

非パラメトリックな一般廃棄物処理事業組合の 効率性分析とその経済学的基礎

根本 二郎*
(名古屋大学大学院経済学研究科教授)

尾関 淳哉**
(名古屋大学大学院経済学研究科博士課程)

1. はじめに

行政による事業は市場での評価を受けないため、特別な制度的工夫のない限り効率化インセンティブを持たない。こうした場合、特定の成果指標について数値目標を掲げ、その目標達成を条件とした報酬（あるいは未達成時のペナルティー）によって効率化を促進する試みがしばしば見受けられる。そこで直ちに問題となることは、成果指標の選択と目標となる数値の設定である。前者について、成果指標が事業のあらゆる側面を網羅しなければ、採用されなかった項目が無視されることで経営資源の投入の配分に歪みが生じる¹⁾。後者については、低すぎる目標は十分な効率化インセンティブを付与できず、高すぎる目標は事業の経営に混乱をもたらすであろう²⁾。

包括的な成果指標を策定するにはまず、事業全体を基本的なインプットから最終的なアウトプットを生産する過程ととらえ、所与のインプットから生産可能な最大のアウトプットを生産フロンティアとして効率化目標とする。生産フロンティアはデータから直接観察することができないが、同種事業体間の比較による相対評価、すなわちベンチマーキングにより確定できるものとする。最も効率的なベストプラクティス事業体群を見出し、それらが生産フロンティアを張っていると考えるのである。このようなフレームワークを設定すれば、ミクロ経済学の基本的なツールを実際の効率性評価問題に適用することができる。ミクロ経済学的には、技術的に実行可能なインプットとアウトプットの組み合わせの集合は生産可能集合であり、その中で効率的な組み合わせを与えるのが生産関数（生産フロンティア）である。したがって、生産可能集合をデータから構成できれば、個別事業体のインプットとアウトプットの実績を生産フロンティアからの距離で評価して、効率化目標を定めることができるのである。

生産可能集合をデータから構成するために、最近良く用いられるようになってきた方法がデータ包絡分析（Data Envelopment Analysis, 以下 DEA）である。代替的な方法として、確率フロンティア関数によ

* 1958年生まれ。1980年名古屋大卒。1985年名古屋大学大学院経済学研究科博士課程（後期）満期取得退学。博士（経済学）。専門は計量経済学。所属学会は日本経済学会、日本統計学会など。

** 1982年生まれ。2005年名古屋大学経済学部卒。現在名古屋大学大学院経済学研究科博士課程（前期）在学中。

¹⁾ たとえば従業員一人あたりの生産性のみを指標とするなら、保守人員の削減により機械故障が増大して修繕費用などかえって効率の悪化を招くかもしれない。

²⁾ 対前期一定比率で成果指標を向上させるような数値目標の下では、次年度のために効率改善余地として意図的に非効率を温存する誘引を与えるかもしれない。

る計量経済学的方法を用いることもできるが、確率フロンティアはより学術的な研究目的で用いられることが多く、実際の事業体の効率性評価への適用事例としては DEA の方が主流であるということができ³⁾る。わが国の行政に関する分析でも、消防に関して宮良・福重 (2003)、廃棄物処理事業に関して竹内・碓井 (2004) および川本・井村・森杉 (2005)、地方税徴収に関して梅村・小川 (2005) が既にあり、DEA に対する関心が広がってきている。

しかし、DEA はミクロ経済学の標準的な前提と密接な関係を持ちつつも、それと完全に整合的なわけではない。むしろミクロ経済学本来の分析法としては、Varian (1984) により提案された非パラメトリックな生産分析法 (Nonparametric Production Analysis, 以下 NPA) があり、これを参照して DEA の経済学的な基礎を確認しておくことが、特に効率性評価を経済学的な文脈の中で運用している場合には必要と考えられる。そこで本論文では、DEA と NPA の方法の相違について確認すると共に、両者を同一のデータに適用してその結果を比較し DEA の適用可能性を考察する。

Varian の提案する NPA は、真の生産可能集合に対して内側 (inner bound, 内側限界) と外側 (outer bound, 外側限界) から生産可能集合を近似する方法である。DEA が生産可能集合の凸性を前提にしてインプット (x) とアウトプット (y) のデータから (x, y) の凸包を構成するのに対し、NPA の内側限界は必要投入集合の凸性を前提にする。したがって、前者では生産関数は凹関数となり限界生産力が逓減するのに対し、後者では生産関数は準凹関数となり限界代替率が逓減する。明らかに NPA の内側限界の方がミクロ経済学的に標準的な前提に依拠しており、DEA よりも広範な生産技術に対応している。また NPA の外側限界は、観察されたデータの少なくともある部分が費用最小化行動と整合的になる条件を凸性条件に加えて用い、必要投入集合を構成する。DEA が含意する必要投入集合は、内側限界を部分集合として含む一方で外側限界とは包含関係になく、DEA による効率値が NPA による上下限の間に入る保証はない。以下、第 2 節で DEA、第 3 節で NPA について概観する。

