

一般廃棄物処理行政の効率性評価に関する研究

川本清美¹・井村秀文²・森杉雅史³

¹ 学生員 農修 名古屋大学大学院環境学研究科 博士後期課程 (〒464-8603 名古屋市千種区不老町)

E-mail: kawamoto@urban.env.nagoya-u.ac.jp

² 正会員 工博 名古屋大学教授 大学院環境学研究科 (〒464-8603 名古屋市千種区不老町)

³ 正会員 工博 名古屋大学助手 大学院環境学研究科 (〒464-8603 名古屋市千種区不老町)

循環型社会形成のための廃棄物処理行政の重要性が高まる一方、国・地方の財政事情は厳しさを増しており、事業の効率性を適切に評価し、その改善を図ることが重要となっている。また、効率性の評価においては、金銭的に見た費用対効果の側面だけでなく、人・技術・パートナーシップといった要因によって形成される管理能力の役割を評価することの重要性も認識されつつある。そこで本研究では、Data Envelopment Analysis: DEA 手法を用い、都道府県データにより、一般廃棄物処理事業における管理能力が資源化率、総廃棄物収集量に与える影響を評価し、DEAの有効性を検証する。この結果、県民の経済レベルが高くなるほど効率が高まる傾向があり、管理能力がバランスよく利用されることが示された。

Key Words: Solid Waste Management, Management Capacity, Data Envelopment Analysis, Efficiency, Economical Level

1. はじめに

近年、循環型社会形成を目指して、廃棄物処理行政は大きな転換を迎えている。すなわち、廃棄物の適正処理という枠組みにとどまらず、3R(リデュース、リユース、リサイクル)を含めた総合的な取組みが求められている。他方、厳しさを増す財政事情の下で、国・地方の行政施策全般の効率性改善が求められ、効率性の評価方法が問題となっている。廃棄物処理行政においてもこの事情は同じであり、個々の処理施設の運転に関する稼働効率だけでなく、施設建設に対する費用対効果の検討にも注意が払われ始めている。このため、環境省は「平成15年度廃棄物処理施設整備に対する国庫補助事業に関する事前評価」¹⁾を発表している。

一般に、事業の効率性は、事業へのインプットとそれから得られるアウトプットの比で評価される。ここで問題となるのは、インプットとアウトプットをどのような指標で評価するかである。費用便益分析においては、両者をともに金銭価値に換算して評価する。しかし、金銭価値で評価しにくい項目も多く、相互に同じ単位・スケールで並べることのできない項目もある。廃棄物処理においては、焼却施設等の技術だけでなく、住民と行政の協働が重要であり、人・技術・パートナーシップに関連する諸要素が有機的に連携して効果が発揮される²⁾。こ

うした異なる要素を1つの分析枠組みの中で取り扱う方法として開発されたのが包絡分析法(Data Envelopment Analysis: DEA)である。この方法は、性質の異なる複数の投入要素、産出要素を用いて事業体の相対評価ができ、公共事業の効率性評価のために諸外国で広く適用されている³⁾。日本においても、下水道事業(寺田)⁴⁾、廃棄物(竹内ら)⁵⁾、農協(末吉)⁶⁾、消防サービス(宮良ら)⁷⁾等への適用が報告されている。

本研究では、上記の特徴を持ったDEAを用いて廃棄物処理行政の効率性評価を試みる。行政の単位としては、市町村を含む都道府県とする。現在のわが国の一般廃棄物処理行政は市町村所管の事業であり、処理方式や市民参加の方式も市町村によって異なる。したがって、市町村ごとの効率性の比較評価のためには市町村を単位とした分析が必要である。しかし、DEAは、ある程度共通の特徴を有する事業体を対象とした上で、事業体間の違いを表す因子を抽出し、それが効率性に及ぼす効果を分析するのに適した方法である。このため、都市と農村、大都市と地方小都市のように大きな差のある事業体の比較評価には必ずしも適さない。よって本論文では、分析の第一歩として、都道府県を1主体とみなし、それぞれで集計された値を用いた分析を進める。もちろん、市町村の相互比較も重要な課題であり、そのためには、人口規

模等で類似した市町村を対象に選んで分析することが考えられる。

本分析においては、事業へのインプットとして、担当職員の貢献度、処理施設の処理能力、市民の貢献度といった、事業の推進に必要な能力を取り上げる。これは、視点を変えれば、廃棄物処理に関連する管理能力を意味する。また、事業のアウトプットとしては、環境サービス供給水準を示す廃棄物収集量や資源化率を採用する。以上の項目によって、インプットとアウトプットの関係 DEA によって分析する。

本研究の目的は、廃棄物処理行政評価において、管理能力を定量化し、評価体系を構築することである。

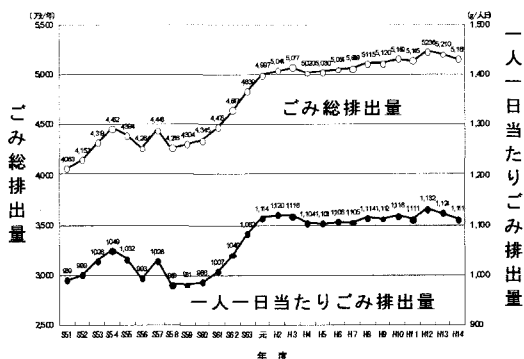


図-1 日本におけるごみ総排出量と一人一日当たりのごみ排出量の推移⁸⁾

2. 日本における廃棄物行政の動向

日本におけるごみ総排出量は、2000年度の5,236万tにてピークを迎え、以降減少に転じている(図-1)。一方、資源化量、資源化率は近年増加の一途を辿り、2002年度の資源化率は15.9%に至っている⁸⁾。

