

*Original*

## An Improvement for a Business Efficiency Analysis Method Using DEA and Inverted DEA

Masahiro UKITA,<sup>1</sup> Yoshinari YANAGAWA<sup>1</sup> and Shigeji MIYAZAKI<sup>1</sup>

### Abstract

Data envelopment analysis (DEA) is a technique to measure relative effectiveness based on a ratio scale for industries. DEA is widely used everywhere and for various models. Inverted data envelopment analysis (IDEA) is an extended model of DEA. In this study, we review business analysis using DEA and IDEA. These analysis methods analyze an object based on efficiency/inefficiency. However, a new problem has arisen in business analysis methods where the domains of efficiency and inefficiency are interconnected. We propose an improvement, suggesting a better business analysis technique. We evaluated the technique by performing a numerical value experiment with real numerical values and compared the original technique with the proposed method.

As a result, by solving some examples, the proposed method meets some general practical needs of business analysis. One problem is that a unitary evaluation does not exist because the proposed method evaluates the object from the aspects of both efficiency and inefficiency. The proposed method has no problem in determining the level of efficiency, and can lead a result which will be accepted by the evaluation of individual changing parameters.

Key words: data envelopment analysis, inverted data envelopment analysis, business efficiency, business analysis

---

<sup>1</sup> Okayama University  
Received: August 1, 2007  
Accepted: June 22, 2009

## DEA と Inverted DEA を用いた経営効率分析方法の改善—提案

浮田 昌宏<sup>1</sup>, 柳川 佳也<sup>1</sup>, 宮崎 茂次<sup>1</sup>

DEA (Data Envelopment Analysis) は事業体の相対的な効率性を比率尺度に基づいて計算し、算出する手法である。DEA は世界の各地で広く用いられ、さまざまなモデルが存在する。本研究では DEA および DEA の一つのモデルである IDEA (Inverted Data Envelopment Analysis) を用いた経営分析方法を扱う。この手法は評価対象を効率性・非効率性の両面から分析することができるが、相反する評価を下す領域が一点で接するなど問題点がある。この手法を改善し、よりよい経営分析方法を提案することが本研究の目的である。実際の数値を用いて数値実験を行い、元手法と提案する手法を評価・比較する。実験を行った結果、一般的な社会の実情にあった経営分析方法を提案することが確認できた。問題点として、効率・非効率の両面から評価するため、一元的に評価できないという点が残っている。しかし、提案法は効率の良し悪しを判断するには問題がなく、またパラメータを変更することで評価者の主観に副った判断もできる経営分析方法になる。

キーワード：DEA, Inverted DEA, 経営効率, 経営分析

## 1. 緒言

組織評価の研究には、多変量解析などのさまざまな手法があるが、その中に経営効率分析方法の一つとして DEA (Data Envelopment Analysis, 包絡分析法) [1], [2] という方法がある。これは企業体の相対的な効率性を比率尺度に基づいて計算し、算出する手法である。DEA は世界の各地で広く用いられ、さまざまなモデル [3]~[5] が存在する。

さまざまなモデルの一つに、非効率性を評価する IDEA (Inverted Data Envelopment Analysis) [6] を用いる組織評価がある。これと DEA を組み合わせることで電力事業体 [7]・裁判所 [8] などの組織を良否両面から把握することができる。しかし、この手法にはまだ若干問題がある。

本研究では DEA と IDEA を用いた経営分析方法を扱う。分析手法の問題点を上げ、改善方法を示す。数値実験を行い、比較評価することでよりよい経営分析方法を提案することが本研究の目的である。

## 2. Data Envelopment Analysis

## 2.1 Data Envelopment Analysis (DEA) について

DEA (Data Envelopment Analysis) [1] は 1978 年に Charnes 等によって開発された事業体の相対的な比率尺度に基づいて計算し、算出する経営分析方法である。効率評価手法の一つであり、総産出量/総投

入量 (総出力/総入力) の大小により効率性を評価する。つまり、事業体は“産出物 (出力) を生産するため、投入要素 (入力) を使う”変換プロセスを持つものである。

DEA の特徴は、多数の項目を用いた相対的な評価が行える点と、評価対象とする事業体の特徴を最大限考慮する点である。DEA では、評価対象とする事業体に最も都合良くウェイト付けを行った上で、他の事業体と相対評価を行う。このため、自己の特徴を最も考慮したウェイト付けにおける自己の評価を得ることができる。

組織の業績評価を行うためには、利益性だけでなく、安全性、将来性などのさまざまな面からみる、多次元尺度である必要がある。また、絶対的尺度が存在しないため相対的観点からの総合判断が必要である。これら二つの条件を DEA は満たしている。

## 2.2 DEA モデル

ある  $n$  個の事業体 (Decision Making Unit: DMU) がそれぞれ  $m$  個の入力要素をもつ入力ベクトル  $X_j (j=1, \dots, n)$  と  $s$  個の出力要素をもつ出力ベクトル  $Y_j (j=1, \dots, n)$  で特徴づけられているとする。ここで  $k$  番目の DMU である  $DMU_k$  の効率性 ( $\theta_k$ ) を計算する DEA モデルは、以下のように定義される。

$$\max. \quad \theta_k = \frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{rk}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{ik}}, \quad (1)$$