第 4 節以降では、DEA と NPA を実データに適用して、その結果を比較検討する。取り上げるデータは、一般廃棄物処理事業に携わる 105 組合 (特別地方公共団体) の 2002 年度実績で、環境省の一般廃棄物処理実態調査結果によるものである。言うまでもなく、廃棄物処理事業は環境制約の高まりの中でその重要性を高めつつある一方、国・地方の行財政改革の中で効率的なマネジメントを切実に求められている。包括的な効率性評価のための手法として DEA や NPA の適用可能性を見ておくことは、今後この種の手続きの実務化を検討するにあたって不可欠であると考えられる。

2. DEA による効率性評価

m 種類のインプットから n 種類のアウトプットを生産するプロセスを考え、インプット・ベクトル ($m \times 1$) を x 、アウトプット・ベクトル ($n \times 1$) を y として、実行可能なすべての x と y の組み合わせから成る生産可能集合 Φ を定義する。

$$\Phi = \{ (x, y) \in R_+^{m+n} \mid x \text{ can produce } y \} \quad (1)$$

生産可能集合について、次の性質を満たすことを要請する。

³⁾ 行政による事業ではないが、電気事業の規制のため各国で実施された効率性評価に関するサーベイが Jamsab and Pollitt (2001) にまとめられている。確率フロンティアや他の手段も用いられているが、DEA が主流であることがわかる。またわが国でも、平成 12 年 10 月の NTT 東西会社の地域通信料金上限規制において、生産性向上見込率の設定に DEA による効率性計測値が参考指標として用いられている。郵政省 (2000ab) を参照。

- i) $(\bar{x}, y) \in \Phi$ かつ $\bar{x} \leq x$ ならば $(x, y) \in \Phi$
- ii) $(x, \bar{y}) \in \Phi$ かつ $\bar{y} \geq y$ ならば $(x, y) \in \Phi$
- iii) Φ は閉凸集合

次に、利用可能なデータが $x^i = (x_1^i, x_2^i, \dots, x_m^i)'$, $y^i = (y_1^i, y_2^i, \dots, y_n^i)'$, $i = 1, 2, \dots, N$ であるとする。観察されたデータは、自ら技術的に実行可能であることを顕示していると言える。したがってデータ全体の集合を

$$S = \{(x^1, y^1), (x^2, y^2), \dots, (x^N, y^N)\} \quad (2)$$

とすると、 S に対して生産可能集合は

$$\text{iv) } S \subseteq \Phi$$

を満たすはずである。

DEA では、生産可能集合を次のように構成する。

$$\hat{\Phi} = \left\{ (x, y) \in R_+^{m+n} \mid \sum_{i=1}^N x^i \lambda_i \leq x, \sum_{i=1}^N y^i \lambda_i \geq y, \sum_{i=1}^N \lambda_i = 1, \lambda_i \geq 0 \text{ for all } i \right\} \quad (3)$$

$\hat{\Phi}$ が性質 i)-iv) を満たすことは容易に示し得る。加えて $\hat{\Phi}$ は、性質 i)-iv) を満たすすべての集合の共通部分である(Banker, Charnes and Cooper[1984])。このことから $\hat{\Phi}$ は性質 i)-iv) を満たす最小の集合であることがわかる。すなわち $\hat{\Phi} \subseteq \Phi$ であり、また $F \subseteq \hat{\Phi}$ となるような F は性質 i)-iv) をすべて満たすことはできない。

効率性指標は、アウトプットを減らすことなく可能なインプットの最大削減率で定義する。効率性指標を TE_x とすると、 (x, y) の効率性は $\hat{\Phi}$ に基づいて

$$\hat{TE}_x(x, y) = \min \left\{ \theta \mid (\theta x, y) \in \hat{\Phi} \right\} \quad (4)$$

のように計測できる⁴⁾。観察値 (x^i, y^i) を評価するのであれば $\hat{TE}_x \leq 1$ となり、 $\hat{TE}_x = 1$ の時に (x^i, y^i) は効率的である。

