

The Silent Water Crisis¹

～DEAによる生産性評価とトービット・モデルによる生産性の要因分析～

大阪大学・経済学部 本間正明研究会

伊藤 大輔²

佐々木 儀広³

Horn Theara⁴

2006年 11月

¹本稿の作成にあたっては、本間正明教授(大阪大学大学院経済学研究科)、跡田直澄教授(慶應義塾大学商学部)、をはじめ、多くの方々からご懇篤なる援助と有益な助言を賜った。ここに感謝の意を表すとともに、本稿にあり得るべき誤り、主張の一切の責任は筆者ら個人に帰属することを付記する。

²大阪大学経済学部

e0014id@mail2.econ.osaka-u.ac.jp

³大阪大学経済学部

d0098sy@mail2.econ.osaka-u.ac.jp

⁴大阪大学経済学部

d0227ht@mail2.econ.osaka-u.ac.jp

要旨

地方公営企業のひとつである水道事業は地方自治体によって運営がなされているが、その性質上、独立採算制を採用し、自治体の会計とは独立しており、一見健全そうに見える。しかしながら、調べてみると実際は補助金や他会計補助、そして企業債の発行による収入に依存する財務体質が明らかになった。また近年値上がりする水道料金、そして地域間での料金格差なども内包していた。公益事業である水道事業だからこそ、健全で長期的に安定した運営が求められる。これを実現させるためには人口の減少などで需要の伸びが期待できない今、いま一層の効率的運営を目指していくべきである。

そこで我々はまず、DEA(包絡分析法)を用いて水道事業者の効率性について事業者ごとに分析し、生産性を評価した。次に水道料金の変動要因の分析を行うことで、料金変動に大きく影響を与えている費用項目を見つけだし、その項目を参考にして非効率値の発生要因をトービット推定により分析した。

分析結果を踏まえ、最後に、効率化へのインセンティブを与えるための政策を提言する。

目次

はじめに

第一章 現状分析

- 第1節 道事業の概況
- 第2節 業務委託について
- 第3節 水道事業者の財政状況
- 第4節 水道料金について

第二章 水道事業が内包する問題

- 第1節 水道事業の問題点
- 第2節 考えられる問題の解決策

第三章 分析

- 第1節 分析手法と本稿のオリジナリティ
- 第2節 DEA による上水道事業の効率性評価
- 第3節 要因分析

第四章 政策提言

補論

図表

はじめに

一般に、家庭が光熱費として毎月支払うものといえば電気・ガス・水道の料金だろう。公益事業の中でも所謂ライフラインとよばれるこれらの事業は、どれも国民生活に欠かせないものであり、その経営は信頼に足る安全で安心なものでなければならないはずである。

さて一方、官の縮小化や合理化は今や大きな社会ニーズになっている。平成の市町村大合併などの諸政策に代表されるように、公益企業についても大幅な規制緩和を推し進め、システムの抜本的見直しによる効率化が図られている。公共事業である水道事業もまたその例外ではない。ライフラインに関わる事業であるからこそ、尚更に合理的かつ効率的な経営によって、高品質なサービスの提供が安定的に供給される持続可能な経営システムが求められている。こういった合理化・効率化の潮流の中で、わが国の水道事業は、電気・ガスなどと比較すると未だメスが入れていない領域であったが、平成 11 年度に PFI 法が成立し、さらに平成 14 年度の水道法の改正により水道事業でも規制緩和がなされ、民間が参入できるようになった。制度的には民間企業への包括的な業務の委託も可能となっているようだ。しかしながら、未だに事業のほとんどは市町村が運営主体の小規模な事業者である。また水道事業者数についても、その数 2,968 事業者（平成 16 年度版地方公営企業年鑑）と、現在の全国市町村総数の 1,817（総務省、平成 18 年 10 月 1 日現在）と比較して実に約 1.5 倍も存在し、その数は非常に多く、従って事業規模も小さいものが多い。

以上のように、市町村主体で小規模な経営が行われている水道事業であるが、果たして望まれているような効率的な経営は達成されているのだろうか。また、水道資産だけでも 37 兆円余りという莫大な規模を誇る水道事業に、仮に更なる効率化の余地があるならば、財政的にどれだけ有利に働くのだろうか。このような問題意識のもと、私たちはこの大きな公営事業である水道事業に焦点をあて、効率性とその要因を分析することで、導き出された分析結果を政策インプリケーションに繋げていきたいと思う。

第一章 現状分析

生活に欠かせない、誰しも馴染みの深い水道であるが、そもそも水道事業とは何だろうか、そして水道事業は今どういう現状に置かれているのだろうか。本章では水道事業の現状について見ていきたいと思う。

第1節 水道事業の概況

まず、本稿の論題である水道と、水道事業について整理してみたいと思う。誰しもなじみの深い両者であるが、水道法第3条によれば、「水道」とは、導管及びその他の工作物により水を人の飲用に適する水として供給する施設の総体をいう、とある。その中でも「水道事業」は、一般の需要に応じて、水道により水を供給する事業（ただし、給水人口が100人以下である水道によるものを除く）のことをいう。そしてさらに給水人口によって二種類に分類され、5000人以下のものを簡易水道、それ以上のものを上水道事業という。ただし、簡易水道は水道法により規定されているが、上水道は慣用的に用いる用語である。また、上水道のうち一般の需要者に向けた給水事業を末端給水事業と定義し、末端給水事業へ専門に水を供給する用水事業とは区別して扱っている。最新のデータ⁵によれば、平成16年度において地方公共団体が経営する上水道事業は1736事業で、うち末端給水事業は1651事業（建設中1事業を含む）である。また、簡易水道事業は1232事業である。事業者数の推移は、末端給水事業は前年度に比べ219事業減少しており、簡易水道事業は355事業減少している。減少の主たる原因は、市町村合併に伴う統合や、上水道事業と簡易水道事業の統合によるものである。このように水道事業者といっても様々な形態があるのだが、簡易水道事業については、事業者数は多いが法の適応が事業者の任意であるため、データが入手しづらい事業者が大変多い。そこで本稿では上水道事業のうちデータの最も入手しやすい末端給水事業を取り上げたい。

水道事業の業務範囲についてだが、一般に取水、浄水、送配水、検針や料金徴収、そして水道供給設備の点検、修繕、更新が主な業務となっている。これらの業務のうち取水はダムや地下水、河川などの自己水源から取水する方法と、用水事業者から水の購入（これを受水といい、受水費という形で会計処理される）する方法があり、地域特性に応じた取水方法が採用されている。

⁵ 平成16年度地方公営企業年鑑

WEST 論文研究発表会 2006

第2節 業務委託について

前述のように水道事業は主として地方自治体が経営主体であるが、現在では業務委託が進んでおり、規模こそ異なるが、8割を超える事業者が上記の業務の一部または複数を業務委託している状況である。従来、「公の施設」についてその管理を第三者へ委託する場合、委託先は第三セクターなどの地方公共団体の出資法人や公共団体に限られていたが、平成11年に成立したPFI法により、公共事業に民間の力も借りられるようになった。その後、平成14年に水道法が改正され民間参入の制度的枠組みが確立されると、水道事業の分野でも民間委託が進むこととなった。図1は業務委託と民間委託の分野別委託割合の実態である。分野としては浄水・排水施設の保守に関する業務がもっとも委託率が高い。また、業務委託に占める民間委託の割合が非常に高いことがわかる。各業務分野の委託率をさらに細かく見てみると、メーター検針(82.9%)、電気設備の保守点検(82.8%)、水質検査(81.4%)と、8割を超えて民間委託されている業務もあり、業務委託が広く行われている実態が伺い知れる。

第3節 水道事業者の財政状況

① 水道事業の財政の仕組み

水道事業の決算は、水道事業の経営活動によって発生する収入とこれに対応した支出による収支を示した収益的収支の状況と、将来における経営活動に備えて、施設の拡張工事や配水管の建設工事などに係る支出とその財源となる企業債などによる収入による収支を示した資本的収支の状況とにわけて報告がなされる。

水道事業の財政状況を見る前に、まず初めに独立採算制について説明したい。水道事業は地方公営企業とよばれる事業者が主体となっている。地方公営企業の活動は、財貨またはサービスを提供し、その対価として料金を徴収する。それにより、また新たな財貨またはサービスを再生産し、企業活動を継続していく。この意味において、地方公営企業は独立採算の原則に支配されるものである。しかし、地方公営企業の独立採算制は、企業活動に要するすべての費用について独立採算及び受益者負担を貫く完全な独立採算制ではない。経営悪化によるサービスの質の低下、まして倒産などして公共サービスの停止という事態が生じてしまっただけでは問題だ。そのため、国庫や他会計補助があり、企業債の発行が許されている。

② 水道事業の財政の現状

水道事業者の財政状況は、一見良好のようにみえる。総務省『地方公営企業年鑑』によると、平

WEST 論文研究発表会 2006

成 16 年度において、法適用、非適用合わせて 2,949 事業者中 2,557 事業者が黒字だという。しかし、これは国、地方からの補助金や、一般会計からの補助があるため黒字になっているケースが少なくない。水道事業は国庫、他会計補助があると先述したが、それはあくまで最悪の事態、つまりサービス停止を防ぐ目的であって、それに依存して黒字化しては、そもそも独立採算制を採用している意味がない。そのような補助なしに健全な黒字化を目指すのが本来のあるべき姿のほずである。そこで、平成 16 年度の末端給水事業者 1650 事業者を対象として、経常収支から補助金を引いて再び事業者数を比較した。すると 40%あまりの、実に 643 事業者が赤字という結果となった。ここから、収益的に水道事業者が他会計や補助金などの収入に頼っている体質が明らかになった。料金収入のみではコストを吸収できないようだが、これでは効率的経営への誘引が働かないのではないだろうか。地方公営企業の名を掲げている以上、自主財源のみで完全黒字化を目指すべきはずが、それを実現できていないのが水道事業の財政状況の現状のようである。

