



東北学院大学経済学部ディスカッションペーパーシリーズ
#2022-2

用水供給事業体制における受水負担が与える末端給水事業団の料金設定

足立 泰美
甲南大学経済学部経済学科

篠崎 剛
東北学院大学経済学部経済学科

2022年10月

用水供給事業体制における受水負担が与える末端給水事業団の料金設定

足立 泰美

甲南大学経済学部経済学科

篠崎 剛

東北学院大学経済学部経済学科

要旨

本稿の目的は、わが国の水道供給体制の特徴を捉えた理論モデルによる最適水道価格ルールを明らかにしたうえで、その理論仮説を実証的に検証することにある。特に、2000年までの需要増に対応するために展開されてきた用水供給事業が、水道需要の減少する際において、規模の経済性が失われ、水道価格を高める可能性があることを理論・実証の両面から明らかにする。前者の理論分析の結果、(1) 社会的最適水道価格は、分権的意思決定の下のもとは異なるということ、(2) 水道需要の減少局面においては、用水供給事業が存在することによって、水道価格は(平均費用が増加することによって)上昇することが明らかとされた。これは実証分析においておおむね正当化された。具体的には、総務省「地方公営企業年鑑 水道事業」の2011年度から2019年度の個票データを用いて、用水供給事業と末端給水事業における給水提供体制が、末端給水事業の料金設定に与える影響を検証した結果、(1) 運営主体が都道府県営である用水供給事業団から受水している末端給水事業団では、受水費が高いほど末端給水事業団の料金設定が高くなること、(2) 企業団営が運営主体である用水供給事業団から受水している末端給水事業団では、受水割合が高いほど末端給水事業団の料金水準が高くなること、の2点が明らかとされた。この実証分析の結果は、理論的な結果をサポートしているだけでなく、用水供給の二つの在り方、すなわち、企業団営と都道府県営の在り方の意味が異なるということを意味しており、いかに今後の「新たな水道広域化」を作っていくかを再考するための重要なものである。

キーワード：用水供給事業 末端給水事業団 受水費 受水割合 料金設定

JEL Classifications: H30 H54 H71

1. はじめに

本稿の目的は、わが国の水道供給体制の特徴を捉えた理論モデルによる最適水道価格ルールを明らかにしたうえで、その理論仮説を実証的に検証することにある。特に、2000年までの需要増に対応するために展開されてきた用水供給事業が、水道需要の減少する際において、規模の経済性が失われ、水道価格を高める可能性があることを理論・実証の両面から明らかにする。

我が国の水道事業は、総務省（2018）において示されているように、「その普及率は97%を超え」、またその経営は「平成30年度決算において約90%の事業が経常利益を生じている」など、現時点では健全な公営事業の一つになっている。これは高度経済成長期の需要増加に伴う水道管路の敷設がなされたことがその高い普及率に繋がり（浦上・武，2019）、水不足が生じないように複数の市町村に水供給をする用水供給事業を展開し、さらに逡増的な水道料金制度を採用してきたことが健全な経営に繋がっている。しかし、近年では、これまで行ってきた水道事業政策から大きな転換をしなければ、現在の形態の水道事業の維持が難しいことが予想されている。

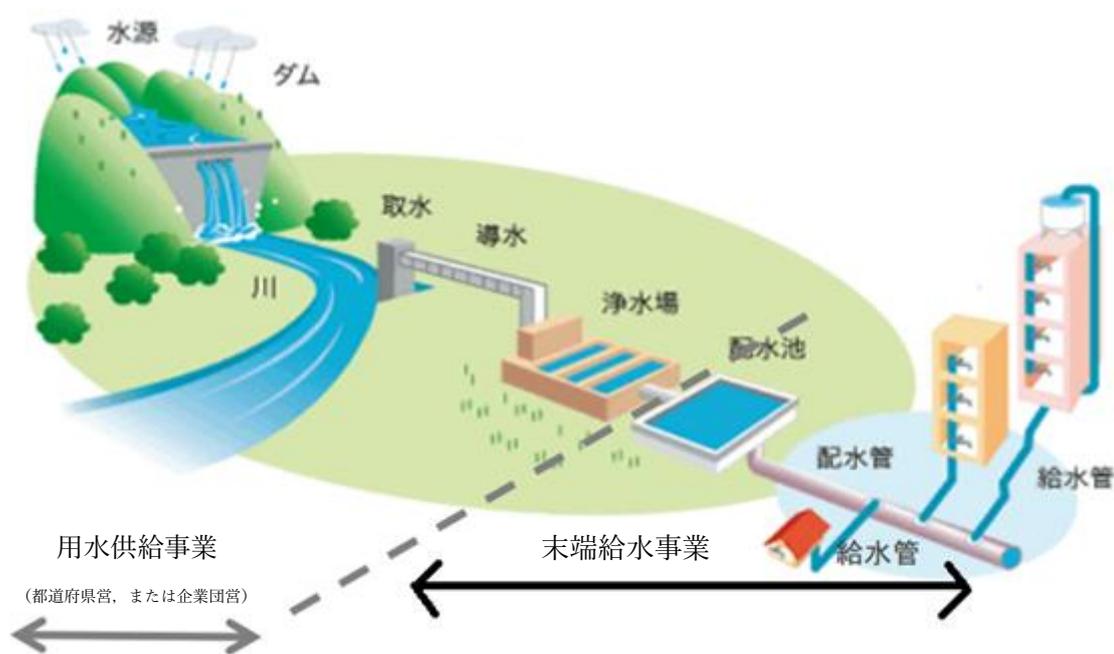
それは、高度経済成長期を境に転換した出生率の低下に起因した人口の減少の顕在化とそれに伴う少子高齢化および節水技術の向上により、水需要の減少が生じている為である（例えば佐藤，2019）。実際に、有収水量ベースにおける需要水量は2000年の3,900万 m^3 /日まで順調に増加していたところ、ここをピークに下降に転じ、2015年には3,600万 m^3 /日となり、これは2065年には2,200万 m^3 /日となる（総務省，2019）と推計されるほど、大きな需要の減少が予測されている。これに伴い、各地域において水道料金体制の見直しが始められているものの、全国的にはこの料金体系の見直しは緒についたばかりである。

この人口減少に伴う水道需要の増加から減少への転換は、2000年までの水需要の増加に対応するために大規模な資本整備や水道需要に関する政策を行ってきた国にさらなる困難な政策転換を突きつけることとなっている。具体的には、市町村を超え都道府県ベースで大規模な水道供給（用水供給）事業を展開し、大規模水道供給設備（用水供給のために過去に設立された施設）を作ったものの、この水需要の減少により、その大規模水道供給設備の縮小・統廃合が行われなければ、水道財政の持続可能性が担保されないことを意味している。

しかしながら、この大規模な水道供給事業体制を国が整えてきた背景には、1960年代以降の2000年まで続く水道需要の増加に、各市町村によってのみ行われる水道供給体制では対応できなくなってきたことがある¹。そのため、「市町村単位の水道事業を大規模化の方向で再編成し、十分な技術的及び財政的基盤を有する経営体」とする水道広域化の方向性が示され、都道府県が水資源開発、すなわち用水供給に取り組む方針が示されてきたのである

¹ 水道事業の運営は、水道条例の施行以来、原則として、市町村が経営することとなっていた。

〔「水道の未来像とそのアプローチ方策に関する答申」(1973年)〕。その結果、2019年現在において、末端給水事業団の51.5%のみが自己水のみで給水しているものの、残りは多かれ少なかれ水源からの取水から浄水までの「用水供給事業」が市町村を跨いで、各都道府県内において運営されており、市町村は用水供給事業団から受水することで、水需要に対応する形が整えられたといえる(足立(2022))(図1)²。



図表1. 総務省資料より抜粋し、筆者作成

[000562829.pdf \(soumu.go.jp\)](https://www.soumu.go.jp/000562829.pdf) (2022年5月8日閲覧日)

これに対し、2000年以降に生じている水道需要の減少は、この用水供給事業の在り方を再考しなければならない理由となっている。太田(2012)が、過去の水需要の増加局面とこれを区別し、現在の広域化を「新たな広域化」としているように、これまでの市町村によって水道供給設備を大規模化してきたものから、水需要の恒常的な減少に起因して設備の統合、共有化へと水道供給体制を変えていかなければならない状況に現在のわが国はある。これは経済学的に言えば、大規模設備を必要とする公営企業において、水需要の増加局面は、水生産量を増加させることができるため、平均費用が減少することを、2000年以降の水需要の減少局面は、大規模施設を建築したがゆえに、平均費用が増加する状況にあることを意

