

地方分権に関する基本問題についての
調査研究会・専門分科会 報告書
(財政マネジメントの強化)

(座長：堀場 勇夫)

令和4年3月

一般財団法人 自治総合センター

はしがき

第1次・第2次地方分権改革では、国と地方の関係を対等・協力の関係に変えるという理念の下、地域が自らの創意と工夫により課題を解決するための制度的基盤の構築が図られてきた。

平成25年6月に「第3次一括法」、平成26年5月に「第4次一括法」が成立し、地方公共団体に対する事務・権限の移譲や義務付け・枠付けの見直し等が進められてきた。

さらに、地方の発意に根ざした取組を推進する新たな手法として、個々の地方公共団体等から地方分権改革に関する提案を広く募集し、それらの提案の実現に向けて検討を行う「提案募集方式」が平成26年から導入された。

「提案募集方式」による地方公共団体等からの提案等を踏まえ、事務・権限の移譲や義務付け・枠付けの見直し等を一層推進するため、平成27年6月に「第5次一括法」、平成28年5月に「第6次一括法」、平成29年4月に「第7次一括法」、平成30年6月に「第8次一括法」、令和元年5月に「第9次一括法」、令和2年6月に「第10次一括法」、令和3年5月には「第11次一括法」が成立した。

このような地方分権に関する種々の改革の進展や課題を視野に入れながら、地方分権に関する基本問題について先進的かつ実践的な調査研究を実施するため、平成16年度に本研究会を設置し、検討を重ねてきた。令和3年度においては、新型コロナウイルス感染症拡大防止への対応のため、令和2年度に引き続きリモート形式により研究会を開催しており、本報告書は、その成果をとりまとめたものである。

本報告書が、我が国の地方税財政を考える上での一助となれば幸いである。

なお、本研究会は、一般財団法人全国市町村振興協会と一般財団法人自治総合センターが共同で実施したものである。

令和4年3月

一般財団法人 全国市町村振興協会
理事長 坂本 森 男
一般財団法人 自治総合センター
理事長 荒木 慶 司

地方分権に関する基本問題についての調査研究会

・専門分科会（財政マネジメントの強化）

委員名簿

座長	堀場 勇夫	青山学院大学名誉教授
座長代理	中井 英雄	大阪経済法科大学国際学部教授
	足立 泰美	甲南大学経済学部教授
	井田 知也	近畿大学経済学部教授
	倉本 宜史	京都産業大学経済学部准教授
	小川 光	東京大学大学院経済学研究科・ 公共政策大学院教授
	齊藤 仁	和歌山大学経済学部准教授
	齊藤由里恵	中京大学経済学部准教授
	篠崎 剛	東北学院大学経済学部教授
	塩津ゆりか	京都産業大学経済学部准教授
	菅原 宏太	京都産業大学経済学部教授
	柳原 光芳	名古屋大学大学院経済学研究科教授

目 次

第1章 令和3年度調査報告

- 事業者間での料金平準化の要因分析 3
- 水道事業における民間委託の効率性分析 24
- 水道料金体系における戦略的相互依存関係 52
- 都市スプロールが水道サービスの供給費用に及ぼす影響 . 72
- 用水供給事業を中心とした広域化の一考察 - 広域化の事例
をふまえて - 122

第 1 章

令和 3 年度調査報告

事業者間での料金平準化の要因分析

菅原宏太¹

地方分権に関する基本問題についての調査研究会・専門分科会
第1回研究会報告（2021年6月25日）

1. はじめに

人口減少がもたらす需要水量と料金収入の減少の一方で、施設の老朽化による更新投資のための支出増が見込まれることから、水道事業財政は独立採算の維持が難しくなると予想されている。

地方公営企業の料金設定の考え方である総括原価主義に基づけば、公営企業の料金は、単に営業費や支払利息等の原価を反映するだけではなく、公営企業の健全な運営を確保する上で必要となる事業報酬も含めて設定されるべきである²。つまり、水道事業においては、料金回収率（＝供給単価÷給水原価×100）は100%を超えていることが求められる³。

しかしながら、総務省（2019）によると、料金回収率の平均値は末端給水事業者全体だと104%となっているものの、人口1～1.5万人の事業者だと96.8%、1万人以下の事業者では80%台と、100%を大きく下回っている。同時に、これらの小規模事業者では、赤字団体の比率が2割に達していることも示されている⁴。また、矢根（2016）も、料金回収率と経常収支比率の間には強い相関関係があること、経常収支が赤字の団体すべてで料金回収率が100%を下回っていることを指摘している。

このようになる理由は図1からうかがえる。つまり、給水原価の高い事業者においては、住民への高負担を避ける目的で高料金対策が採られるため、料金回収率が低くなるのである。ただし、図1からは給水原価が同水準の事業者間であっても料金回収率が大きく異なる例も散見される。つまり、料金回収率を引き下げる要因は給水原価の絶対的な高さだけではないといえよう。

給水原価と料金回収率のこの関係を別の角度から捉えると、給水原価の格差に比べて供給単価の格差が小さくなっていると解釈できる。本稿では、このことを「料金平準化」と呼

¹ 京都産業大学経済学部 sugahara@cc.kyoto-su.ac.jp

² 総務省（2020）p.2～12を参照。

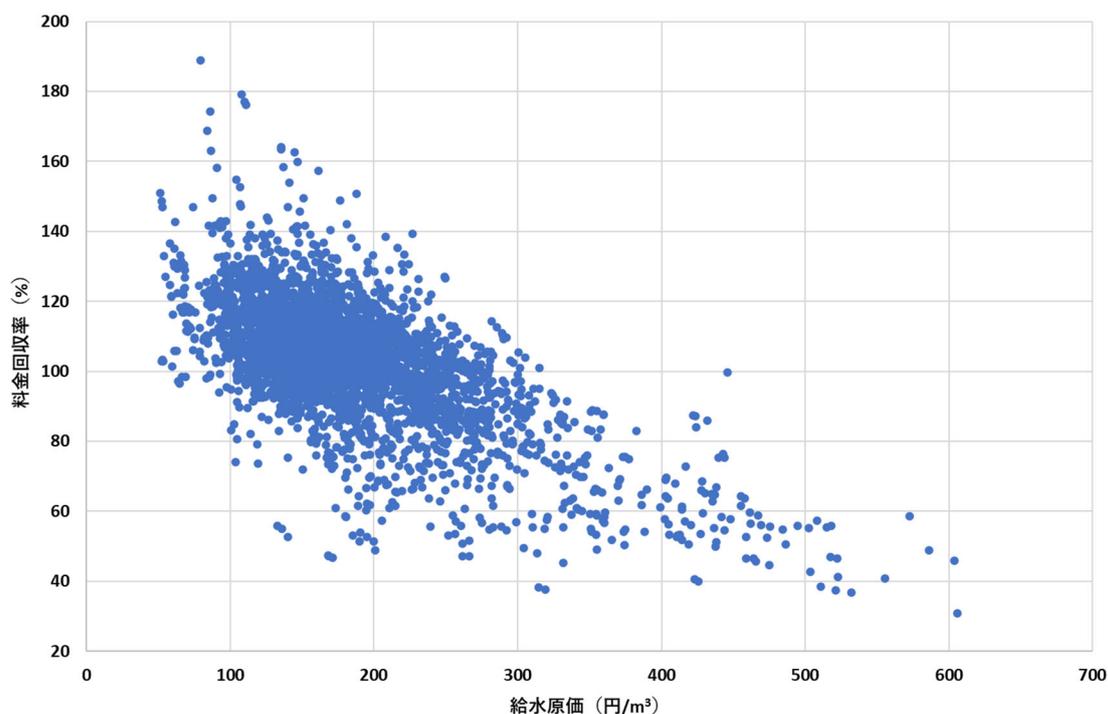
³ ここで、供給単価＝給水収益÷年間総有収水量、給水原価＝[経常経費－（受託工事費＋材料及び不用品売却原価＋附帯事業費）－長期前受金戻入]÷年間総有収水量である。

⁴ 総務省（2019）p.4より。2017年度のデータに基づく。

ぶ。料金平準化の程度が著しいということは、一部の事業者において総括原価主義はもとより独立採算も放棄されていることを意味する。また、地方財政学の理論に基づくと、料金平準化は全体の料金回収率低下を招くおそれもある。つまり、料金平準化は是正されるべき現象だといえる。

そこで、本稿では、都道府県別での料金平準化の実態について次の 2 つのアプローチから考察し、その是正について検討する。第 1 に、図 1 について、更に幾つの変数を加えた回帰分析によって料金回収率の差異の地域的な要因を明らかにする。第 2 に、平準化指標を用いた分析によって料金平準化を是正する方法を検討する。本稿の分析結果からは、末端給水事業者の事業統合などのいわゆる広域化だけでなく、取水から浄水場処理までを分離し、都道府県営もしくは企業団営の用水供給事業として一括して運営するという、水道事業における上下分離方式の導入も、料金平準化の是正に有効であることが示唆される。

図 1 給水原価と料金回収率（市町村営末端給水、2014 - 2018 年度、外れ値除く）



2. 料金回収率についての回帰分析

まず、第 1 の分析のために、2009 年度と 2014 年度の市町村営末端水道事業者のデータを用いる。異常値を除外したクロスセクションのサンプル数は 1,203 事業者である。ここで、このような乖離した年度を用いる理由は、説明変数として用いる大規模事業所比率が経済センサスから抽出したデータだからである。

被説明変数は各事業者の料金回収率である。これに対して以下の説明変数を用いる。第1は、図1をトレースするための給水原価（円/m³）である。

第2に、低所得者比率（＝均等割のみ納税義務者/納税義務者総数）である。これは、各事業者において再分配政策の一環としての料金設定が行われている可能性を踏まえたものである。低所得者が多い市町村において、給水原価に対して低めの水道料金が設定されていたとすると、そのような事業者の全体的な供給単価も低めとなることで料金回収率を引き下げると考えられる。

第3は財政力指数である。これは次の2パターンのシナリオが考えられる。1つ目は、財政力指数が高い、つまり一般会計に財政的な余裕のある団体が、水道事業への繰入を多くすることで住民の水道料金負担を抑えているというものである。この場合、財政力指数は料金回収率に対して負相関を示すと考えられる。一方、もう1つのパターンとしては、財政力指数が低く、より多くの地方交付税を得ている団体が一般会計繰入を多くしている可能性がある。この場合、財政力指数と料金回収率は正相関となる。いずれにせよ、財政力指数は上の低所得者比率の相関が考えられるため、単純な最小二乗法だけでなく二段階最小二乗法による推定も試みる。

第4は、大規模事業所比率（従業員数50人以上の事業所数/その産業の総事業所数）である。大規模な事業所は水道の大口需要者と考えられるが、それらが地域内により多く立地している事業者は、大口需要者からの料金収入によって事業収支を維持できている可能性が考えられる。つまり、料金回収率に対して正の相関が考えられる。本稿では、一般的に水道を多く使用すると考えられる産業を想定し、その中から料金回収率との試算的な単回帰分析によって有意な結果が確認できた、製造業、電気・ガス・熱供給・水道業（以下、電気など）、卸売・小売業、飲食・宿泊業、生活関連サービスおよび娯楽業、福祉・医療の6つの産業の大規模事業所比率を説明変数として用いる。

これらに加えて、2年度のデータではあるがパネルデータを構築していることを利用して、個別および年次の固定効果も考慮した。

表 1 料金回収率の回帰分析

被説明変数	パネル OLS						パネル TLSL	
	料金回収率	料金回収率	料金回収率	料金回収率	料金回収率	料金回収率	料金回収率	料金回収率
	2406	2406	2406	2406	2406	2406	2406	2406
サンプル数	2406	2406	2406	2406	2406	2406	2406	2406
説明変数	係数	係数	係数	係数	係数	係数	係数	係数
定数	169.875***	164.107***	170.178***	163.497***	163.603***	160.43***	152.238***	
給水原価	-0.331***	-0.331***	-0.331***	-0.331***	-0.332***	-0.333***	-0.304***	
低所得者比率	-0.036	0.016						
財政力指数	-10.226***		-10.037***					
製造業	-0.243***	-0.247**	-0.253**	-0.237**	-0.238**	-0.236**	9.371	-0.191
電気・ガス・熱供給・水道業	0.056***	0.061***	0.056***	0.060***	0.063***	0.065***	0.075**	
卸売・小売業	0.528			0.512				
飲食・宿泊業	-0.110	-0.077	-0.054	-0.133				
生活関連サービス・娯楽業	-0.244	-0.199	-0.253	-0.195				
福祉・医療	-0.130	-0.126	-0.133	-0.125				
補正後決定係数	0.884	0.883	0.884	0.883	0.883	0.882	0.879	
赤池情報量基準	6.530	6.538	6.530	6.537	6.538			

***は 1%水準、**は 5%水準において有意。

操作変数 操作変数
低所得比率 低所得比率, log 有収水量

推定結果をまとめた表 1 からは次のことが分かる。第 1 に、低所得者比率の係数推定量は有意ではなく、再分配目的の料金設定がたとえされていたとしてもそれは料金回収率に影響していない。そもそも、再分配政策の一環としての料金体系は、篠崎ほか（2021）で扱われているとおり個別原価方式の問題であるから、各事業者において実際にはそういった料金設定が行われていたとしても、それが即座に料金回収率に影響しているわけではないと考えられる。

第 2 に、財政力指数の係数推定量は有意に負であることから、一般会計に財政的な余裕のある団体は水道事業会計への繰入を多くすることによって水道料金を抑制している可能性が考えられる。ただし、低所得者比率および各事業者の規模を考慮するための有収水量を操作変数とした二段階最小二乗法による推定結果では、財政力指数は有意ではないため、一般会計繰入の効果については、別途検証する必要がある。

第 3 に、大規模事業所比率の係数推定量については、製造業が有意に負、電気ほか有意に正となった。このうち、製造業の大規模事業所は工業団地にあり、水道ではなく工業用水道を利用している可能性がある。また、水道ではなく地下水を利用することで料金負担を回避している可能性も考えられる。いずれにせよ、製造業の大規模事業所の立地は料金回収率を悪化させているようである。一方で、電気ほかの立地は料金回収率の改善に寄与しているといえる。

次に、個別固定効果を外し、都道府県ダミー変数を用いて、料金回収率と給水原価の基本的な関係が都道府県間で異なるかどうかを検証した。この推定では、表 1 のパネル OLS 推定において有意だった財政力指数と製造業および電気ほかの大規模事業所比率を共通の説明変数として用いた。また、県内すべての事業者の料金回収率が 100%を超えている香川県をリファレンス・ダミーとした。

表 2 からは次のことが分かる。第 1 に、リファレンス・ダミーである香川県下では、料金回収率と給水原価の負相関で表される料金平準化は見られない。第 2 に、香川県と同様に、県内では料金平準化が見られない府県がある一方で、強い平準化が見られる都道府県もあり、料金平準化の状況は都道府県間で差異がある。試みに、給水原価の係数推定量が有意に負となる県の割合を東日本（北海道～三重県）と西日本（滋賀県～沖縄県）とに分けて見ると、東日本で 50.0%、西日本で 39.1%と、東日本において県内での料金平準化が見られる団体が多い。

このことから、パネルデータによって全国的な傾向を考察するよりも、都道府県別の違いに着目する方が、料金平準化についてより立ち入った考察ができると考えられる。そこで、次節以降の平準化指標を用いた分析においては、主に都道府県の差異に着目して料金平準化を考察していく。

表2 都道府県ダミーを用いた料金回収率の回帰分析

	切片	係数 (給水原価)		切片	係数 (給水原価)
北海道	19.642	-0.135 **	滋賀県	9.332	-0.116
青森県	18.352	-0.110	京都府	0.516	-0.097
岩手県	20.063	-0.143 **	大阪府	19.127	-0.152 **
宮城県	17.265	-0.112	兵庫県	9.319	-0.134 **
秋田県	22.774	-0.163 **	奈良県	23.146	-0.149 **
山形県	30.600 ***	-0.164 **	和歌山県	14.433	-0.107
福島県	39.130 ***	-0.234 ***	鳥取県	14.068	-0.173
茨城県	15.365	-0.122	島根県	12.377	-0.119
栃木県	29.292 **	-0.214 ***	岡山県	11.369	-0.129
群馬県	-6.074	0.010	広島県	12.470	-0.118
埼玉県	11.504	-0.135	山口県	9.384	-0.147 **
千葉県	23.893 **	-0.155 **	香川県 (ref.)	118.424 ***	-0.027
東京都	54.674 ***	-0.324 ***	徳島県	35.891 ***	-0.293 ***
神奈川県	-12.786	0.014	愛媛県	0.738	-0.065
新潟県	26.709 **	-0.208 ***	高知県	1.531	-0.052
富山県	-10.538	0.004	福岡県	26.463 **	-0.175 ***
石川県	5.834	-0.092	佐賀県	23.615	-0.149 **
福井県	13.821	-0.202 ***	長崎県	28.257	-0.178 *
山梨県	-9.392	-0.091	熊本県	21.839	-0.181 **
長野県	31.150 **	-0.202	大分県	9.316	-0.092
岐阜県	19.812	-0.157 **	宮崎県	13.131	-0.133
静岡県	10.504	-0.125	鹿児島県	13.384	-0.135
愛知県	28.237 **	-0.214 ***	沖縄県	43.804 **	-0.282 ***
三重県	7.390	-0.115			
他の説明変数	係数				
財政力指数	-7.259 ***				
製造業	0.115 *				
電気・ガス等	0.027				
時間固定効果	yes				
補正後 R ²	0.495				

***は1%水準、**は5%水準において有意。

3. 平準化指標の考え方

3.1. 平準化指標のイメージ

本稿では、料金平準化を捉えるために、給水原価ジニ係数、供給単価ジニ係数、供給単価集中度係数の格差指標、およびこれらから導出されるカクワニ係数と順位移動係数を用いる。これら2つの係数を本稿では平準化指標と呼ぶ。

ジニ係数は、観察対象グループ内の格差が小さいと小さな値となる指標であり、一般的には所得税や社会保障といった再分配政策を評価する研究において用いられる⁵。社会厚生関数にある一定の仮定を置いた場合、格差が縮小するほど社会厚生が高くなるという厚生経済学の理論的な帰結があり、それを根拠として当初所得のジニ係数に対して再分配所得のジニ係数がどの程度小さくなっているかを考察すれば、経済学の見地から再分配政策の有効性を評価することができる。

しかしながら本稿では、1節で述べたように水道事業の独立採算の観点から見て、むしろ「適正ではない」ことを捉えるためにこれらの指標を用いる。例えば、仮に、観察対象とする末端給水事業者のすべてが、給水原価の高低にかかわらず料金回収率100%となるように水道料金を設定していたとすると、給水原価ジニ係数と供給単価ジニ係数は等しくなる。しかしながら、図1のように、給水原価の高い事業者ほど料金回収率が低いという状況の下では、給水原価ジニ係数よりも供給単価ジニ係数の方が小さな値になる。すなわち、両者の差が大きければ大きいほど、給水原価の高い事業者において、給水に係る費用に「料金収入以外の財源」がより多く充てられていると解釈できる。

ただし、ジニ係数の比較から料金平準化について考察するだけでは、本質的な問題を捉えることができない。そのことを簡単な数値例で見てみよう。いま、A市とB市の給水原価と供給単価が表3のとおりだったとする。

表3 料金平準化の考察のための数値例

	給水原価	供給単価
A市	240 円/m ³	120 円/m ³
B市	160 円/m ³	160 円/m ³

このような2市の状況について、ジニ係数の単純な比較からでは、「給水原価の格差が1.5倍なのに対して供給単価の格差は約1.3倍である」と、供給単価の格差が給水原価のそれよりも縮小していることだけしか言えない。しかしながら、表3の数値例には、給水原価ではB市を上回っているA市の供給単価がB市のそれよりも低くなっているという情報も含まれている。つまり、A市においては、費用と料金の順位が逆転してしまうほどの収入補填が

⁵ 厚生労働省(2017)、Lambert(2001)を参照。

なされているのである。ジニ係数の比較では、この情報を捉えることができない。

そこで、本稿ではこれらのジニ係数だけでなく集中度係数も加えて考察する。こうすることで、表3に対して、「A市の給水原価はB市の1.5倍だが、A市の供給単価はB市の0.75倍にまで低められている」と、視点をA市に固定することでA市での収入補填を捉えながら格差の縮小を解釈することができる。更に、後述のように、収入補填による順位の入替わりの大きさを捉えることもできる。

3.2. 平準化指標の定義

数学的な導出は Lambert (2001) に譲るとして、ここでは図2による概念的な整理によって、本稿で用いる各指標を定義しよう。第1に、給水原価ジニ係数 ($G_{給水}$) は、図2内の破線で示された給水原価ローレンツ曲線に基づいて導出される。ここで重要な点は、観察対象の事業者を「給水原価の小さい順」に並べて算出した給水原価の累積百分比の下で、このローレンツ曲線が描かれているということである。すべての事業者の給水原価が同額の場合、この曲線は45度線と一致し、事業者間で給水原価の格差が大きくなるほどこの曲線は右下方向に拡張する。それに伴い給水原価ジニ係数はより大きな値となる。

第2に、供給単価ジニ係数 ($G_{供給}$) は、図2内の実線で示された供給単価ローレンツ曲線に基づいて導出される。これは、観察対象の事業者を「供給単価の小さい順」に並べて算出した供給単価の累積百分比の下で描かれている。この曲線の性質も、上述と同じである。

第3に、供給単価集中度係数 ($C_{供給}$) は、図2内の一点鎖線で示された供給単価集中度曲線に基づいて導出される。この曲線は、観察対象の事業者を「給水原価の小さい順」に並べて算出した供給単価の累積百分比の下で描かれている。この曲線も基本的には供給単価の格差を表すが、順序を給水原価に固定していることで、順位移動の影響を除いた格差を捉えることができる。

先の表3の解釈と照らし合わせると、破線と実線の比較が「1.5倍から約1.3倍へ」という解釈と対応しており、破線と一点鎖線の比較が「1.5倍から0.75倍へ」という後者の解釈と対応している。

以上の3つの格差指標を用いると、給水原価の格差に対する供給単価の平準化の度合いを次のように分解することができる。

$$G_{給水} - G_{供給} = (G_{給水} - C_{供給}) - (G_{供給} - C_{供給})$$

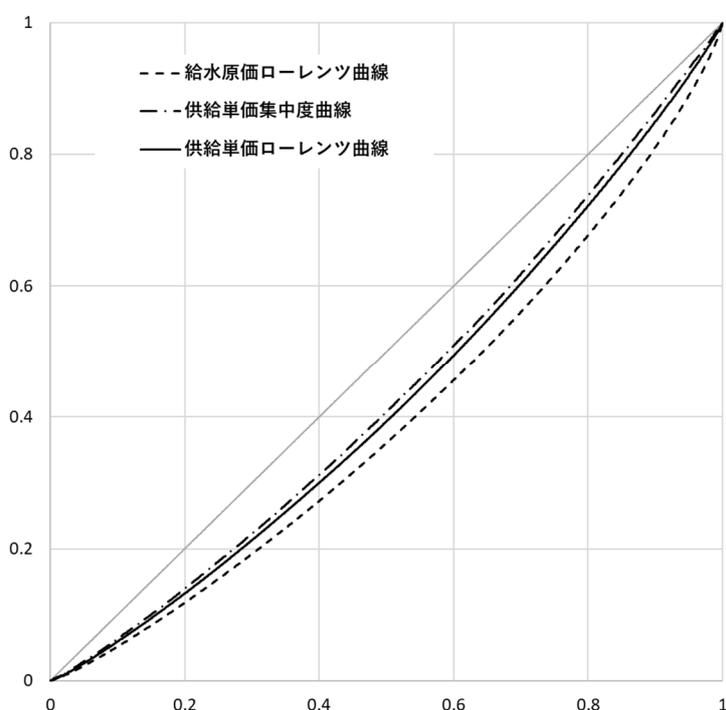
全体の平準化 カクワニ係数 順位移動係数

以降の分析において用いる指標は次の2つである。第1は、カクワニ係数 ($G_{給水} - C_{供給}$) である。これは、事業者の配列基準を給水原価に固定した下で給水原価と供給単価の格差の相違を捉える指標であり、数値が大きいほど「収入補填の累進度」が強いことを示す。つまり、給水原価のより高い事業者ほど有収水量 1m^3 あたりでより多くの収入補填を行う

ことで、給水原価と比べ相対的により低い供給単価を設定していることを表す。先の表3について「1.5倍から0.75倍へ」と解釈しその程度を示すのがこの指標である。

第2は、順位移動係数 ($G_{供給} - C_{供給}$) である。 $G_{供給}$ と $C_{供給}$ はいずれも供給単価の格差を示す指標だが、導出のために用いている配列基準が異なる。そのため、先の表3のような給水原価と供給単価で事業者間の順位が入れ替わる場合は、 $G_{供給}$ と $C_{供給}$ は一致せず順位移動係数が正值となる。つまり、収入補填の累進度とは別に、費用と料金の順位が逆転してしまうほどの収入補填が一部の事業者において行われていることを、この指標によって捕捉することができる。

図2 平準化指標の考え方



4. 料金平準化の実態

4.1 料金平準化の全国的な傾向

これらの指標を用いて、まず全国的な料金平準化の状況を確認しよう。図3では、2003年度から2018年度までの各年版の地方公営企業年鑑に掲載されている末端給水事業者のデータを用いて⁶、給水原価ジニ係数と給水単価集中度係数および各年度のサンプル数の推移

⁶ 都道府県営および企業団営末端給水事業者を含む。ただし、外れ値の検定において外れ

を示した。

図3によると、市町村合併が盛んに行われた2003～2005年度において、給水原価ジニ係数に顕著な低下が見られることから、合併という形態での水道事業の広域化によって給水原価の格差が縮小したことがうかがえる。その一方で、この間の供給単価集中度係数には大きな変化が見られないことから、合併以前には累進的な収入補填の効果が強く働いていたといえよう。

また、図3からは、2014年度以降において供給単価集中度係数の顕著な低下もうかがえる。2014年度からは地方公営企業の会計制度変更によって、減価償却費と長期前受金戻入が計上されることになったため、その影響が表れたものと考えられる。加えて、簡易水道事業の上水道事業化も進められてきているため、これらの影響によって全国的な収入補填の累進度が強まっていることも考えられる。

図4では、それを更にはっきりと示すため、供給単価ジニ係数およびカクワニ係数と順位移動係数も表示した。これによると、2014年度以降においては、カクワニ係数と順位移動係数がともに上昇していることが分かる。したがって、収入補填の累進化と同時に給水原価と供給単価の事業者間での順位の入替わりも進行していることと考えられる。

前節で述べたように、各事業者における独立採算の確立という面から見れば、累進的な収入補填や順位移動は適正ではない。特に、図4からは視覚的にも分かるとおり、給水原価ジニ係数の変化よりも供給単価集中度係数の低下が著しい。つまり、これは、費用削減につながる効率的な経営ではなく、収入補填による料金水準の据え置きがより一層なされていることを示している。このことは、事業の独立採算はもちろんのこと、水道利用者のコスト意識も阻害しているおそれもある。

値と判断されたものを除く。

図3 全国の事業者数と格差指標の推移

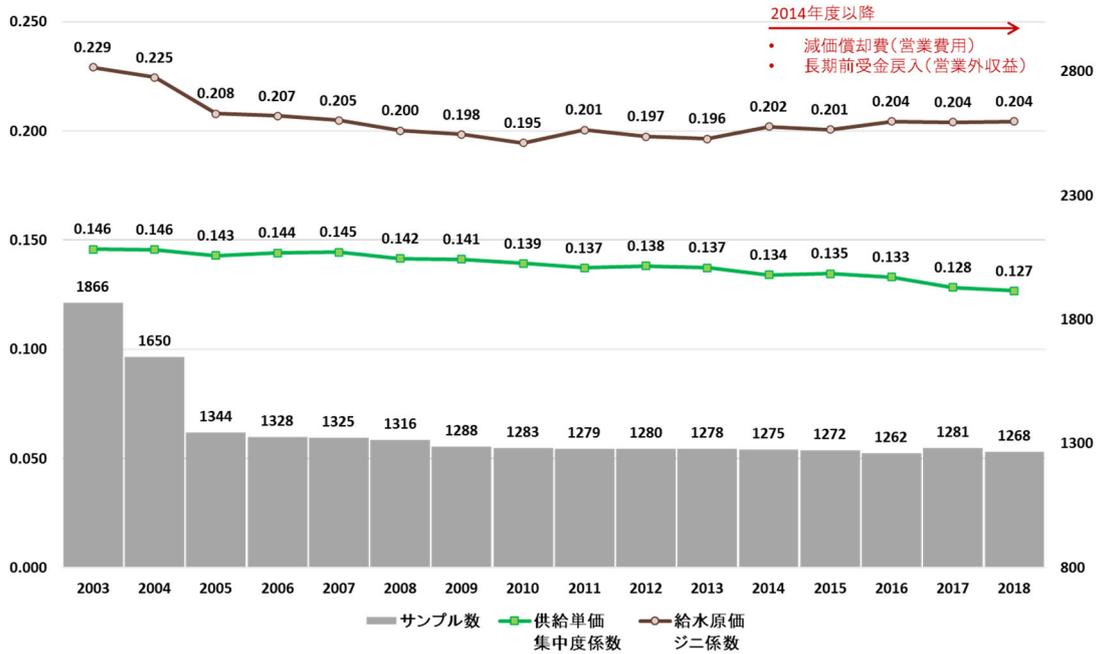
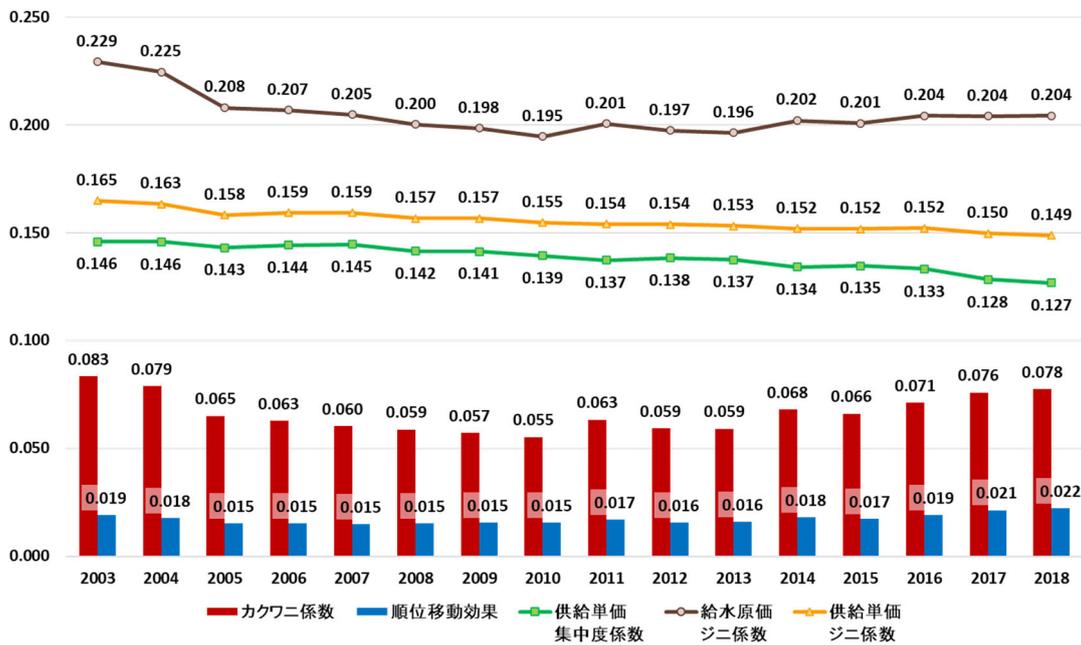


図4 全国の平準化指標の推移



4.2 都道府県別の料金平準化

次に、図5では、都道府県別の給水原価ジニ係数とカクワニ係数を算出しそれらの期間平均値の関係を散布図で示した。

図5によると、給水原価ジニ係数の大きな県ほどカクワニ係数が大きい(相関係数0.636)、

つまり、収入補填の累進度が高く県内での料金の平準化がより強く図られている傾向がうかがえる。例えば、最も低い香川県のカクワニ係数は 0.005、最も高い千葉県は 0.149 という値である。これを更に詳細に比較すると、給水原価ジニ係数は、香川県が 0.088 で千葉県は 0.203 なのに対して、供給単価集中度係数については、香川県は 0.083 で千葉県は 0.055 となっている。つまり、香川県と比べて、千葉県下の事業者では非常に多くの収入補填がなされていると言えよう。

また、図 5 からは、例えば岐阜県と福井県のように、給水原価ジニ係数は同程度であるものの、収入補填の累進度が大きく異なる例も見られる⁷。これら 2 つの県の場合、県下の平均的な料金回収率を見ると、岐阜県が 104.9%なのに対して福井県下では 93.8%である。給水原価ジニ係数が同程度ということは、県下事業者間の給水に係る費用に影響する地理的条件の格差は同程度であることを意味している。したがって、それにもかかわらず収入補填の累進度が高いということは、各事業者における収入補填の妥当性が精査されるべきであろう。

カクワニ係数と順位移動係数の期間平均値の関係を図示した図 6 からは、収入補填の累進度の高い県ほど順位移動が大きいという関係は、明確には確認できない(相関係数 0.294)。ただし、福島県、千葉県はどちらの係数も群を抜いている。また、沖縄県をはじめ、三重県、鳥取県、京都府では、収入補填の累進度はさほど大きくないものの、他府県と比べて大きな順位移動が起こっていることがうかがえる。なかでも、京都府下事業者の平均的な料金回収率は 92.2%と 47 都道府県中で下から 3 番目であり、府下の一部の事業者で給水原価と供給単価の乖離が大きいことがうかがえる。

⁷ 給水原価ジニ係数について、岐阜県は 0.237、福井県は 0.240。一方で、カクワニ係数は岐阜県が 0.054、福井県が 0.134 である。

図5 給水原価ジニ係数とカクワニ係数

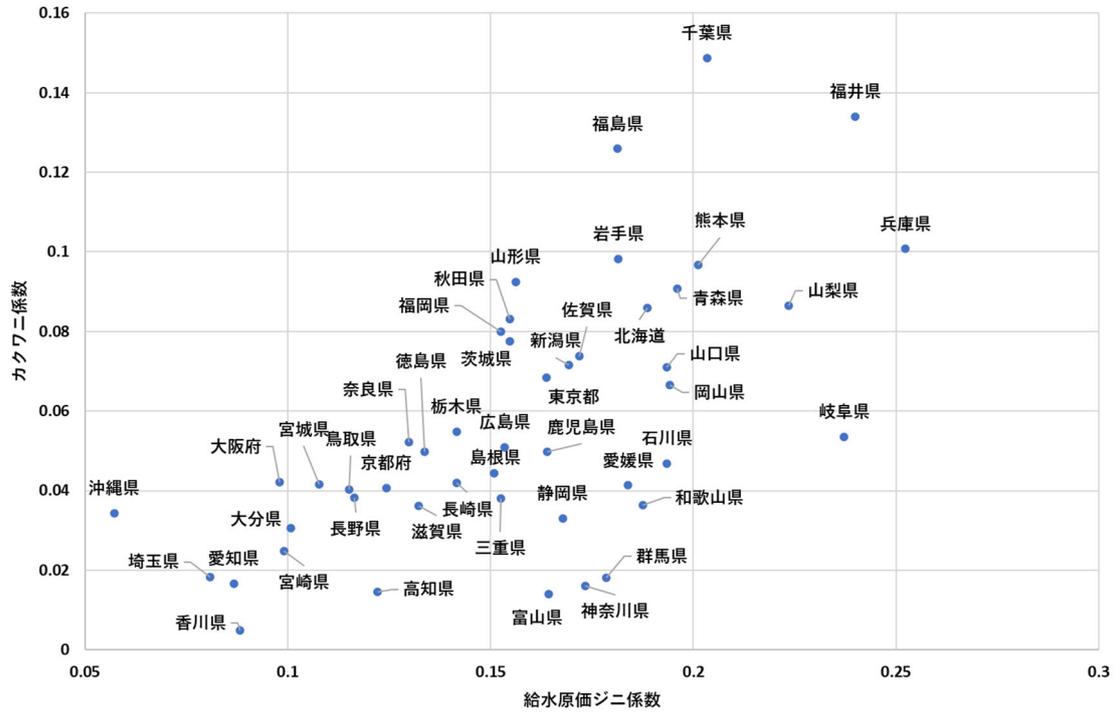
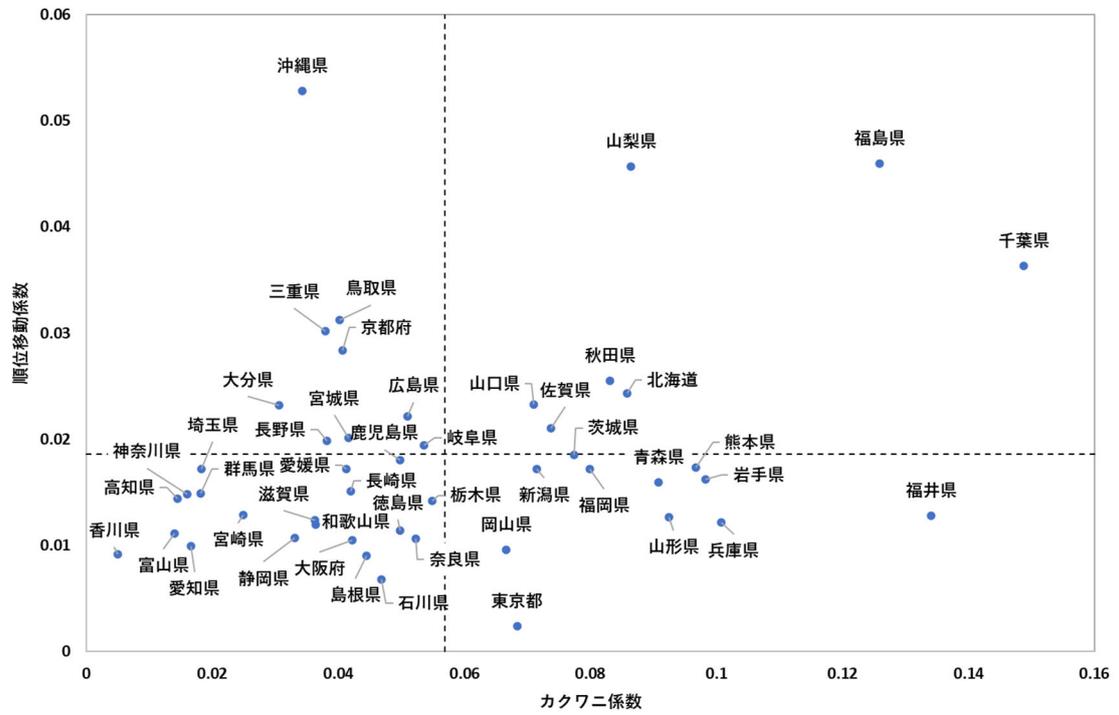


図6 カクワニ係数と順位移動係数



4.3. 料金平準化の理論的背景

このような収入補填による料金平準化の背景として地方財政学の理論から考えられるのが、事業者間での料金参照行動である。市町村営の末端給水事業者を対象とした足立ほか（2021）では、財務要因と費用構造要因をコントロールした下で、近隣事業者間での料金水準の類似性を明らかにした⁸。足立ほか（2021）は、この参照行動の理論モデルとして、為政者によるヤードスティック競争を想定している。すなわち、地方選挙において、有権者が自団体と近隣団体の効用水準を比較することで為政者の政策能力を評価するため、為政者も近隣団体を参照しながら政策水準を決定するという行動原理である。足立ほか（2021）によれば、水道事業については料金体系がヤードスティック競争の政策変数だと考えられる。現実問題として、為政者自身が料金体系を策定しているとは考えにくい。水道局などの地方公営企業職員が議会に料金改定案を提出するにあたって、近隣事業者の水準を参照しそれらと大きく異ならない料金体系を設定している可能性はありうる。

Besley and Case (1995)によれば、一般的に、地方税など住民負担に関するヤードスティック競争は、いわゆる「底辺への競争 (race to bottom)」となる。これは、公共サービスの財源不足を招く「悪い競争」である。水道事業の財政状況や施設の老朽化の現状を踏まえれば、水道料金について「料金引き下げ競争」が起こっているとは想像しにくい。しかしながら、図 5 が示すとおり給水原価の格差が大きな都道府県において収入補填の累進度が高いという事実は、このような参照行動によって、給水に係る費用を反映しない料金水準にとどめるという「料金抑制競争」が生じていることを裏付けるものだけといえよう。今後、更新投資などによる給水原価の上昇が見込まれる一方でこのような料金抑制競争が続いていると、全体的な料金回収率の低下が進行するおそれがある。

5. 料金平準化と広域化

5.1. 分析方法

地方財政学の理論によれば、「悪い競争」としてのヤードスティック競争を是正するための手段として、該当する団体の合併によって参照対象を無くすことや、政策決定の権限を上位団体に移管することが考えられる。水道事業の場合、末端給水事業者の事業統合や市町村営の末端給水事業を都道府県営に移管することである。そこで本稿では、これらが料金平準化に対してどのように影響するかを計量分析する。ここでは、いわゆる広域化の一つの類型として挙げられている事業統合だけでなく、取水から浄水場処理までを分離し、都道府県営もしくは企業団営の用水供給事業として運営することも、料金平準化を是正するための選

⁸ 被説明変数として、基本料金、超過料金、10m³あたり料金のいずれを用いた推定結果からも参照行動が確認されている。

択肢として想定する。

前節で考察した 2003 年度から 2018 年度のデータを用いてパネル推定を行うため、 i 都道府県の t 年度のカクワニ係数および順位移動係数を被説明変数 $index_{i,t}$ とする次の推定式を考える。

$$index_{i,t} = \alpha + \beta_1 Gini_{i,t} + \beta_2 Jigyo_{i,t} + \gamma_1 MPcover_{i,t} + \gamma_2 MEcover_{i,t} + \gamma_3 YPcover_{i,t} + \gamma_4 YEcover_{i,t} + \delta Prefer_{i,t} + \mu_i + \tau_t + e_{i,t}$$

ここで、 $Gini_{i,t}$ は給水原価ジニ係数である。図 5 から明らかなように、給水原価の格差が大きい都道府県ではカクワニ係数で表される収入補填の累進度が強いことがうかがえるため、説明変数に加えることで推定式の精度を担保する。 $Jigyo_{i,t}$ は単独事業者比率（市町村営末端事業者数/県内市町村数）である。単独で水道事業を行っている市町村の割合が多い都道府県において、料金抑制競争を通じた料金平準化が強く働いている可能性が考えられる。

次に、 $MPcover_{i,t}$ は都道府県営末端給水事業のカバー率（都道府県営末端給水事業の給水人口/末端給水事業の県内給水人口総数）、 $MEcover_{i,t}$ は企業団営末端給水事業のカバー率（企業団営末端給水事業の給水人口/末端給水事業の県内給水人口総数）である。これらの係数推定量（ γ_1 と γ_2 ）の符号と有意性から、広域化の影響を考察する。直感的には、事業統合が進めば、給水原価と供給単価の格差はともに縮小するため、料金平準化は是正されると考えられる。

また、 $YPcover_{i,t}$ は都道府県営用水供給事業のカバー率（都道府県営用水供給事業の給水人口/末端給水事業の県内給水人口総数）⁹、 $YEcover_{i,t}$ は企業団営用水供給事業のカバー率（企業団営用水供給事業の給水人口/末端給水事業の県内給水人口総数）である。これらの係数推定量（ γ_3 と γ_4 ）の符号と有意性からは、用水供給事業の普及の影響を考察する。すなわち、より多くの末端給水事業者が用水供給事業に接続していれば、取水から浄水場処理までの費用が共通化されるため、料金平準化の是正が期待できる。

その他、 $Prefer_{i,t}$ は各都道府県での平準化の選好を測る代理変数として、衆議院議員および参議院議員選挙における選挙区および比例区の自民党候補得票率および共産党候補得票率を用いた。これらは、どちらがどのように作用するかは分からないものの、地域の政治色は料金平準化に影響している可能性を捉えるために説明変数として用いる。

μ_i はクロスセクション個別固定効果、 τ_t は時間固定効果であり、これらによりその県に固有の県内事業者間の地理的条件差や、会計制度の見直しといった特定年度の事象が被説明変数に及ぼす影響を取り除く。 $e_{i,t}$ は誤差項である。

⁹ 上越市の用水事業（妙高市へ給水）がある新潟県と、北九州市の用水事業（宗像地区事務組合、古賀市、新宮町、岡垣町、香春町へ給水）がある福岡県については、これらの市営用水事業のカバー率を含む。

回帰分析において留意すべき点が2つある。第1は、上述のとおり $MPcover_{i,t}$ や $MEcover_{i,t}$ と $Jigyo_{i,t}$ は理論的には表裏の関係にあると考えられることである。両者の相関を確認すると、 $MPcover_{i,t}$ と $Jigyo_{i,t}$ の相関係数は-0.368(1%水準で有意)と少し高く、両者の独立性を仮定した推定では頑健性を担保できないかもしれない。

第2は、 $MPcover_{i,t}$ や $MEcover_{i,t}$ 、また $YPcover_{i,t}$ や $YEcover_{i,t}$ と $Gini_{i,t}$ の相関も懸念される。全国的な状況を描いた図3で見たとおり、市町村合併の結果ではあるが、末端給水事業の広域化は給水原価ジニ係数を引き下げる。したがって、末端給水事業の都道府県営や企業団営という形での広域化が進んでいる都道府県では $Gini_{i,t}$ が低いかもしれない。このことは、用水事業の普及についても言える。

