コンジョイント分析における曖昧な回答の扱い方

上田　徹

1．まえがき

コンジョイント分析法は古くから心理学の分野で議論されてきたが，最初にLuce & Tukey [10]でコンジョイント測定法と呼んだ公理論的体系化の試みから発展を促され，Kruskal [7]の単調回帰原理を用いた実用的アルゴリズムの提案以来，マーケテイングの分野でも幅広く使われるようになった．

コンジョイント分析法は，消費者，顧客の商品やサービスに対する選好順位データを用いて，商品やサービスなどの選択対象のもつ属性ごとの効用（部分効用）と，それらから同時に(conjointly)選択対象に対する全体効用を求める手法，すなわち消費者，顧客の選好構造を把握する手法である．

従来のコンジョイント分析法では，効用を推定できなかった回答は無視されていた．たとえばKruskal [7]，Kruskal & Carmone [8]のMONANOVAではストレスと呼ばれる非適合度指標η，Johnson [3]のTRADE-OFFでは非適合度指標θ^2が十分小さくならないデータは無視される．Shocker & Srinivasan [15]のLINMAPでは線形計画法が解を持たないことによりデータは無視される．

しかし，データを捨てていると，有効データは限られてしまうし，質の悪いデータのなかにも情報が含まれている．例えば，複数サービスの同順位を認めていない場合にある属性の有無だけで判断している回答者がいるとすると，その属性を持っているサービス間，あるいは持っていないサービス間の順位は無意味であるが，回答の合理性をチェックしている人から見ると別の属性の良否から来る明らかな順序付けがなされていないと見るかもしれない．そこで，積極的に同順位は認めつつ異順位を与えることが可能な場合には異順位の方が採用される方法を検討する．

これを実現するためには既存の方法ではパラメタに制約を付けることが考えられる．しかし，目的関数が非線形の場合にはそのプログラミングは容易ではないし，初期値の設定やパラメタの修正幅などには工夫がいる．そこでそれらの心配の必要のない線形計画法での取扱いが可能となるようファジィ・コンジョイント分析法を提案し，ボイスメールサービスを対象に既存手法との比較を行う．

うえだ　とおる　成蹊大学　工学部　経営工学科
〒180-8633 武蔵野市吉祥寺北町３－３－１
受付 99.1.14　採択 99.6.14

2．既存のコンジョイント分析法の概要

2.1　定式化

選択対象iの全体効用をU_iとし，j番目の属性に対する部分効用をu_{ij}とすると，一般に

$$U_i = F(u_{i1}, u_{i2}, \ldots, u_{ir}) \tag{2.1}$$

と表現できる（属性数はrとする）が，これまでの検討結果に合わせて加法的結合ルール

$$U_i = \sum_{j=1}^{r} u_{ij} \tag{2.2}$$

に従う場合を論じる．選択対象iの選好度をP_i，選択順序をS_iとすると，

$$P_i > P_k \quad \text{または} \quad S_k > S_i \quad \text{ならば} \quad U_i \geq U_k \tag{2.3}$$

となるように部分効用u_{ij}を決める．u_{ij}の計算方法としては

Kruskal [7], Kruskal and Carmone [8] のMONANOVA,
Johnson [3] のTRADE-OFF*,
Shocker and Srinivasan [15] のLINMAP,
Ogawa [13] のRANKLOGIT

などが知られている．ここではMONANOVA，TRADE-OFFを比較対象とする．

2.2 計算アルゴリズム

N個の属性は質的変数（カテゴリカル・データ）で表現され，M個の属性は量的変数で表現される場合を考える．属性jはn_j個のカテゴリを持つものとする．選択対象iの全体効用は

$$U_i = \sum_{j=1}^{N}\sum_{k=1}^{n_j} a_{jk}\delta_{jk}(i) + \sum_{h=1}^{M} b_h x_h(i) \tag{2.4}$$

