

市民の水道水に対する態度形成と
その影響要因に関する研究

2012年

石本知子

目 次

第 1 章 序論	1
1.1 本研究の背景	1
1.2 本研究の目的	2
1.3 本研究の構成	4
参考文献	6
第 2 章 水道水に対する市民の態度形成とその影響要因	9
2.1 本章の目的	9
2.2 アンケート調査の方法	10
2.2.1 調査対象	10
2.2.2 調査期間	11
2.2.3 調査票の設計	11
2.3 アンケート調査の結果	15
2.4 調査結果の分析	18
2.4.1 分析方法の選択について	18
2.4.2 飲用水としての満足度に対する各要因の影響評価	20
2.4.3 潜在因子の推定	23
2.4.4 水道水に対する態度構造の分析	29
2.5 考察	36
2.6 結語	38
参考文献	39
第 3 章 潜在心理特性を考慮した水道水に対する市民ニーズの分析	41
3.1 本章の目的	41
3.2 項目反応理論	42

3.2.1	項目反応理論の概要	42
3.2.2	段階反応モデル	47
3.3	分析対象	50
3.4	項目反応理論分析	54
3.4.1	因子分析による尺度の次元性の確認	54
3.4.2	分析方法	54
3.5	分析結果及び考察	55
3.5.1	応答モデルの推定結果	55
3.5.2	潜在心理特性の推定	70
3.6	市民の不満・要望の特徴と施策の優先度に関する考察	75
3.7	結語	81
	参考文献	82
第4章	水道水臭気的目標設定	84
4.1	本章の目的	84
4.2	臭気強度の目標値設定方法に関する考察	86
4.3	モニターアンケートの概要	88
4.3.1	おいしい水テイスターの概要	88
4.4	水道水臭気に関する目標設定	92
4.4.1	用量－反応モデルの当てはめ	92
4.4.2	用量反応モデルの推定結果	93
4.4.3	信頼区間の決定	95
4.5	属性と不快・感知確率との関係	99
4.6	きき水評価と水道水臭気に対する不快確率の関係	101
4.7	水道水に対する印象と水道水臭気の評価	101
4.8	考察	104
4.9	結語	105
	参考文献	106
第5章	情報接触による水道水質に対する態度変化	108
5.1	本章の目的	108
5.2	情報拡散に関するネットワークモデル	109

5.3	水道水質に対する市民態度のモデル化	110
5.3.1	口コミ情報による態度変化率	111
5.3.2	水道事業者及びマスコミからの情報による態度変化率	112
5.3.3	水道水質に対する態度変化率	112
5.4	分析対象	113
5.4.1	アンケート調査の概要	113
5.4.2	アンケート調査結果	115
5.5	分析方法	120
5.6	分析結果	127
5.6.1	一般市民の各情報接触による態度変化率と満足度の推移	127
5.6.2	SWC 会員の各情報接触による態度変化率と満足度の推移	128
5.6.3	水道事業者からの情報への接触回数による満足度の変化	129
5.6.4	口コミ情報への接触による態度変化率と満足度の関係	132
5.7	考察	132
5.8	結語	133
	参考文献	134
第6章	結論	136

付録

大阪市水道局平成19年度インターネットアンケート（テーマ④おいしい水計画）調査票

謝辞

第1章 序論

1.1 本研究の背景

我が国の水道事業は、水系伝染病の防止、公衆衛生の確保を目的に発祥した。それから110年以上が経過した現在、全国の水道普及率も97%を超え、国民のほとんどが安全な水道水を享受できるようになった。

一方、近年、水源水質の悪化による異臭味の発生やトリハロメタンなどの消毒副生成物への懸念等から水道水質への不安感が高まり、市民が水道水を飲まない、いわゆる水道離れの現象が顕著になってきている。内閣府¹⁾が平成20年6月に実施した「水に関する世論調査」では、普段の水の飲み方について、「何の措置も講じずに水道水をそのまま飲む」と回答した人は全体で37.5%であったが、大都市部では27.5%にとどまっていた。また、伊藤ら²⁾は、高度浄水処理水が供給されている地域の住民を対象にアンケート調査を実施した結果、水道水をそのまま飲む人の割合が男性で22.6%、女性で11.6%であり、多くの需要者が味やにおいに不満を持っていたと報告している。長岡ら³⁾は全国の1130の小学校で小学生の水使用についてアンケート調査を行い、休憩時間などの水分補給に水道を利用している児童は約半数にとどまり、約4割は自宅から水筒を持参していたと報告している。また、水道水に代わる飲用水として登場したミネラルウォーターは急速に販売量を伸ばしており、1980年代には1L/年に満たなかった国民1人当たりの消費量は2011年には24.8L/年となっている⁴⁾。浄水器普及率も2011年度には4割近くに達している⁵⁾。このように、市民のニーズに呼応した様々な飲用水供給ビジネスが台頭してきたこととも相まって、飲用水としての水道水への期待感は年々低くなっている。

こうした需要者の水道離れは日本だけではなく、世界的にも水道事業者の大きな課題となっている。Proulxら⁶⁾はQuebec市において飲用水の消費に関する調査を行い、調査対象とした住民の約1/3が水道水を飲んでいなかったことを報告している。また、Doria⁷⁾は、近年ボトル水の消費量が世界的に増加しており、水道水の味や臭気、外観などに対する不満がその要因の1つとなっていると指摘している。Huら⁸⁾は、アメリカのボトル水利用者について、ボトル水利用と水道水質の認知との関連を調査し、水道水が安全でないと認識した場合にボトル水を利用する傾向にあることを報告している。

水道事業はこれまで公共性の確保を旨とし、供給者側の視点から、安価で画一的なサービスを提供してきたが、こうした状況の中、需要者の視点に立った事業運営が求められている⁹⁾。厚生労働省¹⁰⁾が2004年に策定した「水道ビジョン」においても、多様化かつ高度化する需要者のニーズによりきめ細かく迅速に対応することにより需要者の満足度を向上させていくことが不可欠であり、将来にわたって需要者が喜んで支える水道であることが、水道事業運営の目標であるとしている。また、需要者が施策の決定に参加することの重要性も指摘されている。Franceysら¹¹⁾は需要者が水道事業管理の重要

なプロセスに参加することで、より積極的なサービスの開発が可能となると指摘している。また、Paragら¹²⁾は水道水への信頼を回復するための方策の1つとして、課題分析に市民が参加することを挙げている。我が国でも「水道事業ガイドライン」として137項目の業務指標（PI）が設定され、需要者が個々の水道事業体の取り組み状況を客観的に定量評価することが可能となる¹³⁾など、需要者が施策決定に参加するための素地が整いつつある。また、従来、水道水については安全性の確保が最重要であり、味や臭気などおいしさの向上については、それほど重要視されてこなかったが、近年、飲用水にもおいしさを求める需要者のニーズに対応すべく、高度浄水処理の導入や塩素注入方式の変更などによるかび臭やカルキ臭の低減など、水道水のおいしさ向上に向けた施策に取り組む事業体も増えてきている^{14)~16)}。

1.2 本研究の目的

水道は快適な市民生活や都市活動を支える最も重要なライフラインであり、将来にわたって持続的に運営していくことが求められている。しかし、水道事業の経営状況は水需要の減少や浄水コスト、維持管理コストの増加等により、決して楽観視できるものではない^{10),17)}。このような状況の中、水道事業の持続性を確保するには、需要者である市民が水道をかけがえのない財産と認識し、一定の自己負担のもと、それを支え続けることが重要である。しかし、1.1で述べたように、需要者の水道に対する期待感は低く、この状況が続けば、水道事業を継続することが困難となることもないとは言い切れず、そうなれば市民にも大きな損失をもたらすことになる。このような事態を防ぐためには、水道、とりわけ水道水に対する市民の態度を適切に把握し、それを変容させるために効果的な施策を展開していかなければならない。

社会心理学において、態度は研究者により様々に定義されている¹⁸⁾。それらは互いに異なる内容を含んでいるが、多くの定義間で統一しているのは、対象に対する接近と回避に関連した何らかの反応準備状態を指す仮説的構成概念であるという点である¹⁹⁾。本研究では、池田ら²⁰⁾の定義に従い、「経験によって獲得された、ある認知事象に対する、正または負の感情を伴った行動の準備状態」と定義する。

市民の水道水に対する態度は、次のように考えられる。まず、水道プロセスなど、水道水の態度形成に影響する要因を認知し、過去の経験や水道事業体やマスコミ、知人・友人等から得た情報に基づき、それを評価する。その後、各要因の評価に基づき、水道水に対する評価が行われ、個人の水道水に対する内的態度が形成される。市民の水道水に対する態度を変化させるためには、これらの態度形成のプロセスを理解するとともに、影響する要因を特定し、それを改善する対策を講じていく必要がある。

多くの民間企業では、消費者の嗜好の多様化、経済のサービス化の進行に伴い、商品開発等に消費者の声を反映させるために、顧客満足度調査が行われている^{21)~23)}。また、近年、行政や医療、学校経営等の分野でも顧客満足度調査が導入され始めており、満足

感形成に関する要因についても検討が行われている^{24)~26)}。

水道分野においても、需要者へのアンケート調査は以前から実施されている^{27), 28)}が、現在、ミネラルウォーターの台頭^{4), 7), 8), 12)}や浄水器の普及⁵⁾など、水道を取り巻く社会構造が大きく変化している。このため、市民の水道水に対する態度も、水源や浄水処理など水道プロセスや職員の評価など、水道事業に起因する要因に加え、社会やライフスタイルの変化に起因する要因についても影響を受けていると考えられる。従来、水道事業者が行ってきた需要者へのアンケート調査は、水道プロセスや職員の対応、料金制度など水道事業の評価・課題抽出を目的としたものであり、ライフスタイルの変化に起因する要因までは調査対象としていない。このため、これらのアンケート調査では、現在の市民の水道水に対する態度に影響する要因を全て把握することは難しい。

一方、現在、市民の水道水に対する信頼回復や満足度向上を目的とした取り組みが多くの水道事業体で実施されている^{29)~31)}。これらの取り組みの多くは、先に述べた需要者へのアンケート調査の結果に基づき、需要者の不満を低減、解消するために実施されており、新たな浄水処理技術の導入や配水管の更新、直結給水の導入など、多くの施策が実施されている。しかし、水道事業の経営環境は年々厳しくなりつつあることを勘案すれば、市民の水道水に対する評価の改善への寄与がより大きい施策を重点的に取り組むなど、より効率的な事業展開が求められる。

また、こうした施策の実施により、市民の水道水に対する態度を変化させるためには、各施策において効果測定のための指標を設定し、その進捗状況や効果をできるだけわかりやすく市民に伝えていくことが重要となる。配水管の更新等の施設整備に関しては、先に述べた水道事業ガイドラインにおいて、指標が設定されており、その達成状況については市民に公開されている。しかし、水道水のおいしさに影響するカルキ臭に関しては、原因物質が特定されておらず、官能試験による評価手法について検討が行われているものの³²⁾、制御目標値等についてはほとんど検討されていない。

一方、水道水質に対する情報提供について、平山ら³³⁾は、水道水質に対するリスク認知モデルを構築し、水道水質に関する情報量因子と水道水質に対する不安因子との間には因果連鎖が認められること、さらにコントロール感のある情報を提供することで、需要者の水道水質に対する不安感が低減されうると報告している。水道事業においても、需要者への広報は実施されているが、市民に情報が適切に伝わっておらず^{34), 35)}、結果として、市民に水道水利用のインセンティブを認知させるまでには至っていない。このため、広報活動の改善・強化が重要であるが、先に述べたように、広報活動については評価手法が確立されておらず、費用対効果を定量的に示すことが難しいことから、その必要性が認知されにくい現状がある。

本研究は、以上の学術的背景と水道事業体および市民を取り巻く現況をふまえて展開する。

まず、水道プロセスや水道事業者の取り組み状況など水道事業に起因する要因に加え、

これまでの調査では取り上げられていない近年の社会環境やライフスタイルの変化などに起因する要因も考慮した上で、水道水に対する市民の態度形成に影響する要因とその影響の程度について検討を行う。

また、市民の水道水に対する満足度向上のための施策の有効性を定量的に議論するため、水道水質に対する不満や要望の尺度化を行い、市民の水道水質に対するニーズの特徴を分析する。

次に、水道水に対する不満の大きな要因の1つと考えられるカルキ臭について、低減に向けた取り組みにおけるベンチマークを明確にするとともに、それらの取り組みの進捗について、定量的に評価を行うため、市民を対象としたモニターアンケートの結果から、「感覚量」としての目標値設定を検討する。

さらに、水道水質に関する情報提供について、近年、インターネット等の急速な発展に伴い、情報拡散モデルとして注目されているネットワークモデル^{36)~38)}を用いて、情報への接触頻度が市民の水道水に対する態度変容に及ぼす影響について定量評価することを検討する。なお、市民の水道水に対する態度変容には、情報への接触頻度に加え、接触する情報の内容も影響していると考えられるが、本検討では、情報への接触頻度を検討対象とし、接触する情報の内容については取り上げない。

以上の検討を行うことにより、水道水に対する市民の態度形成要因を明らかにし、市民の態度変容のための施策の有効性について定量的に議論するための評価手法、目標値の設定を行うことが本研究の目的である。

1.3 本研究の構成

まず、本研究における検討フレームを図 1-1 に示す。

市民の水道水に対する態度形成については、概ね3段階に分けられると考えられる。市民は、水道事業者、知人・友人、マスコミ等の情報源から、水道プロセスや水道水質、水道事業者の取り組み、浄水器やミネラルウォーターなどの各種要因の情報を認知する(矢印①)。続いて、認知した情報と自らの過去の経験等から、各要因について評価し、満足もしくは不満という感情を抱く(矢印②)。この段階において、不満と感じた要因については、改善欲求(要望)を感じる(矢印③)。水道事業者が水道水に対する満足度を向上させるために実施する各種技術施策は、市民の改善欲求に対応するために行われる(矢印④)。

次に、各要因に対する評価(感情)を総合して、水道水の評価し、満足もしくは不満という感情を抱く(矢印⑤)。水道水について不満と感じた場合は水道水の飲用に対して抵抗感を感じる(矢印⑥)。

一方、水道水の評価も各要因の評価に影響していると考えられる。例えば、水道水に対して不満を抱いている場合、認知した情報から各要因の評価もバイアスがかかり、不満を抱く可能性がある(矢印⑦)。また、各要因の情報の認知の過程においても、各要

因に不満を抱いている場合、バイアスがかかった状態で認知が行われる可能性がある（矢印⑧）。

水道事業者やマスコミ、ロコミなどによる水道水質に関する様々な情報や水道事業者や実施する浄水場見学などの各種 PR 施策については、認知、各種要因の評価、水道水の評価に対して影響を及ぼすと考えられる。

こうした一連の認知、感情の動きにより水道水に対する態度が形成されていると考えられる。この水道水に対する態度は、実際に水道水を飲む、もしくは飲まないという行動と関連していると考えられるが、態度と行動は必ずしも一致しない点に留意する必要がある。

このような態度形成過程について、本研究では以下のような研究を展開する。

第2章では、市民の水道水に対する態度形成に影響する要因とその影響の大きさについて検討する。水源、浄水処理、給配水過程等の水道の各プロセス、塩素消毒など水道に起因する要因とともに、社会環境やライフスタイルの変化などに起因する要因について、水道水の飲用水としての満足度への影響を分析する。また、それらの要因の因果構造についても分析し、市民の水道水に対する態度形成に影響する要因とその影響を明らかにする。

第3章では、「不満の感じやすさ」、「要望の感じやすさ」など、市民各個人の潜在心理特性に着目し、水道水質に対する不満やニーズの特徴分析を行う。水道水源や浄水処理、配水管、給水管などの水道プロセスや、有害化学物質の存在や塩素臭などの水道水質に関する不満や要望を、項目反応理論を用いて尺度化し、それに基づき、市民の水道水に対する態度を変化させるための施策の有効性の評価について検討する。

第4章では、水道水に対する不満の主要因の1つであるカルキ臭の目標値設定について検討する。ここで設定する目標値は浄水処理技術の向上や残留塩素の低減などの技術施策のベンチマークとしての役割はもとより、臭気という定性的な指標を定量的に表し、PR していくことで、市民の認知にも影響すると考えられる（図 1-1 矢印⑩）。目標値の設定に当たり、本研究では、水道水の臭気に対する心理プロセスを「感知」、「不快・嫌悪」、「飲用回避」の3段階に分け、「不快・嫌悪」という「感情」段階での目標値を設定する。さらに、被験者の属性や水道水に対する態度と臭気評価の関係についても検討を行う。

第5章では、水道水質に関する市民の態度に対する情報接触の影響について検討する。ここでは、水道水質に関する市民態度と水道事業者からの情報提供、マスコミ報道、友人・知人などからのロコミ情報などの様々な情報の影響について、ネットワークモデルを用いて検討する。また、市民の態度変容に対する影響を、情報への接触頻度の観点から、定量的に評価する手法について検討を行う。

第6章では、本研究での成果をまとめ、結論とする。

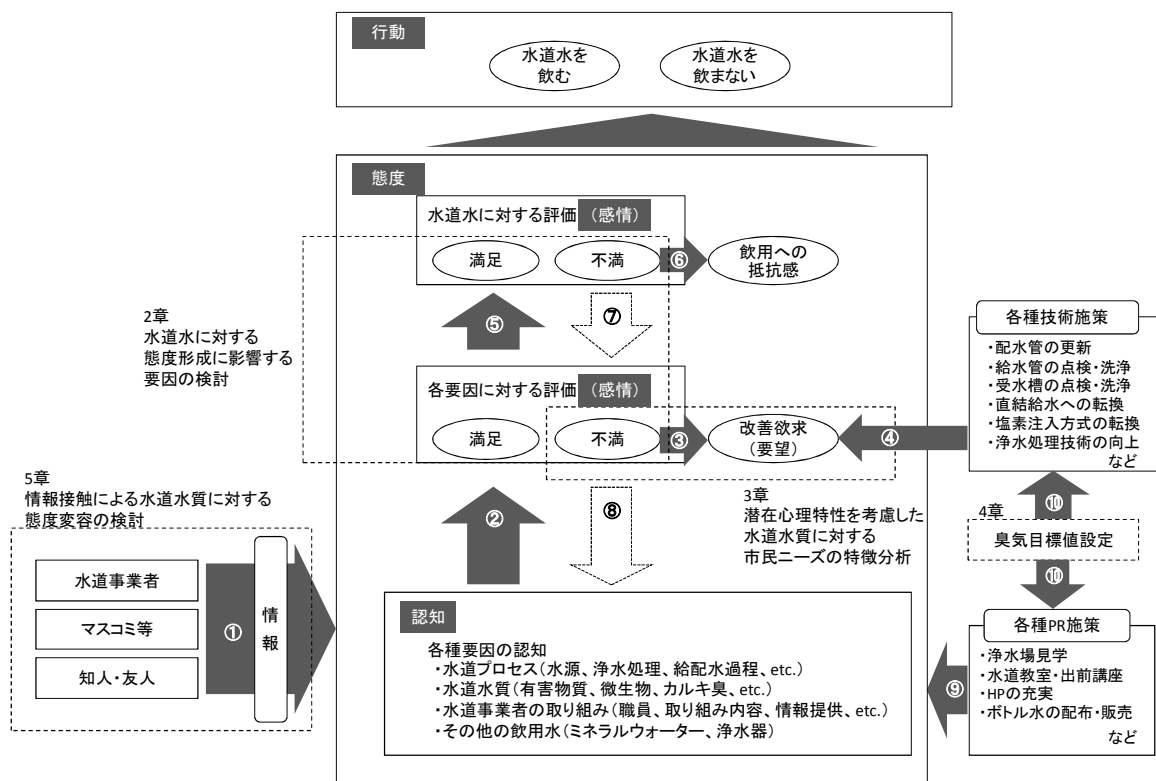


図 1-1 本研究における検討フレーム

参考文献

- 1) 内閣府：水に関する世論調査，2008
- 2) 伊藤禎彦、城征司、平山修久、越後信哉、大河内由美子：水道水に対する満足感の因果モデル構築と満足感向上策に関する考察、水道協会雑誌、Vol.76, No.4, pp.25-37, 2007
- 3) 長岡裕、蘇我政文、赤穂治子、長谷川浩市、阿部芳久：小学生の学校における水使用に関するアンケート調査、全国水道研究発表会講演集、Vol.56, pp.72-73, 2005
- 4) 日本ミネラルウォーター協会 HP, <http://mine-kyo.net/>
- 5) 浄水器協会 HP, <http://jwpa.or.jp/>
- 6) Proulx, F., Rodriguez, M. J., Serodes, J. B., Miranda, L. F. : *Factors influencing public perception and use of Municipal drinking water*, Water Science Technology: Water Supply, Vol.10, No.3, pp.472-485, 2010

- 7) Doria, M. F. : *Bottled water versus tap water: understanding consumers' preferences*, Journal of Water and Health, Vol.4, No.2, pp.271-276, 2006
- 8) Hu, Z., Morton, L. W. and Mahler, R. L. : *Bottled water: United States consumers and their perceptions of water quality*, International Journal of Environmental Research and Public Health, Vol.8, No.2, pp.576-578, 2011
- 9) Hegger, D. L. T., Spaargaren, G., van Vliet, B. J. M., Frijns, J. : *Consumer-inclusive innovation strategies for the Dutch water supply sector: Opportunities for more sustainable and services*, NJAS - Wageningen Journal of Life Sciences, Vol.58, pp.49-56, 2011
- 10) 厚生労働省 : 水道ビジョン, 60p. 2004
- 11) Franceys, R. W. A., Gerlach, E. : *Consumer involvement in water service regulation*, Utilities Policy, Vol.19, pp.61-70, 2011
- 12) Parag, Y., Roberts, J. T.: *A Battle Against the Bottles: Building, Claiming, and Regaining Tap Water Trustworthiness*, Society & Natural Resources, Vol.22, No.7, pp.625-636, 2009
- 13) 日本水道協会 : 解説 水道事業ガイドライン(JWWA Q 100), 2005
- 14) 三浦浩之, 竹村仁志, 村岡浩, 和田安彦 : 水資源繰り返し利用地域での高度浄水処理への評価, 水環境学会誌, No.23, Vol.8, pp.503-509, 2000
- 15) 津国保夫 : 安心・快適な給水の確保 ; 「安全でおいしい水プロジェクト」への取組, 水道協会雑誌, Vol.76, No.8, pp.16-22, 2005
- 16) 石本知子 : 大阪市における安全でおいしい水への取り組み ; 大阪市水道おいしい水計画の推進, 空気調和・衛生工学, Vol.80, No.9, pp.735-738, 2006
- 17) Dupont, D. P. : *Tapping into Consumers' Perceptions of Drinking Water Quality in Canada: Capturing Consumer Demand to Assist in Better Management of Water Resources*, Canadian Water Resources Journal, Vol.30, No.1, pp.11-20, 2005
- 18) 唐沢かおり編 : 社会心理学 朝倉心理学講座 7, 朝倉書店, pp.67-88, 2005
- 19) 林幹也 : 社会心理学における現在の態度研究とその展望, 明星大学心理学年報, No.29, pp.65-72, 2011
- 20) 池田謙一, 村田光二 : こころと社会, 東京大学出版会, pp.81-83, 1991
- 21) ニチイ : 介護サービス顧客満足度調査結果報告, ニチイ HP, <http://www.nichiiweb.jp/care/cs/index.html>
- 22) 首都高速道路株式会社 : 平成 23 年度お客さま満足度調査結果について, 首都高速道路株式会社 HP, <http://www.shutoko.co.jp/company/database/cs>
- 23) 日本 IBM : 改善状況のご報告 2012, 日本 IBM HP, <http://www-06.ibm.com/ibm/jp/cs/actions/>
- 24) 青木俊明, 栗原真行, 松井健一 : 社会資本整備に対する住民の満足感の構造, 建設マネジメント論文集, Vol.9, pp.95-98, 2002
- 25) 櫻井秀彦 他 : 保険薬局における患者満足の研究—共分散構造分析と重回帰分析を

- 用いた患者アンケートデータの分析ー, 薬学雑誌, Vol.127, No.7, pp.1115-1123, 2007
- 26) 星野敦子, 牟田博光: 大学の授業における諸要因の相互作用と授業満足度の因果関係, 日本教育工学会論文誌, Vol.29, No.4, pp.463-473, 2006
 - 27) 東京都水道局: 平成 18 年度水道事業に対するお客さま満足度調査報告書, 2006
 - 28) 新潟市水道局: 平成 19 年度「水道に関するアンケート調査」報告書, 2007
 - 29) 大阪市水道局: 大阪市水道おいしい水計画アクションプラン, 2007
 - 30) 東京都水道局: 安全でおいしい水プロジェクト 2010-2012 行動計画, 2010
 - 31) 千葉県水道局: おいしい水づくり計画, 2007
 - 32) 和田浩一郎, 立石浩之, 宮田雅典: 大阪市での高度浄水処理水に対する臭気について, 日本水道協会関西地方支部第 51 回研究発表会概要集, p.124-127, 2007
 - 33) 平山修久, 伊藤禎彦, 加川孝介: 共分散構造分析を用いた需要者の水道水質に対するリスク認知のモデル化, 水道協会雑誌, Vol.73, No.12, p.12-21, 2004
 - 34) 大阪市水道局: おいしい水計画基本プランに係る調査報告書, 169p., 2005
 - 35) EORG: *The attitude of Europeans towards the environment*, Eurobarometer58.0, 42p., 2002
 - 36) Goldenberg, J., Libai, B., Muller, E.: *Talk of the network: A complex systems look at the underlying process of word-of-mouth*, Marketing Letters, Vol.12, No.3, pp.211-223, 2001
 - 37) Kempe, D., Kleinberg, J., Tardos, E.: *Maximizing the spread of influence through a social networks*, Proceedings of the 9th ACM SIGKDD International Conference on Knowledge Discovery and Data Mining, pp.137-146, 2003
 - 38) Watts, D. J.: *A simple model of global cascades on random networks*, Proceedings of National Academy of Science, USA, Vol.99, pp.5766-5771, 2002

第2章 水道水に対する市民の態度形成とその影響要因

2.1 本章の目的

水道は都市活動を支える重要なライフラインの1つであり、常に安定供給が求められているが、近年は景気の低迷や節水意識の浸透等により水需要が減少する一方、大規模な施設更新時期の到来が予定されているなど、水道事業の経営環境は決して楽観視できない状況である。

このような状況を受け、アセットマネジメント手法の導入など様々な方策が検討されている^{1),2)}が、今後、持続的に事業を実施していくためには、施設整備やその他の方策について、どのような優先順位で、またどのような手法で実施していくかについて、市民の合意を得ながら進めていく必要がある。このためには、市民が水道に関心を持ち、その重要性を認識することが必要であるが、ミネラルウォーターの台頭や浄水器の普及により、水道水の評価が相対的に低下している現在、市民の水道に対する関心はむしろ希薄になりつつある^{3),4)}。こうした状況の中、水道に対する市民の態度を転換していくためには、まず現在の市民の水道に対する態度形成に影響する因子を特定するとともに、それらの因果構造を把握することが重要である。

水道水に対する市民の評価や態度に影響する要因については、近年検討が進められている。内閣府⁵⁾が平成20年に実施した「水に関する世論調査」では、水道水の質について「全ての用途について満足している」と回答したのは、全体では50.4%であったが、大都市部では46.8%、東京都区部では40.6%と半数に満たない状況であった。飲料水の選択行動について、朝日ら⁶⁾は飲料水の選択行動と水質リスク管理との関係について調査を行い、安全性が飲料水の選択行動を規定する要因の1つであることを指摘している。Proulxら⁷⁾は、飲用水の選択及び水道水の飲用量に関する要因分析を行った結果、配水システムにおける居住地の位置や当該地域における水道水質、リスク認知レベルが主要な要因であることを示している。また、味、臭気、色など、官能的な評価と水道水の評価の関係についても多くの研究が行われている。Jardineら⁸⁾は、水道水の不快な臭気が健康に悪影響のある物質を想起させ、それが消費者の水道水に対する忌避感につながっていることを指摘している。また、Levalloisら⁹⁾はQuebec市街に居住する2009人に対して電話調査を行い、14%が臭気に、30.6%が味に不満を持っており、水道水の味に不満を持つ人々は、不満のない人に比べ、代替飲用水（ボトル水、浄水器）の利用率が6倍高くなっていたことを報告している。

一方、水道水の満足感の規定要因についても検討が進められている。伊藤ら¹⁰⁾は水道水に対する満足感とそれを規定する構成概念との因果関係の強さを定量評価し、「異臭味」、「おいしさ」、「有害成分に対する不安」の3因子が満足感の重要な規定因であることを示している。

このように、水道水に対する市民態度については様々な研究が進められているが、そ

の多くが水道水の味や臭気、配水システムなど、水道水、水道システムに関連する要因の影響評価に留まっており、ライフスタイルの変化などその他の外的要因を含めた調査はあまり行われていない。

本章では、水道水、水道システムに関する要因に加え、その他の外的要因も含めた各種要因について、因子分析、及び共分散構造分析を用いて分析することにより、水道に対する態度形成に影響する要因と影響度及びそれらの因果構造を明らかにする。

2.2 アンケート調査の方法

本研究では、水道システム及びミネラルウォーター、浄水器など様々な形態の飲料水に関する市民の評価を把握するため、大阪市水道局が平成 19 年度に実施したインターネットアンケートの結果を用いた。

2.2.1 調査対象

高度浄水処理による水道水が供給されている大阪市に在住、もしくは、関西圏（2 府 4 県）に在住で大阪市に在勤もしくは在学の 15 歳以上の男女を対象とした。

本調査では、回収数を 600 件と設定した。その内訳について、大阪市における人口割合に基づき、表 2-1 に示したように割付を行い、各属性について必要数の回収を行った。母集団の大きさ N を大阪市の人口（アンケートを行った平成 20 年 2 月時点で約 264 万人）とし、調査の精度 $\varepsilon=0.05$ 、母比率 $\rho=0.5$ とすると、必要な標本の大きさ n は

$$n = \left\lceil \frac{N}{\left(\frac{\varepsilon}{1.96}\right)^2 \cdot \left(\frac{N-1}{\rho(1-\rho)}\right) + 1} \right\rceil = 384 \quad \text{式(2-1)}$$

となることから、本調査は必要標本数を確保しており、統計的に有意であると言える。

表 2-1 回答者の属性構成

		大阪市居住	大阪市以外居住	計
男性	20代以下	52	26	78
	30代	35	32	67
	40代	29	28	57
	50代	38	36	74
	60代以上	45	13	58
女性	20代以下	52	31	83
	30代	34	13	47
	40代	28	7	35
	50代	37	8	45
	60代以上	53	3	56
合計		403	197	600

2.2.2 調査期間

調査期間は、2008年2月2日から5日の間に、民間のインターネット調査システムを利用し、当該システムに登録している会員のうち、2.2.1に示した対象に該当する会員に対してアンケートを実施した。

2.2.3 調査票の設計

アンケート調査票の構成を表2-2に示す。本調査は、水道水に対する市民の態度を形成する様々な要因の影響を総合的に調査することを目的としており、水道水に対する態度を問う質問(A)と、水道水に対する態度形成の影響要因に対する認識を問う質問(B)、水道水を飲用するための改善要望(C)、普段の水の飲用状況(D)、回答者の属性に関する質問(E)で構成されている。

このうち、水道水に対する態度を問う質問(A)と、水道水に対する態度形成の影響要因に対する認識を問う質問(B)については、リッカート法で5段階の尺度での評定を求め、水道水を飲用するための改善要望(C)については3段階の尺度での評定を求めた。

(1) 水道水に対する態度を問う質問

水道水は飲用として用いられる他に、料理や洗濯、風呂、洗面・手洗い、トイレ、清掃など、日常生活の様々な場面で使用されている。本調査では、これらの用途のうち、一定の水質が求められる「飲用」、「料理」、「洗濯」、「風呂」、「洗面・手洗い」の各用途別の満足度について回答を求めた。飲用の用途については、評価に影響すると考えられる「安全性」、「味(おいしさ)」、「価格」の3つの観点からの満足度についても回答を求めた。また、水道水の飲用に対する抵抗感についても回答を求めた。

(2) 水道水に対する態度形成の影響要因に対する認識を問う質問

市民の水道水に対する態度形成に影響する要因には、水道の製造・供給過程である水道プロセスや水道水質、さらに水道事業者の取り組みに対する評価など、水道事業に起因する要因に加え、近年関心が高まっている環境や健康に対する水道水の影響や効果、さらに水道水以外の飲用水として、ミネラルウォーターや浄水器などの評価も影響していると考えられる。本調査ではこれらの要因について総合的に検討を行った。

①水道事業に起因する要因

水道水は、原料となる水を河川などの水源から取り入れ、浄水処理を行い、配水管、給水管を通じて家庭の蛇口まで送られている。ミツカン水の文化センター¹¹⁾が2006年に実施した「第12回水に関わる生活意識調査」では、「水道水に対して不満を感じていることは？」との設問(複数回答可)に対して、「おいしくない」(49.3%)、水道料金が

表 2-2 アンケート調査票の構成

(一部の項目名称は省略して記している。詳細は付録参照。)

<p>A. 水道水に対する態度を問う質問</p> <p>(1) 水道水に対する用途別満足度</p> <ul style="list-style-type: none"> ① 飲用 ② 料理 ③ 洗濯 ④ 風呂・シャワー ⑤ 洗面・手洗い <p>(2) 飲用の用途における項目別満足度</p> <ul style="list-style-type: none"> ① 味(おいしさ) ② 安全性 ③ 価格 <p>(3) 水道水飲用に対する抵抗感</p>	<p>C. 水道水飲用のための改善要望</p> <ul style="list-style-type: none"> ① 水源の水質改善 ② 新たな浄水処理技術の導入 ③ 古い配水管の取替 ④ 配水管の定期洗浄 ⑤ 給水管の定期点検 ⑥ 給水管の定期洗浄 ⑦ 受水槽の定期点検 ⑧ 受水槽の定期洗浄 ⑨ 直結給水の導入促進 ⑩ 水質管理の強化 ⑪ わかりやすい水質情報の提供 ⑫ 水道プロセスの情報公開 ⑬ カルキ臭の解消 ⑭ ボトル詰め水道水の販売 ⑮ 大型ボトルでの宅配 ⑯ 二元給水 ⑰ 浄水器の販売・貸与 ⑱ 多様な味の水道水を提供 料金値下げ
<p>B. 水道水に対する態度形成の影響要因に対する認識を問う質問</p> <p>(1) 水道プロセスに関する安心度・満足度</p> <ul style="list-style-type: none"> ① 水源のきれいさ ② 浄水処理 ③ 配水管の衛生状態 ④ 給水管の衛生状態 ⑤ 受水槽の衛生状態 ⑥ 水質管理 <p>(2) 水道水質に関する安心度・満足度</p> <ul style="list-style-type: none"> ① 有害化学物質の存在 ② 有害微生物の存在 ③ 塩素消毒 ④ カルキ臭 <p>(3) 水道局の取り組みに対する信頼度・満足度</p> <ul style="list-style-type: none"> ① 水道水質向上のための取り組み ② 水道局への信頼 ③ 水道局職員への信頼 ④ 水道局からの情報提供量 ⑤ 水道局からの情報提供内容 <p>(4) 水道水をそのまま飲用することに関する評価</p> <ul style="list-style-type: none"> ① ライフスタイルへの適合性 ② 健康へのプラス効果 ③ ミネラルウォーターの方がおしやれ ④ 環境負荷の軽減 ⑤ 付加価値のなさ <p>(5) マスコミ報道への信頼感</p> <p>(6) 浄水器の評価・満足度</p> <ul style="list-style-type: none"> ① おいしさの向上 ② 安全性の向上 ③ ランニングコスト <p>(7) ミネラルウォーターの評価・満足度</p> <ul style="list-style-type: none"> ① 水源のきれいさ ② おいしさ ③ 安全性 ④ 価格 	<p>D. 普段の水の飲用状況</p> <ul style="list-style-type: none"> (1) 普段家で飲む飲み物 (2) 最もよく飲む飲み物 (3) 水を飲む場面 (4) 一日に飲む水の量 <p>E. 回答者の属性</p> <ul style="list-style-type: none"> ① 性別 ② 年代 ③ 既婚/未婚 ④ 職業 ⑤ 居住地 ⑥ 勤務・通学場所 ⑦ 世帯人員 ⑧ 世帯での続柄 ⑨ 居住形態

高い」(38.9%)と回答した回答者が多かったが、「塩素などの消毒剤が体によくない」(38.0%)、「貯水槽や水道管が汚れている気がする」(35.7%)、「水源が汚染されているような気がする」(16.3%)など、水道水質や水道プロセスに関しての不満を挙げる回答者も多くいた。また、大阪市水道局¹²⁾が平成18年度に実施したアンケートにおいても、水道のどこに不安を感じるかとの問いに対し、半数近くの回答者が水源のきれいさや給水管、受水槽の衛生状態について不満であると回答していた。これらのことから、市民は個々の水道プロセスの衛生状態などを認識し、それらが水道水に対する満足感や不安

感につながっていることが想定される。

本調査では水道プロセスに対する認識を問うため、「水道水源」、「浄水処理」、「給配水プロセス」、「水質管理」の各プロセスを評定対象とし、「水道水源」については「水源である琵琶湖・淀川のきれいさ」に対する評価を、「浄水処理」については、「大阪市の浄水処理（高度浄水処理）」に対する評価を、給配水プロセスについては、配水管、給水管、受水槽・高置水槽などの貯水槽水道で構成されていることから、「大阪市の配水管の衛生状態」、「家屋やビル・マンション内の給水管の衛生状態」、「ビル・マンションなどの受水槽・高置水槽の衛生状態」についての評価を、さらに「水道局の水質管理」に対する評価について回答を求めた。

水道水質に関して、市民は安全性と味、臭気などの官能評価からの両面から評価していると考えられる。わが国では微生物学的安全性を確保するために塩素消毒を行うことが水道法で義務付けられているが、塩素消毒は微生物学的な安全性を確保するための非常に有効な手段であるものの、その反面、トリハロメタンなどの消毒副生成物やカルキ臭が生成する。近年はこうした塩素消毒のマイナス面がクローズアップされる傾向にあり、その評価が安全性や官能評価に影響していると考えられる。また、これに加え、様々な有害化学物質や有害微生物の存在も水道水の安全性評価に影響していると考えられる。こうしたことから、水道水質に関する認識を問う質問としては、「塩素消毒」と塩素消毒により生成する臭気である「カルキ臭」、さらに「有害化学物質の存在」、「有害微生物の存在」について、それぞれ評価を求めた。なお、「有害化学物質」、「有害微生物」については、回答者によって想起するものが異なると考えられるが、これらの設問については、トリハロメタンなど具体的な物質だけでなく、未知の健康に悪影響を及ぼすものが含まれているのではないかという不安感情も含まれると想定している。よって今回の調査においては、具体的な物質等を特定あるいは例示することなく、それらに対する印象を問う設問とした。

一方、水道事業者は水道水質の維持・向上のため、様々な施策を実施しているが、これらの施策の評価も市民の水道水の評価に影響していると考えられる。最近では行政でも民間企業でも徹底した情報公開が求められ、その評価が製品やサービス、行政機関や企業の評価に影響する。さらに、水道水を製造・供給している水道事業者、その職員に対する信頼感も水道水の評価に影響すると考えられる。これらのことから、水道事業者の取り組みに対する認識を問う質問としては、「水質向上のための施策」への評価、水道水質に対する「情報提供量」と「情報提供内容」への評価、さらに「水道局」、「水道局職員」への信頼感についても回答を求めた。

②その他の影響要因

近年、環境や健康に対する関心が高まっており、様々な商品を選択する際、「環境に配慮された商品であるか」、「健康に良い商品であるか」といった観点から評価が行われ

ている。また、ミネラルウォーターが普及し、様々なボトルデザインの商品が市販される中、ボトルデザイン等の「おしゃれ感」についても商品選択の際の判断基準の1つとなっていると考えられる。さらに、最近ではフレーバー入りのミネラルウォーターや高硬度のミネラルウォーターなど、付加価値の高いミネラルウォーターも販売されている。

本調査ではこうした近年の飲料水を巡る動向を踏まえ、水道水をそのまま飲むことについて、「ライフスタイルに適合している」、「健康に良い」、「環境負荷が軽減される」、「ミネラルウォーターの方がおしゃれである」、「水道水には付加価値がないので飲もうと思わない」という意見に対する評価を求めた。これに加え、ミネラルウォーター、浄水器について、水道水と同様に「味（おいしさ）」、「安全性」、「価格」の観点から評価を求めた。また、マスコミが発信する情報から水道水に関する情報を得る場合もあることから、マスコミの報道する情報についてどの程度信用しているかについて回答を求めた。なお、マスコミについては、新聞、テレビ、雑誌など、様々な媒体があり、回答者によって想起する媒体も異なることが想定されるが、今回の調査では、回答者が普段目にする媒体の全般的な印象を聞くことが目的であるため、細分化せず、マスコミの報道する情報全般への印象を問う設問とした。

以上、①、②で示した水道に対する態度形成に影響する要因をまとめたものを図 2-1 に示す。本章における研究では、このうち、水道事業に起因する要因と、その他の要因として水道水飲用にに関する意見の調査結果を用いて分析を行った。

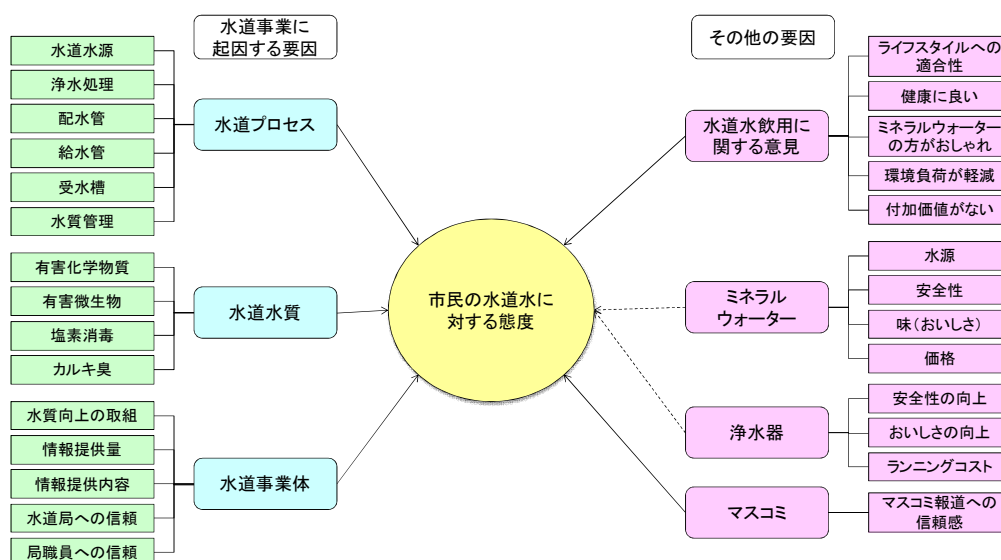


図 2-1 水道水に対する態度形成に影響する要因

(3) 水道水を飲用するための改善要望

水道水を今後飲用するために改善を要望する項目についての評価を求めた。評価項目については、前項に示した水道水への態度形成に影響する要因に対応するよう、「水源の水質改善」、「新たな浄水処理技術の導入」、「古い配水管の取替」、「配水管の定期洗浄」、「給水管の定期点検」、「給水管の定期洗浄」、「受水槽の定期洗浄」、「受水槽の定期点検」、「直結給水の導入促進」、「水質管理の強化」、「カルキ臭の解消」、「わかりやすい情報提供」、「水道プロセスの積極的な情報公開」について評価を求めるとともに、最近の飲料水を巡る動向を踏まえ、「ボトル詰め水道水の販売」、「大型ボトルでの宅配」、「二元給水」、「浄水器の販売・貸与」、「多様な味の水道水の供給」、「料金値下げ」についての評価を求めた。

(4) 普段の水の飲用状況

普段、自宅で飲む飲み物について、「水道水をそのまま」、「浄水器を通した水道水」、「市販のミネラルウォーター」、「水道水を沸かしてお茶・コーヒーにして飲む」、「浄水器を通した水道水をお茶・コーヒーにして飲む」、「市販のミネラルウォーターを沸かしてお茶・コーヒーにして飲む」、「その他」の中から当てはまるものについて複数回答を求めるとともに、最も多い飲み方についても回答を求めた。

また、水を飲む場面について、「会社・学校・家でのどが渴いた時」、「家で食事をする時」、「レストランなど外で食事をする時」、「スポーツ・運動をした後」、「薬を飲む時」、「お風呂上り」、「朝起きた時」、「就寝時」、「その他」から当てはまるものについて複数回答を求めた。

一日に飲む水の量については、「～100 mL 程度」、「200 mL 程度」、「500 mL 程度」、「1 L 程度」、「2 L 以上」から当てはまるものについて回答を求めた。

(5) 回答者の属性

回答者の属性については、年齢、性別、未婚／既婚、職業、居住地、勤務・通学場所、世帯人員、回答者の世帯での続柄、居住形態について尋ねた。

2.3 アンケート調査の結果

水道水の飲用水としての満足度についての回答結果を図 2-2 に示す。安全性については、満足と回答した割合（「とても満足」と回答した割合と「やや満足」と回答した割合を合算）は 36.2%、不満と回答した割合（「とても不満」と回答した割合と「やや不満」と回答した割合を合算）が 25.5%であり、満足が不満を上回っている。一方、おいしさについては、満足と回答した割合が 24.8%、不満と回答した割合が 35.7%であり、不満が満足を上回っていた。価格に関しては、満足が 23.5%、不満が 24.8%であり、両者ほぼ拮抗した結果であった。水道水は市販のミネラルウォーター等と比較すると、非

常に安価であるにもかかわらず、価格に対して不満を持つ回答者が 25%程度存在していた。水道水の価格に不満を感じている回答者を詳しくみたところ、その 6 割がミネラルウォーターの価格についても不満と回答しており、ミネラルウォーターの価格に満足と回答した回答者はわずか約 11%であった。このことから、水道水の価格に不満を感じている回答者は、ミネラルウォーターと水道水の水質に大きな差があると感じているのではなく、水道水、ミネラルウォーターの区別なく、飲用水の価格に不満を感じている人が多いと考えられた。飲用水の総合的な満足度としては 26.7%であり、不満と回答した 39%を下回る結果となった。

次に、水道プロセスへの満足度を図 2-3 に、水道水質への安心度を図 2-4 に示す。水道プロセスでは水源に対する不満が特に高く、配水管、給水管、受水槽など、給配水過程に対する不満も高いが、一方、浄水処理や水質管理に関しては不満が低かった。

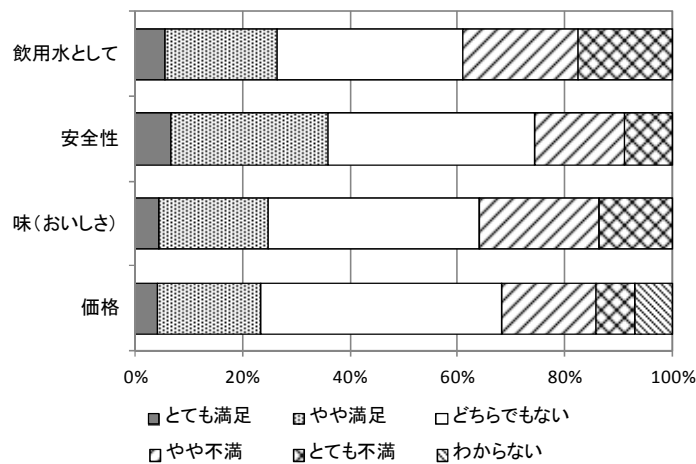


図 2-2 水道水の飲用水としての満足度

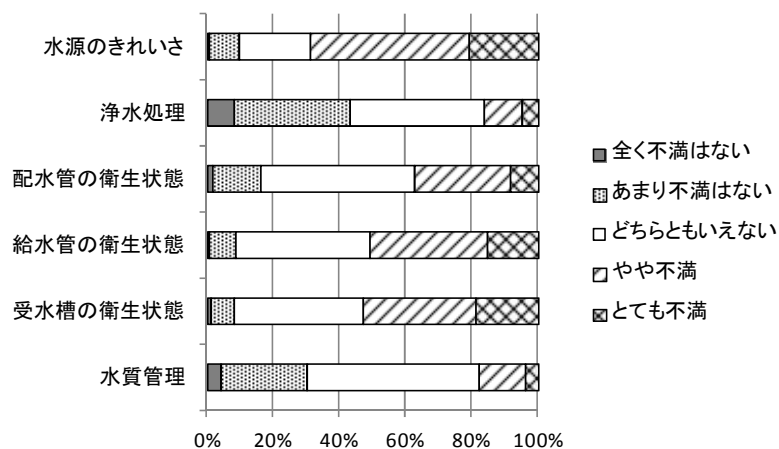


図 2-3 水道プロセスへの満足度

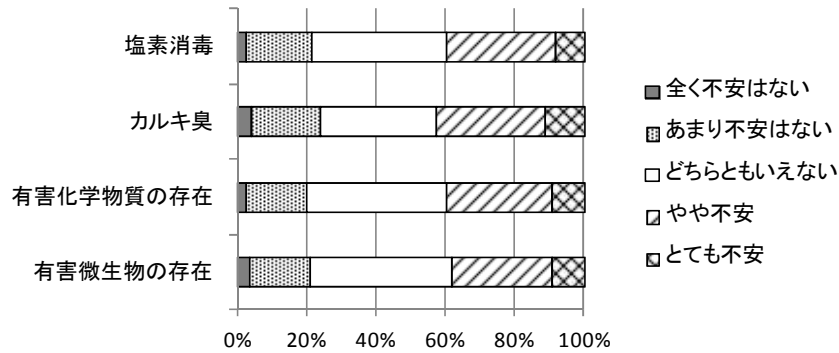


図 2-4 水道水質への安心度

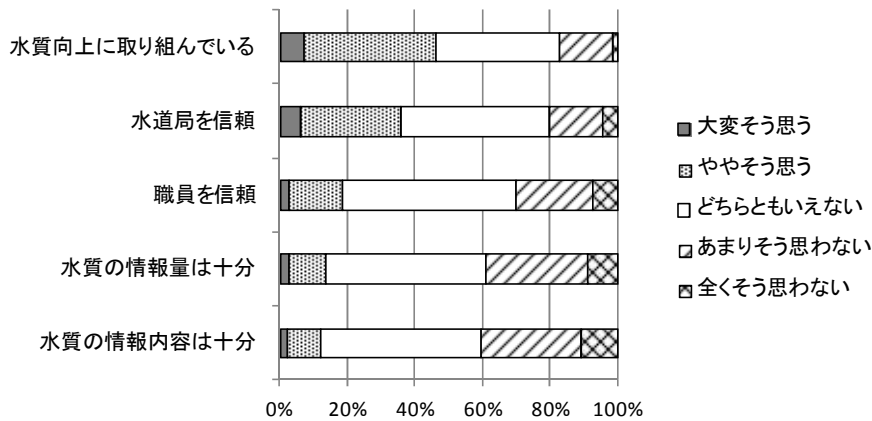


図 2-5 水道事業者の取り組みへの評価

一方、水道水質については、「不安がない」と回答した割合は 20%前後、「不安がある」と回答した割合は 40%前後と、いずれの項目についても、ほぼ同様の傾向であった。さらに、水道事業者の取り組みへの評価を図 2-5 に示す。水質改善への取り組みに対する評価は 46.2%と比較的高いのに対し、局や職員への信頼感はそれぞれ 33.5%、18.5%と低かった。水道水質に関する情報については、約 4 割の回答者が量、内容ともに不十分と回答していた。

