

# DEA によるごみ処理サービスの 生産性分析\*

## Productivity Analysis of Refuse Disposal Service by DEA

鈴木 遵也\*\*

Refuse disposal service is a public service which bears closely on daily life of residents but the total cost was about 2,400 billion yen for the 2010 fiscal year. Municipalities need to raise productivity of refuse disposal service together with other public services.

There are few previous studies that measure productivity by both clearly defined output and input. Thus, the output for refuse disposal service, which consists of collection, intermediate disposal, and final disposal, is defined in this paper, and the productivity is measured in relationship to input. Likewise, with respect to positive analysis, after factors that a municipality is unable to control are removed, measurement of the productivity is undertaken by data envelopment analysis( DEA), which has the features of being a non-parametric approach.

Junya Suzuki

JEL : C14, D24, H72

キーワード : ごみ処理サービス、包絡分析法、生産性

Keywords : Refuse disposal service, Data envelopment analysis, Productivity

---

\* 本稿は関西学院大学において行われた「2012年度夏季研究会」における報告に基づいている。研究会において有益なコメントを下された先生方に謝意を表したい。また、本稿の作成にあたって丹念にご指導をいただいた林宜嗣教授(関西学院大学)、「自治体生産性研究会」でお世話になった瀬口浩一准教授(琉球大学)、林田吉恵准教授(島根県立大学)、若松泰之研究員(関西学院大学)、林亮輔准教授(鹿児島大学)にこの場をお借りして謝意を表したい。なお、本稿における誤り・課題は全て筆者の責任である。

\*\* 関西学院大学大学院研究員。

## 1 はじめに

朝のごみ出しや収集車によるごみの回収を誰もが目にしたことがあるように、行政サービスの中でも「ごみ処理サービス」は最も住民の日常生活に密着しているサービスと言えるかもしれない<sup>1)</sup>。地方自治法第2条には「地方公共団体は、その事務を処理するに当つては、住民の福祉の増進に努めるとともに、最少の経費で最大の効果を挙げるようにしなければならない」と定められている。もちろんこのことは日常生活において馴染みの深いごみ処理サービスにとっても例外ではない。

一般廃棄物等の収集処理等に要する経費である清掃費は2005年度から2010年度にかけて約9.6%減少しているが、金額は2010年度において約2兆4000億円と大きく、投入される経費の削減のみならず生み出されるサービスとの関係の中で、他の行政サービスと同様にごみ処理サービスに関してもより一層生産性を向上させる必要があるだろう。

これまでごみ処理サービスに関する研究を行ったものには、Hirsch (1965)、Stevens (1978)、Domberger, Meadowcroft, and Thompson (1986)、瀬口・三木 (2007, 2009)、などがある。Hirsch (1965)、Stevens (1978)、Domberger, Meadowcroft, and Thompson (1986) ではごみの収集段階に分析の焦点を絞り、費用関数の推計が行われており、瀬口・三木 (2007, 2009) ではごみの収集、中間処理、最終処分といった全ての段階を対象とした費用関数の推計が行われている。

しかし、これらの研究においては「収集回数当たり費用」、「総費用」、「人口一人当たり費用」といった費用が推計の対象となっており、アウトプットを明確に定義したうえでアウトプットとインプットの両面から生産性が明らかにされているわけではない。

そこで、本稿においてはごみ処理サービスのアウトプットを明確に定義し、インプットとの関係性の中で生産性を計測する。ごみ処理サービスには収集、中間処理、最終処分といった3つの段階が存在することから、それぞれの段

---

1) 本稿における「ごみ処理サービス」とはごみの収集、中間処理、最終処分の全てを含んだサービスのことである。また、「し尿」を除く一般廃棄物を分析の対象としている。

階ごとにアウトプットを明らかにしたうえで、3つの段階全てを含むアウトプットを定義する。

また、推計を用いるパラメトリックな分析では誤差項の存在により全ての要因が捕捉できないことから、推計を行わずインプットとアウトプットの関係性により生産性を計測できる、ノンパラメトリックな包絡分析法（Data Envelopment Analysis：以下DEAとする）によって生産性の計測を行う<sup>2)</sup>。その際、生産性には地域特性など自治体にとってコントロール不可能な要因（以下、非裁量要因と呼ぶ）が含まれるため、そうした要因を取り除いたうえで生産性を計測する。

