

# グラフィカルモデリングによるアンケートの設問の総合性評価

## Totality evaluation of a questionnaire by a graphical modering

丹治 肇\*

(独) 農業工学研究所 水工部 河海工水理研究室

**Abstract:** 公共事業の評価の方法のひとつに outcomes に注目したアンケートによる事業評価手法がある。その場合に総合評価に関わる設問を設けることも可能であるが、個々の評価項目と総合評価項目の間の整合性を評価する手法は不明であった。ここでは、グラフィカルモデリングが、個々のパラメータ間の独立性を示す特徴に注目して、グラフィカルモデリングによる総合性評価手法を提案する。次に、この手法を用いて、実際に行われた農村 CATV のアンケートを分析した結果、グラフィカルモデリングで評価の低い設問については、問題と思われる点が指摘できた。したがって、アンケートの設問の評価分析にもグラフィカルモデリングが有効である。

### 1 はじめに

公共事業の評価が、従来からの手法である費用対便益分析を中心に、行政の透明性を高める目的で注目されている。費用対便益分析を用いる場合には次の問題点がある。

1. 環境関連の効果の評価が難しい。
2. ソフト事業の効果の評価が難しい。

一方、環境便益を計測するために、生態系の調査をおこなったり、ソフト事業の効果を計測するために、アンケートが多用されている。これらの手法は、事業評価の問題の個々の側面を掘り下げるには役立つが、逆にいえば、総合的な評価が難しい側面を有する。このような場合に総合評価を行う方法としては、次が知られている。

1. AHP を用いて費用対便益便益分析を行う方法
2. outcomes に注目した総合評価指標を提案する方法
3. アンケートに総合評価の設問をもうける方法

前者の例としては、宮城県は、老朽した公共施設の更新の優先順位決定に原則として AHP を用いることを決めている。後者の例としては、電話によるインタビューを主たる手法とした ACSI(American Consumer Satisfaction Index) が知られており、ISO にも反映されている。

第 3 の方法としては、アンケートに総合評価に関する設問を設定する手法がある。この手法はわかりやすいが、あまり用いられていない。その理由には、期待した程にはアンケートが、実態として、総合評価をしていない点があげられる。

本論文は、第 3 の方法において問題となる個別評価項目と総合評価項目間の不整合に伴うアンケートの項目の信頼性を検討する。ここでは、統計手法を用いて、アンケートの設問を評価し、改善する手法を検討する。このような手法があれば、将来的には、第 1、第 2 系統の手法と第 3 の系統の手法の統合も可能である。

まず、総合評価項目をもったアンケートの信頼性を、次の条件として定義する。

- a. アンケート実施者の期待したように、総合評価項目が全ての個別評価項目を代表していること
- b. 個別評価項目の間の独立性が高いこと

である。b. が成立しないと、見かけ上の複数の項目が実態としては単一項目の異なった表現にすぎないことになる。

以下では、統計手法を用いて検討するので、これらの条件を統計手法の条件に置き換えて検討を進める。検討対象にはよく使われる統計手法の主成分分析、重回帰分析と、最近開発され、この目的に適しているグラフィカル・モデリングを用い、手法間の優劣を較検討する。

\* 〒 305-8609 茨城県つくば市観音台 2-1-6, tel: 0298-38-7567,  
e-mail: tanji@nkk.affrc.go.jp,

## 2 分析方針

### 2.1 対象地区とアンケートの概要

検討対象は、付録に示す平成12年度に京都府園部町で行われたCATVの利用アンケートの一部である。CATVの事業効果に関連して、「1) 安全性の向上、2) 保健性の向上、3) 利便性の向上、4) 快適性の向上、5) 総合評価(住み易さ)」について聞いている。解答は、「(a) かなり寄与している、(b) やや寄与している、(c) 寄与していない、(d) わからない」の中から1つを選択する。以下、1)～5)を問1～問5と記す。