次に、水道水をそのまま飲用することに関する評価を図 2-6 に示す。肯定的な意見に関しては、「現代のライフスタイルにあっている」、「健康に良い」といった意見は、6 割以上の回答者が「当てはまらない」と回答していたが、「環境負荷が少ない」という意見は、「当てはまる」と回答した割合と「当てはまらない」と回答した割合はそれぞれ 27.7%、26.3%と拮抗していた。一方、否定的な意見に関しては、「ミネラルウォーターを飲む方がおしゃれ」という意見については、4 割を超える回答者が「当てはまる」と回答していたが、「付加価値がない」という意見については、「当てはまる」と回答した割合と「当てはまらない」と回答した割合はそれぞれ 32.8%、32.7%と拮抗していた。

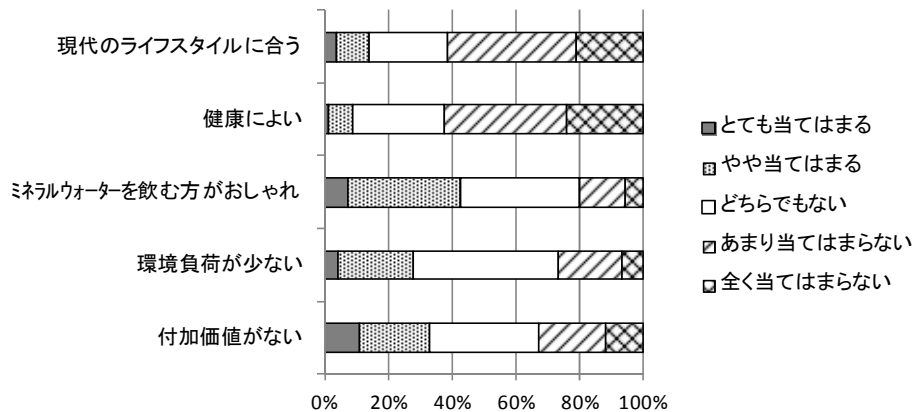


図 2-6 水道水をそのまま飲むことに関する評価

これらの結果から、水道水をそのまま飲むということに関しては、項目により異なるものの、肯定的な意見は少数であり、否定的な意見を持つ回答者が多いと推察された。

また、マスコミ報道情報に対しては「信用している」という回答は 40.5%で、「信用していない」という回答（26.0%）を上回っており、比較的多くの市民がマスコミ報道を信頼しているという結果であった（図 2-7）。

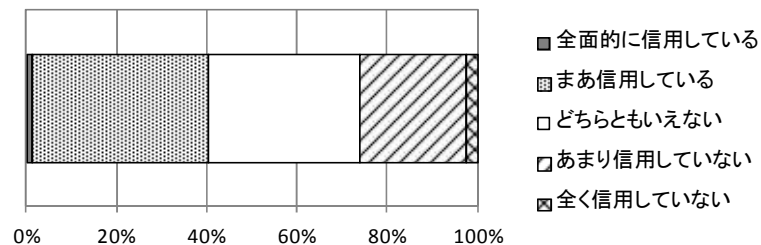


図 2-7 マスコミ報道に対する信頼感

2.4 調査結果の分析

2.4.1 分析方法の選択について

複数の変数間の関係性を分析する手法は多変量解析と総称される。多変量解析には多くの種類があるが、一般的に外的基準（目的変数）の有無や分析対象とするデータの種類により表 2-3 のように大別できる。外的基準のない場合とは、与えられた変数を関連付ける基準となる変数が存在しない場合であり、変数の分類、合成を行う時に用いる手法である。一方、外的基準がある場合とは、基準となる変数がある場合であり、他の変数（説明変数）によって、目的変数を予測したり、判別したりする手法である。また、分析対象とするデータは量的データと質的データに分けることができる。量的データと

は間隔尺度もしくは比尺度で測定されたデータであり、質的データとは名義尺度、順序尺度で測定されたデータである。但し、これらの分類は絶対的なものではなく、質的データを便宜的に量的データとみなして分析を行うことも一般的に行われている。

表 2-3 多変量解析の分類

	量的データ	質的データ
外的基準なし	主成分分析 因子分析 クラスター分析	コレスポネンス分析 数量化Ⅲ類分析 数量化Ⅳ類分析
外的基準あり	重回帰分析 重判別分析 正準相関分析	数量化Ⅰ類分析 数量化Ⅱ類分析 コンジョイント分析

本研究では、市民の水道水に対する満足度に影響する要因を抽出し、各要因が水道水に対する満足度に及ぼす影響を把握することを目的にしており、次の3段階で分析を行った。

- ① 飲用水としての満足度に対する各要因の影響分析
- ② 水道事業に起因する各種要因の中から因子を抽出
- ③ 飲用水としての満足度に対する因果構造の分析

①は水道水の飲用水としての満足度に対して、現在想定している様々な要因がどの程度影響しているかを把握するための分析であり、「飲用水としての満足度」を目的変数、各要因に対する評価を説明変数とした分析を行う必要がある。「飲用水としての満足度」、各要因に対する評価とも、アンケートにおける5段階評価のデータであり、これらの回答に1, 2, 3, 4, 5を与え、数値化した場合、順序尺度での測定値となる。このように目的変数、説明変数とも質的データである場合は、数量化Ⅱ類分析が適用できることから、①の分析には、数量化Ⅱ類分析を適用した。

②は水道事業に起因する各種要因から、それらを規定するより少数の因子を抽出するものである。分析対象とするデータは①と同様のアンケートでの5段階評価のデータであることから、順序尺度での測定値であるが、今回はこれを量的データとみなし、因子分析を用いて因子の抽出を行った。

③は①、②で得られた結果を総合して、飲用水としての満足度に対する因果構造を分析するものであり、因子の構造を予め仮定して分析を行うことのできる共分散構造分析を用いて分析を行った。

2.4.2 飲用水としての満足度に対する各要因の影響評価

(1) 数量化Ⅱ類分析

数量化理論は、林が開発した多変量解析手法で、名義尺度や順序尺度などで測定した質的データを量的データに変換して回帰、相関、類似などの観点から分析を行うのが特徴であり、Ⅰ類からⅥ類までの手法がある。このうち、外的基準がある手法はⅠ類とⅡ類であり、目的変数が量的データで説明変数が質的データである場合はⅠ類、目的変数、説明変数とも質的データの場合はⅡ類となる。

先に述べたように、本分析では、分析対象である「飲用水としての満足度」及び各要因の評価については、ともに質的データであることから、分析手法としては、数量化Ⅱ類分析を適用し、目的変数である「飲用水としての満足度」に対する各項目の寄与について評価を行った。

(2) 結果

まず、飲用水としての満足度に対して、「おいしさ」、「安全性」、「価格」の項目別満足度の影響について分析を行った。結果を表2-4に示す。数量化Ⅱ類分析では、説明変数はアイテム（項目）、説明変数の選択肢はカテゴリーと呼ばれる。スコアはそれぞれのカテゴリーが目的変数にどの程度影響を及ぼしているかを示している。レンジは最大スコアと最小スコアの差分であり、レンジのスコアが大きいほど、目的変数に及ぼす影響が大きいと言える。

項目別満足度では、レンジ、偏相関係数とも、「おいしさ」が最も大きく、次いで「安全性」であり、「価格」が最も小さかった。以上のことから、飲用水としての満足度にはおいしさに対する満足度が最も影響しており、価格に対する満足度については、ほとんど影響していないと言える。

表2-4 飲用水としての満足度に対する項目別満足度の影響

項目	カテゴリー	スコア	レンジ	偏相関係数
おいしさ	とても満足	-2.973	3.858	0.682
	やや満足	-0.524		
	どちらでもない	0.056		
	やや不満	0.543		
	とても不満	0.885		
安全性	とても満足	-0.656	0.897	0.240
	やや満足	-0.116		
	どちらでもない	0.072		
	やや不満	0.241		
	とても不満	0.206		
価格	とても満足	-0.053	0.151	0.080
	やや満足	-0.092		
	どちらでもない	0.017		
	やや不満	0.059		
	とても不満	0.030		
	相関比 η^2	0.733		

次に、水道プロセスの評価の影響に関する分析結果を表 2-5 に示す。水道の各プロセスのうち、満足度に最も大きく影響しているのは、浄水処理であり、次いで、配水管、水源の影響が大きく、給水管や受水槽の衛生状態、水質管理の影響は小さかった。

表 2-5 飲用水としての満足度に対する水道プロセスの評価の影響

項目	カテゴリー	スコア	レンジ	偏相関係数
水源	全く不満はない	-1.7676	1.949	0.217
	あまり不満はない	-0.3304		
	どちらとも言えない	-0.2388		
	やや不満	0.1108		
	とても不満	0.1809		
浄水処理	全く不満はない	-2.1837	2.891	0.573
	あまり不満はない	-0.2422		
	どちらとも言えない	0.3839		
	やや不満	0.7070		
	とても不満	0.6520		
配水管の衛生状態	全く不満はない	-1.8771	2.017	0.250
	あまり不満はない	0.1403		
	どちらとも言えない	0.0839		
	やや不満	-0.0967		
	とても不満	0.0841		
給水管の衛生状態	全く不満はない	0.5589	0.666	0.115
	あまり不満はない	0.0546		
	どちらとも言えない	-0.1067		
	やや不満	-0.0027		
	とても不満	0.2301		
受水槽の衛生状態	全く不満はない	-0.5938	0.860	0.116
	あまり不満はない	0.2659		
	どちらとも言えない	-0.1064		
	やや不満	0.0492		
	とても不満	0.0771		
水質管理	全く不満はない	0.3991	0.701	0.182
	あまり不満はない	-0.3017		
	どちらとも言えない	0.1020		
	やや不満	0.0393		
	とても不満	0.1154		
	相関比 η^2	0.520		

次に、水道水質に関する評価の影響についての分析結果を表 2-6 に、水道事業者の取り組みに関する評価の影響についての分析結果を表 2-7 に示す。水道水質に関しては、他の項目に比べて、カルキ臭の影響が非常に大きく、それに比べると、有害微生物、有害化学物質などの評価の影響は小さかった。水道事業者の取り組みに関しては、「水道局に対する信頼」の寄与が最も大きく、次いで、「職員に対する信頼」が大きく、それ以外の項目については、比較的寄与は小さかった。

以上のように、水道プロセスや水道水質、水道局の取り組み等の水道事業に起因する要因としては、「水源」、「浄水処理」、「配水管の衛生状態」、「カルキ臭」、「水道局への信頼」などが影響していると指摘できる。

表 2-6 飲用水としての満足度に対する水道水質の評価の影響

項目	カテゴリー	スコア	レンジ	偏相関係数
塩素消毒	全く不安はない	-0.5780	0.752	0.151
	あまり不安はない	-0.2097		
	どちらとも言えない	0.1738		
	やや不安	-0.0241		
	とても不安	-0.0690		
カルキ臭	全く不安はない	-2.1371	3.278	0.498
	あまり不安はない	-0.9227		
	どちらとも言えない	-0.2017		
	やや不安	0.6972		
	とても不安	1.1408		
有害化学物質	全く不安はない	0.4635	0.718	0.106
	あまり不安はない	0.2830		
	どちらとも言えない	0.0635		
	やや不安	-0.2547		
	とても不安	-0.1111		
有害微生物	全く不安はない	-1.1704	1.668	0.165
	あまり不安はない	-0.3206		
	どちらとも言えない	-0.0792		
	やや不安	0.2964		
	とても不安	0.4973		
	相関比 η^2	0.469		

表 2-7 飲用水としての満足度に対する水道事業者の取り組みの評価の影響

項目	カテゴリー	スコア	レンジ	偏相関係数
水質向上へ 取り組んでいる	とてもそう思う	-0.4303	0.923	0.140
	ややそう思う	-0.1941		
	どちらとも言えない	0.1790		
	あまりそう思わない	0.2095		
	全くそう思わない	0.4925		
水道局を信頼	とてもそう思う	-2.6752	4.022	0.441
	ややそう思う	-0.5738		
	どちらとも言えない	0.3783		
	あまりそう思わない	0.6247		
	全くそう思わない	1.3462		
職員を信頼	とてもそう思う	0.0499	1.411	0.247
	ややそう思う	0.8509		
	どちらとも言えない	-0.1023		
	あまりそう思わない	-0.1833		
	全くそう思わない	-0.5596		
水質に関する 情報量は十分	とてもそう思う	-0.3986	1.185	0.227
	ややそう思う	-0.8117		
	どちらとも言えない	-0.0669		
	あまりそう思わない	0.3265		
	全くそう思わない	0.3734		
水質に関する 情報内容は十分	とてもそう思う	0.7904	0.969	0.129
	ややそう思う	-0.1361		
	どちらとも言えない	0.1272		
	あまりそう思わない	-0.1783		
	全くそう思わない	-0.0850		
	相関比 η^2	0.393		

表 2-8 飲用水の満足度に対する水道水飲用に関する評価の影響

項目	カテゴリー	スコア	レンジ	偏相関係数
現代のライフスタイルに合う	とても当てはまる	-0.8236	1.092	0.170
	やや当てはまる	-0.6869		
	どちらとも言えない	-0.0289		
	あまり当てはまらない	0.1332		
	全く当てはまらない	0.2683		
健康に良い	とても当てはまる	-2.4062	3.024	0.289
	やや当てはまる	-0.6980		
	どちらとも言えない	-0.5831		
	あまり当てはまらない	0.2067		
	全く当てはまらない	0.6177		
ミネラルウォーターを飲む方がおしゃれ	とても当てはまる	0.0123	0.244	0.052
	やや当てはまる	-0.0528		
	どちらとも言えない	0.0870		
	あまり当てはまらない	-0.0421		
	全く当てはまらない	-0.1573		
環境負荷が少ない	とても当てはまる	-0.1160	0.940	0.158
	やや当てはまる	-0.3299		
	どちらとも言えない	0.0937		
	あまり当てはまらない	-0.0160		
	全く当てはまらない	0.6096		
付加価値がない	とても当てはまる	0.0565	0.611	0.144
	やや当てはまる	0.2091		
	どちらとも言えない	0.1334		
	あまり当てはまらない	-0.2443		
	全く当てはまらない	-0.4015		
マスコミ報道を信頼する	とても当てはまる	-0.7792	0.951	0.110
	やや当てはまる	-0.1352		
	どちらとも言えない	0.0568		
	あまり当てはまらない	0.1722		
	全く当てはまらない	0.1556		
	相関比 η^2	0.341		

一方、水道水をそのまま飲むことに対する考えなど、ライフスタイルや社会変化に起因すると考えられる要因についての評価結果を表 2-8 に示した。「健康に良い」という評価の寄与が最も大きく、「ミネラルウォーターを飲む方がおしゃれ」という考えについては、ほとんど寄与していなかった。

2.4.3 潜在因子の推定

次に、上記の各種要因の背後に存在する潜在因子を推定するために、因子分析を行った。

(1) 因子分析¹³⁾

因子分析は、心理学をはじめ、医学、生物学といった自然科学の学問領域でも利用されている多変量データ解析手法の一手法であり、観測される多数の変数間の相関関係を分析して、知能、人格などといった直接測定することができない構成概念（因子）を実際に観測される多数の変数（観測変数）間の相関関係から見出そうとするものである。

因子にはすべての変量に影響を与える共通因子とそれぞれの変量に固有の影響を与える独自因子があり、「共通因子と独自因子は無相関」「異なる 2 つの変量に対する独自因子は無相関」という 2 つの仮定に基づき、因子分析モデルが構築される。

今、 n 個の個体が p 個の変量によって測定されている場合、個体 i の変量 j による測定値を、

$$x_{ij} \quad (i = 1, \dots, n; j = 1, \dots, p) \quad \text{式(2-2)}$$

と表す。

因子分析モデルとは、式(2-2)で表される j 番目の変量の i 番目の個体に関する測定値 x_{ij} が m 個の共通因子 $f_{i1}, f_{i2}, \dots, f_{im}$ と j 番目の変数に固有な独自因子の成分 ε_{ij} の線形結合の線形結合、すなわち、

$$x_{ij} = \mu_j + \lambda_{j1}f_{i1} + \lambda_{j2}f_{i2} + \dots + \lambda_{jm}f_{im} + \varepsilon_{ij} \quad (j = 1, \dots, p; i = 1, \dots, n) \quad \text{式(2-3)}$$

と表されることを仮定するものである。

ここでは、 p 個の変数の母平均をいずれも 0、すなわち $\mu_j = 0$ ($j = 1, \dots, p$) と仮定し、式(2-3)を以下のように表現する。

$$x_{ij} = \lambda_{j1}f_{i1} + \lambda_{j2}f_{i2} + \dots + \lambda_{jm}f_{im} + \varepsilon_{ij} \quad (j = 1, \dots, p; i = 1, \dots, n) \quad \text{式(2-4)}$$

上式における λ_{jk} ($k=1, \dots, m$) は、 j 番目の変量 x_j が m 個の共通因子 f_1, f_2, \dots, f_m のそれぞれに関連する程度を示すもので、共通因子パターン、または共通因子負荷量と呼ばれ、まとめて $p \times m$ 行列、

$$A = (\lambda_{(1)}, \lambda_{(2)}, \dots, \lambda_{(m)}) = \begin{bmatrix} \lambda_1' \\ \lambda_2' \\ \vdots \\ \lambda_p' \end{bmatrix} \quad \text{式(2-5)}$$

によって表される。ただし、

$$\lambda_k = (\lambda_{1k}, \lambda_{2k}, \dots, \lambda_{pk})', \quad \lambda_j = (\lambda_{j1}, \lambda_{j2}, \dots, \lambda_{jm})' \quad \text{式(2-6)}$$

なお、 A の各成分は母数であるが、データ行列 X により推定された共通因子パターン行列を $A=(a_{jk})$ 、すなわち

$$A = (a_{(1)}, a_{(2)}, \dots, a_{(m)}) = \begin{bmatrix} a_1' \\ a_2' \\ \vdots \\ a_p' \end{bmatrix} \quad \text{式(2-7)}$$

と表す。

次に、 f_{ik} ($i=1, 2, \dots, n; k=1, 2, \dots, m$) を式(2-1)と同様に $n \times m$ 行列、

$$F = (f_{ik}) = (f_1, f_2, \dots, f_m) = \begin{bmatrix} f_{(1)}' \\ f_{(2)}' \\ \vdots \\ f_{(n)}' \end{bmatrix} \quad \text{式(2-8)}$$

によって表す。上記の F を共通因子得点行列と呼ぶ。ただし f_k は第 k 因子に関する n 個の個体の因子得点を各成分とする n 次元ベクトル、 $f_{(i)}$ は i 番目の個体の m 個の m 次元ベクトルである。なお、 m 個の n 次元ベクトル f_1, f_2, \dots, f_m で生成される空間を共通因子空間という。

$$\varepsilon_{ij} \quad (i = 1, \dots, n; j = 1, \dots, p) \quad \text{式(2-9)}$$

を各成分とする $n \times p$ 行列、

$$E = (\varepsilon_{ij}) = (\varepsilon_1, \varepsilon_2, \dots, \varepsilon_p) = \begin{bmatrix} \varepsilon_{(1)}' \\ \varepsilon_{(2)}' \\ \vdots \\ \varepsilon_{(n)}' \end{bmatrix} \quad \text{式(2-10)}$$

を独自因子得点行列と呼ぶ。 $\varepsilon_j, \varepsilon_{(i)}$ はそれぞれ j 番目の変量に関する n 次元、及び i 番目の個体に関する p 次元のベクトルである。

以上から、式(2-4)は式(2-7)によって定義される行列 X 、および式(2-5)、式(2-7)、式(2-8)、式(2-9)、式(2-10)により、

$$x_j = F\lambda_j + \varepsilon_j \quad (j = 1, \dots, p) \quad \text{式(2-11)}$$

$$x_{(i)} = \Lambda f_{(i)} + \varepsilon_{(i)} \quad (i = 1, \dots, n) \quad \text{式(2-12)}$$

$$X = F\Lambda + E \quad \text{式(2-13)}$$

で表される。

通常、独自因子 ε_{ij} は母平均 0、母分散 ψ_j (ただし、 $0 < \psi_j$ と仮定) を持つ確率変数とみなされるが、共通因子 f_1, f_2, \dots, f_m については、平均 0、分散 1 の確率変数とみなされる場合と確率変数とみなされない場合の 2 通りの場合がある。前者を因子分析の変量モデル、後者が因子分析の母数モデルと呼ばれる。

変量モデルにおいては、全ての個体がある特定の母集団からランダムに選ばれた独立に同一の分布に従う標本とみなされる。したがって、式(2-12)を特定の個体 i に限定せず、 $x_{(i)}$ を x 、 $f_{(i)}$ を f 、 $\varepsilon_{(i)}$ を ε と表して、改めて、

$$x = \Lambda f + \varepsilon \quad \text{式(2-14)}$$

と記述する。これを変数別に表せば、 $f=(f_1, f_2, \dots, f_m)'$ より、

$$x_j = \lambda_{j1}f_1 + \lambda_{j2}f_2 + \dots + \lambda_{jm}f_m + \varepsilon_j \quad (j=1, \dots, p) \quad \text{式(2-15)}$$

となる。ここで、 m 個の共通因子とそれぞれの変数に固有な独自因子 ε_j ($j=1, \dots, p$) は確率変数とみなされ、それぞれの期待値は 0、すなわち、 $E(f_j)=0$ 、 $E(\varepsilon_j)=0$ と仮定される。

ところで、 m 個の共通因子 f_1, f_2, \dots, f_m の分散は 1、すなわち、 $V(f_j)=1$ と仮定する。したがって、 f_j と f_k の相関関数を φ_{jk} とおけば、

$$\varphi_{jk} = \text{Cov}(f_j, f_k) \quad \text{式(2-16)}$$

となる。ここで、 φ_{jk} を (j, k) 成分とする行列は $\varphi_{jj}=1$ より、

$$\Phi = \begin{bmatrix} 1 & \varphi_{12} & \dots & \varphi_{1m} \\ \varphi_{21} & 1 & \dots & \varphi_{2m} \\ \vdots & & \ddots & \\ \varphi_{m1} & \varphi_{m2} & \dots & 1 \end{bmatrix} = E(ff') \quad \text{式(2-17)}$$

となる。これは因子間相関行列と呼ばれる。

次に式(2-15)のうちから、独自因子成分 ε_j を除いた部分、すなわち共通因子によって説明される部分を、

$$t_j = \lambda_{j1}f_1 + \lambda_{j2}f_2 + \dots + \lambda_{jm}f_m \quad (j=1, \dots, p) \quad \text{式(2-18)}$$

とおけば、式(2-15)は

$$x_j = t_j + \varepsilon_j \quad (j=1, \dots, p) \quad \text{式(2-19)}$$

と記述される。このとき、 t_j の分散は、式(2-17)および式(2-18)を用いることにより、

$$V(t_j) = \sum_k \sum_l \lambda_{jk} \lambda_{jl} \varphi_{kl} = \lambda_j' \varphi \lambda_j \quad \text{式(2-20)}$$

となる。 $V(t_j)$ は、変数 x_j の分散のうち、 m 個の共通因子 f_1, f_2, \dots, f_m で説明される分散で、 x_j の分散 $V(x_j)$ で除した

$$h_j^2 = V(t_j) / V(x_j) \quad \text{式(2-21)}$$

は共通性と呼ばれる。

さらに、 x_i と x_j ($i \neq j$) の共分散は、

$$\sigma_{ij} = \text{Cov}(x_i, x_j) = \text{Cov}(t_i, t_j) = \sum_k \sum_l \lambda_{jk} \lambda_{il} \varphi_{kl} = \lambda_j' \varphi \lambda_j \quad \text{式(2-22)}$$

となる。また、第 j 番目の変数 x_j と第 k 番目の因子 f_k の共分散は次のようになる。

$$\gamma_{jk} = \text{Cov}(x_j, f_k) = \text{Cov}\left(\sum_l \lambda_{jl} f_l + \varepsilon_j, f_k\right) = \sum_l \lambda_{jl} \varphi_{lk} \quad \text{式(2-23)}$$

式(2-23)は第 j 番目の変数の第 k 因子に対する因子構造係数と呼ばれる。

式(2-23)で定義される因子構造係数の平方 $\gamma_{jk}^2 = (\text{Cov}(x_j, f_k))^2$ は第 k 因子 f_k によって説明される変数 x_j の分散の大きさを示すもので、第 k 因子 f_k の変数 x_j の寄与と呼ばれる。したがって、 p 個の変数 $x = (x_1, x_2, \dots, x_p)$ 全体への第 k 因子の寄与は、

$$c_k = \gamma_{1k}^2 + \gamma_{2k}^2 + \dots + \gamma_{pk}^2 \quad (k=1, \dots, m) \quad \text{式(2-24)}$$

となる。寄与の総和は全変数の分散の総和のうち、共通因子により説明される分散の総和を示すもので、各因子の寄与を総和で除したものの、すなわち、

$$p_k = c_k / \sum_{i=1}^m c_i \quad \text{式(2-25)}$$

を共通因子空間における第 k 因子の寄与率という。さらに、第 k 因子までの寄与率の和、 $(p_1 + p_2 + \dots + p_k)$ を累積寄与率という。

(2) 分析方法

水道事業に起因する要因と思われる 15 項目に対して、因子分析を行った。因子負荷量の推定は、共通性の初期値として重相関係数の 2 乗 squared multiple correlation SMC を用いた主因子法で行った。その結果、得られた各因子の固有値及び寄与率（回転前）を表 2-9 に示す。ここで取り扱う因子数は、表 2-9 の結果及び因子の解釈の可能性も考慮し、6 因子とした。

表 2-9 各因子の固有値及び寄与率（回転前）

因子No.	固有値	寄与率	累積寄与率
因子No. 1	7.052	47.0%	47.0%
因子No. 2	1.438	9.6%	56.6%
因子No. 3	1.271	8.5%	65.1%
因子No. 4	0.667	4.4%	69.5%
因子No. 5	0.269	1.8%	71.3%
因子No. 6	0.218	1.5%	72.8%
因子No. 7	0.034	0.2%	73.0%

なお、因子分析モデルには回転の不定性という性質があるため、データとモデルの適合の程度を変えずに解釈可能な因子パターンを回転によって得ることが可能になる。因子の回転には直交回転と斜交回転があるが、因子間に相関関係がある場合は斜交回転が用いられ、因子間に相関がなく独立である場合は直交回転が用いられる。今回、分析対象としているのは、水道水の満足感に対する影響要因と考えられる因子であり、因子間には相関関係があると推測されることから、斜交回転の1種であるプロマックス回転を行い、因子抽出を行った。

(3) 結果

プロマックス回転後の因子パターンを表 2-10 に、因子相関行列を表 2-11 に示す。第 1 因子は「有害化学物質の存在に対する不安」、「有害微生物の存在に対する不安」に対して負荷量が高く、「有害成分に対する不安」に関する因子とした。第 2 因子は「水道局への信頼」、「水道局職員への信頼」、「水質向上への取り組み評価」に対して負荷量が高いことから、「水道への信頼」に関する因子とした。第 3 因子は「受水槽の衛生状態に対する不満」、「給水管の衛生状態に対する不満」に対して負荷量が高いことから、「給水装置の衛生状態に対する不満」に関する因子とした。第 4 因子は「情報提供内容に対する不満」、「情報提供量に対する不満」に対して負荷量が高いことから、「情報提供に対する不満」に関する因子とした。第 5 因子は「カルキ臭に対する不安」、「塩素消毒に対する不満」に負荷量が高いことから、「カルキ臭に対する不安」に関する因子とした。第 6 因子は「浄水処理に関する不満」、「水質管理に対する不満」に負荷量が高いことから、「水道水質管理に対する不満」に関する因子とした。

表 2-10 水道事業に起因する要因の因子パターン（プロマックス回転後）

項目	第1因子 (有害成分に対する不安)	第2因子 (水道への信頼)	第3因子 (給水装置の衛生状態に対する不満)	第4因子 (情報提供に対する不満)	第5因子 (カルキ臭に対する不安)	第6因子 (水道水質管理に対する不満)
有害化学物質の存在に対する不安	0.932	0.001	0.014	0.010	0.048	-0.030
有害微生物の存在に対する不安	0.935	0.020	-0.002	0.009	-0.028	0.044
水道局への信頼	0.080	0.841	-0.039	0.004	0.005	0.051
水道局職員への信頼	-0.012	0.766	0.103	0.151	0.004	-0.147
水道局の水質向上への取り組み評価	-0.038	0.634	-0.095	0.042	0.021	0.204
受水槽の衛生状態に対する不満	0.013	-0.037	0.917	0.001	-0.023	-0.015
給水管の衛生状態に対する不満	-0.003	0.006	0.902	-0.039	0.029	0.004
情報提供内容に対する不満	0.009	0.018	-0.003	0.901	-0.005	-0.020
情報提供量に対する不満	0.012	0.058	-0.005	0.871	0.000	0.018
カルキ臭に対する不安	0.277	0.066	0.040	-0.006	0.598	0.021
塩素消毒に対する不安	0.336	0.034	-0.003	-0.006	0.583	0.019
浄水処理に対する不満	0.105	0.271	-0.018	-0.034	0.075	0.588
水質管理に対する不満	0.123	0.381	0.084	-0.015	-0.013	0.440
水源のきれいさに対する不満	0.077	-0.007	0.180	0.212	0.181	0.077
配水管の衛生状態に対する不満	0.078	0.084	0.395	0.083	0.000	0.356

表 2-11 因子相関行列

	第1因子	第2因子	第3因子	第4因子	第5因子	第6因子
第1因子	1.0000					
第2因子	0.5055	1.0000				
第3因子	0.4208	0.2635	1.0000			
第4因子	0.4201	0.5939	0.4113	1.0000		
第5因子	0.6112	0.4877	0.3912	0.3467	1.0000	
第6因子	0.5665	0.4818	0.3833	0.2449	0.5853	1.0000

「有害成分に対する不安」に関する因子（第1因子）は、「カルキ臭に対する不安」に関する因子（第5因子）、「水道水質管理に対する不満」に関する因子（第6因子）と相関が高かった。また、「カルキ臭に対する不安」に関する因子（第5因子）と「水道水質管理に対する不満」に関する因子（第6因子）も相関が高かった。「水道への信頼」に関する因子（第2因子）は「情報提供に対する不満」に関する因子（第4因子）と相関が高かった。一方、「給水装置の衛生状態に対する不満」に関する因子（第3因子）は、他のいずれの因子とも強い相関は認められなかった。

2.4.4 水道水に対する態度構造の分析

前述の潜在因子の推定結果をもとに、共分散構造分析により、市民の水道水に対する態度構造の分析を行った。データの分析には Amos16.0 を用いた。これ以降に示したモデルの図中の因果係数は全て標準化推定値を示す。

(1) 共分散構造分析¹⁴⁾

共分散構造分析は直接観測できない潜在変数を導入し、その潜在変数と観測変数との間の因果関係を同定することにより社会現象や自然現象を理解するための統計的アプローチであり、構造方程式モデリング (Structural Equation Modeling ; SEM) とも呼ばれる。

2.4.3 で適用した因子分析では、因子の関係性を定義せずに分析し、どのような潜在因子が存在しているかを探索するのに対し、共分散構造分析は因子の構造を予め仮定して分析を行う。

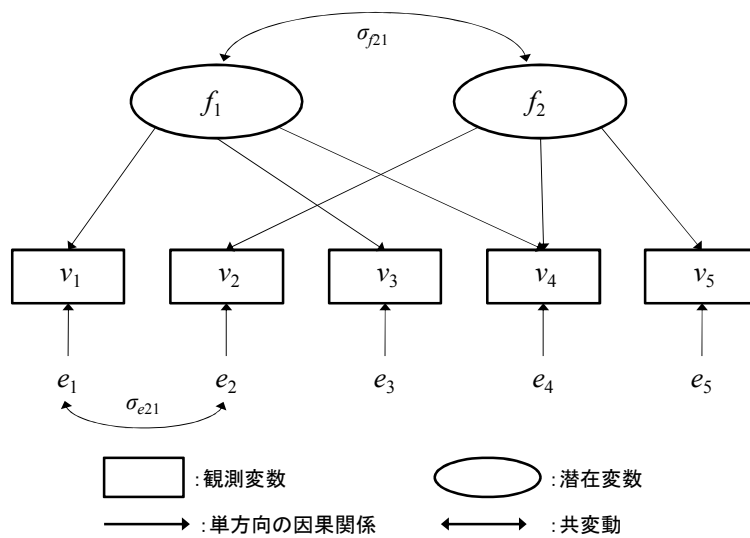


図 2-8 共分散構造モデル

図 2-8 のような共分散構造モデルを考える。潜在変数の構造方程式を

$$t = At + u \tag{式(2-26)}$$

と表現する。ここで t は「構造変数ベクトル」である。構造変数には、構成概念 f と観測変数 v があり、以下のように表現される。

$$t = \begin{bmatrix} f \\ v \end{bmatrix} \tag{式(2-27)}$$

u は外生変数ベクトルである。外生変数には、 f に関する残差変数 d と v に関する残差変数 e があり、以下のように表現される。

$$u = \begin{bmatrix} d \\ e \end{bmatrix} \tag{式(2-28)}$$

係数行列 A は 4 つの行列から構成された

$$A = \begin{bmatrix} A_a & A_d \\ A_b & A_c \end{bmatrix} \quad \text{式(2-29)}$$

である。ここで、

- ・ A_a : 構成概念 f_j から構成概念 f_i への規定力を表現する係数 α_{aij} を ij 要素に配したサイズ $n_f \times n_f$ の係数行列
- ・ A_b : 構成概念 f_j から観測変数 x_i への規定力を表現する係数 α_{bij} を ij 要素に配したサイズ $n_x \times n_f$ の係数行列
- ・ A_c : 観測変数 x_j から観測変数 x_i への規定力を表現する係数 α_{cij} を ij 要素に配したサイズ $n_x \times n_x$ の係数行列
- ・ A_d : 観測変数 x_j から構成概念 f_i への規定力を表現する係数 α_{dij} を ij 要素に配したサイズ $n_f \times n_x$ の係数行列

である。

次に、観測変数の共分散行列をモデルの母数によって構造化する。構造変数ベクトルから観測変数のみを

$$v = Gt \quad \text{式(2-30)}$$

を使って取り出す。式(2-30)を選択方程式という。ここで、

$$G = [0 \quad I] \quad \text{式(2-31)}$$

の定数行列である。共分散構造を導くために、式(2-26)を

$$It = At + u$$

$$(I - A)t = u \quad \text{式(2-32)}$$

と変形する。次に $(I - A)$ に以下のように逆行列が存在することを仮定する。

$$T = (I - A)^{-1} \quad \text{式(2-33)}$$

以上より、構造方程式は

$$t = Tu \quad \text{式(2-34)}$$

となり、式(2-30)に代入して

$$v = GTu \quad \text{式(2-35)}$$

を得る。よって観測変数の共分散構造は

$$\Sigma = E[vv'] = E[Gtu(Gtu)'] = E[GTuu'T'G'] = GTE[uu']T'G' = GT\Sigma uT'G' \quad \text{式(2-36)}$$

となる。

(2) 分析結果

① 飲用水としての満足度と項目別満足度の因果関係

まず、「おいしさ」、「安全性」、「価格」の項目別満足度と「飲用水としての満足度」の間の因果関係について分析を行った。結果を図 2-9 に示す。モデルの適合性について適合性指標 GFI (Good Fit Index) は 1.000 であった。一般的に GFI は 1 に近いほど、説明力は高く、当てはまりがよいとされており¹⁵⁾、図 2-9 で示したモデルの説明力は高いと考えられる。

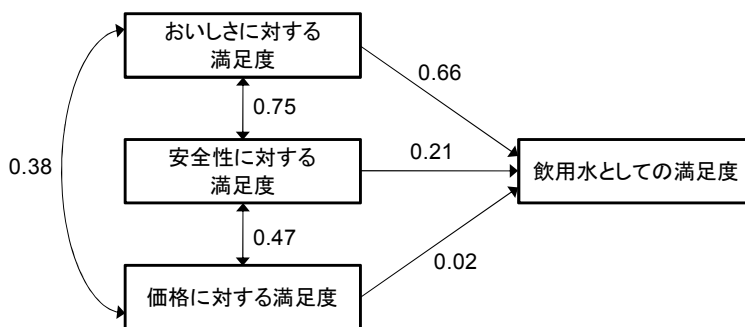


図 2-9 項目別満足度と飲用水としての満足度の関係性 (GFI=1.000)

先に述べた数量化分析の結果と同様、「飲用水に対する満足度」に対しては「おいしさに対する満足度」が最も強く影響しており、「価格に対する満足度」はほとんど影響していなかった。また、「おいしさに対する満足度」と「安全性に対する満足度」は強い相関が見られ、「価格に対する満足度」と「おいしさに対する満足度」及び「安全性に対する満足度」は中程度の相関が見られた。

②6 因子間の因果構造

次に、2.4.3 で抽出した 6 つの因子間の因果構造について分析を行った。水道局からの情報提供は、水道水質や水道プロセス、水道局への評価など様々な要因に影響を及ぼすと考えられることから、「情報提供に対する不満」因子から他の 5 因子に対してのパスを仮定した。また、有害化学物質や有害微生物などに対する不安感はカルキ臭や水道水質管理、給水装置の衛生状態などの評価に影響すると考えられることから、「有害成分に対する不安」因子から、「カルキ臭に対する不安」、「水道水質管理に対する不満」、

「給水装置の衛生状態に対する不満」の3因子へのパスを仮定した。「カルキ臭に対する不安」、「水道水質管理に対する不満」、「給水装置の衛生状態に対する不満」の3因子については、水道水に対する信頼性に影響を及ぼすと考えられることから、上記3因子から「水道への信頼」因子へのパスを仮定し、分析を行った。分析の結果、直接的な影響が小さかったパス（「情報提供に対する不満」→「カルキ臭に対する不安」、「カルキ臭に対する不安」→「水道への信頼」、「給水装置の衛生状態に対する不満」→「水道への信頼」）を除外し、再度分析を行った。その結果、得られた因果モデルを図 2-10 に示す。モデルの適合度について、GFIは 0.931、修正適合性指標 AGFI (Adjusted Good Fit Index)は 0.891、1 自由度当たりのモデル分布と真の分布との乖離を示す RMSEA (Root Mean Square Error of Approximation)は 0.084 となっていた。

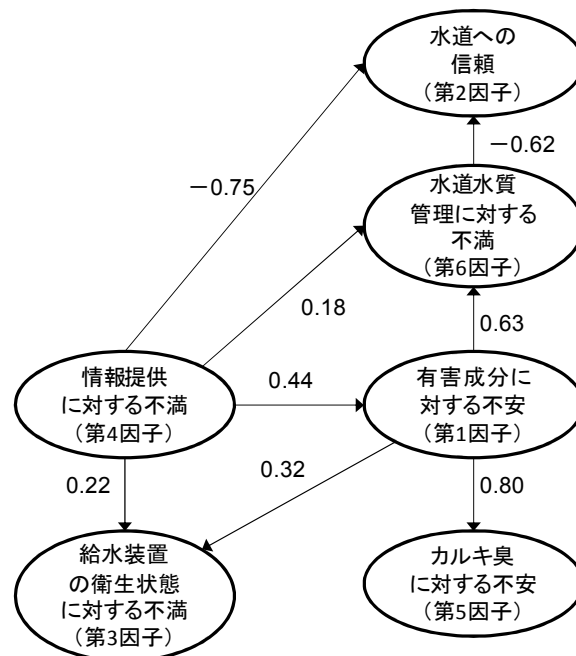


図 2-10 6 因子間の因果構造 (GFI=0.931, AGFI=0.891, RMSEA=0.084)

一般的には GFI、AGFI については 1 に近いほどモデルの説明率が高く良いモデルであると判断され、RMSEA については、0.1 以上であれば適合度が低いとされている¹⁵⁾ことから、図 2-10 に示したモデルは説明力が高く、概ね当てはまりのよいモデルであると言える。

このモデルにおいて、「情報提供に対する不満」因子は「有害成分に対する不安」、「水道への信頼」、「給水装置の衛生状態に対する不満」、「水道水質管理に対する不満」の各因子に対して直接的に影響を及ぼしていたが、中でも「有害成分に対する不安」、「水道への信頼」因子に対する因果係数は、0.44、-0.75 であり、その影響が強く見られた。このことから、適切な情報提供により、有害物質等による健康不安の軽減や、水道事業へ

の信頼回復を図ることができることを示唆している。また、「有害成分に対する不安」因子は「水道水質管理に対する不満」、「給水装置の衛生状態に対する不満」、「カルキ臭に対する不安」の各因子に直接的に影響しており、特に「カルキ臭に対する不安」因子への影響が顕著であった。「水道水質管理に対する不満」因子は「水道への信頼」因子に直接的に影響していた。

③ 飲用水としての満足度と水道水飲用に対する考え方の因果構造

次に、ライフスタイルや社会変化に起因すると考えられる水道水飲用に対する考え方に関する各項目について、因果構造を分析した。

調査を行った6項目のうち、「ミネラルウォーターを飲む方がおしやれ」、「付加価値がない」、「マスコミ報道への信頼」といった評価については、飲用水としての満足度に対してほとんど影響していなかったことから、分析からは除外した。分析結果を図2-11に示す。モデルの適合度を示すGFI=1.000であり、本モデルは良好に適合していると考えられる。

本モデルにおいては、「健康によい」という項目が飲用水としての満足度に最も大きく影響しており、「ライフスタイルと適合している」、「環境負荷が少ない」という項目については、影響は小さかった。また、各項目間の相関を見ると、「ライフスタイルとの適合」と「健康によい」という項目間の相関が強く、「環境負荷が少ない」とその他2つの項目とは弱い相関があった。

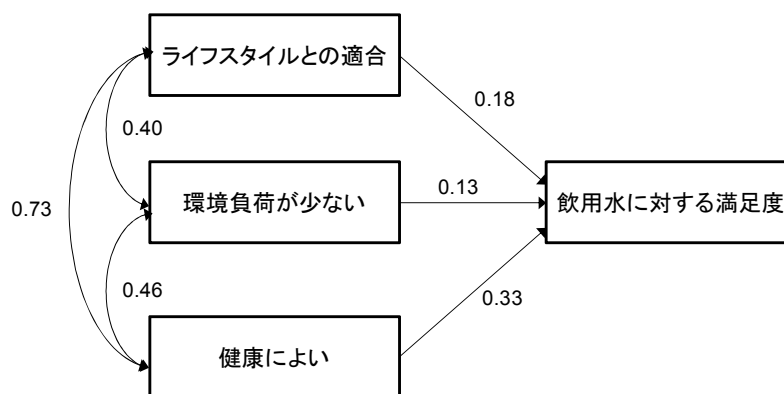


図2-11 飲用水の満足度に対するライフスタイル・社会変化による影響要因の因果構造 (GFI=1.000)

④ 飲用水としての満足度に関する意識構造

以上の結果を総合して、飲用水としての満足度に関する態度構造を検討した。先に述べたように、項目別満足度のうち、「価格に対する満足度」は「飲用水としての満足度」にほとんど影響を及ぼしていなかったことから、これを除外して分析を行った。また、

6 因子の因果構造分析の結果から、「情報提供に対する不満」因子及び「有害成分に対する不安」因子については、その他の因子を介して間接的に満足度に影響を及ぼしていると考えられた。そのため、それらを除く「水道水質管理に対する不満」、「カルキ臭に対する不安」、「給水装置の衛生状態に対する不満」、「水道への信頼」の各因子から「安全性に対する満足度」、「おいしさに対する満足度」に対するパスを仮定し、ライフスタイル・社会変化による要因については、「ライフスタイルとの乖離」、「環境負荷が少ない」、「健康に良い」の3つの観測変数から「飲用水としての満足度」へのパスを仮定して分析を行った。なお、「有害成分に対する不安」に関する因子と「健康に良い」の観測変数との関係について、ここでいう「有害成分に対する不安」とは、水道水中の有害化学物質、有害微生物に由来する水質リスクに対する不安感であり、一方、「(水道水を飲むことは)健康に良い」とは、水分を適度にとることは体に良いという、最近、一般的に言われている意見についての評価である。このように両者の意味する内容は質が異なることから、これらの変数間には特にパスを設定しなかった。

分析の結果、「給水装置の衛生状態に対する不満」因子、「水道への信頼」因子については、「安全性に対する満足度」、「おいしさに対する満足度」のいずれの満足度にも直接的な影響がほとんど見られなかった。また、「ライフスタイルとの乖離」、「環境負荷が少ない」の2つの観測変数については、直接的な影響がほとんど見られなかったことから、これらの因子、変数については分析から除外し、再度分析を行った。その結果、得られた因果構造モデルを図 2-12 に示す。モデルの適合度については、GFI=0.898、AGFI=0.831、RMSEA=0.116 であり、適合性は若干劣るものの、概ね良好であると考えられる。なお、図 2-9~11 に示したモデルは、飲用水に対する満足度に対する個別要因の影響を示したモデルであり、一方、図 2-12 に示したモデルはそれら全てを勘案した総合的なモデルとなっていることから、モデル構造や、用いた観測変数、潜在変数が異なる。このため、各因子の因果係数についても、数値が異なっている。

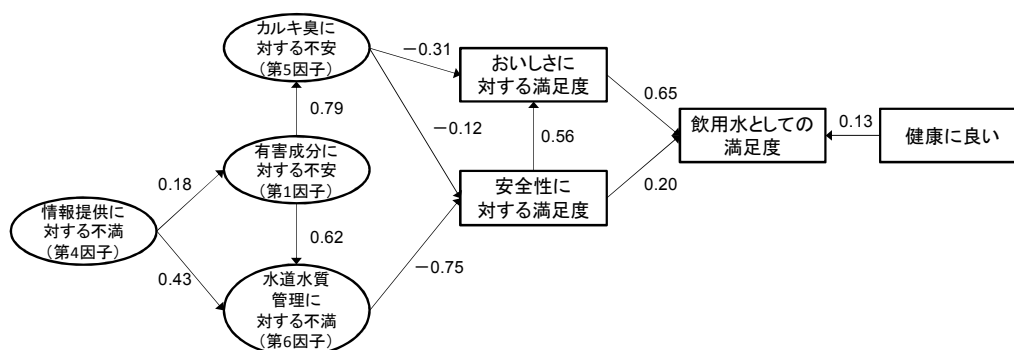


図 2-12 飲用水としての満足度に対する態度構造
(GFI=0.898, AGFI=0.831, RMSEA=0.116)

本モデルにおいて、「安全性に対する満足度」は「水道水質管理」因子、及び「カルキ臭に対する不安」因子から直接的な影響を受けており、その因果係数は-0.75、-0.12であった。これは、「安全性に対する満足度」の変動が、「水道水質管理」因子、「カルキ臭に対する不安」因子により、それぞれ $(-0.75)^2=56.2\%$ 、 $(-0.12)^2=1.4\%$ 規定されているということを示している。このことは、安全性に対する満足度は水道水質管理に対する評価に強く影響を受けており、水道水質管理の評価を改善することで安全性に対する満足度を向上させられる可能性があることを示唆している。

一方、「おいしさに対する満足度」は、「カルキ臭に対する不安」因子、「安全性に対する満足度」から直接的な影響を受けており、その因果係数は-0.31、0.56であった。すなわち、「カルキ臭に対する不安」因子は9.6%、「安全性に対する満足度」は31.4%、「おいしさに対する満足度」の変動を規定しており、カルキ臭に対する不安を低減し、安全性に対する満足度を向上すれば、おいしさに対する評価が高めると言える。

「飲用水としての満足度」は「おいしさに対する満足度」、「安全性に対する満足度」、「健康に良い」という3つの観測変数から直接的な影響を受けており、その因果係数はそれぞれ0.65、0.20、0.13であった。これは「おいしさに対する満足度」が42.2%、「安全性に対する満足度」が4.0%、「健康に良い」という観測変数が1.7%、それぞれ「飲用水としての満足度」の変動を規定することを示しており、「おいしさに対する満足度」が「飲用水としての満足度」に直接的に強く影響していることが確認された。一方、「安全性に対する満足度」については、直接的な影響は弱いものの、「おいしさに対する満足度」を通じて間接的な効果も有していることから、「飲用水に対する満足度」に対して一定の影響を有していた。これらに対し、「健康に良い」という評価の影響は小さく、水道水の飲用水としての満足度を規定するのは、水道に起因する要因が大半を占めることが確認された。

2.5 考察

本章では、数量化Ⅱ類分析、因子分析、共分散分析の手法を用いて、水道水に対する態度形成に影響する要因について分析した。今回の調査は、水道事業に起因する要因だけでなく、水道飲用に対する考えなどライフスタイル・社会変化に起因すると思われる要因も含めた検討を行ったことが特徴である。分析の結果、水道水の飲用水としての満足度を規定する要因としては、水道事業に起因するものが大半を占め、ライフスタイルや社会変化に起因する要因はほとんど影響していなかった。すなわち、市民の水道に対する評価はライフスタイルや社会変化などにはあまり影響されておらず、水道プロセスや水道水質など、主に水道事業に起因する要因によって評価されており、水道事業者が適切な対応策を講じることにより、市民の水道水に対する満足度は改善しうることを示すことができた。