² 都道府県による給水事業(都道府県営の用水供給事業)だけでは水供給が不足する部分は、企業団という形で市町村が協調して、用水事業団をさらに創設し、ナショナルミニマムとしての水の安定供給を達成してきている。事実、都道府県営と企業団営の用水供給事業団の設立年を比べると、都道府県営が設立された後に企業団が設立されている。

味している。

このように現在における我が国は、水道供給事業の大きな変革が必要であるにもかかわらず、現在のような水需要の減少局面における望ましい水道料金設定については、十分に分析がなされてきたとはいえない。近年で言えば、笠松・吉本（2019）および Meran et al.（2021）などでまとめられているとおり、経済効率性、財務の持続可能性、環境の持続可能性、および社会的配慮という OECD（2010）が示す 4 つの目標を意識したものが望ましいという新たな指針を示したばかりである。より具体的には、水道事業の料金設定は、パレート最適を目指す価格であるとし、水道事業体の利潤ゼロ条件を満たし、環境外部性を内部化し、社会的公正を考慮した料金体系であるというものでとどまっていると考えられる。しかしながら、現状の用水供給と末端給水事業の混在した、いわゆる川上・川下企業の存在する公営企業モデルを考え、どのような価格設定ルールが望ましいのか、を分析し、それを実証的に検証したのも存在しない。

そこで本稿では、用水供給事業と末端給水事業を組み込んだ水道事業モデルを構築し、望ましい水道価格設定ルールを明らかにし、その仮説をパネルデータによって検証する。分析の結果、理論的には、（1）社会的最適水道価格は、分権的意思決定の下では市町村の用水供給体制への費用負担の過小評価によって達成できない公共財の自発的供給メカニズムに似たものが成立すること、（2）水道需要の減少局面においては、用水供給事業が存在することによって、水道価格は（平均費用が増加することによって）上昇することが明らかとされた。これは実証分析において、おおむね正当化されている。具体的には、（1）運営主体が都道府県営である用水供給事業団から受水している末端給水事業団では、受水費が高いほど末端給水事業団の料金設定が高くなること、（2）企業団営が運営主体である用水供給事業団から受水している末端給水事業団では、受水割合が高いほど末端給水事業団の料金水準が高くなること、の 2 点が明らかとされた。この実証分析の結果は、理論的な結果をサポートしているだけでなく、用水供給の二つの在り方、すなわち、企業団営と都道府県営の在り方の意味が異なるということの意味していると考えられ、いかに新たな水道広域化を作っていくかを再考するための重要な分析結果であると考えられる。

本稿の構成は以下の通りである。次節において、理論仮説が提示され、第 3 節において、データと推計方法、第 4 節において推計結果が示され、最後の第 5 節をまとめとする。

2. 理論仮説

本節では、用水供給事業と末端給水事業によるわが国の水道事業の特徴を理論化し、社会的に望ましい水道価格および各自治体が決める水道価格を導出し、その後、各自治体の人口変化の効果を明らかにする。

2. 1 基本セッティング

ある都道府県には、 n 地域（市町村）が存在し、それらの地域からの要請によって、用水供給事業が行われているものとする。すなわち、末端給水事業を行う公営企業は n 社存在し、それらの末端給水事業を行う企業が、用水供給事業体を設立する（公営企業は 1 つ）ものとする。また、各家計は、家計が生きるために必要な水量、 γ_i 、があるものとし、この水量は、用水供給事業で賄われるものとする。

2. 1. 1 家計

各家計は、生存するための必要な水量を γ_i とするストーン・ギアリー型効用関数を持つものとする。水需要に注目するために準線形の効用関数とし、水道消費量を q_i 、合成財を x_i とすると、効用関数は、 $U_i = u(q_i - \gamma_i) + x_i$ となる。ここで $u'(q_i) > 0$ かつ $u''(q_i) < 0$ である。

次に各地域の住民の予算制約は、 $I_i - (1+z)t_i = x_i + p_i q_i$ であるものとする。ここで I_i は外生所得、 z は課税の超過負担（または、公共調達のためのシャドーコスト）、 t_i は（公営企業の運営に使用される）税金、 p_i は第 i 地域の水道価格であるものとする。効用最大化問題を解くと $u'(q_i - \gamma_i) = p_i$ から、水道需要関数は、 $q_i = q_i(p_i, \gamma_i)$ となる。

以上から、間接効用関数は、

$$V_i = v_i(q_i(p_i, \gamma_i) - \gamma_i) + I_i - p_i q_i - (1+z)t_i \quad (1)$$

となる。ここで税収、 $\sum_{i=1}^n t_i$ は用水供給事業に α の割合が、末端給水事業に残りの割合が一般会計繰り入れとして配分されるものとする。

2. 1. 2 用水供給事業と末端給水事業

都道府県営または企業団営のような用水供給事業を行う企業（川上企業）は 1 つだけ存在し、要請されている各地域の水量の和、 $\sum_{i=1}^n \gamma_i$ 、を価格、 w_i 、で販売する。この要請されている水量を生産するために、用水供給事業団はインフラを、 g_i 、必要とする。これはすべての自治体から拠出されるため、インフラの規模は $G = \sum_{i=1}^n g_i$ となる。水道供給が費用逓減産業であることを考慮すれば、この用水供給を行うための費用関数、 $C^u(\sum_{i=1}^n \gamma_i, G)$ 、は、規模の経済性が働くため、生産水量が増えるにしたがって費用が逓減的となるものとする、すなわち、 $C^u_q > 0$ 、 $C^u_{qq} < 0$ ものとする。を表し、 $C^u_G < 0$ 、 $C^u_{GG} > 0$ ものとする。ただし、 $G = \sum_{i=1}^n g_i$ である。これらから利潤は、

$$\pi_u = \sum_{i=1}^n w_i \gamma_i M_i - C^u\left(\sum_{i=1}^n M_i \gamma_i, G\right) \geq 0 \quad (2)$$

となる。

次に、末端水道事業者を行う企業（川下企業）は、家計に水を販売し、受水費を支払い、水の供給費用、 $C^{di}(M_i q_i(p_i, \gamma_i), G)$ 、を支払う。また、用水供給事業団を設立することから、その設立の投資にかかわる費用、 g_i 、を支出する。この投資を行った分だけ、投資的経費は減少する（節約できる）為、総投資額、 G 、に関して、費用関数は減少関数である、 $C_G^{di} < 0$ 、とする。 t_i が一般会計繰り入れであることに注意すれば、

$$\pi_{di} = p_i q_i(p_i, \gamma_i) - w_i \gamma_i - g_i + C^{di}(M_i q_i(p_i, \gamma_i), G) + t_i \geq 0 \quad (3)$$

となる。ここで費用関数、 $C_{di}(q_i)$ 、は、末端給水事業においても規模の経済性が働くため、 $C_q^{di} > 0$ 、 $C_{qq}^{di} < 0$ となるものとする。

2. 2 社会的最適水道料金

このサブセクションでは、社会的に望ましい水道価格（以下、社会的最適水道価格）を説明する。これは次のサブセクションにおける水道価格のベンチマークとなる。用水供給事業および末端給水事業の予算制約を満たすもとで全地域（市町村）の住民の効用を最大化することとする。ここでは、 p_i 、 G 、を選択するものとし、 $\sum_{i=1}^n V_i$ を(2)および全地域の(3)の下で最大化することとすると、社会的最適化問題は

$$\begin{aligned} \mathcal{L} = & \sum_{i=1}^n M_i V_i + \lambda_u \left(\sum_{i=1}^n w_i \gamma_i M_i - C^u \left(\sum_{i=1}^n M_i \gamma_i, G \right) \right. \\ & \left. + \sum_{i=1}^n \{ p_i M_i q_i(p_i, \gamma_i) - w_i \gamma_i M_i - g_i - C^{di}(M_i q_i(p_i, \gamma_i), G) + t_i M_i \} \right) \end{aligned}$$

となる。一階の条件は、

$$\frac{\partial \mathcal{L}}{\partial p_i} = -q_i + (1+z) \left\{ q_i + (p_i - C_{qi}^{di}) \frac{\partial q_i}{\partial p_i} \right\} = 0 \quad (4-1)$$

$$\frac{\partial \mathcal{L}}{\partial G} = -(1+z) \left(C_G^u + \sum_{i=1}^n C_G^{di} + 1 \right) = 0 \quad (4-2)$$