試みに求めた $Gini_{i,t}$ との相関係数は、0.088($MPcover_{i,t}$)、0.073($MEcover_{i,t}$)、-0.260($YPcover_{i,t}$)、0.276($YEcover_{i,t}$)と、末端給水事業よりも用水事業の普及が給水原価ジニ係数に影響しているようである。したがって、推定においてはこれらの相関関係を踏まえた回帰分析も行い、得られた推定結果を全体的に解釈することにする。

5.2. 推定結果

まず、パネルOLS推定の結果をまとめた表4からは次の点が確認できる。第1に、図5で視覚的にも確認されたように、給水原価ジニ係数はカクワニ係数と有意に正相関である。しかしながら、順位移動係数との相関は有意でなかった。第2に、一方で、単独事業者比率の係数推定量はカクワニ係数と順位移動係数の双方について有意に正である。第3に、都道府県営末端給水事業のカバー率と企業団営用水事業のカバー率の係数推定量は、カクワニ係数と順位移動係数の双方について有意に負となり、都道府県営用水事業のカバー率の係数推定量は、順位移動係数に対してのみ有意に負であった。

つまり、給水原価の県内格差が大きく、また県内に単独で事業を行っている末端給水事業者の割合が多い都道府県において、収入補填の累進度は強くなる傾向がうかがえる。加えて、単独事業者比率が高い場合は、給水費用に対する料金水準の順位移動も大きくなると考えられる。そして、これらを抑制するためには、都道府県営末端給水もしくは企業団営用水事業のカバー率を高めるかたちでの広域化が有効であるといえる。

ただし、これら、特に都道府県営末端給水のカバー率を高めることは、単独事業者比率を低めると理論的に考えられるため、このことを考慮した推定を行うことで政策の有効性を検討する必要がある。

そこで次に、操作変数の候補を確認し、それらを用いた二段階最小二乗法によって各説明変数の効果を推定した。これらの結果は表5および6にまとめられている。

表5から、企業団営用水事業のカバー率以外は、給水原価ジニ係数および単独事業者比率と有意な相関にあるといえる。つまり、都道府県営もしくは企業団営による末端給水事業の広域化、および都道府県営用水事業の普及は、第一次的には給水原価の県内格差縮小および単独事業者比率の低下に寄与する。

表 4 平準化指標のパネル OLS 推定

被説明変数	カクワニ係数			順位移動効果		
定数項	0.025	0.051	-0.081	0.039	0.049	0.015
給水原価ジニ係数	0.820	0.812	0.832	0.024	0.021	0.026
単独事業者比率	0.025		0.026	0.010		0.010
県営末端カバー率	-2.601	-2.761		-0.565	-0.627	
企業団営末端カバー率	0.012	0.001		-0.006	-0.011	
県営用水カバー率	-0.020	-0.016	-0.019	-0.020	-0.019	-0.019
企業団営用水カバー率	-0.031	-0.031	-0.031	-0.021	-0.021	-0.020
自民党得票率	0.005	0.004	0.005	0.007	0.006	0.007
共産党得票	-0.007	-0.012	-0.014	-0.004	-0.005	-0.005
固定効果：個別，時間	yes	yes	yes	yes	yes	yes
補正後決定係数	0.928	0.926	0.926	0.692	0.690	0.692
赤池情報量基準	-6.248	-6.220	-6.217	-7.018	-7.011	-7.019

***は 1%水準、**は 5%水準において有意。

表5 操作変数の確認

被説明変数	給水原価ジニ係数	単独事業者比率
定数項	0.258 ***	0.918 ***
県営末端カバー率	-2.182 **	-5.830 ***
企業団営末端カバー率	0.101	-0.494 ***
県営用水カバー率	-0.056 **	0.148
企業団営用水カバー率	0.004	0.020
補正後決定係数	0.857	0.889

確認のために固定効果を使用

表6 平準化指標のパネル TOLS 推定

被説明変数	カクワニ係数	順位移動効果
定数項	-0.309 ***	-0.053
給水原価ジニ係数	1.608 ***	0.272 ***
単独事業者比率	0.170	0.045
企業団営用水カバー率	-0.040 **	-0.015 ***
固定効果：個別，時間	yes	yes
補正後決定係数	0.734	0.539
Prob(J-statistic)	0.846	0.111

操作変数：県営末端カバー率，企業団営末端カバー率
県営用水カバー率

このことを考慮して行った推定結果（表6）からは、給水原価ジニ係数の係数推定量がカクワニ係数と順位移動係数の双方について有意に正となった、つまり、都道府県営もしくは企業団営による末端給水事業の広域化、および都道府県営用水事業の普及は、給水原価の県内格差を縮小することを通じて収入補填の累進度と順位移動の両方を抑制する効果を持つと考えられる。

一方で、単独事業者比率の係数推定量は有意ではないことが明らかとなった。したがって、累進的な収入補填をもたらす料金抑制競争は、起こっているとしても単独事業者の多寡とは関係していないのかもしれない。

表6からは、企業団営用水事業カバー率の係数推定量がカクワニ係数と順位移動係数の双方について有意に負であることも分かった。つまり、企業団営用水事業の普及は、給水原価の県内格差縮小とは別のルートで収入補填の累進度および順位移動を抑制すると考えられる。用水供給事業の普及している県においては、県の事業だけでなく、そこから受水して

いる末端給水事業者を含めた広域的水道整備計画が策定されている¹⁰。この策定にあたって、各末端給水事業者の料金水準や収入補填の状況についてのチェックもなされることで、料金平準化が是正されているのではないかと推察される。このことは、都道府県営用水事業についても言えるものだが、企業団营の方がこうしたチェック機能がより強く働くのではないかと考えられる。

6. まとめと展望

本稿では、水道事業の料金回収率の違いについて、カクワニ係数や順位移動係数といった平準化指標を用いたアプローチを試みることで、県内事業者間での給水原価の格差が大きい県ほど、料金以外の財源による収入補填の累進度が高いことを明らかにした。

足立（2021）の分析を踏まえると、この背景にはヤードスティック競争に基づく事業者間での料金参照行動が考えられる。料金参照行動を無くすためには、理論的には末端給水事業の統合が理想的だが、現実には、事業者間での料金や財政状況の格差が阻害要因となり、自発的な広域化はもとより都道府県が関与しても難しい状況にある。

その一方で、本稿の分析からは、用水供給事業の普及が料金平準化の是正に効果的であることが明らかとなった。用水供給事業の普及は、給水原価の格差を縮小するものではなく、費用を反映した料金設定についてのチェックとして機能している可能性が高く、収入補填の抑制による料金回収率の向上が期待できる。

施設の共同化や施設管理の共同化など、総務省（2018）で想定されている広域化の類型は、規模の経済性による費用低減に焦点が当てられている。しかしながら、これらを事業者間の広域連携にとどめるのではなく、取水から浄水場処理について都道府県営もしくは企業団营の用水供給事業として移管することが、収入補填の抑制のためには肝要だといえよう。これは、いわば水道事業における上下分離方式の導入である。

ただし、用水供給事業カバー率が高いが図 5 においてカクワニ係数の高さが際立っていた県では、千葉県は 6 企業団、兵庫県には県営と企業団营の 2 事業というように、複数の用水供給事業が並立しているケースが目立つ¹¹。他方で、用水供給事業のカバー率が高くカクワニ係数が低い愛知県や埼玉県では、かつて複数あった用水供給事業が現在では 1 つに統合されている¹²。特に愛知県では、別々の水系を持つという意味で地理的に分断されてい

¹⁰ 愛知県（2007）、埼玉県（2004）を参照。

¹¹ 千葉県に次いでカクワニ係数の高い福井県は県営用水事業のみだが、そのカバー率は 2018 年度で 42.1%である。また、福島県には 3 企業団があり、かつそれらの合計のカバー率は 2018 年度で 37.7%である。

¹² 2018 年度のカバー率は、愛知県 67.4%、埼玉県 98.8%である。愛知県では 1981 年度に、埼玉県では 1991 年度に単一の用水事業へ統合された。

る 3 つの地域を単一の用水供給事業で管理している。このように、単に上下分離して用水供給事業を普及するだけでなく、経営主体を統合し、単一主体による用水供給事業の経営を進めることも料金平準化の是正のためには必要だといえよう。

参考文献・資料

- ・ Besley, T. and A. Case, 1995, Incumbent behavior: Vote-seeking, tax-setting, and yardstick competition, *The American Economic Review*, 85(1), 25-45.
- ・ Lambert, P. J., 2001, *The Distribution and Redistribution of Income* (3rd ed.), Manchester University Press.
- ・ 愛知県、2007、愛知地域広域的水道整備計画（平成 19 年 3 月）、<https://www.pref.aichi.jp/uploaded/attachment/6843.pdf>（最終閲覧日 2022/1/26）。
- ・ 足立泰美・篠崎剛・齊藤仁、2021、水道料金体系における戦略的相互依存関係、地方分権に関する基本問題についての調査研究会・専門分科会、2021 年度第 2 回研究会報告資料。
- ・ 厚生労働省、2015、水道事業の統合と施設の再構築に関する調査報告書（平成 27 年 3 月）、<https://www.mhlw.go.jp/file/06-Seisakujouhou-10900000-Kenkoukyoku/0000081901.pdf>（最終閲覧日 2022/1/25）。
- ・ 厚生労働省、2017、所得再分配調査平成 29 年。
- ・ 厚生労働省、2020、水道事業の統合と施設の再構築、水道基盤強化に向けた優良事例等調査報告書（令和 3 年 3 月）、<https://www.mhlw.go.jp/content/10900000/000773676.pdf>（最終閲覧日 2022/1/25）。
- ・ 埼玉県、2004、広域的水道整備計画（埼央広域水道圏）、https://www.pref.saitama.lg.jp/documents/3398/434273_1.pdf（最終閲覧日 2022/1/25）。
- ・ 篠崎剛・井田知也・柳原光芳、2021、水道事業における最適価格設定ルール、地方分権に関する基本問題についての調査研究会報告書・専門分科会（財政マネジメントの強化）、自治総合センター、p.19-33。
- ・ 総務省、2018、広域化の取組状況等について、https://www.soumu.go.jp/main_content/000562833.pdf（最終閲覧日 2022/1/25）。
- ・ 総務省、2019、水道事業の課題と取組について、https://www.soumu.go.jp/main_content/000618172.pdf（最終閲覧日 2022/1/25）。
- ・ 総務省、2020、水道料金について、地方分権に関する基本問題についての調査研究会・専門分科会、2020 年度第 2 回研究会報告資料。
- ・ 総務省、地方公営企業年鑑、平成 15 年～30 年の各年版。
- ・ 細谷芳郎、2018、*図解地方公営企業法*（第 3 版）、第一法規。

- ・ 矢根真二、2016、水道料金格差の解消と道州制レベルの広域化－市町村原則の罪と政治的な価格決定－、桃山学院大学総合研究所紀要、42 (2)、23－40.

水道事業における民間委託の 効率性分析

塩津 ゆりか¹・菅原 宏太¹・柳原 光芳²

¹京都産業大学 経済学部

²名古屋大学 経済学部

近年、水道事業においても民間委託が進んでいる。背景には水道財政の悪化がある。民間委託のうち、第三者委託は受託者に水道法上の責任を負わせる代わりに性能発注であることから、経費節減につながると期待されてきた。しかし、第三者委託はまだ普及しているとはいえない。一方、従来からの仕様書発注による一部業務委託は半数近い事業者が導入している。本稿では、これらの民間委託は本当に経費削減になっているのかを、Principal-Supervisor-Agent理論の枠組に基づき、確率フロンティア分析で分析した。分析の結果、理論的には一部業務委託では経費削減になっている可能性があること、第三者委託では経費削減にはなっていない可能性があること、業務委託の実態に即して直営事業と業務委託の両方が行われている場合には、必ずしも業務委託が経費削減につながっていないことを明らかにした。

Key Words: principal-supervisor-agent model, stochastic frontier analysis, cost efficiency

1. はじめに

水道事業は水道法によって原則として市町村が経営すること、また地方公営企業法によって独立採算であることとされているため、地方公営企業が事業運営を行っている。このため、水道事業者の目的と運営方針は、「清浄にして豊富低廉な水の供給を図り、もって公衆衛生の向上と生活環境の改善とに寄与すること」（水道法第1条）と「地方公営企業は常に企業の経済性を発揮するとともに、その本来の目的である公共の福祉を増進するように運営されなければならない」（地方公営企業法第3条）と規定されている。近年、水道事業においては人口減少や節水機器の普及に伴い、料金収入が減少する一方で、過去に建設した浄水場や管路の更新投資・耐震補強が必要となり、水道財政は悪化している。このため、経費削減を目的とした民間委託が進んでいる。

水道事業における民間委託には、主に一部業務委託方式と第三者委託方式がある。一部業務委託方式とは、水道法の適用範囲外の業務で、最終的

な責任を水道事業者が負うものをいう。実際の契約に際して水道事業者が図面等を示し、発注内容や実施手法等を詳細に「仕様書」に定めて発注することが一般的である。具体的な事例では、住宅敷地内の新築・建替や漏水対策としての給水工事が該当する。これに対して、第三者委託方式とは水道法の適用範囲の業務を委託し、受託者に水道法上の責任を負わせる。代わりに水道事業者はサービス水準や保証事項等の詳細のみを「要求水準書」に定めて、手法等については受託者の裁量に委ねる。これを性能発注という。性能発注は、民間企業の経営のノウハウを生かすことができるので経費節減につながると期待されてきた。第三者委託の具体例は、浄水場の運転・点検や水道法に基づく水質検査などである。

しかし、総務省(2018)によると、第三者委託は全事業者のうちの約10%程度が導入しているにすぎない。特に第三者委託を含めた性能発注方式での事業委託は、政令指定都市の水道事業など大規模事業者ほど経費節減になっているものの、給水人口5万人以下の事業者ではむしろ経費が増加し

ている事業も散見される。一方、従来からの仕様書発注による一部業務委託は半数近い事業者が導入している。

性能発注の本来の目的は、民間活用による経費削減であるにもかかわらず、なぜ導入率が低かったり中小事業者での費用削減がうまくいかなかったりするのだろうか。

公営企業の費用最小化を阻む問題として、技術継承問題が挙げられる。水道水は、水道法によって水質基準が厳格に定められ、事業者には安定供給が義務づけられている。このため、事業者は一定水準以上の技術を持っていなければならない。だが、厚生労働省(2012)によれば財政悪化によって、職員数の削減を進めた結果、特に技術職員の知識・経験不足を招き、仕様書や要求水準書作成に支障を来す事例や監理業務能力が不十分なために受託企業のモニタリングができず、かえって経費がかかる事例も起きているという。また、経費削減目的の民間委託契約を一般競争入札で推進した結果、低価格の提案をした企業が応札することにつながり、契約内容の質的低下を招いているケースもみられるという。

そこで、本稿は、一部業務委託や第三者委託などの民間委託が本当に経費削減になっているのかを明らかにすることを目的とする。本稿の特徴は水道事業に関係する主体をPrincipal-Supervisor-Agent理論の枠組でとらえ、確率フロンティア分析で費用効率性を分析する点である。

Principal-Supervisor-Agent理論は、通常のPrincipal-Agent理論の発展形に位置づけられ、Agentの能力について完全にチェックができるSupervisorの存在によって、Agentに情報レントを払わなくても最適契約を締結できることを示したものである。

本稿では、水道事業管理者をPrincipalとして、その目的を清浄な水を経済性に配慮しながら安定供給することととらえ、業務委託先の民間企業をAgentとする。一般に水道事業管理者は首長または一般行政職員が就くことが多いので、業務委託契約の受託企業の技術的な能力を評価するのは困難である。そこで、技術職員をSupervisorとして、民間企業の契約遂行能力を適切に評価できるとす

るならば、民間委託は経費削減につながるとする。

確率フロンティア分析は、Battese and Coelliの一連の研究やKumbhakar and Lovell(2000)によって開発された分析で、効率性評価では、さまざま分野で応用研究が蓄積されている。そこで、本稿でも仕様書発注かつ一部業務委託の例として給水工事委託を、性能発注の例として第三者委託を取り上げ、これらの民間委託は本当に経費削減になっているのかを、Principal-Supervisor-Agent理論の枠組に基づき、確率フロンティア分析で分析した。分析の結果、理論モデルに即して1種類の業務委託だけ行われている場合には一部業務委託では経費削減になっている可能性があること、第三者委託では経費削減にはなっていない可能性があること、業務委託の実態を反映し直営事業と業務委託の両方が行われている場合には、必ずしも業務委託が経費削減につながっていないことを明らかにした。

以下、第2章で先行研究を概観し、第3章で仮説と分析手法を提示する。第4章でデータの概要を述べ、第5章で推定結果を示す。第6章で考察、第7章で結論と今後の課題に言及する。

2. 先行研究

(1) 公共工事を対象としたPrincipal-Agent理論の応用分析

Tirole(1986)やLaffont and Tirole(1993)は、通常のPrincipal-Agent modelでは、PrincipalはAgentの能力等を正確に把握できないため、契約に情報レントの提供が必要となるが、Agentの能力について完全にチェックができるSupervisorの存在によって、情報レントを払わなくてもPrincipalは最適契約を締結できることを示した。このモデルをPrincipal-Supervisor-Agent modelという。Supervisorは契約締結前にAgentの質を見極め、Adverse selectionを防止することも契約締結後にAgentの行動を監視し、Moral Hazardを防止することもできる。ただし、上述の状況が成立するのはSupervisorがPrincipalと目的を共有している場合に限られる。これをSupervisorがbenevolentであるという。(図1参

照)

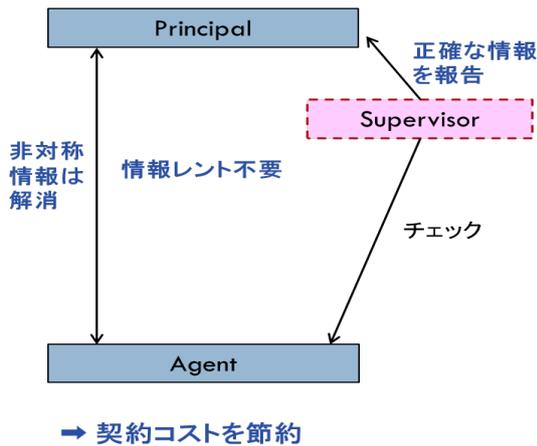


図1 SupervisorがPrincipalと目的を共有 (BenevolentなSupervisor)

一方、SupervisorがPrincipalの目的とは別の自己目的を持つ場合、Principal-Supervisor-Agent modelは、SupervisorがAgentと共謀してPrincipalにAgentについての正確な情報を提供しなくなることを示した。この場合、PrincipalはAgentに対して正確な情報を提示するように情報レントを支払うだけでなく、Supervisorに対してもAgentとの共謀を防止するため共謀防止レントを支払わなければならない。これをSupervisorがNon-benevolentであるという。(図2参照)

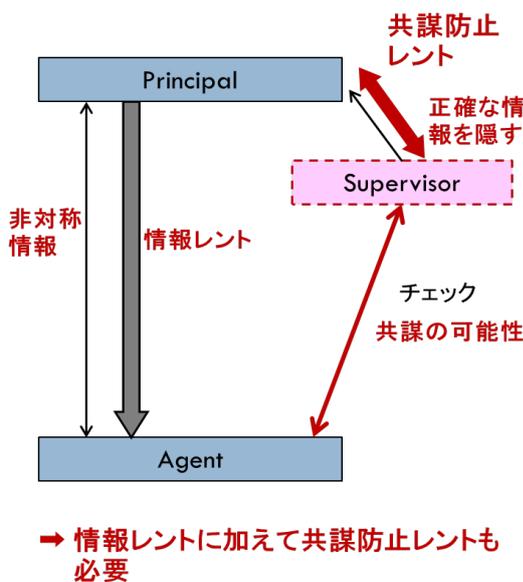


図2 Supervisorが自己目的を保有 (Non-BenevolentなSupervisor)

Principal-Supervisor-Agent modelについては、伊藤 (2003) をはじめ、さまざまな研究蓄積がある。しかし、日本の水道事業などの公営企業だけでなく道路事業など公共工事全般について、発注者をPrincipalとし、受託企業をAgentとした理論分析は、経済学分野ではあまり蓄積がない。数少ない研究がBoadway and Horiba(1986)や金・前川 (2015) である。金らの研究では、PFI事業のリスク分担について、ダブルサイド・モラルハザード・モデルを適用して分析し、リスク発生防止能力と発生時の被害対応力に応じて官民が負担すべきであることを理論的に明らかにしている。土木分野からの研究として、たとえば、吉田・多々納(2009) は、近年の技術系公務員の減少に伴い、公共施設の設計を民間企業に委託している中で、民間企業が正しく設計図を書いているかを公務員がチェックできず、チェック業務も民間委託すると、結託がおきて意図通りの設計ができなくなる恐れがあることを指摘し、これを回避する契約を締結できるかをPrincipal-Agent理論で分析している。彼らの分析では、結託を回避する契約を構築することが可能とされている。

(2) 日本の水道事業を対象とした効率性分析

日本の水道事業を対象とした効率性分析は他国に比べてデータが整備されていることもあり、多くの研究がなされてきた。代表的な研究に、中山 (2003)、浦上 (2004)、中山 (2007)、中村 (2012)、矢根 (2012)、中村 (2013)、浦上 (2013)、中山 (2015)、矢根・矢根 (2018)、齊藤ほか (2020) など多数の研究蓄積がある。水道事業が装置産業であるために、これらの研究の主たる関心は規模の経済性推定である。規模の経済性や範囲の経済性あるいは費用効率性を推定するため、確率フロンティア分析(Stochastic Frontier Analysis; SFA)や包絡分析(Data Envelop Analysis; DEA)を用いているものやパネル分析を用いるものが多い。

規模の経済性や範囲の経済性については、評価は一定ではない。また、費用効率性についても一致した見解が得られているとはいえない。これは研究によって分析対象に簡易水道を加えるものや

生産要素のとらえ方にばらつきが生じていること、ネットワーク産業であることの表現に差があることに起因する。背景に水道事業が地域独占のため、水道事業者が必ずしも費用最小化行動をとっていない可能性が指摘されている。加えて、費用関数の形状についてもコンセンサスはない。

水道事業ではないが、公益事業を民間委託した場合の委託方式による効率性の差の分析として、Dalen and Gomez-Lobo(2003)、Piacenza(2006)、金坂ら(2007)やSakai and Takahashi(2013)、酒井(2016)などが挙げられる。これらの研究はバス事業についてDEAやSFAを用いて効率性分析を行っている。しかし、水道事業の効率性分析と同様に、分析手法やデータの取り方によって、委託方式が費用効率性に影響するかどうかについては一致した見解はない。

3. 手法

(1) 仮説

本稿では、Principal-Supervisor-Agent modelにもとづき、Principalを水道事業管理者または水道局事務職員とし、Agentを民間企業とする。Supervisorは次の3タイプを想定する。Type 1として、水道局の熟練技術職員を考える。一般に水道局の技術職員は土木や電気、化学などの専門職として公務員試験を受験した者であり、専門知識をもつと考えられる。Type 2は、民間企業を考える。具体的には水道法第24条の3第1項に基づく第三者委託を想定する。Type 3は、技術職員と民間企業が混在するケースである。具体的には一部業務委託の一種である、給水工事委託とする。

Type別に検証仮説を挙げる。Type 1については「熟練技術職員は本当にBenevolent-Supervisorか」を検討する。もし、熟練技術職員が民間企業の業務遂行能力について完全にモニタリングできるのであれば、熟練技術職員と水道局管理者の目的が同じであるとき、言い換えれば熟練技術職員がbenevolentであるときには最適契約が締結され、費用効率的となる。しかし、熟練技術職員と水道局管理者の目的が異なるときには、最適契約は締結されず、図2で示したように情報レントと共謀防

止レントが発生し、費用非効率となる。あるいは、熟練技術職員が民間企業の業務遂行能力について不完全なモニタリング能力しか持たないのであれば、PrincipalとAgentの間には非対称情報が発生し、Principalは情報レントを支払わなければならない。このため、最適契約に比べて費用非効率となる。

Type 2については、「水道法上の責任も含めた全面的な民間委託（第三者委託）は有効か」を検証する。通常、民間企業は利潤最大化を目的として行動するため、Principalである水道局管理者とは目的が異なる。Principal-Supervisor-Agent modelはSupervisorとPrincipalの目的が異なるときには、情報レントに加え共謀防止レントが生じることを示している。費用非効率になると考えられる。つまり、目的が異なる以上、全面的な民間委託はかえって費用がかかるため、単純に推奨することは望ましくないといえる。

Type 3については、一部業務委託なので、技術職員と民間企業が混在するケースとなる。これは理論的には複数のSupervisorが存在するケースといえる。このため、「あえてSupervisorを複数にすることが費用効率性の観点から見て望ましいといえるか」を検証する。

(2) 分析手法

本稿では、バス事業の民間委託の費用効率性に関する一連の先行研究にならい、SFAによる仮説検証を行う。確率費用フロンティアモデルを(1a)式のように定式化する。

$$\ln C_{it} = \ln C(Y_{it}, W_{it}, Z_{it}) + v_{it} + u_{it} \quad (1a)$$

ここで、添え字の*i*は事業者を表し、添え字の*t*は時間を表している。 C_{it} は総費用、 Y_{it} は産出量、 W_{it} は生産要素の価格ベクトル、 Z_{it} は産出の特性を表すベクトルとする。また、 v_{it} は通常の誤差項で平均ゼロ、分散 σ_v^2 で相互に独立な正規分布 $v_{it} \sim N(0, \sigma_v^2)$ に従うと仮定する。 u_{it} は非効率率項とし、非負で説明変数や通常の誤差項 v_{it} とは無相関かつ $u_{it} \sim N^+(0, \sigma_u^2)$ の切斷正規分布を仮定する。

(1a)式の費用関数を推定するために、(1b)式のようにCobb-Douglas型で特定化する。先行研究ではTrans-log型を採用するものも多いが、本稿では水道事業へのFirst Approachとして、Cobb-Douglas型を採用することとした。

$$\ln C_{it} = \alpha_0 + \alpha_1 \ln Y_{it} + \alpha_2 \ln W_{it} + \alpha_3 \ln K_{it} + \alpha_4 \ln \text{density}_{it} + v_{it} + u_{it} \quad (1b)$$

ここで、 C_{it} は給水原価×年間総有収水量、 Y_{it} は年間総有収水量、 W_{it} は職員平均給与、 K_{it} は資本価格、 density_{it} は給水戸数÷給水面積、 α_0 から α_4 までは推定パラメータである。

非効率項は、(1c)式のように定義する。

$$u_{it} = \beta_1 \text{type1} + \beta_2 \text{type2} + \beta_3 \text{type3} \quad (1c)$$

type1~3は、Supervisorのタイプを表す。(1c)式より、Supervisorのタイプ別に非効率項に各Supervisorが与える影響に着目する。結果の解釈としては、 β_1 から β_3 までのパラメータが正であれば、そのタイプのSupervisorを用いている水道事業経営は他と比べてより非効率であり、パラメータが負であれば、非効率の程度が低いと考えられる。

本稿では、2015年度から2017年度のパネルデータを用いて分析を行う。一般に水道事業では、事業者の特性は給水戸数の密度など地理的状况に大きな影響を受ける。対象期間で地理的状况が大きく変化したとは考えにくいので、非効率性については時間を通じて不変 (time-invariant) とする。推定方法は最尤法を用いる。

4. データ

(1) データ概要

水道事業には、水需要者に水を供給する末端給水事業者と水道事業者に水を供給する用水事業者がある。また、末端給水事業者は地方公営企業法当然適用の水道事業と任意適用の簡易水道事業および企業による専用水道がある。本稿の分析対象は、2015年度から2017年度の3年間で水道末端給水

事業者のうち、政令指定都市・市町村営かつ上水道のみか上水道に加えて簡易水道事業を現に営むもので家庭用の占める割合が50%を超える事業者とした。対象期間を2015年度からとした理由は、2014年度に公営企業会計の制度変更が行われたため、2014年度以前の決算データとの連続性が担保されないこと、会計制度変更による混乱の影響を排除するためである。東日本大震災の影響によりデータ欠落のある事業者および水道事業の統合により当該期間にデータ欠落のある事業者を除いた結果、分析対象事業者数は1170事業者となった。

実証モデルの推定にあたって、年間総有収水量、職員平均給与、給水戸数、給水面積、総職員数、技術職員数、年齢階級別技術職員数は、総務省『公営企業決算状況調査』各年版および公益社団法人日本水道協会『水道統計』各年版から得ている。

(2) 給水原価と資本価格の定義

実証モデルを推定するにあたって、総費用の構成項目である、給水原価と資本価格を以下のように定義する。

a) 給水原価

給水原価は総務省『公営企業決算状況調査』の定義に従い、次式のとおりとする。

$$\frac{ck - (\text{kouji} + \text{zairyo} + \text{hutai}) - \text{maeuke}}{\text{yusyusui}} \quad (1d)$$

ただし、ckは経常費用、koujiは受託工事費、zairyoは材料売却原価、hutaiは付帯工事費、maeukeは長期前受金戻入、yusyusuiは年間総有収水量を表す。

b) 資本価格

資本価格は (1e) 式のように定義する。

$$\frac{r + g + \text{jyusui} - \text{maeuke}}{\text{suiri} + \text{kanro}} \quad (1e)$$

ただし、rは企業債利息、gは減価償却費、jyusuiは受水費のうち資本費相当分、suiriは水利権、kanroは導送配水管延長を表す。なお、先行研

究では、資本価格の導出する際に有形固定資産である導送配水管延長のみで除したものもある。しかし、本稿では無形固定資産である水利権も減価償却の対象であることから、固定資産に含めている。

c) 非効率項要因

本稿では、type1のsupervisorを熟練技術職員としている。熟練技術職員を45歳以上の技術職員と定義する。本来であれば、技術職員の能力を測る指標で定義することが望まれるが、技術職員の平均勤続年数が15～20年程度であることを勘案し、データの制約から年齢を基準とした。45歳以上の技術職員が1人以上在籍する事業者は約700である。type1のバリエーションとして、総職員に占める技術職員の割合と総職員に占める熟練技術職員の割合を用意した。なお、『公営企業決算状況調査』と『水道統計』では技術職員のカウント方法に相違があり、本稿ではどちらか一方でも技術職員がない場合は、技術職員が在籍しないものとして取り扱っている。技術職員が1人でも在籍する事業者は約970である。

次に、本稿ではtype2のsupervisorとして、民間

企業を想定している。民間企業が水道法24条の3第1項に基づく第三者委託を受託していると、当該業務の範囲内で受託企業が水道の安定供給に責任を負うこととなる。このため、受託業務の監視責任が民間企業に生じる。『公営企業決算状況調査』では、水道事業者が水道法24条の3第1項に基づく第三者委託を行っているかどうかについて、データを得ることができる。本稿では、第三者委託を実施していれば1とするダミー変数を利用する。分析対象事業者のうち、第三者委託を実施している事業者は約140事業者（10%程度）となっている。

最後にtype3のsupervisorとして、技術職員と民間企業の双方が混在する場合を考える。民間委託の形態では、仕様書発注による一部業務委託が該当する。委託されていない業務については直営であるから、監視人が混在すると解釈できる。『公営企業決算状況調査』では、一部業務委託として、給水工事委託割合を取り上げている。本稿では、これをtype3の変数として取り扱う。実際に給水工事を少しでも委託している事業者は約600事業者で対象事業者の半数程度である。分析に使用したデータの基本統計量は表1のとおりである。

表-1 基本統計量

	平均	標準偏差	中央値	最小値	最大値	歪度	尖度
給水原価×年間総有収水量	1421588	3667002	555417	22634	63370846	9.541602	118.5921
年間総有収水量	896954.7	2338370	331890.5	6104	38043021	9.630162	123.7681
職員年平均給与（千円）	5877.084	787.071	5904	1728	9816	-0.33788	1.55628
資本価格	10.10041	11.78173	8.088161	0	490.3632	26.69043	989.8114
密度	9.133082	20.31462	4.895125	0.082163	571.9614	16.24793	362.4026
技術職員割合	0.386154	0.244266	0.4375	0	1	-0.35205	-0.92667
熟練技術職員割合 <Supervisor type1>	0.386731	0.318462	0.409674	0	1	0.253963	-0.93046
第三者委託ダミー <Supervisor type2>	0.122507	0.327917	0	0	1	2.30171	3.29881
給水工事委託割合 <Supervisor type3>	0.479272	0.493096	0.1	0	1	0.087407	-1.97706
Pooling sample	n=3510						

5. 推定結果

(1)理論モデルに基づく推定

Principal-supervisor-agent理論に基づき、3タイプのSupervisorが独立に存在する場合の推定モデルを理論モデルに基づく推定とする。すなわち、(1c)式の非効率項には、supervisor type1として、熟練技術職員割合のみが含まれるモデルとtype2として第三者委託のみが含まれるモデル、type3として給水工事委託割合のみが含まれるモデルの3通りを考える。以下では、順に熟練技術職

員割合モデル、第三者委託基本モデル、給水工事基本モデルとよぶ。

推定結果は表2のとおりである。表2より、熟練技術職員の係数は正かつ1%水準で有意、第三者委託の係数も正かつ0.1%水準で有意、給水工事委託割合の係数は負かつ10%水準で有意となっていることがわかる。このことから、熟練技術職員割合モデル、第三者委託基本モデルは費用非効率的である可能性が高く、給水工事委託基本モデルは費用効率的である可能性が示唆される。

表一2 理論モデルによる推計結果

	基本モデル		熟練技術職員割合 モデル<type1>	
	係数	標準誤差	係数	標準誤差
定数項	-1.56169	0.201329 ***	-0.89366	0.320879 **
log(年間総有収水量)	0.968153	0.00675 ***	0.941831	0.005152 ***
log(総職員年平均給与)	0.184954	0.022949 ***	0.189074	0.037679 ***
log(固定資産価格)	0.290484	0.01606 ***	0.309809	0.013561 ***
log(密度)	-0.07422	0.005332 ***	-0.11794	0.00549 ***
非効率要因				
技術職員割合				
熟練技術職員割合			0.101357	0.039176 **
全職員に占める 熟練技術職員割合				
給水工事委託割合				
第三者委託ダミー				
Sigma Sq	0.417973	0.021555 ***	0.13602	0.007246 ***
gamma	0.983148	0.001175 ***	0.62114	0.039402 ***
対数尤度	1461.946		-630.0514	
AIC	-2909.892		1276.103	

表一 理論モデルによる推計結果

	第三者委託基本モデル <type2>		給水工事委託 基本モデル <type3>	
	係数	標準誤差	係数	標準誤差
定数項	-0.99093	0.310161***	-1.09439	0.31049****
log(年間総有収水量)	0.941161	0.005124****	0.94493	0.005085****
log(総職員年平均給与)	0.200914	0.036677****	0.208487	0.036775****
log(固定資産価格)	0.312078	0.013533****	0.310765	0.013528****
log(密度)	-0.11553	0.005506****	-0.11776	0.005491****
非効率要因				
技術職員割合				
熟練技術職員割合				
全職員に占める 熟練技術職員割合				
給水工事委託割合			-0.05051	0.029678*
第三者委託ダミー	0.162537	0.031779****		
Sigma Sq	0.138078	0.006876****	0.147457	0.007559****
gamma	0.625766	0.038511****	0.64954	0.034833****
対数尤度	-622.4622		-631.463	
AIC	1260.924		1278.926	

Significant codes: '****' p<0.1%, '***' p<1%, '**' p<5%, '*' p<10%

R 4.0.3 Frontier1.1-8 を利用して分析

(2) 実態モデルに基づく推定

理論的には非効率要因が独立に存在すると仮定したが、実際には同時に存在するケースもある。具体的には、熟練職員が存在し、給水工事を委託するだけでなく、水道法24条の3第1項に基づき、水質管理など水道の管理に関する技術上の業務を第三者委託するようなケースである。分析対象の事業者のうち、実際に第三者委託と給水工事の両方を委託している事業者は53事業者である。そこで、(1c)式を変形し、非効率項をすべて投入し

た実態モデルを最尤法によって推定した。基本モデルとして、type1~3までの非効率要因がすべて存在するケースを推定した。なお、実際には技術職員が在籍しても45歳以下の職員のみということもある。逆に技術職員が全員45歳以上である場合もある。そこで、非効率要因の1つである熟練技術職員割合を全職員に占める技術職員の割合に変更したモデルおよび全職員に占める技術職員に変更したモデルを追加して推定を行った。推定結果は表3のとおりである。

表—3 実態モデルによる推計結果

	熟練技術職員割合モデル		技術職員割合モデル		全職員に占める 熟練技術職員割合モデル	
	係数	標準誤差	係数	標準誤差	係数	標準誤差
定数項	-0.7803156	0.3204067 **	-0.826089	0.3149111 ***	-0.7592897	0.3199896 **
log(年間総有収水量)	0.9391959	0.005265 ****	0.9340124	0.0058433 ****	0.9368518	0.0054579 ****
log(総職員年平均給与)	0.1793291	0.0375268 ****	0.1914652	0.0366877 ****	0.1802693	0.0372658 ****
log(固定資産価格)	0.3128343	0.0135667 ****	0.314915	0.0134249 ****	0.3142471	0.0135563 ****
log(密度)	-0.1164982	0.0055226 ****	-0.116206	0.0055146 ****	-0.1165585	0.0055158 ****
非効率要因						
技術職員割合			0.1762714	0.0523975 ****		
熟練技術職員割合	0.1067499	0.0376759 ***				
全職員に占める熟練技術職員割合					0.2280025	0.074659 ***
給水工事委託割合	-0.0308998	0.0260465	-0.028808	0.0243021	-0.031211	0.0256516
第三者委託ダミー	0.1554705	0.0307005 ****	0.149293	0.0291435 ****	0.1563601	0.030161 ****
sigmaSq	0.1321342	0.007571 ****	0.1265982	0.0080042 ****	0.1315399	0.0075219 ****
gamma	0.6058494	0.0415353 ****	0.5857027	0.0467129 ****	0.601535	0.0423751 ****
対数尤度		-617.9954		-616.8526		-617.4172
AIC		1255.991		1253.705		1254.834

Significant codes: '****' p<0.1%, '***' p<1%, '**' p<5%, '*' p<10%

R 4.0.3 FrontierL.1-8 を利用して分析

表3より、type1から3までのすべての非効率要因が同時に存在するケースでは、熟練技術職員割合の係数が正かつ1%水準で有意、第三者委託ダミーの係数も正かつ0.1%水準で有意となった。

熟練技術職員割合に代えて技術職員割合とすると、技術職員割合の係数は正かつ0.1%水準で有意、第三者委託ダミーの係数も正かつ0.1%水準で有意となっている。さらに熟練技術職員割合に代えて全職員に占める熟練技術職員割合とすると、全職員に占める熟練技術職員割合の係数が正かつ

1%水準で有意、第三者委託ダミーの係数も正かつ0.1%水準で有意となった。しかし、いずれの場合も給水工事委託割合の係数は負ではあるが、有意とはならなかった。

6. 考察

(1) 熟練技術職員(Supervisor type1)について

表2の結果から理論的には技術職員の中でも熟練技術職員の割合が高いほど、費用非効率の可能

性が高いと考えられる。また、技術職員割合を全職員に占める技術職員割合、全職員に占める熟練技術職員割合に変更して推定を行っても、結果に違いはみられなかった。このため、理論的には全職員に占める熟練技術職員割合が高いほど費用非効率である可能性や年齢に関係なく技術職員の割合が高いほど費用非効率である可能性が高いことが示された。

背景には、2つの場合が考えられる。1つは技術職員のモニタリング能力が完全なケースである。もし、技術職員のモニタリング能力が完全であるにもかかわらず、費用非効率の要因となっているのであれば、Supervisorとしての技術職員の目的とPrincipalである水道事業者の目的が異なると考えられる。たとえば、Principalの目的は水道法1条による「清浄かつ豊富低廉な水の供給」だが、技術職員の目的が「自己利潤最大化」であるような場合、図2に示したように、Agentである民間企業と共謀することも起こり得る。実際に、水道事業に関連した汚職事件が散見されることから、必ずしも技術職員がbenevolentでないことが一因と考えられる。

Principal-Supervisor-Agent理論のフレームワークからは、SupervisorとAgent間の共謀を防止するためには、PrincipalがSupervisorに対して共謀防止レントを支払うことが重要とされるので、Supervisorのモニタリング能力が完全かつbenevolentである時に比べて、共謀防止レントの分だけ費用非効率になると解釈できる。

もう1つは技術職員のモニタリング能力が不完全な場合である。この場合は、PrincipalとSupervisorの目的がともに水道法第1条によるものだとしてもAgentの提示する契約が妥当であるか、あるいは受託企業の業務達成が十分かどうかを判断することができない。したがって、逆選択やモラル・ハザードが生じ得る。つまり、モニタリング不十分であるが故に、高額な委託契約を締結することや受託企業の業務内容が不十分であるために追加工事が必要となり、結果として費用非

効率となってしまうことが考えられる。

実際に浄水場や管路の設計・工事・維持管理に応札する企業は受注金額に応じて必要な国家資格が厳密に定められているが、発注者の技術職員は無資格で監理を行える。

加えて、村岡ほか(2017)によれば、行財政改革に伴い、技術職員の削減と行政文書作成業務の増加で、技術職員はこれらの技能を研鑽する時間が確保できないという。また、松本ら(2019)の研究では、技術職員は自らの能力不足を補完する手段として民間委託も有力な選択肢と考えているが、民間委託を進めるにあたっては、技術職員のマネジメント能力の強化や資格制度の整備、制度の見直しや発注者と委託機関の責任分担を明確にすることが課題と考えていることを明らかにした。

本稿の結果からは、技術職員がbenevolentであるかどうかについては明らかにできないが、少なくとも技術職員が業務に関連した国家資格を取得することを奨励し、給与体系に反映するような制度設計を行うこと、民間委託の推進をサポートするために、実務に即した発注者と委託企業の責任分担のあり方を示すこと、民間委託の業務内容を客観的に評価する指標を提示することが費用効率性の改善に寄与すると考えられる。

(2) 民間委託(type 2およびtype 3)について

表2の結果から、理論的には水道法24条の3第1項に基づく第三者委託を行う場合 (type 2) は、第三者委託を実施すると、費用非効率であることが示唆される¹。

第三者委託は性能発注が多く、受託企業は最終的な責任を負う代わりに工法や材料の選定などを自由に決定できる。このため、費用削減が期待されているが、本稿の結果からは費用非効率となった。この背景に第三者委託が平成14年4月の水道法改正に伴って導入された形態のため、責任分担の決定に費用を要したことが考えられる。言い換えれば、受託企業としては、どこまで責任を負えばよいか不明であるために、慎重にコスト計算を行

¹ ただし、制度導入勸奨が行われてから日が浅く、分析対象の約1割しか導入されていないこと

に留意が必要である。

った可能性がある。

一方、一部業務委託の例として、給水工事を取り上げると（type 3）、民間事業者に委託する割合が高くなるほど費用効率的と考えられる。先述の通り、一部業務委託であれば、発注者と受託企業の責任分担が明確であること、浄水場建設等に比較して工事費が安価であることから受託資格保有業者が多く競争入札しやすいこと、仕様書発注で相対的に工事件数が多く定型化しやすいこと、比較的早期に給水工事委託条例を整備した事業者が多いことから、分析対象の約6割が給水工事の委託を行っている。この結果、発注者にとっては給水工事を委託することで他の業務に取り組みやすくなり、受託企業にとっても最終責任は発注者が負うことや仕様書発注であるため、容易に業務に取り組みやすと考えられる。もっとも仕様書発注は受託企業の創意工夫を妨げ、高コストになるという弊害も指摘されており、このことが第三者委託制度の創設につながったことには留意が必要である。

(3) 実態モデルについて

一部業務委託や第三者委託は、制度上、水道事業の一部を業務委託しているだけで、直営業務が併存する。このため、理論的には、複数Supervisorと考えられる。複数Supervisorに関する理論的な議論としては、Kofman and Lawarréeの一連の研究やLaffont and Martimort(1999)、Wu(2014)が挙げられる。特に複数のSupervisorが両方ともNon-benevolentであれば、Laffont and Martimort(1999)は共謀オフアー競争が起こるため、Supervisorが1人であるときよりも社会厚生が改善するとしているが、Wu(2014)は、Supervisorが単独で監査する場合にはSupervisorが共謀してしまい、Principalにとっては望ましくないが、共同監査の場合には共謀が起こらないので厚生を改善できるとしている。

本稿の分析でも、表3に示したとおり、複数Supervisorが存在する実態モデルでは、第三者委託ダミーの係数は正で有意、一部業務委託は費用効率性に関して非有意となっている。これは、第三者委託割合が高いと、費用非効率である可能性

を示す一方、給水工事委託割合が高いからといって、費用効率的になるわけではなく、何らかの別の要因が関与している可能性が示唆される。実態モデルで第三者委託は費用非効率であるが、一部業務委託の費用効率性が検証できなかった理由として、一部業務委託として取り上げた給水工事の担当部署と第三者委託業務である浄水場管理業務とそれ以外の直営業務の担当部署が個別に監査を行っていたため、Supervisor間での共謀が起きた可能性が考えられる。全職員に占める熟練技術職員割合、全職員に占める技術職員割合、技術職員に占める熟練技術職員割合でみた場合、いずれも割合が高くなるほど、費用非効率となったことから、技術職員数が多く、業務ごとにグループ化されて交流が少ないような場合には、各グループによる個別監査となるため、より多くの共謀レントが発生し、費用非効率となったことが考えられる。しかし、多くの事業者では技術職員数が限られており、事業者によっては1人で上下水道をすべて担当していることもある。こうしたケースでは、業務ごとに別の担当者が監査を行っているとは考えられないだけでなく、業務過多でSupervisorとしての役割を十分に果たせないことも考えられる。このため、技術職員OBに技術顧問という形で業務支援を依頼している事業者や民間事業者に監理業務を委託する事業者も存在する。

