

## 仮想入出力制約を用いた DEA による 持続可能な発展の観点から見た企業活動の評価

02005940 慶應義塾大学大学院 理工学研究科 \*小田原 英輝 ODAWARA Hideki  
01500860 慶應義塾大学 理工学部 福川 忠昭 FUKUKAWA Tadaaki  
01304370 慶應義塾大学 理工学部 高橋 正子 TAKAHASHI Masako

### 1. はじめに

1987年のブルントラント報告以降、持続可能な発展に対する取り組みが各方面で行われている。企業活動においては、環境規制の拡大や多様化するステークホルダーの関心により、CSR（企業の社会的責任）を含む企業自体の持続可能な発展の問題と関連させて捉えられている。つまり、近年の企業不祥事・従業員訴訟・環境対応問題などからも分かるように、過剰な社会や環境への負荷は将来の収益獲得能力に悪影響をもたらすという考え方である。そこで近年、社会・環境情報を開示する企業が増加すると同時に、年金資金運用者や個人投資家を中心としてSRI（社会的責任投資）への関心が高まっている。

SRIのスクリーニングを目的として財務面だけでなく多側面から企業を評価する場合、各指標のウェイト設定が必要だが、これらの指標のウェイト設定は専門家の間でも意見が分かれる問題である。そこで、事前のウェイト設定を必要としないDEAを用いて企業活動の多面的評価を試みる。

### 2. 評価概念

多くの日本企業が参照しているGRIの持続可能性ガイドラインに沿い、経済・社会・環境というトリプルボトムラインで企業活動を評価する。その際、各企業がどの側面に大きく依存しているかを仮想入出力制約によって考慮し、次の図で表されるような評価を行う。

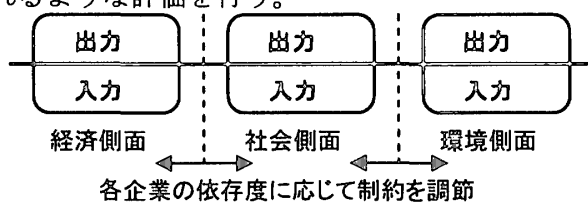


図1. 仮想入出力制約を用いた評価イメージ

### 3. 評価対象

2004年度に社会・環境報告書を発行した、電気機器業界で売上高5000億円以上の19社を対象とする。基本的に各企業の有価証券報告書及び社会・環境報告書に記載されている連結データに基づき、全社共通に利用可能な次の8入力5出力の指標を分析に用いる。

表1. 分析に用いる指標

	経済	社会	環境
入力	$A_1 \ni$ 負債コスト額、 資本コスト額	$A_2 \ni$ 従業員数	$A_3 \ni$ 化学物質取扱量、 最終資源廃棄量、 温室効果ガス排出量、 水投入、 エネルギー投入
出力	$B_1 \ni$ 税引き後営業利益	$B_2 \ni$ 賃金・給与、 障害者雇用人数	$B_3 \ni$ 資源リサイクル、 化学物質リサイクル

### 4. 分析手順

まず各企業が、どの側面へ依存している度合いが高いかを表す依存度を主成分分析で第一主成分として導出する。次に、その依存度を仮想入出力制約として用いたDEAにより評価を行う。

