

# 首都圏の水道事業における効率性の推計

青 木 亮

## 1. はじめに

日本の水道事業は、歴史的経緯もあり遠隔地にある別荘地など小規模かつ一部の例外的存在を除き、自治体が公営で運営している。水道事業の大部分は公的主体により営まれており、自治体の情報公開や『地方公益企業年鑑』などを通じて比較的データが入手しやすいこともあり、90年代半ば以降、統計手法を公益事業経営へ応用して全国の水道事業者の効率性分析や、クロスセクションデータを用いたDEAによる既存研究が複数存在する<sup>1)</sup>。効率性等の分析については、既に統計的には一定の結論に達しているとも言えるが、本稿では首都圏で末端給水事業を営む事業体に限定して、比較的直近のデータである2017（平成29）年度の『地方公営企業年鑑』をもとに経営概況や効率性を分析して再確認した。比較手法としては、中核市など人口規模等に注目して類似自治体で行う手法もあるが<sup>2)</sup>、今後の水道事業の動向を検討する上で参考にするため、本稿は前述のように首都圏という地域性に着目して分析している。水道事業は上水道事業と簡易水道事業に分けられるが、今回の分析は上水道事業を対象にする。

首都圏の近代水道事業は、1887（明治20）年1月17日に日本で初めて給水事業を開始した横浜市のように、明治、大正、昭和初期から給水事業を手がける事業者も存在するが、多くの場所で豊富な地下水に恵まれ浅井戸により良質な飲料水が得られたこともあり、上水道事業の開始は1950年代ないし60年代（昭和20年代半ばから30年代）と、戦後になってからの地域が多い<sup>3)</sup>。人口増加や市街地化による地下水不足や伝染病対策などへの対処から上水道事業の必要性が高まり整備に至った。整備から50年程度が経過して、多くの場所で施設の老朽化により更新時期を迎えている。一方で、近年は首都圏においても人口が横ばい、さらには近い将来減少傾向に転じると予想される他、節水意識の高まりや節水器具の普及を背景に、水道事業の経営環境は厳しさを増している。対応策の一つとして、民間活力の利用や広域化の推進が主張されており<sup>4)</sup>、様々なレベルで検討も行われている。本稿は、その是非を検証する1つの分析例でもある。

論文の構成は以下である。第2節では、対象の事業者について、記述統計をもとに概況をみる。続く第3節では、初歩的な計量分析により対象となる事業者を分析する。最後に第4節で、簡単な総括を行う。

## 2. 首都圏の水道事業の概況

巨額の固定費が存在する水道事業は、規模の経済性や密度の経済性の期待できる分野とされている。本稿では、人口が比較的稠密で規模の経済性や密度の経済性の存在が予想される東京駅から 50 km 圏内で末端給水事業を営む事業者（表 1 参照）を対象に、2017（平成 29）年度の『地方公営企業年鑑』をもとに経営概況や効率性を分析した。水道事業は上水道事業と簡易水道事業に分けられ、埼玉県、千葉県、神奈川県では一部地域で簡易水道が運営されているが、今回の分析からは除外している<sup>5)</sup>。また東京都内の水道事業は、大部分の地域で東京都水道局が給水事業を行っている。東京都水道局は、かつては 23 区内を事業地域としており、多摩地区ではそれぞれの市町村が地下水を水源に水道事業を運営していた。しかし、多摩地区の人口増加に伴う地下水不足等を背景に、東京都水道局からの分水時代を経て、1973（昭和 48）年 11 月から 2009（平成 21）年 4 月にかけて「多摩地区水道事業の都営一

表 1 首都圏の 50 km 圏内の自治体

東京都	東京 23 区、西東京市、武蔵野市、三鷹市、調布市、狛江市、清瀬市、東久留米市、小平市、小金井市、国分寺市、府中市、稲城市、東大和市、国立市、多摩市、町田市、武蔵村山市、立川市、昭島市、日野市、羽村市、福生市、八王子市、青梅市、あきる野市
埼玉県	和光市、戸田市、蕨市、川口市、草加市、八潮市、三郷市、朝霞市、新座市、志木市、所沢市、ふじみ野市、富士見市、さいたま市、越谷市、吉川市、春日部市、蓮田市、上尾市、川越市、狭山市、入間市、日高市、鶴ヶ島市、坂戸市、桶川市、北本市、久喜市、白岡市、幸手市、飯能市、東松山市、鴻巣市、加須市
千葉県	市川市、船橋市、習志野市、鎌ヶ谷市、松戸市、流山市、野田市、柏市、我孫子市、白井市、八千代市、千葉市、印西市、佐倉市、四街道市、成田市
神奈川県	川崎市、横浜市、相模原市、座間市、大和市、綾瀬市、海老名市、厚木市、平塚市、茅ヶ崎市、藤沢市、鎌倉市、逗子市、横須賀市、三浦市