第 4 節 水道料金について

① 水道料金制度

水道料金の料金体系は、基本料金があらかじめ設定され、そこに使用分の従量料金を加算する二部料金制を採用している。では、その料金自体はどのようにして算出されているのか。水道の価格は、総括原価方式という方式によって決定されている。これは日本のみならず海外の公共料金にも広く採用されている料金決定方式だ。具体的に水道事業の料金決定についていうと、社団法人日本水道協会が策定した水道料金算定要領に定められているように、概ね、能率的な経営をしている場合の適正な営業費用に、事業を健全に運営していくために必要な資本費用を加えて求められる。つまり、水道料金は個々の費用項目の積み上げにより決定されるということである。料金算定について、詳しくは図 2 を参照されたい。この方式は、料金設定の根拠が比較的わかりやすいという利点があるが、一方で、経営努力が目に見えて利益に結びつきにくく、また、増加するコストを価格に転化することが可能なため、経営効率の改善に向けたインセンティブが働きにくいという指摘もされている。

② 近年の水道料金上昇

あまり騒がれてはいないので表面化していないが、実際に、水道価格は少しずつ上昇している。もともと諸外国と比較してみても割高だと言われている日本の水道料金であるが、これに輪をかけて値上がり傾向にあるのだ。全国平均で毎年 1%から数%、地域的に見ると一気に数十%の値上がりに踏み切る事業者も多い。しかも料金値上がりは全国的にかなり頻繁に起こっている。厚生労働省『水道統計』によると、一例として 96 年までの 5 年間で値上げを行った事業者は全体の

WEST 論文研究発表会 2006

半数を超え、実に 53.3%だったという。さらに図 3 は水道料金の近年の推移であるが、これを見ると水道料金が上昇の一途を辿っている様子がよくわかる。消費者物価の変動を加味しても、なお上昇の傾向がある。

③ 水道料金の内々格差

もうひとつ、あまり知られていない問題が、水道料金の内々格差である。これは国内の地域間での料金格差のことだ。平成 16 年度の末端給水事業者による 10 m³あたり料金の差を見てみると、最も高いところで新潟東港周辺地域の 5,376 円、最も安いところで山梨県の富士河口湖町の 335 円で、実に約 16 倍もの開きがあった。水道料金は標準的な家庭で年間数万円単位になるだろうから、料金格差の重みは消費者に重くのしかかってくる。水道料金にこれだけの開きが生じているのは、やはり料金算定の仕組み、総括原価方式に起因すると思われる。事業者間のコストの違いが内々価格差として表出し、消費者に転化されてしまったのだ。例えば水源確保のためにダム建設に莫大な費用がかかれば、それが価格に上乗せされるという仕組みである。この格差は、水道事業の公共性の面からも問題だ。

第二章 水道事業が内包する問題

以上のように見てくると、水道事業は財政問題と料金問題という 2 点の問題を内包しているようである。ここで我々は、疑問を持った。水道事業は果たして効率的な運営がなされているのだろうか。効率的な運営がなされていれば、第一章で見たような問題は発生しなかったのではないだろうか。もしも非効率的な運営になっているのであるならば、これは非常に問題である。水道事業の問題は、将来を見据えた長期的な安定した運営を考えた場合、さらに顕著に現れてくる。

第 1 節 水道事業の問題点

① 企業の大量発行による償還金の負担

水道事業の現在のような財政状況に陥った過程をさらに詳しく見ていくことにする。第二次世界大戦直後、日本の水道普及率は高々 20%に過ぎなかった。それが昭和 32 年に水道法が制定され、高度経済成長時代に突入すると、戦争の痛手から立ち直った日本は劇的な都市化を実現していっ

WEST 論文研究発表会 2006

た。社会は好景気に沸き、それに伴いこの時期は水重要も大幅に伸びていった。そのため水道事業はあちこちで新規建設が進み、多くの資金が設備投資へと回された。その後、水道普及率は1980年には90%に達し、ほぼ普及し尽くした状態となったが、それでも水道事業者はさらなる経済成長と需要の伸びを予想して設備投資の増加を止めることはなかった。これが起債、いわゆる民間企業における企業債の大量発行へとつながり、後々に巨額の元利、利子の償還といういわゆるツケとなったわけである。

このように過剰な設備投資がおこなわれてきた水道事業であるが、現在の財政状況に戻ってみる。表1は平成12年度から16年度までの上水道事業の収益的収支の状況である。総収益のほとんどを料金収入で得ているが、それだけでは経常費用を賄えず、他会計や補助金に頼っていることがわかる。また、減価償却費と起債の支払利息が経常費用に占める割合が大きく、過去の設備投資による負担が重いことがわかる。

次に、図4は平成16年度の収益的収支に資本的収支を加えたものである。これまでの施設整備に伴う起債償還額の負担が大きく、通常であれば減価償却見合いの資金を内部留保すべきところを、起債の償還に充てられているのが実態といえよう。16年度においても、投資資金の確保を起債に頼る程度は依然として大きく、このままの財政構造が続けば、後年において利払い費用がかさみ続けることが予測される。

② 施設更新需要の問題

「はじめに」で述べたとおり、現在、日本の水道資産は約37兆円に上り、この資産に対する更新投資額だけで年間5,000億円が必要である。これが今後、過去の投資ピークに建設した施設の更新期が一気に訪れるため、更新投資額は上昇を続け、厚生労働省の試算では施設更新需要額のピークである平成32年には1.5倍の7,500億円が必要だとしている。さらに、実際には更新費の他に浄水設備の高度化、施設の耐震化などの目的で新規拡張整備分、更新・改良施設分の再更新への投資がこれに上乗せされることになる。厚生労働省の試算では、今後の水道施設の建設改良に対する投資額が対前年度比マイナス1%で推移すると仮定した場合、約20年後には更新需要・投資額ともに年間約1兆円でほぼ同額になり、それ以降は更新需要が投資額を上回るという。

第2節 考えられる問題の解決策

では、第1節で見てきたような将来的な問題に対処するのならば、どういった方法が考えられるだろうか。

WEST 論文研究発表会 2006

① 方法 1：需要増加による収入の増加

まず考えられるのは、需要の増加によって料金収入を増加させるという道である。しかし、これはあまり望みが無い。図 5 を見ていただくとわかるが、日本は先進諸国でも群を抜いた水道普及率を誇っており、平成 16 年度ですでに 97.1% に達し、ほぼ普及しきっている状態だ。そのため、水道普及率が高止まりしている今、新たな需要の掘り起こしを試みるのは困難である。また、昨今において経費節約の面からも節水を望む声が多いが、節水型ライフスタイルがさらに浸透していくことが予想される。さらに加えて、将来的に日本の人口は今後減少する傾向にある。総務省が将来人口についてシミュレーションを行ったところによると、日本の将来人口は 2050 年頃には 1 億人、2100 年にはわずか半分の 5,000 万人に減少するという予測結果を導き出したという。人口が減少すると水道利用者数自体が目減りしていくことになり、大きな水需要減の要因になりうると予想される。以上より、わが国においては、将来的に水に対する需要が大幅に拡大することは望めない状況にあると言えよう。したがって、需要の増加によってコスト増加を相殺する方法は実現可能性に乏しいと考えられる。

② 方法 2：価格の上昇によるコスト増加の相殺

コストの増加が需要の増加でカバーできないとなると、おそらく、もっとも考えられる結果としては、コストの増加が価格に転化され、価格が現在の上昇率を越えて上昇していくことになるだろう。これは即ちコスト増加のしわ寄せを、消費者が全面的に食らう形となる。社会的に公共料金の値上がりが問題視されている昨今、さらなる水道料金の値上げが社会的に受け入れられるとは思えない。支出の増加をそのまま価格に転化するという、まさに消費者への責任転嫁と言える短絡的な料金引き上げの方法は避けるべきであろう。

③ 方法 3：投資の減少によるコスト削減

では、施設更新需要に見合うだけの投資額を計上しなければどうか。これならばコストの増加は未然に回避され、健全な財政になるだろう。しかしこれでは問題解決には至らない。施設の更新が更新需要に間に合わず、水質が悪化するかもしくは供給そのものに支障が出る事態が考え得る。これは水道が生命に関わる公共性を有していることを考慮すると最悪の方法だと言える。これでは水道事業がわざわざ民間でなく地方自治体によって運営している根本の意味から問われることになってしまう。

④ 方法 4：効率化によるコスト削減

最後の案としては、経営の効率化を図るという方策が考えられる。コストの肥大化それ自体を未

WEST 論文研究発表会 2006

然に食い止めるという根本治療の方法であり、この方法の優れている点は、他会計補助や企業債の発行とは違い、他者や将来に対しての負担を軽減しつつ、それでいて問題を解決できるシナジー効果が得られる点である。今まで見てきた限り、方法1, 2, 3はどれも現実的には難しいようだ。将来的に安定した水道の供給をおこなっていくためには、今以上の更なる経営効率化の道が最良の選択だろう。そこで次章からは効率性について分析していくこととする。

第三章 分析

これまで述べてきたように、上水道事業には非効率的になりうる制度的な問題が散見され、また、もし非効率であるならば解決の施策が必要であると考えられる。そこで本章では、上水道事業における生産性を測り、非効率であるならばその要因を探るべく分析を行う。

第1節 分析手法と本稿のオリジナリティ

水道事業に関する先行研究は、2種類に分けられる。すなわち、非効率性を考慮しない生産・費用関数を推定した実証分析と、非効率性を考慮した実証分析である。

前者として、トランスログ型の費用関数を推定した高田・茂野(1998)があげられる。関東地方と茨城県内を対象とした75事業者、1981年～95年のデータを対象としている。労働と資本から有収水量を算出するモデルを用い、ネットワーク変数として導水官延長を用いている。結論として、密度の経済と規模の経済の存在を示している。同様にトランスログ型費用関数を推定した桑原(1998)では、給水人口5万人～30万人までの末端給水事業者154事業者を対象に実証分析を行い、規模の経済の存在を示している。また、中山(2002a)では1999年の362事業者を対象としてトランスログ型の可変費用関数を推定した結果、規模の経済は存在せず、密度の経済が存在していることを示している。

