査対象住戸は、光が丘地区と芦屋浜地区では面積の大きい住戸を中心にして小さい方へと順に少なくなっているが、名古屋地区では60㎡未満の住戸と70㎡以上の住戸が多数を占めており、極端な規模構成となっている。

家族構成 (図 2.1-2~4) 全地区での平均家族人数は3.3人であったが、地区別では、光が丘地区で3.3人、東戸塚地区では3.6人、名古屋地区では3.1人、芦屋浜地区では3.4人であった。都心型の名古屋地区では2人家族が比較的多くなっている。東戸塚地区では4人家族が半数以上となっており、民間分譲住宅であることを考慮に入れば比較的安定した家族構成の住戸が多数を占めていると考えられる。芦屋浜地区でも4人家族が比較的多くあり、男女別の構成比率からも分かるように、これら2地区の4人家族は男女半数ずつの家族が多くなっている。

総収入 (図 2.1-5) 東戸塚地区は事情により未調査である。光が丘地区、名古屋地区では、年収401~600万円が最も多くなっているが、芦屋浜地区では年収

601~800万円が多くなっている。

給湯費 (円/1ヶ月) (図 2.1-6~7) 給湯単価が地区より異なるので一概には言えないが、どの地区もほぼ同じ価格帯に入っている。平均家族人数の多い東戸塚地区と芦屋浜地区では、これより高い価格帯の比率が多少高くなっている。

用途別の湯使用状況

図 2.1-8~34には用途別の湯使用状況についての調査結果を示す。

洗顔・手洗いの湯使用 (図 2.1-8~9) 芦屋浜を除く地域では、「時々使う」を含めれば、夏期においても半数以上が湯を使用し、冬期では90%以上が使用しており、夏期では文献¹⁾(36%)より多くなっている。

洗顔での流水状況 (図 2.1-10~11) 芦屋浜を除く地域では、「流したまま」が夏期では60%程度、冬期では70%程度となっているが、芦屋浜地区では「溜めて使う」が夏期で40%、冬期では50%で最も多くなっており、前記と同様に芦屋浜地区の湯使用が他地域と異なっている。

文献¹⁾(関東地区)においては82%が「流したまま」であり、本調査結果より比率が高くなっている。

風呂を沸かす日 (図 2.1-12~13) 光が丘、東戸塚の関東地区では1日置きであるのに対して、名古屋、芦屋浜地区では各曜日とも頻度が高く、曜日による違いが明確ではない。夏冬の違いについては、関東地区での夏の頻度が全体に高くなっている。図に示してはいるが、シャワーのみで済ませる1週間当たりの平均日数(夏期)は光が丘地区では3.3日、東戸塚地区では3.4日、名古屋地区では2.3日、芦屋浜地区では2.5日となっており、関東地区ではシャワーのみで済ませる場合が比較的多く、中部、関西地区では風呂に入る方が多くなっていることが分かる。

湯使用(入浴)の時間帯 (図 2.1-14) 追い炊き機能を有しているのは名古屋地区のみであり、他地域では差し湯によって追い炊きを行っていると思像されるが、どの地区も「まとまった」が50%弱となっており、セントラル給湯により湯使用が手軽に行えることなどが自由な時間での入浴を可能にしていると考えられる。

残り湯の他利用など (図 2.1-15~16) 名古屋地区を除き、「いつも利用」と

「時々利用」は70%程度になっている。名古屋地区では利用しないが50%以上であり、追い炊き機能の利用による湯の汚れなども利用されない理由の一つと想像される。利用用途は洗濯が最も多くなっている。

食器洗いの湯使用(図 2.1-17 ~19) 「いつも使う」と「時々使う」は夏期においても70%程度、中間期(春秋)では90%程度であり、冬期では「いつも使う」が90%となっており、台所での湯使用は年間を通して定着している。

高温の湯の使用(図 2.1-20) 油污れ落としでの高温の湯の使用はほぼ90%以上となっている。

洗濯機での湯使用(図 2.1-21 ~23) 東戸塚地区では冬期においても「使わない」が50%以上となっており、その他地域と異なっている。その他地域については、「いつも使う」と「時々使う」が夏期では40~50%、中間期では50~70%、冬期では50~80%となっており、文献¹⁾とほぼ同じ結果となったが、洗濯機での湯使用も一般的になりつつある。

手洗い洗濯での湯使用(図 2.1-24 ~26) 洗濯機での湯使用に比べれば当然と言える結果であるが、夏期では「いつも使う」と「時々使う」は80%程度、冬期ではほぼ100%となっている。

浴室掃除での湯使用(図 2.1-27 ~29) 夏期でも「いつも使う」「時々使う」は50%以上、冬期では90%程度でありこの用途での湯使用は定着している。

浴室掃除に使う湯(図 2.1-30) その利便性のためシャワーによる場合が最も多くなっている。

浴室以外の掃除での湯使用(図 2.1-31 ~33) 夏期でも「いつも使う」「時々使う」は50%以上、冬期では90%程度となっており、浴室掃除での湯使用とほぼ同じ結果となっている。

浴室以外の掃除に使う湯(図 2.1-34) 残り湯利用の少ない名古屋地区では「台所」が多くなっているが、その他の地区では残り湯の利用と排水がしやすいため浴室給湯栓の利用が多くなっている。

湯使用・給湯設備に対する意識

図 2.1-35 ~50には、湯使用意識や現状の給湯設備に対する考え方の調査結果を示す。

お湯の使用について(図 2.1-35) どの地区でも「少し節約」が80%程度となっており、アンケート記入者のほとんどが主婦であることを考えると予想できる結果である。しかしながら、「大いに節約」が10%以下(光が丘地区は15%程度)であることを考え合わせると、セントラル給湯の手軽さも影響しているが、お湯の使用が当たり前といった状況にあると見ることができる。

湯をふんだんに使いたい用途(図 2.1-36) どの地区も湯をふんだんに使いたい用途として入浴を一番に上げている。名古屋、芦屋浜地区では台所用途の比率が高くなっている。

湯を節約している用途(図 2.1-37) ほとんど主婦が利用する用途であるので節約が徹底できるのがその理由と思われるが、台所用途が最も節約している用途となっている。その反面、台所用途は特に名古屋、芦屋浜地区ではふんだんに使いたい用途にもなっている。洗面、手洗いについては台所、入浴用途に比べて湯使用の必要性が低いいためか、「節約している」比率が比較的高くなっている。

湯の値段について(図 2.1-38) 給湯費(図 2.1-7参照)はどの地区もほぼ同じであり「高い」は50%程度であるが、それより多少高額となっている住戸が多い芦屋浜地区(図 2.1-6,7参照)では「高い」は80%程度となっている。

各用途でのお湯の量(図 2.1-39 ~42) 水栓その他の給湯諸条件が異なるため比較はできないが、ほとんどの地区で「今のまま」が90%程度となっているものの、東戸塚地区における浴室の給湯栓・シャワーについては「もっと多く」が40%以上もあり、水栓またはシステム上の問題がある。

湯待ち時間(図 2.1-43 ~50) これについても給湯諸条件の違いが大きく反映していると思われる。冬期の光が丘、東戸塚地区では各用途とも「もっと短く」が60%程度となって多少の不満を持っていることが分かる。東戸塚地区の浴室用途では、夏期においても「もっと短く」が半数以上となっておりシステム上の問題があるようである。名古屋、芦屋浜地区では、「もっと短く」は夏期で80%、冬期で40%程度であり、顕著な不満は見られない。

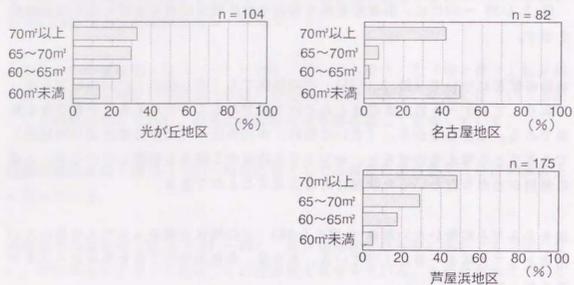


図 2.1-1 床面積

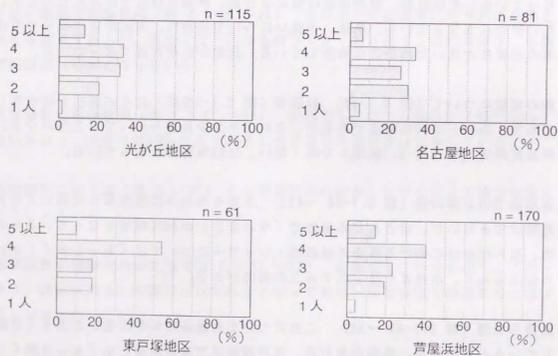


図 2.1-2 家族構成 (全員)

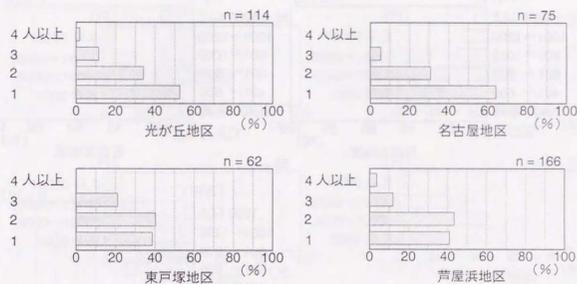


図 2.1-3 家族構成 (男)

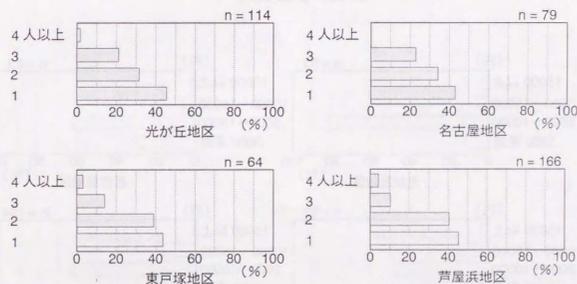


図 2.1-4 家族構成 (女)

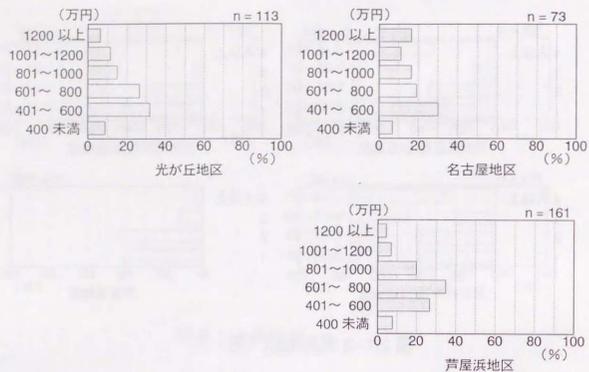


図 2.1-5 総収入

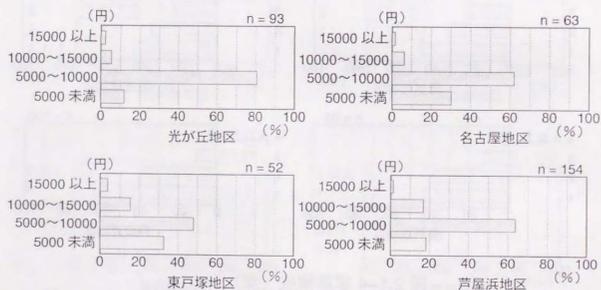


図 2.1-6 給湯費(夏)

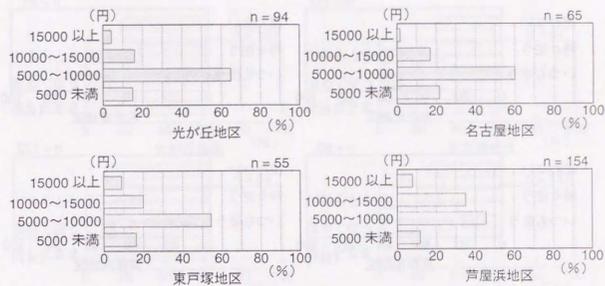


図 2.1-7 給湯費(冬)

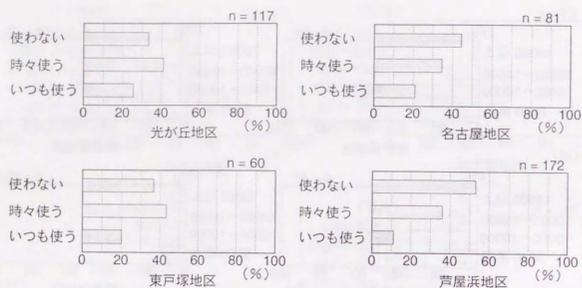


図 2.1-8 洗顔・手洗いで湯使用 (夏)

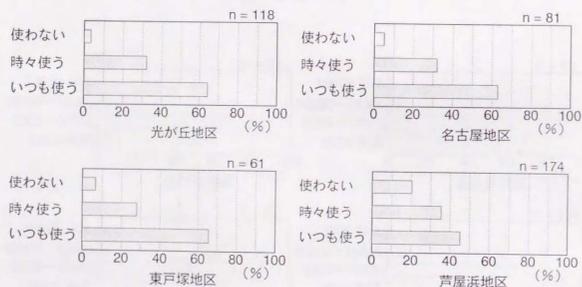


図 2.1-9 洗顔・手洗いで湯使用 (冬)

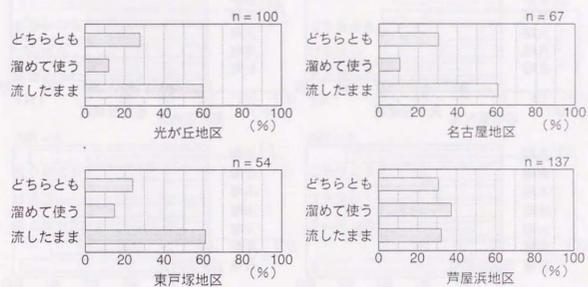


図 2.1-10 洗顔の流水状況 (夏)

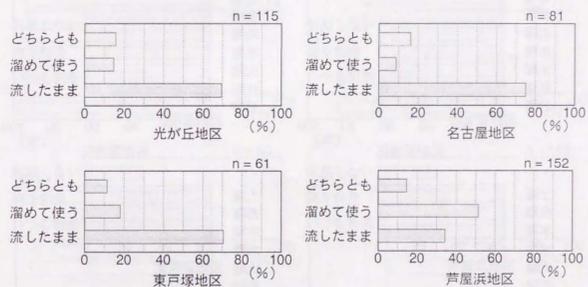


図 2.1-11 洗顔の流水状況 (冬)

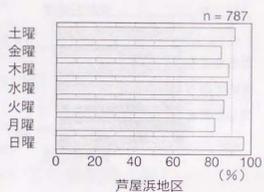
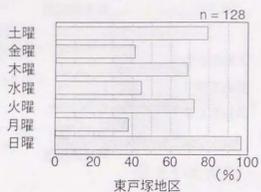
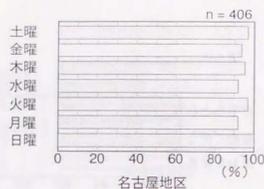
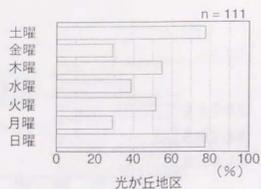


図 2.1-12 風呂を沸かす日 (夏)

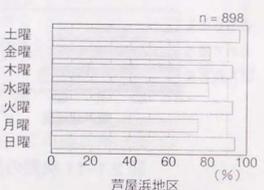
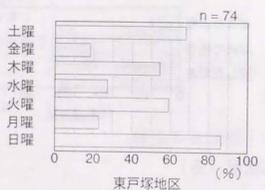
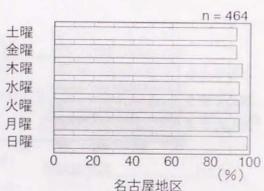
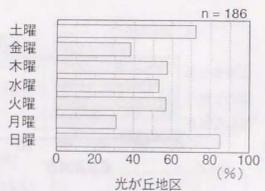


図 2.1-13 風呂を沸かす日 (冬)

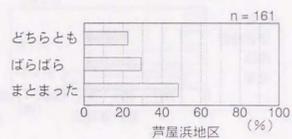
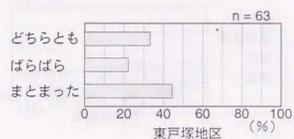
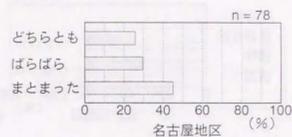
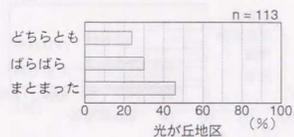


図 2.1-14 湯使用の時間帯

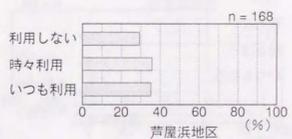
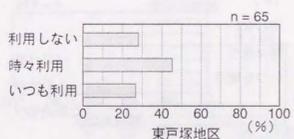
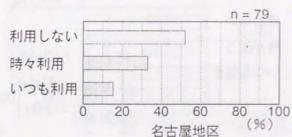
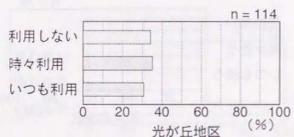


図 2.1-15 残り湯の他利用

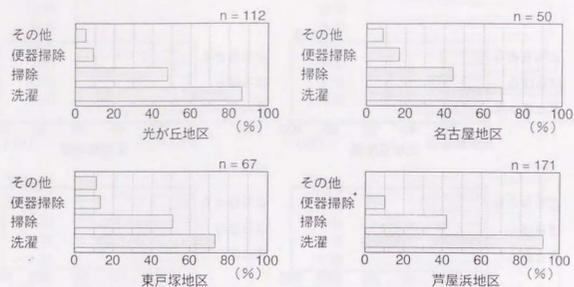


図 2.1-16 残り湯の利用用途

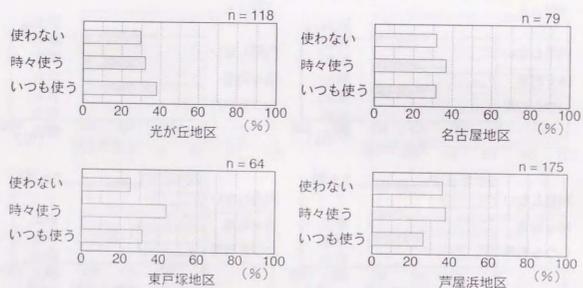


図 2.1-17 食器洗いでの湯使用 (夏)

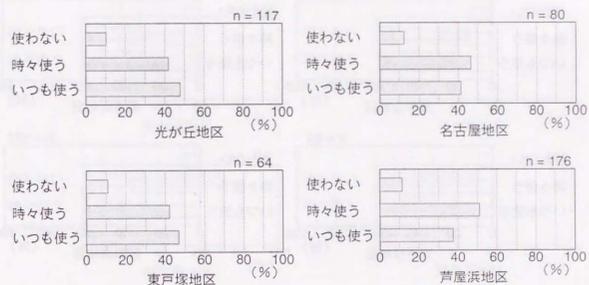


図 2.1-18 食器洗いでの湯使用 (春秋)

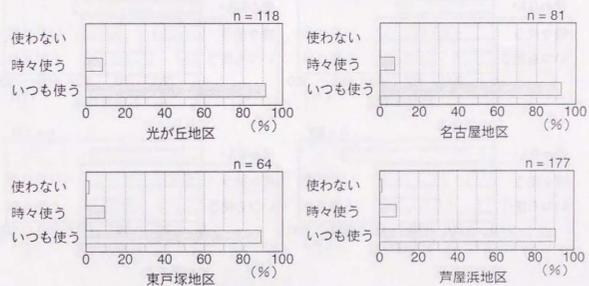


図 2.1-19 食器洗いでの湯使用 (冬)

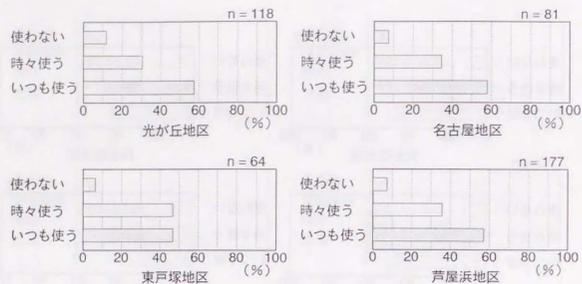


図 2.1-20 高温の湯の使用 (油污れ落とし)

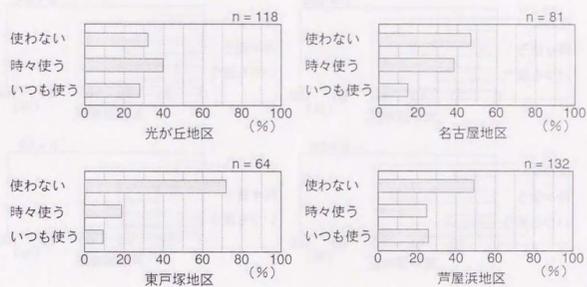


図 2.1-22 洗濯機での湯使用 (春秋)

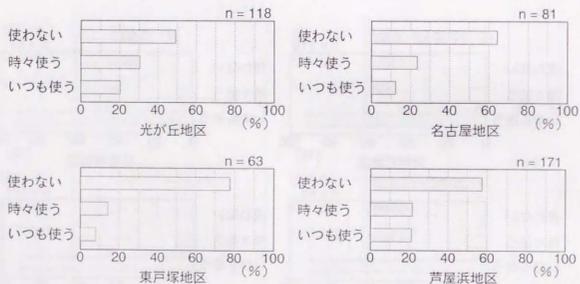


図 2.1-21 洗濯機での湯使用 (夏)

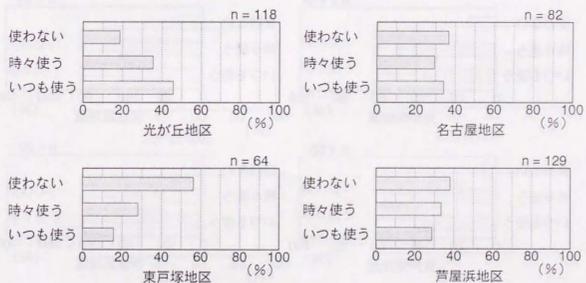


図 2.1-23 洗濯機での湯使用 (冬)

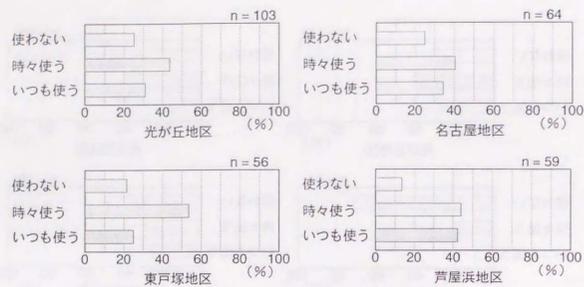


図 2.1-24 手洗い・洗濯での湯使用（夏）

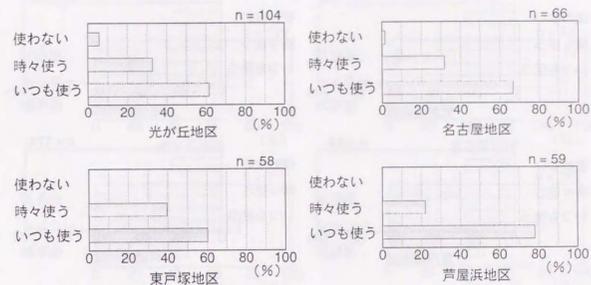


図 2.1-26 手洗い・洗濯での湯使用（冬）

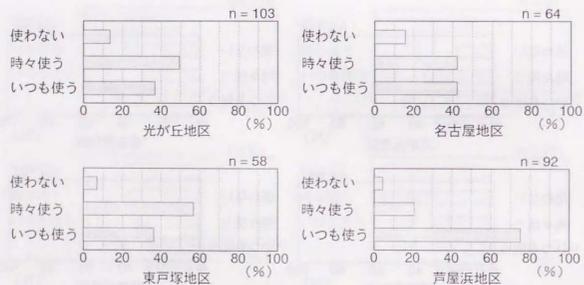


図 2.1-25 手洗い・洗濯での湯使用（春秋）

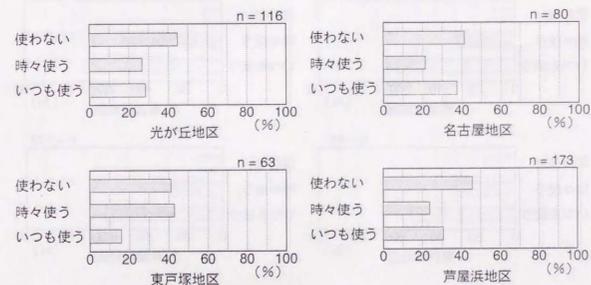


図 2.1-27 浴室掃除での湯使用（夏）

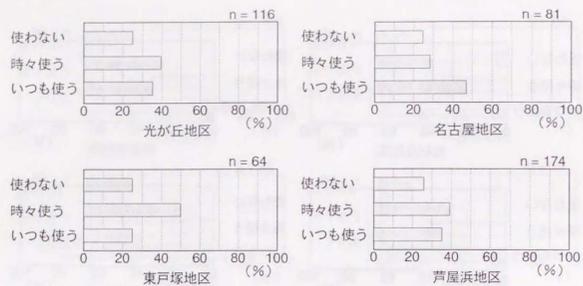


図 2.1-28 浴室掃除での湯使用 (春秋)

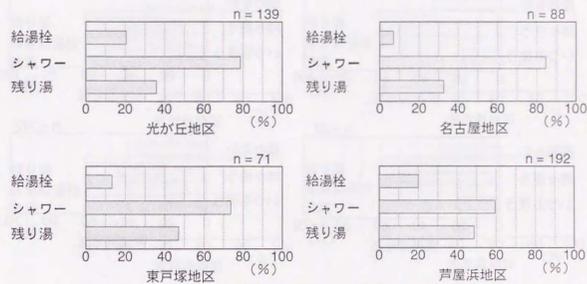


図 2.1-30 浴室掃除に使う湯

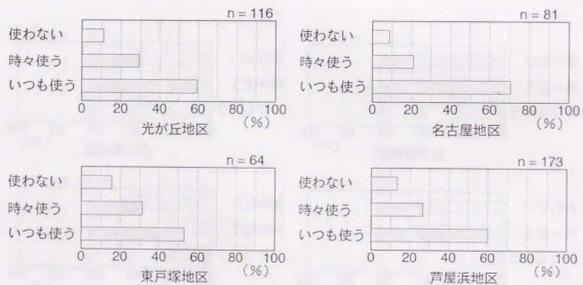


図 2.1-29 浴室掃除での湯使用 (冬)

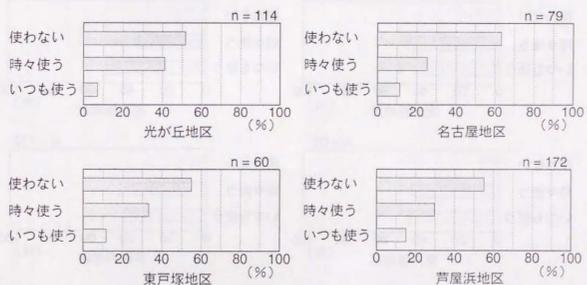


図 2.1-31 浴室以外の掃除での湯使用 (夏)

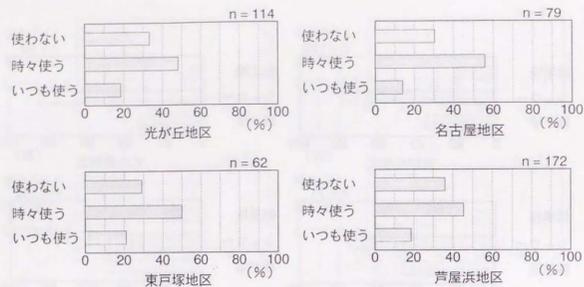


図 2.1-32 浴室以外の掃除での湯使用（春秋）

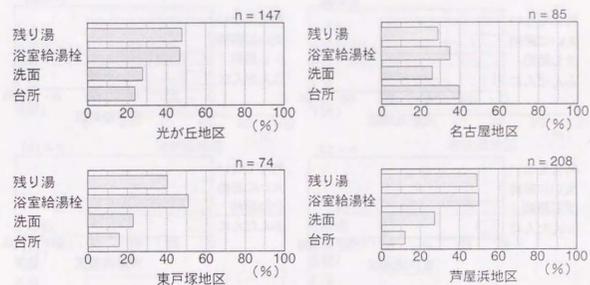


図 2.1-34 浴室以外の掃除に使う湯

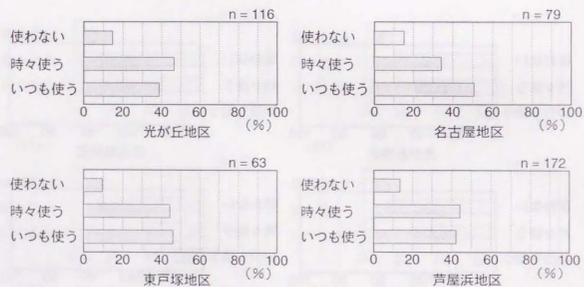


図 2.1-33 浴室以外の掃除での湯使用（冬）

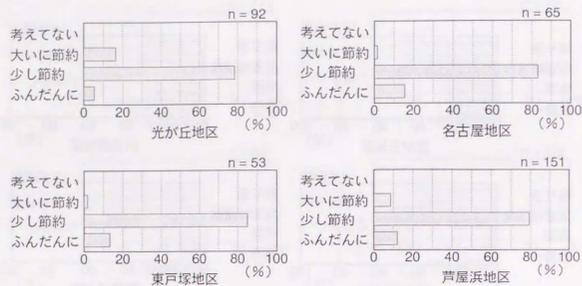


図 2.1-35 お湯の使用について

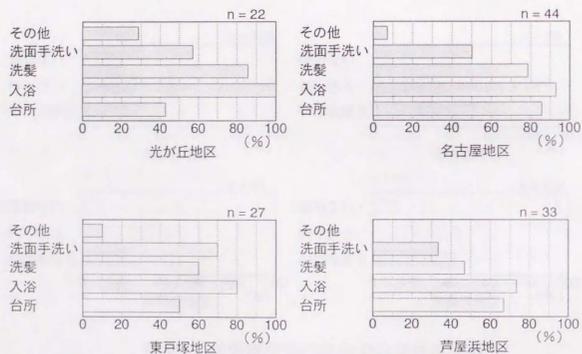


図 2.1-36 湯をふんだんに使いたい用途

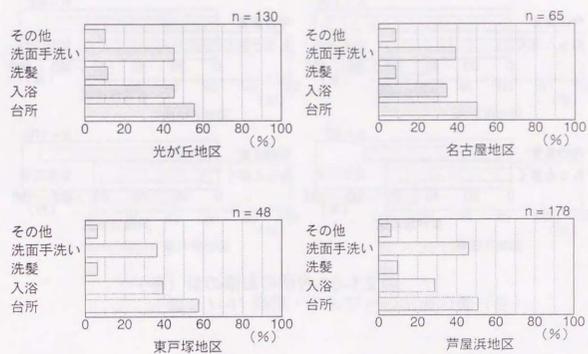


図 2.1-37 湯を節約している用途

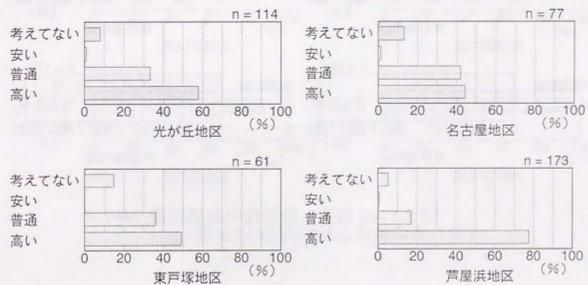


図 2.1-38 お湯の値段について

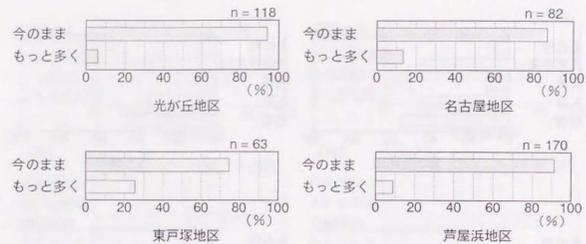


図 2.1-39 台所のお湯の量 (冬)

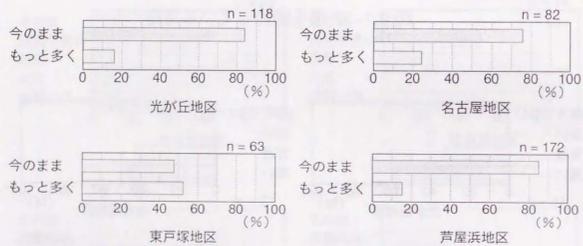


図 2.1-40 浴室・給湯栓のお湯の量 (冬)

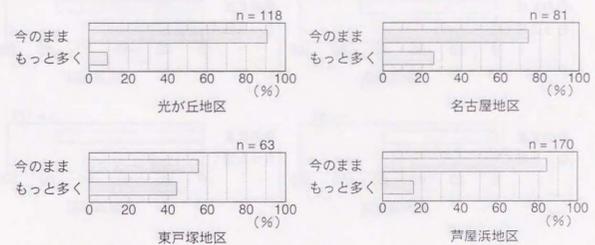


図 2.1-41 浴室・シャワーのお湯の量 (冬)

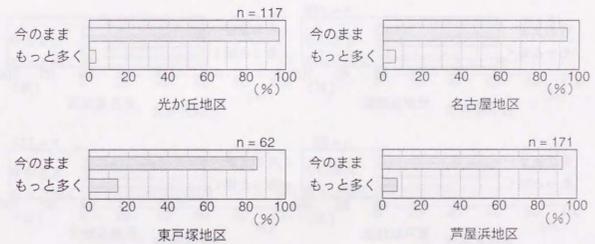


図 2.1-42 洗面器のお湯の量 (冬)

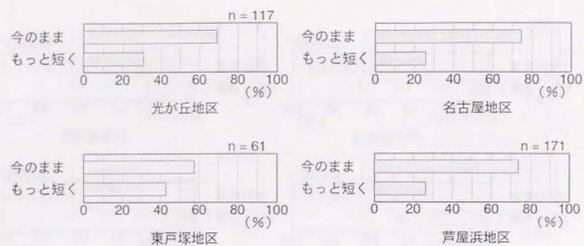


図 2.1-43 台所の湯待ち時間 (夏)

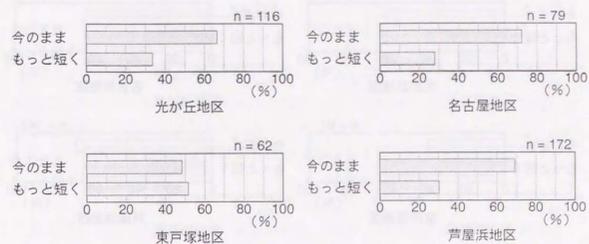


図 2.1-45 浴室・給湯栓の湯待ち時間 (夏)

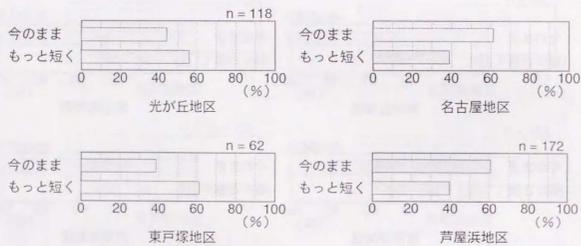


図 2.1-44 台所の湯待ち時間 (冬)

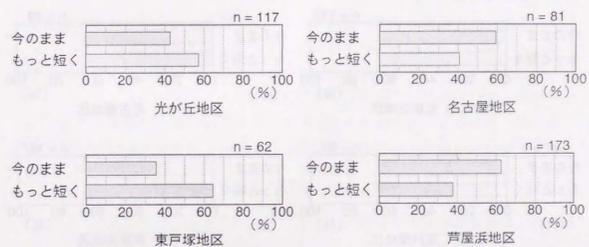


図 2.1-46 浴室・給湯栓の湯待ち時間 (冬)

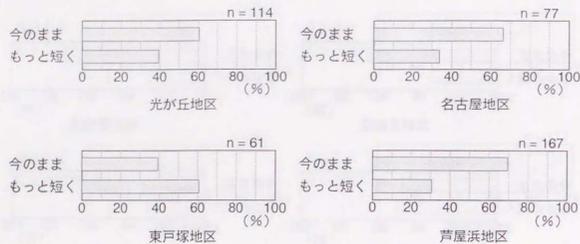


図 2.1-47 浴室・シャワーの湯待ち時間 (夏)

