

Title	DEAを用いた自治体における環境への取り組みの評価
Author(s)	湯舟, 勇介; 梶山, 朋子; 大内, 紀知
Citation	年次学術大会講演要旨集, 28: 325-328
Issue Date	2013-11-02
Type	Conference Paper
Text version	publisher
URL	<a href="http://hdl.handle.net/10119/11725">http://hdl.handle.net/10119/11725</a>
Rights	本著作物は研究・技術計画学会の許可のもとに掲載するものです。This material is posted here with permission of the Japan Society for Science Policy and Research Management.
Description	一般講演要旨

○湯舟 勇介, 梶山 朋子, 大内 紀知 (青山学院大学)

## 1. 序 論

### 1.1 研究背景

かつての地方自治体(以下、自治体)に求められることは、地域経済活動の活性化、行政活動の充実などが中心であった。しかし、現代の自治体は、これらに加えて、環境問題の深刻化に伴う環境対策の推進も強く求められている。すなわち、現代の自治体には、経済や行政サービスに加え、環境を含めた総合的な自治体のパフォーマンスを向上と、その実現に向けた環境への取り組みが必要とされている。

しかし、これらの実現に向けて、自治体の政策立案者は、(1)経済と行政サービス、環境を考慮した総合的なパフォーマンスを計測する評価指標がない、(2)それぞれの自治体が、環境への取り組みとして、どの自治体を参考にすべきかわからないという課題を抱えている。

### 1.2 既存研究

これまで、自治体の環境を含めたパフォーマンスに関する研究では、評価指標として CO<sub>2</sub> 排出量そのものが多く用いられてきた。例えば、長谷川(2006)は、1995 年における日本の CO<sub>2</sub> 排出量を都道府県別に推計し分析を行っている。また、GDP 当たりの CO<sub>2</sub> 排出量(CO<sub>2</sub>排出量/GDP)を用いた分析も多い。CO<sub>2</sub> 排出量/GDP での評価は、経済活動と環境の両面を考慮した評価指標になっている。しかし、自治体にとって重要な行政サービスは考慮できていない。そのため、経済と行政サービス、環境を考慮した総合的なパフォーマンスの評価が求められている。

環境への取り組みの評価、すなわちどれだけ環境パフォーマンスが向上したかの評価については、CO<sub>2</sub> 排出量などの評価指標の値や順位を時系列で比較することによって検証されてきた(長谷川(2008)など)。しかし、環境への取り組みが効果を出さなくても、経済活動が停滞している場合には、CO<sub>2</sub> 排出量は減少することがあることを考えると、純粋に環境への取り組みを評価する指標としては問題がある。また、地域性や政策の方針が異なる自治体の環境への取り組みを比較しても、参考にすべき自治体を見つけることは難しい。

### 1.3 研究目的

以上の議論を踏まえ、本研究の目的は、(1)経済、行政サービス、環境を含めた総合的な自治体の活動のパフォーマンス評価を行うこと、(2)各自治体にとって総合的なパフォーマンスを向上させるために効果的な環境への取り組みの参考とすべき自治体を示すことである。

## 2. 分析のフレームワーク

### 2.1 分析の概要

本研究では大きく分けて 2 つの分析を行う。

分析 1 では、経済・行政サービス・環境を考慮した自治体の総合的な評価を行うとともに、特徴が似た自治体にグループ分けを行う。

分析 2 では、環境への取り組みの評価を行い、特徴が似た自治体の中で、参考とすべき自治体を示す。

### 2.2 DEA・CCR モデル<sup>1</sup>

本研究では、多次元尺度で、相対的観点からの評価指標が必要となる。そこで、分析 1・分析 2 とも DEA (Data Envelopment Analysis) の基本的なモデルである CCR (Charnes, Cooper, Rhodes) モデルを用いて分析を行う。