問5は、項目の位置と内容から総合評価なので、以下、問5を総合評価項目と呼ぶ。

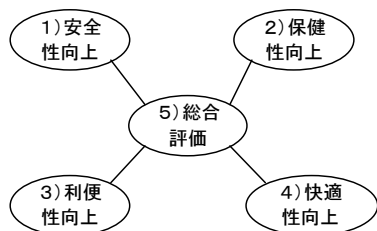


Figure. 1: 望ましい総合評価の独立グラフ

Table. 1: データの構造

| データ番号 | 問1    | 問2    | 問3 | 問4    | 問5    |
|-------|-------|-------|----|-------|-------|
| 1     | 2     | 2     | 2  | 2     | 2     |
| 2     | 3     | 2     | 1  | 2     | 2     |
| 3     | 3     | 3     | 2  | 2     | 2     |
| 4     | 1     | 2     | 4  | 2     | 1     |
| ..... | ..... | ..... | 省略 | ..... | ..... |
| 82    | 3     | 3     | 1  | 1     | 1     |

### 2.2 作業仮説の設定

ここで、問5の総合評価項目と問1～4の個別評価項目間の不整合にともなうアンケートの信頼性の低下を検証可能な統計上の用語に置き換える。

問1～問4の個別評価に続いて、問5の総合評価を行う場合、筆者は各評価項目は必要条件として次の性質を想定する。

1. 個別評価項目の独立性：総合評価項目以外の個別評価項目は、独立性が高い方がよい。個別評価項目間の相関が高いと、アンケートから得られる情報量が減り、効率が低下する。これは、前述のb.に対応する。
2. 総合評価項目の代表性：総合評価項目は、個別評価項目の評価を反映すべきである。個別評価が低く、総合評価が高い場合、または、その逆の場合は、アンケートの信頼性を落とす。これは、統計

的には、個別評価項目と総合評価項目の高い相関を意味する。これは、前述のa.に対応する。

1.、2. を合わせると、個別評価項目同士の相関は低く、個別評価項目と総合評価項目の高い相関が、望ましい総合評価の条件になる。次に、これを手法別に検証項目に置き換える。

1. 主成分分析でいえば、問5の因子負荷量が大いこと、または、問5をはずした主成分分析の総合評価と問5のスコアの高い相関を意味する。
2. 総合評価項目を目的変数とした重回帰分析では、説明変数である個別評価項目の設問間の独立性が高く、高い重相関係数で、目的変数が説明できることになる。
3. グラフィカル・モデリングでは、条件の相関係数を偏相関係数におきかえる。望ましい条件は、Figure 1の独立グラフになる。

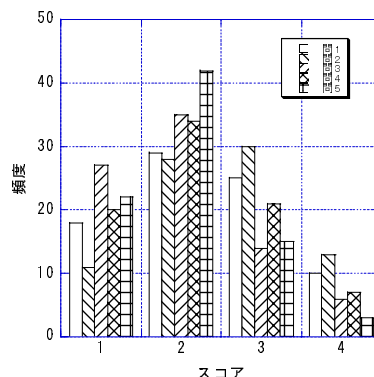


Figure. 2: 正順スコアの実とグラム

## 3 解析手法

### 3.1 データの構造

Table 1の形式で、回答者数82名が、問1～問5について、(a)～(d)を選んだ結果を数字の1～4に置き換えた。ここにデータ番号は回答者を示す。

選択回答のうち、「(d) わからない」は、除外する解釈と、中間的な評価として利用する解釈がある。今、「(a) かなり寄与している、(b) やや寄与している、(d) わからない、(c) 寄与していない」に順に1, 2, 3, 4のスコアを与えるとFigure 2のヒストグラムが得られる。これから、見ると前者の方法では、分布はスコア3の部分なくなるのに対し、後者の方法では、1～4のスコアを全て使う。後者の分布の方が正規分布に近い。また、「(d) わからない」の解答を除いた場合、残解答数は40に減じ、サンプルサイズが小さくなりすぎる。そこで、ここでは、後者の方法を取り、「(d) わからない」を3と

する。なお、既に Table 1 のスコアは「(c) 寄与していない」を 4 に、「(d) わからない」を 3 にしてある。また、正規分布近似から以下では定量的解析手法が適する。