一方、非効率性を考慮した実証分析としては、Aid(1998)ではDEAを用いて技術効率性を計測している。1993年の108の関東地方の事業者を対象とし、投入として職員数、営業費用、有形固定資産、人口、導配水管延長が、産出として年間総有収水量、営業収益を用いている。全体として0.88程度の技術効率性であることを示している。また、中山(2000)では1997年の関西地区末端給水事業を対象にDEAを用いて技術効率性を計測した結果、全体で0.45の技術効率性であることを示している。また、非効率性の要因としてCRSモデルでは価格と補助率が、VRSモデルでは価格と普及率が有意に影響を与えていると結論づけている。中山(2002b)では、DEAに加えて確率的フロンティアにより非効率性を計測している。指定都市営と市営の末端給水事業者を対象に計測し、DEA

WEST 論文研究発表会 2006

と確率的フロンティアとの結果の間には、0.6程度の相関が見られることを示している。

本稿では、以下のような流れで実証分析をおこなっていく。

まず効率性を測る手法である DEA によりそれぞれの事業者を評価する。DEA により得られた効率値と価格との関係を調べ、我々が掲げた“非効率性が価格に転嫁される”という仮説を検証する。次に価格の変動に強く影響する生産費用を調べた上で、その要素が過剰な投入でなかったのかを検証していく。

我々のオリジナリティとしては、平成 14 年の水道法改正により民間事業者への包括的な事業委託が可能になったが、それ以降のデータを用いた分析であること、対象をしぼらず全上水道事業者を一様に扱っていること、非効率性の結果としての料金価格上昇を明示的に扱い、同時にその変動要因を測っていることがあげられる。

第 2 節 DEA による上水道事業の効率性評価

① 効率性とは

生産活動を分析する生産性には、大きく分けて技術的効率性と経営効率性という 2 つの指標がある。技術的効率性とは生産性のことで、投入からどれだけ産出できるのかを表す。経営効率性とは最も効率的な技術をもって生産することを前提として、利潤最大化を行う。本稿では、DEA により前者の技術的効率性を分析する。

DEA の基本的な概念は、分析対象となる事業体の効率値を

$$\frac{\text{産出 (アウトプット)}}{\text{投入 (インプット)}}$$

で定義する手法である。DEA による効率性の指標は 0～1 で示され、1 に近いほど効率的であると判断される。本稿では、規模に関して収穫一定であることを仮定した入力指向型の CCR モデルと、規模に関して収穫可変であることを仮定した入力指向型の VRS モデルを用いて分析する。⁶両方のモデルを用いるのは、どちらのモデルが適しているのかを DEA の結果からだけでは判断することができないからである。

水道事業者は、職員、浄水施設、機械などといった生産要素を用いて給水サービスを提供している。そうした事業の構造を考慮し、以下のようにアウトプットとインプットを想定した。

⁶ DEA の詳細については補論を参照されたい。

WEST 論文研究発表会 2006

アウトプット：年間総有収水量

インプット：職員数(労働)、有形固定資産額(資本)、その他投入財

なお、アウトプット・インプットに用いた変数に関して、全て給水人口で除し、1人あたりの変数とした。これは、各事業者の面積や規模の違いを考慮したためである。

したがって、本稿では次のようなモデルを用いて分析を行う。

$$\begin{aligned} \max \theta_k &= \frac{u_{1k} y_{1k}}{v_{1k} x_{1k} + v_{2k} x_{2k} + v_{3k} x_{3k}} \\ \text{s.t. } &\frac{u_{1k} y_{1k}}{v_{1k} x_{1k} + v_{2k} x_{2k} + v_{3k} x_{3k}} \leq 1 \\ &u_{1k} \geq 0 \\ &v_{1k}, v_{2k}, v_{3k} \geq 0 \end{aligned}$$

θ_k : 事業者 k の効率値

y_{1k} : 年間総有収水量 / 給水人口

x_{1k} : 職員数 / 給水人口 x_{2k} : その他投入財 / 給水人口 x_{3k} : 有形固定資産額 / 給水人口

$u_{1k}, v_{1k}, v_{2k}, v_{3k}$: ウェイト

② データ

アウトプット・インプットに用いるデータは、総務省『平成16年度地方公営企業年鑑』による。サンプルは平成16年度の末端水道事業者1650事業となる。

年間総有収水量は「施設・業務概況および経営分析に関する調」から得ている。

職員数は「施設・業務概況および経営分析に関する調」の損益勘定所属職員数と資本勘定所属職員数の合計値を用いている。

その他投入財には、「施設・業務概況および経営分析に関する調」から、動力費、光熱水費、通信運搬費、修繕費、材料費、薬品費、路面復旧費、委託費、受水費からその資本費相当分を除いたもの、その他の費用の和を用いている。

有形固定資産額は「貸借対照表」から得ている。

給水人口は「施設・業務概況および経営分析に関する調」から得ている。

分析対象となるサンプルのアウトプット・インプットに関する記述統計量を表2示す。また同時に、人口規模別の平均値も表3に示す。

③ 分析結果

計測結果の要約を表4、効率値の分布を図6に示している。crsモデルによる効率値の平均は0.401、vrsモデルによる平均は0.503であった。Vrsモデルのほうが高くなっているが、この理

WEST 論文研究発表会 2006

由は補論を参照されたい。図7は給水人口規模別に効率値の平均を並べたものである。上水道事業全体の約3割を占める1万人以下の事業者の効率値が低く、非効率な経営が行われているといえる。

また、供給水の元となる水を、自己水源からの取水によって確保するか、用水事業者からの購入(=受水)によって確保するかにより、事業の構造に大きな違いがあることが予測されるため、受水の有無によって事業者をわけ、それぞれの効率値を示したものが図8である。給水規模5千人以下の小規模な事業者においては、crs 効率値では受水している事業者のほうが効率的、vrs 効率値ではほぼ受水の有無による違いがみられないという結果が得られた。5千人~5万5千人までの規模の事業者において、crs 効率値・vrs 効率値の両方で受水していない事業者のほうが効率的であるという結果が得られた。また、給水人口が7万5千人を超えるような比較的規模の大きい事業者においては、受水している事業者のほうが効率的であるという傾向もみられる。自己水源に頼るべきか、受水に頼るべきかは、事業者ごとに条件が異なるために一概に判断することが出来ないが、水需要に応じた適切な取水コストとなっているのかを分析する必要があるだろう。

第3節 要因分析

DEAにより得られた効率値は、水道事業者にとってどういう意味を持つのだろうか。効率値は、ある一定の生産要素のもとで、どれだけ生産物を生み出すことができるかを表す指標であり、望ましい状況と比較して現状が非効率的であるなら、通常の企業体であれば望ましい状況へと向かうべく、現生産要素のもとでの生産量の拡大や、生産要素の縮小といった行動をとると考えるのが自然である。水道事業者について考えると、本稿で生産量として扱った有収水量は給水需要の動向に左右され、事業者がコントロールするのは困難である。であるならば、生産要素の縮小が妥当な施策さと考えられるが、前述のとおり、水道事業者の場合、他会計からの補助金と総括原価方式という2点から、過剰な生産要素を削減しようとするインセンティブが働かないのではないかと考えられる。図9はDEAでもとめたvrs 効率値と、 $1m^3$ 当たり供給単価との関係を示したものである。相関係数は-0.62と強い負の相関関係(crs 効率値との相関は-0.67)を示しており、非効率性が価格に転嫁されている可能性を示唆している。

以下で検証していく我々の仮説は、水道料金の変動に大きく影響するなんらかの費用項目に関して過剰な投入がなされており、非効率な経営になるとともに価格上昇にもつながっている、というものである。

まず、総括原価方式で決定される水道料金が、各費用項目の影響をどの程度うけているか、パネルデータを用いて分析する。その後、料金変動に強い影響を与えていると判断された費用項目を参考に、非効率の要因として考えられる要素を説明変数として、生産性について要因分析を行う。

WEST 論文研究発表会 2006

① 価格分析

水道料金が総括原価方式に基づいているならば、たとえ事業の効率化によりいくらかコスト削減が実現されたとしても、他の何らかのコストが増大したときには料金の低減効果が打ち消されうるといえよう。平成 12, 13 年度に行われた上下水道コンサルタント協会による調査では、約 75% の事業者が今後の料金値上げが必要であると回答しているが、その理由として、「維持管理費の増加」「企業債償還元金の増加」といった資本費用の増大や、「料金収入の増加」といった需要減少による影響をあげる事業者が多かった。

しかしながら、これらが実際に料金を押し上げる要因になっているかは定かではなく、検証の必要性があるだろう。ここでは、総括原価方式の算定要領を参考にし、水道料金を説明変数、各費用項目を説明変数として推定することで、どの費用項目が料金に影響を与えているのかを分析する。なお、料金設定に際して基本料金と変動料金の設定方法の差異、水道口径による設定方法の差異など、費用を回収すべくどう料金設定をするかは、事業者毎の判断に委ねられているが、分析に際しては、単純に給水収益を総有収水量で除したもの ($1m^3$ あたり供給価格) を料金とし、費用項目が料金設定に与える影響は一定のものと想定している。