となる。ここで(4-1)、(4-2)はそれぞれ水道価格に関する最適条件、および用水事業団を作るための最適投資水準である。（これらをまとめると社会的最適水道価格が満たす条件は、

$$\frac{p_i^{so} - C_{qi}^{di}}{p_i^{so}} = \left(\frac{z}{1+z} \right) \left(\frac{1}{\eta_i} \right)$$

となる。ここで $\eta_i = -\frac{\partial p_i q_i}{\partial q_i p_i} > 0$ である。また、 G の最適条件は、

$$1 = -C_G^u - \sum_{i=1}^n C_G^{di} \quad (5)$$

となる³。

ここで全地域が対称的であることを考慮して、人口変化の効果を見る。比較静学を行うと、

$$\Delta \frac{dp}{dM} = \left[\frac{(1+z)}{nm} q \{1 - (1+z)C_{QQ}^d q_p\} (nC_{GG}^d + C_{GG}^u) \right] \quad (6-1a)$$

および

$$\Delta \frac{dG}{dM} = \left[L_{pp} \frac{(1+z)}{m^2} \left(C_G^d + \frac{1}{n} C_G^u \right) - (1+z)C_G^d q_p q \{1 - (1+z)C_{QQ}^d q_p\} \right] > 0 \quad (6-2b)$$

をえる。

ここで二階の条件からその行列式は正、 $\Delta > 0$ 、である。ここで規模の経済性に注目する為、人口増加による、総支払額の増加の厚生減少効果が規模の経済性による費用削減効果 $((1+z)C_{QQ}^d q_p)$ に比べて小さい、すなわち、 $1 - (1+z)C_{QQ}^d q_p < 0$ であるとすれば、(6-1a) は負、(6-2b)は正、すなわち、人口が増加（減少）するとき、最適価格は低下し、望ましい社会的インフラ水準は増加することとなる。以上から次のようになる。

結果 1 :

規模の経済性が強く働きかつ人口が減少（増加）する場合、望ましい水道価格は上昇（低下）し、望ましい用水事業の規模（ G ）は縮小（拡大）する。

この結果 1 は、現在のような人口減少局面において、経済学的に望ましい水準で運営されるとすれば、用水事業は縮小すべきであり、また、用水事業体を持っていることが料金負担を増加させることを意味している。

また、受水量の多寡が平均料金に与える影響は、

$$\Delta \frac{dp}{dy} = \frac{(1+z)}{m} [nm + (1+z)\{1 - C_{QQ}^d q_p\}] \left(C_{GG}^d + \frac{1}{n} C_{GG}^u \right)$$

³総括原価方式を満たすもとの効用最大化問題を解くことと同じ意味といえる。

となる。ここで規模の経済性が働いたとしても $1 - C_{QQ}^d q_p < 0$ 、費用負担の大ききいかんによって、この符号は変わる事となる。費用負担が大きければ、それを賄うために水道価格を引き上げる、 $\frac{dp}{dy} > 0$ 、必要がある。

結果 2 :

規模の経済性が働いたとしても、受水負担が大きければ、最適水道価格は上昇する。

2. 3 各市町村で決定する最適水道価格

次に、“各”地域がそれぞれ自地域の住民の効用を最大化するように最適水道価格（分権的最適水道価格）を設定すれば、すなわち、 V_i を（2）および（3）のもとで最大化する問題は、

$$\mathcal{L} = M_i V_i + \lambda_u \left(\sum_{i=1}^n w_i \gamma_i M_i - C^u \left(\sum_{i=1}^n M_i \gamma_i, G \right) + M_i a \sum_{i=1}^n t_i \right) + \lambda_{di} \{ p_i M_i q_i(p_i, \gamma_i) - w_i \gamma_i M_i - g_i - C^{di}(M_i q_i(p_i, \gamma_i), G) + (1 - a) M_i t_i \}$$

となる。一階の条件は、

$$\frac{\partial \mathcal{L}}{\partial p_i} = -M_i q_i + M_i \lambda_{di} \left\{ q_i + (p_i - C_{di}') \frac{\partial q_i}{\partial p_i} \right\} = 0 \quad (7-1)$$

$$\frac{\partial \mathcal{L}}{\partial g_i} = -\lambda_u C_g^u + \lambda_{di} (-C_g^d - 1) = 0 \quad (7-2)$$

$$\frac{\partial \mathcal{L}}{\partial a} = \lambda_u M_i \sum_{i=1}^n t_i - \lambda_{di} M_i t_i = 0 \quad (7-3)$$

となる。ここから分権的最適水道価格が満たす条件は、

$$\frac{p_i^{DE} - C_{q_i}^{di}}{p_i^{DE}} = \left(\frac{\lambda_{di} - 1}{\lambda_{di}} \right) \left(\frac{1}{\eta_i} \right)$$

となる。全ての地域が同じ大きさであることを想起すれば、(7-3)は $\lambda_u = \frac{1}{n} \lambda_{di}$ となるので、これを(7-2)へ代入すると、

$$-\frac{\lambda_u}{n}(-C_g^u - nC_g^d - n) = 0 \quad (8)$$

を得る。(5)と(8)を比較すると $-C_g^i (i = u, d)$ が凹関数となることから、(5)が(8)に比べて g の大きさが小さいことがわかる。これは(4-4)が貝塚条件を示しているのに対する用水供給事業の設備を過少供給することとなることを意味している。

結果3

分権的に用水供給事業団を設立するとその規模は社会的最適規模に比べて小さくなる。

この結果3は、人口拡大期における(古い)広域化時代に用水供給事業団を設立した際に、過少に用水供給事業団の設備を供給していることとなっていた可能性があることを、また、これは人口減少時代においては、その規模を縮小させなければならないという状況に変わったという意味で望ましい方向に働いていた可能性があることを示唆する。

3. 推計モデルと変数

本節では、前節の仮説に基づき、用水供給と末端給水による給水提供体制が、各末端給水事業体の料金水準に与える効果を検証する。特に、実証分析においては、上記の理論仮説に加えて、用水供給における二つの体制、すなわち、企業団営と都道府県営による用水供給体制、が与える影響を区別して分析を行う。

基本となる推定モデルは、以下の線形回帰式で表されるとする。

$$Y_{it} = \alpha + \beta \text{Receiving}_{it} + \gamma X_{it} + \mu_{it} \quad (9)$$

ここで

$$\mu_{it} = \mu_t + \varepsilon_t + \tau_{it} \quad (10)$$

である

末端給水水道事業は、取水施設、浄水施設、貯水施設、導水施設、送水施設及び配水施設の歴史的条件、水源、給水区域面積、区域数、市街地からの距離などの地理的条件が異なっていることから費用負担は、地域ごとに相違が生じており、さらに用水供給事業団からの受水が加わる面を考慮しなければならない。また、水道事業は総括原価方式をとりながらも、料金収入以外に、収益性繰入金や資本性繰入金などの公費と企業債などが発行され、費用に見合った適切な料金水準の設定がなされている。これらを考慮した推計とする回帰式を(9)としている。具体的には、 Y_{it} は、末端給水事業団の水道料金を表す変数、 Receiving は、用水供給事業団から末端給水事業団の受水に関する変数ベクトル、 X は、水道事業運営に影響をもたらす要因として政治要因、財務要因、経営要因ならびに構造要因を表す変数ベクトル

ルである。 β と γ は、それぞれ推定する係数ベクトルである。 μ は観察不可能な経済主体独自の個別効果を表し、 ε は観察不可能な時間効果、 τ は攪乱項とする。なお、 i は個別経済主体、 t は年度を示す。

本稿の推定に用いる主なデータとして、総務省「地方公営企業年鑑 水道事業」の「施設・業務概況及び経営分析に関する調」「損益計算書及び資本収支に関する調」「貸借対照表及び財務分析に関する調」を用いる。これは水道事業は、地方公営企業法によって定められた複式簿記による会計方式を採用しているためである。具体的には、水道事業を毎年の経営状態を評価する収益的収支予算（3条予算）として、水道料金や繰入金等を収入とした、職員給与、動力費、修繕費、減価償却費、支払利息（企業債償還利息）などの支出が損益計算書に示されている⁴。次に、財政状態を評価する資本的収支予算（4条予算）は貸借対照表に示され、最後に、老朽化した施設や管路を更新するうえでの施設の更新や新設等の建設改良費、借入金（企業債等）の元金返済などの支出に対して、借入金（企業債等）、国県補助金、受益者負担金で補填するところは「施設・業務概況及び経営分析に関する調」に記されている⁵。