## 3.2 グラフィカル・モデリング

### 3.2.1 概要

今まで複数の変数間に相関のある変数を含む統計処理はできなかった。最近、宮川 (1997)、日本品質管理学会テクノメトリックス研究会 (1999) などにより、相関のある変数間の関係を解析するグラフィカル・モデリングと呼ばれる統計手法が開発された。この手法は、重回帰分析の応用であり、偏回帰係数などの基本概念、変数選択などの解析手順は重回帰分析に準じている。

計算には、Wermuth のアルゴリズムを組み込んだテクノメトリックス研究会のメンバーの芳賀の作成した CGGM (Conversational Geographical Gaussian Modeling) を用いた。

### 3.2.2 モデルの選択

テクノメトリックス研究会 (1999, p.34-45) によれば、偏相関係数をゼロに置き換える基準は次になる。フル・モデル  $FM$  の下での相関係数行列を  $R$  と表し、共分散選択を行って得られた縮約モデル  $RM$  の下での母相関係数行列  $\Pi$  の推定値を  $|\hat{\Pi}|$  と表すとき、逸脱度は次式で定義される。

$$dev(RM) = n \log(|\hat{\Pi}| / |R|) \quad (1)$$

ここで、 $\log$  は自然対数、 $|\cdot|$  は行列式を表す。 $|\hat{\Pi}|$  と  $|R|$  の間には  $|\hat{\Pi}| \geq |R|$  が成り立つ。得られた縮約モデル  $RM$  がデータによく適合していると、両者は近似的に等しくなり、 $dev(RM)$  の値は 0 に近くなる。縮約モデルが正しいとき、この  $dev$  は共分散選択の過程で 0 と置いた偏相関係数の数  $df$  を自由度とする  $\chi^2$  乗分布に近似的に従う。今、共分散選択の過程で 3 つの偏相関係数を 0 とおいた時点で逸脱度を求めると、 $dev(RM) = 0.673$  が得られたとしよう。

この時、自由度 3 の  $\chi^2$  乗分布に従う確率変数を  $\chi^2$  とおいて次式を計算する。

$$p = Pr(\chi^2 \leq 0.673) = 0.8795 \quad (2)$$

この式で計算される  $p$  値は、縮約モデルのデータへの適合を確率としてとらえる量である。

縮約モデル  $RM1$  と縮約モデル  $RM2$  に対して、(1) 式をそれぞれ計算し、差をとる。

$$dev(RM1, RM2) = dev(RM2) - dev(RM1) \quad (3)$$

$RM1$  から  $RM2$  に移るステップで 0 とおいた偏相関係数が本当に 0 であるという条件下で、 $dev(RM1, RM2)$  は自由度  $df = 1$  の  $\chi^2$  乗分布に近似的に従う。

現実的な選択には、式 (1) の逸脱度の  $p$  値が、0.5 以上、または、(3) 式の逸脱度の差に対応する  $p$  値が 0.20 ~ 0.30 以上を目安とする。

## 4 結果と考察

### 4.1 相関分析

説明変数間の独立性が、以下の解析の基本にある。そこで、Table 2 に 2 変数間の相関係数行列を示す。これから、問 5 と問 4 は相関が高い。次で、問 3 と問 4、問 3 と問 5 は相関が高い。有意水準 5 も、同様に、相関図からは判断できない。自己相関も含めた問毎の相関係数の和を求めると、大きい順に、問 5 : 3.0、問 3 : 2.8、問 4 : 2.7、問 2 : 2.5、問 1 : 2.2 となり、問 1 ~ 問 5 の中では、問 5 が比較的代表性が高い。

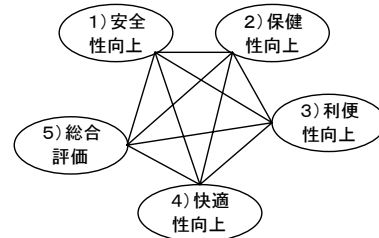


Figure. 3: フル・モデルの独立グラフ

Table. 2: 相関係数行列

|     | 問 1   | 問 2   | 問 3   | 問 4   | 問 5   |
|-----|-------|-------|-------|-------|-------|
| 問 1 | 1     | 0.378 | 0.221 | 0.258 | 0.354 |
| 問 2 | 0.378 | 1     | 0.419 | 0.256 | 0.43  |
| 問 3 | 0.221 | 0.419 | 1     | 0.597 | 0.549 |
| 問 4 | 0.258 | 0.256 | 0.597 | 1     | 0.635 |
| 問 5 | 0.354 | 0.43  | 0.549 | 0.635 | 1     |