また、飲用水としての満足度には「安全性」に対する満足度よりも「おいしさ」に対

する満足度が大きく寄与しており、「価格」に対する満足度はほとんど影響していなかった。「価格」に対する満足度は「安全性」に対する満足度や「おいしさ」に対する満足度との相関も低かったことから、価格に対する満足度については、水道水質以外の要因の影響が大きいと考えられる。

「おいしさ」に対する満足度に対しては、「カルキ臭に対する不安」因子、「安全性」に対する満足度が直接的に影響していた。一方、「安全性」に対する満足度に対しては「水道水質管理に対する不満」因子の寄与が大きかった。

これまでも、水道水の満足度や評価に影響する要因について研究が行われている。Suffetら¹⁶⁾は消費者が水道水質に不満を抱く主な要因は塩素による異臭味の認知であると報告している。Mackeyら¹⁷⁾は、水道水の味や臭気については、必ずしも水道水質に対する信頼性の低下には結びつかないが、水道水の味に関して否定的な意見を持たない消費者は、異臭味を感じている消費者よりも、水道水質についてもより肯定的な評価をする傾向にあると報告している。また、Doria¹⁸⁾は水道水質の認知に関する過去の様々な報告についてレビューを行い、水道水の評価に対しては、主に、味、におい、色、濁りなどの感覚的な情報が影響しており、中でも味が大きく影響していたと報告している。本章での分析においても、「おいしさ」が水道水の飲用水としての満足度の規定要因としては最も大きく影響しており、「おいしさ」に対する満足度には「カルキ臭に対する不安」が直接的に、「水道水質管理に対する不満」が間接的に影響を及ぼしていることを示した。

従来、水道事業体では、安全な水道水の供給を目標とした水質管理が実施されており、特に塩素消毒が水道法で義務付けられている日本においては、塩素による異臭味については、あまり問題とされてこなかった。しかし、今回の結果は、飲用水としての評価改善のためには、安全性確保のための水道水質管理に加え、異臭味の改善に取り組む必要があることを示唆しており、今後は塩素により生じる異臭味、いわゆるカルキ臭を解消していくことが水道水に対する満足度向上に大きく寄与するものと考えられる。

また「水道水質管理に対する不満」、「カルキ臭に対する不安」の各因子の変動には、有害物質や有害微生物などによる「有害成分に対する不安」因子が影響しており、「有害成分に対する不安」因子、「水道水質管理に対する不満」因子の変動には、「情報提供に対する不満」因子が影響していた。つまり、水道水中の有害物質の存在状況や水道水質管理の手法を市民にわかりやすく情報提供していくことで、水道飲用による健康への不安感が軽減し、その結果、水道に対する異臭味や水道水質管理に対する評価の改善を図ることができるということであり、情報提供も間接的に水道水の満足度向上に寄与することができると言える。

最近、市民の水道水の直接飲用率低下を受け、多くの水道事業体がボトル水の販売などPRにも力を入れているが、今回のアンケートでは、半数近くの回答者が水道局からの情報提供が不十分であると回答しており、水道水に対する認識改善には、水道水質に

関して市民に伝わるような情報提供の手法を検討していくことが重要であると考えられる。

なお、従来、水道水に対する不満の主な要因として挙げられてきた「水源」、「給水装置の衛生状態に対する不満」、「水道に対する信頼」などの項目に関しては、今回の分析においては、水道水の満足度にほとんど寄与していなかった。このように、不満が高い項目間で、満足感に対する寄与の程度に差が出た理由については今後の検討課題である。

2.6 結語

本章では、数量化Ⅱ類分析や、因子分析、共分散分析などの多変量解析手法を用いて、水道水に対する態度形成に影響する要因について分析を行った。

本章で得られた知見を以下に示す。

(1) 飲用水としての満足度への各種要因の影響評価

- ① 数量化Ⅱ類分析により、「おいしさ」、「安全性」及び「価格」の3つの項目別満足度と飲用水としての満足度の関係を分析した結果、「おいしさ」に対する満足度の寄与が約7割程度と非常に大きく、「価格」に対する満足度はほとんど寄与していなかった。
- ② 水道の各プロセスで、飲用水の満足度に最も大きく影響しているのは、「浄水処理」であり、水質関係項目では、「カルキ臭」の寄与が大きく、ライフスタイル・社会変化に起因すると思われる要因では、「健康によい」という評価が大きく影響していた。

(2) 水道事業に起因する影響因子の抽出と因果構造

- ① 因子分析法により、飲用水としての満足度に影響する水道事業に起因する要因として、「有害成分に対する不安」、「水道への信頼」、「給水装置の衛生状態に対する不満」、「情報提供に対する不満」、「カルキ臭に対する不安」、「水道水質管理に対する不満」の6因子が抽出された。
- ② 抽出した6因子の因果構造を分析したところ、「情報提供に対する不満」因子は「カルキ臭に対する不安」を除く他の4因子全てに直接的な影響をもたらしていた。また、「有害成分に対する不安」因子は「カルキ臭に対する不安」、「水道水質管理に対する不満」、「給水装置の衛生状態に対する不満」の各因子に直接的に影響しており、「水道への信頼」因子に対しては「水道水質管理に対する不満」因子が影響していた。

(3) 水道水に対する市民の態度構造

- ① 水道事業に起因する要因、ライフスタイル・社会変化に起因すると考えられる

要因を総合して因果分析を行った結果、飲用水としての満足度には、「おいしさ」に対する満足度が大きく影響しており、「おいしさ」に対する満足度に対しては、「カルキ臭に対する不安」因子、「安全性」に対する満足度の寄与が大きく、「安全性」に対する満足度に対しては「水道水質管理に対する不満」因子の寄与が大きかった。

- ② 「情報提供に対する不満」因子は、「有害成分に対する不安」因子、「水道水質管理に対する不満」因子を通じ、間接的に「おいしさ」、「安全性」の満足度に影響をもたらしていた。

(4) 水道水に対する市民態度への水道事業に起因する要因の寄与

飲用水としての満足度に影響をもたらしているのは、水道事業に起因する要因がほとんどであり、ライフスタイル・社会変化に起因すると考えられる要因については影響が小さいことを示した。

参考文献

- 1) 厚生労働省：水道ビジョン改訂版，pp.43-44，2008
- 2) 高橋正彦，亀山秀雄：水道施設の更新におけるアセットマネジメント及び P2M 手法適用の考察，国際プロジェクト・プログラムマネジメント学会誌，Vol.5, No.1, pp.53-63, 2010
- 3) Hu, Z., Morton, L. W., Mahier, R. L.: *Bottled water; United States consumers and their perceptions of water*, International Journal of Environmental Research and Public Health, Vol.8, Issue2, pp.565-578, 2011
- 4) Doria, M. F.: *Bottled Water versus tap water: Understanding consumer's preferences*, Journal of Water Health, Vol.4, Issue 2, pp.271-276, 2006
- 5) 内閣府：水に関する世論調査，2008
- 6) 朝日ちさと，萩原清子：都市環境におけるリスク評価に関する一考察－水道水の場合－，環境システム研究，Vol.27, pp.395-401, 1999
- 7) Proulx, F., Rodriguez, M. J., Serodes, J. B., Miranda, L. F.: *Factors Influencing public perception and use of municipal drinking water*, Water Science and Technology : Water supply, Vol.10, Issue 3, pp.472-485, 2011
- 8) Jardine, C., Gibson, N., Hrudey, S. E.: *Detection of odour and health risk perception of drinking water*, Water Science and Technology, Vol.40, No.6, pp.91-98, 1999
- 9) Levallois, P., Grondin, J. and Gingras, S.: *Evaluation of Consumer Attitudes on Taste and Tap Water Alternatives in Quebec*, Water Science and Technology, Vol.40, No.6, pp.135-140,

1999

- 10) 伊藤禎彦, 平山修久, 城征司, 越後信哉, 大河内由美子: 水道水に対する満足感の因果モデル構築と満足感向上策に関する考察, 水道協会雑誌, Vol.76, No.4, pp.25-37, 2007
- 11) ミツカン水の文化センター: 水に関わる生活意識調査第12回調査, 2006
- 12) 大阪市水道局: おいしい水計画アクションプラン, 2007
- 13) 柳井晴夫, 繁榊算男, 前川眞一, 市川雅教: 因子分析ーその理論と方法ー, 264p., 朝倉書店, 1990
- 14) 豊田秀樹: 共分散構造分析[入門編], 325p., 朝倉書店, 1998
- 15) 朝野熙彦, 鈴木督久, 小島隆矢: 入門 共分散構造分析の実際, pp.118-122, 講談社, 2005
- 16) Suffet, I. H., Mallevalle, J., Kawczynski, E. : *Advances in Taste-and-odor Treatment and Control*, Col.:AwwaRF / Lyonnaise des Eaux, 1995
- 17) Mackey, E. D., Baribeau, H., Fonseca, A. C., Davis, J., Brown, J., Boulos, L., Crozes, G.: *Public Perception of Tap Water Chlorinous Flavor*, Denver, Col.:AwwaRF, 2004
- 18) Doria, M. F.: *Factors influences public perception of drinking water quality*, Water Policy, No.12, pp.1-19, 2010

第3章 潜在心理特性を考慮した水道水に対する市民ニーズの分析

3.1 本章の目的

近年、水道事業体では、水道水の直接飲用率の低下、いわゆる水道離れが問題となっており、国内外を問わず、飲用促進に向け、様々な取り組みが行われている¹⁾³⁾。しかしながら、市民のライフスタイルが大きく変化する中、市民の水道に対するニーズも多様化している。こうした状況に適切に対応していくためには、まず、市民のニーズを適切に把握し、今後の水道事業運営や施設整備にどのように反映するかを精査する必要があるが、これらの課題については、十分検討されているとは言えない状況である。

近年は、民間企業のみならず、国や地方公共団体においても、市民、住民の満足度が重視されるようになり、社会資本整備においても、市民とのコミュニケーションを進めつつ、合意形成を図ることが従来以上に求められている⁴⁾が、このような社会資本整備のための投資に対し、市民との認識共有を図るには、市民ニーズを定量化し、それに基づき、改善策の比較検討を行う必要がある。

これまでも、様々な水道事業体で水道水の満足度調査は実施されており、それに基づいた施策の評価も行われている。しかし、同じ地域に居住していても、生活環境などの違いによって、1つの事象についても感じ方が異なったり、同じ環境におかれた場合でも、個人の特性によって満足感や不安感の感じ方には大きな違いがあったりと、個人の評価は、それぞれのバックグラウンドや心理特性に大きく影響を受けることから、それを単純に比較し、評価することは難しい。

教育・心理測定分野ではこうした個人の様々な特性を定量的に評価する方法について研究されているが、人間の心理的特性は物理的な特性と異なり、直接的な定量が不可能である。このため、「テスト」もしくは「アンケート」として、多くの人に同一の課題、質問を行い、それに対する反応の相違から、被験者の個人差を測定し、個人あるいは集団の能力や特性の客観的な評価が行われている。

このように質問紙検査によって心理データを尺度化し定量評価する手法の1つに項目反応理論 (Item Response Theory) がある。項目反応理論は従来教育・心理学分野を中心に個人の能力や特性を分析する手法として発展してきたものであるが、近年は、駅利用者等、市民のニーズ分析などにも使用されている⁵⁾。

本研究では、市民の水道回帰のための施策の有効性を定量的に議論するために、項目反応理論を適用し、水道水質に対する不満や要望を尺度化し、分析するとともに、水道水質に対する市民ニーズの特徴について分析を行った。

3.2 項目反応理論⁶⁾

3.2.1 項目反応理論の概要

教育分野では、個人の能力を測定するために、様々なテストが行われている。また、心理学の分野においても、様々な構成概念を創出し、それを操作的に定義し、客観的に測定することで、被験者の行動や心理を測定することが行われている。従来、このような測定の多くは古典的テスト理論にその理論的根拠を求めてきた。

古典的テスト理論は、観測値＝真の得点＋測定誤差という基本式を出発点としており、わかりやすく実用的なテスト理論として広く普及している。しかし、この理論を用いて得られた結論はテストを受験した特定の被験者集団の特性に依存すること、また、非平行テストによって測定された 2 群の人々の属性を比較することが不可能であるなどの問題点も抱えている。

項目反応理論はこうした従来の古典的テスト理論では取り扱えない問題に対しても有効な解決法を与えるものとして近年注目を集めているテスト理論である。

古典的テスト理論では、個人の得点として、正答項目数を用いるが、項目反応理論では、テスト項目に対する正誤反応パターンから潜在特性尺度上の値として個人の能力・特性を推定することができる。この他、異なる尺度値を持つ個人ごとに測定精度を評価できること、回答する項目が被験者間で異なる場合でも同一特性尺度上で測定結果を表示することが可能となるなど、多くの利点を有しており、現在では、学力測定以外に、態度、興味、パーソナリティ、さらには組織心理などの測定にも項目反応理論が用いられるようになっている。

項目反応理論では、テストや質問紙に対する被験者の反応は、項目の特徴を表す項目母数 (Item parameter) と被験者の能力や性格などを表す潜在特性 (latent trait) の関数で表現され、項目への応答確率と潜在特性尺度との関係は「項目特性曲線 (Item Characteristic Curve ; ICC)」と呼ばれる単調増加曲線で記述される。すなわち潜在特性尺度値の高い被験者が低い被験者よりもその項目に正答する確率が高く、逆に潜在特性尺度値が低い被験者が高い被験者よりもその項目に正答する確率が低いことを表している。

項目特性曲線はロジスティック曲線で仮定されることが多く、ロジスティック曲線で仮定されたモデルは「ロジスティックモデル」という。ロジスティックモデルの項目特性曲線の例を図 3-1 に示す。

ロジスティックモデルでは、項目 j の特性は、潜在特性尺度値を θ 、反応 (正答) する確率 $P_j(\theta)$ とすると、

$$P_j(\theta) = \{1 + \exp[-1.7a_j(\theta - b_j)]\}^{-1} \quad \text{式(3-1)}$$

と表される。

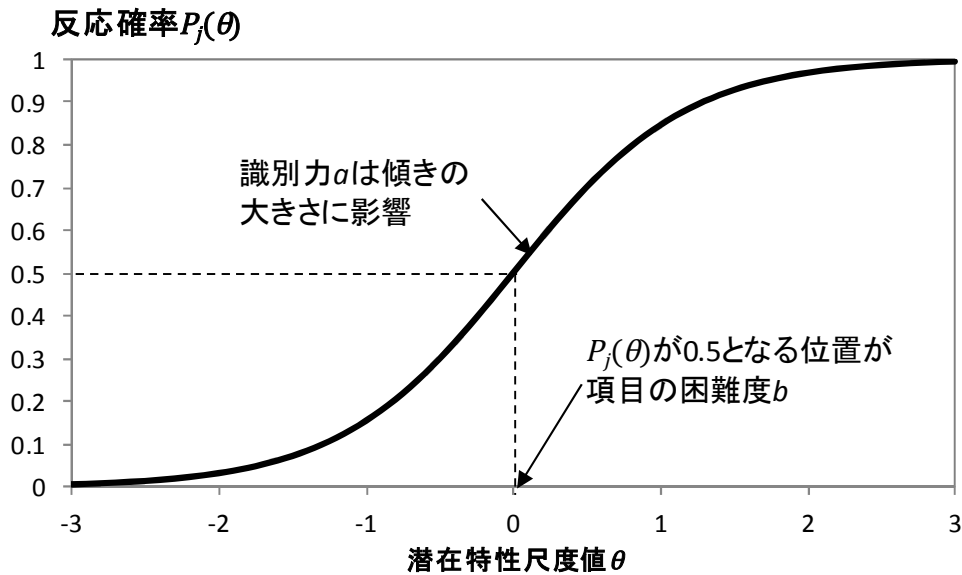


図 3-1 項目特性曲線 (ICC) (ロジスティックモデル)

ここで a_j 及び b_j は曲線の形状を決定するパラメータで、 a_j は識別力パラメータ (discrimination parameter)、 b_j は困難度パラメータ (difficulty parameter) と呼ばれる。 a_j は曲線の立ち上がりの強さを、 b_j は横軸上における曲線の位置を表わす。なお、 b_j はこの曲線の変曲点に当たり、

$$P_j(b_j) = 0.5 \quad \text{式(3-2)}$$

であり、 a_j は変曲点における微分係数の定数倍になる。

ロジスティックモデルでは、パラメータ a_j 及び b_j によって曲線の形状が完全に決まる。すなわち項目 j の特性がパラメータ a_j 及び b_j によってすべて記述されることになる。これらのパラメータは質問項目ごとに固有の数値を示し、それらを比較することで、各項目の特性を知ることができる。

例えば、2つの項目 i, j の特性曲線について考えると、パラメータ $a_i = a_j$ 、 $b_i < b_j$ の場合 (図 3-2)、項目 j の曲線の方が項目 i の曲線よりも全体として右側に寄っている。この時、特性尺度値が θ_0 の被験者については、 $P_i(\theta_0) > P_j(\theta_0)$ であるから、項目 i の方が項目 j よりも正答する確率が高い、すなわち、項目 j の方が項目 i よりも難しいと言える。

次に、パラメータ $b_i = b_j$ 、 $a_i < a_j$ の場合 (図 3-3) を見ると、項目 j の曲線の方が変曲点前後での傾きが急になっており、 $P_j(\theta_2) - P_j(\theta_1)$ と $P_i(\theta_2) - P_i(\theta_1)$ を比較すると、 $P_j(\theta_2) - P_j(\theta_1)$ の方が大きくなっている。すなわち、パラメータ a の値が大きい項目は変曲点の前後で特性尺度値の違いをより明確に識別できると言える。

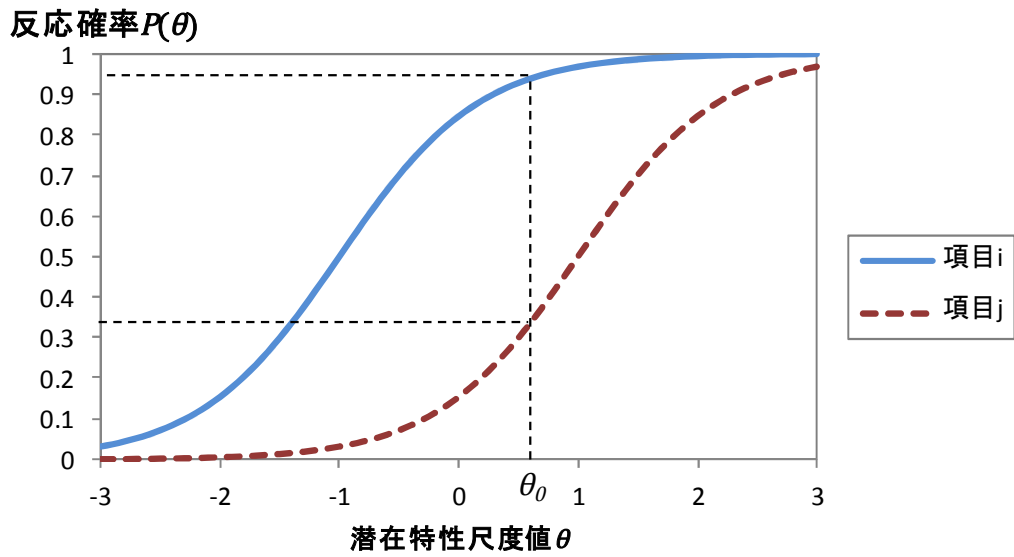


図 3-2 項目特性曲線 (パラメータ $a_i=a_j$ 、 $b_i<b_j$ の場合)

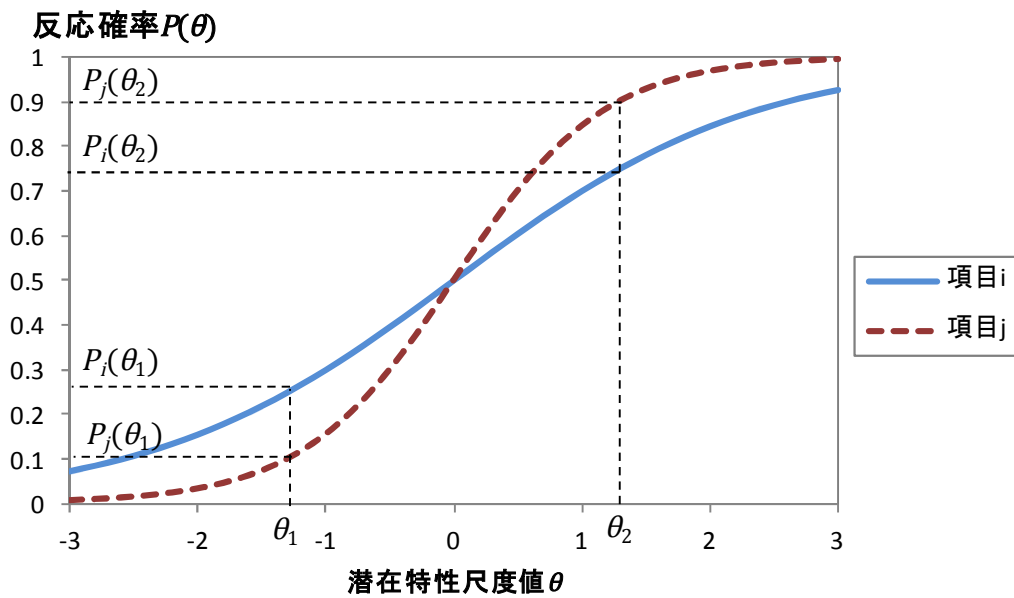


図 3-3 項目特性曲線 (パラメータ $b_i=b_j$ 、 $a_i<a_j$ の場合)

次に、 n 項目から構成されるテストで被験者 i が特定の項目反応パターン $u = (u_1, u_2, \dots, u_n)$ を示す確率について考える。

項目反応理論では、「被験者のある項目に対する反応は他のいずれの項目に対する反応とも独立に生じる」ことを仮定する。これは「局所独立の仮定」と呼ばれ、ある被験者について、項目 j に正答したかが、項目 k に正答するか誤答するかに全く影響しないという仮定である。この仮定は、項目間に特別な関係、例えば項目 j の結果を使って項目 k に回答するということがない限り成立する現実的な仮定である。潜在特性尺度値が θ である被験者が項目 j に正答する確率は式(3-1)より、 $P_j(\theta)$ であり、誤答する確率 $Q_j(\theta)$ は $Q_j(\theta) = 1 - P_j(\theta)$ と表すことができる。この時、テストの n 項目に (u_1, u_2, \dots, u_n) という反応（各 u_i は「反応あり」なら 1、「反応なし」なら 0）をする確率は、

$$\text{Prob}(u_1, u_2, \dots, u_n | \theta) = \prod_{j=1}^n P_j(\theta)^{u_j} Q_j(\theta)^{1-u_j} \quad \text{式(3-3)}$$

で表される。

また、実際のテストやアンケート調査では、得られた被験者の項目反応パターンを基に個人の潜在特性尺度値を推定する。

今、 n 項目で構成されるテストを N 名の被験者に対して実施した結果を、反応ありならば 1、反応なしならば 0 で表すとすると、図 3-4 のような項目反応行列 U が得られる。

	1	2	⋯	⋯	⋯	⋯	⋯	n	
1	0	1	⋯	⋯	⋯	⋯	⋯	1	θ_1
2	1	1	⋯	⋯	⋯	⋯	⋯	0	θ_2
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
N	1	0	⋯	⋯	⋯	⋯	⋯	1	θ_N
	a_1	a_2	⋯	⋯	⋯	⋯	⋯	a_n	
	b_1	b_2	⋯	⋯	⋯	⋯	⋯	b_n	

図 3-4 項目反応行列

ここで被験者 i の項目 j に対する反応を u_{ij} と表すと、

$$u_{ij} = \begin{cases} 1 & (\text{反応あり}) \\ 0 & (\text{反応なし}) \end{cases} \quad \text{式(3-4)}$$

となり、被験者 i の n 項目に対する項目反応パターンを、

$$u = (u_{i1}, u_{i2}, \dots, u_{in}) \quad \text{式(3-5)}$$

とすると、潜在特性尺度値が θ_i である被験者 i がそのような反応パターンを示す確率は局所独立の仮定より、

$$\text{Prob}(u_i | \theta_i) = \prod_{j=1}^n P_j(\theta)^{u_{ij}} Q_j(\theta)^{1-u_{ij}} \quad \text{式(3-6)}$$

被験者 N 名について、相互に独立に項目反応が得られることから、潜在特性尺度値が $\theta_1, \theta_2, \dots, \theta_N$ である被験者集団から項目反応行列 U が得られる確率は、

$$\text{Prob}(U | \theta_1, \theta_2, \dots, \theta_N) = \prod_{i=1}^N \text{Prob}(u_i | \theta_i) = \prod_{i=1}^N \prod_{j=1}^n P_j(\theta)^{u_{ij}} Q_j(\theta)^{1-u_{ij}} \quad \text{式(3-7)}$$

となる。式(3-7)は U の $(\theta_1, \theta_2, \dots, \theta_N)$ による条件付確率を示しているが、さらにこれは項目パラメータ $a=(a_1, a_2, \dots, a_n)$ 及び $b=(b_1, b_2, \dots, b_n)$ によっても条件づけられていることから、それを明示すると、

$$\text{Prob}(U | a, b, \theta_1, \theta_2, \dots, \theta_N) = \prod_{i=1}^N \prod_{j=1}^n P_j(\theta)^{u_{ij}} Q_j(\theta)^{1-u_{ij}} \quad \text{式(3-8)}$$

となる。式(3-8)は、 a, b 及び $\theta_1, \theta_2, \dots, \theta_N$ が与えられた時に U が得られる確率を示しているが、実際にデータが得られるのは、 U のみであり、 a, b 及び $\theta_1, \theta_2, \dots, \theta_N$ は未知であるため、 a, b 及び $\theta_1, \theta_2, \dots, \theta_N$ を変数として、観測された項目反応行列 U が最も生起しやすい値を求め、項目パラメータ及び被験者の特性尺度値の推定値とする。

すなわち尤度関数、

$$L(U | a, b, \theta_1, \theta_2, \dots, \theta_N) = \prod_{i=1}^N \prod_{j=1}^n P_j(\theta)^{u_{ij}} Q_j(\theta)^{1-u_{ij}} \quad \text{式(3-9)}$$

を最大にする a, b 及び $\theta_1, \theta_2, \dots, \theta_N$ を求める。実際の計算では、式(3-9)の対数を取り、

$$\ln L(U|a, b, \theta_1, \theta_2, \dots, \theta_N) = \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^n \{u_{ij} \ln P_j(\theta_i) + (1 - u_{ij}) \ln Q_j(\theta_i)\} \quad \text{式(3-10)}$$

を最大にする a, b 及び $\theta_1, \theta_2, \dots, \theta_N$ を求め、項目パラメータの最尤推定値とする。

3.2.2 段階反応モデル

3.2.1 では、観測変量が 2 値型のモデルを扱ったが、観測変量が多値型のモデルも存在する。多値型の反応が、段階的なカテゴリで与えられる場合は、段階反応モデルが適用される^{7), 8)}。

いま、被験者の反応が $\{1, 2, 3, 4\}$ の 4 段階で得られ、特性尺度値が大きい被験者ほど、カテゴリ 4 に、小さい被験者ほどカテゴリ 1 に反応する確率が高くなるものとする。この時、3.2.1 で述べた 2 パラメータロジスティックモデルにおける項目特性曲線と同様に、各項目のカテゴリごとに特性尺度値と当該カテゴリに反応する確率との関係を表す項目反応カテゴリ曲線(Item Response Category Characteristic Curve; IRCCC)を設定する。しかし、全ての IRCCC を統一的に表現できる関数が存在しないため、境界特性曲線(Boundary Characteristic Curve; BCC)を設定し、それにロジスティック曲線を仮定する。BCC は特性尺度値と当該カテゴリ以上の値を持つカテゴリに反応する確率との関係を表す。

特性尺度値が θ で、カテゴリ $\{1, 2, 3, 4\}$ のいずれかに反応する確率を $P^*_0(\theta)$ 、カテゴリ $\{2, 3, 4\}$ のいずれかに反応する確率を $P^*_1(\theta)$ 、カテゴリ $\{3, 4\}$ のいずれかに反応する確率を $P^*_2(\theta)$ 、カテゴリ $\{4\}$ に反応する確率を $P^*_3(\theta)$ 、いずれにも反応しない確率を $P^*_4(\theta)$ として、 $P^*_1(\theta)$ 、 $P^*_2(\theta)$ 、 $P^*_3(\theta)$ にロジスティック曲線を仮定すると、

$$P^*_k(\theta) = [1 + \exp\{-Da(\theta - b_k)\}]^{-1} \quad \text{式(3-11)}$$

$$k = 1, 2, 3$$

で表される。パラメータ a は同一項目の BCC では同じ値をとることが仮定される。なお、 $P^*_0(\theta)$ は常に 1.0、 $P^*_4(\theta)$ は常に 0.0 であるが、モデル表現上の必要性から設定されているものである。BCC の例を図 3-5 に示す。

このように BCC を定義すると、各カテゴリの IRCCC は BCC の差で表される。

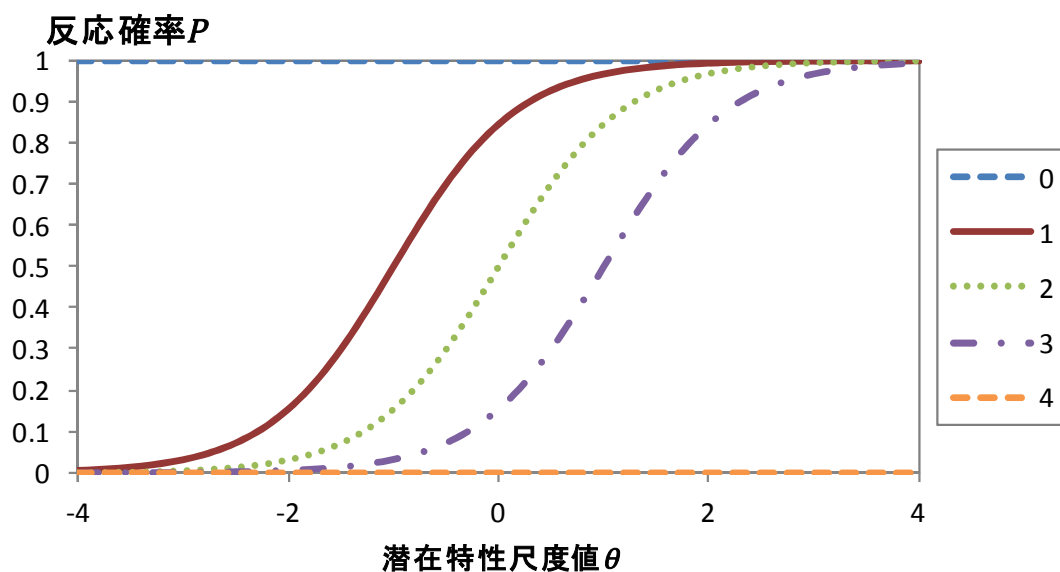


図 3-5 境界特性曲線 (BCC) の例

カテゴリ {1} に反応する確率は、

$$P_1(\theta) = P_0^*(\theta) - P_1^*(\theta) \quad \text{式(3-12)}$$

カテゴリ {2} に反応する確率は、

$$P_2(\theta) = P_1^*(\theta) - P_2^*(\theta) \quad \text{式(3-13)}$$

カテゴリ {3} に反応する確率は、

$$P_3(\theta) = P_2^*(\theta) - P_3^*(\theta) \quad \text{式(3-14)}$$

カテゴリ {4} に反応する確率は、

$$P_4(\theta) = P_3^*(\theta) - P_4^*(\theta) \quad \text{式(3-15)}$$

で与えられる。

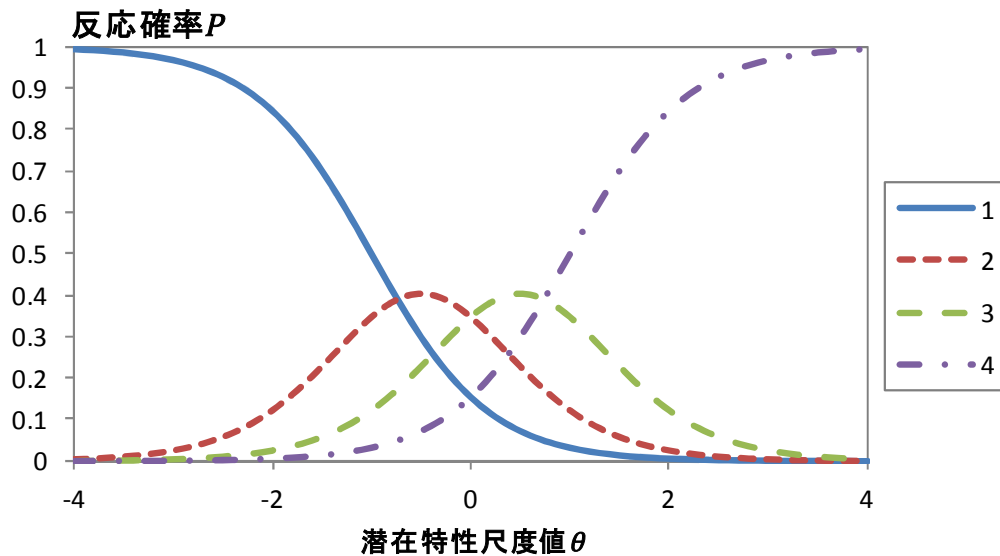


図 3-6 項目反応カテゴリ特性曲線 (IRCCC) の例 (4 値型)

したがって IRCCC の具体的な曲線形は図 3-6 に示したように、カテゴリ 1 が右下がりの単調減少型、カテゴリ 2 及び 3 が左右対称な単峰型、カテゴリ 4 が右上がりの単調増加型になる。各カテゴリの位置を表すのに、カテゴリ 1 及び 4 については、IRCCC の確率 0.5 に対応する θ の値を、カテゴリ 2 及び 3 については、IRCCC のピークに対応する θ の値を用いる。

カテゴリ 1 から 4 の位置を b_1' 、 b_2' 、 b_3' 、 b_4' とすると、これらは BCC のパラメータを用いて、

$$b_1' = b_1 \quad \text{式(3-16)}$$

$$b_2' = (b_1 + b_2)/2 \quad \text{式(3-17)}$$

$$b_3' = (b_2 + b_3)/2 \quad \text{式(3-18)}$$

$$b_4' = b_3 \quad \text{式(3-19)}$$

で得られる。なお、ここでは 4 値型を例として紹介したが、3 値型の場合は、IRCCC はカテゴリ 1 が右下がりの単調減少型、カテゴリ 2 及び 3 が左右対称な単峰型、カテゴリ 4 が右上がりの単調増加型になり、カテゴリの位置は、 b_1 、 $(b_1+b_2)/2$ 、 b_2 となる。

3.3 分析対象

本章では、2章と同様に、大阪市水道局が平成19年度に実施したインターネットアンケートの結果を用いた。

当該アンケートは、水道水に対する市民態度の形成に影響する様々な要因を総合的に調査することを目的に実施されたものであるが、本章では、当該アンケートの調査項目の内、水道プロセス、水道水質、及び水道局からの情報提供に対する評価と水道水飲用のための改善要望に関する回答を分析対象とした。分析対象とした調査項目を表3-1に示す。

表 3-1 分析対象とした調査項目

	不満(満足度)調査項目	要望調査項目
水道プロセス	水源のきれいさ	水源の水質改善
	浄水処理	新たな浄水処理技術の導入
	配水管の衛生状態	配水管の早期取替
		配水管の定期洗浄
	給水管の衛生状態	給水管の定期点検
		給水管の定期洗浄
	受水槽の衛生状態	受水槽の定期点検
受水槽の定期洗浄		
水質管理	水質管理の強化	
水道水質		
有害化学物質の存在		
有害微生物の存在		
情報提供	塩素消毒	カルキ臭の解消
	カルキ臭	
情報提供	情報提供量	わかりやすい情報提供
	情報提供内容	水道プロセスの積極的な情報公開

水道プロセスについては、水源から家庭の蛇口に届くまでの各プロセスに対する認識を問うため、「水源のきれいさ」、「浄水処理」、「配水管の衛生状態」、「給水管の衛生状態」、「受水槽の衛生状態」、「水質管理」についての評価について回答を求めた。水道水質については、水道水質については、市民の水質に対する評価に影響すると考えられる「有害化学物質の存在」、「有害微生物の存在」、「塩素消毒」、「カルキ臭」について評価を求めた。また、水道事業者からの情報提供に関しては、「水道局からの情報提供量」、「情報提供内容」について評価を求めた。

一方、それらに対応する改善要望として、「水源の水質改善」、「新たな浄水処理技術の導入」、「配水管の早期取替」、「配水管の定期洗浄」、「給水管の定期点検」、「給水管の定期洗浄」、「受水槽の定期点検」「受水槽の定期洗浄」、「直結給水の導入促進」、「水質管理の強化」、「カルキ臭の解消」、「わかりやすい情報提供」、「水道プロセスの積極的な情報公開」について要望する程度を尋ねている。

これらの現状の評価と改善要望については、表 3-1 に示したように、項目間で対応関係があり、対応する項目を比較することにより、市民の各項目に対する態度を評価することができる。

なお、アンケート調査では、水道プロセス、水道水質及び水道事業者からの情報提供に対する評価については、「全く不満はない」、「あまり不満はない」、「どちらとも言えない」、「やや不満」、「とても不満」の 5 段階で評価を求めており、今後、水道水を飲用するための要望については、「要望しない」、「要望する」、「強く要望する」の 3 段階での評価を求めている。本研究では、不満と要望への応答行動の背後にある潜在心理特性について評価を行うことを目的としていることから、現状の評価と今後の要望についての評価段階を統一して比較するため、水道プロセス、水道水質等に対する満足感に対する問いについては、「全く不満はない」、「あまり不満はない」、「どちらとも言えない」と回答した場合を「不満なし」と回答したとみなすこととし、「不満なし」、「やや不満」「とても不満」の 3 段階で各項目を不満に感じている程度（以下、不満度）の評価を行った。各項目の不満度を図 3-7 に示す。

水道プロセスに関する項目では「水源のきれいさ」に対する不満度は約 70%、「給水管の衛生状態」、「受水槽の衛生状態」は 50%程度と高く、それに対して「浄水処理」、「水質管理」に対する不満度は 20%以下と低かった。水質に関する項目では、いずれの項目も不満度は概ね 40%程度であった。水道水質に関する情報提供については、量、内容とも不満度は 40%程度であった。

一方、今後、水道水を飲用するための水道プロセス、水道水質等への要望の程度（以下、要望度）を図 3-8 に示す。いずれの項目についても要望度が 80%を超えており、大きな差は認められなかった。

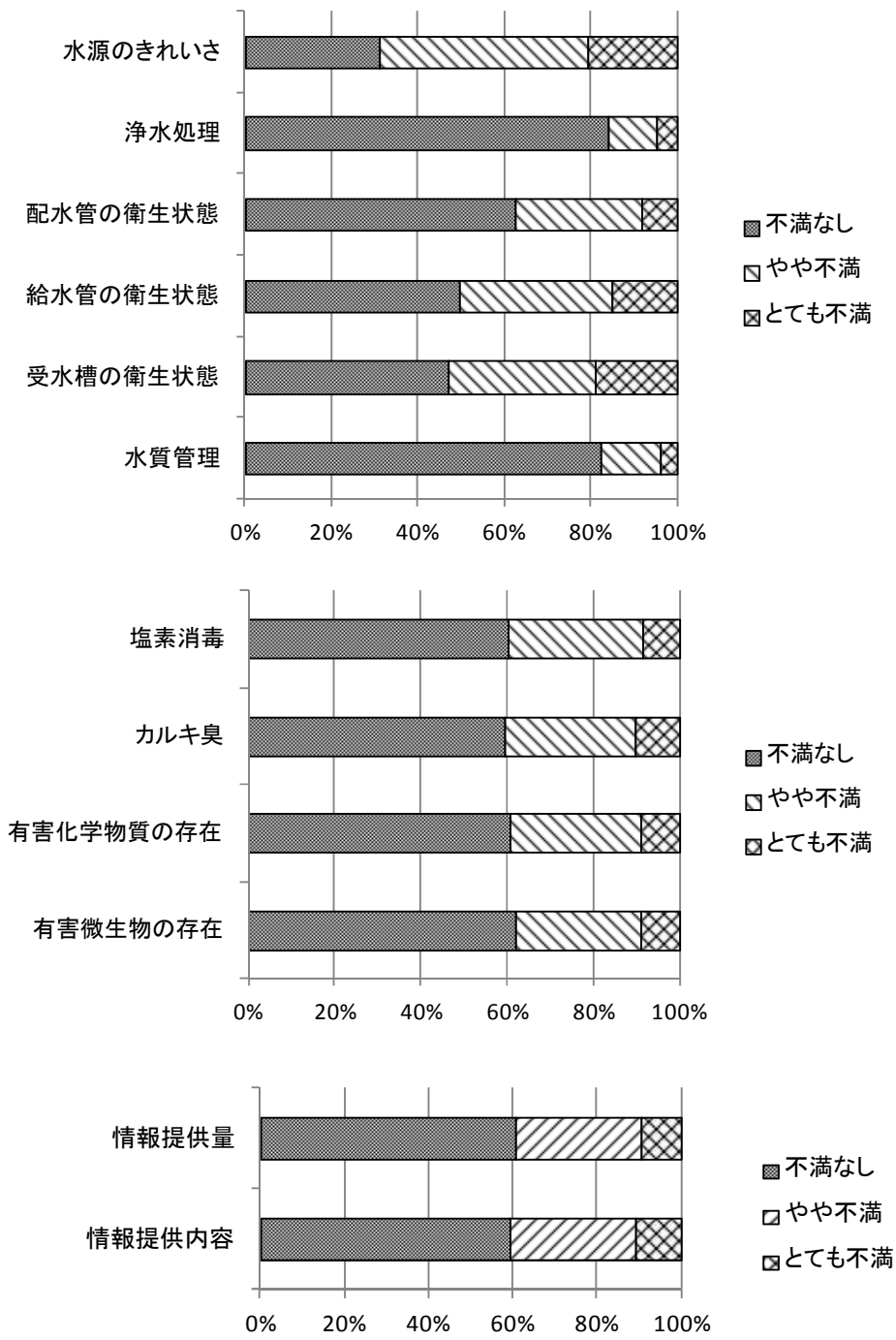


図 3-7 各項目の不満足度

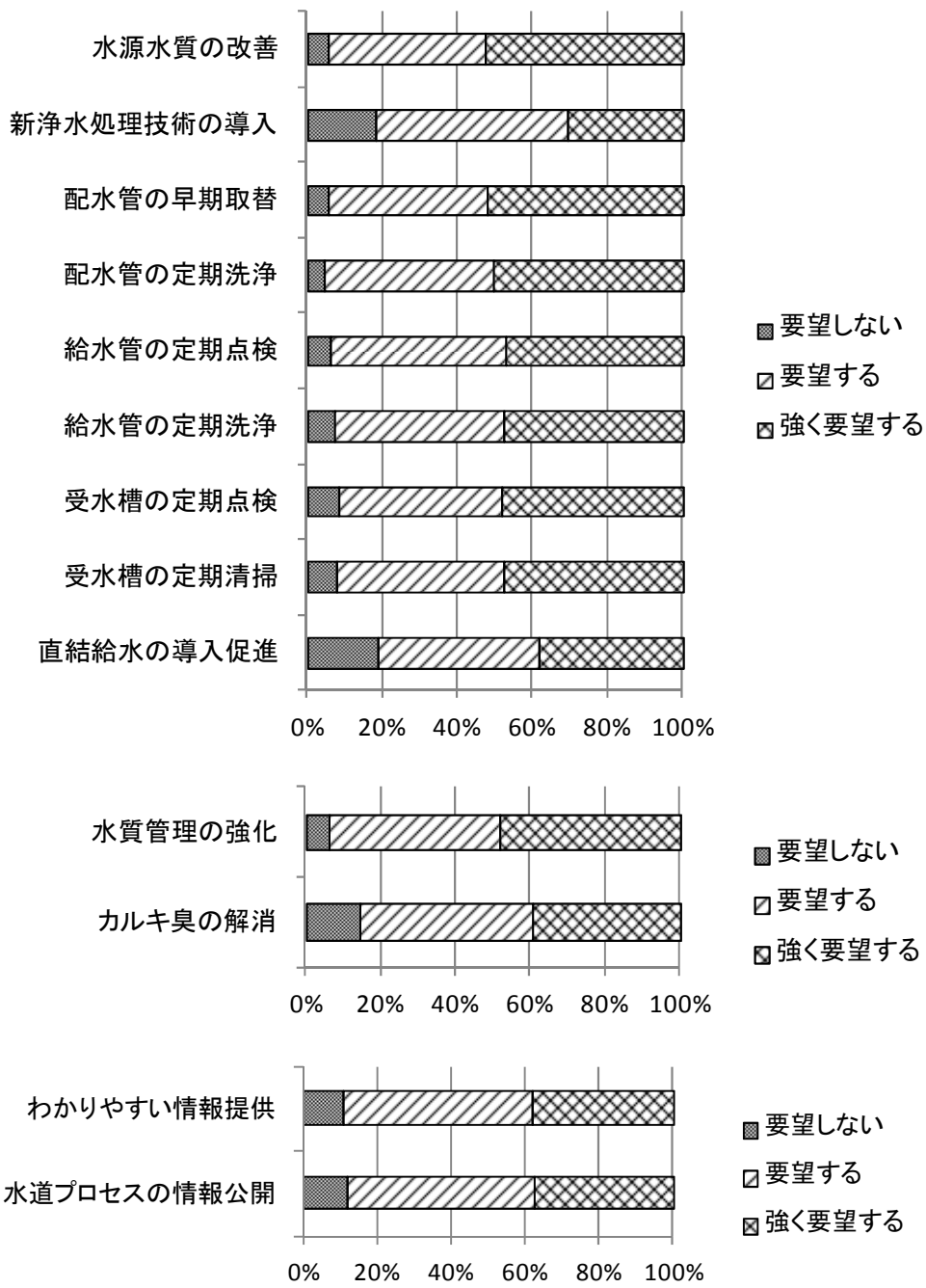


図 3-8 各項目の要望度

3.4 項目反応理論分析

3.4.1 因子分析による尺度の一次元性の確認

項目反応理論では多次元項目反応モデルを適用する場合を除き、潜在特性の一次元性が仮定される。このため、分析対象項目の一次元性を確認するために、項目間相関行列に対して主因子解法を用いて探索的因子分析を行った。その結果を表 3-2、3-3 に示す。

第 1 因子の寄与率は不満度分析項目で 47.5%、要望度分析項目で 51.6%と高い値を示しており、潜在特性の一次元性が確認された。

表 3-2 因子分析結果（不満度分析項目）

因子	固有値	寄与率(%)	累積寄与率(%)
1	5.695	47.5%	47.5%
2	1.318	11.0%	58.4%
3	1.109	9.2%	67.7%
4	0.473	3.9%	71.6%
5	0.324	2.7%	74.3%
6	0.032	0.3%	74.6%

表 3-3 因子分析結果（要望度分析項目）

因子	固有値	寄与率(%)	累積寄与率(%)
1	6.705	51.6%	51.6%
2	1.212	9.3%	60.9%
3	0.514	4.0%	64.9%
4	0.282	2.2%	67.0%
5	0.139	1.1%	68.1%
6	0.065	0.5%	68.6%

3.4.2 分析方法

分析に際しては、不満度について、「不満なし」に 1 を、「やや不満」に 2 を、「とても不満」に 3 を与え、要望度については、「要望しない」に 1 を、「要望する」に 2 を、「強く要望する」に 3 を与えるという 3 値化を行った後、段階反応モデルに基づき、Multilog 7.03 で項目パラメータ値の推定を行った。

3.5 分析結果及び考察

3.5.1 応答モデルの推定結果

不満度分析項目について、項目パラメータの推定を行った結果を表 3-4 に、各項目の項目カテゴリ特性曲線を図 3-9 に示す。図 3-9 は、各項目に対する潜在的な不満の強さ（潜在不満度）と各カテゴリ（「不満なし（カテゴリ 1）」、「やや不満（カテゴリ 2）」、「とても不満（カテゴリ 3）」）に回答する確率との関係を示したもので、横軸に示した潜在不満度は右に行くほど不満が強いことを示している。また、3.2 では、潜在特性尺度を表す記号として θ を用いていたが、本研究では、潜在心理特性を潜在不満度と潜在要望度に分けて評価するため、潜在不満度を表す記号としては φ を用い、潜在要望度を θ で表すこととした。なお、縦軸の表記として、3.2 では一般的に用いられる反応確率を用いていたが、図 3-9 では、各カテゴリに回答する確率として、「応答確率」という表記とした。

表 3-4 不満度分析項目における項目パラメータ推定値

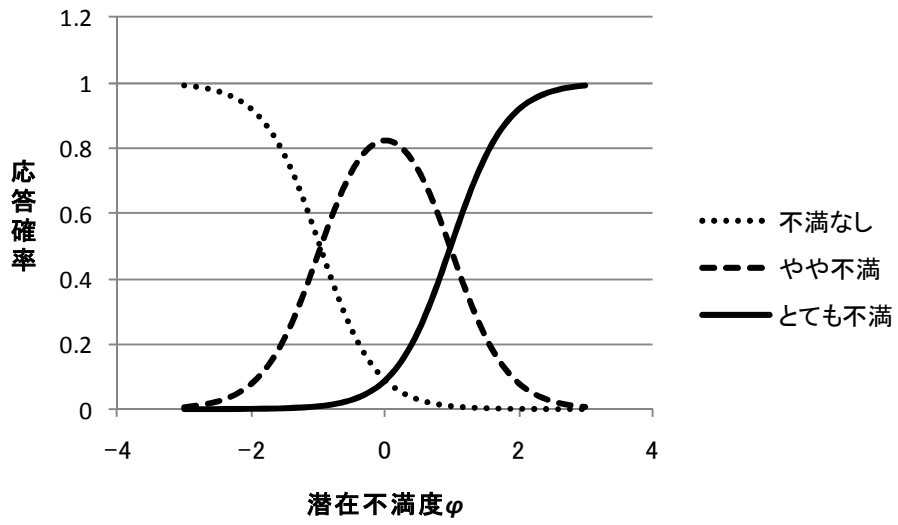
項目	識別力 パラメータ(a)	困難度パラメータ		
		b_1	$(b_1+b_2)/2$	b_2
水源のきれいさ	1.40	-0.97	0.010	0.99
浄水処理	3.05	0.79	1.190	1.59
配水管の衛生状態	2.29	0.13	0.755	1.38
給水管の衛生状態	1.80	-0.25	0.425	1.10
受水槽の衛生状態	1.68	-0.33	0.310	0.95
水質管理	2.55	0.78	1.290	1.80
塩素消毒	3.74	0.05	0.590	1.13
カルキ臭	3.43	-0.02	0.490	1.00
有害化学物質の存在	8.30	0.03	0.480	0.93
有害微生物の存在	8.41	0.06	0.495	0.93
水道水質に関する情報提供量	1.30	0.18	1.035	1.89
水道水質に関する情報提供内容	1.28	0.13	0.940	1.75