で与えられるものとすると

$$1 \leqq j \leqq N \quad \text{では} \quad u_{ij} = \sum_{k=1}^{n_j} a_{jk}\delta_{jk}(i) \tag{2.5}$$

$$N+1 \leqq j \leqq N+M \quad \text{では} \quad u_{ij} = b_{j-N}x_{j-N}(i) \tag{2.6}$$

である．ただし，

$\delta_{jk}(i)=1$：対象iは属性jの分類kに属する

0：その他

$x_h(i)$：対象iの属性hの値

である．部分効用u_{ij}を求めることはパラメタ$Y=(a_{11}, a_{12}, \ldots, b_1, \ldots, b_M)$を求めることである．

2.2.1 MONANOVA

MONANOVAは単調回帰原理に基づいており，弱単調性

$$P_i > P_k \text{または} S_k > S_i \text{ならば} \quad \overline{U_i} \geqq \overline{U_k} \tag{2.7}$$

が成り立つような，U_iに近い$\overline{U_i}$を求めつつ，ストレスと呼ばれる非適合度指標

$$\eta^2 = \sum_{i=1}^{m}(U_i - \overline{U}_i)^2 / \sum_{i=1}^{m}(U_i - U)^2 \;;\; U = \sum_{i=1}^{m} U_i / m \tag{2.8}$$

を小さくするようにU_iを修正していく方法である．

MONANOVAでは，データの序列が矛盾を含むときの結果の不安定さ，初期値のとり方に結果が依存することなどの欠点があり，選好順位がIならそれに選好度として数値$(m-I+1)$を与えて被説明変数として数量化1類を適用し初期値を求めたり，パラメタに制約を付けることなどが提案されている（中西，阿部，池尾，片平，小島[12]参照）．

2.2.2 TRADE-OFF

TRADE-OFFでは選好度$(P_i - P_j)$間の順序と効用$(U_i - U_j)$間の順序との不一致を示す指標

$$E_{ij} = 1 : (P_i - P_j)(U_i - U_j) < 0 \tag{2.27}$$

0：その他

を使った

$$\theta^2 = \sum_{i<j} E_{ij}(U_i - U_j)^2 / \sum_{i<j}(U_i - U_j)^2 \tag{2.28}$$

を基準精度内に収められるようにU_iを求める方法である．U_iの初期値としてはMONANOVAの最後で述べた数量化1類をここでも使える．

また，MONANOVA，TRADE-OFFともにパラメタに制約がないときには最急降下法が使えるが，制約があるときには勾配射影法（今野，山下[6]）などを使わねばならない．

3．ファジィ・コンジョイント・モデル

MONANOVA，TRADE-OFFでは，ともに目的関数が非線形のため，そのプログラミングは容易ではない．そこで線形計画法の利用を図れるようなアルゴリズムについて考える．Shocker and Srinivasan [15] のLINMAPは線形計画法を利用するアルゴリズムとして知られているが，順序逆転を表す非負の変数の和Sを最小とするアルゴリズムであるため，$\{S=0\}$ の場合にしか合理的な解は得られないので，ここでは比較対象とはしない．