首都圏の 50 km 圏内の水道事業者

東京都	東京都、武蔵野市、昭島市、羽村市
埼玉県	さいたま市、川越市、川口市、所沢市、飯能市、加須市、東松山市、春日部市、狭山市、鴻巣市、上尾市、草加市、蕨市、戸田市、入間市、朝霞市、志木市、和光市、新座市、久喜市、八潮市、富士見市、三郷市、蓮田市、幸手市、日高市、吉川市、ふじみ野市、白岡市、越谷・松伏水道企業団、桶川北本水道企業団、坂戸、鶴ヶ島水道企業団
千葉県	千葉県、千葉市、松戸市、野田市、成田市、佐倉市、習志野市、柏市、流山市、八千代市、我孫子市、四街道市、印西市、白井市
神奈川県	神奈川県、横浜市、川崎市、横須賀市、三浦市、秦野市、座間市

表 2 都営一元化の実施状況

区分	統合日	対照市町
第一次統合	昭 48. 11. 1	小平市, 狛江市, 東大和市, 武蔵村山市
第二次統合	昭 49. 6. 1	小金井市, 日野市, 東村山市, 保谷市, 多摩市, 稲城市, 瑞穂町
第三次統合	昭 50. 2. 1	町田市, 国分寺市, 国立市, 田無市, 福生市, 清瀬市
第四次統合	昭 50. 9. 1	府中市, 東久留米市, 秋川市
第五次統合	昭 51. 2. 1	八王子市, 日の出町, 五日市町
第六次統合	昭 52. 4. 1	青梅市
第七次統合	昭 57. 4. 1	立川市
第八次統合	平 12. 4. 1	調布市
第九次統合	平 14. 4. 1	三鷹市
第十次統合	平 22. 4. 1	奥多摩町

東京都水道局資料による

元化基本計画」に基づき東京都水道局への統合, 広域化が行われた(表 2 参照)。現在は武蔵野市, 昭島市, 羽村市, 檜原村を除き多摩地域の 25 市町で東京都水道局が供給する体制が構築されている。ただし, 広域化は行われたものの職員の身分が市町村から東京都水道局へ異動となることによる身分問題や市町村の自治権が課題になり, 統合後に東京都水道局が多摩地区市町村に水道経営の大半を逆委託する事務委託方式が採用された。この事務委託については, 「多摩地区水道経営改善基本計画」を策定して解消が進められ, 2004 (平成 16) 年 3 月末での武蔵村山市と多摩市の徴収系業務の委託廃止に始まり, 2011 (平成 23) 年 3 月末の三鷹市, 稲城市を最後に徴収系業務の委託は終了した(表 3 参照)。また給水装置系業務や施設管理系業務についても, 給水装置系業務は 2006 年 3 月末の武蔵村山市を, また施設管理系業務は 2005 (平成 17) 年 3 月末の武蔵村山市と瑞穂町を皮切りに一元化が開始され, 2012 (平成 24) 年 3 月末に三鷹市と稲城市(給水装置系業務と施設管理系業務), 小金井市と八王子市, 町田市, 青梅市(施設管理系業務)を最期に業務委託は終了し, 東京都水道局による一元的な体制が確立された<sup>6)</sup>。

以下では, 2017 年度の『地方公営企業年鑑』の数値をもとに, 首都圏の水道事業の特徴を述べる(表 4 参照)。日本全体の約 1 割に相当する 1344 万人を対象に水道供給事を営む東京都水道局は別格の存在である。また統合はされたものの, 最近まで業務がもとの自治体に再委託されていたなど複雑な経緯がある。一方, 現在も市町村で水道事業を営む武蔵野市(給水人口 145,491 人), 昭島市(給水人口 113,251 人), 羽村市(給水人口 55,710 人)は多摩地区の中でも相対的に地下水が豊富な地域であり, 東京都水道局を含め, 首都圏の他地域と比べてダムや受水の比率が低い。特に羽村市の値は 10.7% であり, 原水の多くを地下水