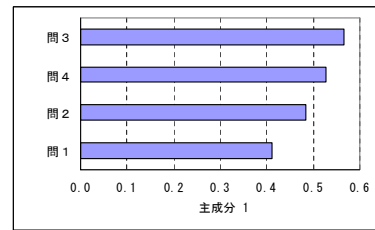


Figure. 4: 因子負荷量 (4 変数)

### 4.2 主成分分析の結果

#### 4.2.1 4 変数の場合

問 1 ~ 問 4 に主成分分析を行うと、Figure 4 の主成分 1 の因子負荷量は問 3、問 4、問 2、問 1 の順になる。各解答者の主成分 1 と問 5 の評価を比較すると、Figure 5 になり、弱い正の相関が見られる。Table 3 に 4 変数

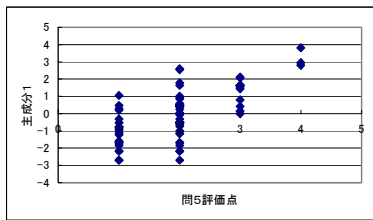


Figure. 5: 主成分 1 と問 5 評価

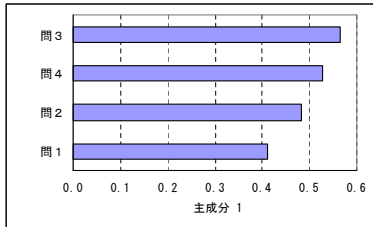


Figure. 6: 因子負荷量 (5 変数)

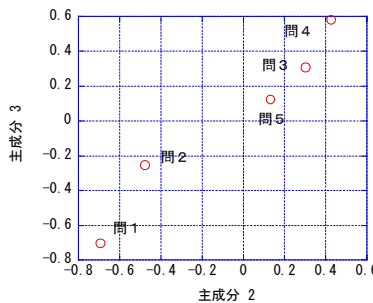


Figure. 7: 第 2 主成分と第 3 主成分の因子負荷量による変数の分布

Table. 3: 主成分の固有値と寄与率 (4 変数)

| 主成分 No. | 固有値    | 寄与率 (%) | 累積 (%) |
|---------|--------|---------|--------|
| 1       | 2.0694 | 51.7    | 51.7   |
| 2       | 0.9142 | 22.9    | 74.6   |
| 3       | 0.6597 | 16.5    | 91.1   |

Table. 4: 主成分の固有値と寄与率 (5 変数)

| 主成分 No. | 固有値    | 寄与率 (%) | 累積 (%) |
|---------|--------|---------|--------|
| 1       | 2.6677 | 53.4    | 53.4   |
| 2       | 0.9287 | 18.6    | 71.9   |
| 3       | 0.6658 | 13.3    | 85.2   |

の場合の固有値と寄与率を示す。主成分分析で、重み付き平均を作ると、約 1/2 の要因が説明できる。

#### 4.2.2 5 変数の場合

Figure 6 に示す 5 変数の場合、主成分 1 の固有ベクトルは問 5 が最大になる。問 5 は代表性が最も高い。

主成分 2 と主成分 3 の因子負荷量による変数の分布は Figure 7 になる。テクノメトリックス研究会は、主成分分析の Figure 7 のタイプの図と、Figure 1 のタイプの図の間で、問 5 を中心とした問の配置形状が似てくる例をあげている。この 2 つの図形は、類似性もあるが、形が違う。従って、設問に改善の余地が大きい。この比較は、後で、Figure 1 でなく、実際にグラフィカル・モデリングで求めた図形と再度行う。Table 4 に 5 変数の場合の固有値と寄与率を示す。主成分分析で、重み付き平均を作ると、約 1/2 の要因が説明できる。