<sup>1</sup> 岡山大学

受付：2007 年 8 月 1 日、再受付 (3 回)

受理：2009 年 6 月 22 日

$$\begin{aligned}
 s. \ t. \quad & \frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{rj}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{ij}} \leq 1 \quad (j=1, \dots, n), \\
 & u_r > 0 \quad (r=1, \dots, s), \\
 & v_i > 0 \quad (i=1, \dots, m),
 \end{aligned}$$

DEA は目的関数値  $\theta_k$  を DEA 効率値と呼び、この DEA 効率値が  $\theta_k=1$  である場合 DMU は DEA 効率的であり、それ以外は DEA 非効率的である。

### 2.3 DEA における効率性の定義

DMU<sub>j</sub> に対する分数計画問題の解を  $u_r, v_i$  とし、目的関数を  $\theta_j$  とする。このとき  $\theta_j$  は一般に  $0 < \theta_j \leq 1$  という範囲をとる。この目的関数  $\theta_j$  が 1 に近いほど経営効率が良く、0 に近いほど経営効率が悪いと考える。そこで DEA 効率性は以下のように定義される。

DEA 効率性

$0 < \theta_j < 1$     DEA 非効率的

$\theta_j = 1$         DEA 効率的

## 3. Inverted Data Envelopment Analysis

### 3.1 Inverted Data Envelopment Analysis (IDEA) について

事業体の効率を測定するには、通常その優れている点に焦点を当てて評価する方法と、その劣っている点に焦点を当てて評価する方法が考えられる。DEA は事業体の優れている点から効率性を評価する方法である。しかし DEA だけでは、事業体に対して優れている点からしか評価しておらず、劣っている点からの評価がされていないので、事業体の評価として不十分といえる。そこで、事業体の劣っている点に焦点を当て、非効率の度合いを評価する方法として Inverted DEA (IDEA) [6]が開発された。

### 3.2 Inverted DEA モデル

Inverted DEA において DMU や入出力項目に関する仮定は DEA と同様である。

以下に、Inverted DEA の定義を示す。

$$\begin{aligned}
 \max. \quad & \theta_j' = \frac{\sum_{i=1}^m v_i' x_{ij}}{\sum_{r=1}^s u_r' y_{rj}}, \\
 s. \ t. \quad & \frac{\sum_{i=1}^m v_i' x_{il}}{\sum_{r=1}^s u_r' y_{rl}} \leq 1 \quad (l=1, \dots, n), \\
 & u_r' > 0 \quad (r=1, \dots, s), \\
 & v_i' > 0 \quad (i=1, \dots, m),
 \end{aligned} \tag{2}$$

Inverted DEA では最終目的関数値  $\theta_j'^*$  を IDEA 非

効率値と呼び、この IDEA 非効率値が  $\theta_j'^*=1$  である場合 DMU は IDEA 非効率的であり、それ以外は IDEA 効率的である。

### 3.3 IDEA における非効率性の定義

IDEA における非効率の概念は、DEA の効率性の定義と対応している。DMU<sub>j</sub> に対する分数計画問題の解を  $u_r', v_i'$  とし、目的関数を  $\theta_j'$  とする。このとき  $\theta_j'$  は一般に  $0 < \theta_j' \leq 1$  という範囲をとる。この目的関数  $\theta_j'$  が 1 に近いほど経営効率が悪く、0 に近いほど経営効率が良いと考える。これは DEA における効率の概念と全く逆転しているが、これは  $\theta_j'$  が非効率を表す値だからである。そこで IDEA 非効率性は以下のように定義される。

IDEA 非効率性

$0 < \theta_j' < 1$     IDEA 効率的

$\theta_j' = 1$         IDEA 非効率的

## 4. DEA と IDEA による事業体の分類法

### 4.1 DEA と IDEA の問題点

DEA に対する現在までの研究では、その有用性ととも DEA の適用に際して生じる種々の問題点についても指摘がなされている[6]。その内の二つの問題点について以下に述べる。

- 特異な活動を行っている事業体に対し、DEA は経営効率が非常に高い（効率値が 1 に近い）という評価を下しやすい。
- DEA によって評価された事業体の多くが効率的であると判定され、また非効率的だと判定された事業体の全ての効率値が非常に高い値（効率値が 1 に近い）を示す場合がよく起こる。

Inverted DEA は、その DEA との類似性からも予想されるように、DEA の長所と短所をそのまま受け継いでいる。上記の二つの問題点は、Inverted DEA では次のように表される。

- 特異な活動を行っている事業体は、IDEA 非効率的と判定されやすい。
- 多くの事業体の IDEA 非効率値が非常に高い値（非効率値が 1 に近い）を示す場合がよく起こる。

以上のような問題点を克服するための一つの手がかりとした解決方法があり、次節で示す。

### 4.2 YMS 分類

DEA と Inverted DEA の対照性に注目した事業体 (DMU) の分類法が、山田善靖らにより提案されている[6]。この手法に明確な名称がないため便宜上、

提案者らの頭文字（山田・松井・杉山）を取り YMS 分類とする。

#### 4.2.1 YMS 分類の分類方法

二つの閾値  $\alpha$ ,  $\beta$  を用いて, DMU 全体の集合を, 次の四つの部分集合 A, B, C, D に分割する. 二つの閾値は次項で扱う.