厚生労働省(2012)によれば、水道サービスの運営基盤強化策の1つとして、多くの技術職員が在籍する大規模事業者や民間企業、NPOが中小規模の事業者を支援することで技術力の確保を目指している。水道事業においては技術承継も大きな課題の1つであることや理論的には複数Supervisorによる共同監査体制の整備が社会厚生を改善する可能性があることを考慮すると、技術職員や監理業務受託企業がBenevolentなSupervisorとしての役割を果たせるように、水道事業者同士の連携や広域化、技術職員OBや民間事業者も活用して、水道事業を共同監査できる体制を整えることは検討に値する。近年は、包括委託契約として、一部業務委託と第三者委託業務をセットにして契約するケースもみられる。こうしたケースにおいても実務に即した発注者と委託企業

の責任分担のあり方を示すこと、民間委託の業務内容を客観的に評価する指標を提示することを行った上で、監査業務を共同化し、BenevolentなSupervisorによる共同監査が望まれる。

7. 結論と今後の課題

本稿の目的は、一部業務委託や第三者委託などの民間委託が本当に経費削減になっているのかを明らかにすることであった。このため、Principal-Supervisor-Agent modelを水道事業に応用し、Principalを水道事業管理者または水道局事務職員とし、Agentを民間企業とし、3タイプのSupervisorを想定して次の3つの仮説を検証した。第1は「熟練技術職員は本当にBenevolent-Supervisorか」、第2は、「水道法上の責任も含めた全面的な民間委託（第三者委託）は有効か」、第3は「あえてSupervisorを複数にすることが費用効率性の観点から見て望ましいといえるか」である。

第1の仮説については、熟練技術職員は費用効率性に対して非効率要因として寄与することが示された。しかし、本稿の結果からは、熟練技術職員がBenevolentかどうかの判断はできない。この理由として熟練技術職員のモニタリング能力が完全かつ熟練技術職員と水道局管理者の目的が異なる可能性と熟練技術職員が民間企業の業務遂行能力について不完全なモニタリング能力しか持たない可能性の双方を識別できないことが挙げられる。

第2の仮説については、制度勧奨が始まってから日が浅く、導入事業者数が少ないことに注意が必要ではあるが、第三者委託を行っているほど、費用非効率の可能性があることが示された。この背景には、受託企業としては、どこまで水道法上の責任を負えばよいか不明であるために、慎重にコスト計算を行った可能性が挙げられる。

第3の仮説については、複数Supervisorが存在すると、第三者委託ダミーの係数は正で有意、一部業務委託は費用効率性に関して非有意となっていることから、第三者委託割合が高いと、費用非効率である可能性を示す一方、給水工事委託割合

が高いからといって、費用効率的になるわけではなく、何らかの別の要因が関与している可能性が示唆される。つまり、複数Supervisorを設定しても、業務委託形態によっては、費用削減につながっていない可能性があることを示している。しかし、この結果も第2の仮説同様、第三者委託実施事業者数が限定されるので、結果の解釈には慎重になるべきであろう。理論的には複数Supervisorが共同監査すれば費用効率的になり、個別監査すれば費用非効率になると考えられるが、本稿の分析結果からは、Supervisorが個別監査をしているとも考えられる。だが、中小水道事業者の技術職員の中には、たった1人ですべての業務内容を手がけている場合や下水道事業を兼務している場合も存在することから、業務過多あるいはモニタリング能力の研鑽に十分な時間がとれないことで技術職員がSupervisorとしての役割を十分に果たせているのかについて、詳細に検討する必要がある。

今後の課題は、複数Supervisor modelの精緻化である。考察でも述べたように、実態としては多様なSupervisorの存在があり、それぞれがBenevolentであるかNon-benevolentであるか、またモニタリング能力の差によって業務委託の費用削減効果に違いが生じると考えられる。このため、複数Supervisor modelの精緻化を行い、業務委託の効果を検証したい。

また、本稿の分析では補助金（特に他会計繰入金）についてはコントロールしてこなかった。しかし、他会計繰入金の有無によって赤字が補填されるのであれば、SupervisorがBenevolentに行動するとは限らない可能性がある。同様に地域特性を反映した分析を行うことも残された課題の1つである。たとえば、水質や原水の種類（表流水・地下水・受水等）、地理的特性（島嶼部・山間部等）の条件によって、SupervisorがBenevolentであってもモニタリング能力が十分であっても業務委託が費用効率的になるかどうかは不明である。

さらに、最近の研究動向としては、SFAとDEAと組み合わせる分析を行うことが多い。本稿ではSFAのみで分析をおこなったが、DEAを組み合わせることで分析の精緻化を図りたい。

謝辞:2021年度第2回地方分権に関する基本問題についての調査研究会・専門分科会(2021年9月4日)において、参加者の皆様から大変有益なコメントを頂戴しました。記して感謝の意を表します。なお、残された誤りは筆者の責めに帰すものです。

参考文献

- 1) Battese, G.E. and T. Coelli: Frontier production functions, technical efficiency and panel data: with application to paddy farmers in India. *Journal of Productivity Analysis*, 3, pp.153-169, 1992.
- 2) Battese, G.E. and T. Coelli: A model for technical inefficiency effects in a stochastic frontier production function for panel data. *Empirical Economics*, 20, pp.325-332, 1995.
- 3) Boadway, R., I. Horiba, and R. Jha: The provision of public services by government funded decentralized agencies, *Public Choice*, 100, pp.157-184, 1999.
- 4) Coelli, T.: A Guide to FRONTIER Version 4.1: A computer program for stochastic frontier production and cost function estimation, *CEPA Working Paper* Vol.96 No.8, <http://www.uq.edu.au/economics/cepa/frontier.php>, University of New England, 1996.
- 5) Coelli, T. J., Rao, D. S. P., and Battese, G. E.: *An Introduction to Efficiency and Productivity Analysis*, Springer, New York, 1998.
- 6) Dalen, D. G. and A. Gomez-Lobo: Yardsticks on the road Regulatory contracts and cost efficiency in the Norwegian bus industry, *Transportation*, Vol.30 No.4, pp.371-386, 2003.
- 7) Laffont, J.-J. and J. Tirole: Cost Padding, Auditing and Collusion, *Annales d'Economie et de Statistique*, 25/26, pp.205-226, 1992.
- 8) Laffont, J.-J. and J. Tirole: *A Theory of Incentives in Procurement and Regulation*. The MIT Press, 1993.
- 9) Laffont, J.-J. and D. Martimor: Separation of Regulators against Collusive Behavior, *The RAND Journal of Economics*, Vol.30 No.2, pp.232-262, 1999.
- 10) Kofman, F. and J. Lawarrée: Collusion in Hierarchical Agency, *Econometrica*, 61, pp.629-656, 1993.
- 11) Kofman, F. and J. Lawarrée: On the Optimality of Allowing Collusion, *Journal of Public Economics* 61, pp.383-407, 1996.
- 12) Kumbhakar, S. C. and C.A. K. Lovell: *Stochastic Frontier*

Analysis. Cambridge: Cambridge University Press, 2000.

- 13) Piacenza, M.: Regulatory contracts and cost efficiency - Stochastic frontier evidence from the Italian local public transportation -, *Journal of Productivity Analysis*, 25, pp.257-277, 2006.
- 14) Sakai, H. and Y. Takahashi: Ten years after deregulation - An analysis of institutional changes and cost efficiency -, *Research in Transportation Economics*, Vol.39 No.2, pp.215-225, 2013.
- 15) Tirole, J.: Hierarchies and Bureaucracies: On the Role of Collusion in Organizations, *Journal of Law, Economics, and Organization*. 2, pp.181-214, 1986.
- 16) Wu, M. G. H.: Hierarchical Agency: Double vs. Specialized Audits for Management Control. *SSRN paper*, 2013.
- 17) 公益社団法人 日本水道協会: 水道統計、各年版
- 18) 伊藤秀史: 契約の経済理論、有斐閣、2000.
- 19) 金坂成通・倉本宜史・赤井伸郎: 公営交通事業の効率化効果と要因の実証分析、日本財政学会編、財政研究、第3巻、pp.160-183, 2007.
- 20) 金 銀河・前川俊一: PFI事業のリスク分担に関する研究、応用地域学研究、No.19, pp.41-51, 2015.
- 21) 厚生労働省: 第三者委託実施の手引き、2011.
- 22) 厚生労働省: 水道サービスの持続性の確保(水道の運営基盤の強化)、2012.
- 23) 松本美紀・木下誠也・笛田俊治: 公共事業発注機関のマネジメント力確保方策に関する一考察 - 地方公共団体の発注者を対象としたアンケートの分析 -、土木学会論文集F4(建設マネジメント)、Vol.75 No.2, pp.I_185-I_199, 2019.
- 24) 村岡治道・野口好夫・鈴木弘司: 今日求められる技術公務員の役割と責務、土木学会論文集F4(建設マネジメント)、Vol.73 No.4, pp.I_1-I_19, 2017.
- 25) 中村春雄: 日本の水道事業の構造と配水管ネットワーク密度についての考察、公益事業研究、Vol.63, No.1 pp.41-52, 2011.
- 26) 中村春雄: 環境要因が日本の水道事業の効率性に与える影響に関する分析、公益事業研究、Vol.64, No.1 pp.15-24, 2012.
- 27) 中山徳良: 日本の水道事業の効率性分析、多賀出版、2003.
- 28) 中山徳良: 確率的フロンティアとパネルデータを用いたわが国の水道事業の費用効率性と規模の経済性の計測、

日本地域学会第44 回大会、 2007, 2007.

29) 中山徳良：日本の水道事業の技術効率性に影響を与える要因の分析、*オイコノミカ*、52(1), pp.101-112, 2015.

30) 齊藤仁・菅原宏太・倉本宜史：水道事業における規模の経済性の測定-長期費用関数と短期費用関数の推定より-、2020年度第2回地方分権に関する基本問題についての調査研究会・専門分科会(2020年12月3日)報告資料、2020.

31) 酒井裕規：公営バス事業の外部委託方式に関する考察-確率フロンティアモデルによる費用効率性の分析-、*公益事業研究*、第68巻第1号、pp.1-15, 2016.

32) 総務省：公営企業決算状況調査、各年版

33) 総務省：経営健全化の取り組み状況等について、2018.

34) 浦上拓也：水道事業における補助金の費用構造に与える影響に関する分析、*商経学叢*、50.3, pp.553-562, 2004.

35) 浦上拓也：小規模水道事業者の費用格差の要因分析、*商経学叢*、経営学部開設10周年記念論文集、pp.35-44, 2013.

36) 矢根真二：朽ちる水道インフラ～老朽管の更新投資必要額と水道料金～、*桃山学院大学総合研究所紀要*、第37巻第3号、pp.151-172, 2012.

37) 矢根遙佳・矢根真二：パラメトリックな確率的生産フロンティアへの環境要因の影響-水道事業の不均質性と不均一分散へのSFAの適用-、*桃山学院大学総合研究所紀要*』第59巻第4号、pp.155-179, 2018.

38) 吉田 護・多々納 裕一：設計照査の民間委託に伴う入札タイミングに関する研究、*京都大学防災研究所所報*52-B、pp.135-144, 2009.

An Analysis of cost-efficiency of Outsourcing in Water supply business

Yurika Shiozu, Kota Sugahara and Mitsuyoshi Yanagihara

In recent years, the private sector has been outsourcing more and more of its water services. This is due to the deterioration of waterworks finances. Of the private sector outsourcing, third party outsourcing has been expected to lead to cost savings because it is a performance order instead of having the trustee assume responsibility under the Waterworks Law. However, third party outsourcing is not yet widespread. On the other hand, nearly half of the companies have introduced the conventional partial outsourcing of work by ordering specifications. In this paper, we use stochastic frontier analysis, based on the framework of Principal-Supervisor-Agent theory, to analyze whether these private consignments are really cost-saving. As a result of the analysis, it was found that, theoretically, there is a possibility that some of the outsourced operations are cost-saving, that third party outsourcing may not be cost-saving, and that outsourcing does not necessarily lead to cost reduction when both directly managed and outsourced operations are conducted in line with the actual situation of outsourcing.

水道事業における 民間委託の効率性分析

第2回地方分権に関する
基本問題についての調査研究会・専門分科会

2021/09/04

塩津 ゆりか(京都産業大学)

菅原 宏太(京都産業大学)

柳原 光芳(名古屋大学)

要約

◆ Research Question

民間委託契約は本当に経費削減になっているのか

- 理論的なバックグラウンド

Principal-Agent理論; P-A

- 手法

確率フロンティア分析<Stochastic Frontier Analysis>; SFA

◆ 結論

一部業務委託では経費削減になっている可能性

第三者委託では経費削減にはなっていない可能性

民間委託の種類

出典：(一社)日本水道運営管理協会HPより作成
<http://www.suikankyuu.jp/qa/134/>

民間委託

仕様書発注：水道事業者が図面等を示し、発注内容や実施手法等を詳細に「仕様書」に定めて発注

性能発注：水道事業者はサービス水準や保証事項等の詳細のみを「要求水準書」に定めて、手法等については受託者の裁量に委ねる

一部業務委託

(水道法適用外)
責任は水道事業者
仕様書発注が主

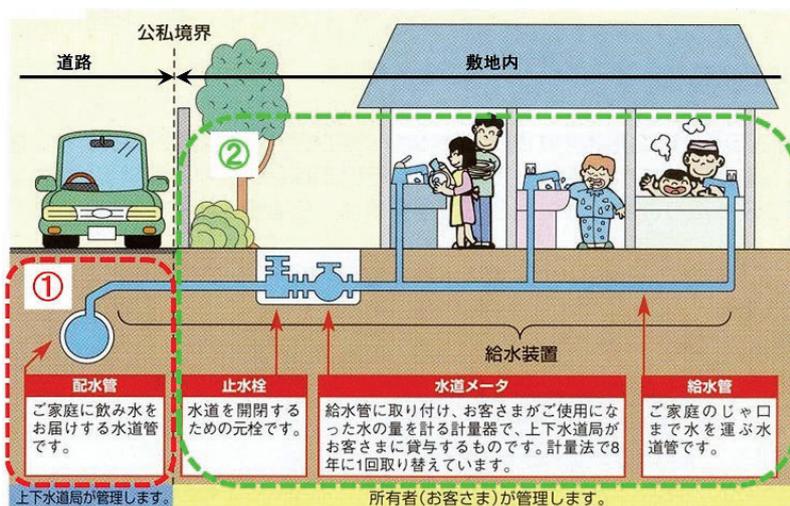
第三者委託

(水道法適用)
責任は受託者
性能発注が多い

3

一部業務委託の例：給水工事

出典：名古屋市上下水道局 <https://www.water.city.nagoya.jp/category/10600onegai/141883.html>より作成

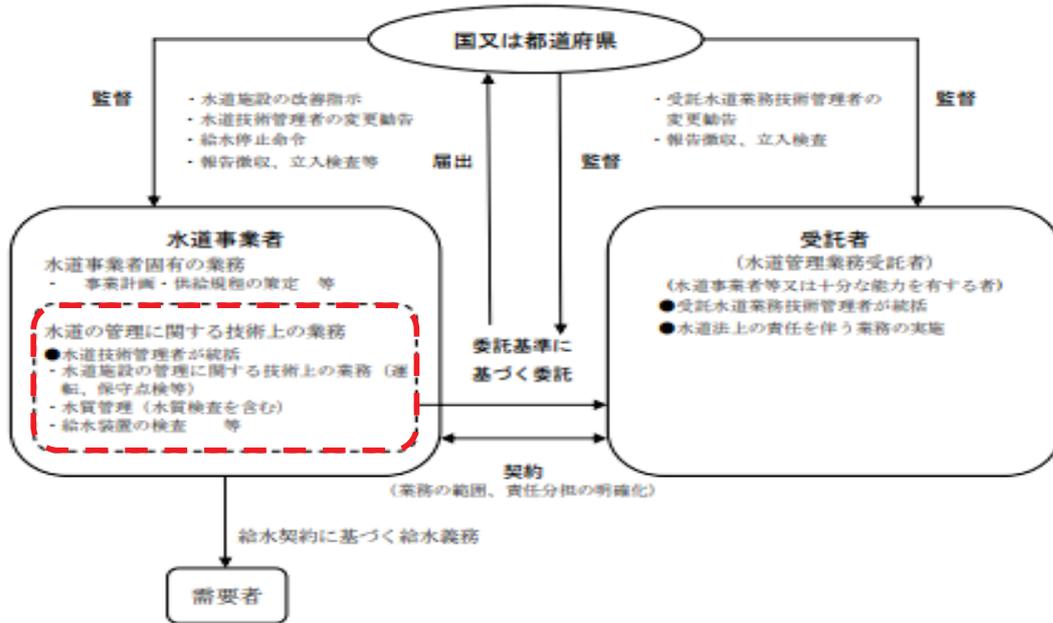


- 新築・増改築時の給水装置新設工事
 - 給水装置の改造
 - 給水装置の交換・撤去
 - 漏水等による修繕工事
- 直営
 - 民間事業者

4

第三者委託の概念図

出典：厚生労働省(2011)「第三者委託実施の手引き」図1.3.1に加筆



5

受託業者との契約問題

出典：総務省(2018)「経営健全化の取り組み状況等について」

民間活用※の状況とそれに伴う経費削減効果額について

※「民間活用」は、包括的民間委託(性能発注)、指定管理者制度の活用、PPP/PFIの導入をいい、単なる民間委託(仕様書発注)については、対象外としている。

- 民間活用を実施している事業者数は148(8.8%)に留まり、特に人口3万人未満の小規模な事業者では、民間活用を実施している事業者の割合が低い。
- 大規模な事業者ほど、民間活用の実施による経費削減効果額が出やすく、小規模な事業者においては直営よりも費用がかかっている事業者がある。

1. 民間活用を実施している業務と割合(給水人口規模別)

民間活用を実施している業務	民間活用を実施している事業者数と割合(給水人口1人あたりの単年度平均額) (単位:事業者数、%)																					
	回答事業者数 (1,691事業者)	都及び 指定都市★ (18事業者)	30万人以上 (★除く) (50事業者)	30万人未満 (100事業者)	10万人以上 (200事業者)	5万人未満 (3万人以上) (193事業者)	3万人未満 (1万人以上) (391事業者)	1万人未満 (5千人以上) (195事業者)	5千人未満 (46事業者)	簡易水道 (369事業者)	用水供給 (57事業者)											
民間活用を実施している事業者数	148	8.8%	3	16.7%	15	30.0%	47	28.3%	30	14.6%	19	9.8%	15	3.8%	4	2.1%	2	4.3%	6	1.6%	7	12.3%
①浄水場の運転管理業務	58	3.4%	0	0.0%	1	2.0%	16	9.6%	13	6.3%	10	5.2%	11	2.8%	1	0.5%	0	0.0%	2	0.5%	4	7.0%
②料金徴収・検針業務	87	5.1%	0	0.0%	11	22.0%	38	22.9%	17	8.3%	9	4.7%	6	1.5%	2	1.0%	0	0.0%	2	0.5%	2	3.5%
③水道関係施設(浄水場以外の施設を含む)の維持管理等業務	17	1.0%	0	0.0%	1	2.0%	5	3.0%	2	1.0%	1	0.5%	3	0.8%	0	0.0%	2	4.4%	3	0.8%	0	0.0%
④水道関係施設の整備・更新・運営業務	12	0.7%	2	11.1%	3	6.0%	2	1.2%	3	1.5%	0	0.0%	0	0.0%	1	0.5%	0	0.0%	0	0.0%	1	1.8%
⑤営業関係業務(窓口対応、給水関係工事、メーター交換等)	17	1.0%	0	0.0%	1	2.0%	6	3.6%	4	1.9%	4	2.1%	2	0.5%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%
⑥その他	4	0.2%	1	5.6%	1	2.0%	1	0.6%	1	0.5%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%

※ 事業者が複数業務で民間活用を実施している場合は、複数回答している。

2. 民間活用の実施による経費削減効果額(給水人口規模別)

民間活用を実施している業務	民間活用の実施による経常費用の平均削減額 (単位:%)											
	回答事業者数 (1,691事業者)	都及び 指定都市★ (18事業者)	30万人以上 (★除く) (50事業者)	30万人未満 (100事業者)	10万人以上 (200事業者)	5万人未満 (3万人以上) (193事業者)	3万人未満 (1万人以上) (391事業者)	1万人未満 (5千人以上) (195事業者)	5千人未満 (46事業者)	簡易水道 (369事業者)	用水供給 (57事業者)	
浄水場の運転管理業務	-0.31%	0.00%	-4.77%	-0.74%	-0.73%	-1.18%	-0.23%	-0.52%	0.00%	-0.02%	-0.11%	
料金徴収・検針業務	-0.23%	0.00%	-0.83%	-0.78%	-0.64%	2.13%	1.03%	-0.06%	0.00%	2.06%	-0.16%	
水道関係施設(浄水場以外の施設を含む)の維持管理等業務	-0.26%	0.00%	-0.87%	-0.73%	-1.84%	0.00%	2.20%	0.00%	0.00%	-0.96%	0.00%	
水道関係施設の整備・更新・運営業務	-1.14%	-0.35%	-0.76%	-0.76%	-1.99%	0.00%	0.00%	-1.37%	0.00%	0.00%	-1.87%	
営業関係業務(窓口対応、給水関係工事、メーター交換等)	0.17%	0.00%	-0.29%	-0.41%	0.48%	0.79%	0.33%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	
その他	-0.38%	-0.24%	-1.04%	-0.06%	-0.18%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	

※ 削減効果額の大きいセルの背景色を濃く表示している。

※ 回答の得られた1,691事業者のうち、民間活用を実施する148事業者を集計対象としている。

※ 1で実施事業者が存在し、2で削減率がゼロとなっている箇所は、実施時期が平成28年度以降である等の理由により効果額の測定ができない事業者の影響によるもの。

※ 削減効果額がプラスになっている箇所は、委託費が契約期間内の投資額、維持管理費、人件費の削減額を上回る事業者の影響によるもの。

出典：「水道財政のあり方に関する研究会」における検討のための調査

6

問題意識

- 水道事業者<Principal>の目的

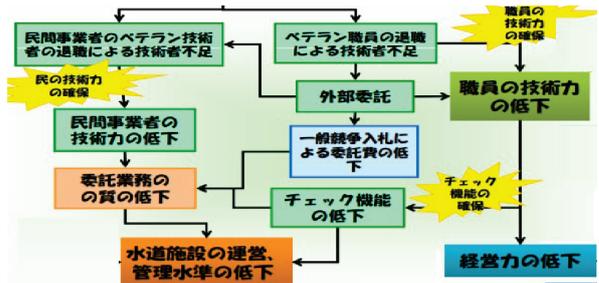
- 「清浄にして豊富低廉な水の供給を図り、もって公衆衛生の向上と生活環境の改善とに寄与すること」(水道法第1条)
- 「地方公営企業は常に企業の経済性を発揮するとともに、その本来の目的である公共の福祉を増進するように運営されなければならない」(地方公営企業法第3条)

- 公営企業の費用最小化を阻む問題

- 職員の削減→職員の知識・経験不足
- 経費削減目的の民間委託契約→質の低下

- 民間委託契約(外部委託)

- 種類によって委託が進んでいるものと進んでいないものがある



出典：厚生労働省(2012)「水道サービスの持続性の確保(水道の運営基盤の強化)」より作成
<https://www.mhlw.go.jp/stf/shingij/2r9852000002jbez-att/2r9852000002jkbk8.pdf>

- 本当に経費削減につながっているのか？

7

先行研究

- 公共事業を対象としたPrincipal-Agent理論の応用分析

吉田・多々納(2009)

<問題意識>

技術系公務員の減少に伴い、公共施設の設計を民間委託しているが、民間企業が正しく設計図を書いているかを公務員がチェックできない

チェック業務も民間委託すると、結託がおきて意図通りの設計ができなくなる恐れ

<分析>

結託を回避して意図通りの設計を行わせる契約をP-Aで分析

- 日本の水道事業を対象とした効率性分析

代表的な研究：中山(2003)、(2007)、(2015)、中村(2012)、(2013)

浦上(2004)、(2013)、矢根(2012)、矢根・矢根(2018)

齊藤ほか(2020)

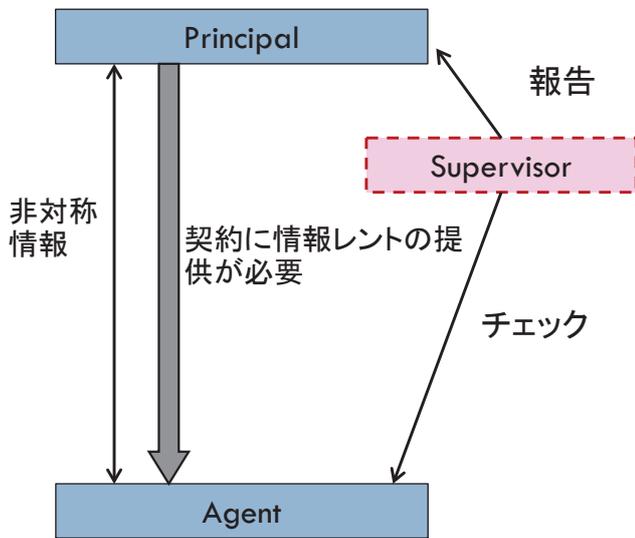
主たる関心：規模の経済性測定

手法：確率フロンティア分析；SFA

包絡分析；DEA

8

理論的なバックグラウンド



Principal-Supervisor-Agentの

三層構造モデル

- ✓ Principal: 水道局の管理者もしくは事務系職員
 - ✓ Agent: 工事を請け負う民間企業
 - ✓ Supervisor: Agentの質を見極める (Adverse selection)。もしくは行動を監視する (Moral hazard)。
- ※詳しくは後述

参考

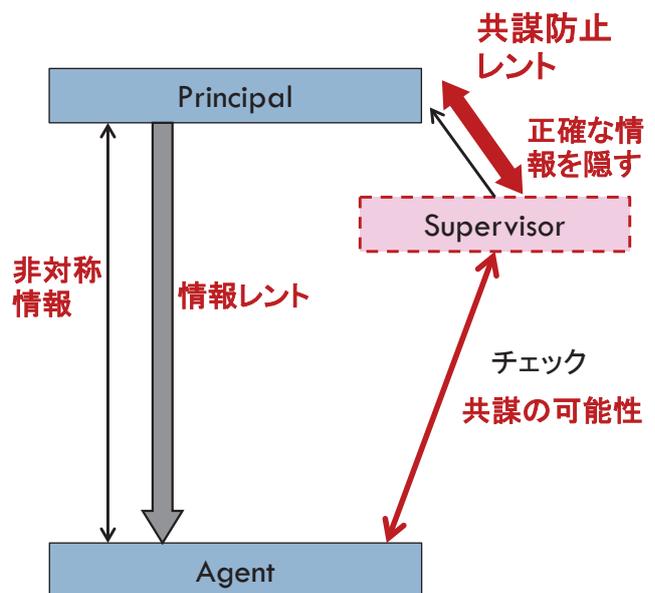
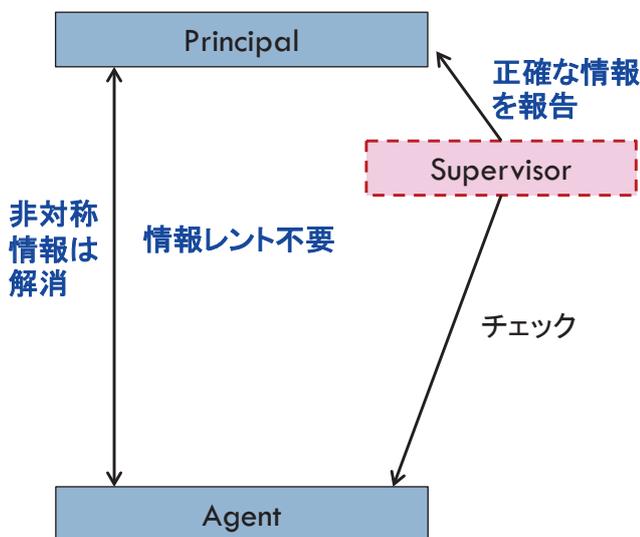
- Tirole (1986), Laffont and Tirole (1992), Laffont and Tirole (1993), 伊藤 (2003)

9

Supervisorの性質と理論的帰結

Benevolent (Principalと目的を共有)

Non-benevolent (自己目的を持つ)



→ 契約コストを節約

→ 情報レントに加えて共謀防止レントも必要

10

実証命題

• 3種類のSupervisorを想定

- ✓タイプ1:水道局の熟練技術職員
- ✓タイプ2:民間企業(第三者委託モデル)
- ✓タイプ3:技術職員と民間企業の混在(給水工事委託モデル)

• 実証命題

- ✓熟練技術職員は本当にBenevolent-Supervisorか？
 - 南丹市浄水場工事汚職(2021/02), 尼崎市水道工事汚職(2021/06), 別府市浄水場入札汚職(2020/12)など
 - ➔「Benevolentでない」ならば, 民間委託の根拠の1つに
- ✓全面的な民間委託(第三者委託)は有効か？
 - 民間企業の目的は利潤最大化 ≠ Principal(水道事業管理者)の目的
 - ➔「Benevolentでない」ならば, 単純な民間委託推奨は危険
- ✓あえてSupervisorを複数にすること(第三者委託や一部業務委託と直営の混在)が費用効率性の観点から見て望ましいといえるか？¹¹

分析方法

• 確率フロンティア分析

- ✓ Supervisorの各タイプを表す変数が非効率項に与える影響(パラメータ推定量)に着目

• 結果の解釈

- ✓パラメータが正
 - そのタイプのSupervisorを用いている水道事業経営は他と比べてより非効率である。
 - ➔ そのタイプのSupervisorは「Benevolentでない」可能性が高い。
- ✓パラメータが負
 - そのタイプのSupervisorを用いている水道事業経営は他と比べて非効率の程度が低い。
 - ➔ そのタイプのSupervisorが「Benevolentかどうか」を直接は判断できないが, 仮にNon-benevolentであるとしても非効率を抑制する仕組みが働いている可能性が高い。

分析方法:技術編

- 確率フロンティア分析・・・費用(生産)関数

Battese and Coelli (1992), (1995), Coelli (1996), Coelli, Rao and Battese (1998)

Kumbhakar and Lovell(2000)

$$\ln C_{it} = \ln C(Y_{it}, W_{it}, Z_{it}) + v_{it} + u_{it} \quad (1)$$

$$CE_{it} = \frac{\exp(\ln C(Y_{it}, W_{it}, Z_{it}) + v_{it} + u_{it})}{\exp(\ln C(Y_{it}, W_{it}, Z_{it}) + v_{it})} = \exp u_{it} \quad (2)$$

C:総費用 Y:産出量 W:生産要素の価格ベクトル Z:産出の特性を表すベクトル

v:通常の誤差項 u:非効率項 CE:費用効率性 (<1であれば効率的)

$v_{it} \sim N(0, \sigma_v^2)$ と $u_{it} \sim N^+(0, \sigma_u^2)$ を仮定

13

モデル

- 確率フロンティア分析・・・Cobb-Douglas型費用関数・パネルデータ

$$\begin{aligned} \ln C_{it} \\ = \alpha_0 + \alpha_1 \ln Y_{it} + \alpha_2 \ln W_{it} + \alpha_3 \ln K_{it} + \alpha_4 \ln \text{density}_{it} + v_{it} \\ + u_{it} \end{aligned}$$

C:給水原価×年間総有収水量 Y:年間総有収水量 W:職員平均給与、K:資本価格

density:給水戸数÷給水面積 v:通常の誤差項 u:非効率要因

$v_{it} \sim N(0, \sigma_v^2)$ と $u_{it} \sim N^+(0, \sigma_u^2)$ を仮定

CE:最尤法で推定

14

データ概要

- 分析対象

水道末端給水事業者のうち、政令指定都市・市町村営かつ上水道のみか上水道＋簡易水道事業を現に営むもので家庭用が50%を超える事業者(1170事業者)

- 対象年度

2015年度～2017年度までの3年間

- データ出典

総務省 公営企業決算状況調査 各年版

公益財団法人 水道協会 水道統計 各年版

15

データ

- 資本価格(K)

(企業債利息＋減価償却費＋受水費のうち資本費相当分－長期前受金戻入)

水利権＋導送配水管延長

- 給水原価(総務省定義)

経常費用－(受託工事費＋材料売却原価＋付帯工事費)－長期前受金戻入

年間総有収水量

16

データ:非効率要因(U_{it})

- 技術職員割合(tec_ratio)(約970事業体)
 - 技術職員数
 - 総職員数
- 熟練技術職員割合(45tecr) <Supervisor type1> (約700事業体)
 - ✓ 定義: 45歳以上技術職員=熟練技術職員
 - 45歳以上技術職員数
 - 技術職員数
- 第三者委託ダミー (ItakuDUM) <Supervisor type2> (約140事業体)
 - 水道法24条の3第1項に基づく第三者委託を行っていれば、1
- 給水工事委託割合(kyusuikoji) <Supervisor type3> (約600事業体)
 - ✓ 定義:一部業務委託として給水工事委託割合に着目
 - 技術職員が主に担当してきた業務を仕様書発注で民間に一部業務委託している割合

17

基本統計量

2015-2017年度の3期間パネルデータ

分析対象水道事業者数:1170

(東日本大震災の影響によりデータ欠落のある事業者および水道事業の統合によりデータ欠落のある事業者を除く)

	平均	標準偏差	中央値	最小値	最大値	範囲	歪度	尖度
給水原価×年間総有収水量	1421588	3667002	555417	22634	63370846	63348212	9.541602	118.5921
年間総有収水量	896954.7	2338370	331890.5	6104	38043021	38036917	9.630162	123.7681
職員年平均給与(千円)	5877.084	787.071	5904	1728	9816	8088	-0.33788	1.55628
資本価格	10.10041	11.78173	8.088161	0	490.3632	490.3632	26.69043	989.8114
密度	9.133082	20.31462	4.895125	0.082163	571.9614	571.8792	16.24793	362.4026
技術職員割合	0.386154	0.244266	0.4375	0	1	1	-0.35205	-0.92667
熟練技術職員割合 <Supervisor type1>	0.386731	0.318462	0.409674	0	1	1	0.253963	-0.93046
第三者委託ダミー <Supervisor type2>	0.122507	0.327917	0	0	1	1	2.30171	3.29881
給水工事委託割合 <Supervisor type3>	0.479272	0.493096	0.1	0	1	1	0.087407	-1.97706

Pooling sample n=3510

18

推定結果(1)理論モデルVer.

	基本モデル		熟練技術職員割合 モデル<type1>		第三者委託基本モデル <type2>		給水工事委託基本モデル <type3>	
	係数	標準誤差	係数	標準誤差	係数	標準誤差	係数	標準誤差
定数項	-1.56169	0.201329***	-0.89366	0.320879**	-0.99093	0.310161**	-1.09439	0.31049***
log(年間総有収水量)	0.968153	0.00675***	0.941831	0.005152***	0.941161	0.005124***	0.94493	0.005085***
log(総職員年平均給与)	0.184954	0.022949***	0.189074	0.037679***	0.200914	0.036677***	0.208487	0.036775***
log(固定資産価格)	0.290484	0.01606***	0.309809	0.013561***	0.312078	0.013533***	0.310765	0.013528***
log(密度)	-0.07422	0.005332***	-0.11794	0.00549***	-0.11553	0.005506***	-0.11776	0.005491***
非効率要因								
技術職員割合								
熟練技術職員割合			0.101357	0.039176**				
全職員に占める 熟練技術職員割合								
給水工事委託割合							-0.05051	0.029678.
第三者委託ダミー					0.162537	0.031779***		
Sigma Sq	0.417973	0.021555***	0.13602	0.007246***	0.138078	0.006876***	0.147457	0.007559***
gamma	0.983148	0.001175***	0.62114	0.039402***	0.625766	0.038511***	0.64954	0.034833***
対数尤度	1461.946		-630.0514		-622.4622		-631.463	
AIC	-2909.892		1276.103		1260.924		1278.926	

Signif. codes: '***'p<0.1%, '**'p<1%, '*'p<5%, '.' p<10%
R 4.0.3 Frontier1.1-8を利用して分析

19

推定結果(2)実態Ver.

1170事業体	熟練技術職員割合モデル		技術職員割合モデル		全職員に占める 熟練技術職員割合モデル	
	係数	標準誤差	係数	標準誤差	係数	標準誤差
総サンプル数3510						
定数項	-0.7803156	0.3204067*	-0.826089	0.3149111**	-0.7592897	0.3199896*
log(年間総有収水量)	0.9391959	0.005265***	0.9340124	0.0058433***	0.9368518	0.0054579***
log(総職員年平均給与)	0.1793291	0.0375268***	0.1914652	0.0366877***	0.1802693	0.0372658***
log(固定資産価格)	0.3128343	0.0135667***	0.314915	0.0134249***	0.3142471	0.0135563***
log(密度)	-0.1164982	0.0055226***	-0.116206	0.0055146***	-0.1165585	0.0055158***
非効率要因						
技術職員割合			0.1762714	0.0523975***		
熟練技術職員割合	0.1067499	0.0376759**				
全職員に占める熟練技術職員 割合					0.2280025	0.074659**
給水工事委託割合	-0.0308998	0.0260465	-0.028808	0.0243021	-0.031211	0.0256516
第三者委託ダミー	0.1554705	0.0307005***	0.149293	0.0291435***	0.1563601	0.030161***
sigmaSq	0.1321342	0.007571***	0.1265982	0.0080042***	0.1315399	0.0075219***
gamma	0.6058494	0.0415353***	0.5857027	0.0467129***	0.601535	0.0423751***
対数尤度	-617.9954		-616.8526		-617.4172	
AIC	1255.991		1253.705		1254.834	

同時実施事業体数:53

Signif. codes: '***'p<0.1%, '**'p<1%, '*'p<5%, '.' p<10%
R 4.0.3 Frontier1.1-8を利用して分析

20

考察: 熟練技術職員 (Supervisor type1)について

- 技術職員の中でも熟練技術職員の割合が高いほど、費用非効率の可能性
← 技術職員に占める熟練技術職員割合は非効率要因として係数は正で有意
- 全職員の中でも熟練技術職員の割合が高いほど費用非効率の可能性
← 全職員に占める熟練技術職員割合も非効率要因として係数は正で有意
- 年齢に関係なく、技術職員割合が高いほど費用非効率の可能性
← 全職員に占める技術職員割合も非効率要因として係数は正で有意
 - 業者に対する技術職員の監視能力が完全で、技術職員が non-benevolent なケース
 - 技術職員が Benevolent ではあるが、業者に対する監視能力が不完全であるケース
 - データの制約により、45歳以上技術職員数の精度に課題

21

考察: 民間委託 (type2&3)について

Supervisor type2

- 第三者委託を行っているほど、費用非効率の可能性
← 第三者委託ダミーは非効率要因として係数は正で有意
 - ただし、第三者委託は制度勧奨が始まってから日が浅いため、導入事業者が少ない(全体の10%程度)
 - この結果をもって、第三者委託は費用非効率と結論づけるのは時期尚早

Supervisor type3

- 給水工事の委託割合が高いほど、理論的にはやや費用効率である可能性
← 給水工事割合は非効率要因として理論モデルでは係数は負で有意
(有意水準10%)
 - 一部業務委託と直営業務が併存するので、複数Supervisorと考えられる
 - 実態モデルでは非有意となっているので、別の要因が関与している可能性

22

複数Supervisorsに関する議論

- Kofman & Lawarrée (1993)
 - ✓ 株主 (Principal) – 経営者 (Agent) のAdverse selectionモデル
 - ✓ 内部監査人: 社内情報に精通しているが, 経営者と共謀しがち
 - ✓ 外部監査人: 情報入手コストはかかるが, 経営者からは独立
 - 外部監査人からのsecond opinionと内部監査レポートを比較し, 内部監査人を株主が罰することができる時, 単独監査よりも効率性が高まる場合がある。
- Kofman & Lawarrée (1996)
 - ✓ 2人の内部監査人(片方がBenevolent) **結論は同上**
- Laffont & Mortimort (1999)
 - ✓ 公共事業受注モデル 2人の公的監査人(両方Non-benevolent)
 - 監査人の中で起こる共謀オファー競争によって, 共謀防止制約が緩和し, 単独監査人の場合よりも厚生は改善する。
- Wu(2014)
 - ✓ 複数の監査人について, 共同監査(joint audit)のケースと個別監査(specialized audit)のケースを比較。監査人の中での共謀の可能性。
 - 個別監査のケースでは監査人の中での共謀が起こるため, Principalにとっては共同監査の方が望ましい。

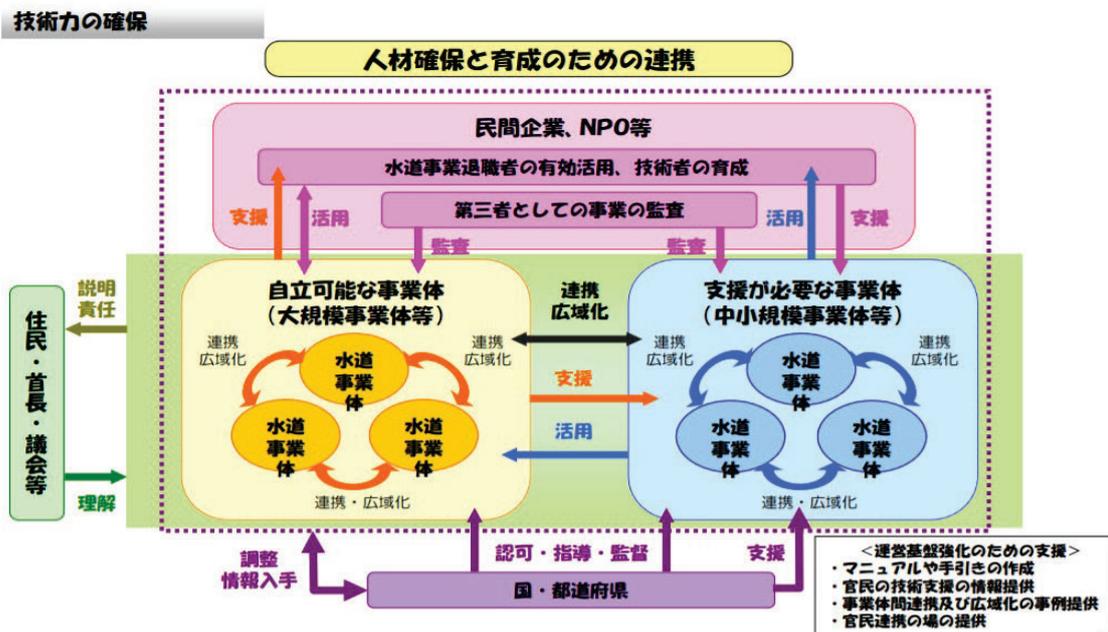
23

多様なSupervisorの存在

出典: 厚生労働省(2012)「水道サービスの持続性の確保(水道の運営基盤の強化)」
<https://www.mhlw.go.jp/stf/shingi/2r9852000002jbez-att/2r9852000002jkb8.pdf>

水道サービスの持続性の確保(水道の運営基盤の強化)

運営基盤強化のための取組の概念図



114

24

今後の課題

- 複数Supervisorモデルの精緻化
- 補助金(特に他会計繰入金)についてコントロールしたモデル
- 事業規模についてコントロールしたモデル
- 地域特性の変数を追加
 - 水質
 - 原水の種類(表流水・地下水・受水等)
 - 地理的特性(島嶼部・山間部等)
- 技術職員の取り扱い
- DEAと組み合わせて分析を精緻化

25

参考文献

- Battese, G.E. and T. Coelli (1992), Frontier production functions, technical efficiency and panel data: with application to paddy farmers in India. *Journal of Productivity Analysis*, 3, PP.153-169.
- Battese, G.E. and T. Coelli (1995), A model for technical inefficiency effects in a stochastic frontier production function for panel data. *Empirical Economics*, 20, PP.325-332.
- Coelli, T. (1996) A Guide to FRONTIER Version 4.1: A computer program for stochastic frontier production and cost function estimation, *CEPA Working Paper 96/08*, <http://www.uq.edu.au/economics/cepa/frontier.php>, University of New England.
- Coelli, T. J., Rao, D. S. P., and Battese, G. E. (1998) *An Introduction to Efficiency and Productivity Analysis*, Springer, New York.
- Laffont, J.-J. and J. Tirole, (1992), Cost Padding, Auditing and Collusion, *Annales d'Economie et de Statistique*, 25/26, 205-226.
- Laffont, J.-J. and J. Tirole, (1993), *A Theory of Incentives in Procurement and Regulation*. The MIT Press.
- Laffont, J.-J. and D. Martimort, (1999), Separation of Regulators against Collusive Behavior, *The RAND Journal of Economics*, 30(2), 232-262.
- Kofman, F. and J. Lawarrée, (1993), Collusion in Hierarchical Agency, *Econometrica* 61, 629-656.
- Kofman, F. and J. Lawarrée, (1996), On the Optimality of Allowing Collusion, *Journal of Public Economics* 61, 383-407.
- Kumbhakar, S. C. and C.A. K. Lovell (2000), *Stochastic Frontier Analysis*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Tirole, J. (1986), Hierarchies and Bureaucracies: On the Role of Collusion in Organizations, *Journal of Law, Economics, and Organization*, 2, 181-214.
- Wu, M. G. H., (2013), Hierarchical Agency: Double vs. Specialized Audits for Management Control. SSRN paper.
- 伊藤秀史 (2003), 契約の経済理論 有斐閣。
- 浦上拓也(2004)「水道事業における補助金の費用構造に与える影響に関する分析」『商経学叢』, 50.3: PP.553-562.
- 浦上拓也(2013)「小規模水道事業者の費用格差の要因分析」『商経学叢』, 経営学部開設10周年記念論文集:PP. 35-44.
- 齊藤仁・菅原宏太・倉本直史(2020)「水道事業における規模の経済性の測定-長期費用関数と短期費用関数の推定より-」2020年度第2回地方分権に関する基本問題についての調査研究会・専門分科会(2020年12月3日)報告資料
- 中村春雄(2011)「日本の水道事業の構造と配水管ネットワーク密度についての考察」『公益事業研究』Vol.63, No.1 PP.41-52
- 中村春雄(2012)「環境要因が日本の水道事業の効率性に与える影響に関する分析」『公益事業研究』Vol.64, No.1 PP.15-24
- 中山徳良(2003)『日本の水道事業の効率性分析』, 多賀出版
- 中山徳良(2007)「確率的フロンティアとパネルデータを用いたわが国の水道事業の費用効率性と規模の経済性の計測」, 日本地域学会第44回大会, 2007.
- 中山徳良(2015)「日本の水道事業の技術効率性に影響を与える要因の分析」『オイコノミカ』52(1), PP.101-112
- 矢根真二(2012)「朽ちる水道インフラ～老朽管の更新投資必要額と水道料金～」『桃山学院大学総合研究所紀要』第37巻第3号, PP.151-172.
- 矢根遙佳・矢根真二(2018)「パラメトリックな確率的生産フロンティアへの環境要因の影響—水道事業の不均質性と不均一分散へのSFAの適用—」『桃山学院大学総合研究所紀要』第59巻第4号, PP.155-179.
- 吉田 護・多々納 裕一(2009)「設計照査の民間委託に伴う入札タイミングに関する研究」京都市防災研究所所報52-B, PP.135-144.