次のようなコンジョイント・モデルを考える．選好対象iの効用U_iは

$$U_i = \sum_{j=1}^{N}\sum_{k=1}^{n_j} a_{jk}x_{jk}(i) \tag{3.1}$$

$x_{jk}(i)=1$：対象iが属性種別jの分類kに属する

0：その他

で与えられるものとする．ここではカテゴリカル・データだけを取り上げたが，式(2.4)のように数値データが含まれても同様の議論が可能である．

対象iが選好順位の順に並べられているとすると，全体効用に関しては

$$U_i > U_h \ (i < h)$$

であってほしい．ここでは，U_iとU_hの順位が逆転

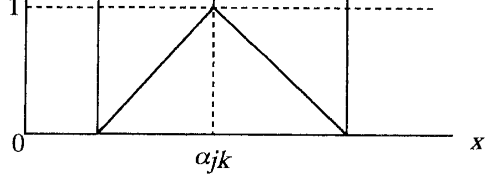

図1　三角型ファジィ数のメンバシップ関数

しているとき，それはa_{jk}のあいまいさに起因していると考える．すなわち，a_{jk}は確定値（通常数）ではなく，下限値を$(\alpha_{jk}-c_{jk})$，上限値を$(\alpha_{jk}+d_{jk})$，モードをα_{jk}とする三角型ファジィ数$(\alpha_{jk}-c_{jk},\alpha_{jk},\alpha_{jk}+d_{jk})$であると考える（図1参照）．このとき，隣り合う対象の効用差$V_i=U_i-U_{i+1}$も三角型ファジィ数(v_{i1},v_{i2},v_{i3})で与えられる．ここで

$$v_{i1}=\sum_{j,k}\alpha_{jk}z_{jk}(i)-\sum_{j,k}\{I(z_{jk}(i))c_{jk}(i)+[1-I(z_{jk}(i))]d_{jk}(i)\}|z_{jk}(i)|$$

$$z_{jk}(i)=x_{jk}(i)-x_{jk}(i+1)\ ;\ I(a)=1:a>0$$
$$=0:a<0$$

$$v_{i2}=\sum_{j,k}\alpha_{jk}z_{jk}(i)$$

$$v_{i3}=\sum_{j,k}\alpha_{jk}z_{jk}(i)+\sum_{j,k}\{I(z_{jk}(i))d_{jk}(i)+[1-I(z_{jk}(i))]c_{jk}(i)\}|z_{jk}(i)|$$

$V_i>0$を，ファジィ数の場合にどのように捕らえるかが問題である．そこで次の2種類の考え方を取り上げる．

【考え方1】三角型ファジィ数$\tilde{A}=(a_1,a_2,a_3)$の順序づけとして値0に関するremoval ([5], $p.36$)

$$R(\tilde{A},0)=(a_1+2a_2+a_3)/4 \tag{3.2}$$

を用いる．すなわち

$R(\tilde{U}_i,0)>R(\tilde{U}_{i+1},0)$ ならば $\tilde{U}_i>\tilde{U}_{i+1}$

と考える．

このとき，つぎのようなLP問題が考えられる．

《FR1》

［目的］ $$\max\{\sum_{i=1}^{n-1}s_i-\sum_{j,k}(c_{jk}+d_{jk})\} \tag{3.3}$$

［制約］ $$R(\tilde{U}_i,0)-R(\tilde{U}_{i+1},0)-s_i=\varepsilon \tag{3.4}$$

$$R(\tilde{U}_1,0)=n-1\ ;\ R(\tilde{U}_n,0)=0\ ;$$

$$\alpha_{jk},c_{jk},d_{jk}\geq 0 \tag{3.5}$$

【考え方2】v_{i1}のiに関する最小値pをできるだけ大きくし，かつ曖昧さ$\sum_{j,k}(c_{jk}+d_{jk})$をできるだけ小さくしたい．すなわち，目的はmax pかつ，min $\sum_{j,k}(c_{jk}+d_{jk})$である．

この2目的関数はスラック変数s_iも考慮して統合でき，次のLP問題になる．

《FL1》

［目的］ $$\max\{p-\sum_i s_i-\sum_{j,k}(c_{jk}+d_{jk})\} \tag{3.6}$$

［制約］ $$v_{i1}-s_i=p\ ;s_i\geq 0 \tag{3.7}$$

$$R(\tilde{U}_1,0)=n-1\ ;\ R(\tilde{U}_n,0)=0\ ;$$

$$\alpha_{jk},c_{jk},d_{jk}\geq 0 \tag{3.8}$$

ここで，s_iとpの役割を分離するために，式(3.6)における$\sum_i s_i$の係数が負であることに注意しなければならない．

また，なるべく選好順位が隣合うサービスの効用差が均等になることを狙った以下のLP問題も考えられる．

《FR2》

［目的］ $$\max\{p-\sum_i s_i-\sum_{j,k}(c_{jk}+d_{jk})-\varepsilon_u-\varepsilon_l\} \tag{3.9}$$

