

# 主成分分析による財務指標総合化の試み

——アメリカ電気事業への適用——

キーワード：財務指標，財務諸表分析，相関行列，主成分分析

関 口 博 正

## 〔要 旨〕

アメリカ電気事業を例として，主成分分析を用いて財務指標の総合を試みた。

財務指標を用いて企業業績等の総合的な判断を行なう場合，評価者の主観に頼っていたのでは各指標間の関係を正確に知ることができず，そのため，指標の総合に際し，本来の評価基準に基づいたウエイトが各財務指標に付されるとは限らない。これに対して主成分分析を用いれば，指標間の関連性を十分に考慮した上で指標を総合できる。

そこで本稿では，主成分分析の有効性を検討するために，先ず Foley の分析方法を紹介し，次にこの結果と主成分分析を用いた結果とを比較検討する。主成分分析による財務指標の総合は，評価者のウエイトをより正確に企業順位に反映出来るために，主観にもとづく順位に比し，より望ましい結果が得られると考えられる。

- 1 はじめに
- 2 これまでの財務諸表分析—Foley の例—
- 3 主成分分析を適用した財務指標の総合化

- 4 おわりに  
<補論>

## 1. はじめに

財務指標は本来，財務指標間の関連を考慮して作成されるべきであるが，現実には〔1〕3頁や〔6〕294頁で指摘されているように，その相互関連性を無視して各指標が細分化されてきた。従って，各指標を用いて企業業績等の総合的な判断をしようとする場合に多くの問題を生じる。

次の例を考えてみよう。「流動比率を高めるために，無利子の買掛金の代りに有利子の長期借入金を利用すると，他の条件が同一であるかぎり，支払利子がふえて売上高経常利益率が低下して収益性が悪化し，ひいては財務安全性を害

することになる」〔〔10〕198頁〕。かかる関係が指標間に存在する場合には，指標が分析目的にどのように貢献するかを十分に考慮しなければ，総合的な判断は適切には成し得ないことは明らかである。財務指標を作成する場合には，本来，各指標間全てについて上記のような因果関係を考慮すべきである。

財務指標相互間の関連を考慮して企業業績の総合的な判断を行なうという作業は，従来，評価者が主観的判断により行なってきた。つまり，評価者は次の2段階の作業を経験にもとづいて行わなければならないのである。

- (1) 指標間の関連の度合を判断する。
- (2) 総合的な企業業績の評価のために，一

定の価値判断に基づいて各指標にウェイトを付す。

従って、最初の作業を主観的判断に基づいておこなえば、次の作業でいかに正確なウェイト付けを行なおうとも、企業業績を正確に反映した指標は作り得ない。

財務指標を総合する試みは既に 1920 年代より行われている。Wall and Dunning は財務比率が分裂増殖（‘ratio proliferation’ [6] 286 頁）していることに対処するために信用分析の立場から指数法（index method）を提唱した。選択した指標を過去の経験を生かして加重平均する方法は現在も銀行の審査等で利用されている（[15] 38 頁参照）。指数法では、上記作業はいずれも評価者の主観にもとづいて行なわれる。

ところで、アメリカでは原子力発電計画の行きずまり等を原因として経営難に陥る電力会社も出ており、そのために適切な財務指標を用いて企業の財務状況を計数的に把握する必要が増しつつある。次節で紹介する Foley [4] は、アメリカ電気事業に於ける財務指標の総合を試みている。Foley の作業はアメリカ電気事業に於ける経営上の問題点を探る上ですぐれた業績の一つではあるが、やはり上記作業は評価者の主観にもとづいて決定される部分が多い。これでは果たして上記第 1 段の作業を客観的になし得たかどうか明らかでないのである。

そこで、このような評価者の主観にもとづく企業業績の総合的判断を客観的に行なおうとする研究、すなわち、多変量解析の手法である主成分分析を用い、第 1 段の作業を適正に行なおうとする研究が行なわれてきた（[2] [5] [8] [12] [13] など）。財務指標を総合する場合、対象が多変量であるために、とりわけ第 1

段の作業が重要である。主成分分析は相互に関係をもった指標を互いに無相関な、より少数の総合特性値に要約する役割を果たすので、多変量の指標を基礎として総合的な判断を行なう際に第 1 段の作業を客観的に行なうことができ望ましい。

本稿では、後述する主成分分析の有効性を検討するために、先ず Foley [4] の分析方法を紹介し、次にこの結果と主成分分析を用いた結果とを比較検討する。そして本論の分析結果からすると、少なくとも指標間の関連性を十分に考慮することなく指標を総合したのでは、真の総合指標を求めることが困難であることが示唆されるのである。

## 2. これまでの財務諸表分析—Foley の例—

財務諸表分析に於いては、細分化した指標を用いて、より個別的な問題を掘り下げる分析が進められる一方、他方では企業の経営状態、或いは財務状況を総合的に知るための単一指標を作成することが強く求められてきた。しかし、指標の総合化という作業は評価者の企業観にもとづく高度な判断業務であると考えられ、その作業は実際には評価者に委ねられていたと言っ

てよい。

Foley<sup>1)</sup> はアメリカの電気事業から 130 社を選び、財務指標の総合化を試みた。前述のようにアメリカ電気事業では最近、原子力発電計画の行きずまりを主な原因として債務不履行等、財務上の問題を生じる電力会社が少なくない。そこで、電力会社の財務状況を判断するための適切な財務指標の作成が求められる。Foley の

1) 参考文献 [4] の第 1 章 Financial Performance を見よ。

試みはその要求に応えるものといえる。彼の分析手法は以下のように要約出来る。

各財務指標毎に値の大小に従って 130 社を 5 区分に分割し、区分の上位から 5 ~ 1 の得点を該当する企業に与える。採用した各指標全てについて上記作業を行ない、合計値を算出する。合計値の高い企業から順に企業をランク付けする。

ここで Foley の場合の評価基準と選択された指標との関係を考察しよう。彼は個別指標選択に際しては評価基準として支持能力に重点を置いているが、この他、流動性、収益性、自己他人資本構成という 4 つの基準を採用している<sup>2) 3)</sup>。ところで、このように一つの総合的な指標を作成するに際して複数の評価基準を採用する場合には、以下の点が問題となる。

i) 一つの評価基準から選択した各指標間の相互に関連がある場合、各指標に付すウエイト

の付けかた次第では評価基準に与えた重み付けと異なる危険性がある。

ii) 一つの評価基準から選択した指標と他の評価基準から選択した指標との間に相互に関連がある場合、i) 以上に、当初評価基準に与えていた重み付けと異なる危険性がある。

