

階層構造化モデルによるリスク分析手法

白石 高義・得津 康義

(受付 1997年10月3日)

Abstract

In problem analysis, an alternative had been deciding discrete up to now, but introduced fuzzy analysis into this.

For the Structural Modeling of using computer, the development of special exclusive use software had been necessary but used the commercial software which, generally, could be obtained furthermore.

We got the prospect that analysis meeting could hold anywhere easily if utilized mobile computer and indication device by this thing.

目 次

| | |
|-----------------------|----|
| 1. はじめに | 47 |
| 2. 階層構造化モデルによるリスク分析手順 | 48 |
| 3. まとめ | 53 |
| 4. 注 記 | 53 |
| 5. 参 考 文 献 | 53 |

1. はじめに

システムは複雑になってきた。別な言い方をすれば、複雑なシステムが多くなってきた。これが、以前は、解析不能なものはそのままにされていたが、次第に分析されるようになり、システム分析の対象になったとも言える。

物事の理解、探求は、古くより、構造主義 (Structuralism) と機能主義 (Functionalism) が反目したり、補いあったりして行なってきた。

システムの分析、問題解決は、

- 1) 問題を整理するために、問題の適切なタイトル、その問題のシナリオ記述、問題解決に直接関係する事柄の明確化、問題の適切な要素への分割と主体的な要素の抽出などを行う。
- 2) 問題の要求、制約、代替や関連を明らかにし、これらの要素間の関係を定める。
- 3) 問題解決にあたっては、多様な意見を取り入れるよう工夫する。

このように対象とするシステムの構造を定め、モデル化を行う。このような分析手法を、構造化技法と呼ばれている。

ここで提案する分析手法は、この構造化技法の一種である。これは、J. Warfieldの開発した、ISM (Interpretive Structural Modeling) に近いもので、ISMがアプリケーションプログラムであるのに対し、本手法は、市販のソフト「MS-EXCEL」と「インスピレーション」を使用した。このことによ

り、誰もがこの手法を利用できるようにした。

2. 階層構造化モデルによるリスク分析手順

階層構造化モデルによるリスク分析の手順を述べる。

本分析手法は、集団発想法を基本とした手法である。集団発想法は、ブレインストーミングと呼ばれ、1人の発言に何かとっさに思い浮かべる、これを集団で行い、相互交錯して連想活動が高められ、多くのアイデアを得ようとするものである。

ここでは、適用例として電子マネーシステムの将来展望を検討する。

2.1 要因の抽出

- ブレインストーミング等により問題の要因を抽出し、まとめる。
- 各要因間の関係はどの程度なのかを数量化する。

電子マネーに関連する事象を、自由に提案し、その中から十分関係するものを選んだ。その後、「電子マネーシステムの将来展望」を念頭に再度自由討論により、その関係の大小の程度を(0.0～1.0)数量化しまとめた。その結果は、表1である。数量化には、主観値により処理している。

なお、要因に付けた番号は、「電子マネー」を先頭とした以外は、特別なものではない。

2.2 表の処理

- 影響度のまるめを行う。
これには、要因間の関係を結ぶ経路に当たる。
- この経路の集計をする。
- 「入経路数」列による行の昇順並び替えを行う。
- 「出経路数」行による列の降順並び替えを行う。

影響度のまるめは、ここでは、0.7以上を1とし、未満を0とした。

これには、MS-EXCELの演算機能を利用して、例えば、セル“C3”について示すと
=IF(C3>=0.7,1,0)