⁴⁾ (4) で定義される効率性はインプット指向である。インプットを所与として、インプットを増やすことなく可能なアウトプット・ベクトルの最大拡大率を、アウトプット指向の効率性と呼ぶ。規模に関して収穫一定であれば、一方は他方の逆数となる。収穫可変の場合、両者の積は規模弾性値に対応する[Nemoto and Goto (2005)]。

3. NPA による効率性評価

3.1. 内側限界 (inner bound) による評価

ミクロ経済学では、生産可能集合に対して必ずしも性質 i)-iv)を要請するわけではない。性質 i)-iv)の下では、生産可能集合の上で定義される生産関数は凹関数となり、規模の経済性は許容されない。インプット (x) とアウトプット (y) が共に1種類の場合、DEA では図 1a のような生産関数を想定していることになる。 y/x で測られる生産性は規模の拡大と共に低下し、規模の経済性が存在しないことがわかる⁵⁾。しかしミクロ経済学の生産者行動理論が成立するためには、生産関数は凹関数である必要はなく準凹関数であればよい。すなわち、図 1b ないし図 1c のような生産関数が許される。図 1b はいわゆる S 字形生産関数であるが、点 P まで生産が上昇しその後低下に転ずる。図 1c では、全域で生産性が上昇し規模の経済性が支配する。

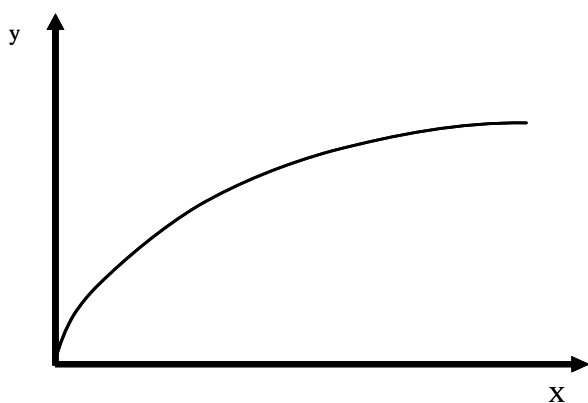


図1a 収穫逨減

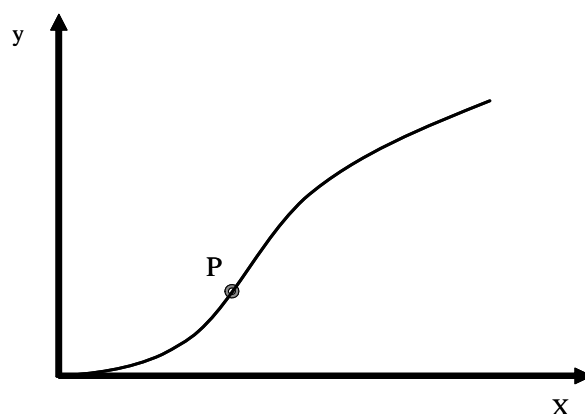


図1b 収穫逨増—逨減

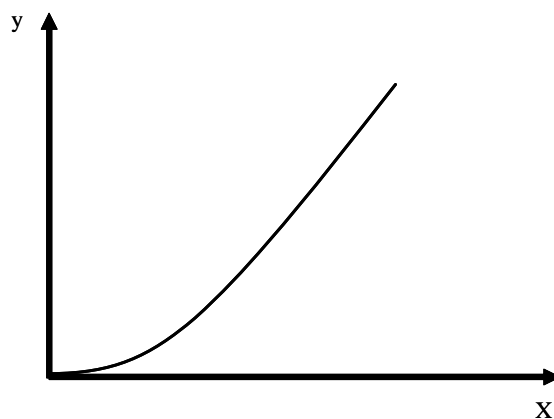


図1c 収穫逨増

生産関数が準凹関数であることの必要十分条件は、必要投入集合 (input requirement set) が閉凸となることである。必要投入集合は所与の y に対して

⁵⁾ DEA においても規模の経済性を分析することは行われるが、その場合は図 1a において、生産関数の値が 0 となる点を原点ではなくインプットが正のある一点に移動することで、規模の経済性と不経済性の領域を作る。しかし、図 1c のように全域で規模の経済性が存在するケースは排除される。DEA については、刀根 (1993)、末吉 (2001)、Cooper, Seiford and Tone (2000)、Ray (2004) 等を参照。

$$\Gamma(y) = \{ x \in R_+^m \mid (x, y) \in \Phi \} \quad (5)$$

により定義される。必要投入集合に対しては、以下の条件を有することが要請される。

- v) $x \in \Gamma(\bar{y})$ かつ $\bar{y} \geq y$ ならば $x \in \Gamma(y)$
- vi) $\bar{x} \in \Gamma(y)$ かつ $\bar{x} \leq x$ ならば $x \in \Gamma(y)$
- vii) $\Gamma(y)$ は閉凸集合