表-1に示した日本における廃棄物制度の変遷からは、廃棄物管理の視点の変化が読み取れる。1954年に清掃法が公布されてからは、ごみを収集するという衛生対策が主な機能であった。その後、1970年代からは廃棄物処理法が公布され、環境に配慮した処理という視点が新たに加わるようになった。1990年代に入ると、リサイクル関連の制度が相次いで制定され、資源化の視点が重要視されるようになった。図-1において顕著であるように、廃棄物量が減少に向かう転換時となった2000年には、容器包装リサイクル法が全面的に施行されるに至っている。同法は、廃棄物量の減少、資源化量の増加をもたらした要因のひとつであったことが、岡山ら¹⁰⁾によって報告されている。

本研究では、環境省「一般廃棄物処理事業実態調査」に用いられた処理フローを、各都道府県共通の一般系

表-1 日本における主な廃棄物制度の変遷⁹⁾

1900.3	「汚物掃除法」公布(4月施行)(1954.4廃止)
1954.4	「清掃法」公布(7月施行)
1970.12	「廃棄物処理法」公布(1971.9施行) 「海洋汚染防止法」公布(1971.6施行)
1991.4	「再生資源利用促進法」公布
1992.12	「バーゼル法」公布
1995.6	「容器包装リサイクル法」公布(2000.4全面施行)
1998.6	「家電リサイクル法」公布(2001.4完全施行)
1999.7	「ダイオキシン類対策特別措置法」公布
2000.5	「建設リサイクル法」公布(2002.5完全施行) 「グリーン購入法」公布(2001.4完全施行)
2000.6	「循環型社会形成推進基本法」公布(2001.1完全施行) 「廃棄物処理法」改正(2001.4完全施行) 「食品リサイクル法」公布(2001.5完全施行)
2001.4	「資源有効利用促進法」施行
2002.7	「自動車リサイクル法」公布
2003.6	「産廃特措法」公布・施行

と定義している。なお、廃棄物処理行政を利用しない自家処理量は対象外とした。図-2は、2002年度の処理量データをを用いて、処理フローを説明したものである。総処理量の78.4%が直接焼却処理されている特長がある。

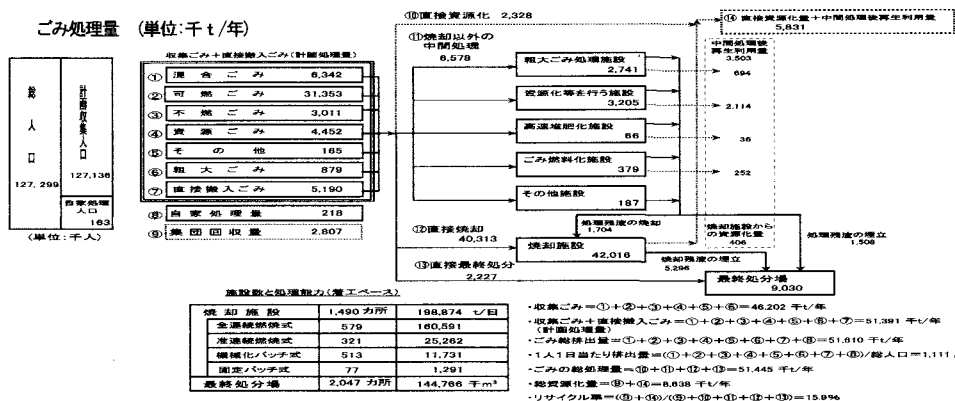


図-2 日本における廃棄物処理フロー (2002年度データ)⁸⁾

3. 本研究での管理能力について

リサイクル関連法が相次いで施行され、循環型社会の形成に向かっている日本の一般廃棄物処理の在り方について、中央環境審議会は、2005年に意見具申として「循環型社会を目指すための基本施策の充実」「発生抑制・再利用・循環的利用の推進」「適正な処分の推進」の方向性を提示している¹⁰⁾。これらの方向性を実現するにあたっては、具体的な「廃棄物行政に関わる人」「廃棄物関連制度」、「市民と行政のパートナーシップによる発生抑制及び減量化」「廃棄物を扱う技術」といった推進力が必要になる。よって一般廃棄物処理に対する能力の評価には、このような具体的な推進力を評価することが必要とされる。

本研究では、今回得られたデータの妥当性を考えた上で、このような循環型社会の推進力である「人」「パートナーシップ」「技術」に着目し、それらを取り巻く外部要因、内部要因と合わせて廃棄物処理行政における管理能力と定義した。その関係を図-3に示す。効率性の計算においては、投入要素（管理能力）、産出要素（環境サービスである総廃棄物収集量、資源化率）として用いている。

(1) 人

廃棄物処理を実行するために必要な計画能力、運用能力などを個人の能力として有する人材の集団。代表指標には、市町村および組合における廃棄物関連職員数（一般職員＋技能職）を用いた。