26

補足(1)技術職員のバリエーション

	基本モデル		熟練技術職員割合 モデル<type1>		技術職員割合モデル		全職員に占める 熟練技術職員割合モデル	
	係数	標準誤差	係数	標準誤差	係数	標準誤差	係数	標準誤差
定数項	-1.56169	0.201329***	-0.94276	0.31422**	-0.89366	0.320879**	-0.87986	0.320285**
log(年間総有収水量)	0.968153	0.00675***	0.937272	0.005732***	0.941831	0.005152***	0.939755	0.005349***
log(総職員年平均給与)	0.184954	0.022949***	0.200781	0.036747***	0.189074	0.037679***	0.190451	0.037379***
log(固定資産価格)	0.290484	0.01606***	0.311588	0.013354***	0.309809	0.013561***	0.3111	0.013533***
log(密度)	-0.07422	0.005332***	-0.11769	0.005485***	-0.11794	0.00549***	-0.118	0.005486***
非効率要因								
技術職員割合			0.163888	0.053852**				
熟練技術職員割合					0.101357	0.039176**		
全職員に占める熟練 技術職員割合							0.213253	0.074755**
Sigma Sq	0.417973	0.021555***	0.131042	0.007999***	0.13602	0.007246***	0.135681	0.007397***
gamma	0.983148	0.001175***	0.604533	0.043631***	0.62114	0.039402***	0.618291	0.040247***
対数尤度		1461.946		-629.3144		-630.0514		-629.6818
AIC		-2909.892		1274.629		1276.103		1275.364

Signif. codes: '***'p<0.1%, '**'p<1%, '*'p<5%, '.' p<10%
R 4.0.3 Frontier1.1-8を利用して分析

27

[2021年度 第2回 地方分権に関する基本問題についての調査研究会・専門分科会(2021年9月3日&11月5日)報告論文]

水道料金体系における戦略的相互依存関係*

甲南大学経済学部 足立泰美
東北学院大学経済学部 篠崎剛
和歌山大学経済学部 齊藤仁

概要

本研究の目的は、政治的ヤードスティック競争が、水道事業体における料金設定に影響を与えることを、理論および実証の両面から明らかにすることにある。はじめに、水道事業体の料金設定に関するヤードスティック競争モデルを構築し、ヤードスティック競争をしているときに達成される水道料金体系を明らかにし、(1)ヤードスティック競争が、各自治体の設定する水道料金を非効率なレベルに設定させること、(2)自地域と他地域の水道料金が戦略的補完関係にあること、(3)再選レントが低いほど、その地域の水道料金は低く設定するようになることなどを実証仮説として示すことができた。次に、導出した理論モデルに基づいて、総務省「地方公営企業年鑑 水道事業」の個票データを使用し、空間計量分析を用いて実証的に検証を行った。推計結果より、水道料金の設定において、自事業団と周辺事業団の料金設定においては、ヤードスティック要因が影響することが明らかとなった。このとき財務要因の結果から、一定能率的な運営が行われている事業団では、原価に照らして料金が一定抑えられていることが示された。また、経営要因の結果から、取水施設、貯水施設、導水施設、浄水施設、送水施設及び配水施設の歴史的条件、取水場所、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等によって経営効率も変わり、費用に差異が生じてくるが、効率的な経営は水道料金の抑制に繋がるという結果が得られた。

* 本研究は2021年度「地方分権に関する基本問題についての調査研究会・専門分科会（公営企業）の第2回研究会」で報告した内容に加筆・修正したものである。研究会において参加者からは有意義なコメントをいただいた。研究会に参加された方々に感謝する。なお、本研究は日本学術振興会の科学研究費補助金（基盤研究（B）20H01450）の助成を受けたものの一部である。また、本研究についての責任は、全て著者に帰す。

1. 問題意識 & 国内外文献レビュー

本研究の目的は、政治的ヤードスティック競争が、水道事業体における料金設定に影響を与えることを、理論および実証の両面から明らかにすることにある。

現在の日本は人口減少の局面に突入している。国立社会保障・人口問題研究所「日本の将来推計人口（平成29年推計）」によると、約50年後の2065年には現在の人口の約75%程度に相当する9000万人を下回るとの予想がなされている。人口減少は、公共サービスや公共施設等の供給主体を取り巻く環境にも大きく影響を与えるだろう。

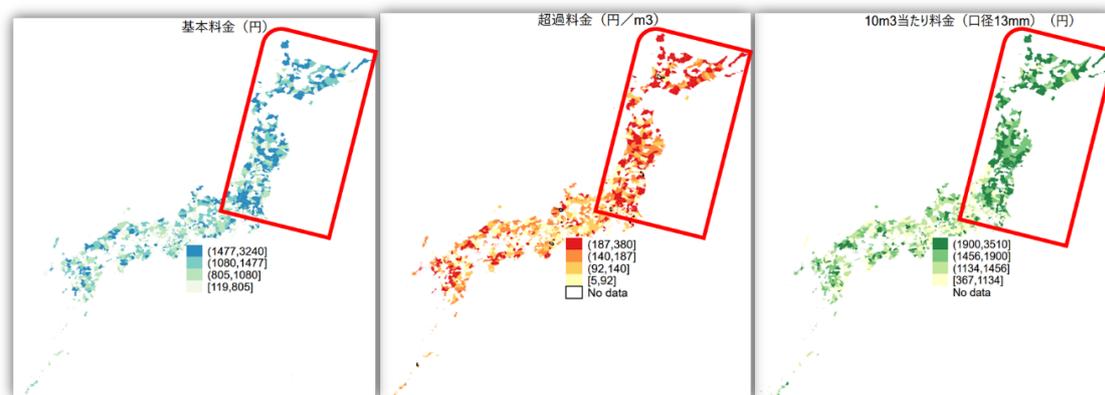
本研究の関心のある水道事業においては、人口減少によって水需要の減少を介して、水道料金収入が減少し、各事業体の運営が困難になる恐れがある。EY新日本有限責任監査法人&水の安全保障戦略機構事務局(2021)では、(各事業体が赤字経営とならないような)2043年度時点の水道料金の推計を行っている。当該推計結果では、現在の末端給水事業体のうち約94%が水道の値上げが必要とされており、水道料金の平均の値上げ率は43%であることが示されている。このように人口減少が進む日本において、将来的に、多くの事業体で料金の値上げに踏みきらざるおえないであろう。

近年、料金改定を行う際に、各事業体が総括原価方式を維持できるような健全な経営状態だけを目的として、料金体系を作っているわけではなく、政治的な影響を受ける可能性があることが報告されている(e.g, 遠山, 1994; 矢根, 2016; Hellwig and Polk, 2021 etc). 図表1は、2017年度の事業体ごとの水道料金(基本料金, 超過料金, 10 m³当たりの料金)を日本地図上に表記したものである。図表1から、比較的人口の少ない地域である北海道や東北地方の料金水準が高い傾向にあり、かつ近隣の事業体間で類似の料金水準傾向にあることも見て取れる¹。これは、各事業体が、他事業体の水道料金の設定を見ながら自事業体の料金を設定している(すなわち、相互参照行動をとっている)可能性があることを意味し、近年、その研究が進められてきている。

相互参照行動のうち、水道料金の決定において理論的に注目されてきたものの一つがヤードスティック競争(以下、本稿ではヤードスティック競争と呼ぶ)である。これは、各事業体の住民が近隣の事業体との比較によって現職の首長のパフォーマンスを監視することをいう。ヤードスティック競争については、理論的には、Baseley and Case (1995)を嚆矢とし研究が進められてきたものの、水道事業に適用したものは存在せず、近年、実証的な研究がなされているものの、十分検証されているとはいえない。

¹ 菅原(2021)において、水道料金設定の際に平準化が起こっている可能性が示唆されている。

図表1 水道の基本料金・超過料金・10 m³当たり料金の2017年の分布状況



出所：「地方公営企業年鑑」より筆者作成

Klien(2015) は、オーストラリアの1人当たり水道収入がヤードスティック競争によって、他地域から影響を受ける可能性を明らかにしたものである。具体的には、選挙年ダミー・左派政権ダミー・前回選挙の勝率といった政治的な要因の変数も説明変数として用い、これら選挙に関連した変数と他地域からの影響を表す変数の交差項が有意となるかどうかで、他地域からの影響がどのような原因であるのかを識別を行っている。分析の結果、政治的な要因と他地域からの影響の交差項が有意であることから、水道収入におけるヤードスティック競争が生じている可能性を示している。次に、Lundin(2017)は、スウェーデンの1人世帯が1年に150 m³の水を使用したときに払う水道料金について、特に、その自治体と物理的な距離が近い自治体ほどより大きな影響を受けるかどうかを検証し、政治的な要因として左派政党ダミーを説明変数として用いて、分析し、ヤードスティック競争が生じていることを示している。さらに、Łukomska and Swianiewicz(2020)ではポーランドの家庭用飲料水の1立方メートルあたりの価格が、近隣地域とのヤードスティック競争として解釈できることを明らかにしている。国内においても、田代(2015)では市町村データを用いて、投票者モデルに基づいて基本水道料金が隣接自治体の料金設定の影響を受けることを明らかにし、国内の水道料金においてヤードスティック競争が生じている可能性を示唆している²。

以上のように、政治的な要因が水道料金の決定に重要な要素となることが示されている。

² ヤードスティック競争を直接的に検証をしていないものの、倉本(2021)および倉本・菅原・塩津(2021)では、京都府および滋賀県の市町村データを用いて、コロナ禍における水道の減免政策の決定において、他地域からの影響を受けているかを検証している。ここでは、物理的な距離が自治体ほどより大きな影響を受けるという行動を検証している。分析の結果、水道料金の減免政策には相互参照行動があることが明らかとなっている。

だが、既存研究では、コントロール変数として、自治体の人口動態(人口, 1人世帯の数 etc.) や地理的要因(高低差, 大規模都市との距離 etc.) や財政要因(歳入, 余剰金 etc.) が採用されるものの、事業体ごとに財務状況を表す変数や施設利用率などの経営効率を表す変数は用いられておらず、これらを踏まえた、より精緻な分析が必要であると考えられる。

そこで、本研究では、理論的にその特徴を考慮したモデルを構築し、実証仮説を明らかにしたうえで、日本の水道料金の設定において、戦略的相互依存関係 (strategic interaction) があるのかを実証的に検証する。特に、政治変数や水道事業を取り巻く特有の変数(事業体の財務変数や施設利用状況など)をコントロールすることとする。事実、日本の研究では、政治要因が水道料金に与える影響について、統計的に検証した研究が存在しない。本研究では、特に、この点を考慮して、ヤードスティック競争の有無を明らかにする。

2. 理論的検証

本節では、各水道事業体の料金設定に関するヤードスティック競争モデルを構築し、ヤードスティック競争をしているときに達成される水道料金体系を明らかにする。ここで構築するヤードスティック競争モデルは、水道料金を近隣の事業体と比較することで、有権者が政治家のパフォーマンスを評価できるとするものである。事業体間のヤードスティック競争に関する理論モデルは、西垣・東・西本 (2017) をはじめとし、西垣 (2017) が構築されたものをまとめている。本節では、このモデルを水道事業に適用した形で、ヤードスティック競争の効果を示す。

このヤードスティック競争の効果を明確にするために、2.2 において、社会的に最適な水道料金の条件を導き、2.3 にて、各事業体間によるヤードスティック競争の下での水道料金体系を示す。

2.1 基本モデル

本節では分析に用いる基本モデルを構築する。経済には、対称的な二地域が存在し、各地域には、代表的家計および水道を供給する公営企業が一つ存在するものとする。また、各地域では、水道料金は各地域の政治家が設定するものとする。

2.1.1 家計

各地域 ($i = 1, 2$) における代表的家計は、次のような準線形の効用関数

$$u_i = u(g_i) + x_i + \varepsilon_i \quad (1)$$

持つものとする。ここで g_i は水道消費量および x_i は合成財消費量であり、 $u'(g_i) > 0$ かつ $u''(g_i) < 0$ である。 ε_i は攪乱項であり、その値は、期待値が 0 の密度関数、 $h(\varepsilon_i)$ 、に

従って決定されるものであり、また、地域間で独立かつ同一の分布を持つ確率変数である³。
次に各地域の住民の予算制約は

$$w_i - (1 + \lambda)T_i = x_i + p_i g_i \quad (2)$$

である。ここで w_i は所得、 λ は課税の超過負担、 T_i は（公営企業の運営に使用される）税であるとする。（1）と（2）から導かれる家計の一階の条件 $u'(g_i) = p_i$ から、水道需要関数は、

$$g_i = g_i(p_i) \quad (3)$$

となる。ここから間接効用関数は、

$$V_i = v_i(p_i) + w_i - (1 + \lambda)T_i + \varepsilon_i \quad (1)'$$

と書くことができる。ここで $v_i(p_i) = u(g_i(p_i)) - p_i g_i$ であり、 $V_{ip} = -g_i$ である。

2.1.2 公営企業の行動

公営企業は、総括原価方式、すなわち、その利潤、 π_i 、がゼロ

$$\pi_i = p_i g_i(p_i) - a_i C(g_i(p_i)) + T_i = 0 \quad (4)$$

を制約として行動するものとする。ここで、 p_i は水道価格、 g_i は水道使用量、 a_i は地域固有の費用パラメーターをそれぞれあらわす。 T_i は赤字補填のための一般会計または他会計繰入を表し、 $\pi_i = 0$ を満たすように弾力的に調整されるものとする。公営企業の費用関数は $C' > 0$ かつ平均費用が逡減するものとする。

2.2 社会的最適を満たす価格設定

ここではベンチマークとなる社会的最適を満たす水道料金のための条件を導出する。政府の目的を両地域の社会厚生を最大化とすると、その問題は、両地域の公営企業の利潤の和がゼロとなるような制約の下で、両地域の間接効用（1）'の和の最大化問題として、

$$\begin{aligned} & \max_{p_1, p_2} V_1 + V_2 \\ & s. t. \pi_1 + \pi_2 = 0, \end{aligned}$$

³ ε_i は地域独自の経済環境や選好と捉えることができる。

と書くことができる。このとき最適価格ルールは、

$$\frac{p_i - a_i C'(n_i g_i)}{p_i} = \left(\frac{1}{\eta_i}\right) \left(\frac{\lambda}{1+\lambda}\right), i = 1, 2 \quad (5)$$

を満たすものとなる。ここで $\eta_i = -(g_i'(p_i)p_i/g_i)$ である。これは総括原価方式の下で、価格と限界費用の差は、水道の需要の価格弾力性の逆数（逆弾力性ルール）および課税の超過負担に依存することを意味し、水道需要の価格弾力性が高いほど、また、課税の超過負担、 λ が小さいほど、価格と限界費用の差が小さくなるように水道料金設定を行うことが社会的余剰の観点から望ましいことを意味している。

2.3 ヤードスティック競争の影響を受けた水道事業体の価格設定

本節では、ヤードスティック競争の影響を受けた水道事業体の価格設定ルールを明らかにする。各地域の政治家は、水道料金の意思決定を行う段階にあり、また、次期の選挙に直面しているものとする。このため、政治家は再選に関心を持っている。

投票を行う各地域の住民は、得られる効用水準を他地域と比較し、自地域のもものが上回っているかどうかによってその政治家に投票するかどうかを決めることができるものとする。具体的には、自地域の政治家によって決定されたその水道料金 p_i と自地域の賃金 w_i から得られる効用 $v_i(p_i, w_i) + \varepsilon_i$ ともう一方の地域で得られている効用水準、 $v_j(p_j, w_j) + \varepsilon_j$ とを比較し、 $v_i(p_i, w_i) + \varepsilon_i \geq v_j(p_j, w_j) + \varepsilon_j$ であれば自地域の政治家を再選させる。

政治家は、再選すると再選レント R を得ることができるものとする。また、水道料金の上昇にはアドミニストレーションコスト、 $m(p_i)$ がかかるものとし、この関数の性質は、 $m'(p_i) > 0$ および $m''(p_i) < 0$ であるとする。したがって、政治家は、アドミニストレーションコストに、再選したときに受取る再選レントを加えた期待効果を最大化する。

以上をまとめたものが、下記の期待効用の最大化問題である；

$$\begin{aligned} E(R, p_i, w_i) &= m(p_i) + RPr[v_i(p_i, w_i) - v_j(p_j, w_j)] \\ &= m(p_i) \\ &\quad + R \\ &\quad \times \int_{-\infty}^{v_i(p_i) + w_i - (1+\lambda)T_i - [v_j(p_j) - w_j - (1+\lambda)T_j]} f(\xi) d\xi \end{aligned} \quad (6)$$

ここで $f(\xi)$ は密度関数、 $\xi = \varepsilon_j - \varepsilon_i$ を示している。そこで(6)を(4)を条件に p_i によって一階の条件を求めると、

$$\frac{p_i - a_i C'(n_i g_i)}{p_i} = \left(\frac{1}{\varepsilon}\right) \left(\frac{\lambda}{1 + \lambda}\right) + \left(\frac{1}{\varepsilon}\right) \left(\frac{m_{p_i}}{g_i(1 + \lambda)Rf}\right) \quad (7)$$

のようになる。ここで社会最適解(5)と比較すると、第2項の $\left(\frac{1}{\varepsilon}\right) \left(\frac{m_{p_i}}{g_i(1 + \lambda)Rf}\right)$ が異なっていることが見て取れる。これは、アドミニストレーションコストが高ければ ($m_{p_i} < 0$ のため) また再選レントが大きければ、限界費用と価格の差を社会的最適解に比べて非効率に小さくすることを意味し、その場合は、財源が不足するため、税 T によってこれを賄う必要が出てくることを意味している。

2.4 実証分析のための比較静学

本節では、(7)を用いて、相手地域の水道料金の変化に対する自地域への反応、その他のパラメーターの自地域の水道料金への影響を考察する；

はじめに、相手地域の水道料金の増加が自地域の水道料金に与える効果を見ると、すなわち、一階の条件を p_i および p_j で微分すると、

$$\frac{dp_i}{dp_j} = \frac{-1}{Y_{i,p_i}} R X_i X_j f'(\cdot) > 0 \quad (8)$$

のようになる。ここで Y_{i,p_i} は(8)の2階微分で最大化条件より負であり、 $f'(\cdot) > 0$ であることから、相手地域の水道料金が上昇(低下)すれば、自地域の水道料金も上昇(低下)させる戦略的補完関係にあることがわかる。

次に、政治レント、 R 、および費用の効率性、 a 、の効果を見ると、それぞれ

$$\frac{dp_i}{dR} = \frac{-1}{Y_{i,p_i}} X_i f > 0, \quad \frac{dp_i}{da} = \frac{g_{ip_i}}{Y_{i,p_i}} R f (1 + \lambda) C' g_{ip_i} > 0$$

のように再選確率と費用効率性が最適な水道料金を変えることがわかる。ここで $X_i \equiv \lambda g_i + (1 + \lambda) \{(p_i - a_i C'(g_i)) g_{ip_i}\} > 0$ および Y_{i,p_i} は(6)の二階の条件を意味し負である。

前者は、現職の首長の再選レント R が低ければ、確実に再選できなければ政治家は得をしないため、自地域水道料金を低下させる必要があることを意味している。再選したい場合は、当選確率が水道料金の上昇による自地域の効用の減少を抑える必要があるため、水道料金を低下させることとなる。他方で、費用効率性が低ければ (a が高ければ、すなわち、地域の水道供給の限界費用が高ければ)、公営企業の利潤が低下する為、価格を上昇させて、それを補う必要があることを意味している。

以上の理論分析の結果、次節で検証するための下記の実証仮説が得られる。

仮説

ヤードスティック競争が存在するとき、

1. 各自治体は水道料金を効率的なレベルに設定しない。
2. 他地域の水道料金が下がれば、自地域の水道料金も引き下げる。
3. 再選レントが低いほど水道料金を低く設定する。
4. 限界費用が低いほど水道料金を低く設定する。

3 実証的検証

3.1 推計モデルと変数

本節では、各事業団が行う水道事業の料金設定において、水道法第14条総括原価方式に基づいて政治要因、構造要因、財務要因を考慮した場合に、周辺事業団との間に、前節で議論がなされたヤードスティック競争が生じているかを、空間計量分析で検証する。空間計量分析には、Anselin (1988) による空間的自己相関モデル (SLM: Spatial lag model) や、Brueckner (2003) による空間的誤差相関モデル (SEM: Spatial error model) などの空間的性質を考慮した分析方法がある。だが SLM モデルは、同時決定性によって OLS 推定値にバイアスが生じる可能性が高い。SEM モデルにおいても、脱落変数による誤差項間の不均一分散と空間自己相関と空間誤差相関の識別が難しいことから、OLS 推定値の有効性が問われうる。このような空間説明変数相関と空間自己相関の識別問題を考慮して定式化した空間ダービンモデル (SDM: Spatial Durbin Model) があるが、SDM モデルにおいても同時決定性によるバイアスの可能性がある。そこで本研究では SLM モデル、SEM モデル、そして SDM モデルの複数のモデルを用いて推計を行い、整合的な結果のみを採用する。なお、本研究では基本料金、超過料金、ならびに 10m^3 あたり料金における自事業団と周辺事業団の料金設定の関係を検証するために、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。

$$y = Wy + X\beta + \varepsilon \quad \varepsilon \sim N(0, \sigma^2 I) \quad (9)$$

$$y = X\beta + \mu \quad \mu = \lambda W\mu + \varepsilon \quad \varepsilon \sim N(0, \sigma^2 I) \quad (10)$$

$$y = Wy + WX\gamma + \pi \quad \varepsilon \sim N(0, \sigma^2 I) \quad (11)$$

ここで y は自事業団の水道料金を表す変数であり、 Wy は周辺事業団の水道料金にする変

数ベクトル，自事業団の水道料金に影響をもたらす要因として政治要因，財務要因，構造要因を表す変数ベクトルを X とする． β と γ は、推定する係数ベクトルである． μ は誤差項である．

本研究の推定に用いるデータとして，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」および，国土地理院「全国都道府県庁・市区町村役場データベース」を主なデータとして用いる．分析期間は，2017年度の水道事業団1,186事業団の個票データを使用する．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，本研究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道事業は，給水の共同化および経営事業の統合等を目的に運営されており，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，分析対象としない⁴．

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．なお，「」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．そこで本研究では，自事業団および周辺事業団の影響を考慮し空間計量分析を用いて政治要因，財務要因，構造要因から水道事業団の料金設定の検証を行う．

第1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あたり料金を採用する．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．

⁴ 対象期間のうち最も事業団数の多い2017年事業団の1,331事業のうち，用水供給事業団，簡易事業団，都道府県営事業団，ならびに基本料金，超過料金，10m³当たり料金が欠損している事業団を削除した1,186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が大きく異なる．本研究は，当該広域水道企業団の設立によって香川県における空間的検証が難しいことから2017年までを対象とする．なお，足立(2021a,2021b)では，料金設定を取り上げ，用水供給事業および末端給水事業における統合が財政的な影響をもたらすとしている．

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」

第2に、本研究の主眼である水道料金におけるヤードスティック競争を検証する。説明変数には、当該年度の周辺事業団の水道料金を採用する。水質、貯留、管路などの構造的要因が同じ条件下にあれば、周辺事業団の水道料金が低い（高い）場合には、自事業団の水道料金も低い（高い）可能性が高い。

ヤードスティック要因

【相互（10m³あたり料金）】 = 相互「10m³あたり料金」

【相互（基本料金）】 = 相互「基本料金」

【相互（超過料金）】 = 相互「超過料金」

第3に自事業団の水道料金に、周辺事業団もしくは自事業団の政治要因が与える影響を検証する。政治要因として、首長選挙と議員選挙を採用する。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。議員は再選のために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るが、首長は施設の老朽化および総括原価方式を踏まえ適正な水道料金を促す可能性が高い。

政治要因

【相互（首長選挙）】 = 「相互（首長選挙）」

【相互（議員選挙）】 = 「相互（議員選挙）」

【首長選挙】 = 「首長選挙」

【議員選挙】 = 「議員選挙」

第4に自事業団の水道料金に、周辺事業団もしくは自事業団の財務要因が与える影響を検証する。財務要因として、営業収支比率、資本収支比率、流動費比率、営業繰入比率、企業債償還額対減価償却額比率、ならびに資本繰入比率を採用する。営業収支比率（資本収支比率）は営業費用（資本費用）に対する営業収益（資本収益）の割合が高い場合、水道料金を抑えることが期待される。流動比率においては、流動負債に対する流動資産の割合が高ければ、水道料金を抑えるだろう。企業債償還額対減価償却額比率では、減価償却費に対して企業債が高い場合に、内部留保が低くなり水道料金が上がるだろう。営業繰入比率（資本繰入比率）は、営業費用を賄う営業繰入（資本繰入）が高まれば、水道料金もあがることが予想される。

財務要因

- 【相互（営業収支比率）】＝「相互（営業収支比率）」
- 【相互（資本収支比率）】＝「相互（資本収支比率）」
- 【相互（流動費比率）】＝「相互（流動費比率）」
- 【相互（営業繰入比率）】＝「相互（営業繰入比率）」
- 【相互（企業債償還額対減価償却額比率）】
＝「相互（企業債償還額対減価償却額比率）」
- 【相互（資本繰入比率）】＝「相互（資本繰入比率）」
- 【営業収支比率】＝「営業収支比率」
- 【資本収支比率】＝「資本収支比率」
- 【流動費比率】＝「流動費比率」
- 【営業繰入比率】＝「営業繰入比率」
- 【企業債償還額対減価償却額比率収支比率】＝「企業債償還額対減価償却額比率」
- 【資本繰入比率】＝「資本繰入比率」

最後に、構造要因を採用する。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。そこで、料金収入に示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採用する。有収率とは、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、水道料金は低いであろう。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される⁵。

構造要因

- 【相互（有収率）】＝「相互（有収率）」
- 【相互（施設利用率）】＝「相互（施設利用率）」
- 【相互（配水管使用効率）】＝「相互（配水管使用効率）」
- 【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」

⁵ 本研究は上水道事業のため水質、貯留、管路を考慮し、浄水場施設数、配水地施設数、配水管延長は相関係数値が高いため、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採用する。取水（ダム、表面水、給水）は相関係数が高いことから採用しない。なお、全説明変数間の相関係数が0.4未満の変数を採用し、現在給水人口を説明変数に入れることで基準化をはかる。

本研究で利用する変数の記述統計を図表2に示す。基本料金については、平均1,173円であるが、基本料金が低い末端給水事業団は119円に対して、高い料金設定を行っている末端給水事業団は3,240円であり、料金格差が生じている。この点は、超過料金および10m³当たり料金においても末端給水事業団のなかで料金に差異が生じてことがわかる。

図表2 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	1,184	1,173	507	119	3,240
超過料金	円/m ³	1,184	141	66	5	380
10m ³ 当たり料金	円	1,184	1,538	514	367	3,510
議員選挙	d	1,184	0.19	0.39	0	1
首長選挙	d	1,184	0.317	0.465	0	1
現在給水人口	人	1,184	81,429	212,995	659	3,739,963
営業収支比率	%	1,184	101.56	18.58	4.90	184.20
資本収支比率	%	1,184	0.00	0.01	0.00	0.26
流動費比率	%	1,184	535.23	794.34	18.40	15,310.50
企業債償還額対減価償却額比率	%	1,184	77.97	43.73	0.00	541.50
営業繰入比率	%	1,184	3.59	7.52	0.00	54.83
資本繰入比率	%	1,184	20.14	27.51	0.00	100.00
有収率	%	1,184	84.84	8.71	3.20	99.60
施設利用率	%	1,184	59.64	13.27	11.70	95.40
配水管使用効率	m ³ /m	1,184	16.81	17.59	0.29	522.40

3.2 推計結果

3.2.1 基本モデル

本研究では、自事業団の水道料金の設定に、周辺事業団によるヤードスティック要因、財務要因、構造要因が与える影響を明らかにし、その結果を図表3および4に示す。このとき、財務要因として営業収支比率と資本収支比率を用いたパネルAと、より詳細に財務要因を検証したパネルBに区分し結果を示す。本研究の分析はSLM、SEM、SDMモデルを採用する。図表3の推計結果1のパネルAのモデル(1A)(2A)(3A)の結果から、SLMモデル、SEMモデル、SDMモデルで共通して周辺事業団の10m³当たり料金が高い場合には、自事業団の料金も高い傾向にあることが明らかとなった(1%有意水準)。これは、モデル(4A)から(9A)の基本料金および超過料金においても同様の傾向が認められた(1%有意水準)。したがって、本研究の結果から、10m³当たり料金、基本料金、超過料金にヤードスティック競争が確認できた。財務要因のSLMモデル、SEMモデル、SDMモデルの結果において、自事業団の営業収支比率が高い場合には、10m³当たり料金、基本料金、超過料金が有意に低い傾向にあることが明らかとなった(1%有意水準)が、資本収支比率には有意性が認められなかった。このことから営業収支比率は営業費用に対する営業収益の割合が高い場合、水道料金を抑えることが考えられ、一方で、資本収支比率においては資本費用に

対する資本収益の割合が高いとは限らず、水道料金への影響は認められなかった。なお、モデル (3A) (6A) (9A) の SDM モデルの結果から周辺事業団の営業収支比率および資本収支比率は自事業団の財務要因には有意な結果が得られなかった。経営要因では、SLM モデル、SEM モデル、SDM モデルの結果から、自事業団の有収率および配水管使用効率が高い事業団では、 10m^3 当たり料金、基本料金、超過料金が有意に低い傾向にあることが明らかとなり (1%有意水準)、施設利用率では 10m^3 当たり料金にのみ抑えられている結果が得られた (5%有意水準)。ただし、経営要因においてもモデル (3A) (6A) (9A) の SDM モデルの結果から周辺事業団の経営要因が自事業団に与える影響は認められなかった。

財務要因を流動費比率、企業債償還額対減価償却額、営業繰入比率、資本繰入比率に区分し検証した結果を、図表4の推計結果2のパネルBに示す。パネルBのモデル (1B) から (9B) の結果から、自事業団の企業債償還額対減価償却額と営業繰入比率が高い事業団では、 10m^3 当たり料金、基本料金、超過料金が高くなる傾向が認められた (1%有意水準)。つまり、企業債償還額対減価償却額比率では、減価償却費に対して企業債が高くなり、それによって内部留保の低下を介して水道料金が上がっている可能性が高い。営業繰入比率においては、営業費用を賄う営業繰入が高まり、水道料金が上昇していることが予想される。だが、流動比率が高い場合には、基本料金のみ有意に高い傾向が得られた (5%有意水準)。これは、流動負債に対する流動資産の割合が低いことで、水道料金が高くなっていることが示唆される。なお、ヤードスティック要因および経営要因と 10m^3 当たり料金、基本料金、超過料金等の料金設定との関係では、パネルAと概ね同様の結果が得られた。

図表3 推計結果1 基本モデル

	パネルA								
	10m ³ 当たり料金			基本料金			超過料金		
	(1A)	(2A)	(3A)	(4A)	(5A)	(6A)	(7A)	(8A)	(9A)
	SLM	SEM	SDM	SLM	SEM	SDM	SLM	SEM	SDM
相互 (被説明変数)	0.097 ** (0.026)		0.504 ** (0.043)	0.136 ** (0.031)		0.338 ** (0.050)	0.161 ** (0.032)		0.396 ** (0.048)
相互 (誤差項)		0.578 ** (0.045)			0.363 ** (0.054)			0.441 ** (0.051)	
相互 (現在給水人口)			3.E-04 (2.E-4)			1.E-04 (2.E-4)			5.E-06 (3.E-5)
相互 (営業収支比率)			-2.482 (1.831)			-0.499 (1.929)			-0.023 (0.246)
相互 (資本収支比率)			3,565.7 (3124)			3,211.8 (3310)			282.5 (421)
相互 (有収率)			-4.246 (2.477)			-0.505 (2.602)			-0.119 (0.332)
相互 (施設利用率)			-3.745 (2.665)			-4.239 (2.807)			-0.660 (0.356)
相互 (配水管使用効率)			-3.016 (1.850)			-3.609 (1.922)			-0.500 * (0.245)
現在給水人口	-3.E-04 ** (7.E-5)	-3.E-04 ** (7.E-5)	-3.E-04 ** (7.E-5)	-2.E-04 ** (7.E-5)	-2.E-04 ** (7.E-5)	-2.E-04 ** (7.E-5)	-6.E-05 ** (9.E-6)	-6.E-05 ** (9.E-6)	-6.E-05 ** (9.E-6)
営業収支比率	-2.619 ** (0.762)	-2.248 ** (0.717)	-2.337 ** (0.717)	-2.642 ** (0.763)	-2.486 ** (0.759)	-2.508 ** (0.757)	-0.353 ** (0.098)	-0.335 ** (0.097)	-0.334 ** (0.096)
資本収支比率	321.7 (1074)	-518.1 (1007)	-464.7 (1008)	1,923.3 (1075)	1,510.4 (1067)	1,440.5 (1063)	155.3 (139)	94.2 (136)	75.2 (136)
有収率	-9.271 ** (1.650)	-7.684 ** (1.581)	-7.172 ** (1.567)	-10.954 ** (1.652)	-10.314 ** (1.668)	-9.826 ** (1.652)	-1.058 ** (0.213)	-0.960 ** (0.213)	-0.891 ** (0.210)
施設利用率	-2.236 * (1.053)	-1.940 * (0.985)	-1.844 (0.982)	-1.806 (1.055)	-1.604 (1.046)	-1.475 (1.037)	-0.189 (0.136)	-0.143 (0.133)	-0.138 (0.132)
配水管使用効率	-5.881 ** (0.811)	-4.381 ** (0.760)	-4.572 ** (0.762)	-3.716 ** (0.812)	-3.041 ** (0.808)	-3.055 ** (0.803)	-0.485 ** (0.105)	-0.367 ** (0.103)	-0.379 ** (0.102)
_cons	2,737.2 ** (160.7)	2,654.5 ** (149.7)	2,653.0 ** (150.0)	2,433.0 ** (160.6)	2,454.9 ** (158.1)	2,399.0 ** (158.0)	274.1 ** (20.7)	276.3 ** (20.2)	271.7 ** (20.1)
標本数	1,184	1,184	1,184	1,184	1,184	1,184	1,184	1,184	1,184
Log-like	-8969	-8910	-8898	-8972	-8961	-8951	-6546	-6526	-6515
chi2 Test	219.92 **	145.63 **	418.92 **	180 **	118.84 **	231.88 **	222.19 **	141.58 **	307.01 **
Wald Test	14.535 **	165.22 **	180.51 **	19.615 **	45.17 **	64.059 **	25.544 **	74.991 **	96.408 **

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。

図表4 推計結果2 基本モデル

	パネルB								
	10m ³ 当たり料金			基本料金			超過料金		
	(1B)	(2B)	(3B)	(4B)	(5B)	(6B)	(7B)	(8B)	(9B)
	SLM	SEM	SDM	SLM	SEM	SDM	SLM	SEM	SDM
相互 (被説明変数)	0.091 ** (0.025)		0.524 ** (0.045)	0.130 ** (0.030)		0.343 ** (0.053)	0.152 ** (0.032)		0.371 ** (0.052)
相互 (誤差項)		0.582 ** (0.045)			0.369 ** (0.054)			0.431 ** (0.052)	
相互 (現在給水人口)			1.E-04 (2.E-4)			2.E-05 (2.E-4)			-1.E-05 (3.E-5)
相互 (流動費比率)			-0.086 (0.049)			-0.034 (0.052)			-0.007 (0.007)
相互 (企業債償還額対減価償却額比率)			-1.457 (0.929)			-0.565 (0.983)			0.122 (0.128)
相互 (営業繰入比率)			-0.484 (5.744)			3.490 (6.134)			0.241 (0.773)
相互 (資本繰入比率)			-0.562 (1.419)			-1.074 (1.492)			-0.155 (0.192)
相互 (有収率)			-4.565 * (2.083)			-0.343 (2.185)			-0.183 (0.280)
相互 (施設利用率)			-4.889 (2.558)			-4.116 (2.703)			-0.608 (0.345)
相互 (配水管使用効率)			-2.471 (1.859)			-2.900 (1.951)			-0.388 (0.250)
現在給水人口	-3.E-04 ** (7.E-5)	-3.E-04 ** (6.E-5)	-3.E-04 ** (6.E-5)	-2.E-04 ** (7.E-5)	-2.E-04 ** (7.E-5)	-2.E-04 ** (7.E-5)	-6.E-05 ** (9.E-6)	-6.E-05 ** (9.E-6)	-6.E-05 ** (9.E-6)
流動費比率	0.003 (0.019)	0.008 (0.017)	0.001 (0.017)	0.046 * (0.019)	0.046 * (0.018)	0.042 * (0.018)	0.004 (0.002)	0.004 (0.002)	0.003 (0.002)
企業債償還額対減価償却額	0.803 * (0.352)	0.842 ** (0.327)	0.801 * (0.328)	1.001 ** (0.352)	1.023 ** (0.347)	0.981 ** (0.347)	0.161 ** (0.046)	0.143 ** (0.045)	0.145 ** (0.044)
営業繰入比率	11.158 ** (1.969)	10.155 ** (1.814)	10.100 ** (1.829)	10.999 ** (1.973)	10.455 ** (1.935)	10.385 ** (1.934)	1.144 ** (0.256)	1.073 ** (0.248)	1.060 ** (0.248)
資本繰入比率	1.023 * (0.509)	0.935 * (0.468)	0.896 (0.473)	0.643 (0.510)	0.718 (0.500)	0.643 (0.500)	0.031 (0.066)	0.040 (0.064)	0.024 (0.064)
有収率	-6.722 ** (1.665)	-5.432 ** (1.582)	-4.879 ** (1.563)	-8.806 ** (1.669)	-8.319 ** (1.674)	-7.860 ** (1.653)	-0.812 ** (0.216)	-0.761 ** (0.215)	-0.677 ** (0.212)
施設利用率	-1.732 (1.041)	-1.407 (0.970)	-1.516 (0.973)	-1.157 (1.044)	-0.981 (1.032)	-0.898 (1.030)	-0.118 (0.135)	-0.084 (0.132)	-0.064 (0.132)
配水管使用効率	-5.275 ** (0.800)	-3.929 ** (0.745)	-4.062 ** (0.751)	-3.107 ** (0.802)	-2.513 ** (0.794)	-2.516 ** (0.794)	-0.425 ** (0.104)	-0.325 ** (0.102)	-0.334 ** (0.102)
_cons	2,099.7 ** (164.2)	2,068.6 ** (152.5)	2,079.2 ** (153.1)	1,792.4 ** (164.4)	1,837.7 ** (161.3)	1,795.5 ** (161.8)	194.7 ** (21.24)	203.7 ** (20.70)	198.3 ** (20.71)
標本数	1,184	1,184	1,184	1,184	1,184	1,184	1,184	1,184	1,184
Log-likelihood	-8947	-8887	-8876	-8950	-8938	-8931	-6531	-6512	-6499
chi2 Test	273.83 **	199.25 **	484.42 **	229.5 **	168.61 **	282 **	258.85 **	172.9 **	345.28 **
Wald Test	12.969 **	166.92 **	180.74 **	18.521 **	46.545 **	61.416 **	23.105 **	69.252 **	93.25 **

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.