N 個のデータ (x^i, y^i) , $i = 1, 2, \dots, N$ は技術的に実行可能のはずだから、v)-vii)に加え

$$\text{viii) } x^j \in \Gamma(y) \text{ for all } y \leq y^j$$

が成り立つ。DEA の場合と同様に、性質 v)-viii)を満たすすべての集合の共通部分集合は $v(y) = \{ i \mid y^i \geq y \}$

として、次のように構成される。

$$\underline{\Gamma}(y) = \left\{ x \in R_+^m \mid \sum_{i \in v(y)} x^i \lambda_i \leq x, \sum_{i \in v(y)} \lambda_i = 1, \lambda_i \geq 0 \text{ for } i \in v(y) \right\} \quad (6)$$

$\underline{\Gamma}(y)$ はその作り方から真の $\Gamma(y)$ に対して $\underline{\Gamma}(y) \subset \Gamma(y)$ であり、また $G(y) \subset \underline{\Gamma}(y)$ であるような集合 $G(y)$ は性質 v)-viii)を同時に満たすことができない (Varian[1984, Theorem 12])。この意味で Varian は、 $\underline{\Gamma}(y)$ を $\Gamma(y)$ の内側限界 (inner bound) と呼んでいる。

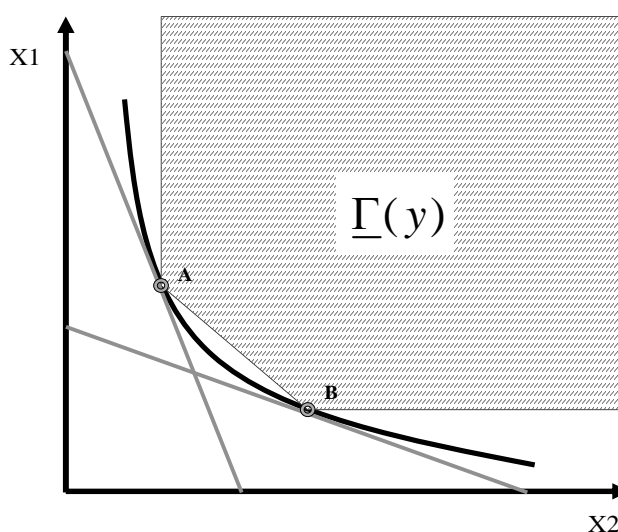


図2a NPAの内側限界 Varian (1984) より

図2a はインプット 2 種類, アウトプット 1 種類の場合の内側限界を例示したものである。二つの点 A,

B は、共に効率的な生産を体現し同じ水準のアウトプットを産出しているものとする。内側限界は、A, B のような効率的な生産点を端点とする凸多面体である。次節で説明するように、NPA では内側限界を包含する外側限界 (図 2b) を設定する。これに対応して、技術効率性指標は内側限界を参照すれば上限が、外側限界を参照すれば下限が得られる。

すなわち、内側限界による技術効率性指標の上限値 \overline{TE}_x は

$$\overline{TE}_x(x, y) = \min \{ \theta \mid (\theta x, y) \in \underline{\Gamma}(y) \} \quad (7)$$

のようにして求められる。

3.2. 外側限界 (outer bound) による評価

インプットのデータに対応して、同時にインプットの価格ベクトル $w^i = 1, 2, \dots, n$ が観察されているものとする。この時、生産者が費用最小化行動にしたがってれば、 x^i は w^i の下で y^i を最小費用で生産するインプットの組み合わせのはずである。したがって、必要投入集合に関して次のような関係が成立することになる。

$$w^i x^i \leq w^i x \text{ for all } x \in \Gamma(y^i), \quad i = 1, 2, \dots, N \quad (\text{c-rationalizability})$$

この関係が成立する時、 $\Gamma(y)$ はデータ S を費用合理化可能 (c-rationalize) と言う。そこで、条件 v)-viii) に加え、所与のデータを費用合理化可能な必要投入集合を見出すことを考える。費用合理化可能な必要投入集合が存在するための必要十分条件は、データ S が次のような費用最小化の弱公理 (weak axiom of cost minimization, WACM) を満たすことである (Varian[1984, Theorem 1])。

$$w^i x^i \leq w^i x^j \text{ for } y^i \leq y^j, \quad i, \quad j = 1, 2, \dots, N \quad (\text{WACM})$$

もしデータ S が全体として WACM を満たすならば、WACM を利用して

$$\overline{\Gamma}(y) = \left\{ x \in R_+^m \mid w^i x^i \leq w^i x \text{ for all } y^i \leq y, \quad i = 1, 2, \dots, N \right\} \quad (8)$$