#### (1) 主成分分析による各側面への依存度導出

入力値  $X$  の相関行列を用いて、評価対象  $DMU_o$  の各側面  $j$  ごとに、第一主成分  $z_{oj}$  を抽出する。

$$z_{oj} = \sum_{a \in A_j} l_a (x_{oa} - \bar{x}_a) / s_a, \quad (j=1,2,3)$$

$l_a$ : 入力項目  $a$  に関する第一主成分の固有ベクトル

$\bar{x}_a$ : 入力項目  $a$  の平均値

$s_a$ : 入力項目  $a$  の標準偏差

次に主成分値が標準偏差 1 になるよう基準化し、

さらに全 DMU の主成分値が正となるような値 (本事例では 2) を加算する。

$$z'_{oj} = z_{oj} / s_j + 2, \quad (j=1,2,3)$$

$s_j$ : 側面  $j$  に対する依存度の標準偏差

最後に、求めた各側面の主成分値が 3 側面の主成分値合計に占める割合から、評価対象  $DMU_o$  の各側面に対する依存度を導出する。

$$z''_{oj} = \frac{z'_{oj}}{z'_{o1} + z'_{o2} + z'_{o3}}, \quad (j=1,2,3)$$

## (2) 仮想入出力制約を用いた DEA による評価

規模の収穫一定を仮定し、各側面  $j$  の仮想入出力値合計が全体に占める割合を制約する SBM モデルによって評価を行う。

$$\max \quad \mathbf{u}y_o - \mathbf{v}x_o + 1$$

subject to

$$\mathbf{u}Y - \mathbf{v}X \leq 0,$$

$$v_i \geq \frac{1}{mx_{oi}}, \quad (i=1, \dots, m)$$

$$u_r \geq \frac{\mathbf{u}y_o - \mathbf{v}x_o + 1}{sy_{or}}, \quad (r=1, \dots, s)$$

X: 入力データ  
Y: 出力データ  
m: 入力項目数  
s: 出力項目数  
v: 入力ウェイト  
u: 出力ウェイト  
 $z''_1$ : 経済依存度  
 $z''_2$ : 社会依存度  
 $z''_3$ : 環境依存度

$$\frac{\sum_{a \in A_j} v_a x_{oa}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{oi}} \geq z''_{oj}, \quad (j=1,2,3)$$

$$\frac{\sum_{b \in B_j} u_b y_{ob}}{\sum_{r=1}^s u_r y_{or}} \geq z''_{oj}, \quad (j=1,2,3)$$

## 5. 結果と考察

本研究の評価結果と、日経ビジネス誌「CSR ランキング」のスコアを比較した図を次に示す。ただし、CSR ランキングが公開されていない 7 社を除いている。なお、本研究の評価項目と近い「CSR への取組度」「機関投資家の評価」「業績及び財務」という 3 項目のスコアを取り出し、その合計得点を CSR ランキングのスコアとした。

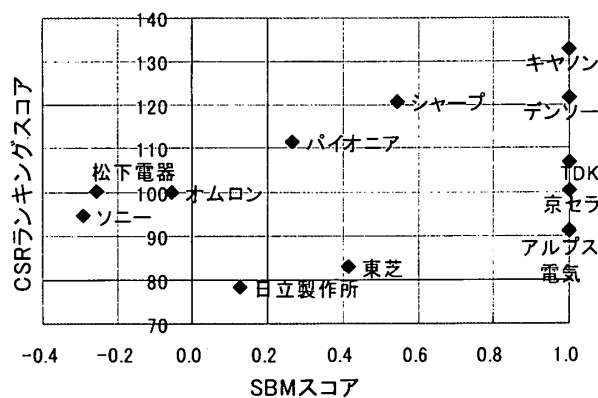


図 2. SBM の結果と CSR ランキングの比較

上の図のように既存の評価ともおおむね相関が見られる結果となり、ほぼ妥当な評価を行えたと考えられる。アルプス電気は CSR ランキングのスコアが低い、環境側面の一部の指標のみに強みを持っていたため、DEA では高く評価された。優れた点に着目する DEA の特徴がよく表れた結果であると考えられる。評価の差の他の要因としては、本研究では単年度のデータしか利用していない点、マネジメントシステムなどの定性的要素を加味していない点なども挙げられる。

## 6. おわりに

本研究では、DEA を用いて持続可能な発展という観点から企業活動を評価する手法を提案した。このような手法を用いて、企業外部からより妥当な評価を行うためにも、今後の開示情報拡大や集計基準の統一が望まれる。

方法論的な今後の課題としては、極端な仮想入出力制約を課した場合に出力ウェイトが負値となる可能性があることと、仮想入出力制約下では必ずしも効率的となる改善案を得ることができないことが残されている。

## 参考文献

- [1] Global Reporting Initiative, "Sustainability Reporting Guidelines 2002"
- [2] Kaoru Tone, "A slacks-based measure of efficiency in data envelopment analysis", *European Journal of Operational Research* 130 (2001) 498-509
- [3] 日経 BP 社, 「日経ビジネス」, 2004.7.26, 30-61