Table. 5: 重回帰分析の結果

| 変数名 | 偏回帰係数 | 標準偏回帰係数 | F 値  | T 値  | P 値 | 判定 | 標準誤差 | 偏相関  | 単相関  |
|-----|-------|---------|------|------|-----|----|------|------|------|
| 問 1 | .104  | .129    | 2.16 | 1.47 | .15 |    | .071 | .165 | .354 |
| 問 2 | .164  | .194    | 4.39 | 2.10 | .04 | *  | .078 | .232 | .424 |
| 問 3 | .149  | .171    | 2.60 | 1.61 | .11 |    | .092 | .181 | .549 |
| 問 4 | .388  | .452    | 20.0 | 4.48 | 0   | ** | .087 | .454 | .655 |
| 定数項 | .183  |         | 0.65 | .81  | .42 |    | .227 |      |      |

Table. 6: 重回帰分析の結果

| 分散分析表 | 偏差平方和 | 自由度 | 平均平方  | F 値    | ** : 1% 有意<br>* : 5% 有意<br>P 値 | 判定 |
|-------|-------|-----|-------|--------|--------------------------------|----|
| 要因    |       |     |       |        |                                |    |
| 回帰変動  | 24.91 | 4   | 6.227 | 19.912 | 0                              | ** |
| 誤差変動  | 24.08 | 77  | 0.313 |        |                                |    |
| 全体変動  | 48.99 | 81  |       |        |                                |    |

Table. 7: 回帰分析の精度

| 決定係数  | 修正決定係数 | 重相関係数 | 修正済重相関係数 | ダービンワトソン比 |
|-------|--------|-------|----------|-----------|
| 0.508 | 0.483  | 0.713 | 0.695    | 1.914     |

#### 4.3 重回帰分析の結果

Table 2 のように、単相関では問 5 と問 4 の相関が高い他、相関の高い変数の組み合わせが多い。

重回帰分析には多重共線性の危険があるため、以下は参考に止まる。

Table 5 から、偏回帰係数は問 4 が大きい。単相関で問 4 の次に相関係数の高かった問 3 の偏回帰係数は、問 1, 2 と同レベルである。問 3 の偏相関係数は小さく、問 3 は、単相関係数程は影響していない。Table 7 の決定係数は、0.5 で悪い。

#### 4.4 グラフィカル・モデリングの結果

Table 8 にフル・モデルの偏相関係数行列を示す。\* は絶対値が最少の偏相関係数で、0 に置き換える第 1 候補である。これから、Table 9 と Table 10 に示す 2 度

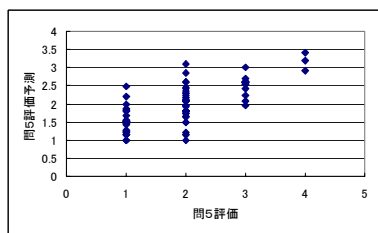


Figure. 8: 問5の評価と予測値

の縮約を行いRM2を作った。0.1は0と置いた偏相関係数である。さらに縮約したRM3では、 $p$ 値が0.2以下になるのでRM2を採択する。Table 9、10の対角要素右上の数字は、縮約による偏相関係数の変動量を示す。

RM2から独立グラフFigure 9が得られた。これはFigure 1に比べ線分が多く、個別項目間の相関が高い。問5と問2は他の変数全てと線分で繋がっている。問2は、問4と負の偏相関があり、問5が最も代表性が高い。

Figure 9から、問4が2点で特異である。第1に、問2と負の偏相関がある、第2に、問5と問3と0.4以上の高い偏相関がある。後者の結果、問3は、問5に対して、0.17の偏相関を持つだけでなく、問4を経由して、 $0.188(=0.40 \times 0.47)$ の見かけの偏相関を持ち、後者の方が大きい。これが、問3と問5が相関係数が高いにもかかわらず、重回帰分析で、偏回帰係数が小さくなった理由である。今後、問4と問3の改良による問5の総合評価の代表性の改善余地は大きい。