3.2.2 拡張モデル

次に本研究では, 政治要因をモデルにいれ推計を行い, その結果を推計結果3および推計結果4で図表5および6で示す. 推計結果3のパネルCの(1C)から(9C)では, 議員選挙が当該年度に実施していれば, 10m³当たり料金, 基本料金, 超過料金が低い傾向にあるが, 首長選挙では認められなかった(1%有意水準). この傾向は, 推計結果4のパネルDの(1D)から(9D)の結果から, 財務要因を流動費比率, 企業債償還額対減価償却額, 営業繰入比率, 資本繰入比率に変更した場合でも同様の結果が得られた. したがって, 本研究

の結果から、議員は再選のために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るが、首長は施設の老朽化および総括原価方式を踏まえ適正な水道料金を促す結果が得られた。このときヤードスティック要因、財務要因ならびに経営要因において、基本でモデルと概ね同じ結果が得られた。

図表5 推計結果3 拡張モデル

	パネルC								
	10m ³ 当たり料金			基本料金			超過料金		
	(1C)	(2C)	(3C)	(4C)	(5C)	(6C)	(7C)	(8C)	(9C)
SLM	SEM	SDM	SLM	SEM	SDM	SLM	SEM	SDM	
相互 (被説明変数)	0.092 ** (0.025)		0.497 ** (0.043)	0.132 ** (0.031)		0.327 ** (0.050)	0.156 ** (0.032)		0.399 ** (0.048)
相互 (誤差項)		0.575 ** (0.045)			0.356 ** (0.054)			0.446 ** (0.051)	
相互 (議員選挙)			-110.0 (101.1)			-114.9 (106.8)			4.2 (13.5)
相互 (首長選挙)			-49.333 (94.2)			-103 (99.5)			-18.669 (12.6)
相互 (現在給水人口)			3.E-04 (2.E-4)			9.E-05 (2.E-4)			-1.E-07 (3.E-5)
相互 (営業収支比率)			-2.328 (1.821)			-0.301 (1.921)			0.001 (0.244)
相互 (資本収支比率)			3,275.2 (3129)			3,414.5 (3321)			249.1 (420.5)
相互 (有収率)			-3.537 (2.494)			0.500 (2.627)			-0.056 (0.334)
相互 (施設利用率)			-4.295 (2.655)			-4.885 (2.800)			-0.731 * (0.355)
相互 (配水管使用効率)			-3.161 (1.847)			-3.955 * (1.922)			-0.514 * (0.244)
議員選挙	-132.0 ** (36.2)	-113.9 ** (33.8)	-121.4 ** (33.8)	-111.7 ** (36.4)	-105.1 ** (35.9)	-106.5 ** (35.7)	-17.1 ** (4.7)	-17.5 ** (4.5)	-17.8 ** (4.5)
首長選挙	47.303 (31.7)	52.613 (28.8)	48.543 (29.5)	3.619 (31.8)	14.683 (30.9)	3.113 (31.2)	8.339 * (4.1)	10.104 ** (3.9)	8.704 * (4.0)
現在給水人口	-3.E-04 ** (7.E-5)	-3.E-04 ** (7.E-5)	-3.E-04 ** (7.E-5)	-2.E-04 ** (7.E-5)	-2.E-04 ** (7.E-5)	-2.E-04 ** (7.E-5)	-6.E-05 ** (9.E-6)	-6.E-05 ** (9.E-6)	-6.E-05 ** (9.E-6)
営業収支比率	-2.646 ** (0.758)	-2.285 ** (0.714)	-2.348 ** (0.713)	-2.654 ** (0.760)	-2.507 ** (0.757)	-2.501 ** (0.753)	-0.357 ** (0.098)	-0.341 ** (0.096)	-0.337 ** (0.096)
資本収支比率	167.3 (1071)	-611.2 (1004)	-620.4 (1006)	1,880.2 (1074)	1,477.8 (1066)	1,409.7 (1062)	130.2 (138.1)	72.4 (135.1)	58.2 (134.9)
有収率	-9.489 ** (1.642)	-7.898 ** (1.575)	-7.367 ** (1.558)	-11.099 ** (1.647)	-10.492 ** (1.663)	-9.946 ** (1.645)	-1.087 ** (0.212)	-0.991 ** (0.211)	-0.916 ** (0.209)
施設利用率	-2.291 * (1.047)	-1.941 * (0.980)	-1.947 * (0.977)	-1.855 (1.050)	-1.622 (1.043)	-1.592 (1.033)	-0.196 (0.135)	-0.143 (0.132)	-0.145 (0.131)
配水管使用効率	-5.824 ** (0.807)	-4.340 ** (0.756)	-4.558 ** (0.759)	-3.692 ** (0.809)	-3.021 ** (0.806)	-3.099 ** (0.801)	-0.476 ** (0.104)	-0.358 ** (0.102)	-0.375 ** (0.102)
_cons	2,779.0 ** (160.3)	2,684.5 ** (149.4)	2,693.1 ** (149.5)	2,473.3 ** (160.5)	2,489.9 ** (158.1)	2,440.5 ** (157.7)	278.8 ** (20.6)	280.0 ** (20.1)	276.6 ** (20.0)
標本数	1,184	1,184	1,184	1,184	1,184	1,184	1,184	1,184	1,184
Log-likelihood	-8963	-8904	-8890	-8967	-8956	-8945	-6539	-6517	-6505
chi2 Test	236.06 **	159.17 **	440.5 **	191.38 **	128.13 **	247.11 **	239.79 **	161 **	331.97 **
Wald Test	13.165 **	161.96 **	181.39 **	18.661 **	42.729 **	66.065 **	24.293 **	76.933 **	100.19 **

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。

図表6 推計結果4 拡張モデル

	パネルD								
	10m ³ 当たり料金			基本料金			超過料金		
	(1D)	(2D)	(3D)	(4D)	(5D)	(6D)	(7D)	(8D)	(9D)
	SLM	SEM	SDM	SLM	SEM	SDM	SLM	SEM	SDM
相互 (被説明変数)	0.085 ** (0.025)		0.515 ** (0.046)	0.126 ** (0.030)		0.332 ** (0.053)	0.147 ** (0.031)		0.372 ** (0.052)
相互 (誤差項)		0.578 ** (0.045)			0.362 ** (0.054)			0.435 ** (0.052)	
相互 (議員選挙)			-109.1 (100.1)			-124.5 (106.1)			0.5 (13.5)
相互 (首長選挙)			-36.725 (2.04)			-71.282 (2.04)			-15.493 (3.04)
相互 (現在給水人口)			9.E-05 (2.E-4)			-2.E-05 (2.E-4)			-2.E-05 (3.E-5)
相互 (流動費比率)			-0.086 (0.048)			-0.033 (0.052)			-0.007 (0.007)
相互 (企業償還額対減価償却額比率)			-1.164 (0.931)			-0.273 (0.987)			0.148 (0.128)
相互 (営業繰入比率)			-1.947 (5.746)			1.927 (6.141)			0.042 (0.772)
相互 (資本繰入比率)			-0.256 (1.415)			-0.828 (1.490)			-0.126 (0.191)
相互 (有収率)			-3.989 (2.115)			0.497 (2.225)			-0.115 (0.284)
相互 (施設利用率)			-5.441 * (2.550)			-4.729 (2.700)			-0.679 * (0.344)
相互 (配水管使用効率)			-2.520 (1.857)			-3.112 (1.953)			-0.395 (0.249)
議員選挙	-125.1 ** (35.64)	-105.2 ** (33.15)	-114.9 ** (33.22)	-103.3 ** (35.79)	-95.3 ** (35.34)	-98.7 ** (35.19)	-16.1 ** (4.62)	-16.2 ** (4.51)	-16.9 ** (4.49)
首長選挙	54.256 (31.04)	55.674 * (28.22)	54.593 (28.84)	13.500 (31.15)	21.987 (30.29)	13.923 (30.55)	9.203 * (4.03)	10.579 ** (3.86)	9.666 * (3.90)
現在給水人口	-3.E-04 ** (7.E-5)	-3.E-04 ** (6.E-5)	-3.E-04 ** (6.E-5)	-2.E-04 ** (7.E-5)	-2.E-04 ** (7.E-5)	-2.E-04 ** (7.E-5)	-6.E-05 ** (9.E-6)	-6.E-05 ** (9.E-6)	-6.E-05 ** (9.E-6)
流動費比率	0.001 (0.018)	0.007 (0.017)	-0.001 (0.017)	0.044 * (0.018)	0.045 * (0.018)	0.041 * (0.018)	0.004 (0.002)	0.004 (0.002)	0.003 (0.002)
企業償還額対減価償却額比率	0.786 * (0.350)	0.810 * (0.325)	0.787 * (0.327)	0.987 ** (0.351)	0.999 ** (0.347)	0.970 ** (0.346)	0.159 ** (0.045)	0.138 ** (0.044)	0.141 ** (0.044)
営業繰入比率	10.963 ** (1.961)	10.091 ** (1.808)	9.863 ** (1.822)	10.753 ** (1.970)	10.306 ** (1.932)	10.065 ** (1.930)	1.125 ** (0.255)	1.064 ** (0.247)	1.037 ** (0.246)
資本繰入比率	1.101 * (0.506)	0.978 * (0.466)	0.975 * (0.471)	0.704 (0.508)	0.763 (0.498)	0.706 (0.499)	0.041 (0.066)	0.048 (0.064)	0.032 (0.064)
有収率	-6.940 ** (1.657)	-5.652 ** (1.576)	-5.080 ** (1.555)	-8.971 ** (1.664)	-8.506 ** (1.670)	-8.021 ** (1.648)	-0.841 ** (0.215)	-0.792 ** (0.214)	-0.707 ** (0.210)
施設利用率	-1.804 (1.036)	-1.423 (0.965)	-1.615 (0.969)	-1.230 (1.041)	-1.019 (1.029)	-1.023 (1.027)	-0.126 (0.135)	-0.085 (0.132)	-0.074 (0.131)
配水管使用効率	-5.224 ** (0.796)	-3.900 ** (0.741)	-4.051 ** (0.748)	-3.088 ** (0.800)	-2.499 ** (0.792)	-2.556 ** (0.793)	-0.417 ** (0.103)	-0.317 ** (0.101)	-0.332 ** (0.101)
_cons	2,137.3 ** (164.0)	2,096.0 ** (152.5)	2,115.6 ** (152.9)	1,831.6 ** (164.5)	1,870.6 ** (161.6)	1,838.1 ** (161.9)	198.5 ** (21.20)	206.9 ** (20.64)	203.3 ** (20.64)
標本数	1,184	1,184	1,184	1,184	1,184	1,184	1,184	1,184	1,184
Log-likelihood	-8941	-8881	-8868	-8946	-8935	-8925	-6524	-6504	-6490
chi2 Test	290.02 **	212.29 **	505.3 **	239.53 **	176.73 **	295.26 **	276.23 **	191.64 **	369.87 **
Wald Test	11.592 **	163.17 **	180.91 **	17.537 **	44.204 **	62.835 **	21.824 **	70.699 **	96.78 **

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.

4. 本研究の結論および政策的含意

本研究の目的は, ヤードスティック競争が, 水道事業体の料金決定に影響を与えることを, 理論および実証の両面から明らかにすることにあつた. 特に, 水道事業の特徴をできる限り採用し, 理論分析を行ったうえで, 実証仮説を提示しその検証を行った.

分析の結果, 理論的には, (1) ヤードスティック競争が, 各自治体の設定する水道料金を非効率なレベルに設定させること, (2) 自地域と他地域の水道料金が戦略的補完関係に

あること、(3)再選レントが低いほど、その地域の水道料金は低く設定するようになることなどを実証仮説として提示した。

次に、実証分析の結果、水道料金の設定において、自事業団と周辺事業団の料金設定においては、ヤードスティック要因が影響することが明らかとなった。このとき財務要因の結果から、一定能率的な運営が行われている事業団では、原価に照らして料金が一定抑えられていることが示された。水道事業は、水道法第14条の供給規定に基づいて、能率的な経営の下における適正な原価に照らし、総括原価方式算定によって算出された必要金額を、基本料金および従量料金で回収することとなっており、本研究の財務要因の結果からでもそれを裏付ける結果が得られた。また、経営要因の結果から、取水施設、貯水施設、導水施設、浄水施設、送水施設及び配水施設の歴史的条件、取水場所、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等によって経営効率も変わり、費用に差異が生じてくるが、効率的な経営は水道料金に抑制に繋がる結果が得られた。ただし、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、営業繰越金や資本繰越金などの公費と企業債などの債務が投入され、費用に見合った適切な料金設定が課題となっている。

つまり、給水地域の水源種や取得条件などの費用、給水地域の水道敷設年次や水道建設費用などの費用に加え、選挙の公約に掲げられるように政治要因が影響する可能性が高い。この点についても、首長選挙においては施設の老朽化および総括原価方式を踏まえ適正な水道料金を促す結果が得られたが、議員は再選のために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る。

したがって、本研究の結果から以下の対策が今後求められることが示唆される。1つめに、周辺の事業団の料金を参考に、10m³あたり料金、基本料金、超過料金を決定している可能性がある。当該年度に選挙がある場合に、首長は水道事業の原価を踏まえた料金設定を行っている可能性が高いが、それを上回る形で議員は本来求められる水道料金よりも低い金額を促している。総括原価方式等に基づいて概ね周辺地域および自地域の料金は設定されているが、政治的要因による本来望ましい料金設定よりも低く設定されてないかへのモニタリングが必要である。

2つめに、自事業団および周辺事業団が浄水施設、配水池ならびに管路において効率的な経営を行っている場合、事業団の水道料金が相対的に低い可能性がある。営業収支や資本収支が良好な事業団は、水道料金が相対的に低いが、流動負債や企業債負担が高い事業団は営業繰入も高くなる可能性がある。浄水施設、配水池ならびに管路の効率的な運営を行っている事業団は、料金も相対的に低いが、地理的要因および歴史的要因でコストがかかる事業団は料金設定も相対的に高い。このことから、広域化および民間委託等の検討は重要であろう。

参考文献

- 足立泰美(2021a). 公共事業における料金決定と適正な価格体系. *公営企業*, 53(9), 4-13.
- 足立泰美(2021b). 用水供給事業体制における料金設定と財務評価. *甲南大学経済学論集*, 62:掲載予定.
- EY 新日本有限責任監査法人・水の安全保障戦略機構事務局(2021). 人口減少時代の水道料金はどうなるのか? (2021版) (https://assets.ey.com/content/dam/ey-sites/ey-com/ja_jp/news/2021/pdf/ey-japan-news-release-2021-03-31-ja.pdf)(2021年7月24日アクセス)
- 倉本宜史(2021). 地方公共団体が水道料金の減免を実施する要因の考察. *公共選択*, 76:69-87.
- 倉本宜史, 菅原宏太, & 塩津ゆりか. (2021). 地方公営企業がバナンスの政治経済分析. *京都産業大学総合学術研究所報*, 16, 87-99.
- 菅原宏太(2021). 用水供給事業の普及による料金平準化の是正: 水道事業における上下分離方式の導入. *地方財政*, 60(12):4-15.
- 田代昌孝(2015). 水道事業のヤードスティック競争に関する実証分析. *桃山学院大学総合研究所紀要*, 40(3): 161-172.
- 遠山嘉博. (1994). 水道料金改定における政治的要素. *公共選択の研究*, 1994(23), 5-20.
- 西垣泰幸. (2017). 『地域間ヤードスティック競争の経済学』, 日本経済評論社.
- 西垣泰幸, 東裕三, & 西本秀樹. (2017). ヤードスティック競争, 地方公共財の効率性および厚生効果: 非対称地域における基本モデルの提示. *社会科学研究年報*, (47), 33.
- 矢根真二. (2016). 水道料金格差の解消と道州制レベルの広域化-市町村原則の罪と政治的な価格決定. *桃山学院大学総合研究所紀要*, 42(2), 23-40.
- Anselin, L. (1988). *Spatial Econometrics: Methods and Models*, Kluwer Academic Publishers
- Besley, T., & Case, A. (1995). Incumbent behavior: Vote-seeking, tax-setting, and yardstick competition. *The American Economic Review*, 85(1), 25.
- Brueckner, J. (2003). Strategic interaction among governments: An overview of empirical studies. *International Regional Science Review*, 26(2), 175-188.
- Klien, M. (2015). The political side of public utilities: How opportunistic behaviour and yardstick competition shape water prices in Austria. *Papers in Regional Science*, 94(4), 869-890.
- Lundin, E. (2017). Price mimicking under cost-of-service regulation: the Swedish water sector. *Journal of Regulatory Economics*, 52(3), 313-332.
- Lukomska, J., & Swianiewiczza, P. (2020). Neighbour effect: applicability of tax mimicking concept to setting tariffs for water provision in Poland. *Water Policy*, 22(5), 943-959.

Michael Hellwig, & Andreas Polk(2021) .Do political links influence water prices?
Determinants of water prices in Germany.*Utilities Policy*, 70, 101184.

都市スプロールが水道サービスの供給費用に及ぼす影響

地方分権に関する基本問題についての調査研究会・専門分科会
第3回研究会報告(2021年11月5日)

近畿大学経済学部 井田知也*
大分大学経済学部 小野宏
京都産業大学経済学部 菅原宏太
京都産業大学経済学部 倉本宜史

1. はじめに

都市が急速に発展する際、都市スプロールがしばしば生じることが知られている。都市スプロールとは、住宅地域が無秩序かつ無計画に拡散した非効率な都市構造の状態を指す。都市構造が非効率な場合、地方公共団体が公共サービスを提供するエリアが広がるため、その水準を維持するには多くの職員や関連施設が必要となる。その結果、職員の人件費だけでなく、関連施設の建設費や維持管理費も増大する。このことは地方公共団体が地方公営企業を設立して、地域住民の日常生活に不可欠なライフラインを提供する水道事業などでも同様である。本研究の目的は、地方公共団体が策定する都市計画・都市開発政策にも関連する都市構造が非効率な場合、水道事業の供給費用はどの程度上昇するのかを推計して、その効果的な広域連携のあり方をより広い視点から提言することである¹。

都市スプロールは、社会・環境・経済の各側面から様々な問題が指摘されている。この中で、我々が着目する経済面、特に財政面の問題点を説明する。第1は、非効率な社会資本の整備や維持補修の増大である。郊外の農地や森林の開発が進むと、当然、相対的に住民が少ないこれらの地域にも公共サービスを提供しなければならない。この場合、たとえ都市部に関連施設に余剰があっても当該地域に新たにその整備が必要となる。また、建設された関連施設には当然のことながら維持管理費が生じる。第2は、非効率な公共サービスの提供である。民間事業者が郊外の農地や森林を住宅地として開発する際、周辺地域との接続など意識せず個別に実施する。そのため、都市計画や都市開発政策で管理しない限り、住宅地域内は整合的でも住宅地域間の連続性は失われることが多い。その結果、公共サービスの提供エリアが広範囲となり、その水準を維持するには、新規職員の雇用または現有職員の出勤増加が必要となる。すなわち、都市構造がコンパクトな場合より、公共サービスの供給費用が上昇する。

都市スプロールは従前より欧米では著しかったが、我が国でも特に公共交通機関が十

* 連絡先: 〒577-8502 大阪府東大阪市小若江3丁目4-1 email: ida@eco.kindai.ac.jp

¹ 水道事業の広域化に関する研究での本稿を含めた各分析の位置づけは、菅原(2020)に示されている。

分でない地方圏において深化してきたとの指摘もある。例えば、全国の人口集中地区(DID)の総面積と人口密度の推移を図 1a で確認すると、当該地区の総面積は増加、その人口密度は減少の傾向にあり、我が国でも人口密度の低い地域が拡散する都市スプロールが全国的に進み近年は固定化している。都市スプロールが生じると、郊外開発が進むと同時に、中心部での再開発の動きは弱まる。そして、この都市構造の悪化は一度生じると原状回復は実質的に困難なため、郊外に住宅地域が拡散した状態が続くと考えられる。また、我が国の場合、市町村合併により生じた旧市町村の住宅地域の点在が、各市町村の非効率な都市構造を結果的に悪化させた可能性もある。

他方、人口減少社会の下では住宅地域の開発は抑制されるが、都市のスポンジ化が進展するとの指摘がある。都市のスポンジ化とは、住宅やその敷地の低未利用が散発的に生じる現象である。都市内に使われない空間が小さい穴があくように生じ密度が下がるため、このように呼ばれる。都市のスポンジ化が生じると、住宅地に空き家などが増加するので、効率的な公共サービスの供給が損なわれる。その結果、都市が集約している場合より、公共サービスを供給する費用が増加すると考えられる。

国立社会保障・人口問題研究所(2002)によれば、我が国の人口は、2006年にピークを迎えた後、減少に転じると予想されていた。しかし、2005年の国勢調査結果では2005年10月1日現在の総人口は、第2次世界大戦後初めて前年10月1日現在の推計人口を下回り、我が国の人口減少社会への突入が明確になった。確かに地方部の中心市町村では周辺地域から人口流入があり、局所的には人口増加はあったかもしれない。しかし、2015年頃をピークにそれも減少傾向にあり、総体的には我が国は人口減少社会を迎えている。そして、2008年以降の空き家率を図 1b に見ても13%台と高水準が続き、全国的に低未利用の住宅が多い都市のスポンジ化が進展している。

ただ、都市のスポンジ化は都市スプロールと密接に関連していると考えられる。というのは、都市のスポンジ化は、中心部や郊外に関係なく、既開発の住宅地に生じる現象である。実際、空き家は中心市街地だけでなく郊外の住宅地でも散見される。つまり、都市のスポンジ化は、都市スプロールにより効率性が低下した都市構造をさらに悪化させる要因と考えられる。そのため、空き家率など都市のスポンジ化の程度が同じでも、都市スプロールが深化した地域ほど都市構造の非効率性が高まる。なお、都市のスポンジ化の人口減少に伴う空き家の増加という特徴は、都市スプロールが顕著な地方都市でその傾向が強い。そのため、我が国では都市スプロールした住宅地域において都市スポンジも進行しており、都市構造の非効率性に拍車がかかっていると推測する。

欧米では従来からこのテーマに関心が高く、都市構造に伴い変化する行政コストの推計が数多く蓄積されてきたが、その見解が分かれる。具体的には、都市が過密すると貧困・犯罪などの増加から地方公共サービスの供給費用は増加するとの研究(Ladd and Yinger 1989、Ladd 1992・1994 など)がある一方、都市がスプロールすると地方公共サービスの供給が非効率となりその費用が増加するとした分析(Carruthers and Ulfarsson

2003・2008、Hortas-Rico and Sole-Olle 2010 など)もある。他方、我が国では欧米とは異なる手法で同分析が進められているが、倉本(2010)を除き多くの研究はコンパクトシティにはその削減効果があるとしている(川崎 2009、沓澤 2015・2016 など)。つまり、都市構造と地方行政費用の因果関係は概ね存在するとの結果が国内外で大勢を占める。しかし、本研究が対象とする都市構造と水道事業の供給費用の因果関係は国内外を通じて研究蓄積が殆どなく、都市スプロールは水道サービスの供給費用を上昇させるとしたシミュレーション分析の Speir and Stephenson (2002)とスイスを対象とした事例研究の Pflieger and Ecoffey(2011)などのみである。

そこで、本研究は非効率な都市構造に伴い上昇する地方公共費用を計測した Ida and Ono(2019)の理論的な枠組みを、水道事業に応用してこの分析を行う²。公共サービスの供給費用の先駆的研究の Bradford et.al.(1969)によると、公共サービスは政府が直接生産する D-output と住民が消費する C-output に分類できる。一般的には、混雑状況と地域環境により C-output は D-output より小さくなるため、前者の維持には後者の増加が必要となりその供給費用が上昇する。水道事業でいえば、D-output は職員が施設と原水を用いて生産する配水量など、C-output は狭義では有収水量、広義では水道事業全体の品質となる。なお、本研究では前者が後者より小さくなる要因は、都市スプロールなどの非効率な都市構造と都市のスポンジ化などの地域環境と考える。都市構造が非効率な市町村では水道管路が長く配水池も多くなるので、水道業者が C-output の水準を維持するには、D-output の増加が必要となりその供給費用が上昇すると推測する。

具体的には、第1に、住民1人当たりの水道事業の供給費用を、水道サービスの需要関数と費用関数の結合から理論的に導出して、日本の 2019 年度の水道事業者別クロスセクション・データに基づきその推計を行う。第2に、統計的に有意性が高い推計結果に基づき、非効率な都市構造が1%進むと住民1人当たりの水道事業の供給費用は何%変化するかを表す都市スプロール弾力性を計測する。本研究の推計結果に従うと、都市スプロール弾力性は 0.03~0.122%と計測され、特に人口密度が低く中心部から離れた地域に住宅が多い都市構造で高くなった。

都市スプロールなど非効率な都市構造に起因する問題解決はその解消である。しかし、前述の通り都市スプロールなどは実質的に回復できないため、広域連携を通じた水道事業の運営方法の改善が、この問題に対する次善策となる。具体的には、分散立地する住宅地域に関しては、隣接する市町村との取水地・浄水池・配水池などの施設の共同化を進めると、水道事業の供給費用は低下すると推測する。この効果は本研究が計測する都市スプロール弾力性が高い場合に大きくなると考える。

最後に、本稿の以下の構成を表す。第2節では住民1人当たりの水道事業の供給費用を理論的に導出して、第3節では都市構造の計測方法を説明する。そして、第4節にお

² Ida and Ono(2019)の基本的な想定は標準的な公共サービスの生産に関するモデル(Borcheding and Deacon 1972、Brueckner1981、Duncombe and Yinger 1993、Hayashi 2012 など)と同様である。

いて住民1人当たりの水道事業の供給費用を推計して、その結果に基づき都市スプロール弾力性の計測を行う。最後に、第5節では本稿の結論と政策的提言を示す。

2. 理論分析

まずは、本研究の理論分析の基本的枠組みから説明する。ある市町村の区域内に居住する住民に水道サービスを提供する水道事業を考える³。この水道事業の運営主体は、都道府県や水道の広域化に伴い設立された水道企業団ではなく、単一市町村の地方公営企業とする⁴。本研究はこの地方公営企業が運営する任意の t 年度内の水道事業を分析する。なお、モデル内の変数は全て t 年度に係る変数であり、紛らわしくない場合は t 年度に係る説明および変数の添字は省略する。

水道サービスとは、蛇口をひねるといつでも安心・安全な水を手に入る取水・配水から給水までのサービスである。そのため、水道サービスはD-outputの生産量(O)からC-outputの消費可能量(Q)までが分析対象となる。通常、住民1人当たりの水道サービスの生産量(O)とその消費可能量(Q)は一致しない。本研究では、次のように都市構造変数(D)および第 j 地域環境(z_j)の影響により、住民1人当たりの水道サービスの消費可能量(Q)がその生産量(O)から乖離すると考える。

$$Q = O / (D^\alpha \cdot \prod z_j^{\beta_j}). \quad (1)$$

都市構造変数(D)は都市スプロールなどの都市の地理的特徴、第 j 地域環境(z_j)は水道事業を取巻く地域状況、を表す地域変数である。地域変数とは各市町村の中長期的な特徴あるいは状態を表す t 年度内は一定の変数である。なお、 α は都市構造変数(D)のパラメータ、 β_j は第 j 地域環境(z_j)に係るパラメータである。

次に、住民1人当たりの水道事業の供給費用を説明する。ある市町村の水道事業は、 t 年度内の住民1人当たりの水道サービスの生産量 O を、次のコブ=ダグラス型の生産関数に基づき生産要素として労働と資本を用いて生産する⁵。

$$O(L, K) = A \cdot L^{\gamma_L} \cdot K^{\gamma_K}. \quad (2)$$

ここで、 A は水道サービスの生産に係る水道技術を表す地域変数であり、その符号は正とする。また、労働投入量 L のパラメータ γ_L は労働の、資本投入量 K のパラメータ γ_K は資本の生産弾力性である。両パラメータは1未満の正值であり、その合計に制約はないと

³ 本研究では、給水に係る市町村間の相互依存関係を制御するため、水道法で認められた区域内給水のみを分析対象としている。

⁴ この想定により意思決定に係る経営主体内の相互依存関係は制御されている。

⁵ この決定は t 年度期首に行うとする。地方公営企業は各時点の地域変数を所与として水道サービスの生産量を随時決定する、との想定も理論的には可能である。この場合、各年度の水道サービスの生産量は、地方公営企業による各時点での決定値の合計となる。しかし、水道事業者が随時決定するとして実証分析を行う場合、各時点の地域変数はそれ以降の地方公営企業の意思決定のみに影響するとの強い仮定が必要となる。一般的に、公共部門は年度期首に決定した各年度の事業計画を実行する一方、民間部門は各時点の状況に応じて弾力的に活動内容を変更する。地方公営企業は両者の中間にあり、どちらの想定が適切か断定できない。

する。

水道事業が費用最小化行動をとる場合、住民 1 人当たりの水道サービスの生産量(O)に係る費用関数は以下となる(導出詳細は補論を参照)。

$$C(O, A, \gamma_L, \gamma_K, w, r) = [(A \cdot \gamma_L^{\gamma_L} \cdot \gamma_K^{\gamma_K})^{-1} \cdot O \cdot w^{\gamma_L} \cdot r^{\gamma_K}]^{\frac{1}{\gamma_L + \gamma_K}} \quad (3)$$

(1)式を(3)式に代入すると、住民 1 人当たりの水道サービスの消費可能量(Q)に係る費用関数として

$$C(Q, D, A, \gamma_K, \gamma_L, z_j, w, r) = [(A \cdot \gamma_L^{\gamma_L} \cdot \gamma_K^{\gamma_K})^{-1} \cdot (Q \cdot D^\alpha \cdot \prod z_j^{\beta_j}) \cdot w^{\gamma_L} \cdot r^{\gamma_K}]^{\frac{1}{\gamma_L + \gamma_K}} \quad (4)$$

を得る。つまり、同費用は住民 1 人当たりの水道サービスの消費可能量(Q)だけでなく、都市構造変数(D)、技術水準(A)、生産関数の資本と労働の投入量のパラメータ(γ_K と γ_L)、第 j 地域環境(z_j)、労働と資本の要素価格(w と r)、という地域変数に依存する。上述の費用関数(4)の推計には、住民 1 人当たりの水道サービスの消費可能量(Q)に関するデータが必要だが、一般的には利用できない。このため、(4)式に住民 1 人当たりの水道サービスの消費可能量(Q)の需要関数を組み入れ、それを含まない推計式を導出する。

なお、前出の水道サービスの消費可能量(Q)の需要関数は、次の通り導出する。代表的住民はその効用である $U(x, Q, \mathbf{v})$ が最大になるように、 t 年度内の水道サービスの消費可能量(Q)と合成財の消費可能量(x)をそれぞれ決定する⁶。なお、 $\mathbf{v} = \{v_1, \dots, v_k\}$ は水道サービスへの地域独自の需要を誘発する水道選好ベクトルという地域変数である。この効用最大化問題には、次の代表的住民の予算制約がある。

$$x + p \cdot Q = y.$$

なお、 y は代表的住民の所得、 p は基本料金も含めた 1 単位当たりの水道料金であり、双方とも地域変数である。

その結果、代表的住民の効用最大化一階条件は以下となる。

$$\frac{\partial U(x, Q, \mathbf{v}) / \partial Q}{\partial U(x, Q, \mathbf{v}) / \partial x} = p. \quad (5)$$

左辺は水道サービスと合成財の限界代替率、右辺は水道サービスの限界費用となる水道料金(p)である。住民 1 人当たりの水道サービスの消費可能量(Q)に係る需要関数は、代表的住民の効用最大化一階条件(5)から導出できる。しかし、実証分析での推計式を容易に導出するために

⁶ この決定は t 年度期首に行うとする。確かに、各時点の地域変数を所与として水道サービスの需要量が代表的住民により随時決定される、との想定も可能である。この場合、各年度の水道サービスの需要量は各時点での決定値の合計となる。しかし、続く実証分析の実施には各時点の地域変数は、それ以降の代表的住民の意思決定のみに影響するとの強い仮定が必要となる。そのため、本研究では水道は必需品であり短期間でその需要量は大きく変動しない、つまり、代表的住民は年度期首に決定した各時点の水道サービスの需要量をその後も変更しないと考える。

$$Q = \kappa \cdot p^{-\varepsilon} \cdot y^\eta \cdot \prod v_k^{\lambda_k}, \quad (6)$$

と特定化する。すなわち、住民 1 人当たりの水道サービスの消費可能量(Q)に対する需要量は、水道サービスに係る全国共通の基礎選好(κ)、水道料金(p)、代表的住民の総所得(y)、及び第 k 水道選好(v_k)、という地域変数に依存する。なお、 ε は住民 1 人当たりの水道サービスの消費可能量に係る価格弾力性、 η はその所得弾力性、 λ_k は第 k 水道選好の程度を示す。

住民 1 人当たりの水道サービスの消費可能量(Q)に係る費用関数(4)式にその需要関数(6)式を代入すると、次のような住民 1 人当たりの水道事業の供給費用(E)を得る。

$$E = \left[(A \cdot \gamma_L^{\gamma_L} \cdot \gamma_K^{\gamma_K})^{-1} \cdot \left(\kappa \cdot p^{-\varepsilon} \cdot y^\eta \cdot \prod v_k^{\lambda_k} \cdot D^\alpha \cdot \prod z_j^{\beta_j} \right) \cdot w^{\gamma_L} \cdot r^{\gamma_K} \right]^{\frac{1}{\gamma_L + \gamma_K}}.$$

そして、住民 1 人当たりの水道事業の供給費用(E)が正となり、実証分析の推計式を容易に導出するため

$$e^{\sum \phi_{S_l} \cdot S_l} \equiv \left(A \cdot \gamma_L^{\frac{\gamma_L}{\gamma_L + \gamma_K}} \cdot \gamma_K^{\frac{\gamma_K}{\gamma_L + \gamma_K}} \right)^{-1},$$

と特定化する。なお、 S_l は第 l 水道環境、 ϕ_{S_l} はそのパラメータである。さらに、各変数のパラメータを($\gamma_L + \gamma_K$)で割った ϕ_m ($m=p, y, v_k, D, z_j, w, r$)を用いて表記を簡素化すると、住民 1 人当たりの水道事業の供給費用(E)は次のようになる。

$$E = \frac{1}{\kappa^{\frac{1}{\gamma_L + \gamma_K}}} \cdot e^{\sum \phi_{S_l} \cdot S_l} \cdot p^{\phi_p} \cdot y^{\phi_y} \cdot \prod v_k^{\phi_{v_k}} \cdot D^{\phi_D} \cdot \prod z_j^{\phi_{z_j}} \cdot w^{\phi_w} \cdot r^{\phi_r}. \quad (7)$$

さらに、(7)の両辺の対数をとると

$$\begin{aligned} \ln E &= (\gamma_L + \gamma_K)^{-1} \cdot \ln \kappa + \phi_D \cdot \ln D + \sum \phi_{z_j} \cdot \ln z_j + \sum \phi_{S_l} \cdot S_l \\ &\quad + \phi_p \cdot \ln p + \phi_y \cdot \ln y + \sum \phi_{v_k} \cdot \ln v_k + \phi_w \cdot \ln w + \phi_r \cdot \ln r, \end{aligned}$$

となる。なお、実際の推計式は次式となる。

$$\begin{aligned} \ln E &= X + \phi_D \cdot \ln D + \sum \phi_{z_j} \cdot \ln z_j + \sum \phi_{S_l} \cdot S_l \\ &\quad + \phi_p \cdot \ln p + \phi_y \cdot \ln y + \sum \phi_{v_k} \cdot \ln v_k + \phi_w \cdot \ln w + \phi_r \cdot \ln r + \mu. \quad (8) \end{aligned}$$

ここで、 $X \equiv (\gamma_L + \gamma_K)^{-1} \cdot \ln \kappa$ は定数項、 μ は攪乱項であり、添字は省略している。また、 ϕ_D は本研究が最終的に計測する住民 1 人当たりの水道事業の供給費用に係る都市スプロール弾力性である。なお、表記の簡略化のため、今後は同弾力性を「都市スプロール弾力性」と呼ぶ⁷。

一方、各推計係数の理論的予測は、次のようになる。第 1 に、都市構造変数の係数(ϕ_D)は、同変数が住民 1 人当たりの水道サービスの生産量(O)とその消費可能量(Q)を乖離させる程度である。通常、都市構造の影響により配水過程において、前者より後者は小さくなる。そのため、住民 1 人当たりの水道サービスの消費可能量(Q)の維持には、その

⁷ 推計式(8)に含まれる各変数の係数は、住民 1 人当たりの水道事業の供給費用に係る同変数の弾力性である。

生産量(O)の増加が必要である。その結果、住民 1 人当たりで見ると、水道サービスの生産費用(C)の上昇から水道事業の供給費用(E)は増加する。但し、既存研究に従うと、都市過密により同費用が増加する可能性も否定できない。したがって、都市構造変数の係数(ϕ_D)が正の場合は都市スプロール、負の場合は都市過密の効果が支配的であり、住民 1 人当たりの水道事業の供給費用(E)を上昇させると解釈できる。

第 2 に、第 j 地域環境の係数(ϕ_{z_j})は、同変数により住民 1 人当たりの水道サービスの生産量(O)とその消費可能量(Q)が乖離する度合いである。配水過程において地域環境の影響により前者より後者が少なくなる場合、都市構造と同様の経路で住民 1 人当たりの水道事業の供給費用(E)が増大する。そのため、第 j 地域環境の係数(ϕ_{z_j})の符号は正と予想する。

第 3 に、第 l 水道環境の係数(ϕ_{s_l})は、同変数が水道サービスの生産効率を変化させ、その供給費用を増減させる程度である。水道サービスの生産効率が高まると、住民 1 人当たりの水道サービスの消費可能量(Q)の維持に必要なその生産量(O)は少なくなる。その結果、生産要素の投入量を節減でき住民 1 人当たりの水道サービスの生産費用(C)の低下から、その水道事業の供給費用(E)も減少する。そのため、第 l 水道環境が水道サービスの生産性を向上させる場合はその推計係数(ϕ_{s_l})は負、逆の場合は正と推測する。水道サービスの生産性を変化させる要因として取水状況や外部委託などがあり、技術水準(A)に影響する。なお、推計係数の符号に係る理論予測は変数ごとに異なるため、各代理変数を説明する際に述べる。

第 4 に、第 k 水道選好の係数(ϕ_{v_k})は、同変数が地域独自の水道サービスの需要を変化させる度合いである。住民 1 人当たりの水道サービスの需要が増加すると、この変化に応じたその生産量(O)の上昇から、同消費可能量(Q)が増大する。この場合、水道サービスの限界生産費用を所与とすると、住民 1 人当たりの水道事業の供給費用(E)は増加する。なお、水道選好が住民 1 人当たりの水道サービスの需要に影響を及ぼす経路は多岐にわたる。つまり、同じ水道選好でも正反対の効果が同時に作用する可能性がある。そのため、第 k 水道選好の係数(ϕ_{v_k})の符号の理論予測も後述する。

第 5 に、水道料金の係数(ϕ_p)と代表的住民の所得の係数(ϕ_y)は、水道料金(p)と代表的住民の所得(y)がそれぞれ住民 1 人当たりの水道サービスの需要に及ぼす影響を通じて、住民 1 人当たりの水道事業の供給費用(E)を変化させる程度である。なお、正のパラメータ γ_L と γ_K の合計値を水道料金の係数(ϕ_p)にかけると水道サービスの消費可能量に係る価格弾力性(ε)、代表的住民の所得の係数(ϕ_y)にかけるとその所得弾力性(η)を導出できる。通常、水道料金の係数(ϕ_p)は負と予想する一方、代表的住民の所得の係数(ϕ_y)は全ての符号が起こりえる。水道サービスの消費可能量に係る所得弾力性(η)が正の場合、水道サービスは正常財、負の場合は劣等財となる。特に、正常財の中でも、 η が 1 より小さい場合は必需品、1 を超える場合は奢侈品と見なせる。

第 6 に、生産要素価格の係数(ϕ_w と ϕ_r)は、同変数が住民 1 人当たりの水道サービスの

供給費用(C)を上昇させる度合いである。生産要素価格(w と r)が上昇すると、住民1人当たりの水道サービスの生産費用(C)の増加から、その水道事業の供給費用(E)は増大する。したがって、生産要素価格の係数(ϕ_w と ϕ_r)は正と予想する。

3. 都市構造の測定

日本では都市構造を直接的に計測した統計データはないため、本研究は代理変数に基づきその計測を行う。代理変数は直接関係があり相関性の高い事象に基づき構築される。そのため、一般的にはその概念を具体化した定義に基づき構築されることが多い。OECD(2013)は「都市開発が無秩序に拡大すること。低密度、土地利用の分離、不十分なインフラ整備を特徴とする。開発が未開発地を飛び越えて行われる虫食い開発の形もある。」と定義している。しかし、都市計画及び社会科学を含む各分野の既存研究も、様々な定義を提示している(例えば、Jaeger et al.2010 の表 1 を参照)。つまり、都市スプロールは一様ではなく、無秩序に都市が拡散した都市構造の総称である。ところが、都市スプロールが進んだ地域では、少なくともその特性が顕在化するとされている。但し、このような地域が複数ある場合、顕在化する特性はそれぞれ異なる可能性がある。そこで、本研究は複数の特性から各市町村の都市構造を総合的に判断する。

Galster et al (2001 Housing. Policy Debate)は、都市スプロールを人口密度が一定以上の区域が相互隣接する開発地域(Urbanized Area)の中で、密度(Density)、中心性(Centrality)、集中性(Concentration)、群集性(Clustering)、連続性(Continuity)、核性(Nuclearity)、混合性(Mixed Uses)、近接性(Proximity)の 8 特性、あるいはその組合せの水準が低い土地利用の形態、としている。我が国では水道データも利用すると、8 特性の中で Ida and Ono(2019)などが用いた「密度」「集中性」「群集性」の他に「中心性」も導入できる。

第 1 の密度は面積当たりの住民数または住宅数である。前者は人口密度、後者は住宅密度である。なお、便宜上、双方をまとめて密度情報と呼ぶ。第 2 の中心性とは、住宅地域が中心部に近接する程度である。斜線部分は可住地面積、丸部分は住宅地域、星印は中心部を示す図 2a に基づき説明すると、各住宅地域が中心部に近い左図では高いが、それが遠い右図では低い。第 3 の集中性は住宅地域が集中する程度である。同じ記号を用いた図 2b に基づき説明すると、集中性は各住宅地域が集約する左図では高いが、それが拡散する右図では低くなる。第 4 の群集性は、住宅地域内で住居が分散する程度である。図 2a と 2b から抽出した住宅地域を描いた図 2c を用いて説明する。なお、同図の三角は住居地点、二重丸は住宅地域内の中心施設を表す。両住宅地域を比較すると、住居が集中する左図の方が右図より群集性は高い。

密度情報は都市構造の最重要な特性である。しかし、密度情報だけを用いた場合、土地利用の状況が反映されず、都市構造がミスリードされる恐れがある。図 2a と 2b の左都市はコンパクト、右都市はスプロールだが、可住地面積、総人口、総住宅数が等しい場合、両都市の密度情報は同じになる。つまり、密度情報だけで判断すると双方の都市構造は同じとなるため、その補足情報が必要となる。一方、便宜上、空間情報と呼ぶ残

りの3特性は、土地利用に関して異なる観点から情報を提供する。中心性と集中性を図2dに基づき比較すると、前者は各住宅地域と中心部の距離、後者は住宅地域同士の距離、の情報である。また、群集性は住宅地域内の住居の分布情報といえる。つまり、密度は各住宅地の利用度、空間情報は各住宅地の分散度を表すため、都市構造の総合的な判断には全て考慮が必要となる。

本研究の都市構造の代理変数である都市構造変数(D)は、密度情報と空間情報から構築される⁸。今回は可能な限り加工せず各特性の情報量を活かす観点から、両情報を掛け合わせる方法を採用した。つまり、都市構造変数(D)は「密度情報の1特性×空間情報の1特性」となる。なお、都市構造変数(D)は高値ほど都市構造が都市スプロール、低値ほど都市過密を表す。但し、Galster et al.(2001)が基準とした開発地域に我が国で該当する人口集中地区(DID)は、小規模な都市では存在しない。本研究は全国の市町村を対象とするため、代替的に各市町村の区画を基準とする。

4. データ

本研究では、日本の水道事業者別クロスセクション・データを用いて、住民1人当たりの水道事業の供給費用(8)を推計する。まず、推計年度は2019年とする。近年、水道事業の広域化の進捗に伴い、その事業数は大きく変化している。そのため、推計年度は複数年度を対象とした方が適切かもしれない。しかし、2014年度に地方公営企業会計制度などの大幅な見直しがあり、被説明変数にその影響が含まれる懸念があった。そこで、この影響を制御するため単年度とした。但し、水道事業の今後のありかたを検討する基礎資料を提供するため、利用可能なデータの中で最新年度を選択している。前述の通り理論分析では各地域変数は一定としており、年度内の水準は変化せずその影響度も一定である。推計年度が2019年度なため、本研究では理論的な整合性をとるために、各地域変数のデータには2019年度期首データ、つまり、2018年度末以前のデータを用いる⁹。

次に、分析対象は「単一市町村の地方公営企業が経営する給水人口が5001人以上の902上水道事業(末端給水事業)」とする。まず、経営主体が単一市町村とした理由を説明する。第1は経営主体内の相互依存関係の制御である。本研究では分析対象に経営主体が政令指定市の場合も含めるが、都道府県および水道企業団の場合は除いている。というのは、両者の事業規模には差異はないが、意思決定が前者は単独、後者は共同で行

⁸ 本研究と Ida and Ono(2019)の都市構造変数(D)の基本構造は同じであり、その構成要素の密度・集中性・群集性と本研究が追加した中心性に重複や相殺もなく、両者の一貫性と接続性は保たれている。但し、地理的特性から構成される都市構造変数(D)は、コンパクトシティの指標に含まれる都市生活のクオリティなどは測定できない。

⁹ 各地域変数の水準またはその影響は、年度内は不変としている。そのため、集計済みデータであれば期首、期中、期末のどのデータでも、実証分析としては問題ない。しかし、期中・期末データは年度内の各時点値から構成されるため、各地域変数にこれらのデータを用いると期首に行う地方公営企業または代表的住民の意思決定に、それ以後の各地域変数が適時的に影響する可能性を排除できない。

われているからである。第2はデータの利用制約である。単一市町村の地方公営企業が経営する給水人口が5001人以上の上水道事業(末端給水事業)は約1200ある。しかし、主要な説明変数の都市構造変数(D)を構成する「一戸建住宅戸数」の調査対象が市及び直近の国勢調査における総人口が1.5万人以上の町村であるため、当初の事業数よりサンプルが減少した。

さらに、各変数に対応するデータを紹介する。各データの定義と出所は表1、各変数の記述統計表は表2の通りである¹⁰。第1に、被説明変数の住民1人当たりの水道事業の供給費用(E)は、「住民1人当たり給水費用」である。給水費用は水道水を供給するために要した年間費用であり、人口規模を調整するために住民1人当たりとしている。第2に、地域環境(z_j)の代理変数は「空き家率」である。地域環境には様々な可能性はあるが、本研究は都市のスポンジ化を想定して、その一般的な指標である空き家率を用いる。

第3に、密度情報を説明する。一般的に「1人当たり可住地面積(=人口密度の逆数)」($A2$)が多用されるが、都市構造の測定には土地の使用制限などの影響を排除できる「1戸当たり可住地面積(=住宅密度の逆数)」($A1$)が適切とされる。しかし、1戸当たり可住地面積には経済状況の住宅建設への影響などのバイアスが含まれる懸念もあり、本研究は両密度を併用する。なお、都市構造は各市町村の区画ごとに測定するため、その可住地面積を両密度情報の面積データとしている。

第4に、空間情報を説明する。まず、集中性には「一戸建住宅数」($B1$)を用いる。郊外の農地や森林を住宅地として民間事業者が開発を行う場合、通常、周辺地域との接続はあまり意識されず、住宅地域間の接続性が失われる可能性が高い。一方、このように開発された郊外の住宅地には、一戸建住宅が多く建設される傾向にある。その結果、一戸建住宅が多い地域では、郊外に住宅地域が点在して集中性が低下すると考える。次に、群集性には「最寄りの保育所までの距離が1000m以上の世帯数」($B2$)を用いる¹¹。各住宅地域でその中心地から離れた場所に位置する世帯が多ければ、住宅地域内で住宅が分散立地する傾向があると推測する。なお、住宅地域の中で住宅が集中する場所に保育所が設立されることが多いため、その中心施設として保育所を選択した。つまり、同世帯数が多い場合、群集性が低下すると考える。さらに、中心性には「導送配水管延長」($B3$)を用いる。中心部に近接しない住宅地域が多い場合、水道サービスを遠方まで提供する必要があり管路が長くなることから、中心性が低下すると考える。

第5に、水道環境(S_i)の代理変数は「自己水率」と「第三者委託ダミー」である。自己水率は取水環境の代理変数である。全て自己水の場合は1、全て受水の場合は0、両

¹⁰ 都市構造変数(D)に含まれる「可住地面積」は2015年10月1日現在、「空き家率」と「医療施設数」などは2018年10月1日現在、のデータである。2019年度期首データでないが、それまで大きく変化しないと考える。

¹¹ 2018年より Ida and Ono(2019)が用いた「最寄りの保育所までの距離が1000m以上の住宅数」は「最寄りの保育所までの距離が1000m以上の世帯数」に変更された。その結果、新たに複数世帯の1住宅居住(例 2世帯住宅)が含まれるが、居住世帯がない住宅(例 空き家)は除かれる。

者混合の場合は中間値となる¹²。自己水率が高い場合、取水が容易な環境にあり生産効率が高いため、同変数の推計係数は負と予想する。一方、第三者委託ダミーはその有無に係るダミー変数で委託環境を代理する¹³。第三者委託が進むと民間部門が持つ技術的・経営的ノウハウを活かして水道施設の管理・運用体制が強化され、水道サービスが効率的に供給されると予想する。しかし、市場供給がない水道サービスでは評価基準が曖昧であり、受託した民間業者による非効率な行動を容易に誘発する可能性も残る。両効果は同時に作用すると考えられ、第三者委託ダミーの推計係数の符号は負の場合は前者、正の場合は後者が支配的な影響を持つと解釈できる。