分析期間は2011年度から2019年度の各年度の水道事業団896事業団のバランスト・パネルデータを使用する。一般家庭に給水を行う水道事業は、主に市町村を中心に運営されていることから、本稿の対象には、指定都市営、市営、町村営の末端給水事業団とする。なお、都道府県営および企業団営の末端給水事業は、給水の共同化および経営事業の統合を目的に運営されていることから、都道府県営および企業団営の用水給水事業は構成団体に卸売することを目的に運営されていることから、指定都市営、市営、町村営の末端給水事業と運営目的を異としているため分析対象としない⁶。

⁴ 3条予算には、当該年度に発生が予定される全ての収支を予算に計上することから、減価償却費や長期前受金戻入も予算に計上する。4条予算は原則として、現金収支のみ計上である。

⁵ 4条収入は外部資金のみを、計上し、当該事業年度又は前事業年度以前の予算を経ている経営活動による利益や減価償却費等の現金支出を伴わない費用による内部留保された資金は、建設改良費に計上しない。

⁶ 水道事業団数は、2011年には1,376団体数、2012年（同、1,377団体数）、2013年（同、1,377団体数）、2014年（同、1,374団体数）、2015年（同、1,370団体数）、2016年（同、1,363団体数）、2017年（同、1,381団体数）、2018年（同、1,372団体数）、2019年（同、1,374団体数）である。分析対象期間である2011～2019年に継続して運営されている水道事業団1,325団体である。本稿では、用水供給事業団、簡易事業団、都道府県営事業団、ならびに、営業費用、負債、浄水場・配水池設置数、導送配水管、受水が欠損している事業団を削除した896事業団を対象とする。なお、香川県や県内市町では、人口減少に伴う水道収益の減少、経年劣化が進む水道施設の更新、渇水や地震等の災害へ

以上のデータを用い、水道法第14条の供給規定ならびに家庭用水道を対象とするLundin(2017)を踏まえて下記の変数を作成した。このとき、「」は総務省「地方公営企業年鑑 水道事業」等のデータ名、【】は作成した変数を示している。また、本稿では各水道事業団の観察されない欠落変数によるバイアスを除去するために、パネルデータを用いて、政治要因、財務要因、経営要因ならびに構造要因を考慮し、水道事業団の料金水準の検証を行う。

被説明変数および説明変数

次に、被説明変数及び説明変数について、その変数を採用した根拠とそのデータの特徴を紹介する。

はじめに被説明変数には、各事業団の水道料金の設定として、基本料金、超過料金ならびに10 m³あたり料金を採用している。基本料金とは、水道施設の減価償却費、借入金利息、メーター設置費、検針、料金収納などの必要経費としての固定的な経費を賄う定額料金である。超過料金とは、動力費や薬品費等の使用水量によって変動経費を賄う料金であり、2か月毎のメーター検針で把握した使用水量に応じてかかる変動料金である。10 m³あたり料金は、基本料金と超過料金の従量方式を反映した料金であり、従量方式の設定は各事業団によって異なる。

被説明変数

【基本料金】 = 「基本料金」

【超過料金】 = 「超過料金」

【10m³あたり料金】 = 「10m³あたり料金」

次に、説明変数は、受水要因に関するもの、政治要因に関するもの、財務要因、および、構造要因に関するものを採用している。以下順にこれを説明する。

はじめに、受水要因に関するものとして、受水の有無、受水割合並びに受水費の3つを採用している。水質、貯留、管路などの構造要因が同じ条件下にあれば、受水を実施していれば(実施していなければ)、受水割合が高ければ(低ければ)、受水費が高ければ(低ければ)、営業繰入比率に対しては負担が大きい(小さい)が、資本繰入比率や企業償還比率に対しては負担が大きい(小さい)ことが予想されるためである。

の対応、職員の大量退職に伴う技術継承などからため香川県全事業を統合し、2018年4月より香川県広域水道企業団を開始している。したがって、2018年前後で水道事業データ数が大きく異なる。

受水要因

【受水有無】 = 「受水」

【受水割合】 = 「受水」 / 「取水能力」

【受水費】 = 「受水費」

次に、政治要因に関するものとして、首長選挙と議員選挙を採用している。これは水道料金等は選挙などの公約に掲げられることから、政治要因が与える可能性があるためである。ここでは首長選挙および議員選挙とは、当該年度に各選挙が実施していれば1とし、それ以外を0とするダミー変数を使用する。当該年度の再選を優先した場合、住民のニーズを踏まえ水道料金を抑えることが考えられ、基本料金、超過料金、10m³当たり料金が低くなると予想される。逆に、浄水施設や配水地の老朽化による中長期計画および効率的な経営のもとで、適正な原価に照らし妥当な料金設定を行う総括原価方式を踏まえたならば、基本料金、超過料金、10m³当たり料金が上昇する可能性がある。

政治要因

【首長選挙】 = 「首長選挙」

【議員選挙】 = 「議員選挙」

次に、財務状況に関するものとして、各末端給水事業団の営業繰入比率、資本繰入比率、企業債償還比率、現在給水人口あたり営業費用、ならびに現在給水人口あたり負債を採用している。水道事業では、将来的の更新投資を想定し、収支バランスを踏まえた健全経営的な視点から、評価基準を設定する必要がある。そのため安定的な自己資金残高の確保に繋がる日常の資金繰りや、災害発生に備えた必要な資金が確保できているかを検証するために、営業繰入比率と資本繰入比率を説明変数としている。また、企業債残高が料金収入における償還可能な水準となっているかを評価するために、企業債償還額比率を用いる。現在給水人口に応じて一定の損益黒字の確保に繋がるように、原価に適切な料金設定となっているかを評価するかを、現在給水人口当たり営業費用および現在給水人口当たり負債を説明変数としている⁷。

財務要因

【営業繰入比率】 = (「他会計補助金 (営業外収益)」 + 「他会計繰入金 (特別利益)」) / 「総収益」 × 100

【資本繰入比率】 = (「他会計出資金」 + 「他会計負担金」 + 「他会計借入金」 + 「他会計

⁷ 負債とは固定負債と流動負債を合算した額とする。固定負債とは、企業債、再建債、他会計借入金、引当金、その他を合算した負債をいう。流動負債とは、一時借入金、未払金および未払い費用、その他を合算した負債をいう。

補助金) / 「資本的収入」 × 100

【企業債償還比率】 = 「企業債償還額対減価償却額比率」

【現在給水人口当たり営業費用】 = 「営業費用」 / 「現在給水人口」

【現在給水人口当たり負債】 = (「固定負債」 + 「流動負債」) / 「現在給水人口」

第5に、財務要因に関するものとして、料金収入にしめる配水量を示す有収率、水質および貯留には施設利用率、管路には配水管使用効率を説明変数として採用している。自事業団の水道料金は、同じような地理条件をもつ周辺事業団とは、水質、貯留、管路において類似の状況にあるために、総括原価方式によってかかる費用が類似である可能性が高いと考えるためである。具体的には、有収率は、総配水量のうち料金収入として還元される割合が高い場合、水道料金は低くなると予想でき、施設利用率は、配水能力に対する1日平均配水量の割合が高ければ水道料金が低く、管路使用率も管路1m当りの配水量が高い場合には、水道料金を抑えられることが予想できる。

経営要因

【有収率】 = 「有収率」

【施設利用率】 = 「施設利用率」

【配水管使用効率】 = 「配水管使用効率」

最後に、構造要因に関するものとして、現在給水人口当たり浄水場・配水池設置数および現在給水人口当たり導送配水管延長を採用している。具体的に予想されることは、現在給水人口当たり浄水場・配水池設置数が多い(少ない)場合およびに現在給水人口当たり導送配水管延長が長い(短い)場合、水道事業における施設や管理の費用負担が大きく、供給原価よりも給水単価が低く(高く)、料金回収率が低く(高く)なることであり、逆に、総収入に占める水道料金収入が低下し、代わりに繰入金や企業債への割合が高くなり営業繰入金、資本繰入率、ならびに企業債償還比率が上がる(下がる)ことが考えられる。

構造要因

【現在給水人口当たり浄水場配水池】

= 「浄水場・配水池設置数」 / 「現在給水人口」

【現在給水人口当たり配水管】

= 「導送配水管延長」 / 「現在給水人口」

本稿で利用する変数の記述統計を図表1に示す

【ここに図表1 図表2を挿入】

4. 推計結果

4. 1 パネル A 全事業所

ここでは、用水供給事業団から受水を実施している末端給水事業団の基本料金、超過料金、 10m^3 当たり料金に与える影響を明らかにし、その結果を図表3のパネルAに示す。なお、本稿では、Brush and Pagan test および Hausman test の結果に基づいて固定効果モデルを採用する⁸。