その視点で、末尾の付録に示すアンケート内容に目を通すと次の問題点が抽出できる。まず、問4の「不満や心配がない状態」と問2の「不安が解消」は酷似している。これが問2と問4が、補完的に働き偏相関係数が負になった原因であろう。問4から「心配」の字句は削除すべきである。次に、問3は「利便性の向上」を「有用な情報を入手・利用できることで」、(中略)「『欲しい情報が、欲しいときに、簡単に入手』できたりすること」を指すという。この文章には、次の誤解の危険性がある。1) トートロジー(同語反復)に近い。2) 総合評価に類似している。『』の部分は修正すべきである。問3, 4, 5を通して見ると、「買い物」など具体的な記述が問3にはあるが、問4, 5にはない。問4は総合評価でないので具体例を入れるべきである。これが、問3と4, 問4と5の偏相関係数が大きい原因の一端と思われる。

Table. 8: フルモデルの相関係数行列

|    | 問1    | 問2    | 問3   | 問4   | 問5 |
|----|-------|-------|------|------|----|
| 問1 | -     |       |      |      |    |
| 問2 | 0.27  | -     |      |      |    |
| 問3 | -0.06 | 0.28  | -    |      |    |
| 問4 | 0.07  | -0.15 | 0.41 | -    |    |
| 問5 | 0.16  | 0.23  | 0.18 | 0.45 | -  |

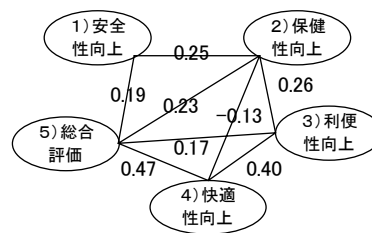


Figure. 9: グラフィカル・モデリングの独立グラフ

Table. 9: 縮約モデル1の偏相関係数行列

|    | 問1    | 問2   | 問3   | 問4   | 問5 |
|----|-------|------|------|------|----|
| 問1 | -     |      | 0.04 |      |    |
| 問2 | 0.26  | -    |      |      |    |
| 問3 | 0.19  | 0.25 | -    |      |    |
| 問4 | -0.05 | 0.14 | 0.4  | -    |    |
| 問5 | 0.15  | 0.24 | 0.17 | 0.46 | -  |

## 4.5 考察

最初の作業仮説では、1. 個別評価項目の独立性、2. 総合評価項目の代表性の検証が目的であった。以下、この視点から、結果と手法を評価する。

### 4.5.1 総合評価項目の代表性

もし、5つ評価項目の内容を伏せて、5つの変数の中から統計的に最も代表性の高い変数を抽出した場合に何が選ばれるか。この検討は、相関分析、主成分分析、グラフィカル・モデリングで行われ、いずれの手法も、問5を総合評価として抽出した。この点では、アンケートは妥当である。次に、総合評価項目のスコアと他の個別評価項目のスコアとの相関を見る。この検討には、主成分分析、重回帰分析とグラフィカル・モデリングが使える。前2者では、弱い相関しか見られなかった。グラフィカル・モデリングでは、独立グラフの形が、期待した問5が中心になる形状とはならなかった。従って、辛うじて使えるレベルと評価する。

### 4.5.2 個別評価項目の独立性

相関分析を変数総当たりで行い、その結果、個別評価項目間の独立性の概要が把握できた。しかし、相関分析では、中間変数を介した見かけの相関を分離できなかった。重回帰分析は、この相関分析の問題を若干改善するが、多重共線性の問題が残った。主成分分析は、Figure 7の第2主成分と第3主成分の因子負荷量の散

Table. 10: 縮約モデル2の偏相関係数行列

|    | 問1   | 問2    | 問3   | 問4    | 問5 |
|----|------|-------|------|-------|----|
| 問1 | -    |       | 0.03 | -0.04 |    |
| 問2 | 0.26 | -     |      |       |    |
| 問3 | 0.19 | 0.26  | -    |       |    |
| 問4 | 0.14 | -0.13 | 0.4  | -     |    |
| 問5 | 0.18 | 0.23  | 0.17 | 0.47  | -  |