首都圏の水道事業における効率性の推計

表3 事務委託の廃止状況

市町	徴収系業務	給水装置系業務	施設管理系業務
武蔵村山市	平 16. 3. 31	平 18. 3. 31	平 17. 3. 31
多摩市		平 21. 3. 31	平 21. 3. 31
瑞穂町	平 17. 3. 31	平 17. 3. 31	平 17. 3. 31
府中市	平 18. 3. 31	平 18. 3. 31	平 21. 3. 31
小平市			平 19. 3. 31
東大和市		平 19. 3. 31	平 20. 3. 31
東久留米市			平 24. 3. 31
小金井市	平 19. 3. 31	平 19. 3. 31	平 21. 3. 31
日野市			平 20. 3. 31
東村山市		平 22. 3. 31	平 20. 3. 31
狛江市		平 19. 3. 31	平 21. 3. 31
清瀬市			平 22. 3. 31
あきる野市		平 20. 3. 31	平 21. 3. 31
西東京市		平 19. 3. 31	平 22. 3. 31
日の出町		平 20. 3. 31	平 20. 3. 31
八王子市	平 22. 3. 31		
立川市	平 21. 3. 31		平 24. 3. 31
町田市	平 20. 3. 31		平 22. 3. 31
国分寺市			平 24. 3. 31
福生市	平 21. 3. 31	平 22. 3. 31	平 24. 3. 31
青梅市		平 21. 3. 31	平 22. 3. 31
調布市			平 22. 3. 31
国立市	平 23. 3. 31	平 24. 3. 31	平 24. 3. 31
三鷹市		平 24. 3. 31	平 24. 3. 31
稲城市			

注1：奥多摩町は業務委託を経ずに都営一元化を実施した

注2：徴収系業務：受付業務、検針業務、中止精算業務、水道料金徴収業務等

注3：給水装置系業務：宅地内への水道引き込み工事の審査、検査等の業務

注4：施設管理系業務：水道施設の工事業務、漏水防止業務、浄水所・給水所等の運転監視及び保守点検業務

東京都水道局資料による

表 4 首都圏の水道事業体の記述統計

	東京都			埼玉県			千葉県			神奈川県		
	平均	最大	最小	平均	最大	最小	平均	最大	最小	平均	最大	最小
行政区域内人口(人)	13,443,184	1,294,343:さいたま市	51,732:幸手市	492,528.5	3,603,217:千葉県	62,374:白井市	1,290,705.57	3,740,008:横浜	44,197:三浦市			
給水人口(人)	13,443,044	1,293,661:さいたま市	51,726:幸手市	334,563.6	3,027,417:千葉県	17,821:印西市	1,257,436.43	3,739,963:横浜	44,193:三浦市			
普及率(%)	100.0	100.0:所沢市 他	98.9:飯能市	67.7	99.1:八千代市	4.8	98.6	100.0:横浜 他	92.6:神奈川県			
年間総有取水(千m <sup>3</sup> )	1,477,126	125,643:さいたま市	5,227:白岡市	33,057.5	303,826:千葉県	1,613:白井市	134,949.57	380,377:横浜	5,213:三浦市			
排水管使用効率(%)	55.3	64.3:和光市	18.7:加須市	24.0	37.9:習志野市	13.0:千葉市	41.0	71.8:川崎市	27.8:秦野市			
10m <sup>2</sup> 当たり料金(円)	993	1,630:久喜市	756:三郷市	1,260.21	2,376:印西市	961:横須賀市	978.71	1,155:三浦市	777:川崎市			
給水原価(円/m <sup>3</sup> )	201.17	185.89:さいたま市	115.21:和光市	198.0	360.34:千葉市	118.38:習志野市	163.48	237.41:三浦市	112.32:秦野市			
ダム受水比率(%)	72.61	88.08:川口市	32.79:鴻巣市	58.94	100.00:白井市	5.26:四街道市	75.61	100.00:川崎市	44.19:秦野市			
管路更新率(%)	1.13	1.9:所沢市	0.04:蓮田市	0.71	2.13:八千代市	0:千葉県, 白井市	1.00	1.78:川崎市	0.32:秦野市			
経常収支比率(%)	110.34	123.58:さいたま市	106.23:ふじみ野市	115.65	133.16:流山市	100.01:千葉市	108.05	115.15:横浜	89.53:三浦市			