はじめに、本論文の主眼である受水要因についてみていく。パネル A のモデル(1A)(4A)(7A)から、受水量と基本料金、超過料金ならびに 10m^3 当たり料金の関係では、概ね有意性が認められない。受水割合と料金水準の関係は、モデル(2A)(5A)(8A)の符号から、基本料金に対して受水割合はプラスに、受水割合二乗ではマイナスに有意であり（1%有意水準）、受水割合と受水割合二乗の係数値から算出される予測値はプラスとなる。このことから、受水割合が高いほど基本料金が高い傾向にあることがわかる。受水費と料金水準においては、モデル(3A)(6A)(9A)から、受水費は超過料金に対してマイナスに（1%水準）、受水費二乗はプラスに（5%水準）有意な結果が得られたことから、受水費が高いとしても、超過料金が抑えられていることが示唆される結果となった。したがって、理論分析の命題1が示すように、人口が減少している現在においては、用水供給事業団からの受水割合が多い末端給水事業団では、受水割合が高いと基本料金を上げていることがわかったが、他方で、受水費の単価が高いとしても、超過料金を抑える傾向にあることが示唆された。

それ以外の変数については、モデル(5A)(6A)から、市長選挙でプラスに有意な結果が得られた（1%もしくは5%有意水準）。つまり、市長選挙においては、浄水施設や配水地の老朽化による中長期計画および効率的な経営のもとで、適正な原価に照らし妥当な料金設定を行う総括原価方式を踏まえ、基本料金、超過料金、 10m^3 当たり料金を上げている可能性が高い。企業償還比率がマイナスに有意であることから（5%有意水準）、減価償却費に対する借入金の元金返済の割合で、記述統計から減価償却費率は平均 74.6%であり、投下資本の回収に対して、再投資とのバランスがとれていれば、基本料金が抑制されていることが示唆される結果となった。モデル(7A) (8A) (9A)から現在給水人口当たり営業費用および現在給水人口当たり負債は、 10m^3 当たり料金にプラスに有意であることから（1%有意水準）、総括原価方式に基づく水道事業においては、給水収益に対して営業費用および負債が高いと、料金水準に反映されることが確認できた。モデル(1A) (2A) (3A)から有収率が、施設利用率については、モデル(7A) (8A) (9A)から、マイナスに有意となった（1%有意水準）。このことから、施設の稼働等に対して、効率的に運営している事業団の料金水準が抑

⁸ パネル C の企業団営の超過料金のみ、Hausman test の結果より、変量効果モデルを採用する。

えられていることが明らかとなった。一方、現在給水人口当たり浄水場・配水池では、概ねすべてのモデルでプラスに有意性が得られている。このことから、地理的要因による費用負担が、料金水準を上げざるをえないことが示された。

【ここに図表3パネルAを挿入】

4. 2 パネルB 都道府県営用水供給事業体

次に、用水供給事業団の運営主体に注目する。都道府県で運営されている用水供給事業団を対象に、パネルAと同様に、用水供給事業団から受水を実施している末端給水事業団の基本料金、超過料金、 10m^3 当たり料金に与える影響を明らかにし、その結果を図表3のパネルBに示す。本稿の主眼である受水要因について、パネルBのモデル(1B)(4B)(7B)から、受水量と基本料金、超過料金ならびに 10m^3 当たり料金の関係では、概ね有意性が認められない。この傾向は、受水割合と料金水準の関係でも同様に結果となった。受水費と料金水準においては、モデル(3A)(6A)(9A)の符号から、受水費は 10m^3 当たり料金に対してプラスに(1%水準)、受水費二乗はマイナスに(5%水準)有意な結果が得られ、受水費と受水費二乗の係数値から算出される予測値はプラスとなる。言い換えるならば、都道府県営用水供給事業団の受水の単価が高い場合に、末端給水事業団の料金水準が高くなる傾向にある。したがって、都道府県営用水供給事業団からの受水と末端給水事業団の料金水準に注目した場合に、受水量および受水割合には有意性が認められないが、受水の単価が料金設定に有意に影響をもたらす可能性がある。

それ以外の変数については、モデル(4B)から(9B)から、営業繰入比率が超過料金に対してはプラス(1%水準)に、 10m^3 当たり料金にはマイナス(5%水準)に有意な結果となった。このことから、日常の資金繰りを給水収益に加え営業繰入比率が高い事業団では、超過料金を上げているが、 10m^3 当たり料金を抑える設定となっていることが示唆される。モデル(7B)(8B)(9B)から、現在給水人口当たり負債が高い事業団は、 10m^3 当たり料金にはプラス(1%水準)に有意な結果となった。固定負債および流動負債の費用負担を高い事業団は、 10m^3 当たり料金に反映されていることが確認できた。モデル(1B)(2B)(3B)およびモデル(7B)(8B)(9B)の有収率の結果から、基本料金に対してはマイナス(1%水準)であるが、 10m^3 当たり料金ではプラス(1%水準)に有意な結果であった。このことから配水量に対する有収水量が高く漏水対策等なされていれば基本料金は抑えられているが、 10m^3 当たり料金では高いことが明らかとなった。営業繰入比率と合わせて考察した場合に、給水収益に加え、営業繰入額で日常の資金繰りを対応している事業団では、超過料金を高く設定することで事業運営している可能性がある。

【ここに図表3パネルBを挿入】

4. 4 パネル C 企業団営用水供給事業体

次に、用水供給事業団の運営主体として企業団で運営されている用水供給事業団を対象に、パネル A と同様に、用水供給事業団から受水を実施している末端給水事業団の基本料金、超過料金、 10m^3 当たり料金に与える影響を明らかにし、その結果を図表 3 のパネル C に示す。パネル C のモデル(1C)(4C)(7C)から、受水量と基本料金、超過料金ならびに 10m^3 当たり料金の関係では、モデル(2C)(5C)(8C)から、受水割合と料金水準の関係では、共通して、基本料金および 10m^3 当たり料金に対して、概ね受水量（割合）でプラス（1%水準）、受水割合二乗ではマイナス（1%水準）に有意な結果が得られ、受水量（割合）と受水量（割合）二乗の係数値から算出される予測値はプラスとなる。このことから、受水量（割合）が高いほど基本料金も 10m^3 当たり料金も高い傾向にあることがわかる。

それ以外の変数については、モデル(7C)と(9C)から、営業繰入比率が 10m^3 当たり料金にはプラス（5%水準）に有意な結果となった。このことから、日常の資金繰りを給水収益に加え営業繰入比率が高い事業団では、 10m^3 当たり料金を高い設定となっていることが示唆される。現在給水人口当たり営業費用については、概ねすべてのモデルでプラス（1%もしくは5%水準）に有意な結果であった。現在給水人口当たり営業費用は、総括原価方式に基づいて給水収益に対して営業費用が高い事業団では、基本料金、超過料金ならびに 10m^3 当たり料金の料金水準に反映されることが確認できた。モデル(1C) (2C) (3C)から施設利用率については、基本料金に対してマイナスに有意となった（1%有意水準）。このことから、施設の稼働等に対して、効率的に運営している事業団の料金水準が抑えられていることが明らかとなった。また、モデル(4C) (5C) (6C)の配水管使用効率においても、マイナスに有意であることから、超過料金を抑える傾向にあることが明らかとなった。一方、現在給水人口当たり浄水場・配水池では、基本料金でプラスに有意性が得られている。つまり、地理的要因による費用負担が、料金水準を上げざるおえないことが示された。

【ここに図表 3 パネル C を挿入】

以上の実証分析の結果は、受水費、受水割合の大きい（自己水の割合が少ない）自治体は、用水供給を受けることによってかえって、水道料金が上昇していることが明らかにされた。これは人口減少社会においては、小さい自治体は水道需要の減少に伴い、平均費用が増加してしまい、それに対応させる形で価格が上昇していることを意味している。また、用水事業は、都道府県営が先に設立されたため、基本料金がそこに跳ね返っており有意に効いている。他方で、企業団営は、都道府県営設立後に足りない水需要を埋め合わせるように設立されている。そのため、人口減少社会においては、企業団営については平均料金が有意に正に効いているところは、理論的仮説と対応しており、また、過去の意味での広域化の改善しなければならぬ点であると考えられる。

5. 考察

本稿の目的は、わが国の水道供給体制の特徴を捉えた理論モデルによる最適水道価格ルールを明らかにしたうえで、その理論仮説を実証的に検証することにあった。特に、理論仮説に基づき、総務省「地方公営企業年鑑 水道事業」の2011年度から2019年度の個票データを用いて、用水供給事業と末端給水事業における給水提供体制が、末端給水事業の料金設定に与える影響を検証し、理論仮説がおおむね正しいことが検証された。

