

## DEAによるビジネスゲームの経営効率分析

韓 尚 秀\*<sup>1</sup> 周 湘\*<sup>2</sup>

### An Efficiency Analysis Using DEA on Business Game Data

Sangsu HAN\*<sup>1</sup> Xiang ZHOU\*<sup>2</sup>

#### Abstract

Until now the efficiency of company management has usually been evaluated by using accounting methods based on financial statements. However there is the limitation that operational and financial factors in the statement cannot be dealt with simultaneously. A new method of analyzing efficiency is proposed by utilizing Data Envelopment Analysis (DEA) which is useful for dealing with multi-dimensional factors. The validity of this method is tested by simulation using data from a business management game.

#### キーワード

Efficiency, DEA, Accounting

#### 1. はじめに

企業と企業間の競争がますます激しくなり、企業にとって現状を改善して、よりよくしていくためには経営分析が極めて重要である。経営分析は、財務資料をはじめとする諸資料を分析するものであり、財務諸表の比率分析を中心としてなされてきている。

財務諸表の数値を用いた比率分析はアメリカで誕生し、その起源は20世紀を始め、銀行が融資先を決定する際の信用調査であったと言われていた。当時の銀行の関心は、融資先の債務返済能力であり、銀行家比率 (banker's ratio) とも呼ばれた流動比率、酸性試験比率 (acid test ratio) とも呼ばれた当座比率が、重要な財務比率であった。

その後、企業をめぐる様々な利害関係者が、それぞれ関心のある企業業績の特徴を評価するために、様々な財務比率を考案した。そして、主に貸借対照表及び損益計算書などの財務諸表上の会計数値を用い、収益性、安全性、効率性、成長性などを表す様々な指標を算定し、それを用いて経営分析が行われている<sup>[1]</sup>。

しかし、本来の経営論理からみると、企業のような事業体は、「ひと」、「もの」、「かね」、「情報」という基礎的要素が多様に組合わさっている多面的構造が形成されているのであ

\* 1 はん さんすう：大阪国際大学経営情報学部准教授 (2007.6.15受理)

\* 2 しゅう しょう：大阪国際大学大学院経営情報学研究科経営情報学専攻修了生

るから、経営分析は、事業体を一つの全体として、一つのシステムとしてとらえるための総合を必要とする<sup>[2]</sup>。また、基本的な経営分析体系とする財務指標の分析には、異なる単位の項目を合計することが難しいため、貨幣的評価を重視し、さらに評価したい企業の数が多い場合、総合的な評価を行うのが困難であるなどの問題点を抱えている。

そこで、本研究では、経営分析において従来の分析手法の欠点を十分に考慮した上に、新たな分析手法を提案し、経営分析を行う。新たな分析手法は直ちに基本的な経営分析体系とする財務指標分析の否定を意味するものではない。従来の分析手法と新たな分析手法を併行して、生産、販売、財務などといった数量的、非数量的のデータを用いて、企業の成果達成度合い、効率性の分析を行うことを目的とする。また、このための手段として本研究では、DEA(Data Envelopment Analysis：包絡分析法)という手法を用いる。

具体的には、同様な業種をもつ企業の経営活動における投入財と産出財を選定し、DEAモデルを用い、経営効率の相対的な評価を行う。また、各企業の全体の効率、純技術の効率、規模の効率を測定し、非効率的な企業に対し効率的になるための改善案を提示する。さらに、DEAによる経営効率評価の有効性、その財務分析の領域におけるメリットおよび応用について述べる。

## 2. 経営分析について

基本的な経営分析の体系に関しては、基本の財務諸表とする貸借対照表および損益計算書に基づいて、算定される企業の収益性、安全性、効率性、成長性の各種の指標分析に構成される。そして、各種の財務指標による各比率の結果を組み合わせて総合し、比率の個別観察では明らかにされていない全体の良否を判断することが必要とされる。これは例えば収益性、安全性、回転性、成長性といった重要なメルクマールに従って、それぞれに関する適切な比率を選択し、それを用い企業の経営活動に関する総合的な判定を行うものである。このような総合判定に当っては、企業が目標とする標準比率と実際比率とを比較する標準比率法、各種の比率相互間の相関関係を示すためにレーダーチャート形式で表示するレーダーチャート法などが利用される<sup>[1]</sup>。