## 首都圏の水道事業における効率性の推計

に依存している。これは埼玉県、千葉県、神奈川県の実業体と比べても低い数値である。

一方、首都圏の埼玉県、千葉県、神奈川県では、各自治体による水道供給が行われている。このうち千葉県と神奈川県では、市町村と共に県水道局による供給も行われている。千葉県企業局水道部による末端給水事業は、千葉県北西部の11市（千葉市、船橋市、市川市、習志野市、松戸市、市原市、鎌ヶ谷市、浦安市、成田市、印西市、白井市：一部地域のみ供給を含む）を対象にしている。一方、千葉市水道局は千葉市緑区と若葉区の一部地域のみ供給水である。また千葉市若葉区の一部は、四街道市が給水を行っている。このように県企業局が広域的に事業を展開したり、一部地域で隣接する自治体が給水事業を手がける事例があるため、必ずしも自治体人口と給水人口は一致しておらず、これが見かけ上の普及率を低下させる一因となる。例えば千葉市の普及率は4.8%と非常に低くなっているが、これは上記の自治体の区域と、給水人口が一致していないことが理由である<sup>7)</sup>。全国の2017年の普及率は98.0%であり、首都圏の自治体の多くも普及率は99%以上である。千葉県内の50km圏内では、千葉県企業局以外に、14市が給水事業を手がけている。千葉県の事業体あたり平均給水人口は33万4564人であり、最大値は千葉県の302万7417人、最小値は印西市の1万7821人である。

また神奈川県も、県営水道が12市6町（平塚市、鎌倉市、藤沢市、小田原市、茅ヶ崎市、逗子市、相模原市、厚木市、大和市、伊勢原市、海老名市、綾瀬市、葉山町、寒川町、大磯町、二宮町、箱根町、愛川町）で給水事業を手がけており、給水人口は281万7514人に達する。本稿の対象である50km圏内で独自に水道事業を提供しているのは、横浜市、川崎市、横須賀市、三浦市、秦野市、座間市のみである。近代水道発祥の地である横浜市（明治20年10月給水開始）をはじめ、明治（横須賀市）、大正（川崎市と秦野市）、昭和初期（三浦市）からと、座間市（昭和40年4月給水開始）を除き戦前から事業を手がけている。事業体あたり平均給水人口は125万7436人であり、最大は横浜市の373万9963人、最小は三浦市の4万4193人である。当該地域の平均普及率は98.6%である。

一方、埼玉県は各市町村で給水事業を行っている（複数自治体による企業団の供給が一部あるが、分析では除外している）。市町村単位で給水を行う埼玉県の給水人口の平均は19万2487人であり、東京都の1344万3044人は別格としても、千葉県や神奈川県と比較しても規模が小さい。最大値はさいたま市の129万3661人、最小値は幸手市の5万1726人である。平均普及率は99.9%である。

水道事業は規模の経済性や密度の経済性が大きい事業と言われている。給水人口と年間有収水量は高い相関（0.99）にある。給水人口が比較にならないほど多い（2017年度：1344万3044人）ことを反映して、東京都水道局の年間総有収水量は14億7712.6万 $m^3$ に達する。一方、埼玉県の年間総有収水量の平均は1966.1万 $m^3$ であり、最大値のさいたま市（給水人口：129万3661人）でも1億2564.3万 $m^3$ である。同様に千葉県と神奈川県の平均年間総

有収水量はそれぞれ3305.8万 $m^3$ 、1億3495万 $m^3$ であり、最大値は千葉県（給水人口：360万3217人）の3億382.6万 $m^3$ と横浜市（給水人口：374万8人）の3億8037.7万 $m^3$ になる。また密度の経済性を示す配水管使用効率は、東京都水道局が55.3%、埼玉県、千葉県、神奈川県がそれぞれ34.9%、24.0%、41.0%であり、3県のなかで最も使用効率の高い事業体は川崎市の71.8%である。ただし配水管使用効率と年間有収水量の相関は0.30とそれほど高くない。