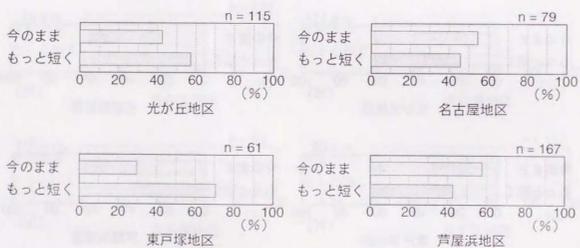


図 2.1-48 浴室・シャワーの湯待ち時間 (冬)

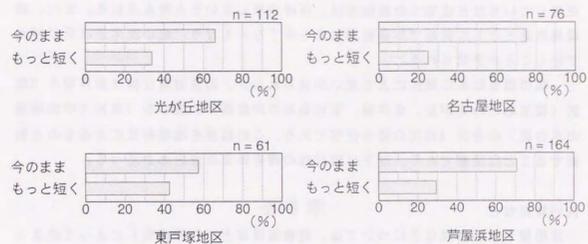


図 2.1-49 洗面の湯待ち時間 (夏)

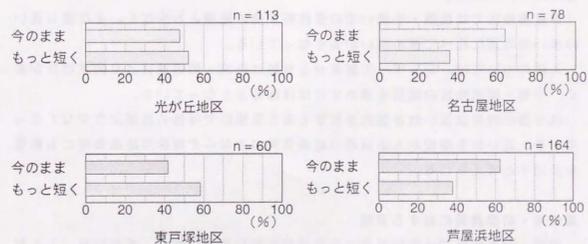


図 2.1-50 洗面の湯待ち時間 (冬)

2.2 まとめ

洗顔・手洗いで湯使用などは夏期での使用も多く、流水状況も流したままで使用しているなど住宅での湯使用は、ほぼ定着していると考えられる。また、洗濯機用途とともに掃除での湯使用なども多くなっており、湯の使用量は更に増えていくことが予想される。

一部の調査結果に地区による違いが見られたが、調査対象住棟は郊外型の3地区（関東地域の光が丘、東戸塚、関西地域の芦屋浜）、都心型1地区（中部地域の名古屋）の合計4地区の集合住宅であり、この結果を地域特性によるものと判断することは困難である。以下に項目毎の調査結果のまとめを述べる。

住戸特性など

床面積や家族構成などについては、建物規模など（住棟特性）によって決まってくるので、一般に地域による違いはないように思われる。本調査においては都心型の名古屋地区の平均家族人数が他の地区より少なく、平均床面積も小さくなっている。これを都心型住宅の特徴と考えるのは早計に過ぎるが、高額な地代から平均の住戸面積が制限される場合や入居対象の性格付けを行う場合には、この結果を住棟特性によるものと見ることもできる。

用途別の湯使用状況

芦屋浜地区では洗顔・手洗いで湯使用が他の地域より少なく、また流し洗いの多い他地域に比べて溜め洗いが多くなっている。

入浴については、シャワーで済ませる日数は中部・関西地区より関東地区が多く、中部・関西地区の風呂を沸かす日はほぼ毎日となっている。

残り湯の利用は追い炊き機能を有する名古屋地区では他の地域より少なくなっており、追い炊き機能が入浴関連の給湯負荷のみならず掃除用給湯負荷にも影響を及ぼすと考えられる。

湯使用・給湯設備に対する意識

中部・関西地区では台所用途での湯使用の節約意識が強く、その反面、ふんだんに使いたい用途として入浴の次に高い比率となっている。

現状での湯量・湯待ち時間については、東戸塚地区の結果が他の地域と異なっているが、原因の多くはシステム上（東戸塚地区はガス会社独自の住棟セントラル給湯方式）の問題と思われる。

第3章

実測調査に基づく給湯負荷の解析

第3章 実測調査に基づく給湯負荷の解析

第2章では現状での湯使用意識と湯使用に関わる要因の把握を目的にアンケート調査結果の解析を行った。本章では前記アンケートの測定対象を含む6住棟に対して行われた給湯消費量の実測結果をもとに器具単位、住戸単位、規模別、季節別の給湯負荷の特性などについて検討する。

表3-1に実測調査概要を示す。A住棟（住棟概要については各項を参照）での調査では、器具単位1秒間隔の測定を夏冬約1ヶ月間行っており、同時に家族構成などの住戸特性についてのアンケート調査も行っている。B住棟での調査では、住戸単位10分間隔（年末年始は1分間隔）の測定を1年間行っている。C住棟と同じ住宅団地にある規模の異なる18棟について、住棟規模の測定を8ヶ月間行っている。C～F住棟は第2章のアンケート調査対象住棟であり、住戸単位5～10分間隔の測定を冬期に休日と平日の2日間行っている。

表 3-1 実測調査概要

調査対象	調査内容	調査日・調査期間	アンケート対象
A住棟	器具単位 1秒間隔	夏冬約 1月間	一部○ (住戸特性)
B住棟	住戸単位 1分、10分 間隔 (季節別)	約 1年間 (年末年始)	
C住棟	住戸単位 10分間隔	冬期 2日間	○
	規模別 (季節別)	9月～2月 (1週間/月)	
D住棟	住戸単位 5分間隔	冬期 2日間	○
E住棟	住戸単位 10分間隔	冬期 2日間	○
F住棟	住戸単位 15分間隔	冬期 2日間	○

3.1 器具単位の給湯負荷の解析

(1) 調査概要

集合住宅における器具別測定は、これまで給水負荷について10戸の住宅を対象にした測定¹⁾が、給湯負荷については5戸の住宅を対象にした測定²⁾(7秒間隔)が行われている。また、湯使用における適温・適流量については被験者実験によるもの³⁾が報告されている。本調査では25戸の住宅を対象に給水、給湯のそれぞれについて1秒間隔での測定を行った。

測定対象の概要

表 3.1-1に調査対象の住棟(以下、A住棟)概要を、表 3.1-2に設備概要を示す。A住棟は中央区の隅田川沿いに建つ住宅・都市整備公団の賃貸住宅であるが、銀座に程近い典型的な都心型集合住宅である。住戸構成から入居者は単身および少人数家族が多いと想像される。給湯方式は住棟セントラル方式であり、地下2階に貯湯槽を有し、屋上(ペントハウス上部)の給湯用高置水槽にて給湯するシステムである。住戸内の配管はさや管ヘッダー方式であり、洗濯機用にも給湯を行っている。

測定方法

ヘッダー方式では、給湯管はヘッダーから各水栓まで単独に配管されているので、ヘッダーからの分岐配管にパルス発信型の流量センサー(7.69cc/p)を取り付け、それを住戸毎にロガーにて1秒間隔で記録した。測定は夏期と冬期のそれぞれに行ったが、全住戸について同時に測定を行った期間は、冬期については1月11~31日、夏期については7月1~31日でこの期間を解析対象とした。また、測定はすべての住戸規模を含む25戸について行ったが、欠測などの理由から解析対象住戸は表 3.1-3に示すように、冬期17戸、夏期18戸となっている。

なお、測定は同じ方法で給水についても行っており、使用湯温の解析にも必要となることから、以下の解析は給水についても行っている。

(2) 調査結果

用途別負荷特性

表 3.1-4(1)、(2)に冬期と夏期のそれぞれにおける用途別の1回当たりの水(湯)使用時間、吐水量、平均流量を示す。

使用時間 使用時間については、台所、浴室、洗面の各用途とも冬期の方が多少長くなっているが、水温や使用湯温などの違いによるものと想像される。夏期

の洗濯用途では給水の使用時間が給湯に比べてかなり短くなっているが、後に述べるように洗濯用途についてはばらつきが多く特定しにくい。文献2)と比較すると、台所用途では多少短くなっているもののほぼ同じと考えることができるが、洗面については冬期で半分近くになっている。浴室用途については落とし込み用途を特定できず同一データとして扱ったためか、文献2)の浴室用途(落とし込み用途は別データとしている)より使用時間が多少長くなっている。図 3.1-1に各用途の水(湯)使用時間の頻度分布を示す。

吐水量 台所、浴室、洗面用途の吐水量については、冬期と夏期の給水と給湯の値が逆転しており、水温、湯温の違いによるものと予想される。洗濯用途については給水、給湯ともに冬期が多くなっている。給水と給湯を合わせた吐水量の比較では、台所、浴室、洗面用途ともに文献2)の方が多くなっている。

図 3.1-2に吐水量の頻度分布を示す。

平均流量 平均流量についても冬期と夏期の給水と給湯が逆転しているが、両方を合わせた流量は台所、浴室、洗面用途ともに夏期の方が多くなっている。文献2)との比較では前記同様に文献2)の方が大きくなっている。文献3)の被験者実験によるものとの比較でも本結果は多少小さくなっている。図 3.1-3に平均流量の頻度分布を示す。

使用湯温

用途別使用湯温 図 3.1-4に器具使用開始時の流量変化の例を示す。使用湯温を求めるに当たっては、図に示すような器具使用開始時の流量変動や湯待ち時間内に供給される冷めた湯のために適正な温度を計算することができないので、湯待ち時間内の湯を主管から器具までの配管内容量の計算から約1.5ℓとしてこの分の湯を除いている。以降の使用湯温はこの残りの湯量すなわち有効湯量を示し、湯使用時間は湯待ち時間を除いた有効湯使用時間を示している。

表 3.1-5に冬期、夏期それぞれの給水温度と給湯温度を示す。表3.1-6(1)~(3)に使用湯温の計算結果を、図 3.1-5にそれらの頻度分布を示す。図 3.1-5に示すように、使用湯温には給湯温度での使用(給湯のみの使用)があるが、これは容器または浴槽への落とし込みを目的とした用途であろう。表3.1-6(1)の使用湯温はこの用途を含めた結果(参考)であり、(2)はそれを除いた計算結果である。

予想に反して、すべての用途について夏期の使用湯温の方が高くなっている。夏期測定期間中は例年でない冷夏であり、この影響も無視できないと思われるが、表3.1-5に示すように水温については比較的暖かく、更なる検討を要するとこ

である。しかしながら、図 3.1-5の頻度分布の冬期と夏期を比較すればわかるように、夏期の分布は洗濯用途を除いて冬期の分布の平均以下の部分の頻度割合が大幅に減って削られた形状をしており、水温の比較的高い夏期においては平均以下の使用水温での湯使用回数が減ったものと考えられる。表 3.1-4に示す水使用のサンプル数から冬期、夏期それぞれについて 1日、1住戸当たりの使用回数を調べてみると、台所の水使用回数は冬期49.2回、夏期46.5回でほぼ同じであるが、湯使用回数は冬期の40.5回に対して夏期は22.7回で半数近くに減っており、先の説明を裏付けた結果となっている。洗面用途についても水使用回数は冬期22.7回、夏期22.8回であり、湯使用回数は冬期21.6回、夏期14.4回で同様な結果となっている。浴室用途については、水使用回数は冬期 7.4回、夏期 7.9回でほぼ同じであり、湯使用回数についても冬期 7.4回、夏期 7.8回で大きな差はなく、これについても使用湯温に夏冬の違いが見られない表 3.1-6(2)の結果を説明している。

使用湯温については文献2)でも同様な結果となっており、台所用途を除き、夏期の方が高くなっている。

全データの平均湯温では水(湯)使用回数の多い住戸の影響を強く受けるため、表 3.1-6(3)は水(湯)使用回数の偏りの回避を目的に冬期と夏期の両方に測定した住戸についてのそれぞれの住戸平均を求め、それを平均したものであるが、これについても夏期の方が高くなっている。

使用湯温と湯使用时间 図 3.1-6(1)~(2)に使用湯温と湯使用时间の関係を示す。湯使用時間の短い部分では使用湯温はばらついていることから、短時間の湯使用での温度設定はあまり厳密ではないことが分かるが、浴室用途のばらつきは台所、洗面用途に比べると小さくなっている。冬期では水温が低いため各用途とも低温側にも広く分布している。

使用湯温と使用湯量 図 3.1-7(1)~(2)に使用湯温と使用湯量(1回当たりの吐水量)の関係を示す。湯使用時間と使用湯量は相関が高いので、上記とほぼ同様な分布となっている。

表 3.1-1 A住棟概要

用途	住宅・都市整備団体の賃貸住宅	
建設地	中央区	
規模	1DK	34 戸
	1LDK	169
	2LDK	137
	3LDK	118
	計	458 戸
階数	地下 2階 地上37階	
給湯方式	住棟セントラル方式	

表 3.1-2 住戸内設備概要

配管方式	きや管ヘッダー方式	
定流量弁	10ℓ/分	
水栓	台所	シングルレバー型混合水栓
	浴室	サーモスタット付きシャワーバス水栓(定流量止水機能付)
	洗面	洗髪機能付混合水栓
	洗濯	混合水栓
追炊機能	有り	

表 3.1-3 解析対象住戸

住戸No	住戸タイプ	住戸面積(m ²)	人数	解析対象	
				冬	夏
1	3LDK	82	4	○	○
2	3LDK	82	4	○	○
3	3LDK	72	4	○	○
4	2LDK	72	3	○	○
5	1LDK	72	1	○	○
7	1DK	37	1	○	○
9	2LDK	63	2	○	○
10	1LDK	82	2	○	○
11	1DK	37	1	○	○
12	1DK	37	1	○	○
13	3LDK	82	4	○	○
14	3LDK	82	4	○	○
15	2LDK	72	2	○	○
16	3LDK	82	4	○	○
17	2LDK	85	2	○	○
19	3LDK	72	4	○	○
20	1LDK	62	3	○	○
21	3LDK	90	5	○	○
22	1LDK	48	1	○	○

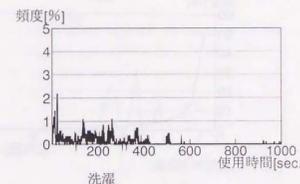
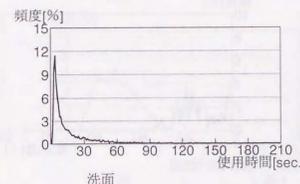
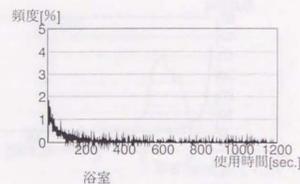
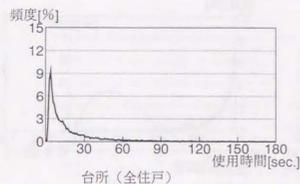
表 3.1-4(1) 用途別水（湯）使用時間 [秒]、吐水量 [ℓ/回]、平均流量 [ℓ/分]

用途 (冬期)	台所		浴室		洗面		洗濯		便所 手洗	
	水	湯	水	湯	水	湯	水	湯	水	水
使用時間 (平均) (標準偏差)	30.5 67.1	33.1 72.3	165 268	179 282	21.4 53.2	21.7 34.0	195 213	211 228	86 154	6.9 3.7
吐水量 (平均) (標準偏差)	1.7 3.5	2.2 5.2	9.0 14.8	23.1 39.4	1.2 2.4	1.5 2.8	23.3 38.5	19.3 32.1	7.2 16.3	0.45 0.36
平均流量 (平均) (標準偏差)	3.3 1.9	3.3 1.7	3.2 1.3	6.8 1.7	2.7 1.4	3.4 1.6	6.3 2.1	5.4 2.2	4.4 1.9	3.7 1.3
データ数	17560	14454	2641	2655	8120	7702	1375	833	5851	1749

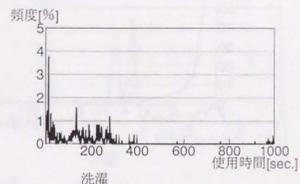
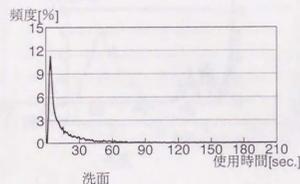
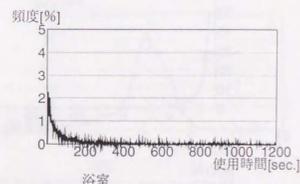
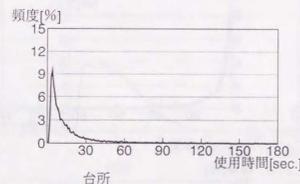
表 3.1-4(2) 用途別水（湯）使用時間 [秒]、吐水量 [ℓ/回]、平均流量 [ℓ/分]

用途 (夏期)	台所		浴室		洗面		洗濯		便所 手洗	
	水	湯	水	湯	水	湯	水	湯	水	水
使用時間 (平均) (標準偏差)	27.1 60.0	30.2 70.0	138 230	144 234	21.7 36.4	21.1 34.8	92 143	172 201	88.7 41.6	7.3 5.2
吐水量 (平均) (標準偏差)	2.1 4.7	1.7 4.2	11.9 20.4	15.9 28.3	1.7 3.2	1.3 2.6	12.7 21.1	15.1 23.7	7.1 4.0	0.43 0.47
平均流量 (平均) (標準偏差)	4.0 2.1	3.0 1.6	4.8 1.6	5.9 1.6	3.8 1.8	2.9 1.5	10.7 3.5	5.1 2.4	4.3 1.8	3.4 1.2
データ数	25956	12663	4400	4325	*1	8026	5434	823	8407	2459

*1:12722個

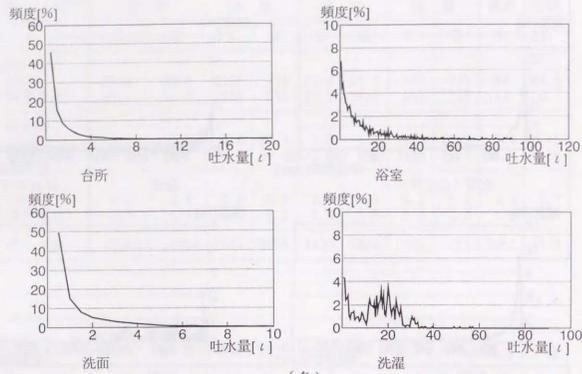


(冬)

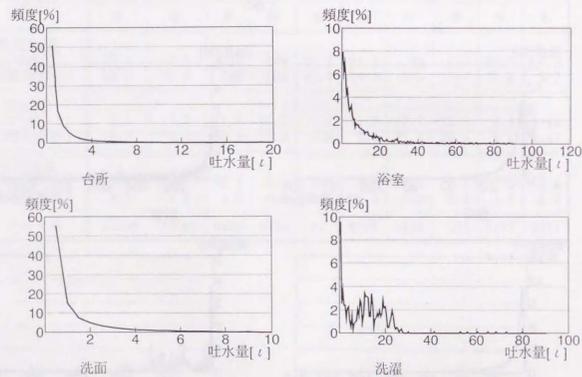


(夏)

図 3.1-1 湯使用時間の頻度分布

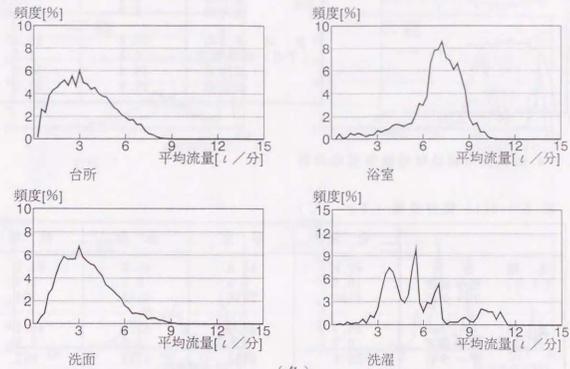


(冬)

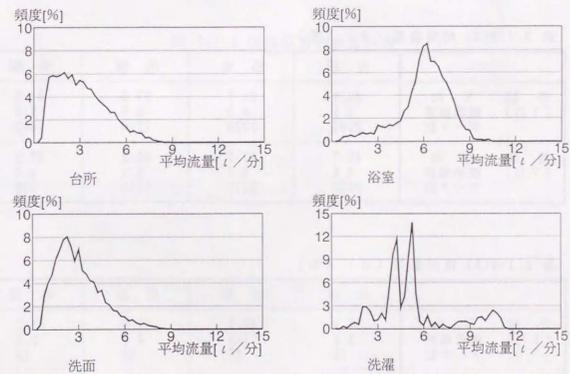


(夏)

図 3.1-2 吐水量の頻度分布



(冬)



(夏)

図 3.1-3 平均流量の頻度分布

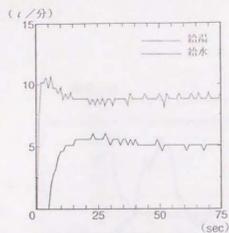


図 3.1-4 器具使用開始時の流量変化の例

表 3.1-5 給水温度・給湯温度 (°C)

		給水温度	給湯温度
冬 期 (1月)	平均	8.3	55.6
	標準偏差	0.6	1.1
	最小値	6.9	53.4
	最大値	9.9	55.1
夏 期 (7月)	平均	20.8	56.9
	標準偏差	0.8	1.5
	最小値	19.4	54.0
	最大値	22.9	58.0

表 3.1-6(1) 使用湯温 (1) (°C)

		台 所	浴 室	洗 面	洗 濯
冬 期 (1月)	平均	42.8	44.4	40.0	34.1
	標準偏差	10.3	7.5	9.2	8.7
	データ数	4198	2216	2073	734
夏 期 (7月)	平均	45.7	45.9	43.5	40.2
	標準偏差	9.2	7.5	8.2	7.9
	データ数	2976	3405	1752	692

表 3.1-6(2) 使用湯温 (2) (°C)

		台 所	浴 室	洗 面	洗 濯
冬 期 (1月)	平均	37.6	41.1	37.0	31.9
	標準偏差	7.5	4.5	6.5	5.6
	データ数	2993	1728	1710	665
夏 期 (7月)	平均	40.7	41.7	40.2	37.3
	標準偏差	6.6	3.4	5.5	4.4
	データ数	2028	2475	1402	586

表 3.1-6(3) 使用湯温 (3) (°C)

		台 所	浴 室	洗 面	洗 濯
冬 期 (1月)	平均	38.1	41.5	37.9	33.2
	標準偏差	3.4	1.9	4.3	5.0
	データ数	16	16	16	13
夏 期 (7月)	平均	39.2	41.7	40.2	39.3
	標準偏差	4.9	2.1	4.3	4.8
	データ数	15	16	13	9

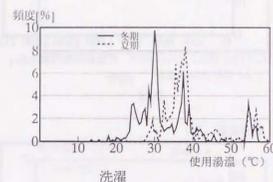
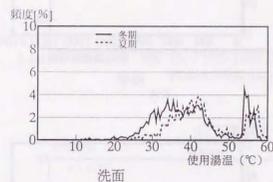
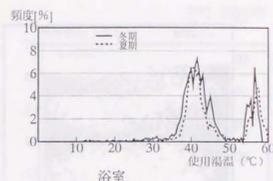
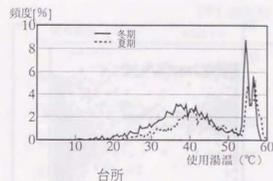


図 3.1-5 使用湯温の頻度分布

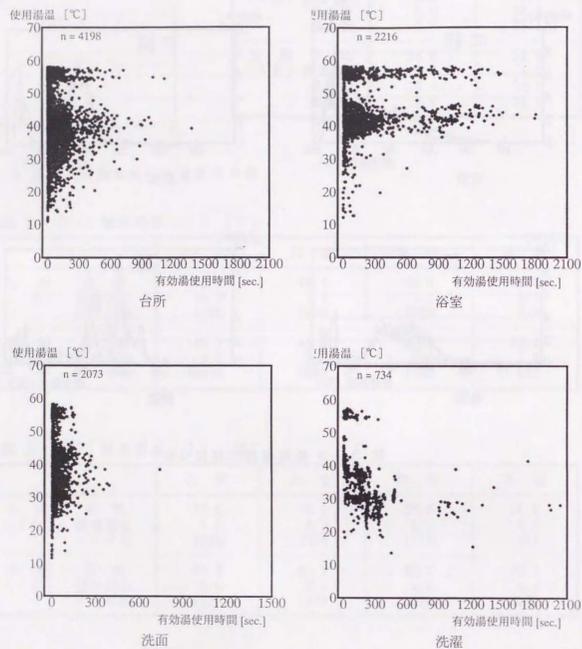


図 3.1-6(1) 使用湯温と湯使用时间の関係(冬)

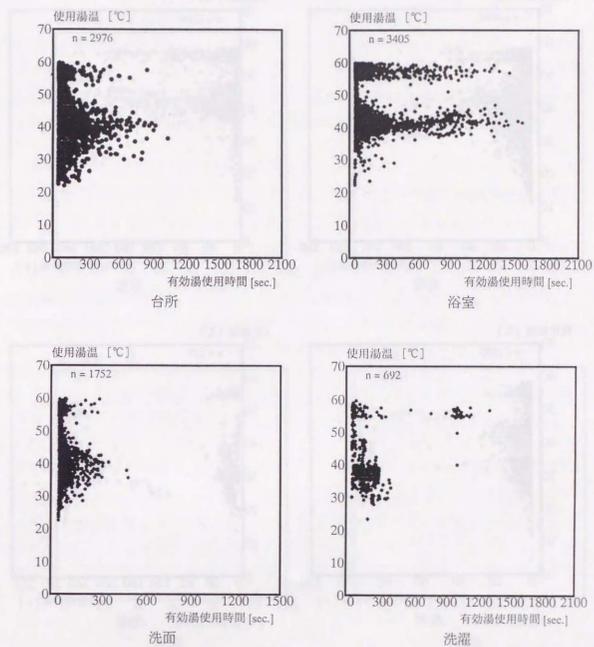
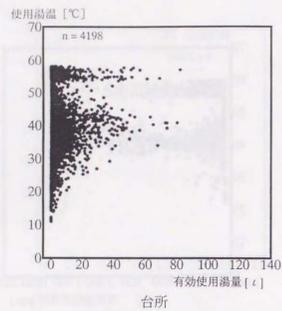
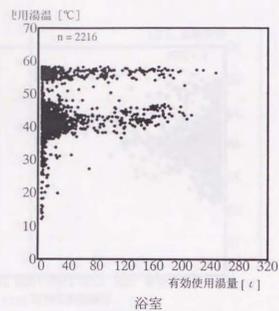


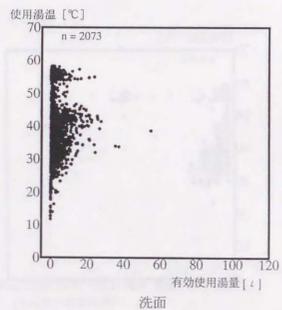
図 3.1-6(2) 使用湯温と湯使用时间の関係(夏)



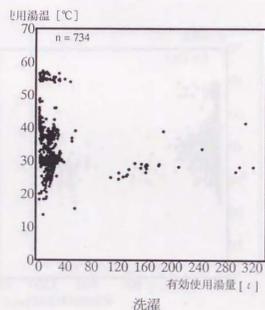
台所



浴室

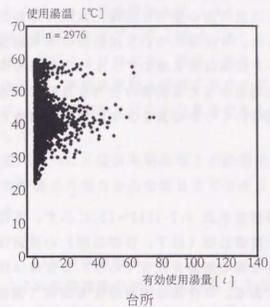


洗面

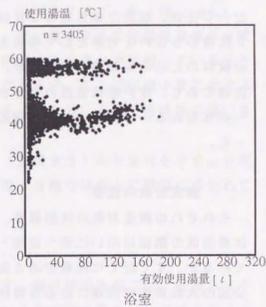


洗濯

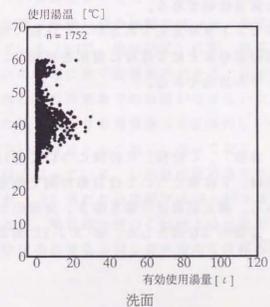
図 3.1-7(1) 使用湯温と使用湯量の関係 (冬)



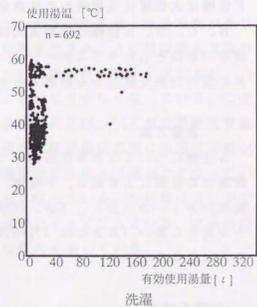
台所



浴室



洗面



洗濯

図 3.1-7(2) 使用湯温と使用湯量の関係 (夏)

3.2 住戸単位の給湯負荷の解析

(1) 調査概要

住戸単位の給湯負荷について、東京の都心型集合住宅のA住棟、B住棟、郊外型のC住棟、横浜の郊外型のD住棟、名古屋の都心型のE住棟、大阪の郊外型のF住棟の各住戸を対象として測定を行った。B住棟については後述の季節別負荷の検討のための実測調査であるが、C～F住棟は第2章のアンケート調査の多少住棟であり、住戸単位負荷の大きさと地域性が与える影響の検討を目的に都市型・郊外型あるいは関東・中部・関西地域のいくつかの集合住宅について調査を行った。

測定対象の概要

それぞれの調査対象の住棟概要、設備概要を表3.2-1(1)～(5)に示す。B住棟は墨田区の隅田川沿いに建つ住宅・都市整備公団(以下、住都公団)の賃貸住宅であるが、すぐ近くに浅草がある典型的な都心型集合住宅であり、C住棟は住都公団の大規模住宅団地にある賃貸住宅である。D住棟は大規模住宅団地(開発途中)にある民間分譲住宅であり、E住棟は中心街に位置する住都公団の賃貸住宅、F住棟は大規模住宅団地内の住都公団の賃貸住宅である。

B、C、D、E住棟の給湯方式は住棟セントラル方式であるが、F住棟では数棟を1単位としたサブステーションに機器類をまとめて住棟に温水を供給し、各戸に設けた熱交換器から給湯するセントラル方式である。

測定方法

A住棟については秒単位の測定(3.2参照)、C住棟、E住棟については10分間隔での目測による測定、B住棟、D住棟、F住棟については自動計測で測定間隔は10分(一部1分)、5分、15分である。測定期間は一部を除き、負荷のピークが発生し易い1月または2月の日曜、月曜の2日間とした。表3.2-2に測定期間と気象条件を示す。

(2) 調査結果

給湯消費量の日変化

図3.2-1にC～E住棟における給湯消費量の日変化を示す。測定間隔が異なっているが、どの住棟ともほぼ同じような時刻変化を示している。図に示すように都心型のE住棟では郊外型の他の住棟に比べ、ピークの現れ方が不明瞭である。時刻負荷は午前と午後それぞれピークが現れており、午後の方が大きくなっている。曜日別の比較では、午前のピークが平日のものより遅く出現している。

図3.2-2にA住棟の冬期における住戸タイプ別給湯消費量の日変化を示す。住戸タイプの区分は、表3.1-3の住戸について負荷の日変化の似ている1DK、1LDKをタイプA(平均家族人数1.3人)、2DK、2LDKをタイプB(同2.4人)、3DK、3LDKをタイプC(同4.1人)とした。図に見るように給湯消費量の日変化はタイプにより異なり、家族人数その他の住戸特性の違いが影響していると予想される。本来は家族人数毎の区分をすべきであるが、ここでは第4章に示すように、負荷予測時に明らかな条件である住戸タイプ区分による負荷特性の違いを示した。

図3.2-3にA住棟冬期の曜日別給湯消費量(住棟全体)の日変化を示す。日変化の特徴は月曜日から金曜日までの休日と土曜、日曜の休日とに明確に分かれている。

1日給湯消費量

1日給湯消費量の測定結果を表3.2-3に示す。曜日別の比較では、特異日(クリスマスイブまたは冬休み)での値となっているB住棟を除き、休日は平日より10～30%程度多くなっている。

住棟(地域)別の比較では、A、B住棟については他の住棟と給湯温度が異なっている(60℃、他は55℃)ので、熱量での比較を行うと、A住棟は最も水温の低いC住棟に次ぐ給湯負荷である。B住棟については居住者数が不明であり、1人当たりの消費量での比較ができないが、他よりかなり少なくなっている。C住棟の住戸当たりの消費量はE住棟の1.3～1.5倍程度であるが、1人当たりの消費量についてはほとんど同じになっており、E住棟では住戸規模の割には居住者数が少なくなっている。D住棟の住戸当たりの消費量はE住棟とほぼ同じとなっているが、1人当たりの比較では30～40%ほど少なくなっている。D住棟は郊外型であるが、同じ郊外型のC住棟との比較でも40%ほど小さくなっている。郊外型のF住棟の消費量は同じ郊外型のC住棟と同様な傾向を示している。

表 3.2-1(1) B 住棟概要

住棟概要	
用途	: 住宅・都市整備公団の賃貸住宅
建設地	: 東京都墨田区
規模	: 448 戸
階数	: 地下 2 階 地上 30 階
給湯方式	: 住棟セントラル方式 給湯温度 55℃
設備概要	
定流量弁	: 10ℓ/分
水栓	: 台所 シングルレバー型混合水栓 浴室 シャワーバス水栓 洗面 洗面混合水栓 洗濯 洗濯混合水栓
追炊機能	: 有り
測定対象	: 1DK 4 2DK 2 1LDK 7 2LDK 26 3DK 16 3LDK 15 計 70 戸

表 3.2-1(2) C 住棟概要

住棟概要	
用途	: 住宅・都市整備公団の賃貸住宅
建設地	: 東京都練馬区
規模	: 277 戸
階数	: 地上 14 階
給湯方式	: 住棟セントラル方式 給湯温度 60℃
設備概要	
定流量弁	: 9ℓ/分
水栓	: 台所 シングルレバー型混合水栓 浴室 シャワーバス水栓 洗面 洗面混合水栓 洗濯 洗濯混合水栓
追炊機能	: 無し
測定対象	: 3DK 96 戸

表 3.2-1(3) D 住棟概要

住棟概要	
用途	: 民間分譲住宅
建設地	: 神奈川県横浜市東戸塚
規模	: 住戸 32 戸 店舗 1
階数	: 地上 9 階
給湯方式	: 住棟セントラル方式 給湯温度 60℃
設備概要	
定流量弁	: 7.5ℓ/分
水栓	: 台所 シングルレバー型混合水栓 浴室 シャワーバス水栓+バス水栓 洗面 洗面混合水栓 洗濯 洗濯混合水栓
追炊機能	: 無し
測定対象	: 3LDK 以上 32 戸

表 3.2-1(4) E 住棟概要

住棟概要	
用途	: 住宅・都市整備公団の賃貸住宅
建設地	: 愛知県名古屋市中区
規模	: 294 戸
階数	: 地下 1 階 地上 21 階
給湯方式	: 住棟セントラル方式 給湯温度 60℃
設備概要	
定流量弁	: 8ℓ/分
水栓	: 台所 シングルレバー型混合水栓 浴室 シャワーバス水栓 洗面 洗面混合水栓 洗濯 洗濯混合水栓
追炊機能	: 有り
測定対象	: 3LDK 77 4LDK 10 計 10 戸

表 3.2-1(5) F 住棟概要

住棟概要	
用途	: 住宅・都市整備公団の賃貸住宅
建設地	: 兵庫県芦屋市
規模	: 133 戸、166 戸
階数	: 地上 19階、24階
給湯方式	: 住戸毎の熱交換器よりの給湯方式 給湯温度 60℃
設備概要	
定流量弁	: 10ℓ/分
水栓	: 台所 単水栓 浴室 シャワーバス水栓 洗面 単水栓
追炊機能	: 無し
測定対象	: 2DK以上 25 戸

表 3.2-2 測定期間および気象条件

住棟	測定期間	水温℃	気温℃
A 住棟	前日 (1993)	8.1	5.5
	1月17日 (日)	8.5	10.7
	1月18日 (月)	8.3	8.1
B 住棟	前日 (1990)	11.1	8.9
	12月23日 (日)	11.1	11.2
	12月24日 (月)	11.4	8.5
C 住棟	前日 (1989)	6.4	5.8
	2月5日 (日)	6.2	7.3
	2月6日 (月)	5.9	7.7
D 住棟	前日 (1989)	7.7	5.2
	2月19日 (日)	8.0	7.5
	2月20日 (月)	8.0	10.4
E 住棟	前日 (1989)	10.0	1.2
	1月29日 (日)	9.5	2.4
	1月30日 (月)	9.4	6.4
F 住棟	前日 (1989)	11.2	13.8
	2月26日 (日)	11.0	14.4
	2月27日 (月)	11.2	14.1