しかし、財務指標による経営分析からみると、全社的目標や行動目標は、ほぼ貨幣金額という一次元的な単位でしか表せない。また、財務情報のみの流れで経営活動の背後を明確にしにくい。すなわち、財務指標は企業活動の一断面しか表すことができないということである。企業の経営分析は財務指標にあまり依存しすぎると、かえって多くのものを見えなくなる<sup>[1]</sup>。

このような観点から、財務指標分析における問題点として、

- (1) 貨幣金額単位を用い、計数化できない項目を除いた財務諸表のみでは、十分な経営情報を提供しにくい。
- (2) 総合的な評価を行うため、適切な比率が抽出される際に、分析者の主観的な判断が入り込む可能性がある。
- (3) レーダーチャート法などの判定手法では、評価したい企業の数が多い場合、客観的、総合的な評価を行うことが困難である。

(4) 明確的な改善案を提示しにくい。

が指摘できる。

それゆえ、企業活動を有効に評価するためには、財務指標以外の非財務指標も取り込む総合的な評価を行うのが必要とされる。すなわち、相対的な観点から多次元尺度を総合評価する必要がある。特に企業環境の変化が激しい場合には、技術力、研究開発力などの見えざる資産に対する計画を立て、いかに改善していくかが非常に重要である<sup>[1]</sup>。

そこで、新たな分析手法としてDEA (Data Envelopment Analysis : データ包絡分析法) を用いる。DEA のもともとの発想は、比率尺度によって事業体の効率性を相対評価しようというものである。この発想は財務指標を利用した経営分析の考え方とも類似する。その点について第3章で詳しく考察する。しかし、従来の経営分析と比べて、DEAによる分析方法には異なる点、より優れる点が存在する。

まず、DEA は個々の比率尺度の良否を問題とせず、他の企業との相対比較によって解決しようとしている。すなわち、多入力多出力の枠組みの中でその比率尺度の相対的位置付けを行い、個々の価値判断の問題を回避しようとしているといえる。

次に、DEAは多投入多産出型システムの効率性比較を0より大きいまた1より小さいの数値に置き換えることに成功している。DEAは、複数の投入と産出にそれぞれウェイトをかけて和をつくり、産出/投入という比率で効率性を見ようとするものであるが、そのウェイトの値などを従来は人間の勘や経験に頼って決めているものを、データ自身に決められる点に特徴がある。

さらに、回帰分析が平均像に基づく分析法であるのに対して、DEAは優れたものをベースにした効率性の評価法である。これは、DEAが事業体の個性や多様性を重視した評価方式であることを意味している。企業においても、平均的優等生より個性や独創性が注目される現代において、多投入多産出システムの評価問題に新たな視点を与える手法である。

そして、投入の余剰、産出の不足を定量的に求めることができるため、経営効率性の改善に具体的方法が示される点は注目すべきである<sup>[3]</sup>。

### 3. DEAによる経営分析

分析データは本学内で行われたビジネスゲームに参加した10社の2005年度4期間の財務データである。その10社は同様な業種であり、家庭電化製品の生産・販売を行っている。

DEAは、同種の事業体間の相対的な経営効率性を測定する方法であるから、正確に運用ができ、科学的な評価分析結果が得られるため、投入項目と産出項目として何を選択するかが非常に重要である。投入項目と産出項目として意味のない、あるいは相関関係のないデータを用いて分析しても、その結果の効率性は意味のないものになる。従って、投入・産出項目は客観的に事業体間の競争力を現せることが要求される。そして、以下のような関係を想定し、10社の経営効率性を分析してみる。

投入項目

(1) 総資本：企業の経営規模と根本的な財務実力を示す。

(2) 費用：変動費用と固定費用の総和であり、収益の大小を左右する。

(3) 小売店数：企業のマーケティング政策と販売力を表す。

ここでは、投入項目として、労働生産力を表す最も不可欠な要素である「従業員数」を採用すべきであるが、ゲームの中で、マンアワーなどの制約条件があるため、採用していない。