分析に用いるデータは、総務省『平成 16 年度地方公営企業年鑑』による。平成 12 年度から平成 16 年度の 5 年間の末端事業者を対象とし、期間中に市町村合併などにより事業構造が著しく変化したもの、データに欠損のあるものなどを除いた結果、1505 事業者がサンプルとなった。つまり、本稿では、5 年間×1505 事業者のパネル分析を行うこととなる。推定式は、以下のようになる。

$$PRICE_{it} = \alpha_i + \sum_{j=1}^{13} \beta^j \chi_{it}^j + \varepsilon_{it}$$

i : 事業者数(受水有: $i = 1, 2, \dots, 783$ 受水無: $i = 1, 2, \dots, 720$)

$PRICE_{it}$: $1m^3$ あたり供給価格(円)

χ_{it}^1 : (有収水量 $1m^3$ あたり) 職員給与費

χ_{it}^2 : (同) 支払利息 χ_{it}^3 : (同) 原価償却費 χ_{it}^4 : (同) 動力費

χ_{it}^5 : (同) 光熱水費 χ_{it}^6 : (同) 通信運搬費 χ_{it}^7 : (同) 修繕費

χ_{it}^8 : (同) 材料費 χ_{it}^9 : (同) 薬品費 χ_{it}^{10} : (同) 路面復旧費

χ_{it}^{11} : (同) 委託料 χ_{it}^{12} : (同) 受水費(受水ありの場合のみ) χ_{it}^{13} : (同) その他費用

パネル分析を行う前に、料金の構造を把握するため、平成 16 年度における費用構成比を図 10 に示す。職員給与費、支払利息、減価償却費、受水費が高いシェアを占めているのがわかる。このうち受水費に関しては、県や企業団など用水事業者から購入する浄化された水の購入費であり、事業者によっては用水供給をうけておらず、受水費がかかっていない場合がある。各費用項目が料金に与える影響をみる際に、受水費がかかる事業者とかけられない事業者では、その費用構成が大きく違うことが予測されるので、これらをわけて推計する。

図 11 は用水供給をうけていない事業者の費用構成比であり、図 12 は用水供給をうけている事

WEST 論文研究発表会 2006

業者の費用構成比である。共に職員給与費、支払利息、減価償却費が高いシェアを占め、前者では減価償却が特に高く、後者では受水費が特に高い。

これら総費用に占める割合の高い費用項目は、水道料金を大きく作用する部分であると考えられるので、パネル分析では、これらの項目に着目する。

推定結果は、以下の表5・表6のようになる。

・職員給与費

受水の有無に関わらず、係数は正で有意な結果であった。職員給与費が水道料金を押し上げているという結果は、公務員人件費に対する昨今の厳しい論調とも整合的で興味深い。

・支払利息

受水無においては係数は負で有意な結果であったが、受水有においては有意な結果を得られず、水道料金に対して影響を与えていると結論づけるのは難しい。

・減価償却費

受水の有無に関わらず、係数は正で有意な結果であった。特に受水無の総費用に占める割合は大きく、減価償却費が水道料金の上昇に寄与する度合いは大きいと考えられる。

・受水費

受水有において、係数は正で有意な結果であった。受水有の総費用に占める割合が30%を超えており、かつ係数も大きいため、受水費が水道料金の上昇に寄与する度合いは大きいと考えられる。

・通信運搬費、薬品費、委託料

受水の有無に関わらず、係数は正で有意な結果であった。しかしながら、これらの項目は総費用に占める割合が非常に小さいため、料金に対する影響も比較的小さいと考えられる。

・全体的な考察

総費用に占める割合の大きかった職員給与費、支払利息、減価償却費、受水費のうち、職員給与費、減価償却費、受水費に関しては受水の有無に関わらず(受水費は受水有のみ)で有意な結果が得られた。これらのコストが、総括原価方式によって水道料金に転嫁されていると考えられる。次に、トービット推定により非効率値の要因を探る。

② トービット推定による分析

ここでは、DEAにより得られた非効率値を被説明変数とし、説明変数として経営面で非効率性につながると予測される指標、加えて地理的に非効率にならざるを得ないことを説明する要因を説

WEST 論文研究発表会 2006

明する要因を採用して、トービット推定⁷により分析する。

- ・ 施設利用率(1日平均配水量/1日配水能力)

施設利用率は、1日配水能力に対する1日平均配水量を示すもので、施設の利用状況を判断する指標である。減価償却費が価格上昇要因のひとつとなっていたが、先行投資が過剰だった利用者ほど施設利用率が低く、非効率な経営になっているならば、今後の投資を抑えていくことで、効率的な経営が実現し、料金の押し上げをとめることにもつながるだろう。

- ・ 配水管千 m あたり給水人口(給水人口/導送配水管延長)

配水管千 m あたり給水人口は、配水管が効率的に敷かれているかを示すものであり、地理的な要因によって左右される値であると考えられる。給水対象者が点在しており、配水管千 m あたり給水人口が少なくなってしまうような事業者では、非効率な経営になっていると考える。

- ・ 受水依存率 (受水量/取水能力)

受水している事業者における受水コストは非常に大きく、料金上昇への影響も大きかったことから、受水依存率が高い事業者ほど非効率なのではないか。

- ・ 補助金依存率 (補助金収入/経常収益)

補助金依存率とは、営業収入のうち補助金(一般会計負担、国庫(県)補助金)に依存している程度を表す指標である。補助金依存率の高い事業者では、事業者が実現する費用の多くを負担していないので、コスト削減インセンティブを阻む要因となり非効率になるだろう。

以上の4つの説明変数を用いて、1242の標本で以下のトービットモデルより分析する。DEA分析の標本数より数が減っているのは欠損値のある事業者を除いたためだが、そのほとんどは取水方法の詳細を公開していない事業者である。

$$kouritu = c + \alpha_1 sisetu + \alpha_2 haisuikan + \alpha_3 jusui + \alpha_4 hojo + u$$

[<p><i>kouritu</i> : 技術的非効率値 <i>c</i> : 定数項 <i>sisetu</i> : 施設利用率</p> <p><i>haisuikan</i> : 配水管千 m あたりの給水人口 <i>jusui</i> : 受水依存率</p> <p><i>hojo</i> : 補助金依存率 <i>u</i> : 誤差項</p>]
---	--	---

水道事業の技術非効率性について要因分析を行うにあたり、トービットモデルを用いる。

被説明変数として、DEA分析により得た効率値を用いる。

推定結果を表7に示す。

まず推定結果をみるにあたって注意されたいのだが、DEAで得られた結果では効率値を1としていたが、本分析では非効率値を1にしている。つまり、説明変数の係数が正であるならば非効率

⁷ 詳細は補論を参照されたい。

WEST 論文研究発表会 2006

性に正の効果(効率性に負の効果)をもつことになる。

考察

- ・ 施設利用率(1日平均配水量/1日配水能力)

係数は負で有意な結果となった。つまり、施設利用率が高いほど水道事業の非効率性に負の効果を持つことを示している。価格分析時に、減価償却費が水道料金を引き上げていることを示したが、過剰な投資が非効率性を生み、ひいてはそれが料金の上昇に寄与していると考えられる。

- ・ 配水管千 m あたり給水人口(給水人口/導送配水管延長)

係数は負で有意な結果となった。つまり、配水管千 m あたり給水人口が多いほど水道事業の非効率性に負の効果を持つことを示している。

- ・ 受水依存率(受水量/取水能力)

crs モデルでは、係数は負で有意な結果となった。つまり、受水依存率が高いほど水道事業の非効率性に負の効果を持つことを示している。これは仮説とは逆の結果であった。自己水源による取水能力には地域特性などが強く影響し、その水源開発にかかるコストが大きい場合には受水に頼るのが合理的な経営判断であり、受水自体が一概に非効率性につながるとはいえない。また、本稿では水を最終財として扱っているが、自己水源から取水した水や用水事業者から購入した水から供給水を生産していると考え、中間生産物としての水を考慮せずに受水費をその他投入財として扱っているため受水の性質をとらえきれていない可能性がある。

- ・ 補助金依存率(補助金収入/経常収益)

係数は正で有意な結果となった。つまり、補助金依存率が高いほどが水道事業の非効率性に正の効果を持つことを示している。

政策提言

補助金による救済、総括原価方式による料金決定が、水道事業者のコスト削減インセンティブを損なうことになっているのではないかという問題意識のもと分析を進めてきたが、我々の仮説を支持するような結果が得られた。

今後の水道事業にとって効率化は不可欠な課題であり、我々は効率化インセンティブの設計に関わる、次の政策を提言する。

政策提言：水道料金にヤードスティック査定を導入せよ

ヤードスティックは、地域独占で競争原理の働きにくい公共事業に対し、競争原理を擬似的に持ち込むためにとられる手法である。我々の分析でも配水管千mあたり給水人口が少ないほど非効率的になるという結果が得られたように、各事業者には事業環境に差があるため、まず事業環境の差を定量的に勘案したうえで、妥当なコストを設定する。この算定された基準コストにより各自業者を相対的に評価し、「基準コスト<実績値」となっている事業体に対しては基準コストまでコストを下げる経営努力が求められ、逆に「基準コスト>実績値」の事業体にはそれに見合った利益を与える規制である。

ヤードスティック査定は事業者が多いほど効果を発揮し、競争原理が働くが、これは日本全国に大小様々の事業者が存立する水道事業には好都合である。また、この査定法をすでに採用している分野としては、鉄道分野の他、同じ公益事業である電気事業、ガス事業もそうである。さらに、このヤードスティックは事業効率化へのインセンティブを事業者に与えるのみでなく、全体的な料金引き下げ効果も持っており、事業者と消費者双方の利益になると考えられる。