より具体的には、理論分析の結果、(1) 社会的最適水道価格は、分権的意思決定の下では市町村の用水供給体制への費用負担の過小評価によって達成できない公共財の自発的供給メカニズムに似たものが成立すること、(2) 水道需要の減少局面においては、用水供給事業が存在することによって、水道価格は(平均費用が増加することによって)上昇するという2つの結果が明らかとなった。

他方で、実証分析の結果から、用水供給事業から受水を行い、その受水割合が高い末端給水事業団では概ね、末端給水事業団の料金水準が高くなるものの、受水単価が高くても必ずしも、料金水準が高くなるとは限らないことが明らかとなった。また、用水供給においては運営主体が都道府県営と企業団営に分かれるが、運営主体によって末端給水事業団に与える影響は異なることが示された。確かに、末端給水事業団の場合は、受水を行うことで、企業債償還に充てられる資本金的収入や補填財源が抑えられ、企業債の償還能力が高くなる一方で、収益的繰入金だけでなく資本金的繰入金においても、一般財源からの繰入額に依存している傾向が認められた。水源の確保から浄水および配水に至るまでの用水供給と末端給水で管理する二重構造は、末端給水事業団にとっては水道料金の設定に影響をもたらすことが本稿より明らかとなった。したがって、取水から配水までの受水における用水供給事業と末端給水事業の今後の在り方を検討することが必要な課題となると考えられる。その一つに“新たな”広域化(太田(2012))がある。

用水供給事業と受水水道事業の統合は、既に管路が連結していることや、水源から給水栓までの一元管理が実現し、水質管理が行き届きやすいといった利点がある。水道事業の広域化等には、用水供給事業と末端給水事業の垂直統合、浄水場などの施設の共同設置、保守点検業務など施設管理の共同化、水質検査や情報システムなど管理の一体化など、多様な類型がある。これらの類型から、地域の実情に応じて、適切な広域化等の形を選択することが望ましいだろう。

用水供給事業と末端給水事業における垂直統合の事例として、岩手中部水道企業団や香川県水道広域化がある。岩手中部水道企業団は、2014(平成26)年4月から用水供給事業を行う岩手県中部広域水道企業団および末端給水を行う北上市、花巻市、紫波町の2市1町が垂直統合して、岩手中部水道企業団として事業を開始している。また、最近では、香川県水道広域化で、2017(平成29)年までは水道用水供給事業2事業、上水道事業16事業、工業用水道事業1事業、簡易水道事業13事業であったが、県、8市、8町が「香川県水道広域化基本計画」等に合意し、基本協定を締結し、香川県広域水道企業団を設立した。翌年

2018（平成 30）年 4 月から、上水道事業と工業用水道事業で構成される香川県広域水道企業団が事業開始した⁹⁾。

少子高齢化による水道需要の変化や、人口減少による料金収入に低下によって、水道事業を取り巻く経営環境は厳しくなるなかで、将来を見据えた持続可能な水道事業のあり方の一つの方法として、用水供給事業と末端給水事業の一元管理の導入を検討することも重要であろう。

⁹⁾ 香川県は 2018（平成 30）年以降、香川県広域水道企業団と直道町簡易水道事業団で構成されている。直道町以外の簡易水道事業は 2018（平成 30）年までに統廃合を実施した。

図表 1 記述統計

項目名	単位	標本数	平均	標準偏差	最小値	最大値
基本料金	円	8064	1191.280	520.259	39	3350
超過料金	円/m ³	8064	145.868	77.701	5	3034
10m ³ 当たり料金	円	8064	1557.738	520.121	335	3410
受水量	m ³ /日	8064	16819.410	67615.200	0	1104200
受水割合	%	8064	28.976	36.142	0	100
受水費	円/m ³	8064	17.192	13.275	0.030	164.260
市長選	d	8064	1.810	1.458	0	4
議員選	d	8064	1.786	1.426	0	4
営業繰入比率	%	8064	4.170	8.800	0	62.918
資本繰入比率	%	8064	21.459	32.079	0	1066.790
企業償還比率	%	8064	74.587	51.262	0	1204.200
現在給水人口当たり営業費用	千円/人	8064	23.383	22.282	6.230	734.727
現在給水人口当たり負債	千円/人	8064	104.538	210.923	0	6797.812
有収率	%	8064	84.702	8.469	20.300	100.000
施設利用率	%	8064	59.502	13.169	7.200	109.300
配水管使用効率	m ³ /m	8064	16.755	50.935	0.290	4288.320
現在給水人口当たり浄水場配水池	数/人	8064	0.001	0.001	8.E-06	0.009
現在給水人口当たり配水管	千m/人	8064	0.011	0.009	4.E-05	0.498

図表2 被説明変数および主眼の説明変数の経年的変化

項目名	単位	標本数	平均	標準偏差	最小値	最大値
2011年						
基本料金	円	896	1171.549	515.758	115	3150
超過料金	円/m ³	896	143.672	62.438	5	351
10m3当たり料金	円	896	1516.161	516.416	335	3121
受水量	m ³ /日	896	15740.230	65449.000	0	1104200
受水割合	%	896	28.436	35.551	0	100
受水費	円/m ³	896	17.929	22.034	0.030	161.530
2012年						
基本料金	円	896	1167.906	515.301	115	3150
超過料金	円/m ³	896	143.724	62.713	5	351
10m3当たり料金	円	896	1519.010	514.420	335	3060
受水量	m ³ /日	896	15712.510	65374.890	0	1104200
受水割合	%	896	28.564	35.821	0	100
受水費	円/m ³	896	14.156	9.763	0.850	90.740
2013年						
基本料金	円	896	1166.109	511.339	39	3150
超過料金	円/m ³	896	147.333	100.093	5	2020
10m3当たり料金	円	896	1520.107	513.439	363	3060
受水量	m ³ /日	896	15796.830	65431.420	0	1104200
受水割合	%	896	28.798	35.972	0	100
受水費	円/m ³	896	15.464	9.997	1.530	87.020
2014年						
基本料金	円	896	1191.165	523.385	115	3240
超過料金	円/m ³	896	146.203	64.522	5	356
10m3当たり料金	円	896	1560.638	523.185	384	3132
受水量	m ³ /日	896	15713.600	65391.930	0	1104200
受水割合	%	896	28.788	36.110	0	100
受水費	円/m ³	896	15.785	10.936	0.820	112.810
2015年						
基本料金	円	896	1195.926	522.918	115	3240
超過料金	円/m ³	896	146.035	65.034	5	356
10m3当たり料金	円	896	1565.076	524.450	384	3132
受水量	m ³ /日	896	15721.660	65330.980	0	1104200
受水割合	%	896	28.967	36.183	0	100
受水費	円/m ³	896	16.458	11.038	0.860	124.390

2016年						
基本料金	円	896	1197.410	520.783	119	3240
超過料金	円/m ³	896	149.920	120.914	5	3034
10m3当たり料金	円	896	1570.282	521.224	384	3132
受水量	m ³ /日	896	15717.610	65313.090	0	1104200
受水割合	%	896	29.096	36.284	0	100
受水費	円/m ³	896	17.321	12.020	0.57	155.39
2017年						
基本料金	円	896	1203.487	524.665	119	3240
超過料金	円/m ³	896	145.913	65.885	5	356
10m3当たり料金	円	896	1575.979	521.256	384	3132
受水量	m ³ /日	896	15725.730	65263.060	0	1104200
受水割合	%	896	29.276	36.512	0	100
受水費	円/m ³	896	18.179	12.654	0.8600	164.2600
2018年						
基本料金	円	896	1203.388	518.811	119	3240
超過料金	円/m ³	896	143.473	66.973	5	356
10m3当たり料金	円	896	1578.692	516.452	384	3132
受水量	m ³ /日	896	20631.380	74815.190	0	1104200
受水割合	%	896	29.380	36.397	0	100
受水費	円/m ³	896	19.364	12.721	0.870	145.280
2019年						
基本料金	円	896	1224.583	528.556	121	3350
超過料金	円/m ³	896	146.537	68.325	5	363
10m3当たり料金	円	896	1613.695	523.988	384	3410
受水量	m ³ /日	896	20615.180	75130.630	0	1104200
受水割合	%	896	29.479	36.581	0	100
受水費	円/m ³	896	20.076	13.023	0.920	146.120