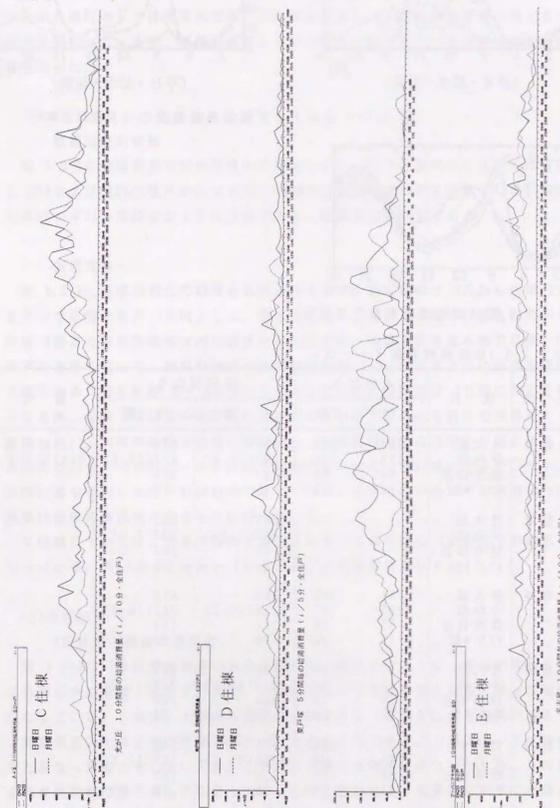


図 3.2-1 給湯消費量の日変化

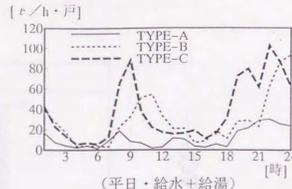
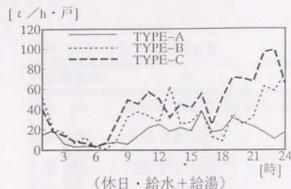


図 3.2-2 住戸タイプ別給湯消費量の日変化

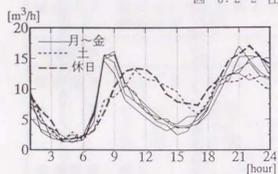


図 3.2-3 曜日別給湯消費量の日変化

表 3.2-3 1日給湯消費量 (ℓ/日)

住 棟	項 目	1人当たり		住戸当たり		備 考
		日 曜	月 曜	日 曜	月 曜	
A 住 棟	最大値	238	208	837	834	()内は熱量 Mcalを示す
	平均値	128	109	391(18.4)	331(15.6)	
	標準偏差	68	61	247	225	
	サンプル数	15	15	15	15	
B 住 棟	最大値	-	-	357	502	
	平均値	-	-	143(6.3)	204(8.9)	
	標準偏差	-	-	95	151	
	サンプル数	-	-	54	54	
C 住 棟	最大値	211	162	864	672	
	平均値	107	82	374(20.2)	302(16.3)	
	標準偏差	53	38	201	159	
	サンプル数	49	50	90	90	
D 住 棟	最大値	172	150	588	481	
	平均値	73	69	257(13.4)	212(11.0)	
	標準偏差	39	38	134	102	
	サンプル数	26	26	32	31	
E 住 棟	最大値	273	206	577	540	
	平均値	105	90	259(13.1)	232(11.8)	
	標準偏差	60	49	130	127	
	サンプル数	51	52	75	79	
F 住 棟	最大値	195	163	660	490	
	平均値	87	89	296(14.5)	272(13.3)	
	標準偏差	50	42	159	92	
	サンプル数	20	18	22	20	

3.3 規模別・季節別の給湯負荷の解析

規模別の給湯負荷については、C住棟のある住宅団地（以下、C地区）のいくつかの住棟に対して住棟単位での1日給湯消費量と1時間給湯消費量の測定をほぼ半年間行った。また、季節別負荷としてB住棟の住戸についてほぼ1年間の測定を行った。

(1) 調査概要

調査対象の概要

表 3.3-1に規模別測定対象住棟の住戸数を示す。住戸内設備はC住棟とほぼ同じ3DKおよび3LDKの住戸からなる100~300戸規模の住棟18棟を対象とした。給湯方式はいずれも住棟セントラル方式であり、給湯温度は60℃である。

測定方法

表 3.3-2に規模別測定の期間と気象条件を示す。測定期間は9月から翌年2月までの半年間の各月1週間とした。測定は住棟単位での1日給湯消費量について、住棟1階または別棟機械室内に設置された貯湯槽への給水量を量水器で目測、記録する方法で行った。測定時刻は時刻別負荷が図 3.2-1に示すように深夜を除いて最も小さくなる午後2~4時頃とした（そのため、測定値は2日間におたる値となるが、午後6時以降の消費量の比重が大きいため、これを前日の消費量として扱った）。1時間給湯消費量の測定は、上記測定期間中の日曜と月曜の各月2日間について、1日のピークが出現する例が多い午後6~10時に行った。なお、実際に湯を使用した住戸数は特定できないため、以下の住戸当たりの消費量への換算は住棟の構成住戸数をもとに行っている。

B住棟については、負荷が特異と予想される⁴⁾年末年始に1分間隔での測定を行っている。表 3.3-3に特異日（年末年始）の気象条件を示す。

(2) 調査結果

1日給湯消費量の週変化

図 3.3-1に1日給湯消費量の週変化を示す。図に示すように、曜日が変わる毎に負荷の大きさを繰り返しているが、この変化はほぼ水温の低くなるに従って明確になっている。これは、入浴は水温の低い時期には1日おきになる傾向がある（関東地区）との前章の結果の現れと考えることができる。1月については他の月と異なった変化をしているが、この月の月曜日は休日に当たったため、この日を起点に同様の繰り返しが起こっているものと思われる。消費量も同様に水温が低くなるに従って増加しているが、2月については水温が比較的高く例外となっ

ている。

なお、1日給湯消費量と住戸数との相関はなく、ここでは18棟の平均値を用いている。

1日給湯消費量と水温との関係

図 3.3-2に1日給湯消費量と水温との関係を示す。(1)はC地区の測定結果の他にD～F住棟の測定結果をプロットしている。(2)はB住棟の測定結果である。どちらの場合にも1日給湯消費量と水温との間には強い相関があるが、(1)では14℃以下で直線よりずれる例が多くなっており、浴室用途を除いた湯使用の有無が顕著に現れてくる水温であることが予想される。なお、(1)には参考として平日と休日のそれぞれについての回帰直線を載せている。10年程前に同様な回帰式が提案⁹⁾されているが、今回の方が勾配、水温軸の切片ともに大きくなっており、給湯消費量が増加しているのが分かる。

1時間最大値

1時間給湯消費量のピークは、測定時間帯の午後6～10時の間に出現すると予想されるため、測定結果の最大値をその日の1時間最大値とした。なお、この1時間最大値については、休日と平日の間にはばらつきが多くデータ数も少ないことから、これらを一つのデータ系列として扱った。

表 3.3-4に1時間最大値と水温の関係を示す。ここでは水温の1時間最大値に及ぼす影響の検討のために、各住棟における1時間最大値と水温との間の回帰式を求めた。各住棟とも相関が強く1時間最大値についても水温の影響を受けていることが分かる。

図 3.3-3に1時間最大値と住戸数の関係を示すが、住戸数の影響の検討を目的とすることから1時間最大値を1日給湯消費量に対する比率で表している。図には各住棟の平均値と最大値の回帰曲線を載せている。図に示すように、相関比はあまり大きくないものの、1時間最大値にも住戸数による過減のあることが推測される。

図 3.3-4に1時間最大値(給湯量)と住戸数の関係を示す。図は表 3.3-4の回帰式を用いて水温を5～20℃とした時の1時間最大値を各住棟毎に計算してプロットしたもので、曲線は各水温での回帰曲線を表している。この曲線は相関比はあまり大きくないが、水温をパラメータとした住戸数と1時間最大値の関係を示している。図から水温の比較的高い場合には、水温の低い場合に見られた住戸数による過減がほとんど見られなくなっていることが分かる。

特異日(年末年始)での給湯負荷

給湯負荷の日変化 図 3.3-5に変動を明確にするために10分間隔での移動平均値で示した特異日(年末年始)での給湯消費量の日変化を示す。12月22日～28日については一般に年末休暇前の通常日と考えられ、日曜(23日)、休日(24日)を除いた平日については、午前と午後ピーク負荷が出現する特徴が見られる。また、日曜(23日)については連休の1日目のためか、消費量も少なく際立った負荷の集中が見られない。これに比べて、休日(24日)については消費量も多く、午前中に見られるピークが午後まで広がっており、休日の生活パターンを反映したと思われる時刻変化となっている。

12月28日以前(以降、通常日)の日変化については前項で示した特徴とほぼ同じ傾向が見られるが、12月29日以降については年末の休日となることが多く、以下に述べるように特異な日変化となっている。

12月29日の日変化は連休の1日目の特徴が現れており、深夜での消費量が多くなっている。30日については同様に深夜での消費量が多くなっているものの、休日の時刻変化に似た傾向を示している。31日についても休日の特徴が見られるが、夜10時頃の湯使用の集中や0時前後の負荷の谷間の後の集中など、特徴ある生活パターンを読みとることができる。1月1日については、平日と似た日変化が見られるが、平日の特徴である午後3時頃の谷間が明確ではない。2日については際立った負荷の集中がなく、湯使用が広く分布している。

1日給湯消費量 表 3.3-5に特異日(年末年始)の1日給湯消費量を示す。湯使用の有無を基準とした空家率は通常日で約20%であるが、年末年始では約30%であった。通常日での1日給湯消費量の平均は、表 3.2-3に示すC住棟のおよそ半分(エネルギー換算値)であるが、同じ都市型集合住宅のE住棟との比較では約65%となっている。

給湯負荷の週変化 図 3.3-6に1日給湯消費量の週変化を示す。図に示すように、給湯消費量は12月26日より徐々に増えて31日でピーク(239 t/日・戸)を示し、それ以降は再び減少している。このピーク値は平日平均(168 t/日・戸)の1.4倍以上であり、休日の平日に対する比率(約1.2倍)より大きくなっている。給湯システムにおける容量不足は給水の場合より問題になりやすいため、瞬時負荷およびシステム容量の算定に当たっては特異日での検討が必要である。

給湯負荷の年変化

図 3.3-7に住戸当たりの給湯消費量の年変化を示す。消費量の最も多い月は月

平均水温の最も低い1月であり、消費量の最も少ない9月のおよそ2倍となっており、文献6)とほぼ同じ変化を示しているが、消費量は20%程多くなっている。図3.3-8はこれをエネルギー換算したものであるが、この場合には3倍以上となっている。なお、住戸当たりの年間給湯消費量は62.2 m³/年・戸、エネルギー換算値では2.36 Gcal/年・戸であり、文献7)8)の4.06~1.54、3.72 Gcal/年・戸より比較的小さい値となっている。

表 3.3-1 規模別測定対象住棟

住戸数	賃貸 (r) 分譲 (s)	住戸の種類と戸数 (数字は戸数)	備 考
94	s	F39 G45	住戸内設備はC住棟と同じ。 住戸の種類は下記による。 占有面積40m ² 未満 C 40~50m ² 未満 D 50~60m ² E 60~70m ² F 70~80m ² G 80~90m ² H 90~100m ² I 100m ² 以上
98	s	F91 H7	
100	s	E60 F13 G27 他	
102	s	F97 H5	
108	r	E108 他	
112	r	D13 E23 F66 他10	
130	r	E130 他	
140	s	C10 E130 他	
144	s	F132 H12	
152	r	D26 E34 F92	
157	s	E5 F152	
173	s	F82 G91	
174	s	G91 H83 他	
177	s	G98 H75 I2 他2	
251	r	D72 E29 F150 他	
253	s	F197 G46 H10 他	
277	r	C13 B26 D13 E225 他	
335	s	E31 F139 G99 H66	

表 3.3-2 測定期間および気象条件

測定期間	水温℃	気温℃	測定期間	水温℃	気温℃
前日(1989)9月9日(土)	22	26.9	前日(1989)12月13日(水)	9.5	9.4
10日(日)	23	27.5	14日(木)	10.5	7.4
11日(月)	22	27.4	15日(金)	9.6	6.2
12日(火)	23	27.3	16日(土)	10.5	9.1
13日(水)	23	27.9	17日(日)	10.1	10.4
14日(木)	21	27.4	18日(月)	10.5	10.7
15日(金)	21	26.8	19日(火)	11.0	10.1
	22	28.1		8.4	5.7
前日(1989)10月13日(金)	17	18.2	前日(1989)1月13日(土)	7.2	7.6
14日(土)	17	20.3	14日(日)	7.0	5.8
15日(日)	18.5	20.1	15日(月)	7.5	3.5
16日(月)	19	20.3	16日(火)	7.8	5.8
17日(火)	19	20.2	17日(水)	7.2	1.3
18日(水)	19	16.4	18日(木)	6.0	3.4
19日(木)	17	14.9	19日(金)	6.5	4.9
	15	12.9		6.0	5.5
前日(1989)11月11日(土)	16.1	16.3	前日(1989)2月16日(金)	11.5	4.4
12日(日)	15.9	15.7	17日(土)	12.0	6.3
13日(月)	16.5	16.7	18日(日)	12.0	8.6
14日(火)	16.1	17.8	19日(月)	13.5	9.2
15日(水)	16.4	14.9	20日(火)	11.6	7.8
16日(木)	15.8	10.4	21日(水)	11.0	12.4
17日(金)	16.0	10.8	22日(木)	13.5	12.9
	16.7	12.1		12.0	13.0

表 3.3-3 特異日(年末・年始)での気象条件

測定期間	水温	気温	測定期間	水温	気温	備考
	℃	℃		℃	℃	
前日(1990)	11.1	7.6	12月29日(土)	9.5	7.6	水温は受水槽 出口温度を示 し、気温は熱 供給プラント での測定値を 示す。 いずれも日平 均値を示す。
12月22日(土)	11.1	8.9				
23日(日)	11.1	11.2				
24日(月)	11.4	8.5				
25日(火)	11.3	9.1				
26日(水)	10.9	7.9				
27日(木)	10.4	6.9				
28日(金)	10.0	7.6				
			1月1日(火)	10.2	6.7	
			2日(水)	10.2	8.4	

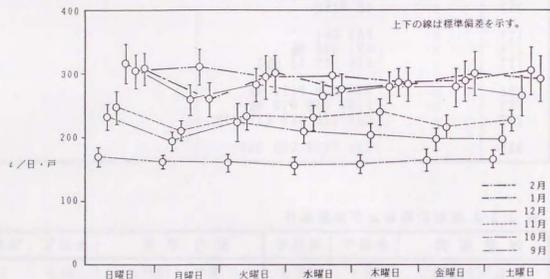


図 3.3-1 1日給湯消費量の週変化

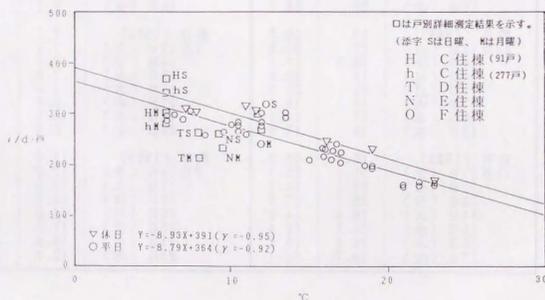


図 3.3-2(1) 1日給湯消費量と水温との関係

1日給湯消費量 (l/日・戸)

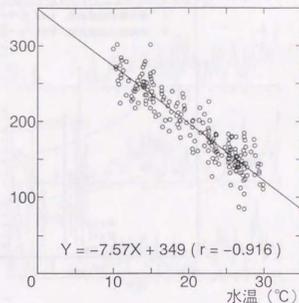


図 3.3-2(2) 1日給湯消費量と水温との関係

表 3.3-4 1時間最大値と水温の関係

住戸数	相関係数	1時間最大値(Y)と水温(X)との関係 $Y = AX + B$		備考
		A	B	
94	-0.86	-1.86	65.1	1時間最大値 (l/時・戸) 水温(°C) サンプル数は各住棟とも 8個
98	-0.87	-2.06	66.5	
100	-0.89	-2.24	73.8	
102	-0.80	-1.30	58.8	
108	-0.88	-1.64	58.0	
112	-0.87	-2.57	80.6	
130	-0.85	-1.14	51.8	
140	-0.81	-1.61	58.3	
144	-0.84	-1.22	54.8	
152	-0.89	-1.25	52.2	
157	-0.94	-1.68	62.9	
173	-0.87	-2.28	73.0	
174	-0.76	-1.98	67.3	
177	-0.77	-1.37	55.4	
251	-0.71	-1.00	43.7	
253	-0.88	-1.97	70.1	
277	-0.87	-1.09	46.2	
335	-0.93	-1.51	56.1	

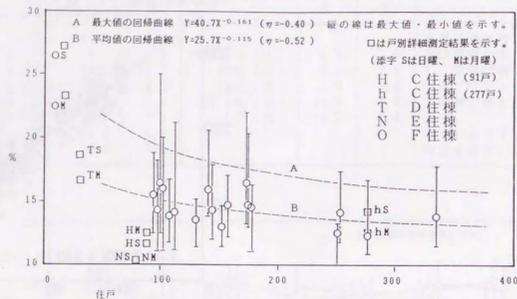


図 3.3-3 1時間最大値と住戸数の関係(1)

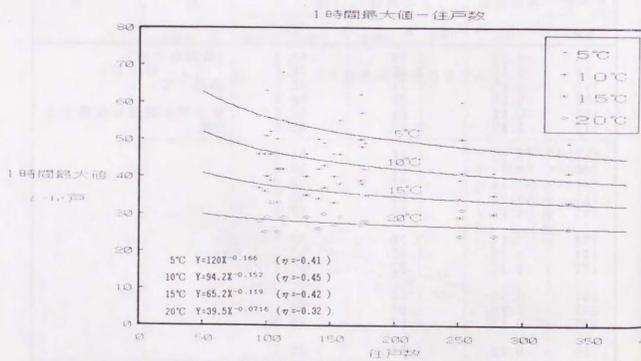
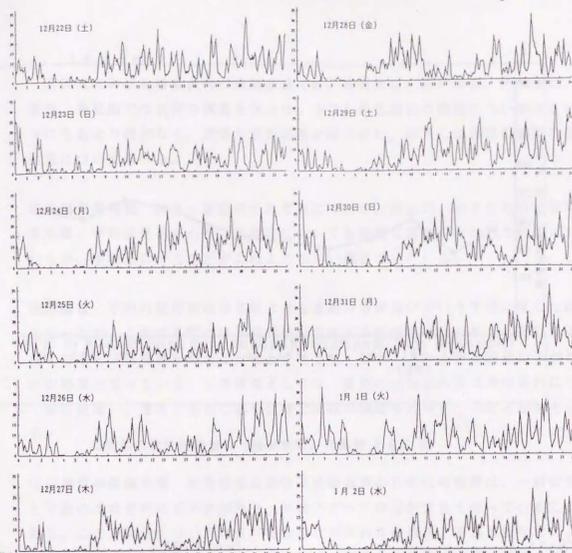


図 3.3-4 1時間最大値と住戸数の関係(2)



縦軸：給湯消費量(全戸) t/m
 横軸：時刻(0~24時)

図 3.3-5 特異日(年末年始)の給湯消費量の日変化

表3.3-5 特異日(年末年始)の1日給湯消費量

測定日	1日給湯消費量 (t/日・戸)			住戸数	備考
	平均値	標準偏差	最大値		
12月22日(土)	184 (8.1)	119 (5.2)	497 (21.8)	56	()内は熱量を示す。(kcal単位) 給湯温度は、55°C 12月24日は休日
12月23日(日)	143 (6.3)	95 (4.2)	357 (15.7)	54	
12月24日(月)	204 (8.9)	151 (6.6)	502 (21.9)	54	
12月25日(火)	168 (7.4)	120 (5.3)	462 (20.2)	55	
12月26日(水)	153 (6.7)	105 (4.6)	431 (19.0)	58	
12月27日(木)	165 (7.4)	151 (6.7)	615 (27.4)	59	
12月28日(金)	171 (7.7)	111 (5.0)	500 (22.5)	56	
12月29日(土)	195 (8.9)	144 (6.6)	614 (27.9)	56	
12月30日(日)	225 (10.2)	169 (7.7)	641 (29.2)	51	
12月31日(月)	239 (10.8)	155 (7.0)	652 (29.4)	49	
1月1日(火)	204 (9.1)	140 (6.2)	569 (25.5)	46	
1月2日(水)	220 (9.9)	151 (6.8)	650 (29.1)	47	

*数値は湯を使用していない住戸を除いた上で、3σで重畳したものである。

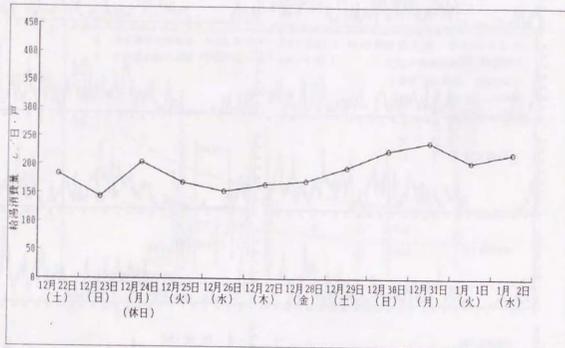


図 3.3-6 特異日 (年末年始) の給湯消費量の週変化



図 3.3-7 給湯消費量の年変化 (1)

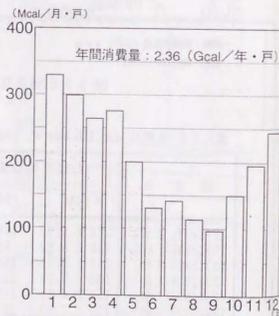


図 3.3-8 給湯消費量の年変化 (2)

3.4 まとめ

本研究における給湯負荷の実測調査では、器具単位、住戸単位、住棟単位、規模別、季節別の負荷の調査を行った。中でも器具単位の測定についてはこれまでにもあまり例がなく、貴重な測定結果が得られた。以下には各単位負荷の調査結果について述べる。

用途別負荷特性 給水、給湯のそれぞれについて、用途別 1回当たりの使用時間、吐水量、平均流量を求めた。文献2)においても詳細な測定が行われて報告されているが、本結果のほとんどがこれより小さい値となっている。

使用湯温 平均の使用湯温は冬期よりも夏期の方が高いという予想に反した結果となったが、これは冬期には比較的低い温度での湯使用は行われても夏期には少なくなるという現象が起るためと予想され、このことから平均湯温が下がり上記の結果となっている。この理由としては、夏期には低温の湯は使用されにくい(水を使用)、夏冬とも同じ混合状態で水栓の開閉を行っているなどが考えられる。

住戸単位の給湯負荷 集合住宅における給湯負荷の日変化の特徴は、一般に午前と午後のそれぞれにピークがあり、午後のピークの方が大きくなっていることである。この日変化については住戸特性などが関わりを持ち、家族人数などによって多少異なった傾向を示している。休日(日曜)の給湯消費量は平日より20%程度多くっており、日変化についても午前のピークが遅く出現するなどの特徴がある。

規模別・季節別の給湯負荷 負荷の大小が繰り返される週変化は明らかに入浴用途が隔日に行われることを示している。水温と給湯消費量は強い相関があり、これについては、これまでも報告されている³⁾。年末年始の給湯負荷は一般の休日とは異なった日変化を示し、消費量についてもピークの大晦日には通常平日の1.4倍程度となっている。

給湯負荷の年変化については、水温の最も低い月にピークがあり、その消費量は最も少ない月の約2倍、エネルギー換算値では約3倍となっている。

図4-1 給湯負荷特性の解析結果

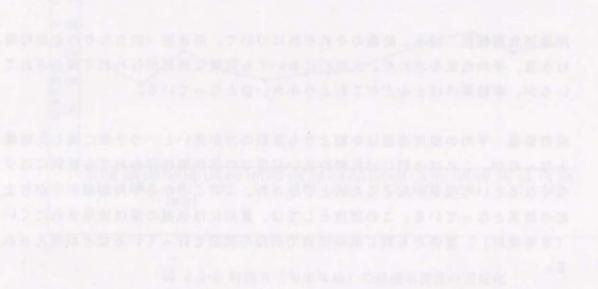


図4-2 給湯負荷特性の解析結果

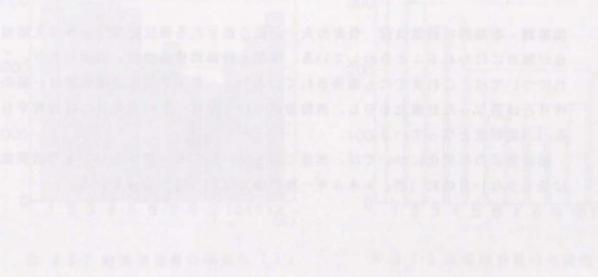


図4-3 給湯負荷特性の解析結果

1) 給湯負荷特性の解析結果

図4-1の給湯負荷特性の解析結果は、図4-1の通りである。図4-1の通りである。

第4章

集合住宅における給湯負荷特性の解析

図4-2の給湯負荷特性の解析結果は、図4-2の通りである。図4-2の通りである。

図4-3の給湯負荷特性の解析結果は、図4-3の通りである。図4-3の通りである。

図4-4の給湯負荷特性の解析結果は、図4-4の通りである。図4-4の通りである。

図4-5の給湯負荷特性の解析結果は、図4-5の通りである。図4-5の通りである。

図4-6の給湯負荷特性の解析結果は、図4-6の通りである。図4-6の通りである。

図4-7の給湯負荷特性の解析結果は、図4-7の通りである。図4-7の通りである。

第4章 集合住宅における給湯負荷特性の解析

4.1 給湯負荷と住戸特性など

前2章で述べたように、入浴を除けば、生活行為はほぼ1日を周期としていると考えてもよく、給湯の総消費量についてはその負荷要因として居住者数や節約意識などが深く関わっていることが予想される。

瞬時負荷については湯の使われる時刻に着目する必要があることから、出勤・帰宅時刻や在宅時の過ごし方などが負荷要因となることが予想される。この出勤・帰宅時刻については立地条件や職業などが深い関わりを持ち、在宅時の過ごし方については各々のライフスタイルによって決まってくることから、ライフスタイルを特徴づける要素として更に年齢や性別、家族構成などを考慮に入れる必要がある。なお、湯使用時刻については、年末などの特異日のほかに予測不可能な偏り（人気ドラマやスポーツの放映時など）が発生する場合があるが、これについては別途検討する必要がある。

このように瞬時負荷を予測しようとする場合にはライフスタイルを考慮に入れた予測モデルを構築する必要がある。

(1) 負荷予測モデルによる瞬時最大負荷算定法の検討

1) 負荷予測モデルの検討

上記のことから、集合住宅における瞬時負荷の予測には、これまで唯一の与条件であった住戸数あるいは居住者数の他にも様々なパラメーターを用意しなければならない。上記の検討から、これらを図4.1-1に示すようにいくつかの特性に類型化すると制御変数として器具特性、住戸特性、住棟特性、地域特性のライフスタイルを特徴づける因子と環境条件に整理することができると思われる。

器具特性

後に述べるように、瞬時負荷は器具の同時使用数と平均流量によって決定される。平均流量は器具の種類と使用者の水使用意識によって異なると思われるが、ここでは器具特性として整理する。

住戸特性

家族人数については、後に述べるように、比較的短い時間間隔での水使用を検討する場合には、住戸内の水の同時使用は最大2～3個程度と考えられるので負荷要因とはなりにくいが、比較的長い時間間隔で検討する場合には、水使用回数が増えるので影響があると予想される。年齢

と職業については、帰宅時間や在宅時間に影響する因子として検討する。性別については、水使用回数が男女異なることが予想される。節水意識については、使用量に影響する因子として報告されている¹⁾。

住棟特性

後に述べるように、住戸数は同時使用数計算に必要となる。住戸規模は家族人数と相関が高いが、部屋数はライフスタイルとも関わりがあると予想される。住戸内容（設備機器、器具）は使用量、流量など直接負荷に関わる因子である。

地域特性

一般に立地場所が都心であるか郊外であるかによって出勤時間や帰宅時間が異なり、ライフスタイルに大きな影響を与えると想像される。公共施設、商業施設の有無やその内容など生活上の利便性の充実度もライフスタイルに関わっていると予想される。

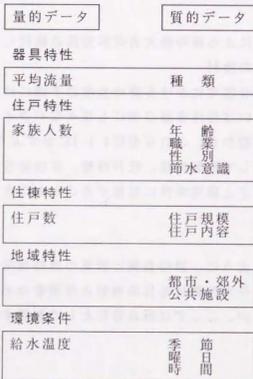


図4.1-1 瞬時負荷予測のための与条件

環境条件

環境条件は制御変数ではないが、予測に当たっては必要な条件である。水温はシステム容量決定に必要な因子であり、負荷は季節、曜日、時間によって異なることは前章に述べた通りである。

上記の各々の特性は量的データと質的データに区分されるが、ここでいう負荷予測モデルは、これらの制御変数を入力することにより瞬時最大負荷を出力するオープンモデルであり、その構築に当たってはこれら条件の特質を考慮した解析方法を検討する必要がある。

データの特質から以下のモデルが考えられる。

●制御変数が質的データである場合の予測モデル

質的データを与条件とした解析手法の代表的なものは数量化法であり、給湯負荷のような数量の予測に用いられるものは、その中の数量化1類といわれる手法である。この方法はまず、実測対象住戸に対してアンケート調査を行ってその住戸特性を明らかにし、実測値（負荷）を外的基準値として住戸特性を制御変数とした解析を行う。次に予測対象の与条件について前期の解析により得た制御変数の数量化データより直接負荷を計算して予測するモデルである。

●制御変数が量的データである場合の予測モデル

図4.1-1に示すように制御変数の中で量的データは平均流量、家族人数、住戸数、水温であり、これらを与条件として瞬時負荷を予測する場合には、住戸当たりまたは1人当たりの消費量データから総消費量を計算して、ピーク時の集中度から計算を行うか、あるいは器具または住戸あたりの負荷単位をもとに算定する方法が考えられる。

前者のモデルは多変数1次式の最適な係数（変数）を求める方法であって、1日給水負荷などの比較の変動（規模選減など）の少ない負荷の推定には向いているが、後に述べるように水使用の発生要因がいくつかの確率分布で示されるような負荷の予測には不向きであることが予想される。一方、後者の単位給湯量をもとにした方法は前者と同様に規模選減を無視した方法であり、負荷単位を用いる方法はこれを考慮した予測法であるが、どちらも瞬時負荷の要因と考えられる質的情報を利用できないなどそれぞれに問題がある。

ここまでの検討は瞬時負荷の要因となる制御変数側からのアプローチであった。予測モデルの検討には、制御変数と瞬時負荷の関わりを明らかにする必要があり、それには負荷側からのアプローチとしてまず瞬時負荷の発生メカニズムを明らかにしておく必要がある。

先にも述べたように、瞬時最大負荷は規模による遅延があるなどのために1次元数の算定式によって直接予測することは困難であるが、この点について明かな回答を用意できるものは確率理論を用いた予測法である。以下に確率理論によって説明される瞬時負荷の発生メカニズムについて述べ、その説明の過程で上記の質的データを含む制御変数がこのメカニズムにどのように関わっているかを検討する。

a. 瞬時最大負荷 水の同時使用数

器具使用が独立に行われるとすれば、瞬時負荷Qは4.1-1式に示すように、器具毎の水の同時使用数 u_i と器具の平均流量 q_i から計算される流量の合計となるが、この同時使用数は集合住宅の場合では水の使用確率を p_A とし、同じ器具を使用している住戸数を n とすれば4.1-2式となる。

$$Q = \sum u_i q_i \quad (4.1-1)$$

u_i : 同時使用数

q_i : 平均流量

$$u = n \cdot p_A \quad (4.1-2)$$

n : 住戸数

p_A : 水使用確率

水の使用確率

水使用の発生を客の到着、水使用をサービスと考えると、水の使用確率は待ち行列理論の展開により求められる。

この考え方を集合住宅の水使用にあてはめると、各住戸が任意利用形態の独立した水使用を行うため、この場合の待ち行列はサービス窓口1つの単純な問題と考えることができる。ここで、水使用の発生はポアソン到着を仮定することが可能であり、水使用時間についても指数分布または超指数分布で示される²²⁾ので、この問題は(4.1-3)式の待ち行列理論となる。

$$M/M/1 \quad (1) \quad (4.1-3)$$

M : ポアソン到着

M : 指数分布サービス

1 : 窓口数

(1) : 系の人数

上式の待ち行列問題において窓口でサービスを受けている確率 p_A は、 $1/\lambda$ を到着時間間隔、 $1/\mu$ をサービス時間とすると平衡状態の分布(4.1-4)式となる²³⁾。

$$p_A = \frac{\mu}{\lambda + \mu} \quad (4.1-4)$$

ここで、窓口サービスを水使用と考えれば、確率 p_A は水使用確率となり、水使用時間間隔 $T (= 1/\lambda)$ と水使用時間 $t (= 1/\mu)$ から瞬時負荷の算定根拠となる水使用確率が計算されることになる。

水の使用率 t/T と住戸特性

λ は単位時間当たりの水使用回数であるから、水使用時間 t と水使用時間間隔 T との比 t/T は単位時間における水使用時間(水の使用率)となり、これを用いると(4.1-4)式は(4.1-5)式となる。

$$p_A = \frac{t/T}{t/T + 1} \quad (4.1-5)$$

住戸特性などの制御変数が、集中的な水使用の一要因であるとなると、単位時間における水使用時間の長さが瞬時負荷を決定することから、これらの制御変数が瞬時負荷に深い関わりを持っていることが予想される。瞬時負荷は(4.1-5)式によって直接計算されるので、瞬時負荷の検討には測定の比較的容易な水使用率 t/T と制御変数との関係を検討すればよいことになる。これについては、次項 b. 住戸特性において検討する。

上記の同時使用数をもとにした瞬時最大負荷算定法については、給水負荷の算定法について述べた参考文献2)に詳しいが、給湯負荷についてもほぼ同様な理論展開となるので、以下これをもとに算定法を説明する。

瞬時最大負荷の算定²⁾

水の同時使用数の頻度分布は、一般にポアソン分布で示される²⁾。いま水使用の生起の確率変数を X とし、単位時間の生起数（使用数）の平均を u とすると、その生起確率 P は、

$$P(X=x) = \frac{e^{-u} u^x}{x!} \quad (x=0, 1, 2, \dots) \quad (4.1-6)$$

と表される。

水の同時使用数の生起確率が (4.1-6) 式によって表されるとすれば、単位時間の最大同時使用数は、適当な超過確率 K_0 を導入することによって (4.1-7) 式を満足する x_m として与えられる。

$$\sum_{X=0}^{x_m} P(X=x_m) < 1 - K_0 \quad (X=0, 1, 2, \dots, x_m) \quad (4.1-7)$$

また、異種器具や同時使用の平均値の異なる器具の混在する水使用における同時使用数の算定においても、それぞれの頻度分布がポアソン分布で近似することが可能であり、それぞれの水使用は独立していると考え、これらすべての器具の同時使用数の生起（使用）確率 P_i は、(4.1-8) 式となる。

$$P_i = P(X=x_{i+1}) \cdot P(X=x_{i+1}) \dots \quad (4.1-8)$$

ここで、 x_{i+1}, x_{i+1}, \dots は異種器具や同時使用の平均値の異なる器具グループでの同時使用数を示す。

瞬時負荷は (4.1-7) 式で示される各器具および各器具グループ毎の最大同時使用数まで各々 (4.1-1) 式より計算される流量合算値の組み合わせとして計算され、各組み合わせの生起確率は (4.1-8) 式の P_i によって与えられる。この組み合わせの頻度分布は、今のところ特定できないため、瞬時最大給水負荷の算定に必要な最大同時使用数の組み合わせを求めると、まず上記の流量合算値の大きさの順位を考え、それに対応する確率 P_i の累積分布を求める。これに (4.1-7) 式と同様に適当な超過確率 K_0^* を導入すると、下記 (4.1-9) 式を満足する m 番目の P_i (P_m) が決まり、これに対応する器具の組み合わせが瞬時最大負荷となる。

$$\sum_{i=1}^m P_i < 1 - K_0^* \quad (4.1-9)$$

b. 住戸特性

数量化1類の適用

水の使用率 t/T と住戸特性など質的データの制御変数との関係を解析する方法としては、外的基準が数量 (t/T) で与えられているので前述の数量化1類による解析方法が適していると思われる。