布図で、若干の個別評価ができた。テクノメトリックス研究会 (1999,p.107) は、Figure 7 のタイプの図と Figure 9 のタイプの独立グラフに類似性が見られる例を紹介しているが、ここでは、個別評価項目の相関が強く、比較にならない。個別評価項目の独立性の問題点を抽出する能力ではグラフィカル・モデリングが優れている。検討事例は、総合評価の必要十分条件でなく、必要条件にすぎないが、経験で評価していたアンケート質問票の内容の良否に踏み込んだ解析ができた点で、グラフィカル・モデリングは、極めて強力である。

## 5 結論

住民意見を聴取するアンケートの総合評価項目の個別評価項目に対する信頼性を評価した。まず、統計的に検証可能な総合評価項目の必要条件として、個別評価項目の独立性と総合評価項目の代表性を仮定した。次に、仮説の検証のために、農村 CATV 事業効果アンケートの一部を用いて、主成分分析、重回帰分析、グラフィカル・モデリングで解析を行った。その結果、グラフィカル・モデリングでは、総合評価項目の代表性と個別評価項目の独立性上の問題点を具体的に抽出できた。主成分分析は、代表性の評価にとどまった。また、重回帰分析は、多重共線性の問題があり、解析に適していなかった。グラフィカル・モデリングは、個別評価項目の設問の良否を評価出来るため、今後、この手法を応用したアンケートの質問項目の改善が期待される。今回の解析データは、園部町、農村振興局事業計画課、農業土木総合研究所の協力を得た。解析プログラム CGGM は芳賀敏郎氏作成を使った。ここに、深謝する。

## 6 付録 (アンケート書式)

問) SAN-NET では、博物館や図書館などの生涯学習情報や、役場はじめ町内外の各種団体、機関、企業などへのリンクによるインターネット接続、電子メール利用などにより、情報化を通じての農村生活の向上を目指していますが、SAN-NET の開設前と後を比べ、

- 1) 安全性の向上に寄与していると思いますか。  
(回答欄) 該当するものを一つ選び、○印を記入してください。  
(a). かなり寄与している (b). やや寄与している  
(c). 寄与していない (d). わからない  
(注) ここで言う「安全性の向上とは」、有用な情報を入手・利用できることで、地震や台風などの自然災害や、火災、犯罪など、日常生活上のさまざまな危険に対して、危険がなくなったり、少なく

なったり、不安が解消したりすることをいいます。

- 2) 保健性の向上に寄与していると思いますか。  
(回答欄、1. と同じため、省略、3.4.5. も同様)  
(注) ここで言う「保健性の向上」とは、有用な情報を入手・利用できることで、病気やケガなどの予防や治療、日常生活の衛生、育児、看護、介護など、広く保健・衛生・福祉の面で役にたっていることをいいます。
- 3) 利便性の向上に寄与していると思いますか。  
(注) ここで言う「利便性の向上」とは、有用な情報を入手・利用できることで、買い物、手続き、申し込みなどのさまざまな用事が簡単に済ませられたり、わざわざ出向かなくても家庭で済ませられるようになることや、「欲しい情報が、欲しいときに、簡単に入手」できたりすることをいいます。
- 4) 快適性の向上に寄与していると思いますか。  
(注) ここで言う「快適性の向上」とは、有用な情報を入手・利用できることで、農村生活のさまざまな場面において、気持ちよく、不満や心配がない状態で暮らせることができることをいいます。
- 5) 以上の 1. ~ 4. までの質問を振り返り、総合的に見て、情報の高度化が、農村生活における住み易さの向上に寄与していると思いますか。

## 参考文献

- [1] Fornell, C., M. D. Johnson, E. W. Anderson, J. Cha and B. E. Bryant (1996): The American Customer Satisfaction Index: Nature, Purpose and Findings, Journal of Marketing, 60, pp.7-18
- [2] 日本品質管理学会テクノメトリックス研究会 (1999): グラフィカルモデリングの実際、p.239、日科技連出版社
- [3] 宮川雅巳 (1997): グラフィカル・モデリング、p.177、朝倉書店
- [4] Wermuth, N. and Schiedt, E. (1977): Fitting a covariance selection to a matrix, Algorithm AS 105, Applied Statistics, 26, pp.88-92