図表3 推計結果
パネルA 全事業団

	全標本数								
	基本料金			超過料金			10m3当たり料金		
	(1A)	(2A)	(3A)	(4A)	(5A)	(6A)	(7A)	(8A)	(9A)
受水量	9.3E-04 (5.8E-04)			-3.5E-04 (2.7E-04)			-5.7E-04 (4.0E-04)		
受水量二乗	-4.0E-09* (1.9E-09)			-4.0E-10 (8.9E-10)			4.5E-10 (1.3E-09)		
受水割合		3.264** (0.673)			-0.585 (0.323)			0.726 (0.471)	
受水割合二乗		-0.022** (0.006)			0.007* (0.003)			-0.004 (0.004)	
受水費			0.037 (0.354)			-0.453** (0.169)			-0.160 (0.247)
受水費二乗			0.000 (0.003)			0.003* (0.001)			0.004 (0.002)
市長選挙	1.077 (0.801)	1.347 (0.798)	1.319 (0.800)	0.594 (0.378)	0.981* (0.383)	0.995** (0.383)	0.728 (0.557)	1.095 (0.559)	1.064 (0.559)
議員選挙	-0.620 (0.819)	-0.447 (0.818)	-0.419 (0.820)	-0.288 (0.387)	-0.019 (0.392)	-0.013 (0.392)	0.034 (0.570)	0.266 (0.573)	0.318 (0.573)
営業繰入比率	-0.351 (0.385)	-0.636 (0.389)	-0.381 (0.386)	0.125 (0.182)	0.023 (0.187)	0.074 (0.185)	0.004 (0.268)	-0.168 (0.272)	-0.080 (0.270)
資本繰入比率	-0.024 (0.048)	-0.022 (0.048)	-0.024 (0.048)	-0.004 (0.022)	-0.005 (0.023)	-0.003 (0.023)	0.053 (0.033)	0.053 (0.033)	0.053 (0.033)
企業債償還比率	-0.076* (0.033)	-0.065* (0.033)	-0.068* (0.033)	-0.000 (0.016)	0.010 (0.016)	0.015 (0.016)	-0.042 (0.023)	-0.031 (0.023)	-0.024 (0.023)
現在給水人口当たり営業費用	0.128 (0.176)	0.068 (0.177)	0.144 (0.177)	0.112 (0.083)	0.129 (0.085)	0.159 (0.085)	0.331** (0.122)	0.323** (0.124)	0.359** (0.124)
現在給水人口当たり負債	0.004 (0.009)	0.001 (0.009)	0.004 (0.009)	0.007 (0.004)	0.007 (0.004)	0.007 (0.004)	0.026** (0.006)	0.024** (0.006)	0.024** (0.006)
有収率	-1.435** (0.402)	-1.533** (0.402)	-1.498** (0.405)	-0.185 (0.190)	-0.287 (0.193)	-0.276 (0.194)	-0.549* (0.280)	-0.639* (0.281)	-0.543 (0.282)
施設利用率	0.212 (0.257)	0.223 (0.255)	0.174 (0.256)	-0.157 (0.121)	-0.150 (0.122)	-0.126 (0.123)	-0.896** (0.179)	-0.854** (0.179)	-0.824** (0.179)
配水管使用効率	-0.010 (0.022)	-0.010 (0.022)	-0.010 (0.022)	0.001 (0.010)	0.001 (0.010)	0.001 (0.010)	0.004 (0.015)	0.003 (0.015)	0.003 (0.015)
現在給水人口当たり浄水場配水池	13100.4** (3642.7)	16963.1** (3681.1)	13984.7** (3661.6)	2087.6 (1721.5)	4255.2* (1765.7)	4628.9** (1752.6)	10661.8** (2534.7)	13516.4** (2576.7)	12377.0** (2556.8)
現在給水人口当たり配水管	-81.0 (185.4)	-53.7 (185.4)	-76.1 (185.7)	8.4 (87.6)	17.6 (88.9)	11.4 (88.9)	-58.1 (129.0)	-44.6 (129.8)	-55.1 (129.7)
年度ダミー	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
_cons	1,279.067** (43.360)	1,233.831** (44.155)	1,280.366** (43.710)	170.904** (20.492)	171.512** (21.180)	170.097** (20.922)	1,608.636** (30.172)	1,590.646** (30.908)	1,593.029** (30.522)
標本数	8064	8064	8064	8064	8064	8064	8064	8064	8064
Ftest	17.52441**	17.87021**	16.47093**	11.65531**	2.133007**	2.190778**	94.18545**	89.63997**	89.97961**
Log-likelihood	-47470.9	-47466.8	-47483.3	-41426.9	-41542.7	-41542	-44546.6	-44590.5	-44587.2
Breusch and Pagan test	28034.48**	27609.13**	27793.78**	12622.46**	12012.07**	12175.65**	28133.06**	27484.51**	27286.64**
Hausman test	93.19**	156.13**	97.02**	34.17**	53.63**	78.66**	132.18**	221.78**	218.88**

備考) 数値は回帰係数, 括弧内はロバスト標準誤差を表す。なお, **は有意水準1%, *は同5%を表す。

パネル B 都道府県営用水供給事業体

	都道府県営								
	基本料金			超過料金			10m3当たり料金		
	(1B)	(2B)	(3B)	(4B)	(5B)	(6B)	(7B)	(8B)	(9B)
受水量	0.002 (0.001)			-0.000 (0.001)			0.001 (0.001)		
受水量二乗	-2.9E-09 (3.3E-09)			3.2E-11 (1.4E-09)			-6.6E-10 (2.2E-09)		
受水割合		2.363 (1.890)			0.632 (0.787)			0.373 (1.265)	
受水割合二乗		-0.013 (0.013)			-0.004 (0.005)			-0.006 (0.009)	
受水費			0.709 (0.662)			0.125 (0.276)			1.584 ** (0.442)
受水費二乗			-0.007 (0.005)			-0.001 (0.002)			-0.010 ** (0.003)
市長選挙	-0.835 (1.420)	-0.840 (1.419)	-0.824 (1.419)	1.014 (0.591)	1.006 (0.591)	1.009 (0.591)	-0.562 (0.951)	-0.528 (0.950)	-0.571 (0.947)
議員選挙	-1.458 (1.491)	-1.370 (1.492)	-1.595 (1.493)	-0.116 (0.621)	-0.096 (0.621)	-0.126 (0.622)	-0.257 (0.998)	-0.259 (0.998)	-0.312 (0.997)
営業繰入比率	-1.019 (0.933)	-1.076 (0.935)	-0.884 (0.938)	1.203 ** (0.389)	1.184 ** (0.389)	1.202 ** (0.391)	-1.300 * (0.625)	-1.325 * (0.626)	-1.401 * (0.626)
資本繰入比率	-0.040 (0.116)	-0.031 (0.116)	-0.035 (0.116)	0.020 (0.048)	0.020 (0.048)	0.018 (0.048)	-0.010 (0.078)	0.000 (0.078)	-0.020 (0.078)
企業債償還比率	-0.184 (0.110)	-0.184 (0.110)	-0.184 (0.110)	-0.012 (0.046)	-0.011 (0.046)	-0.013 (0.046)	0.001 (0.073)	-0.001 (0.073)	-0.017 (0.073)
現在給水人口当たり営業費用	-0.753 (1.324)	-0.761 (1.325)	-0.644 (1.325)	0.400 (0.551)	0.341 (0.552)	0.362 (0.552)	-0.478 (0.887)	-0.350 (0.887)	-0.719 (0.885)
現在給水人口当たり負債	0.018 (0.083)	0.022 (0.082)	0.030 (0.082)	-0.018 (0.034)	-0.020 (0.034)	-0.019 (0.034)	0.186 ** (0.055)	0.186 ** (0.055)	0.195 ** (0.055)
有収率	-2.732 ** (0.944)	-2.996 ** (0.935)	-3.124 ** (0.939)	-0.207 (0.393)	-0.195 (0.389)	-0.193 (0.391)	2.458 ** (0.632)	2.381 ** (0.626)	2.345 ** (0.627)
施設利用率	1.500 ** (0.579)	1.184 * (0.541)	1.120 * (0.541)	-0.056 (0.241)	-0.018 (0.225)	-0.027 (0.225)	0.085 (0.387)	-0.003 (0.362)	-0.042 (0.361)
配水管使用効率	-0.048 (0.083)	-0.045 (0.083)	-0.049 (0.083)	0.000 (0.034)	0.001 (0.034)	0.000 (0.034)	-0.040 (0.055)	-0.042 (0.055)	-0.045 (0.055)
現在給水人口当たり浄水場配水池	39423.3 * (18180.5)	45752.0 * (18963.1)	36039.9 * (18181.3)	1262.8 (7568.2)	951.1 (7892.3)	1273.2 (7569.4)	25772.6 * (12174.0)	24570.3 (12690.3)	23262.1 (12136.7)
現在給水人口当たり配水管	7145.6 (4466.8)	6770.3 (4483.6)	7370.3 (4472.1)	287.7 (1859.4)	153.2 (1866.0)	320.4 (1861.9)	4293.5 (2991.0)	4699.1 (3000.5)	4994.8 (2985.3)
年度ダミー	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
_cons	1,301.507 ** (123.401)	1,305.448 ** (124.897)	1,404.475 ** (110.489)	153.901 ** (51.370)	123.123 * (51.981)	145.284 ** (46.000)	1,302.137 ** (82.632)	1,335.784 ** (83.583)	1,325.308 ** (73.755)
標本数	2416	2416	2416	2416	2416	2416	2416	2416	2416
Ftest	3.035 **	3.021 **	3.059 **	1.032 **	1.061 **	1.033 **	15.888 **	16.009 **	16.617 **
Log-likelihood	-14257.3	-14257.5	-14257.0	-12139.9	-12139.6	-12139.9	-13288.4	-13287.1	-13280.6
Breusch and Pagan test	8096.83 **	8061.67 **	8070.71 **	3736.37 **	3787.6 **	3841.52 **	8293.55 **	8218.81 **	8043 **
Hausman test	118.9 **	142.68 **	141.35 **	20.28 **	21.41 **	25.84 **	132.54 **	190.57 **	179.3 **

