

EXCEL 表計算による DEA

日大生産工（学部） ○ 吉村 彩

日大生産工（院） 大久保 智弘

日大生産工（院） 金子 隆史

日大生産工 篠原 正明

1. はじめに

近年、事業体などの DMU(Decision Making Unit：意思決定主体) の効率性を相対的に評価する手法として、DEA (Data Envelopment Analysis：包絡分析法) が注目されるようになってきている。

今回、日本大学生産工学部の各学科の効率性について離散評点 DEA を用いて評価する。日本大学生産工学部には 7 学科存在する。各学科により所属する学部生・指導員・偏差値などに違いがある。今回、各学科がどの程度効率的に存在しているか Microsoft Excel 表計算を用いた離散評点 DEA により評価を行なった。

2. DEA について

DEA とは、事業体を、入力(投入)を出力(産出)に変換する過程とみて、その変換過程の効率性を測定するための手法である。テキサス大学の A.チャーンズ、W.W. クーパーの両教授によって開発された。この方法は公共機関から民間企業におよぶさまざまな事業体の効率性の評価のために適用されている。この手法によって「効率的フロンティア」の存在が明示され、このフロンティアを基準として、非効率的な事業体の改善案を具体的に提示することができる。これが今までにない評価法である。

DEA は、「包絡分析」と呼ばれ、「回帰分析」と対極的な位置にある。平均的な物の

見方を基礎とする回帰分析の考え方に反し、包絡分析は優れたものを基準とし、それに基づいて判断する。つまり、平均的に優れていなくても、部分的に特化していればそれが評価される、というものである。

一般に、事業体の活動は、資源を投入し便益を産出する変換過程とみることもできる。そのとき、

産出

投入

という比を用いて、その変換過程の効率性を測定するのが比率尺度である。効率的であるためには、この値が大きければよい。つまり、より少ない投入で大きな産出を得ることが、効率的であると言える。

3. 離散評点 DEA について

離散評点 DEA では、評価ベクトル v, u の要素が離散評点をとる。離散評点 DEA の利点は、評価ベクトル v, u のさまざまな組み合わせごとに評価を行うことができるので、一度の評価でさまざまな評価基準による結果を同時に計算することができる点である。また、評価ベクトル v, u が全て整数の場合や、0 がある場合、マイナスがある場合など様々な評価方法が存在し、多くの組み合わせを考えることができる。

4. 離散評点 DEA の方法

離散評点 DEA の方法は、Excel を用いて

評価の対象となる DMU のデータを正規化するとこから始まる。本来の DEA では、評価をする際、実際のデータをそのまま使用してもかまわないが、離散評点 DEA では、離散的評価で行うために、評価ベクトルの自由度が少なくなってしまう。また、それぞれのデータごとに単位も違うためすべての重要度を一定にしないでなければならない。よって項目毎に全 DMU に及ぶ総和を 1 として正規化を行う。

評価ベクトル v, u を 3 段階評点・5 段階評価で行い、 $S=(S_1, S_2, S_3)$ 及び、 $S=(S_1, S_2, S_3, S_4, S_5)$ をそれぞれすべての組み合わせごとに (4.1) 式に代入し、DMU ごとの絶対効率を求める。

$$A_j = \frac{u^T y_j}{v^T x_j} \quad (4.1)$$

また、それぞれの組み合わせごとに (4.2) 式より DMU_k の相対効率を求め、それぞれの DMU_k の最大値を決定する。

$$R_k = \frac{A_k}{\max\{A_1, \dots, A_n\}} \quad (k = 1, \dots, n) \quad (4.2)$$

5. 表計算ソフトによる評価例

今回、評価するものは、日本大学生産工学部の機械工学科・電気電子工学科・土木工学科・建築工学科・応用分子工学科・マネジメント工学科・数理情報工学科の 7 学科とする。入力 1 = 指導員・入力 2 = 事務員・出力 1 = 学部生・出力 2 = 中途退学者・出力 3 = 偏差値の 2 入力 3 出力と設定し、どの学科が効率的に存在しているかを調べる。このデータを表 5.1 にまとめる。