［制約］ 式(3.4), (3.5)のほかに

$$1-\varepsilon_l\leq R(\tilde{U}_i,0)-R(\tilde{U}_{i+1},0)\leq 1+\varepsilon_u \tag{3.10}$$

《FL2》

［目的］ $$\max\{p-\sum_i s_i-\sum_{j,k}(c_{jk}+d_{jk})-\varepsilon_u-\varepsilon_l\} \tag{3.11}$$

［制約］ 式(3.7), (3.8)のほかに

$$1-\varepsilon_l\leq v_{i2}\leq 1+\varepsilon_u;\varepsilon_u,\varepsilon_l\geq 0 \tag{3.12}$$

式(3.5), (3.8)はパラメタの大きさを揃えるために採用した制約であるが，これについてはremovalではなくモードを用いたり，パラメタの和を一定にするなど別の制約にしてもよい．しかし，別の尺度を用いると結果には若干の差が出ることがある．

4．ボイスメールサービスへの適用

表1の5属性で規定される8種類のボイスメールサービス（**表2**）に対してコンジョイント分析を行う．この場合のパラメタは

$Y=(a_{11}, a_{12}, a_{21}, a_{22}, a_{31}, a_{32}, a_{41}, a_{42}, a_{51}, a_{52})$

であり，属性の優劣から

$a_{12}, a_{22}, a_{32}, a_{42}, a_{52}=0\ ;\ a_{11}, a_{21}, a_{31}, a_{41}, a_{51}\geqq 0$

の制約を付ける．

表2のサービスを定性的に順序付けると

(i) サービスBは最下位　$\min_i U_i=U_B$

(ii) サービスFはサービスA, Eよりも上位

表 1　ボイスメールサービスの属性種別

	j	k	
		1	2
入会金	I	2千円	2万円
月額基本料	II	2百円	5千円
使用料／分	III	5円	50円
最大メッセージ数	IV	50	5
保存期間	V	1ヶ月	1週間

表 2　ボイスメールサービスの選択肢

i	I	II	III	IV	V
A	2万円	5千円	50円	50	1ヶ月
B	2万円	5千円	50円	5	1週間
C	2万円	2百円	5円	5	1ヶ月
D	2万円	2百円	5円	50	1週間
E	2千円	5千円	5円	5	1週間
F	2千円	5千円	5円	50	1ヶ月
G	2千円	2百円	50円	50	1週間
H	2千円	2百円	50円	5	1ヶ月

$U_F > U_A, U_E$

(iii)　$U_D > U_C \leftrightarrow U_G > U_H$

$U_D < U_C \leftrightarrow U_G < U_H$

の性質があるはずである（定性的整合性）．15社のうち8社（企業1～8）の回答については上記3条件を満たしていた．

15社から得た回答と全体効用の計算結果を**表3-1**～**表3-3**（既存手法），**表4-1**～**表4-5**（ファジィ・コンジョイント）に示す．ただし，制約付き最小二乗法（全体効用値U_{NLS}）はLawson and Hanson [9] に拠っており，順位iの基準変数の値は$(8-i)$とした．また，U_{MO}とU_{TR}はそれぞれ制約付きMONANOVAと制約付きTRADE-OFFの全体効用値である．

これらの表から下記のことがわかる．

(1) 企業1～4についてはどの方法でも順位が再現されている．

(2) 企業5～8についてはFR1を除き，矛盾のない全体効用値が得られている．FR1では，同順位が多く，式(3.4)のεに値0.01を設定してもしなくても大して結果には差がなかった．