(2) パートナーシップ

市民と行政が廃棄物情報を共有する、行政が決定した条例等への参加度合いなど、市民と行政間の双方向の活動をさす。代表指標には、市民のごみ分別への参加を近似するデータとして、自治体により決められたごみ分別数を用いた。項目は、0種類～11種類以上の区切りとし、都道府県ごとに平均を求めた。なお、分別数は、市民のごみ分別への参加度合いという限定的な意味で用いており、市民と行政間の合意度合いなどを示すものではない。

(3) 技術

技術能力を示すため、その代表指標となりうるものとしては、焼却処理能力、埋め立て処分能力、資源化を行う施設の処理能力などが考えられる。日本の廃棄物処理の傾向として焼却処理が7割を超えていることから、代表指標として、1日あたりの焼却処理能力を取り上げた。ただしここでの焼却処理能力は、技術のレベルではなく、処理の容量を対象とし、現在広く使われている技術がどの程度運用されているかを示す。

(4) 内部要因

人、技術、パートナーシップを支える要因のひとつに費用がある。人件費、処理費、施設建設費などがあるが、代表指標には、廃棄物収集量や資源化率の増減に直接的に関係する、処理費（収集運搬費＋焼却処理を含む中間処理費＋最終処分費）を用いた。

(5) 外部要因

人、技術、パートナーシップに、循環的に作用する要因のことである。効果は直接的ではないが、人・技術・パートナーシップの改善に間接的にかわる指標である。H16年度循環白書にも述べられているように、廃棄物不法投棄は循環型社会構築の障害となっている⁹⁾等、全国的な社会問題となっている。苦情を届け出る行為には、廃棄物処理行政への感心の高さ、間接的な改善の提示の作用が考えられる。そこで代表指標は、一般廃棄物不法投棄に関する苦情件数とした。

一般的に廃棄物処理事業においては、投入要素は、総廃棄物収集量と資源化率に対して同じような相関を持つわけではない。これは、総廃棄物収集量は都道府県の人口規模などに左右される変数であり、資源化率は行政の分別制度内容、市民の関心の高さなどに左右される変数であるためと推察される。しかしながら、今日の日本における一般廃棄物処理行政は、廃棄物量を減少させ、資源化率を上げるといった両者を扱う方向性をとっており、別々に考えられるべきものではない。よって本研究では、総廃棄物収集量と資源化率からなる環境サービス総体に対して、投入要素の効率性を分析している。

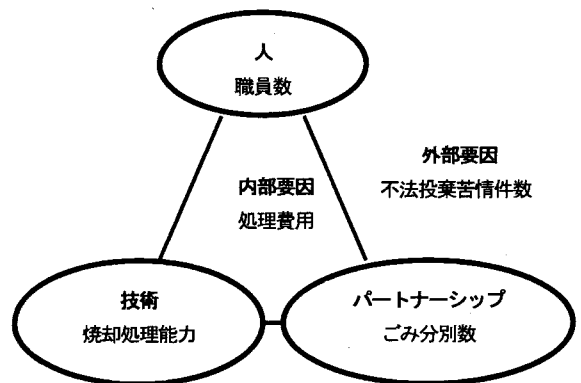


図-3 本研究における管理能力

4. 包絡分析法(DEA)の特徴

DEAは、事業体の効率化評価手法のひとつであり、投入要素や産出要素の単位を問わない、複数の投入産出要素を同時に扱えるといった利点がある。また事業体の改

善案や長所の把握ができるといった管理実務に利用しやすい特徴もある。本研究では、効率値計算にCCRモデル、各投入要素の特徴把握にNCNモデル、年度間の効率値の変化内容の把握にMalmquist指数を用いた。使用したソフトは、「College Analysis」「On Front Version2」「包絡分析法DEA」である。

(1) CCR モデル

DEAの効率値は、Decision Making Unit: DMUと呼ばれる評価対象の事業体において、それぞれ重み付けされた投入と産出の比で求められる¹²⁾。CCRモデルとは、事業体の投入産出技術において、規模に対して収穫一定を前提とするモデルである。ここでは入力指向型CCRモデル（最も少ない投入量により、観測されている産出量を生産することを目的する）を用いて議論を展開する。効率値の推計は、DMUの数を n 個、投入要素を m 個、産出要素を s 個、とした時、式4-1aの分数計画問題として示される¹³⁾。この時、効率値を計算しているDMUは o 、投入データは x 、産出データは y で示される。 v 、 u は投入、産出要素にかかるウェイトとし、効率的なDMUは、効率値が1となる。本研究では、 x_1 =廃棄物関連職員数、 x_2 =処理費、 x_3 =1日当たり焼却処理能力、 x_4 =分別数、 x_5 =不法投棄苦情件数とし、 y_1 =総廃棄物収集量、 y_2 =資源化率のようになる。

$$\begin{aligned} \max \quad & \theta_o = \frac{u_1 y_{1o} + u_2 y_{2o} + \cdots + u_s y_{so}}{v_1 x_{1o} + v_2 x_{2o} + \cdots + v_m x_{mo}} \\ \text{s.t.} \quad & \frac{u_1 y_{1j} + u_2 y_{2j} + \cdots + u_s y_{sj}}{v_1 x_{1j} + v_2 x_{2j} + \cdots + v_m x_{mj}} \leq 1 \\ & u \geq 0 \\ & v \geq 0 \\ & j = 1, 2, \dots, n \end{aligned} \quad (4-1a)$$