を定義すると、 $\overline{\Gamma}(y)$ はデータ S を費用合理化可能で性質 v)-viii) を満たす (Varian[1984, Theorem 13])。これが Varian の外側限界 (outer bound) である。

しかし、すべての観察値について WACM が満たされるとすれば非効率性は存在せず、効率性の評価そのものが無意味となる。そこで S の部分集合についてのみ、WACM が満たされているものと想定する。いま、ある $s \subset S$ が存在して

$$w^i x^i \leq w^j x^j \text{ for } y^i \leq y^j, (x^i, y^i), (x^j, y^j) \in s \quad (9)$$

であるものとする。ここで $\varepsilon = \{ i \mid (x^i, y^i) \in s \}$ として、外側限界を次のように作る。

$$\bar{\Gamma}(y) = \left\{ x \in R_+^m \mid w^i x^i \leq w^j x^j \text{ for all } y^i \leq y, i \in \varepsilon \right\} \quad (10)$$

このような $\bar{\Gamma}(y)$ は s について

$$w^i x^i \leq w^j x^j \text{ for all } x \in \bar{\Gamma}(y^i), (x^i, y^i) \in s \quad (\text{subset c-rationalizability})$$

であることを証明できる。このことを、 $\bar{\Gamma}(y)$ はデータ S を部分的に費用合理化可能 (subset c-rationalize) であると言う。 $\bar{\Gamma}(y)$ はその作り方から真の $\Gamma(y)$ に対して $\Gamma(y) \subseteq \bar{\Gamma}(y)$ であり、また $\bar{\Gamma}(y) \subseteq G(y)$ であるような集合 $G(y)$ はデータ S を部分的に費用合理化可能でないと証明できる (Banker and Maindiratta[1988, Lemma])。この意味で Varian は、 $\bar{\Gamma}(y)$ を $\Gamma(y)$ の外側限界 (outer bound) と呼んでいる。

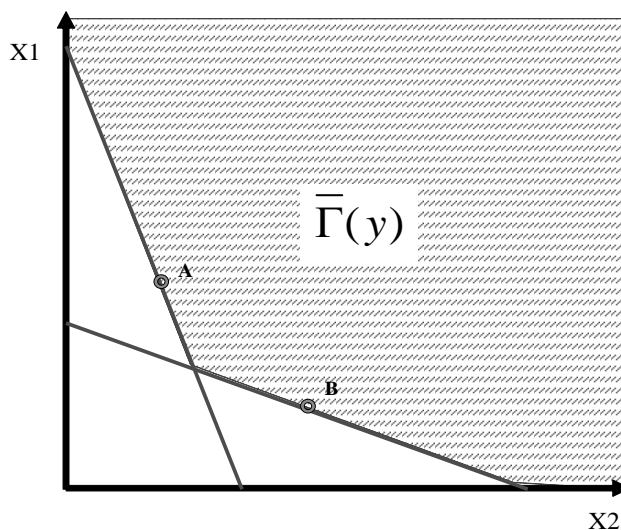


図2b NPAの外側限界 Varian (1984) より

図 2b はインプット 2 種類、アウトプット 1 種類の場合の外側限界を例示したものである。効率的で同一水準のアウトプットを産出する二点 A, B を通る直線は、それぞれ A, B が観察された時の費用線である。費用最小化が達成されていれば等生産量線は A, B で費用線に接し、少なくとも費用線の下方を通過することはない。そこで、費用線の上区域の共通集合が外側限界となるのである。

一方、 $\underline{\Gamma}(y)$ も S を部分的に費用合理化可能であることが示される (Banker and Maindiratta[1988, Proposition 2])。したがって、

$$\underline{\Gamma}(y) \subseteq \Gamma(y) \subseteq \bar{\Gamma}(y) \tag{11}$$

であり、必要投入集合が性質 v)-viii)を満たしかつデータ S を部分的に費用合理化可能であるならば $\underline{\Gamma}(y)$ と $\bar{\Gamma}(y)$ はそれぞれ $\Gamma(y)$ に対する両側の限界となる。

効率性指標は、外側限界を参照して下限値 \underline{TE}_x が

$$\underline{TE}_x(x, y) = \min \{ \theta \mid (\theta x, y) \in \bar{\Gamma}(y) \} \tag{12}$$

のようにして得られ \bar{TE}_x と \underline{TE}_x で真の TE_x に対する上下限を与える。ただし、外側限界は (x, y) に対して $y^i \leq y$ となる $i \in \varepsilon$ が存在しなければ空集合となり、その時 \underline{TE}_x は計測不能である。