- (a) A: DEA 効率値が  $\alpha$  以上で, IDEA 非効率値が  $\beta$  未満の DMU の集合.

A に属する DMU は効率的な経営活動を行っていると思なすことができ, この集合 A を‘優秀’と呼ぶ.

- (b) B: DEA 効率値が  $\alpha$  未満で, IDEA 非効率値も  $\beta$  未満の DMU の集合.

B に属する DMU は特色のない経営活動を行っていると思なすことができ, この集合 B を‘並’と呼ぶ.

- (c) C: DEA 効率値が  $\alpha$  未満で, IDEA 非効率値が  $\beta$  以上の DMU の集合.

C に属する DMU は非効率的な経営活動を行っていると思なすことができ, この集合 C を‘努力必要’と呼ぶ.

- (d) D: DEA 効率値が  $\alpha$  以上で, IDEA 非効率値も  $\beta$  以上の DMU の集合.

D に属する DMU は特異な経営活動を行っていると思なすことができ, この集合 D を‘特異’と呼ぶ.

これらを文献〔2〕のデータを変更した表 1 を用い図で示すと図 1 のようになる.

以上の分類法により, 図 1 に示す通り“他と相対的に比較できない特異な経営活動を行っている”事業体を判別することができる. また DEA, IDEA の二つ目の問題点とした多くの事業体の効率値が 1 に近い値をとることも, ある程度は解決できる.

#### 4.2.2 YMS 分類の閾値

二つの閾値によって事業体全体の集合を四つの部分集合に分ける. DEA, IDEA それぞれの値を二つに分割する  $\alpha$ ,  $\beta$  の値に, 何らかの確実な情報があればそれを用いる. それがない場合はクラスター分析を使い, それらの推定値を求める.

今回使用するのは, 最も代表的な階層クラスター分析である. 対象間の距離とクラスター間の距離は, 良く利用される‘ユークリッド距離’とクラスターを分離する能力の大きい‘最長距離法’を用いる.

#### 4.2.3 YMS 分類の問題点

YMS 分類は図 1 のようにすべての領域が一点で接している. とくに‘優秀’, ‘努力必要’という正反対の評価が接しているのは問題である. また, ‘特異’とい

表 1 入力 2 出力 1 の事業体

DMU	入力 1	入力 2	出力	DEA 効率値	IDEA 非効率値
1	2	4	1	1.000	1.000
2	4	4	1	0.698	1.000
3	8	4	1	0.435	1.000
4	2.5	3.5	1	0.964	0.875
5	3.7	1.8	1	0.948	0.463
6	4.3	0.5	1	1.000	0.538
7	8	0.5	1	1.000	1.000
8	6	2.5	1	0.606	0.750
9	5	3	1	0.664	0.750
10	5	1.5	1	0.773	0.625
11	2.1	3.95	1	0.986	0.988

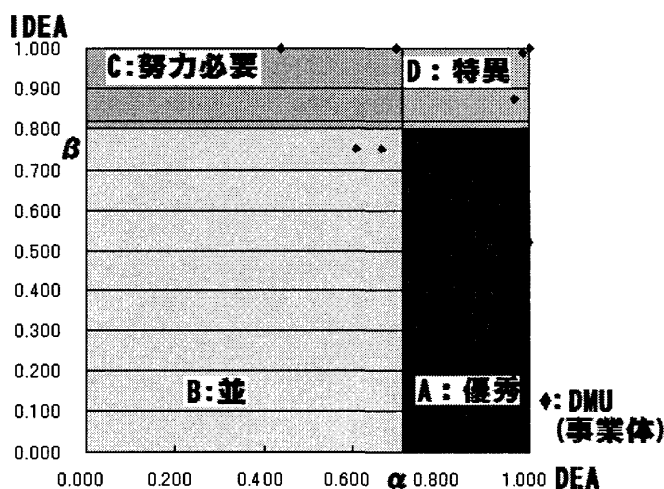


図 1 YMS 分類

う評価分類はどのような評価であるか捉えにくいという点もある.

また, どのような分類にもいえるが, 閾値に明確なものが存在しないのも問題である.

### 5. 提案する分類

#### 5.1 提案分類の考え方

YMS 分類の問題点は前述のように

- ・正反対の評価が一点で接している (効率的と判断される領域と非効率的と判断される領域)

- ・‘特異’という評価は捉えにくい

という 2 点である.