識別力パラメータは、3.2 で述べたように、項目カテゴリ特性曲線の傾きを表すものであり、その値が小さければ、変曲点前後での応答確率の変化が少なく、大きければ、応答確率の変化が大きいことを示している。すなわち、識別力パラメータの値が小さければ、潜在心理特性の変化が応答確率に及ぼす影響が小さく、大きければ、潜在心理特

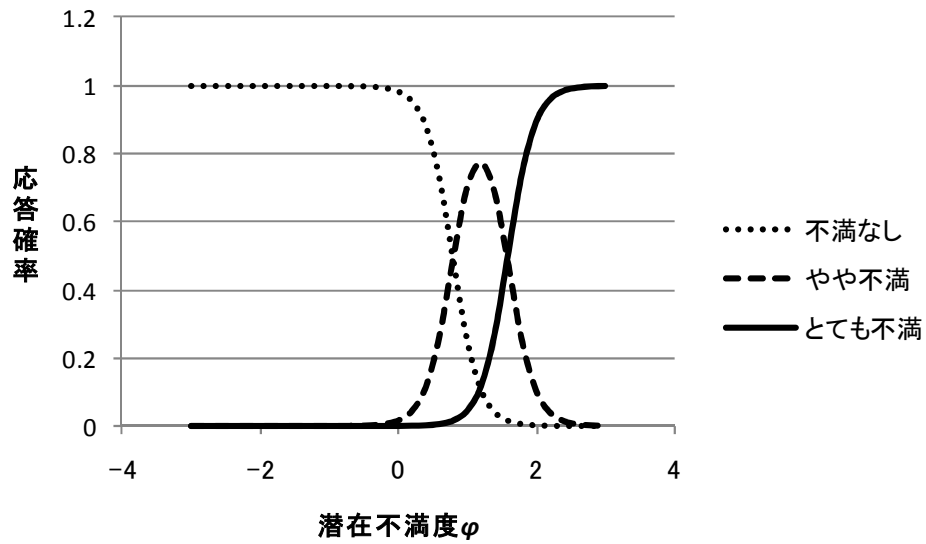
性的変化が応答確率に及ぼす影響が大きいと言える。表 3-4 に示した推定結果では、「水道水質に関する情報提供量」、「水道水質に関する情報提供内容」、「水源のきれいさ」、「給水管の衛生状態」、「受水槽の衛生状態」などの項目では識別力パラメータは比較的小さく、「有害化学物質の存在」、「有害微生物の存在」で大きい値であった。すなわち、水道水質に関する情報提供や水源のきれいさ、給水管・受水槽の衛生状態に対する回答については、潜在不満度の影響が少なく、一方、有害微生物、有害化学物質の存在に対する回答については、潜在不満度の影響が大きいことを示していると言える。図 3-9 に示した項目カテゴリ特性曲線においても、「水道水質に関する情報提供量」、「水道水質に関する情報提供内容」、「水源のきれいさ」等は潜在不満度の増加に伴い、緩やかに増加しているのに対し、「有害化学物質の存在」、「有害微生物の存在」に対する応答確率は一定の潜在不満度を超えると急激に上昇しており、潜在不満度が応答態度の決定に強く影響していると考えられる。

一方、困難度パラメータは曲線の横軸上の位置を示すもので、3.2 で述べたように、3 値型の段階反応モデルにおいては、 b_1 がカテゴリ 1、 b_2 はカテゴリ 3 の項目反応カテゴリ特性曲線 (IRCCC) の確率 0.5 に対応する潜在特性値を示す。 $(b_1+b_2)/2$ はカテゴリ 2 の IRCCC のピークに対応する潜在特性値である。困難度パラメータの値が小さければ応答しやすく、大きければ応答しにくい項目ということを示している。不満度分析においては、困難度パラメータの値が小さければ、不満度が低い人でも不満を感じやすい項目であり、困難度パラメータの値が大きければ、不満度が高い人のみが不満を感じる項目と言える。但し、今回の分析では、「不満なし」、「やや不満」、「とても不満」という不満寄りの 3 段階で評価を行ったことから、分析結果についても、困難度パラメータが小さくなる可能性があることに留意する必要がある。

各項目について、「やや不満」(カテゴリ 2) の IRCCC の位置 $(b_1+b_2)/2$ で比較すると、「水源のきれいさ」で最も小さくなっており、「給水管の衛生状態」、「受水槽の衛生状態」も比較的小さい値であったのに対し、「浄水処理」、「水質管理」、「水道水質に関する情報提供量」、「水道水質に関する情報提供内容」は大きい値であった。このことから「水源のきれいさ」、「給水管の衛生状態」、「受水槽の衛生状態」については、潜在不満度が小さい回答者でも不満を感じやすい項目であると言える。一方、「浄水処理」、「水質管理」、「水道水質に関する情報提供量」、「水道水質に関する情報提供内容」については、潜在不満度が高い人のみが不満を感じる項目であると言える。

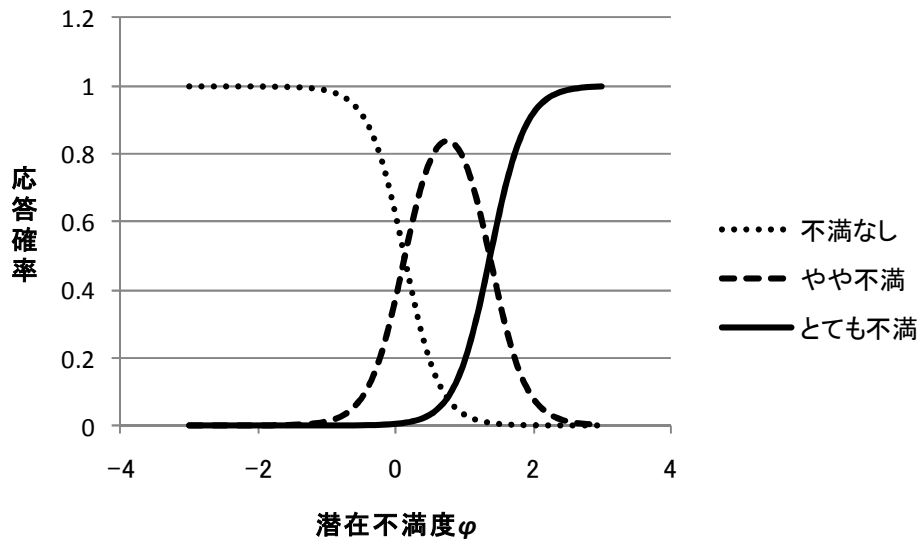


水源のきれいさ

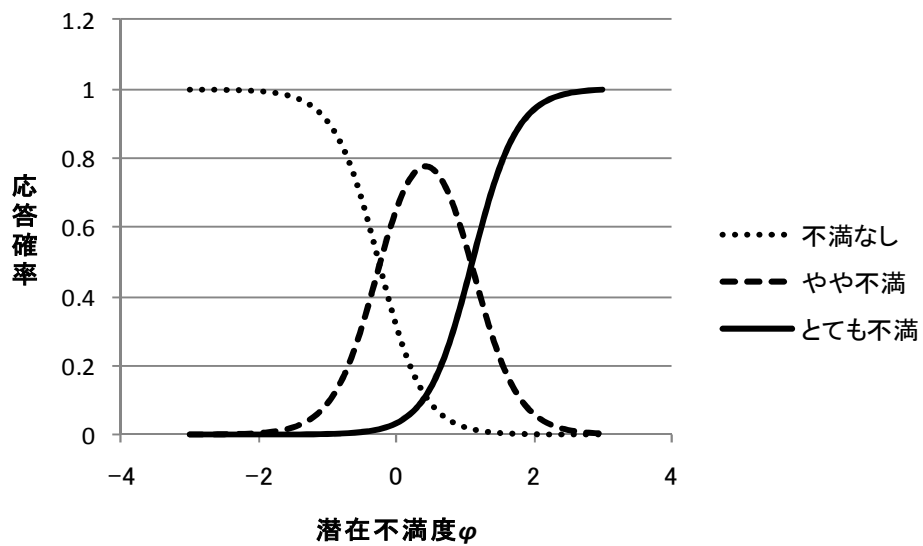


浄水処理

図 3-9 各項目の項目カテゴリ特性曲線 (不満分析項目)

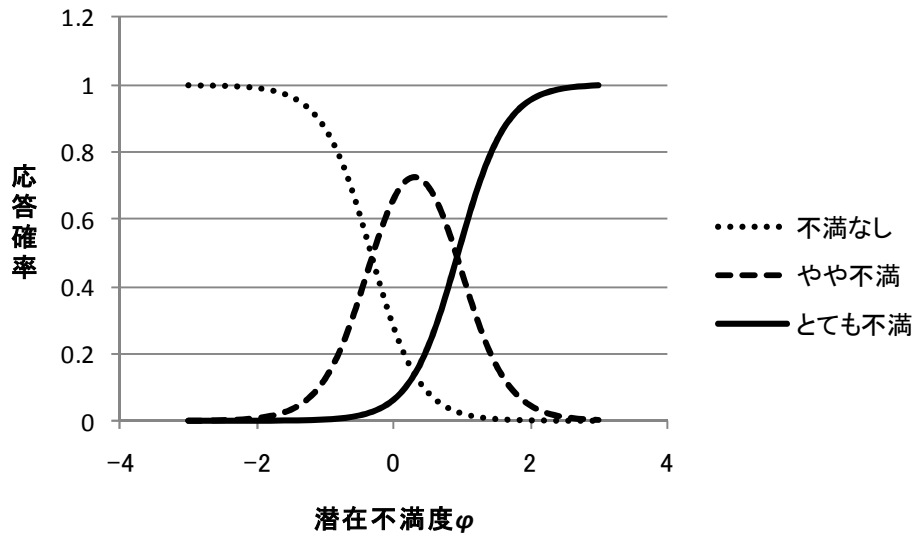


配水管の衛生状態

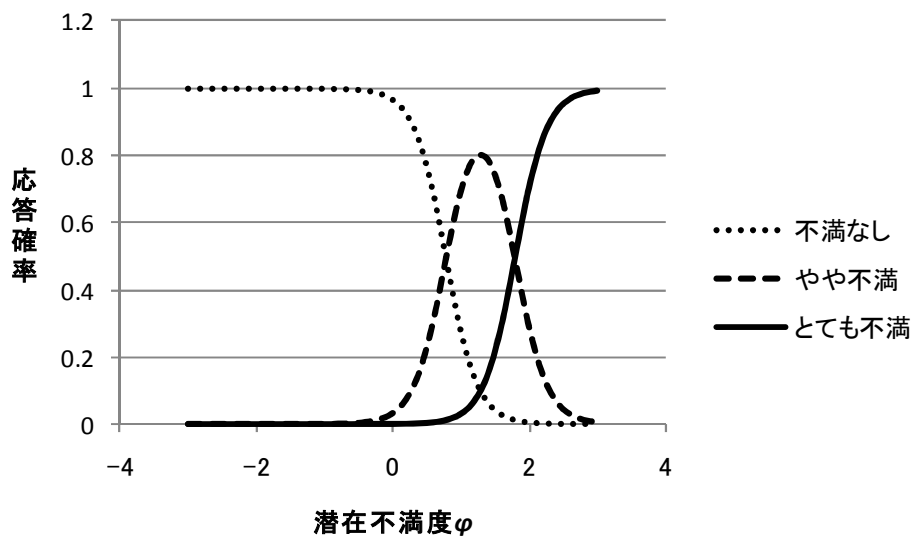


給水管の衛生状態

図 3-9 各項目の項目カテゴリ特性曲線（不満分析項目）



受水槽の衛生状態



水質管理

図 3-9 各項目の項目カテゴリ特性曲線（不満分析項目）

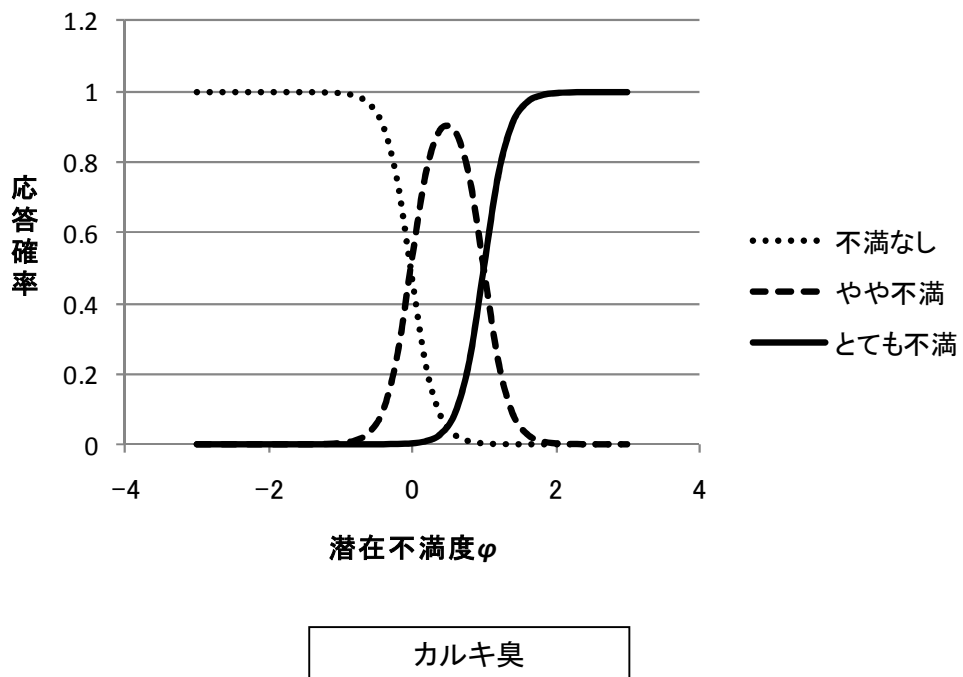
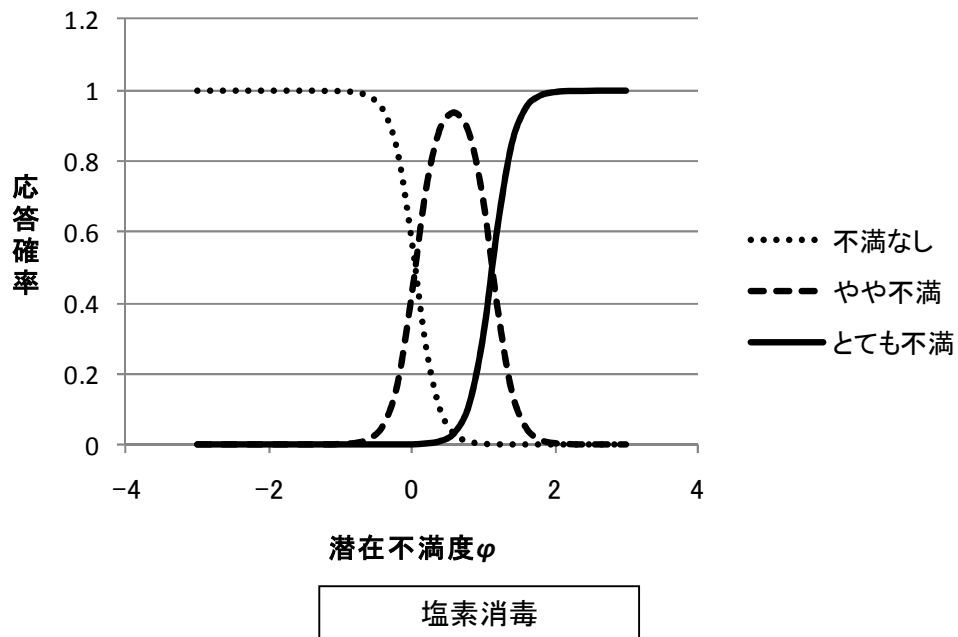
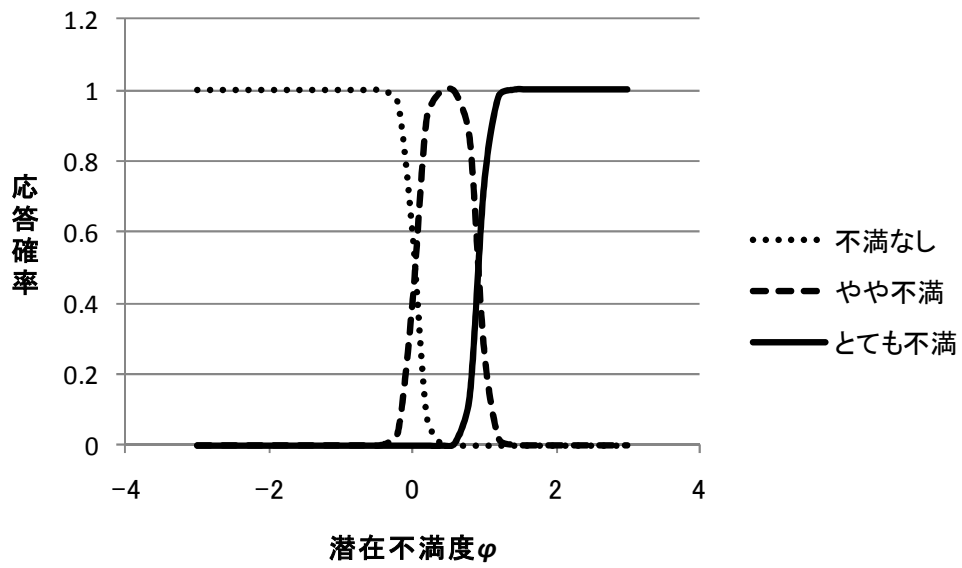
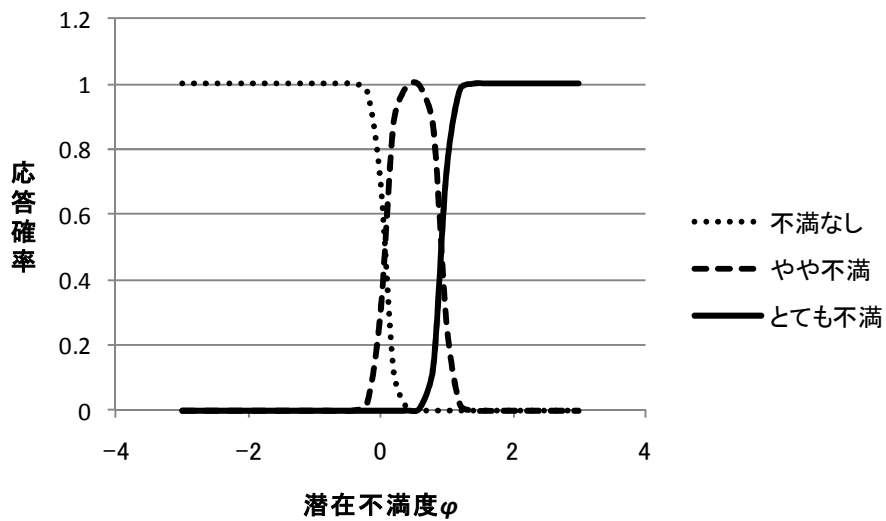


図 3-9 各項目の項目カテゴリ特性曲線（不満分析項目）

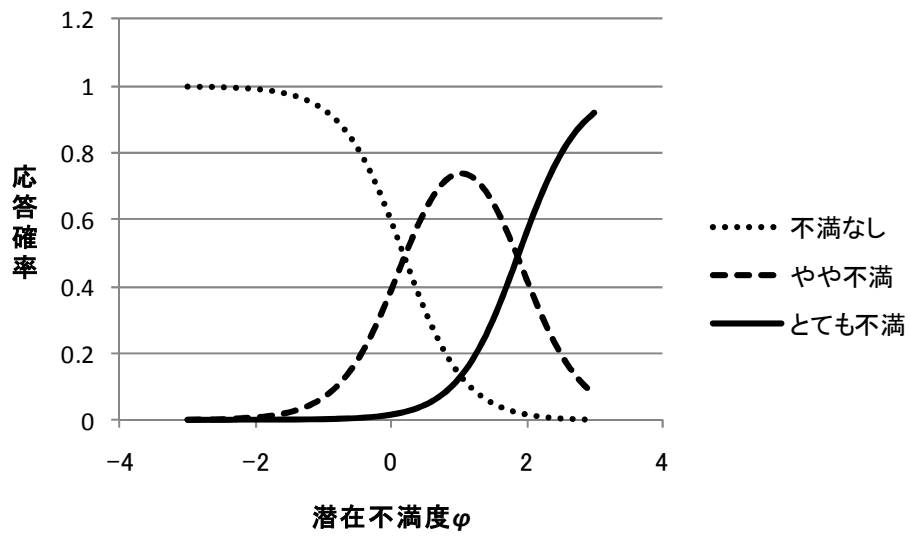


有害化学物質の存在

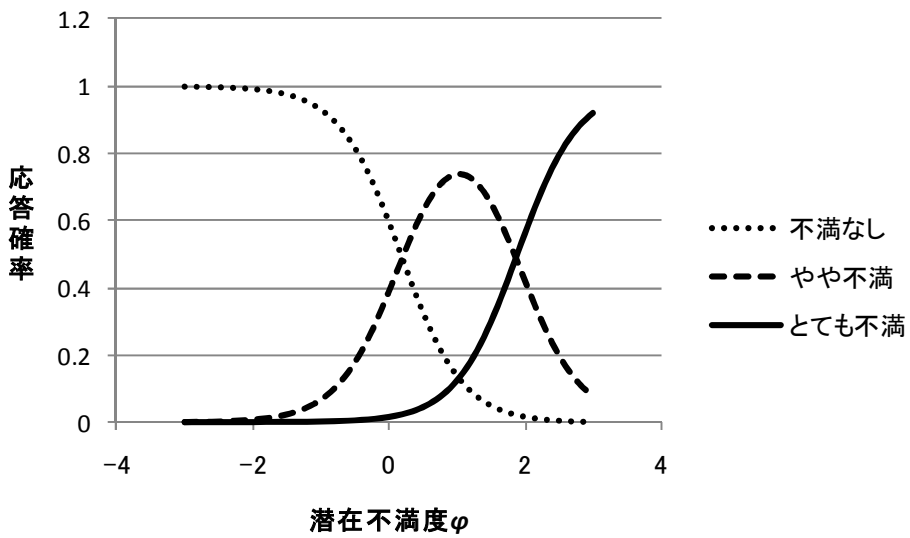


有害微生物の存在

図 3-9 各項目の項目カテゴリ特性曲線（不満分析項目）



情報提供量



情報提供内容

図 3-9 各項目の項目カテゴリ特性曲線（不満分析項目）

次に要望度分析項目について、項目パラメータの推定を行った結果を表 3-5 に、各項目の項目カテゴリ特性曲線を図 3-10 に示す。図 3-10 は、各項目に対する潜在的な要望の強さ（潜在要望度）と各カテゴリ（「要望しない（カテゴリ 1）」、「要望する（カテゴリ 2）」、「強く要望する（カテゴリ 3）」）に回答する確率との関係を示したもので、横軸に示した潜在要望度は右に行くほど要望が強いことを示している。

表 3-5 要望度分析項目における項目パラメータ推定値

項目	識別力 パラメータ(a)	困難度パラメータ		
		b_1	$(b_1+b_2)/2$	b_2
水源水質の改善	1.51	-2.13	-1.045	0.04
新たな浄水処理技術の導入	1.50	-1.06	-0.050	0.96
配水管の早期取替	2.49	-1.54	-0.695	0.15
配水管の定期洗浄	3.18	-1.55	-0.685	0.18
給水管の定期点検	9.15	-0.98	-0.380	0.22
給水管の定期洗浄	9.47	-0.91	-0.350	0.21
受水槽の定期点検	7.94	-0.87	-0.335	0.20
受水槽の定期洗浄	7.34	-0.89	-0.335	0.22
直結給水の導入促進	1.80	-0.91	-0.155	0.60
水質管理の強化	2.04	-1.68	-0.705	0.27
わかりやすい情報提供	1.62	-1.47	-0.415	0.64
水道プロセスに関する積極的な情報公開	1.88	-1.24	-0.310	0.62
カルキ臭の解消	1.47	-1.31	-0.355	0.60

識別力パラメータについては、不満分析項目ほど大きな差は認められなかったが、「水源水質の改善」、「新たな浄水処理技術の導入」、「カルキ臭の解消」などで小さく、「給水管の定期点検」「給水管の定期洗浄」、「受水槽の定期点検」、「受水槽の定期洗浄」で大きかった。このことより、「水源水質の改善」、「新たな浄水処理技術の導入」、「カルキ臭の解消」などの項目に対する回答については、潜在心理特性の影響は小さく、一方、給水管や受水槽の定期点検・洗浄に対する回答については、潜在心理特性の影響が大きいと言える。

一方、困難度パラメータは全体的に小さくなっており、項目カテゴリ特性曲線も全体的に左寄りであった。不満分析項目と同様、要望項目についても、「要望なし」、「要望する」、「強く要望する」の3段階で分析していることから、困難度パラメータが小さくなる可能性があることに留意する必要があるが、今回調査した項目については、比較的潜在要望度の低い回答者でも「要望する」と回答しやすい項目であることがわかる。

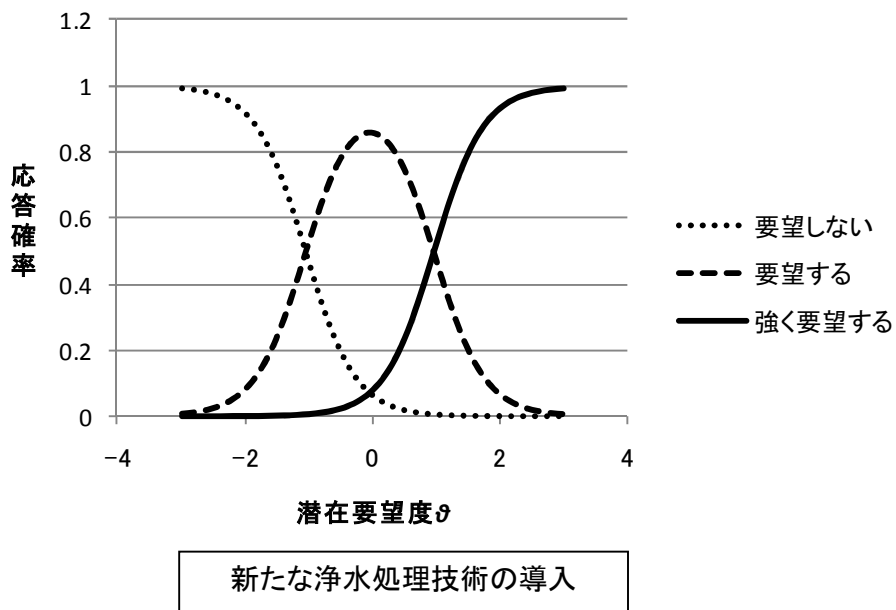
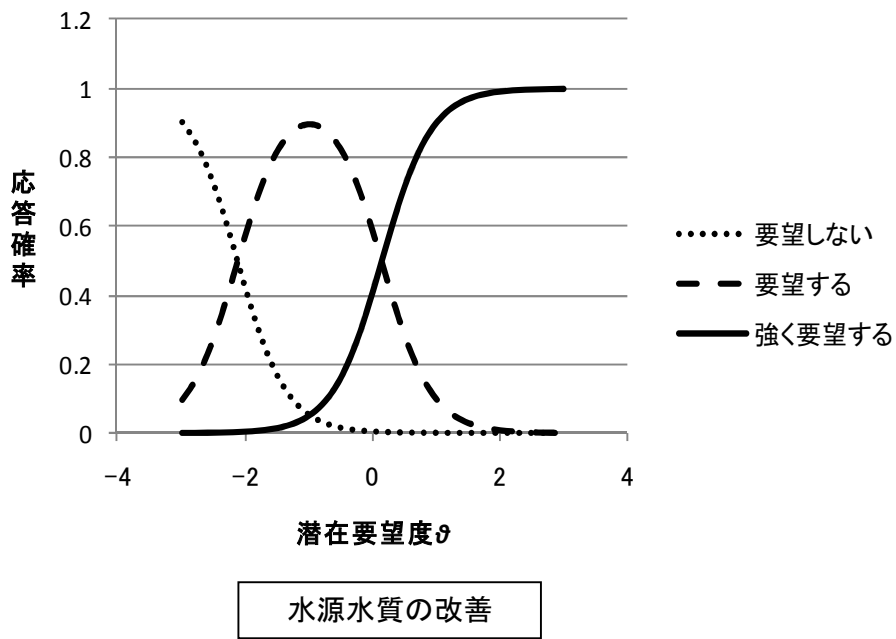
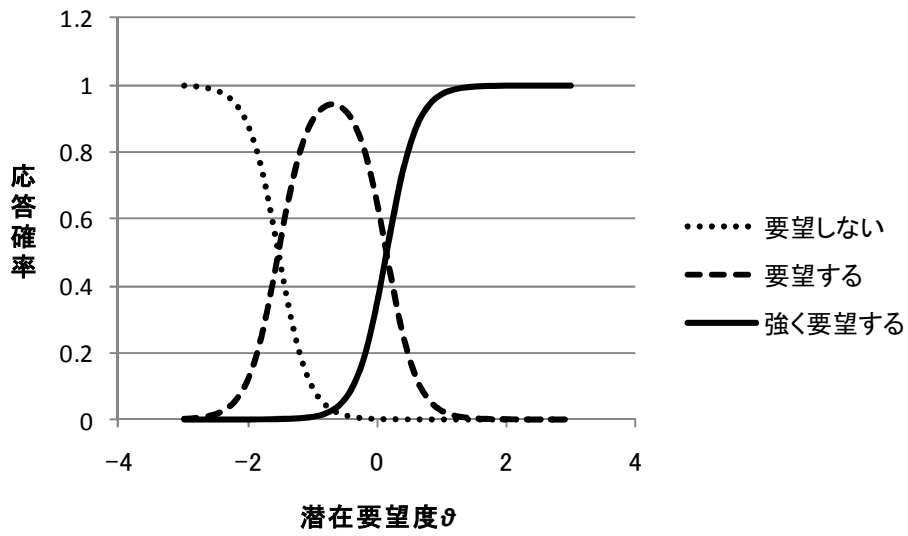
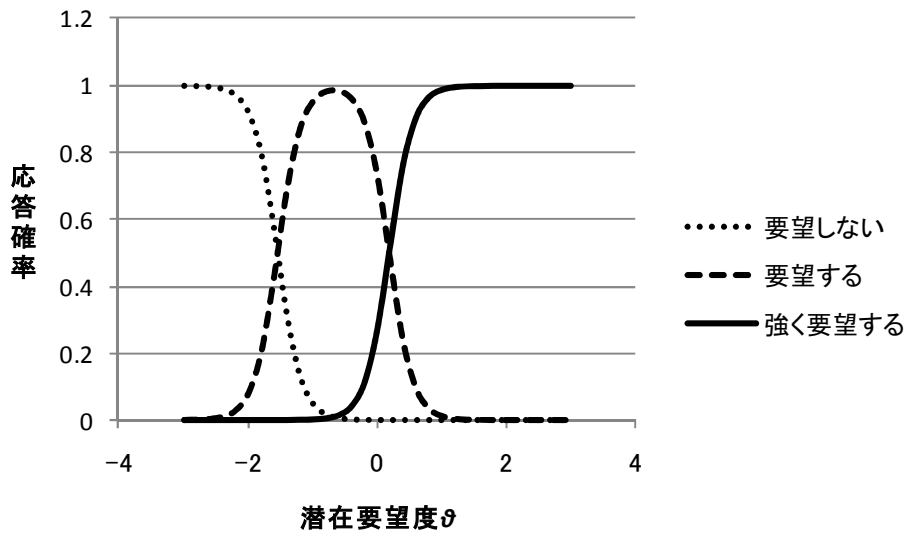


図 3-10 各項目の項目カテゴリ特性曲線 (要望分析項目)

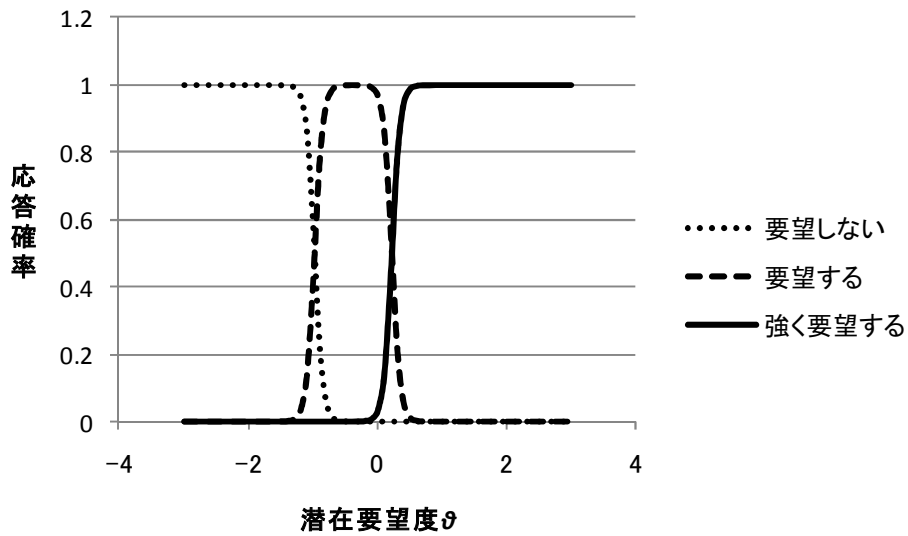


配水管の早期取替

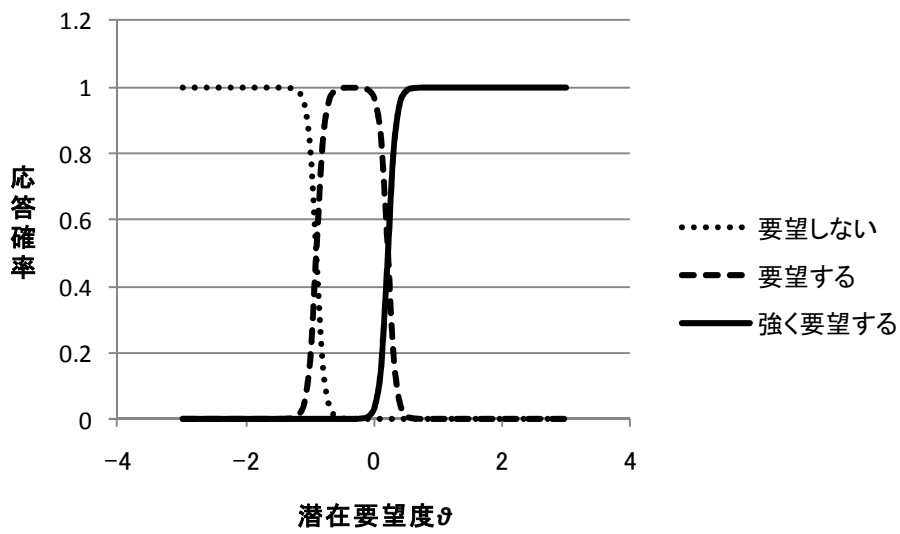


配水管の定期洗浄

図 3-10 各項目の項目カテゴリ特性曲線 (要望分析項目)

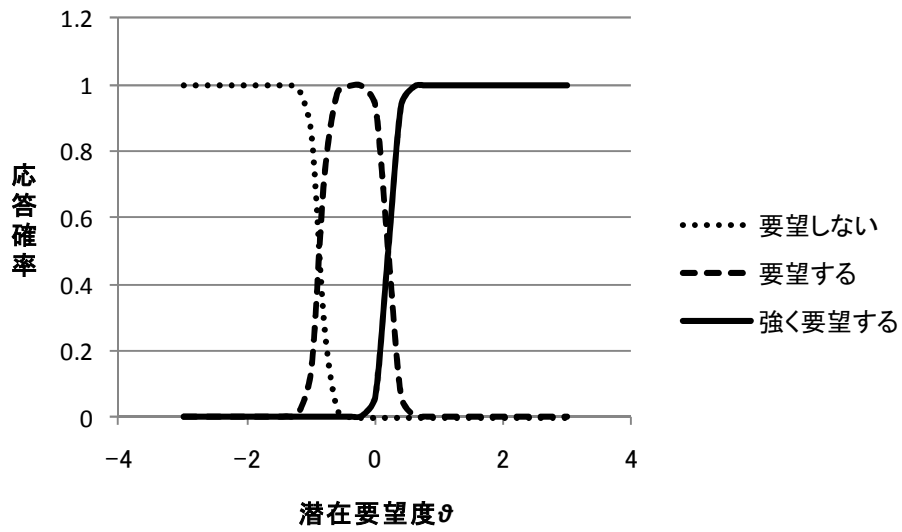


給水管の定期点検

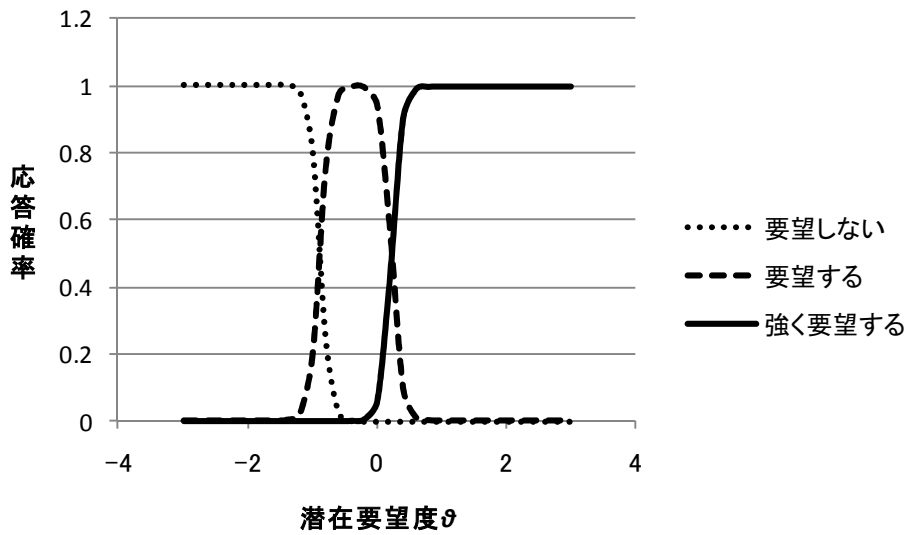


給水管の定期洗浄

図 3-10 各項目の項目カテゴリ特性曲線 (要望分析項目)

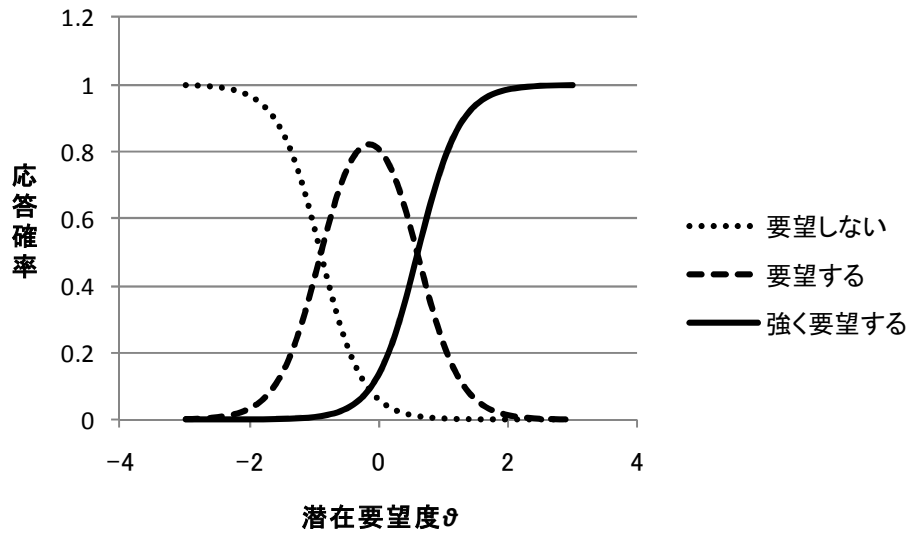


受水槽の定期点検

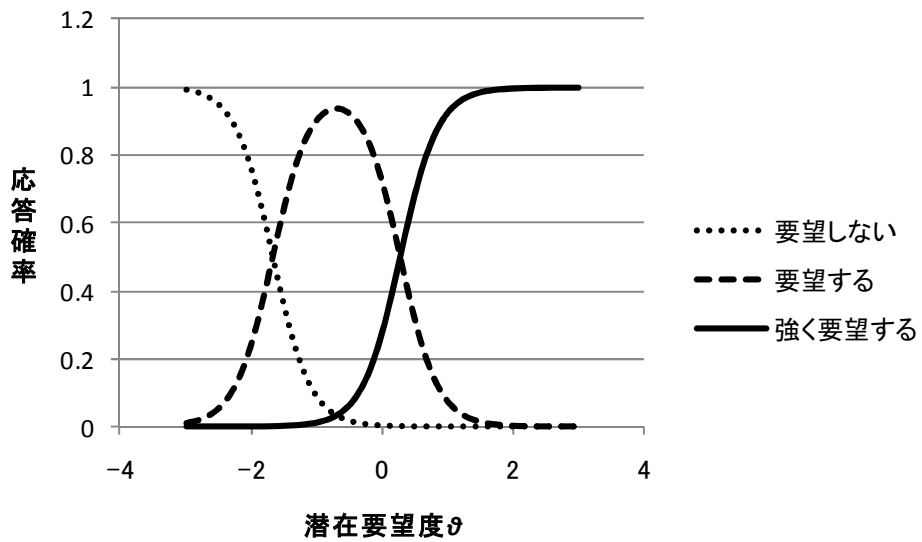


受水槽の定期洗浄

図 3-10 各項目の項目カテゴリ特性曲線 (要望分析項目)

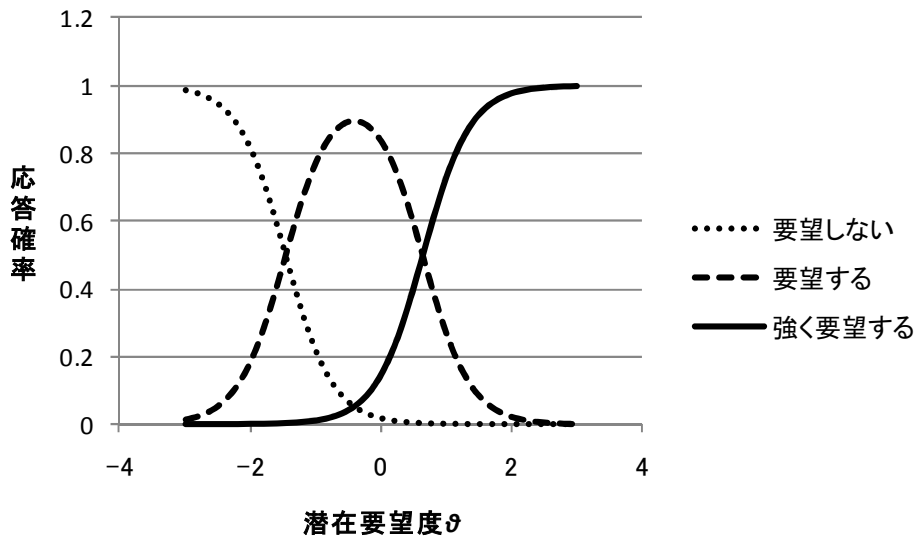


直結給水の導入促進

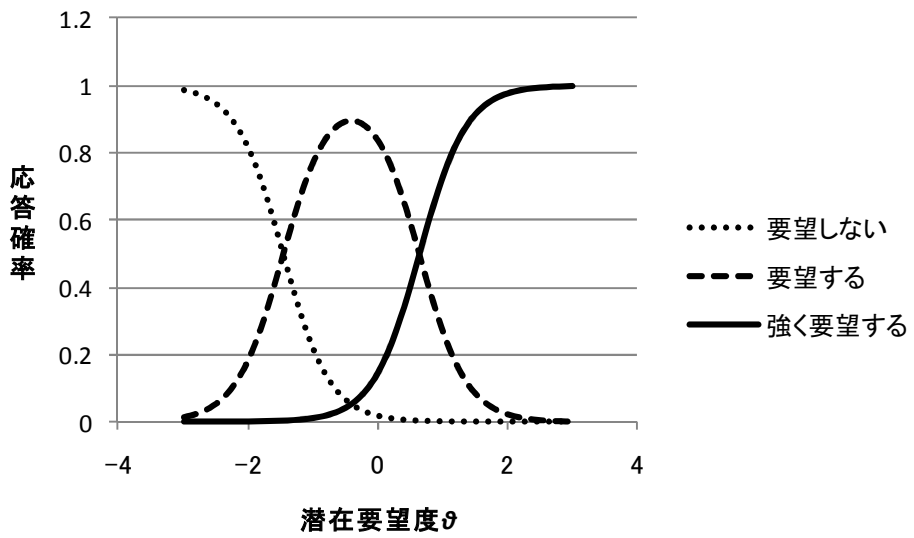


水質管理の強化

図 3-10 各項目の項目カテゴリ特性曲線（要望分析項目）

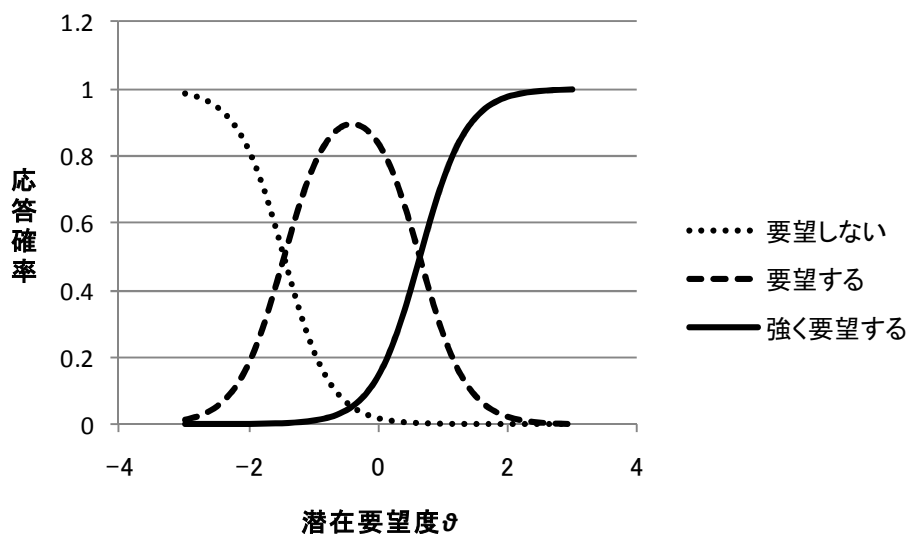


カルキ臭の解消



わかりやすい情報提供

図 3-10 各項目の項目カテゴリ特性曲線（要望度分析項目）



水道プロセスの情報公開

図 3-10 各項目の項目カテゴリ特性曲線（要望分析項目）

「要望する」（カテゴリ 2）の IRCCC の位置 $(b_1+b_2)/2$ で比較すると、「水源水質の改善」が最も小さく、「水質管理の強化」、「配水管の早期取替」、「配水管の定期洗浄」も比較的小さい値であったのに対し、「直結給水の導入促進」や「新たな浄水処理技術の導入」では大きな値であった。すなわち、水源水質の改善や水質管理の強化、配水管の取替・洗浄などの項目はより潜在要望度の低い回答者でも「要望する」と回答しやすいのに対し、直結給水の導入や新たな浄水処理技術の導入などの項目については、比較的潜在要望度の高い回答者のみが要望する項目ということが分かった。

3.5.2 潜在心理特性の推定

(1) 潜在心理特性値の推定結果

各回答者の潜在不満度、潜在要望度の基本統計を表 3-6 に、ヒストグラムを図 3-11、図 3-12 に示す。平均値を見ると、潜在不満度は -0.961、潜在要望度は 0.679 と、それぞれマイナス側、プラス側に偏った分布となっており、今回のアンケート回答者については、不満度に比べ、要望度が高いという傾向にあった。