とプログラムすることとなる。表2参照。

表2で、表2.1は、(表1)からの変換プログラムを表示し、その結果は、表2.2である。

「入経路数」列による行の昇順に並び替えを行った結果は、表3に示した。

「出経路数」行による列の降順に並び替えた結果を表4に示す。

表1

| 要因 | # | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|-------|---|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 電子マネー | 1 | 0 | 0.2 | 0.1 | 0.4 | 0.2 | 0.1 | 0.1 |
| 環境 | 2 | 0.9 | 0 | 0.6 | 0.5 | 0.4 | 0.7 | 0.1 |
| 利益 | 3 | 0.8 | 0.7 | 0 | 0.3 | 0.8 | 0.8 | 0.3 |
| リスク | 4 | 0.8 | 0.8 | 0.5 | 0 | 0.7 | 0.5 | 0.2 |
| 費用 | 5 | 0.9 | 0.8 | 0.4 | 0.3 | 0 | 0.7 | 0.1 |
| 管理 | 6 | 0.9 | 0.9 | 0.5 | 0.8 | 0.5 | 0 | 0.2 |
| 将来性 | 7 | 0.8 | 0.7 | 0.8 | 0.9 | 0.8 | 0.8 | 0 |

表 2

| | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J |
|----|-------|---|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|---------------|
| 1 | | | | | | | | | | |
| 2 | 要因 | # | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | |
| 3 | 電子マネー | 1 | 0 | 0.2 | 0.1 | 0.4 | 0.2 | 0.1 | 0.1 | |
| 4 | 環境 | 2 | 0.9 | 0 | 0.6 | 0.5 | 0.4 | 0.7 | 0.1 | |
| 5 | 利益 | 3 | 0.8 | 0.7 | 0 | 0.3 | 0.8 | 0.8 | 0.3 | |
| 6 | リスク | 4 | 0.8 | 0.8 | 0.5 | 0 | 0.7 | 0.5 | 0.2 | |
| 7 | 費用 | 5 | 0.9 | 0.8 | 0.4 | 0.3 | 0 | 0.7 | 0.1 | |
| 8 | 管理 | 6 | 0.9 | 0.9 | 0.5 | 0.8 | 0.5 | 0 | 0.2 | |
| 9 | 将来性 | 7 | 0.8 | 0.7 | 0.8 | 0.9 | 0.8 | 0.8 | 0 | |
| 10 | | | | | | | | | | |
| 11 | | | | | | | | | | |
| 12 | | | | | | | | | | |
| 13 | 要因 | # | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 入経路数 |
| 14 | 電子マネー | 1 | =IF(C3>=0.7,1,0) | =IF(D3>=0.7,1,0) | =IF(E3>=0.7,1,0) | =IF(F3>=0.7,1,0) | =IF(G3>=0.7,1,0) | =IF(H3>=0.7,1,0) | =IF(I3>=0.7,1,0) | =SUM(C14:H14) |
| 15 | 環境 | 2 | =IF(C4>=0.7,1,0) | =IF(D4>=0.7,1,0) | =IF(E4>=0.7,1,0) | =IF(F4>=0.7,1,0) | =IF(G4>=0.7,1,0) | =IF(H4>=0.7,1,0) | =IF(I4>=0.7,1,0) | =SUM(C15:H15) |
| 16 | 利益 | 3 | =IF(C5>=0.7,1,0) | =IF(D5>=0.7,1,0) | =IF(E5>=0.7,1,0) | =IF(F5>=0.7,1,0) | =IF(G5>=0.7,1,0) | =IF(H5>=0.7,1,0) | =IF(I5>=0.7,1,0) | =SUM(C16:H16) |
| 17 | リスク | 4 | =IF(C6>=0.7,1,0) | =IF(D6>=0.7,1,0) | =IF(E6>=0.7,1,0) | =IF(F6>=0.7,1,0) | =IF(G6>=0.7,1,0) | =IF(H6>=0.7,1,0) | =IF(I6>=0.7,1,0) | =SUM(C17:H17) |
| 18 | 費用 | 5 | =IF(C7>=0.7,1,0) | =IF(D7>=0.7,1,0) | =IF(E7>=0.7,1,0) | =IF(F7>=0.7,1,0) | =IF(G7>=0.7,1,0) | =IF(H7>=0.7,1,0) | =IF(I7>=0.7,1,0) | =SUM(C18:H18) |
| 19 | 管理 | 6 | =IF(C8>=0.7,1,0) | =IF(D8>=0.7,1,0) | =IF(E8>=0.7,1,0) | =IF(F8>=0.7,1,0) | =IF(G8>=0.7,1,0) | =IF(H8>=0.7,1,0) | =IF(I8>=0.7,1,0) | =SUM(C19:H19) |
| 20 | 将来性 | 7 | =IF(C9>=0.7,1,0) | =IF(D9>=0.7,1,0) | =IF(E9>=0.7,1,0) | =IF(F9>=0.7,1,0) | =IF(G9>=0.7,1,0) | =IF(H9>=0.7,1,0) | =IF(I9>=0.7,1,0) | =SUM(C20:H20) |
| 21 | 出経路数 | | =SUM(C14:C20) | =SUM(D14:D20) | =SUM(E14:E20) | =SUM(F14:F20) | =SUM(G14:G20) | =SUM(H14:H20) | =SUM(I14:I20) | |
| 22 | | | | | | | | | | |
| 23 | | | | | | | | | | |
| 24 | 要因 | # | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 入経路数 |
| 25 | 電子マネー | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 | 環境 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 2 |
| 27 | 利益 | 3 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 4 |
| 28 | リスク | 4 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 3 |
| 29 | 費用 | 5 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 3 |
| 30 | 管理 | 6 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 3 |
| 31 | 将来性 | 7 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 6 |
| 32 | 出経路数 | | 6 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 0 | |