DEA により求めた \hat{TE}_x との関係では

$$\bar{TE}_x \geq \hat{TE}_x \tag{13}$$

が成立する。これは、所与の \bar{y} について $\underline{\Gamma}(\bar{y}) \subseteq \{ x \mid (x, \bar{y}) \in \hat{\Phi} \}$ となることから明らかである。 $\bar{\Gamma}(y)$ については同様の包含関係が一義的に存在しないため、 \underline{TE}_x と \hat{TE}_x の間の大小は決まらない。

4. データ

実データによる分析として、一般廃棄物処理事業の効率性評価を行う。2002年度の環境省「一般廃棄物処理実態調査」より、105組合(特別地方公共団体)のごみ処理に関するデータを用い、DEAおよびNPAによる効率性値を計測した。事業のアウトプットは焼却ごみ量(t)、粗大ゴミ処理量(t)、資源化ごみ量(t)の三種類とし、インプットは廃棄物処理従事職員数(人)とごみ処理費(円)の二種類とした。NPAの外側限界を構成するためにインプットの価格も必要であるが、職員数の価格として職員一人あたり人件費(円/人)を用い、ごみ処理費の価格はすべての組合について1とした。この結果、インプットとインプット価格の積和は人件費+処理費となり、維持修繕費など資本ストックに関わる費用と設備投資関係費を除いた短期可変費用にほぼ相当する。

「一般廃棄物処理実態調査」でデータが利用可能な組合のうち、上記のインプットおよびアウトプットが一つでも0となるものは除いた。アウトプットに0になるものがあっても効率性計測の妨げにはならないが、事業者間に比較を許すだけの同質性を確保する必要があることから、インプットとアウトプットのすべてが正になるものを抜き出し、結果として112組合が該当した。さらに同じ理由により、職員一人あたり人件費が極端に大きい組合6組合と極端に小さい1組合を除き、残った105組合を分析対象とした。

5. 分析結果

図3および図4に、DEAとNPAによる効率性の計測値を示す。NPAの外側限界による効率値下限が計測不能となった組合は11あり、図3ではこれらを除いた94組合の計測結果を示す。図3は縦軸に効率

値を取り、横軸には 93 組合を DEA の効率値の降順に並べてある。組合ごとに縦線で NPA による効率値の上下限の区間を示し、線下端のマークは NPA の下限である。DEA による効率値はプロットで示す。

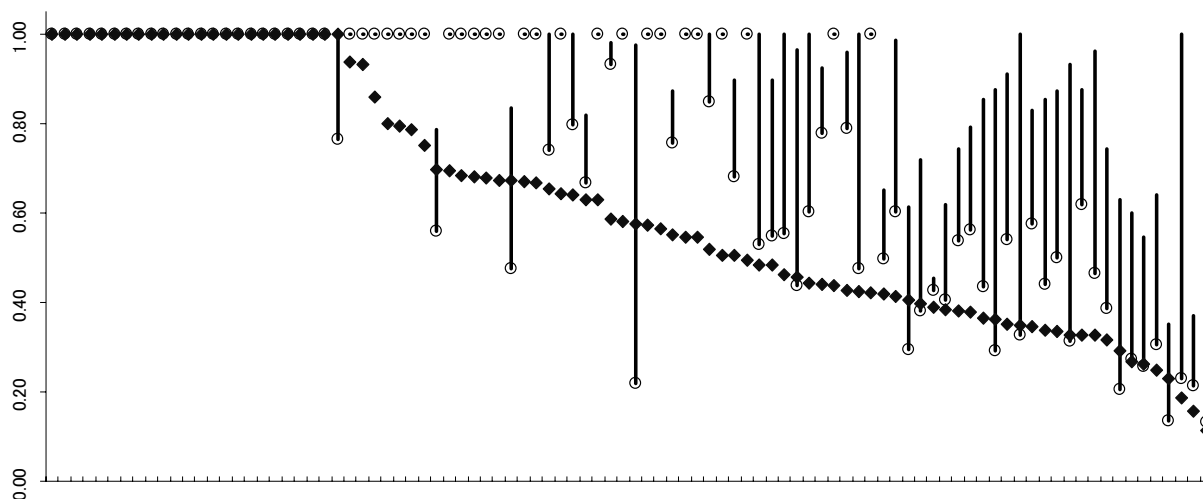


図3 効率性指標 DEA(プロット)とNPAの上下限区間
(NPA 下限が計測不能のケースを除く)