#### 産出項目

営業利益：本来の営業活動の効率や収益力を表す。

なお、「経常利益」を産出項目として採用していない。なぜならば、「経常利益」は、本来の営業活動によって稼得した営業利益に、営業活動に付随した財務活動である財務運用などから生じた受取利息などの営業外収益を加え、さらに支払利息などの営業外費用を差し引いた利益であり、企業の利益の源泉、競争力の源としての「利益」ではないと考えたからである<sup>[7]</sup>。また、今回採用されたデータの中で、「経常利益」に負のものが含まれている。入力データの形としては、ゼロや負の値は許されないが、出力データにマイナスやゼロの値が入ってきても理論的には支障はない<sup>[6]</sup>。しかし、用いるDEAソフトウェアでは、原則として投入・産出項目ともデータは正の値であることを前提としており、産出項目にゼロやマイナスの値が入ると、D効率値はゼロとなるので、正確的に評価できないからである。

そこで、5期（初期）のデータを用いて、投入・産出項目の相関関係を分析してみた。その結果は表1に示される。各項目の相関係数が互いに正の値であり、相関関係をもつということがわかる。従って、上述したような項目の選択水準を満たすといえる。

表1. 投入・産出項目の相関

説明	総資本(百万)	費用(百万)	小売店数(店)	営業利益(百万)
総資本(百万)	1	0.935	0.495	0.724
費用(百万)	0.935	1	0.297	0.493
小売店数(店)	0.495	0.297	1	0.743
営業利益(百万)	0.724	0.493	0.743	1

CCRモデル、BCCモデルを用い、各社の全体の効率、純技術の効率、規模の効率を計測した結果は表2-4の通りである。表中の平均欄はD効率値の平均であり、順位は平均値の順位である。

## DEAによるビジネスゲームの経営効率分析

表2. 全体の効率

NO	会社	5期	6期	7期	8期	平均	順位
1	A	0.7843226	1	1	0.5026201	0.846736	3
2	B	0.7662713	0.5491342	0.5434177	0.9238981	0.69468	6
3	C	0.8302043	0.4316354	0.4436864	0.7095727	0.605017	10
4	D	0.8252127	0.9169376	1	1	0.935538	2
5	E	0.8337137	0.5397378	0.60909	0.7919633	0.694369	7
6	F	0.8598557	0.866273	0.8025945	0.7057448	0.808817	5
7	G	0.61475	0.2494798	0.9095621	0.527455	0.620012	9
8	H	0.6396137	0.499223	0.4027818	0.9576571	0.639569	8
9	I	0.8008561	0.7803907	0.8054109	0.8490546	0.805928	4
10	J	1	1	0.8778182	0.9115192	0.947334	1
	平均	0.79538	0.683175	0.753536	0.808248	0.76011	

表3. 純技術の効率

NO	会社	5期	6期	7期	8期	平均	順位
1	A	1	1	1	0.7993909	0.949845	7
2	B	0.9979206	1	0.8541194	1	0.960495	6
3	C	1	0.9094483	0.8346269	1	0.948512	8
4	D	0.9961409	0.9661401	1	1	0.99107	2
5	E	0.9934764	0.8928085	0.8316505	0.8917134	0.899162	10
6	F	1	0.9750684	0.8467714	0.8166983	0.90964	9
7	G	1	0.9829787	1	1	0.995745	1
8	H	1	1	0.9183834	1	0.979595	4
9	I	0.9841452	0.9663618	0.9476384	1	0.975035	5
10	J	1	1	0.9262206	1	0.981555	3
	平均	0.996158	0.969783	0.917041	0.95078	0.958665	

