

節水意識と水需要影響要因の関連分析

日本水道コンサルタント 正員 今 田 俊 彦
同 上 正員 渡 辺 晴 彦
同 上 正員 西 澤 常 彦

1. はじめに

昭和53年の福岡渇水を契機にして、今日では、全国の市町村で「節水」を訴えるポスターがみられ、水道行政のテーマとして「節水型社会への移行」を探りあげる必要が生じてきた。この場合に対象となる具体的な対策としては、PRの励行や学校教育を通した節水の習慣化や水使用機器の節水型化を含め、地域計画全般のみなおしなどが該当してこよう。しかしながら、これらの対策を検討する際には、まず、現行の水需要の実態を把握することをベースにし、どのような水需要者に効果を及ぼすかを考察することが重要であると考えられる。

筆者らは、かような観点から、これまでに、いくつかの都市を対象とした家庭用水に関するアンケート調査にもとづく事例研究を行ってきた。^{1) 2) 3)} その結果、節水型化への傾向を示す1つの指標である節水意識の有無に関して、「節水している」と答えるサンプルは、そうでないサンプルに比べ、使用水量が少いという実態を把握することができた。

しかしながら、節水意識は、それだけで水量を規定しうるものではなく、家族数・部屋数などの世帯の属性やどのような機器をもつか、さらには、どのような地域に住むかによって影響をうけている。このような要因を総称して、筆者らは「水需要影響要因」と呼んでおり、それを整理して表-1のような体系を仮定している。これは、世帯レベルを対象として、

その世帯が独自に規定しうる世帯内部要因と世帯外部の自然・社会から影響を受けるものに分け、さらに、要因変動が年以上の長期的に生ずるか、月や週オーダーの短期的に生ずるかによって整理したものである。表中、インパクトは、矢印の向きに生ずるが、場合によってはフィードバックもありうる。

このインパクトの方向性を考えれば、影響要因には、必ず、地域性が関連して

くるといえよう。たとえば、表中の水使用意識は、居住形態などを経由して住環境などの地域特性によって規定されていると考えられる。従って、世帯内部要因に関する実態は、すでに地域特性を有しているものと推定される。

本研究は、先に述べたような事例研究の延長上に位置し、その第1目的は、水使用意識の1つである節水意識とそれ以外の要因との関係を分析することにある。その際、世帯内部要因に限定して、すでに有している地域特性について検討を行うことを第2の目的とする。具体的には、前者の目的について、節水意識をもつ、もたないということが、他のどのような要因への反応と対応するかを考える方針をとり、対応がどのようにちらばるか、あるいは集まるかをみることにより、節水対策検討の情報を求める。一方、後者の目的に対しては、先の意識からみた他の要因反応が、地域により異なることに着目し、その対応の中で、地域に共通なものと固有なものを識別することにより、地域に則した節水対策を検討する情報を求める。このため、まず、2.では、その方針について解説し、3.4.において、事例研究の対象となつた3都市の家庭用アンケート調査結果に適用したケーススタディを示す。

表-1 世帯の水需要影響要因

	短期オーダー（月・週）	長期オーダー（年）
世帯内部要因	水使用行動 水使用意識 ----- ↑	居住形態 水使用機器 ----- ↑
世帯外部要因	気温・気候 -----	住環境 経済動向 -----

2. 分析の方針

地域特性を考慮した節水意識と他の世帯内部要因との関連分析は、図-1のフローシートに沿ってすすめられる。分析は大きく2つのプロセスに分けられる。第1は、地域比較と節水意識からみた関連分析を行うため、3都市に共通な分析の骨格を設定する目的をもったプロセスである。これを、基本構造フレームの作成と呼ぶ。第2は、この構造フレームに対し、3都市のアンケート結果から、それに肉づけし、その違いを地域特性として抽出するためのプロセスである。以下、その内容について述べる。