DEA は Charnes et al (1978) によって考案された経営分析手法の 1 つであり、政府や学校など、公共団体の評価手法としても使われている。

事業体の活動は、資源を投入し便益を出力する変換過程とみることができる。このとき、(出力/入力)の比を用いて、その事業体の効率性を測定するのが比率尺度である。同種の入力と出力を持つ事業体が複数個ある場合、この比率尺度の大小によってそれらの相対比較を行うことが可能になる。DEA において、この比率尺度が高い(つまり、より少ない入力で多くの出力を得る)事業体が効率的である。

CCR モデルは DEA の基本的なモデルであり、以下の分数計画問題から効率性が算出される。

<sup>1</sup> 本節での DEA の説明は末吉(2001)を参考にしている。

$$\text{目的関数 Max } \theta = \frac{u_1 y_{1k} + u_2 y_{2k} + \dots + u_s y_{sk}}{v_1 x_{1k} + v_2 x_{2k} + \dots + v_m x_{mk}}$$

$$\text{制約式 } \frac{u_1 y_{1j} + \dots + u_s y_{sj}}{v_1 x_{1j} + \dots + v_m x_{mj}} \leq 1 \quad (j = 1, 2, \dots, n) \quad (1.1)$$

$$v_1, v_2, \dots, v_m \geq 0, u_1, u_2, \dots, u_s \geq 0$$

$x_{mj}$ : 入力データ、 $y_{mj}$ : 出力データ  $v_i (i = 1, 2, \dots, m)$ : 入力につける重み、 $u_r (r = 1, 2, \dots, s)$ : 出力につける重み、 $n$ : 事業体の個数、 $m$ : 入力項目の個数、 $s$ : 出力項目の個数、 $x_{mj}$ : 入力データ、 $y_{mj}$ : 出力データ、 $v_i (i = 1, 2, \dots, m)$ : 入力につける重み、 $u_r (r = 1, 2, \dots, s)$ : 出力につける重み

式(1.1)は、その制約式で、仮想的に考えられた総入力と総出力の比をすべての事業体の生産活動において、1以下に抑えるようにモデル化されている。そのうえで、 $k$ 番目の事業体の効率値 $\theta$ を最大化するように重み $v_i$ と $u_r$ を決めている。したがって、最適な $\theta$ の値は100%かそれ以下である。

また、式(1.1)を実際の計算では線形計画問題にし、それを双対形にすると

$$\text{目的関数 Min } \theta$$

$$\text{制約式 } -\sum_{j=1}^n x_{ij} \lambda_j + \theta x_{ik} \geq 0 \quad (i = 1, 2, \dots, m)$$

$$\sum_{j=1}^n y_{rj} \lambda_j \geq y_{rk} \quad (r = 1, 2, \dots, s)$$

$$\lambda_j \geq 0 \quad (j = 1, 2, \dots, n), \theta: \text{制約なし} \quad (1.2)$$

となる。

このとき、入力の余剰 $d_i^x (i = 1, 2, \dots, m)$ と出力の不足 $d_r^y (r = 1, 2, \dots, s)$ はそれぞれ

$$d_i^x = \theta x_{ik} - \sum_{j=1}^n x_{ij} \lambda_j \quad (i = 1, 2, \dots, m)$$

$$d_r^y = \sum_{j=1}^n y_{rj} \lambda_j - y_{rk} \quad (r = 1, 2, \dots, s)$$

で表される。

また、DEAは事業体の効率性を示すだけでなく、同時に非効率な事業体の改善案についても示すことができる。 $DMU_k$ が非効率であるとき、式(1.2)に対応する参照集合は

$$R_k = \{j | \lambda_j^* > 0, j = 1, 2, \dots, n\}$$

として表される。参照集合 $R_k$ に属する事業体は効率的である。 $R_k$ に属する事業体の存在が、 $DMU_k$ を非効率とさせる原因であり、この集合を非負結合させたものが、 $DMU_k$ の効率性を決定する効率的フロンティアを形成する。これより、

$$x_{ik} \Rightarrow x_{ik} - \Delta x_{ik} = \theta^* x_{ik} - d_i^{x*} \quad (i = 1, 2, \dots, m)$$

$$y_{rk} \Rightarrow y_{rk} + \Delta y_{rk} = y_{rk} + d_r^{y*} \quad (r = 1, 2, \dots, s)$$

