

令和 2 年 6 月 9 日現在

機関番号：23903

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2017～2019

課題番号：17K03767

研究課題名（和文）効率性に影響を与える要因を用いたわが国の水道事業者の新しい分類の開発

研究課題名（英文）Development of a new classification of Japanese water utilities using factors that influence efficiency

研究代表者

中山 徳良（Nakayama, Noriyoshi）

名古屋市立大学・大学院経済学研究科・教授

研究者番号：90278854

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 1,600,000円

研究成果の概要（和文）：本研究では水道事業者の新たな分類を開発することを目的としている。そして、その分類を用いることによって、効率性の測定における正確性を上昇させることを目指している。そのため、主成分分析やクラスター分析を用いることにより、水道事業者のグループ分けを行った。そのグループを用いてメタフロンティア分析を行うことにより、その結果を確認した。しかし、効率性の計測における正確性をさらに増すためには、手法やデータの改良が必要である。

研究成果の学術的意義や社会的意義

水道事業の効率性は計測方法が異なっても幅広い値を示すことがわかっており、効率性の値を現実的な経営改善に用いることを困難にしている。この原因の1つは、さまざまな外的環境要因に直面している事業者を分けずに効率性を計測しているためであると考えられる。そのため、本研究では、多変量解析という手法を用いることによって、適切なグループ分けが可能かを検討し、メタフロンティア分析により確認を行ったことに学術的にも社会的にも意義がある。

研究成果の概要（英文）：The purpose of this study is to develop a new classification of water utilities. And by using that classification, we aim to increase the accuracy in measuring efficiency. Therefore, we divided the water utilities into groups by using principal component analysis and cluster analysis. The results were confirmed by performing metafrontier analysis using the group. However, improvements in methods and data are needed to further increase accuracy in measuring efficiency.

研究分野：公益事業論

キーワード：水道事業 分類指標 効率性

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

水道事業は、地方公営企業法により事業運営に要する費用を「独立採算制の原則」に基づき、水道料金を徴収して費用を賄うことになっており、効率的な経営が要請されている。そのため、効率性の計測と効率性に影響を与える要因についての分析がこれまで多く行われてきた。そこで分析されている効率性は、主として技術効率性である。一方、効率性の要因分析については、水源の違いや需要者の密度が要因であることが明らかにされている。しかし、地形などの地理的条件により効率性はほぼ決まるという効率性分析そのものを問題視する意見があり、その点についてはこれまで十分に分析されていない。

また、水道事業者が効率的な経営を目指すにあたって、効率性分析では投入物の削減目標を示してきた。しかし、事業者によっては、削減する生産要素の投入量があまりにも多過ぎ、現実離れしていて目標になりえない。そのため、事業者が経営の効率性を追求するときに目標をどう設定するのかという問題がある。生産要素の投入量の削減幅が実際に可能な程度に収まる事業者の分類を作成し、その中で効率化を追求した方が現実的である。

以上のようにこれまでの効率性に関する研究の成果は、事業者の分類には生かされてきていないのである。

2. 研究の目的

本研究では事業者の新たな分類を開発することを目指すことを目的としている。そして、その分類を用いることによって、効率性の測定における正確性を上昇させることに寄与しようとしている。そのため、上のような背景を踏まえ、本研究では次の3つの分析を行う。1つ目は、水道事業の効率性を計測することである。2つ目は、多変量解析を用いて水道事業者のグループ分けを行い、グループごとの効率性を計測することと、メタフロンティア分析を行って、全体とグループの比較を行うことである。3つ目は、多変量解析を用いてデータの縮約とそれを用いたグループ分けを行うことである。

3. 研究の方法

(1) 技術効率性の計測

効率性を計測する代表的な方法である確率的フロンティア法とデータ包絡分析法(DEA)を用いて技術的効率性を計測する。「地方公営企業年鑑」(総務省)に掲載されているもののうち、入力として職員数、有形固定資産額、労働と資本に関する費用以外の費用を用い、出力として配水量を用いている。

また、主たる水源区分によりグループ分けができるものとして、メタフロンティアによる分析を合わせて行う。

(2) 水道水の需要関数の推定

近年は水道水の需要量が減少しているが、それが効率性へ影響していると思われ、水道水の需要関数の推定を試みることにした。通常的需求関数を想定し、被説明変数として水道水の需要量、説明変数として、水道水の価格、所得、その他のコントロール変数を考えている。

また、水源を表す変数として地下水・伏流水比率を作成し用いることで、水源が異なる事業者で需要の価格弾力性が異なるかを確認する。例えば、地下水を水源としている地域は、消費者も井戸水を使用できる可能性が高いと想定されるため、水道水の料金が上昇したときに地下水以外を水源としている地域と比較して、需要の価格弾力性が高くなることが予想されるからである。

(3) クラスタ分析によるグループ分けとメタフロンティアを用いた分析

水道事業者の置かれている水源などの非裁量要因が異なれば、異なった技術を持っていると考えられ、非裁量要因による分類を行う必要がある。また、分類したグループごとに効率性を計測するだけでなく、グループ間の効率性を比較することも非裁量要因の影響を調べるために必要である。そこで分析方法として、分類のためにクラスタ分析、グループ間の効率性を比較のためにメタフロンティア分析を用いる。