図 4.1-1 の制御変数の量的データについては、器具の平均流量と住戸数が上記の瞬時負荷の算定式に現れている。給水温度の地域および季節による変動についてはまだ明らかにされていないが、季節や地域により異なった温度となることが予想され、第3章に述べたように使用湯温に年間を通して大きな変動がないとすれば、器具の種類とともに平均流量を決定する因子になって (4.1-1) 式に盛り込まれることになる。家族人数は量的データではあるが、前述したように比較的長期間の水使用に着目する場合には、 t/T に影響を与える因子と考えるべきである。

説明アイテムの選択

説明アイテムとしては、水使用に関連があると予想される図 4.1-1 に示す質的データなどを選択する必要がある。住戸特性では、年齢を帰宅時間の違いなどを考慮して修学年齢毎に区分する必要がある、高齢者についても区分すべきであろう。主婦の職業の有無または単身世帯などは、一般住戸と水使用時間が異なることが予想される。住棟特性、地域特性については前述の通りであるが、環境条件については、予測目的によって選択が可能ないように様々な選択肢を容易すべきである。特に、瞬時最大負荷については第2章で述べたように、集合住宅では一般に午前と午後それぞれにピークがあり、これらは別々に予測できる必要がある。

2) 水使用率 t/T についての数量化1類による解析

a. 解析方法

数量化1類の解析には外的基準値と質的データとの関わりを解析する要因分析的手法と更にこれによって得られた質的データを数量化したデータ（最適スコア）を利用して、他の条件についての質的データをもとに外的基準値を計算する予測手法とがあるが、ここでは要因分析と最適スコアを得ることを目的とする。

表 3.1-3 の17戸については第3章で述べたように、器具毎に秒間隔で実測を行っており、住戸特性などについてのアンケート調査対象ともなっているので、給湯負荷の年間ピークが現れやすい冬季の調査結果について数量化1類による解析を行った。解析にあたって採用した説明アイテムとカテゴリーを表 4.1-1 に示す。

説明アイテムとしては、前述したように図 4.1-1 に示す質的データを網羅でき

れば好ましいが、これには広範囲の詳細な調査が必要となる。解析対象の住戸特性が先の測定対象における住戸特性に限定されるため、サンプル数の不足や地域特性などが未検討になるなど課題が残るが、ここでは本方法の有用性を検討するに留めることにする。

測定は冬季の3週間にわたって行っているため、アイテムには曜日とデータ整理のための変数として週を含めている。表4.1-2にアンケート調査から得られた17住戸の住戸特性を示す。

表に示すように給水を含めた10種類の器具についての水使用率 t/T を外的基準値とした。表4.1-3に外的基準の器具番号を、表4.1-4には各器具の3週間の水使用率 t/T の平均値と標準偏差を示す。この t/T については、どの時刻のデータを採用すべきが問題となるが、その目的から瞬時負荷がピークを示す時間帯における値を利用するのが望ましいと考えられる。このピーク時間帯は曜日によって多少異なるが、第3章に示すように負荷の時間変動が月曜から金曜の平日と土曜、日曜の休日がそれぞれほぼ同じ動きを示しているため、データを平日と休日に区分した。時間幅についてはピーク時間帯を特定できれば短い区間の方がよいが、区間内の使用率が低下するのでこれを3時間として第3章の測定結果に基づきそれぞれ次に示す時間帯をピーク発生時刻として水使用率 t/T を計算した。

想定ピーク時刻	平日	午前 (A)	7~9 時
		午後 (P)	21~23 時
	休日	午前 (A)	10~12 時
		午後 (P)	21~23 時

表中のAは午前、Pは午後を示す。午前の水使用では洗濯用途（器具番号4）が大きいが、午後の水使用では浴室用途（器具番号2）、洗濯用途の順になっており、各々がそれぞれのピーク要因になっていることが予想される。

参考文献2)と比較すると、洗濯と浴室用途の午後の値が多少大きくなっているが、台所、洗面、便所の用途ではほぼ同様な値となっている。

表 4.1-1 アイテム・カテゴリ

ITEM NO	1. 人数	2. 勤め人	3. 女性	4. 幼児(-2)	5. 3-7歳
CATEGORY NO	1,2,3,4,5 人 1,2,3,4,5	1,2,4 人 1,2,3	1,2,0 人 1,2,3	1,0 人 1,2	1,2,0 人 1,2,3
ITEM NO	6. 8-15歳	7. 16-22歳	8. 60歳以上		
CATEGORY NO	1,0 人 1,2,3	1,2,0 人 1,2,3	1,2,0 人 1,2,3		
ITEM NO	9. 住戸規模		10. 浴槽	11. 曜日	12. 週
CATEGORY NO	1DK 1LDK 2LDK 3LDK 1, 2, 3, 4		200 220 ℓ 1, 2	日~土 1~7	(週) 1,2,3

表 4.1-2 対象住戸のタイプと住戸特性

住戸 No.	タイプ	住戸面積 m ²	各アイテムの該当カテゴリ番号									
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	3LDK	82	4	1	2	2	3	1	1	3	4	2
2	3LDK	82	4	1	1	1	3	2	3	3	4	2
3	3LDK	72	4	2	2	2	3	2	1	2	4	2
4	2LDK	72	3	1	1	1	3	2	3	3	3	2
9	2LDK	63	2	2	1	2	3	2	3	3	3	2
10	1LDK	82	2	1	1	2	3	2	3	3	2	2
11	1DK	37	1	1	3	2	3	2	3	1	1	1
12	1DK	37	1	1	3	2	3	2	3	3	1	1
13	3LDK	82	5	1	2	2	2	1	3	3	4	2
14	3LDK	82	4	2	2	2	3	2	1	3	4	2
15	2LDK	72	2	2	1	1	2	3	2	3	3	3
16	3LDK	82	4	3	2	2	3	2	3	3	4	2
17	2LDK	85	2	1	1	2	3	2	3	3	3	2
19	3LDK	72	4	1	2	2	3	2	2	3	4	2
20	1LDK	62	3	1	1	2	1	2	3	3	2	2
21	3LDK	90	5	2	2	1	1	2	3	3	4	2
22	1LDK	48	1	1	3	2	3	2	3	3	2	1

表 4.1-3 外的基準の器具番号

	台所	浴室	洗面	洗濯	便所	手洗
OUTSIDE NO	1 7	2 8	3 9	4 10	5	6

上段：給水 下段：給湯

表 4.1-4 各器具の水使用率 (%)

器具番号	平均値	標準偏差	器具番号	平均値	標準偏差
1A	0.0252	0.0252	1P	0.0321	0.0344
2A	0.0376	0.0306	2P	0.0963	0.0592
3A	0.0142	0.0139	3P	0.0096	0.0140
4A	0.0686	0.0366	4P	0.0678	0.0378
5A	0.0270	0.0169	5P	0.0219	0.0147
6A	0.0011	0.0007	6P	0.0010	0.0009
7A	0.0214	0.0230	7P	0.0340	0.0305
8A	0.0383	0.0315	8P	0.0985	0.0590
9A	0.0155	0.0136	9P	0.0101	0.0140
10A	0.0473	0.0310	10P	0.0605	0.0390

b. 解析結果

要因分析と最適スコア

表 4.1-5 (1)~(20)に各器具についての最適スコア、重相関係数などの解析結果を示す(表 4.1-5 (5)~(20)については末尾資料欄参照)。各器具とも無相関のアイテムについては削除し、0データ(ピーク時刻に水使用がない住戸または測定日)については解析対象外とした。人数と規模との関係については相関が高いことが予想されるが、前述したように、ライフスタイルとの関連においてそれぞれが違った影響を与えることも期待しているので各々を有効アイテムとしている。以下にはレンジまたは変相関係数をもとに器具毎の要因分析を行うが、アイテム間で相関が高い場合には一方の影響の大きさを他方がひきつづける場合があるのでこれを考慮に入れた検討を行う。

・台所用途

午前の給水では家族人数が強く影響しており、給湯ではこれに加えて女性の数が影響を与えている。午後では、給水については16-22歳の子どもの数が、給湯では午前同様に家族人数が影響を与えている。

・浴室用途

午前の給水では家族人数と16-22歳の子どもの数が、給湯では家族人数、女性、3-7歳の子どもの数のレンジが大きくなっているが、午前でのこの用途は使用率が20%程度であり、ばらつきが大きい。午後については、給水、給湯ともに家族人数、3-7歳の子どもの数が影響している。

・洗面用途

午前の給水では家族人数、勤め人の数が影響し、給湯では家族人数、16-22歳

の子ども、女性の数が影響を与えている。午後の給水では、家族人数、女性の数が、給湯では家族人数と女性の数が影響している。

・洗濯用途

午前の給水では、家族人数と女性の数が、給湯では家族人数と16-22歳の子どもの数が影響している。午後の給水では家族人数が、給湯では勤め人の数と曜日が影響している。しかしながら、本用途の使用率は午前で20%、午後では15%程度であるので、解析が困難である。

・便所用途

午前では女性、家族人数、3-7歳の子どもの数が影響し、午後においては家族人数、3-7歳の子どもの数が影響を与えている。

・手洗い用途

午前では勤め人の数、家族人数が、午後では家族人数または住戸規模が影響している。

各表の最後に示す重相関係数は、ほとんどが0.6前後と予想より低くなっているが、これは測定対象数が少ないためのばらつきと予想される。ピーク時刻幅を3時間と比較的長くとした影響もあると思われるが、全般に家族人数の各用途への関わりが大きくなっている。浴室用途や洗濯用途については曜日による影響が予想されたが、一部に影響はみられるものの解析結果からの特定は困難であった。

表 4.1-5 各用途のスコア (1)

***** PEAKFLOW 93INNTA (QUANTIFICATION 1) *****

VALUE OF THE CATEGORY IN EACH ITEM (CASE 1)

VALUE OF CATEGORIES		OUTSIDE VARIABLES NO. 1				
ITEM	CAT. FREQ.	-352.86	-176.43	0.0	176.43	352.86
1 - 1	23	-191.63611				
1 - 2	44	-230.93752				
1 - 3	35	-99.42443				
1 - 4	107	170.44797				
1 - 5	41	412.26106				
	RANGE	610.38549				
2 - 1	151	-32.85906	**			
2 - 2	82	60.93395	****			
2 - 3	3	-15.48471	****			
	RANGE	115.38866				
3 - 1	31	95.32857				
3 - 2	136	-89.50604	****			
3 - 3	23	152.09147	*****			
	RANGE	241.59751				
4 - 1	52	-108.63149	*****			
4 - 2	108	-28.52845	*****			
	RANGE	137.16097				
5 - 1	35	30.61899	**			
5 - 2	21	352.85787	*****			
5 - 3	194	-43.72015	****			
	RANGE	396.57805				
6 - 1	40	176.00638	*****			
6 - 2	210	-33.52502	**			
	RANGE	209.53146				
8 - 2	20	-104.85856	*****			
8 - 3	230	9.11796	*			
	RANGE	113.97452				
9 - 1	5	-80.27243	****			
9 - 2	36	98.43251	*****			
9 - 3	91	143.24772	*****			
9 - 4	148	-80.37243	*****			
	RANGE	223.52014				
11 - 1	39	91.48878	*****			
11 - 2	34	-52.69782	***			
11 - 3	35	-32.00261	**			
11 - 4	38	14.34372	*			
11 - 5	36	-47.64723	***			
11 - 6	41	-15.04854	*			
11 - 7	27	82.27233	*****			
	RANGE	144.18661				

VALUE OF CATEGORIES
OUTSIDE VARIABLES NO. 1

ITEM	CAT. FREQ.	-352.86	-176.43	0.0	176.43	352.86
12 - 1	81	-21.59159	**			
12 - 2	83	11.81427	*			
12 - 3	86	8.93413	*			
	RANGE	33.40586				

CORRELATION COEFFICIENT 0.05541
ESTIMATION ERROR 180.974933

OUTSIDE NO. 1

CORRELATION MATRIX

ITEM NO.	1	2	3	4	5	6	8	9	11
1	1.000								
2	0.052	1.000							
3	-0.832	-0.262	1.000						
4	-0.114	-0.070	-0.128	1.000					
5	0.181	-0.153	-0.284	0.071	1.000				
6	0.207	-0.293	-0.395	0.224	0.653	1.000			
8	0.250	0.421	0.267	-0.151	0.117	0.129	1.000		
9	-0.914	-0.124	0.833	-0.029	-0.243	-0.344	0.233	1.000	
11	-0.046	0.023	0.033	-0.014	0.003	0.008	0.019	0.028	1.000
12	0.017	0.045	0.000	0.026	0.002	0.001	0.017	-0.021	-0.000

OUTSIDE 1 0.212 0.138 -0.211 0.135 0.570 0.518 0.101 -0.199 0.210

OUTSIDE NO. 1

CORRELATION MATRIX

ITEM NO.	12	1
12	1.000	
1	0.065	1.000

PARTIAL CORRELATION

ITEM NO.

1)	0.309125
2)	0.185993
3)	0.237825
4)	0.234336
5)	0.408171
6)	0.287143
8)	0.138549
9)	0.198099
11)	0.236627
12)	0.052383

MULTIPLE CORRELATION

OUTSIDE NO. 1

0.495941

表 4.1-5 各用途のスコア (2)

***** PEAKFLOW 93INNTA (QUANTIFICATION 1) *****

VALUE OF THE CATEGORY IN EACH ITEM

VALUE OF CATEGORIES		OUTSIDE VARIABLES NO. 2				
ITEM	CAT. FREQ.	-1395.85	-697.93	0.0	697.93	1395.85
1 - 1	16	-237.74003	****			
1 - 2	16	-379.31810	*****			
1 - 3	12	140.95818	***			
1 - 4	21	646.88899	*****			
1 - 5	16	-237.42978	*****			
	RANGE	1026.00710				
2 - 1	37	-39.93995	*			
2 - 2	35	246.19475	****			
2 - 3	9	-871.00421	*****			
	RANGE	1137.19896				
3 - 1	29	-246.15227	****			
3 - 2	36	207.69024	*****			
3 - 3	16	-246.15227	****			
	RANGE	553.84262				
4 - 1	16	-413.99891	*****			
4 - 2	63	101.90742	**			
	RANGE	515.90633				
5 - 1	23	-112.19634	**			
5 - 2	3	282.91191	*****			
5 - 3	55	31.21818	*****			
	RANGE	400.10825				
6 - 1	5	-499.61932	*****			
6 - 2	76	32.56969	*			
	RANGE	532.48901				
7 - 1	9	-925.36129	*****			
7 - 2	2	-1385.58930	*****			
7 - 3	70	158.05646	***			
	RANGE	1554.70676				
11 - 1	9	6.26643	*			
11 - 2	14	-62.14249	*			
11 - 3	17	62.10612	*			
11 - 4	13	-10.63280	*			
11 - 5	9	-72.67550	**			
11 - 6	12	45.23924	*			
11 - 7	7	0.13241	*			
	RANGE	135.08161				
12 - 1	26	44.35902	*			
12 - 2	26	-34.05652	*			
12 - 3	29	-9.23672	*			
	RANGE	78.41854				

CORRELATION COEFFICIENT 0.802799
ESTIMATION ERROR 182.600713

OUTSIDE NO. 2

CORRELATION MATRIX

ITEM NO.	1	2	3	4	5	6	7	11	12
1	1.000								
2	-0.570	1.000							
3	0.450	-0.204	1.000						
4	0.257	-0.305	0.287	1.000					
5	0.058	-0.200	0.009	0.495	1.000				
6	-0.035	0.030	-0.287	-0.127	-0.556	1.000			
7	-0.007	-0.162	-0.437	-0.194	-0.143	0.174	1.000		
11	0.172	-0.013	0.003	0.075	-0.067	-0.007	-0.171	1.000	
12	-0.016	0.041	0.051	-0.044	0.083	-0.142	-0.048	0.077	1.000

OUTSIDE 2 0.526 -0.308 0.346 0.197 0.092 0.121 -0.201 0.192 0.058

CORRELATION MATRIX

ITEM NO.	2
2	1.000

PARTIAL CORRELATION

ITEM NO.

1)	0.639551
2)	0.585912
3)	0.639381
4)	0.538781
5)	0.298564
6)	0.468244
7)	0.622371
11)	0.250381
12)	0.170321

MULTIPLE CORRELATION

OUTSIDE NO. 2

0.802799

表 4.1-5 各用途のスコア (3)

***** PEAKFLOWIA 331NNT33 (QUANTIFICATION 1) *****

VALUE OF THE CATEGORY IN EACH ITEM

VALUE OF CATEGORIES
OUTSIDE VARIABLES NO. 3

ITEM CAT.	FREQ.	-172.17	-86.09	0.0	86.09	172.17
1 - 1	16	140.93905				
1 - 2	54	106.13189				
1 - 3	33	143.38633				
1 - 4	107	-101.81293				
1 - 5	38	-47.80189				
		RANGE	245.00031			
2 - 1	150	-32.60602				
2 - 2	30	31.76964				
2 - 3	18	130.52262				
		RANGE	163.12915			
3 - 1	96	-40.80488				
3 - 2	126	23.60602				
3 - 3	16	-40.80488				
		RANGE	74.40889			
4 - 1	17	-3.98528				
4 - 2	201	0.93188				
		RANGE	4.91716			
5 - 1	31	-17.87282				
5 - 2	29	25.87277				
5 - 3	197	0.13544				
		RANGE	44.88588			
6 - 1	41	61.72239				
6 - 2	207	-12.25221				
		RANGE	73.94760			
7 - 1	59	-48.41447				
7 - 2	21	-16.84783				
7 - 3	168	19.10868				
		RANGE	67.52315			
8 - 2	17	-10.30086				
8 - 3	231	0.77279				
		RANGE	11.27365			
9 - 1	11	-134.48603				
9 - 2	33	-172.17126				
9 - 3	59	-125.87228				
9 - 4	145	104.59078				
		RANGE	276.76204			

VALUE OF CATEGORIES
OUTSIDE VARIABLES NO. 3

ITEM CAT. FREQ.

11 - 1	34	-7.43001							
11 - 2	35	19.87722							
11 - 3	39	-11.91036							
11 - 4	37	23.50451							
11 - 5	36	2.25300							
11 - 6	34	-0.44072							
11 - 7	33	-27.75148							
		RANGE	51.25590						
12 - 1	84	-18.42604							
12 - 2	80	2.54727							
12 - 3	84	16.00087							
		RANGE	34.42612						

CORRELATION COEFFICIENT 0.692378
ESTIMATION ERROR 100.048670

CORRELATION MATRIX

ITEM NO.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
1	1.000									
2	-0.355	1.000								
3	0.300	0.264	1.000							
4	-0.105	0.082	0.161	1.000						
5	-0.167	-0.173	0.181	0.334	1.000					
6	-0.216	-0.309	0.404	0.215	0.287	1.000				
7	0.636	-0.032	-0.602	-0.321	-0.009	-0.239	1.000			
8	0.280	-0.184	-0.246	-0.131	-0.004	0.121	0.456	1.000		
9	-0.376	0.327	0.323	-0.009	0.202	0.274	-0.257	-0.228	1.000	
11	-0.044	0.061	0.069	-0.027	-0.017	-0.002	-0.008	-0.027	0.051	
12	-0.003	0.020	0.020	-0.009	-0.060	-0.011	-0.009	-0.013	0.003	
OUTSIDE	3	-0.415	0.384	0.507	-0.012	0.225	0.290	-0.022	-0.001	0.482

CORRELATION MATRIX

ITEM NO.	11	12	3	
11	1.000			
12	-0.012	1.000		
OUTSIDE	3	0.164	0.105	1.000

PARTIAL CORRELATION

ITEM NO.

1)	0.132249
2)	0.313769
3)	0.097810
4)	0.010670
5)	0.065779
6)	0.165224
7)	0.150206
8)	0.022372
9)	0.125821
11)	0.161488
12)	0.140770

MULTIPLE CORRELATION

0.692378

表 4.1-5 各用途のスコア (4)

***** PEAKFLOWIA 331NNT4 (QUANTIFICATION 1) *****

VALUE OF THE CATEGORY IN EACH ITEM

VALUE OF CATEGORIES
OUTSIDE VARIABLES NO. 4

ITEM CAT.	FREQ.	-2244.41	-1122.21	0.0	1122.21	2244.41
1 - 1	4	1060.64109				
1 - 2	8	880.12285				
1 - 3	12	444.70803				
1 - 4	53	328.31165				
1 - 5	18	-2169.65908				
		RANGE	3280.30010			
2 - 1	70	179.88378				
2 - 2	22	-488.37797				
2 - 3	1	-1847.54917				
		RANGE	2027.43295			
3 - 1	24	-2244.41182				
3 - 2	65	966.82358				
3 - 3	4	-2244.41182				
		RANGE	3211.23537			
4 - 1	17	361.79815				
4 - 2	76	-85.40222				
		RANGE	467.20036			
5 - 1	9	275.07568				
5 - 2	11	806.73641				
5 - 3	73	-185.32378				
		RANGE	961.06219			
6 - 1	26	-694.20185				
6 - 2	67	269.39176				
		RANGE	963.59361			
7 - 1	30	-722.59178				
7 - 2	18	-1241.19124				
7 - 3	45	978.20846				
		RANGE	2219.39559			
8 - 2	1	1781.79696				
8 - 3	92	-19.36736				
		RANGE	1801.16431			
11 - 1	18	7.50195				
11 - 2	10	-46.40851				
11 - 3	14	-26.72823				
11 - 4	14	-99.83462				
11 - 5	10	96.88577				
11 - 6	15	-86.87561				
11 - 7	12	202.94232				
		RANGE	302.77694			

VALUE OF CATEGORIES
OUTSIDE VARIABLES NO. 4

ITEM CAT. FREQ.

12 - 1	31	-47.85931							
12 - 2	31	61.01664							
12 - 3	31	-15.15783							
		RANGE	108.87596						

CORRELATION COEFFICIENT 0.781194
ESTIMATION ERROR 228.542329

CORRELATION MATRIX

ITEM NO.	1	2	3	4	5	6	7	8	11	
1	1.000									
2	0.062	1.000								
3	-0.433	-0.253	1.000							
4	-0.164	-0.023	-0.417	1.000						
5	-0.487	0.113	0.182	-0.042	1.000					
6	0.149	-0.327	-0.409	0.295	-0.188	1.000				
7	-0.327	0.023	-0.666	0.480	0.491	0.002	1.000			
8	0.034	-0.149	0.068	-0.049	-0.050	0.065	-0.078	1.000		
11	0.183	0.025	-0.204	-0.124	-0.047	0.014	0.097	0.008	1.000	
OUTSIDE	4	-0.048	-0.047	0.045	-0.037	0.657	-0.025	0.014	-0.110	0.020
OUTSIDE	4	-0.051	-0.224	0.300	-0.150	-0.036	0.228	-0.272	0.528	0.095

CORRELATION MATRIX

ITEM NO.	12	4	
12	1.000		
OUTSIDE	4	0.139	1.000

PARTIAL CORRELATION

ITEM NO.

1)	0.317084
2)	0.419561
3)	0.417518
4)	0.211065
5)	0.200244
6)	0.549042
7)	0.389673
8)	0.527179
11)	0.357740
12)	0.190834

MULTIPLE CORRELATION

OUTSIDE NO. 4

0.781194

(2) 負荷予測モデルの検証

1) 負荷予測モデル

数量化1類での予測手法

数量化1類を利用する予測法は、この場合予測対象の質的データ(住戸特性など)から予測値として器具毎にその外的基準値である水の利用率 t/T を下記の(4.1-10)式の計算によって求める方法である。

$$\text{予測値 } t/T = (t/T)_m + \Sigma R_i \quad (4.1-10)$$

$(t/T)_m$: の平均値(表 4.1-4)

R_i : 各アイテムの該当スコア(表 4.1-5)

負荷予測モデル

図 4.1-2にこれまでの予測モデルの検討結果である瞬時最大負荷の予測フローを示す。図中最上段の関係式が上式となり、このフローに沿って予測を行うには前項に示すように、水の利用率 t/T の平均値と各アイテムの最適スコアを留意する必要がある。

2) 実測結果による予測モデルの検証

対象住棟の住戸特性

表 4.1-2に示す数量化1類の解析対象となった17住戸を含む住棟(以下A住棟)についても、住棟全体の瞬時負荷を同期間中1秒間隔で測定している。A住棟の住戸数は458戸であるが、このうちの145戸を対象に住戸特性についてアンケート調査を行っており、残り313戸についてこの調査結果をもとに各タイプ別に分類すれば、ほぼ全体の住戸特性を想定することが可能であり、本予測モデルの検証が可能である。

以下にはこのA住棟を予測モデルの検証のための対象住棟として上記の予測フローに基づいて瞬時最大負荷を計算し、実測結果との比較を行ってモデルの有用性を検証する。なお、実測は給湯負荷のほか給水負荷についても行っているので、参考として給水負荷についても検証を行った。

アンケート調査結果に基づいて分類したA住棟のタイプ別構成比率と住戸特性を表 4.1-6に示す。居住者数欄のアルファベットは同タイプでの区分(異なる住戸特性毎の分類)を示している。

予測モデルの検証

表 4.1-7に各用途の平均流量を、表 4.1-8にはピーク時刻の区間水利用率を示

す。実際の予測においては、使用湯温と水温の関係より各器具の平均流量は決定されるが、ここでは同条件の実測値である表の値を平均流量として計算する。器具利用率は、期間中に水使用のあった住戸数の比率を示しており、数量化1類の解析対象となった正味データ数の比率を表している。A住棟全体についても同様な器具利用率となると想定してこの比率を導入する。

測定を行っている平成5年1月11日~31日の午前と午後について、器具毎に表 4.1-6の住戸特性から(4.1-10)式によって水の利用率 t/T を計算し、これをもとに予測フローにしたがって瞬時最大負荷を計算した。

給水、給湯、給水+給湯の瞬時最大負荷についての計算結果を表 4.1-9(1)~(3)に示す。給水+給湯については、両ピーク時刻がほぼ等しいので各計算値の合算値とした。表には超過確率が0.0005~0.9として各超過確率での推定値と各測定日での実測値を載せている。推定値(計算値)の網掛け部分は同日の実測値を含む範囲を示しており、本予測法が有用であれば該当する超過確率がその値の出現確率を正しく表していることになる。参考として先の17戸について、実測値の水利用率 t/T をもとに計算した瞬時最大負荷(給水+給湯)の推定値と実測値を表 4.1-10に示す。

午前の瞬時給水負荷については、発生確率の高い出現値である実測値の多くが超過確率0.01~0.075付近にあることから、低めに計算されていると考えられる。午後については、実測値が0.5付近に集中しており、比較的妥当な値に計算されていると考えられる。給水+給湯負荷についてはほぼ同様な結果となっているが、瞬時給湯負荷については、午前の負荷は更に低く計算され、午後の負荷についてはばらつきが大きくなっている。

上記は通常の出現値である実測値との比較であるが、システム容量としての瞬時負荷はまれにおこる瞬時負荷(瞬時最大負荷)として考えるべきであり、表に現れた実測値の出現確率の現実的な確率への換算比率から、本来の超過確率を計算して有用な瞬時最大負荷を求める必要がある。

現状の瞬時最大負荷算定法との比較

以下には現状の瞬時最大負荷算定法として給排水設備基準(HASS206)に示されている水使用時間率と器具給水単位による方法(方法1)、器具給水負荷単位による方法(方法2)、住宅・都市整備公団の設計要領による方法を取り上げ、これらによる計算結果(給水+給湯)との比較を行う。

○水使用率と器具給水単位による方法（方法 1）

器具利用は住戸単位であるので、器具利用率を 0.01 とすると
標準流量 14 ℓ/分 の場合、住棟全体の瞬時最大負荷は 322 ℓ/分となり、
実測流量 6 ℓ/分 の場合、138 ℓ/分となる。

○器具給水負荷単位による方法（方法 2）

住棟全体の給水負荷単位合計は 5340.5 となり、同時使用流量のグラフの
最大値（給水負荷単位が 3000 で同時使用流量は 1600 ℓ/分）を越える。

○住宅・都市整備公団の設計要領による方法

住戸タイプ別居住者数から求めた給水量から算定すると
時間最大給水量 x 1.2 から、1043 ℓ/分となる。

瞬時最大負荷の実測値（午後）は平日平均で 390.3 ℓ/分、休日平均で 403.7 ℓ/分である。現状の算定法では午前・午後、休日・平日ごとの計算は不可能であるので、午後の休日平均との比較を行う。方法 1 は超過確率を 0.05 として行った結果であるが、実測結果よりかなり少なく計算されている。方法 2 はこれまでも指摘されているように、明らかに過大に計算されている。上記ほどではないが、住宅・都市整備公団による方法も多少過大に計算されていることが分かる。

上記のように現状の瞬時最大負荷算定法では、一部が過小に、一般には過大に計算されることが多い。方法 1 は器具利用率の取り方しだいで、過大な結果となることもあり、器具数によって決まっている器具利用率については再考の必要があると思われる。本論論文で提案している算定法は、この器具利用率について検討したものといえる。

□瞬時最大負荷の算定

異種器具・同条件器具毎の超過確率導入による最大同時使用数までの各同時使用確率から、すべての組み合わせの同時使用確率（器具使用は独立と仮定）を計算し、再度超過確率を導入して最大流量の器具組み合わせを求める。

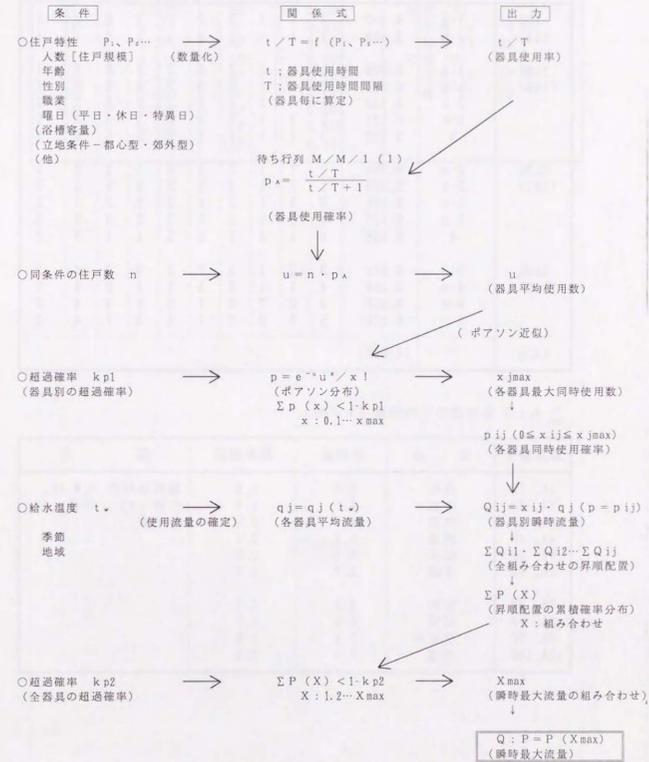


図 4.1-2 瞬時最大負荷の予測フロー

表 4.1-6 住戸のタイプ別構成比率と住戸特性

タイプ (戸数)	居住者数	構成比率	該当カテゴリー番号									
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1DK (34)	1-a	0.400	1	1	3	2	3	2	3	3	1	1
	1-b	0.600	1	1	1	2	3	2	3	3	1	1
1LDK (169)	1-a	0.278	1	1	3	2	3	2	3	3	2	1
	1-b	0.260	1	1	1	2	3	2	3	3	2	1
	2-a	0.148	2	1	1	2	3	2	3	3	2	2
	2-b	0.185	2	2	1	2	3	2	3	3	2	2
	3	0.129	3	1	1	1	3	2	3	3	2	2
2LDK (137)	2-a	0.224	2	1	1	2	3	2	3	3	3	2
	2-b	0.305	2	2	1	2	3	2	3	3	3	2
	3-a	0.196	3	1	1	2	3	2	3	3	3	2
	3-b	0.137	3	2	1	2	3	2	3	3	3	2
	4	0.138	4	1	1	2	3	2	1	1	3	2
3LDK (118)	3	0.261	3	2	1	2	3	2	3	3	4	2
	4-a	0.288	4	1	1	2	3	1	1	3	4	2
	4-b	0.256	4	2	2	2	1	2	1	3	4	2
	5	0.196	5	2	2	2	1	1	3	1	4	2
	(458)	(1.000)										

表 4.1-7 各用途の平均流量 (ℓ/分)

器具番号	用途	平均値	標準偏差	備考
1A, 1P	台所	3.3	1.9	器具番号の A, P は、午前 (A)、午後 (P) を示す。
2A, 2P	浴室	3.2	1.3	
3A, 3P	洗面	2.7	1.4	
4A, 4P	洗濯	6.3	2.1	
5A, 5P	便所	4.4	1.9	
6A, 6P	手洗	3.7	1.3	
7A, 7P	台所	3.3	1.7	
8A, 8P	浴室	6.8	1.7	
9A, 9P	洗面所	3.4	1.6	
10A, 10P	洗濯	5.4	2.2	

表 4.1-8 ピーク時刻の器具利用率

器具番号	使用率	器具番号	使用率	備考
1A	0.700	1P	0.784	想定ピーク時刻 午前 (A) 平日 7 - 9 時 休日 21 - 23 午後 (P) 平日 10 - 12 時 休日 21 - 23
2A	0.227	2P	0.482	
3A	0.695	3P	0.622	
4A	0.261	4P	0.157	
5A	0.843	5P	0.765	
6A	0.460	6P	0.431	
7A	0.653	7P	0.745	
8A	0.235	8P	0.501	
9A	0.653	9P	0.602	
10A	0.207	10P	0.084	

表 4.1-9(1) 瞬時最大負荷の計算値 (1) (t/分)