2-1 基本構造フレームの作成

まず、筆者らが仮定した表-1の影響要因体系にもとづいて、短期要因と長期要因に該当するものを抽出する。抽出においては要因と使用水量との関連および短期・長期内部での要因の類似性にもとづいて、代表要因となるものを選択していく。¹⁾

次に、得られた要因に関するクロス集計などをもとにして、属性(たとえば、家族数における1人、2人などの選択肢を指す)に関する組みあわせパターンを作成する。この際、まず、すべての組みあわせに対して、その水量的類似性やパターンとしての解釈のしやすさ(定量的要因における連続性、たとえば、家族数では、連続的に選択肢をまとめる)を考慮していく。²⁾

以上の2つの検討は、影響要因関連における地域特性をみるという分析目的に対し、各都市を同じデータセット(すなわち、要因をアイテム、パターンをカテゴリーとしたアンケートデータ)でそろえ、分析の場を同じくしていることになる。

一方、もう1つの分析目的である節水意識からみた要因関連の検討については、表-1のインパクトの方向と逆の方向から考察するものとする。すなわち、結果から原因を推定する形ですめることにより、節水意識をもつ・もたないが、どのようなパターンから派生しているかをみる。このため、要因間に順序づけを行う必要があるが、これについては、要因自体の関連性を分析し、強いものを順にならべていくことにより、パターン間の関連がより明確になる形で設定する。

2-2 地域特性の分析

これまでに得られた基本構造フレームは、行および列に対し要因ごとのパターンをおいた行列として表現することができる。これが図-2であるが、先に述べたように、本研究では、結果から原因を、短期要因から長期要因をみていくため、図中の ASL の部分に着目していく。

地域特性は、この行列の違いをベースに分析することになるが、その際、要素は、次のように設定する。まず、順序づけられた要因別のパターンに対するクロス集計を作成し、結果から原因の方向に構成比率を求める。次に、構成比率の大小をもとに、パター

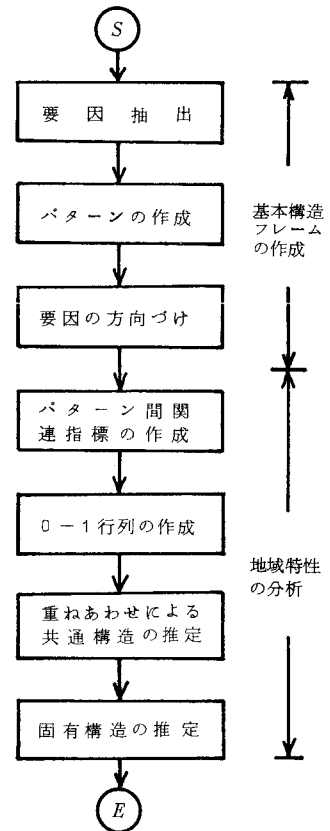


図-1 分析方針フローチャート

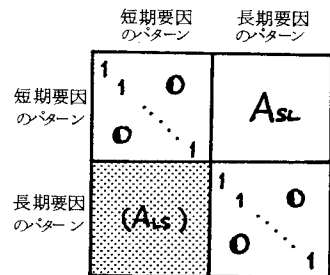


図-2 2値行列のイメージ

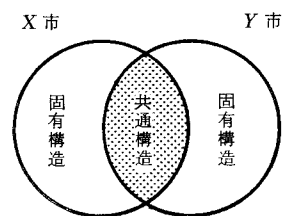


図-3 集合論による共通と固有の識別

ン間対応の強弱を判定し、強いとき1、弱いとき0の2値行列をつくるものとする。この2値行列が意味するのは、ある仮想的な世帯があり、ある要因でのパターンに位置づけられたとき、次の要因ではどのパターンに対応しやすいか、ということである。

さて、実際の地域特性の分析に先だち、本研究では、この行列に関し、各都市で得られたものについて和差が定義できるという仮定をおく。これは、言い換えれば、行・列の各項、すなわち、パターンは、都市によらず同じ内容をもつという仮定となる。この仮定により、本研究では、図-3の形で、地域に共通な構造と固有な構造を識別していく。具体的には、まず、共通な構造を3都市共通な行列要素としてとりあげ、それを各都市の行列からひいて、都市の特性を求めていく。そして、節水意識からみて、これらの構造がどのようなになっているかをもとに、地域の違いに応じた節水対策について検討する。