(3) 企業9の回答は条件(i),(iii)を満足せず，評価結果は上記(2)と同様である．

(4) 企業10，11，12，13の回答は条件(i)を満足せず，既存手法では積極的に同順位を認めるMONANOVA以外では全体効用値と回答順位とで逆転しているところが見受けられる．特にU_{NLS}は逆転の度合いが大きい．ファジィ・コンジョイント・モデルではFR1で{ε=0.01}と無理やり全体効用に差を付けようとすると解が求められなかった．

(5) 企業14の回答は(ii)を満足せず，評価結果は上記(4)と同様である．

(6) 企業15の回答は(iii)を満足していないが，FR1を除き矛盾のない全体効用値が得られている．特に{ε=0.01}では解が求められなかった．

5．むすび

定性的整合性を満たさない回答についても無視せずに全体効用値を与えられる方法を検討した．その結果，既存手法では積極的に同順位を認める制約付きのMONANOVA，ファジィ・コンジョイント・モデルではFR2, FL1, FL2が矛盾のない全体効用値を与えてくれることが分かった．ファジィ・コンジョイント・モデルは線形計画法のプログラムを持っていれば容易に計算できるので制約付きのMONANOVAよりも推奨したい．数少ない比較なので断定はできないが，ファジィ・コンジョインの中でも優劣を付ければ全体効用値の同順位が少ないという意味でFR2が最も優れていた．

参考文献

[1] 林 知己夫，飽戸 弘：多次元尺度解析法，サイエンス社，(1976), *p*.101.

[2] Johnson, R.M. : Trade-off Analysis of Consumer Values, *Journal of Marketing Research*, Vol.11, May (1974), 121-127.

[3] Johnson, R.M. : A Simple Method for Pairwise Monotone Regression, Psychometrika, Vol.40, No.2 (1975), 163-168.

[4] 片平 秀貴：マーケティング・サイエンス，東京大学出版会，(1987), 288-9.

[5] Kaufmann A. and Gupta M.M.著，田中・松岡 訳：ファジィ数理と応用，オーム社 (1992).

[6] 今野 浩，山下 浩：非線形計画法，日科技連出版社 (1978).

[7] Kruskal, J.B. : Analysis of Factorial Experiments by Estimating Monotone Transformations of the Data, *Journal of the Royal Statistical Society*, Series B-27, No.2 (1965), 251-263.

[8] Kruskal, J.B. and F.J. Carmone,Jr. MONANOVA : A FORTRAN IV Program for Monotone Analysis of Variance (Non-Metric Analysis of Factorial Experiments), *Behavioral Science*, Vol.14, (1969), 165-166.

[9] Lawson, C.L. and Hanson, R.J. : Solving Least Squares Problems, Prentice-Hall (1974) .

[10] Luce, R.D., and J.w.Tukey: Simultaneous Conjoint Measurement : A New Type of Fundamental Measurement, *Journal of Mathematical Psychology*, Vol.1, (1964), 1-27.

[11] 武藤 真介，朝野 熙彦：新商品開発のためのリサーチ入門，有斐閣 (1986).

[12] 中西 正雄，阿部，池尾，片平，小島：消費者行動分析のニュー・フロンティア，誠文堂新光社，(1984), pp.177-9.

[13] Ogawa,K. : An Approach to Simultaneous Estimation and Segmentation in Conjoint Analysis, *Marketing Science*, Vol.6, No.1 (1987), 66-81.

[14] Rosen,J.B. : The Gradient Projection Method for Nonlinear Programming, Part I. Linear Constraints, *J.SIAM*, Vol.8, No.1 (1960), 181-217.

[15] Shocker, A.D., and Srinivasan, V. : LINMAP (Version II) : A FORTRAN VI Computer Program for Analyzing Ordinal Preference (Dominance) Judgements via Linear Programming Techniques andfor Conjoint Measurement, *Journal of Marketing Research*, Vol.14, Feb. (1977), 101-3.