以上の点より、我々はヤードスティック査定に必要な情報の収集、査定を行う第三者機関を設立、整備し、ヤードスティック査定を水道事業に導入させることを政策提言する。

WEST 論文研究発表会 2006

補論

DEA

DEA (Data Envelopment Analysis 包絡分析法) とは、1978 年に Charnes と Cooper によって、企業の経営効率性の評価手法として提唱された経営分析手法である。一般に事業体の活動は、資源を投入し便益を産出する変換過程とみることができると考えられる。DEA の基本的な概念は、分析対象となる事業体の効率値を

$$\frac{\text{産出 (アウトプット)}}{\text{投入 (インプット)}}$$

で定義し、さらに、事業体の効率値が 0 から 1 の間になるようにこれを設定する。また、DEA では、1 つのインプットに対する 1 つのアウトプットの効率を測るだけではなく、インプット、アウトプットともに複数とることが可能である。

具体的には、 $x_m (i=1, \dots, m)$ をインプット、インプットにつけるウェイトを $v_i (i=1, \dots, m)$ 、

$y_r (r=1, \dots, s)$ をアウトプット、アウトプットにつけるウェイトを $u_r (r=1, \dots, s)$ とし、 n 個の事業

体のうち k 番目の事業体の効率値 θ は、以下のように表され、DEA では効率値を最大にするようなウェイトを各事業体について求め、事業体の効率性を相対比較する。

$$(1) \quad \max \theta = \frac{u_1 y_{1k} + u_2 y_{2k} + \dots + u_s y_{sk}}{v_1 x_{1k} + v_2 x_{2k} + \dots + v_m x_{mk}}$$

$$s.t. \quad \frac{u_1 y_{1k} + u_2 y_{2k} + \dots + u_s y_{sk}}{v_1 x_{1k} + v_2 x_{2k} + \dots + v_m x_{mk}} \leq 1$$

$$u_1, u_2, \dots, u_m \geq 0$$

$$v_1, v_2, \dots, v_s \geq 0$$

次に DEA の代表的なモデルのひとつである CCR (Charnes-Cooper-Rhodes) モデルと、BCC (Banker-Charnes-Cooper) モデルの説明をする。まず、最も基本的なモデルである CCR モデルについて説明する。 n 個の事業体のうち k 番目の事業体の効率値は、(1) と同値である以下の線形計画 (Linear Programming, 以下 LP) を解くことで求められる。

$$(2) \quad \langle LP_k \rangle \quad \min \theta$$

$$s.t. \quad \theta x_{ik} - \sum_{j=1}^n x_{ij} \lambda_j \geq 0$$

$$y_{rk} - \sum_{j=1}^n y_{rj} \lambda_j \leq 0$$

$$\lambda_j \geq 0 (j=1, \dots, n)$$

WEST 論文研究発表会 2006

x_i ($i=1, 2, \dots, m$)はインプット、 y_r ($r=1, 2, \dots, s$)はアウトプット、 j は各事業体、 λ はベクトルを表す。このLP問題の最適目的関数値を θ^* とし、これが効率値である。次に、BCCモデルの説明であるが、BCCモデルの最適解は(2)式に $\sum_{j=1}^n \lambda_j = 1$ という制約条件を付け加えたLP問題を解くことで求められる。

説明してきたCCR、BCCモデルは、当該の活動の産出を最小限保証した上で、投入を最小にする活動を求める入力志向モデルである。それに対して、CCRO、BCCOモデルは、現状の投入を前提として、期待できる最大の産出を達成している事業体を求める出力志向モデルである。CCROモデルの最適解は次のLP問題を解くことにより求められる。

(3) $\langle LP \rangle \max \eta$

$$s.t. x_{jk} - \sum_{j=1}^n x_{ij} \mu_j \geq 0$$

$$\eta y_{rk} - \sum_{j=1}^n y_{rj} \mu_j \leq 0$$

$$\mu_j \geq 0 (j=1, \dots, n)$$

η は λ 同様ベクトルを表す。BCCOモデルの最適解は(3)に $\sum_{j=1}^n \lambda_j = 1$ という制約条件を付け加えたLP問題を解くことで求められる。

こうして得られた効率値が1となる事業体群を効率的フロンティアという。図1-3にCCRモデルとBCCモデルの効率的フロンティアのモデル図1-4を示した。CCRモデルでは、規模に対する収穫が一定であると仮定されているので、効率的フロンティアは原点とIを通る直線となり、その内側に存在する他の事業体は非効率な事業体となる。BCCモデルでは、規模に対する収穫が可変であると仮定されているので($\sum_{j=1}^n \lambda_j = 1$)、収穫逓増部分、収穫一定部分、収穫逓減部分の曲線的なものとして描かれる。図1-5ではI, E, Gが効率的な事業体となり、他の事業体は非効率的な事業体ということになる。DEAではその非効率な事業体が効率的フロンティアに移行する道を探ることになる。改善するにあたって重要なことが、現在の入力之余剰、出力の不足である。今、ある事業体kの入力の余剰 s_x 出力の不足 s_y を次により定義する。

$$s_x = \theta x_k - \sum_{j=1}^n x_{ij} \lambda_j \quad (i=1, 2, \dots, m)$$

$$s_y = \sum_{j=1}^n y_{rj} \lambda_j - y_{rk} \quad (r=1, 2, \dots, s)$$

WEST 論文研究発表会 2006

効率化の改善案としては、最適目的関数値 θ^* を得た後に (λ_j, s_x, s_y) を変数として、まず次の LP 問題を解く。

$$\begin{aligned} \max \omega &= es_x + es_y \\ \text{s.t. } s_x &= \theta x_k - \sum_{j=1}^n x_{ij} \lambda_j \quad (i = 1, 2, \dots, m) \\ s_y &= \sum_{j=1}^n y_{rj} \lambda_j - y_{rk} \quad (r = 1, 2, \dots, s) \\ s_x &\geq 0, s_y \geq 0, \lambda_j \geq 0 \quad (j = 1, 2, \dots, n) \end{aligned}$$

この最適解 s_x^*, s_y^* を用いて事業体 k の改善のための一つの指針をしめすと、

$$\begin{aligned} x_k &= \theta^* x_k - s_x^* \\ y_k &= y_k + s_y^* \end{aligned}$$

となる。すなわち、インプットを θ^* 倍に縮小し、さらに余剰を除去し、アウトプットに不足分を追加すれば効率的な活動になることを意味している。ただし、この改善案は複数ある改善案の一例にすぎないことに注意が必要である。

WEST 論文研究発表会 2006

Tobit

Tobit model は、1958 年に Tobin によって負の値をとることができない耐久消費財への支出の分析をする際に初めて用いられた。Tobit 回帰とは一般の回帰とは異なり、分析対象とする被説明変数 Y_i がある条件を満足した場合のみに観測することができるモデルを推定する場合に用いる回帰分析の 1 つである。最も基本的なモデルは被説明変数 Y_i が負の値をとることができないモデルで、 Y_i が

$$Y_j^* = \beta' x_j + u_j$$

$$Y_j = \begin{cases} Y_j^* & Y_j^* > 0 \\ 0 & Y_j^* \leq 0 \end{cases}$$

で与えられるものである。 x_j は説明変数の h 次元のベクトル、 β' は対応する h 次元の未知パラメータのベクトル、 u_j は誤差項である。このモデルにおいては通常の最小二乗法による β の推定はできない。なぜなら、 $Y_j^* \leq 0$ の観測値が除外されているために、 u_j の分布は「切断された正規分布」になり、誤差項 u_j の期待値が 0 にならないためである。そこで、最小二乗法ではなく Tobit 最尤推定量が β の推定に用いられる。

WEST 論文研究発表会 2006

《先行論文》

- 高田しのぶ・茂野隆一 (1998) 「水道事業における規模の経済性と密度の経済性」『公益事業研究』第 50 巻、第 1 号、pp.37-44.
- 桑原秀史 (1998) 「水道事業の産業組織・規模の経済性と効率性の計測」『公益事業研究』第 50 巻、第 1 号、pp.45-54.
- 中山徳良 (2002a) 「水道事業の費用構造・可変費用関数によるアプローチ」『公益事業研究』第 54 巻、第 2 号、pp.83-89.
- Aida,K.,W.W.Cooper,J.T.Pastor,andT.Sueyoshi (1998) , “Evaluating water supply services in Japan with RAM:A range-ajusted measure of inefficiency,” *Omega*,vol.26,No2,pp207-232.
- 中山徳良 (2000) 「水道事業における技術非効率性の計測と原因」『公益事業研究』第 52 巻、第 2 号、pp91-96.
- 中山徳良 (2002b) 「水道事業の経済効率性の計測」『日本経済研究』第 45 巻、pp23-40.
- 宮良いずみ・福重元嗣(2002) 『公営バス事業の効率性評価』会計検査研究 No26 ,25-43