日	実測値	各超過確率での推定値 (給水)															は実測値が含まれる範囲	
		0.0005	0.0010	0.0050	0.0100	0.0250	0.0500	0.0750	0.1000	0.1500	0.2000	0.3000	0.4000	0.5000	0.6000	0.7000	0.8000	0.9000
11A (月)	189.7	249.32	229.45	205.23	181.63	168.06	154.12	134.26	129.90	110.03	110.03	90.16	85.80	69.17	61.58	49.30	41.71	25.07
12A (月)	187.1	243.30	235.73	198.20	190.61	170.74	150.87	136.94	133.70	123.37	109.48	92.84	81.98	72.48	62.11	48.75	37.88	20.71
13A (月)	189.7	243.38	239.23	203.00	188.13	170.87	151.10	144.04	136.40	124.17	116.54	96.87	82.78	72.44	68.08	52.58	44.84	25.07
14A (月)	152.3	251.63	239.35	208.83	191.53	170.00	153.37	136.77	133.50	129.60	127.92	102.10	89.40	72.24	65.18	51.24	40.95	27.01
15A (金)	146.5	253.13	239.77	205.30	188.67	168.80	151.63	144.57	133.70	124.70	113.84	97.20	89.61	75.68	69.74	55.81	42.24	25.07
16A (土)	124.8	278.64	281.47	231.27	210.37	190.51	176.57	156.70	156.70	136.84	129.20	112.03	98.67	92.17	75.53	64.67	54.01	36.84
17A (日)	181.3	264.38	247.21	216.55	203.75	175.25	159.01	156.38	142.44	128.88	122.58	109.01	95.07	81.51	67.97	54.84	47.70	30.84
18A (月)	182.5	255.13	244.79	214.27	196.67	170.80	163.17	146.57	143.30	129.94	119.07	102.44	85.84	78.21	65.94	58.34	41.71	34.07
19A (月)	188.6	255.11	251.84	218.61	204.01	179.78	159.91	145.98	143.28	126.11	119.05	101.88	92.68	82.02	71.68	54.52	43.86	30.29
20A (月)	191.3	264.91	250.98	217.54	200.49	177.31	163.41	153.08	143.51	133.21	119.28	105.71	92.35	81.48	69.21	64.85	44.88	31.05
21A (月)	174.7	265.03	251.67	224.17	204.57	183.40	162.41	156.47	142.54	129.18	122.67	106.04	98.44	84.81	71.15	57.58	48.01	27.01
22A (金)	188.3	265.44	253.17	222.43	205.34	177.84	160.67	153.61	140.81	133.75	116.58	106.24	92.35	82.02	69.21	62.15	48.22	28.35
23A (土)	165.4	288.18	284.45	250.95	239.78	199.59	179.68	175.32	165.75	145.88	141.52	118.38	112.08	98.51	84.57	76.84	57.07	43.14
24A (日)	146.5	277.82	263.89	236.39	212.79	192.92	171.93	165.42	151.48	137.92	131.62	111.75	101.42	84.25	80.97	67.11	56.25	40.11
25A (月)	177.0	254.76	241.19	210.67	196.60	176.73	156.87	149.23	132.64	125.00	116.00	102.44	91.78	71.84	64.28	58.34	44.41	27.77
26A (月)	158.1	281.04	241.18	213.22	193.35	173.48	159.56	145.88	139.68	126.11	115.45	101.88	87.95	78.74	68.08	54.52	43.86	23.99
27A (月)	175.0	264.54	244.68	217.17	196.89	173.71	163.37	149.48	139.15	129.61	119.28	99.41	95.05	78.42	67.95	58.95	47.88	31.05
28A (月)	171.2	280.30	248.07	220.57	196.97	175.97	156.11	151.75	136.24	131.88	121.01	104.38	92.14	78.21	67.88	53.98	43.85	27.01
29A (金)	204.6	275.08	245.21	217.71	194.11	174.24	160.67	150.01	144.04	130.15	119.81	102.64	95.58	78.42	72.44	58.55	48.22	28.35
30A (土)	146.5	287.82	270.52	239.39	222.82	199.18	179.31	168.45	156.45	138.81	133.04	118.01	107.72	98.14	84.57	78.64	50.77	43.14
31A (日)	181.3	273.10	255.93	230.09	209.19	188.19	171.35	159.12	151.48	137.55	131.62	114.98	97.82	87.84	70.81	67.01	50.45	36.84
11P (月)	151.1	369.60	340.37	310.76	290.89	256.43	236.56	227.35	213.46	199.89	187.08	173.52	153.65	139.76	130.50	116.68	96.58	76.70
12P (月)	169.7	365.63	344.73	308.06	288.19	261.36	241.49	230.63	215.12	207.53	187.66	174.09	159.92	144.42	127.85	115.88	101.52	74.02
13P (月)	132.0	331.81	311.95	277.48	263.91	237.08	217.21	203.65	190.84	177.27	169.68	149.81	136.24	123.44	109.87	95.98	82.41	65.61
14P (月)	124.8	357.30	347.77	304.30	290.73	260.00	236.40	222.51	213.30	196.13	185.04	168.67	153.16	139.60	123.43	112.14	91.73	71.87
15P (月)	136.6	365.94	356.41	308.07	293.16	263.19	238.59	224.53	216.40	205.34	185.87	168.50	154.04	137.77	122.29	105.87	85.53	65.39
16P (土)	124.8	365.73	354.87	311.40	293.53	265.16	241.56	233.97	214.10	207.59	191.00	177.43	160.26	140.00	126.83	109.66	99.37	72.99
17P (日)	185.1	401.15	383.98	338.28	320.09	289.95	266.35	258.76	243.25	223.38	215.79	195.62	176.06	158.89	145.32	135.79	118.69	88.46
18P (月)	135.7	373.33	357.00	316.74	303.17	273.06	251.29	233.33	230.09	210.29	203.66	181.11	156.15	150.60	134.52	121.82	105.87	76.51
19P (月)	139.3	374.42	357.12	317.39	296.99	273.39	250.29	230.42	227.15	204.05	196.79	176.59	161.08	147.51	130.93	113.75	107.24	84.35
20P (月)	139.3	340.57	328.33	287.93	268.07	236.87	216.43	206.14	196.93	179.76	172.70	152.30	143.10	123.23	115.64	97.77	82.20	65.03
21P (月)	138.4	373.69	353.82	307.12	289.95	258.76	238.89	232.96	215.79	202.22	192.69	172.82	159.20	143.50	125.50	114.63	99.21	71.66
22P (金)	147.1	395.33	373.73	331.46	314.87	284.78	264.83	248.50	236.64	211.47	205.34	185.87	168.50	154.04	137.77	122.29	105.87	76.51
23P (土)	166.7	374.49	365.28	317.49	300.33	273.95	250.35	233.76	227.05	207.38	200.32	179.92	160.06	146.49	129.32	117.09	106.22	81.99
24P (日)	152.5	409.94	390.07	349.30	326.20	301.98	275.14	255.28	235.41	218.82	198.42	178.55	164.98	155.45	138.50	115.71	92.61	71.66
25P (月)	135.7	373.33	357.00	316.74	303.17	273.06	251.29	233.33	230.09	210.29	203.66	181.11	156.15	150.60	134.52	121.82	105.87	76.51
26P (月)	159.6	377.90	354.30	314.04	304.83	273.64	253.77	238.26	227.39	207.53	204.29	181.11	156.15	150.60	134.52	121.82	105.87	76.51
27P (月)	136.4	342.15	328.58	285.11	274.25	247.41	219.91	213.98	203.11	183.24	180.01	156.87	145.58	126.71	115.84	102.28	89.47	68.31
28P (月)	146.5	367.63	347.77	313.30	296.17	266.60	246.73	233.17	219.27	205.71	192.90	173.03	162.74	145.57	125.70	119.19	99.09	76.23
29P (金)	146.5	382.37	362.50	328.04	308.17	277.43	253.83	233.97	230.73	210.87	200.00	180.13	162.76	152.67	132.16	123.60	106.43	78.37
30P (土)	143.6	382.37	362.50	328.04	308.17	277.43	253.83	233.97	230.73	210.87	200.00	180.13	162.76	152.67	132.16	123.60	106.43	78.37
31P (日)	185.7	407.12	389.95	349.55	329.69	306.59	278.63	263.12	249.23	235.66	218.49	198.62	178.76	172.82	155.66	135.79	118.99	99.12

表 4.1-9(2) 瞬時最大負荷の計算値 (2) (t/分)

日	実測値	各超過確率での推定値 (給水)															は実測値が含まれる範囲	
		0.0005	0.0010	0.0050	0.0100	0.0250	0.0500	0.0750	0.1000	0.1500	0.2000	0.3000	0.4000	0.5000	0.6000	0.7000	0.8000	0.9000
11A (月)	235.4	289.16	270.32	238.07	219.23	200.39	181.55	174.78	161.37	149.31	142.53	123.69	110.29	98.08	91.44	72.60	62.57	46.99
12A (月)	248.4	283.87	278.72	236.04	226.01	203.79	188.33	174.92	159.34	149.31	145.93	127.09	111.62	82.22	83.38	67.39	55.97	47.13
13A (月)	237.1	286.98	280.35	245.32	225.89	206.98	184.81	178.03	165.97	155.82	145.79	126.95	114.88	104.85	94.70	75.86	63.83	46.99
14A (月)	184.9	280.35	270.32	238.07	219.23	200.39	181.55	171.40	161.37	149.31	142.53	123.69	110.44	94.70	91.44	72.60	62.46	43.62
15A (金)	187.1	290.38	271.54	242.67	229.26	210.42	184.81	181.43	165.97	152.56	143.75	133.72	114.88	101.48	89.27	75.86	63.79	43.62
16A (土)	124.8	308.28	292.31	258.22	242.71	226.24	202.17	196.24	181.81	172.27	162.25	148.24	134.11	114.88	104.85	94.70	75.86	63.83
17A (日)	192.0	288.31	279.97	251.10	232.25	218.85	195.76	181.17	177.92	159.07	148.93	130.09	120.06	107.99	94.58	82.37	68.97	46.87
18A (月)	181.3	282.39	279.13	241.45	222.61	209.20	183.59	174.78	164.75	145.91	142.53	123.69	110.29	98.08	91.44	75.98	65.83	46.99
19A (月)	263.3	280.38	277.03	244.85	226.01	200.39	186.99	174.92	168.15	149.31	149.31	130.45	117.96	98.22	91.44	72.60	65.97	40.36
20A (月)	245.9	292.42	280.21	247.86	228.38	210.28	196.87	182.03	174.78	161.37	149.16	145.79	126.95	116.92	108.14	94.70	73.74	63.83
21A (月)	276.9	282.39	270.32	234.05	226.01	196.82	180.21	174.78	161.37	149.16	142.53	123.69	110.29	98.08	91.44	72.60	65.83	46.99
22A (月)	238.4	292.42	280.35	248.10	232.52	203.65	184.81	178.03	171.40	152.56	145.79	126.95	114.88	104.85	94.70	75.86	65.83	46.99
23A (土)	252.3	305.99	291.68	257.37	248.56	219.69	200.85	187.45	182.01	168.61	156.54	141.87	127.67	112.09	102.85	89.99	71.15	52.31
24A (日)	235.0	302.19	288.78	251.10	237.69	218.85	205.00	189.98	171.44	164.51	152.30	138.00	126.06	10				

表 4.1-1(3) 瞬時最大負荷の計算値(3) (t/分)

日	実測値	各超過確率での推定値 (給水+給粉)										実測値に含まれる範囲						
		0.005	0.010	0.0250	0.050	0.100	0.150	0.200	0.300	0.400	0.500		0.600	0.700	0.800	0.900		
11A(月)	368.9	638.48	459.77	443.30	400.86	385.45	335.68	309.03	291.27	259.34	252.56	213.85	196.09	187.24	153.02	121.91	104.38	72.66
12A(火)	414.4	537.17	509.45	431.24	374.53	393.20	311.88	283.64	272.68	255.41	239.59	193.60	183.60	171.20	150.18	128.13	103.85	67.85
13A(水)	414.4	537.17	509.45	431.24	374.53	393.20	311.88	283.64	272.68	255.41	239.59	193.60	183.60	171.20	150.18	128.13	103.85	67.85
14A(木)	303.1	531.93	509.67	445.90	410.76	370.33	334.92	287.91	277.27	257.59	240.92	204.49	194.25	166.94	152.63	132.65	100.40	72.09
15A(金)	319.1	549.51	511.31	447.97	417.83	379.22	336.44	286.01	279.67	259.63	243.03	206.54	196.29	168.98	154.67	134.69	102.44	74.93
16A(土)	261.9	505.15	527.39	467.05	425.01	385.10	356.97	317.45	299.63	275.74	259.03	221.50	214.25	186.94	172.55	152.15	125.15	89.14
17A(日)	188.8	337.51	324.92	459.71	413.27	380.00	346.75	321.35	318.04	291.60	276.13	239.50	234.32	176.29	157.38	134.32	107.54	81.66
18A(月)	417.2	544.41	524.95	463.46	430.67	389.17	366.99	320.99	311.43	285.98	272.45	238.99	234.32	180.24	163.13	127.12	109.93	76.05
19A(火)	417.2	544.41	524.95	463.46	430.67	389.17	366.99	320.99	311.43	285.98	272.45	238.99	234.32	180.24	163.13	127.12	109.93	76.05
20A(水)	381.4	555.86	535.32	470.54	437.85	381.49	345.48	331.65	322.21	286.31	272.87	239.19	234.32	186.37	169.31	138.01	114.05	75.34
21A(木)	381.4	555.86	535.32	470.54	437.85	381.49	345.48	331.65	322.21	286.31	272.87	239.19	234.32	186.37	169.31	138.01	114.05	75.34
22A(金)	465.4	547.41	521.99	462.24	429.43	377.02	342.62	331.75	303.91	276.34	265.70	232.59	227.97	200.99	186.87	163.13	138.01	114.05
23A(土)	348.3	580.61	562.67	497.45	469.43	411.77	371.84	335.40	323.63	292.43	276.25	240.92	235.31	209.99	192.99	170.99	145.99	95.45
24A(日)	381.9	533.08	514.89	459.03	424.46	383.76	338.27	324.01	295.21	274.17	261.91	229.50	224.89	189.99	150.28	137.58	110.24	74.76
25A(月)	381.9	533.08	514.89	459.03	424.46	383.76	338.27	324.01	295.21	274.17	261.91	229.50	224.89	189.99	150.28	137.58	110.24	74.76
26A(火)	293.4	525.75	504.26	450.70	422.67	377.53	341.10	307.59	298.67	276.87	263.92	230.59	225.97	183.99	154.03	127.12	111.02	76.98
27A(水)	293.4	525.75	504.26	450.70	422.67	377.53	341.10	307.59	298.67	276.87	263.92	230.59	225.97	183.99	154.03	127.12	111.02	76.98
28A(木)	414.6	555.71	535.01	469.81	429.84	379.08	352.11	322.61	313.28	289.34	270.11	235.99	230.47	186.52	161.11	134.41	108.41	74.00
29A(金)	435.5	555.71	535.01	469.81	429.84	379.08	352.11	322.61	313.28	289.34	270.11	235.99	230.47	186.52	161.11	134.41	108.41	74.00
30A(土)	351.8	575.28	562.59	481.44	448.08	401.61	371.36	332.67	325.88	293.26	278.44	247.17	242.57	195.33	171.53	143.89	125.79	98.70
31A(日)	414.9	574.05	546.70	484.30	449.61	409.55	366.95	340.95	328.32	295.33	275.90	244.44	239.74	192.45	175.33	148.99	125.79	98.70
12B(日)	414.9	574.05	546.70	484.30	449.61	409.55	366.95	340.95	328.32	295.33	275.90	244.44	239.74	192.45	175.33	148.99	125.79	98.70
13B(水)	278.9	612.73	646.24	581.82	551.59	511.47	474.94	444.71	421.88	405.05	380.50	347.64	320.67	301.35	271.32	247.20	216.97	208.28
14B(木)	278.9	612.73	646.24	581.82	551.59	511.47	474.94	444.71	421.88	405.05	380.50	347.64	320.67	301.35	271.32	247.20	216.97	208.28
15B(金)	296.6	736.01	715.11	622.69	604.33	551.26	505.37	474.72	456.01	436.21	416.08	377.52	363.82	333.99	292.63	265.08	236.56	193.40
16B(土)	319.2	842.12	814.92	724.03	691.37	629.11	583.61	556.08	538.21	496.25	478.63	436.66	399.07	374.37	341.38	310.35	278.37	224.64
17B(日)	319.2	842.12	814.92	724.03	691.37	629.11	583.61	556.08	538.21	496.25	478.63	436.66	399.07	374.37	341.38	310.35	278.37	224.64
18B(月)	417.9	800.79	868.79	693.43	652.43	603.47	558.28	529.64	510.47	471.99	454.32	392.90	370.45	340.45	311.29	281.06	246.67	204.67
19B(火)	417.9	800.79	868.79	693.43	652.43	603.47	558.28	529.64	510.47	471.99	454.32	392.90	370.45	340.45	311.29	281.06	246.67	204.67
20B(水)	422.6	894.39	846.84	699.75	657.78	606.67	472.94	443.81	431.34	397.51	380.42	343.35	327.64	294.77	273.49	243.73	216.58	181.05
21B(木)	422.6	894.39	846.84	699.75	657.78	606.67	472.94	443.81	431.34	397.51	380.42	343.35	327.64	294.77	273.49	243.73	216.58	181.05
22B(金)	383.2	799.09	784.38	666.09	626.81	566.75	529.12	512.34	492.73	451.25	433.29	385.99	365.99	333.89	293.89	276.68	244.51	194.93
23B(土)	383.2	799.09	784.38	666.09	626.81	566.75	529.12	512.34	492.73	451.25	433.29	385.99	365.99	333.89	293.89	276.68	244.51	194.93
24B(日)	469.7	863.82	825.23	748.98	703.76	657.44	606.45	569.92	554.45	491.42	462.64	400.14	377.52	345.95	316.99	294.79	270.49	240.00
25B(月)	469.7	863.82	825.23	748.98	703.76	657.44	606.45	569.92	554.45	491.42	462.64	400.14	377.52	345.95	316.99	294.79	270.49	240.00
26B(火)	460.4	819.70	779.43	701.70	674.25	592.18	546.54	516.54	503.39	443.34	422.32	365.92	350.92	304.93	283.63	253.33	225.70	216.66
27B(水)	460.4	819.70	779.43	701.70	674.25	592.18	546.54	516.54	503.39	443.34	422.32	365.92	350.92	304.93	283.63	253.33	225.70	216.66
28B(木)	385.4	711.44	682.59	603.70	579.43	532.68	486.45	467.12	446.22	411.03	397.75	337.85	324.38	304.93	283.63	253.33	227.00	188.93
29B(金)	385.4	711.44	682.59	603.70	579.43	532.68	486.45	467.12	446.22	411.03	397.75	337.85	324.38	304.93	283.63	253.33	227.00	188.93
30B(土)	444.7	784.67	747.67	671.07	642.26	590.17	548.21	515.80	498.65	466.36	451.69	401.56	389.17	348.4	306.78	290.24	245.04	208.20
31B(日)	444.7	784.67	747.67	671.07	642.26	590.17	548.21	515.80	498.65	466.36	451.69	401.56	389.17	348.4	306.78	290.24	245.04	208.20
32B(日)	302.1	870.47	840.58	759.24	720.05	685.42	615.37	587.79	583.87	528.20	455.37	433.61	420.45	402.45	366.56	327.85	294.39	252.35

表 4.1-10 瞬時最大負荷の計算値(17戸) (t/分)

日	実測値	各超過確率での推定値 (給水+給粉)										実測値に含まれる範囲
		0.0010	0.0050	0.0075	0.0100	0.0200	0.3000	0.4000	0.5000			
11A(月)	52.6	114.21	91.33	81.78	81.78	61.97	52.62	43.07	43.07	35.47	28.70	
12A(火)	54.9	136.15	103.52	103.52	103.52	68.07	64.81	64.81	56.14	49.37	49.37	
13A(水)	53.5	115.05	98.31	95.08	91.81	76.34	58.61	46.32	43.07	43.07	43.07	
14A(木)	45.7	85.93	66.33	66.33	66.33	37.42	27.63	27.63	27.63	27.63	27.63	
15A(金)	50.3	134.68	108.97	108.97	108.97	70.27	70.27	65.91	59.61	40.37	40.37	
16A(土)	65.5	76.63	56.33	56.33	46.75	33.06	27.63	27.63	21.32	18.05	10.43	
17A(日)	64.6	138.78	123.08	112.64	106.34	84.37	73.71	67.64	67.64	67.64	58.94	
18A(月)	42.4	113.98	92.44	88.08	84.84	65.24	49.37	49.37	49.37	39.36	33.06	
19A(火)	65.1	125.08	108.97	91.35	91.35	73.64	65.91	52.64	49.37	49.37	43.07	
20A(水)	79.4	125.94	105.89	99.81	93.51	83.50	70.43	54.80	54.80	54.80	54.80	
21A(木)	57.7	124.87	108.77	92.44	92.44	71.77	66.33	49.37	49.37	49.37	43.07	
22A(金)	47.1	108.77	93.53	87.23	82.87	65.33	55.90	40.91	37.63	37.63	34.40	
23A(土)	43.4	130.97	117.06	110.55	100.04	74.62	71.34	55.90	55.90	52.92	39.18	
24A(日)	62.8	114.21	100.04	94.61	94.61	68.71	61.03	55.90	43.07	38.71	38.71	
25A(月)	48.0	118.78	104.39	92.88	92.88	92.39	70.04	65.69	49.84	37.63	37.63	
26A(火)	50.3	118.78	104.39	98.08	86.35	76.34	68.72	49.84	43.07	37.63	37.63	
27A(水)	49.8	108.77	98.74	98.74	88.31	65.33	63.33	43.07	43.07	43.07	43.07	
28A(木)	53.5	117.49	94.71	88.08	82.64	61.97	56.00	49.37	45.01	39.57	39.27	
29A(金)	49.4	120.51	107.68	96.21	88.08	68.49	60.88	49.37	49.37	49.37	46.14	
30A(土)	63.7	120.97	96.81	90.04	84.60	65.69	61.33	55.90	42.64	39.36	39.36	
31A(日)	47.1	120.97	107.05	94.65	84.60	67.87	64.61	55.90	52.67	35.23	35.23	
11P(月)	90.4	107.71	94.08	87.02	77.01	67.45	54.17	49.81	43.74	34.18	34.18	
12P(火)	57.2	151.67	141.17	134.52	113.59	102.46	85.92	79.62	66.45	60.52	53	

4.2 給湯負荷の変動特性

住棟セントラル給湯システムの構築に当たって決定すべきシステム容量には加熱量と貯湯量がある。これらの算定のための設計資料としては、第1章に述べたように、一般にそれぞれがその住棟で消費すると予想される1日給湯消費量に対する比率として示されている。後に述べるように、加熱量と貯湯量の関係は給湯負荷の消費量よりもその変動特性に強い関わりがあるが、この変動特性については湯の使用意識など時代や流行などに影響される。社会情勢の変化が激しく様々な分野で意識改革が行われている今、この分野も決して例外ではなく、これら資料の早急な見直しが必要と思われる。

(1) システム容量

1) 加熱量と貯湯量との関係の解析

第3章に示したように、集合住宅の給湯消費量には地域差・季節差などが見られるものの、その負荷の時間変動特性については、どの調査結果においてもほぼ同じ傾向があることが分かった。そこで本章では、集合住宅における給湯負荷の特徴である時間変動特性に着目し、これまであまり明確にされていなかった加熱量と貯湯量の関係について考察する。

累積負荷曲線の導入

負荷変動の周期の1区間に着目すれば、一般に区間内に投入された熱量とその間の消費量は等しいはずである。ここで、等しいというのはシステムに必要な熱量が常に負荷変動に追隨して投入されている場合であるが、実際問題として、このような供給システムの構築は加熱容量と制御性の問題から不可能である。上記以外の場合には貯湯が必要となるが、これは負荷が加熱量を上回る場合にはいつでもこれを補完する容量を持っている必要があり、またシステムとしては次の補完に備えて適当な時期に容量の回復を行なえる能力の加熱器を用意する必要がある。このように、貯湯量の補完と回復については消費量の変動に強い関わりあることから、貯湯量と加熱量の関係の解明には負荷の時間変動特性に着目して検討する必要がある。

ところで、投入熱量と消費量の累積値を考えると、以下に示すように貯湯量の補完や回復の具合が明確になることが分かる。以下では加熱量と貯湯量の関係を更に明確に説明するために、給湯消費量の累積負荷曲線を用いた検討を行うことにする。第3章で示した給湯負荷曲線の一部を図4.2-1に、その一部を含む累積負荷曲線の一部を図4.2-2に示す。

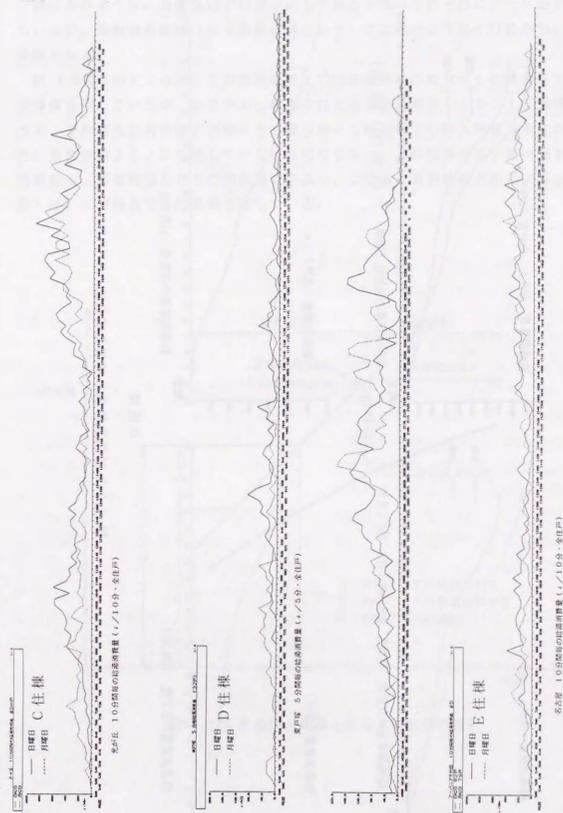


図 4.2-1 給湯消費量の日変化の例

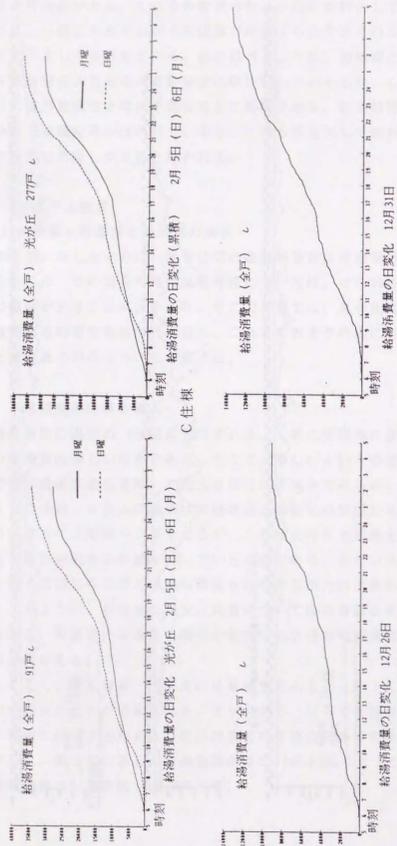


図 4.2-2 給湯消費量の累積負荷曲線

加熱量と貯湯量の関係

図に見るように、日変化はどの場合にも午前と午後のそれぞれにピークを示しているが、累積負荷曲線（以下負荷曲線という）では図のようなくびれのついた曲線となる。

図 4.2-3に示すように、この負荷曲線上では負荷曲線の高さがその時刻までの消費量を示しているが、システムに投入された累積熱量を同一グラフ上に表現すると、その線は負荷曲線と同様にその高さがその時刻までの投入熱量を示すので、常に負荷曲線より上に位置していなければならない。この加熱を示す線の傾きは加熱能力（単位時間当たりの加熱量）を表し、この線と負荷曲線との差（高さの差）は、その時点での貯湯量を示している。

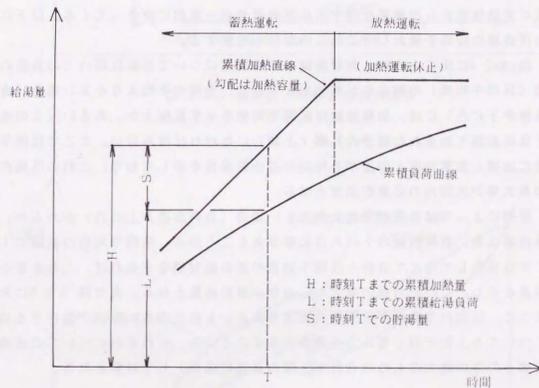


図 4.2-3 累積投入熱量と累積負荷曲線の関係

蓄熱運転と放熱運転

加熱器の容量制御をON-OFF制御とすると、供給時（加熱時）には直線（以下加熱直線という）となって常に一定の傾き（加熱能力）で上昇し、供給停止時には横軸と平行な直線となる。加熱直線と負荷曲線との差（貯湯量）は負荷変動に応じて増減するが、この差の増加時は蓄熱運転、減少時は放熱運転となり、この差の最大値がシステムに必要な最大貯湯量となる。

貯湯量を少なくするには大きな加熱能力を持たせて運転と停止を繰り返し、負荷曲線に沿った運転動作を行なわせれば良いが、この場合には大容量の熱源が必要となり、運転効率や能力制御上から問題がある。また、加熱能力は加熱器を24時間運転とする場合に最小となるが、運転効率が高くなる反面、保守や耐久性などに問題がある。

加熱量と必要貯湯量の関係の検討

上記の検討では加熱量と貯湯量の関係を明らかにしたが、以下に示すように負荷の変動特性から加熱量に対する必要貯湯量が一意に決まってくる。以下には負荷曲線の特徴を検討してこれらの関係を考察する。

図 4.2-4に示すように、負荷曲線のある区間について当該区間での負荷の平均（区間平均値）の傾きを加熱能力とすると、負荷が平均より小さい場合（負荷曲線が下に凸）には、加熱直線は区間平均値を示す直線上か、あるいはこの直線と負荷曲線で囲まれた部分の外側（上側）になければならない。ここで区間平均値の直線と負荷曲線との差が各時刻の最小貯湯量を示しており、これの区間での最大値が区間内の必要貯湯量となる。

区間によっては負荷が平均より大きい場合（負荷曲線が上に凸）があるが、加熱直線は常に負荷曲線の上にある必要があることから、区間平均値の直線を上側に平行移動して考えて負荷と区間平均値の差の絶対値を求めれば、これが最小貯湯量を示し、この絶対値の最大のものが必要貯湯量となる。また図 4.2-5に示すように、区間内で負荷が区間平均値より大きいものと小さいものが混在する場合についても上記と同じ考え方を適用できることから、それぞれについての区間平均値との差の最大のものの合計が区間の必要貯湯量として計算される。

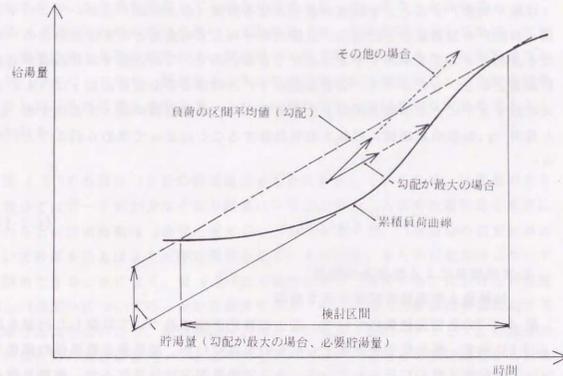


図 4.2-4 加熱量と必要貯湯量の関係（1）

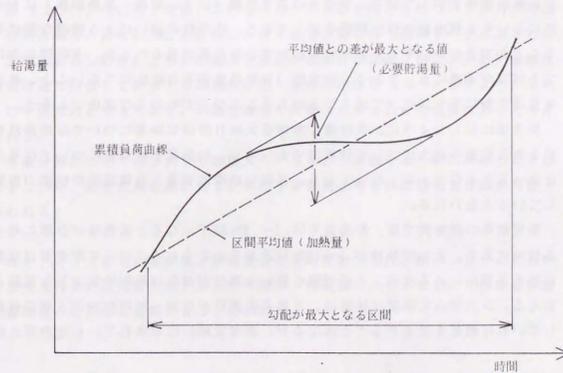


図 4.2-5 加熱量と必要貯湯量の関係（2）

移動平均法を用いた算定法の検討

区間幅を設定して負荷曲線上のあらゆる区間について区間平均(傾き)を計算(移動平均法)すると、平均値が最大となる区間(最大区間)においてこの平均値(勾配)を加熱量とした場合、区間内の平均と負荷曲線との差は加熱器のいかなる運転によっても小さくすることができないので、この区間での貯湯量が必要貯湯量となる。したがって、負荷曲線が下に凸の場合の必要貯湯量 s は(4.2-1)式に示すように、この最大区間 p での累積平均と累積負荷の差(または平均 q_m と負荷 q_i の差の累積値)の最大値を計算することによって求められることになる。

$$s = \sum (q_m - q_i) \quad (4.2-1)$$

2) 実測結果による算定法の検討

加熱量と貯湯量の関係を示す曲線

図 4.2-2 の各測定結果について、以上の算定方法に基づいて計算した結果を図 4.2-6 に示す。集合住宅を対象としたものではないが、加熱量と貯湯量の関係については参考文献4)に示されている。そこで算定方法は異なるが、累積負荷を利用するなど考え方はほぼ同じであり、曲線も似通ったものになっている。

図 4.2-6 は比較のために横軸を貯湯量の 1 日給湯消費量に対する比率で、縦軸を 1 時間当たりの加熱量の 1 日給湯量に対する比率で表した場合の加熱量と必要貯湯量の関係を示している。それらの表す曲線(以下、貯湯・加熱曲線)はどの図においても双曲線に似た関係を示しており、住戸数の違いによる明確な差は見ることができない。平日と休日の間にわずかな差異が見られるが、どの図においても休日の方が下側になっており、休日の 1 日給湯量が平日に比べて多いこと、休日の負荷変動は平日に比べてばらつきがあることなどがその主な理由であろう。

第 3 章に示したように、B 住棟における大晦日の測定結果については給湯消費量と負荷変動の両方について特異日であったが、加熱量と貯湯量については平日と比べるとかなり小さくなっており、極端な給湯消費量と負荷変動の特徴が影響していると思われる。

測定結果の試算例では、貯湯量では 2~3% 以下になると加熱量が急激に増える傾向にある。また加熱量が 5~10% 付近から小さくなるに従って貯湯量は急激に増える傾向にあるため、上記範囲を除いた部分が関係の比較的安定した範囲と言える。システムに必要な容量は、それらの関係が貯湯・加熱曲線の上側に位置していれば機能を満足することになるが、参考文献5)に示されている加熱量と貯

湯量は、加熱量については 1 日消費量の 1/7 (14.3%)、貯湯量では 1/5 (20%) としており、安全率を考慮しても過大な容量となっていることが分かる。

図 4.2-7 に B 住棟の平日を例にして加熱量 5%、貯湯量 20% として算定した貯湯・加熱曲線と負荷曲線を示す。貯湯量は上記文献と同じであり、加熱容量はおよそ 1/3 となっており、図に見るように加熱器の運転に無理がなく、負荷曲線のくびれ部分を貯湯量とするので、これらの条件のもとでは有利な貯湯量であると思われる。

図 4.2-6 の各図は 1 日分の測定結果をもとに計算しているため、区間幅の大きい部分ではデータ数が少なくなり結果は不安定になる。入浴や洗濯行為を考慮にいと生活の周期は 1 週間と考えることができるので、1 週間分の測定結果について計算を行えばより正確な関係を見ることができ、また不安定部分についても解消できることになる。図 4.2-8 に A 住棟の冬季 1 週間の各日における計算結果と 1 週間分について行った計算結果を示す。ここでは 1 日給湯消費量に対する比率では表せないで、加熱量は住戸当たりの熱量 (kcal/h) として、貯湯量は住戸当たりの実貯湯量 (t) として示しているが、1 週間分の測定結果から計算した貯湯・加熱曲線は各日の計算結果のうちの最大(休日)のものと同様になっている。

システム容量の分割に関する検討

図 4.2-9(1)~(2)に B 住棟における休日、平日のそれぞれについて各月の貯湯・加熱曲線を、図 4.2-10 に A 住棟における冬期と夏期の 1 週間データによる貯湯・加熱曲線をしめす。どちらの場合も夏期の曲線はほぼ原点側に、冬期の曲線は外側付近に位置している。中間期の貯湯・加熱曲線は図 4.2-9 に示すようにそれらの中間付近となっており、年間を通して曲線はほぼこれらの範囲にあると考えられる。

容量分割についてはコストや設置スペースなどの問題から一概に決めることはできないが、不安定域を除いた上記範囲を運転域と考えれば適切な分割が可能と思われる。

なお、ここで示した加熱量と貯湯量の関係の検討方法は、給水システムにおいては受水槽または高置水槽と補給水の関係、冷暖房システムにおいては熱源容量と蓄熱量との関係に応用できると思われる。

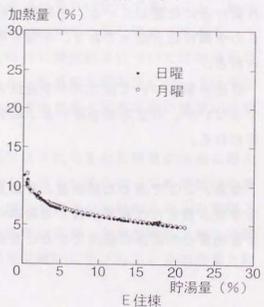
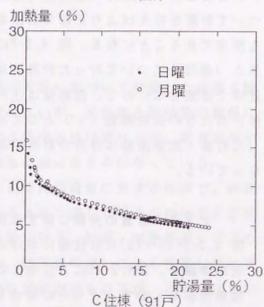
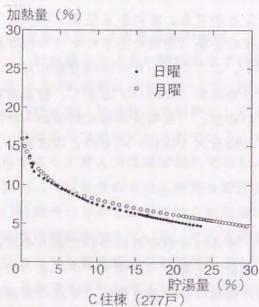
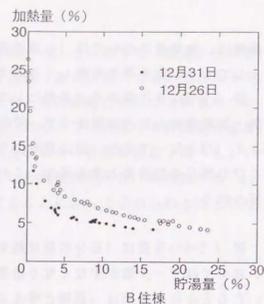
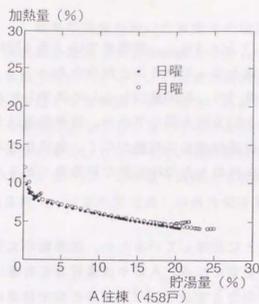