経験豊富な評価者の場合には、指標間の関連を直観的に判断しても上記のようなバイアスを生じさせる危険は少ないと考えられる。だが、その場合にも指標間の関係を正確に知ることは難しく、従って、本来の評価基準に基づいたウエイトが付けられるとは限らない。そこで、財務指標を総合する場合に、いかに意図した通りの評価ウエイトを確保するかが問題となる。

ここで Foley の場合を考察してみよう。Foley は表 2.1 で示したように 4 つの評価基準に照らして 10 指標を選択する。表 2.2 は各財務指標の算式を示している。

表 2.1 評価基準と財務指標との関係

Foley の評価基準	① 支払能力	② 流動性	③ 自己他人資本構成	④ 収益性
評価基準から選択された財務指標	X <sub>2</sub> ; 建設中利子/当期利益] X <sub>3</sub> ; インタレスト・カバレッジ・レシオ X <sub>4</sub> ; インタレスト・カバレッジ・レシオ X <sub>6</sub> ; インタレスト・カバレッジ・レシオ X <sub>7</sub> ; 配当性向の逆数	X <sub>1</sub> ; 流動比率	X <sub>5</sub> ; 長期負債比率	X <sub>8</sub> ; 売上高営業費用比率 X <sub>9</sub> ; 持分利益率 X <sub>10</sub> ; 投下資本利益率

- 2) Foley は電気事業各社の支払能力にウエイトを置いて評価することが適切であると指摘し、他の評価基準よりも支払能力に重点を置いている。その理由として以下の 2 点をあげている。
- i) 「私企業では利益の測定が適切な財務的評価の基準として利用しうるが、規制産業である電気事業では、利益の測定をもって財務的評価の基準とすることは必ずしも適切ではない。
  - ii) 「電気事業に対する投資等の意思決定に於いては、建設計画がキャッシュ・ポジションに与える影響を非常に重視する」(〔4〕 4 頁)。
- 3) 公益事業である電気事業に於いて財務指標を総合するに際しては以下の 2 点が特に問題となるかもしれない。
- i) 電気事業各社は立地条件、種々の規制等から電源構成が異なる。そこで、各社の事情を十分に考慮することなく、財務指標を比較することは意味がないとする批判がある(〔7〕を見よ。これは Foley に対する批

- 判である)。しかし、電源構成等の相違は各社の収益率等を通じて個別財務指標に表わされているから、電源構成等の相違を無視したことにはならないと考えられる。
- ii) 収益性の概念を他産業と同一に扱うことには問題が生じ得る。事業報酬がレート・ベース方式により確保されるからである。しかしながら、
    - イ) 規制産業といえども会計制度は利益評価システムとしての性格を失わない。
    - ロ) 規制産業は allowable cost (配当資金をも含んだ概念で、原則として料金収入はこれに等しくなるように設定される(〔3〕 1868 頁の footnote 1)) の範囲内で効率の良い経営を行なう義務を有する。従って、利益は業績尺度として捉えることが出来、少なくとも同一産業内で利益比較をすることは意味がある(但し、厳密には外部要因に基づく偶発的利益を含んでいる)。

表 2.2 10 指標の算式

$X_1$ ; 流動比率	$= \frac{\text{流動資産}}{\text{流動負債}} * 100$
$X_2$ ; 建設中利子 当期利益	$* 100$
$X_3$ ; インタレスト・カバレッジ・レシオ	$= \left[ \frac{\text{税引前当期利益} - \text{建設中利子}}{\text{支払利息} + \text{借入資金部分の建設中利子}} \right] * 100$
$X_4$ ; インタレスト・カバレッジ・レシオ	$= \left[ \frac{\text{当期利益} - \text{建設中利子}}{\text{支払利息} + \text{借入資金部分の建設中利子}} \right] * 100$
$X_5$ ; 長期負債比率	$= \left[ \frac{\text{固定負債}}{\text{自己資本} + \text{固定負債}} \right] * 100$
$X_6$ ; インタレスト・カバレッジ・レシオ	$= \left[ \frac{\text{当期利益} - \text{建設中利子}}{\text{支払利息} + \text{借入資金部分の建設中利子} + \text{優先株式に宣言された配当}} \right] * 100$
$X_7$ ; 配当性向の逆数	$= \left[ \frac{\text{当期利益} - \text{建設中利子}}{\text{普通株式に宣言された配当}} \right] * 100$
$X_8$ ; 売上高営業費用比率	$= \left[ \frac{\text{電気事業営業費用}}{\text{電気事業収入}} \right] * 100$
$X_9$ ; 持分利益率	$= \left[ \frac{\text{当期利益}}{\text{自己資本} - \text{発行済優先株式}} \right] * 100$
$X_{10}$ ; 投下資本利益率	$= \left[ \frac{\text{当期利益}}{\text{自己資本} + \text{固定負債}} \right] * 100$

①の評価基準より選ばれた  $X_2$  の分子である建設中利子 (AFUDC<sup>4)</sup>) について Foley は「利益の質 (“quality of earnings”) を割引く」もので、「処分資産の裏付けを伴わない利益 (“non-cash earnings”)」であることを指摘する。 $X_3$ ,  $X_4$ ,  $X_6$ ,  $X_7$  は「処分資産の裏付けを伴わない利益が増大している局面では財務パフォーマンスの測定に極めて重要な指標」で、“処分資産の裏付けを伴わない利益”の影響を企業の財務パフォーマンスに反映させる指標であるとしている。

②から選ばれた  $X_1$  を Foley は「業界平均値よりも高い値を示せば、相対的な財務健全性を示す」ものととらえる。

③から選ばれた  $X_5$  は長期的に見た企業財務の安定性を測定する指標で、Foley は「業界平均値から異常にかけ離れた値を示す場合、財務パフォーマンスに変化のきざしがあるだろう」と指摘する。

④から選ばれた  $X_8$  は売上高営業利益率の反対概念を示し、 $X_9$ <sup>5)</sup>,  $X_{10}$  は投資効率を示す。 $X_9$ ,  $X_{10}$  は①の  $X_2$  が高い値をとる場合、「利