第6に、水道選好(v_k)の代理変数は「医療施設数」と「15歳未満人口比率」である¹⁴。まず、医療施設数は都市需要を代理する。厚生労働省(2005)によると相対的に水道使用量が大きい病院が多い都市部では、水道サービスに対する大口の需要が高いと思われる。しかし、同時に医療施設が多く立地する都市部では概ね人口も大きく、間接的に規模の経済が働くとも考えられる。両者は同時作用して支配的な効果が顕在化すると推測する。つまり、医療施設数の推計係数の符号が正の場合は前者、負の場合は後者の影響が相対的に強いと解釈できる。他方、15歳未満人口比率は家計の水道需要を代理する。15歳未満人口比率が高い地域では、子育て世帯が多く学校などの公共施設に係る水道需要が大きいと考える。しかし、同時に1世帯当たりの世帯人数も増加するため、住民1人当たりの水道需要は低下する。東京都水道局(2018)によると、1人当たりの水使用量は単身世帯が一番多く世帯人数と共に減少する。すなわち、15歳未満人口が多い市町村では世帯人数が多く、住民1人当たりの水道需要も少なくなる。この場合も両者は同時作用して相対的に大きい効果が顕在化すると考える。そのため、15歳未満人口比率の推計係数の符号が正の場合は前者、負の場合は後者の効果が支配的と解釈できる。なお、他の制御変数は表1の通りのため説明は省略する¹⁵。

¹² 自己水とは「ダム+ダム以外の表流水+伏流水+地下水+その他の水源」である。なお、ダム、ダム以外の表流水や受水は全てゼロだが、取水能力(=自己水+受水)が正の水道事業者がある。この水道事業者は、一般的には地下水と呼ばれる伏流水、あるいは井戸水と呼ばれる地下水で全て取水している。

¹³ 外部委託には、従来から浸透する一部業務委託と2002年4月の水道法改正により創設された第三者委託がある。一部業務委託には、地方自治体としての水道事業運営のノウハウが失われるだけでなく、工夫の余地も限られ業務や経営の効率化が難しいとの批判がある。これに対して、第三者委託は包括的な受託・実施により単なる経費削減ではなく人員配置を含めた業務の効率化が容易とされている。そこで、委託環境の代理変数として第三者委託ダミーを採用している。なお、本ダミー変数は水道事業者による第三者委託の導入に係る選択を表していない。本制度の導入には住民との合意形成が必要であり、外生的に決まる当該地域の様々な状況がそれに影響する。つまり、第三者委託ダミーは、各地域がそれを許容する環境にあるか否かを表す。なお、水道局職員と水道事業者社員の労働市場は相互に独立しており、外部委託が水道局職員の賃金変化を誘発して水道サービスの生産費用に影響する可能性は小さいと考える。

¹⁴ 年齢別人口は『住民基本台帳人口』に掲載はなく「15歳未満人口比率」は『国勢調査』の2015年データを用いて算出する。同変数が代理する子供が主に使用する施設や各家計の水道需要は3年間では大きく変化しないと思われる。また、15歳未満人口は3年間で年長3歳と年少3歳が入れ替わるが、激しい転出入がない限り中間の12歳分の人口は概ね同じであり、「15歳未満人口比率」の水準自体も3年間では大きく変化しないと考える。

¹⁵ 労働と資本の要素価格は、2018年度期末時点における両生産要素の同年度内の平均費用である。理論分析との整合性を考えると限界生産費用を用いるべきだが、適切なデータがないため同データで代用する。

5. 推計結果

前節で説明したデータに基づき、住民 1 人当たりの水道事業の供給費用(8)を推計したところ、表 3 の結果を得た。各モデルは都市構造変数、水道料金、平均所得、労働要素価格、資本要素価格、空き家率、医療施設数を説明変数とする基盤推計に、制御変数として 15 歳未満人口比率、自己水率ダミー、第三者委託ダミーの各組合せを逐次導入したものである。なお、推計式に含まれない制御変数は全国同質と解釈する。また、医療施設数は水道選好(v_k)に分類したが、水道サービスの生産効率性を代理する側面も同時に持つため、基盤推計に含めている。都市構造変数別の 6 種類の推計は、都市構造を測定する視点や側面ごとの都市スプロール弾力性を導出する。各弾力性は他の条件が同じなら、非効率な都市構造の中でもどの特性が際立つ市町村において、それに伴う住民 1 人当たりの水道事業の供給費用(E)の増加が大きいかを表す。

各推計結果は全体的には良好であり、推計係数の理論的予測とも概ね一致した。そこで、以下では各変数の推計結果を考察する。第 1 に、都市構造の推計係数(ϕ_D)と地域環境である空き家率の推計係数(ϕ_{Z_j})は、全ての推計式において両側 1%水準以上で統計的に有意で正であった。この結果に従うと、都市スプロールが深化して都市スポンジ化が進む地域では、住民 1 人当たりの水道事業の供給費用(E)は高いことが確認された。

第 2 に、水道環境の推計係数(ϕ_{S_i})を説明する。まず、自己水率の推計係数は、全ての推計式で両側 5%以上の水準で統計的に有意で負になった。そのため、自己水率が高く取水が容易な環境では、生産効率が高く住民 1 人当たりの水道事業の供給費用(E)が低いことが確認された。次に、第三者委託ダミーの推計係数の符号は正であり、全ての推計式において両側 1%水準以上で統計的に有意になった。つまり、第三者委託が進むと、民間部門の技術浸透から向上する効率性より、受託した民間業者の行動から生じる非効率性が支配的となり、住民 1 人当たりの水道事業の供給費用(E)が高まることが分かった。但し、第三者委託の効率性は時間と共に高まり、その非効率性は徐々にコントロールされると考える。第三者委託は 2002 年に本格的に制度化されたものであり、長期的にはこの純効果は逆転する可能性がある。

第 3 に、水道選好である医療施設数と 15 歳未満人口比率の両推計係数(ϕ_{v_k})は、全ての推計式において、両側 1%水準以上で統計的に有意で負であった。まず、医療施設数から解釈すると、都市部では水道サービスに対する大口需要の効果よりも間接的に生じる規模の経済の効果の方が支配的であり、住民 1 人当たりの水道事業の供給費用(E)は低くなるといえる。次に、15 歳未満人口比率を考察すると、同比率が高い地域では子育て世帯が多く学校などの公共施設に係る水道需要が増加する効果より、世帯人数が多く住民 1 人当たりの水道需要が減少する効果が相対的に大きく、住民 1 人当たりの水道事業の供給費用(E)は低くなることが確認された。

但し、公共財の特性を備える水道サービスに関しては、市場メカニズムが十分に機能せずその生産要素価格は、過去の実績に基づき決定される可能性があり、同データは現状と大きな乖離はないと考える。

第 4 に、生産要素価格の係数(ϕ_w と ϕ_r)は、全ての推計式において正であった。なお、労働要素価格は両側 5%水準以上、資本要素価格は両側 1%水準以上で統計的に有意であった。つまり、理論的に予想した通り、両生産要素価格が上昇すると、住民 1 人当たりの水道事業の供給費用(E)は高くなることが分かった。一方、水道料金の係数(ϕ_p)と代表的住民の所得の係数(ϕ_y)の符号は全ての推計式で正であった。まず、代表的住民の所得の係数(ϕ_y)は 15 歳未満人口比率を推計式に含まない場合は統計的に有意でないが、それ以外では少なくとも両側 10%水準以上で統計的に有意であった。他方、水道料金の係数(ϕ_p)は全ての推計式において、両側 1%水準以上で統計的に有意で正であった。本研究では水道料金のデータとして供給単価(=給水収益÷年間有収水量)を用いている。このため、供給単価を結果的に上昇させる年間有収水量が少ない市町村では、規模の経済性が働かず水道サービスの生産費用(C)の上昇から、住民 1 人当たりの水道事業の供給費用(E)は高くなった可能性がある。しかし、理論的に予測した通り、水道料金が高い場合、住民 1 人当たり水道サービスの需要量の減少から、住民 1 人当たりの水道事業の供給費用(E)が低くなる効果も同時に作用すると推測する。そのため、水道料金の推計係数の符号が正との結果は、後者より前者の効果が相対的に大きいことを表すと考える。

次に、都市スプロール弾力性の計測に移る。理論分析に従うと都市構造変数の推計係数(ϕ_D)が都市スプロール弾力性である。前述の通り各推計結果は概ね良好なため、同弾力性を計測する上でその選択を行う必要がある。各都市構造変数を含む 6 種類の推計式は、都市構造を異なる視点や側面で計測した場合の都市スプロール弾力性を導出する。一方、各推計式に制御変数として逐次挿入する 15 歳未満人口比率、自己水率ダミー、第三者委託ダミーは、各市町村の状況を表す。そのため、制御変数の組合せが同じでも都市構造変数が違えば、各推計式の示唆は異なる。そこで、同じ都市構造変数を含む推計式ごとに、評価を行う上での制御変数の組合せを検討する。

自由度調整済決定係数と赤池情報量基準の両基準に従うと、全ての推計式で推計結果 3d が採択され、都市スプロール弾力性は 0.03~0.122 となった。つまり、非効率な都市構造が 1%進むと、住民 1 人当たりの水道事業の供給費用(E)は 0.03~0.122%増加することが分かった。公共サービスを対象とした Ida&Ono (2019)は 0.053~0.113%であり、概ね同様の値で妥当と考える。そして、人口密度と中心性が低い都市構造の場合、都市スプロール弾力性は 0.122 と最高になった。この推計結果に従うと、非効率な都市構造の中でも人口密度が低く中心部から離れた地域に住宅が多い市町村では、例えば同地域に関して近接する市町村との水道施設の共有の検討が重要となる。

6. 結論

本研究は、非効率な都市構造が水道事業の供給費用をどの程度増加させるかを推計した。具体的には、住民 1 人当たりの水道事業の供給費用を、水道サービスの需要関数と費用関数の結合から理論的に導出して、日本の 2019 年度の水道事業者別クロスセクション・データに基づきその推計を行った。そして、都市スプロールなど非効率な都市構

造が1%進むと、住民1人当たりの水道事業の供給費用は0.03~0.122%増加する、との結果を得た。

非効率な都市構造に起因する問題の解決法は、言うまでもなくその解消である。ところが、都市スプロールなど非効率な都市構造は元の状態に戻すことは難しい。そのため、この問題に対する次善策は、広域連携など水道事業の運営方法の改善と考える。水道事業の広域連携には、事業統合、経営の一体化、管理の一体化、施設の共同化などあるが、例えば、拡散する住宅地域に関しては、隣接する市町村と取水地・浄水池・配水池などの施設の共同化が有効と考える。特に、本研究が計測した都市スプロール弾力性が高くなる都市構造、つまり人口密度が低く中心部から離れた地域に住宅が多い場合には、前出の広域連携が重要となる。人口減少社会や節水型社会への移行などによる水需要の減少に伴い既に料金収入は減少傾向にあり、水道事業には供給費用の削減を導くこのような対応がより一層求められる。

最後に、今後の検討課題を示して本稿を締め括る。第1は都市スプロール弾力性の市町村別または地域別の計測である。実際に水道事業の運営方法の改善に係る議論を進めるには、具体的にどの市町村または地域でこの検討を積極的に行うべきかの情報提供が必要となる。この意味でも全国同質とした水道事業を取り巻く各市町村の状況を現実に近づけ、この計測を実施したいと考える。第2に、都市構造変数を構成する密度情報と空間情報の統合方法である。本研究は両情報の1特性をそれぞれ掛け合せる方法を採用した。本手法は可能な限り加工せずデータの情報量を活かせる利点があるが、経済学的な理由が乏しいとの課題がある。そこで、都市構造変数を構成する密度情報と空間情報の統合方法として、品質工学などで多用されるユークリッド距離などを検討する。第3に、規模の経済性の代理変数を説明変数に含めるなど推計式の定式化や各説明変数に対応するデータの選定である。本研究の推計結果を見ると、医療施設数や水道料金は規模の経済を捉えている可能性がある。規模の経済は生産効率を高める要因であり、水道事業の供給費用を分析する上で重要な説明変数である。そのため、規模の経済を直接代理する変数を含めた推計を実施する。第4に、複数年を対象としたパネル推計である。本文中に示した通り重要性を認識しながら、制度変更の問題があり同推計を実施できなかった。そこで、2019年以降で利用可能なデータが揃い次第、パネル推計も実施したいと考える。

参考文献

- Borcheding, T. and Deacon, R. (1972) The demand for the services of non-federal governments, *American Economic Review* 62 (5), pp. 891–906.
- Bradford, D.F., Malt, R.A., and Oates, W.E., (1969) “The rising cost of local public services: Some evidence and reflections,” *National Tax Journal* 22, pp.185-202.
- Brueckner, J.K, (1981) “Congested public goods: The case of fire protection,” *Journal of Public Economics* 15, 45-58.

- Carruthers, J. I. and Ulfarsson, G. F. (2003) “Urban sprawl and the cost of public services,” *Environment and Planning B: Planning and Design* 30 (4), pp. 503-522.
- Carruthers, J. I. and Ulfarsson, G. F. (2008) “Does smart growth matter to public finance? Evidence from the United States,” *Urban Studies* 45 (9), pp. 1791-1823.
- Duncombe, W. and Yinger, J. (1993) “An analysis of returns to scale in public production, with an application to fire protection,” *Journal of Public Economics* 52, 49-72.
- Galster, G., Hanson, R., Ratcliffe, M.R., Wolman, H., Coleman, S., Freihage, J., (2001) “Wrestling sprawl to the ground: defining and measuring an elusive concept,” *Housing. Policy Debate* 12 (4), pp.681–717.
- Hayashi, M. (2012) “Congestion, Technical returns, and the minimum efficient scales of local public expenditures: an empirical analysis for Japanese cities,” *CIRJE Discussion Papers CIRJE-F-852*.
- Hortas-Rico, M. and Sole-Olle, A. (2010) “Does urban sprawl increase the costs of providing local public services? Evidence from Spanish municipalities,” *Urban Studies* 47(7), pp. 1513-1540.
- Ida, T. and Ono, H. (2019) “Urban sprawl and local public service costs in Japan,” in Kunizaki, M., Nakamura, K., Sugahara, K. and Yanagihara, M. (ed.), *Advance in Local Public Economics*, pp.195-215.
- Jaeger J. , Bertiller, R. , Schwick, C. and Kienast, F. (2010) “Suitability criteria for measures of urban sprawl,” *Ecological Indicators* 10, pp.397-406.
- Ladd, H. F. and Yinger, J. (1989) *America’s Ailing Cities: Fiscal Health and the Design of Urban Policy*, Baltimore, MD: Johns Hopkins University Press.
- Ladd, H. F. (1992) “Population growth, density and the costs of providing public services,” *Urban Studies*, 29 (2), pp. 273-295.
- Ladd, H. F. (1994) “Fiscal impacts of local population growth: a conceptual and empirical analysis,” *Regional Science and Urban Economics* 24 (6), pp. 661-686.
- OECD (2013), *Compact City Policies A Comparative Assessment (Japanese version)*, OECD.
- Pflieger, G., and Ecoffey F. (2011) “The cost of urban sprawl and its potential redistributive effects: an empirical cost assessment for water services in Lausanne (Switzerland),” *Environment and Planning A*, 43(4), pp.850–865.
- Speir, C. and Stephenson, K. (2002) “Does sprawl cost us all? Isolating the effects of housing patterns on public water and sewer costs,” *Journal of the American Planning Association*, 68(1), pp. 56–70.
- 川崎一泰(2009)「コンパクト・シティの効率性」『財政研究』第5巻, pp.236-253.
- 沓澤隆司(2015)「コンパクトシティが都市財政に与える影響」『住宅土地経済』第98巻, pp.28-35.

沓澤隆司(2016)「コンパクトシティが都市財政に与える影響:—標準距離による検証—」
『都市住宅学』第95巻, pp.142-150.

倉本宜史(2010)「コンパクト・シティの形成がもたらす財政への効果」, 第67回日本財政学会報告論文.

厚生労働省(2005)『流域水質の総合的な保全・改善のための連携方策(緊急時の水質リスクに対応した連携方策)検討調査報告書』www.mhlw.go.jp/topics/bukyoku/kenkou/suido/ryuiki/, 2021年3月閲覧.

国立社会保障・人口問題研究所(2002)『日本の将来推計人口』.

菅原宏太(2020)「水道事業の広域化に関する研究の構想」地方分権に関する基本問題についての調査研究・専門分科会(公営企業)2020年度第1回報告論文.

東京都水道局(2018)『平成30年度生活用水実態調査』.

補論

Borchding and Deacon (1972)を援用した住民1人当たりの水道サービスの生産量(O)に係る費用関数の導出を示す。住民1人当たりの水道サービスの生産量(O)に係る生産関数が(1)式の場合、その労働と資本に関する限界生産物はそれぞれ

$$\partial O / \partial L = \gamma_L \cdot (O/L), \quad (\text{A1a})$$

$$\partial O / \partial K = \gamma_K \cdot (O/K), \quad (\text{A1b})$$

となる。他方、労働要素価格(w)、資本要素価格(r)を所与とすると、住民1人当たりの水道サービスの生産量(O)の生産費用は、以下のように表すことができる。

$$C = w \cdot L + r \cdot K. \quad (\text{A2})$$

ここで、住民1人当たりの水道サービスの(O)の生産関数(1)を制約条件としてその生産費用(A2)の最小化問題を考える。具体的には、 λ を未定乗数としたラグランジェ関数の

$$\Phi = (w \cdot L + r \cdot K) + \lambda \cdot [O - A \cdot L^{\gamma_L} \cdot K^{\gamma_K}], \quad (\text{A3})$$

を労働投入量(L)と資本投入量(K)について変化させてゼロとして、さらに(A1)を考慮すると以下のようなになる。

$$w = \lambda \cdot \gamma_L \cdot (O/L), \quad (\text{A4a})$$

$$r = \lambda \cdot \gamma_K \cdot (O/K). \quad (\text{A4b})$$

他方、住民1人当たりの水道サービスの生産量(O)の限界費用を C_0 とすると次式を得る。

$$C_0 = \partial \Phi / \partial O = \lambda. \quad (\text{A5})$$

そこで、費用最小化条件(A4)に(A5)をそれぞれ代入すると以下となる。

$$L = C_0 \cdot \gamma_L \cdot (O/w), \quad (\text{A6a})$$

$$K = C_0 \cdot \gamma_K \cdot (O/r). \quad (\text{A6b})$$

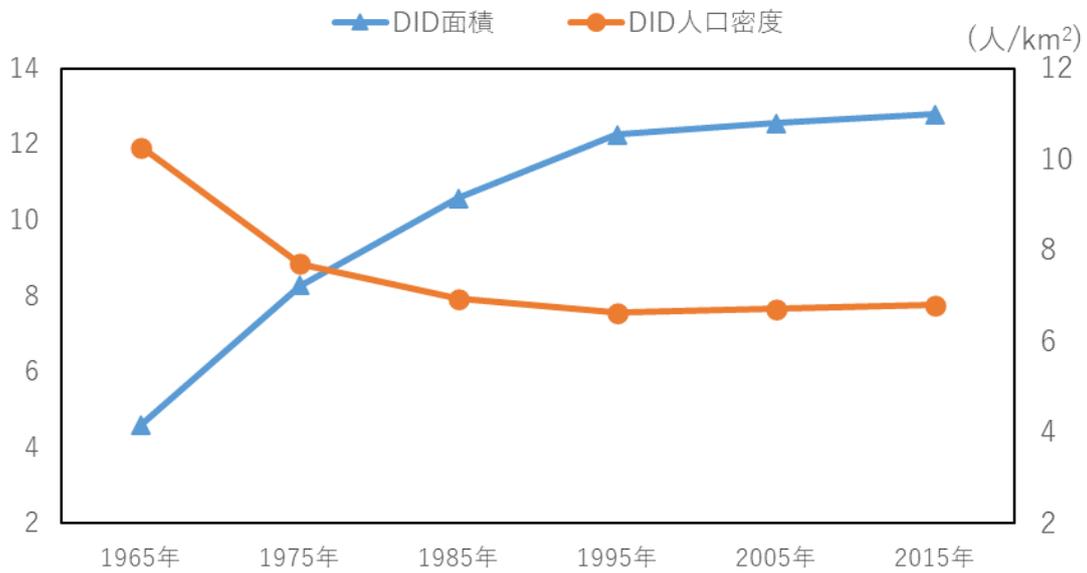
さらに、(A6)を(2)式に代入すると

$$C_O = [A^{-1} \cdot O^{1-\gamma_L-\gamma_K} \cdot (w/\gamma_L)^{\gamma_L} \cdot (r/\gamma_K)^{\gamma_K}]^{\frac{1}{\gamma_L+\gamma_K}},$$

を得る。そのため、住民 1 人当たりの水道サービスの生産量(O)に係る費用関数は次のようになる。

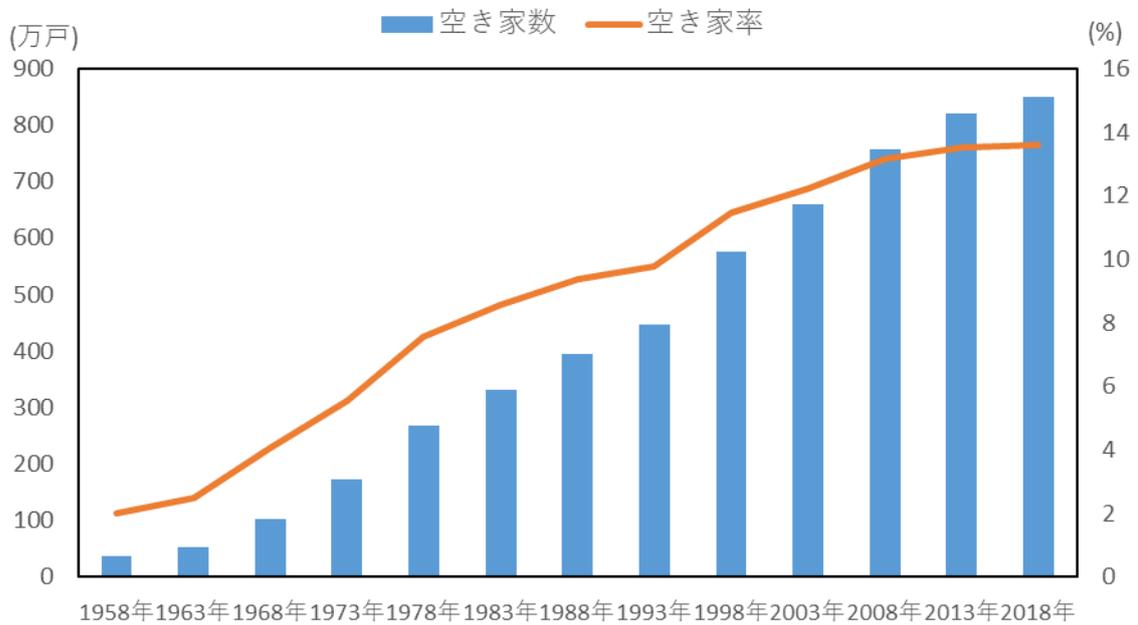
$$C(O, S, w, r) = C_O \cdot O = [(A \cdot \gamma_L^{\gamma_L} \cdot \gamma_K^{\gamma_K})^{-1} \cdot O \cdot w^{\gamma_L} \cdot r^{\gamma_K}]^{\frac{1}{\gamma_L+\gamma_K}}.$$

図 1a 都市スプロールの深化



(出所) 総務省統計局『国勢調査』各年度版

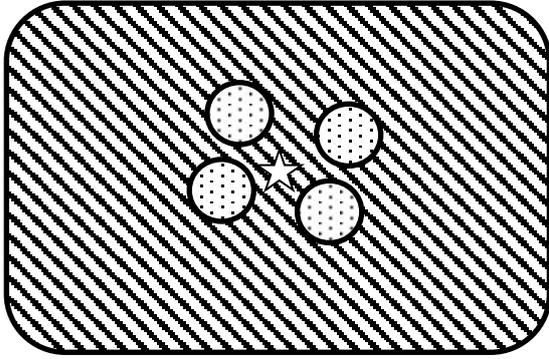
図 1b 都市のスポンジ化の進展



(出所) 総務省統計局『平成 30 年住宅・土地統計調査』

图 2a 中心性

高中心性



低中心性

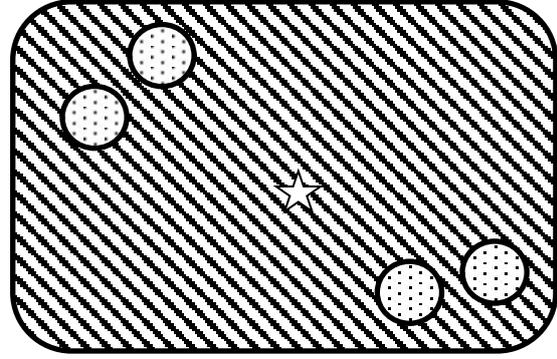
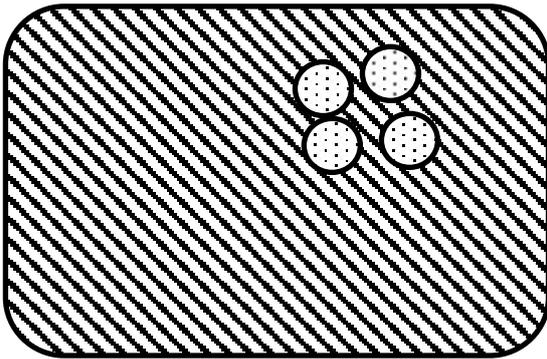


图 2b 集中性

高集中性



低集中性

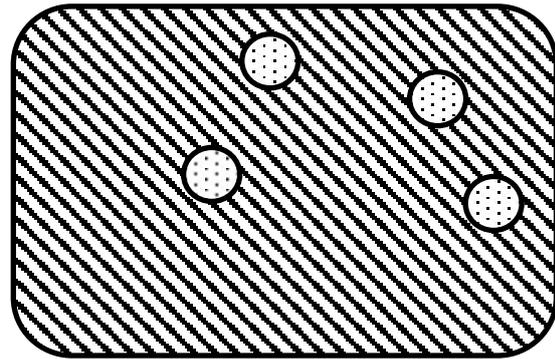
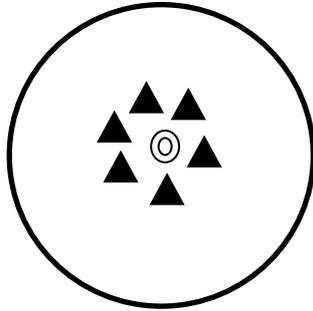


図 2c 群集性

高群集性



低群集性

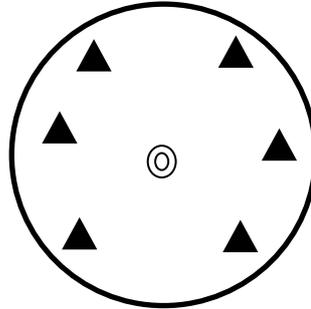


図 2d 各空間情報の相違点

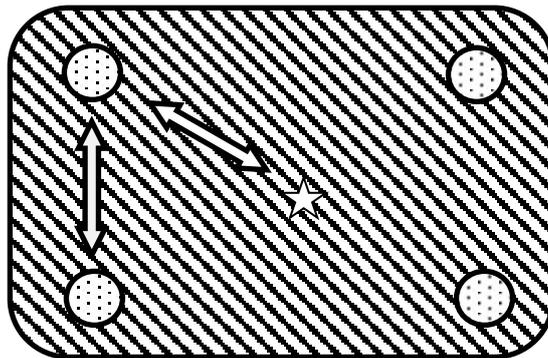


表1 変数の定義とデータの出所

変数	データ	単位	年度	出所
被覆率	住民1人当たり給水費用	給水費用÷総人口	円	
	給水費用	給水原価×年間総有収水量	円	2019
	総人口	総人口	人	2019
密度情報	1戸当たり可住地面積(A1)	可住地面積÷総住宅数	戸/km ²	
	総住宅数	総住宅数	戸	2018
	可住地面積	可住地面積	km ²	2015
	1人当たり可住地面積(A2)	可住地面積÷総人口	人/km ²	
	総人口	総人口	人	2018
空間情報	集中性(B1)	一戸建住宅戸数	戸	2018
	群集性(B2)	最寄の保育所までの距離が1000m以上の世帯数	戸	2018
	中心性(B3)	導送配水管延長	m	2018
地域環境	都市のスポンジ化	空き家率=空き家数÷総住宅数 空き家数	戸 戸	2018
水道需要	都市需要	医療施設数=病院数+一般診療可数	戸	
		病院数	戸	2018
		一般診療可数	戸	2018
	家庭需要	15歳未満人口比率=(15歳未満人口÷総人口) 15歳未満人口 総人口	人 人 人	2015 2015
水道環境	取水環境	自己水率=(取水能力-受水)÷取水能力)	m ³ /日	
		受水	m ³ /日	2018
		取水能力=(自己水+受水)	m ³ /日	2018
	委託環境	第三者委託ダミー	無	2018
要素価格	労働要素価格	労働費÷労働量	円	
	労働費	有収水量1m ³ 当たり金額の「職員給与費」 ×年間総有収水量	円	2018
	労働量	職員数(=規程勘定所職員数+資本勘定所職員数)	人	2018
	資本要素価格	資本費÷資本量	円	
	資本費	有収水量1m ³ 当たり金額の「支払利息+減価償却費」 +受水費うち資本費(相当分)×年間総有収水量	円	2018
資本量	有形固定資産	円	2018	
制約条件	平均所得	総所得÷納税義務者数(所得割)	円	
	総所得	課税対象所得	円	2018
	納税義務者数	納税義務者数(所得割)	人	2018
	水道料金	供給単価	円	2018

(注) 全変数の測定単位は市町村であり、住民1人当たりの表記も紛らわしくない場合は省略している。

表 2 記述統計表

変数	平均値	中央値	最大値	最小値	標準偏差
住民 1 人当たり給水費用	19.93	18.81	59.03	2.02	6.97
都市構造変数(A1B1)	58.31	43.80	521.68	1.41	52.99
都市構造変数(A1B2)	36.62	28.18	495.53	0.03	36.49
都市構造変数(A1B3)	2.05	1.21	130.11	0.02	4.77
都市構造変数(A2B1)	26.47	19.70	230.90	0.71	23.91
都市構造変数(A2B2)	16.55	12.90	219.33	0.02	16.18
都市構造変数(A2B3)	0.92	0.56	57.59	0.01	2.11
水道料金	1457.06	1390.00	3132.00	4.00	467.32
平均所得	2925.47	2858.09	6722.19	2214.78	415.84
労働要素価格	499078.90	498205.00	848861.00	218333.00	56564.92
資本要素価格	62.18	57.16	204.34	25.99	20.61
空き家率	0.15	0.14	0.68	0.04	0.06
医療施設数	94.89	38.00	3639.00	4.00	237.42
15 歳未満人口比率	0.12	0.12	0.21	0.06	0.02
自己水率	0.69	0.87	1.00	0.00	0.37

(注) 都市構造変数($A_m \cdot B_n$)は、密度情報 A_m ($m=1, 2$)と空間情報 B_n ($n=1, 2, 3$)から構成されていることを表す。

表 3a 推計結果[被説明変数 ln(住民 1 人当り給水費用)]

推計式	A1B1	A1B2	A1B3	A2B1	A2B2	A2B3
定数項	-4.329*** (-2.724)	-4.061*** (-2.592)	-6.485*** (-4.371)	-4.354*** (-2.758)	-4.052*** (-2.597)	-6.348*** (-4.322)
ln(都市構造変数)	0.050*** (3.441)	0.036*** (3.556)	0.117*** (10.949)	0.057*** (3.788)	0.039*** (3.800)	0.126*** (11.508)
ln(水道料金)	0.214*** (6.396)	0.213*** (6.402)	0.131*** (4.126)	0.209*** (6.251)	0.210*** (6.301)	0.124*** (3.915)
ln(平均所得)	0.178 (1.449)	0.152 (1.272)	0.459*** (4.009)	0.183 (1.503)	0.153 (1.287)	0.450*** (3.989)
ln(労働要素価格)	0.305*** (3.094)	0.296*** (3.013)	0.354*** (3.800)	0.307*** (3.115)	0.297*** (3.019)	0.357*** (3.849)
ln(資本要素価格)	0.225*** (3.993)	0.237*** (4.170)	0.261*** (4.891)	0.227*** (4.026)	0.239*** (4.213)	0.261*** (4.935)
ln(空き家率)	0.247*** (7.107)	0.236*** (6.764)	0.234*** (7.124)	0.231*** (6.603)	0.223*** (6.343)	0.195*** (5.920)
ln(医療施設数)	-0.069*** (-4.896)	-0.055*** (-4.444)	-0.094*** (-7.682)	-0.074*** (-5.126)	-0.057*** (-4.573)	-0.100*** (-8.153)
ln(自己水率)	-0.109** (-2.308)	-0.104** (-2.196)	-0.149*** (-3.336)	-0.112** (-2.375)	-0.105** (-2.230)	-0.155*** (-3.477)
第三者委託ダミー	0.082*** (2.659)	0.080*** (2.608)	0.066** (2.277)	0.081*** (2.633)	0.079*** (2.584)	0.065** (2.235)
自由度調整済決定係数	0.216	0.216	0.299	0.218	0.218	0.308
F 値	28.527	28.640	43.783	28.881	28.894	45.557
赤池情報量基準	0.557	0.556	0.444	0.554	0.554	0.432

(注) 各推計係数の下にある括弧内の数値は t 値であり、***は両側 1%水準以上、**は両側 5%水準以上、*は両側 10%水準以上で統計的に有意であることを表す。

表 3b 推計結果[被説明変数 ln(住民 1 人当り給水費用)]

推計式	A1B1	A1B2	A1B3	A2B1	A2B2	A2B3
定数項	-5.290*** (-3.348)	-5.104*** (-3.273)	-7.484*** (-5.065)	-5.301*** (-3.376)	-5.086*** (-3.274)	-7.324*** (-5.005)
ln(都市構造変数)	0.043*** (2.965)	0.032*** (3.206)	0.115*** (10.872)	0.050*** (3.278)	0.035*** (3.428)	0.124*** (11.413)
ln(水道料金)	0.213*** (6.427)	0.211*** (6.384)	0.126*** (4.008)	0.209*** (6.298)	0.208*** (6.292)	0.119*** (3.804)
ln(平均所得)	0.260** (2.127)	0.243** (2.039)	0.547*** (4.797)	0.263** (2.177)	0.243** (2.051)	0.536*** (4.766)
ln(労働要素価格)	0.253** (2.568)	0.246** (2.501)	0.307*** (3.302)	0.256*** (2.596)	0.247** (2.512)	0.311*** (3.357)
ln(資本要素価格)	0.223*** (3.978)	0.234*** (4.152)	0.260*** (4.927)	0.224*** (4.009)	0.236*** (4.192)	0.261*** (4.968)
ln(空き家率)	0.164*** (4.125)	0.153*** (3.866)	0.157*** (4.192)	0.151*** (3.813)	0.142*** (3.592)	0.120*** (3.210)
ln(医療施設数)	-0.061*** (-4.272)	-0.049*** (-3.943)	-0.088*** (-7.262)	-0.065*** (-4.478)	-0.051*** (-4.062)	-0.095*** (-7.730)
ln(15 歳未満人口比率)	-0.401*** (-4.552)	-0.403*** (-4.597)	-0.373*** (-4.513)	-0.394*** (-4.475)	-0.399*** (-4.549)	-0.365*** (-4.443)
ln(自己水率)	-0.101** (-2.149)	-0.097** (-2.064)	-0.144*** (-3.232)	-0.104** (-2.210)	-0.098** (-2.096)	-0.149*** (-3.372)
自由度調整済決定係数	0.227	0.229	0.311	0.229	0.230	0.319
F 値	30.464	30.677	46.201	30.744	30.890	47.935
赤池情報量基準	0.542	0.541	0.428	0.540	0.539	0.416

(注) 各推計係数の下にある括弧内の数値は t 値であり、***は両側 1%水準以上、**は両側 5%水準以上、*は両側 10%水準以上で統計的に有意であることを表す。

表 3c 推計結果[被説明変数 ln(住民 1 人当り給水費用)]

推計式	A1B1	A1B2	A1B3	A2B1	A2B2	A2B3
定数項	-6.005*** (-3.971)	-5.842*** (-3.940)	-8.691*** (-6.133)	-6.050*** (-4.028)	-5.846*** (-3.959)	-8.597*** (-6.125)
ln(都市構造変数)	0.037** (2.538)	0.028*** (2.829)	0.109*** (10.324)	0.043*** (2.825)	0.031*** (3.036)	0.117*** (10.827)
ln(水道料金)	0.216*** (6.595)	0.214*** (6.517)	0.136*** (4.328)	0.213*** (6.485)	0.211*** (6.437)	0.130*** (4.154)
ln(平均所得)	0.292** (2.448)	0.279** (2.414)	0.609*** (5.454)	0.298** (2.520)	0.280** (2.442)	0.603*** (5.467)
ln(労働要素価格)	0.250** (2.540)	0.244** (2.488)	0.306*** (3.278)	0.252** (2.566)	0.245** (2.499)	0.309*** (3.331)
ln(資本要素価格)	0.305*** (7.411)	0.313*** (7.521)	0.377*** (9.688)	0.309*** (7.494)	0.316*** (7.590)	0.382*** (9.858)
ln(空き家率)	0.140*** (3.573)	0.131*** (3.363)	0.130*** (3.515)	0.129*** (3.292)	0.122*** (3.112)	0.095** (2.557)
ln(医療施設数)	-0.059*** (-4.184)	-0.050*** (-4.006)	-0.088*** (-7.232)	-0.063*** (-4.359)	-0.051*** (-4.112)	-0.094*** (-7.667)
ln(15歳未満人口比率)	-0.415*** (-4.719)	-0.416*** (-4.745)	-0.384*** (-4.641)	-0.409*** (-4.649)	-0.412*** (-4.701)	-0.377*** (-4.575)
第三者委託ダミー	0.086*** (2.808)	0.084*** (2.757)	0.069** (2.379)	0.085*** (2.782)	0.083*** (2.735)	0.067** (2.335)
自由度調整済決定係数	0.230	0.232	0.307	0.232	0.233	0.315
F 値	30.935	31.161	45.429	31.158	31.337	46.972
赤池情報量基準	0.539	0.537	0.433	0.537	0.535	0.422

(注) 各推計係数の下にある括弧内の数値は t 値であり、***は両側 1%水準以上、**は両側 5%水準以上、*は両側 10%水準以上で統計的に有意であることを表す。

表 3d 推計結果[被説明変数 ln(住民 1 人当り給水費用)]

推計式	A1B1	A1B2	A1B3	A2B1	A2B2	A2B3
定数項	-4.992*** (-3.165)	-4.817*** (-3.094)	-7.248*** (-4.909)	-5.009*** (-3.196)	-4.805*** (-3.099)	-7.098*** (-4.853)
ln(都市構造変数)	0.041*** (2.781)	0.030*** (2.989)	0.114*** (10.699)	0.047*** (3.087)	0.033*** (3.207)	0.122*** (11.235)
ln(水道料金)	0.207*** (6.254)	0.205*** (6.223)	0.121*** (3.861)	0.203*** (6.130)	0.202*** (6.136)	0.115*** (3.662)
ln(平均所得)	0.233* (1.905)	0.217* (1.818)	0.525*** (4.602)	0.236* (1.957)	0.217* (1.833)	0.515*** (4.575)
ln(労働要素価格)	0.248** (2.522)	0.241** (2.459)	0.303*** (3.262)	0.250** (2.549)	0.242** (2.470)	0.306*** (3.317)
ln(資本要素価格)	0.222*** (3.979)	0.233*** (4.138)	0.260*** (4.929)	0.224*** (4.010)	0.235*** (4.177)	0.260*** (4.971)
ln(空き家率)	0.155*** (3.900)	0.145*** (3.663)	0.150*** (4.010)	0.143*** (3.612)	0.135*** (3.409)	0.114*** (3.048)
ln(医療施設数)	-0.060*** (-4.230)	-0.049*** (-3.947)	-0.088*** (-7.258)	-0.064*** (-4.426)	-0.050*** (-4.060)	-0.094*** (-7.719)
ln(15 歳未満人口比率)	-0.409*** (-4.665)	-0.412*** (-4.708)	-0.379*** (-4.597)	-0.403*** (-4.589)	-0.408*** (-4.661)	-0.371*** (-4.527)
ln(自己水率)	-0.103** (-2.203)	-0.099** (-2.121)	-0.145*** (-3.277)	-0.106** (-2.261)	-0.100** (-2.151)	-0.151*** (-3.415)
第三者委託ダミー	0.087*** (2.848)	0.085*** (2.799)	0.070** (2.440)	0.086*** (2.822)	0.084*** (2.777)	0.069** (2.397)
自由度調整済決定係数	0.234	0.235	0.315	0.235	0.236	0.323
F 値	28.447	28.605	42.407	28.683	28.781	43.946
赤池情報量基準	0.535	0.534	0.423	0.533	0.532	0.411

(注) 各推計係数の下にある括弧内の数値は t 値であり、***は両側 1%水準以上、**は両側 5%水準以上、*は両側 10%水準以上で統計的に有意であることを表す。

都市スプロールが水道サービスの供給費用に及ぼす影響

第3回基本問題研究会・専門分科会(公営企業)

第3回研究会(2021年月11月5日)

総務省

井田知也(近畿大学)・小野宏(大分大学)

菅原宏太(京都産業大学)・倉本宜史(京都産業大学)