図 4.2-6 加熱量と貯湯量の関係

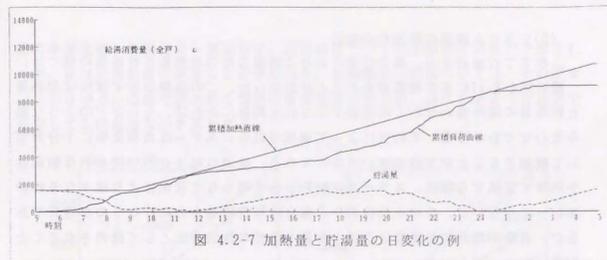


図 4.2-7 加熱量と貯湯量の日変化の例

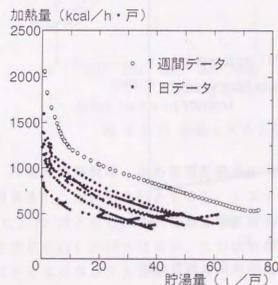


図 4.2-8 加熱量と貯湯量の関係 (1週間データ)

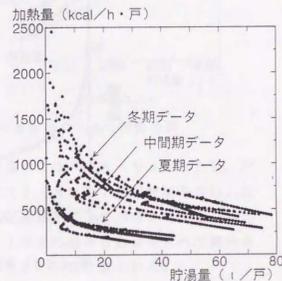


図 4.2-9(1) 各月の加熱量と貯湯量の関係 (休日)

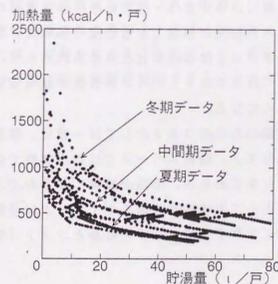


図 4.2-9(2) 各月の加熱量と貯湯量の関係 (平日)

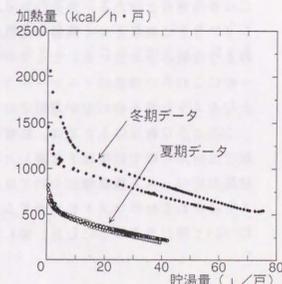


図 4.2-10 加熱量と貯湯量の関係 (夏冬1週間データ)

(2) システム容量の最適化の検討

これまでの検討から、集合住宅における給湯負荷の加熱量と貯湯量の間には、一般に図4.2-11に示す関係があることが分かった。この曲線の示す意味は加熱量と貯湯量の組み合わせがこの曲線で示される関係にあれば、それがどのような組み合わせであっても、それらによって構成されるシステムは負荷変動に十分対応して機能することができるということである。最適な組み合わせの選択は制御性や効率を重視する場合、スペースに制約がある場合など状況により様々な条件が加わってくるので、これらの検討から総合的な判断をもとに行なうのが理想であるが、実際の設計の場面ではコストが最も重要な決定要因として検討されることが多い。

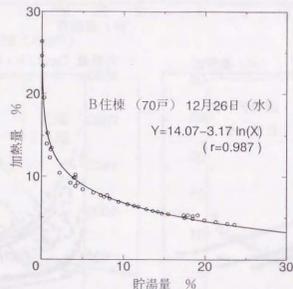


図 4.2-11 加熱量と貯湯量の関係の例

コストパラメータの導入

加熱量に関わる機器としては熱源、熱交換器などがあり、貯湯量に関わる機器には貯湯槽などがある。熱源の効率が規模によらずほぼ一定であり、システムのレイアウトに無駄がなく機器や配管からの熱損失が無視できる程度であれば、どのような組み合わせにおいてもランニングコストはほぼ同じと考えられるので、一般にこれらの機器のイニシャルコスト（以下コストという）の合計が最も安価となるような組み合わせが選択されることになる。

このような仮定のもとでは、比較や評価のためのコストとしては一般に、機器類では耐用年数での償却を考慮した年間コスト、設備スペースでは耐用年数での期間利用のコスト換算値について検討すべきであるが、問題が複雑になるのでここではそれぞれのコストを代表するものとして主要機器であるボイラーと貯湯槽について検討することにした。図4.2-12にそれぞれについての容量とコスト（機

器の単体価格）の関係の一例を示す。貯湯槽については非線形の関係が予想されたが、ほぼ比例関係にあることが分かった。加熱器の一部については、そのプロットからゆるい曲線で示される関係にあると思われるが、図に示すように直線で近似しても問題はないと思われる。

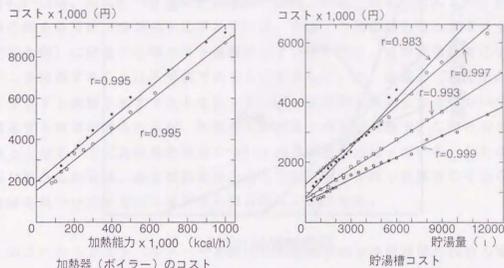


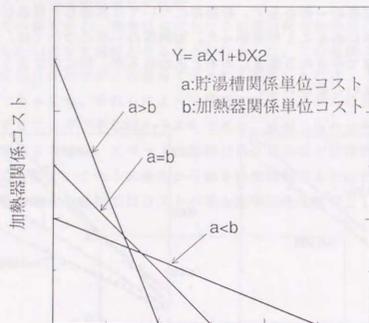
図 4.2-12 給湯システム機器の容量とコストの関係の例

貯湯槽関係機器、加熱器関係機器の単位熱量当たりのコストを a 、 b とし、貯湯量を X_1 、加熱量を X_2 とすると、システムコスト（各コストの定数項を含む）は(4.2-2)式となる。これを熱量を座標軸とした座標上に Y をパラメータとして図示すると図4.2-13となるが、この直線は直線上のどの組み合わせもすべて同一コストとなる等コスト直線であり、その傾きは(4.2-3)式と表される。

$$Y = aX_1 + bX_2 \quad (4.2-2)$$

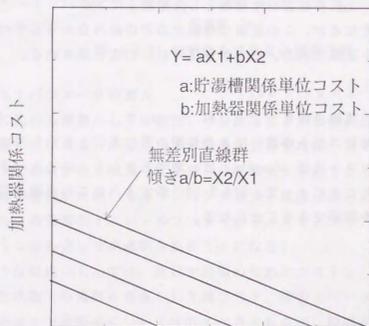
$$\text{直線の傾き: } -X_2/X_1 = -a/b \quad (4.2-3)$$

図中の直線は各単位コストの違いにより勾配が異なることを示している。単位熱量当たりのコスト比率（ a/b ）は一定であるから、コストパラメータ Y に様々な値を与えることによって、図4.2-14に示すようにこの直線と同じ傾きを持つ無差別直線群を図示できることになる。



貯湯槽関係コスト

図 4.2-13 等コスト直線 (1)



貯湯槽関係コスト

図 4.2-14 等コスト直線 (2)

加熱量と貯湯量との関係における最適化

図 4.2-11 と図 4.2-14 は同じ熱量を単位とした座標系 (縦軸は時間当たりの熱量) であるので、一方の座標上で示される直線の傾きについてもう一方の座標上で論じることが特に問題はない。

図 4.2-15 は、図 4.2-11 と図 4.2-14 を同一座標上に表したものであるが、図中の直線の傾きを現状でのコスト比率とすれば、貯湯・加熱曲線と交わらずにその下方 (原点側) に位置する等コスト直線の示すコストでは、負荷変動に対応するシステムを構築することは不可能であることを示している。曲線と 2 点で交わっている等コスト直線の示すコストを投入すれば、交点間の組み合わせにおいて機能を満足する結果が得られるが、加熱量と貯湯量との最適 (最小) な組み合わせは曲線上となるので交点以外の部分については過剰投資となっている。したがって、最適な組み合わせは、ある制約条件のもとで同じ傾きを持つ直線群の中から最適な直線を見つけ出す方法の検討から得られることになる。

このことからコストパラメータを利用して組み合わせの最適値を求める問題は、加熱量と貯湯量との関係 ($f(X_2, X_1) = 0$ 、ただし、 X_2, X_1 は熱量単位) を制約条件とし、システムコスト Y を目的関数とした最小計画問題と考えることができる。

$$\text{制約条件} \quad f(X_2, X_1) \geq 0 \quad (4.2-4)$$

$$\text{目的関数} \quad Y = aX_1 + bX_2 : \min \quad (4.2-5)$$

図 4.2-15 より明らかなように、コストを考慮に入れた場合の加熱量と貯湯量との最適な組み合わせはこの曲線上になければならないので、上式 (4.2-5) の等コスト直線がこの曲線の接線となる場合のシステムコスト Y が制約条件を満足する最低コストとなり、その接点で示される組み合わせが最適解となることが分かる。図 4.2-16 に貯湯・加熱曲線とその最適値を示す等コスト直線を示す。

ところで、この接点で示される最適解は組み合わせの曲線が明快な関数式で表される場合にはその接線の方向係数を計算することによって比較的容易に求めることができるが、関係が複雑な場合には次に示すように図式解法を検討する必要がある。

曲線とその接線との関係から明らかなように、組み合わせの最適解は、曲線上の点のうちで接線である最低コスト直線からの距離が最短である点 (接点) によって示されるが、これはまた、接線と同じ傾きを持ったそれ以外の直線と曲線との間についても当てはまる関係である。この考え方を拡張すると上記の最小計画問題は、次に示すように適当なデータ変換を行うことによって、容易に解の得られる単純な座標上の極値問題に置き換えることができる。

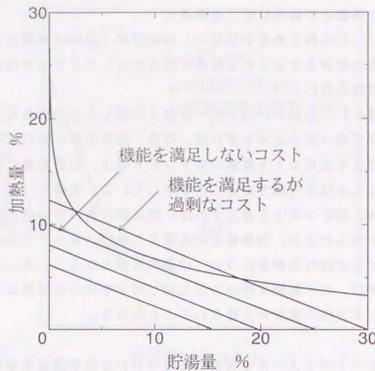


図 4.2-15 貯湯・加熱曲線と等コスト直線 (1)

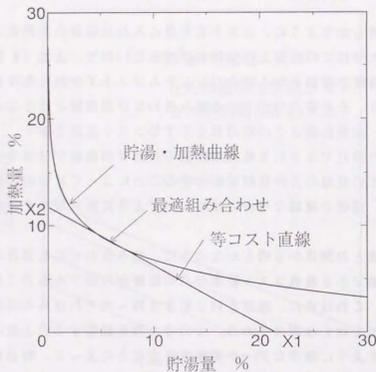


図 4.2-16 貯湯・加熱曲線と等コスト直線 (2)

座標変換による最小計画問題の解法

加熱量と貯湯量との関係を示す直行座標系において、一方の座標軸が対象とする等コスト直線の傾きに等しくなるように適当な座標変換を行うと、その傾きに対応した組み合わせの最適値は、変換後の座標上では最小値に変換される。このことは、一方の座標軸が等コスト直線と同じ傾きを持つので、この座標軸より曲線までの距離がこれと直行する座標軸の座標値となり、その最小値が同じ傾きを持つ接線との接点となることから明らかである。このように、座標変換、最小値の選択という以下の手続きを経ることによって等コスト直線の傾き ($-a/b = -R$ とする) と加熱量と貯湯量の組み合わせの最適値との関係を明らかにすることができる。

平面座標系で直行座標軸を角 θ° だけ回転した新たな座標系を得るには、次式 (4.2-6) で示される座標変換を行えばよい。したがって、式中の行列 A の θ を傾き ($-R$) で置き換えた次式 (4.2-7) を用いて加熱量 (X_2) と貯湯量 (X_1) について下式の変換を行えば、得られた変換後の加熱量 (X_2') の最小値の示す曲線上の組み合わせが変換前の組み合わせの最適値に対応するので、この結果からコスト比率 (R) と最適加熱量 (X_2)、最適貯湯量 (X_1) の関係を求めることができる。

$$A X^T = X'^T \quad \text{ここで、} X' = [X_2' \ X_1'] \quad (4.2-6)$$

$$X = [X_2 \ X_1]$$

$$A = \begin{bmatrix} \cos \theta & \sin \theta \\ -\sin \theta & \cos \theta \end{bmatrix}$$

角 θ を傾き ($-R$) で置き換えた場合

$$A = \begin{bmatrix} \frac{1}{\sqrt{1+R^2}} & \frac{-R}{\sqrt{1+R^2}} \\ \frac{R}{\sqrt{1+R^2}} & \frac{1}{\sqrt{1+R^2}} \end{bmatrix} \quad (4.2-7)$$

この操作を繰り返すことにより、種々の傾きに対する組み合わせの最適解を求めることができるが、結果の整理方法としては、これまでの傾き ($-R$) との関係よりも単位熱量当たりのコスト比率 (R) との関係を明らかにする方が実状に即していると考えられるので、以下ではコスト比率 (R) と組み合わせの最適解の関係について検討する。

コスト比率 (R) と組み合わせの最適値

先に述べたように、コスト比率 (R) は貯湯量と加熱量のそれぞれの単位熱量

当たりのコストを a 、 b としたときの比率 (a/b) で表される。このコスト比率 (R) については、経済状況や熱源システムの共用など状況に応じた種々の選択が行われるので、その値を限定することは困難であり、算定にあたっては大きな幅を持たせておく必要がある。上記解法によって求めたコスト比率と最適加熱量の関係の例を図4.2-17に、コスト比率と最適貯湯量の関係の例を図4.2-18に示す。図4.2-11と図4.2-13からも明らかなように、コスト比率が1より大きい所では不安定域となって極端に加熱能力に類ったシステムとなるが、腐食対策から高級なステンレス製貯湯槽が使われることが多くなり、コスト比率は高くなっているのが現状である。

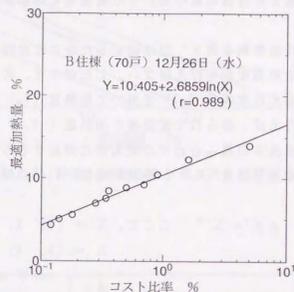


図 4.2-17 コスト比率と最適加熱量の関係

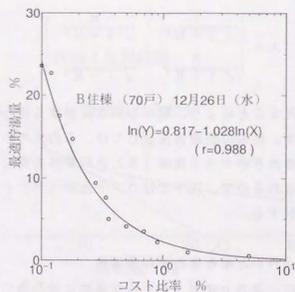


図 4.2-18 コスト比率と最適貯湯量の関係

4.3 まとめ

給湯負荷の実態調査の結果、住宅での湯使用はほぼ定着したものの消費量はなおも増える傾向にあると予想される。給湯負荷特性については、ふた山形のピークを示すことや休日、特異日などは平日と異なった傾向を示し、消費量も多くなるなど住宅用途の特徴を確認できたが、住戸特性、住棟特性など(制御変数)が変わればその特性は多少なりとも異なったものになることが予想される。

ここでは給湯システム容量の主要原単位である瞬時最大負荷、加熱量、貯湯量の算定方法について検討した。瞬時最大負荷については水(湯)使用率と制御変数の関係に着目し、給湯負荷特性の検討から加熱量と貯湯量の関係について検討した。

瞬時最大負荷の算定法 現状の算定法のほとんどは器具数をもとに計算する方法であるが、住宅の器具数は一般に住戸単位で決まっており、家族人数の違いなどが考慮されにくいこれまでの算定法では集合住宅の瞬時負荷は予測しにくい。

瞬時負荷の検討では湯使用行為の時刻に着目する必要があり、湯使用が生活行動の一部であることから、生活行動がそのまま負荷要因となる。生活行動の様式がライフスタイルであり、このライフスタイルは年齢、性別、職業その他諸々の条件を要素として決まると予想される。瞬時流量(負荷)は同時使用器具数と平均流量から求められるが、同時使用器具数については、水(湯)使用確率に住戸数を掛け合わせるによって求めることができる。水(湯)使用率は生起確率ではなく、上記計算に必要な水(湯)使用確率は行列理論によって計算される。この水(湯)使用率は単位時間当たりの水(湯)使用時間でもあり、先の湯使用に関する生活行動を数値化したものと解釈できる。

上記のことから、集合住宅における瞬時負荷の予測には、これまで唯一の与条件であった住戸数あるいは居住者数の他にも様々なパラメータを用意しなければならない。これらをいくつかの特性に類型化すると制御変数として器具特性、住戸特性、住棟特性、地域特性のライフスタイルを特徴づける因子と環境条件に整理することができると思われる。

器具別詳細測定の対象住戸については、住戸特性を調査しており、これをもとに本論文では、数量化法(数量化1類)による解析によって水(湯)使用率が制御変数に関わりが深いことを示し、数量化された制御変数から水(湯)使用率を計算する方法を試みた。瞬時最大負荷は、この水(湯)使用率から計算した水(湯)使用確率をもとに、給水システムの瞬時最大負荷算定法として提案されて

いる確率法によって計算できる。ここで提案する瞬時最大負荷算定法は制御変数の数量化と確率法を併用した混合モデルである。器具別詳細測定の対象住戸のある住棟については住棟負荷を測定しているので、この住棟に本モデルを適用し、これより得た予測値と実測値との比較を行って本モデルを検証した。

システム容量の算定法 ここでは、給湯システム容量としてシステムの主要機器である加熱器と貯湯槽の各容量について検討を行った。貯湯量は負荷が加熱量を上回る場合の不足分を補うものと解釈されるが、これが十分に機能するためには、次に備えて適当な時期に回復できるシステムでなければならない。既往の研究の中には同様な曲線を求めているものもあるが、回復能力については未検討であるなど問題が多い。この関係から、これらのシステム容量は給湯負荷の変動特性に密接に関わっていることが明らかであるが、ここではその事実関係を明確に表す累積値に着目した。ある時点での累積加熱量は、その時点までの累積負荷にその時点での貯湯量を加えたものであるという関係から、累積加熱量は常に累積負荷より多くななければならない。この関係の解析から加熱量と最小必要貯湯量の関係が明らかになり、その理論の展開から移動平均法を用いた算定法を考案した。この算定法を用いていくつかの実測値（住棟負荷）について計算を行ったが、そのどれも加熱量と貯湯量との間には似た関係（貯湯加熱曲線）があることが分かった。

貯湯加熱曲線上の各点はどれも機能を満足する組み合わせを示しているが、場合によっては瞬時最大値が加熱量になるなど、一方が過大容量となる組み合わせもあり、最適な組み合わせを求めるためには何らかのパラメータを導入する必要がある。このような場合にパラメーターとしてよく用いられるのはシステムコストであり、今回の調査からシステム容量関係の主要機器であるボイラーと貯湯槽コストが各容量に対してほぼ線形の関係にあることが分かった。このシステムコストをパラメーターとすれば、最適値を求める問題は貯湯加熱曲線を制約条件とし、システムコストを目的関数とした最小計画問題となる。

ところで、システムコストは各コストを軸としたグラフ上では直線となり、その勾配はコスト比率を示している。貯湯加熱曲線はほぼ対数曲線となることから、最適値はコスト比率を要素とする行列の表す座標変換（回転）により求められることになる。したがって、コスト比率を新たなパラメータとして導入すれば、一意的に加熱量と貯湯量の容量決定が行えることになり、測定結果の一例について計算を行い、コスト比率と最適加熱量、コスト比率と最適貯湯量を求めた。

第5章

設計資料の整理と資料整理のための検討

勝手を考慮した洗濯流しなど新たな水回り器具が求められる可能性もあろう。

湯使用・給湯設備に対する意識 セントラル給湯の手軽さは湯使用を定着させた
が、台所を預かる主婦の意識の中では台所を湯をふんだんに使いたい（関西、中
部地区）用途としているにもかかわらず、最も節約して用途としている。最もふ
んだんに使いたい用途はその地区も入浴用途となっており、湯使用に多少のプレ
ーキがかかっていることが予想される。洗面・手洗い用途での節約意識も強く、
これらは近い将来、確実に湯使用が増える用途であろう。

湯量と湯待ち時間については「今のまま」を「快適」と取るか「許容」と取る
かによって結果の評価が大きく異なり、ほとんどが適正なシステム規模となっ
ていない現状では判断の難しいところである。これらについては、今のところ選択
肢を多くした被験者実験¹²⁾の結果などに従うべきであろう。

第3章のまとめ

給湯負荷の実測調査では、器具単位、住戸単位、住棟単位、規模別、季節別で
の負荷の調査を行った。中でも器具単位の負荷測定は1秒間隔で25戸（欠測など
のため冬期17戸、夏期18戸）の住宅を対象に、夏冬それぞれ約1ヶ月にわたり
行った。この規模での詳細測定はこれまでもあまり例がなく、貴重な測定結果
が得られた。また、住戸単位での負荷についてはほぼ1年分の測定結果が得られ、
季節による差異などを明らかにした。

用途別負荷特性 給水、給湯のそれぞれについて、用途別に1回当たりの使用
時間、吐水量、平均流量について検討を行った。文献²⁾においても詳細な測定が行
われて報告されているが、本結果のほとんどがこれより小さい値となっている。

使用湯温 平均の使用湯温は冬期よりも夏期の方が高いという予想に反した結果
となったが（例えば洗面用途で冬期37.0℃、夏期40.2℃）、これは冬期には行
われていた低温での湯使用が夏期には少なくなっているためと想像される。

住戸単位の給湯負荷 集合住宅における給湯負荷の日変化の特徴は、一般に午前
と午後のそれぞれにピークがあり、午後のピークの方が大きくなっていること
である。この日変化については住戸特性などが関わりを持ち、住戸タイプによっ
ても多少異なった傾向を示す。休日（日曜）の給湯消費量は平日の10~30%も多
くなっており、日変化についても午前のピークが遅く出現するなどの特徴があるた
め、負荷特性の検討は平日と休日の両方について行う必要がある。

規模別・季節別の給湯負荷 負荷の大小が繰り返される週変化は明らかに入浴
用途が隔日に行われることを示している。

水温の低下に伴って給湯消費量はほぼ直線的に増える。

年末年始の給湯負荷は一般の休日とは異なった日変化を示し、消費量について
もピークの大晦日には通常平日の1.4倍程度となるなど、特性の解析に当たって
は注意が必要である。

給湯負荷の年変化については水温の最も低い月にピークがあり、その消費量は
最も少ない月の約2倍、エネルギー換算値では約3倍となっている。

年間給湯エネルギーは2.36 Gcal/年・戸であり、既報より少なくなっている。

第4章のまとめ

前2章での検討の結果、住宅での湯使用はほぼ定着したものの消費量はなお
増える傾向にあると予想される。給湯負荷特性については、その用途から一般に
2つのピークを持つとされるが、住戸特性、住棟特性など（制御変数）が変われ
ばピークの出現の仕方は多少なりとも異なったものになるであろう。図5.1-1に
給湯システム容量と制御変数との関係を示す。

ここでは給湯システム容量の主要原単位である瞬時最大負荷、加熱量、貯湯量
の算定方法を検討した。

瞬時最大負荷の算定法 現状の算定法のほとんどは器具数をもとに計算する方法
であるが、住宅の器具数は一般に住戸単位で決まっており、家族人数の違いなど
が考慮されにくいこれまでの算定法では集合住宅の瞬時負荷は予測しにくい。

瞬時負荷の検討では湯使用行為の時刻に着目する必要があり、先に述べたよう
に湯使用が生活行動の一部であることから、生活行動がそのまま負荷要因となる。
生活行動の様式がライフスタイルであり、このライフスタイルは年齢、性別、職
業その他諸々の条件（先の制御変数と同義）を要素として決まると予想される。
瞬時流量（負荷）は同時使用器具数と平均流量から求められるが、同時使用器具
数については、水（湯）使用確率に住戸数を掛け合わせるによって求めること
ができ、水（湯）使用確率は水（湯）使用率から待ち行列理論によって計算さ
れる。この水（湯）使用率は単位時間当たりの水（湯）使用時間でもあり、先
の湯使用に関する生活行動を数値化したものと解釈できる。

器具別詳細測定の対象住戸については、住戸特性を調査しており、これをもと
に本論文では、数量化法による解析によって水（湯）使用率が制御変数に関わり

が深いことを示し、数量化された制御変数から水（湯）使用率を計算する方法を試みた。瞬時最大負荷は、この水（湯）使用率から計算した水（湯）使用確率をもとに、給水システムの瞬時最大負荷算定法として提案されている確率法によって計算できる。ここで提案する瞬時最大負荷算定法は制御変数の数量化と確率法を併用した混合モデルであり、その性格上更に種々の制御変数での検討によって予測精度が向上すると考えられる。器具別詳細測定の対象住戸のある住棟については住棟負荷を測定しているため、この住棟に本モデルを適用し、これより得た予測値と実測値との比較を行って本モデルを検証した。

システム容量の算定法 ここでは、給湯システム容量としてシステムの主要機器である加熱器と貯湯槽の各容量について検討を行った。貯湯量は負荷が加熱量を上回る場合の不足分を補うものと解釈されるが、これが十分に機能するためには、次に備えて適当な時期に回復できるシステムでなければならない。この関係から、これらのシステム容量は給湯負荷の変動特性に密接に関わっていることが明らかであるが、ここではその事実関係を明確に表す累積値に着目した。ある時点での累積加熱量は、その時点までの累積負荷にその時点での貯湯量を加えたものであるという関係から、累積加熱量は常に累積負荷より多くななければならない。この関係の解析から加熱量と最小貯湯量の関係が明らかになり、その理論の展開から移動平均法を用いた算定法を考案した。この算定法を用いていくつかの実測値（住棟負荷）について計算を行ったが、そのどれも加熱量と貯湯量との間には似た関係（貯湯加熱曲線）があることが分かった。既往の研究の中には同様な曲線を求めているものもあるが、先の回復能力については未検討であるなど問題が多い。

貯湯加熱曲線上の各点はどれも機能を満足する組み合わせを示しているが、場合によっては瞬時最大値が加熱量になるなど、一方が過大容量となる組み合わせもあり、最適な組み合わせ（パレート最適値）を求めるためには何らかのパラメータを導入する必要がある。このような場合にパラメータとしてよく用いられるのはシステムコストであり、今回の調査からシステム容量関係の主要機器であるボイラーと貯湯槽コストが各容量に対してほぼ線形の関係にあることが分かった。このシステムコストをパラメータとすれば、パレート最適値を求める問題は貯湯加熱曲線を制約条件とし、システムコストを目的関数とした最小計画問題となる。

ところで、システムコストは各コストを軸としたグラフ上では直線となり、その勾配はコスト比率と示している。貯湯加熱曲線はほぼ対数曲線となることから、パレート最適値はコスト比率を要素とする行列の表す座標変換（回転）により求

められることになる。したがって、コスト比率を新たなパラメータとして導入すれば、一意的に加熱量と貯湯量の容量決定が行えることになる。

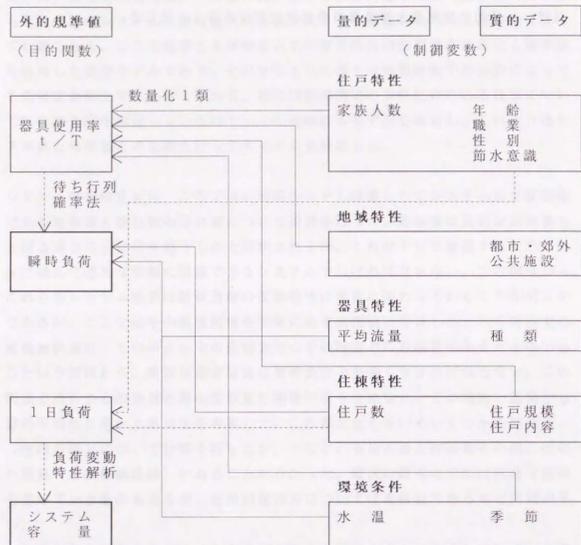


図 5.1-1 給湯システム容量と制御変数

5.2 資料の整理と今後の課題

資料の整理と今後の課題

給湯負荷はライフスタイルなどとの関わりが強く、住戸特性や住棟特性、地域特性により変わってくるという観点から検討を進めてきた本研究の立場にあっては、今回の調査結果・検討結果をそのままの形で設計資料として提示するには問題がある。水使用が生活行動の一部であることを思えば、その行動の反映である負荷の変動特性についてもこれを普遍的なものとして特定することはできないからである。

第4章に示す瞬時最大負荷の算定法はその過程で確率計算を行うため、規模が大きくなればなるほど計算に手間と時間がかかる手法であり、HASS 206に示された3つの方法に比較すれば複雑で、今のところ設計資料としては更に利用し易い方法の工夫が必要であろう。

本論文では、先のシステム容量と同様にこの瞬時最大負荷の算定法についても方法の提案を目的としており、ここで示した結果がそのまま設計資料として利用されることを意図していない。実際、調査対象数の制約もあるが、本文で示した計算例の設計条件(特性)はその一部に留まり、それに続く計算も方法の検証を目的としている。

本算定法の主眼は、給湯負荷と各特性との関係の検討を行ってこれらが負荷要因として重要であることを示し、設計条件としてこれまであまり取り上げられなかった住戸特性、住棟特性、地域特性などに着目したところにある。したがって、設計資料としてこれを整理するには、様々な設計条件(特性)での実測・特性調査を行い、提案した方法に従って得た検討結果を蓄積していくが必要となるが、その検討の過程では後述の現状システムでの問題が指摘され、これに対する何らかの工夫が必要となるであろう。

第4章で給湯システム容量の主要機器である加熱器と貯湯槽の容量が給湯負荷の変動特性から決まってくることを述べたが、ここではこれらの容量と負荷の変動特性との関係を明らかにすることを主要目的とした。調査対象の検討からそれらに共通する傾向の一部は示すことができたものの、実測値を用いた検討結果はあくまで測定対象の現状でのシステム容量を示しているに過ぎない。この問題については標準負荷(変動)を特定する考え方があがるが、これについては住戸特性などを入力(設計条件)として出力するシステムを検討すべきである。

わが国の住宅内での湯使用はほぼ定着したといつてよいが、流量制限などシス

テムを含めて大観すれば未だ発展途上にあり、この意味からも現状での実測調査結果は普遍的な結果になり得ない恐れがある。この実測調査を補うものとしては水使用行為の調査があり、標準負荷の検討に当たっては実測調査とともに水使用行為を含めた生活行動調査とその解析が重要となり、更なる検討が必要である。

ところで、これまでわれわれが手にする設計資料は、容易に利用できるように図表にまとめられていることが多いが、その手軽さを理由の一つとして選択肢の数が押さえられているように思える。そのため、特に給排水衛生設備の分野では、設計条件さえ用意すれば途中の設計過程で複雑な計算を必要とすることは希であり、決められた手続きを経れば容易に結果に到達できるような配慮がなされていると言っても過言ではない。過去のこのような配慮の是非はともかく、図表の形式で示されたものは絶対的な資料として残り、本論文の序章で指摘した問題をいつまでも繰り返すことになる。

高速なデータ処理が行えるコンピュータがいつでも容易に利用できる現在、その作業過程で何の工夫も検討も要しない手続き（方法）は返って作業能率を低下させる代物でしかなく、そこにはもはや設計という創造の精神は存在しない。まして「容易に利用」の配慮が心なくもその選択肢の自由さ（正確さ）を奪うとすれば、それは「手軽だがあいまい」な手法であったと言える。このような計算過程の複雑さを避けて通った過去の設計手法は、逆にこれを得意とする「容易に利用」可能なコンピュータの出現を受けて見直される時期にあり、「複雑だが正確な」状況を創り出す新たな設計手法の開発が早急に行われなければならない。

本研究においても、このような観点から現状を眺め、そこにいくつかの問題点を発見して検討を行った。ここで提案した手法はやや複雑で多少やっかいな作業を必要とし、ややもすると「中途半端」の謗りを免れないが、このまとめ方は上記の新たな手法を意識してのことである。予想される新たな手法はおそらく一種のシミュレーションモデルであろうが、その全体像は更なる情報の蓄積によって明らかにされていくであろう。

おわりに

人の欲望には果てがなく、この欲望の発露としての生活行動が負荷を創出する。常にこれを追う立場にあるこの種の研究においては、構えるべき足場は不安定で進むべき先は見通しが悪い。研究の本来の目的が未来予測にあるとすれば、日々の努力によって照らし出せる先は精々10年で、これはある意味で限界でもあり求めに十分に應える年数でもあろう。

歴史ある故に華々しきから多少隔たった感のある分野ではあるが、見方を換えれば「行動科学」の一分野であり、先端技術だけが頼りのテーマとは一線を画する最先端のテーマでもある。先の「10年」は先達の貴重な成果を次の「10年」の課題として残し、これに携わる者にその先の「10年」を託している。

種々の誘惑に心を動かされながらも自分自身の「10年」が完成間近となった今、新たな使命感を抱いて次の「10年」をひた走り、微力ながらも本分野への何らかの貢献を約して本論文のまとめとしたい。

【参考文献】

第1章

- 1) 鎌田元康他：給湯設備の使用感に関する研究〔概要版〕 空気調和・衛生工学会, 1991.2
- 2) 堀江悟郎他：地域暖房・給湯システムの試行追跡調査報告書（住宅・都市整備公団委託） 1979
- 3) 井上 正他：高層集合住宅における給湯消費量の解析（その1、その2） 空気調和・衛生工学会学術講演会講演論文集 1979.10
- 4) 松村佳明他：集合住宅の給湯負荷に関する研究 その1、その2 空気調和・衛生工学会学術講演会講演論文集 1987.10
- 5) 飯尾昭彦他：集合住宅における使用湯量の調査研究 - 使用湯量の長期的変動特性 - 空気調和・衛生工学会学術講演会講演論文集 1988.10
- 6) 石嶋美知雄他：集合住宅における給湯・暖房消費量に関する研究 空気調和・衛生工学会学術講演会講演論文集 1991.10
- 7) 村川三郎他：住宅における給湯負荷に関する研究 日本建築学会大会学術講演梗概集 1991.9
- 8) 村川三郎他：住宅における給湯設備器具の使われ方に関する研究 空気調和・衛生工学会学術講演会論文集 1991.10
- 9) 村川三郎他：住宅における給湯負荷および設備器具の使われ方に関する研究 その1、その2 空気調和・衛生工学会学術講演会論文集 1992.10
- 10) 小原 剛他：集合住宅における給湯エネルギー消費量の解析 空気調和・衛生工学会学術講演会講演論文集 1988.10
- 11) 俣野恭寛他：地域・暖房の暖房・給湯負荷の事例とその活用法 空気調和・衛生工学会学術講演会講演論文集 1984.10
- 12) 前川哲也他：集合住宅の冷暖房給湯負荷の実測調査 空気調和・衛生工学会学術講演会講演論文集 1984.10
- 13) 村川三郎他：住宅の給湯負荷及び貯湯槽容量の算定方法 空気調和・衛生工学会学術講演会講演論文集 1993.10

- 14)Maver T.W., Some techniques of operational research illustrated by their application to the problem of hot and cold water plant sizing. J. I. H. V. E., 33, Jan. 1966.
- 15)Werden R.G. and Spielvogel L.G., Sizing of service water heating equipment in commercial & institutional buildings. A. S. H. R. A. E. Jour., Aug. 1969.

第2章

- 1)洪 玉珠他：アンケート調査結果Ⅱ - 給湯設備の使用感に関する研究 その3 - 空気調和・衛生工学会学術講演会論文集 1987.10
- 2)鎌田元康他：給湯設備の使用感に関する研究〔概要版〕 空気調和・衛生工学会, 1991.2

第3章

- 1)村川三郎：集合住宅における水使用と給水負荷算定法の検討 空気調和・衛生工学会論文集 No. 20, 1992.10
- 2)村川三郎他：住宅における給湯負荷および設備器具の使われ方に関する研究 その1、その2 空気調和・衛生工学会学術講演会論文集 1992.10
- 3)鎌田元康他：給湯設備の使用感に関する研究〔概要版〕 空気調和・衛生工学会, 1991.2
- 4)鎌田元康：集合住宅における瞬時最大給水量に関する一考察 日本建築学会大会学術講演梗概集 1988.10
- 5)堀江悟郎他：高層集合住宅における給湯消費量の解析(そのⅡ) 空気調和・衛生工学会学術講演会論文集 1979.10
- 6)小原 剛他：集合住宅における給湯エネルギー消費量の解析 空気調和・衛生工学会学術講演会講演論文集 1988.10
- 7)伏野恭寛他：地域・暖房の暖房・給湯負荷の事例とその活用法 空気調和・衛生工学会学術講演会講演論文集 1984.10
- 8)前川哲也他：集合住宅の冷暖房給湯負荷の実測調査 空気調和・衛生工学会学術講演会講演論文集 1984.10

第4章

- 1)国本啓次郎他：給湯負荷の考え方 「住まいと電化」, 日本工業出版, 1994.5
- 2)村川三郎：集合住宅における水使用と給水負荷算定法 空気調和・衛生工学会 第58巻第1号, 1984.1
- 3)森村英典他：「待ち行列の理論と実際」日科技連, 1962
- 4)Maver T.W., Some techniques of operational research illustrated by their application to the problem of hot and cold water plant sizing. J. I. H. V. E., 33, Jan. 1966.
- 5)空気調和・衛生工学会編：「空気調和・衛生工学便覧 Ⅲ巻給排水設備編」

第5章

- 1)鎌田元康他：給湯設備の使用感に関する研究〔概要版〕 空気調和・衛生工学会, 1991.2
- 2)村川三郎他：住宅における給湯負荷および設備器具の使われ方に関する研究 その1、その2 空気調和・衛生工学会学術講演会論文集 1992.10

14

...