益の質を割引いて評価する必要がある」と指摘する。

これら 10 指標のうち、建設中利子を考慮する点が他産業に於ける財務指標と大きく異なる。建設中利子の中に複利で計算される自己資

4) 一般に公正妥当と認められた会計原則であるアメリカ財務会計基準書 71 号 [3] は Regulated Industry (以下規制産業と訳す) の準拠すべき会計基準を定めている。基準書 71 号によれば、規制産業にあっては Non Regulated Industry (いわゆる私企業) とは異なるいくつかの会計処理が要求され、建設中利子についての次のように定める。

規制産業が設備を建設する場合、「ときには、規制主体は設備原価に建設中利子を算入することを求めることがある」。建設中利子は借入による利子負担のみならず、自己資本による建設の場合に見積られる利息相当額をも認識し、設備原価として資産計上するとともに、AFUDC (Allowance for Funds Used During Construction) を認識する。その結果、「借入により生ずる利子費用の資産化、或いは自己資本部分の利息相当額資産化を行った金額だけ、その期の期間利益は増加する」。

「設備完成後、資産化された当該金額は減価償却の基礎となり」減価償却期間にわたって費用配分される。また、この金額は「料金算定に際して未回収投資額の基礎となる」。

「損益計算書上は AFUDC の金額は“その他収益”または“支払利息のマイナス”として利子費用資産化の基礎であることを示す名称を付して表示されることとなる」 ([3] 1870 頁 paragraph 15)。

5) 投下資本利益率 (Return on Investment, ROI) は分母に投資額 (例えば [14] 32 頁) や総資産 ([9] 61 頁) 等の概念が用いられる。ここでは Foley の定義に従っている。

本利子が含まれ、従って、電力会社の利益中に未実現利益が多く存在する故である。アメリカの電力会社を評価するに際し、この点を認識する故に、Foley は有用な指標を選択していると言える。

Foley は 10 指標を用いて 1972 年から 1981 年までの 10 年間の分析を行ない、各年の分析結果を示すとともに、5 年間及び 10 年間の各年の分析の合計値を示している。また、10 年間で区分の変動が著しい企業を検出している。

次章に於いては財務指標の総合をより客観的に行なうために、Foley の用いた 10 指標について主成分分析を試み、Foley との比較検討を行なう。そこでは指標間の関連性が中心的な問題とされる。そこで、本論では Foley の各年の累積結果は用いず、彼の分析の最近年である 1981 年度の結果を用いることにしよう。表 2.3 は Foley が対象とした 130 社のうち上位、下位 6 社ずつを選び、筆者が作成したものである。尚、Foley は企業順位に関しては 5 年間及び 10 年間の累積結果についてのみ言及し、各年の結果については検討していない。

表 2.3 Foley の結果

順位	得点	社名
1	48	Black Hills Power & Light Co.
2	45	Consolidated Edison Co. of New York, Inc.
3	45	Wisconsin Power & Light Co.
4	45	West Penn Power Co.
5	45	Texas Power & Light Co.
6	45	Texas Electric Service Co.
125	14	Western Massachusetts Electric Co.
126	14	Detroit Edison Co., The
127	13	Connecticut Light & Power Co., The
128	13	Metropolitan Edison Co.
129	13	Jersey Central Power & Light Co.
130	10	Bangor Hydro-Electric Co.

### 3. 主成分分析を適用した財務指標の総合化

本章では、アメリカ電気事業を例として主成分分析を用いた財務指標の総合を行なう。そこでまず主成分分析について簡単な説明をしておこう。

#### 3.1 主成分分析を適用した財務指標の総合化

多変量解析法の一つである主成分分析は、財務指標のように相互に関連を持つ指標を用いて総合的な判断を行なう場合に有効な分析手法である。かかる主成分分析法 (Principal Component Analysis) とは、 $p$  個の互いに相関あるデータ  $X_i (i=1, p)$  の情報を、特性間の相関を考慮して  $m$  個 ( $< p$ ) の互いに相関のない主成分  $Z_j (j=1, m, m < p)$  へ変換する手法である。

このとき、次元の減少に伴う情報の損失を最小にするために、 $Z_j$  と  $X_i$  の相関係数の平方和を最大にするような変換がとられる ([8] 20 頁)。主成分式は

$$Z_j = L_{j1}X_1 + L_{j2}X_2 + \dots + L_{jp}X_p \quad (j=1, m)$$

$$\sum_{i=1}^p L_{ji}^2 = 1 \quad (j=1, m)$$

のように示される一次式で、以下の性質を有する。

性質 1 ;  $Z_i$  と  $Z_j (i \neq j)$  の相関は全てゼロである。

性質 2 ; 主成分  $Z_j (j=1, m, m < p)$  はもとの特性値  $X_i (i=1, p)$  のもつ情報の損失 (ロス) が最小になるように要約した結果である。すなわち  $Z_1$  の分散は  $(X_1, X_2, \dots, X_p)$  のあらゆる一次式のもつ分散のなかで最大であり、 $Z_2$  の分散は  $Z_1$  と無相関なあ

らゆる一次式の分散のなかで最大である。以下同様にして  $Z_m$  の分散は  $Z_1, Z_2, \dots, Z_{m-1}$  のすべてと無相関な一次式の中で最大である ([11] 13 頁)。

主成分式に各主成分式  $X_i$  の企業毎の値を代入して得られる主成分得点は  $Z_j$  の性質に関する企業の相対的な位置を示す。そこで  $Z_j$  にウェイトを付すことによって、評価者の基準をより反映した企業評価が可能となる。

### 3.2 10 指標での主成分分析

本節ではアメリカ電気事業の財務指標に主成分分析を適用し、財務指標の総合を行なう。分析に際しては Foley との比較可能性を維持するために、1981 年度に於ける Foley が選んだ 130 社の財務指標値を用いた。なお、主成分分析には相関行列 (correlation matrix) を用いた<sup>6)</sup>。まず、各財務指標値の最大、最小、平均、

並に標準偏差を示しておこう (表 3.1)。次に表 3.2 から、指標間の相対的な関連の度合いが判断できる。

一般に財務指標相互間の関連の度合いについては次の様に言えよう。即ち、財務指標総合化のためのウェイト付けに関しては、一つの評価基準から選ばれた指標間では関連が高く、しかも、他の評価基準から選ばれた指標との間の関連は低いことが望ましい。そこで表 3.2 によって各財務指標間で有する関連の度合いを検討してみよう。