‘優秀’と‘努力必要’という正反対の評価分類を接しないようにするには, ‘優秀’と‘努力必要’の間に‘並’の分類を導入することである. そこで, YMS 分類の観点から違った分類を提案する. また, ‘特異’は捉えやすくするため新たに次のように定義する. ‘特異’とは, 最も優秀を意味する座標に最も接近した事業体の

DEA 効率値以上の DEA 効率値をもち‘並’に分類されている事業体と、最も非効率を意味する座標に最も接近した事業体の IDEA 非効率値以上の IDEA 非効率値をもち‘並’に分類されている事業体とする。

分類の判別の基準である閾値は YMS よりも簡略化したい。そこで DEA 効率値・IDEA 非効率値の両指標を同時に評価として考慮する場合に、その影響を同程度とするために、とりうる値が等しく 0～1 となるよう平準化した。平準化は 5.2 で定義する。本研究では、従来の評価手法に基づく優秀・努力必要・特異などの評価区分の再評価を目的としているので、式 (3) により平準化を行った。特異の閾値は最も‘優秀’な事業体・最も‘努力必要’な事業体を、他は DEA 効率値・IDEA 非効率値を平準化して (1, 0) (0, 1) からの距離を用いる。これらをもとに考えた分類方法を次節に示す。

## 5.2 提案分類の分類方法

DEA と Inverted DEA の評価値を平準化し、それをもとに散布図を下記に示す方法で作成する。

DEA 効率値の平準化を示す。評価値を最も高い値を 1 に、最も低い値を 0 にする。中間値は、最高値と最低値の相対的な位置に基づいて、次の式によって平準化された値が割り当てられる。

$$y_j = \frac{x_j - \min}{1 - \min} \quad (3)$$

ここでは

$y_j$ : DMU<sub>j</sub> の平準化された DEA 効率値

$x_j$ : DMU<sub>j</sub> の DEA 効率値

min: DEA 効率値の最低値

となる。IDEA も同様である。

DEA 平準化効率値を X 軸、IDEA 平準化非効率値を Y 軸に示す。

分析で求めた DEA, Inverted DEA 値を平準化した値から最大値 1, 最小値 0 を使い、座標 (0, 1) と (1, 0) を線分でつなぎ、線分上を三等分する座標を求め、三等分した線分を半径とする円を座標 (0, 1) と (1, 0) を中心に作成する。それぞれの円を基準に DMU 全体の集合を、次の四つの部分集合 A', B', C', D' に分割する。

(a) A': 座標 (1, 0) を中心とする円の内部の DMU の集合。

A' に属する DMU は効率的な経営活動を行っていると思なすことができ、この集合 A' を‘優秀’と呼ぶ。

(b) B': 座標 (1, 0), 座標 (0, 1) それぞれを中心とする円の外部の DMU の集合。

B' に属する DMU は特色のない経営活動を行っていると思なすことができ、この集合 B' を‘並’と呼ぶ。

(c) C': 座標 (0, 1) を中心とする円の内部の DMU の集合。

C' に属する DMU は非効率的な経営活動を行っていると思なすことができ、この集合 C' を‘努力必要’と呼ぶ。

(d) D': 座標 (1, 0) に最も近い DMU の DEA 平準化効率値以上の DEA 平準化効率値を持ち、または座標 (0, 1) に最も近い DMU の IDEA 平準化非効率値以上の IDEA 標準化効率値をもち B' に存在する DMU の集合。

D' に属する DMU は特異な経営活動を行っていると思なすことができ、この集合 D' を‘特異’と呼ぶ。

これらを表 1 のデータを用いて図で示すと図 2 となる。‘特異’に分類される事業体は、事業体が (1, 0) (0, 1) に存在するとき、‘特異’の分類範囲は線になる。また、事業体が (1, 0) (0, 1) 双方に存在しないとき、‘特異’の分類範囲は面となる。

以上の提案分類により YMS 分類の問題点が解決される。

また、YMS 分類に対する提案分類の改善は図 3 および図 4 を比較すればわかりやすい。

図 3 および図 4 は、表 1 の 2 入力 1 出力の DMU の場合であり、11 個の DMU から形成される生産可能集合が変更されない場合について四つの分類がどのような DMU の集合に対応するかを示している。図 3 は YMS 分類、図 4 は提案分類での対応を示している。