表 3-6 潜在心理特性値に関する基本統計

	平均	標準偏差	中央値	分散
潜在不満度 ϕ	-0.961	0.948	-0.970	0.898
潜在要望度 θ	0.679	0.971	0.489	0.943

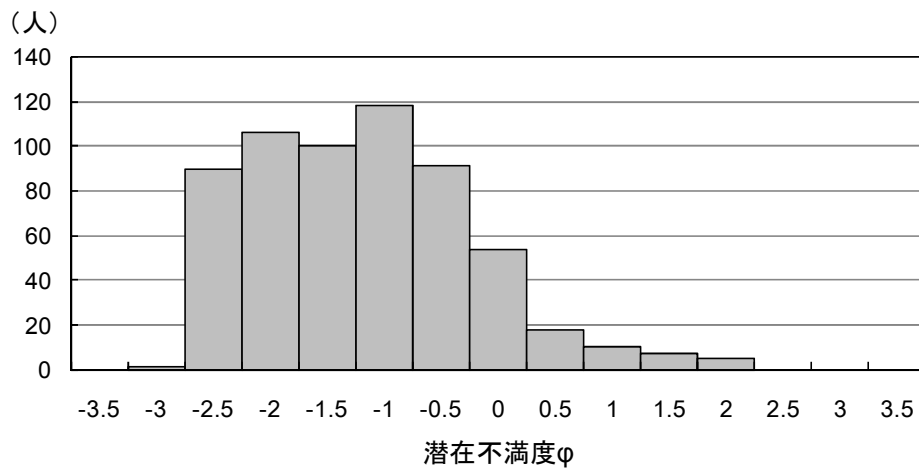


図 3-11 潜在不満度のヒストグラム

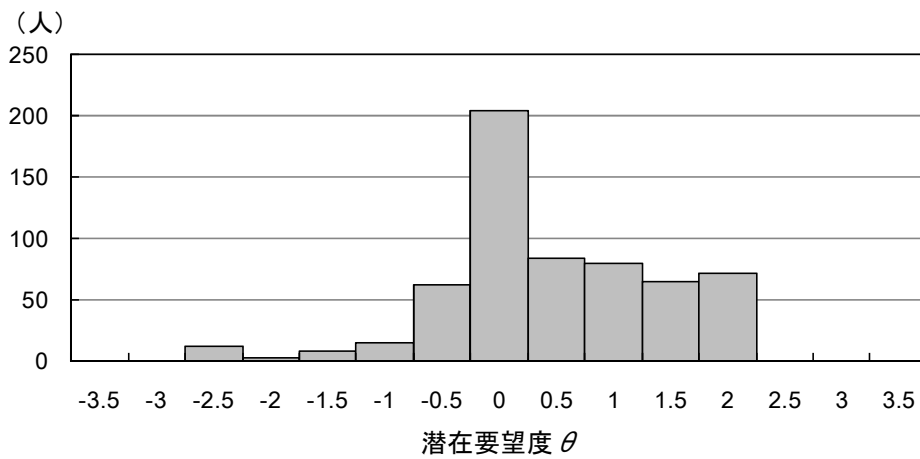


図 3-12 潜在要望度のヒストグラム

表 3-7 属性別の潜在心理特性

		潜在不満度		潜在要望度	
		平均値	標準偏差	平均値	標準偏差
性別	男性	-1.046	0.885	0.551	1.017
	女性	-0.854	1.012	0.840	0.886
年齢	15～29歳	-0.951	0.958	0.554	1.049
	30～49歳	-0.911	0.898	0.641	0.912
	50～64歳	-1.056	0.900	0.697	0.960
	65歳以上	-0.904	1.170	1.038	0.911

次に、回答者の属性別の潜在心理特性について、表 3-7 に示す。男女別で見ると、女性は潜在不満度、潜在要望度とも、男性よりも高かった。伊藤ら⁹⁾は飲用水の飲用形態について調査を行い、女性が男性と比べて水道水を直接飲用することを避けようとする傾向があることを報告しているが、今回の分析結果でも、女性は男性よりも潜在不満度、潜在要望度とも高いことが確認されており、女性が水道水の飲用を回避する背景には、こうした潜在心理特性も影響している可能性がある。また、年齢別で見ると、潜在不満度については、それほど大きな違いはないが、潜在要望度については、年齢が上昇するに従い高くなっており、65 歳以上では顕著であった。これについては、高齢者は、水道を利用する際に不安や不満を感じる経験を重ねていく中で改善要望もより強くなっているものと推察される。

(2)潜在不満度と潜在要望度の関係

次に、潜在不満度と潜在要望度の関係について検討した。各回答者の潜在不満度と潜在要望度を 2 次元平面上にプロットしたものを図 3-13 に示す。

全体の約 68% (410 サンプル) が第 2 象限に集中しており、潜在不満度と潜在要望度の上に明確な関係性は認められなかった。

次に、水道水の飲用水としての満足度と潜在心理特性値の分布状況との関連について考察した。飲用水の満足度については、「満足」、「どちらとも言えない」、「不満」の 3 段階に分類し、各象限における分布を確認した。その結果を表 3-8、図 3-14 に示す。いずれのグループにおいても、半数以上が第 2 象限に集中していたが、「不満」と回答したグループについては、他のグループに比べ、第 1 象限の割合が大きかった。一方、「満足」、「どちらとも言えない」と回答したグループについては、「不満」と回答したグループに比べ、第 3 象限の割合が大きかった。このように、「不満」と回答した回答者においては、潜在不満度、潜在要望度とも高い回答者が多く、他の 2 つのグループとは異

なる分布であったが、「満足」もしくは「どちらとも言えない」と回答したグループについては、分布状況に大きな違いは認められなかった。すなわち、「満足」と回答した回答者と「どちらとも言えない」と回答した回答者では、潜在心理特性にほとんど差がないということであり、飲用水としての評価には、別の要因も影響している可能性が推察された。

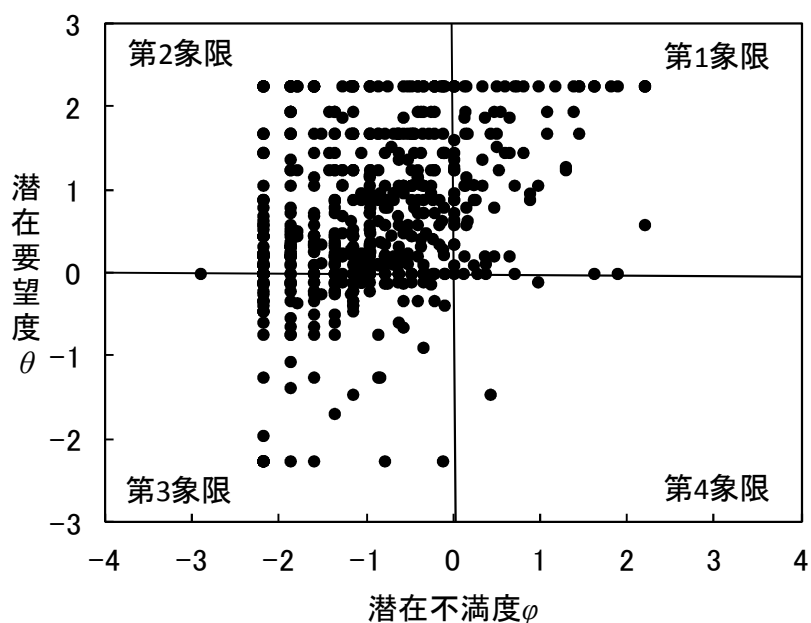
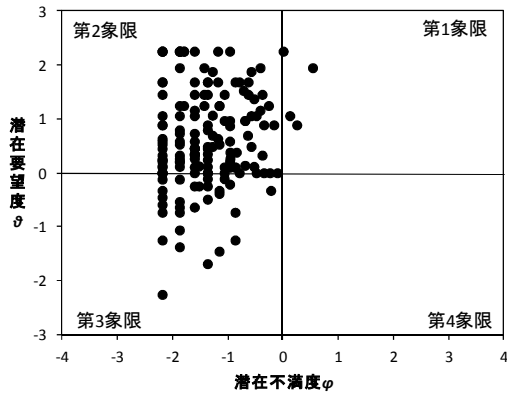


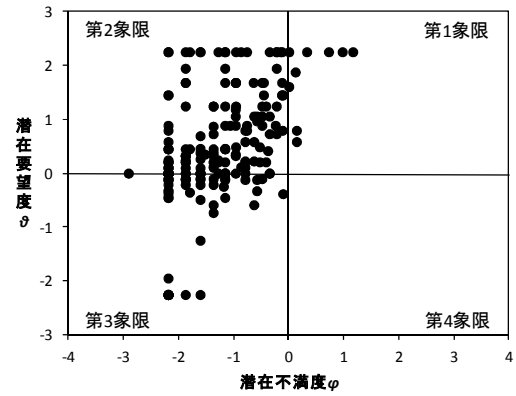
図 3-13 潜在心理特性値の分布

表 3-8 飲用水としての満足度別潜在心理特性値の分布

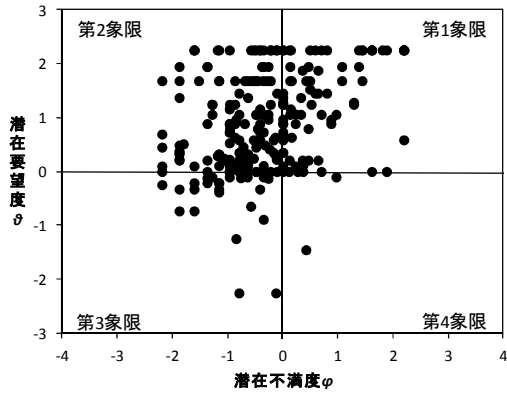
		第1象限	第2象限	第3象限	第4象限	計
		$\theta \geq 0$ $\varphi \geq 0$	$\theta \geq 0$ $\varphi < 0$	$\theta < 0$ $\varphi < 0$	$\theta < 0$ $\varphi \geq 0$	
満足	人 (%)	4 (2.5)	128 (80.0)	28 (17.5)	0 (0.0)	160 (100)
どちらとも言えない	人 (%)	9 (4.3)	154 (74.4)	44 (21.3)	0 (0.0)	207 (100)
不満	人 (%)	79 (33.9)	128 (54.9)	24 (10.3)	2 (0.9)	233 (100)
計	人 (%)	92 (15.3)	410 (68.3)	96 (16.0)	2 (0.3)	600 (100)



(a) 満足



(b) どちらでもない



(c) 不満

図 3-14 飲用水としての満足度別潜在心理特性値の分布

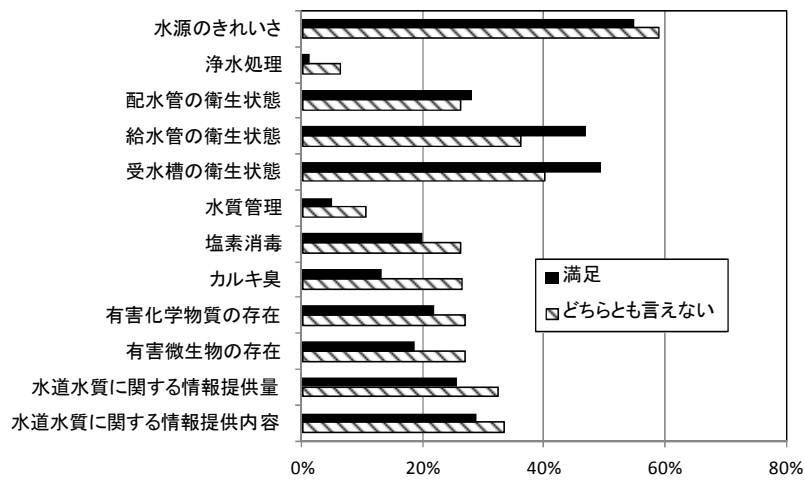


図 3-15 飲用水としての満足度と不満分析項目の不満回答率

そこで、これらのグループにおける応答態度への影響要因を検討するため、飲用水の満足度について「どちらとも言えない」と「満足」と回答した回答者について、各不満分析項目に対して不満回答率（「やや不満」と「とても不満」の合計）を比較した。結果を図 3-15 に示す。ほとんどの項目で、飲用水としての満足度評価で「どちらとも言えない」と回答した回答者の回答率が「満足」と回答した回答者の回答率を上回っており、浄水処理や水質管理、有害微生物、カルキ臭などの項目では、1.5~2 倍程度の差があったが、一方、配水管、給水管、受水槽の衛生状態に関しては、「満足」と回答した回答者の回答率が「どちらとも言えない」と回答した回答者の回答率を上回っていた。この結果から、飲用水としての評価の決定には、水質管理に係る要因への評価が影響しており、給配水システムの衛生状態の評価については影響していないことが推測された。近年、多くの水道事業者で水道水の信頼回復に向けた取り組みが実施されており、市民の評価も徐々に改善されつつあるが¹⁰⁾、今後は、有害化学物質、有害微生物対策やカルキ臭の解消など、水質管理の強化に重点的に取り組むことで、より効率的に評価改善を図ることができると言える。

一方、「不満」と回答したグループでは、10.3%が第3象限に、「満足」と回答したグループでは、2.5%がそれぞれ第1象限に属しており、潜在不満度、潜在要望度とも小さいにも関わらず、「不満」と回答する回答者や潜在不満度、潜在要望度とも大きいにも関わらず、「満足」と回答する回答者も一定数存在していた。このように、潜在心理特性の大小が必ずしも回答と結びつかない場合もあり、水道水の評価に対して潜在心理特性よりも大きい影響を及ぼす要因の存在が示唆された。

3.6 市民の不満・要望の特徴と施策の優先度に関する考察

市民の不満が同程度である項目でも、項目反応モデルのパラメータ値に違いがあることは先に述べたとおりである。このようなパラメータ値の違いにより、市民の水道水質に対する不満・要望の特徴を分析することを試みた。図 3-16、図 3-17 は、不満分析項目と要望分析項目について、識別力パラメータを横軸に、縦軸に困難度パラメータ $(b_1+b_2)/2$ をプロットし、パラメータの分布状況を示したものであり、横軸の値が大きいほど、潜在心理特性の影響が大きく、縦軸の値が大きいほど、不満や要望を感じにくい、すなわち、あまり不満や要望を持たない項目であることを示している。

水源水質に関する不満項目（「水源のきれいさ」）、要望項目（「水源水質の改善」）については、識別力パラメータ、困難度パラメータとも今回調査した項目の中で最も小さかった。このことから、水源水質に関しては、潜在心理特性の大小によらず、多くの回答者が不満や改善要望を持っていることがわかる。

次に、給水管、受水槽の衛生状態に関する不満については、識別力パラメータ、困難度パラメータとも小さくなっており、潜在心理特性によらず、多くの回答者が不満を持っていた。一方、それに対応する要望項目のうち、給水管・受水槽の定期点検、洗浄に

については、識別力パラメータ、困難度パラメータとも大きくなっており、潜在要望度の高い回答者のみが要望する項目であったのに対し、直結給水の導入については、識別力パラメータは小さく、困難度パラメータは大きかったことから、潜在心理特性の影響は少なく、要望する回答者が少ない項目であった。

一方、配水管の衛生状態に関する不満については、給水管・受水槽の衛生状態に関する不満と比較すると、識別力パラメータはほぼ同程度であったが、困難度パラメータは大きくなっており、給水管・受水槽に比べると不満が少ない項目であることがわかる。しかし、配水管の衛生状態に関する改善要望（「配水管の定期洗浄」、「配水管の早期取替」）については、給水管・受水槽の衛生状態に関する改善要望よりも、識別力パラメータ、困難度パラメータとも小さくなっており、受水槽や給水管に対する改善要望よりも、より多くの回答者が要望していることが分かった。

浄水処理に関する不満項目（「浄水処理」）、要望項目（「新たな浄水処理技術の導入」）については、識別力パラメータは小さかったが、困難度パラメータは大きかったことから、浄水処理に関しては、潜在心理特性の影響は小さく、不満や改善要望を持つ回答者も少なかった。

塩素消毒とカルキ臭に関する不満は、識別力パラメータは若干大きく、潜在不満度の影響が他の水道プロセスに関する不満よりも大きかった。一方、それらの不満に対応する改善要望「カルキ臭の解消」については、識別力パラメータはより小さく、潜在要望度の影響はより小さかったが、困難度パラメータは比較的大きく、要望度が高い回答者が要望を感じる項目であることが確認できた。

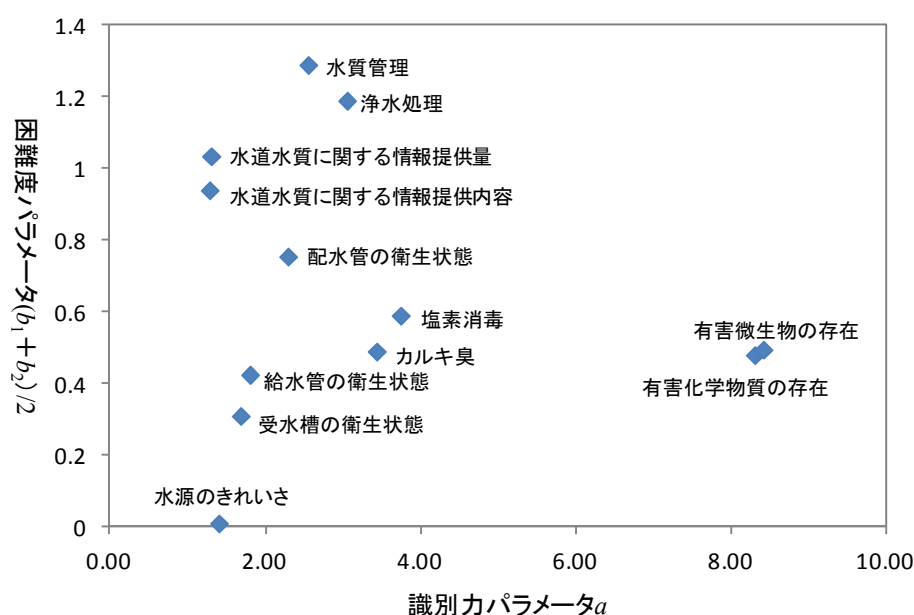


図 3-16 不満分析項目におけるパラメータ分布

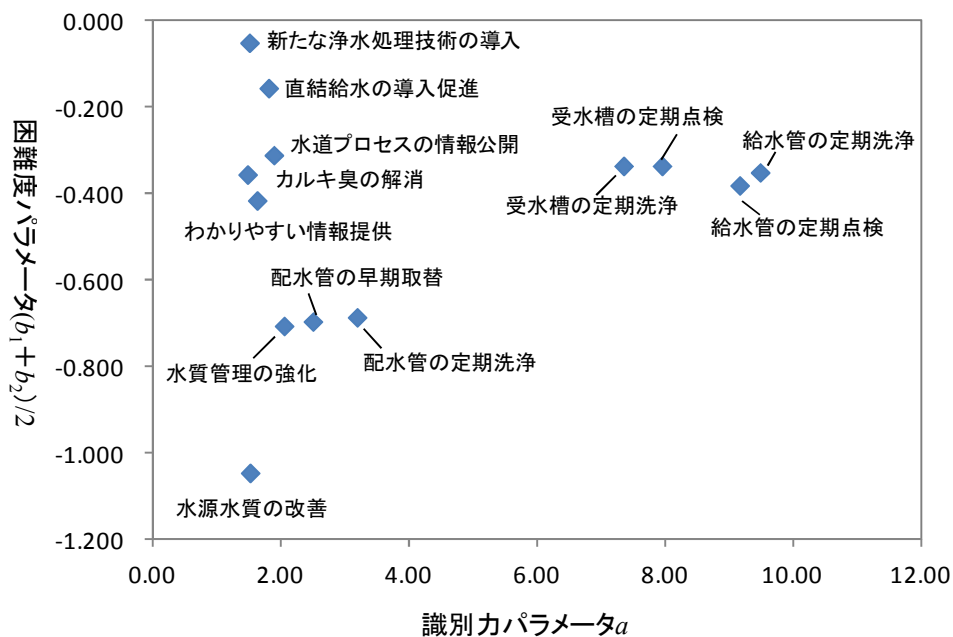


図 3-17 要望分析項目におけるパラメータ分布

水質管理に関しては、水質管理全般に関する不満は、識別力パラメータは小さく、困難度パラメータが大きく、多くの方が不満を持たない項目であったが、有害化学物質、有害微生物に対する不満については、識別力パラメータが非常に大きく、困難度パラメータは小さくなっており、一定の不満度以上の回答者のほとんどが不満に感じていることがわかった。一方、それらに対応する改善要望（「水質管理の強化」）は識別力パラメータ、困難度パラメータともに小さく、潜在不満度に関わらず、多くの回答者が要望している項目であることがわかった。

水質に関する情報提供については、不満項目、要望項目とも識別力パラメータは小さく、困難度パラメータは大きくなっており、潜在心理特性の高い回答者が不満や要望を感じる項目であった。

以上のように、項目パラメータを分析することにより、水道水質に対する市民の不満や要望の特徴を知ることが可能であると言える。図 3-18 に、潜在心理特性による不満・要望項目の分類を示す。識別力、困難度とも大きい項目は、不満度、要望度が高い人のみが不満や要望を感じる項目であると言える。識別力が高く、困難度が低い項目は、ある一定の不満度、要望度を持つ人のほとんどが不満、要望を持つ項目であると言える。また、識別力が低く、困難度が高い項目は、ほとんどの人が不満や要望を感じない項目であると言える。識別力、困難度とも低い項目は、不満度や要望度に関わらず、多くの

人が不満、要望を感じる項目であると言える。このように、識別力が同程度である場合は困難度が小さい方が、困難度が同程度であれば識別力が小さい方が、より多くの人々が不満や要望を感じているということであり、そうした項目について、優先的に対策を講じることで、市民の水道水質に対する態度転換を効果的に図ることができると考えられる。なお、情報公開やカルキ臭の解消などの要望に関しては図中に表現していないが、識別力パラメータは低く、困難度パラメータは比較的高いことから、「潜在心理特性に関わらず多くの人が不満・要望を持つ項目」に分類されるが、優先度に関しては、水質管理の強化や水源水質の改善に比べると低いと考えられる。

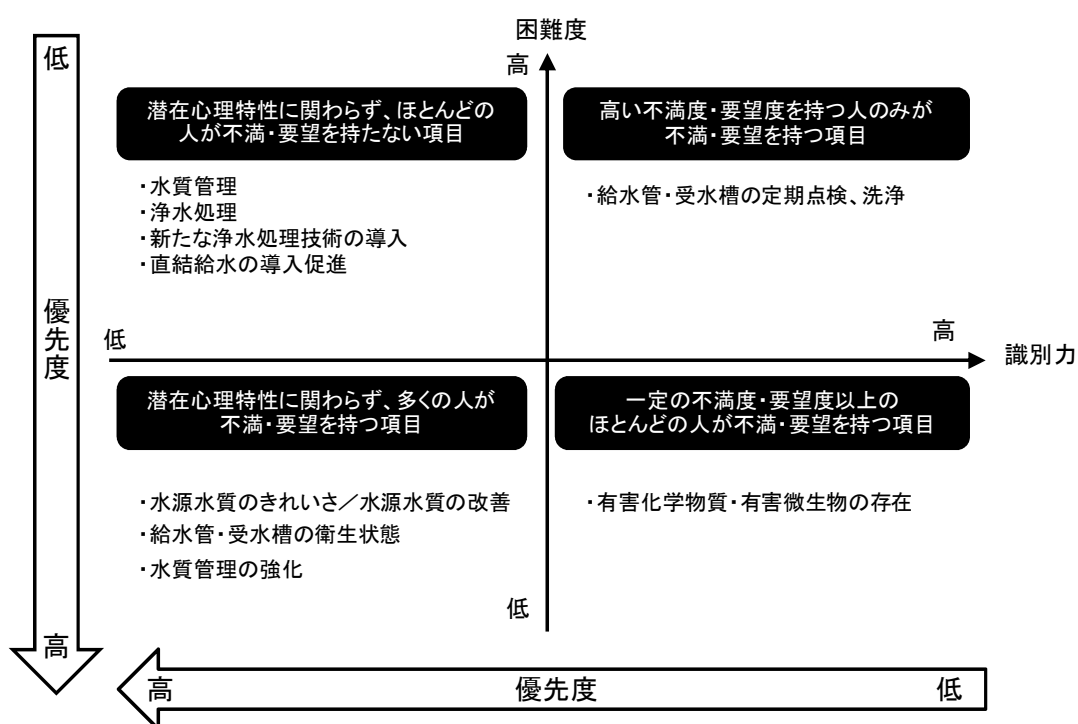


図 3-18 潜在心理特性による不満・要望項目の分類

また、表 3-9 に示したように、水源水質や浄水処理など各プロセスへの不満と要望項目を比較すると、水源や浄水処理、配水管、水道水質に関する情報提供については、不満項目と要望項目のパラメータの分布傾向が一致していた。一方、給水管や受水槽の衛生状態に関しては、不満項目が識別力、困難度ともに小さく、多くの回答者が不満を感じている項目であったのに対し、要望項目である定期点検、定期洗浄などの項目は識別力、困難度とも大きく、要望を感じている市民は限定的であることを示していた。このことは、給水管や受水槽の衛生状態に対する不満解消の対策としては、定期点検や定期洗浄は、一部の市民の不満の軽減には寄与するが、その効果は限定的であり、これらの対策だけでは、全ての市民の不安を軽減するには至らないことを示唆していると考えら

表 3-9 不満分析項目、要望分析項目のパラメータ分布の比較

不満分析項目	潜在心理 特性の影響	困難度	要望分析項目	潜在心理 特性の影響	困難度
水源のきれいさ	小	小	水源水質の改善	小	小
浄水処理	小	大	新たな浄水処理技術の導入	小	大
配水管の衛生状態	小	中	配水管の早期取替	小	中
給水管の衛生状態	小	小	配水管の定期洗浄	小	中
受水槽の衛生状態	小	小	給水管の定期点検	大	大
水質管理	小	大	給水管の定期洗浄	大	大
有害化学物質の存在	大	小	受水槽の定期点検	大	大
有害微生物の存在	大	小	受水槽の定期洗浄	大	大
塩素消毒	中	中	直結給水の導入促進	小	大
カルキ臭	中	中	水質管理の強化	小	小
水道水質に関する情報提供量	小	大	カルキ臭の解消	小	大
水道水質に関する情報提供内容	小	大	わかりやすい情報提供	小	大
			水道プロセスに関する積極的な情報公開	小	大

れる。同様に、塩素消毒、カルキ臭に関しては、潜在心理特性、困難度とも中程度であったが、その改善要望であるカルキ臭の解消については、識別力は小さく、困難度が大きくなっていることから、これを要望しているのは比較的要望度の高い回答者であり、カルキ臭を解消することだけでは、塩素消毒やカルキ臭に対する不安を減少させることができないことが分かった。これらとは対照的に、水質管理については、水質管理全般に不満を感じている回答者は少なかったが、有害化学物質や有害微生物の存在については、不満度の低い回答者でも不満を感じている項目であり、それらの改善要望の1つと考えられる水質管理の強化については、識別力、困難度とも低く、多くの回答者が要望する項目であった。「水質管理の強化」という要望は、水源から給水栓に至る水道プロセスにおける水質に関する不満に対する総合的な改善を求める要望であり、このため、水質管理自体に不満を感じる回答者は少なくとも、要望を感じる回答者が多いという結果になっていると考えられた。このように、不満項目と要望項目を対比させることで、不満の軽減、解消のための施策の適切性や過不足についても評価することが可能であった。

これまでの結果を総合して、市民の潜在心理特性から見た施策の優先順位付けを試みた。結果を図 3-19 に示す。最優先する施策としては水源の水質改善や水質管理の強化であり、一方、新たな浄水処理技術の導入や直結給水の導入などは優先度が低いと考えられた。また、給水管・受水槽の衛生状態やカルキ臭・塩素消毒に対する不満解消も優先的に取り組むべき課題であるが、現在実施している施策だけでは不満が解消されない可能性があることから、新たな対策を検討していく必要があると考えられた。

しかし、優先度が高いとされた「水源の水質改善」や「水質管理の強化」などに対しては、既に対策が講じられており、実際に水質改善もかなり進んできていると考えられる。このような項目に関しては、これまでの取り組みやその成果を適切に情報提供していくことも有効であると考えられる。

現在、水道事業体では、市民の水道水質に対する様々なニーズに応えるため、多くの施策を実施しているが、水需要の減少等で経営環境が厳しくなる中、今後はこれまで以上に必要な施策を峻別し、実施していくことが求められるようになると考えられる。本研究で示したように、市民の潜在心理特性を分析し、それに基づき、施策の優先順位づけを行い、施策の適切性や過不足について検証しながら進めることで、より効率的かつ効果的に市民の水道水に対する態度を変化させることができる可能性があると考えられた。

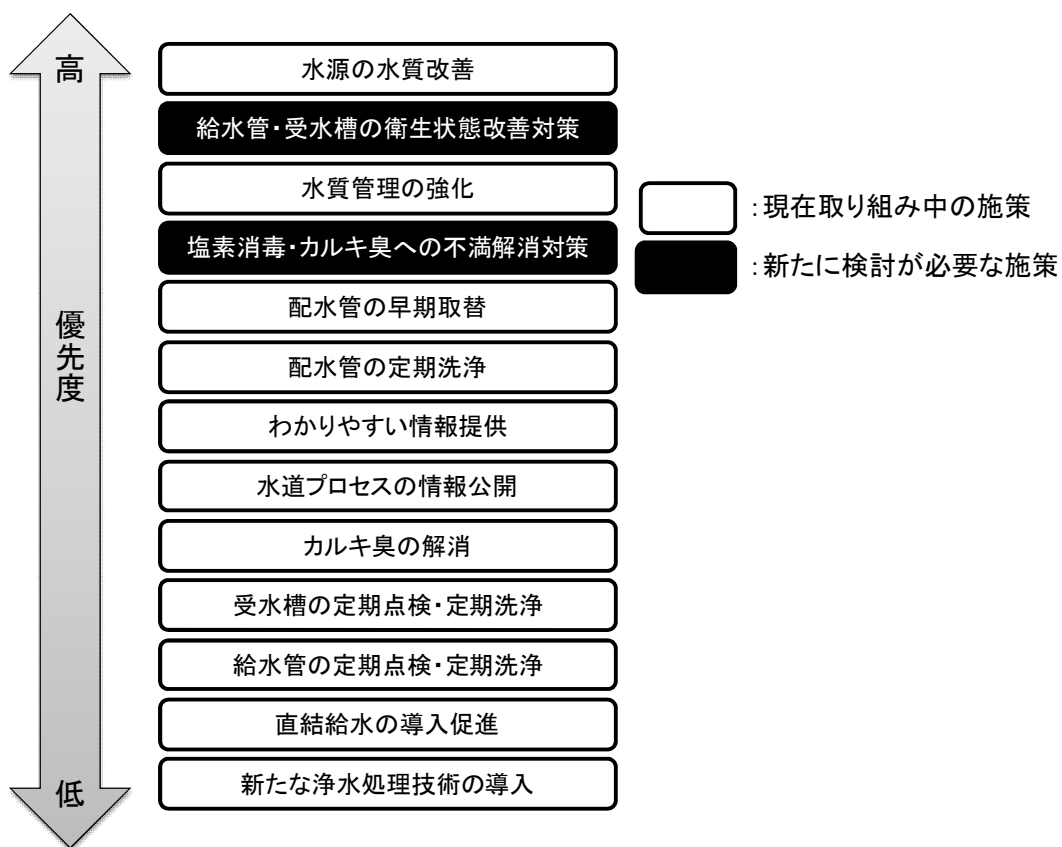


図 3-19 潜在心理特性から見た施策の優先順位付け

3.7 結語

本章では、市民の水道回帰のための施策の有効性を定量的に議論するために、項目反応理論を適用し、水道水質に対する不満や要望の尺度化を行い、水道水質に対する潜在不満度、潜在要望度と水道水質に対する市民ニーズの特徴について分析を行った。

本章で得られた知見を以下に示す。

1. 水道水質に対する潜在不満度、潜在要望度を分析した結果、潜在不満度は全体的に小さく、潜在要望度は全体的に大きかった。
2. 女性は男性と比較して、潜在不満度、潜在要望度とも大きかった。
3. 潜在不満度は年齢による差はなかったが、潜在要望度は年齢が高くなるとともに大きくなっていった。
4. 水道水の飲用水としての満足度評価と潜在心理特性の関係について分析した結果、飲用水として「満足」と回答した回答者と「どちらとも言えない」と回答した回答者の潜在心理特性にはほとんど差がなかった。

これらの回答者の不満分析項目への回答状況から、飲用水としての評価には、水質管理に関する要因への評価が影響しており、給配水プロセスの衛生状態に関する評価については影響していないと推察された。

5. 不満分析項目、要望分析項目について、項目反応分析で得られたパラメータ値を用いて、市民の水道水質に対する不満・要望の特徴分析を行った結果、以下の知見が得られた。

(不満分析項目)

水源水質、給水管、受水槽の衛生状態に関しては、潜在不満度の影響は小さく、多くの回答者が不満を持つ項目であった。これに対して、浄水処理、水質管理、水質に関する情報提供については、上記項目と同様に潜在不満度の影響は小さいが、不満を持つ回答者は少なかった。一方、有害化学物質、有害微生物の存在に対する不満については、潜在不満度が強く作用しており、潜在不満度が一定以上の回答者については、ほとんどが不満を持っていた。

(要望分析項目)

水源水質の改善、水質管理の強化については、潜在要望度の影響を受けず、多くの回答者が要望していた。一方、給水管、受水槽の定期点検や定期洗浄については、潜在要望度の影響が大きく、潜在要望度の高い回答者のみが要望していた。なお、同じ受水槽関連の要望と考えられる直結給水の導入に関しては、潜在要望度の影響は小さく、要望する回答者も他の項目に比べると比較的少なかった。また、新たな浄水処理の導入やカルキ臭の解消、わかりやすい情報提供、水道プロセスの情報公開についても、潜在要望度の影響が小さく、要望する回答者も比較的少ない項目であった。

6. 不満分析項目と要望分析項目のパラメータ分布を比較することで、水道水質に対する不満解消のための施策の適切性を評価した。
その結果、給水管や受水槽の定期点検・洗浄、直結給水の導入については、一部の市民の不満の軽減には寄与するが、その効果は限定的であり、これらの対策だけでは、全ての市民の不安を軽減するには至らないことがわかった。また、カルキ臭の解消についても、これだけでは塩素消毒やカルキ臭に対する不安を解消できないことがわかった。
7. 潜在心理特性の各種分析結果を総合して、水道事業体で取り組まれている施策の優先順位付けを試みた。その結果、最優先して取り組むべき事項は水源水質の改善であり、新たな浄水処理の導入や直結給水については優先順位が低いと考えられた。
8. 潜在心理特性により、施策の優先順位付けを行い、施策の適切性や過不足について検証しながら進めることで、より効率的かつ効果的に市民の水道水に対する態度を変化させることができる可能性があると考えられた。

参考文献

- 1) 長岡 裕、高橋義則：飲料水としての水道水の使用量に関するアンケート調査、用水と廃水、Vol.44, No.5, pp.40-44, 2002
- 2) 御園 良彦, 久保田 照文, 山田 雅雄, 近藤 明男, Schmitz, T., Rochera, E. C., Gordon-Walker, S., Young, K., Reiter, P.: 第2回 IWA ワークショップ「効率的水道経営」(その3)、水道協会雑誌、Vol.73, No.10, pp.103-132, 2004
- 3) Suffet, I. H., Mallevalle, J., Kawczynski, E.: *Advances in Taste-and-odor Treatment and Control*, Col.:AwwaRF/Lyonnaise des Eaux, 1995
- 4) 青木俊明, 栗原真行, 松井健一：社会資本整備に対する住民の満足感の構造, 建設マネジメント研究論文集, Vol.9, pp.71-78, 2002
- 5) 土井健司, 青木崇：潜在心理特性を考慮した結節駅利用者のニーズ分析, 土木学会論文集, No.625/IV-44, pp.15-27, 1999
- 6) 渡辺直登, 野口裕之：組織心理測定論, 342p., 白桃書房, 1999
- 7) Samejima F.: *Estimation of latent trait ability using a response pattern of graded scores*, Psychometrika Monograph Supplement, No.17, pp.5-17, 1969
- 8) Baker, F. B.: *Item response theory: Parameter estimation technique*, 528p., New York, Marcel Dekker, 1992
- 9) 伊藤禎彦, 城征司, 平山修久, 越後信哉, 大河内由美子：水道水の満足感の因果モデ

- ル構築と満足感向上に関する考察, 水道協会雑誌, Vol.76, No.4, pp.25-37, 2007
- 10) ミツカン水の文化センター：第17回水にかかわる生活意識調査結果, 2011

第4章 水道水臭気的目標設定

4.1 本章の目的

日本の水道では、微生物学的リスク制御のため、水道法により塩素消毒が義務付けられている（水道法第22条、水道法施行規則第17条）。塩素は幅広い微生物種に対して有効で、かつ残留性があることから、浄水場から給水栓末端に至る給配水過程においても微生物の再増殖を抑制することが可能であり、水系感染症の防止に大きな役割を果たしてきた。

しかし、一方で、塩素は水中の有機物と反応することにより、トリハロメタンなどの消毒副生成物を生成する¹⁾ことが知られており、水系感染症の流行が過去の話となった現在においては、塩素消毒はむしろ健康に悪影響を及ぼすものとして忌避される傾向にある。水道水を塩素消毒することにより生じる臭気、いわゆるカルキ臭についても同様で、以前は「安全のしるし」とされていたが、現在は水道水のおいしさを損なうものとして、水道水に対する不満の主な要因の1つとなっている^{2), 3)}。

こうした状況を受けて、一部の水道事業体ではより安全でおいしい水道水の供給を目指す取り組みの一環として、カルキ臭の軽減、解消に向け、残留塩素の低減化などの施策が実施されている^{4), 5)}。しかし、これらの取り組みのベンチマークとなる目標値について、残留塩素濃度については、水質管理目標設定項目として1.0 mg/L以下、1985年に厚生省（現：厚生労働省）がおいしく水を飲むための目安として示した「おいしい水の水質要件」においては0.4 mg/L以下という目標値が設定されているが、臭気に関しては、残留塩素を除去した状態での臭気強度として水質管理目標設定項目、おいしい水の水質要件とも3以下という目標値が設定されているだけであり、塩素を除去しない状態での臭気に関しては、基準値や目標値は設定されていない。

このため、多くの事業体では、残留塩素濃度の目標値を0.4 mg/L以下と定めているが、カルキ臭の低減や解消を目的とした施策において、残留塩素濃度の制御はあくまで1つの手段であり、これが達成されても、市民が不満に感じないレベルまでカルキ臭が低減されているとは限らない。高度浄水処理を導入した水道では、先に示した残留塩素濃度の目標値は概ね達成できている状況にあるが、権ら⁶⁾は高度浄水処理が導入された都市においてカルキ臭の実態調査を行い、これらの都市においてもカルキ臭が幅広く存在することを指摘している。このことから、カルキ臭の低減、解消を図るには、残留塩素濃度の低減化に加え、浄水処理において、カルキ臭の元となる前駆物質を低減し、カルキ臭の原因物質の生成量を抑制することが重要であり、かつカルキ臭原因物質の除去効果を評価するには、カルキ臭自体の目標値を設定する必要があると考えられる。

こうした特定の異臭味についての評価、規制については2つのアプローチが考えられる。1つは原因物質の濃度基準を設定する方法である。水道水における異臭味の1つであるかび臭については、2-メチルイソボルネオールとジェオスミンという2物質が原因

物質として特定されており、これらの2物質について、水道水質基準において基準値が定められている。このように、原因物質が特定されている場合は、その濃度を測定することで原水での存在状況や浄水処理の除去効果を明確に知ることができる。もう1つは官能試験により「感覚量」を測定し、それに基づき評価、規制を行う方法である。騒音、悪臭など、いわゆる「感覚公害」と呼ばれる分野においては、人間の感覚に基づく「感覚量」としての規制が実施されている。

騒音分野では、物理的な尺度である音圧レベルを人間の聴感に基づいた感覚量として評価するため、等ラウドネス曲線（定常音について、正常な聴力を持つ人が等しい大きさに感じる1 kHzの純音の音圧レベルを「音の大きさのレベルP（phon）」と定義し、音の大きさと周波数の関係を示した曲線）に従った周波数重み付け（A特性）をした「騒音レベル L_A 」が評価指標とされてきたが、平成10年の環境基準改訂時に、騒音影響に関する研究の進展、騒音測定技術の向上や国際的な動向も踏まえ、音響エネルギーの総曝露量を時間平均した指標である「等価騒音レベル」が新たな評価指標として設定された。「等価騒音レベル」は物理的な指標であるため、異なる音源からの騒音を合成したり、逆に特定の音源の寄与割合を求めたりといった演算の合理性に富み、発生頻度が少なく高レベルの騒音に対しても比較的敏感な指標となっているなど、多くの利点がある一方で、単一尺度では騒音事象に関する包括的な情報を得ることはできないとの指摘もある⁷⁾。

一方、悪臭については、悪臭防止法により規制されており、特定物質による規制と臭気指数による規制が併用されている。特定悪臭物質としては、アンモニア等22種類の物質が定められており、主に事業活動により特定物質を排出する事業所の規制に適用されており、臭気指数による規制は、複数の物質を排出している事業場の規制に適用されている。

臭気は、通常、低濃度多成分の混合気体であり、臭気を構成している各成分の嗅覚閾値濃度は低く1 ppb以下、物質によっては、1 ppt以下のものも存在する。また、通常嗅いでいるほとんどのにおいては1つの臭いであっても、その多くが多成分の混合体であり、いくつかの成分濃度で示しても全体の指標とはなりにくいことから、人間の嗅覚による数量化指標が必要となる。人間の嗅覚でおいを数量化する方法としては、我が国や欧米では無臭に至る希釈倍数すなわち嗅覚閾値を測定する臭気濃度による尺度が悪臭規制に採用されており、この尺度は人による差が比較的少ないと言われている。しかしながら、現在、臭気濃度の測定法は統一されておらず、国により採用している手法が異なり、そのいずれも一般環境のように臭気濃度10未満の臭気の測定に適さないこと、また、におい質について考慮されておらず、快いにおいでも不快なおいでも同じ濃度として評価してしまうこと等、いくつかの問題点が指摘されている⁸⁾。

このように、騒音、悪臭いずれの分野においても、問題点は指摘されているものの、感覚量としての規制が導入されている。騒音や悪臭は、不快な音や不快なおいにより、

生活環境を損ない、主に、感覚的・心理的な被害を及ぼすものであり、その原因は1つではなく、複数の要因が合わさっていることが多い。こうした複合要因からなる感覚的な影響については、単一の物質濃度や物理量で表すことは困難であり、「感覚量」としての評価が適切であると考えられる。

水道水のカルキ臭については、原因物質の1つとしてトリクロラミンが知られており、測定方法も検討されているが⁹⁾、カルキ臭に対するトリクロラミンと臭気強度は必ずしも良い相関を示さないとする報告¹⁰⁾もあることから、カルキ臭は複数の物質の臭気が合わさって認知されていると考えられる。このように、原因物質が複数想定され、それらの物質が完全に特定されていない現状では、官能試験により「感覚量」として総合的に評価することが、カルキ臭を評価する方法としてはより望ましいと考えられる。

近年、官能試験に代わって複数の物質からなる臭気を定量的に測定できる装置として、におい識別装置が開発され、食品や悪臭分野での活用が期待されている¹¹⁾。坂井¹²⁾は、におい識別装置のカルキ臭測定への適用性を検討したが、におい識別装置では、トリクロラミンによる臭気と純水の臭気を明確に区別することができなかったと報告している。

一方、官能試験によるカルキ臭の測定については、柳橋ら¹³⁾が三点比較法、和田ら¹⁴⁾が上水試験法に準じた臭気強度法での測定結果を報告している。また、市民へのモニターアンケートを実施し、その結果から独自でカルキ臭の臭気強度に関する目標値を設定している水道事業者もある¹⁵⁾。

臭気の評価については、心理的な影響を受けやすいことが指摘されている。斎藤ら¹⁶⁾は、同じ物理量のおい味の快・不快やにおい質、感覚的強度等の心理量については、個人のおい味に対する履歴に大きく左右されること、また、履歴に関しては長い歴史に培われたものではなくても、一時的、トップダウン的に与えられたおい味への先入観によっても変化することを報告しており、カルキ臭に関する目標設定を行っていく場合は、過去の経験や回答バイアス等の影響も考慮することが求められる。

本章では、先に述べた水道事業者におけるモニターアンケート調査の結果から、水道水の臭気強度と臭気を感じ取る確率及び不快に感じる確率について、用量反応関係を当てはめることにより、カルキ臭の目標設定の検討を行うとともに、カルキ臭の評価に対する心理影響についても検討する。

4.2 臭気強度の目標値設定方法に関する考察

はじめに人の心理過程の基本的なプロセスについて整理しておく¹⁷⁾。最初に、刺激に触れ事物・事象を知る「認知」という段階がある。次に、この認知を受けて、人はある「感情」を抱くことになる。さらに、感情をベースとして人の「態度」が形成され、ある場合にはそれに基づいて「行動」を起こすことになる。

以上の基本プロセスを水道水の臭気問題にあてはめて考えてみる。まず、「認知」に

相当するのは、水道水に臭気が存在することを「感知」¹⁸⁾する段階である。ついで、「感情」に相当するのは、それが異臭である場合には「不快感」や「嫌悪感」を抱く段階であると考えられる。このとき情報が不足すれば、「不安感」を持つ可能性もある。さらに、「行動」とは、不快感や嫌悪感という感情に基づいて「飲用回避」という現象を引き起こす段階と見なすことができる。以上の概念を図示したものが図 4-1 である。曲線は個人差を表し、例えば、臭気が弱くても「不快・嫌悪」感を抱く人もいれば、臭気が強くなってはじめて「不快・嫌悪」感を抱く人もいることなどを示している。また、「感知」、「不快・嫌悪」、「飲用回避」を生じさせる臭気の強さは、この順に大きくなると仮定して描いている。

次に臭気強度の目標設定との関係について考察する。仮に、「感知」という段階で目標を設定する場合、水道水が無臭であることを要求することになり、目標 TON は 1 に近い値となる。これは技術的に非常に困難であるばかりか、その必要性についても疑問が残ると思われる。一方、「飲用回避」という段階に目標を設定することは水道事業者にとっては危険である。それは、仮に目標レベルが達成されない場合には、飲用が回避されてしまうという致命的結果を招くことを意味するからである。

また臭気強度が低下して飲用インセンティブが向上したと考えられる場合でも、飲用を回避していた人が飲用を開始するという行動変容を（実証的に）測定・確認するのは容易ではない¹⁹⁾。

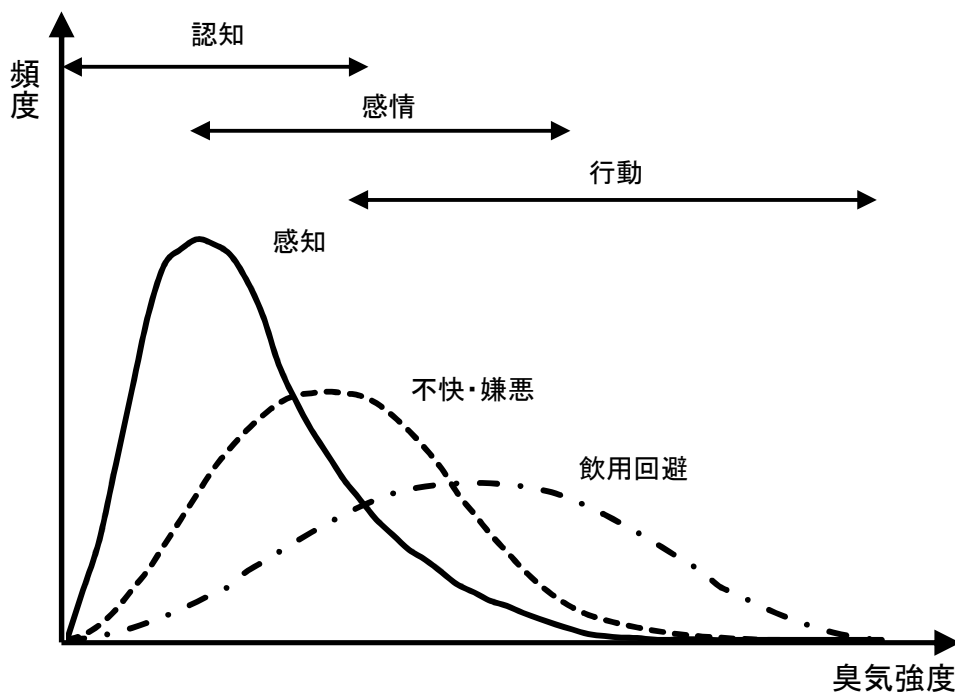


図 4-1 水道水臭気と心理過程の基本プロセス

これに対して、「不快感」や「嫌悪感」を抱く段階とは、水道水の異臭を感知した後、ある感情を形成している段階である。この段階は、水道水質に対してある態度を形成し、飲用を継続するか回避するかの行動選択を行うための準備段階にあるということができる。この段階に臭気強度の制御目標値を設定すれば、「感知」段階ほど厳しすぎることはなく、また、「飲用回避」のような行動となって表面化する前にそれを防止することも期待できる。

以上より、水道水の臭気強度は、人々が「不快・嫌悪」感を抱くか否かという「感情」段階に焦点を当てて目標値を設定するのが妥当であると考えた。

4.3 モニターアンケートの概要

本研究では、大阪市水道局が平成19年度から実施している「おいしい水テイスター」の第1回から第4回の結果を用いた。

4.3.1 おいしい水テイスターの概要

大阪市水道局では、おいしい水の供給に向けた独自の努力目標として「大阪市おいしい水指標」を設定しており、おいしい水テイスターは、その項目の内の「におい指標」、「お客さまによるおいしさ評価」に関して、目標値設定や達成状況を把握するためのデータ収集を目的に実施されている。通常、水道事業体で実施されているきき水調査と異なり、臭気試験が同時に行われていること、きき水試験についても、より厳密に条件管理を行い実施されているのが特徴である。

(1) モニターの属性構成

モニターは大阪市内に在住、在勤、在学の小学4年生以上を対象に募集されている。各回のモニターの属性構成を表4-1に示す。

性別に関しては、女性が約6割、男性が約4割となっており、女性の割合が若干高かった。年齢については、20代以下の割合が若干多いものの、概ねバランスのとれた構成であった。

表4-1 おいしい水テイスターにおけるモニターの属性構成

	実施日	性別		年齢				
		男	女	20代以下	30代	40代	50代	60代以上
第1回	平成20年3月1日	19	20	13	7	8	5	6
第2回	平成20年8月23日	12	22	8	7	9	6	4
第3回	平成20年12月6日	15	16	11	5	6	4	5
第4回	平成21年2月28日	11	22	18	5	4	2	4
	計	57	80	50	24	27	17	19

(2) 試験方法

モニターアンケートでは、水道水の味と臭気についての市民の評価を確認することを目的にきき水試験と臭気試験を行っている。

きき水試験、臭気試験に試料として用いた水道水は、大阪市水道局柴島浄水場浄水を使用している。大阪市水道局では平成12年度から高度浄水処理が導入されており、モニターアンケートに使用された水道水も高度浄水処理した水道水である。

モニターアンケートについては、第1回は平成19年度、第2回から第4回は平成20年度に実施されている。平成19年度、平成20年度の柴島浄水場浄水の水質を表4-2に示す。

表 4-2 柴島浄水場浄水の水質

	TOC(mg/L)			硬度(mg/L)			遊離残留塩素(mg/L)			臭気強度(TON)※		
	最高	最低	平均	最高	最低	平均	最高	最低	平均	最高	最低	平均
平成19年度	1.1	0.6	0.8	48	42	45	0.5	0.4	0.5	1	1	1
平成20年度	1.1	0.5	0.8	46	38	41	0.5	0.4	0.4	1	1	1