[1] ① (支払能力) から選ばれた指標間の相互関連性はいずれも高い。

[2] ところが④ (収益性) から選ばれた指標の間では以下の問題がある。

i)  $X_8, X_{10}$  の関連性は非常に高いものの、 $X_8$  と  $X_9, X_{10}$  との関連性はさ程高くはない。この現象はフローに対する利益率 ( $X_8$  の反対

表 3.1 財務指標値の最大、最小、平均、並に標準偏差

	①X <sub>2</sub>	①X <sub>3</sub>	①X <sub>4</sub>	①X <sub>6</sub>	①X <sub>7</sub>	②X <sub>1</sub>	③X <sub>5</sub>	④X <sub>8</sub>	④X <sub>9</sub>	④X <sub>10</sub>
最大	123.24	434.81	298.24	220.50	256.39	346.0	62.68	95.73	22.36	9.29
最小	-48.09	-30.06	-22.60	-22.60	-62.69	29.52	34.74	65.83	-4.59	-1.77
平均	33.17	141.13	80.52	66.82	107.70	110.58	50.62	83.00	14.54	5.54
標準偏差	27.29	81.31	49.27	39.48	51.86	46.89	5.83	5.71	3.45	1.45

表 3.2 10 指標の相関行列

	①X <sub>2</sub>	①X <sub>3</sub>	①X <sub>4</sub>	①X <sub>6</sub>	①X <sub>7</sub>	②X <sub>1</sub>	③X <sub>5</sub>	④X <sub>8</sub>	④X <sub>9</sub>	④X <sub>10</sub>
①X <sub>2</sub>	1.0									
①X <sub>3</sub>	-0.59	1.00								
①X <sub>4</sub>	-0.65	0.95	1.00							
①X <sub>6</sub>	-0.67	0.95	0.99	1.00						
①X <sub>7</sub>	-0.71	0.72	0.79	0.81	1.00					
②X <sub>1</sub>	-0.33	0.30	0.29	0.29	0.39	1.00				
③X <sub>5</sub>	-0.03	-0.37	-0.38	-0.35	-0.16	0.05	1.00			
④X <sub>8</sub>	-0.12	0.01	-0.02	-0.00	-0.07	-0.02	0.05	1.00		
④X <sub>9</sub>	0.07	0.40	0.39	0.38	0.31	-0.02	-0.20	-0.29	1.00	
④X <sub>10</sub>	-0.01	0.57	0.57	0.56	0.40	-0.04	-0.45	-0.23	0.90	1.00

6) 計算については富士通 (株) の統計データ処理パッケージ

—ジ ANALYST を使用した。

概念)と、ストックに対する利益率、即ち投資効率 ( $X_9, X_{10}$ )との間の相関が低いことを示している。

ii) しかるに  $X_9, X_{10}$  は  $X_3, X_4, X_6, X_7$  という異なる評価基準 (①) から選ばれた指標との間で関連性をもっている。

[3] ② (流動性) から選ばれた  $X_1$  は① (支払能力) を示す  $X_2, X_3, X_4, X_6, X_7$  との間に関連を有している。

[4] ③ (自己他人資本構成) から選ばれた  $X_5$  は  $X_3, X_4, X_6, X_{10}$  との間で相関を有している。

以上のようにこれら 10 指標には、同一評価基準内で財務指標相互間の関連性が低いものと、異なる評価基準に属する財務指標相互間で関連を有するものが含まれている。それにもかかわらず、Foley はこれら 10 指標に等しいウエイトを付すことで指標を総合化している。この場合、評価基準が一つしかない場合、或いは異なる評価基準に属する財務指標相互間に関連がない場合には、評価基準に与えたウエイトと各財務指標に付すウエイトとが整合する。ところが Foley の場合には評価基準を正しく反映したウエイト付けかどうかは保証されない。

これに対し、主成分分析を用いた上で評価者のウエイトを付すならば、Foley の方法よりも財務指標間の関連性を考慮した上で評価基準を更に正しく反映することが出来る。従って、評価基準に照らしたウエイトを付すことがより正確に出来る点で主成分分析の適用は望ましい結果が得られると言って良い。

表 3.3 に 10 指標のファクター・パターンを示す。ファクター・パターンは  $Z_j$  と  $X_i$  との相関係数 (因子負荷量 (factor loading)) を示すものである。因子負荷量 (factor loading)

表 3.3 10 指標のファクター・パターン (ローディング・マトリクス)

	$Z_1$	$Z_2$	$Z_3$
$X_6$	.970	-.113	-.089
$X_4$	.968	-.091	-.096
$X_3$	.941	-.065	-.112
$X_7$	.848	-.251	.173
$X_9$	.526	.704	.205
$X_{10}$	.673	.686	-.013
$X_8$	-.085	-.440	-.701
$X_1$	.342	-.443	.457
$X_2$	-.642	.621	-.043
$X_5$	-.399	-.382	.515
固有値	4.913	1.976	1.069
寄与率	49.1%	19.8%	10.7%
累積寄与率	49.1%	68.9%	79.6%

が絶対値で 0.5 を超えるものを主成分に寄与するものと解し、0.7 を超えるものは主成分に大きく寄与するものと解する。そして主成分式の意味を解釈するに際しては、これらの指標についてのみを問題とすればよい ([12] p. 97)。なお主成分式は因子負荷量を主成分の固有値で割ったものを元の指標  $X_i$  の係数とする一次式である。

以上から、次に主成分式の解釈を行なおう。

$Z_1$  では  $X_3, X_4, X_6, X_7$  が強くプラスの効果を持っている。従って  $Z_1$  は支払能力を示す主成分式であると解釈出来る。主成分分析の結果では  $Z_1$  に情報が大きく偏っており (寄与率 49.1%)、10 指標の有する情報の約半分は  $Z_1$  で説明される。

$Z_2$  では  $X_9, X_{10}$  がプラスの効果を持っており、ストック面から見た収益性、即ち投資

7) 各主成分に対するウエイト付けは評価者の価値判断に従えば良いことである。ここでは評価者の恣意性を除くことは行なっていない。重回帰モデル・正準相関モデル・判別関数モデル等の多変量解析の手法によりウエイト付けを行ない、第 2 段の恣意性排除を試みた研究成果がある ([15] 33 頁)。しかしながら、上記研究は評価者の企業に対する良否の判断が客観的に行なえるとの仮定に立っている。現段階では電気事業各社の良否の判断基準が明確であるとは言えないので、ウエイト付けに際し、これらの統計手法は用いない。