図4に、2投入1産出のケースにおけるCCRの概念を示す。図中には、ABCDEの5つのDMUが示されている。フロンティア上のDMUは効率的と判断されるため、DMU Aは非効率であり、効率値は OA_1/OA で計算される。

通常DEAでは上述の分数計画問題を一般の線形計画問題に変換し、その双対問題が解かれる。双対問題は、 X, Y をそれぞれDMUの投入、産出要素の行列、 x_o, y_o をそれぞれ効率値の測定対象であるDMU $_o$ の投入、産出ベクトルとしたとき、実数 θ_o とベクトル $\lambda = (\lambda_1, \dots, \lambda_n)^T$ を変数として、4-1b式のように書くことができる。

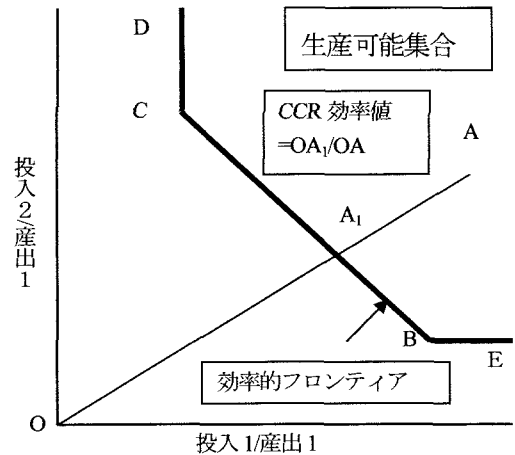


図-4 CCR 効率値概要

$$\begin{aligned} \min \quad & \theta_o \\ \text{s.t.} \quad & \theta_o x_o - X\lambda \geq 0 \\ & y_o - Y\lambda \leq 0 \\ & \lambda \geq 0 \end{aligned} \quad (4-1b)$$

DEAは、生産技術レベルの違いを見るために用いられる手法であるが、DEAによる分析では、生産技術が規模に関して収穫一定であるか否かに関して統計的な検定は行えない⁷⁾。ただ、本研究の評価対象は、都道府県単位での廃棄物処理事業のため、環境サービスを提供する市場構造や、廃棄物量を左右する規制の程度など背景状況が似ており、規模が相違しても比較は不可能でないと考えられる。これらを考慮し、異なる規模間での比較を許すCCRモデルを採用している。また、4-1b式の最適解において、制約条件の少なくとも一つが純粋な不等式となる場合を考えれば明らかに、CCRモデルのフロンティアは必ずしも規模の収穫を一定にしているわけではない。したがって、特性の異なる変数を用いても、そのことが結果を制約することにはならない。

(2) NCN モデル

NCNモデルは、ある要素を制御不能変数とし、効率値を計算する¹⁴⁾。その効率値と、全要素を使って求めた効率値を比較すると、制御不能変数が効率値に与える影響を知ることができる。変数のうち、制御可能な部分を X^c, Y^c 、制御不能部分を X^N, Y^N とすると、以下のように表される。

$$X = \begin{pmatrix} X^C \\ X^N \end{pmatrix}$$

$$Y = \begin{pmatrix} Y^C \\ Y^N \end{pmatrix}$$

(4-2a)

DMU₀の効率値計算のモデル式は、以下のとおりである。

$$\begin{aligned} \min \theta \\ \theta x_o^C &\geq X^C \lambda \\ y_o^C &\leq Y^C \lambda \\ x_o^N &= X^N \lambda \\ y_o^N &= Y^N \lambda \\ L &\leq e\lambda \leq U \\ \lambda &\geq 0 \end{aligned}$$

(4-2b)

なお、CCR モデルで求めた効率値に、どの投入要素が影響を与えているのかを把握するには、廣松¹³⁾のように線形計画法でいう余剰を意味するスラックを用いる方法もあるが値は必ずしもユニークに決定されない¹⁴⁾との報告もあるため、本研究では用いていない。

(3) Malmquist 指数³⁾

本研究では、容器リサイクル法の完全施行が、管理能力効率値の年度変化へ影響したのかを検討するため Malmquist 指数を用いた。Malmquist 指数は、異なるフロンティア間の技術進歩について、フロンティアのシフトを考慮しつつ、生産性の変化を DEA を通じて計測することができる特徴がある。Malmquist 指数を用いると、生産性の変化を、「技術効率性の変化(Efficiency Change)」と「生産可能なフロンティアのシフト(Technological Change)」に分解できる(付録1)

5. 研究手法

本研究では、環境省「一般廃棄物処理事業実態調査」より、全国的に廃棄物量の減少が見られた2000年を通過点とする1999年から2002年の都道府県統計データ¹⁵⁾を用いている。一般廃棄物不法投棄に関する苦情件数は、公害等調査委員会「公害苦情調査結果」¹⁶⁾を利用している。まず、都道府県ごとに5投入(管理能力)2算出(資源化率、総廃棄物収集量)のCCRモデルを構築し、その効率性を計算する。次に、2002年のデータに着目してNCNモデルを構築・分析し、それぞれの管理能力の傾向を分析する。最後に、Malmquist指数を用いて、年度間の変化を検討する。資源化率(%)とは、((直接資源化量+中間

処理後再利用量+集団回収量)/(収集量+直接搬入量+集団回収量)*100のことである。また、総廃棄物収集量は、収集量+直接搬入量+集団回収量である。

6. 適用結果

(1) 環境管理能力CCR効率値分析結果

5投入(廃棄物関連職員数、1日当たり焼却処理能力、処理費、分別数、不法投棄苦情件数)2算出(資源化率、総廃棄物収集量)モデルにおけるCCR効率値を分析した結果を表-2に示す。4年間を通じて効率的であると判断された都道府県は、14都道府県であった。