とすれば、 $DMU_k$ は効率的な事業体となる。ただし、非効率な事業体を効率的に改善する方法は1つではないことに留意する。

## 2.3 分析1

CCRモデルを用いて経済・行政サービス・環境を考慮した自治体の複合的な評価を行う。

自治体における活動は資源を投入し、便益を産出する変換過程と捉える。このとき、資源投入としての入力項目と便益産出としての出力項目を設定する必要がある。ここでは、入力項目を、社会資本ストック、民間資本ストック、就業者数、歳出とし、出力項目を県内総生産、行政サービス度、CO2排出量とする。ここで、DEAの性質上出力には大きいほど好ましいものが選ばれるが、CO2排出量は、大きいほど好ましいものではないという問題が発生する。そこで、本研究では、最もCO2排出量が多い自治体と各自治体のCO2排出量の差をとる方法(Seiford and Zhu(2002))を用いる。

さらに、本研究では、自治体の比較を行うにあたって、特徴が似た自治体同士にグループ分けをする。グループ分けは参照集合別に基づいて行う。参照集合に基づくグループ分けのイメージを図2-1に示す。より少ない入力で大きな出力を得る事業体が効率的であるとされるDEAの特徴より、ここでは事業体G,H,I,Jが効率的フロンティアを形成している。このとき事業体Aの効率値はOP/OAとなる。また、事業体Aは事業体B,Cと同様に、事業体G,Hを参照集合とするため、同じグループに分類される。他の事業体も同様にしてグループ分けを行う。

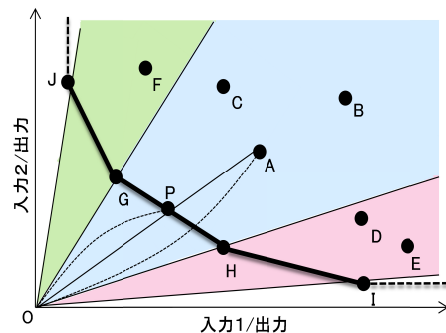


図2-1. 参照集合に基づくグループ分けの例。

## 2.4 分析2

環境への取り組みの評価は、CCRモデルを用いた①経済・行政サービスのみを考慮した評価(環境への取り組みを考慮しない評価)と②経済・行政サービス・環境を考慮した評価の差をとることによって行う(図2-2)。①、②の評価とも入力項目を、社会資本ストック、民間資本ストック、就業者数、歳出とし、出力項目は①では県内総生産、行政サービス度とし、②では県内総生産、行政サービス度、CO2排出量(最もCO2排出量が多い自治体と各自治体のCO2排出量の差)とする。②は分析1で算出した結果を用いる。

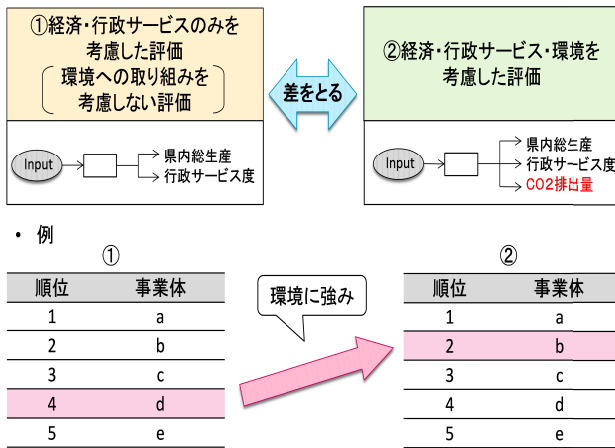


図 2-2. 分析 2 の概要.