表 3

| 要因 | # | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 入経路数 |
|-------|---|---|---|---|---|---|---|---|------|
| 電子マネー | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 環境 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 2 |
| リスク | 4 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 3 |
| 費用 | 5 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 3 |
| 管理 | 6 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 3 |
| 利益 | 3 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 4 |
| 将来性 | 7 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 6 |
| 出経路数 | | 6 | 5 | 1 | 3 | 3 | 3 | 0 | |

表 4

| 要因 | # | 1 | 2 | 4 | 5 | 6 | 3 | 7 | 入経路数 |
|-------|---|---|---|---|---|---|---|---|------|
| 電子マネー | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 環境 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 2 |
| リスク | 4 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 3 |
| 費用 | 5 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 3 |
| 管理 | 6 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 |
| 利益 | 3 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 4 |
| 将来性 | 7 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 6 |
| 出経路数 | | 6 | 5 | 3 | 3 | 3 | 1 | 0 | |

経路の整理

- マトリクスの左下マトリクスで、列の上位からの経路を省き、上位要因からの経路が1つになるようにする。
- マトリクスの右上マトリクスでは、同様、列の下位からの経路を省き、下位要因からの経路が1つになるようにする。

マトリクスの左下マトリクスで、列の上位からの経路を省き、上位要因からの経路が1つになるように処理した結果を表5に示す。

マトリクスの右上マトリクスでは、同様、列の下位からの経路を省き、下位要因からの経路が1つになるようにする処理するが、この例では不要であった。

経路表の作成

- 整理された表より作成する。

この処理は、表5をもとにして、表6のようにまとめる。

ここでは、分かりやすくするため罫線を入れたが、実作業では、罫線を入れなくてもいい。これを、「テキスト」で保存する。

関係図の作成

- 「インスピレーション」に読み込み、整理する。
- 作図する。

表 5

| 要因 | # | 1 | 2 | 4 | 5 | 6 | 3 | 7 | 入経路数 |
|-------|---|---|---|---|---|---|---|---|------|
| 電子マネー | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 環境 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 2 |
| リスク | 4 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 2 |
| 費用 | 5 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 2 |
| 管理 | 6 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 利益 | 3 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 将来性 | 7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| 出経路数 | | 1 | 2 | 1 | 2 | 2 | 1 | 0 | |

表 6

| # | 要因 | from | from up |
|---|-------|------|---------|
| 1 | 電子マネー | | |
| 2 | 環境 | 1 | 6 |
| 4 | リスク | 2 | 5 |
| 5 | 費用 | 2 | 6 |
| 6 | 管理 | 4 | |
| 3 | 利益 | 5 | |
| 7 | 将来性 | 3 | |