東京都、沖縄県のような特異な都道府県が効率的と判断される理由は、フロンティアを形成するDMU(効率値1のDMU)は、近傍のDMUと比較して決定されるといったDEAの計算過程に由来する。すなわち、フロンティア線の端を形成するような特異な都道府県などは、近傍に比較対象が少ないため、見かけ上効率的と判断され易い。1999年のフロンティアをつくる優位集合(効率値1の都道府県)は19都道府県であり、中でもCCR効率値計算に最も影響力があったと思われるものは、出現回数(自分を含まない)が25回と最多の北海道であった。同様に影響力が最大の都道府県数は、2000年は、北海道(出現13回)、2001年は山形(23回)、2002年は北海道(20回)であった。単純に職員数や焼却処理能力などの高い都道府県が管理能力の効率性を決めるフロンティア形成に影響しているわけではないことが分かる。

この結果を検討するにあたり、既存の廃棄物量に関する研究を振り返ると、廃棄物量と変数との関係には、政策や、地域特性などが影響しており、純粋な特定は難しい中、家計消費と家庭ごみの量は強い相関がある¹⁷⁾などの報告がある。また、環境の管理能力に関しては、松岡ら¹⁸⁾の実証研究によれば、社会的環境管理能力(社会全体)は、一人あたりGDPの増加に伴い上昇していく傾向がある、と報告されている。そこで、本研究での、管理能力からみた効率値にも、経済レベルとの関連が見られるのか、検討することとした。図-5において、都道府県単位のCCR効率値と、GDP的要素を持つ一人当たり県内総生産を比較したところ、両者には、明確な線形関係はみられなかった。様々な県内総生産レベルに効率的な都道府県が存在し、図-5からのみ、説明変数と被説明変数の関係を明らかにすることは、困難である。しかしながら、図-5には、一人当たり県内総生産の増加に伴い、CCR効率値が増加していく傾向も見られる。

表-2 管理能力CCR 効率値結果

	1999	2000	2001	2002
北海道	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
青森県	0.9404	0.9838	0.9226	0.9686
岩手県	0.8352	0.8143	0.7909	0.8019
宮城県	0.9011	1.0000	1.0000	1.0000
秋田県	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
山形県	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
福島県	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
茨城県	1.0000	1.0000	1.0000	0.9830
栃木県	0.9531	0.8808	0.8225	0.7899
群馬県	0.8850	0.8772	0.9349	0.9813
埼玉県	0.9987	1.0000	1.0000	0.9823
千葉県	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
東京都	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
神奈川県	0.9132	1.0000	1.0000	0.9203
新潟県	0.9078	0.9702	0.9358	0.9467
富山県	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
石川県	0.8868	0.8160	0.7556	0.9422
福井県	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
山梨県	0.9202	0.9702	0.8784	0.8786
長野県	0.9252	0.9819	1.0000	0.9952
岐阜県	0.9288	0.9522	0.9253	0.8592
静岡県	0.9174	0.9457	0.9079	0.9028
愛知県	0.7023	0.8914	0.8765	0.8857
三重県	0.8152	0.8312	0.8118	0.9787
滋賀県	1.0000	1.0000	0.9408	1.0000
京都府	0.6372	0.7757	0.6867	0.5329
大阪府	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
兵庫県	0.9293	1.0000	1.0000	0.9657
奈良県	0.8903	0.9769	0.8762	0.8319
和歌山県	0.7304	1.0000	0.8214	0.6921
鳥取県	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
島根県	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
岡山県	1.0000	0.9839	0.9017	0.8953
広島県	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
山口県	0.8786	0.8757	0.8325	0.8781
徳島県	0.8875	0.8595	0.8296	0.9341
香川県	0.9375	1.0000	0.9262	1.0000
愛媛県	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
高知県	0.9922	1.0000	0.8057	1.0000
福岡県	0.9475	0.9906	1.0000	1.0000
佐賀県	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
長崎県	0.7265	0.7572	0.7272	0.6728
熊本県	0.7877	0.7963	0.8399	0.8498
大分県	0.9327	1.0000	1.0000	1.0000

宮崎県	1.0000	1.0000	0.9342	0.9556
鹿児島県	0.9324	0.9840	0.9392	0.9698
沖縄県	1.0000	1.0000	0.9845	1.0000
平均	0.9285	0.9556	0.9278	0.9360

そこで、両者の傾向を把握するため、恣意的ではあるが、100万円単位で県民経済レベルをグルーピングしたところ、グループごとの結果データ群の中心である平均値には、経済レベルが高い程、管理能力の効率性が高くなる傾向が見られた(表-3)。その一方、廃棄物処理の予算的意味を持つ、ごみ歳入(市町村分担金を除く特定財源+一般財源)と経済レベルごとにグルーピングしたCCR 効率値には明確な関連性はみられなかった。ゆえに、管理能力の効率性は、財政状況の豊かさより、県民の経済的豊かさによって高くなる傾向が推測される。