効率を示すと解される。

$Z_3$  では  $X_3$  が強く負の効果を持っており、フローから見た収益性を示すと理解できる。そして、 $Z_2$  及び  $Z_3$  から判断すると、Foley の評価基準における収益性 (④) とは、実はフローとストックの指標を並列していたことがわかる。

### 3.3 主成分分析による評価結果及び Foley の結果の比較検討

以上の通り、主成分分析の結果  $Z_1$  から  $Z_3$  までの主成分式が得られた。そこで、各主成分式にウェイトを付して得た結果を検討しよう。企業順位は、企業の財務指標値を主成分に代入して得た各主成分値にウェイトを付して得られる総合指標値の大小にもとづき、求められる。

まず、評価基準として  $Z_1$  (支払能力) に 2,  $Z_2$  (投資効率) に 1,  $Z_3$  (収益性) に 1 のウェイトを与えることとする (ケース 1)。これは Foley が支払能力に大きくウェイトを置くとして理解されるので、ウェイトを Foley に対応させるためである。表 3.4 はケース 1 で上位、下位に順位付けられたそれぞれ 6 社を選び、作成したものである。

ケース 1 で得られた企業順位は主観的なウェ

イト付けによる指標の総合をする場合に比し、より適切なものと期待される。主成分は、前述の如く、財務指標間の関連性を考慮した上で作成されており、従ってこれにもとづき求められる企業順位は評価者の意図したウェイトをより正しく反映したものであると考えられるからである。

ところで、2 節で検討したように、Foley では評価基準を正しく反映したウェイト付けを行なっているかどうかは保証されず、そのことが企業順位に影響しているかもしれない。試みにケース 1 による順位と Foley との順位相関を調べると、順位相関係数から判断すれば両者の関連は高いと言える (スピアマンの順位相関係数は 0.8303 である)。

しかし、主成分分析と Foley とでは順位が大きく異なる企業があるので、この点について以下で指摘しておこう。

ケース 1 で 2 位の Tucson Electric Power Co. は Foley では 22 位である。Tucson Electric Power Co. は主成分のうち特に収益性 ( $Z_3$ ) が高く、ケース 1 では収益性に付したウェイトが Foley に比してより大きかったことが推測される (同社の主成分得点は  $Z_1=0.88$ ,

表 3.4 主成分分析の結果 (ケース 1)

順位	得点	社名	(参)Foley の順位
1	6.12	Black Hills Power & Light Co.	( 1)
2	5.02	Tucson Electric Power Co.	( 22)
3	4.23	Texas Electric Service Co.	( 6)
4	3.83	Mississippi Power Co.	( 7)
5	3.78	West Penn Power Co.	( 4)
6	3.42	Consolidated Edison Co. of New York, Inc.	( 2)
125	- 4.30	Missouri Utilities Co.	(114)
126	- 4.36	Union Light, Heat & Power Co.	( 68)
127	- 4.88	Wheeling Electric Co.	(118)
128	- 7.66	Metropolitan Edison Co.	(128)
129	- 8.07	Jersey Central Power & Light Co.	(129)
130	-12.31	Kingsport Power Co.	(123)



$Z_2=1.01$ ,  $Z_3=2.25$  である)。次にケース1で126位の Union Light, Heat & Power Co. は Foley では68位という中位にランクされる。ケース1では  $Z_2$  の投資効率の値が低く、これを Foley に比してより評価しているものと推測される(同社の主成分得点は  $Z_1=-0.14$ ,  $Z_2=-3.10$ ,  $Z_3=-0.98$  である)。

このように、ケース1と Foley の結果とを比較するならば、全体としての両者の関連は高いものの、個々の順位では大きく異なる企業があることも指摘される。主成分分析による企業評価は評価者の評価基準に反映したウエイトが付されており、企業の絶対的な順位付けをするものではない。従って Foley との比較に於いても、これを客観的な基準として用いることは出来ない。しかし、前述の如く評価者のウエイトをより正確に企業順位に反映出来る故に、主成分分析による企業順位は Foley に比してより望ましい順位を得ることが出来ると考えられる。

ところで、ケース1では  $Z_1$  (支払能力),  $Z_2$  (投資効率),  $Z_3$  (収益性) の値が各企業の順位に反映されるが、主成分に付すウエイトを変更することでどの程度順位に変動が生じるかを試みておくことも必要である。主成分に付すウエイトの与え方が Foley との相違の大きな原因であるかも知れないからである。

そこで、次にウエイトを変えた場合を考慮してみよう。

評価基準として  $Z_1$  (支払能力) に1,  $Z_2$  (投資効率) に2,  $Z_3$  (収益性) に1のウエイトを与えることとする(ケース2)(表3.5参照)。

更に  $Z_1$  (支払能力) に1,  $Z_2$  (投資効率) に1,  $Z_3$  (収益性) に2のウエイトを与えることとする(ケース3)(表3.6参照)。

表 3.5 主成分分析の結果(ケース2)

順位	得点	社名
1	5.16	Tucson Electric Power Co.
2	4.50	Arizona Public Service Co.
3	4.46	El Paso Electric Service Co.
4	3.98	Puget Sound Power & Light Co.
5	3.97	Public Service Co. of New Mexico
6	3.80	Iowa Illinois Gas & Elec Co.
125	-5.53	Wheeling Electric Co.
126	-5.62	Missouri Utilities Co.
127	-6.50	Jersey Central Power & Light Co.
128	-6.92	Metropolitan Edison Co.
129	-7.32	Union Light, Heat & Power Co.
130	-13.88	Kingsport Power Co.

表 3.6 主成分分析の結果(ケース3)

順位	得点	社名
1	6.40	Tucson Electric Power Co.
2	5.31	St. Joseph Light & Power Co.
3	4.28	Puget Sound Power & Light Co.
4	4.21	Portland General Electric Co.
5	4.10	Arizona Public Service Co.
6	4.00	Gulf Power Co.
125	-4.12	Pennsylvania Power Co.
126	-4.46	Wheeling Electric Co.
127	-5.20	Union Light, Heat & Power Co.
128	-6.74	Metropolitan Edison Co.
129	-6.95	Jersey Central Power & Light Co.
130	-11.08	Kingsport Power Co.