表 6 を、「インスピレーション」に読み込むと、図 1 のようになっているので、経路を頼りに、編集、整理する。

これを、詳細に述べると、図 1 で、今回の場合 1 行目“表 6.” および 2 行目は、不用であるから除く。“表 6”は、「主題」であるために、削除出来ないのので、“電子マネー”をコピー&ペーストする。そのうえで、I と II トピックスをメニュー「編集」「トピックスの削除」で削除する。

ここまでの処理は、あらかじめ MS-EXCEL で行うべきである。

すなわち、説明行をつけないでまとめる。

図 2 でトピックス I を選び、メニュー「アウトライン」, 「降格」をクリックする。

2 から経路のあるトピックスは同じレベルであるから、トピックス III であった“費用”を選び、

表 6

| | | | |
|---------|-------|------|---------|
| I. # | 要因 | from | from up |
| II. 1 | 電子マネー | | |
| III. 2 | 環境 | 1 | 6 |
| IV. 4 | リスク | 2 | 5 |
| V. 5 | 費用 | 2 | 6 |
| VI. 6 | 管理 | 4 | |
| VII. 3 | 利益 | 5 | |
| VIII. 7 | 将来性 | 3 | |

図 1. MS-EXCEL の表 6 を開いたもの

| | | | |
|--------|-------|---|---|
| 1 | 電子マネー | | |
| I. 2 | 環境 | 1 | 6 |
| II. 4 | リスク | 2 | 5 |
| III. 5 | 費用 | 2 | 6 |
| IV. 6 | 管理 | 4 | |
| V. 3 | 利益 | 5 | |
| VI. 7 | 将来性 | 3 | |