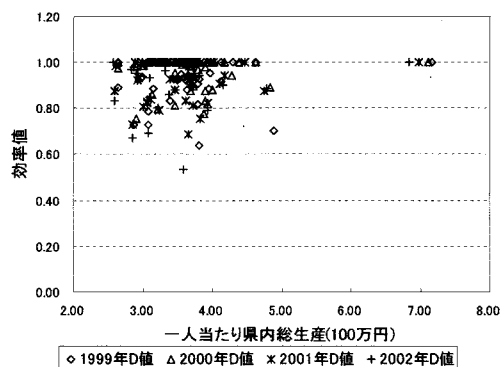


図-5 CCR 効率値と一人当たり県内総生産の関係

表-3 管理能力CCR 効率値と県内総生産の関係

一人当たり県内総生産(100万円/人)	1999年 効率値	2000年 効率値	2001年 効率値	2002年 効率値	平均効 率値
600万円以上	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
400-500万円	0.9240	0.9597	0.9450	0.9611	0.9475
300-400万円	0.9295	0.9561	0.9264	0.9364	0.9371
200-300万円	0.9147	0.9335	0.9120	0.9289	0.9223

(2) NCN 効率値による資産特徴分析結果

CCR 効率値において非効率と判断された都道府県においては、改善策を考えるにあたり、各投入要素の寄与度を評価する必要がある。全投入要素を使ったCCR 効率値とある投入要素を制御不能としたときのNCN 効率値を比較することにより、ある投入要素が効率値に与える影響を抽出できる。すなわち、CCR 効率値とNCN 効率値の差が正であれば、必要不可欠で寄与度が高いことになる。逆に負であれば、その要素は寄与度が低いとされる。2002年のCCR 効率値-NCN 効率値を表-4に示す。

表-4 CCR -NCN 効率値結果(2002 年)

		CCR効率値—NCN効率値					一人当たり 県内総生産 (100万円)	D効率値
都道府県		職員数の 寄与度	処理費の 寄与度	焼却能力 の寄与度	分別数の 寄与度	苦情件数 の寄与度		
一人当たり県内総 生産600万円以上	東京都	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	6.83	1.0000
	平均	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000		
一人当たり県 内総生産400 万円～500万 円	愛知県	-0.0200	-0.1143	0.0094	0.0517	0.0172	4.77	0.8857
	大阪府	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	4.42	1.0000
	滋賀県	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	4.18	1.0000
	静岡県	0.0209	-0.0166	0.0076	0.0584	0.0162	4.16	0.9028
	富山県	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	4.04	1.0000
	平均	0.0002	-0.0262	0.0034	0.0220	0.0067		
一人当たり県 内総生産300 万円～400万 円	福井県	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	3.97	1.0000
	栃木県	0.0238	-0.0031	-0.0928	0.0210	-0.0061	3.93	0.7899
	石川県	0.0020	-0.0180	0.2679	-0.0578	-0.0178	3.82	0.9422
	広島県	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	3.75	1.0000
	三重県	-0.0213	-0.0213	0.0125	0.0221	-0.0213	3.74	0.9787
	群馬県	0.0410	0.0044	-0.0187	0.0026	-0.0158	3.72	0.9813
	山口県	-0.0992	-0.0243	0.0701	0.0843	-0.0099	3.71	0.8781
	岡山県	-0.0467	-0.0580	0.0330	0.0650	0.0077	3.71	0.8953
	茨城県	0.0300	0.0056	-0.0170	0.0022	-0.0170	3.66	0.9830
	香川県	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	3.66	1.0000
	新潟県	0.0947	0.0127	-0.0172	0.0071	-0.0003	3.65	0.9467
	宮城県	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	3.59	1.0000
	福島県	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	3.59	1.0000
	長野県	0.0077	0.0014	-0.0048	0.0009	-0.0048	3.59	0.9952
	京都府	-0.3416	-0.1497	-0.1477	-0.0324	-0.1321	3.58	0.5329
	神奈川県	-0.0552	-0.0106	-0.0469	0.0080	0.0034	3.49	0.9203
	大分県	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	3.47	1.0000
	福岡県	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	3.46	1.0000
	山梨県	0.0118	-0.0119	0.0602	-0.0511	-0.0358	3.46	0.8786
	北海道	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	3.44	1.0000
	岐阜県	-0.0065	-0.0259	0.0312	0.0939	-0.1408	3.37	0.8592
	兵庫県	0.0434	-0.0343	-0.0185	0.0065	0.0059	3.33	0.9657
	鳥取県	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	3.32	1.0000
	山形県	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	3.26	1.0000
	島根県	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	3.24	1.0000
	岩手県	-0.0259	-0.1981	-0.0739	0.0168	0.0161	3.22	0.8019
	佐賀県	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	3.18	1.0000
	千葉県	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	3.14	1.0000
	秋田県	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	3.13	1.0000
	愛媛県	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	3.11	1.0000
	熊本県	-0.0617	-0.0466	0.1357	-0.0362	0.0201	3.09	0.8498
	徳島県	-0.0659	-0.0659	0.2553	-0.0659	-0.0062	3.09	0.9341
	和歌山県	-0.1336	-0.0388	-0.0349	0.0635	-0.0671	3.09	0.6921
	平均	-0.0183	-0.0207	0.0119	0.0046	-0.0128		
一人当たり県 内総生産200 万円～300万 円	高知県	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	2.92	1.0000
	鹿児島県	0.0450	0.0077	-0.0059	-0.0016	-0.0302	2.91	0.9698
	宮崎県	-0.0100	0.0021	0.0768	0.0044	-0.0406	2.90	0.9556
	埼玉県	0.0455	-0.0177	-0.0067	0.0023	-0.0029	2.87	0.9823
	長崎県	-0.0874	-0.0854	0.0739	-0.0238	-0.0131	2.85	0.6728
	青森県	0.0036	0.0514	-0.0314	-0.0051	0.0114	2.84	0.9686
	奈良県	-0.1681	-0.0619	0.0524	0.1150	0.0134	2.59	0.8319
	沖縄県	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	2.58	1.0000
	平均	-0.0214	-0.0130	0.0199	0.0114	-0.0078		