WACM を満たす組合、つまり $i \in \varepsilon$ となる観察値は、NPA による効率値の上下限とも必ず 1 となる。効率値 1 は非効率が存在しないことを意味するが、NPA による計測では 105 組合のうち 48 組合がそうした効率的事業者である。一方、DEA で効率値が 1 であるのは NPA の半数の 24 組合である。NPA の効率値上下限が共に 1 であることと DEA の効率値が 1 であることの間定まった関係はないが、DEA で効率的な 24 組合のうち 23 組合は NPA の効率値上下限が 1 である。例外となる 1 組合では、NPA による効率値下限は 0.76 であった。

図 3 から明らかのように、DEA の効率値は NPA の下限よりさらに小さくなる傾向がある。効率値の平均は、NPA の上下限がそれぞれ 0.92 と 0.75 であるのに対し、DEA は 0.63 となる。DEA の効率値と NPA の効率値下限を比較すると、共に 1 である 23 組合を除き、DEA の方が NPA 下限より大きいかまたは等しい（つまり DEA が NPA の上下限の間に入る）組合の数は 14 にとどまる。逆に DEA が NPA 下限より小さい組合は 68 となり、全体の約 73% を占めている。このことは、図 4 においてさらに明快である。図 4 では、全 105 組合を NPA の効率性下限値の降順で横軸に並べ、下限値の存在しない 12 組合を右端に置く。図中の二本の折線で NPA による効率性の上限と下限値を示し、DEA の効率値はプロットで示している。大部分の DEA のプロットが、NPA 下限値の折線より下方に位置していることがわかるであろう。結果として、DEA では効率性を過小評価することになると考えられる。

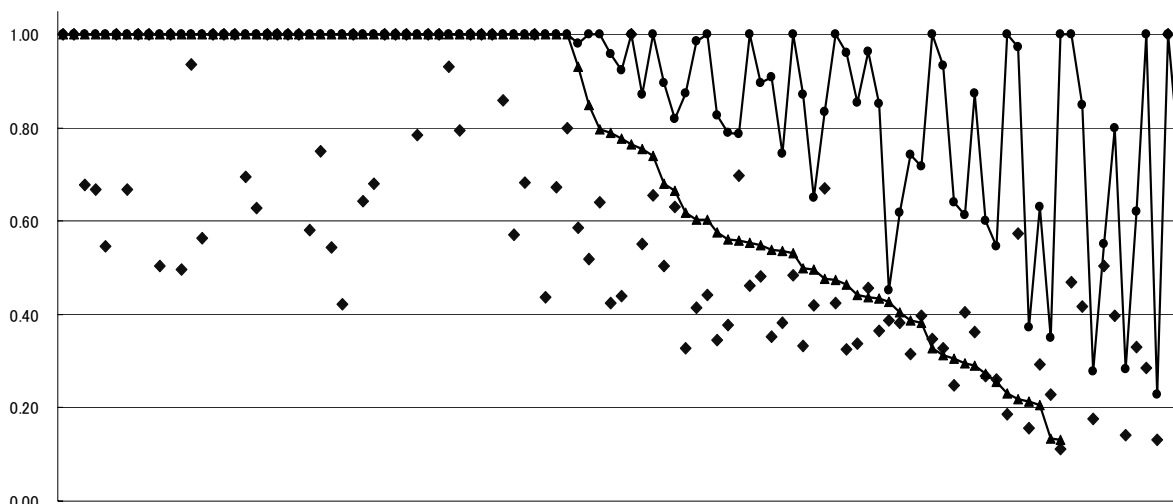


図4 効率性指標(DEA)とNPA 上下限(折線)

表1 効率性指標の間の相関

相関係数	DEA	NPA(内側限界)	NPA(外側限界)
DEA	1	0.558	0.790
NPA(内側限界)		1	0.693
NPA(外側限界)			1
順位相関係数	DEA	NPA(内側限界)	NPA(外側限界)
DEA	1	0.676	0.801
NPA(内側限界)		1	0.795
NPA(外側限界)			1

注) NPA 外側限界が測定不能のケースを除く 94 組合の効率性指標による

次に、表1に各効率性値の間の相関と順位相関を示す。相関係数、順位相関係数ともDEAとNPAの下限值との間で約0.8と高い。DEAとNPAの上限値の間の相関は必ずしも高くはないが、順位相関係数は0.68あり、両者の間に一定の定性的関係は存在するものと思われる。したがって、定性的な効率性評価に限ればDEAの適用可能性もある程度認めることが可能である。効率性を参照するフロンティアの構成原理という観点からは、DEAとNPAの上限値とは費用最小化公理(WACM)を用いない点で共通している。実際、DEAによる生産可能性集合 $\hat{\Phi}$ とNPAの内側限界 $\Gamma(y)$ の違いは、(3)と(6)から明らかのように、凸多面体の端点の取り方の相違だけである。しかし、DEAと相関が高いのはむしろWACMに依拠するNPAの下限值の方であり、その点では意外な結果となっている。DEAとNPAの関係は、互いに他方の代用になることはなく、可能な限り双方の適用を行ってクロスチェックとすることが推奨される。