3. 要因の抽出とパターン化 — 基本構造フレームの作成

本節と次節では、具体的な都市を対象としたケーススタディについて述べる。対象となる3都市X、Y、Zの概要については、表-2に示す。

3-1 要因の抽出

まず、本研究では、表-1に仮定した体系にもとづき長期要因として世帯の属性・水使用機器の2要因をとりあげ、短期要因としては、水使用行動と水使用意識の2つを選んだ。次に、それぞれの要因を記述する項目として、3都市個別のアンケートに共通するものの中から、表-3に示すものを抽出した。

これらが抽出された理由として、2で述べた水量との関連および項目の代表性の他に次の事項があったことを断っておく。

- 1) 水使用機器では、その有無に着目し、普及率が極端に高いかあるいは低いものは除外した。これは、他の要因と機器の有無との関連を明確にするためである。
- 2) 水使用行動では、その回数に着目し、ほとんどの世帯が所有する用途をとりあげた。これは、サンプルの数を保持するためである。

3-2 パターンの作成

パターン作成においては、各要因ごとに、項目間クロス集計を求め、その中の各組みあわせのもつ水量などをもとにして、3都市を通じて類似なもののグルーピングを行った。結果を表-4(1)~(3)に示す。

まず、世帯属性については、家族数を小家族・平均家族・大家族とわけ、部屋数は、4部屋までとそれ以上に分け、その組みあわせをとった。次に、水使用機器については、有無の組みあわせでパターン化し、水使用行動は、回数としては2日に1回以下、ほぼ毎日、毎日1回以上に分け、その組みあわせとして、少い、どれかに偏

表-2 対象都市の概要

	X 市	Y 市	Z 市
位 置	関 東	関 西	九 州
人 口〔万人〕	5 0	1 5 0	1 0 0
原 単 位〔ℓ/人・日〕	1 8 8	2 2 2	2 0 7
湯水経験	なし	なし	あり

表-3 抽出した要因

要 因	特 性	項 目
長 期 要 因	世 帯 属 性	家族数、部屋数
	水使用機器	水洗便所、シャワー
短 期 要 因	水使用行動	風呂回数、洗濯回数
	水使用意識	節水意識（水の使い方）

表-4(1) 世帯属性のパターン化

	家族数 1～2人	家族数 3～4人	家族数 5人以上
部 屋 数 1～4部屋	A	B	D
部 屋 数 5部屋以上		C	E

表-4(2) 水使用機器のパターン化

	水洗便所 なし	水洗便所 あり
シャワー なし	a	c
シャワー あり	b	d

表-4(3) 水使用行動のパターン化

	洗濯回数 1～4回	洗濯回数 5～6回	洗濯回数 7回以上
風呂回数 1～4回	イ	ロ	
風呂回数 5～6回	ロ	ハ	
風呂回数 7回以上			

る、どちらもほぼ毎日（やや多い）、どちらも毎日1回以上（多い）の5つのパターンとした。また、節水意識については、水の使い方として、1.節水している、2.普通、3.ふんだんに使っているの3つのパターンを設定した。

3-2 要因間関連分析

さて、次のステップとしては、節水意識からみた他要因との関連について分析するために、要因をみる順序を設定することが必要となる。この際、あらかじめ設定しうるのは、まず最初に節水意識があること、そして短期から長期へとみる形であることの2つである。これにより、節水意識→水使用行動への順序は規定されるが、水使用行動から次に何をみるかは定められない。

本研究では、この順序を定める方針として、水使用行動と関連の強い要因を次に置くことにより、パターン間対応がより明確になると想定されるものを採りあげることとした。このため、4つの要因に対し、任意の2つの間の要因関連を、そのクロス集計をもとにして、次式で示すクラマーの関連係数(C_r)により定量化した。

$$C_r = \sqrt{\chi^2 / (k-1) \cdot n}, \quad k = \min(K, L) \dots \dots \dots (2)$$