本稿の流れは以下の通りである。

まず、第2節においてごみ処理における収集、中間処理、最終処分といった3つの段階について触れ、全ての段階を考慮したアウトプット指標を作成する。次に第3節では、DEAに相応しいインプットデータを選出し、データの整理を行う。また、第4節ではDEAによる分析の枠組みについて触れる。そして第5節において、定義されたインプットとアウトプットのデータを用いて、自治体にとってどうすることもできない非裁量要因を考慮したうえで、DEAによってごみ処理サービスの生産性を計測する。最後に第6節はむすびとする。

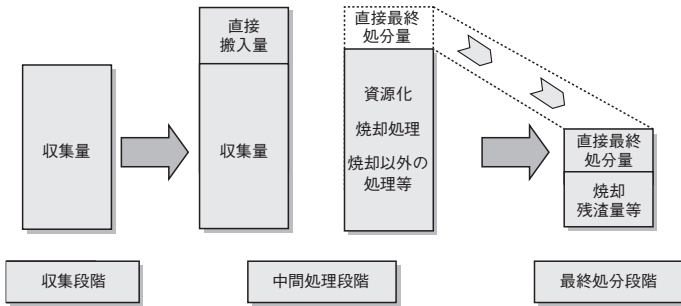
## 2 ごみ処理の段階とごみ処理サービスのアウトプット

ごみ処理サービスの生産性を計測するために、ここではまずアウトプットを明確に定義する。ごみ処理サービスは収集、中間処理、最終処分の3つの段階に分かれており、図1はそれらを図示したものである。収集されたごみと処理場に直接持ち込まれたごみが処理の対象となるが、それら全てが中間処理を施されるわけではなく、直接最終処分されるごみもある。こうした実態を考慮したうえで各段階のアウトプットを定義すると以下ようになる。

---

2) 生産性の要因分析を目的とする場合は、検定を行えることからパラメトリックな分析が望ましいと考えられる。

図 1 ごみ処理サービスにおける 3 つの段階



収集段階のアウトプット = 収集量

中間処理段階のアウトプット = 直接搬入量 + 収集量 - 直接最終処分量

最終処分段階のアウトプット = 直接最終処分量 + 焼却残渣量など

アウトプットを生み出すために必要なコストは各段階で異なるため、3 段階トータルアウトプットが同じでも、段階毎のアウトプット比率の違いによってコストが異なるということは十分に考えられる。そしてこの段階毎のアウトプットの比率は直接最終処分可能なごみが多いか少ないかといったような要因によって影響を受けるため、自治体にとってコントロール不可能であると考えられる。そこで、段階毎の処理コストの違いを考慮したうえでウェイト付けを行い、第  $m$  自治体におけるごみ処理サービスのアウトプットを以下のように定義する<sup>3)</sup>。

$$O_m = \alpha_1 O_{1m} + \alpha_2 O_{2m} + \alpha_3 O_{3m}. \quad (m = 1, \dots, n) \quad (1)$$

$O_{1m}$  : 収集におけるアウトプット

$O_{2m}$  : 中間処理におけるアウトプット

3) アウトプットのウェイト付けの方法は斎藤・日高 (1985) に基づいている。

$O_{3m}$ ：最終処分におけるアウトプット

$\alpha_1$ ：収集のウェイト

$\alpha_2$ ：中間処理のウェイト

$\alpha_3$ ：最終処分のウェイト

各段階のアウトプットのウェイトには、アウトプット当たりコストの自治体平均値を用いる<sup>4)</sup>。このようにして計算されたアウトプットは段階毎の処理コストの違いを考慮しており、以降の生産性分析でごみ処理サービス全体のアウトプットとして用いられるものである。

### 3 インプットの選定

続いてここではアウトプットを生み出すためのインプットを定義する。ごみ処理サービスの費用内訳は以下の通りとなっており、本稿では投入された金額に対してアウトプットがどれくらい生み出されているかを問題として取り扱うため、この費用データを整理することでインプットを選定する。

ごみ処理サービス総費用＝建設改良費＋処理及び維持管理費＋その他
---------------------------------

建設改良費＝工事費＋調査費＋建設改良費組合分担金
処理及び維持管理費＝人件費＋処理費＋車両等購入費＋委託費
＋処理及び維持管理費組合分担金＋調査研究費

ごみ処理サービスの費用は大きく建設改良費、処理及び維持管理費、その他に分類され、建設改良費と処理及び維持管理費は更に細かく費用が分類されている。これらのデータを用いてインプットを以下のように定義した。