※上水試験法に示されている方法に基づき、残留塩素を除去後、40～50℃に加温して測定

①きき水試験

水温を15℃に調整した水道水、国産ミネラルウォーター、外国産ミネラルウォーターの3種類の水について、「おいしい」、「ややおいしい」、「ややまずい」、「まずい」の4段階で、おいしさについて絶対評価した後、3種類の水の中で最もおいしいと感じた水について回答を求めた。(ただし第1回は水道水、国産ミネラルウォーター、水道水、水道水をボトル詰めしたボトル水の3種類の評価であった。)

②臭気試験

水温を15℃に調整した精製水、水道水、及び水道水を精製水で3倍、10倍、30倍希釈した5種類の試料について、精製水、30倍希釈、10倍希釈、3倍希釈、水道水の順で臭気を確認し、各試料について、臭気を感じたか、不快に感じたかどうかについて回答を求めた。

(3) 実施結果

きき水試験において、水道水について、「おいしい」、「ややおいしい」と回答した割合を図4-2に示す。概ね60～70%であり、大阪市水道局が目標としている80%には達していないものの、比較的高い評価を受けていた。

次に臭気試験において、臭気を感知した割合を図4-3に、不快に感じた割合を図4-4に示す。

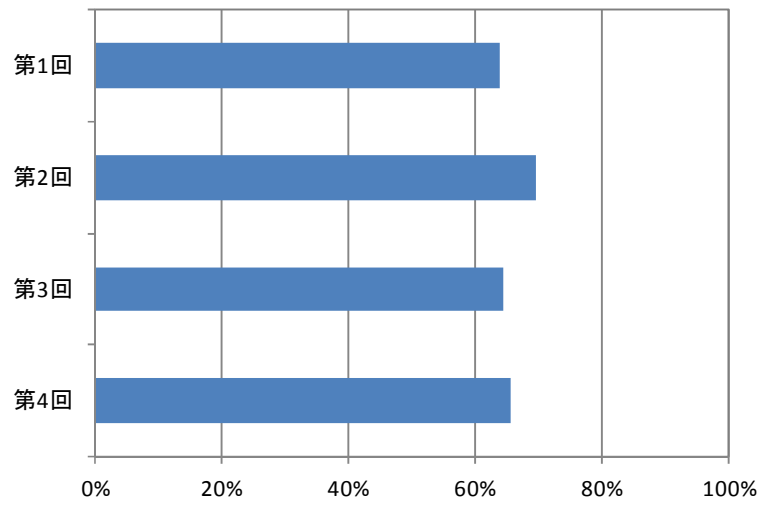


図 4-2 きき水試験結果（「おいしい」と回答した割合）

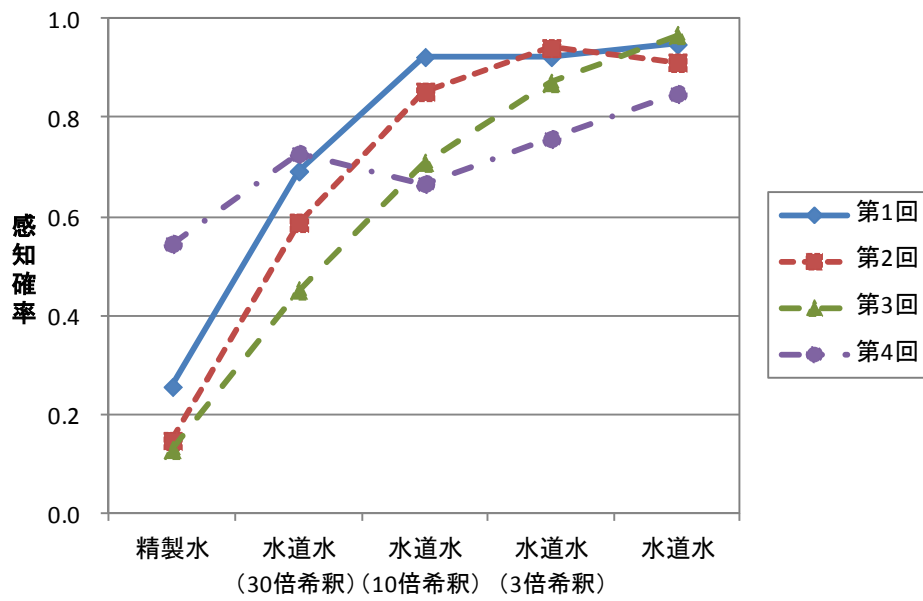


図 4-3 臭気試験結果（感知した割合）

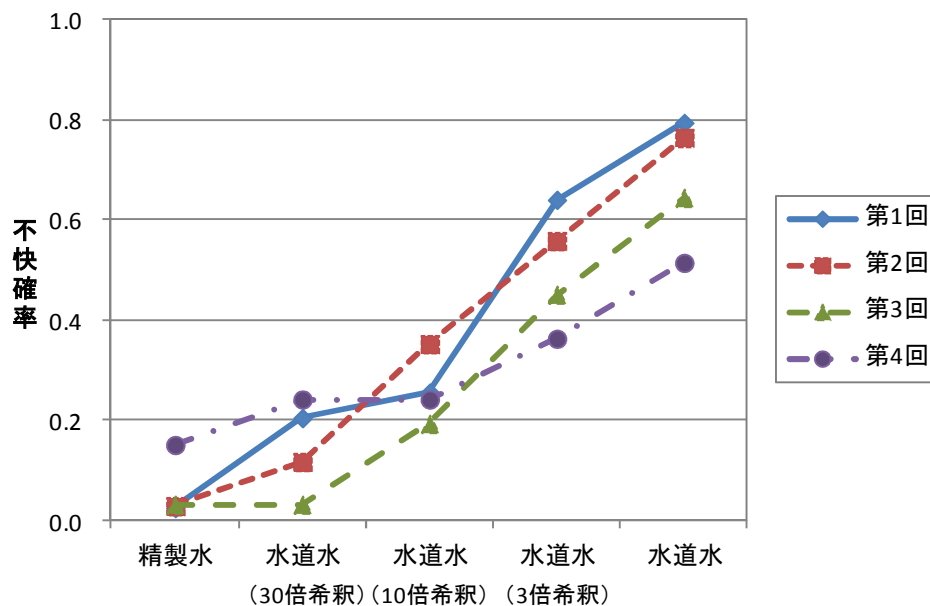


図 4-4 臭気試験結果（不快に感じた割合）

水道水については、全ての回で8割以上のモニターが臭気を感知しており、50~80%程度のモニターが臭気を不快に感じていた。しかし、臭気を感知しても不快に感じないモニターも2割程度いた。

また、モニターの臭気試験結果より、上水試験法の臭気強度の算出方法に準じて、水道水臭気強度（15℃）を算出した。各モニターが初めて臭気を感知した希釈倍数（1、3、10、30）を各モニターの試験より得られた臭気強度とし、それらの値の幾何平均値を求め、モニター試験に使用した試料水（水道水）の臭気強度とした。算出結果を表 4-3 に示す。

表 4-3 に示した試料水の臭気強度を、被験者が初めて臭気を感知した、もしくは不快に感じた希釈倍数で除することにより、各モニターが初めて臭気を感知した時及び不快に感じた臭気強度を算出した。

表 4-3 おいしい水テイスターにおける試料水の臭気強度

	第1回	第2回	第3回	第4回
臭気強度(15℃)	17.5	16.9	9.0	14.5

4.4 水道水臭気に関する目標設定

4.4.1 用量－反応モデルの当てはめ

薬学や微生物学の分野においては、特定の薬物や病原体の暴露量とそれらが特定の集団に引き起こす反応や影響の確率との関係は、用量－反応関係として表される²⁰⁾。水道水臭気の臭気強度と感知確率、不快回答確率との関係についても、カルキ臭の暴露量と臭気を感じ取る確率、不快な感情を生起する確率と考えれば、ある種の用量反応関係と見ることができる。

用量－反応関係を評価する場合、線形モデルや非線形モデルなどの数学的関数を当てはめ、モデルのパラメータ推定を行うことが広く行われている。

用量－反応モデルは負でない任意の数の用量の測定値を変数とし、0 から 1 の範囲で、ある影響が生じる確率を与える単調増加関数であり、化学物質の場合はシグモイド型の反応曲線をとることが多いが、この解析には、一般的に対数ロジスティックモデルや対数プロビットモデル、ワイブルモデルなどが用いられていることから、本研究では、水道水臭気の臭気強度と不快回答確率の用量反応関係に対し、対数ロジスティックモデル、対数プロビットモデル、ワイブルモデルの当てはめを検討した。

対数ロジスティックモデルにおいて、臭気強度 d に対する不快回答確率 $P(d)$ は以下のように表すことができる。

$$P(d) = \frac{1}{1 + \exp[a - b \ln(d)]} \quad \text{式(4-1)}$$

同様に、対数プロビットモデルにおいては、臭気強度 d に対する不快回答確率 $P(d)$ は以下のように表すことができる。

$$P(d) = \int_{-\infty}^{\frac{1}{a} \ln \frac{d}{b}} \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \exp\left(-\frac{x^2}{2}\right) dx = \Phi\left(\frac{1}{a} \ln \frac{d}{b}\right) \quad \text{式(4-2)}$$

また、ワイブルモデルにおいては、臭気強度 d に対する不快回答確率 $P(d)$ は以下のように表すことができる。

$$P(d) = 1 - \exp(-ad^b) \quad \text{式(4-3)}$$

これらのモデルの当てはまりの良さについては、以下の方法で推定した²¹⁾。それぞれのモデルにおいて予想される反応は一般に

$$\pi_i = P(d; \theta) \quad \text{式(4-4)}$$

と表すことができる。ここで θ は用量-反応パラメータ群である。厳密に観察に基づいた各用量に対する反応を

$$\pi_i^0 = p_i/n_i \quad \text{式(4-5)}$$

と定義する。ここで p_i は各用量において陽性を示した被験者の数、 n_i は各用量における被験者全体の数である。

この時、逸脱度 Y を $-2\log$ 尤度比(1%値)とすると、

$$Y = -2 \sum_{i=1}^k \left[p_i \ln \frac{\pi_i}{\pi_i^0} + (n_i - p_i) \ln \frac{1 - \pi_i}{1 - \pi_i^0} \right] \quad \text{式(4-6)}$$

となり、用量-反応パラメータの最尤度の推定値は、 π_i への影響を通して逸脱度 Y を最小化する θ の値を見つけ出すことで得ることができる。

4.4.2 用量反応モデルの推定結果

水道水臭気強度と感知確率の関係について、3種のモデルによる推計結果を図4-5、表4-4に示す。

いずれのモデルも良好なフィッティングを示しており、逸脱度もほぼ同程度であった。

同様に、不快確率の関係について、3種のモデルによる推計結果を図4-6、表4-5に示す。不快確率についても、いずれのモデルも良好なフィッティングを示していたが、対数ロジスティックモデルと対数プロビットモデルについては、臭気強度が15以上の場合、実測値との乖離が認められた。

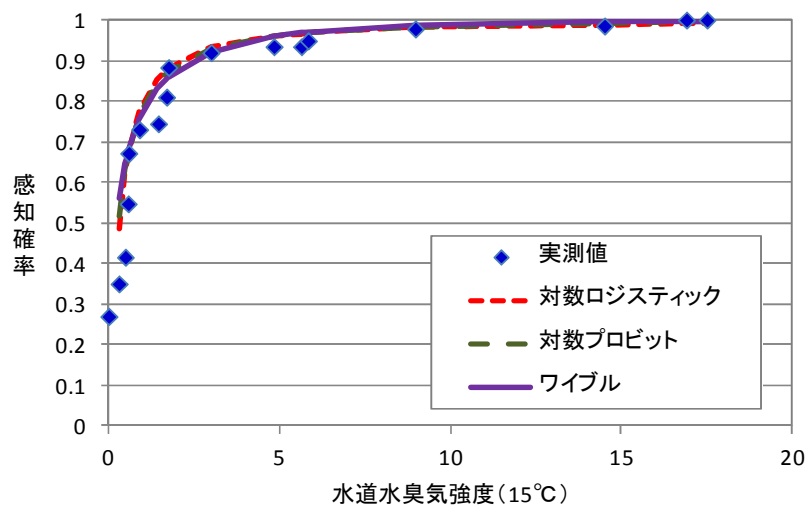


図4-5 3種のモデルによる推計結果（感知確率）

表 4-4 各モデルの逸脱度（感知確率）

モデル	最適化パラメータ	逸脱度
対数ロジスティック	$a=-1.343, b=1.160$	18.19
対数プロビット	$a=1.617, b=0.282$	19.09
ワイブル	$a=1.483, b=0.489$	20.58

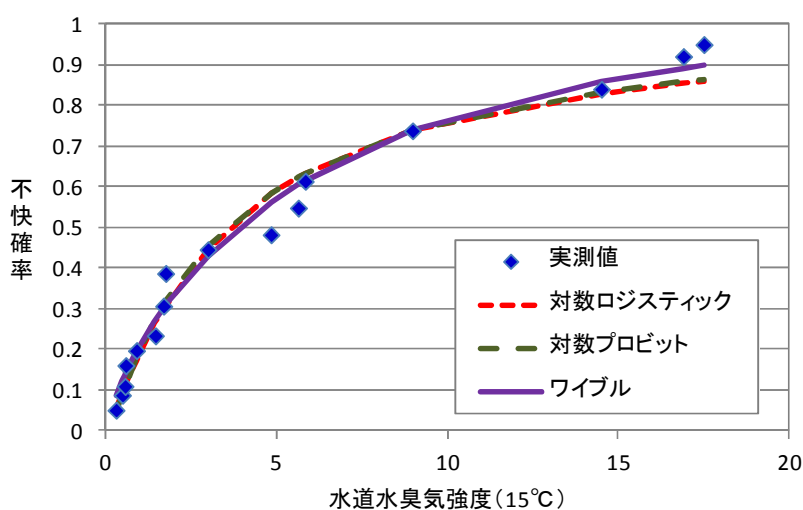


図 4-6 3 種のモデルによる推計結果（不快確率）

表 4-5 各モデルの逸脱度（不快確率）

モデル	最適化パラメータ	逸脱度
対数ロジスティック	$a=1.458, b=1.135$	18.93
対数プロビット	$a=1.470, b=3.544$	17.98
ワイブル	$a=0.234, b=0.794$	17.94

次に、各モデルの適合度について次の方法で評価を行った²¹⁾。先に求めた逸脱度 Y の値と $k-m$ (k : 用量の数、 m : モデルのパラメータ数) の自由度を持つ χ^2 分布と比較した。この場合、 Y が当該モデルの分布の 5 パーセンタイルを超える場合は、フィッティングの許容度に関する帰無仮説が棄却され、当該モデルは否定されることとなる。評価結果を表 4-6、表 4-7 に示す。

表 4-6 各モデルの適合度評価（感知確率）

モデル	逸脱度	$k-m$	$\chi^2_{0.05}(k-m)$	p 値
対数ロジスティック	18.19	14	23.685	0.488
対数プロビット	19.09	14	23.685	0.125
ワイブル	20.58	14	23.685	0.088

表 4-7 各モデルの適合度評価（不快確率）

モデル	逸脱度	$k-m$	$\chi^2_{0.05}(k-m)$	p 値
対数ロジスティック	18.93	14	23.685	0.464
対数プロビット	17.98	14	23.685	0.472
ワイブル	17.94	14	23.685	0.451

感知確率、不快確率とも、いずれのモデルも、逸脱度は χ^2 分布の上位 5 パーセントイル値よりも小さく、 p 値 > 0.05 であることから、フィッティングの許容度に関する帰無仮説は棄却されない。

以上の結果から、水道水臭気と感知確率、不快確率の用量反応モデルとしては、ワイブルモデルを採用することとし、以下の分析を行った。

4.4.3 信頼区間の決定

前項で決定した用量反応モデルの不確実性を評価するため、ブートストラップ法を用いて用量反応曲線の信頼区間を決定した。

(1) ブートストラップ法^{22), 23)}

確率分布モデルの不確実性や変動をシミュレーションする場合、モンテカルロ法が用いられることが多いが、用量反応モデルの変数が複数の場合、用量-反応パラメータの分布が不規則である場合などは、モンテカルロ法によるランダムサンプリングに基づく最尤法の適用は難しい。

このような場合の標準誤差や信頼区間の評価に、近年用いられているのがブートストラップ法である。ブートストラップ法は Efron によって提唱されたリサンプリング手法であり、母集団の分布形を仮定せず、抽出されたデータ全体を新たな母集団と見て、そこから無作為に復元抽出でリサンプルデータを取り、これらのデータセットから元データの推定値の分布を推定し、最終的に母集団の持つ情報についての結論を得る方法である。ブートストラップ法の適用により、サンプル数が比較的少なくても高い精度で推定・検定が行えるために、近年広い分野で応用されるようになってきている。ブートストラップ法による基本的な考え方と信頼区間の推定方法については次のとおりである。

今、未知の確率分布 $F(x)$ に従って生成された n 個のデータ $x = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$ に基づいて、経験分布関数 \hat{F} を構成してから F を推定する。経験分布関数 \hat{F} からの大きさ n のランダムサンプルはブートストラップ標本 (bootstrap sample) と呼ばれ、これを $X^* = \{X_1^*, \dots, X_n^*\}$ とする。この経験分布関数に従う確率変数に基づく推定量を $\hat{\theta}^* = \hat{\theta}(X^*)$ とする時、ブートストラップ法では推定量 $\hat{\theta}$ のバイアスと分散は

$$b(\hat{F}) = E_{\hat{F}}[\hat{\theta}^*] - \hat{\theta}, \quad \sigma^2(\hat{F}) = E_{\hat{F}}[\{\theta^* - E_{\hat{F}}[\theta^*]\}^2] \quad \text{式(4-7)}$$

と推定される。これらはそれぞれ $\hat{\theta}$ のバイアス $b(F)$ と分散 $\sigma^2(F)$ のブートストラップ推定値 (bootstrap estimate) という。

式(4-7)の期待値は既知の確率分布である経験分布関数の同時分布 $\prod_{\alpha=1}^n F(x_{\alpha}^*)$ に関する期待値であることからモンテカルロ法によって近似することができる。すなわち経験分布関数に従う個数 n のブートストラップ標本を B 組発生させて、これらを

$$x^*(b) = \{x_1^*(b), x_2^*(b), \dots, x_n^*(b)\}, \quad b = 1, 2, \dots, B \quad \text{式(4-8)}$$

とおく。この時、式(4-7)は次のように近似できる。

$$b(\hat{F}) \approx \frac{1}{B} \sum_{b=1}^B \hat{\theta}^*(b) - \hat{\theta} \quad \text{式(4-9)}$$

$$\sigma^2(\hat{F}) \approx \frac{1}{B-1} \sum_{b=1}^B \{\hat{\theta}^*(b) - \hat{\theta}^*(\cdot)\}^2 \quad \text{式(4-10)}$$

ただし、 $\hat{\theta}^*(b)$ は b 番目のブートストラップ標本 $x^*(b)$ に基づく推定値とし、

$$\hat{\theta}^*(\cdot) = \sum_{b=1}^B \hat{\theta}^*(b) / B \quad \text{式(4-11)}$$

とする。この方法は経験分布関数からの個数 n のブートストラップ標本とは、観測データ $\{x_1, x_2, \dots, x_n\}$ からの n 個の標本の復元抽出と同値であることを利用している。

式(4-9)と式(4-10)のモンテカルロ法による近似の誤差は、ブートストラップの反復抽出の回数 B を無限大とすると無視できる。バイアス及び分散あるいは標準誤差の推定に対しては $B=50 \sim 200$ は必要である。

(2) 分析方法

水道局のモニターアンケートにおいては、臭気を感知した臭気強度と不快に感じた臭気強度に関する 137 人のデータが得られている（但し、内 7 名については、不快に感じた臭気強度の算出が不能であった）（表 4-8）。

表 4-8 ブートストラップ元データ

臭気強度	感知	不快
0	37	6
0.30	11	1
0.48	9	5
0.56	18	3
0.58	17	7
0.90	8	5
1.45	2	5
1.69	9	10
1.75	10	11
2.99	5	8
4.83	2	5
5.63	0	9
5.83	2	9
8.97	4	17
14.5	1	14
16.9	2	11
17.5	0	4
計	137	130

これを元データとして、これらのデータの中から復元抽出法で無作為に元の標本値と同数の 137 個（不快回答確率については 130 個）のリサンプルデータを抽出し、この作業で得られたデータセットにおいて、測定した各臭気強度での回答確率を求めた。この作業を 1,000 回繰り返し、同じ臭気強度の回答確率データ 1,000 個における 2.5 パーセンタイル値、97.5 パーセンタイル値を求め、それを各臭気強度における信頼下限、信頼上限とした。

(3) 分析結果

得られた各臭気強度の信頼下限、信頼上限のデータセットについて、それぞれワイブルモデルを当てはめた。不快確率に関する結果を図 4-7 に、感知確率に関するデータを図 4-8 に示す。

不快確率が 50 %の時の臭気強度で見ると、実測値に適合させたモデル曲線では 3.92、97.5%信頼上限では 2.93、2.5 %信頼下限では 5.44 であり、上限と下限では約 2.5 の幅があった。同様に、感知確率が 50 %の時の臭気強度は、実測値に適合させたモデル曲線では 0.46、97.5%信頼上限は 0.36、2.5%信頼下限は 0.65 となっており、上限と下限では約 0.3 の幅があった。

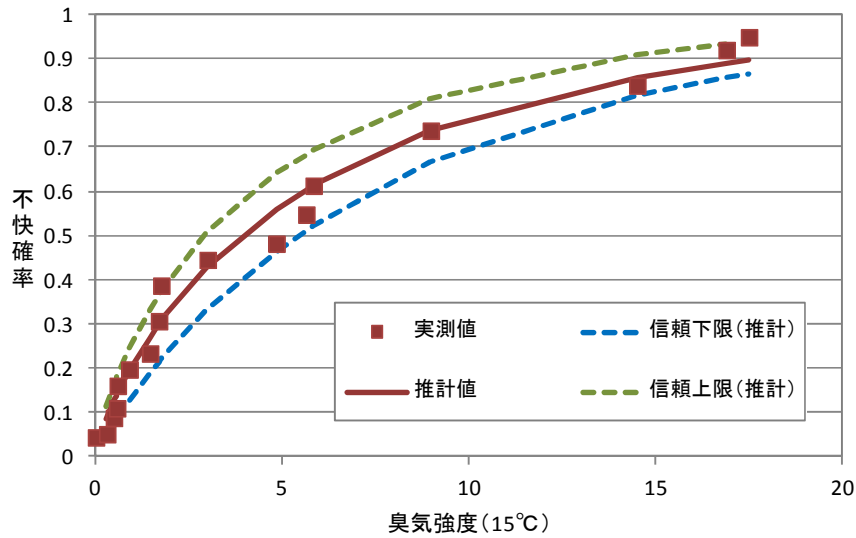


図 4-7 水道水臭気強度と不快確率

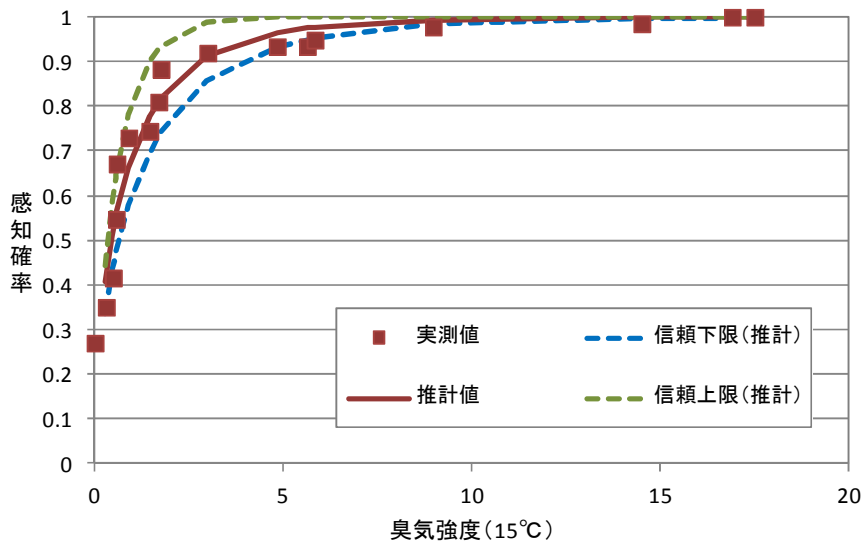


図 4-8 水道水臭気強度と感知確率

臭気を感知する嗅覚閾値については、個人差が比較的少ないとされているが、快・不快度に関しては個人差が大きいことが指摘されている²⁴⁾。今回の分析においても、感知確率に比べ、不快確率の信頼区間が大きかった。

以上の結果から、半数が不快に感じない臭気強度は約 4 であり、その信頼区間は 3～5 であることがわかった。

4.5 属性と不快・感知確率との関係

前項で検討した用量反応モデルを用いて、属性別の不快確率及び感知確率について検討した。男女別の不快確率を図 4-9 に、感知確率を図 4-10 に示す。

不快確率 50%での臭気強度について男性は 5.42、女性は 3.54、感知確率 50%での臭気強度が男性 0.74、女性 0.40 となっており、女性の方が男性よりも低い臭気強度で臭気を感じ、不快に感じていることが分かった。

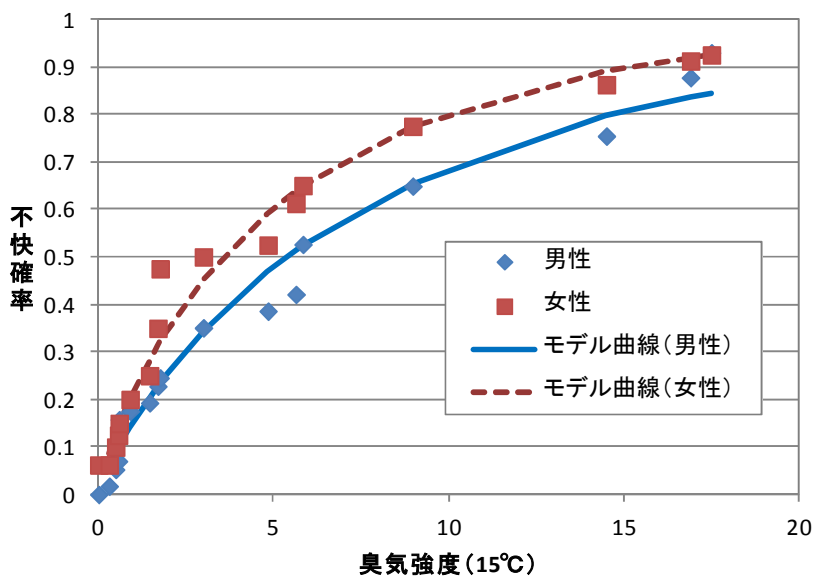


図 4-9 水道水臭気強度と不快確率 (男女別)

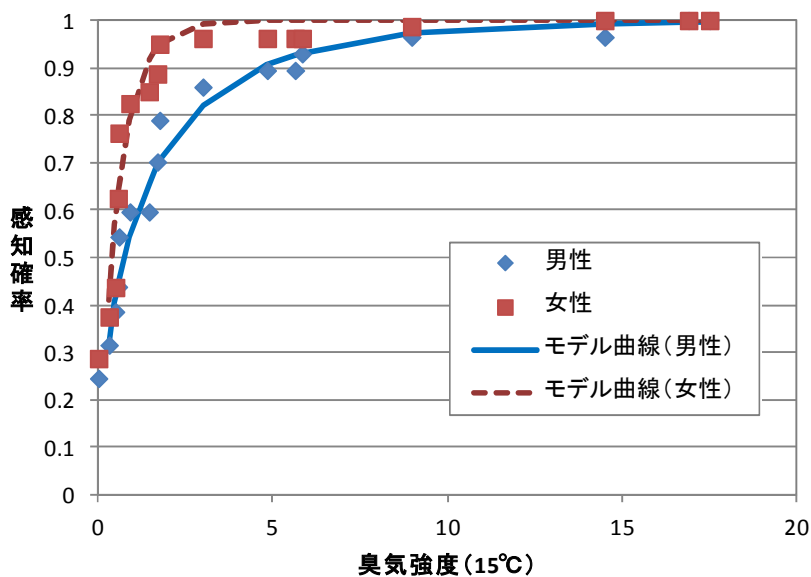


図 4-10 水道水臭気強度と感知確率 (男女別)

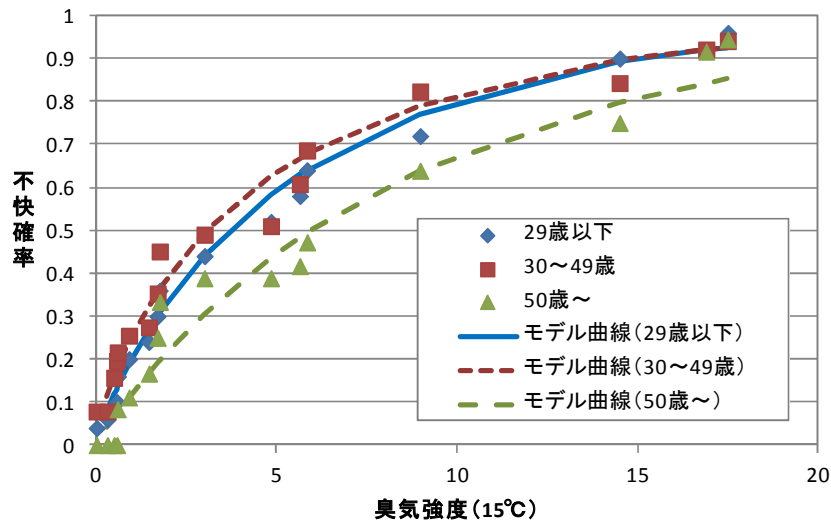


図 4-11 水道水臭気と不快確率（年齢層別）

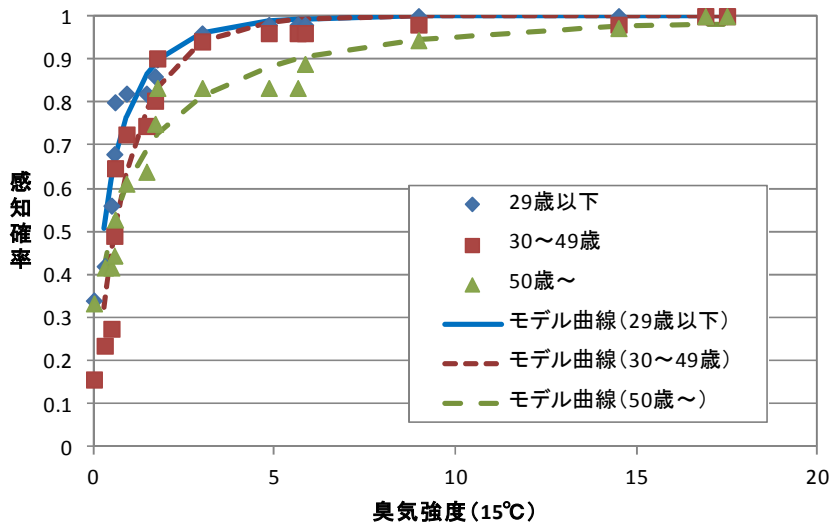


図 4-12 水道水臭気と感知確率（年齢層別）

次に、年齢層別の不快確率を図 4-11 に、感知確率を図 4-12 に示す。不快確率 50%値で比較すると、29 歳以下が 3.70、30~49 歳が 3.06、50 歳以上が 5.96 と、29 歳以下と 30~49 歳ではそれほど差は認められなかったが、50 歳以上では 2~3 大きい値であった。一方、感知確率については、50%値では各年齢層とも大きな違いは認められなかったが、80%値で見ると、29 歳以下が 1.04、30~49 歳が 1.55、50 歳以上が 2.74 であり、感知についても 50 歳以上とそれ以下では差があった。このことから、高齢者は感知、不快とも閾値が高く、若年層の方がより水道水の臭気を敏感に感じていることが分かった。

4.6 きき水評価と水道水臭気に対する不快確率の関係

次に、きき水評価と臭気評価の関係について検討した。結果を図 4-13 に示す。不快回答確率については、きき水評価の違いによる差は認められなかった。今回分析対象とした大阪市水道局のモニターアンケートにおいては、名前を伏せた状態でそれぞれの水のおいしさ評価を行っている。この調査において、不快回答確率に差がなかったということは、水道水の味の評価については、実際の臭気の快・不快の影響は比較的少なく、その他の要因の影響が大きいことを示唆していると考えられた。

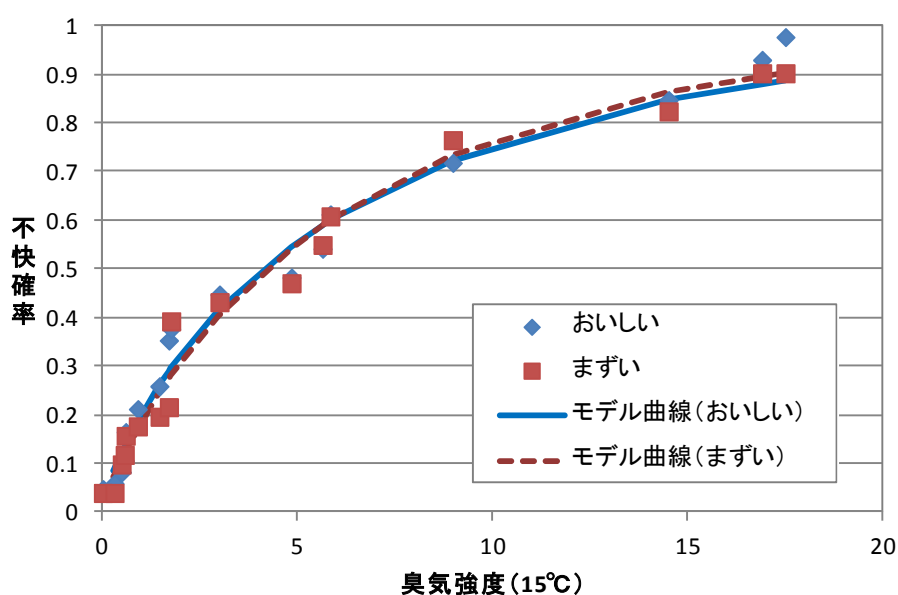


図 4-13 水道水臭気強度と不快確率（きき水回答別）

4.7 水道水に対する印象と水道水臭気の評価

大阪市水道局のモニターアンケートでは、きき水試験と臭気試験の他に、普段の水道水の飲用状況や水道水に対するイメージ等についても、アンケート調査を実施している。水道水の飲用に関する回答結果を図 4-14 に、水道水のイメージに関する回答結果を図 4-15 に示す。水道水の飲用については、被験者の 36.5%が水道水を直接飲用していると回答しており、被験者の 29.2%が水道水を「おいしい」と感じていると回答していた。

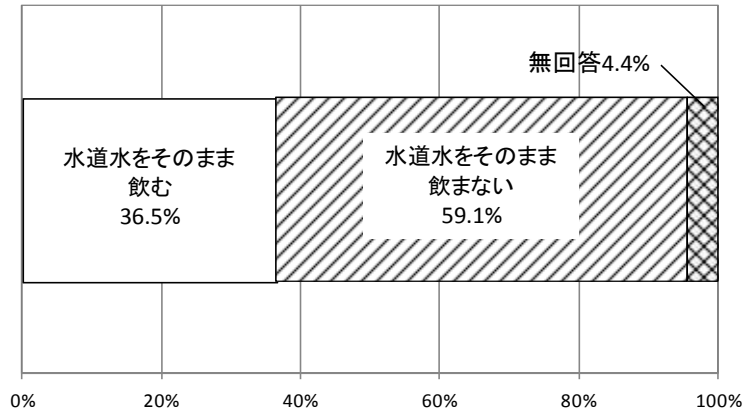


図 4-14 普段の水道水の飲用状況

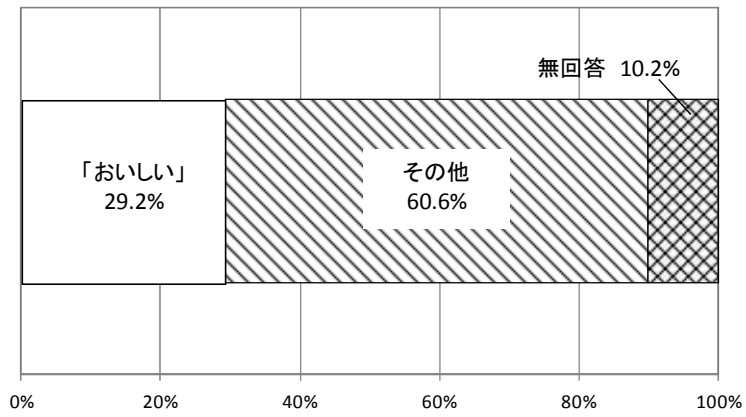


図 4-15 水道水に対するイメージ

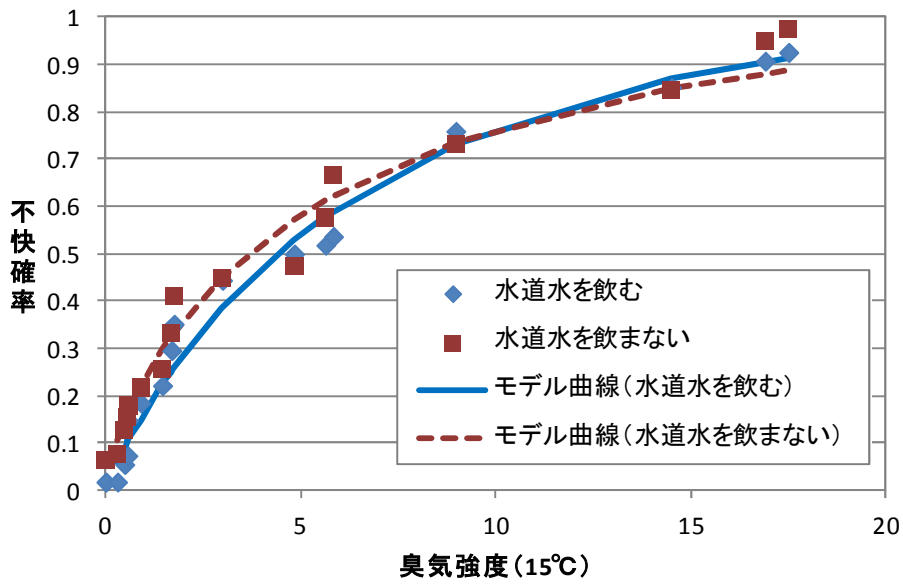


図 4-16 水道水臭気と不快確率（水道水飲用状況別）

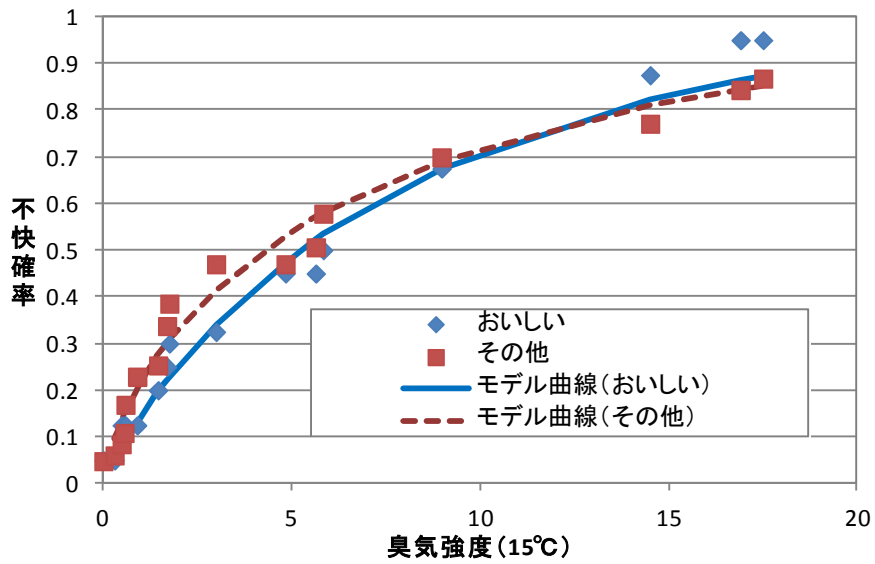


図 4-17 水道水臭気と不快確率（水道水に対するイメージ別）

これらのデータをもとに、普段の水道水の飲用状況、水道水に対して抱いているイメージと不快回答確率の関係を図 4-16、図 4-17 に示す。

普段の水道水を飲用している被験者と飲用していない被験者で不快回答確率にほとんど差はなかった。

水道水を直接飲用しないと回答した被験者の 96%は水道水を「おいしい」と感じておらず、一方、水道水を直接飲用すると回答した被験者の 65%が水道水を「おいしい」と感じていた。このことから、「おいしい」と感じるかどうか水道を直接飲用の重要な判断基準になっている可能性は高いと考えられるが、普段から水道水を「おいしい」と感じている被験者と感じていない被験者で不快回答確率にほとんど差は認められなかった。このことから、水道水のおいしさの判断には実際の臭気の快・不快ではなく、その他の要因が大きく影響していることが考えられた。

4.8 考察

本章では、水道水に対する不満の主要因の 1 つとされているカルキ臭について、臭気強度と不快回答との関係に用量反応モデルを当てはめることにより、水道水臭気的目標値の設定を試みた。その結果、臭気強度と不快回答確率の用量反応関係に対し、最も適合するモデルとしてワイブルモデルを選択した。

次に、ブートストラップ法を用いて得られた用量反応曲線の信頼区間を算出した。その結果、半数の人が不快に感じない臭気強度は約 4 であり、その信頼区間は 3~5 であった。

現在、水道水臭気の臭気強度については、高度浄水処理を行った水道水においても、数十オーダーであり、100 以上となる場合もあることが報告されており¹⁴⁾、それと比較すると、今回の分析で得られた半数の人が不快に感じない臭気強度 4 は非常に低い値である。一方、村田²⁵⁾は、カルキ臭前駆物質を除去した後の試料水を塩素処理し、遊離残留塩素が 0.05 mg/L 以下とした場合の水温と臭気強度の関係について、臭気強度 4 を達成しうる水温は 14°C 以下であることを報告している。また、大阪市内の給水栓の水温データで見ると 14°C 以下となるのは 1 年の内 128 日程度であることも報告している。すなわち、残留塩素濃度を 0.05 mg/L 以下で制御できれば、年間 35 %程度は、臭気強度 4 が達成できるということであり、こうしたことを勘案すれば、臭気強度 4 は、水道事業体にとってかなり厳しい目標値ではあるものの、残留塩素濃度の低減や今後の浄水技術の向上などの取り組みの努力目標としては妥当な値であると考えられる。

本研究で分析対象とした人間の嗅覚による臭気の数量化指標については、いくつかの方法があるが、無臭に至る希釈倍数すなわち嗅覚閾値を測定する臭気濃度による尺度が人による差が比較的少ないと言われており、悪臭規制や水道水質管理に採用されている。今回は不快に感じる閾値の設定について検討したが、臭気の快・不快度については人により結果が大きく異なることが指摘されている。斎藤ら²⁴⁾は悪臭を呈する種々の官能

基を持つ物質についてそれらの閾値及び濃度と臭気強度の関係、不快度について検討した結果、濃度と強度の関係については、一次関数で表すことができたが、臭気と不快度との関係は個人差が大きく関数で示すことはできなかつたと報告している。今回の分析においても、感知確率との用量反応モデルと不快確率との用量反応モデルについては、信頼区間の幅が大きく異なっており、不快確率については、個人による差が大きいことが推察された。

次に、得られた用量反応モデルを用いて、不快確率及び感知確率に対する性別や年齢などの影響について検討した。その結果、女性は男性よりもより低い臭気強度で不快に感じており、また、若年者と高齢者では、高齢層の方が臭気を不快に感じにくいことが分かった。一方、きき水試験における水道水の評価や普段の水道水の飲用状況、水道水に対するイメージと不快回答確率との関係性を評価したが、これらによる不快回答確率の差は認められなかった。

水道水の「おいしさ」評価に関して不快閾値に違いが見られなかったということは、当該評価に関して実際の水道水の臭気の快・不快感情の寄与は小さいことを示している。水道飲用についても同様で、水道水を「おいしい」と感じることは水道を飲用するための重要な要件と考えられるが、実際の水道水臭気の快・不快評価は直接的に影響していないことが分かった。

一方で、女性や高齢者において、不快閾値に違いが見られた。女性については、伊藤ら³⁾が、男性と比べて水道水を直接飲用することを避けようとする傾向があることを報告しており、前章で報告した水道水質に対する潜在不満度、潜在要望度の調査においても、男性よりも女性の方が不満度、要望度とも大きかった。このことから、水道水の臭気の評価が飲用回避行動や不満、要望の増大に影響していることも想定されるが、先に述べたように、水道水の「おいしさ」評価や水道飲用に実際の水道水の臭気評価は影響していなかったことを考慮すれば、女性が男性よりも不快閾値が小さいのは、身体的、生理的な特性の違いにより感知閾値が低いことが要因であり、水道水臭気の評価は直接飲用回避行動や不満・要望には影響しておらず、別の要因の影響が大きいことが示唆された。

4.9 結語

本章では水道水臭気に関する不快閾値を目標値として設定するために、臭気強度と不快確率の関係について用量反応モデルの当てはめを行うとともに、不快閾値に対する各種要因の影響を検討した。

得られた知見を以下に示す。

1. 水道水の臭気強度と不快確率との用量反応関係について、ワイブルモデルが適合した。
2. 適合した用量反応モデルについて、不確実性を評価するため、ブートストラッ

ブ法により信頼区間を算出した結果、不快確率が 50%の時の臭気強度は約 4 で、信頼区間は 3~5 となった。これより目標値として 4 を設定することが妥当であると考えられた。

3. 不快確率の信頼区間と感知確率の信頼区間を比較すると、不快確率の方が信頼区間は大きかった。
4. 属性別の不快確率、感知確率について検討した結果、女性は男性と比べ、感知閾値、不快閾値とも小さかった。一方、高齢者は若年層に比べ、感知閾値、不快閾値が大きかった。
5. きき水評価、普段の水道水の飲用、水道水のおいしさ評価による不快閾値の差は認められなかった。
6. 水道水の飲用の判断に際しては、水道水を「おいしい」と感じる事が重要要件であるが、水道水のおいしさ評価に対して実際の臭気の快・不快の評価の影響は小さいことから、水道水の飲用に対してもあまり影響していないことが示唆された。

参考文献

- 1) Rock, J. J. : *Formation of haloforms during chlorination of natural waters*, Water Treatment Examination, Vol.23, pp.234-243, 1972
- 2) 横浜市水道局：平成 17 年度水道に関する市民意識調査（全編版），2006
- 3) 伊藤禎彦，城征司，平山修久，越後信哉，大河内由美子：水道水に対する満足感の因果モデル構築と満足感向上策に関する考察，水道協会雑誌，Vol.76, No.4, pp.25-37, 2007
- 4) 津国保夫：安心・快適な給水の確保；「安全でおいしい水プロジェクト」への取組，水道協会雑誌，Vol.76, No.8, pp.16-22, 2005
- 5) 石本知子：大阪市における安全でおいしい水への取り組み；大阪市水道おいしい水計画の推進，空気調和・衛生工学，Vol.80, No.9, pp.735-738, 2006
- 6) 権大維，柳橋泰生，伊藤禎彦，越後信哉，大河内由美子：臭気測定における三点比較法の適用と高度浄水処理水の臭気実態調査，第 59 回全国水道研究発表会講演集，pp.606-607, 2008
- 7) Genuit, K. : *The use of psychoacoustic parameters combined with A-weighted SPL in noise description*, Proceedings Inter -Noise, pp.1887-1892, 1999
- 8) 岩崎好陽：におい問題の現状とこれからの課題，資源環境対策，Vol.36, No.13, pp.36-39
- 9) 小坂浩司：水道におけるトリクロラミンの実態および前駆物質の低減化，厚生労働科学研究分担研究報告書，2008

- 10) 村田道拓, 佐藤尚行, Phattarapattamawong, S., 権大維, 越後信哉, 大河内由美子 : 官能試験と HC-GC/MS 法によるトリクロラミン濃度の分析によるカルキ臭の評価, 第 60 回全国水道研究発表会, pp.400-401, 2009
- 11) 喜多純一 : 環境機器について～におい識別装置 “FF-2A”を中心に～, 紙パ技協誌, Vol.60, No.11, pp.68-75, 2006
- 12) 坂井俊英 : 水道水のカルキ臭強度の測定方法に関する研究, 京都大学卒業論文, 2008
- 13) 柳橋泰生, 権大維, 伊藤禎彦, 越後信哉, 宮本太一, 大河内由美子 : 臭気強度(TON)の測定における三点比較法の適用, 水道協会雑誌, Vol.72, No.1, pp.2-12, 2009
- 14) 和田浩一郎, 立石浩之, 宮田雅典 : 大阪市での高度浄水処理水に対する臭気について, 日本水道協会関西地方支部第 51 回研究発表会概要集, pp.124-127, 2007
- 15) 大阪市水道局 HP, <http://www.city.osaka.lg.jp/contents/wdu030/oishii/secret/>
- 16) 斉藤幸子 : 嗅覚の心理物理学とその研究方法, *Foods & Food Ingredients Journal of Japan*, No.210, No.9, pp.811-817, 2005
- 17) 池上知子, 遠藤由美 : グラフィック社会心理学, サイエンス社, p.286, 1998
- 18) 日本水道協会 : 上水試験方法 2011 年版Ⅱ.理化学編, p.254, 2011
- 19) 吉川肇子 : リスク・コミュニケーション, 福村出版, p.197, 1999
- 20) Morgan B. J. T. : *Analysis of quantal response data*, 512 p., Chapman & Hall, 1992
- 21) Charles N. Haas, Joan B. Rose and Charles P. Gerba, 金子光美監訳 : 水の微生物リスクとその評価, pp.257-274, 技報堂出版, 2001
- 22) 吉原健一, 金川秀也 : やさしい統計, pp.139-164, 培風館, 2007
- 23) 小西貞則, 越智義道, 大森裕浩 : 計算統計学の方法ーブートストラップ・EM アルゴリズム・MCMC, pp.1-68, 朝倉書店, 2008
- 24) 斉藤幸子, 飯田健夫, 坂口豁 : 臭気物質に対する嗅感覚特性, 製品科学研究所研究報告, No.102, pp.13-23, 1985
- 25) 村田道拓 : 水道水のカルキ臭測定方法とパイロットプラントにおけるカルキ臭低減効果に関する研究, 修士論文, 京都大学大学院工学研究科, 45p., 2010