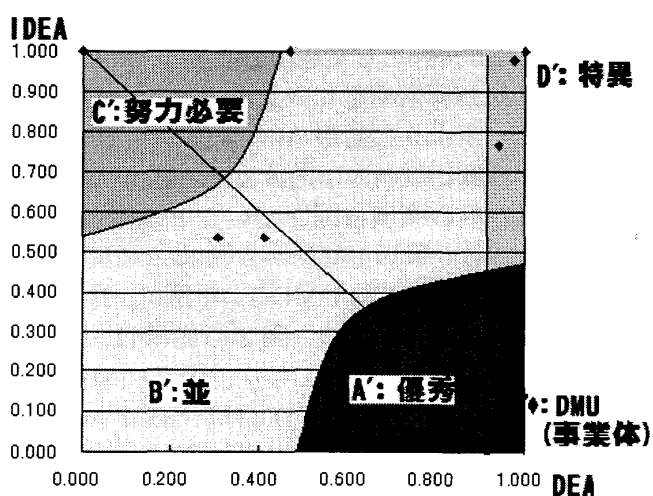


図 2 提案分類

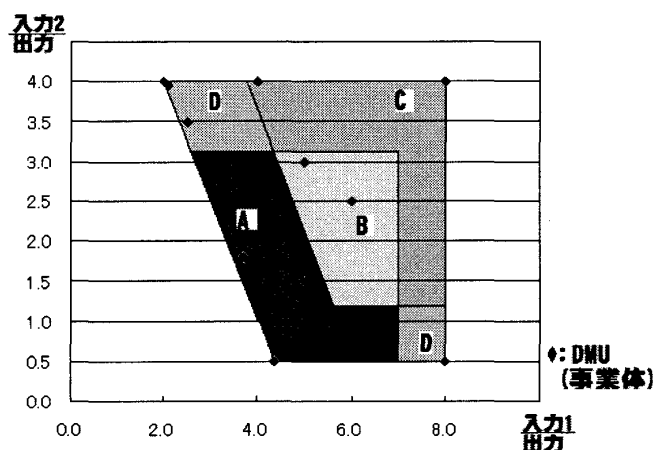


図3 4種のDMU集合 (YMS分類)

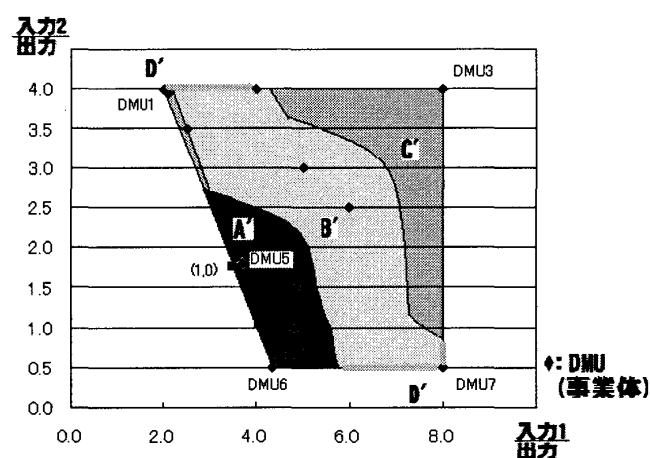


図4 4種のDMU集合 (提案分類)

図3および図4は軸に入力/出力を用いることによって出力を一つ得るのに必要な入力量を表している。単純に考えると原点に近づくほど効率良く活動するといえる。これを考慮するとAという効率的なDMU集合がCという非効率なDMU集合と接する図3よりも原点に近い位置から順に効率・並・非効率と並ぶ図4が分類として適切であろう。また、図3に示す効率Aが非効率Cに一点で接しているのに対して図4に示すように効率A'と非効率C'が離れるとともに、特異については図3よりも図4で領域が狭くなる。特異の領域は図2でいうと座標(1, 0)と座標(0, 1)に最も近いDMUから決まるので、座標(1, 0)に近いのは表1のDMU5、座標(0, 1)そのものが表1のDMU3となる。図2の座標(1, 0)に相当する座標は、図4中の■となり、DMU5は図4では■の近くに出現する。仮にDMU5と図2の(1, 0)との間に別の仮想DMUが存在する場合には、図4の■とDMU5との間に仮想DMUは出現し特異は減ることは自明であり、(1, 0)に仮想DMUがあった

場合は、特異は線で示されることになる。また、(1, 0)からの距離がDMU5より離れた座標に仮想DMUが増えてもDMU5が特異を決定するため、仮想DMUの出現により特異が増えることにはならない(図2の(0, 1)すなわちDMU3について発生する特異についても同様である)。図4にもそれは表示されており、DMU1とDMU6をつなぐ線とDMU5からの線がB'上で左上のD'という特異の領域を作る。また、■にDMUが存在すると特異はDMU1, 3, 6, 7をつなぐ線上のみであり、領域は線となる。故に提案法は線かそれに近い面となるためYMSより減少する。

### 5.3 提案分類の閾値

提案分類はDMUの分布範囲を対角線で3等分し、それを境界とした。つまり、閾値には距離を用いる。効率性と非効率性を考慮し、YMS分類のようにわざわざクラスター分析をする必要もなく簡便である。

しかし評価者によりこの閾値に納得がいかず、たとえば全体の3割を優秀にしたいなどの考えがあれば6.3の項に示す方法によれば可能である。

## 6. 数値実験

5で提案した分類により改善ができるかを実際のデータを用いて検証を行う。それぞれのデータをDEA, YMS分類, 提案分類で分類することにより、事業体の分類割合の変化を調べる。DEA, YMS分類はクラスター分析で求めた閾値で分類する。