環境への取り組みを考慮しない評価に比べ、経済・行政サービス・環境を考慮した評価が高くなっている自治体は、より効果的な環境対策を行っていると考えられる。つまり、分析 1 で分けたグループ内で、この順位が最も上がっている自治体が、そのグループに属する自治体にとって、環境対策に関して参考にするべき自治体と考えられる。

## 2.5 データ

本研究では、全国 47 都道府県を分析対象とする。本研究で用いたデータは、主に行政機関が公表しているものであり、2009 年のデータを用いる。データの出典は以下の通りである。

社会資本ストック：「社会資本ストック推計データ（内閣府）」、民間資本ストック：「都道府県別民間資本ストック（内閣府）」、就業者数：「日本の統計（総務省）」、歳出：「地方財政統計年報（総務省）」、県内総生産：「県民経済計算（内閣府）」、行政サービス度：「全国市区の行政比較調査（経済産業消費研究所）」、エネルギー起源 CO2 排出量：「都道府県別エネルギー消費統計（経済産業研究所）」。

## 3. 分析結果と考察

### 3.1 分析 1

分析の結果、効率性が 1 の自治体は東京、神奈川、滋賀、鳥取、香川、高知、沖縄の 7 自治体となった。これらの自治体は経済・行政サービス・環境を考慮した効率性のフロンティアを形成しており、最も効率性の良い自治体である。

次に、各参照集合別の自治体を表 3-1 に示す。ただし、影響が小さい自治体を除くため、 $\lambda \geq 0.1$ のみを有効とする。表 3-1 より、自治体を参照集合別に分類することによって、地域性や政策の方針が似た自治体と同じグループに分類された。ここでは、分類された自治体の数が多い順にグループ 1 から 12 としている。

表 3-1 各参照集合別の自治体の分類

No	参照集合	DMU
1	鳥取・香川	青森・岩手・山形・石川・福井・山梨・奈良・和歌山・佐賀・熊本・宮崎
2	滋賀・鳥取	福島・新潟・富山・岡山・山口・愛媛
3	鳥取	秋田・島根・徳島・長崎
4	香川	宮城・栃木・群馬・京都
5	東京・神奈川・滋賀	愛知・大阪・兵庫
6	神奈川・滋賀	千葉・静岡・広島
7	滋賀・鳥取・香川	長野・岐阜・大分
8	滋賀	茨城・三重
9	東京・神奈川・香川	福岡
10	東京・鳥取	北海道
11	神奈川・香川	埼玉
12	鳥取・沖縄	鹿児島

### 3.2 分析 2

分析 1 において、最も多くの自治体が分類された、鳥取・香川を参照集合とするグループ 1 について分析 2 の結果を述べる。表 3-2 にグループ 1 の①環境への取り組みを考慮しない効率値、②経済・行政サービス・環境を考慮した効率値、そして、その順位と順位差を示す。表 3-2 より、鳥取・香川を参照集合とする自治体は、青森、岩手、山形、石川、福井、山梨、奈良、和歌山、佐賀、熊本、宮崎の 11 自治体である。このグループのなかでは順位の上昇が最も大きい佐賀が、グループ 1 の自治体にとって環境への取り組みの参考とするべき自治体となる。

表 3-2 鳥取・香川を参照集合とする自治体

DMU	効率値		順位		順位差 ①-②
	①	②	①	②	
青森	0.698	0.724	44	43	1
岩手	0.702	0.716	43	44	-1
山形	0.745	0.769	38	38	0
石川	0.916	0.919	13	15	-2
福井	0.970	0.970	9	9	0
山梨	0.897	0.897	15	17	-2
奈良	0.894	0.925	16	13	3
和歌山	0.820	0.829	28	27	1
佐賀	0.829	0.876	26	21	5
熊本	0.716	0.737	41	40	1
宮崎	0.764	0.782	37	35	2

## 4. 環境への取り組みの比較

### 4.1 比較対象

分析結果からグループ1に属する自治体が参考にするべきと考えられる佐賀県において、実際に行われている環境への取り組みと、グループ1のなかで、効率性が低く、順位差が小さい岩手県の取り組みについて比較する。