第5章 情報接触による水道水質に対する態度変化

5.1 本章の目的

第2章で、水道水質に対する態度形成要因について因子分析を行い、水道水に対する態度形成に、「情報提供に対する不満」因子が間接的に影響していることを示した。また、第3章では、水道水質に関する不満、要望について、項目反応理論による分析を行い、水質に関する情報提供については、潜在的な不満度、要望度の高い市民が不満や要望を持っている項目であることを示した。

水道法では、需要者への水質検査結果及び水道事業に関する情報提供が水道事業者に義務付けられており、水道事業者が発信する水道水質に関する情報も検査結果の公表が主なものとなっている。しかし、近年のように市民の水道水質に対する不安や不満が高まり、水道離れが指摘される状況においては、需要者の視点に立ったよりわかりやすく丁寧な情報提供により、水道水質や水道事業に対する理解を求めていく必要がある。厚生労働省が水道のあるべき将来像を示した「水道ビジョン」においても、水質、料金、施設面など様々な情報を積極的に提供していくことはもとより、水道に関する意思決定のプロセスを公開して、需要者の参加の下で物事を決定するような仕組みが大切であり、理解と合意形成の獲得を目的とした情報公開を行うべきであるとしている¹⁾。

以上を背景として、水道離れが顕著となっている大都市圏の水道事業体を中心に広報活動の強化が図られ、様々なPR活動が実施されているが^{2),3)}、こうした広報活動については、評価手法が確立されておらず、その効果を定量的に示すことが難しいため、水需要が減少し、経営環境が厳しい水道事業体においては、ともすれば不要なものとして切り捨てられる懸念がある。

このため、水道事業体における広報活動の定量的評価手法の確立が急務であるが、広報や情報提供の効果の評価に関して十分な検討が行われているとは言い難い。

一方、インターネット等の急速な普及に伴い、情報普及の重要メディアとしてソーシャルネットワークが注目されている^{4),5)}。様々な情報はソーシャルネットワークを介して、人から人へ伝播していくことから、ネットワークモデルを用いた情報拡散の予測に関する研究も広く行われている⁶⁾⁻⁸⁾。水道水質に関しても、水道事業者が発信する情報だけでなく、市民の間で伝達される口コミ情報、またマスコミ報道等も市民の水道水質に対する態度に影響していると考えられる。

水道事業体においても、市民の口コミによる情報伝播に着目し、特定の市民に定期的に情報提供を行うことにより、ネットワークの核となり水道水質情報を発信することを期待して、会員制の情報提供サービスを行っている事業体がある。

本章では、このような様々な手段を通じた市民の水道水質に関する態度に対する情報提供の影響について、ネットワークモデルを用いて検討するとともに、それに伴う市民の態度変化について、定量的に評価する手法を提案することを目的とする。

5.2 情報拡散に関するネットワークモデル

感染症の伝播や噂の伝播などはネットワーク上の動的な現象であり、情報拡散もその1つである。情報拡散の程度や影響を検討する場合、一般的には、感染症の広がり方を表す確率モデルが用いられている。

感染症の伝播に関するネットワークモデルはいくつか提唱されている^{9),10)}。SIRモデルはKermackとMcKendrickが1927年に提案した世界で最初の数理モデルである。SIRモデルの模式図を図5-1に示す。



図 5-1 SIR モデル

このモデルでは、人口全体は未感染者(S)、感染者(I)、回復者(R)の3つのグループに分けられる。SはIとの微小時間 Δt の接触により $\lambda\Delta t$ の確率で感染する。 λ は感染率を表す。また、Iは微小時間 Δt の間に $\mu\Delta t$ の確率で回復しRとなる。 μ は治癒率を表す。ひとたびRとなった人は回復したことから、他のSを感染させることはなく、免疫を獲得したことから他のIから再感染させられることもない。このように、SIRモデルは、再感染のない感染症の伝播に適用されるモデルであるが、噂の伝播モデルとしての適用事例も報告されている¹¹⁾。この場合、Sは噂を知らない状態、Iは噂を知って他人に伝えている状態、Rは噂を知っているが興味を失って他人に伝えるのを止めた状態を表す。

一方、再感染のある感染症の伝播に適用されるモデルがSISモデルである。SISモデルの模式図を図5-2に示す。



図 5-2 SIS モデル

SISモデルでは人々は各時点で未感染(S)か感染(I)のどちらかの状態にある。SはIとの微小時間 Δt の接触により $\lambda\Delta t$ の確率で感染し、Iは微小時間 Δt の間に $\mu\Delta t$ の確率で治癒し、未感染者に戻る。

この他、最近のソーシャルネットワーク研究においては、独立カスケード(Independent Cascade)モデル、線形閾値(Linear Threshold)モデルなども広く使われている¹²⁾。

5.3 水道水質に対する市民態度のモデル化

水道水質に対する市民の態度については、水道水質に満足している状態とそうでない状態に大別できる。ただし、この態度は不変ではなく、水道水質に関する様々な情報に接触することにより、満足と感じていた人が満足と感じなくなる、また、これまで満足していなかった人が満足するようになるなど、変化しうると考えられる。このことから、水道水質に満足している人を感染者 I、水道水質に満足していない人を未感染者 S と仮定することにより、前項で述べた SIS モデルを適用することができる。このとき、感染者との接触による未感染者の感染は、水道水質に満足している人からの口コミ情報に接触したことにより水道水質に対する態度が変化したことを指す。

一方、感染症における SIS モデルでは、未感染者が感染者に影響を及ぼすことはないが、水道水質に対する市民の態度については、未感染者（水道水質に満足していない人）が発信する口コミ情報に接触することにより、感染者（水道水質に満足している人）が態度変化することも考えられる。さらに、こうした感染者と未感染者の接触だけでなく、水道事業者が発信する情報、マスコミにより発信される情報も態度変化に影響を及ぼすと考えられる。

ここで、情報接触による水道水質に対する市民の態度変化をモデル化するため、以下のように、いくつかの仮定をおく。

- ① 水道事業者が市民に向けて発信する水道水質に関する情報については、水質事故の情報なども含まれるが、そのほとんどは水道水の安全性やおいしさを PR する肯定的な内容（プラス情報）である。よって、当該モデルでは、水道事業者は常にプラス情報を発信すると仮定する。
- ② 新聞、テレビなどのマスコミが発信する水道水質に関する情報は、水源での有害物質の存在や水質事故の情報など、水道水の安全性に懸念を抱かせるような内容（マイナス情報）が多い。よって、マスコミは水道水質に関して常にマイナス情報を発信すると仮定する。
- ③ 市民が発信する口コミ情報については、水道水に満足している市民は、水道水質について肯定的な内容を発信することが多く、反対に水道水に不満を持つ市民は、水道水質について否定的な内容を発信することが多いと考えられる。よって、水道水に満足している市民は常に水道水質についてプラス情報を発信し、水道水に不満を持つ市民は常に水道水質についてマイナス情報を発信すると仮定する。

以上の仮定に基づき、SIS モデルをベースに水道水質に関する情報接触をモデル化した。模式図を図 5-3 に示す。本章では、このモデルを用いて、情報接触による市民の態度変化について検討を行った。

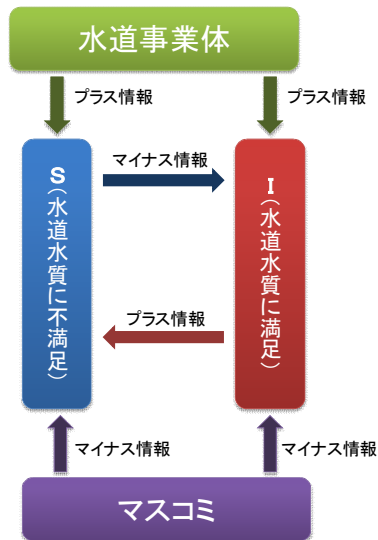


図 5-3 水道水質に関する情報接触モデル

5.3.1 口コミ情報による態度変化率

総人口 N の集団において、 k 年後に水道水質に満足していない人、水道水質に満足している人を S_k 、 I_k とし、 S が 1 人の I に接触して態度変化する確率を λ_{wom} 、 I が 1 人の S に接触して態度変化する確率 μ_{wom} とする。

集団内に存在する i 人の情報と接触して、そのうち、 j 人が水道水に満足している人である確率 P_s は、

$$P_s = {}_i C_j \left(\frac{I_k}{N}\right)^j \left(1 - \frac{I_k}{N}\right)^{i-j} \quad \text{式(5-1)}$$

と表せる。ここで、 j 人の水道水質に満足している人の情報に接触しても態度変化しない確率は、

$$P_c = (1 - \lambda_{wom})^j \quad \text{式(5-2)}$$

と表せる。これより水道水質に満足していない人が i 人の情報に接触しても態度変化しない確率 $P_{wom(+)}$ は以下のように表せる。

$$\begin{aligned} P_{wom(+)} &= \sum_{j=0}^i {}_i C_j \left(\frac{I_k}{N}\right)^j \left(1 - \frac{I_k}{N}\right)^{i-j} (1 - \lambda_{wom})^j \\ &= \left(1 - \lambda_{wom} \frac{I_k}{N}\right)^i \end{aligned} \quad \text{式(5-3)}$$

同様に、水道水質に満足している人が i 人の情報に接触しても態度変化しない確率 $P_{wom(-)}$ は以下のようなになる。

$$\begin{aligned}
 P_{wom(-)} &= \sum_{j=0}^i {}_i C_j \left(\frac{S_k}{N}\right)^j \left(1 - \frac{S_k}{N}\right)^{i-j} (1 - \mu_{wom})^j \\
 &= \left(1 - \mu_{wom} \frac{S_k}{N}\right)^i
 \end{aligned}
 \tag{5-4}$$

5.3.2 水道事業体及びマスコミからの情報による態度変化率

水道事業体が発信する情報に 1 回接触して態度変化する確率を λ_{ws} 、1 年間に水道事業体の発信する情報に n 回接触すると仮定すると、1 年間に水道事業体からの情報接触により態度変化しない確率は、

$$P_{ws} = (1 - \lambda_{ws})^n \tag{5-5}$$

と表せる。

同じく、マスコミが発信する水道水質情報に 1 回接触して態度変化する確率を λ_{mc} 、1 年間にマスコミの発信する水道水質情報に n 回接触すると仮定すると、1 年間にマスコミからの水道水質情報に接触しても態度変化しない確率は、

$$P_{ws} = (1 - \lambda_{mc})^n \tag{5-6}$$

と表せる。

5.3.3 水道水質に対する態度変化率

口コミ情報による態度変化と水道事業体及びマスコミからの情報による態度変化を考慮した水道水質に満足している人、及び水道水質に満足していない人の時間変動について検討する。

1 年間に同じ集団内の他者が発信する水道水質に関する口コミ情報に i 回接する確率を $P(i)$ 、1 年間に水道事業体もしくはマスコミが発信する水道水質に関する情報に n 回接する確率 $P(n)$ とすると、1 年後の水道水質に満足していない人、及び水道水質に満足している人の集団内での人数は以下のように表せる。

$$S_{k+1} = \sum_{i=0}^{\infty} \left(1 - \lambda_{wom} \frac{I_k}{N}\right)^i P(i) S_k + \sum_{n=0}^{\infty} (1 - \lambda_{ws})^n P(n) S_k \tag{5-7}$$

$$I_{k+1} = \sum_{i=0}^{\infty} \left(1 - \mu_{wom} \frac{S_k}{N}\right)^i P(i) I_k + \sum_{n=0}^{\infty} (1 - \lambda_{mc})^n P(n) I_k \quad \text{式(5-8)}$$

5.4 分析対象

5.4.1 アンケート調査の概要

本研究では、大阪市水道局が平成 17、19、21、22 年度に一般市民を対象に実施したインターネットアンケート、及び大阪市水道局が実施している情報提供サービス「スマイルウォータークラブ（以下、SWC）」の会員を対象に平成 20 年度から平成 22 年度に実施したアンケートの結果のうち、水道水質に関する情報に関連する結果を抽出して用いた。

SWC は市民の口コミによる情報の広がりに着目し、多くの人とつながりを持つ、いわゆるスモールワールドの核となる市民に集中的に情報提供していくことで、市民の横のつながりによる情報拡散によって、水道水に対する認知度を高めていくことを目的とした会員制の情報提供サービスである。SWC では、会員登録した人に対し、年 4 回会報誌や広報誌などを送付することにより、水道水に関する情報提供を行うとともに、水道局主催のイベントへの参加や会員対象のアンケートに回答することによるポイントサービスなども行っている。平成 20 年 6 月に設置して以降、徐々に会員を増やし、平成 23 年 2 月現在、会員数は 1,140 人となっている。本研究では、SWC 会員と一般市民の満足度の推移を比較することにより、情報提供の効果を評価した。

なお、一般市民を対象としたインターネットアンケート調査について、前章までの研究では、平成 19 年度の結果を分析対象としていることから、本研究においても、基本的には平成 19 年度の結果を対象としているが、平成 19 年度に調査されていない項目についてはその直近の年度の調査結果を使用した。各アンケートの概要と情報接触に関する調査項目を表 5-1～5-3 に示す。

なお、本研究では、市民の水道水質に対する態度への情報接触の影響を評価することを目的としていることから、次の調査項目を分析対象とした。

(1) 水道水質情報への接触頻度

水道水質に対する態度変化のためには、まず適切な情報へ接触することが必要である。水道水質に関する情報としては、水道事業体が発信する情報、新聞、テレビ等のマスコミが発信する情報、家族、友人、知人などからの口コミ情報が考えられる。

表 5-1 大阪市水道局インターネットアンケートの概要(H17 年度)

調査対象	大阪市民
調査方法	インターネットアンケート (民間のインターネットアンケートシステムを使用)
実施時期	平成18年1月
回収サンプル数	2000
情報接触に関する調査項目	<ul style="list-style-type: none"> ・1年間にマスコミ等からの飲用水に関する情報に接触した経験の有無 ・情報源 ・情報を得た場所 ・接触した情報の内容 ・飲用水に関する会話の有無 ・会話をした相手 ・会話の内容

表 5-2 大阪市水道局インターネットアンケートの概要(H19、21、22 年度)

調査対象	近畿2府4県に在住する15歳以上の男女
調査方法	インターネットアンケート (民間のインターネットアンケートシステムを使用)
実施時期	平成19年度:平成20年2月 平成21年度:平成21年12月 平成22年度:平成22年12月
回収サンプル数	600 (内、大阪市民 平成19年度:403、平成21年度:600、平成22年度408)
情報接触に関する調査項目	<p>(平成19年度)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・水道水質情報への接触頻度 ・マスコミ報道情報への信頼感 ・水道局職員に対する信頼感 <p>(平成21年度)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・水道水質情報への接触頻度 ・情報源 ・会話をした相手と人数 ・水道局職員に対する信頼感 <p>(平成22年度)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・水道水質情報への接触頻度 ・情報源 ・会話をした相手と人数 ・情報源の信頼度

表 5-3 大阪市水道局スマイルウォータークラブアンケートの概要

調査対象	大阪市水道局スマイルウォータークラブに 会員登録している大阪市在住・在勤・在学の男女	
調査方法	郵送によるアンケート	
実施時期	第1回:平成20年9月 第3回:平成21年3月 第5回:平成21年9月 第7回:平成22年3月 第9回:平成22年9月	第2回:平成20年12月 第4回:平成21年6月 第6回:平成21年12月 第8回:平成22年6月 第10回:平成22年12月
回収サンプル数	第1回:139 第3回:294 第5回:326 第7回:368 第9回:419(発送数:935)	第2回:285 第4回:283 第6回:335 第8回:397(発送数:920) 第10回:429(発送数:1,002)
情報接触に関する調査項目	<p>(第5回)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・水道水に関する情報の会話の有無、会話の相手 <p>(第6回)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・水道水に対する満足度 	

平成 19 年度インターネットアンケートにおいて「1 年間に水道水質に関する情報に接触した頻度」について、「0 回」、「1～2 回」、「3～5 回」、「6～9 回」、「10 回以上」のいずれかを回答するよう求めており、これを水道事業者が発信する情報への接触頻度とした。新聞、テレビなどのマスコミが発信する水道水質に関する情報については、平常時に取り上げられることはほとんどなく、水源での未規制物質の検出など、新しいトピックが出現したときのみ報道されることから、マスコミからの発信頻度は 1～2 回程度／年と考えられる。平成 17 年度インターネットアンケートにおいて、1 年間にマスコミ等からの飲用水の情報に接触した経験の有無を尋ねており、これをもとにマスコミが発信する水道水質に関する情報への接触頻度を設定した。友人、知人などの口コミ情報に関しては、平成 21 年度インターネットアンケートにおいて、1 年間に水道について会話をした相手（家族、友人、会社の同僚の方、近所の方、その他）ごとに話した人数を尋ねている。口コミ情報への接触頻度については、これを基に設定することとした。

(2) 情報に対する信頼度

情報に接触したとしても、その情報を信頼しなければ、態度変化は起こらない。このことから、市民の水道水質に対する態度への情報影響を評価するには、それぞれの情報源に対する信頼度を知る必要がある。

水道事業者が発信する情報に対する信頼は、それを発信する職員に対する信頼に基づくと考えられる。平成 19 年度及び平成 21 年度インターネットアンケートにおいて水道事業者職員への信頼感について 5 段階の評価を求めていることから、本研究では、これを水道事業者が発信する情報への信頼感とみなす。マスコミ報道については、平成 19 年度及び平成 22 年度インターネットアンケートにおいて、5 段階で信頼感を尋ねていることから、これを基にマスコミ報道に対する信頼度を設定した。口コミ情報に対する信頼度は平成 22 年度インターネットアンケートにおいて、家族、友人・知人が発信する情報の信頼度を 5 段階で評価を求めていることから、これをもとに口コミ情報の信頼度を設定した。

なお、SWC 会員については、上記(1)に関連する項目として、会員限定アンケートにおいて、「入会以降の水道に関する会話の有無とその会話の相手」を尋ねており、それに基づき、SWC 会員の情報接触頻度を設定した。

5.4.2 アンケート調査結果

まず、一般市民と SWC 会員の水道水に対する満足度の比較を図 5-4 に示す。一般市民がいずれの項目についても 30～40%程度であるのに対し、SWC 会員は価格では約 50%、価格以外の項目で 70%を超える高い満足度となっていた。SWC 会員アンケートでは、初めてアンケートに回答する会員に対し、入会以前の水道水の印象（「おいしい」、「おいしくない」、「安全」、「健康に悪い」などの項目から複数選択）を聞いているが、

水道水に肯定的な印象を持っていたのは 56.3%であり（図 5-5）、一般市民と比べると、水道水に対して好印象を持っている人が多い傾向にあるが、先に示した満足度はそれをはるかに上回っており、入会後に定期的な情報提供等のサービスを受けることにより、さらに認識改善が進んでいる可能性が推察された。

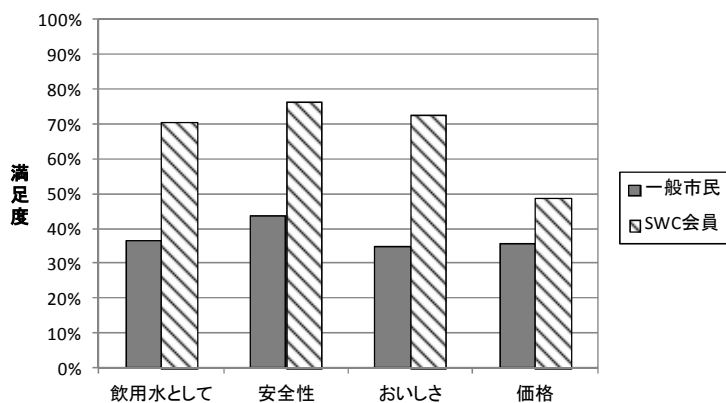


図 5-4 一般市民と SWC 会員の水道水に対する満足度の比較
 [一般市民：平成 21 年度インターネットアンケート結果、
 SWC 会員：第 6 回 SWC 会員アンケート(H21.12)結果で比較]

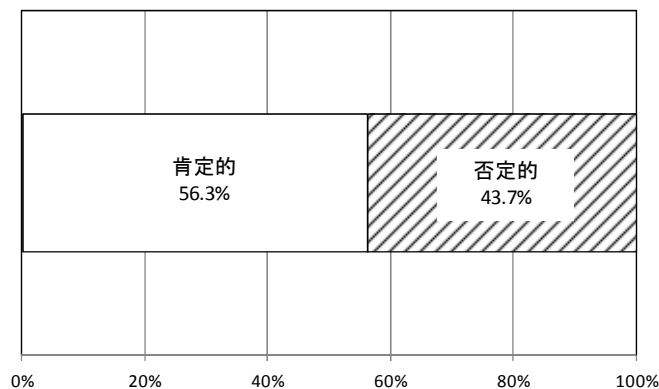


図 5-5 SWC 入会前の水道水に対する印象
 (第 1 回～第 10 回アンケートの総計)

次に、水道水質情報への接触頻度を図 5-6 に示す。6 割以上の回答者が 1 年間全く水道水質情報に接したことがないと回答しており、水道水質に関する情報が十分市民に伝わっていない現状が明らかになった。

一方、マスコミ等からの飲用水に関する情報に接した経験についても、76%が「ない」と回答しており（図 5-7）、水道水やその他飲用水に関する情報に接する機会は非常に少ないことがわかった。

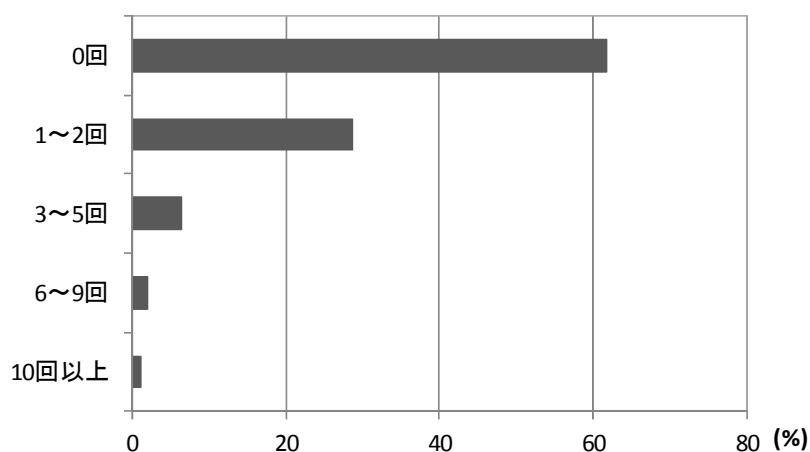


図 5-6 過去 1 年間の水道水質情報への接触頻度
(H19 年度インターネットアンケート)

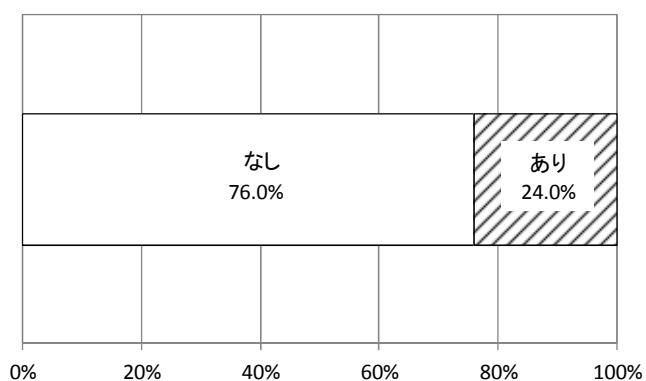


図 5-7 過去 1 年間にマスコミ等からの飲用水に関する情報に接した経験
(H17 年度インターネットアンケート)

次に、水道水に関する情報について、他者との会話の状況を図 5-8 に示す。家族に対して話をした人が 4 割程度いるものの、友人や同僚など、それ以外の対象に対して会話をした人は 2 割に満たない状況であり、水道水に関してはそれほど関心が高くなく、日頃あまり話題にのぼらないものと推測された。一方、SWC 会員の水道水に関する情報についての会話の状況を図 5-9、図 5-10 に示す。インターネットアンケートと SWC 会員向けアンケートでは、設問が若干異なることから比較する際には注意が必要であるが、入会後に約 65%の会員が水道に関して話をしたとしており、また、話した相手について、家族が最も割合が高いのは一般市民も SWC 会員も同様であるが、SWC 会員は友人と会話をした人の割合も一般市民に比べて高かった。このことから、SWC 会員は一般市民に比べ水道水に関する情報の発信率が高い人が多いと推察され、SWC 設置の意図は一定達成されていると評価できる。

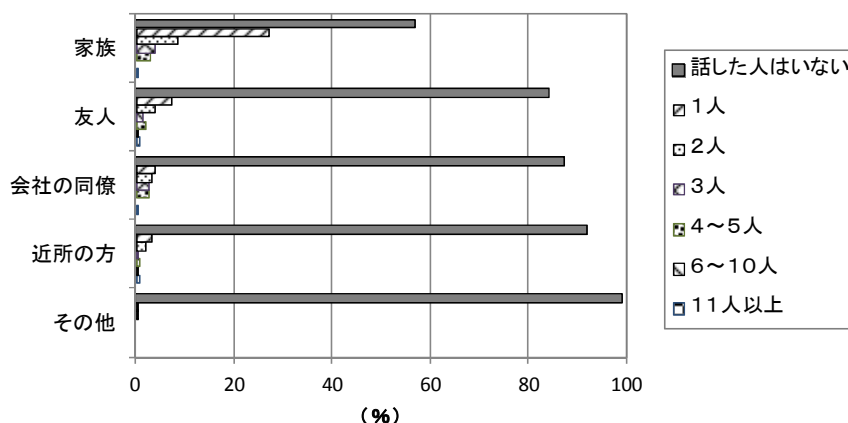


図 5-8 過去 1 年間に水道水に関して会話をした相手と人数 (H21 年度インターネットアンケート)

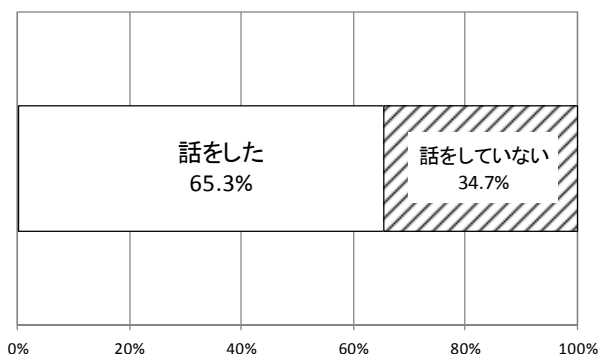


図 5-9 SWC 会員の入会以降の水道に関する会話の有無 [第 5 回 SWC アンケート(H21.9)]

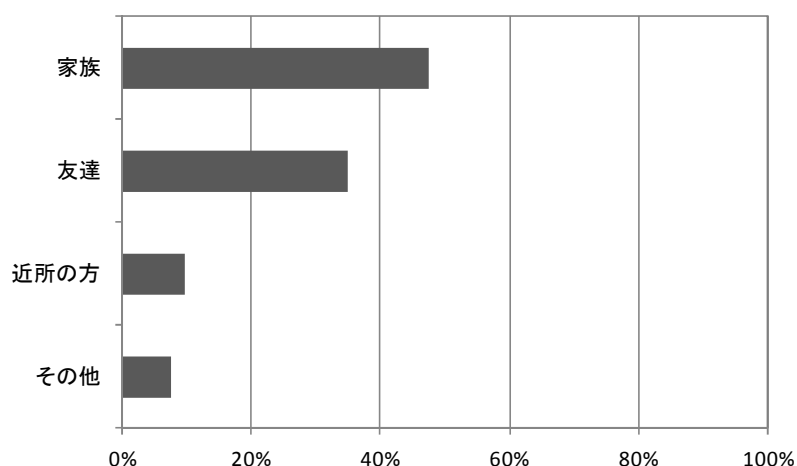


図 5-10 SWC 会員の入会以降の水道に関する会話の相手
[第 5 回 SWC アンケート(H21.9)]

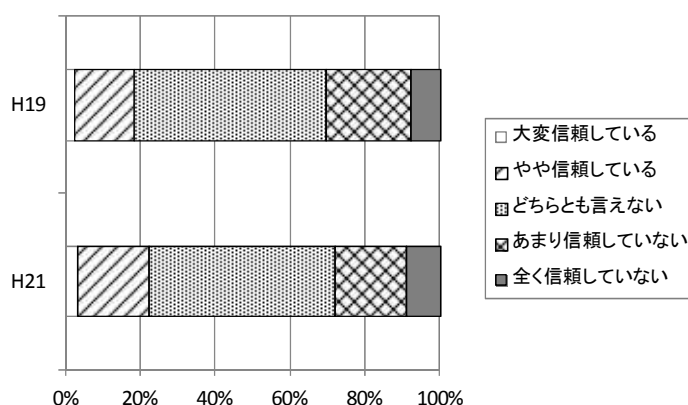


図 5-11 水道事業体職員に対する信頼度
[H19 年度、H21 年度インターネットアンケート]

次に、水道事業体、マスコミ、また他者からの口コミ情報に対する信頼度に関連するアンケート結果を示す。まず、水道事業体からの情報に対する信頼度については、それを発信する水道事業体職員に対する信頼度と同等であると考えられる。水道事業体職員に対する信頼度を図 5-11 に示す。水道事業体職員を信頼するという回答は、平成 19 年度で 18.5%、平成 21 年度で 22.5%であった。

次に、マスコミ情報の信頼度についてのアンケート結果を図 5-12 に示す。平成 19 年度は総合的に、平成 22 年度は新聞、テレビ、雑誌それぞれの信頼度を調査しているが、各情報を「信頼する」と回答した割合は、平成 19 年度で 40.5%、平成 22 年度の新聞、テレビ、雑誌でそれぞれ 50.5%、56.0%、35.5%となっていた。

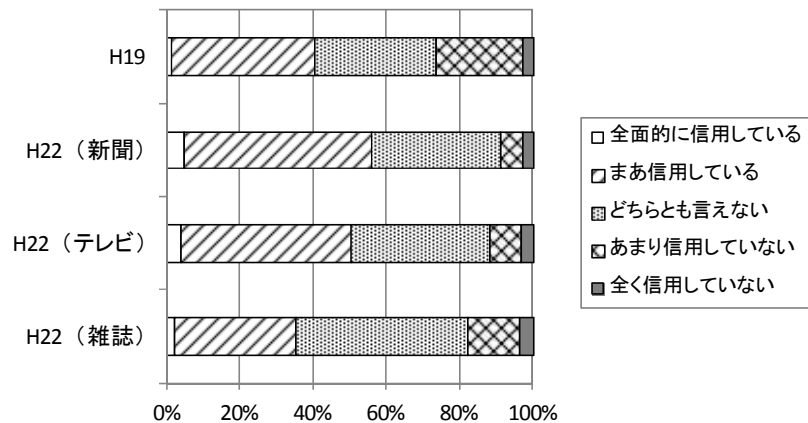


図 5-12 マスコミ情報に対する信頼度
[H19年度、H22年度 インターネットアンケート]

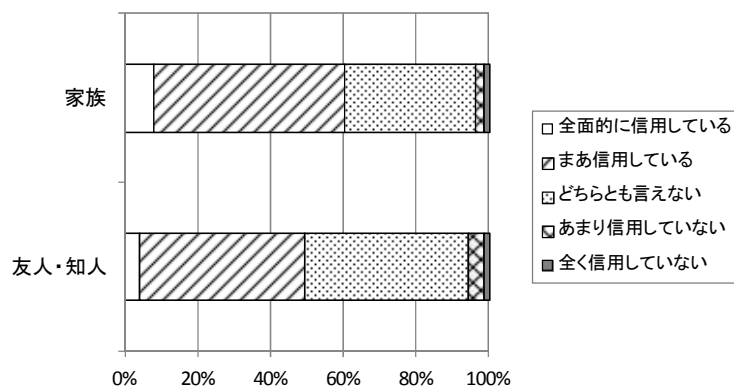


図 5-13 口コミ情報に対する信頼度
[H22年度インターネットアンケート]

最後に、他者からの口コミ情報に関する信頼度を図 5-13 に示す。家族の話については 60.3%、知人・友人の話については 49.5%が「信頼する」と回答していた。また、他の情報源に比べ、「信用しない」という割合が低くなっており、口コミ情報については比較的信頼度の高い情報源と考えられていることがわかった。

5.5 分析方法

5.3 に示した水道水質に関する情報接触モデルに基づき、各種情報に接触することによる態度変化率を Oracle Crystal ball を用いてモンテカルロシミュレーション法で算出

した。水道事業者からの情報、マスコミ報道、口コミ情報について、前項で示したアンケート結果に基づき、それぞれ以下の条件でシミュレーションを行った。なお、試行回数は10000回とした。

1年間に水道事業者からの水道水質情報に接触する頻度について、図5-6に示したアンケート結果に基づき、図5-14のような分布を設定した。なお、アンケートでは「0回」、「1~2回」、「3~5回」、「6~9回」、「10回以上」の項目から選択する方式となっていたことから、「1~2回」のように1つの選択肢が複数の回数と対応している場合は、該当する項目数で回答率を按分して各回数における確率を設定した。（「1~2回」であれば、回答率0.287を1回、2回で按分し、それぞれに回答率0.1425を設定した。）

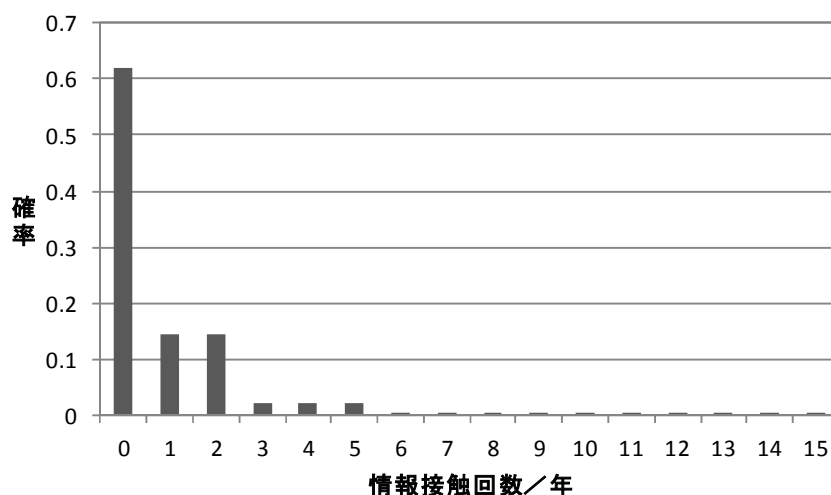


図 5-14 1年間に水道事業者からの情報に接触する頻度

また、1回の情報接触による態度変化率については、情報発信主体を信頼する割合を適用することとした。Heiderが提案した認知的バランス理論によると、個人pのある対象xに対する態度は、他者oの心情関係に依存する¹³⁾。心情関係は肯定的な場合と否定的な場合に大別できる。Heiderはこの心情関係が均衡状態にあれば安定するが、不均衡状態にあると不均衡を解消するように変化が生じるとし、この不均衡解消の1つの表現として態度変化が指摘されている。すなわち、個人pはxに対して否定的な意見を有しているにも関わらず、好意を持っている他者oがxに対して肯定的な意見を有していれば、心情関係は不均衡となり、これを解消するために、xに対する態度を変化させる、もしくはoに対する態度を変化させると予想される。

これを市民の水道水に対する態度に当てはめてみると、水道水に対して不満を持っている市民が信頼する情報発信主体（水道事業者、マスコミ、知人・友人）から水道水質

について肯定的な情報を得たとすると、水道水に不満を持っているという自らの態度を変化させるか、情報発信主体に対して不信感を持つように態度を変化させるということになる。本研究では、態度変化は水道水に対する態度のみが変化すると仮定し、情報発信主体への態度変化は見込まない。

以上の理由から、情報発信主体を信頼していれば、情報発信主体が発信する水道水質の情報に1回接触することにより、相反した態度を表明していた場合は態度変化が起こるものとし、情報接触による態度変化率については、情報発信主体に対する信頼度を適用することとした。水道事業者が発信する情報の場合は、水道事業者職員に対する信頼度を意識転換率として適用する。水道事業者に対する信頼度（「大変信頼している」、「やや信頼している」と回答した割合）については、図 5-11 に示したとおりであり、過去2回（H19, H21）の調査では、18.5%（H19）、22.5%（H21）と結果に大きな差が認められなかったことから、これらの2点のデータを用いて図 5-15 のように一様分布で設定した。

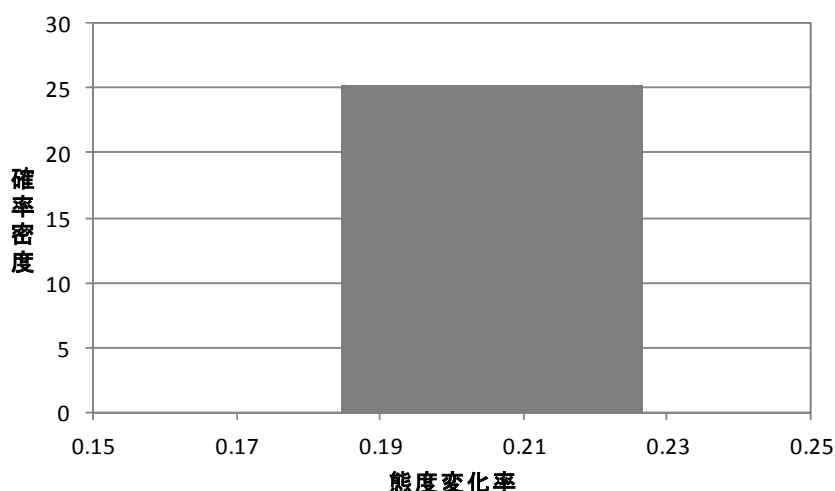


図 5-15 水道事業者からの情報に1回接触することにより態度変化する確率

次に、マスコミ報道については、1年間にマスコミが報道する水道水に関する情報に接触する頻度については、過去のアンケート調査から図 5-7 に示した結果（「接触なし」76.0%、「接触あり」24.0%）が得られている。しかし、データが1点であることから、1年間にマスコミが報道する水道水質情報に接触する確率については、図 5-16 のような Yes - No 分布を設定した。

また、マスコミ報道に対する信頼感については、過去のアンケート調査より図 5-12 に示したような結果が得られている。過去データについては、媒体により多少の差があるものの、大きな差が認められなかった（35.5%～56.0%）ことから、マスコミが発信

する情報に 1 回接触した時の態度変化率は、水道事業体が発信する情報と同様に、図 5-17 のように一様分布で設定した。

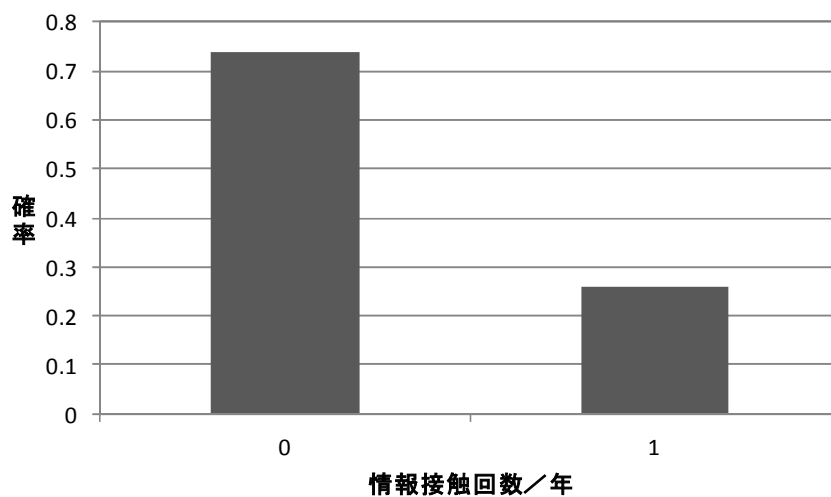


図 5-16 1 年間にマスコミからの水道水に関する情報に接触する確率

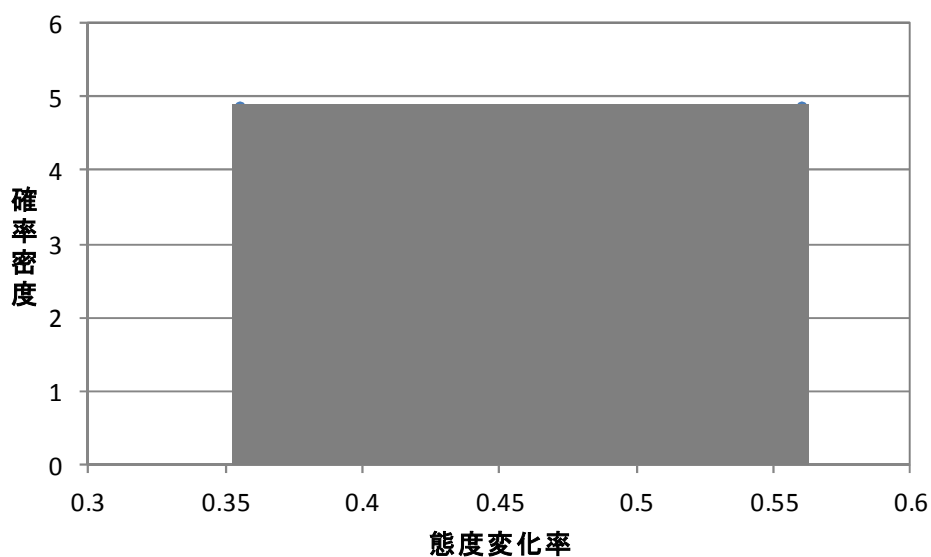


図 5-17 マスコミからの水道水に関する情報に 1 回接触することにより態度変化する確率

次に、口コミ情報について、1年間に他者からの口コミ情報に接触する頻度については、過去のアンケート調査より、水道水に関する話をした相手と人数について、図 5-8 に示した結果が得られている。この結果に基づき、各回答者が1年間に水道水に関する話をした人数を算出した。例えば、家族で2人、友人で3人、近所の人で1名と回答した回答者は、1年間に $2+3+1=6$ 人と水道に関する話をした、すなわち1年間に6人の口コミ情報に接したとみなすこととした。なお、4~5人、6~10人と回答した場合は、それぞれ平均値である4.5人、8人として計算した。このようにして各回答者が1年間に水道水に関する話をした人数を算出し、それに基づき、他者からの口コミ情報に接触する確率を算出した。算出結果に基づき、図 5-18 のような分布を設定した。

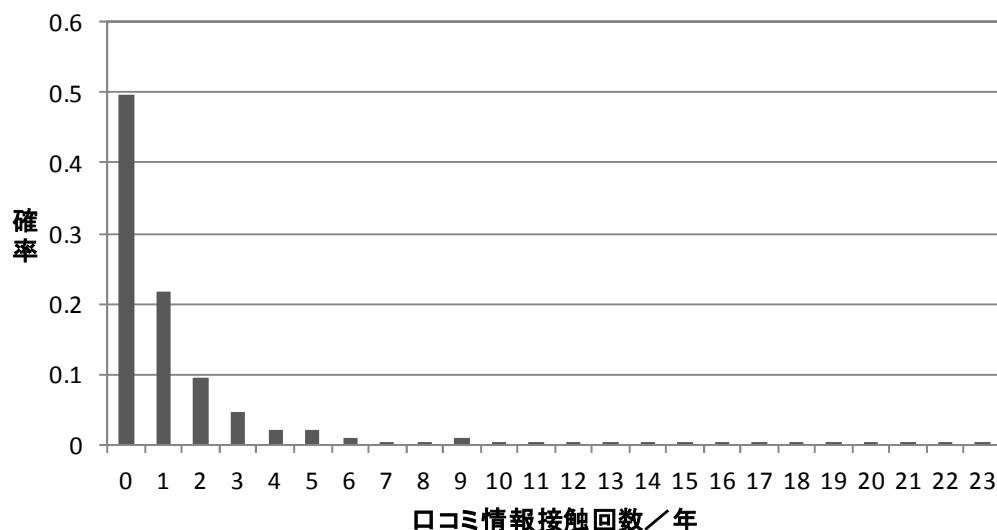


図 5-18 1年間に水道水に関する口コミ情報に接触する確率

また、口コミ情報の信頼感については、図 5-13 に示した結果が得られており、家族(60.3%)と知人・友人(49.5%)で信頼度にそれほど大きな差は認められなかった。よって、この2つのデータから、口コミ情報に1回接触した時の態度変化率は、図 5-19 のように一様分布で設定した。

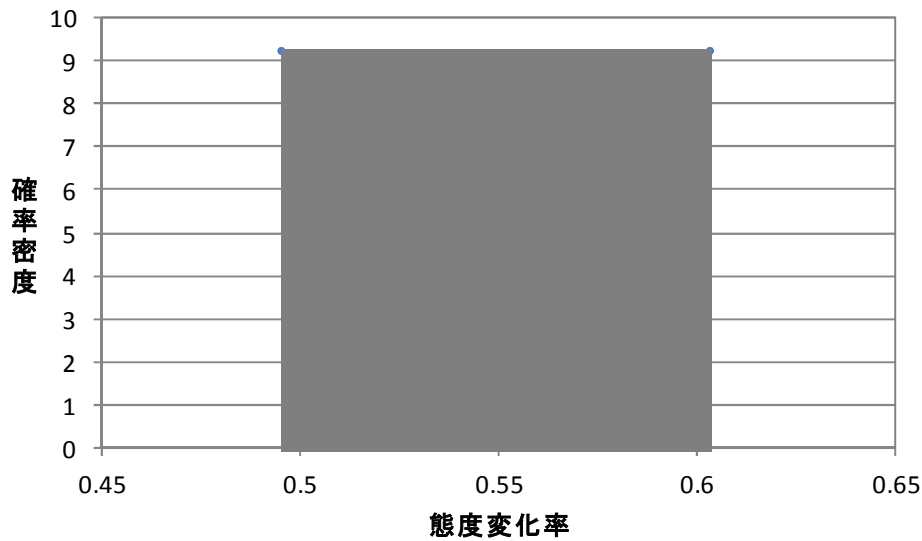


図 5-19 水道水に関する口コミ情報に 1 回接触して態度変化する確率

以上の条件で算出した各情報接触による態度変化率を用いて、平成 22 年度以降の水道水質に対する満足度を推計した。満足度の推計の前提条件として、推計期間においては、当該集団は人の出入りはないものとする。今回適用したモデルにおける満足⇒不満足、不満足⇒満足の人動きを模式的に示したのが図 5-20 である。

- ① 集団は水道水に満足しているグループと不満足なグループに分けられる。
- ② 水道事業者からの情報、マスコミからの情報、口コミ情報（プラス・マイナス）が発信される。
- ③ 発信された情報に接触する。但し、水道に満足しているグループに対しては、水道事業者からの情報、口コミ情報（プラス）は、満足から不満足への変化をもたらすものではないため、図中では省略している。同様に、水道に不満足なグループに対しては、マスコミからの情報、口コミ情報（マイナス）は、不満足から満足への変化をもたらすものではないため、図中では省略している。
- ④ 水道水に満足しているグループでは、マスコミからの情報、口コミ情報（マイナス）に接触した人が、水道水に不満足なグループへ移動し、水道水に不満足なグループでは、水道局からの情報、口コミ情報（プラス）に接触した人が水道水に満足しているグループへ移動する。
- ⑤ その結果、それぞれのグループに属する人数に変化が生じる。

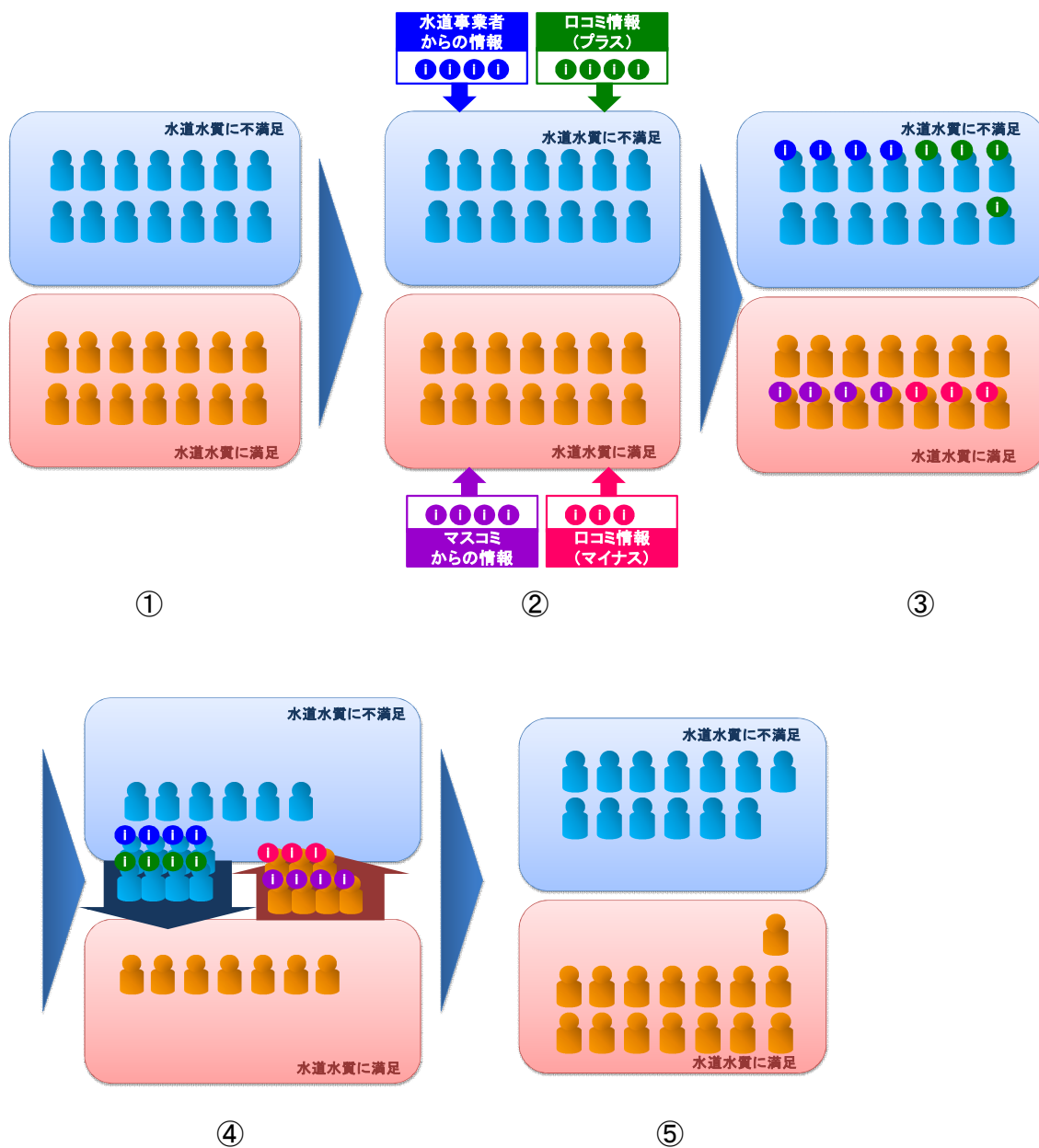


図 5-20 情報接触による市民の態度変化

上記モデルでは、満足から不満足、不満足から満足への態度変化について、それぞれ2種類の情報源からの情報接触を仮定しており、それぞれ一定の接触率を設定している。各情報源からの情報接触による態度変化率は、図 5-21(a)のように、それぞれの情報が重複することなく別のの人に接触する場合に最大となり、(b)のように、接触する人が完全に重複する場合、最小となる。これらを考慮し、満足度については、次の3つのパターンで推計を行った。