[16] Srinivasan,V., and A.D.Shocker : "Linear Programming Techniques for Multidimensional Analysis", *Psychometrika*, Vol.38, No.3 (1973), 337-369.

表3-1 全体効用値（既存手法　その１）

順位 / 企業	1	2	3	4	5	6	7	8
1	F	A	D	G	C	H	E	B
2	D	C	F	E	G	H	A	B
3	F	E	G	H	D	C	A	B
4	D	G	F	A	C	H	E	B
全体効用値	7	6	5	4	3	2	1	0

表3-2 全体効用値（既存手法　その２）

<table>
<tr><th rowspan="2">順位</th><th colspan="3">企業5</th><th rowspan="2">順位</th><th colspan="3">企業6</th></tr>
<tr><th>U_{MO}</th><th>U_{TR}</th><th>U_{NLS}</th><th>U_{MO}</th><th>U_{TR}</th><th>U_{NLS}</th></tr>
<tr><td>D</td><td colspan="3">7</td><td>G</td><td colspan="2">7</td><td>6.7</td></tr>
<tr><td>C</td><td colspan="3">5.5</td><td>D</td><td colspan="2">6</td><td>5.7</td></tr>
<tr><td>F</td><td colspan="3">5.5</td><td>H</td><td colspan="2">5.5</td><td>5.3</td></tr>
<tr><td>E</td><td colspan="3">4</td><td>C</td><td colspan="2">4.5</td><td>4.3</td></tr>
<tr><td>G</td><td colspan="3">3</td><td>F</td><td colspan="2">3.5</td><td>3.2</td></tr>
<tr><td>A</td><td colspan="3">1.5</td><td>E</td><td colspan="2">2</td><td>1.8</td></tr>
<tr><td>H</td><td colspan="3">1.5</td><td>A</td><td colspan="2">1.5</td><td>1.4</td></tr>
<tr><td>B</td><td colspan="3">0</td><td>B</td><td colspan="2">0</td><td>0</td></tr>
<tr><th rowspan="2">順位</th><th colspan="3">企業7</th><th rowspan="2">順位</th><th colspan="3">企業8</th></tr>
<tr><th>U_{MO}</th><th>U_{TR}</th><th>U_{NLS}</th><th>U_{MO}</th><th>U_{TR}</th><th>U_{NLS}</th></tr>
<tr><td>F</td><td colspan="2">7</td><td>6.67</td><td>F</td><td>7</td><td>7</td><td>7</td></tr>
<tr><td>D</td><td colspan="2">6.5</td><td>6.25</td><td>A</td><td>5</td><td>5</td><td>5</td></tr>
<tr><td>G</td><td colspan="2">5</td><td>4.75</td><td>D</td><td>5</td><td>5.03</td><td>5.5</td></tr>
<tr><td>A</td><td colspan="2">4.5</td><td>4.33</td><td>G</td><td>5</td><td>4.97</td><td>4.5</td></tr>
<tr><td>C</td><td colspan="2">3</td><td>2.75</td><td>E</td><td>2</td><td>2</td><td>2</td></tr>
<tr><td>E</td><td colspan="2">2.5</td><td>2.33</td><td>C</td><td>2</td><td>2.03</td><td>2.5</td></tr>
<tr><td>H</td><td colspan="2">1.5</td><td>1.25</td><td>H</td><td>2</td><td>1.97</td><td>1.5</td></tr>
<tr><td>B</td><td colspan="2">0</td><td>0</td><td>B</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr>
<tr><th rowspan="2">順位</th><th colspan="3">企業9</th><th rowspan="2">順位</th><th colspan="3">企業10</th></tr>
<tr><th>U_{MO}</th><th>U_{TR}</th><th>U_{NLS}</th><th>U_{MO}</th><th>U_{TR}</th><th>U_{NLS}</th></tr>
<tr><td>F</td><td colspan="3">7</td><td>F</td><td>7</td><td>7</td><td>6.5</td></tr>
<tr><td>E</td><td colspan="3">7</td><td>D</td><td>7</td><td>6.95</td><td>5.5</td></tr>
<tr><td>D</td><td colspan="3">14/3</td><td>G</td><td>7</td><td>6.95</td><td>5.5</td></tr>
<tr><td>C</td><td colspan="3">14/3</td><td>A</td><td>7</td><td>6.9</td><td>4.5</td></tr>
<tr><td>H</td><td colspan="3">7/3</td><td>E</td><td>0</td><td>0.10</td><td>2.5</td></tr>
<tr><td>G</td><td colspan="3">7/3</td><td>B</td><td>0</td><td>0</td><td>0.5</td></tr>
<tr><td>B</td><td colspan="3">0</td><td>H</td><td>0</td><td>0.05</td><td>1.5</td></tr>
<tr><td>A</td><td colspan="3">0</td><td>C</td><td>0</td><td>0.05</td><td>1.5</td></tr>
</table>