### 6.1 数値実験のデータ

数値実験には実際のデータを用いる。実験1として参考文献[6]のMKデパートの各店舗の効率性、実験2として参考文献[9]の千葉縣市町村の農業経営の効率性、実験3として同文献[9]の東京都立図書館の効率性、実験4として裁判所[10], [11]の効率性、実験5として参考文献[5]にある数値例のデータを使う。

それぞれのデータとしてDEA・IDEAで求めた効率値を表2に示す。表2では最大値をボールド体で示す。

### 6.2 数値実験の結果

DEAのみによる評価で分類する。クラスター分析による閾値により‘優秀’、‘努力必要’の二つに分類する。それぞれの実験による結果を基に実験ごとの事業体分類割合の変化を調べる。実験ごとの分類割合を表3に、その平均値を表4に示す。

表2 効率値

実験1			実験2			実験3			実験4			実験5		
事業体	DEA 効率値	IDEA 非効率値	事業体	DEA 効率値	IDEA 非効率値	事業体	DEA 効率値	IDEA 非効率値	事業体	DEA 効率値	IDEA 非効率値	事業体	DEA 効率値	IDEA 非効率値
本店	1.000	0.990	市川市	1.000	0.492	港 区	1.000	0.543	北海道	0.757	0.915	大阪府	0.809	0.869
SJ	0.972	1.000	船橋市	1.000	0.436	文京区	1.000	0.369	宮城県	0.908	0.810	京都府	1.000	0.730
GZ	1.000	0.909	松戸市	1.000	0.406	目黒区	1.000	0.409	福島県	0.940	0.751	兵庫県	0.992	0.591
IB	1.000	0.909	野田市	0.659	0.732	世田谷区	1.000	0.440	山形県	0.924	0.977	奈良県	0.913	0.696
YH	0.962	0.945	柏 市	0.797	0.515	板橋区	1.000	0.632	岩手県	0.900	0.979	滋賀県	0.949	0.724
SD	0.982	0.936	流山市	0.765	0.572	杉並区	1.000	1.000	秋田県	0.791	1.000	和歌山県	0.759	0.754
SP	0.962	0.947	我孫子市	0.876	0.762	北 区	1.000	0.909	青森県	0.939	0.847	広島県	0.799	0.768
OS	0.982	0.926	鎌ヶ谷市	1.000	0.424	江東区	0.914	0.760	東京都	0.813	1.000	山口県	0.726	0.854
HK	1.000	1.000	関宿市	0.997	0.555	練馬区	0.876	0.785	神奈川県	0.920	0.678	岡山県	0.841	0.721
KB	1.000	1.000	沼南町	0.922	0.616	大田区	0.785	0.673	埼玉県	0.876	0.672	鳥取県	0.900	0.993
KS	0.932	1.000	館山市	0.611	0.879	中野区	0.759	0.582	千葉県	0.794	0.667	島根県	0.709	0.963
HS	0.979	0.928	鴨川市	0.643	0.828	中央区	0.896	0.693	茨城県	0.798	0.709	香川県	0.567	1.000
TM	0.965	0.952	富浦町	0.867	0.687	荒川区	0.751	0.636	栃木県	0.852	0.790	徳島県	0.589	1.000
MY	0.967	0.940	富山町	0.873	0.987	江戸川区	0.815	1.000	群馬県	0.787	0.707	高知県	0.662	0.878
			鋸南町	0.814	1.000	品川区	0.784	0.655	静岡県	0.804	0.674	愛媛県	0.681	0.985
			白浜町	1.000	1.000	豊島区	0.709	0.654	山梨県	0.842	0.769	福岡県	1.000	1.000
			千倉町	0.676	0.812	足立区	0.787	0.727	長野県	0.847	0.795	佐賀県	0.801	0.868
			丸山町	0.735	0.936	墨田区	0.697	0.662	新潟県	0.872	0.844	長崎県	0.776	0.872
			和田町	1.000	1.000	台東区	0.574	1.000	愛知県	0.954	0.691	大分県	0.656	1.000
			天津小湊町	0.398	1.000	渋谷区	0.587	0.945	三重県	1.000	0.517	熊本県	0.765	0.906
			三芳村	0.779	1.000	新宿区	0.569	0.772	岐阜県	1.000	0.606	鹿児島県	0.807	0.950
						葛飾区	0.582	0.955	福井県	0.722	0.811	宮崎県	0.802	0.928
						千代田区	0.350	1.000	石川県	0.740	0.898	沖縄県	0.904	0.842
									富山県	0.834	0.801			