《参考文献》

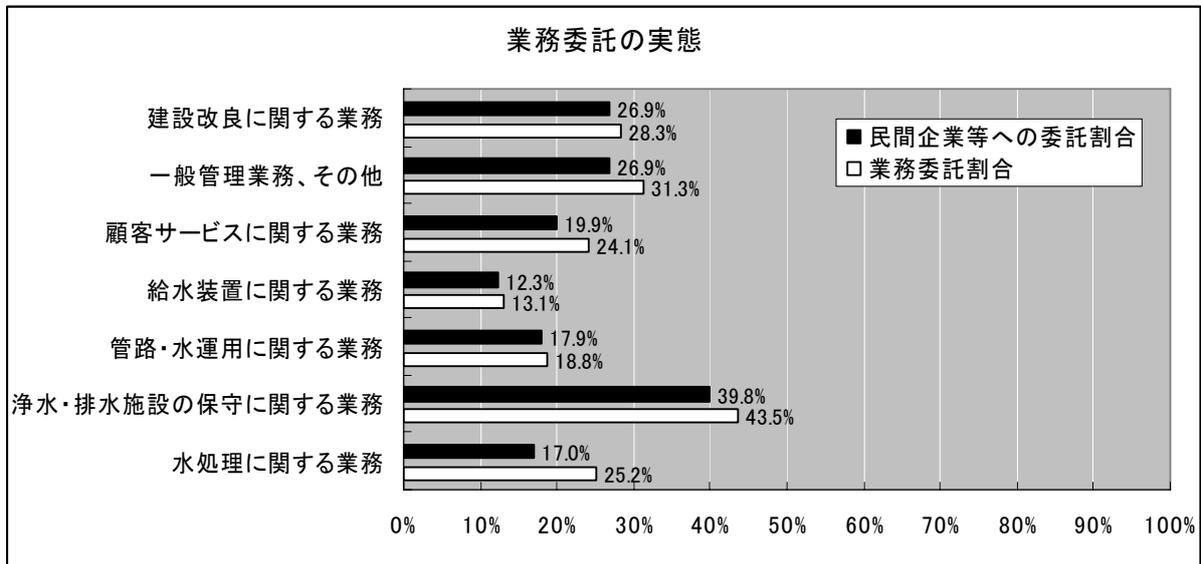
- 中山徳良 (2003) 『日本の水道事業の効率性分析』多賀出版
- 日本政策投資銀行 『善通寺市水道事業民間化の可能性調査』
- 野村総研『上下水道の民営化に向けて』
- 総務省 『地方公営企業の経営基盤強化への取組状況 (調査結果)』
- 三井トラスト・ホールディングス 調査報告 『日本版水道 PFI の可能性を探る』
- 刀根薫(1993) 『経営効率性の測定と改善—包絡分析法 DEA による—』日本科技連出版社
- 末吉俊幸(2001) 『DEA—経営効率分析法—』朝倉書店
- 八代尚之(2005) 『「官製市場」改革』日本経済新聞社

《データ出典》

- 厚生労働省 『水道ビジョン』
- 総務省 『地方公営企業年鑑』
- 社団法人全国上下水道コンサルタント協会 『水道ビジョン基礎データ』

WEST 論文研究発表会 2006

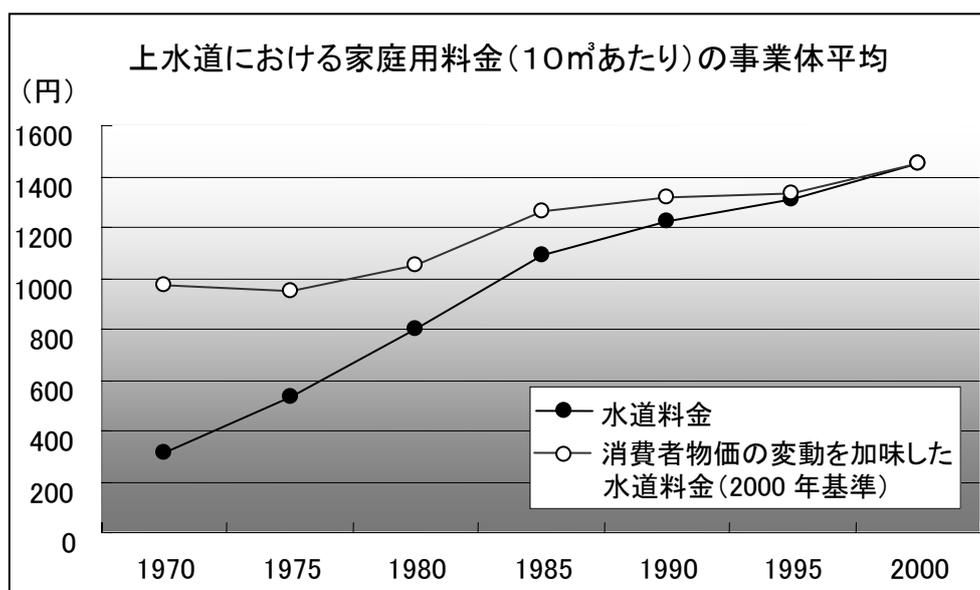
図1 業務委託の実態



※社団法人全国上下水道コンサルタント協会『水道ビジョン基礎データ集』をもとに作成。

アンケート対象事業者 1,955。うち、1,579 事業者より回答。

図3 上水道における家庭用料金（10 m³あたり）の事業者平均の推移



参考) 日本経済新聞社『日経総合経済データ』
厚生労働省『水道統計』

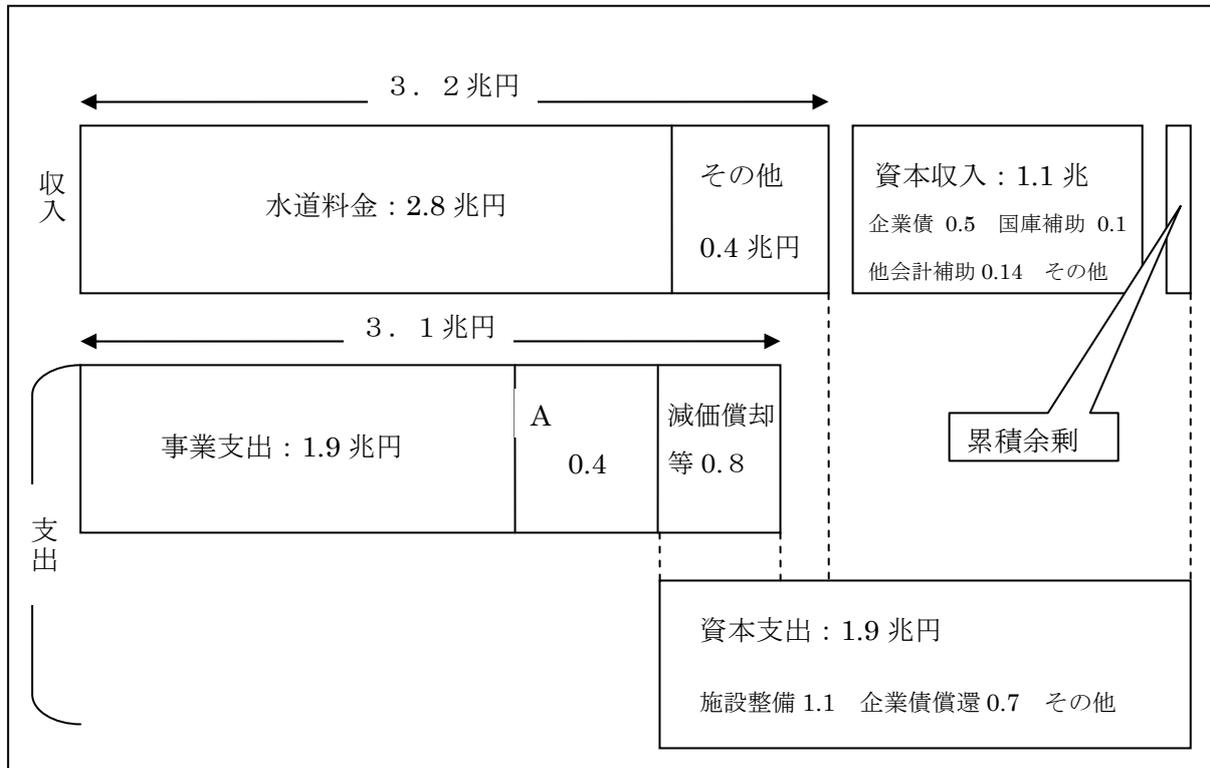
表1 上水道事業における収益的収支の状況

(単位:百万円)

項目	年度				
	12	13	14	15	16
集計事業数	2,026	2,023	2,018	1,988	1,766
総収益	3,216,815	3,240,216	3,228,578	3,192,197	3,207,857
経常収益	3,211,900	3,231,592	3,221,658	3,181,339	3,198,380
営業収益(受託工事収益を除く)	2,980,788	3,012,976	3,010,938	2,981,147	3,007,569
うち 料金収入	2,858,951	2,888,334	2,889,590	2,858,035	2,882,934
他会計負担金	19,226	19,547	15,067	11,234	11,691
他会計補助金	85,922	86,081	81,582	78,135	75,447
国庫(県)補助金	5,027	5,339	5,169	5,268	5,064
特別利益	4,915	8,624	6,921	10,858	9,478
総費用	3,061,563	3,121,971	3,079,407	3,015,649	2,986,302
経常費用	3,056,824	3,115,905	3,071,976	3,007,460	2,975,874
うち 職員給与費	538,984	530,549	511,647	494,191	480,866
減価償却費	719,089	766,895	770,978	778,679	792,351
支払利息	540,174	531,461	507,633	477,654	449,976
特別損失	4,740	6,066	7,431	8,189	10,428
経常損益	155,077	115,687	149,682	173,879	222,506
特別損益	175	2,559	-511	2,669	-951
当年度純損益	155,252	118,246	149,171	176,548	221,555
累積欠損金	110,096	122,985	127,192	133,470	131,982
不良債務	1,392	1,290	962	1,605	1,479