U_{MO} : MONANOVA, U_{TR} : TRADE-OFF,
U_{NLS} : Nonnegative Least Squares

表3-3　全体効用値（既存手法　その３）

順位	企業11 U_{MO}	企業11 U_{TR}	企業11 U_{NLS}	順位	企業12 U_{MO}	企業12 U_{TR}	企業12 U_{NLS}
G	7		6.25	G	7	6.96	6
F	7		6.25	D	7	6.96	5
D	7		4.75	F	7	7	6
A	7		4.75	A	7	6.93	5
E	0		2.25	E	0	0.07	2
B	0		0.75	B	0	0	1
H	0		2.25	C	0	0.04	1
C	0		0.75	H	0	0.04	2

順位	企業13 U_{MO}	企業13 U_{TR}	企業13 U_{NLS}	順位	企業14 U_{MO}	企業14 U_{TR}	企業14 U_{NLS}	順位	企業15 すべて
D	7	7	6.25	E	7	6.94	6.25	G	7
F	7	6.93	5.25	F	7	7	6.75	F	7
G	7	6.97	5.75	H	14/3	4.69	4.75	H	7
A	7	6.90	4.75	G	14/3	4.63	4.25	E	14/3
H	2.8	2.77	2.25	C	7/3	2.37	2.75	C	7/3
C	2.8	2.81	2.75	D	7/3	2.31	2.25	A	7/3
B	0	0	0.25	A	0	0.06	0.75	D	7/3
E	0	0.03	0.75	B	0	0	0.25	B	0

表4-1　$R(U_i,0)$の値（その1）；OT={FR2, FL1, FL2}
（FR1の下の数字はεの値）

順位	企業１ FR1 0	企業１ FR1 0.01	企業１ OT	順位	企業２ FR1 0	企業２ FR1 0.01	企業２ OT
F	7	7	7	D	7	7	7
A	3.5	3.525	6	C	5.25	5.2575	6
D	3.5	3.515	5	F	5.25	5.2475	5
G	3.5	3.505	4	E	3.5	3.505	4
C	3.5	3.495	3	G	3.5	3.495	3
H	3.5	3.485	2	H	1.75	1.7525	2
E	3.5	3.475	1	A	1.75	1.7425	1
B	0	0	0	B	0	0	0

表4-2　$R(U_i,0)$の値（その2）

順位	企業3 FR1 0	企業3 FR1 0.01	企業3 OT	順位	企業4 FR1 0	企業4 FR1 0.01	企業4 OT
F	7	7	7	D	7	7	7
E	3.5	3.525	6	G	5.25	5.2575	6
G	3.5	3.515	5	F	5.25	5.2475	5
H	3.5	3.505	4	A	3.5	3.505	4
D	3.5	3.495	3	C	3.5	3.495	3
C	3.5	3.485	2	H	1.75	1.7525	2
A	3.5	3.475	1	E	1.75	1.7425	1
B	0	0	0	B	0	0	0