なお、本実験は H18 年 10 月 1 日現在のものである。

表 5.1 データ

DMU	入力1 (v1)	入力2 (v2)
	指導員	事務員
機械工学科	27	10
電気電子工学科	23	3
土木工学科	20	4
建築工学科	23	8
応用分子化学科	20	7
マネジメント工学科	21	1
数理情報工学科	16	1

出力1 (u1)	出力2 (u2)	出力3 (u3)
学部生	中途退学者	偏差値
1054	1/19	46
854	1/23	44
1010	1/33	41
1040	1/21	46
846	1/27	45
851	1/26	45
503	1/10	45

さらに、このデータを正規化し、表 5.2 のようにする。

表 5.2 データの正規化

DMU	入力 (v1)	入力 (v2)
	指導員	事務員
機械工学科	0.18	0.294117647
電気電子工学科	0.153333333	0.088235294
土木工学科	0.133333333	0.117647059
建築学科	0.153333333	0.235294118
応用分子化学科	0.133333333	0.205882353
マネジメント工学科	0.14	0.029411765
数理情報工学科	0.106666667	0.029411765

出力 (u1)	出力 (u2)	出力 (u3)
学部生	中途退学者	偏差値
0.171159467	0.150577932	0.147435897
0.13868139	0.124390466	0.141025641
0.16401429	0.086696385	0.131410256
0.168886002	0.136237177	0.147435897
0.137382267	0.105962249	0.144230769
0.138194219	0.11003772	0.144230769
0.081682364	0.286098071	0.144230769

次に、この正規化されたデータに評価ベ

クトル v, u を 3 段階、5 段階で行い、 $S = (1, 2, 3) \cdot S = (0, 1, 2) \cdot S = (-1, 0, 1) \cdot S = (1, 2, 3, 4, 5) \cdot S = (0, 1, 2, 3, 4)$ として重み付けを行なう。

表 5.3 3 段階の評価ベクトル v, u

$v1$	$v2$	$u1$	$u2$	$u3$
1	1	1	1	1
1	1	1	1	2
1	1	1	1	3
1	1	1	2	1
1	1	1	2	2
1	1	1	2	3

:

3	3	3	2	1
3	3	3	2	2
3	3	3	2	3
3	3	3	3	1
3	3	3	3	2
3	3	3	3	3

(4.1) 式より、DMU 絶対効率値を求める。

表 5.4 DMU 絶対効率値一例

A1	A2	A3	A4
0.98957147	1.672806197	1.522513089	1.1645062
1.300540485	2.256597405	2.046100829	1.543882122
1.611509499	2.840388614	2.569688569	1.923258044
1.307167605	2.187734261	1.867943999	1.51506604
1.61813662	2.77152547	2.391531739	1.894441961

A5	A6	A7
1.142562978	2.316620151	3.762618365
1.567751951	3.16798233	4.822527476
1.992940924	4.01934451	5.882436587
1.454937238	2.966148358	5.865068169
1.88012621	3.817510537	6.92497728

(4.2) 式より、DMU 相対効率値を求める。

表 5.5 DMU 相対効率値一例

R1	R2	R3	R4
0.263000755	0.444585667	0.404641912	0.309493573
0.269680264	0.467928367	0.424279766	0.320139622
0.273952719	0.482859198	0.436840845	0.326949218
0.222873387	0.373010884	0.318486324	0.258320278
0.233666705	0.400221598	0.345348677	0.273566524

R5	R6	R7
0.303661671	0.615693628	1
0.325089273	0.656913277	1
0.338795139	0.683278851	1
0.248068257	0.505731267	1
0.27149926	0.551266868	1

さらに、 DMU_k について全ての評価組み合わせの中での最大値を最大相対効率値 $\max R_k$ として計算する。

6. 結果

S の値を $S = (1, 2, 3) \cdot S = (0, 1, 2) \cdot S = (-1, 0, 1) \cdot S = (1, 2, 3, 4, 5) \cdot S = (0, 1, 2, 3, 4)$ で解析した結果と、既存の LP ソフトで解析した結果を以下の表に示す。