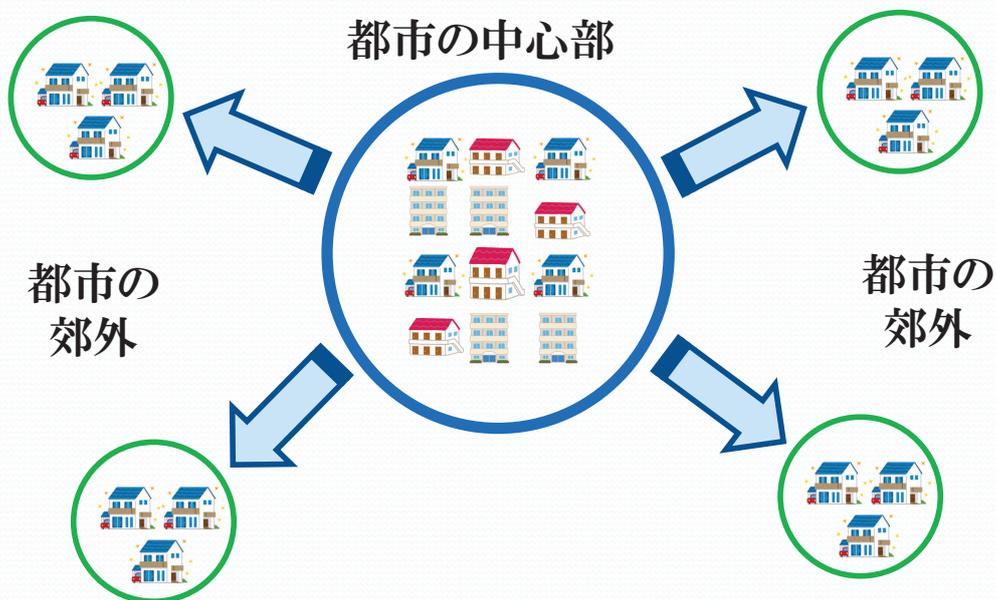
1

本日の報告

- 目的: 研究の背景と意義
- 対象: 都市構造の特徴と測定
- 理論: 推計式の理論的導出
- 実証: 推計の手法と結果
- 結論: 分析結果と今後の課題

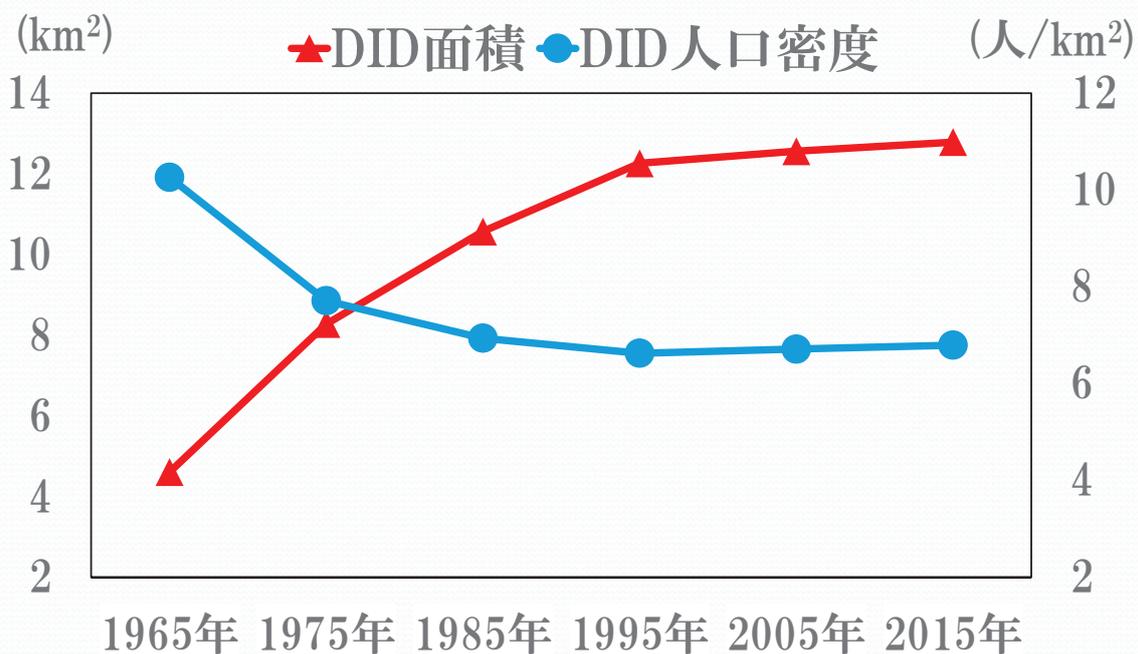
2

目的(1): 都市スプロールとは



3

目的(2): 都市スプロールの現状

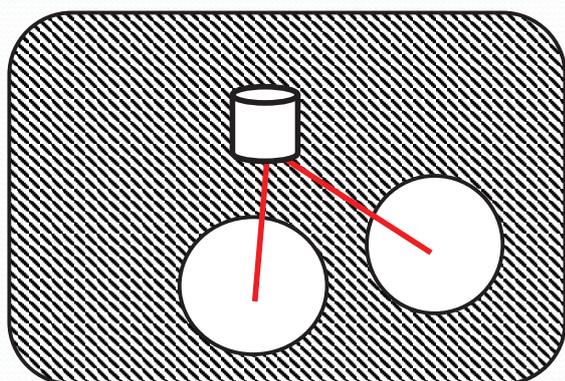


4

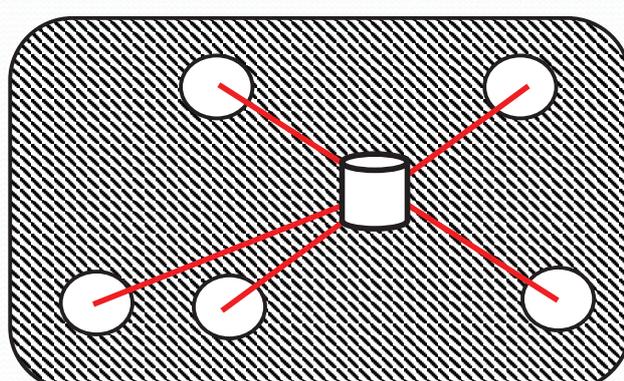
目的(3): 非効率な都市構造に伴う問題

都市スプロールが深化した都市では、例えば水道サービスの提供範囲が広がるため、関連施設が多くなり維持管理の経費が大きくなる。

コンパクトな都市



スプロールな都市



5

目的(4): リサーチクエスション

都市スプロール弾力性を計測
非効率な都市構造が1%進むと、水道事業の供給費用は何%大きくなるか？



非効率な都市構造に伴う問題は
どのような場合に大きくなるか？

6

目的(5): 政策面の応用①

非効率な都市構造は回復困難



次善策は水道事業の運営改善

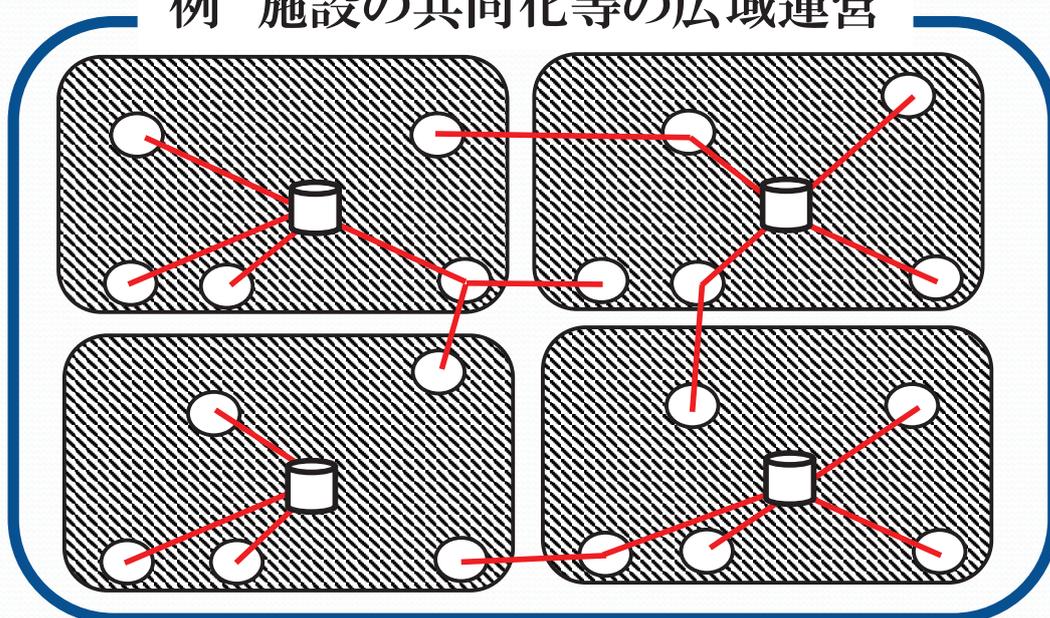


都市スプロール弾力性が高い水道事業では広域運営の検討が重要

7

目的(6): 政策面の応用②

例 施設の共同化等の広域運営



8

目的(7): 先行研究の動向①

【都市構造と公共財の供給費用の関係】

公共財の供給費用を増加させる都市構造は、国外では未決着だが国内では都市スプロールとされる。

Ladd&Yinger(1989)、Ladd(1992,1994)、Carruthers & Ulfarsson(2003, 2008)、Hortas-Rico & Sole-Olle (2008)、川崎(2008)、倉本(2010)、沓澤(2015, 2016)、Ida & Ono(2019)、井田・小野(2020)

9

目的(8): 先行研究の動向②

【都市構造と水道事業の供給費用の関係】

- 回帰分析の蓄積は無く、数値解析の Speir & Stephenson(2002)と事例研究のPflieger & Ecoffey(2011)のみである。
- 水道事業の供給費用を増加させる都市構造は、両分析とも都市スプロールとしている。

10

目的(9): 本研究の意義

【学術面】

研究蓄積が乏しい回帰分析から、都市構造が水道事業の供給費用に及ぼす影響を推計

【政策面】

都市構造の観点から水道事業の広域運営を検討する基礎資料を提供

11

目的(10): 分析結果と政策提言

【分析結果】

非効率性な都市構造が1%進むと、水道事業の供給費用は0.03~0.122%大きくなる。

【政策提言】

特に人口密度が低く中心部から離れた地域に住宅が多い場合、水道施設の共有等の広域運営が重要となる。

12

対象(1): 都市構造の特性①

- OECD(2013)の都市スプロールの定義
都市開発が無秩序に拡大すること。
低密度、土地利用の分離、不十分なインフラ整備を特徴とする。開発が未開発地を飛び越えて行われる虫食い開発の形もある。

13

対象(2): 都市構造の特性②

- 都市スプロールの共通認識
 - ✓ 各分野で様々な定義が提示されている(Jaeger et al. 2010)。
 - ✓ 都市スプロールは一様ではなく多様である。
 - ✓ 都市スプロールが進む地域では少なくともその特性が顕在化する。

14

対象(3): 都市構造の特性③

- Galster et al. (2001)が提示した都市スプロールの特性

人口密度が一定以上の区域が相互隣接する開発地域の中で、密度、中心性、集中性、群集性、連続性、核性、混合性、近接性の8特性あるいは、その組合せの水準が低い。

15

対象(4): 都市構造の測定①

日本では都市構造を直接的に計測した統計データは不在



Galster et al.(2001)の特性から、都市構造の代理変数を構築してその計測を実施

16

対象(5): 都市構造の測定②

都市構造変数の定義

密度情報の1特性×空間情報の1特性

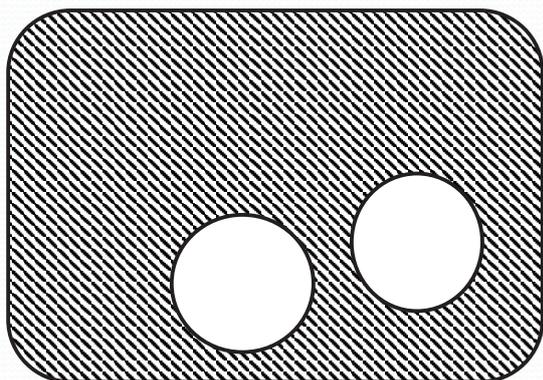
- 密度情報(低密度)は最重要であり都市構造を測定する基盤となる。
- 密度情報だけでは都市構造が適切に測定できず、空間情報(密度情報でない他特性)も必要となる。

17

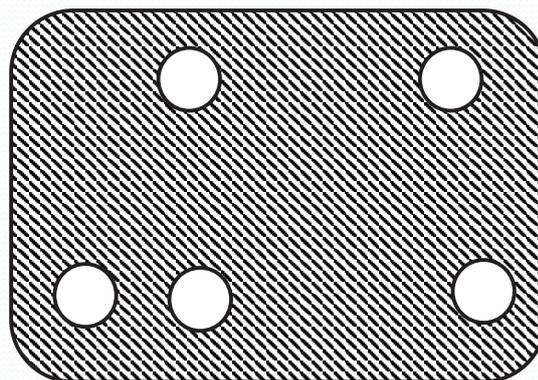
対象(6): 都市構造の測定③

左の都市はコンパクト、右の都市はスプロールだが、面積・人口・住宅数が同じ場合、密度情報だけでは、両市の都市構造は同じと判断される。

住宅地域が集中する都市



住宅地域が分散する都市



18

対象(7): 都市構造の測定④

- 日本の水道データを考慮すると、8特性の中で「低密度」「低集中性」「低群集性」「低中心性」を導入できる。

密度情報	使用データ
住宅密度の 逆数	可住地面積 / 総住宅数 [a1]
人口密度の 逆数	可住地面積 / 総人口 [a2]

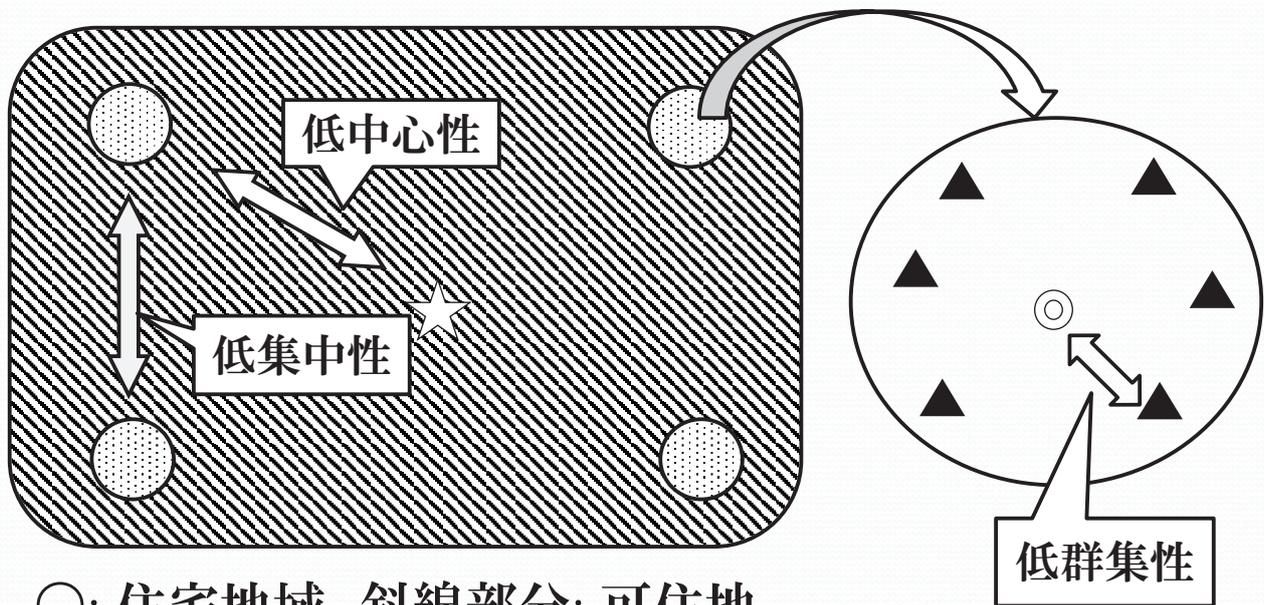
19

対象(8): 都市構造の測定⑤

空間情報	使用データ
低集中性 (住宅地域が拡散 している程度)	一戸建住宅数 [b1]
低群集性 (住宅地域内の住宅が 拡散している程度)	最寄の保育所までの距離が 1000m以上の世帯数 [b2]
低中心性 (住宅地域が中心部から 離れている程度)	導送配水管延長 [b3]

20

対象(9): 都市構造の測定⑥



○: 住宅地域、斜線部分: 可住地

☆: 都市の中心部、▲: 住宅、◎: 住宅地域の中心地

21

理論(1): 基本アイデア①

水道サービスとは、蛇口をひねると安心・安全な水をいつでも入手できる取水・配水から給水までのサービスである。



(出所) 総務省自治財政局公営企業経営室
「水道事業についての現状と課題」

22

理論(2):基本アイデア②

水道サービスは、生産量(O)から消費量(Q)までが分析対象となる。

水道サービスの生産量(O): D-Output

例えば、職員が施設と原水を用いて生産する「配水量」等

水道サービスの消費可能量(Q): C-Output

例えば、狭義では「有収水量」、広義では「水道サービスの品質」等

23

理論(3):基本アイデア③

住民1人当たり水道サービスの消費可能量(Q)は、次のように決まる。

$$Q = O / \left(D^\alpha \cdot \prod z_j^{\beta_j} \right)$$

都市構造(D)

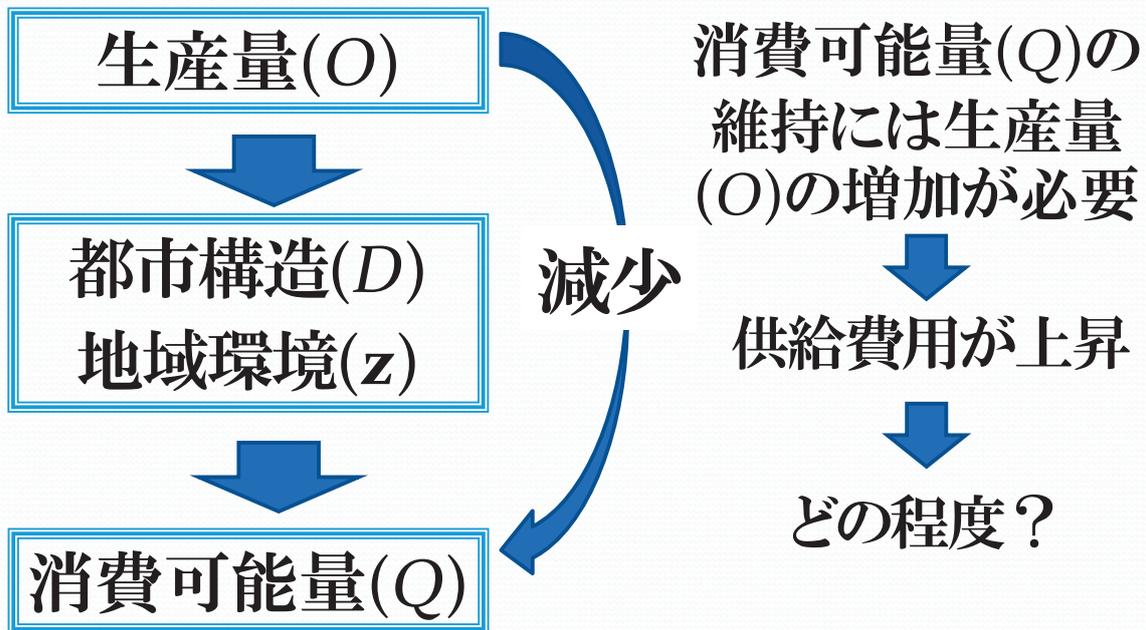
都市スプロール等の各市町村の地理的特徴

地域環境(z)

水道事業を取り巻く各市町村の地域特性

24

理論(4): 基本アイデア④



25

理論(5): 基本アイデア⑤

都市構造の係数(α)

生産量(O)から消費量(Q)にどのように減少するか?

$$\alpha = \begin{cases} \alpha_{D1} \\ \alpha_{D1} + \sum \alpha_{Dz_j} \cdot \ln z_j \\ \alpha_{D1} + \alpha_{D2} \cdot \ln D \\ \alpha_{D1} + \alpha_{D2} \cdot \ln D + \sum \alpha_{Dz_j} \cdot \ln z_j \end{cases}$$

26

理論(6):水道サービスの費用関数

生産関数がコブダグラス型の場合、前出の関係式を考慮すると、住民1人当たりの水道サービスの消費可能量(Q)に係る費用関数は

$$C(Q, D, S, z_j, w, r) = \left[e^{\sum \phi_{s_l} \cdot S_l} \cdot \left(Q \cdot D^\alpha \cdot \prod z_j^{\beta_j} \right) \cdot w^{\gamma_L} \cdot r^{\gamma_K} \right]^{\frac{1}{\gamma_L + \gamma_K}},$$

w : 労働要素価格、 r : 資本労働価格、 S : 水道環境

$$e^{\sum \phi_{s_l} \cdot S_l} \equiv \left(A \cdot \gamma_L^{\frac{\gamma_L}{\gamma_L + \gamma_K}} \cdot \gamma_K^{\frac{\gamma_K}{\gamma_L + \gamma_K}} \right)^{-1}$$

27

理論(7):水道サービスの需要関数①

所得 y を持つ代表的住民は、次の予算制約の下で、効用 $U(x, Q, v)$ が最大になる水道サービスと合成財(x)の消費量をそれぞれ選択する。

$$x + p \cdot Q = y$$

水道料金(p)は基本料金を含む総料金であり、水道選好(v)は地域独自の水道需要を誘発する。

28

理論(8):水道サービスの需要関数②

効用最大化条件から導出される水道サービスの需要関数を、実証分析の推計式を導出するため、次の様に特性化する。

$$Q = \kappa \cdot p^{-\varepsilon} \cdot y^{\eta} \cdot \prod v_k^{\lambda_k}$$

ここで、 η は水道サービスの所得弾力性、 ε はその価格弾力性を表す。

29

理論(9): 推計式の導出①

水道サービスの費用関数にその需要関数を代入して得る水道事業の供給費用(E)の両辺の対数をとると次の推計式を得る。

$$\begin{aligned} \ln E = & X + \phi_D \cdot \ln D + \sum \phi_{z_j} \cdot \ln z_j + \sum \phi_{S_l} \cdot S_l \\ & + \phi_p \cdot \ln p + \phi_y \cdot \ln y + \sum \phi_{v_k} \cdot \ln v_k \\ & + \phi_w \cdot \ln w + \phi_r \cdot \ln r + \mu \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \phi_m (m=S_l, p, y, v_k, D, z_j, w, r) & \quad \text{攪乱項}(\mu) \\ = \text{各変数の係数} \div (\gamma_L + \gamma_K) & \end{aligned}$$

30

理論(10): 推計式の導出②

都市スプロール弾力性

非効率性な都市構造が1%進むと、水道事業の供給費用は何%増加する？

$$\frac{\partial C / C}{\partial D / D} = \begin{cases} \phi_{D1} \\ \phi_{D1} + \sum \phi_{Dz_j} \cdot \ln z_j \\ \phi_{D1} + 2\phi_{D2} \\ \phi_{D1} + 2\phi_{D2} + \sum \phi_{Dz_j} \cdot \ln z_j \end{cases}$$

31

実証(1): 推計の年度と対象

- 推計年度
2019年度(説明変数はそれ以前)
- 推計対象
902端末給水事業
- 被説明変数
住民1人当たり給水費用
= 給水原価 × 年間総有収水量 ÷ 総人口

32

実証(2): 説明変数①

- 都市構造(D)

水道事業の供給費用を増加させる効果

[+]⇒都市スプロールの効果が支配的

[-]⇒都市過密の効果が支配的

- 地域環境(z)

空き家率 ⇒ [+]

空き家数 ÷ 総住宅数

33

実証(3): 説明変数②

- 水道環境(S)

- 取水環境

自己水率 ⇒ [-]

(取水能力 - 受水) ÷ 取水能力

- 委託環境

第三者委託ダミー ⇒ [+/-]

第三者委託が有は1、無はゼロ

34

実証(4): 説明変数③

- 水道選好(v)

- 家計需要

- 15歳未満人口比率 \Rightarrow [+/-]

- 15歳未満人口 \div 総人口

- 都市需要

- 医療施設数 \Rightarrow [+/-]

- 病院数および一般診療所数

35

実証(5): 説明変数④

- 生産要素価格

- 労働要素価格(w) \Rightarrow [+]

- [有収水量 1m^3 当たり金額の「職員給与費」 \times 年間総有収水量] \div 職員数計

- 資本要素価格(r) \Rightarrow [+]

- [有収水量 1m^3 当たり金額の「支払利息+減価償却費+受水費うち資本費相当分」 \times 年間総有収水量] \div 有形固定資産

36

実証(6): 説明変数⑤

- 予算制約変数

平均所得(y) \Rightarrow [+/-]

課税対象所得 \div 納税義務者数(所得割)

水道料金(p) \Rightarrow [+/-]

供給単価

37

実証(7): 記述統計①

	変数	平均値	中位値	最大値	最小値	標準偏差
被説明変数	給水費用	19.93	18.81	59.03	2.02	6.97
都市構造変数	a1b1	58.31	43.80	521.68	1.41	52.99
	a1b2	36.62	28.18	495.53	0.03	36.49
	a1b3	2.05	1.21	130.11	0.02	4.77
	a2b1	26.47	19.70	230.90	0.71	23.91
	a2b2	16.55	12.90	219.33	0.02	16.18
	a2b3	0.92	0.56	57.59	0.01	2.11

38

実証(8): 記述統計②

変数	平均値	中位値	最大値	最小値	標準偏差
水道料金	1457.06	1390.00	3132.00	4.00	467.32
平均所得	2925.47	2858.09	6722.19	2214.78	415.84
労働要素価格	499078.90	498205.00	848861.00	218333.00	56564.92
資本要素価格	62.18	57.16	204.34	25.99	20.61
空き家率	0.15	0.14	0.68	0.04	0.06
医療施設数	94.89	38.00	3639.00	4.00	237.42
15歳未満人口比率	0.12	0.12	0.21	0.06	0.02
自己水率	0.69	0.87	1.00	0.00	0.37

39

実証(9): 推計結果①

推計式1	a1b1	a1b2	a1b3	a2b1	a2b2	a2b3
定数項	---	---	---	---	---	---
都市構造変数	+++	+++	+++	+++	+++	+++
水道料金	+++	+++	+++	+++	+++	+++
平均所得			+++			+++
労働要素価格	+++	+++	+++	+++	+++	+++
資本要素価格	+++	+++	+++	+++	+++	+++
空き家率	+++	+++	+++	+++	+++	+++
医療施設数	---	---	---	---	---	---
自己水率	--	--	---	--	--	---
第三者委託ダミー	+++	+++	++	+++	+++	++
補正後決定係数	0.216	0.216	0.299	0.218	0.218	0.308
赤池情報量基準	0.557	0.556	0.444	0.554	0.554	0.432

注) 3符号は両側1%水準、2符号は両側5%水準、1符号は両側10%水準で統計的に有意⁴⁰

実証(10): 推計結果②

推計式2	a1b1	a1b2	a1b3	a2b1	a2b2	a2b3
定数項	---	---	---	---	---	---
都市構造変数	+++	+++	+++	+++	+++	+++
水道料金	+++	+++	+++	+++	+++	+++
平均所得	++	++	+++	++	++	+++
労働要素価格	++	++	+++	+++	++	+++
資本要素価格	+++	+++	+++	+++	+++	+++
空き家率	+++	+++	+++	+++	+++	+++
医療施設数	---	---	---	---	---	---
15歳未満人口比率	---	---	---	---	---	---
自己水率	--	--	---	--	--	---
補正後決定係数	0.227	0.229	0.311	0.229	0.230	0.319
赤池情報量基準	0.542	0.541	0.428	0.540	0.539	0.416

注) 3符号は両側1%水準、2符号は両側5%水準、1符号は両側10%水準で統計的に有意₁

実証(11): 推計結果③

推計式3	a1b1	a1b2	a1b3	a2b1	a2b2	a2b3
定数項	---	---	---	---	---	---
都市構造変数	++	+++	+++	+++	+++	+++
水道料金	+++	+++	+++	+++	+++	+++
平均所得	++	++	+++	++	++	+++
労働要素価格	++	++	+++	++	++	+++
資本要素価格	+++	+++	+++	+++	+++	+++
空き家率	+++	+++	+++	+++	+++	++
医療施設数	---	---	---	---	---	---
15歳未満人口比率	---	---	---	---	---	---
第三者委託ダミー	+++	+++	++	+++	+++	++
補正後決定係数	0.230	0.232	0.307	0.232	0.233	0.315
赤池情報量基準	0.539	0.537	0.433	0.537	0.535	0.422

注) 3符号は両側1%水準、2符号は両側5%水準、1符号は両側10%水準で統計的に有意₄₂

実証(12): 推計結果④

推計式4	a1b1	a1b2	a1b3	a2b1	a2b2	a2b3
定数項	---	---	---	---	---	---
都市構造変数	+++	+++	+++	+++	+++	+++
水道料金	+++	+++	+++	+++	+++	+++
平均所得	+	+	+++	+	+	+++
労働要素価格	++	++	+++	++	++	+++
資本要素価格	+++	+++	+++	+++	+++	+++
空き家率	+++	+++	+++	+++	+++	+++
医療施設数	---	---	---	---	---	---
15歳未満人口比率	---	---	---	---	---	---
自己水率	--	--	---	--	--	---
第三者委託ダミー	+++	+++	++	+++	+++	++
補正後決定係数	0.234	0.235	0.315	0.235	0.236	0.323
赤池情報量基準	0.535	0.534	0.423	0.533	0.532	0.411

注) 3符号は両側1%水準、2符号は両側5%水準、1符号は両側10%水準で統計的に有意⁴³

実証(13): 都市スプロール弾力性

推計式	a1b1	a1b2	a1b3	a2b1	a2b2	a2b3	平均
4	0.041	0.030	0.114	0.047	0.033	0.122	0.064
3	0.037	0.028	0.109	0.043	0.031	0.117	0.061
2	0.043	0.032	0.115	0.050	0.035	0.124	0.067
平均	0.043	0.032	0.113	0.049	0.035	0.121	

結論(1): 分析結果と政策提言

【分析結果】

非効率性な都市構造が1%進むと水道事業の供給費用は0.03~0.122%(総公共財対象のIda&Ono2019は0.053~0.113%)大きくなる。

【政策提言】

特に人口密度が低く中心部から離れた地域に住宅が多い場合、水道施設の共有等の広域運営が重要となる。

45

結論(2): 今後の課題①

- 都市スプロール弾力性を個別計測して、都市構造の観点から水道事業の広域運営の検討が必要な市町村・地域を明らかにする。
- 都市構造変数を構成する密度情報と空間情報の統合方法を検討する。

46

結論(3): 今後の課題②

- 規模の経済性の代理変数を説明変数に含めるなど推計式の定式化や各変数の対応データも検討する。
- 複数年を対象としたパネルデータに基づく推計を実施して計測の精度を向上させる。

用水供給事業を中心とした広域化の一考察

中京大学 経済学部 准教授

齊藤由里恵

1.はじめに

水道事業においては、人口減少や節水機器等の普及による水需要の減少による収益の低下、施設整備の老朽化の更新による費用増加、技術系職員の高齢化や不足による技術継承への危機等、様々な問題が指摘されてきた。これらの対応として、水道事業者、水道用水供給事業者に対して、水道事業ビジョン、経営戦略の策定が求められてきた。また、2019年には水道の基盤強化を図るため、水道法が改正された。改正水道法では、施設や経営の効率化・基盤強化のため、事業者の区域を超えた連携や、一体的に水道事業に取り組む等といった「広域化」の推進が重要とされ、都道府県が中心となり、各水道事業者は広域化の検討も行うこととなった。

用水供給事業に関する先行研究はそれほど多く存在しないが、費用構造の分析や規模の経済性等についての分析がある。浦上(2006)では、平成13年、平成14年のプールデータと用いて、日本の水道用水供給事業の費用構造を分析している。そして、高度浄水比率、無効率(無効水量/年間総配水量)、不稼働率(1-稼働率)は費用を上昇させる要因となること、地下水を主水源とする事業者は費用節約的であることや、ネットワーク密度の経済性は規模に関して収穫逓増、規模の経済性については規模に関して収穫一定という結果を導いている。

また、用水供給事業と末端給水(浄水-配水)垂直統合の経済性については、Garcia and Thomas(2001)のフランスを対象とした分析、Garcia et al.(2007)の北米を対象とした分析、Urakami and Tanaka(2009)日本を対象とした分析、Zschille and Walter(2010)のドイツを対象とした分析、Correia and Marques(2011)のポルトガルを対象とした分析があげられる。これらの研究では、垂直統合の経済性は明らかとされている。

このように、先行研究での費用構造の分析から、規模の経済性等が明らかとなり、効率的な処理方法等について言及されているが、現実を考えれば、処理や範囲を変えることは難しいだろう。そうであれば、垂直統合の先行研究でも明らかとされているように、今ある資本を用いた広域化を進めることが、持続可能な事業の経営において望ましいと言えるだろう。さらには、垂直統合の事例においても、事業面、経営面での効果が認められていることから、水道事業における広域化をすすめることには一定の理解が得られるだろう。

しかしながら、広域化による効果がより認められる都道府県の用水供給と末端給水事業の垂直統合はなかなか進まない状況である。そこで、本稿では用水供給事業を中心とし

た広域化について検討するとともに、広域化を進めているケースについてまとめることで、広域化を進めるための現状把握、広域化を阻害する要因について検討する。

2. 用水供給事業

日本の水道普及率は 98.1%(2019 年度)であり、1960 年代以降、高度経済成長期を中心に整備され、全国に普及した。2019年度では、水道用水供給事業 91 箇所(内訳は県営 40 箇所、市町村営6箇所、組合営 45 箇所)、上水道 1321 箇所、簡易水道用 3027 箇所の水道事業が存在する。水道普及率の向上には、水道用水供給事業の存在も大きい。

水道用水事業は、1967 年の国庫補助制度の設立や、1977 年の水道法改正による広域的水道整備計画の規定により発展した。1960 年代の高度経済成長期における急激な人口増や生活水準の向上にともなう水需給の逼迫等へ対応や、地下水のくみ上げによる地番沈下の防止などから、末端給水事業を営む市町村の要望等で多くの事業が創設された。さらに、1977 年水道法改正においては、水需給の不均衡や、水源開発等の建設コストの上昇による料金の高騰、技術的、財政的基盤の脆弱な小規模水道の限界等の課題を解決するためであり、水道用水供給事業のみの広域化は緊急措置であった。その結果、広域的水道整備計画の規定がされた後の 1980 年には、水道用水供給事業は 85 箇所、2000 年には最多の 111 箇所となった。現在は、市町村合併に伴う企業団の解散等により減少している。

水道用水供給事業の広域化、用水供給から末端給水までの一体化の議論は、水道用水供給事業が開始された当時からされている。

生活環境審議会「水道の未来像とそのアプローチ方策に関する答申」(1973 年 10 月)では、「水道の性格、なかんづく、水量、水質管理上からは、水源から給水まで一貫して管理することが理想である。その点において、水道用水供給事業は、料金格差の解消や給水機能上の合理性からみて十分でない面がある」とされた。また、生活環境審議会「高普及時代を迎えた水道行政の今後の方策について(答申)」(1984 年 3 月)では、「いわゆる広域水道の整備が着実に推進されているが、水需要動向や経営状況の異なる市町村間において事業の統合等についてのコンセンサスを得ることが困難な事情から、広域化は、主として水道用水供給事業という形態で実施されており、末端給水を行う水道事業の経営基盤の強化、維持管理水準の向上、料金の平等化等に結びつくには至っていない面もある。」と、水道用水供給事業の広域化が末端給水事業者の経営基盤の強化に寄与していないことを言及している。

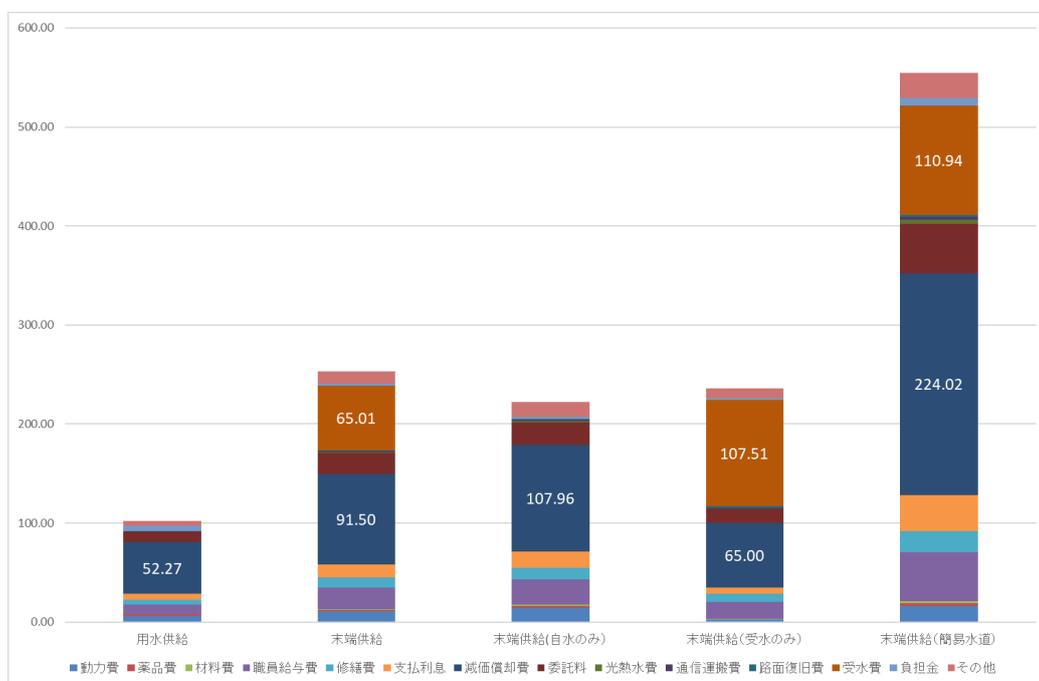
21 世紀における水道及び水道行政のあり方(水道基本問題検討会)(1999 年 6 月)では、「水道の広域的整備を図る必要があるが、経営基盤の一層の強化を図る観点からは、地域の実情を踏まえ、できるだけ末端給水までの水道事業の形態で広域的整備を推進することが適切と考えられる。」と、水道用水供給事業者と末端給水事業者の広域化の推進ととれる発言がされた。水道用水供給事業のみの広域化は緊急措置であること、そのこと

から、水道用水供給事業の広域化がはかられた当初より末端給水事業との一体的な整備が求められている。また、この時期においても料金格差の解消、料金の平等化が議論の対象となっている。

3. 用水供給事業の現状

生活環境審議会「高普及時代を迎えた水道行政の今後の方策について(答申)」(1984年3月)で「水道用水供給事業という形態で実施されており、末端給水を行う水道事業の経営基盤の強化、維持管理水準の向上、料金の平等化等に結びつくには至っていない」と言及されたように、末端給水事業の経営基盤の強化に結び付かないのは、水道事業のなかでも、用水供給、末端給水(受水のみ)では、費用構造、収益構造が異なるからであろう。

図1 水道事業体の費用構造



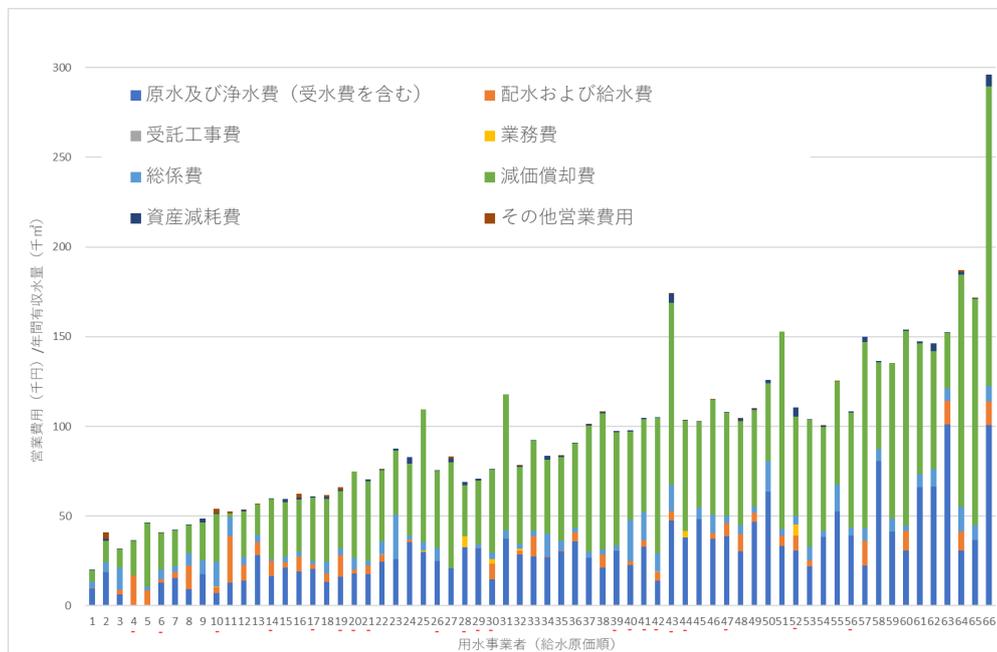
(出所)「令和元年度地方公営企業年鑑」より作成

図1は水道事業体の費用構造である。それぞれの事業体で、減価償却、受水費に特徴を持つ。図2は用水供給事業体の費用構造である。給水原価順に並べてある。減価償却費の違いが給水原価に大きな影響を与えていることがわかる。図3は給水原価と経費回収率である。多くの事業体は経費回収率100%を超えている。これらは、用水供給事業者は給水先の事業者に対して責任水量性を取っており、そのことから安定的な収益を確保できるとみられる。

そのため、経常利益率は、用水供給事業者 11.5%、末端給水事業者 8.6%、受水を主

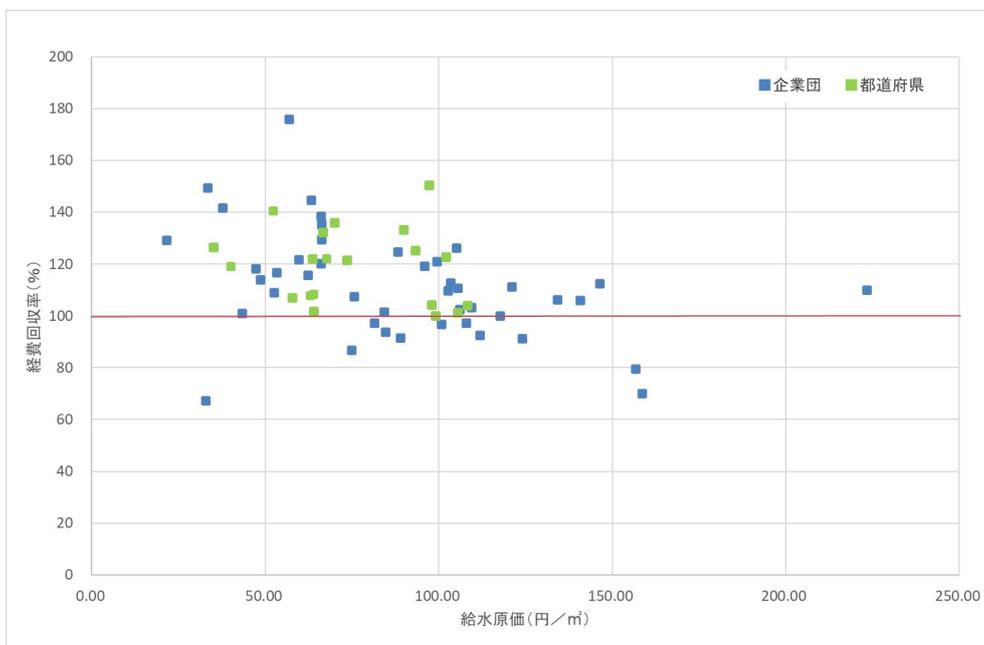
たる水源の末端給水事業者 7.7%という状況である。

図2 用水供給事業者の費用構造



(出所)「令和元年度地方公営企業年鑑」より作成

図3 給水原価と経費回収率



(出所)「令和元年度地方公営企業年鑑」より作成

用水供給事業における営業費用に差はあるものの、経費回収率は高く、安定した経営損益状況である。このことから、用水供給と末端給水の事業統合は、費用の平準化という面においても、経営基盤の強化となることが考えられる。

4. 広域化への取り組み状況

2000年代半ばごろから水道事業の課題に対応した広域化が議論されるようになった。事業統合による広域化の先進取組事例としては、以下にあげられる。

- ・岩手中部水道(1企業団2市1町、用水供給と末端給水の垂直統合、2014年4月～事業開始)
- ・秩父地域水道(1市4町、末端給水の水平統合、2016年4月～事業開始)
- ・群馬東部広域水道(3市5町、末端給水の水平統合、2016年4月～事業開始、2020年4月～当該企業団へ用水供給していた県の用水供給事業と事業統合(譲受))
- ・大阪広域水道(大阪府一水道を目指し経営統合(拡大中)、垂直統合(一部)、2017年用水供給、2019年末端給水(一部)開始)
- ・香川県(県、8市8町、用水供給と末端供給の垂直統合、2018年4月～県内一水道として事業開始)

これらの事業体は、総務省が推進した「定住自立圏構想」を契機とした見直しにより水道事業の課題が確認されてことや、水源等の共通性により水道事業者間の交流が盛んであったことなど、水道事業の課題に対して、基盤強化が有効であることをそれぞれが認識していたこと、共通の課題認識が早くから行われていたことが特徴的である。

しかし、広域化が進められたのは多数存在する水道事業者のうち、ごくわずかでもあった。今回の水道法の改正では広域化の推進が掲げられた。現在、都道府県に対して水道基盤強化計画の策定の前段として、多様な広域化のシミュレーションの実施、その具体的効果の比較から、広域化の推進方針等を記載する水道広域化推進プランの策定が要請され水道事業の広域化についてはすべての事業者において検討がされている。

水道広域化推進プランが策定されている団体についての状況を図4にまとめた。水道広域化推進プラン策定済み団体の多くは、総務省、厚生労働省からのプラン策定の要請前から、すでに広域化についての検討に取り掛かかっていたことがわかる。そして、府県内一水道の目標等、水道用水供給事業と末端給水事業の統合を目指した取り組みを検討されている。その一方、広域化を進めることを決定したところにおいても、用水供給から末端給水の垂直統合へのハードルは高いことも見て取れる。

図4 水道広域化推進プランの取り組み状況

大阪府	2020年3月公表「府域一水道に向けた水道のあり方に関する報告書」 府のリーダーシップの下、一水道・広域化に向けたさらなる検討 ・2010年度に大阪府営水道を引き継ぐ団体として、大阪府内の42市町村が共同で大阪広域水道企業団を設立。2011年度から、水道用水供給事業（水道用水を42市町村に供給）、2017年度から水道事業を開始。2017年度（1市1町1村）、2019年度（2市4町）、2021年度（2市2町）と水道事業を拡張。 ・2012年3月策定「大阪府水道整備基本構想（おおさか水道ビジョン）」において "大阪市を含む府域一水道を目指す"との目標
兵庫県	2018年3月策定「兵庫県水道事業のあり方懇話会報告書」 県下水道事業者との広域化検討の結果、現行体制が望ましい。 施設の共同設置・共同利用や事務の広域的処理による広域化。
広島県	2020年6月策定「広島県水道広域連携推進方針」 県内の水道事業の経営組織を一元化し全体最適を図りながら事業の運営を行うことができる「統合による連携」が適当。 まずは賛同する市町と基本協定案を策定等、具体的な取組を加速。 2020年4月水道事業の統合に賛同する15市町と広島県水道企業団設立準備協議会を設置、2022年11月企業団の設立、2023年度から企業団による事業運営開始を目指す。
香川県	2011年3月策定「香川県水道広域化専門委員会報告書」 2018年4月～県内一水道として事業開始。
奈良県	2019年3月策定「新県域水道ビジョン」 「奈良モデル」（地域の活力の維持・向上や持続可能で効率的な行財政運営をめざす、市町村同士または奈良県と市町村の連携・協働のしくみ）の取組の一つ。 2019年県域水道一体化に係る協議会設置、2020年県域水道一体化に係る覚書締結、2021年県域水道一体化に係る広域化事業開始、2022年～2025年磯城郡3町経営統合、県域水道一体化に係る基本協定締結、2026年上水道の経営統合、おおむね10年後事業統合。
佐賀県	2020年3月策定「佐賀県水道ビジョン」 水道事業と水道用水供給事業の連携。 2024年度までに事業統合の要望についてヒアリング調査を行い、要望に応じて事業統合を検討。 ・2020年4月～佐賀西部地区の用水供給事業者（1企業団）と末端給水（1市3町）が統合、事業開始。

(出所)各都道府県 Web サイト、各報告書、水道広域化推進プランより作成

以下では、香川県、広島県、奈良県の広域化についてまとめる。

①香川県水道広域化

水道事業への課題の解決を図るため、2008年より、香川県と県下の市町の水道事業担当者が勉強会を開催。首長で構成する協議会において、数次にわたり水道事業の広域化の具体的な検討を行い、2017年、香川県と8市8町で「香川県水道広域化基本計画」を締結、香川県広域水道企業団を設立した。2つの水道用水供給事業、16の上下水道事業、直島町を除く12の簡易水道事業を企業団として一つにまとめている。

設立時の企業長（香川県知事）・副企業長（高松市町、宇田津町長）は、構成団体の首長から選任。設置当初は構成団体から企業団へ職員を派遣（設立時 91 名）順次、身分移管や企業団での新規採用を実施する。2027 年度末までは、旧水道事業体の料金体系でおこない、2028 年度に水道料金を統一する。水道料金の統一に当たっては、需要者が最も多い高松市の料金体系を軸に統一することを基本とした。

図5には、統一前の2019年の香川県の水道事業にかかわる状況をまとめた。受水割合や給水原価に差があることがわかる。香川県において県一つの広域化が進んだ要因は、面積が狭いこと、ほとんどの自治体が香川用水を水源としていたことが大きいといわれる。2028年には、需要者が最も多い高松市の料金体系を軸に料金を統一するスケジュールとなっているが、そのためには経営の効率化等が求められることになろう。