上で検討した Tucson Electric Power Co. の場合、ケース2, ケース3では共に1位となる。Union Light, Heat & Power Co. はケース2で129位, ケース3で127位である。Tucson Electric Power Co. の場合、 $Z_2$ ,  $Z_3$  をより強調した結果となっている。

ケース1, ケース2及びケース3の各企業順位の変動の度合を判断するために、スピアマンの順位相関係数を調べると、ケース1とケース2及びケース3との間でそれぞれ0.6966, 0.7654であり、ケース2とケース3との間で0.7319である。この結果から判断すれば、主成分に付すウエイトが何らかの形で企業順位に影響することが示唆される。そこで、主成分分

表 3.7 10 指標の相関行列 (上位企業)<sup>8)</sup>

	①X <sub>2</sub>	①X <sub>3</sub>	①X <sub>4</sub>	①X <sub>6</sub>	①X <sub>7</sub>	②X <sub>1</sub>	③X <sub>5</sub>	④X <sub>8</sub>	④X <sub>9</sub>	④X <sub>10</sub>
①X <sub>2</sub>	1.00									
①X <sub>3</sub>	-0.62	1.00								
①X <sub>4</sub>	-0.63	0.92	1.00							
①X <sub>6</sub>	-0.66	0.92	0.99	1.00						
①X <sub>7</sub>	-0.68	0.62	0.70	0.71	1.00					
②X <sub>1</sub>	-0.47	0.16	0.16	0.16	0.50	1.00				
③X <sub>5</sub>	-0.01	-0.48	-0.54	-0.49	-0.13	0.20	1.00			
④X <sub>8</sub>	-0.56	0.51	0.46	0.49	0.29	0.16	-0.18	1.00		
④X <sub>9</sub>	0.29	0.05	0.06	0.07	0.02	-0.20	0.16	0.06	1.00	
④X <sub>10</sub>	0.29	0.34	0.40	0.39	0.11	-0.31	-0.50	0.09	0.73	1.00

表 3.8 10 指標の相関行列 (下位企業)<sup>8)</sup>

	①X <sub>2</sub>	①X <sub>3</sub>	①X <sub>4</sub>	①X <sub>6</sub>	①X <sub>7</sub>	②X <sub>1</sub>	③X <sub>5</sub>	④X <sub>8</sub>	④X <sub>9</sub>	④X <sub>10</sub>
①X <sub>2</sub>	1.00									
①X <sub>3</sub>	-0.42	1.00								
①X <sub>4</sub>	-0.58	0.91	1.00							
①X <sub>6</sub>	-0.59	0.91	0.99	1.00						
①X <sub>7</sub>	-0.55	0.67	0.76	0.80	1.00					
②X <sub>1</sub>	-0.14	0.26	0.26	0.26	0.32	1.00				
③X <sub>5</sub>	-0.20	-0.15	-0.12	-0.09	-0.02	0.04	1.00			
④X <sub>8</sub>	-0.35	0.11	0.18	0.19	0.11	0.12	0.08	1.00		
④X <sub>9</sub>	0.37	0.36	0.27	0.23	0.11	0.00	-0.21	-0.36	1.00	
④X <sub>10</sub>	0.37	0.39	0.29	0.27	0.12	-0.06	-0.33	-0.27	0.95	1.00

析による企業順位の客観性はこの点からも保証されず、絶対的な企業の順位付けとしてはこれをとらえることは出来ない。しかし、表 3.4、表 3.5 及び表 3.6 から、ケース 1 に於ける下位企業 6 社に関しては主成分に付すウェイトを変化させても順位を大きく変動させることはなく、従って、少なくとも下位企業 6 社についてはウェイトを変えた結果の影響は少ないと考えても良いであろう。

主成分に付すウェイトは、当初に意図した評価基準間のウェイトと必ずしも対応するとは限らない。しかし、ファクター・ローディングから理解する主成分の意味付けから、評価基準の代理、或いは近似として用いることが出来る。このように考えるならば、主成分分析に基づく財務指標の総合は、財務指標間の相互関連性を考慮しながら適切な評価基準を与えることが出

来るのである。

尚、上記の議論では指標間で有する分布について全ての企業で同一の関係を仮定していたが、この仮定が満たされているとは限らない。試みにケース 1 及び Foley で上位、或いは下位となっている企業を選定し、それぞれについて相関行列を算出してみると数値にかなりの相違がみられる<sup>8)</sup> (表 3.7、表 3.8 参照)。これが今回の分析に何らかの影響を及ぼしているかも知れない。その排除のためには i) 指標の選定の仕方を変える、ii) サンプルを上位、又は下位に区分し、その上で分析を進める、等が考えられる。しかし、これは今後の課題としたい。

8) Foley の順位で 40 位までの企業、又はケース 1 の順位で 40 位までの企業を上位グループとし、Foley の順位で 90 位以降、又はケース 1 の順位で 90 位以降の企業を下位グループとした。その結果、上位グループに属する企業及び下位グループに属する企業の数は、いずれも 52 社である。

#### 4. おわりに

以上、Foley との対比を軸に主成分分析を適用した財務指標の総合化を行ってきたが、主成分分析を適用したことの意義を最後にまとめておこう。

主成分分析は、はじめに述べたように、多変量のデータの情報をできるだけ損なうことなく互いに相関のない主成分にまとめあげる統計手法である。従って主成分得点による評価では、互いに無相関な主成分式に元の財務指標の値を代入する訳だから、無意識のうちに情報を偏って用いる危険を回避することができ、評価ポリシーを主成分式に対して付することで意図した通りのウェイトが付せる。

しかしながら、主成分の式が元の指標の加重平均であるところから、式自体の意味の解釈が決して容易ではないこと、データを替える毎に異なるウェイトをもつ式が生じること、更に主成分得点自体の意味があまり明確ではないこと等の問題も有しているのである。

従って、主成分分析を利用した企業評価の結果は、絶対的な企業の位置を示すものではなく、適用された分析比率の範囲内で、選択された企業のランク付けを相対的にするにすぎない。それだけに、その結果に過度の信頼を付与することは危険である。しかし、一覧性に秀でており、高度の会計知識を前提としなくても企業を評価できることは利点としてあげうる。そこで、主成分分析を適用して財務指標を総合した結果は、あくまでも蓋然的な企業評価として認識し、これを基としてさらに探求すべき問題点のある場合には、当該問題点を掘り下げて分析を行なう態度が要求されよう。