表4. 規模の効率

NO	会社	5期	6期	7期	8期	平均	順位
1	A	0.784323	1	1	0.753849	0.884543	4
2	B	0.775719	0.540184	0.602719	0.923696	0.720110	6
3	C	0.930204	0.474579	0.507234	0.709573	0.63029	10
4	D	0.825410	0.947113	1	1	0.943821	2
5	E	0.839188	0.633529	0.759795	0.891501	0.773578	8
6	F	0.859856	0.888405	0.947829	0.864144	0.890058	3
7	G	0.614750	0.253500	0.989552	0.627455	0.621322	9
8	H	0.638614	0.499223	0.503909	0.957657	0.649851	8
9	I	0.813758	0.835888	0.849914	0.849055	0.829653	5
10	J	1	1	0.947742	0.911519	0.964815	1
	平均	0.795492	0.702097	0.813867	0.848865	0.790928	

分析結果からみると、全体の効率に関しては10社が平均的に低い。その理由として、低価格政策を主な競争手段とし、費用などの増大により全体的な利潤が低下していると考えられる。また、各社の4期間の平均値から見ると、一般的にJ社、D社が優位性をもち、その後はA社、I社が追いかけている。G社、C社の効率性が相当低下していることがわかる。また、各社間の効率値はばらつきが大きいので、特に6期の場合、有効的な競争が行われていないことがわかる。純技術の効率に関しては、多くの会社は0.9以上の効率値をもち、業界の技術レベルは全体的に高いことは明らかである。そして、規模の効率に関しては、今回効率値が1である会社は適正な規模で運営されていると思われる。しかし、多くの会社は非効率であり、それは主に全体の効率が低いであるからと考えられる。その点についてG社は著しく表われている。

### 3.3 改善案の考察

非効率な会社を効率化する改善案を考察してみる。例として8期を取り上げる。

表5. 投入財志向による改善結果

8期	効率値	総資本	費用	小売店数	営業利益	U(1)	U(2)	U(3)	U(4)
A	0.5026201	-6978.7	-5083	-154	0	0.0000559	-	0	0.004478
B	0.5033781	-2175.6	-670.9	-131	0	0.0001265	-	0	0.006275
C	0.7095727	-3235.9	-2846	-161	0	0.0000971	-	0	0.006347
D	1	0	0	0	0	0.0000153	0.0000273	0.0000562	0.004219
E	0.7949511	4766.5	2223	43	0	0	0.0000927	0	0.004536
F	0.7057448	-6526.2	-4841	-92	0	0	-	0.0031347	0.004259
G	0.627455	-5983.9	-3492	-87	0	0	-	0.0042718	0.005794
H	0.8490546	3567.1	3753	6	0	0	-	0.0045045	0.006032
I	0.8490546	-3169.5	-1423	-55	0	0	0.0001061	0	0.005272
J	0.915192	-1412.2	-1403	-54	0	0.0000627	-	0	0.004908

表5から見ると、一番優秀の会社はD社であり、他社はD社を参照して改善する必要がある。改善案としては、全体的に投入項目の余剰が目立つから、投入量を減少させなければならない。

例えばI社の場合、効率になるため、総資本 =  $0.849055 \times 15835.5 - 779.39693 = 12665.81$  (百万円)、費用 =  $0.849055 \times 9429 = 8005.736$  (百万円)、小売店数 =  $0.849055 \times 272 - 14 = 217$  (店) となる必要がある。すなわち、産出項目とする営業利益を一定とする下で、総資本は3169.69百万円、費用は1423.26百万円、小売店数は55店を減少すれば、生産効率の改善が期待できる。

さらに、提案できる改善方法は1つに限らない。産出財志向のモデルにより現在の投入を前提として、期待できる最大の産出を求めることも1つの改善案だと考えられる。

改善案から見ると、投入項目のウェイトに0が多く、それは余剰が多いことを意味する。従って、総資本、費用、小売店を早急に減少させる必要がある。

なお、以上提示した改善案の目標値はあくまでも理論値であり、現実的に達成できる数値であるとは限らない。しかし、これらの数値をもとに各社が許容できるレベルまで余剰を減らし、不足を増やして、再びCCRモデルで測定すればよい<sup>[6]</sup>。経営者が経営政策を