ここで、 χ^2 は、2要因の各パターン間の関連の独立性に関する χ^2 検定により得られる統計量であり、 K, L は2要因のパターン数を示す。 n は総サンプル数である。

この結果得られた C_r 値に対し、値の大きい要因関連を結んだのが図-4である。これによれば、水使用行動と関連の高い長期要因は3市とも世帯属性であることがわかる。さらに、3都市に共通するのは、

節水意識-水使用行動-世帯属性-水使用機器

という一連のつながりをもっていることから、本研究では、このつながりの順に、節水意識からみた要因パターン間の対応を分析することとする。

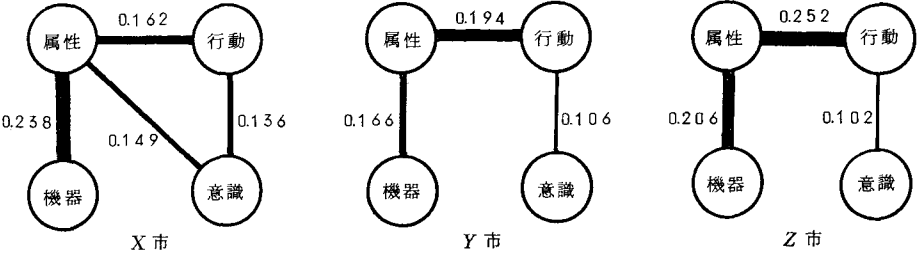


図-4 要因の関連性（数字は C_r 値）

4. パターン間関連分析

本節は、これまで設定された基本構造フレームにもとづき、具体的なパターン間の関連について、節水意識と地域特性の観点から検討する。

4-1 パターン間関連指標の作成

これまでの基本構造フレームから、本研究で意図するパターン間関連は、図-5の行列形式に対し、各要素について関連の有無を推定する形で行なわれる。これに先だち、まず、関連の度合いを示す指標として、要因間クロス集計にもとづいて、行に位置するパターンから、列に位置するパターンへの遷移に関する構成比を各都市で求める。

この構成比は次のように解釈できる。すなわち、ある平均的な水使用世帯が、1つの要因パターンに属していると仮定したとき、次の要因パターンのどこに対応しやすいか

		Ⅰ			Ⅱ			Ⅲ				Ⅳ					
		1	2	3	イ	ロ	ハ	A	B	C	D	E	a	b	c	d	
Ⅰ. 節水意識 パターン	1	1	0	0	A ₁₂			A ₁₃				A ₁₄					
	2	0	1	0													
	3	0	0	1													
Ⅱ. 水使用行動 パターン	イ	1 0 0 0 0 1 0 0 0 0 1 0 0 0 0 1				A ₂₃				A ₂₄							
	ロ																
	ハ																
Ⅲ. 世帯属性 パターン	A	1 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 1				A ₃₄				A ₃₄							
	B																
	C																
	D																
	E																
Ⅳ. 水使用機器 パターン	a	1 0 0 0 0 1 0 0 0 0 1 0 0 0 0 1				A ₄₄				A ₄₄							
	b																
	c																
	d																

図-5 基本構造フレームの行列表示

を表わす指標であると考えられる。このことは、本研究が世帯内部要因の関連構造を1つの仮想サンプルの要因パターンへの属し方としてとらえ、サンプル自体は地域性をもたず、従って属し方による地域性の違いを検討するための指標選択に他ならない。

さて、このとりあげた指標から、関連の強弱を判定し、0-1の指標におきかえるのが、次のステップである。これについては、1つの要因パターンと次の要因パターン群との対応が、まったく独立であるとすれば、指標は、次のパターン群の個数の逆数をとる筈であるという仮説に対し、実際の指標との対比により、 χ^2 検定による仮説検証を行った。その結果、仮説が棄却できないときは、すべての関係を0、そうでないときは、有意な偏りがあると判断し、先の独立な場合の数値以上の関係を1、それ以外を0とした（この際、有意水準としては、5%をとっている）。この結果、図-5における2値行列 A_{12} 、 A_{23} 、 A_{34} を得る。