図5 香川県の水道事業の状況

	給水人口（人）	受水割合（％）	供給単価（円/㎡）	給水原価（円/㎡）
高松市	415,968	59.3	166.31	149.08
丸亀市	109,944	37.5	168.29	161.95
坂出市	53,492	64.6	183.97	168.81
善通寺市	32,293	34.8	173.86	167.33
観音寺市	60,374	60.4	194.85	170.45
さぬき市	49,207	18.8	190.70	176.64
東かがわ市	29,440	9.9	165.68	136.09
三豊市	65,298	60.5	187.47	172.28
土庄町	13,276	33.6	249.56	231.29
小豆島町	14,678	55.0	235.94	230.20
三木町	27,957	91.1	163.60	161.99
宇多津町	18,425	100.0	144.32	134.70
綾川町	22,619	23.8	212.73	199.28
琴平町	9,200	36.9	230.55	194.29
多度津町	23,487	25.3	213.01	206.80
まんのう町	18,535		191.82	169.83

（出所）地方公営企業年鑑（平成 29 年度）より作成

②広島県水道広域化

2019年、広島県と水道事業を営む21市町で「広島県水道事業広域連携協議会」を設置し、広域化へ向けての協議を重ねていった。協議会の意見を参考に「広島県水道広域連携推進方針（水道広域化推進プラン）」を作成し、県内一水道を目指した。21市町と県がすべて企業団に統合した場合、40年間で約1,708億円の経費縮減、21市町すべてにとって経費縮減効果があるというシミュレーション結果を導いた。しかし、13事業体のうち6事業体は企業団へ統合しないという結果となった。

図6は広島県の水道事業の状況である。ここで色掛けとなっている市町が企業団の統合をしないという判断をしている。不参加の6市町を見ると、水道料金が他と比較して安価なところが多いことが見て取れる。水道料金が低い事業体にとっては、事業統合のメリットは大きくないと判断されたことは予想できる。水道料金の問題は、広島県だけに限らず、他の都道府県でも広域化の検討には問題となる。水道料金や財政状況、施設整備水準等の事業体間格差は事業統合にとって大きなネックである。特に経営状況が良好な水道事業体は広域化に消極的となる。

令和3（2021）年4月、水道事業の統合に賛同する15市町と広島県水道企業団設立準備協議会を設置し、運営体制は、構成団体が企業団へ職員を派遣することで維持することとした。しかし、水道事業の統合の方法は、現行の事業ごとに経理を区分し別料金とする経営統合となっている。

図6 広島県の水道事業の状況

	給水人口 (人)	受水割合 (%)	供給単価 (円/m ³)	給水原価 (円/m ³)
広島市	1,233,302	14.8	148.93	146.18
呉市	218,768	40.4	215.91	221.11
竹原市	25,309	27.4	179.67	144.38
三原市	83,302	25.9	260.46	234.93
尾道市	126,592	92.0	249.83	237.95
福山市	447,786	6.1	158.48	130.72
大竹市	26,298	29.9	130.23	132.80
東広島市	163,422	87.9	244.23	228.03
廿日市市	109,531	76.7	176.13	184.68
江田島市	21,742	28.6	273.62	235.40
海田町	29,849	1.4	118.47	113.51
熊野町	21,648	72.2	236.49	218.00
大崎上島町	7,278	100.0	228.82	244.78
府中市	28,899	0.0	234.79	233.17
三次市	45,166	0.0	204.53	274.59
庄原市	26,132	0.0	232.46	281.34
安芸高田市	21,711	0.0	210.04	348.89
北広島町	8,576	0.0	187.09	314.85
世羅町	8,625	0.0	209.12	319.56

(出所)地方公営企業年鑑(令和元年度)より作成

③奈良県水道広域化

2017年、奈良県・市町村長サミットで「県域水道一体化の目指す姿と方向性」が提示された。2018年、奈良県と28市町村で、部局長、課長級をメンバーとした「県域水道一体化検討会」が立ち上げられ、2019年に県域水道一体化の方針を示した「新県域水道ビジョン」を策定した。市町村浄水場の集約や送配水施設の最適化で290億円の費用抑制効果、広域化事業交付金、運営基盤強化等事業交付金の活用で396億円の財源確保が可能となることから、現状の投資ペース約 110 億円/年(平成 28～平成 30 平均)を約 160 億円超/年(令和7～令和 30 平均)にペースアップしても給水原価・供給単価の上昇抑制の効果が見通しとして出されている。

2020年、奈良県と、27市町で覚書締結がされた。大和郡山市においては、覚書締結はしなかった。また、奈良市においては覚書締結後、議論が巻き起こっている。図7は奈良県における水道事業の状況である。奈良郡山市や奈良市においては、現状の給水原価も他と比較して安価である。給水原価、水道料金の低いところほど広域化のメリットは小さいと感じることがうかがえる。

関係団体のうち、水道料金について統合効果がみられない団体については、セグメント会計とすることを可能とするが、一定の期間の後、料金統一することを確約することとした。2024 年企業団設立、令和 7(2025)年事業統合を目指している。関係団体等は、統

合前の関係団体等における職員数を企業団が確保できるよう、当面の間は関係団体からの職員派遣又は関係団体等からの身分移管による対応をし、その後順次、企業団への身分移管又は企業団採用を進めることとなっている。

図7 奈良県の水道事業の状況

	給水人口（人）	受水割合（％）	供給単価（円/m ³ ）	給水原価（円/m ³ ）
奈良市	354,340	11.8	183.37	167.76
大和高田市	64,208	100.0	244.34	226.66
大和郡山市	86,617	59.0	188.85	159.58
天理市	64,119	56.5	233.58	217.25
橿原市	121,522	100.0	213.34	191.87
桜井市	55,708	39.4	192.55	201.27
五條市	28,872	0.0	215.43	227.35
御所市	23,770	60.1	218.68	279.19
生駒市	119,281	70.9	194.99	179.09
香芝市	79,274	100.0	190.22	178.57
葛城市	37,382	86.9	129.29	114.31
宇陀市	25,723	50.9	246.53	313.47
平群町	18,750	100.0	209.43	243.80
三郷町	23,024	74.9	201.00	240.99
斑鳩町	28,210	72.6	215.34	203.41
安堵町	6,463	42.0	208.20	199.09
川西町	8,518	100.0	205.73	199.67
三宅町	6,820	41.4	206.15	202.05
田原本町	31,828	100.0	217.45	232.09
高取町	6,546	100.0	251.63	243.31
明日香村	5,418	100.0	272.19	281.38
上牧町	18,912	100.0	230.01	209.59
王寺町	24,129	100.0	213.49	197.37
広陵町	35,030	100.0	186.86	199.88
河合町	20,836	100.0	209.08	194.50
吉野町	6,732	0.0	234.65	371.99
大淀町	17,333	0.0	124.67	118.86
下市町	5,219	0.0	253.25	427.02

(出所)地方公営企業年鑑(令和元年度)より作成

5. おわりに

用水供給事業と末端給水事業の統合には、広域化は広域自治体のリーダーシップが重要である。また、給水人口が大きなところの判断が他の参加団体にも影響する可能性が大きいこともわかる。さらには、受水割合の高いところは広域化へのモチベーションは高いかといえば、受水割合よりも給水原価、水道料金によるところが大きいことが示唆される。しかしながら、受水割合が高いところほど、垂直統合により事業の効率性は上がることが考えられる。図8には都道府県が水道用水供給事業を実施しているところ、その都道府県下における受水している市町村のシェア、そして受水率の団体数をまとめた。受水市町村シェアが高いところ、そして受水率のウエイトが高いところは、物理的に都道府県一体の広

域化がしやすいとの見方もできる。まもなく、水道広域化推進プランの策定が終わり、各都道府県の広域化への取り組み状況を知ることができる。どのような取り組みを打ち出すのかとともに、より広域化が推進するための取り組みについては今後も検討をつづきたい。

図8 用水供給事業実施都道府県の状況

	受水市町村・企業団数	受水市町村 シェア	受水率				
			～25%未満	25%～50%未満	50%～75%未満	75%～100%未満	100%
宮城県	25市町村	71.4	12.0	16.0	36.0	20.0	16.0
山形県	23市町(1企業団)	65.7	14.3	19.0	28.6	33.3	4.8
茨城県	40市町村(2企業団)	92.5	20.0	28.6	22.9	14.3	14.3
栃木県	7市町(1企業団)	28.0	66.7	33.3	0.0	0.0	0.0
群馬県	8市町	22.9	37.5	50.0	12.5	0.0	0.0
埼玉県	57市町(3企業団)、茨城県五霞町	90.5	9.3	11.1	44.4	31.5	3.7
富山県	4市	26.7	0.0	25.0	50.0	0.0	25.0
石川県	13市町	68.4	38.5	38.5	15.4	0.0	7.7
福井県	7市町	41.2	28.6	28.6	28.6	14.3	0.0
長野県	3市村	3.9	0.0	66.7	33.3	0.0	0.0
岐阜県	11市町	26.2	0.0	9.1	9.1	9.1	72.7
静岡県	10市町	28.6	0.0	30.0	40.0	10.0	20.0
愛知県	48市町村(4企業団)	88.9	2.4	7.1	31.0	19.0	40.5
三重県	18市町	62.1	38.9	33.3	16.7	5.6	5.6
滋賀県	10市町	52.6	10.0	20.0	40.0	20.0	10.0
京都府	10市町	38.5	0.0	40.0	60.0	0.0	0.0
兵庫県	25市町(1企業団)	61.0	34.8	34.8	8.7	17.4	4.3
奈良県	24市町村	61.5	4.2	12.5	25.0	8.3	50.0
島根県	6市	31.6	33.3	16.7	33.3	16.7	0.0
広島県	広島県内15市町、愛媛県内1市1町	65.2	23.1	38.5	7.7	23.1	7.7
沖縄県	26市町村(1企業団)	63.4	0.0	9.1	9.1	9.1	72.7

(出所)地方公営企業年鑑(令和元年度)、各都道府県 Web サイトより作成

用水供給事業を中心とした 広域化の一考察

第4回地方分権に関する基本問題についての
調査研究会・専門分科会（公営企業）
12月3日（金）

中京大学 経済学部
齊藤由里恵

本日の流れ

- 用水供給事業における先行研究
- 用水供給事業の現状とこれまでの議論
- 水道事業の広域化の現状
- 水道事業の広域化を進めるために

用水供給事業における先行研究①

◆用水供給事業の費用

• 浦上（2006）

- H13、H14のプールデータで分析
- 日本の水道用水供給事業の費用構造を分析。高度浄水比率、無効率（無効水量/年間総配水量）、不稼働率（1－稼働率）は費用を上昇させる要因
- 地下水を主水源とする事業者は費用節約的
- （サンプル平均の点において）ネットワーク密度の経済性は規模に関して収穫逓増、規模の経済性については規模に関して収穫一定

用水供給事業における先行研究②

◆用水供給事業と末端給水（浄水-配水）垂直統合の経済性

- Garcia and Thomas(2001) フランス、SFA
- Garcia et al. (2007) 北米、Translog
- Urakami and Tanaka(2009) 日本、Composite
- Zschille and Walter(2010) ドイツ、Translog
- Correia and Marques(2011) ポルトガル、FDH

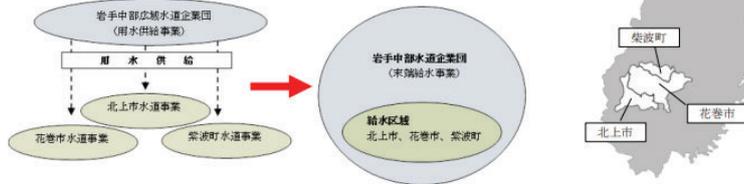
上記含め、多くの研究で用水供給事業と末端給水事業の垂直統合の経済性が存在する結果を得ている。

用水供給事業における広域化の事例

(事例2) 岩手中部水道企業団による用水供給と末端給水の垂直統合

1 概要

- 人口減少に伴う料金収入の減少、施設の老朽化や技術の継承など共通の問題点を抱える中、各自治体の現場の職員で構成される「広域水道事業在り方委員会」における検討がきっかけで、最終的にボトムアップによる広域化を実現。
- 用水供給事業を行う岩手中部広域水道企業団及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、H26.4から岩手中部水道企業団として事業を開始。



統合により10年間で
209億円の費用削減

供給単価の高騰を抑制

2 当該手法の特徴・効果

ヒト	<ul style="list-style-type: none"> 技術の継承 専門職員の配置 	<ul style="list-style-type: none"> 100人ほどの職員体制となり、大規模かつ多量の事業の実施や非常時への対処が可能な体制を確保 プロパー職員としての採用により水道のスペシャリストの育成が可能
モノ	<ul style="list-style-type: none"> 水道施設の統廃合 更新投資の抑制 	<ul style="list-style-type: none"> 余剰施設の有効活用により更新投資を抑制し、減価償却費及び維持管理コストを削減 ループ送水管の整備により災害時のバックアップ体制を構築
カネ	<ul style="list-style-type: none"> 優先事業への集中投資 資金の一括管理・運用 	<ul style="list-style-type: none"> 経費削減の効果による財源を活用し、管路更新率や耐震化率を改善 ファイナンスの効率化を図り、据置期間廃止による支払利息の減、ポートフォリオの見直しによる運用利息の増

(出所) 総務省資料

問題意識

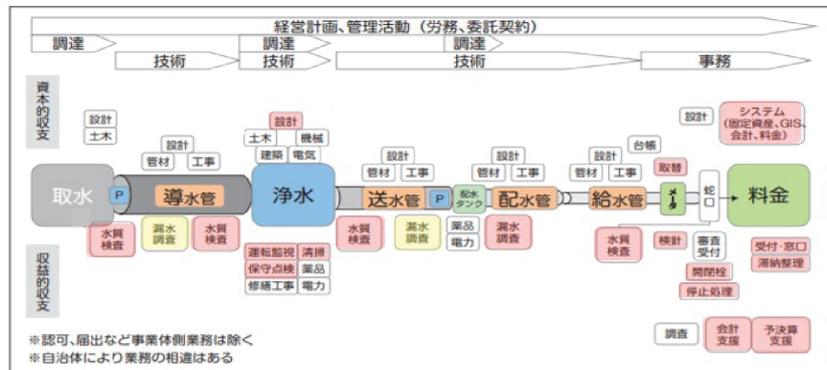
- 費用構造の分析から、規模の経済性等が明らかとなり、効率的な処理方法等について言及されているが、処理や範囲を変えることは難しい。
- 多くの研究からも垂直統合の経済性は明らかであることから、(今ある資本を用いた) 広域化を進めることが望ましい。
- 垂直統合の事例においても、事業面、経営面での効果が認められている。



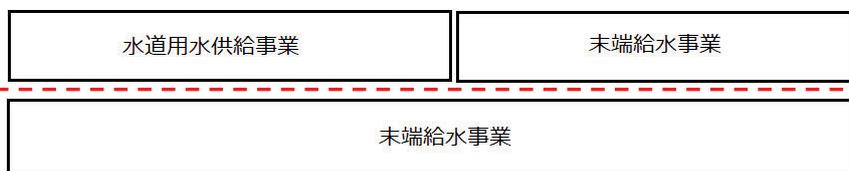
- しかしながら、広域化による効果がより認められる都道府県の用水供給と末端給水事業の統合は、困難が予想
- そのため、広域化を進めるための現状把握、広域化を阻害する要因について検討

水道事業の構造

水道事業の業務 委託 未実施



※認可、届出など事業体側業務は除く
※自治体により業務の相違はある



(出所) 日本経済研究所「水道事業に見る外部委託の多様化」より引用、一部加筆

用水供給事業

- 1967年の国庫補助制度の設立や、1977年の水道法改正による広域的水道整備計画の規定により発展
- 1960年代の高度経済成長期における急激な人口増や生活水準の向上にともなう水需給の逼迫等へ対応や、地下水のくみ上げによる地番沈下の防止などから、末端給水事業を営む市町村の要望等で多くの事業が創設
- 1977年水道法改正
 - 水需給の不均衡や、水源開発等の建設コストの上昇による料金の高騰、技術的、財政的基盤の脆弱な小規模水道の限界等の課題を解決

用水供給事業と広域化の議論

生活環境審議会「水道の未来像とそのアプローチ方策に関する答申」（1973年10月）

「水道の性格、なかんづく、水量、水質管理上からは、水源から給水せんまで一貫して管理することが理想である。その点において、水道用水供給事業は、料金格差の解消や給水機能上の合理性からみて十分でない面がある」

生活環境審議会「高普及時代を迎えた水道行政の今後の方策について(答申)」(1984年3月)

「いわゆる広域水道の整備が着実に推進されているが、水需要動向や経営状況の異なる市町村間において事業の統合等についてのコンセンサスを得ることが困難な事情から、広域化は、主として水道用水供給事業という形態で実施されており、末端給水を行う水道事業の経営基盤の強化、維持管理水準の向上、料金の平等化等に結びつくには至っていない面もある。」

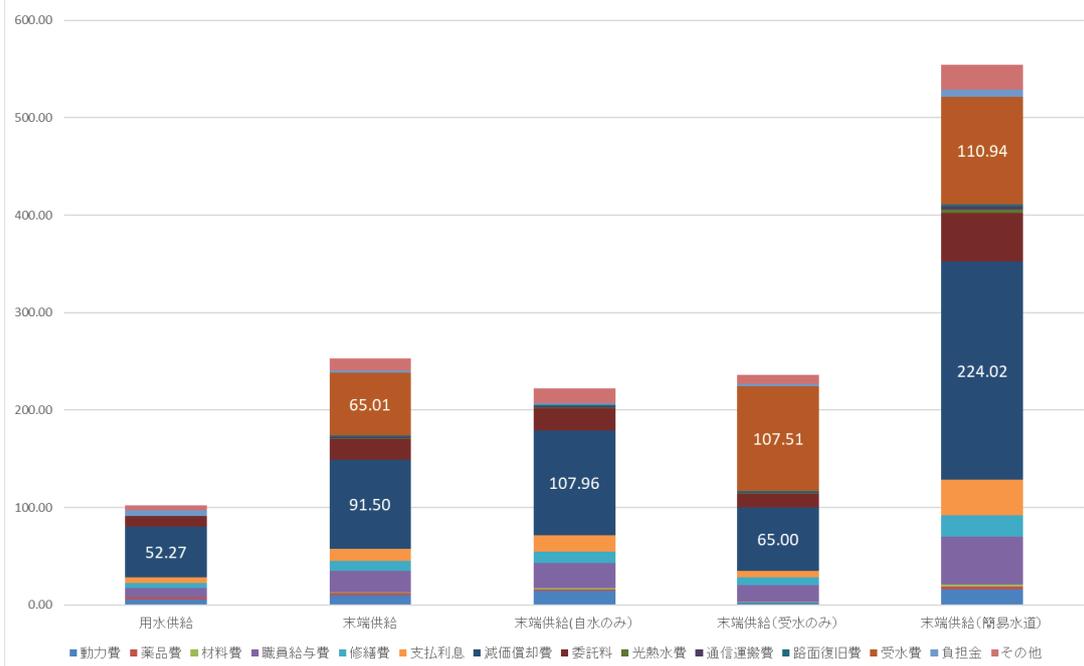
21世紀における水道及び水道行政のあり方（水道基本問題検討会）（1999年6月）

「水道の広域的整備を図る必要があるが、経営基盤の一層の強化を図る観点からは、地域の実情を踏まえ、できるだけ末端給水までの水道事業の形態で広域的整備を推進することが適切と考えられる。」

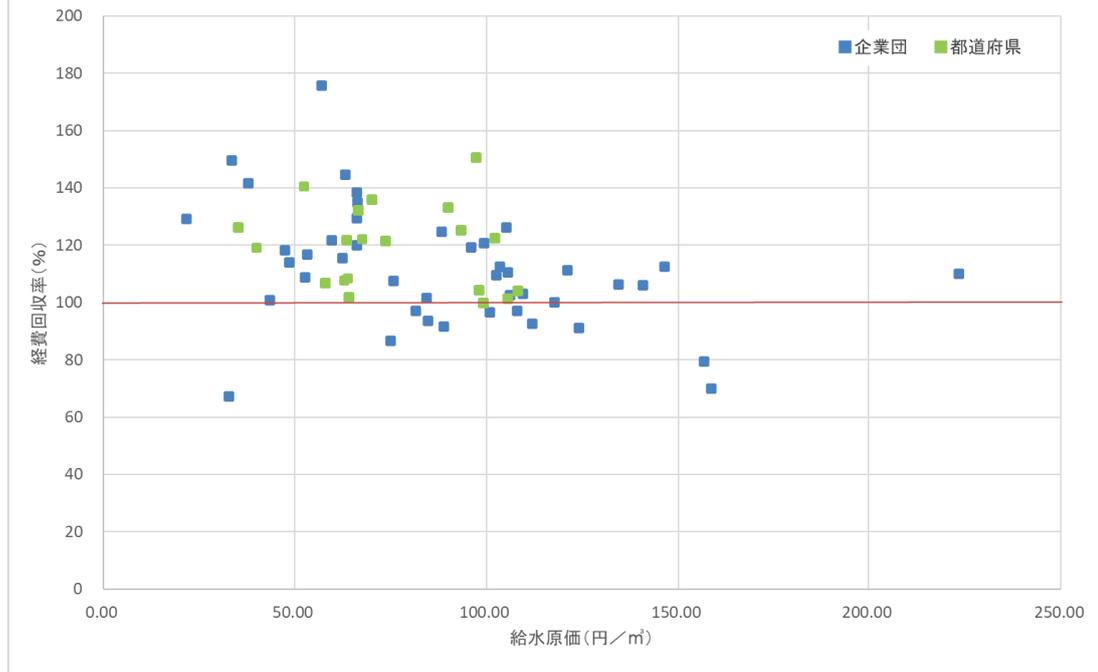
- ✓ 水道用水供給事業のみの広域化は緊急措置であり、当初より末端給水事業との一体的な整備が求められていた。
- ✓ 料金格差の解消、料金の平等化が議論の対象となっていた。

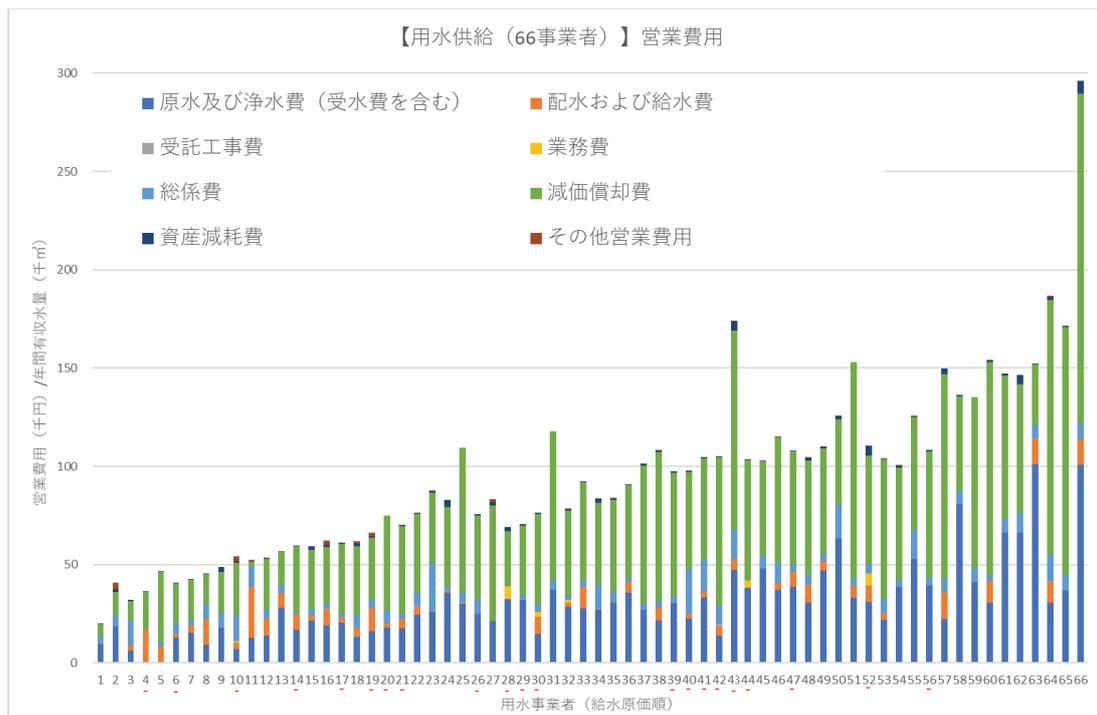
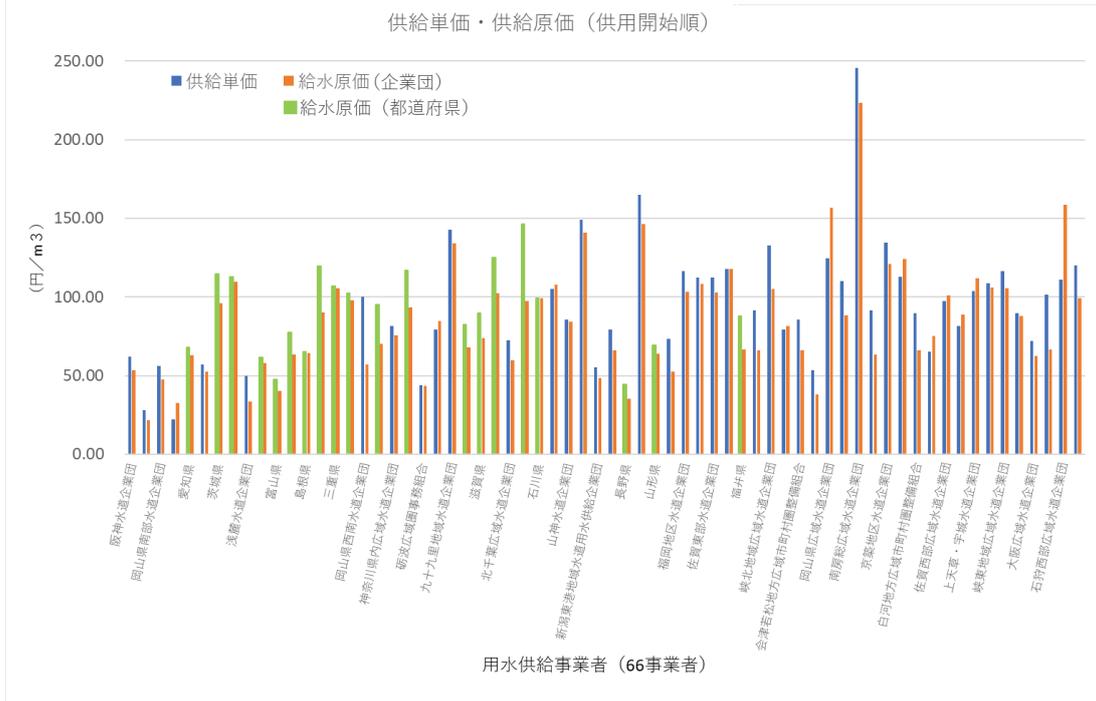
用水供給事業の現状

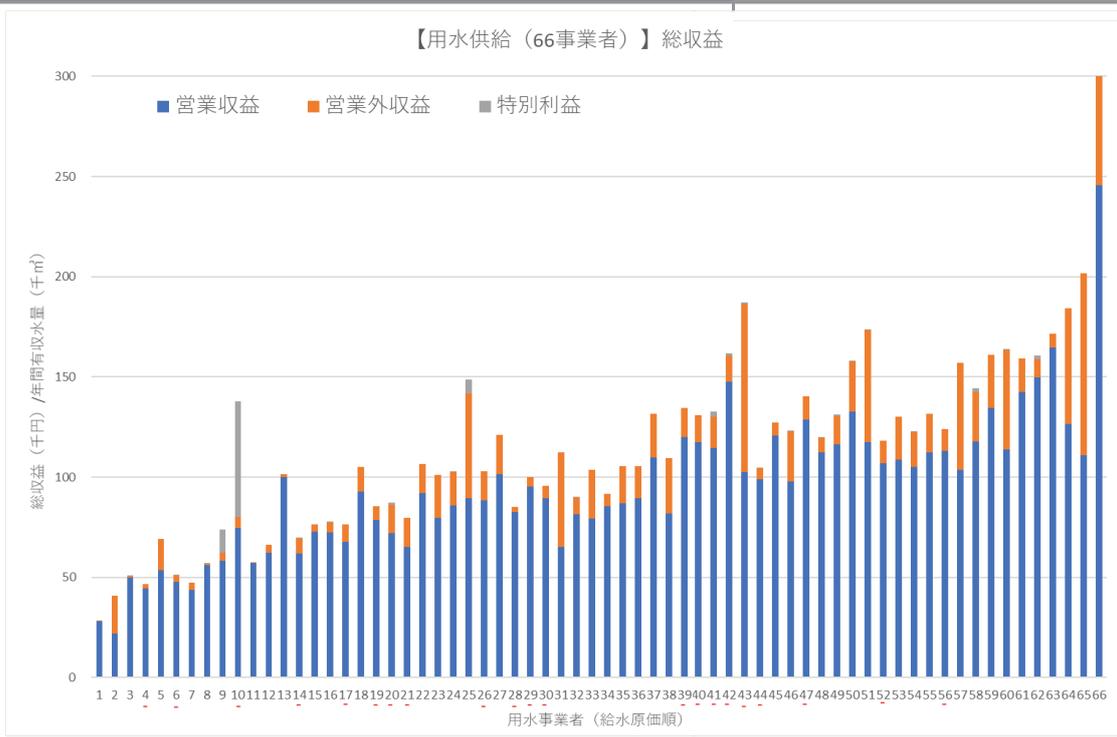
水道事業体の費用構造(令和元年度地方公営企業年鑑)



【用水供給(66事業者)】給水原価と経費回収率







用水供給事業の現状 ～まとめ～

- 用水供給事業、末端給水事業（自水のみ、受水のみ）、費用構造は異なる。
- 用水供給事業における営業費用に差はあるものの、経費回収率は高く、安定した経営

- 損益状況（経常利益率）
 - 用水供給事業者 11.5%
 - 末端給水事業者 8.6%
 - 受水を主たる水源の末端給水事業者 7.7%

	管理者設置の状況		設置		
	設置	非設置	自治体職員	民間企業出身	その他
水道事業者	289 (21%)	1085 (79%)	222	13	42
用水供給	55 (82%)	12 (17%)	32	1	18

- ◆ 用水供給と末端給水の事業統合は、費用の平準化という面で、経営基盤の強化となる。

広域化の現状

水道広域化推進プラン策定の取組状況

大阪府	2020年3月公表「府域一水道に向けた水道のあり方に関する報告書」 府のリーダーシップの下、一水道・広域化に向けたさらなる検討 ・2010年度に大阪府営水道を引き継ぐ団体として、大阪府内の42市町村が共同で大阪広域水道企業団を設立。2011年度から、水道用水供給事業（水道用水を42市町村に供給）、2017年度から水道事業を開始。2017年度（1市1町1村）、2019年度（2市4町）、2021年度（2市2町）と水道事業を拡張。 ・2012年3月策定「大阪府水道整備基本構想（おおさか水道ビジョン）」において「大阪市を含む府域一水道を目指す」との目標
兵庫県	2018年3月策定「兵庫県水道事業のあり方懇話会報告書」 県下水道事業者との広域化検討の結果、現行体制が望ましい。 施設の共同設置・共同利用や事務の広域的処理による広域化。
広島県	2020年6月策定「広島県水道広域連携推進方針」 県内の水道事業の経営組織を一元化し全体最適を図りながら事業の運営を行うことができる「統合による連携」が適当。 まずは賛同する市町と基本協定案を策定等、具体的な取組を加速。 2020年4月水道事業の統合に賛同する15市町と広島県水道企業団設立準備協議会を設置、2022年11月企業団の設立、2023年度から企業団による事業運営開始を目指す。
香川県	2011年3月策定「香川県水道広域化専門委員会報告書」 2018年4月～県内一水道として事業開始。
奈良県	2019年3月策定「新県域水道ビジョン」 「奈良モデル」（地域の活力の維持・向上や持続可能で効率的な行財政運営をめざす、市町村同士または奈良県と市町村の連携・協働のしくみ）の取組の一つ。 2019年県域水道一体化に係る協議会設置、2020年県域水道一体化に係る覚書締結、2021年県域水道一体化に係る広域化事業開始、2022年～2025年磯城郡3町経営統合、県域水道一体化に係る基本協定締結、2026年上水道の経営統合、おおむね10年後事業統合。
佐賀県	2020年3月策定「佐賀県水道ビジョン」 水道事業と水道用水供給事業の連携。 2024年度までに事業統合の要望についてヒアリング調査を行い、要望に応じて事業統合を検討。 ・2020年4月～佐賀西部地区の用水供給事業者（1企業団）と末端給水（1市3町）が統合、事業開始。

（出所）各都道府県Webサイト、各報告書、水道広域化推進プランより作成

香川県水道広域化①

香川県における水道広域化の検討経緯

- H20 • 県及び市町水道担当者による水道広域化勉強会を開始
- H21 • トップ政談会（知事と市長・町長で構成）において水道広域化が議題に
- H22 • 水道関係有識者で構成する香川県水道広域化専門委員会の設置
- H23 • 香川県水道広域化専門委員会から知事へ「県内水道広域化・一元化」を提言
- H24 • 知事及び8市9町長で構成する香川県水道広域化協議会の設置
- H24 • 香川県水道広域化協議会における中間とりまとめ
- H25 • 香川県広域水道事業体検討協議会の設置（県及び8市8町で構成）
- H26 • 香川県広域水道事業体検討協議会が水道広域化に関する基本的事項をとりまとめ
- H27 • 香川県広域水道事業体設立準備協議会（法定協議会）設置（県及び6市8町で構成）
- H28 • 香川県広域水道事業体設立準備協議会へ新たに2市が加入（県及び8市8町で構成）
- H29 • 県及び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（8月）
- H29 • 香川県広域水道企業団 設立（11月）
- H30 • 香川県広域水道企業団 事業開始（4月）

（出所）香川県広域水道企業団資料

設立時の企業長（香川県知事）・副企業長（高松市町、宇田津町長）は、構成団体の首長から選任
 設置当初は構成団体から企業団へ職員を派遣（設立時91名）順次、身分移管や企業団での新規採用を実施

	平成29年度まで	平成30年度以降
水道用水供給事業	2	香川県広域水道企業団 0
上水道事業	16	直島町 1
工業用水道事業	1	直島町 1
簡易水道事業	13	直島町 1

※直島町以外の簡易水道事業は平成30年度までに統合を実施



香川県水道広域化②

	給水人口 (人)	受水割合 (%)	供給単価 (円/m ³)	給水原価 (円/m ³)
高松市	415,968	59.3	166.31	149.08
丸亀市	109,944	37.5	168.29	161.95
坂出市	53,492	64.6	183.97	168.81
善通寺市	32,293	34.8	173.86	167.33
観音寺市	60,374	60.4	194.85	170.45
さぬき市	49,207	18.8	190.70	176.64
東かがわ市	29,440	9.9	165.68	136.09
三豊市	65,298	60.5	187.47	172.28
土庄町	13,276	33.6	249.56	231.29
小豆島町	14,678	55.0	235.94	230.20
三木町	27,957	91.1	163.60	161.99
宇多津町	18,425	100.0	144.32	134.70
綾川町	22,619	23.8	212.73	199.28
琴平町	9,200	36.9	230.55	194.29
多度津町	23,487	25.3	213.01	206.80
まんのう町	18,535		191.82	169.83

（出所）地方公営企業年鑑（平成29年度）より作成

平成 39（2027）年度末までは、旧水道事業体の料金体系。平成 40（2028）年度に水道料金を統一。水道料金の統一に当たっては、需要者が最も多い高松市の料金体系を軸に統一することを基本とする。

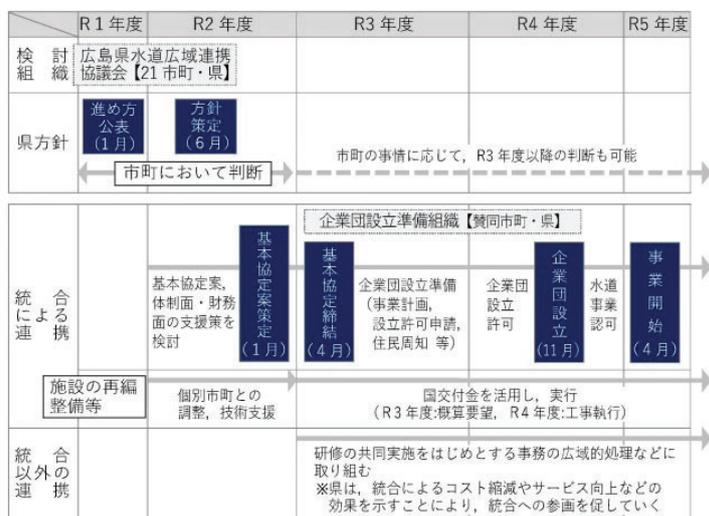
広域化が進んだ要因は面積が狭いことやほとんどの自治体が香川用水を水源としていたことが大きい。

構成団体例	高松市	坂出市	琴平町
給水人口	416,003人	52,222人	8,949人
1月あたりの水道料金 (20m ³ /月使用の家庭)	2,916円	3,240円	4,324円
		約1.5倍	
給水収益	7,668,321千円	1,220,394千円	260,530千円
企業債残高	143.6%	292.9%	365.2%
管路耐震化率	10.7%	9.8%	2.8%



（出所）香川県広域水道企業団資料

広島県水道広域化①



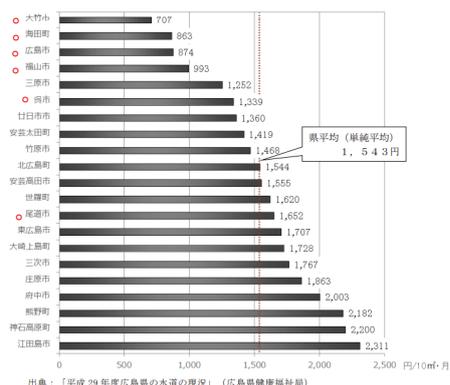
- 県内21市町と県が水道事業を運営。21市町と県がすべて企業団に統合した場合、40年間で約1708億円のコスト削減が見込まれる
- 令和3(2021)年4月、水道事業の統合に賛同する15市町と広島県水道企業団設立準備協議会を設置
- 運営体制は、構成団体が企業団へ職員を派遣することで維持

広島県水道広域化②

	給水人口(人)	受水割合(%)	供給単価(円/m ³)	給水原価(円/m ³)
広島市	1,233,302	14.8	148.93	146.18
呉市	218,768	40.4	215.91	221.11
竹原市	25,309	27.4	179.67	144.38
三原市	83,302	25.9	260.46	234.93
尾道市	126,592	92.0	249.83	237.95
福山市	447,786	6.1	158.48	130.72
大竹市	26,298	29.9	130.23	132.80
東広島市	163,422	87.9	244.23	228.03
廿日市市	109,531	76.7	176.13	184.68
江田島市	21,742	28.6	273.62	235.40
海田町	29,849	1.4	118.47	113.51
熊野町	21,648	72.2	236.49	218.00
大崎上島町	7,278	100.0	228.82	244.78
府中市	28,899	0.0	234.79	233.17
三次市	45,166	0.0	204.53	274.59
庄原市	26,132	0.0	232.46	281.34
安芸高田市	21,711	0.0	210.04	348.89
北広島町	8,576	0.0	187.09	314.85
世羅町	8,625	0.0	209.12	319.56

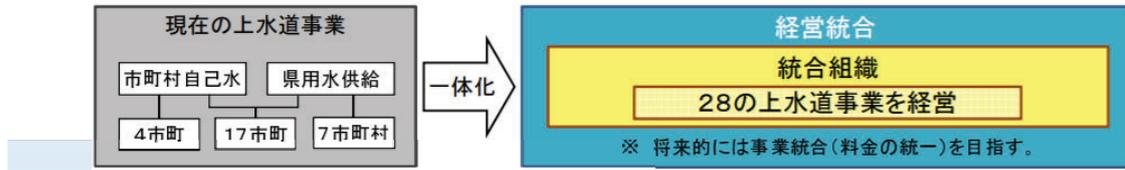
(出所) 地方公営企業年鑑(令和元年度)より作成

<市町別の水道料金(平成29年度)>



- 受水している13事業体のうち6事業体へ企業団へ統合せず
- 水道事業の統合の方法は、現行の事業ごとに経理を区分し別料金とする経営統合

奈良県水道広域化①



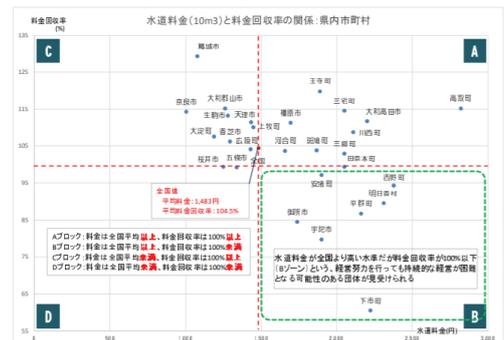
(出所) 奈良県「県域水道一体化の概要について」

- 令和6 (2024) 年企業団設立、令和7 (2025) 年事業統合を目指す
- 関係団体等は、統合前の関係団体等における職員数を企業団が確保できるよう、当面の間は関係団体からの職員派遣又は関係団体等からの身分移管による対応。その後順次、企業団への身分移管又は企業団採用を進める

奈良県水道広域化②

	給水人口 (人)	受水割合 (%)	供給単価 (円/m)	給水原価 (円/m)
奈良市	354,340	11.8	183.37	167.76
大和高田市	64,208	100.0	244.34	226.66
大和郡山市	86,617	59.0	188.85	159.58
天理市	64,119	56.5	233.58	217.25
橿原市	121,522	100.0	213.34	191.87
桜井市	55,708	39.4	192.55	201.27
五條市	28,872	0.0	215.43	227.35
御所市	23,770	60.1	218.68	279.19
生駒市	119,281	70.9	194.99	179.09
香芝市	79,274	100.0	190.22	178.57
葛城市	37,382	86.9	129.29	114.31
宇陀市	25,723	50.9	246.53	313.47
平群町	18,750	100.0	209.43	243.80
三郷町	23,024	74.9	201.00	240.99
斑鳩町	28,210	72.6	215.34	203.41
安堵町	6,463	42.0	208.20	199.09
川西町	8,518	100.0	205.73	199.67
三宅町	6,820	41.4	206.15	202.05
田原本町	31,828	100.0	217.45	232.09
高取町	6,546	100.0	251.63	243.31
明日香村	5,418	100.0	272.19	281.38
上牧町	18,912	100.0	230.01	209.59
王寺町	24,129	100.0	213.49	197.37
広陵町	35,030	100.0	186.86	199.88
河合町	20,836	100.0	209.08	194.50
吉野町	6,732	0.0	234.65	371.99
大淀町	17,333	0.0	124.67	118.86
下市町	5,219	0.0	253.25	427.02

水道料金の関係



出典: 平成28年度奈良県水道概要、平成28年度経営比較分析表

- 大和郡山市は覚書は締結せず
- 奈良市、覚書締結後、議論が巻き起こっている
- 関係団体のうち、水道料金について統合効果がみられない団体については、セグメント会計とすることを可能とするが、一定の期間の後、料金統一することを確約する

用水供給事業と末端給水事業の広域化

- 用水供給事業と末端給水事業の統合、広域化は広域自治体のリーダーシップが重要
- 給水人口が大きなところの判断が他の参加団体にも影響する可能性
- 受水割合の高いところは広域化へのモチベーションは高い?!
- 末端給水事業政令指定都市を含めた広域化は難しい?!

	受水市町村・企業団数	受水市町村 シェア	受水率				
			~25%未満	25%~50%未満	50%~75%未満	75%~100%未満	100%
宮城県	25市町村	71.4	12.0	16.0	36.0	20.0	16.0
山形県	23市町(1企業団)	65.7	14.3	19.0	28.6	33.3	4.8
茨城県	40市町村(2企業団)	92.5	20.0	28.6	22.9	14.3	14.3
栃木県	7市町(1企業団)	28.0	66.7	33.3	0.0	0.0	0.0
群馬県	8市町	22.9	37.5	50.0	12.5	0.0	0.0
埼玉県	57市町(3企業団)、茨城県五霞町	90.5	9.3	11.1	44.4	31.5	3.7
富山県	4市	26.7	0.0	25.0	50.0	0.0	25.0
石川県	13市町	68.4	38.5	38.5	15.4	0.0	7.7
福井県	7市町	41.2	28.6	28.6	28.6	14.3	0.0
長野県	3市村	3.9	0.0	66.7	33.3	0.0	0.0
岐阜県	11市町	26.2	0.0	9.1	9.1	9.1	72.7
静岡県	10市町	28.6	0.0	30.0	40.0	10.0	20.0
愛知県	48市町村(4企業団)	88.9	2.4	7.1	31.0	19.0	40.5
三重県	18市町	62.1	38.9	33.3	16.7	5.6	5.6
滋賀県	10市町	52.6	10.0	20.0	40.0	20.0	10.0
京都府	10市町	38.5	0.0	40.0	60.0	0.0	0.0
兵庫県	25市町(1企業団)	61.0	34.8	34.8	8.7	17.4	4.3
奈良県	24市町村	61.5	4.2	12.5	25.0	8.3	50.0
島根県	6市	31.6	33.3	16.7	33.3	16.7	0.0
広島県	広島県内15市町、愛媛県内1市1町	65.2	23.1	38.5	7.7	23.1	7.7
沖縄県	26市町村(1企業団)	63.4	0.0	9.1	9.1	9.1	72.7