人件費＝人件費＋委託費（人件費部分）＋組合分担金（人件費部分）

4) 各自治体で段階毎にアウトプット 1 単位を生み出すために必要なコストを計算し、収集、中間処理、最終処分、それぞれに関して自治体平均値を計算し、各段階におけるアウトプットのウェイトとして使用する。

$$\begin{aligned} \text{処理費} &= \text{処理費} + \text{委託費（処理費部分）} + \text{組合分担金（処理費部分）} \\ \text{その他費用} &= \text{調査研究費} + \text{その他} \end{aligned}$$

人件費は労働としてインプットに採用しており、処理費は資本ストックが多いほど大きくなると考えられるため、資本の代理変数としてインプットに採用している<sup>5)</sup>。また、人件費と処理費以外の費用をその他費用として用いる。これら3つのインプットによってアウトプットが生み出されていると考え、生産性の分析に用いる。

#### 4 DEA による分析の枠組み

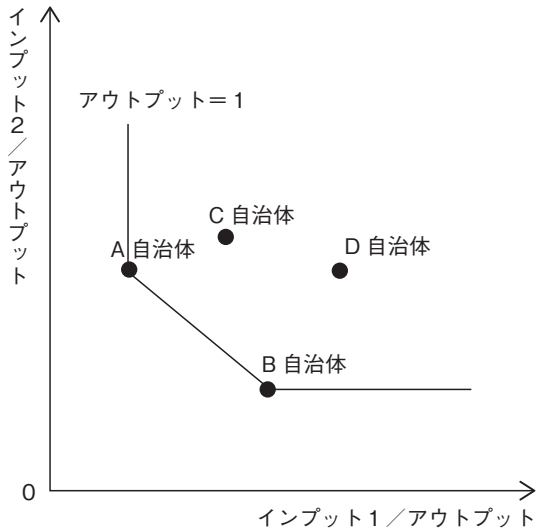
本稿で生産性の分析に用いる DEA とは事業体（本稿では自治体）に関するアウトプットとインプットのデータから最も効率的なフロンティアを形成し、フロンティアからのかい離の程度によって事業体ごとの効率値を計測する分析手法のことである。

図2は投入指向型の DEA の理論的枠組みを図示したものであり、4つの自治体が2つのインプットを使ってアウトプットを生み出しているという前提で図が描かれている。このとき、アウトプット1単位当たりのインプットが最も少ない自治体 A、B によって効率的フロンティアが描かれているため、フロンティア上にある自治体 A、B は計測される効率値が最も高く、1として計測される。一方、アウトプット1単位当たりのインプットが自治体 A、B よりも多い自治体 C、D は効率的フロンティアから離れた位置に図示されており、このフロンティアからのかい離が大きければ大きいほど、効率値は1を大きく下回り小さく計測される。本稿ではごみ処理サービスに関して自治体ごとに効率値を計測し、その値を生産性の値として用いる。

DEA ではアウトプットを一定としてインプットを最小にする投入指向型モデルと、インプットを一定としてアウトプットを最大にする産出指向型モ

5) 委託費と組合分担金はもともと人件費と処理費に分かれていない。委託費は委託費以外の人件費と処理費の割合を使って按分しており、組合分担金は組合の人件費と処理費の割合を都道府県ごとに算出し、各都道府県内の自治体にその割合を適用して按分している。

図 2 DEA の理論的枠組み



デルの選択ができる。ごみ処理サービスにおけるアウトプットは排出される住民のごみの量や質に影響を受け、自治体にとってアウトプットはほとんど外生的に決まるため、ごみ処理サービスの分析では投入指向型モデルを採用することが望ましい<sup>6)</sup>。

さらに DEA では規模に関して収穫一定と仮定して効率値を計測する CRS モデルと、規模に関して収穫可変と仮定して効率値を計測する VRS モデルの選択が可能である。ごみ処理サービスに関しては規模の経済性が働き、ごみ処理の規模も自治体にとっては外生的であるため、規模の経済性による影響を取り除いたうえで効率値を計測できる VRS モデルを採用することが望ましい<sup>7)</sup>。すなわち、本稿で用いる DEA のモデルは投入指向型の VRS モデルである。

6) ごみの排出量に関する研究は、植田 (1992) pp.66-70、丸尾・西ヶ谷・落合 (1997) pp.164-168 などを参照。

7) ごみ処理サービスにおける規模の経済性の存在については Stevens (1978) を参照。ごみの収集段階に限ってはあながち、規模の経済性の存在が実証的に明らかにされている。