前節においては、県民経済レベルごとにグルーピングされたCCR 効率値は、一人当たり県内総生産と関係があることが推察された。そこで、同様にグループ分けし、指標を比較することとした。結果については、全都道府県についてそれぞれ述べることも考えられるが、全体の傾向を把握するため、結果データ群の中心である平均値を用いて、グループごとの数値比較を行った。ただし、一人当たり県内総生産 600 万円以上のグループは、東京都のみで、効率性であるため分析は行っていない。

一人当たり県内総生産 400 万～500 万円のグループでは、職員数、焼却処理能力、分別数、苦情件数について、効率性への寄与度が高い。特に分別数の寄与度は、他のグループに比べて高いものであった。苦情件数についてのこのような結果は、この経済レベルグループでの特有のものであった。一方で、処理費については寄与度が低く見積もられていた。

一人当たり県内総生産 300 万～400 万円のグループでは、焼却処理能力、分別数について効率性への寄与度が高く、その他の管理能力は寄与度が低い。特に処理費は、寄与度が低かった。

一人当たり県内総生産 200 万～300 万円のグループでも焼却処理能力、分別数について寄与度は高く、その他の管理能力の寄与度は低くなった。中でも、職員数の寄与度が低く見積もられていた。

全体として見ると、経済水準が高くなるほど、効率性へ寄与する能力項目が増え、偏りなく管理能力の形成要因が高まっていることがうかがえる。一方、処理費は、経済レベルにかかわらず、寄与度が低い項目であった。

(3) 年度間の比較分析結果

年度間の比較をするために、ここでは Malmquist 指数を用いて、1999 年から 2002 年までの前年度に対する変化を計算した。都道府県計算結果の平均を、表-5 に示す。2000 年は、容器包装リサイクル法が完全施行された年である。2000 年の技術効率性の比 (EC) は 1.0345 であり、効率性の向上がみられる。これは、施設、人数といった管理能力はさほど変化なくとも、その稼働率で対応したとも考えられる。ここで用いている技術変化 (TC) とは、前年に対するフロンティアのシフト比率のことであり、2000 年は 0.9300 の低下、2001 年は 0.9213 の低下がみられたが、2002 年には 1.0140 の向上がみられた。制度変化による効率性への影響は、直後には見られなかった。資源化への取り組みをめぐって、管理能力上で一時的な混乱があり、TC の低下が起こったものと推測できる。2002 年には、その混乱が回復する傾向がみられるが、現時点では 2002 年以降のデータセットが不十分のため、TC の向上がその後も続くものであるかについては把握できていない。

表-5 Malmquist 指数による対前年度変化

	技術効率 性の比 (EC)	技術変化 (TC)	Malmquist 指数 (TFP)
(2000 年/1999 年) 平均	1.0345	0.9300	0.9600
(2001 年/2000 年) 平均	0.9745	0.9213	0.8966
(2002 年/2001 年) 平均	1.0066	1.0140	1.0185

7. まとめ

本研究では、廃棄物処理行政の評価に管理能力指標を応用することを提案し、DEA 手法を用いて従来の費用対効果分析にとどまらない評価体系を構築した。

1999 年度から 2002 年度までのデータセットを用いた分析の結果では、県民の経済レベルグループ単位において、経済レベルが高まるほど、管理能力の効率性も高まる傾向がうかがえた。

次に、NCN 効率値を用いた分析では、CCR 効率値に貢献する管理能力要因を抽出した。結果、経済レベルが高い都道府県の廃棄物には、他のグループより、分別数による効率性への貢献度合いが高い傾向があった。すなわち、経済レベルが高くなるほどパートナーシップのもたらす影響力が大きくなることが推察される。また、経済レベルが高い都道府県ほど、人、技術、パートナーシップ、外部要因といった多くの循環型社会推進力がバランスよく活用されていた。それに対し、経済レベルの低い都道府県では、技術とパートナーシップに依存している傾向であった。また、処理費は経済レベルにかかわらず、管理能力としては、他と比べて貢献度が低い項目であった。

時系列データセットの不十分さのため、ここでの年度間の比較分析は、傾向を推測するにとどまるが、容器包装リサイクル法の施行は、一時的に管理能力の形成に歯止めをかけていたことが推察された。

本研究において、全市町村を含むデータセットにより、管理能力を用いた評価手法は一定の有用性が確認され、日本全体の一般廃棄物処理行政の傾向を把握することができた。今後の課題としては、市町村データを用いて、都市レベルでの詳細な検討をしていくとともに、循環型社会途上であるアジアの都市を含めた、評価体系の充実を図っていくことである。