6.1 $S = (1, 2, 3)$ の場合

表 6.1 $S = (1, 2, 3)$ の最大相対効率値

	R1	R2	R3
最大値	0.503325577	0.643080731	0.709754223

R4	R5	R6	R7
0.588074636	0.568899047	0.848170983	1

6.2 $S = (0, 1, 2)$ の場合

表 6.2 $S = (0, 1, 2)$ の最大相対効率値

	R1	R2	R3
最大値	0.798838719	0.823301611	1

R4	R5	R6	R7
0.931075377	0.953248602	1	1

6.3 $S = (-1, 0, 1)$ の場合

表 6.3 $S = (-1, 0, 1)$ の最大相対効率値

	R1	R2	R3
最大値	1.73714383	3.330189424	2.395635674

R4	R5	R6	R7
1.845267271	2.085521301	9.782608696	27.48399579

6.4 $S = (1, 2, 3, 4, 5)$ の場合

表 6.4 $S = (1, 2, 3, 4, 5)$ の最大相対効率値

	R1	R2	R3
最大値	0.648293464	0.752499435	0.888108584

R4	R5	R6	R7
0.755408878	0.720579898	0.996110233	1

6.5 $S=(0,1,2,3,4)$ の場合

表 6.5 $S=(0,1,2,3,4)$ 最大相対効率値

	R1	R2	R3
最大値	0.807637833	0.835678438	1

R4	R5	R6	R7
0.931075377	0.962633355	1	1

6.6 LP ソフトの場合

表 6.6 LP ソフトの解析結果

No.	DMU	Score
1	機械工学科	0.82835672
2	電気電子工学科	0.85091589
3	土木工学科	1
4	建築工学科	0.94616246
5	応用分子化学科	0.96855037
6	マネジメント工学科	1
7	数理情報工学科	1

7. 考察

実際に 3 段階評価と 5 段階評価でシミュレーションした結果と、LP ソフトの結果を比べてみると、評価ベクトルに 0 を入れたほうがより LP ソフトの解析結果に近い値を得ることが出来る。

また、3 段階評価の中では $S=(0,1,2)$ の値が多少の誤差はあるものの、一番 LP ソフトで解析した結果と近い。しかし、5 段階評価の $S=(0,1,2,3,4)$ の値と比較すると、この結果はより LP ソフトの解析結果に近いことが分かった。このことから、3 段階評価から 5 段階評価にすることによってより精度が増し、LP ソフトを用いた解析結果とほぼ同等の値を得られることが出来ると分かった。

DEA の CCR モデルでは、本来 $u > 0$ 、 $v > 0$ を前提としており、 S の中に 0 を含めない 6.1 $S=(1,2,3)$ 、6.4 $S=(1,2,3,4,5)$ が対応する。 $u = 0$ 、 $v = 0$ と緩和した場合に、 S の

中に 0 を含めた 6.2 $S=(0,1,2)$ 、6.5 $S=(0,1,2,3,4)$ が対応する。現 CCR モデルでは、 S の中に負評点(マイナス評価)は含めないが、もし含めればどうなるかを 6.3 $S=(-1,0,1)$ で試行してみた。何も工夫しないと、産出あるいは投入が負となり、現定義(4.2)のままで最大相対効率値を計算すると不都合が生じることが判明した。産出値 0、投入値 > 0 などの制約を課すか、あるいは「産出 / 投入」の比率モデルで評価するのではなく、「産出 - 投入」などの加法モデルでの評価が好ましいと思われる。

8. おわりに

今回は中途退学者を出力として扱ったが、これを入力として扱った結果を考察したい。また、評価対象に就職率・科目数・固定資産など新たな項目を追加してシミュレーションしてみたい。さらに、偏差値については 40 引くなどして差を顕著に表し、新たに離散評点表計算ソフトを用いて分析・考察することが今後の課題である。

3 段階評価・5 段階評価は一度作成してしまえば値を変えるだけですぐに結果を求めることが出来る。しかし、5 段階評価では評価ベクトルが増え膨大な数のデータになってしまう。よって、データの中から重要な組み合わせを見つけ、必要最低限のデータで表を作成することが出来るかを考案することも今後の課題である。

【参考文献】

- [1] 経営効率性の測定と改善～包絡分析法 DEA による～：刀根 薫著 日科技連、1993 年
- [2] 離散評点 DEA の表計算：伊藤圭一 2006 年度卒業論文
- [3] 日本大学生産工学部 2007 年学部案内