4-2 パターン間関連分析結果とその解釈

得られた2値行列をもとに、2で述べた行列の和差の仮定により、3都市の行列を加え、要素が3となるものを抜きだしたのが、本研究で定義した共通構造であり、これを図示したのが、図-6(1)である。すなわち、この図における矢印の関係は、3都市のいずれにも存在しうるのである。これによれば、すべての要

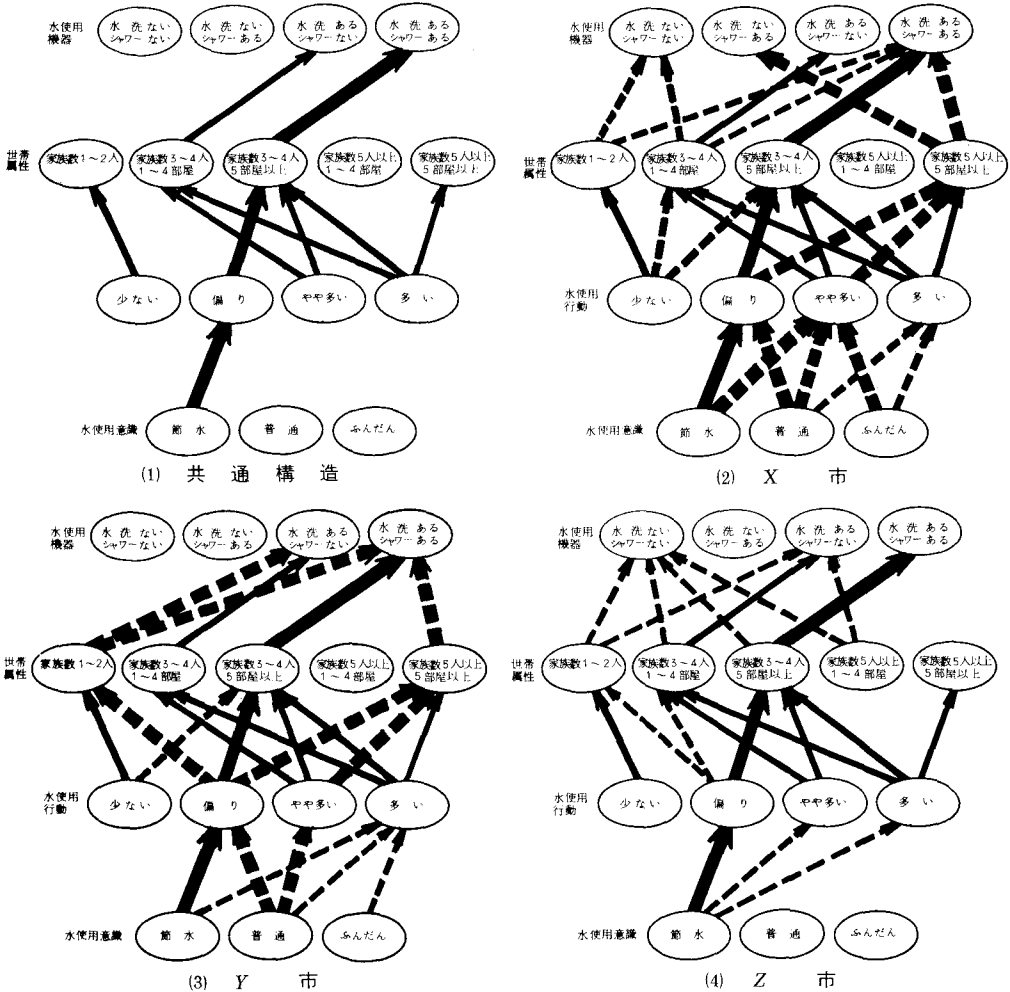


図-6 パターン間の関連構造

注) 実線: 共通; 破線: 固有

太線: 全要因をとる; 細線: それ以外

因を通るものとしては、1つのルートしかなく、それを解釈すれば、次のようになる。すなわち、「節水意識をもち、行動には洗濯・風呂に偏りがあり、平均家族で5部屋以上にすみ、水洗便所もシャワーも持つ」世帯がどの都市にも少なからず存在しているといえよう。もし節水意識をもつことが、そのことばどおり使用水量の減少に努めていると仮定すれば、このような世帯に新たな節水効果を期待するのは困難と考えられる。

さて、3都市の構造のそれぞれについて、この共通構造とそれ以外に識別して、各都市の固有な構造を求めてみる。図-6(2)~(4)が、X、Y、Z市に対する結果であり、固有な構造は破線で示してある。以下、それぞれについて固有構造を解釈した結果を述べる。

- (1)X市：「節水している」から派生するルートでは、「行動がやや多く、大家族で5部屋以上にすみ、シャワーは保有する」世帯が共通構造のルート以外に存在し、当市の節水意識は、2種類の世帯により構成されている。ただ、この固有なルートは、「水の使い方ふつう、ふんだん」からも至りうることから当市では、固有ルートの世帯を中心に節水対策を講ずることが有効であると推定される。
- (2)Y市：「水の使い方普通」という場合から、大別して2種のルートがある。1つは、X市と類似したものであり、もう1つは、「行動に偏りがあり、小家族で、水洗便所は保有している」世帯である。この市では、「節水している」からの固有ルートはないが、「普通」からの固有ルートが、共通構造のルートと交錯するため、この世帯を対象とした節水対策は、水使用行動に関するPRが有効になると考えられる。