付録 1³⁾

DEA に限らず、一般的に計量経済学的なフロンティア関数による効率性は、技術効率性 θ と配分効率性に分解できる。

Malmquist 指数計算において、インプットベクトル x_t とアウト

ブットベクトル y_i の間の Shephard の距離を $d(x_i, y_i)$ とすると、 $d(x_i, y_i) = 1/\theta(x_i, y_i)$ と定義される。 (x_r, y_r) と (x_s, y_s) をそれぞれ、時点 r と時点 s に観測された実測値とすると、Malmquist 指数では、時点 r の技術に基づく生産性変化を $M^r(s, r)$ 、時点 s の技術に基づく生産性変化を $M^s(s, r)$ と、以下のように表す。

$$M^r(s, r) = \frac{d^r(x_r, y_r)}{d^r(x_s, y_s)}$$

$$M^s(s, r) = \frac{d^s(x_r, y_r)}{d^s(x_s, y_s)}$$

(付録 a)

Malmquist 指数では、両者の幾何平均をとり、生産性変化を求めている。

$$M(s, r) = \left\{ \frac{d^r(x_r, y_r)}{d^r(x_s, y_s)} \frac{d^s(x_r, y_r)}{d^s(x_s, y_s)} \right\}^{\frac{1}{2}}$$

$$M(s, r) = F(s, r) \frac{\theta^s(x_s, y_s)}{\theta^r(x_r, y_r)}$$

(付録 b)

$$\text{ただし } F(s, r) = \left\{ \frac{\theta^r(x_s, y_s)}{\theta^s(x_s, y_s)} \frac{\theta^r(x_r, y_r)}{\theta^s(x_r, y_r)} \right\}^{\frac{1}{2}}$$

(付録 c)

$\theta^s(x_s, y_s)/\theta^r(x_r, y_r)$ は、時点 r に対する時点 s の技術効率性の比 (Efficiency Change) となり、 $F(s, r)$ は、生産可能フロンティアの変化 (Technological Change) となる。よって、Malmquist 指数は、生産性の変化を技術変化 (EC) と生産可能なフロンティアの変化 (TC) に分解できる。

参考文献

- 1) 環境省大臣官房廃棄物・リサイクル対策部廃棄物対策課：平成 15 年度廃棄物処理施設整備に対する国庫補助事業に関する事前評価結果, 2003
- 2) 川本清美：都市の環境管理能力形成に関する事例研究：廃棄物管理をめぐって、第 15 回国際開発学会全国大会報告論文

集, pp. 336-339, 2004

- 3) 根本二郎：公的事業体の運営効率評価, 経済科学, Vol. 52(1), 2004
- 4) 寺田守正：下水道事業評価における包絡分析法 (DEA) 適用可能性, 同志社政策科学研究, Vol. 4, 2002
- 5) 竹内憲司・碓井健寛：一般廃棄物処理事業の費用効率性, 環境経済・政策学会 2004 年大会資料, 2004
- 6) Toshiyuki Sueyoshi : DEA non-parametric ranking test and index measurement: slack-adjusted DEA and an application to Japanese agriculture cooperatives, Int. J. Mgmt. Sci, Vol. 27, pp. 315-326, 1999
- 7) 宮良いずみ・福重元嗣：わが国における消防サービスの効率性評価, 応用地域学研究, Vol. 8, pp. 67-78, 2003
- 8) 環境省大臣官房廃棄物・リサイクル対策部廃棄物対策課：日本の廃棄物処理平成 14 年度版, 2005
- 9) 環境省：循環型社会白書平成 16 年版, 2004
- 10) 岡山朋子・柳下正治：名古屋市廃棄物減量化実績における容器包装リサイクル法の効果分析, 環境共生, Vol. 9, pp. 87-96, 2004
- 11) 環境省中央環境審議会：循環型社会の形成に向けた市町村による一般廃棄物処理の在り方について (意見具申), 2005
- 12) 末吉俊幸：DEA—経営効率分析法—, (株) 朝倉出版, 2001
- 13) 廣松毅 栗田学 坪根直毅 小林稔 大平号声：情報整備の労働投入代替効果に関する定量分析, 経営情報学会誌, Vol. 8 (4), 2000
- 14) 刀根薫：経営効率性の測定と改善—包絡分析法 DEA による—, 日科技連出版社, 1994
- 15) 環境省：一般廃棄物処理実態調査結果 H11 年度- H14 年度, 1999-2002
- 16) 公害等調査委員会：公害苦情調査結果 H11 年度- H14 年度, 1999-2002
- 17) 中村慎一郎：廃棄物経済学をめざして, 早稲田大学出版部, pp. 32-51, 2000
- 18) 松岡俊二・本田直子：環境 ODA のプログラム評価手法について：社会的環境管理能力アプローチの具体化をめぐって, 第 13 回国際開発学会全国大会論文集, pp. 322-327, 2002

STUDY ON THE EFFICIENCY OF MUNICIPAL SOLID WASTE MANAGEMENT

Kiyomi KAWAMOTO, Hidefumi IMURA, Masafumi MORISUGI

This paper discusses the efficiency of municipal solid waste management from the view of management capacity for the Japanese prefectures. In a recycling-based society, the assessment should consider not only cost benefit but also management capacity, i.e. the human resources, technology and partnership. In this paper, the efficiency is analyzed using Data Envelopment Analysis: DEA. Moreover, how management capacity affects the recycling rate and total collected waste is analyzed. Finally, the following results are obtained: the efficiency of management capacity becomes high and more kinds of management capacity are used when citizen's economical level is high.