表3 実験ごとの分類割合

分類方法	分類	実験1		実験2		実験3		実験4		実験5	
DEA	優秀	13	92.86%	20	95.24%	18	78.26%	35	74.47%	11	73.33%
	努力必要	1	7.14	1	4.76	5	21.74	12	25.53	4	26.67
	計	14	100.00	21	100.00	23	100.00	47	100.00	15	100.00
YMS モデル	優秀	9	64.29	8	38.10	15	65.22	22	46.81	8	53.33
	並	0	0.00	0	0.00	1	4.35	2	4.26	1	6.67
	努力必要	1	7.14	1	4.76	4	17.39	10	21.28	3	20.00
	特異	4	28.57	12	57.14	3	13.04	13	27.66	3	20.00
	計	14	100.00	21	100.00	23	100.00	47	100.00	15	100.00
提案モデル	優秀	5	35.71	7	33.33	5	21.74	9	19.15	1	6.67
	並	4	28.57	9	42.86	11	47.83	29	61.70	8	53.33
	努力必要	1	7.14	2	9.52	4	17.39	6	12.77	2	13.33
	特異	4	28.57	3	14.29	3	13.04	3	6.38	4	26.67
	計	14	100.00	21	100.00	23	100.00	47	100.00	15	100.00

表3, 表4より, どの実験でも DEA だけでは9割から7割の事業体に効率が良いと判断され, 4で示した多くの事業体に効率が良いと判断されるという DEA の問題点が表れる. YMS 分類により改善されてはいるが, まだ7割から4割の事業体に効率が良いと評価される. その点, 提案分類は, 4割から1割未

満にまで減少することになり, 多くの事業体に効率が良いと判断されるという問題点は改善されている. また, YMS 分類を行うと「並」に分類される割合が少ない. 今回使用したデータは, 図1の左下部分に事業体が現れることは少ない. これは多くの事業体に効率が良いと判断されるという DEA の問題点によるもの

である。元となるデータにもよるが、YMS分類を考案された山田らは、クラスター分析の値を変えることで対処している。クラスター分析で樹形図は切断する断面によって、小分類、中分類、大分類と分けることができるため、分類を変えることで値を変えている。しかし提案分類では閾値の変更をすることなく、事業体をすべての分類に分けることが可能である。

### 6.3 閾値の変更

提案手法を用いると約2割が‘優秀’と判断される。しかし評価者により3割を‘優秀’にしたいなど要望がある場合もあり得る。そこで、あくまで参考として閾

値となる半径をどの割合にすれば分類割合が変わるのかを表5に示す。表5は各実験で使用したデータを使用し、閾値となる半径(対角線/ $a$ )の $a$ の変化を基準に‘優秀’、‘努力必要’の範囲に分類されるDMUの個数の変化を表示している。 $a=2$ のとき、優秀と努力必要という正反対の評価が接する。 $a=3$ のときが提案している閾値である。 $n$ の値が大きくなる毎に優秀と努力必要の分類範囲が狭くなり分類される事業体の数は減る。例えば実験3の場合で評価者が優秀なDMU数を全体の3割程度としたければ、 $a=2.6$ として扱えば良いことが表5から読み取れる。

### 6.4 考 察

今回使用したデータでは、YMS分類を用いると‘並’に分類される割合がかなり少ない。図1の左下部分‘並’に分類されるのはDEA・IDEAともに効率値が小さな事業体である。4.1に示すとおりDEA・IDEAには、多くの事業体の効率値が高くなるという問題点がある。そのため、DEA・IDEAの値が低い‘並’に分類される事業体が少なくなる。YMS分類を

表4 各手法の分類割合の平均

分類	DEA	YMS モデル	提案モデル
優秀	82.83	53.55	23.32
並	—	3.05	46.86
努力必要	17.17	14.11	12.03
特異	—	29.28	17.79
計	100.00	100.00	100.00

表5 閾値の変化に伴うDMUの分類状況

DMU の分類	閾値	実験 1		実験 2		実験 3		実験 4		実験 5		全 DMU に対する 割合の 平均値(%)
	半径＝ 対角線/ $a$	DMU 数	全 DMU に対する 割合(%)	DMU 数	全 DMU に対する 割合(%)	DMU 数	全 DMU に対する 割合(%)	DMU 数	全 DMU に対する 割合(%)	DMU 数	全 DMU に対する 割合(%)	
	$a$											
優秀	2.0	6	42.86	10	47.62	14	60.87	21	44.68	8	53.33	49.87
	2.1	6	42.86	10	47.62	13	56.52	18	38.30	6	40.00	45.06
	2.2	6	42.86	10	47.62	12	52.17	17	36.17	5	33.33	42.43
	2.3	6	42.86	9	42.86	10	43.48	14	29.79	5	33.33	38.46
	2.4	5	35.71	9	42.86	10	43.48	13	27.66	5	33.33	36.61
	2.5	5	35.71	9	42.86	8	34.78	12	25.53	4	26.67	33.11
	2.6	5	35.71	9	42.86	7	30.43	10	21.28	3	20.00	30.06
	2.7	5	35.71	9	42.86	6	26.09	10	21.28	2	13.33	27.85
	2.8	5	35.71	8	38.10	6	26.09	9	19.15	1	6.67	25.14
	2.9	5	35.71	8	38.10	5	21.74	9	19.15	1	6.67	24.27
	3.0	5	35.71	7	33.33	5	21.74	9	19.15	1	6.67	23.32
努力必要	2.0	2	14.29	8	38.10	6	26.09	21	44.68	5	33.33	31.30
	2.1	2	14.29	7	33.33	5	21.74	18	38.30	4	26.67	26.86
	2.2	2	14.29	7	33.33	5	21.74	18	38.30	4	26.67	26.86
	2.3	2	14.29	5	23.81	5	21.74	17	36.17	3	20.00	23.20
	2.4	2	14.29	5	23.81	5	21.74	16	34.04	3	20.00	22.78
	2.5	1	7.14	4	19.05	5	21.74	15	31.91	3	20.00	19.97
	2.6	1	7.14	3	14.29	5	21.74	12	25.53	3	20.00	17.74
	2.7	1	7.14	3	14.29	5	21.74	11	23.40	3	20.00	17.31
	2.8	1	7.14	3	14.29	5	21.74	10	21.28	3	20.00	16.89
	2.9	1	7.14	2	9.52	4	17.39	9	19.15	3	20.00	14.64
	3.0	1	7.14	2	9.52	4	17.39	6	12.77	2	13.33	12.03
総DMU数		14		21		23		47		15		