水道料金は、必ずしも規模や密度の差を反映していない。10 $m^3$ あたり料金を見ると、東京都の993円に対して、埼玉県、千葉県の事業体の平均値はそれぞれ1100.52円、1260.21円と高い反面、神奈川県が978.71円と低くなっている。さらに個別の事業体についてみると、同じ県内でも1.5倍（神奈川県）から2.5倍（千葉県）の差が生じている。要因としては給水原価の差が想定されるが、給水原価の高低が直ちに水道料金の差異につながるわけではない。給水原価は全国平均が166.41円に対し、東京都201.17円、埼玉県平均144.32円、千葉県平均198.0円、神奈川県平均163.48円となっている。首都圏の最低値は神奈川県秦野市の112.32円、最高値は千葉市の360.34円である。また水道料金や原価に影響すると考えられるダム受水比率を見ると、全国平均が48.0%に対し、東京都72.6%、埼玉県72.1%、千葉県58.9%、神奈川県75.6%と全国平均を比べて高く、7割程度をダム水に依存している。ただしダム水比率が3割程度の事業体も一部存在する。特に東京都羽村市（10.7%）や千葉県四街道市（5.3%）は非常に低い数値である。ダム受水比率と料金の関係も、給水原価と料金と同様に、必ずしも明確ではない<sup>8)</sup>。このことから、各事業体の料金決定では、経済効率や原価とは別の政策的配慮の存在も推測される。

経常収支率は、川崎市（96.4%）と三浦市（89.5%）を除く事業体は100%を超える水準であり、現時点の収支は黒字である。ただし黒字幅の平均は10%程度と大きくない。管路の老朽化が進んでいることから、今後は施設の更新を確実に進める必要があるが、財政的な余裕は十分と言いがたい。実際、多くの事業体で管路更新率は1%弱であり、首都圏で最も数値が高い八千代市でも2.13%と施設更新には50年近く（47年）かかることになる。

### 3. 計量分析からみる効率性

以下では、首都圏（神奈川県、千葉県、埼玉県）の50km圏内で末端給水事業を営む水道事業体について2017年の『地方公営企業年鑑』のデータを用いて重回帰分析を行った。モデルは以下である。ただし東京都内は、大部分の地域で東京都水道局が事業を手がけており、他の3県とは事業体の規模に大きな差がある他、再委託という独得の運営形態が長期にわたり採用されており費用構造等が異なると考えられるため分析対象から除外した。関連して独自に事業を手がけている、同じ東京都内の武蔵野市、昭島市、羽村市も除外している。

## 首都圏の水道事業における効率性の推計

モデルは、非説明変数を  $1\text{ m}^3$  あたり総費用（運営費＋資本費）として、説明変数に年間総有収水量（Y）、 $1\text{ m}^3$  あたり給与費（w）、ネットワーク効率の指標として配水管使用効率（N）、費用に影響すると想定されるダム水と受水（大部分がダム水と想定される）の比率（D）を用いて、対数線形関数を仮定して推計した単純な最小二乗法を用いたモデルである。

$$C_i = f(Y_i, w_i, N_i, D_i)$$

被説明変数 C： $1\text{ m}^3$  あたり総費用（運営費＋資本費）

説明変数 Y：年間総有収水量

w： $1\text{ m}^3$  あたり給与費

N：ネットワーク効率（配水管使用効率）

D：ダム水と受水の比率

i：水道事業体

最小二乗法による推計結果は、以下で示される。

$$\ln C_i = 5.323437 - 0.03621 \ln Y_i + 0.351272 \ln w_i - 0.34003 \ln N_i + 0.110947 \ln D_i + \varepsilon_i$$

\*\*\*                    \*                    \*\*\*                    \*\*\*                    \*\*

\*\*\*:  $p < 0.01$     \*\*:  $p < 0.05$     \*:  $p < 0.1$     自由度修正済み決定係数 0.775102    DW 比 2.2161

分析結果からは、①規模の経済性を見る指標として用いた年間総有収水量は統計的に10%水準で有意であるため弱いレベルだが、 $-0.03621$ と規模の拡大は一定の費用通減効果をもたらすと言える。水道事業は固定費が巨額で規模の経済性が有意な事業と見なされているが、統計的にも規模の経済性をうかがわせる。現在各地で検討が進められている広域化を肯定する結果と言える。一方、②賃金は $0.351272$ とプラスの効果をもたらしている。また③密度の経済性を見るため、ネットワーク効果として配水管使用効率を用いた。推計の結果 $-0.34003$ と密度の経済性が示された。人口密度の高い地区ほど、効率的に事業を展開でき、これは水道の特性をよく表している。④取水源の違いによる費用への影響を見るため、取水能力に占めるダム水と受水の比率を用いた。一般的にダム水と受水（その多くはダム水）は巨額を要するダム建設費その他費用を含むため、地下水や表流水と比べて費用が高いと考えられる。推計値も $+0.110947$ となり、取水源の違いによる費用の差が明らかになった。賃金、ネットワーク効果は1%水準で、ダム水受水比率は5%水準で有意である。変数の符号条件は適切である他、自由度修正済み決定係数は0.775102、ダービンワトソン（DW）比も2.2161であり、モデルの当てはまり具合も良好である。