(4) 主成分分析とクラスタ分析によるグループ分け

(3)の分析では、給水人口、有収水量密度、水源を用いてクラスタ分析を行った。ここでは水道事業に関する8つの変数を取り上げ、主成分分析により主成分としてまとめる。そのまとめた主成分得点をクラスタ分析にかけ、グループ分けを行う。

4. 研究成果

(1) 技術効率性の計測

確率的フロンティア法とデータ包絡分析法(DEA)を用いて、2000年度、2005年度、2010年度、2015年度について、「地方公営企業年鑑(各年度版)」(総務省)から得たデータを用いて市営の末端給水事業者における技術効率性の計測を行った結果、確率的フロンティア法による計測では技術効率性の最大値と最小値の差が0.5から0.6程度あること、DEAによる計測では最大値と最小値の差が0.9程度あることがわかった。どちらの計測方法によっても、最も効率の悪い

事業者が効率性を改善させることは非常に難しいことが推測できる。

もう一つ効率性に関する予備的な分析として、メタフロンティア分析を試みた。2015年度の市営の末端給水事業者（給水人口が10万人以上）のデータを用いて、水源区分により差異があるとしてDEAを用いて分析した。水源区分としてダムを主とするもの、受水を主とするもの、表流水、その他に分けて分析を行っている。その結果、technology gap ratioは平均でみるとダムを主とするものが85%、受水を主とするものが91%、表流水が99%、その他が85%となった。

（2）水道水の需要関数の推定

2005年度から2014年度の市営末端給水事業者のパネルデータを作成した。被説明変数の水道水の需要量については、有収水量を給水人口で割った一人当たり有収水量を用いている。有収水量と給水人口は総務省自治財務局編「地方公営企業年鑑」（各年度版）から得ている。説明変数の水道水の価格については、総務省自治財務局編「地方公営企業年鑑」から給水単価を入手し、給水単価を総務省統計局「消費者物価指数」で割ったものを用いている。所得については、総務省自治税務局「市町村税課税状況等の調の結果」の「課税対象所得」を「納税義務者数」で割り、さらに総務省統計局「消費者物価指数」で割った数値を代理変数として用いている。価格と所得以外の変数について、まず一世帯当たり人員については、総務省自治行政局「住民基本台帳に基づく人口、人口動態及び世帯数」により得た人口総数と世帯数を用い、人口総数を世帯数で割って求め、使用した。次に65歳以上人口については、同統計資料から得た65歳以上の年齢階層別の人口を合計したものを用いている。

その推定結果によれば、価格弾力性は0.08強と推定された。また、水源を考慮した分析を行い、価格弾力性は有収水量に対して地下水・伏流水による供給能力が高い事業者で大きくなることが示された。

（3）クラスター分析によるグループ分けとメタフロンティアを用いた分析

クラスター分析では「平成28年度水道事業経営指標」（総務省）、「平成28年度水道統計」（日本水道協会）から非裁量要因（給水人口、有収水量密度、水源）を入手した。メタフロンティア分析では「平成28年度地方公営企業年鑑」（総務省）から入力（職員数、導送配水管総延長、その他投入物）と出力（総配水量）を入手した。

クラスター分析を行った結果、給水人口、有収水量密度、水源の組み合わせにより8クラスターに分類できた。また、メタフロンティア分析の結果、各クラスターでの効率性の平均は0.5から0.8程度であることがわかった。

また、Metatechnology Ratioは各クラスターの平均で0.5から0.9程度であった。給水人口と有収水量密度が低く、水源が主に受水であるクラスターの効率性とMetatechnology Ratioは低くなっていることが示された。

（4）主成分分析とクラスター分析によるグループ分け

有収水量、導送配水管延長、職員数、収益に占める補助金の割合、供給能力に占める受水の割合、簡易水道事業数、現在給水人口、給水面積について主成分分析を行った。その結果、Bartlettの球面性検定は有意であったため、主成分分析を適用する意味のあるデータであることが示された。固有値が1以上となる第2主成分までを採用した。第2主成分までの累積寄与率は66.5%であった。

次にこれらの主成分得点を用いてクラスター分析を行った。その結果、5クラスターに分類できた。しかし、各クラスターに属する標本数に大きな違いが出てしまった。

（5）残された課題

まず、水道事業者のグループ分けを行っても、効率性の最大値と最小値の差は縮まらない。効率性の悪い事業者が効率性の良い事業者を見習うのは容易ではなく、さらなる検討が必要である。

また、主成分分析により主成分得点を求め、それを用いてクラスター分析をした場合に、クラスターに属する事業者数に大きな違いが出てしまったことである。主成分分析に用いた変数に問題があるかもしれないが、これもさらなる分析が必要である。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計2件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 中山徳良
2. 発表標題 水道事業の類型化と効率性
3. 学会等名 金曜セミナー（早稲田大学商学部 会計・ビジネス・経済学研究グループ）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 中山徳良
2. 発表標題 水需要の価格弾力性の計測
3. 学会等名 公益事業学会
4. 発表年 2017年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考