図 2. 不用トピックスの削除

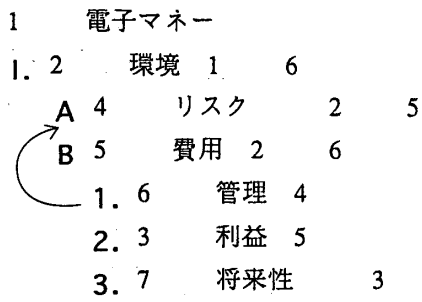


図3. 「アウトライン」「降格」処理後

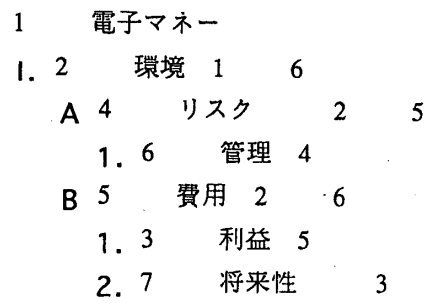


図4. 図3におけるB1トピックスの移動後

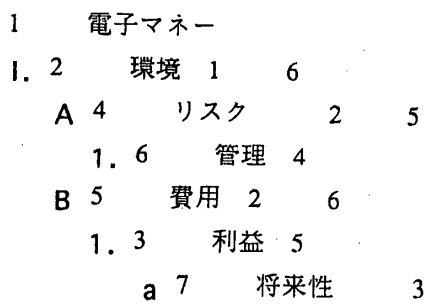


図5. 処理結果

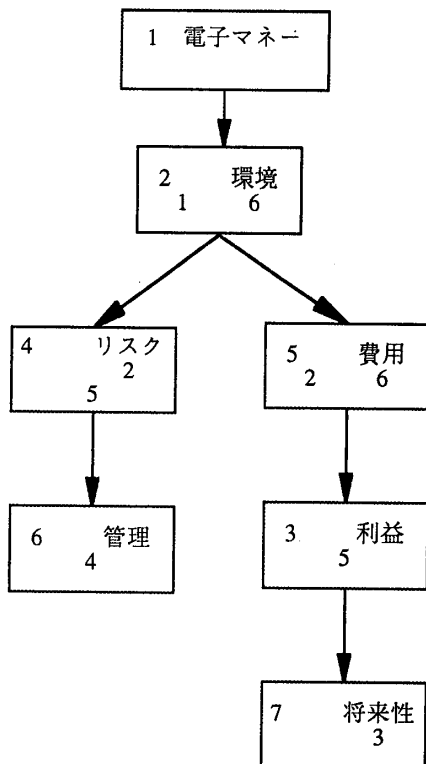


図6. ダイアグラム表示

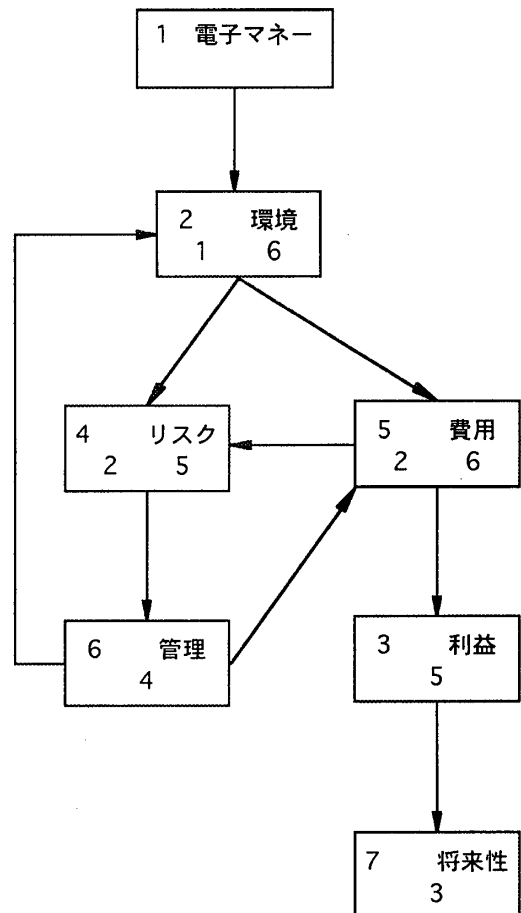


図7. 電子マネーに関する分析

同様の処理を行う。(図3)

図3でトピックスB1“6 管理”は、A“4 リスク”からの径路を持つ。まずこれを選び、マウスボタンを押したままで、Aトピックスの下へ移動させる。

図4でトピックスB2“7 将来性”は、3からの径路を持つから、トピックスB1にて「降格」処理を行う。

その結果として、図5にまとめることが出来た。これを、メニューバーにてダイアグラム表示すれば、図6となる。これは、上からの経路のみが図示されている。このため、下からの経路を下からの経路番号を頼りに記入する。整理整頓した結果を、図7に示した。

この図を見ると、まず、「環境」を検討するわけであるが、すでに各所より電子マネーシステムの提案があるので、これを検討することになる。次いで、「リスク」と「費用」の検討、「リスク」には、「管理」の検討が続き、「管理」の検討は、「環境」、「費用」の検討に、影響を与える。「費用」の検討がまとまれば、「利益」、「将来性」の検討に移り、このシステムの分析は、まとまることになる。

3. ま と め

従来、二者択一、離散的に判定していたが、これに、fuzzy判定を導入して、より柔軟な幅広い分析を可能とした。

コンピュータの利用には、特別な専用ソフトの開発が必要であったが、市販のMS-EXCELとインスピレーションを使用した。このことにより、ブックパソコンと提示装置を利用すれば、手軽に、どこでも、解析会議が開催できる見通しを得た。

4. 注 記

MS-EXCEL：マイクロソフト株式会社の製品で、表計算ソフトである。

インスピレーション：Inspiration Software, Inc. の製品で、ブレンストーミングや情報の図式化のダイアグラムビュー、アウトラインビューを作成できる。

5. 参 考 文 献

- 1) 竹村伸一：“システム技法ハンドブック” 日本理工学会出版会 (1989)
- 2) 木下栄蔵：“わかりやすい意思決定入門” 近代科学社 (1995)
- 3) 洲之内治男, 山下元：“ファジィ情報分析” 共立出版 (1995)