立案し、継続的な改善を行う際に参考にすることができる。

今、家庭電化製品業界に関して全体の効率は低いと判明される。それは各社ともに生産規模を拡大する傾向があるが、低価格という販売戦略を重視するので、全体的な収益力は低くなるからである。また、効率的な運営が行われている会社に対し、非効率的な会社の運営は非常に悪化していることから、各社の間に機能的な競争が行われていないと考えられる。一方、技術の効率は全体的に高い。各社は品質・工程改良費の投入による材料原単位、マンパワーなどの改良が成功したと思われる。しかし、多くの会社は技術の効率が高いにも関わらず、総資本、費用、小売店などの資源が十分に利用できていないため、規模の効率が低くなる。従って、非効率的な会社にとって、資本の配分や、人員の配置や、在庫の管理や、小売店の整備などの合理化が必要となる。さらに、各社が生産、販売、人事、財務の管理を強め、「効率的」という意識を強化することにより、経営効率性が高まるばかりではなく、資源が十分に利用でき、業界全体の効率性も上げられることを示唆している。

#### 4. DEAによる経営分析の有効性

DEAを用いて10社の経営効率性を分析した。しかし、その評価結果は適正であるか、さらに検証する必要があるため、DEA効率と財務指標の関係を考察する。

DEA効率はある会社のある期間における運営能力を現わし、財務指標はその期間に運営した結果を現わすから、両者は相関関係があるか、さらに因果関係をもつかを検証することができる。ここでは、CCRモデルにより計算された10社の2005年度4期間の全DEA効率値（合計40個有効数値）と、財務指標中の総資本利益率、損益分岐点比率、売上高営業利益率とを比較し、統計の相関分析、回帰分析を用いて検証する。

##### 4.1 相関関係分析

DEA効率と三つの財務指標の相関係数を計算し、その結果を表6に示す。

表6. 相関関係分析結果

DEA効率	項目	総資本利益率 (%)	損益分岐点比率 (%)	売上高営業利益率 (%)
	相関係数	0.7514	※ -0.8275	0.7724
有効データ数	40	40	40	

※ 損益分岐点比率が小さければ小さいほど望ましい。

相関係数の結果からみると、DEA効率は、総資本利益率と、売上高営業利益率と正の相関があり、損益分岐点比率と負の相関があるということが明らかである。従って、DEA効率と財務指標は強い相関関係を持つことが証明できる。

##### 4.2 因果関係分析

各両者間では相関関係をもつが、因果関係ももつかどうか、回帰分析を用い、分析する。

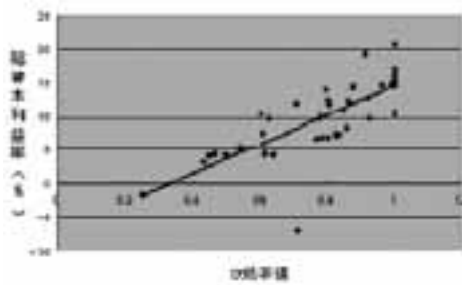


図1. DEA効率と総資本利益率の関係分析

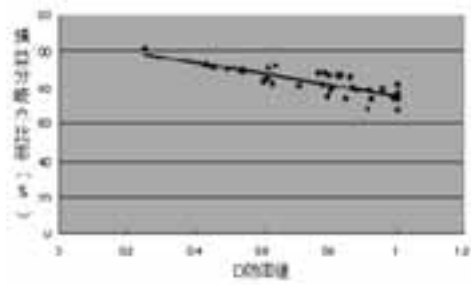


図2. DEA効率と損益分岐点比率の関係分析

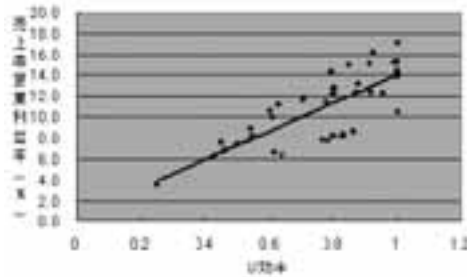


図3. DEA効率と売上高営業利益率の関係分析

図1及び図3により、回帰直線が右上に上昇することが判明する。DEA効率値の変動は総資本利益率及び売上高営業利益に影響を与えることがわかる。すなわち、ある会社のDEA効率は高ければ、総資本利益率と売上高営業利益率も高いといえる。また、図2からみると、回帰直線が右下に下降することがわかり、DEA効率は高ければ、損益分岐点比率は低いということがいえる。