- (3)Z市：当市では、固有のルートはみられない。このことは、共通構造のルートが支配的であるということを示唆しているといえよう。節水対策としては、まず、共通構造のルートの内容から、本当に節水しているかどうかの検討をすべきであり、その中から節水の可能性をさぐる必要があろう。

5. おわりに

本研究では、節水意識からみた世帯内部要因との対応について、これが、地域特性を有しているものであるとの仮説にもとづき、3都市のアンケート調査結果を合成して、新たな基本構造フレームの中での仮想世帯の動きをとらえ、都市ごとの節水対策を検討することを狙った。結果としては、節水意識はどの都市でも同じという仮説により、どの都市でも、共通な構造をもつ世帯が存在することを確認することができた。そして、各都市について、共通を除いたものが固有な構造だとしてとらえ、両者の構造を対象にした節水対策が必要であろうという推察を行った。

しかしながら、本研究の限界は、表-1に示した世帯外部要因の影響を切っていることであり、3で設定した要因パターン自体の分布をもたらず地域特性を考慮していないという点である。すなわち、ここで行ったのは、パターン間対応の地域特性についての分析であり、1個の仮想世帯の挙動を示すモデルを考えていることになる。これは、表-1のインパクトと逆の向きでみたことに他ならない。従って、今後の課題としては、このインパクトの向きに地域特性をとらえることであり、世帯外部要因の影響を直接的に考慮した分析を行うことが残されている。

最後に、本研究の遂行にあたり、有益なコメントをいただいた日本水道コンサルタントシステム開発室の萩原良巳・中川芳一両氏に感謝いたします。

〔参考文献〕

- 1) 萩原・小泉・西澤：アンケート調査をもとにした水使用影響要因関連分析、第17回衛生工学研究討論会講演論文集、1981（投稿中）
- 2) 萩原・小泉・渡辺：アンケート調査をもとにした都市の水需要構造分析—家庭用水を対象とする—、地域学会第18回国内大会草稿、1980
- 3) 萩原・小泉・今田：節水意識と水需要要因の関連分析—家庭用アンケート調査をもとにして—、第16回衛生工学研究討論会講演論文集、1980