- ① 中位パターン：不満足から満足⇒重複なし、満足から不満足⇒重複なし
- ② 高位パターン：不満足から満足⇒重複なし、満足から不満足⇒完全に重複
- ③ 低位パターン：不満足から満足⇒完全に重複、満足から不満足⇒重複なし

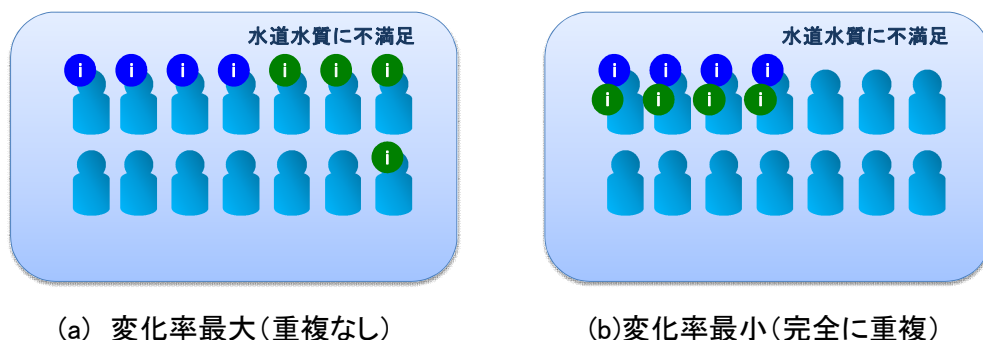


図 5-21 情報接触による態度変化率イメージ

5.6 分析結果

5.6.1 一般市民の各情報接触による態度変化率と満足度の推移

平成 22 年度のインターネットアンケートの結果では、飲用水に対する満足度は 40.4%であった。この時、各情報に接触することによる一般市民の 1 年後の態度変化率は表 5-4 のように算出された。

表 5-4 情報接触による態度変化率 (H22 年度⇒H23 年度)

		態度変化率
不満足⇒満足	水道事業者からの情報	0.148
	満足な人からの口コミ情報	0.225
満足⇒不満足	マスコミからの情報	0.108
	不満足な人からの口コミ情報	0.281

これらの態度変化率に基づき、前項で示した 3 つのパターンで平成 23 年度の満足度を推計すると、中位値で 46.9%、高位値で 51.3%、低位値で 38.3%となる。

水道事業者からの情報、及びマスコミからの情報接触による態度変化率は、満足度の影響を受けないことから、態度変化率は一定と仮定できる。一方、口コミ情報による態度変化率は満足度により変化することから、前年度の満足度を用いて態度変化率を算出するという作業を繰り返して今後 10 年間の満足度を推計した。結果を図 5-22 に示す。

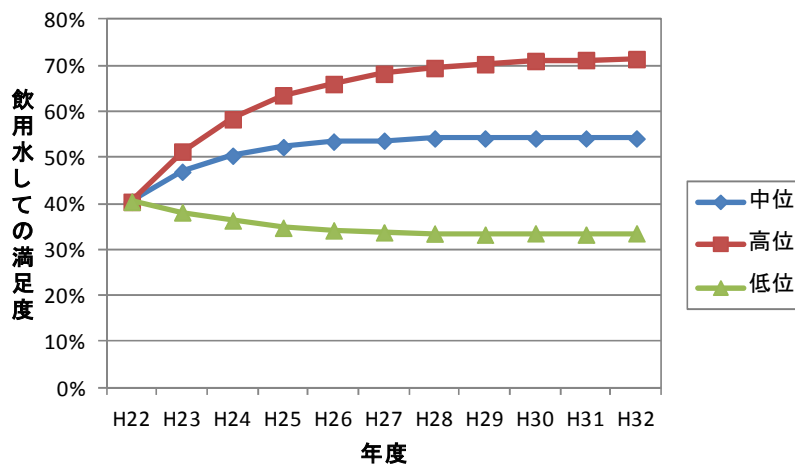


図 5-22 飲用水としての満足度の推計結果(一般市民)

満足度は中位パターン、高位パターンでは増加傾向、低位パターンでは減少傾向で推移するが、徐々に増加率、減少率は小さくなり、5~6年後にほぼ一定となった。満足度については 70~80%を将来的な目標値とすることが多いが、今回の試算では、10年後の満足度は中位値で 51.4%、高位値で 71.4%、低位値で 33.5%であり、水道事業者からの情報提供やマスコミ報道が現状のままであれば、市民の飲用水としての満足度が 80%に到達する可能性は低いと考えられた。

5.6.2 SWC 会員の各情報接触による態度変化率と満足度の推移

一方、SWC 会員は年 4 回水道局から情報提供（会報誌、広報誌等）を受けていることから、最低でも年 4 回は水道局が発信する情報に接触することになる。その他の水道局が発信する情報については、一般市民と同じ接触率と仮定すると、SWC 会員が 1 年間に水道事業者の発信する情報に接触する確率は図 5-23 のようになる。

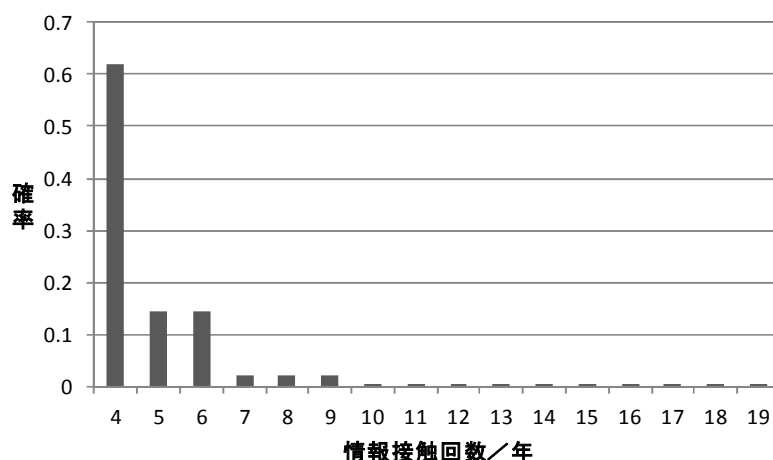


図 5-23 1年間に水道事業者の情報に接触する確率(SWC 会員)

SWC 会員については入会時期により情報接触回数も異なることから、条件を統一するために、入会当初からの満足度の推移を評価することとし、初年度と仮定している平成 22 年の満足度を入会前の水道水のイメージ調査結果より 56.3%とした。なお、大阪市の人口（約 265 万人）と比べて SWC 会員数は極めて小さいことから、口コミ情報に対する接触率は一般市民と同等であると考えられるため、口コミ情報による態度変化率は一般市民の結果を適用し、満足度の推計を行った。その結果を図 5-24 に示す。

高位、中位、低位とも満足度は増加傾向を示し、2 年後からはほぼ横ばいとなった。10 年後の満足度は中位値で 72.4%、高位値で 84.1%、低位値で 61.9%であり、一般市民の推計結果と比較すると、大幅に向上していた。この推計においては、水道事業者の情報接触確率と、初年度の満足度以外は一般市民の推計条件と同じであることから、満足度が大幅に改善したのは、水道事業者からの情報接触頻度が高まったことが原因と考えられた。

なお、SWC 会員向けのアンケートでは、平成 21 年度、平成 22 年度に飲用水としての満足度を調査しており、平成 21 年度は 70.6%、平成 22 年度は 67.1%となっていた。SWC は平成 20 年度に設置されており、その年度の満足度を 56.3%とすると、満足度推移の実績値は推計結果の高位値、低位値の範囲内、かつ中位値に近い。以上の結果から、当該モデルについて検証は困難であるものの、妥当性を有するものと考えることができる。

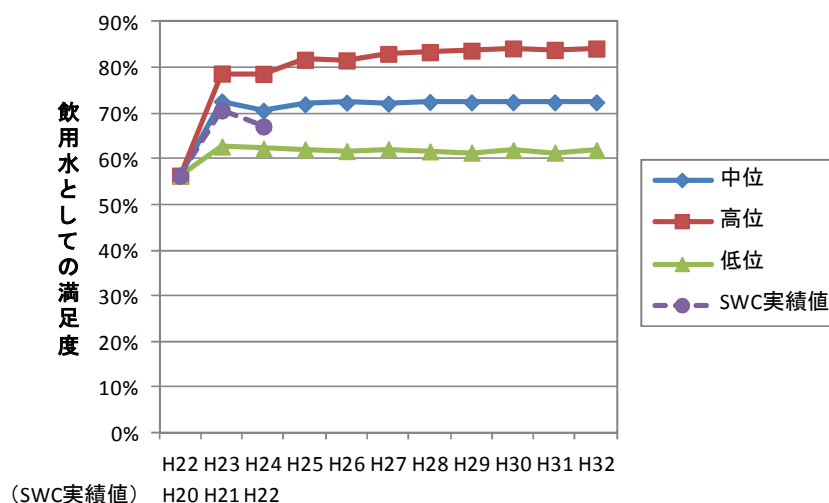


図 5-24 飲用水としての満足度の推計結果(SWC 会員)

5.6.3 水道事業者からの情報への接触回数による満足度の変化

5.6.2 において、水道事業者からの情報への接触頻度が高くなると、満足度も大幅に向上することが確認されたことから、水道局の情報接触頻度と満足度の関係について、さらに詳細な考察を行った。

まず、水道事業者からの情報への接触頻度について、SWC 会員の時と同様に、最低の接触回数を 1~4 回として、その他の水道事業者の情報については一般市民と同じ接触頻度として分布を仮定し、それに基づき、1 年間の態度変化率を算出した。その結果を図 5-25 に示す。最低接触回数が 3 回以上であれば、1 年間に水道事業者からの情報接触により態度変化する確率が 50%を超えることがわかった。

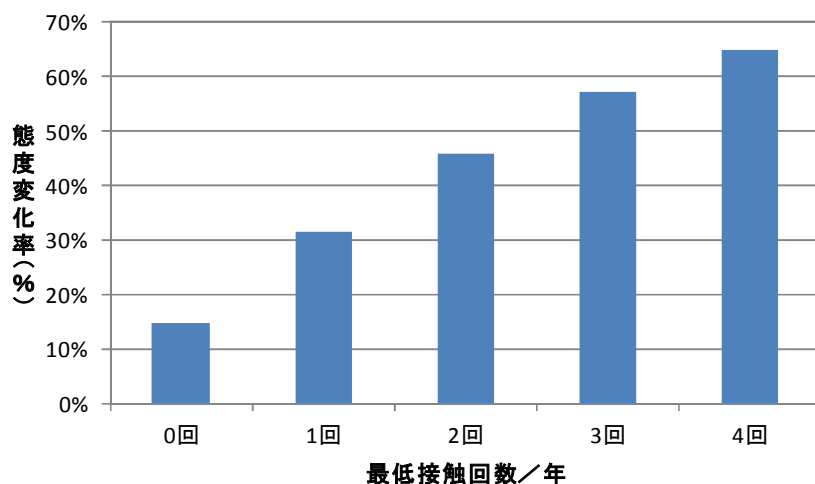


図 5-25 水道事業者からの情報接触頻度と態度変化率

次に、このように水道事業者からの情報への接触頻度を高めていった時の満足度の変化について検討を行った結果を図 5-26~28 に示す。

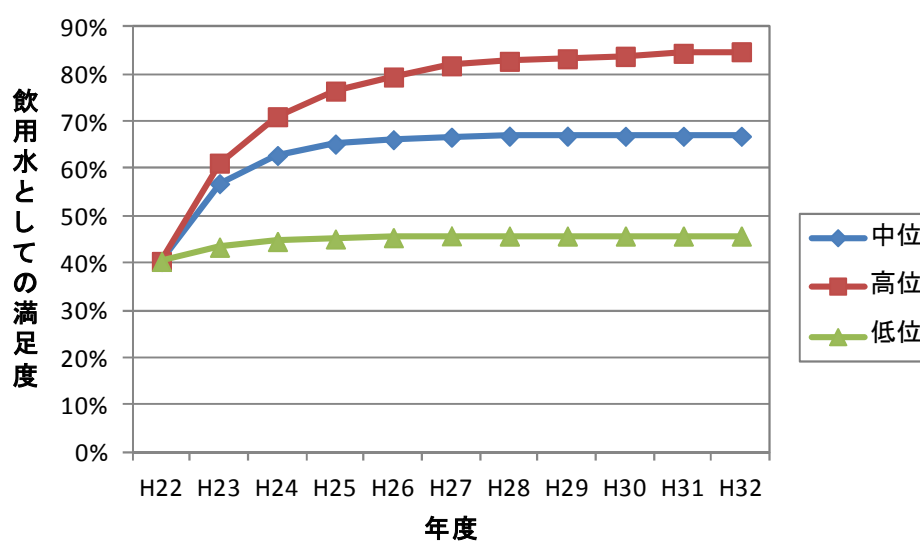


図 5-26 飲用水としての満足度の推計結果(最低接触回数 1 回)

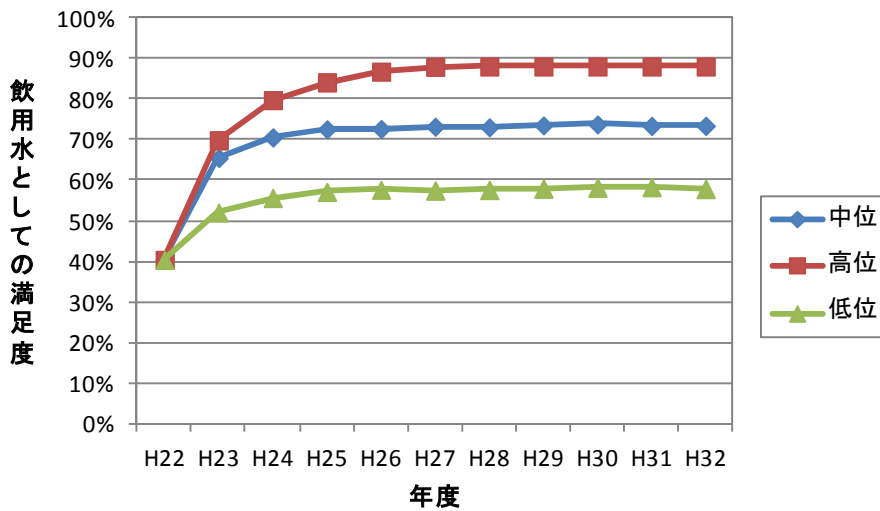


図 5-27 飲用水としての満足度の推計結果(最低接触回数 2 回)

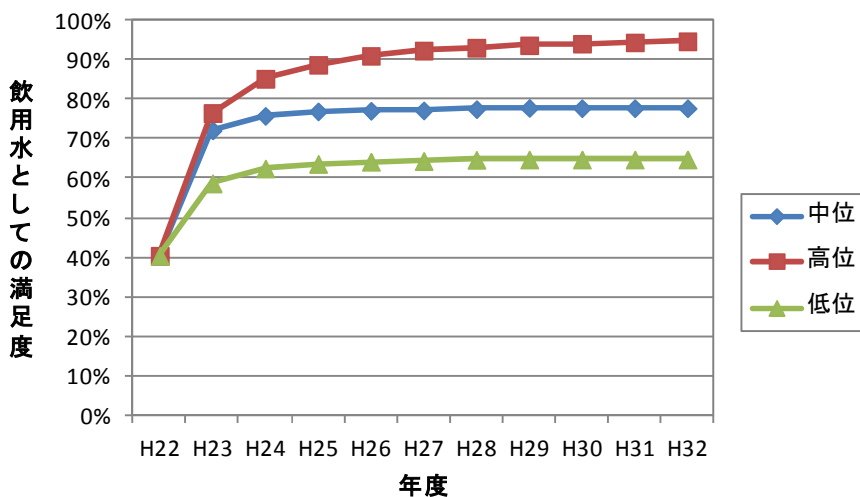


図 5-28 飲用水としての満足度の推計結果(最低接触回数 3 回)

最低接触回数 0 回の場合 (図 5-22) は、低位パターンで減少傾向が見られたが、最低接触回数を 1 回以上では、全てのパターンで増加傾向になることが確認できた。また、10 年後の満足度を見ると、最低接触回数 1 回の場合でも、高位パターンでは 80% を超える満足度となり、2 回以上であれば、中位値でも 70% を超える満足度となることが確認できた。

また、高位値と低位値の幅を見ると、最低接触回数が 1 回で 45.8~84.8%、2 回で 57.9~88.1%、3 回で 64.8~94.8% と、最低接触回数が大きくなるにつれて小さくなる傾向にあった。接触頻度が高くなれば、より確実に満足度が向上することがわかった。

5.6.4 ロコミ情報への接触による態度変化率と満足度の関係

次に、ロコミ情報への接触による態度変化率と満足度の関係について検討した。式 5-4 で示したように、ロコミ情報による態度変化率は総人口に占める不満な人の割合により規定され、不満な人の割合が小さくなる、すなわち不満度が低下し満足度が向上すれば、態度変化率も大きくなる。今回の推計におけるロコミ情報への接触による態度変化率と満足度をプロットしたものを図 5-29 に示す。

態度変化率と満足度の関係については修正指数曲線で良好に近似できた ($R^2 = 0.9975$)。また、満足度が向上するにつれ、態度変化率も上昇するが、満足度が 90% を超えるような状況でもロコミ情報接触による態度変化率は 35% 程度でまでしか上昇しなかった。このことから、ロコミ情報が満足度に与える影響はそれほど大きくないことが示唆された。

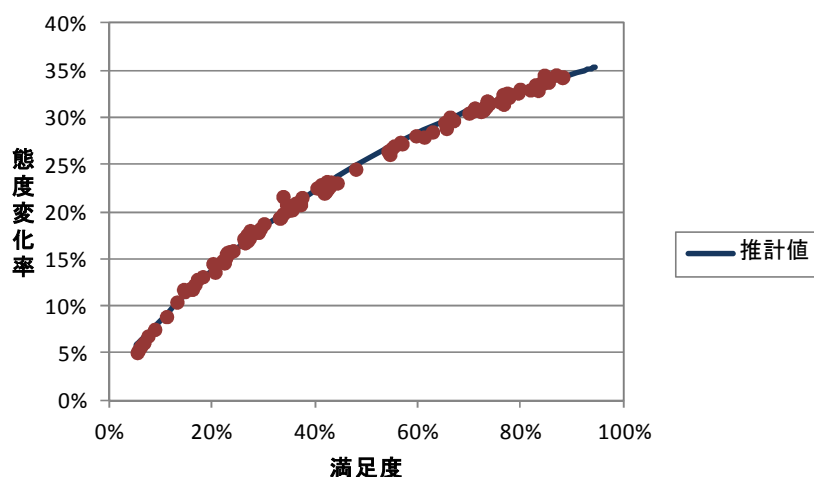


図 5-29 ロコミ情報への接触による態度変化率と飲用水としての満足度

5.7 考察

本章では、市民の水道水質に関する態度に対する情報提供の影響について、ネットワークモデルの適用性について検討し、SIS モデルをベースに、水道事業者からの情報、マスコミ報道、ロコミ情報の接触による市民の水道水質に対する態度変化をモデル化した。

次に、このモデルを用いて、市民の水道水質に関する態度変化に対する情報接触頻度の影響を定量評価することを試みた。その結果、各情報源への接触頻度が市民態度に及ぼす影響は態度変化率で定量的に評価できることがわかった。

情報が市民のリスク認知に及ぼす影響については、これまでも検討されている。Doria ら¹⁴⁾は、水道水のリスク認知は主に外部情報や過去の健康に関連する問題、外観などの影響を受けていることを指摘している。また、Wahlberg ら¹⁵⁾は、市民のリスク認知に対するメディアの影響について検討し、メディアがリスク認知に及ぼす影響はそれほど大きくないことを報告している。

一方、公共事業の分野においても態度形成に対する情報の重要性が指摘されている。青木ら^{16),17)}は公共事業に対して否定的態度が形成される理由の1つとして事業に関する情報提供が不十分であることを挙げており、否定的態度の多くが情報提示により肯定的に変化したことを報告している。今回の分析においても、水道事業者からの情報接触の頻度を高めることにより、水道水質に対する満足度が大きく向上することが確認できた。

また、口コミなど市民の横のつながりによる情報拡散効果も近年注目されており、キーパーソンに集中的に情報提供していくことにより、効率的に市民に情報を浸透させることを目的とした会員制の情報提供サービスなども実施されている。しかし、口コミ情報による態度変化率と満足度の関係を検討したところ、満足度が90%を超える状況になった場合においても、口コミ情報接触による態度変化率は35%程度であり、口コミ情報の広がりによる態度変化の寄与はそれほど期待できないと考えられた。

このようなことから、今後、水道水質に対する市民の態度変化を進め、満足度を向上させていくには、水道事業者が市民に確実に届くような手法を検討し、丁寧に情報提供を行っていくことが最も重要であると考えられた。

なお、本章の研究において検討した態度変化モデルは、情報接触頻度の影響を評価するものであり、接触する情報の内容や情報の提示方法については検討していない。しかしながら、市民の態度変化に対する情報提供の効果を評価するには、情報の内容、提示方法も含めた包括的な評価が必要であり、今後の検討課題と考えている。

5.8 結語

本章では水道水質に関する市民態度に対する情報提供の影響を評価するために、ネットワークモデルの1つである SIS モデルをベースに水道事業者からの情報や口コミ情報に接触することによる市民態度の変化をモデル化するとともに、これに基づき、水道水質に対する市民態度の変化に対する情報提供の影響を定量評価について検討した。

本章で得られた知見を以下に示す。

1. 各種情報による水道水質に関する市民態度の変化については、SIS モデルをベースにしたモデル化することができた。
2. 水道水質に関する市民態度の変化に対する各情報の影響については、態度変化率を算出することにより定量評価が可能となった。

3. 水道事業者からの情報の接触頻度を高めることにより、水道水質に関する満足度が大幅に向上しうることを示した。
4. 口コミ情報が満足度に与える影響はそれほど大きくないことが示唆された。

参考文献

- 1) 厚生労働省：水道ビジョン，60p., 2004
- 2) 津国保夫：安心・快適な給水の確保；「安全でおいしい水プロジェクト」への取組，水道協会雑誌，Vol.76, No.8, pp.16-22, 2005
- 3) 石本知子：大阪市における安全でおいしい水への取り組み；大阪市水道おいしい水計画の推進，空気調和・衛生工学，Vol.80, No.9, pp.735-738, 2006
- 4) Domingos, P.: *Mining social networks for viral marketing*, IEEE Intelligent Systems, Vol.20, No.1, pp.80-82, 2005
- 5) Watts, D. J. and Dodds, P. S.: *Influence networks, and public opinion formation*, Journal of Consumer Research, Vol.34, No.4, pp.441-458, 2007
- 6) Goldenberg, J., Libai, B., Muller, E.: *Talk of the network: A complex systems look at the underlying process of word-of-mouth*, Marketing Letters, Vol.12, No.3, pp.211-223, 2001
- 7) Kempe, D., Kleinberg, J., Tardos, E.: *Maximizing the spread of influence through a social networks*, Proceedings of the 9th ACM SIGKDD International Conference on Knowledge Discovery and Data Mining, pp.137-146, 2003
- 8) Watts, D. J.: *A simple model of global cascades on random networks*, Proceedings of National Academy of Science, USA, Vol.99, pp.5766-5771, 2002
- 9) 増田直紀，今野紀雄：複雑ネットワーク，近代科学社，pp.149-192, 2010
- 10) 小林美苑，山崎淳史，西澤裕文：感染循環を考慮した流行モデル，数理解析研究講究録，Vol.1653, pp.10-17, 2009
- 11) Boccaletti, S., Latora, V., Moreno, Y., Chavez, M., Hwang, D. U. : *Complex networks: structure and dynamics*, Physics Reports, Vol.424, pp.175-308, 2006
- 12) 吉川友也，斉藤和巳，元田浩，大原剛三，木村昌弘：情報拡散モデルに基づくソーシャルネットワーク上でのノードの期待影響度曲線推定法，電気情報通信学会誌，D, 情報・システム J94-D(11), pp.1899-1908, 2011
- 13) 唐沢かおり：社会心理学 朝倉心理学講座 7，朝倉書店，pp.67-88, 2011
- 14) Doria, M. F., Pidgeon, N. & Hunter, P. R. : *Perception of tap water risks and quality: a structural equation model approach*, Water Science and Technology, Vol.52, No.8, pp.143-149, 2005
- 15) Wahlberg, A. A. & Sjöberg, L.: *Risk perception and the media*, Journal of Risk Research,

Vol.3, No.1, pp.31-50, 2000

- 16) 青木俊明, 鈴木温 : 社会資本整備における賛否態度の形成 : 公正の絆理論と態度変容モデルの統合, *The Japanese Journal of Experimental Social Psychology*, Vol.45, No.1, pp.42-54, 2005
- 17) 青木俊明, 西野仁, 松井健一, 鈴木温 : 公共事業における情報提示と態度形成, *土木学会論文集*, No.737, pp.223-235, 2003

第6章 結論

本研究では、市民の水道水質に対する態度構造とその影響要因を明らかにするとともに、水道水質に対する不満を低減し、満足度を向上していくために必要な施策やその有効性について検討した。

本研究で得られた主要な成果を以下にまとめる。

第2章では、水道水の態度形成に影響する要因について、水道プロセスや水道水質など、水道事業に起因する要因とライフスタイル・社会変化に起因する要因について、数量化Ⅱ類分析、因子分析、共分散構造分析の手法を用いて分析を行った。

その結果、飲用水としての満足度には「おいしさ」に対する満足度の影響が大きく、「飲用水としての満足度」を約42%規定していた。「おいしさ」に対する満足度には、「カルキ臭に対する不安」、「安全性」に対する満足度の寄与が大きく、それぞれ9.6%、31.4%、「おいしさ」に対する満足度の変動を規定していた。一方、「安全性」に対する満足度については、「水道水質管理に対する不満」の影響が大きく、「水道水質管理に対する不満」因子により、変動を約56%規定されていた。「情報提供に対する不満」因子は「有害成分に対する不安」因子、「水道水質管理に対する不満」因子を通じ、間接的に「おいしさ」、「安全性」の満足度に影響を与えていた。

また、飲用水としての満足度に影響をもたらしているのは、水道事業に起因する要因がほとんどであり、ライフスタイル・社会変化に起因する要因については影響が小さいことを示した。

第3章では、市民の潜在心理特性に着目し、水道プロセスや水道水質に関する不満や要望を、項目反応理論を用いて尺度化し、分析することによる市民の水道回帰のための施策の有効性の評価について検討した。

不満分析項目と要望分析項目について、項目反応分析で得られたパラメータ値を比較することにより、潜在心理特性の影響の大小や、多くの人が不満・要望を持つ項目であるかどうかを分類し、それにより不満・要望項目の特徴づけを行うことができた。

また、不満分析項目と要望分析項目のパラメータを比較することにより、水道水質に対する不満解消のための施策の適切性を評価したところ、給水管・受水槽の定期点検・洗浄、直結給水の導入促進については、その効果は限定的であり、これらの対策だけでは市民の不安を軽減するに至らないことがわかった。また、塩素消毒やカルキ臭に対する不安についても、カルキ臭を解消するだけでは、完全にはなくなる可能性があることを示した。

さらに潜在心理特性について各種分析を行った結果を総合して、現在、水道事業体で取り組まれている施策の優先順位付けを試みた結果、最優先して取り組むべきは水源水

質の改善であり、新たな浄水処理技術の導入や直結給水については優先順位が低いと考えられた。

このように、潜在心理特性により施策の優先順位付けを行い、施策の適切性や過不足について検証しながら進めることで、より効率的かつ効果的に市民の水道水に対する態度転換を図れる可能性が示唆された。

第4章では、水道水臭気に関する不快閾値を目標値として設定するために、臭気強度と感知確率及び不快確率の関係について用量反応モデルの当てはめを行うとともに、不快閾値に対する各種要因の影響を検討した。

その結果、水道水の臭気強度と感知確率及び不快確率との用量反応関係については、ワイブルモデルが適合し、適合した用量反応モデルについて、不確実性を評価するため、ブートストラップ法により信頼区間を算出した結果、不快確率が50%の時の臭気強度は約4で、信頼区間は3~5となった。従来、異臭味対策として導入されてきた高度浄水処理においても、水道水の臭気強度は数十オーダーであることを考えれば、かなり低い値であるが、残留塩素を0.05 mg/L程度とした場合、水温が14℃以下であれば、臭気強度4を達成できるとの報告もあることから、これを目標値とすることは妥当と言える。

また、女性は男性と比べ、感知閾値、不快閾値とも小さく、一方、高齢者は若年層に比べ、感知閾値、不快閾値が大きくなる傾向があることを示した。

水道水の飲用の判断に際しては、水道水を「おいしい」と感じる事が重要要件であるが、水道水のおいしさ評価に対して実際の臭気の快・不快の評価の影響は小さかったことから、水道水の飲用に関してもあまり影響していないことが示唆された。

第5章では、水道水質に関する市民の態度に対する情報接触の影響について検討した。

ここでは、水道水質に関する市民態度と水道事業者からの情報提供、マスコミ報道、友人・知人などからの口コミ情報などの様々な情報の影響のモデル化について検討し、ネットワークモデルの1つであるSISモデルをベースにモデル化することができた。また、市民の態度変化に対して、水道事業者やマスコミが発信する情報、また市民が発信する口コミ情報について、各情報発信主体への信頼度を用いて変化率を算出することにより、それらの情報が市民の態度変化に与える影響が定量的に評価できることを示した。

これらの結果を用いて水道事業者からの情報提供、マスコミ報道、知人・友人などの口コミ情報について評価したところ、水道事業者やマスコミからの情報発信が現状のままであれば、市民の飲用水としての満足度が80%に到達する可能性が低いと推察された。一方、水道事業者が発信する情報への接触頻度を年3回程度まで高めることにより、水道水質に関する満足度が大幅に向上し、飲用水としての満足度が80%に達する可能性が高くなることを示した。一方、口コミ情報が水道水の満足度に与える影響はそれほど大きくないと言えた。

以上の研究により、態度形成の影響要因や態度変容に向けた施策の優先順位付け、また、それらの施策のいくつかにおいて、目標値の設定や定量的な評価手法を示すことができた。

本研究は、市民の水道水に対する態度形成に影響する要因を明らかにし、水道水に対する不満を低減し、満足度を向上させるための方策を検討することを目的としたものである。上記結論を得たことにより、所期の目的は達成したと考える。しかしながら、水道水に対する市民の満足度を向上させていくためには、まだ検討すべき課題も多く残されている。

本研究では、潜在心理特性に着目し、市民の不満、要望を分析することにより、水道水に対する態度改善のための施策について適切性を評価した。その結果、給水管・受水槽の衛生状態や塩素消毒、カルキ臭に対する不安に対しては現在水道事業体が行っている施策だけでは不十分である可能性を示唆したが、その改善のためにどのような施策が必要なのかについては検討することができなかった。しかしながら、今後、水道事業体において取り組みを再検討していく際には必要な情報であり、各事業体において、事前に市民の不満や要望を把握、分析することにより、過不足のない効率的な施策を実施していくことが望まれる。

また、本研究では、カルキ臭について半数の人が不快に感じない目標値として4を提案したが、これは高度浄水処理が導入され、残留塩素濃度も低減が図られた事業体においても、高い目標値であり、これを達成するには、新たな浄水処理技術を導入する必要がある。現在、カルキ臭の低減を目的とした浄水処理技術の研究も進められており、将来的にはカルキ臭のない水道を実現することも不可能ではないと考えられるが、いずれにしても、早期に達成することが困難な目標となることから、これを目標値として設定する際には、その目的や達成に向けた取り組み方針について、市民に丁寧に説明していく必要があると考えられる。

また、本研究では、水道事業体、マスコミ、口コミなどの情報に接触することによる市民の態度変容について評価し、水道事業体からの情報への接触頻度を増やすことで水道水に対する満足度が向上できることを示したが、どのような形態での情報提供が接触頻度を増やすために有効なのかについては、検討できていない。現在、水道事業体の広報は、リーフレットなどの紙媒体やHPなどでの情報提供が中心であるが、市民の半数以上が1年間に全く水道水質に関する情報に接触していないという状況を勘案すれば、市民に確実に情報を届けるために有効な手法について検討することは喫緊の課題であると考えられる。今後も持続的に水道事業を運営していくためには、市民がその重要性を認識し、一定の負担をしながらそれを支えていくことが必要である。市民への情報提供は市民の理解を醸成する上で最も重要であることから、今後、市民に確実に情報が届くような情報提供手法の検討が進められることが望まれる。

付録

大阪市水道局平成 19 年度インターネットアンケート(テーマ④おいしい水計画)調査票

水道についてのお伺い【テーマ④<おいしい水計画>】

SC1 あなたの居住地をお知らせください。(SA)

- 1 大阪市
 - 11 北区
 - 12 都島区
 - 13 福島区
 - 14 此花区
 - 15 中央区
 - 16 西区
 - 17 港区
 - 18 大正区
 - 19 天王寺区
 - 20 浪速区
 - 21 西淀川区
 - 22 淀川区
 - 23 東淀川区
 - 24 東成区
 - 25 生野区
 - 26 旭区
 - 27 城東区
 - 28 鶴見区
 - 29 阿倍野区
 - 30 住之江区
 - 31 住吉区
 - 32 東住吉区
 - 33 平野区
 - 34 西成区
- 2 大阪市以外の大阪府
- 3 京都府
- 4 兵庫県
- 5 奈良県
- 6 滋賀県
- 7 和歌山県
- 8 それ以外の地域 →対象外

SC2 あなたの勤務先または通学先をお知らせください。(SA)

- 1 大阪市
 - 11 北区
 - 12 都島区
 - 13 福島区
 - 14 此花区
 - 15 中央区
 - 16 西区
 - 17 港区
 - 18 大正区
 - 19 天王寺区
 - 20 浪速区
 - 21 西淀川区
 - 22 淀川区
 - 23 東淀川区
 - 24 東成区
 - 25 生野区
 - 26 旭区
 - 27 城東区
 - 28 鶴見区
 - 29 阿倍野区
 - 30 住之江区
 - 31 住吉区
 - 32 東住吉区
 - 33 平野区
 - 34 西成区
- 2 大阪市以外の大阪府
- 3 京都府
- 4 兵庫県
- 5 奈良県
- 6 滋賀県
- 7 和歌山県
- 8 それ以外の地域
- 9 通勤・通学はしていない

除外条件: SC≠1かつSC2≠1
(大阪市内に居住も通勤・通学もしていない人は対象外)

SC3 あなたの性別をお知らせください。(SA)

- 1 男性
- 2 女性

SC4 あなたは結婚なさっていますか。(SA)

- 1 未婚
- 2 既婚

SC5 あなたの年齢をお知らせください。(SA)

- 1 14歳以下 →対象外
- 2 15～19歳
- 3 20～24歳
- 4 25～29歳
- 5 30～34歳
- 6 35～39歳
- 7 40～44歳
- 8 45～49歳
- 9 50～54歳
- 10 55～59歳
- 11 60～64歳
- 12 65～69歳
- 13 70歳以上

【割付】

		大阪市居住	大阪市以外	計
男性	20代以下	52	26	78
	30代	35	32	67
	40代	29	28	57
	50代	38	30	70
	60代以上	45	13	58
女性	20代以下	52	31	82
	30代	34	13	48
	40代	28	7	35
	50代	37	8	45
合計		403	197	600

SC6 あなたの職業をお知らせください。(SA)

- | | |
|-------------|---------------|
| 1 公務員 | 6 専門職・研究者・自由業 |
| 2 会社員 | 7 学生 |
| 3 パート・臨時・嘱託 | 8 無職 |
| 4 自営業 | 9 その他 |
| 5 専業主婦 | |

FS1 あなたの世帯の世帯員数についてお知らせください。(SA)

- 1 ひとり暮らし 2 2人 3 3人 4 4人 5 5人以上

FS2 あなたの世帯で、あなたは以下のどれにあてはまりますか。(SA)

- 1 世帯主 2 配偶者 3 被扶養者(子ども・親等) 4 その他

FS3 お宅の居住形態についてお知らせください。(SA)

- 1 一戸建て(持ち家)
 2 一戸建て(借家)
 3 集合住宅3階建て以下(持ち家・賃貸問わず)
 4 集合住宅4階建て以上(持ち家・賃貸問わず)
 5 その他()

次へ

まず、「水を飲む」ことについてお伺いいたします。

Q1 あなたは普段、ご自宅でどのような飲み物を飲みますか。(MA)
 また、その中で最も多い飲み方をひとつだけお知らせください。(SA)

	(1) 普段の飲み方を いくつでも	(2) 最も多い飲み方を ひとつだけ
水道水をそのまま飲む	1	1
浄水器を通した水道水を飲む	2	2
市販のミネラルウォーターを飲む	3	3
水道水を沸かしてお茶やコーヒーなどにして飲む	4	4
浄水器を通した水道水を沸かしてお茶やコーヒーなどにして飲む	5	5
市販のミネラルウォーターを沸かしてお茶やコーヒーなどにして飲む	6	6
市販のペットボトル飲料を飲む(お茶・ジュースなど)	7	7
その他()	8	8

Q2 あなたは普段どのような時にどのような場所で水(水道水・浄水器を通した水道水・ミネラルウォーターなど)を飲んでいますか。(MA)
 ※お茶やジュースなどは除いてお考えください。

- 1 会社・学校・家でノドが乾いた時
 2 家で食事をする時
 3 レストランなど外で食事をする時
 4 スポーツ・運動をした時
 5 薬を飲む時
 6 お風呂上がり
 7 朝起きた時
 8 就寝時
 9 その他()
 10 水は飲まない

次へ

【Q2≠10】

Q3 では、あなたは、1日におよそどのくらいの量の水を飲みますか。(SA)

- 1 ~100mL程度(コップ半分程度)
 2 200mL程度(コップ1杯程度)
 3 500mL程度(500mLペットボトル1本程度)
 4 1L程度
 5 2L以上

次へ

【全員】

Q4 「水道水をそのまま飲む」ことに関する下記の意見について、あなたの考えはどの程度あてはまりますか。それぞれについて、最も近いものをひとつずつお選びください。(各SA)

	とてもあてはまる	ややあてはまる	どちらでもない	あまりあてはまらない	全くあてはまらない
(1) 水道水をそのまま飲むことは現代のライフスタイルにあっていると思う	1	2	3	4	5
(2) 水道水を(そのまま)飲むことは、健康に良いと思う	1	2	3	4	5
(3) 水道水をそのまま飲むよりも、ミネラルウォーターを飲む方が格好いい(おしゃれ)と思う	1	2	3	4	5
(4) 水道水をそのまま飲むことは環境負荷が少なく、環境保護にも役立つと思う	1	2	3	4	5
(5) 今は、アルカリイオン水や酸素水など、様々な種類の水を選べる時代だが、水道水にはそういった付加価値がないので、そのまま飲むとは思わない	1	2	3	4	5

Q5 では、あなたご自身は、水道水をそのまま飲むことについてどう思われますか。(SA)

- 1 「水道水」を飲むことにまったく抵抗はない
- 2 「水道水」を飲むことにあまり抵抗はない
- 3 どちらともいえない
- 4 「水道水」を飲むことにやや抵抗がある
- 5 「水道水」を飲むことにとても抵抗がある

次へ

Q6 浄水器に関して、以下の項目について、どの程度評価されていますか。それぞれについて、最もよくあてはまるものをひとつずつお選びください。浄水器を使用されることがない方も、イメージで結構です。お答えください。(各SA)

	とても満足している	やや満足している	どちらでもない	やや不満である	とても不満である
(1) 水道水の安全性の向上	1	2	3	4	5
(2) 水道水のおいしさの向上	1	2	3	4	5
(3) 設置費用・ランニングコスト	1	2	3	4	5

次へ

Q7 ミネラルウォーターに関して、以下の項目について、どの程度評価されていますか。それぞれについて、最もよくあてはまるものをひとつずつお選びください。ミネラルウォーターを飲用・使用されることがない方も、イメージで結構です。お答えください。(各SA)

	とても満足している	やや満足している	どちらでもない	やや不満である	とても不満である
(1) 水源のきれいさ	1	2	3	4	5
(2) 安全性	1	2	3	4	5
(3) おいしさ	1	2	3	4	5
(4) 価格	1	2	3	4	5

次へ

次に、「大阪市の水道水」についてお伺いします。
 ※大阪市外の方は、職場や学校で「大阪市の水道水」に接している時のことをお答えください。

Q8 あなたは「大阪市の水道水」について、それぞれの用途でどの程度満足されていますか。(各SA)

	とても満足している	やや満足している	どちらでもない	やや不満である	とても不満である	この用途では利用しない
(1) 飲用水	1	2	3	4	5	-
(2) 料理に使う水	1	2	3	4	5	6
(3) 風呂・シャワー	1	2	3	4	5	6
(4) 洗面・手洗い	1	2	3	4	5	-
(5) 洗濯	1	2	3	4	5	6

大阪市外【SC1=2～7】の場合のみ追加で表示

次へ

Q9 あなたが、「大阪市の水道水」を飲用水としてみた場合、『●●●』(Q8(1)の回答を挿入)とお答えになった理由を具体的にお知らせください。(FA)

次へ

Q10 あなたは、「大阪市の水道水」について、どの程度満足されていますか。(各SA)
 (1)「大阪市の水道水」の味(おいしさ)についてお答えください。
 (2)「大阪市の水道水」の安全性についてお答えください。
 (3)「大阪市の水道水」の価格についてお答えください。※飲用水としてみた場合

大阪市外【SC1=2～7】の場合のみ追加で表示

	とても満足している	やや満足している	どちらでもない	やや不満である	とても不満である	わからない
(1) 大阪市の水道水の味(おいしさ)	1	2	3	4	5	-
(2) 大阪市の水道水の安全性	1	2	3	4	5	-
(3) 大阪市の水道水の価格 ※飲用水としてみた場合	1	2	3	4	5	6

次へ

Q11 あなたは「大阪市の水道水」に関して、以下の各項目についてどの程度満足されていますか。
 それぞれについて、最もよくあてはまるものをひとつずつお選びください。
 よくわからない方は、イメージで結構ですので、お答えください。(各SA)

	全く不安(不満)はない	あまり不安(不満)はない	どちらともいえない	やや不安(不満)がある	とても不安(不満)である
(1) 水源である琵琶湖・淀川のきれいさ	1	2	3	4	5
(2) 大阪市の浄水処理(高度浄水処理)	1	2	3	4	5
(3) 大阪市の配水管の衛生状態	1	2	3	4	5
(4) 家屋やビル・マンション内の給水管の衛生状態	1	2	3	4	5
(5) ビル・マンションなどの受水槽・高置水槽の衛生状態	1	2	3	4	5
(6) 水道局の水質管理	1	2	3	4	5

Q12 あなたは「大阪市の水道水」の水質に関して、以下の項目について、どの程度不安や不満を感じておられますか。それぞれについて、最もよくあてはまるものをひとつずつお選びください。(各SA)

	全く不安(不満)はない	あまり不安(不満)はない	どちらともいえない	やや不安(不満)である	とても不安(不満)である
(1) 塩素消毒	1	2	3	4	5
(2) カルキ臭(塩素臭)	1	2	3	4	5
(3) 有害化学物質の存在	1	2	3	4	5
(4) 有害微生物の存在	1	2	3	4	5

次へ

続いて、「大阪市の水道局」についてお伺いいたします。

Q13 あなたは「大阪市水道局」の取組や職員、情報などについてどのように思われていますか。それぞれについて、最もよくあてはまるものをひとつずつお選びください。(各SA)

	大変そう思う	ややそう思う	どちらともいえない	あまりそう思わない	全くそう思わない
(1) 大阪市水道局は水道水質を向上させるために様々な取組を行なっていると思う	1	2	3	4	5
(2) 大阪市水道局を信頼している	1	2	3	4	5
(3) 大阪市水道局の職員を信頼している	1	2	3	4	5
(4) 大阪市水道局からの水道水質の情報の量は十分だと思う	1	2	3	4	5
(5) 大阪市水道局からの水道水質の情報の内容は十分だと思う	1	2	3	4	5

Q14 あなたは過去1年間に、水道水質に関する情報に接した機会はどの程度ありますか。また、その中で、大阪市の水道水質に関する情報に接した機会はどの程度ありましたか。(各SA)

	1 5 2 回	3 5 5 回	6 5 9 回	1 0 回 以上	全く ない
(1) 水道水質に関する情報に接した頻度	1	2	3	4	5
(2) 大阪市の水道水質に関する情報に接した頻度	1	2	3	4	5

次へ

Q15 下記の項目のそれぞれについて、あなたが今後水道水を飲用水としてより利用するために、水道局へ要望される程度をお知らせください。(各SA)

	強く要望する	要望する	特に要望しない
(1) 琵琶湖・淀川などの水源の水質改善	1	2	3
(2) 新しい浄水処理技術の導入	1	2	3
(3) 古い配水管の早期取替	1	2	3
(3) 配水管の定期的な洗浄	1	2	3
(4) 家屋やビル・マンション内の給水管の定期的な点検	1	2	3
(5) 家屋やビル・マンション内の給水管の定期的な洗浄	1	2	3
(6) ビル・マンションなどの受水槽・高置水槽の定期的な点検	1	2	3
(7) ビル・マンションなどの受水槽・高置水槽の定期的な清掃	1	2	3
(8) 受水槽を使わない給水(直結)方式の導入促進	1	2	3
(9) 水質管理の強化	1	2	3
(10) 水質情報について、もっと積極的にわかりやすく情報提供する	1	2	3
(11) 水道プロセス(水源～蛇口)について、もっと積極的に情報公開を行う	1	2	3
(12) カルキ臭の解消	1	2	3
(13) 持ち運びできるよう、ボトル詰めした水道水の販売	1	2	3
(14) 浄水場で作った水道水を大型のボトルに詰めて宅配する	1	2	3
(15) トイレなどの生活用水と飲み水はそれぞれ用途にあった水質にして、別のパイプで送る	1	2	3
(16) 水道局指定の浄水器を販売・貸与する	1	2	3
(17) ミネラルウォーターのようにいろいろな味を用意して選べるようにする	1	2	3
(18) 水道料金を安くする	1	2	3

次へ

Q16 最後に、あなたはマスコミの報道する情報について、どの程度信用されていますか。(SA)

- 1 全面的に信用している
- 2 まあ信用している
- 3 どちらともいえない
- 4 あまり信用していない
- 5 全く信用していない

終了

出典

大阪市水道局 HP, <http://www.city.osaka.lg.jp/suido/>

謝辞

本論文は、筆者が京都大学大学院工学研究科都市社会工学専攻の博士後期課程在学中に行った研究成果を取りまとめたものです。休学期間を挟んで5年間の研究となりましたが、この間、多くの皆様にご指導、ご支援を賜りました。こうして論文をまとめることができましたのも、皆様のお力添えがあったからだと本当に心より感謝しております。

本研究の遂行に当たり、終始、熱心に丁寧なご指導を賜りました京都大学大学院 伊藤禎彦教授に深く感謝の意を表します。ともすれば投げ出しそうになる筆者を常に温かい目で見守りながら、進むべき方向性を示し、導いてくださいました。ここに深甚の感謝の意を表します。

京都大学大学院 高野裕久教授には、分析方法の選択やその妥当性に関して、様々なご助言を賜りました。深く感謝の意を表します。

京都大学大学院 越後信哉准教授には、論文作成に当たり、分析データの取り扱いを始め、細部にわたり、的確なご指摘を賜りました。また、折に触れ、励ましのお言葉をかけていただきました。深く感謝の意を表します。

京都大学大学院 平山修久特定准教授には、統計解析手法について、専門的な見地から様々なご助言を賜りました。また、多くの参考文献もご紹介いただくなど、心理学の分析について全くの初心者であった筆者にとって、非常に有益なアドバイスをいただきました。深く感謝の意を表します。

京都大学大学院 大河内由美子助教には、常に優しく接していただき、ゼミ等の場で多くの示唆に富んだご助言をいただきました。深く感謝の意を表します。

京都大学大学院 伊藤禎彦教授研究室 河合香織さまには、履修登録などの様々な事務手続から論文の製本に至るまで、多大なサポートをいただきました。深く感謝の意を表します。

京都大学大学院 浅田安廣助教を始め、伊藤禎彦教授研究室の卒業生、学生の皆様にも、論文作成に当たり多くの助力をいただきました。深く感謝の意を表します。

なお、本研究の実施に当たっては、大阪市水道局よりインターネットアンケートを始め、各種アンケートデータを提供いただきました。大阪市水道局の関係各位に深く感謝の意を表します。

また、筆者に博士後期課程へのチャレンジを薦めていただきました河谷幸生 大阪市建設局下水道河川部長に深く感謝の意を表します。博士後期課程の入学手続の際、当時、足の骨を折る大怪我をされていたにもかかわらず、松葉杖をつきながら、推薦書をお持ち下さったあの御姿は忘れることができません。

さらに、研究、仕事、家庭の二足ならぬ三足の草鞋を履くことの難しさに悩んでいた時に相談に乗ってくださった方々、励ましてくださった方々に心から感謝の意を表します。

最後に、無謀とも言える博士後期課程へのチャレンジを快く許し、家事や子育て、またデータ整理にも協力してくれた夫や子供たち、両親に心からの感謝を表します。

2012年9月

石本 知子