考案された山田ら〔6〕は、クラスター分析の値を変えることでこれらに対処している。クラスター分析で樹形図は、切断する断面によって、小分類、中分類、大分類と分けることができるため、分類を変えることで値を変えている。図1では閾値 $\alpha$ の値を0.950にしていたが0.990に変更することで、分類される事業体の数を調整している。

提案法では閾値の変更をすることなく、事業体をすべての分類に分けることが可能である。YMS分類で‘特異’になる領域のほとんどを提案法では‘並’の領域に変化した。これにより、‘並’に分類される事業体が他の分類に対して多くなる。同様なものが複数存在する集団を評価する場合、一般的に多くは普通が存在であり、優れた、または劣る存在は少ない。これより提案法は社会の実情にあったものと思われる。

それぞれ最も優秀、劣悪な事業体の座標から一定の距離の範囲をそれぞれの分類にするため、‘優秀’‘努力必要’の範囲内においてDMUの効率性に対する優劣の順位付けをしやすい。しかし、‘並’の部分は優秀からの距離でとるか、または努力必要からの距離で順位付けるかでそれぞれの効率・非効率の順位が変わってくる。そのため一元的に評価できないという問題点が残っている。

## 7. 結 言

本研究では、DEAの二つの問題点、すなわち

“はずれ値的な活動を行っている事業体の経営効率が非常に高い”

“評価された事業体の90%という大部分が効率的であると判定される”

という二つの問題点を解決する方法であるDEAとInverted DEAを用いた経営効率分析方法のYMS分類の問題点を示し、その解決案を提案した。

提案分類が問題点を解決するかどうかを実際の数値を用いて実験を行った結果、問題点を解決しており、一般的な社会の実情にあった経営分析方法を提案できた。また、パラメータを変更することで評価者の希望

する企業体分類率に沿った判断も出来る経営分析方法を提案できた。

それぞれ最も優秀、劣悪な事業体の座標から一定の距離の範囲をそれぞれの分類にする方法のため、‘優秀’‘努力必要’の範囲内ではDMUの効率性に対する優劣の順位付けをしやすいが、将来の課題として、‘並’の部分は一元的に評価できないという点は残っている。

## 参 考 文 献

- 〔1〕 Charnes, A., Cooper, W.W. and Rhodes, E.: “Measuring the Efficiency of Decision Making Units”, *Eur. J. of Oper. Res.*, Vol. 2, pp. 429-443 (1978)
- 〔2〕 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 (1993)
- 〔3〕 刀根 薫, 上田 徹監訳:「経営効率評価ハンドブック—包絡分析法の理論と応用—」, 朝倉書店, pp. 3-74 (2000)
- 〔4〕 刀根 薫:“DEAのモデルをめぐる”, オペレーションズ・リサーチ, Vol. 38, No. 1, pp. 34-40 (1993)
- 〔5〕 末吉俊幸:“DEAによる効率性分析に関する一考察”, オペレーションズ・リサーチ, Vol. 35, No. 3, pp. 167-173 (1990)
- 〔6〕 山田善靖, 松井知己, 杉山 学:“DEAモデルに基づく新たな経営効率性分析法の提案”, *J. Oper. Res. Soc. Jpn.*, Vol. 37, No. 2, pp. 158-168 (1994)
- 〔7〕 杉山 学:“事業体の総合評価手法—電力事業体の効率性評価の事例—”, 経営システム, Vol. 15, No. 4, pp. 239-244 (2005)
- 〔8〕 浮田昌宏, 柳川佳也, 宮崎茂次:“DEAを用いた裁判所業務評価”, 日本経営工学会論文誌, Vol. 58, No. 1, pp. 54-61 (2007)
- 〔9〕 刀根 薫:“企業体の効率性分析手法—DEA入門(5)—”, オペレーションズ・リサーチ, Vol. 33, No. 4, pp. 191-198 (1988)
- 〔10〕 裁判所: <http://www.courts.go.jp/>
- 〔11〕 財務省印刷局:「職員録」, 財務省印刷局 (2004)