...

...

...

...

...

...

...

...

...

...

...

...

謝辭

...

謝辭

...

...

...

...

【謝 辞】

本研究は(財)住宅・建築省エネルギー機構「高層・高密度集合住宅における給湯・暖房負荷の調査研究委員会」(委員長 鎌田元康東京大学助教授(当時))における調査とその委員であった東京ガス(株)の厚意により引き続き行った調査、鎌田元康東京大学教授の私費を頂いて行った調査、(財)ベターリビング「中高層建物への給水方式に関する調査研究委員会」(委員長 紀谷文樹東京工業大学教授)における調査などの調査結果について、当時主に筆者がまとめた解析結果に後日新たにそれらを総合して検討を加えてまとめ直したものである。

坂上恭助明治大学助教授からはこの研究に携わった当初から現在まで様々なアドバイスを頂いた。紀谷文樹東京工業大学教授からはシステム容量算定に関する文献を紹介して頂き、村川三郎広島大学教授の研究からは瞬時最大負荷について多くを学ばさせて頂いた。深く感謝致します。

松尾 陽教授からは調査結果の評価について御注意を、安岡正人教授からは研究目的や理論展開上の問題などの御指摘を頂いた。坂本雄三助教授には提案内容について、平手小太郎助教授からは解析方法について御注意を頂いた。永田助手、桑沢助手、塚越技官、樋口技官ならびに院生、特に土田義勝氏(当時鎌田研究室修土課程)には暖かい助言と御協力を頂いた。記して感謝の意を表します。

鎌田元康教授には、卒論の頃より足掛け 8年御心配と御苦勞をお掛けしました。これまで 8年の長きにわたって 1人の人物に師事した経験はなく、私事についても様々な心配りをして頂きました。研究では文章の書き方から、図表のまとめ方まで手取り足取りの御指導を頂き、論文作成に当たっては、ともすれば見失いがちの目的を再認識させ、その展開を軌道修正して頂いたことは数知れず、その御苦勞のほどは想像に難くありません。生涯の師、鎌田先生に心からの感謝を捧げます。本当にありがとうございました。

表 4.1-5 各用途のスコア (1)

**** PEARLPIPIA 221NNTIA (QUANTIFICATION 1) ****

VALUE OF THE CATEGORY IN EACH ITEM (CASE 1)

VALUE OF CATEGORIES OUTSIDE VARIABLES NO. 1		-352.86	-176.43	0.0	176.43	352.86
ITEM	CAT. FREQ.					
1	- 1	23	-191.63611			
1	- 2	44	-339.93752			
1	- 3	35	-99.42443			
1	- 4	107	170.44787			
1	- 5	41	112.36106			
	RANGE		510.38549			
2	- 1	151	-32.85996	**		
2	- 2	82	69.93395	***		
2	- 3	17	-45.48471	***		
	RANGE		115.38866			
3	- 1	91	95.32657	*****		
3	- 2	136	-89.50604	*****		
3	- 3	23	182.09147	*****		
	RANGE		241.59751			
4	- 1	52	-108.63149	*****		
4	- 2	108	28.52968	**		
	RANGE		137.16097			
5	- 1	35	30.61999	**		
5	- 2	21	352.85787	*****		
5	- 3	194	-43.72018	***		
	RANGE		206.57805			
6	- 1	40	176.00638	*****		
6	- 2	210	-33.52602	**		
	RANGE		209.53140			
8	- 2	20	-104.65656	*****		
8	- 3	230	9.11796	*		
	RANGE		113.97452			
9	- 1	5	-80.27243	*****		
9	- 2	36	98.43251	*****		
9	- 3	61	143.24772	*****		
9	- 4	148	-80.27243	*****		
	RANGE		223.52014			
11	- 1	39	91.48878	*****		
11	- 2	34	-52.69782	***		
11	- 3	35	-32.00261	**		
11	- 4	38	-14.34373	*		
11	- 5	36	-47.64723	**		
11	- 6	41	-15.61654	*		
11	- 7	27	82.27233	*****		
	RANGE		144.18661			

VALUE OF CATEGORIES

OUTSIDE VARIABLES NO. 1

ITEM	CAT.	FREQ.	-352.86	-176.43	0.0	176.43	352.86
------	------	-------	---------	---------	-----	--------	--------

12	- 1	81	-21.59159	**			
12	- 2	83	11.81427	*			
12	- 3	86	8.03413	*			
	RANGE		33.40586				

CORRELATION COEFFICIENT 0.695941

ESTIMATION ERROR 180.97493

OUTSIDE NO. 1

CORRELATION MATRIX

ITEM NO.	1	2	3	4	5	6	8	9	11
1	1.000								
2	0.052	1.000							
3	-0.532	0.262	1.000						
4	-0.134	-0.070	-0.126	1.000					
5	0.181	-0.153	-0.284	0.071	1.000				
6	0.307	0.233	-0.395	0.224	0.653	1.000			
8	-0.253	-0.421	0.267	-0.151	0.117	0.129	1.000		
9	-0.914	-0.124	0.833	-0.029	-0.243	-0.344	0.233	1.000	
11	-0.046	0.023	0.033	-0.014	0.003	0.008	0.013	0.028	1.000
12	0.017	-0.045	0.000	0.026	0.002	0.001	0.017	-0.021	-0.000
OUTSIDE 1	0.212	-0.138	-0.211	0.135	0.570	0.548	0.101	-0.109	0.210

OUTSIDE NO. 1

CORRELATION MATRIX

ITEM NO.	12	1
12	1.000	
OUTSIDE 1	0.065	1.000

PARTIAL CORRELATION

ITEM NO.

1)	0.309125
2)	0.185392
3)	0.217825
4)	0.234336
5)	0.400171
6)	0.267143
8)	0.138549
9)	0.190059
11)	0.286827
12)	0.082383

MULTIPLE CORRELATION

OUTSIDE NO. 1

0.695941

表 4.1-5 各用途のスコア (2)

**** PEAKFLOWA 91NIN72A I QUANTIFICATION I ****

VALUE OF THE CATEGORY IN EACH ITEM

VALUE OF CATEGORIES
OUTSIDE VARIABLES NO. 2

ITEM CAT.	FREQ.	-1095.85	-697.93	0.0	697.93	1095.85
1 - 1	16	-217.71003				
1 - 2	16	-217.71010				
1 - 3	12	140.95813				
1 - 4	24	646.58830				
1 - 5	16	-337.43978				
RANGE		1026.00710				
2 - 1	37	39.97095				
2 - 2	35	256.19475				
2 - 3	3	-571.00423				
RANGE		1137.19536				
3 - 1	29	-246.15227				
3 - 2	36	307.69034				
3 - 3	16	-246.15227				
RANGE		553.84262				
4 - 1	16	-412.93931				
4 - 2	65	101.90742				
RANGE		515.04633				
5 - 1	24	-112.19634				
5 - 2	5	287.01191				
5 - 3	55	31.21418				
RANGE		409.10825				
6 - 1	5	-499.61932				
6 - 2	76	32.85869				
RANGE		592.48901				
7 - 1	9	-925.36120				
7 - 2	2	-1395.85030				
7 - 3	70	158.85646				
RANGE		1954.70676				
11 - 1	9	5.26643				
11 - 2	14	-62.14240				
11 - 3	17	62.40012				
11 - 4	13	-10.63280				
11 - 5	9	-72.67550				
11 - 6	12	45.33934				
11 - 7	7	0.13241				
RANGE		135.08161				
12 - 1	26	44.35902				
12 - 2	26	-34.06652				
12 - 3	27	-9.24072				
RANGE		78.41554				

CORRELATION COEFFICIENT 0.802709
ESTIMATION ERROR 182.608713

OUTSIDE NO. 2

CORRELATION MATRIX

ITEM NO.	1	2	3	4	5	6	7	11	12
1	1.000								
2	-0.570	1.000							
3	0.450	-0.204	1.000						
4	0.257	-0.305	-0.367	1.000					
5	0.058	-0.200	0.009	0.495	1.000				
6	0.035	0.030	-0.287	-0.127	-0.556	1.000			
7	-0.607	-0.162	-0.437	-0.124	-0.143	0.174	1.000		
11	0.172	-0.013	0.003	0.075	-0.067	-0.007	-0.171	1.000	
12	-0.016	0.041	0.051	-0.044	0.083	-0.143	-0.048	0.077	1.000

OUTSIDE 2 0.526 -0.308 0.345 0.187 0.052 0.121 -0.201 0.102 0.058

CORRELATION MATRIX

ITEM NO. 2
OUTSIDE 2 1.000

PARTIAL CORRELATION

ITEM NO.

- 1) 0.639551
- 2) 0.585912
- 3) 0.639381
- 4) 0.538781
- 5) 0.298564
- 6) 0.468244
- 7) 0.632237
- 11) 0.250381
- 12) 0.170321

MULTIPLE CORRELATION

OUTSIDE NO.2

0.802709

表 4.1-5 各用途のスコア (3)

**** PEAKFLOWA 91NIN72A I QUANTIFICATION I ****

VALUE OF THE CATEGORY IN EACH ITEM

VALUE OF CATEGORIES
OUTSIDE VARIABLES NO. 3

ITEM CAT.	FREQ.	-172.17	-86.09	0.0	86.09	172.17
1 - 1	16	140.93905				
1 - 2	54	106.19339				
1 - 3	33	183.38633				
1 - 4	107	101.21328				
1 - 5	38	-47.80159				
RANGE		245.30031				
2 - 1	150	-32.60652				
2 - 2	30	31.70364				
2 - 3	48	130.62262				
RANGE		163.12915				
3 - 1	96	-40.30488				
3 - 2	135	33.60402				
3 - 3	16	-40.80488				
RANGE		74.40889				
4 - 1	47	-3.86528				
4 - 2	201	0.93188				
RANGE		4.91716				
5 - 1	31	-17.81282				
5 - 2	20	26.27577				
5 - 3	137	0.13344				
RANGE		44.09888				
6 - 1	41	81.72259				
6 - 2	207	-12.22521				
RANGE		73.94780				
7 - 1	59	-48.41447				
7 - 2	21	-16.84783				
7 - 3	168	19.10868				
RANGE		67.62216				
8 - 2	17	-10.50886				
8 - 3	231	0.72729				
RANGE		11.27365				
9 - 1	11	-134.48603				
9 - 2	33	-172.17126				
9 - 3	59	-185.67228				
9 - 4	145	104.90978				
RANGE		276.76204				

VALUE OF CATEGORIES
OUTSIDE VARIABLES NO. 3

ITEM CAT.	FREQ.	-172.17	-86.09	0.0	86.09	172.17
11 - 1	34	-7.43001				
11 - 2	35	10.98722				
11 - 3	39	-11.91036				
11 - 4	37	23.50451				
11 - 5	36	2.28300				
11 - 6	34	-0.44072				
11 - 7	33	-27.75168				
RANGE		51.28999				
12 - 1	34	-18.42604				
12 - 2	30	2.84727				
12 - 3	84	16.00007				
RANGE		34.42612				

CORRELATION COEFFICIENT 0.692378
ESTIMATION ERROR 100.048570

CORRELATION MATRIX

ITEM NO.	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	1.000								
2	-0.355	1.000							
3	-0.900	0.264	1.000						
4	-0.195	0.082	0.161	1.000					
5	-0.167	-0.173	0.181	0.334	1.000				
6	-0.316	-0.209	0.404	0.215	0.587	1.000			
7	0.656	-0.032	-0.602	-0.321	-0.009	-0.239	1.000		
8	0.260	-0.184	-0.246	-0.131	-0.004	0.121	0.456	1.000	
9	-0.978	0.267	0.925	-0.009	0.202	0.374	-0.557	-0.225	1.000
11	-0.044	0.061	0.058	-0.027	-0.017	-0.002	-0.008	0.027	0.051
12	-0.003	0.020	0.020	-0.009	-0.060	-0.011	-0.009	-0.013	0.003

OUTSIDE 3 -0.415 0.384 0.507 -0.012 0.225 0.290 -0.022 -0.001 0.482

CORRELATION MATRIX

ITEM NO. 11 12 3
11 1.000
12 -0.012 1.000
OUTSIDE 3 0.164 0.105 1.000

PARTIAL CORRELATION

ITEM NO.

- 1) 0.132249
- 2) 0.312369
- 3) 0.097819
- 4) 0.010670
- 5) 0.065779
- 6) 0.165221
- 7) 0.150206
- 8) 0.022272
- 9) 0.125821
- 11) 0.161488
- 12) 0.140770

MULTIPLE CORRELATION

0.692378

表 4.1-5 各用途のスコア (4)

**** PEAKFLOW 331NNTA (QUANTIFICATION 1) ****

VALUE OF THE CATEGORY IN EACH ITEM

VALUE OF CATEGORIES
OUTSIDE VARIABLES NO. 4

ITEM CAT. FREQ.	2244.41	-1122.21	0.0	1122.21	2244.41
1 - 1	1	1868.64105	*****		
1 - 2	8	930.12385	*****		
1 - 3	12	444.70681	****		
1 - 4	53	326.31165	***		
1 - 5	16	-2169.65985	*****		
RANGE		3236.30810			
2 - 1	78	179.88378	**		
2 - 2	22	488.37297	*****		
2 - 3	7	-1847.54917	*****		
RANGE		2927.43295			
3 - 1	24	-2244.41182	*****		
3 - 2	65	3056.23550	*****		
3 - 3	7	2244.41182	*****		
RANGE		3211.23537			
4 - 1	17	381.70815	****		
4 - 2	76	-85.40222	*		
RANGE		467.20836			
5 - 1	9	275.07568	***		
5 - 2	11	805.73641	*****		
5 - 3	73	-155.32578	**		
RANGE		961.06219			
6 - 1	26	-634.20185	*****		
6 - 2	67	359.39176	*****		
RANGE		993.59361			
7 - 1	30	-722.59178	*****		
7 - 2	18	-1241.19124	*****		
7 - 3	45	878.20435	*****		
RANGE		2219.39559			
8 - 2	1	1781.76986	*****		
8 - 3	92	-19.26736	*		
RANGE		1801.16431			
11 - 1	18	7.50185	*		
11 - 2	10	-46.40851	*		
11 - 3	14	-26.73823	*		
11 - 4	14	-99.83462	*		
11 - 5	10	36.88377	*		
11 - 6	12	146.87561	*		
11 - 7	12	202.94232	**		
RANGE		302.73691			

VALUE OF CATEGORIES
OUTSIDE VARIABLES NO. 4

ITEM CAT. FREQ. -2244.41 -1122.21 0.0 1122.21 2244.41

CORRELATION COEFFICIENT 0.781194
ESTIMATION ERROR 228.542329

CORRELATION MATRIX

ITEM NO.	1	2	3	4	5	6	7	8	11	
1	1.000									
2	0.062	1.000								
3	-0.433	-0.253	1.000							
4	-0.164	-0.023	-0.417	1.000						
5	-0.887	0.113	0.182	-0.042	1.000					
6	0.249	-0.327	-0.409	0.295	-0.488	1.000				
7	-0.227	0.022	-0.666	0.480	-0.491	0.002	1.000			
8	0.024	-0.149	0.068	-0.049	-0.050	0.065	-0.078	1.000		
11	0.183	0.025	-0.201	-0.124	-0.047	0.014	0.007	0.008	1.000	
12	-0.048	-0.047	0.045	-0.037	0.027	-0.025	0.014	-0.119	0.020	
OUTSIDE	4	-0.051	-0.224	0.300	-0.150	-0.036	0.228	-0.272	0.528	0.095

CORRELATION MATRIX

ITEM NO. 12 4

OUTSIDE 4 0.119 1.000

PARTIAL CORRELATION

ITEM NO.

1) 0.317681
2) 0.419361
3) 0.417518
4) 0.211065
5) 0.290244
6) 0.549042
7) 0.389674
8) 0.621778
11) 0.357740
12) 0.190894

MULTIPLE CORRELATION

OUTSIDE NO. 4

0.781194

表 4.1-5 各用途のスコア (5)

**** PEAKFLOW 331NNTA (QUANTIFICATION 1) ****

VALUE OF THE CATEGORY IN EACH ITEM

VALUE OF CATEGORIES
OUTSIDE VARIABLES NO. 5

ITEM CAT. FREQ.	-4659.17	-2329.59	0.0	2329.59	4659.17
1 - 1	44	-3365.96746	*****		
1 - 2	53	2927.20243	*****		
1 - 3	35	351.09459	**		
1 - 4	117	445.22092	***		
1 - 5	42	-1047.39063	*****		
RANGE		5393.17089			
2 - 1	192	-114.41487	*		
2 - 2	90	-85.49943	*		
2 - 3	19	1561.18971	*****		
RANGE		1675.60458			
3 - 1	113	-789.30019	****		
3 - 2	144	-804.25495	*****		
3 - 3	44	4659.17348	*****		
RANGE		5463.42843			
4 - 1	56	1390.56327	*****		
4 - 2	245	-317.84303	**		
RANGE		1708.40630			
5 - 1	36	1339.37522	*****		
5 - 2	21	2541.92428	*****		
5 - 3	244	-424.99148	**		
RANGE		3966.91586			
6 - 1	42	173.41340	*		
6 - 2	259	-28.12109	*		
RANGE		201.53449			
7 - 1	62	1237.00070	*****		
7 - 2	21	1382.58280	*****		
7 - 3	218	-483.06551	**		
RANGE		1845.64832			
8 - 1	12	-68.18367	*		
8 - 2	20	15.56261	*		
8 - 3	269	1.88458	*		
RANGE		83.74628			
9 - 1	28	-9.58511	*		
9 - 2	46	-5.73682	*		
9 - 3	68	30.23984	*		
9 - 4	159	-9.58511	*		
RANGE		39.82496			

VALUE OF CATEGORIES
OUTSIDE VARIABLES NO. 5

ITEM CAT. FREQ. -4659.17 -2329.59 0.0 2329.59 4659.17

CORRELATION COEFFICIENT 0.683351
ESTIMATION ERROR 123.040889

CORRELATION MATRIX

ITEM NO.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
1	1.000									
2	0.077	1.000								
3	-0.837	-0.118	1.000							
4	-0.043	-0.122	-0.197	1.000						
5	-0.211	-0.121	-0.182	-0.123	1.000					
6	-0.078	-0.114	-0.168	-0.193	0.485	1.000				
7	0.185	-0.153	-0.257	-0.290	-0.285	0.194	1.000			
8	0.413	0.042	-0.498	0.063	0.061	0.050	0.221	1.000		
9	0.498	-0.149	-0.204	0.135	0.247	-0.238	-0.381	0.077	1.000	
11	-0.018	0.014	0.008	-0.025	0.023	0.002	0.006	0.014	-0.023	
12	-0.024	0.012	0.035	-0.024	0.003	-0.010	-0.026	-0.037	-0.023	
OUTSIDE	1	-0.028	-0.084	-0.247	0.212	0.259	0.271	0.014	0.191	-0.272

CORRELATION MATRIX

ITEM NO. 11 12 1

11 1.000

12 0.012 1.000

OUTSIDE 1 0.108 0.007 1.000

PARTIAL CORRELATION

ITEM NO.

1) 0.431907
2) 0.438488
3) 0.433678
4) 0.461744
5) 0.450119
6) 0.344817
7) 0.468269
8) 0.090064
9) 0.079121
11) 0.140764
12) 0.033401

MULTIPLE CORRELATION

0.683351

表 4.1-5 各用途のスコア (6)

***** PEAKFLOWTA 931NNTA (QUANTIFICATION 1) *****

VALUE OF THE CATEGORY IN EACH ITEM

VALUE OF CATEGORIES
OUTSIDE VARIABLES NO. 6

ITEM CAT. FREQ.		-16.98	-8.49	0.0	8.49	16.98
1 - 1 10	12.91867					
1 - 2 18	4.65285					
1 - 3 10	-5.23992					
1 - 4 96	5.42397					
1 - 5 30	-8.72495					
RANGE		17.74664				
2 - 1 106	1.91300					
2 - 2 56	-3.01450					
2 - 3 2	16.90630					
RANGE		18.85330				
3 - 1 43	-8.32030					
3 - 2 111	3.31106					
3 - 3 10	-0.97549					
RANGE		11.63136				
4 - 1 39	3.26616					
4 - 2 125	-1.03776					
RANGE		4.36392				
6 - 1 33	-0.21976					
6 - 2 131	0.05536					
RANGE		0.27511				
7 - 1 58	-3.71509					
7 - 2 21	-7.02365					
7 - 3 85	4.27025					
RANGE		11.29390				
8 - 2 20	5.13839					
8 - 3 144	-0.71367					
RANGE		5.85206				
9 - 1 2	4.34710					
9 - 2 8	7.40120					
9 - 3 28	6.86582					
9 - 4 126	-2.02014					
RANGE		9.42134				
11 - 1 24	-0.56758					
11 - 2 20	0.45370					
11 - 3 22	-1.41652					
11 - 4 22	-0.42884					
11 - 5 24	0.46563					
11 - 6 28	0.22800					
11 - 7 24	1.76306					
RANGE		3.17958				

VALUE OF CATEGORIES
OUTSIDE VARIABLES NO. 6

ITEM CAT. FREQ. -16.98 -8.49 0.0 8.49 16.98

12 - 1 48	-0.79076	*
12 - 2 58	0.46570	*
12 - 3 58	0.18772	*
RANGE		1.25745

CORRELATION COEFFICIENT 0.442250
ESTIMATION ERROR 6.229987

CORRELATION MATRIX

ITEM NO.	1	2	3	4	6	7	8	9	11	
1	1.000									
2	0.206	1.000								
3	0.210	-0.394	1.000							
4	-0.200	0.027	-0.457	1.000						
6	0.108	-0.320	-0.328	0.280	1.000					
7	-0.765	0.122	-0.615	0.525	-0.017	1.000				
8	0.303	-0.375	0.244	-0.208	0.187	-0.305	1.000			
9	-0.552	0.326	-0.688	0.021	0.275	0.214	-0.204	1.000		
11	0.030	-0.056	0.005	0.007	-0.018	0.002	-0.037	-0.056	1.000	
OUTSIDE	6	0.250	0.999	-0.067	0.066	-0.002	-0.140	0.214	-0.079	0.107

CORRELATION MATRIX

ITEM NO.	12	6	
12	1.000		
OUTSIDE	6	0.050	1.000

PARTIAL CORRELATION

ITEM NO.

1)	0.156253
2)	0.158722
3)	0.165891
4)	0.177687
6)	0.007885
7)	0.006515
8)	0.258665
9)	0.137605
11)	0.145665
12)	0.081791

MULTIPLE CORRELATION

OUTSIDE NO. 6
0.442250

表 4.1-5 各用途のスコア (7)

***** PEAKFLOWTA 931NNTA (QUANTIFICATION 1) *****

VALUE OF THE CATEGORY IN EACH ITEM

VALUE OF CATEGORIES
OUTSIDE VARIABLES NO. 7

ITEM CAT. FREQ.		-906.91	-453.45	0.0	453.45	906.91
1 - 1 22	578.72436					
1 - 2 45	-421.00432					
1 - 3 23	-154.41627					
1 - 4 108	150.53424					
1 - 5 35	-170.02470					
RANGE		1009.72865				
2 - 1 140	52.02517					
2 - 2 76	39.49364					
2 - 3 17	-587.12007					
RANGE		639.14524				
3 - 1 79	-61.08323					
3 - 2 132	187.70862					
3 - 3 22	-906.90730					
RANGE		1094.51601				
4 - 1 36	-250.23281					
4 - 2 197	45.72782					
RANGE		295.96063				
5 - 1 26	12.07022					
5 - 2 21	102.83504					
5 - 3 186	-13.23764					
RANGE		116.13268				
6 - 1 40	15.99887					
6 - 2 193	-3.31583					
RANGE		19.31469				
7 - 1 59	-326.59119					
7 - 2 21	-301.12587					
7 - 3 153	167.27140					
RANGE		493.86259				
8 - 2 20	-91.50497					
8 - 3 213	8.62019					
RANGE		100.42516				
9 - 1 5	-133.71835					
9 - 2 33	43.26131					
9 - 3 52	128.62869					
9 - 4 143	-52.07967					
RANGE		282.34704				

VALUE OF CATEGORIES
OUTSIDE VARIABLES NO. 7

ITEM CAT. FREQ. -906.91 -453.45 0.0 453.45 906.91

11 - 1 40	59.90356	**
11 - 2 30	-37.67612	**
11 - 3 32	-45.92559	**
11 - 4 34	4.25540	**
11 - 5 32	-34.30448	**
11 - 6 37	-2.44019	**
11 - 7 28	45.85990	**
RANGE		105.82915
12 - 1 74	-6.40070	*
12 - 2 70	-3.90382	*
12 - 3 80	9.77567	*
RANGE		16.17636

CORRELATION COEFFICIENT 0.617818
ESTIMATION ERROR 180.020555

CORRELATION MATRIX

ITEM NO.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
1	1.000									
2	0.136	1.000								
3	-0.494	-0.181	1.000							
4	0.101	-0.118	-0.048	1.000						
5	-0.231	0.121	0.207	0.044	1.000					
6	-0.028	0.144	0.272	0.195	0.651	1.000				
7	-0.374	-0.191	-0.431	-0.309	0.288	-0.132	1.000			
8	-0.158	-0.068	-0.183	-0.151	0.122	0.140	0.432	1.000		
9	-0.599	0.190	-0.311	-0.017	-0.220	-0.306	0.486	0.206	1.000	
11	-0.069	0.018	0.007	-0.057	-0.014	-0.023	0.056	0.032	0.065	
12	0.016	0.024	-0.015	-0.062	0.002	-0.017	0.010	-0.000	-0.012	
OUTSIDE	7	0.020	0.130	0.182	0.103	0.493	0.433	-0.074	0.095	-0.237

CORRELATION MATRIX

ITEM NO.	11	12	7	
11	1.000			
12	-0.023	1.000		
OUTSIDE	7	0.137	0.021	1.000

PARTIAL CORRELATION

ITEM NO.

1)	0.244219
2)	0.213495
3)	0.225262
4)	0.203773
5)	0.054860
6)	0.025582
7)	0.165276
8)	0.129732
9)	0.169898
11)	0.208522
12)	0.039373

MULTIPLE CORRELATION

0.617818

表 4.1-5 各用途のスコア (8)

***** PEAKFLOWA 931NTPA (QUANTIFICATION 1) *****

VALUE OF THE CATEGORY IN EACH ITEM

VALUE OF CATEGORIES OUTSIDE VARIABLES NO. 8						
ITEM CAT. FREQ.		-2700.00	-1350.00	0.0	1350.00	2700.00
1 - 1	18	-767.96294				
1 - 2	16	2697.45728				
1 - 3	12	964.60711				
1 - 4	22	-1173.14430				
1 - 5	16	-946.88090				
	RANGE	3870.60158				
2 - 1	39	-194.17929	**			
2 - 2	36	144.64385	**			
2 - 3	9	290.20272				
	RANGE	478.28201				
3 - 1	29	-490.84469	****			
3 - 2	37	1093.82558	*****			
3 - 3	18	-1457.61393	*****			
	RANGE	3591.43931				
4 - 1	16	1492.32235	*****			
4 - 2	68	-351.10467	***			
	RANGE	1843.45702				
5 - 1	23	-1782.35166	*****			
5 - 2	3	910.93674	*****			
5 - 3	58	659.67721	*****			
	RANGE	2593.28840				
6 - 1	5	-410.95483	****			
6 - 2	79	25.00890				
	RANGE	436.96463				
7 - 1	10	111.20358	**			
7 - 2	2	-261.76105	**			
7 - 3	72	-8.17380	*			
	RANGE	372.96463				
9 - 1	1	1708.69147	*****			
9 - 2	27	1883.32163	*****			
9 - 3	18	-2699.99812	*****			
9 - 4	38	-107.72130	*			
	RANGE	4588.31975				
11 - 1	10	-19.38625	*			
11 - 2	14	-52.70244	*			
11 - 3	17	79.47222	*			
11 - 4	14	22.74601	*			
11 - 5	9	-85.30847	*			
11 - 6	12	52.92019	*			
11 - 7	8	-98.72509	*			
	RANGE	178.19731				

VALUE OF CATEGORIES

OUTSIDE VARIABLES NO. 8

ITEM CAT. FREQ. -2700.00 -1350.00 0.0 1350.00 2700.00

12 - 1	27	24.24650	*
12 - 2	27	-9.84919	*
12 - 3	30	-13.14306	*
	RANGE	37.38965	

CORRELATION COEFFICIENT 0.766432

ESTIMATION ERROR 202.289553

CORRELATION MATRIX

ITEM NO.	1	2	3	4	5	6	7	9	11
1	1.000								
2	0.059	1.000							
3	-0.388	0.615	1.000						
4	-0.237	0.207	0.374	1.000					
5	0.042	0.006	-0.221	-0.586	1.000				
6	0.177	0.264	-0.267	0.122	-0.186	1.000			
7	-0.116	0.215	0.154	-0.071	0.088	-0.177	1.000		
9	0.608	-0.375	-0.271	-0.125	-0.280	0.016	-0.099	1.000	
11	0.015	-0.083	-0.045	-0.117	-0.009	-0.029	-0.025	0.077	1.000
12	-0.137	-0.079	0.081	-0.023	0.037	-0.150	0.058	0.074	0.119
OUTSIDE 8	-0.121	0.461	0.391	-0.163	0.052	0.116	0.393	-0.064	0.151

CORRELATION MATRIX

ITEM NO. 12 8

12 1.000

OUTSIDE 8 0.977 1.000

PARTIAL CORRELATION

ITEM NO.

1)	0.486248
2)	0.358436
3)	0.636651
4)	0.427579
5)	0.484897
6)	0.302219
7)	0.242400
9)	0.492694
11)	0.279118
12)	0.080053

MULTIPLE CORRELATION

OUTSIDE NO. 8

0.766432

表 4.1-5 各用途のスコア (9)

***** PEAKFLOWA 931NTPA (QUANTIFICATION 1) *****

VALUE OF THE CATEGORY IN EACH ITEM

VALUE OF CATEGORIES OUTSIDE VARIABLES NO. 9						
ITEM CAT. FREQ.		-3336.12	-1668.06	0.0	1668.06	3336.12
1 - 1	3	468.93956		***		
1 - 2	51	-447.19546		***		
1 - 3	32	-1491.27501		*****		
1 - 4	109	1797.14768		*****		
1 - 5	38	-2336.12466		*****		
	RANGE	5133.27234				
2 - 1	133	196.17298	**			
2 - 2	82	261.69978	**			
2 - 3	18	-2641.68826	*****			
	RANGE	2903.38804				
3 - 1	92	-2450.09960	*****			
3 - 2	138	1704.56108	*****			
3 - 3	8	-3273.42191	*****			
	RANGE	4977.98298				
4 - 1	47	883.04287	*****			
4 - 2	186	-223.13449	**			
	RANGE	1106.17736				
5 - 1	30	739.94306	****			
5 - 2	28	1848.23840	*****			
5 - 3	183	-323.14787	**			
	RANGE	2171.38827				
6 - 1	41	75.53894	*			
6 - 2	192	-16.13071	*			
	RANGE	91.66985				
7 - 1	61	-2011.86262	*****			
7 - 2	21	1914.75888	*****			
7 - 3	151	1078.94882	*****			
	RANGE	3090.61145				
8 - 2	19	28.76791	*			
8 - 3	214	-2.55416	*			
	RANGE	31.32207				
9 - 1	1	2031.82913	*****			
9 - 2	29	2044.30970	*****			
9 - 3	36	2081.33902	*****			
9 - 4	147	-1210.03347	*****			
	RANGE	3291.42648				

VALUE OF CATEGORIES

OUTSIDE VARIABLES NO. 9

ITEM CAT. FREQ. -3336.12 -1668.06 0.0 1668.06 3336.12

11 - 1	32	-6.11189	*
11 - 2	33	19.59303	*
11 - 3	38	-12.93772	*
11 - 4	34	22.28941	*
11 - 5	34	3.05983	*
11 - 6	32	-2.33265	*
11 - 7	30	-26.02617	*
	RANGE	48.31857	
12 - 1	77	-17.99311	*
12 - 2	77	3.64097	*
12 - 3	79	13.28880	*
	RANGE	31.98191	

CORRELATION COEFFICIENT 0.665902

ESTIMATION ERROR 101.306154

CORRELATION MATRIX

ITEM NO.	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	1.000								
2	-0.258	1.000							
3	0.238	-0.230	1.000						
4	-0.411	0.145	-0.210	1.000					
5	-0.763	0.125	0.236	0.063	1.000				
6	-0.170	0.119	0.353	-0.232	0.510	1.000			
7	-0.690	-0.220	-0.611	0.379	0.357	-0.159	1.000		
8	0.279	0.102	-0.247	-0.150	-0.144	-0.138	-0.109	1.000	
9	-0.321	0.215	-0.922	0.061	-0.202	-0.393	0.564	-0.228	1.000
11	-0.099	-0.075	0.078	0.030	0.029	-0.002	-0.008	0.027	-0.063
12	-0.027	0.003	-0.005	0.001	0.019	-0.016	0.012	-0.012	0.019
OUTSIDE 9	-0.089	-0.353	0.478	0.047	0.293	0.222	0.008	0.020	-0.457

CORRELATION MATRIX

ITEM NO. 11 12 9

11 1.000

12 -0.304 1.000

OUTSIDE 9 0.164 0.090 1.000

PARTIAL CORRELATION

ITEM NO.