参考) 総務省 『平成16年度 地方公営企業年鑑』

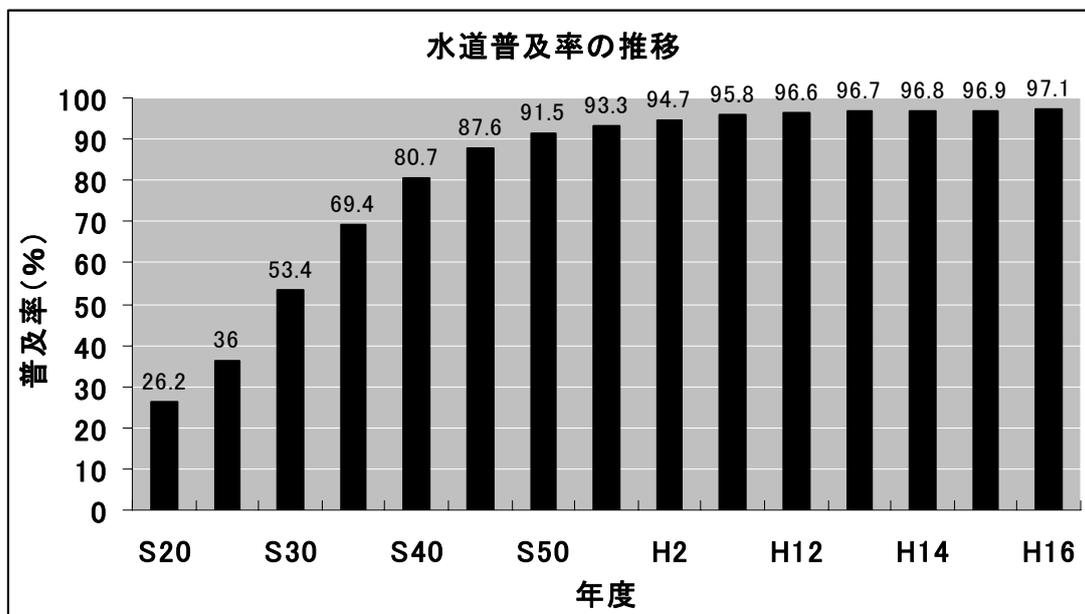
図4 水道の収益的収支と資本的収支



参考) 全国上水道コンサルタント協会『水道ビジョン基礎データ集』

総務省『平成16年度 地方公営企業年鑑』

図5 水道普及率の推移



参考) 厚生労働省健康局水道課 『水道の基本統計』

表2 DEA 分析のデータ

データの記述統計量

	年間総有収水量(千 m3)	職員数(人)	その他投入財費用(百万円)	有形固定資産(百万円)	給水人口(人)
平均	8559	32	667	11819	71908
標準偏差	44446	159	4243	60402	356775
最小	161	1	10	137	723
最大	1525827	4683	153422	2110221	12134459

給水人口で除した場合

	年間総有収水量(千 m3)	職員数(人)	その他投入財費用(百万円)	有形固定資産(百万円)
平均	0.118	0.000480	0.00878	0.216
標準偏差	0.042	0.000280	0.00824	0.322
最小	0.029	0.000075	0.00164	0.034
最大	0.762	0.006916	0.26800	12.117

表3

		平均値			給水人口で除した平均値		
現在給水人口(人)	事業者数	年間総有収水量(千 m3)	職員数(人)	その他投入財費用(百万円)	年間総有収水量(千 m3)	職員数(人)	その他投入財費用(百万円)
～5千	68	551	3	40	0.155	0.000966	0.0136
～1万	327	841	4	64	0.113	0.000575	0.0085
～1万5千	238	1447	6	99	0.117	0.000468	0.0079
～2万	166	2184	8	147	0.125	0.000448	0.0084
～2万5千	132	2537	9	202	0.114	0.000404	0.0091
～3万	78	3104	11	222	0.112	0.000410	0.0080
～3万5千	75	3667	13	249	0.113	0.000385	0.0076
～4万	60	4160	15	337	0.112	0.000401	0.0090
～4万5千	46	5200	18	378	0.123	0.000434	0.0089
～5万	36	5857	20	390	0.123	0.000421	0.0082
～5万5千	42	6439	23	464	0.122	0.000438	0.0088
～6万	41	6649	24	534	0.116	0.000424	0.0093
～6万5千	22	7292	24	532	0.117	0.000377	0.0085
～7万	23	8332	29	671	0.124	0.000424	0.0100
～7万5千	18	8301	25	739	0.114	0.000344	0.0102
～8万	17	9132	32	714	0.117	0.000409	0.0092
～8万5千	20	9548	29	654	0.115	0.000345	0.0079
～9万	14	10730	39	882	0.122	0.000444	0.0100
～9万5千	6	10302	35	822	0.114	0.000385	0.0090
～10万	8	11288	51	937	0.116	0.000525	0.0097
10万人～	213	46287	177	3676	0.118	0.000431	0.0090