#### <補 論>

Foley の財務指標の総合は financial performance の測定を目的とし、支払能力の測定という評価基準が非常に重視されている。補論では更に他の評価基準をも採用し、これらに主成分分析を適用して、より企業の財務面での多様な側面を明らかにしうるような指標を作成しよう。

資料出所は DOE (Department of Energy) である ([16] [17])。

評価基準は Foley を基礎とし、更に、成長性、規模の基準を加えることにより、財務指標を 20 項目とした (表 4.1, 表 4.2 参照)。規模を評価に入れることは経営効率の良否を何等示すものではないが、例えば規模が 2 桁も異なるような企業同志を同一に論ずることは出来ないという社会通念を尊重し、これを評価基準に加えた。表 4.3 に各財務指標の平均、最大、最小、並に標準偏差を示そう。

20 指標のファクター・パターンから次のことがわかる (表 4.4)。

i)  $Z_1$  についてみると、 $X_3, X_4, X_6, X_7$  の各指標は強くプラスの効果を持つとともに、 $X_2$  は大きく負の効果を持っている。そこで  $Z_1$  はフロー面から見た支払能力の効果を代表するものと考えることが出来る。

ii)  $Z_2$  では  $X_9, X_{10}, X_{18}, X_{19}, X_{20}$  が強くプラスの効果を持ち、持分利益率 ( $X_9, X_{10}$ ) と規模 ( $X_{18}, X_{19}, X_{20}$ ) の効果を代表するものと理解出来る。

iii)  $Z_3$  では  $X_{13}, X_{16}, X_{17}$  の係数が大きく、企業の総合力を示すと解釈出来よう。総資本利益率 ( $X_{13}$ ) に加え、売上高伸び率 ( $X_{16}$ )、総資本回転率 ( $X_{17}$ ) の効果が大きいからである。

表 4.1 20 指標の算式 (X 1 から X10 については表 2.2 を参照)

X11; 固定比率	$= \frac{\text{固定資産}}{\text{自己資本}} * 100$
X12; 固定長期適合率	$= \left[ \frac{\text{固定資産}}{\text{自己資本} + \text{固定負債}} \right] * 100$
X13; 売上高年平均伸び率(4年間)	$= \left[ \frac{1981\text{年売上高}}{1977\text{年売上高}} ** \frac{1}{4} - 1 \right] * 100$
X14; 総資産年平均伸び率(4年間)	$= \left[ \frac{1981\text{年総資産}}{1977\text{年総資産}} ** \frac{1}{4} - 1 \right] * 100$
X15; 設備資産年平均伸び率(4年間)	$= \left[ \frac{1981\text{年設備資産}}{1977\text{年設備資産}} ** \frac{1}{4} - 1 \right] ** 100$
X16; 総資本回転率	$= \frac{\text{電気事業売上高}}{\text{総資本}}$
X17; 総資本事業利益率	$= \left[ \frac{\text{営業利益} + \text{受取利息配当金}}{\text{総資本}} \right] * 100$
X18; 売上高規模	$= \ln(\text{売上高})$
X19; 総資産規模	$= \ln(\text{総資産})$
X20; 設備資産規模	$= \ln(\text{設備資産})$

表 4.2 評価基準と財務指標との関係

評価基準	① 支払能力	② 収益性	③ 財務構造	④ 成長性	⑤ 規模
ストックの指標	X1; 流動比率	X9; 持分利益率 X10; 投下資本利益率 X16; 総資本回転率 X17; 総資本事業利益率	X5; 長期負債比率 X11; 固定比率 X12; 固定長期適合率	X14; 総資産年平均伸び率 X15; 設備資産年平均伸び率	X19; 総資産規模 X20; 設備資産規模
フローの指標	X2; 建設中利子/当期利益 X3; インタレスト・カバレッジ・レシオ X4; インタレスト・カバレッジ・レシオ X6; インタレスト・カバレッジ・レシオ X7; 配当性向の逆数	X8; 売上高営業費用比率	/	X13; 売上高年平均伸び率	X18; 売上高規模

表 4.3 財務指標値の最大, 最小, 平均並に標準偏差 (X10 までについては表 3.1.1 参照のこと)

	X11	X12	X13	X14	X15	X16	X17	X18	X19	X20
最大	315.97	138.56	111.38	29.33	31.26	5.11	77.62	23.24	23.10	22.20
最小	157.61	88.16	7.76	1.62	-0.42	0.12	1.28	17.43	17.19	17.19
平均	225.39	110.47	16.05	10.74	9.86	0.44	6.84	20.91	20.73	19.94
標準偏差	28.38	8.57	9.49	4.70	5.18	0.46	6.44	1.17	1.20	1.07

iv) Z<sub>4</sub> では X<sub>13</sub>, X<sub>14</sub>, X<sub>15</sub> の効果が強く, 成長性の効果を代表すると理解出来る。

v) Z<sub>5</sub> では X<sub>11</sub>, X<sub>12</sub> の効果が強い。そこで財務構造の効果を代表するものと考えられる。

vi) Z<sub>6</sub> では X<sub>1</sub>, X<sub>9</sub> の効果が強く, 流動性

及び営業利益率を示すと解釈出来る。

評価基準として, 企業の総合評価を示す Z<sub>3</sub> に 3, 成長性を示す Z<sub>4</sub> に 2.5, 規模及び投資効率を示す Z<sub>6</sub> に 2, 他の Z<sub>1</sub>, Z<sub>2</sub>, Z<sub>5</sub> に 1 のウェイトを置いた。尚, 表 4.5 は上位, 下位それぞれ 6 社づつを示したもので, 右欄は Foley

表 4.4 20 指標のファクター・パターン (ローディング・マトリクス)