それゆえ、DEA効率と財務指標は因果関係を持つことが証明できる。また、財務指標は運営の結果を示し、投入・産出の効率が左右される現実と一致することを示唆している。さらに、企業の経営効率性におけるDEAの評価結果は有効であるといえる。

## 5. おわりに

本研究では、経営分析における基本的な分析体系を論じ、また、その従来の分析手法における四つの問題点、

- (1) 貨幣金額単位を用い、計数化できない項目を除いた財務諸表のみでは、十分な経営情報を提供しにくい。
- (2) 総合的な評価を行うため、適切な比率が抽出される際に、分析者の主観的な判断が入り込む可能性がある。
- (3) レーダーチャート法などの判定手法では、評価したい企業の数が多い場合、客観的、総合的な評価を行うことが困難である。
- (4) 明確的な改善案を提示しにくい。

を指摘した。そこで、(1)～(4)の問題点を解決するために、新たな分析手法とする



DEAを用い、本学内で2005年度に行われたビジネスゲームの財務データを基に、家庭電化製品業界に属する10社の経営効率性の測定、比較分析及び改善案を試み、検証した。

問題点（1）について、DEAによる投入・産出項目の単位は任意であることから、「総資本」、「費用」、「小売店数」とする投入項目、「営業利益」とする産出項目を取り扱った。これにより、異なる単位の項目が計数化できないという問題点は解決された。

問題点（2）について、DEAによる「3投入1産出」という多次元尺度から、各社に相対的な総合評価を与えた。また、各項目のウェイトの大小は異なり、データ自身に決めさせた。これにより、主観的な判断の可能性は回避された。

問題点（3）について、今回使用されたDEAソフトウェアは最大50個の事業体の総合評価を行える。これにより、レーダーチャート法などの判定手法による多くの事業体の総合的な評価を表しにくい問題点は解決された。

問題点（4）について、DEAによる全体の効率、技術の効率および規模の効率を測定でき、それぞれの効率値から投入の余剰、産出の不足を定量的に求めることができた。これにより、改善案の提示の不透明性は解決された。

そして、10社の経営効率性に関する分析結果を要約すると、以下の通りである。

- （1）各効率性からみると、全般的にJ社とD社は優位性をもつ。
- （2）低価格戦略による全体の効率は低い。
- （3）品質・工程改良の成功による技術の効率は高い。
- （4）資源配置の不合理化による規模の効率は低い。
- （5）非効率的な会社にとって、効率的な会社を参照し、早急に総資本、費用、小売店などの資源を減少し、合理化する対策をとる必要がある。

さらに、統計の相関分析、回帰分析を用い、DEAによる効率値と財務指標の関係を検証した結果について、両者間では相関関係かつ因果関係を持つことを証明できた。また、DEAによる評価結果は有効であることが確認できた。

今後の課題としては、今回研究の中で投入・産出項目を選ぶ際に、その難しさを厳しく味わったため、これから有意な項目を選択する方法を議論したい。また、実際の企業財務データを用い、企業経営活動の過程を二つ、また二つ以上の段階に分けて、より詳細な分析方法についても検討していきたい。

#### 参考文献

- [1] 「経営分析事典—経営分析—その伝統と革新」、日本経営分析学会編、(2005)
- [2] 加藤勝康：「財務分析入門」、銀行研修社、(2003)、4頁
- [3] 小川洸：「会計情報の変革」、中央経済社、(1999)、205-206頁
- [4] W.W.Cooper, L.M.Seiford, K.Tone：“Data Envelopment Analysis”、Kluwer Academic Publishers、(2000)
- [5] 末吉俊幸：「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、(2001)
- [6] 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)
- [7] 細海昌一郎：「DEAを用いた会計情報の分析—財務データベースを用いた自動車メーカーの経営効率性分析について—」、東京都立短期大学経営情報学科研究論叢NO.4 (2000)、49頁