表 4

	crs	vrs
平均	0.401	0.503
標準偏差	0.153	0.164
最小	0.036	0.153
最大	1	1

図 6

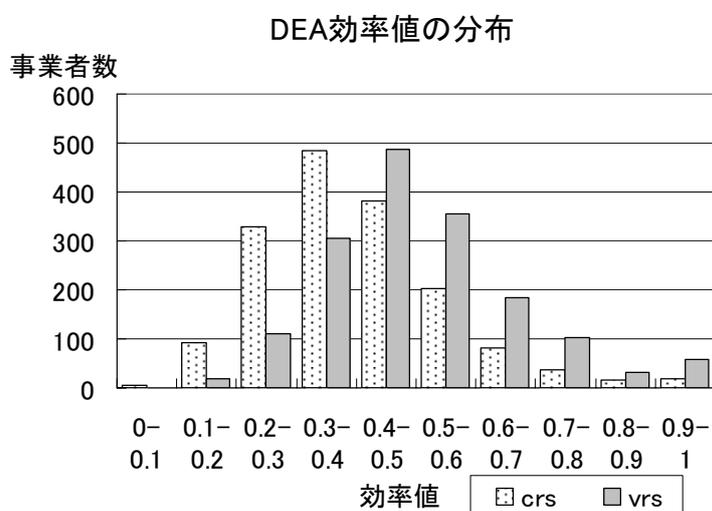


図 7

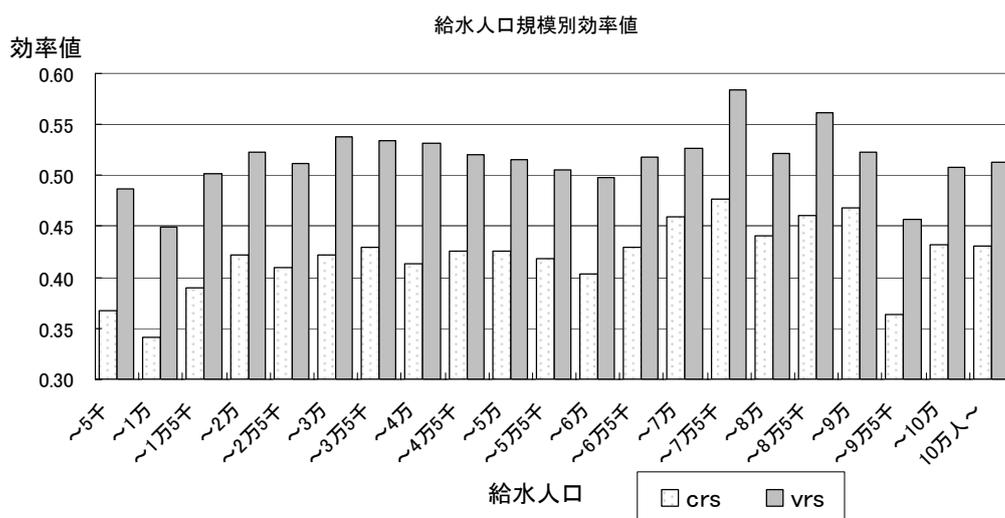


図 8

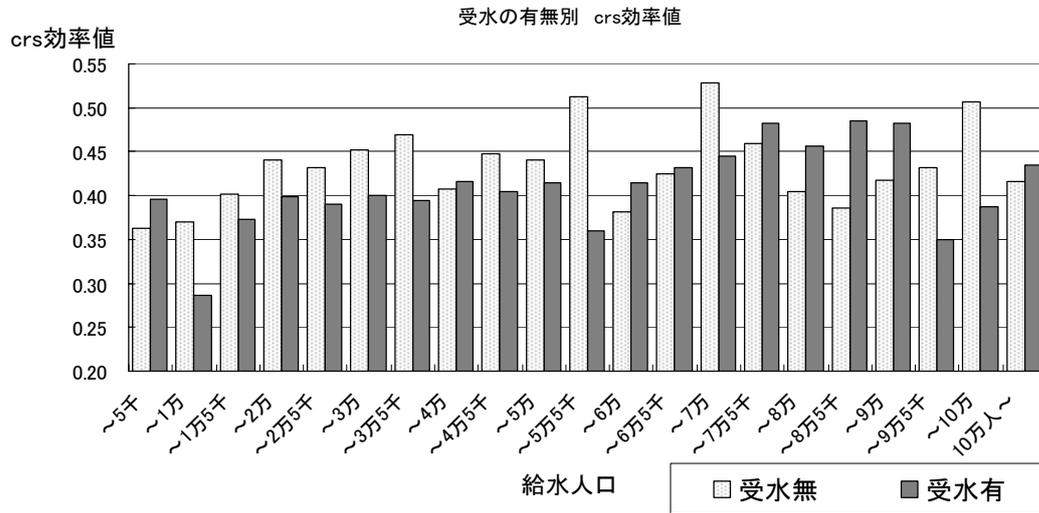


図 9

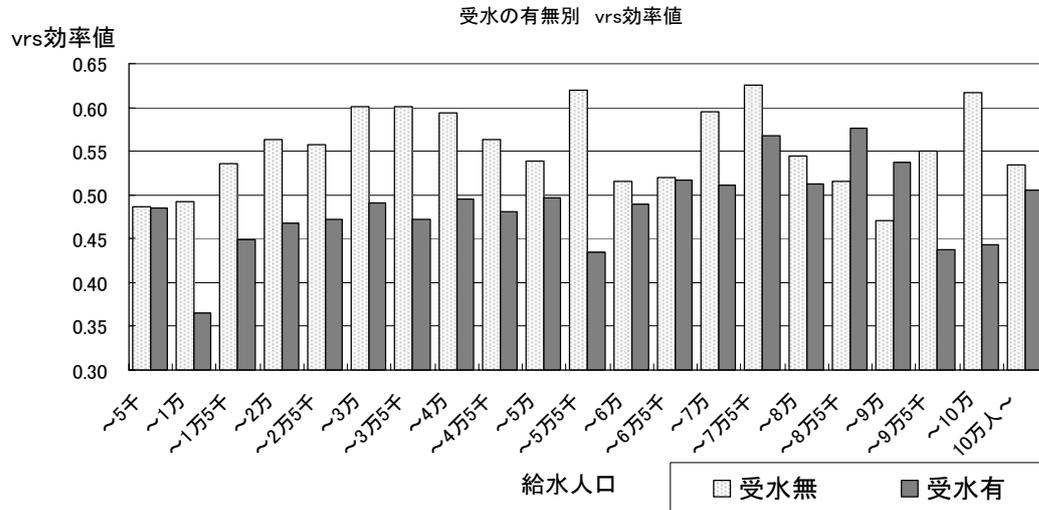




図 1 0

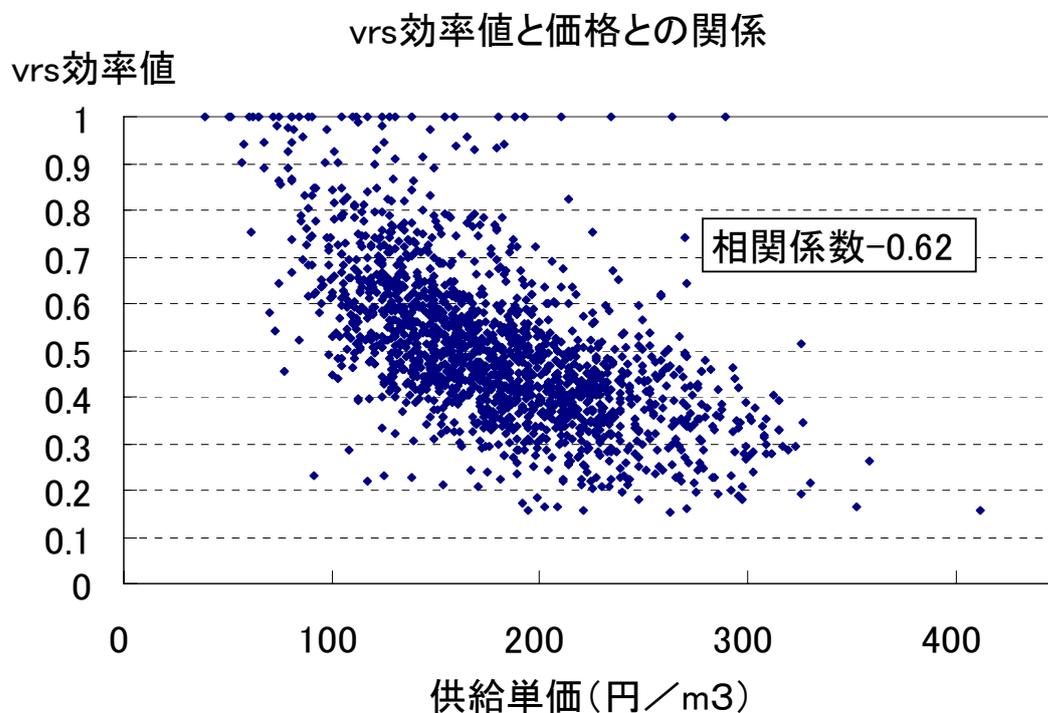


表 5

受水有

変数	係数	標準誤差	t 値	p 値
職員給与費	0.152316	0.035243	4.3219	[.000]
支払利息	0.017276	0.032509	0.53142	[.595]
減価償却費	0.176834	0.024692	7.1616	[.000]
動力費	0.23977	0.187729	1.27722	[.202]
光熱水費	-0.12303	0.360911	-0.34087	[.733]
通信運搬費	5.97285	0.89598	6.66628	[.000]
修繕費	0.445419	0.041533	10.7244	[.000]
材料費	0.499794	0.279208	1.79004	[.074]
薬品費	4.83093	0.50941	9.48337	[.000]
路面復旧費	0.029129	0.29583	0.098464	[.922]
委託料	0.250037	0.057919	4.31704	[.000]
受水費	0.415421	0.014744	28.1757	[.000]
その他	0.047282	0.023406	2.02008	[.043]



表6

受水無

変数	係数	標準誤差	t 値	p 値
職員給与費	0.135106	0.026366	5.12427	[.000]
支払利息	-0.13093	0.027835	-4.70373	[.000]
減価償却費	0.307809	0.017967	17.1315	[.000]
動力費	0.963543	0.155934	6.17919	[.000]
光熱水費	0.856658	0.321339	2.6659	[.008]
通信運搬費	2.05269	0.638882	3.21294	[.001]
修繕費	0.031869	0.030093	1.05904	[.290]
材料費	0.197359	0.154757	1.27529	[.202]
薬品費	0.55925	0.209067	2.67498	[.008]
路面復旧費	-0.23587	0.171856	-1.3725	[.170]
委託料	0.238158	0.048625	4.89784	[.000]
その他	0.040402	0.016756	2.41123	[.016]

図 1 1

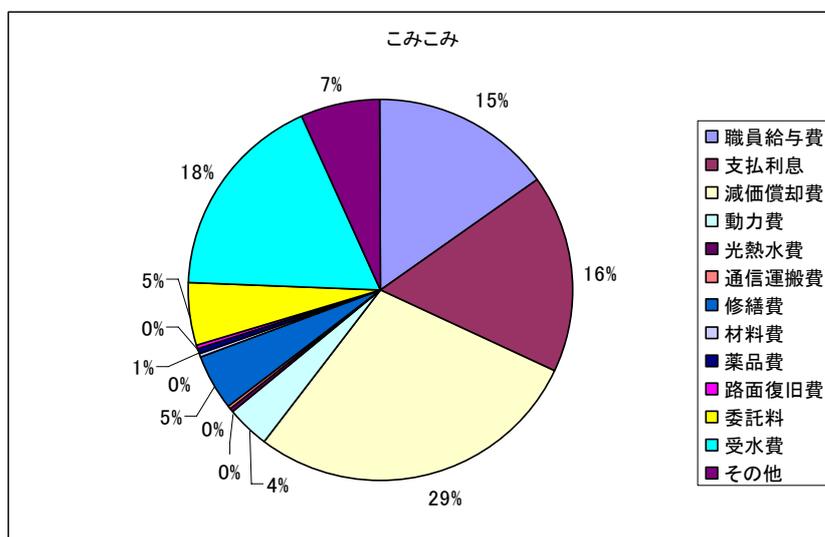


図 1 2

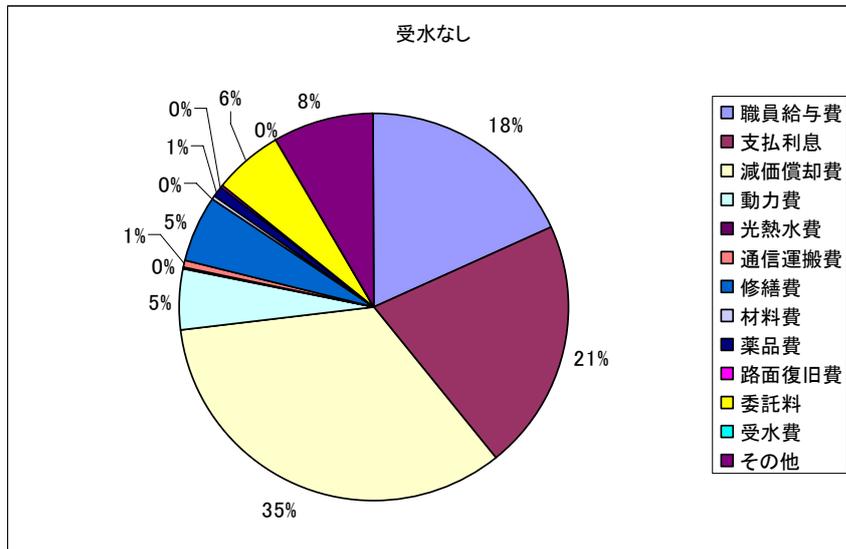


図 1 3

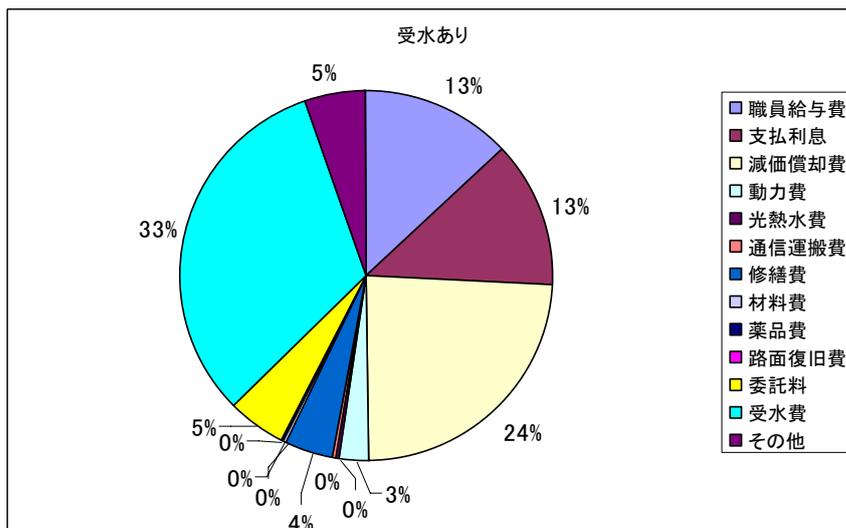


表 7

Parameter	CRS		VRS	
	係数	P 値	係数	P 値
定数項	0.72446	[.000]	0.633979	[.000]
施設利用率	-0.13365	[.000]	-0.1626	[.000]
配水管千 m あたりの給水人口	-2.08E-04	[.000]	-1.92E-04	[.000]
受水依存率	-0.04834	[.000]	-4.82E-03	[.652]
補助金依存率	0.42171	[.000]	0.403291	[.000]

図 1 4