## 5 DEA による生産性の計測

ここでは、これまで定義してきたアウトプットとインプットを用いて DEA による生産性の計測を行う。しかし、計測される生産性には自治体にとっての非裁量要因が含まれているため、それらの影響を取り除いたうえで生産性の計測を行う必要がある。計測は以下の手順で行う<sup>8)</sup>。

- (1) アウトプットとインプットのデータを使って DEA により生産性を計測する。
- (2) その際に自治体ごとにスラック（インプットの過剰量）が得られるため、スラックを被説明変数、非裁量要因を説明変数とした Tobit 推計を行う<sup>9)</sup>。
- (3) Tobit 推計により得られたパラメータを用いて非裁量要因による影響を取り除き、アウトプットと調整後のインプットを使って再度 DEA により生産性の計測を行う。

そこでまず 2009 年度の全国 786 市のデータを使って DEA により生産性を計測した。そして、その際に得られたスラックが非裁量要因によってどのような影響を受けているかを明らかにするため、まずごみ処理サービスの非裁量要因として以下の変数を取り上げる。

### ①生活系ごみ排出量

処理や最終処分効率性に関する変数。処理しやすいごみの種類として採用している。

### ②粗大ごみ排出量

①と同様に処理や最終処分効率性に関する変数。処理しにくいごみ

---

8) 本稿における生産性の計測方法は林・瀬口・林田・若松・林 (2012) で行われている多段階アプローチを参考にしている。

9) 最も効率的な自治体のスラックは 0 の値をとり、被説明変数に 0 が含まれることから Tobit 推計を行っている。



の種類として採用している。

### ③ 集団回収量

住民によって自主的に回収されているごみの量。自治体のアウトプットにはカウントされないため、自治体のアウトプットを減らす要因として採用している。

### ④ 事業所数

事業所から排出されるごみの量は家庭から排出されるごみの量よりも多いため、収集効率に影響する変数として採用している。

### ⑤ 課税対象所得額

課税対象所得額は一人当たり課税対象所得額と人口によって決定され、どちらが高くて都市としての要素を表すため、都市化の代理変数として採用している。

これら非裁量要因を説明変数、DEA により得られたスラックを被説明変数として Tobit 推計を行った結果は表 1 の通りである。スラックはインプットの過剰量であるから、係数の符号が正の非裁量要因は生産性を低くする方向に作用し、符号が負の非裁量要因は生産性を高くする方向に作用すると読みとれる。表中には有意な結果だけが記されており、その符号条件は満たされている<sup>10)</sup>。

続いてこれらの推計結果を用いて非裁量要因による影響を取り除き、DEA により生産性の値を計測した結果が図 3 である。ただし、786 市全ての結果を掲載することはできないので、都道府県ごとに自治体の生産性の平均値を算出し、都道府県単位で非裁量要因を取り除く前と取り除いた後で生産性を比較できるように図をまとめてある。非裁量要因を取り除く前と取り除いた後とでは、平均値でも生産性の値に変化がみられ、都道府県間で順位の

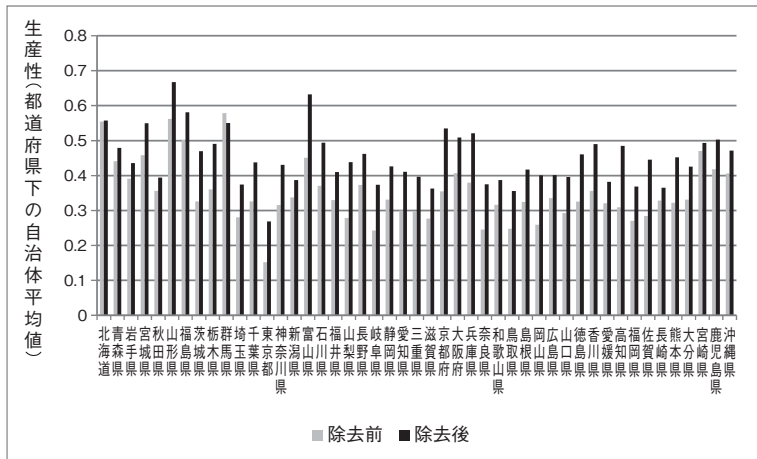
10) ただし、都市化の程度を表す課税対象所得額に関しては、都市化にはメリットとデメリットの両面があると予想されるため符号条件は明確ではない。推計結果により係数の符号が正であることから、都市化のデメリットが大きく影響し、生産性を低くする要因として作用していると読みとれる。