#### 4. 結びに代えて

本稿では、首都圏（神奈川県、千葉県、埼玉県）の50 km圏内で末端給水事業を営む水道事業体について2017年の『地方公営企業年鑑』のデータを用いて分析を行った。水道事業は規模の経済性や密度の経済性が大きい事業と言われている。分析では、給水人口と年間有収水量は高い相関関係（0.99）が示される一方、密度の経済性を示す配水管使用効率と年間有収水量の相関は0.30とそれほど高くない。また水道料金も規模や密度の差などを必ずしも反映していなかった。一方、回帰分析を用いた結果からは、10%水準と弱いレベルであるが規模の経済性が、また1%水準で密度の経済性と取水源の違いになる費用差が明らかとなった。

本稿は、2017年度の単年度のデータを用いた分析であるが、首都圏の水道事業の特性の一端を明らかに出来たと考える。

#### 注

- 1) 例えば原田（2004）では2001年度の全国の水道事業者を対象に技術効率性の計測と要因分析を行っている。また中山（2015）は、2012年度の市町村営事業者を対象にクロスセクションデータを用いた技術効率性の要因分析を行っている。
- 2) 例えば川越市上下水道局（2020）では中核市の経営指標を比較している。
- 3) 本稿が対象とする54事業体のうち、戦前から開始していた事業体は12（22.2%）、戦後から1960年代にかけて開始した事業体は38（70.4%）、1970年代以降に開始した事業体は4（13.0%）である。
- 4) 民営化や広域化については、青木（2019）を参照のこと。
- 5) 簡易水道とは、水道事業のうち計画給水人口が101～5000人の水道事業を指す。首都圏50 km圏内でも、埼玉県飯能市、千葉県成田市、神奈川県相模原市の一部地域などで、簡易水道事業が営まれている。東京都内の簡易水道事業は島部のみである。
- 6) 多摩地区における水道事業の統合については、中庭（2011）を参考にしている。
- 7) 千葉市水道局については、計画給水人口あたりの普及率は59.7%である。同様の事例は松戸市や成田市、印西市など、千葉県企業局が自治体内の一部地域で給水事業を営む場所で生じている。『千葉県の水道』によると、本稿が対象とする千葉県内の自治体の普及率は多くが90%台後半から100%である。
- 8) 四街道市の給水原価は127.64円、羽村市は128.96円、神奈川県で最も低い秦野市（44.2%）は112.32円と首都圏では給水原価が低い方であるが、埼玉県でダム受水比率が最も低い鴻巣市（32.8%）の給水原価は152.76円である。全体の傾向を見ると給水原価とダム受水比率の相関は0.10に留まる。

参 考 文 献

- ・青木亮（2019）「人口減少時代における我が国水道事業の持続可能性」『東京経大会誌』 No. 304, pp. 145-161
- ・川越市上下水道局（2020）『川越市上下水道事業経営戦略』川越市上下水道局総務企画課
- ・水道事業研究会編（2018）『改訂版 水道事業経営戦略ハンドブック』ぎょうせい
- ・中庭光彦（2011）「多摩地域水道の都営一元化における広域化の意味」『経営・情報研究（多摩大学研究紀要）』 No. 15, pp. 19-52
- ・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』第 52 巻第 1 号, pp. 101-112
- ・原田貞夫（2004）「水道事業の効率性分析」『経済学論叢』第 55 巻第 4 号, pp. 101-134
- ・『千葉県の水道』（<https://www.pref.chiba.lg.jp/suisei/suidoutoukei.html>）
- ・『地方公営企業年鑑（2017）』（[https://www.soumu.go.jp/main\\_sosiki/c-zaisei/kouei29/index.html](https://www.soumu.go.jp/main_sosiki/c-zaisei/kouei29/index.html)）