備考) 数値は回帰係数, 括弧内はロバスト標準誤差を表す。なお, **は有意水準 1%, *は同 5%を表す。

パネル C 企業団営用水給水事業体

	企業団営								
	基本料金			超過料金			10m3当たり料金		
	(1C)	(2C)	(3C)	(4C)	(5C)	(6C)	(7C)	(8C)	(9C)
受水量	0.003 **			1.2E-04			0.003 **		
	(0.001)			(1.3E-04)			(0.001)		
受水量二乗	-4.0E-09			-7.9E-11			-4.5E-09		
	(2.3E-09)			(1.3E-10)			(2.5E-09)		
受水割合		5.864 **			0.292			6.595 **	
		(1.209)			(0.487)			(1.333)	
受水割合二乗		-0.036 **			0.001			-0.039 **	
		(0.010)			(0.004)			(0.012)	
受水費			-0.059			-0.202			-0.184
			(0.649)			(0.425)			(0.718)
受水費二乗			0.002			0.002			0.002
			(0.006)			(0.004)			(0.007)
市長選挙	0.301	0.072	0.148	0.957	0.929	0.939	1.007	0.747	0.887
	(1.292)	(1.272)	(1.297)	(0.977)	(0.976)	(0.977)	(1.430)	(1.402)	(1.434)
議員選挙	1.835	1.970	1.805	-0.325	-0.360	-0.336	1.385	1.563	1.375
	(1.335)	(1.314)	(1.340)	(1.009)	(1.009)	(1.010)	(1.476)	(1.449)	(1.481)
営業繰入比率	0.014	-0.890	0.167	-0.527	-0.642	-0.493	1.313 *	0.198	1.476 *
	(0.552)	(0.569)	(0.552)	(0.366)	(0.366)	(0.366)	(0.610)	(0.628)	(0.610)
資本繰入比率	0.042	0.029	0.045	0.081	0.076	0.085	0.185	0.169	0.186
	(0.099)	(0.098)	(0.100)	(0.071)	(0.071)	(0.071)	(0.110)	(0.108)	(0.110)
企業債償還比率	-0.010	-0.006	-0.003	0.010	0.012	0.011	-0.007	-0.005	-0.000
	(0.043)	(0.042)	(0.043)	(0.032)	(0.032)	(0.032)	(0.048)	(0.047)	(0.048)
現在給水人口当たり営業費用	3.355 **	1.928 **	3.410 **	1.191 **	0.988 *	1.228 **	2.558 **	0.873	2.584 **
	(0.617)	(0.650)	(0.622)	(0.410)	(0.420)	(0.411)	(0.682)	(0.717)	(0.687)
現在給水人口当たり負債	0.024	0.006	0.018	-0.013	-0.013	-0.014	-0.005	-0.024	-0.007
	(0.036)	(0.036)	(0.037)	(0.026)	(0.026)	(0.026)	(0.040)	(0.040)	(0.040)
有収率	0.673	0.397	0.733	-0.409	-0.482	-0.330	-0.876	-1.214	-0.867
	(0.803)	(0.794)	(0.810)	(0.442)	(0.437)	(0.438)	(0.888)	(0.875)	(0.896)
施設利用率	2.078 **	1.908 **	1.571 **	-0.217	-0.273	-0.250	0.772	0.673	0.277
	(0.432)	(0.404)	(0.399)	(0.248)	(0.245)	(0.247)	(0.478)	(0.445)	(0.441)
配水管使用効率	-3.487	-4.164 *	-2.734	-3.947 **	-3.247 **	-3.401 **	-3.774	-4.762 *	-3.118
	(2.145)	(2.117)	(2.143)	(0.661)	(0.517)	(0.519)	(2.373)	(2.333)	(2.368)
現在給水人口当たり浄水場配水池	16027.5 *	4550.5	17331.6 *	1767.2	2501.5	1290.8	3191.4	21231.7 *	4008.1
	(7897.4)	(8458.4)	(8006.6)	(4438.8)	(4635.8)	(4465.5)	(8735.1)	(9323.5)	(8848.6)
現在給水人口当たり配水管	1.5	32.6	22.5	5.3	5.5	2.5	31.4	75.2	14.0
	(141.3)	(139.3)	(141.8)	(104.9)	(104.7)	(104.7)	(156.3)	(153.6)	(156.7)
年度ダミー	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
_cons	1,067.718 **	1,011.240 **	1,109.170 **	250.124 **	237.216 **	240.496 **	1,723.003 **	1,635.125 **	1,754.602 **
	(108.866)	(98.982)	(98.279)	(46.262)	(44.972)	(45.597)	(120.414)	(109.106)	(108.615)
標本数	1256	1256	1256	1256	1256	1256	1256	1256	1256
Ftest	15.193 **	17.181 **	14.672 **				17.110 **	19.633 **	16.683 **
Log-likelihood	-6794.0	-6775.0	-6799.1				-6920.6	-6897.4	-6924.6
Breusch and Pagan test	4645.04 **	4671.9 **	4575.73 **	1699.74 **	1633.45 **	1711.45 **	4109.06 **	4030.89 **	4012.24 **
Hausman test	43.24 **	32.7 **	35.71 **	2.55	1.41	2.22	71.14 **	61.44 **	68.45 **

備考) 数値は回帰係数, 括弧内はロバスト標準誤差を表す。なお, **は有意水準 1%, *は同 5%を表す。

2. 4 社会的最適価格と分権的最適水道価格の違い

参考文献

- Meran, G., Siehlow, M., & von Hirschhausen, C. (2021). Water tariffs. In *The Economics of Water: Rules and Institutions* (pp. 123-184). Springer Nature.
- Lundin, E. (2017). Price mimicking under cost-of-service regulation: the Swedish water sector. *Journal of Regulatory Economics*, 52(3), 313-332.
- OECD, (2010). Pricing water resources and water and sanitation services. OECD studies on water.
- Urakami, T. (2007). Economies of vertical integration in the Japanese water supply industry. *Jahrbuch für Regionalwissenschaft*, 27(2), 129-141.
- Urakami, T., & Parker, D. (2011). The effects of consolidation amongst Japanese water utilities: A hedonic cost function analysis. *Urban Studies*, 48(13), 2805-2825.
- Zschille, M. (2015). Consolidating the water industry: An analysis of the potential gains from horizontal integration in a conditional efficiency framework. *Journal of Productivity Analysis*, 44(1), 97-114.
- Zschille, M. (2016). Cost structure and economies of scale in German water supply. DIW Berlin Discussion Paper No. 1576
- 太田正. (2012). 水道広域化の動向と事業構造の再編. *水資源・環境研究*, 25(1), 24-36.
- 笠井文雄・吉本尚史. (2019). 人口減少社会における水道料金体系の再検討. Waseda Institute of Water Cycle System Research, Working Paper Series, WCSR 001 – 2019.
- 菅原宏太(2021). 「用水供給事業普及による料金平準化：水道事業における上下分離方式の導入」 *月刊地方財政*：掲載予定.
- 総務省（2018）. 「水道事業についての現状と課題」 (https://www.soumu.go.jp/main_content/000562829.pdf：2022年5月8日閲覧日).