1)	0.247926
2)	0.243277
3)	0.268123
4)	0.251712
5)	0.243309
6)	0.208925
7)	0.237544
8)	0.073490
9)	0.245583
11)	0.151302
12)	0.130212

MULTIPLE CORRELATION

0.665902

表 4.1-5 各用途のスコア (10)

**** PEAKFLOWIP 93IN10A (QUANTIFICATION 1) ****

VALUE OF THE CATEGORY IN EACH ITEM

VALUE OF CATEGORIES
OUTSIDE VARIABLES NO. 10

ITEM CAT.	FREQ.	650.05	-325.03	0.0	325.03	650.05
1 - 1	4	-133.73620				
1 - 2	3	-650.05331				
1 - 3	5	-294.00832				
1 - 4	51	16.49372				
1 - 5	11	283.57977				
	RANGE	933.63308				
2 - 1	57	47.82770				
2 - 2	16	-187.76479				
2 - 3	1	278.05787				
	RANGE	465.52266				
3 - 1	12	-104.62753				
3 - 2	58	28.58277				
3 - 3	4	-104.62753				
	RANGE	133.60930				
4 - 1	5	-392.00761				
4 - 2	69	28.40635				
	RANGE	420.41396				
6 - 1	25	-371.57008				
6 - 2	49	189.57657				
	RANGE	561.14666				
7 - 1	29	211.33693				
7 - 2	17	-509.57310				
7 - 3	28	185.14185				
	RANGE	810.91003				
8 - 2	1	-192.53063				
8 - 3	73	2.63752				
	RANGE	195.17614				
11 - 1	16	11.38235				
11 - 2	9	-18.07689				
11 - 3	11	-34.03948				
11 - 4	13	-33.38708				
11 - 5	6	-28.29753				
11 - 6	11	-58.93709				
11 - 7	8	200.75861				
	RANGE	255.60070				
12 - 1	25	-4.81085				
12 - 2	24	30.18487				
12 - 3	25	-24.13783				
	RANGE	94.29270				

CORRELATION COEFFICIENT 0.818559
ESTIMATION ERROR 177.904809

OUTSIDE NO. 10

CORRELATION MATRIX

ITEM NO.	1	2	3	4	6	7	8	11	12
1	1.000								
2	0.050	1.000							
3	0.673	-0.170	1.000						
4	0.065	-0.126	0.513	1.000					
6	-0.594	-0.325	-0.375	-0.192	1.000				
7	-0.038	-0.301	-0.232	-0.119	-0.336	1.000			
8	-0.010	0.215	-0.061	-0.032	-0.004	-0.075	1.000		
11	-0.254	-0.148	-0.128	0.094	-0.017	0.194	-0.018	1.000	
12	0.096	0.030	0.078	0.067	0.019	-0.016	0.025	-0.009	1.000

OUTSIDE 10 0.249 -0.324 0.110 0.164 -0.123 0.557 -0.038 0.224 0.179

CORRELATION MATRIX

ITEM NO. 10
OUTSIDE 10 1.000

PARTIAL CORRELATION

ITEM NO.	1)
1)	0.531037
2)	0.200491
3)	0.134007
4)	0.407090
6)	0.552119
7)	0.685491
8)	0.122247
11)	0.355084
12)	0.121190

MULTIPLE CORRELATION

OUTSIDE NO.10

0.818559

表 4.1-5 各用途のスコア (11)

**** PEAKFLOWIP 93IN11P (QUANTIFICATION 1) ****

VALUE OF THE CATEGORY IN EACH ITEM

VALUE OF CATEGORIES
OUTSIDE VARIABLES NO. 11

ITEM CAT.	FREQ.	604.71	-302.35	0.0	302.35	604.71
1 - 1	26	-150.19562				
1 - 2	57	184.64289				
1 - 3	34	327.72413				
1 - 4	121	-92.50019				
1 - 5	42	-136.25372				
	RANGE	477.91974				
2 - 1	175	112.95176				
2 - 2	86	-155.41847				
2 - 3	19	-330.87210				
	RANGE	449.82886				
3 - 1	111	-97.34695				
3 - 2	143	52.11285				
3 - 3	26	128.97705				
	RANGE	226.32401				
4 - 1	58	-119.41363				
4 - 2	322	31.19067				
	RANGE	150.61910				
5 - 1	38	141.12552				
5 - 2	21	-279.09633				
5 - 3	21	2.23402				
	RANGE	420.22485				
6 - 1	41	-84.62770				
6 - 2	239	14.51772				
	RANGE	99.14542				
7 - 1	61	225.42603				
7 - 2	21	-604.70610				
7 - 3	188	-5.31394				
	RANGE	830.13213				
8 - 1	3	85.16077				
8 - 2	20	-443.44782				
8 - 3	257	33.55048				
	RANGE	925.60859				
9 - 1	12	-428.95119				
9 - 2	44	-331.92786				
9 - 3	61	-258.12345				
9 - 4	163	217.85258				
	RANGE	646.80377				

VALUE OF CATEGORIES

OUTSIDE VARIABLES NO. 11

ITEM CAT.	FREQ.	604.71	-302.35	0.0	302.35	604.71
11 - 1	44	-38.04867				
11 - 2	42	23.03485				
11 - 3	42	42.58853				
11 - 4	37	5.12078				
11 - 5	58	-33.75996				
11 - 6	40	-1.54278				
11 - 7	37	-0.18587				
	RANGE	81.63420				
12 - 1	88	4.68387				
12 - 2	95	-31.72145				
12 - 3	94	28.68644				
	RANGE	60.40794				

CORRELATION COEFFICIENT 0.627464

ESTIMATION ERROR 267.840051

CORRELATION MATRIX

ITEM NO.	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	1.000								
2	0.210	1.000							
3	-0.828	-0.197	1.000						
4	-0.037	-0.053	0.270	1.000					
5	0.267	-0.217	-0.182	-0.290	1.000				
6	0.287	-0.308	-0.261	-0.212	0.635	1.000			
7	-0.016	-0.284	0.017	0.014	0.001	-0.226	1.000		
8	0.158	0.246	-0.170	-0.139	-0.007	-0.113	-0.318	1.000	
9	0.692	-0.345	0.410	-0.154	-0.214	-0.348	0.623	-0.230	1.000
11	0.061	-0.036	-0.073	-0.007	0.008	0.018	-0.008	-0.002	0.011
12	-0.000	0.019	0.008	-0.021	0.004	-0.007	-0.005	0.010	0.009

OUTSIDE 1 0.017 0.078 -0.035 -0.060 0.113 -0.252 0.323 0.123 0.165

CORRELATION MATRIX

ITEM NO. 11

OUTSIDE 1 0.682 0.087 1.000

PARTIAL CORRELATION

ITEM NO.

ITEM NO.	1)
1)	0.218051
2)	0.300341
3)	0.128288
4)	0.174284
5)	0.229095
6)	0.061887
7)	0.450825
8)	0.336126
9)	0.201722
11)	0.101280
12)	0.093384

MULTIPLE CORRELATION

0.627464

表 4.1-5 各用途のスコア (12)

**** PEAKTOPP 918NTP (QUANTIFICATION 1) ****

VALUE OF THE CATEGORY IN EACH ITEM

VALUE OF CATEGORIES
OUTSIDE VARIABLES NO. 2

ITEM CAT. FREQ.		-8134.30	-4067.15	0.0	4067.15	8134.30
1 - 1 4	-1950.93549					
1 - 2 25	-2090.27066					
1 - 3 31	2607.49511					
1 - 4 82	2808.20643					
1 - 5 30	6583.36597					
RANGE	9791.57600					
2 - 1 109	150.03812		*			
2 - 2 45	-286.71250		*			
2 - 3 15	-172.70686		*			
RANGE	436.75062					
3 - 1 64	2455.73239					
3 - 2 104	-1605.67118					
3 - 3 4	2455.73239					
RANGE	4061.40356					
4 - 1 44	-3244.40250					
4 - 2 128	1149.63356					
RANGE	4494.04086					
5 - 1 37	-2802.82870					
5 - 2 9	-8134.29649					
5 - 3 126	1404.07405					
RANGE	9538.37054					
6 - 1 26	-416.86915		**			
6 - 2 146	174.23697		*			
RANGE	491.10612					
7 - 1 28	444.15253		**			
7 - 2 21	2.96899		*			
7 - 3 113	-149.91279		*			
RANGE	594.06532					
8 - 1 1	-140.33785		*			
8 - 2 6	-782.24258		*			
8 - 3 165	29.29571		*			
RANGE	811.53809					
9 - 1 2	-3220.34739					
9 - 2 29	-3291.49248					
9 - 3 29	-3037.09327					
9 - 4 112	1722.05073					
RANGE	5113.84320					

VALUE OF CATEGORIES
OUTSIDE VARIABLES NO. 2

ITEM CAT. FREQ.		-8134.30	-4067.15	0.0	4067.15	8134.30
11 - 1 33	126.57670		*			
11 - 2 18	106.16427		*			
11 - 3 32	106.22269		*			
11 - 4 23	-140.57071		*			
11 - 5 25	-31.87547		*			
11 - 6 22	-124.60949		*			
11 - 7 18	-144.58530		*			
RANGE	271.16290					
12 - 1 46	37.07995		*			
12 - 2 62	-47.01514		*			
12 - 3 64	18.89857		*			
RANGE	84.09909					

CORRELATION COEFFICIENT 0.597104
ESTIMATION ERROR 474.557738

CORRELATION MATRIX

ITEM NO.	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	1.000								
2	-0.149	1.000							
3	-0.005	0.452	1.000						
4	-0.577	0.172	-0.163	1.000					
5	-0.836	0.027	0.130	0.138	1.000				
6	-0.065	-0.317	0.341	-0.247	0.312	1.000			
7	-0.462	-0.181	-0.502	0.364	0.339	-0.417	1.000		
8	0.145	0.268	0.195	-0.115	-0.107	-0.083	-0.345	1.000	
9	-0.068	-0.396	-0.304	-0.025	-0.069	-0.309	0.454	-0.130	1.000
11	0.035	0.001	0.085	0.035	-0.072	0.003	-0.096	0.085	-0.081
12	0.014	-0.081	-0.046	0.033	-0.032	0.018	-0.003	-0.064	0.012
OUTSIDE 2	0.330	-0.092	-0.118	-0.264	-0.166	0.037	-0.031	0.236	0.045

CORRELATION MATRIX

ITEM NO.	11	12	2
11	1.000		
12	0.042	1.000	
OUTSIDE 2	0.172	0.072	1.000

PARTIAL CORRELATION

ITEM NO.

- 0.247594
- 0.247507
- 0.198343
- 0.219010
- 0.234741
- 0.208952
- 0.272253
- 0.262234
- 0.212008
- 0.226571
- 0.074741

MULTIPLE CORRELATION

0.597104

表 4.1-5 各用途のスコア (13)

**** PEAKTOPP 918NTP (QUANTIFICATION 1) ****

VALUE OF THE CATEGORY IN EACH ITEM

VALUE OF CATEGORIES
OUTSIDE VARIABLES NO. 3

ITEM CAT. FREQ.		-588.69	-294.34	0.0	294.34	588.69
1 - 1 10	195.23172					
1 - 2 47	-136.00258					
1 - 3 36	495.43245					
1 - 4 96	412.98081					
1 - 5 43	-101.21109					
RANGE	896.43225					
2 - 1 183	15.26909		*			
2 - 2 75	35.21639		**			
2 - 3 14	-333.62089		*			
RANGE	364.84648					
3 - 1 95	-286.18377					
3 - 2 117	261.45253					
3 - 3 10	-349.52874					
RANGE	601.98631					
4 - 1 51	103.57010					
4 - 2 171	-30.84933					
RANGE	134.45943					
5 - 1 35	146.87314					
5 - 2 14	182.70941					
5 - 3 173	-44.60724					
RANGE	227.30668					
6 - 1 34	4.80503		*			
6 - 2 188	-0.86889		*			
RANGE	5.67492					
7 - 1 53	-276.17370					
7 - 2 17	-302.47819					
7 - 3 152	130.12651					
RANGE	432.60470					
8 - 1 3	-14.60599		*			
8 - 2 12	52.29070		*			
8 - 3 297	-2.81965		*			
RANGE	66.89669					
9 - 1 10	4.72891		*			
9 - 2 25	573.86726		*			
9 - 3 58	588.68820		*			
9 - 4 129	-376.26288		*			
RANGE	964.90884					

VALUE OF CATEGORIES
OUTSIDE VARIABLES NO. 3

ITEM CAT. FREQ.		-588.69	-294.34	0.0	294.34	588.69
11 - 1 35	28.04900		*			
11 - 2 32	21.47150		*			
11 - 3 35	-3.83220		*			
11 - 4 21	-9.38434		*			
11 - 5 31	-36.25142		*			
11 - 6 31	0.04308		*			
11 - 7 27	-3.00294		*			
RANGE	64.30041					
12 - 1 69	-13.05965		*			
12 - 2 76	2.52700		*			
12 - 3 77	0.20862		*			
RANGE	22.26527					

CORRELATION COEFFICIENT 0.550915
ESTIMATION ERROR 116.791883

CORRELATION MATRIX

ITEM NO.	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	1.000								
2	-0.250	1.000							
3	0.703	-0.213	1.000						
4	-0.185	0.142	-0.162	1.000					
5	-0.238	0.138	0.176	0.174	1.000				
6	0.216	0.076	0.403	-0.232	0.249	1.000			
7	-0.708	-0.191	-0.642	0.370	0.359	-0.241	1.000		
8	0.241	0.094	0.240	-0.122	-0.119	-0.095	-0.250	1.000	
9	-0.894	0.194	-0.858	0.003	-0.035	-0.249	0.057	-0.195	1.000
11	0.030	0.018	-0.055	-0.030	-0.070	-0.043	0.013	-0.059	0.010
12	0.050	-0.017	0.007	-0.034	-0.002	0.014	-0.023	0.085	-0.034
OUTSIDE 3	0.063	-0.012	0.200	0.249	0.420	0.034	0.138	0.061	-0.144

CORRELATION MATRIX

ITEM NO.	11	12	3
11	1.000		
12	-0.001	1.000	
OUTSIDE 3	0.096	0.057	1.000

PARTIAL CORRELATION

ITEM NO.

- 0.137664
- 0.129184
- 0.188627
- 0.228362
- 0.233512
- 0.013002
- 0.147058
- 0.095752
- 0.144755
- 0.165344
- 0.075882

MULTIPLE CORRELATION

0.550915

表 4.1-5 各用途のスコア (14)

**** PEAKFLOWP 931NTP4 (QUANTIFICATION 1) ****

VALUE OF THE CATEGORY IN EACH ITEM

OUTSIDE VARIABLES NO. 4

ITEM CAT.	FREQ.	-1061.49	-530.75	0.0	530.75	1061.49
1 - 1	1	-1061.49195				
1 - 2	2	-561.89145				
1 - 3	13	-351.84804				
1 - 4	19	75.50622				
1 - 5	21	253.43243				
RANGE		1314.92438				
2 - 1	33	195.79408				
2 - 2	22	-232.15513				
2 - 3	1	-34.23157				
RANGE		487.92921				
4 - 1	25	-203.69271				
4 - 2	31	164.26832				
RANGE		367.96103				
6 - 1	18	-630.59575				
6 - 2	38	238.70225				
RANGE		929.29900				
8 - 2	4	140.67060				
8 - 3	52	-10.82082				
RANGE		151.49142				
11 - 1	10	150.19510				
11 - 2	5	-45.50735				
11 - 3	11	-38.74083				
11 - 4	7	-275.46166				
11 - 5	8	-13.35207				
11 - 6	9	155.86296				
11 - 7	6	35.16042				
RANGE		431.32462				
12 - 1	11	-63.10719				
12 - 2	27	48.35768				
12 - 3	18	-33.57102				
RANGE		111.46487				

CORRELATION COEFFICIENT 0.630462
ESTIMATION ERROR 293.370288

- 162 -

OUTSIDE NO. 4

CORRELATION MATRIX

ITEM NO.	1	2	4	6	8	11	12	4
1	1.000							
2	0.400	1.000						
4	0.187	0.146	1.000					
6	-0.306	-0.350	0.618	1.000				
8	0.071	-0.342	0.243	0.191	1.000			
11	0.083	0.031	0.181	-0.141	0.096	1.000		
12	0.128	-0.117	0.045	-0.034	0.042	-0.063	1.000	
OUTSIDE 4	0.226	-0.305	0.107	0.159	0.323	0.367	0.122	1.000

PARTIAL CORRELATION

ITEM NO.

1)	0.386123
2)	0.277041
4)	0.216223
6)	0.388856
8)	0.110752
11)	0.408189
12)	0.157976

MULTIPLE CORRELATION

OUTSIDE NO.4
0.630462

表 4.1-5 各用途のスコア (15)

**** PEAKFLOWP 931NTP5 (QUANTIFICATION 1) ****

VALUE OF THE CATEGORY IN EACH ITEM

OUTSIDE VARIABLES NO. 5

ITEM CAT.	FREQ.	-402.44	-201.22	0.0	201.22	402.44
1 - 1	31	-239.05813				
1 - 2	49	-173.18449				
1 - 3	32	10.31931				
1 - 4	119	45.87938				
1 - 5	42	242.93134				
RANGE		481.98917				
2 - 1	173	9.45545				
2 - 2	84	4.83206				
2 - 3	10	-127.58294				
RANGE		137.00839				
3 - 1	161	55.55038				
3 - 2	141	-52.00461				
3 - 3	31	55.55038				
RANGE		107.55498				
4 - 1	69	-145.20438				
4 - 2	213	40.90264				
RANGE		186.10703				
5 - 1	34	-85.75881				
5 - 2	21	-402.44450				
5 - 3	218	52.14282				
RANGE		494.58737				
6 - 1	42	111.56546				
6 - 2	231	-20.28489				
RANGE		131.85035				
7 - 1	62	-7.10940				
7 - 2	21	-197.63503				
7 - 3	190	24.19315				
RANGE		221.82819				
8 - 1	4	-124.25363				
8 - 2	21	-125.46022				
8 - 3	248	12.62774				
RANGE		138.08795				
9 - 1	17	134.57256				
9 - 2	40	-24.90597				
9 - 3	55	-67.09675				
9 - 4	161	14.89953				
RANGE		201.66941				

- 163 -

VALUE OF CATEGORIES
OUTSIDE VARIABLES NO. 5

ITEM CAT. FREQ.

11 - 1	43	38.96582						
11 - 2	37	-38.49865						
11 - 3	44	-30.16951						
11 - 4	38	-5.68395						
11 - 5	41	-1.59973						
11 - 6	36	8.01015						
11 - 7	34	31.45859						
RANGE		77.46448						
12 - 1	85	-4.27471						
12 - 2	92	-0.44682						
12 - 3	98	4.21210						
RANGE		8.48781						

CORRELATION COEFFICIENT 0.614222
ESTIMATION ERROR 116.241485

CORRELATION MATRIX

ITEM NO.	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	1.000								
2	-0.089	1.000							
3	-0.729	0.263	1.000						
4	-0.371	-0.130	-0.177	1.000					
5	-0.602	-0.112	0.299	0.017	1.000				
6	0.419	0.126	-0.413	0.226	-0.599	1.000			
7	-0.128	-0.111	0.400	-0.219	-0.173	0.062	1.000		
8	-0.001	-0.055	0.205	-0.150	-0.133	0.125	0.012	1.000	
9	0.121	-0.073	-0.324	0.124	-0.087	0.134	-0.130	-0.227	1.000
11	-0.015	0.023	0.000	-0.001	-0.001	0.006	-0.005	-0.062	0.107
12	-0.043	0.013	0.051	0.016	0.011	-0.021	0.020	0.030	0.024
OUTSIDE 5	0.136	0.023	-0.173	0.024	-0.010	0.334	0.110	0.096	0.251

CORRELATION MATRIX

ITEM NO.	11	12	5
11	1.000		
12	0.911	1.000	
OUTSIDE 5	0.190	0.023	1.000

PARTIAL CORRELATION

ITEM NO.

1)	0.28646
2)	0.206819
3)	0.199871
4)	0.286648
5)	0.431542
6)	0.258833
7)	0.332760
8)	0.271139
9)	0.335111
11)	0.223070
12)	0.029711

MULTIPLE CORRELATION

0.614222

表 4.1-5 各用途のスコア (16)

***** PEAKFLOWP 931NTPP (QUANTIFICATION 1) *****

VALUE OF THE CATEGORY IN EACH ITEM

VALUE OF CATEGORIES
OUTSIDE VARIABLES NO. 6

ITEM CAT. FREQ.		-34.37	-17.19	0.0	17.19	34.37
1 - 1	14	17.56958				
1 - 2	10	5.29777				
1 - 3	6	15.64826				
1 - 4	99	-4.32837				
1 - 5	25	0.22475				
	RANGE	21.89795				
2 - 1	106	-0.30569				
2 - 2	41	0.84251				
2 - 3	7	-0.30569				
	RANGE	1.14820				
3 - 1	35	11.39591				
3 - 2	105	-5.21809				
3 - 3	14	11.29591				
	RANGE	16.71400				
4 - 1	30	-3.15165				
4 - 2	124	0.76250				
	RANGE	3.91414				
6 - 1	37	-0.80992				
6 - 2	117	0.25813				
	RANGE	1.06805				
7 - 1	52	3.33473				
7 - 2	21	-1.86400				
7 - 3	81	-1.63140				
	RANGE	5.29963				
8 - 2	21	1.42276				
8 - 3	133	-0.22465				
	RANGE	1.64741				
9 - 1	2	-30.15495				
9 - 2	12	-24.37245				
9 - 3	16	-21.80902				
9 - 4	124	6.62971				
	RANGE	41.91216				
11 - 1	22	2.97045				
11 - 2	24	-2.70358				
11 - 3	24	-2.66879				
11 - 4	20	-0.38722				
11 - 5	23	1.69867				
11 - 6	20	-1.74110				
11 - 7	21	3.19775				
	RANGE	5.90135				

VALUE OF CATEGORIES
OUTSIDE VARIABLES NO. 6

ITEM CAT. FREQ.		-34.37	-17.19	0.0	17.19	34.37
12 - 1	53	0.55301				
12 - 2	49	-0.67746				
12 - 3	52	0.07473				
	RANGE	1.23047				

CORRELATION COEFFICIENT 0.553584
ESTIMATION ERROR 7.638821

CORRELATION MATRIX

ITEM NO.	1	2	3	4	6	7	8	9	11
1	1.000								
2	-0.284	1.000							
3	0.645	-0.380	1.000						
4	-0.929	0.111	-0.544	1.000					
6	0.143	0.339	0.384	-0.277	1.000				
7	-0.403	0.659	-0.468	0.337	-0.193	1.000			
8	-0.234	0.660	-0.271	0.195	0.223	0.556	1.000		
9	-0.962	0.260	-0.707	-0.053	-0.271	0.339	0.192	1.000	
11	0.044	-0.053	0.059	-0.025	-0.035	0.013	0.009	-0.045	1.000
12	-0.031	0.071	-0.033	-0.033	0.016	0.026	-0.012	0.039	-0.059

OUTSIDE 6 0.215 0.133 0.088 -0.282 0.021 0.160 0.158 0.212 0.271

CORRELATION MATRIX

ITEM NO.	12	6
12	1.000	
6	0.050	1.000

PARTIAL CORRELATION

ITEM NO.	1)	2)	3)	4)	6)	7)	8)	9)	11)	12)
1)	0.110260									
2)	0.028275	0.028275								
3)	0.262371	0.262371	0.262371							
4)	0.071436	0.071436	0.071436	0.071436						
6)	0.024124	0.024124	0.024124	0.024124	0.024124					
7)	0.127311	0.127311	0.127311	0.127311	0.127311	0.127311				
8)	0.050641	0.050641	0.050641	0.050641	0.050641	0.050641	0.050641			
9)	0.163436	0.163436	0.163436	0.163436	0.163436	0.163436	0.163436	0.163436		
11)	0.297119	0.297119	0.297119	0.297119	0.297119	0.297119	0.297119	0.297119	0.297119	
12)	0.065225	0.065225	0.065225	0.065225	0.065225	0.065225	0.065225	0.065225	0.065225	0.065225

MULTIPLE CORRELATION

OUTSIDE NO.6

0.553584

表 4.1-5 各用途のスコア (17)

***** PEAKFLOWP 931NTPP (QUANTIFICATION 1) *****

VALUE OF THE CATEGORY IN EACH ITEM

VALUE OF CATEGORIES
OUTSIDE VARIABLES NO. 7

ITEM CAT. FREQ.		X-10387.26	-5193.63	0.0	5193.63	10387.26
1 - 1	16	-5094.95034				
1 - 2	56	-4978.82625				
1 - 3	34	-478.91792				
1 - 4	118	-505.47598				
1 - 5	42	10387.25795				
	RANGE	15482.20829				
2 - 1	183	-36.85580				
2 - 2	85	-282.86745				
2 - 3	18	1670.41827				
	RANGE	1953.28572				
3 - 1	109	3329.07670				
3 - 2	141	-2951.30913				
3 - 3	10	3329.07670				
	RANGE	6280.38583				
4 - 1	57	-3473.27011				
4 - 2	209	947.25548				
	RANGE	4420.52559				
5 - 1	38	-3020.54394				
5 - 2	21	-7715.13302				
5 - 3	207	1237.52009				
	RANGE	9053.42511				
6 - 1	41	-125.46232				
6 - 2	225	22.86202				
	RANGE	148.32434				
7 - 1	60	1686.73712				
7 - 2	21	1099.34387				
7 - 3	188	-665.62185				
	RANGE	2332.15896				
8 - 1	3	-56.63399				
8 - 2	20	-366.27890				
8 - 3	213	30.85583				
	RANGE	397.33273				
11 - 1	42	-53.65380				
11 - 2	39	3.55461				
11 - 3	42	60.88582				
11 - 4	37	17.23073				
11 - 5	36	-53.05964				
11 - 6	35	32.70169				
11 - 7	35	-15.43840				
	RANGE	119.15546				

VALUE OF CATEGORIES
OUTSIDE VARIABLES NO. 7

ITEM CAT. FREQ.		X-10387.26	-5193.63	0.0	5193.63	10387.26
12 - 1	82	4.92602				
12 - 2	93	-17.43899				
12 - 3	91	13.34036				
	RANGE	30.81635				

CORRELATION COEFFICIENT 0.565356
ESTIMATION ERROR 251.927674

CORRELATION MATRIX

ITEM NO.	1	2	3	4	5	6	7	8	11
1	1.000								
2	-0.058	1.000							
3	-0.554	-0.171	1.000						
4	-0.375	0.144	-0.169	1.000					
5	-0.816	0.106	0.258	0.052	1.000				
6	-0.442	0.034	0.402	-0.223	0.518	1.000			
7	-0.068	-0.235	-0.617	0.342	0.322	-0.199	1.000		
8	0.039	0.174	0.258	-0.145	-0.145	-0.126	-0.462	1.000	
11	0.007	0.051	-0.001	-0.010	-0.004	0.019	-0.028	0.021	1.000
12	0.012	-0.018	-0.011	0.004	0.013	-0.006	0.014	0.008	0.022

OUTSIDE 7 0.056 -0.070 -0.124 -0.087 0.048 -0.152 0.253 0.133 0.127

CORRELATION MATRIX

ITEM NO.	12	7
12	1.000	
7	0.057	1.000

PARTIAL CORRELATION

ITEM NO.	1)	2)	3)	4)	5)	6)	7)	8)	11)	12)
1)	0.316194									
2)	0.357635	0.357635								
3)	0.330453	0.330453	0.330453							
4)	0.301882	0.301882	0.301882	0.301882						
5)	0.203950	0.203950	0.203950	0.203950	0.203950					
6)	0.132127	0.132127	0.132127	0.132127	0.132127	0.132127				
7)	0.410442	0.410442	0.410442	0.410442	0.410442	0.410442	0.410442			
8)	0.27123	0.27123	0.27123	0.27123	0.27123	0.27123	0.27123	0.27123		
11)	0.157563	0.157563	0.157563	0.157563	0.157563	0.157563	0.157563	0.157563	0.157563	
12)	0.052394	0.052394	0.052394	0.052394	0.052394	0.052394	0.052394	0.052394	0.052394	0.052394

MULTIPLE CORRELATION

OUTSIDE NO.7

0.565356

表 4.1-5 各用途のスコア (1.8)

**** PEAKTOPP SHINTOP (QUANTIFICATION 1) ****

VALUE OF THE CATEGORY IN EACH ITEM

VALUE OF CATEGORIES
OUTSIDE VARIABLES NO. 8 -2248.44 -1124.22 0.0 1124.22 2248.44

ITEM	CAT.	FREQ.	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	1	4	1995.30013								
1	2	27	1676.03989								
1	3	4	62.27233								
1	4	85	270.11004								
1	5	332	1645.70774								
1	6	3521	174989								
2	1	111	234.62606								
2	2	15	1290.89937								
2	3	15	1525.43842								
3	1	68	434.56644								
3	2	197	292.41450								
3	3	5	248.44656								
3	4	756	725.97494								
4	1	44	707.62706								
4	2	135	230.62327								
4	3	135	938.25443								
5	1	37	392.67561								
5	2	9	248.44656								
5	3	239	2309.83710								
5	4	28	346.58882								
5	5	151	53.08878								
7	1	41	432.18528								
7	2	21	771.55843								
7	3	3	1061.87375								
8	1	43	12281								
8	2	7	834.87425								
8	3	171	34.65224								
8	4	805	52600								
9	1	2	827.09003								
9	2	33	1003.26726								
9	3	415	470.52265								
9	4	1470	30995								

VALUE OF CATEGORIES
OUTSIDE VARIABLES NO. 8 -2248.44 -1124.22 0.0 1124.22 2248.44

ITEM	CAT.	FREQ.	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	1	33	165.18608								
1	2	21	70.59017								
1	3	34	62.27233								
1	4	85	270.11004								
1	5	28	6.25583								
1	6	27	131.90123								
1	7	355	255.09295								
12	1	99	18.01845								
12	2	62	26.28976								
12	3	67	29.87240								
12	4	57	57.86216								

CORRELATION COEFFICIENT 0.33190
ESTIMATION ERROR 475.37126

CORRELATION MATRIX

ITEM	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
1	1.000									
2	-0.130	1.000								
3	0.358	0.084	1.000							
4	0.509	-0.137	-0.164	1.000						
5	-0.047	0.658	-0.161	-0.117	1.000					
6	0.036	0.009	-0.062	0.034	-0.132	1.000				
7	-0.186	-0.208	-0.383	-0.448	-0.210	0.000	1.000			
8	0.047	0.658	-0.161	-0.117	-0.093	-0.009	0.210	1.000		
9	0.036	0.009	-0.062	0.034	-0.132	0.317	0.522	0.144	1.000	
11	0.036	0.009	-0.062	0.034	-0.132	0.317	0.522	0.144	1.000	
12	0.007	-0.638	0.038	0.041	-0.010	0.005	-0.019	-0.002	-0.004	1.000
13	0.029	0.122	0.133	-0.255	-0.075	-0.006	-0.039	0.287	-0.055	0.000

CORRELATION MATRIX

ITEM	11	12	13
11	1.000		
12	0.026	1.000	
13	0.114	0.053	1.000

PARTIAL CORRELATION

ITEM NO.

1	0.28874
2	0.16812
3	0.16812
4	0.21095
5	0.17559
6	0.17559
7	0.21248
8	0.21248
9	0.35318
11	0.19448
12	0.19582
13	0.19582

**** PEAKTOPP SHINTOP (QUANTIFICATION 1) ****

VALUE OF THE CATEGORY IN EACH ITEM

VALUE OF CATEGORIES
OUTSIDE VARIABLES NO. 9 -413.22 -206.61 0.0 206.61 413.22

ITEM	CAT.	FREQ.	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	1	23	23.56645								
1	2	32	8.91642								
1	3	32	-8.91642								
1	4	31	-4.37669								
1	5	31	4.37669								
1	6	30	0.20954								
1	7	29	-1.39295								
1	8	29	1.39295								
1	9	28	1.39295								
2	1	127	-16.51977								
2	2	14	18.01845								
2	3	14	18.01845								
2	4	131	8626								
3	1	23	102.06481								
3	2	118	-84.22276								
3	3	1	187.35327								
4	1	52	-47.82184								
4	2	163	27.53835								
4	3	115	10002								
5	1	34	-54.97339								
5	2	14	-307.35746								
5	3	136	344.24444								
5	4	34	3.74000								
5	5	34	-3.74000								
6	2	181	-6.52911								
6	3	181	6.52911								
7	1	54	47.26795								
7	2	17	47.60663								
7	3	13	71.58563								
8	1	3	-65.62400								
8	2	13	61.65845								
8	3	199	-3.66965								
8	4	127	61084								
9	1	3	24.67753								
9	2	56	-51.22311								
9	3	131	23.53577								
9	4	131	23.53577								
9	5	100	80215								

CORRELATION COEFFICIENT 0.564945
ESTIMATION ERROR 116.00082

CORRELATION MATRIX

ITEM	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
1	1.000									
2	-0.167	1.000								
3	0.272	-0.221	1.000							
4	0.786	0.148	0.235	-0.023	1.000					
5	-0.230	-0.233	-0.233	0.235	-0.235	1.000				
6	0.071	0.067	-0.261	0.100	0.075	-0.077	0.357	1.000		
7	0.053	0.258	-0.633	-0.013	-0.160	-0.325	0.343	0.136	1.000	
8	0.028	-0.003	0.024	0.002	-0.010	0.008	-0.005	0.046	-0.015	1.000
9	0.028	-0.003	0.024	0.002	-0.010	0.008	-0.005	0.046	-0.015	1.000
11	0.028	-0.003	0.024	0.002	-0.010	0.008	-0.005	0.046	-0.015	1.000
12	0.028	-0.003	0.024	0.002	-0.010	0.008	-0.005	0.046	-0.015	1.000
13	0.028	-0.003	0.024	0.002	-0.010	0.008	-0.005	0.046	-0.015	1.000

CORRELATION MATRIX

ITEM	11	12	13
11	1.000		
12	-0.005	1.000	
13	0.107	0.057	1.000

PARTIAL CORRELATION

ITEM NO.

1	0.25789
2	0.10282
3	0.10282
4	0.12165
5	0.19800
6	0.06256
7	0.12165
8	0.12165
9	0.15400
11	0.15400
12	0.15400
13	0.15400

MULTIPLE CORRELATION
0.554945

表 4.1-5 各用途のスコア (1.9)

**** PEAKTOPP SHINTOP (QUANTIFICATION 1) ****

VALUE OF THE CATEGORY IN EACH ITEM

VALUE OF CATEGORIES
OUTSIDE VARIABLES NO. 9 -413.22 -206.61 0.0 206.61 413.22

ITEM	CAT.	FREQ.	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	1	4	160.43999								
1	2	45	145.04171								
1	3	38	25.03744								
1	4	38	25.03744								
1	5	33	413.22975								
1	6	374	505674								
2	1	127	-16.51977								
2	2	14	18.01845								
2	3	14	18.01845								
2	4	131	8626								
3	1	23	102.06481								
3	2	118	-84.22276								
3	3	1	187.35327								
4	1	52	-47.82184								
4	2	163	27.53835								
4	3	115	10002								
5	1	34	-54.97339								
5	2	14	-307.35746								
5	3	136	344.24444								
5	4	34	3.74000								
5	5	34	-3.74000								
6	2	181	-6.52911								
6	3	181	6.52911								
7	1	54	47.26795								
7	2	17	47.60663								
7	3	13	71.58563								
8	1	3	-65.62400								
8	2	13	61.65845								
8	3	199	-3.66965								
8	4	127	61084								
9	1	3	24.67753								
9	2	56	-51.22311								
9	3	131	23.53577								
9	4	131	23.53577								
9	5	100	80215								

表 4.1-5 各用途のスコア (20)

```

**** PLANTUOP 931NTUOP ( QUANTIFICATION 1 ) ****
VALUE OF THE CATEGORY IN EACH ITEM
OUTSIDE VARIABLES NO. 10          -911.14 -485.37  0.0  485.37  911.14
ITEM CAT. FREQ.
1 - 1  -306.07420
1 - 2  -100.00000
1 - 3  -10.20251
1 - 4  18
1 - 5  56.27262
1 - 6  394.34692
2 - 1  36.41160
2 - 2  1
2 - 3  1
2 - 4  911.13517
2 - 5  567.54676
3 - 1  336.33451
3 - 2  2
3 - 3  -232.02327
3 - 4  1
3 - 5  -522.20944
3 - 6  1
3 - 7  4
3 - 8  -12.1195
3 - 9  -104.02550
3 - 10  921.08432
3 - 11  4
3 - 12  -209.34613
3 - 13  14
3 - 14  5.73476
3 - 15  257.78096
CORRELATION COEFFICIENT  0.652849
ESTIMATION ERROR  294.621709
CORRELATION MATRIX
ITEM NO. 1 2 11 12 10
1 1.000 1.000
2 0.22157 1.000
11 0.201 -0.352 1.000
12 -0.206 0.033 -0.301 1.000
10 -0.254 0.137 0.154 -0.609 1.000
PARTIAL CORRELATION
ITEM NO.
1) 0.22157
2) 0.00000
11) 0.40007
12) 0.28182
MULTIPLE CORRELATION
0.65289
    
```

【用語】

器具給水単位 各種給水器具の器具給水単位流量をあらかじめ定めた基準流量で除して丸めた数値をいう。

器具給水単位流量 衛生器具別に標準使用状態を設定し、そこに設けられた給水器具から流出する1秒毎の給水量のうちその最大値をとり、毎分の流量に換算したものをいう。

器具給水負荷単位 衛生器具の種類による使用頻度、使用時間および多数の器具の同時使用を考慮した負荷率を見込んで給水流量を単位化したものをいう。

集中利用形態 劇場・学校など器具利用が短時間に集中する利用形態で、利用者の一部が待つことがある場合をいう。

瞬時最大流量 給水管に接続された器具の使用状態により、その給水管に流れると予想される流量のうち最大となる瞬時値をいう。

ため洗い 水を水受け容器にいったん貯留してこれを使用する状態をいう。

同時最大水使用器具数 一定の確率過程の下で、設置器具のうち水が同時に使われると予測される器具数の最大値をいう。

任意利用形態 事務所・デパートなど器具利用が特定の短時間内に限定されない利用形態で、利用者などが待つことがまれな場合をいう。

水使用時間率 器具が占有される時間に対する水使用時間の割合をいう。