### 4.2 佐賀県の環境への取り組み

佐賀県で行われている環境への取り組みの中でも特徴的な「エコリンピックさが」と「佐賀県環境サポーター派遣制度」について紹介する。

エコリンピックさがは、2009年よりスタートした、佐賀県が地球温暖化の防止などの環境対策に熱心な市町を表彰するという企画である。この企画は、市町の環境への取り組みを県が評価・表彰することで、情報の共有化や事業の浸透・深化を図ることが目的である。

エコリンピックさがは、市町の環境への取り組みを県が評価・表彰することで市町間の競争を促している。この企画の特徴は、県が住民に直接環境への取り組みを促すのではなく、より住民と近い市町に環境への取り組みを促していることである。

次に、環境サポーター派遣制度は、学習会や実践活動(例えば、省資源・省エネの学習会、自然観察会、リサイクル活動など)を実施する場合に、県環境サポーターを講師として派遣し、活動を支援する制度である。この制度は、地域、学校、職場での環境保全や地球温暖化対策に関する県民の意識の高揚と自主的な活動の促進を目的としている。

佐賀県環境サポーター派遣制度では、確立されたシステムの構築によって、これまで環境に関心を持っていなかった人を含める多くの人々や組織が関わっている。さらに、謝礼や旅費の支援など行政からの支援も充実させることによって、住民が自主的に環境への取り組みを促している。

### 4.3 岩手県の環境への取り組み

岩手県で行われている「CO2 ダイエット・マイナス8%いわて」について紹介する。

「CO2 ダイエット・マイナス8%いわて」とは、県民一人ひとりに「身近にできる8つのCO2ダイエット」の実践などを推進する地球温暖化防止「県民運動」である。主な取り組みとして、インターネット上への、個人で環境対策を行っている人へのインタビューの掲載や、会員登録者へのメールマガジンの配信などが挙げられる。

これらの取り組みは住民に直接、環境対策について紹介しているものの、環境に興味・関心がある人

しか情報を得ようとしにくい可能性が高。もともと環境に興味・関心がある人に対しては有効な取り組みであると考えられるが、多くの人に対し、自発的に環境への取り組みを促すという観点からは課題がある。

### 4.4 政策的示唆

佐賀県で行われている「エコリンピックさが」・「佐賀県環境サポーター派遣制度」のように、グループ1のような規模が小さい自治体にとって、①市町に環境への取り組みを促すこと②確立したシステムのもとで多くの人々を巻き込むこと③行政が住民に対して環境への取り組みを自主的に行うように支援することが重要であると示唆される。

## 5. 結論と今後の課題

### 5.1 結論

本研究では、DEAを用いて、経済・行政サービス・環境を考慮した自治体の総合的な評価を行い、特徴が似た自治体の中で、環境への取り組みにおいて参考とすべき自治体を示した。定量的に自治体の総合的なパフォーマンスを計測し、環境への取り組みとして参考にするべき自治体を明らかにすることは、実際の政策などを比較検討するにあたって、政策立案者にとって非常に有効であると考えられる。

### 5.2 今後の課題

本研究では、47都道府県の2009年のデータを用いて分析したが、今後は、より住民と近い距離にある市町村単位での分析や、時系列分析を行うことによって、更なる知見が得られると期待される。

### 参考文献

- [1] Charnes, A.C., Cooper, W.W., Rhodes, E., 1978. Measuring the efficiency of decision making units. *European Journal of Operational Research*, 2, 429-444.
- [2] Seiford, L.M., Zhu, J., 2002. Modeling undesirable factors in efficiency evaluation. *European Journal of Operational Research*, 142, 16-20.
- [3] 末吉 俊幸, 2001. 『DEA-経理効率分析法-』朝倉書店.
- [4] 長谷川 良二, 2006. 「CO2 排出に関する日本47都道府県の地域構造要因分析」『会計検査研究』第33巻, 173-187.
- [5] 長谷川 良二, 2008. 「RAS法を用いた都道府県別CO2排出量の推計」『産業連関』第16巻第2号, 42-54.