	Z <sub>1</sub>	Z <sub>2</sub>	Z <sub>3</sub>	Z <sub>4</sub>	Z <sub>5</sub>	Z <sub>6</sub>
X <sub>2</sub>	-.737	.408	.050	.050	-.189	-.203
X <sub>3</sub>	.905	.179	-.171	-.031	.155	-.086
X <sub>4</sub>	.947	.159	-.146	-.036	.102	-.050
X <sub>6</sub>	.951	.137	-.149	-.033	.124	-.039
X <sub>7</sub>	.840	-.003	-.171	-.044	.080	.270
X <sub>9</sub>	.336	.628	-.268	.332	.117	.055
X <sub>10</sub>	.491	.647	-.317	.322	-.027	-.119
X <sub>18</sub>	-.241	.797	.289	-.333	.311	-.003
X <sub>19</sub>	-.246	.800	.283	-.318	.320	.000
X <sub>20</sub>	-.091	.666	.547	-.272	.362	-.132
X <sub>16</sub>	.324	-.279	.738	.475	.027	-.124
X <sub>17</sub>	.339	-.040	.732	.528	-.011	.121
X <sub>13</sub>	.232	.118	.716	.583	-.055	.044
X <sub>14</sub>	-.454	.457	-.278	.526	-.173	.188
X <sub>15</sub>	-.465	.476	-.263	.542	-.094	.199
X <sub>11</sub>	-.368	-.508	-.172	.254	.647	.165
X <sub>12</sub>	-.058	-.178	-.453	.477	.542	-.299
X <sub>5</sub>	-.346	-.402	.126	-.023	.518	.467
X <sub>1</sub>	-.399	-.034	.212	-.349	-.173	.576
X <sub>8</sub>	.076	-.453	.225	-.128	.044	-.592
固有値	5.470	3.960	2.825	2.353	1.492	1.284
寄与率	27.4%	19.8%	14.1%	11.8%	7.5%	6.4%
累積寄与率	27.4%	47.2%	61.3%	73.0%	80.5%	86.9%

表 4.5 20 指標の主成分分析の結果

順位	得点	社名	Foley の順位	ケース 1 の順位
1	43.95	Monongrahele Power Co.	21	45
2	5.20	Portland General Electric Co.	110	32
3	4.77	Minnesota Power & Light Co.	46	13
4	4.71	Public Service Co. of New Mexico.	9	20
5	4.38	Louisiana Power & Light Co.	72	52
6	4.24	Gulf Power Co.	52	43
125	-5.18	Black Hills Power & Light Co.	1	1
126	-5.75	Maine Public Service Co.	112	120
127	-6.44	Madison Gas & Electric Co.	23	55
128	-7.11	Jersey Central Power & Light Co.	129	129
129	-7.31	Metropolitan Edison Co.	128	128
130	-8.75	Pennsylvania Power & Light Co.	93	104

並にケースとの比較の便宜のために付した。

この企業順位と Foley 並にケース 1 との関連はあまり高くはない (スピアマンの順位相関係数は 0.2137 である。また、ケース 1 との順位相関係数は 0.4990 である)。特に Black Hills 社ではその順位が大きく異なる。Foley (表 3.5 参照) 及びケース 1 (表 3.4 参照) では

1 位であるが、20 指標の場合では 125 位である。このようなランクの相違が生じた原因を検討しよう。

20 指標での主成分式の値から Z<sub>1</sub> のみが 3.70 と高いことがわかる。従って Foley 及びケース 1 で順位が高いことは理解される。しかし、他の主成分式の値は 0.02 から -1.61 の

値をとっており、いずれも低く、特に成長性に問題があることが指摘出来る。ストック面での成長性を示す  $X_{14}$ 、 $X_{15}$  はそれぞれ 1.6% (130 社平均 10.7%)、-0.4% (同 9.9%) であり、平均を大きく下回る。しかし、フローの成長性を示す  $X_{13}$  は 18.3% (130 社平均 16.1%) と平均を上回っている。なぜ資産の伸びが殆どないにもかかわらず、売上の伸びが平均水準を保っているかは、ここで用いた分析指標のみからは必ずしも明らかではない。しかし、少なくとも何らかの異常が存在する企業であることは判るので、更に分析を進める価値があろう。

このように主成分分析を用いて財務指標の総合評価を行ない、企業の長所・短所或いは問題点を見つけようとする場合には、より多くの企業の側面を示す評価基準を選択し、分析指標を総合化することが望ましい。

#### 参考文献

- [1] Baruch, Lev, *Financial Statement Analysis*, New Jersey, Prentice-Hall, Inc., 1974. (柴川林也訳『現代財務諸表分析』東洋経済新報社, 1983.)
- [2] 秋山光久「定量的中小企業評価の実用化について」『調査月報(中小企業金融公庫調査部)』第 19 巻第 2 号, 1979 年 6 月.
- [3] Financial Accounting Standard Board, *Accounting for the Effects of Certain Types of Regulation*, Statement of Financial Accounting Standard Boards No. 71, Financial Accounting Standard Board, December, 1982.
- [4] Foley, M., *Electric Utility Financial and Operating Performance Review*, Washington, D. C., National Association of Regulatory Utility Commissioners, July, 1984.
- [5] 古川浩一『現代財務諸表分析』日本経済評論社, 1982.
- [6] Horrign, J. O., "A Short History of Fin-

ancial Ratio Analysis" *Accounting Review*, April, 1968, pp. 284~294.

- [7] Iwler, L., "Criticism of new utility ranking system begins", *Electrical World*, July, 1984, pp. 19~20.
- [8] (財) 関西情報センター編, 「経営評価システムの研究 研究報告書」, 同センター, 1974.
- [9] Keith, L. A., *Accounting, a management perspective*, New Jersey, Prentice Hall, Inc., 1980.
- [10] 松本雅男稿「経営分析の新動向」合崎堅二著『自由企業制度と会計』中央経済社, 1983, 189~202 頁.
- [11] 奥野忠一ほか著『多変量解析法』日科技連, 1976.
- [12] 奥野忠一, 山田文道『情報化時代の経営分析』東京大学出版会, 1978.
- [13] 大阪府立産業能率研究所「多変量解析による企業評価システムの研究 研究報告書」, 同所, 1975.
- [14] Seidler, L. J. and D. R. Carmicael (ed.), *Accountants Handbook 6th Edition*, N. Y., John Williy & Sons, 1981.
- [15] 清水龍瑩『現代企業評価論』中央経済社, 1981.
- [16] U. S. Department of Energy, Statistics of Privately Owned Electric Utilities in the United States 1978 Annual (Class A and B Companies), Washington, D. C., U. S. Department of Energy, October, 1979.
- [17] U. S. Department of Energy, Statistics of Privately Owned Electric Utilities, 1981 Annual (Class A and B Companies), Washington, D. C., U. S. Department of Energy, June, 1983.

(せきぐち ひろまさ)  
経済部  
経営研究室