表4-3　$R(U_i,0)$の値　（その3）

順位	企業5 FR1 0	企業5 FR1 0.01	企業5 FR2	企業5 FL1	企業5 FL2	順位	企業6 FR1 0	企業6 FR1 0.01	企業6 FR2	企業6 FL1 FL2
D	7	7	7	7	7	G	7	7	7	7
C	7	6.98	49/9	6.13	5.25	D	5.25	6.99	6	6.22
F	7	6.97	42/9	6.13	5.25	H	5.25	14/3 +0.01	5	5.25
E	7	6.95	28/9	3.5	3.5	C	3.5	14/3	4	4.47
G	0	0.03	21/9	3.5	3.5	F	3.5	14/3 −0.01	3	3.69
A	0	0.02	14/9	2.63	1.75	E	1.75	7/3	2	2.33
H	0	0.01	7/9	2.63	1.75	A	1.75	7/3 −0.01	1	1.36
B	0	0	0	0	0	B	0	0	0	0

表4-4 $R(U_i,0)$の値（その4）

企業7			
順位	FR1 0	FR1 0.01	OT
F	7	7	7
D	7	6.99	6.3
G	7	6.97	4.9
A	7	6.96	4.2
C	0	0.05	3.5
E	0	0.04	2.8
H	0	0.03	2.1
B	0	0	0

企業8				
順位	FR1 0	FR1 0.01	FR2	FL1 FL2
F	7	7	7	7
A	3.5	3.515	42/9	14/3
D	3.5	3.505	35/9	49/12
G	3.5	3.495	28/9	49/12
E	3.5	3.485	21/9	7/3
C	3.5	3.475	14/9	7/4
H	3.5	3.465	7/9	7/4
B	0	0	0	0

企業9					
順位	FR1 0	FR1 0.01	OT		
F	7	7	7	7	7
E	7	7	7	7	7
D	0	0.02	14/3	4	14/3
C	0	0.02	14/3	4	14/3
H	0	0.01	7/3	3	7/3
G	0	0.01	7/3	3	7/3
B	0	0	0	0	0
A	0	0	0	0	0

企業10			
順位	FR1 0	FR1 0.01	OT
F	7	失敗	7
D			
G			
A			
E	0		0
B			
H			
C			

表4-5 $R(U_i,0)$の値（その5）

企業11				
順位	FR1 0	FR1 0.01	FR2	FL
G	7	失敗	7	7
F	7		7	7
D	7		7	7
A	3.5		14/3	7
E	3.5		7/3	0
B	0		0	0
H	0		0	0
C	0		0	0

企業12				
順位	FR1 0	FR1 0.01	FR2	FL
G	7	失敗	7	7
D	7		7	7
F	0		7	7
A	0		14/3	7
E	0		7/3	0
B	0		0	0
C	0		0	0
H	0		0	0

企業13				
順位	FR1 0	FR1 0.01	F2	FL1
D	7	失敗	7	7
F	7		7	7
G	7		7	7
A	7		7	7
H	0		3.5	0
C	0		3.5	0
B	0		0	0
E	0		0	0

企業14			
順位	FR1	F2	FL1
E	失敗	7	7
F		7	7
H		14/3	4
G		14/3	4
C		7/3	3
D		7/3	3
A		0	0
B		0	0

企業15				
順位	FR1 0	FR1 0.01	F2	FL1
G	7	失敗	7	7
F	7		7	7
H	7		7	3.5
E	7		14/3	3.5
C	0		7/3	3.5
A	0		7/3	3.5
D	0		7/3	3.5
B	0		0	0

FL：FL1とFL2が同じ結果，　　F2：FR2とFL2が同じ結果