表 1 スラックへの非裁量要因の影響

	slack (人件費)		slack (処理費)		slack (その他費用)	
	係数	t 値	係数	t 値	係数	t 値
定数項	193434	10.1395***	302354	18.9113***	-44011.3	-4.58574***
生活系ごみ排出量	-4.3468	-2.6230***	-3.2558	-2.3361**	-1.3956	-2.0369**
粗大ごみ排出量	8.6463	2.6281***	9.4210	3.4267***	5.2895	3.3853***
集団回収量	8.9226	2.1373**	8.5967	2.4463**	—	
事業所数	-10.8029	-3.3162***	-6.4890	-2.3535**	—	
課税対象所得額	1.5603	6.9148***	0.9678	5.0993***	0.3052	2.9529***

(備考) \*\*\* は有意水準 1%、\*\* は有意水準 5% で有意であることを示す。

図 3 非裁量要因除去前と除去後の生産性値



入れ替わりが生じている。

また、786 市全ての自治体に関して生産性の基本統計量をまとめたものが表 2 である。非裁量要因の要因を取り除く前に比べて、取り除いた後では標準偏差が小さくなっており、非裁量要因によって自治体間の生産性に格差が生じていたことが分かる。

これらのことから非裁量要因を取り除いたうえで自治体間の生産性を比較することの重要性が読みとれる。

表 2 自治体生産性の基本統計量

	平均	標準偏差	最大値	最小値
生産性（除去前）	0.3508	0.0860	0.5786	0.1513
生産性（除去後）	0.4492	0.0760	0.6677	0.2683

## 6 むすび

本稿ではごみ処理サービスのアウトプットを明確に定義し、非裁量要因を取り除いたうえでDEAにより生産性を計測した。もし仮に全ての非裁量要因を取り除くことができているならば、生産性の格差は自治体にとってコントロール可能な要因（裁量要因）によってのみ起こっていることになる。自治体間で生産性を比較する場合、この裁量要因によって生じている格差を問題とすべきであり、その場合、非裁量要因をどれだけ正確に取り除けているかが分析の精度を左右することになる。本稿では、①生活系ごみ排出量、②粗大ごみ排出量、③集団回収量、④事業所数、⑤課税対象所得額といった5つの非裁量要因を取り上げて分析を行ったが、変数の選択に関しては今後さらに精緻化を図っていく必要があるだろう。

また、どのような裁量要因によって生産性格差が生じているかを分析することが自治体の生産性を高めるための重要なヒントになるため、裁量要因についての分析を行うことが今後の課題といえよう。

## 参考文献

- Domberger, S., Meadowcroft, S. A., and Thompson, D. J. (1986), "Competitive Tendering and Efficiency : The Case of Refuse Collection," *Fiscal Studies*, Vol.7(4), pp.69-87.
- Hirsch, W. Z. (1965) "Cost Function of an Urban Government Service : Refuse Collection," *The Review of Economics and Statistics*, Vol.47, pp.87-92.
- Stevens, B. J. (1978) "Scale Market Structure, and the Cost of Refuse Collection," *The Review of Economics and Statistics*, Vol.60(3), pp.438-448.
- 植田和弘 (1992) 『廃棄物とリサイクルの経済学』有斐閣.

瀬口浩一・三木潤一（2007）「沖縄島嶼地域の特性と一般廃棄物処理サービスの生産性—費用関数とケース・スタディに基づく分析—」『琉球大学 経済研究』第 73 号 pp.15-29.

—————（2009）「一般廃棄物処理サービスの広域化・大規模化と島嶼地域の特性—費用関数とケース・スタディに基づく分析—」『琉球大学 経済研究』第 77 号 pp.29-39.

斎藤達三・日高昭夫（1985）『自治体行政の生産性—効率化追求の新方向』日本能率協会.

林宜嗣・瀬口浩一・林田吉恵・若松泰之・林亮輔（2012）『地方公営企業及び自治体の技術効率性—非裁量要因を考慮した DEA に基づく評価—』アジア太平洋研究所研究報告書.

丸尾直美・西ヶ谷信雄・落合由紀子（1997）『エコサイクル社会』有斐閣.

#### 統計データ

環境省編『一般廃棄物処理実態調査結果（平成 21 年度実績）』.

総務省編『統計でみる市区町村のすがた』各年版.