NPAに関しては、その上下限で設定される区間の幅は、図3,4からもわかるように組合個別の効率性を

評価するに十分なほど高精度ではない。区間幅の平均は全体で0.17であるが、WACMを満たす（上下限が共に1となる）48組合を除けば0.34となる。全体のおよそ3割強の37組合について、区間幅は0.2を越える。少なくともこれらの組合については、NPAによる効率性評価は実用性を持たないであろう。逆に言えば、効率的な48組合以外で、0.2未満の精度で効率値を計測できる組合は9組合にとどまり、0.1未満の精度を得られるのは2組合にすぎない。

6. おわりに

本論文では、包括的な効率性評価のための手法としてDEAとNPAの適用可能性を、一般廃棄物処理事業の実データによって検討した。その結果、1) DEAで非効率がないと判定されればほぼNPAでも効率的と判定されること、2) DEAとNPAの間には一定の相関が認められること、3) DEAが効率性を過小評価する傾向があること、4) 非効率が存在する場合にはNPAの精度は全般に低いこと、が明らかとなった。

これらのことから判断して、DEAやNPAのみによって個別事業者の効率性評価を行うことは、なお問題が多いと言える。しかし、予備的なスクリーニングにこれらの手法を用いることは可能であると考えられる。まず、DEAによる効率値が1となる事業者を最も効率的なグループと判定することができる。次いで、NPAで非効率の存在が認められない事業者についても、DEAによる効率値が特に低いのでなければ効率的なグループに属すると判定できる。それ以外の事業者の効率性評価については、DEAやNPA以外の指標を総合的に評価せざるを得ない。特に、非効率度の高いグループについて、そうした外部情報が必要とされよう。

最後に、もう一つの効率性計測法として、確率フロンティア関数を試みる価値は十分に存在する。確率フロンティア関数の効率性評価とDEA、NPAを比較することが次の課題となる。

参考文献

- 川本清美・井村秀文・森杉雅史（2005）「一般廃棄物処理行政の効率性評価に関する研究」『土木学会環境システム研究発表会論文集』第33巻 11-19。
- 宮良いずみ・福重元嗣（2003）「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』No.8（1），67-78。
- 末吉俊幸（2001）『DEA—経営効率分析法—』経営科学のニューフロンティア10 朝倉書店。
- 竹内憲司・碓井健寛（2004）「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，広島大学 9月25日。
- 刀根薫（1993）『経営効率性の測定と改善—包絡分析法DEAによる—』日科技連。
- 梅村竜也・小川光（2006）「都道府県税の滞納の不納欠損」『会計検査研究』第33号，51-70。
- 郵政省（2000a）「上限価格方式の運用に関する基本的考え方」報道資料，2000年3月31日発表。
- 郵政省（2000b）「東日本電信電話株式会社及び西日本電信電話株式会社の提供する特定電気通信役務の基準料金指数の設定」報道資料，2000年6月13日発表。

- Banker R. D., A. Charnes, and W. W. Cooper (1984) "Models for the Estimation of Technical and Scale Inefficiencies in Data Envelopment Analysis," Management Science 30, 1078-1092.
- Banker R. D. and A. Maindiratta (1988) "Nonparametric Analysis of Technical and Allocative Efficiencies in Production," Econometrica 56, 1315-1332.
- Cooper, W. W., L. M. Seiford and K. Tone (2000) Data Envelopment Analysis, A Comprehensive Text with Models, Applications, References and DEA-Solver Software, Kluwer Academic Publishers.
- Jamsab, T. and M. Pollitt (2001) "Benchmarking and Regulation: International Electricity Experience," Utilities Policy 9, 107-130.
- Nemoto, J. and M. Goto (2005) "Productivity, Efficiency, Scale Economies and Technical Change: A New Decomposition Analysis of TFP Applied to the Japanese Prefectures," NBER Working Paper 11373.
- Ray, S. C. (2004) Data Envelopment Analysis, Theory and Techniques for Economics and Operations Research, Cambridge University Press.
- Varian, H. R. (1984) "The Nonparametric Approach to Production Analysis," Econometrica 52, 579-597.