

表計算ソフトウェアを使ってAHPを行う

高萩栄一郎
専修大学 商学部

1 はじめに

このプリントは、表計算ソフトウェア (Microsoft EXCEL) を利用して、AHP の総合評価値の計算を行うものである。

1.1 特徴

次のような特徴を持つ。

- 一対比較行列から重要度、整合度 (CI) を求める関数、AHP を作成してあり、それを利用する。
- 一対比較をアンケート用紙形式で記入することができる。
- 一対比較の結果や総合評価値をグラフ化できる。
- 関数と表計算の計算式で設定しているので、一対比較値を変更すれば、即座に総合評価値、グラフに反映する。
- 上記の機能を利用して、実際の利用者との対話的に AHP を行うことができる。
- Excel 用に作成しているが、若干の修正で他の表計算ソフトウェアでも利用可能である。

1.2 関数 AHP の利用

AHP の総合評価値の算出 (固有値、固有ベクトルを求める計算) は、表計算ソフトウェアのマクロ (VBA) を用いている。マクロのソースファイルは、

<http://www.senshu-u.ac.jp/%7ethc0456/AHP/index.htm>

から、ダウンロードできる。

Excel での組み込み方は、次のように行う。

1. メニューバーのツール → マクロ → Visual Basic Editor
2. メニューバーの挿入 → 標準モジュール
3. メニューバーの挿入 → ファイル として、ダウンロードしたファイル (AHP.BAS) を読み込む
4. メニューバーのファイル → 終了して Microsoft Excel に戻る

また、§1.3 の例題のファイルから変更することも可能である。

1.3 例題のファイル

このテキストの例題のファイルは、

<http://www.senshu-u.ac.jp/%7ethc0456/AHP/index.htm>

から、ダウンロードできるので、このテキストと併用していただきたい。ただし、例題のファイルは、Excel のマクロを利用しているので、起動時にマクロの確認をしてくる。このとき、「マクロを有効にする」としないと利用できない。

2 階層図の作成

階層図は、いろいろなドローソフトウェアで作成可能である。ここでは、Microsoft Organization Chart を使って作成する。



図 1: 階層図の完成例

Word や Excel などを利用しておこなう。

1. Word(Excel) を起動します。
2. メニュー 挿入 (I) オブジェクト (O) Microsoft Organization Chart
3. タイトルの欄は、必要があれば記入するが、ここでは不要なので、**Delete** キーで削除する。
4. 一番上 (Level 1) の名前を問題の名前にする。(ここでは、「スポーツクラブの選定」) この四角のタイトルは削除する。(括弧 <> 付きになれば、削除されている。)
5. 2 層目 (Level 2) の評価基準も同様に名前をつけていく。
6. 2 層目の評価基準の四角は 3 つしかないので、1 つ追加する。
 - (a) 右側に付け加える「同レベル」のアイコンをクリック
 - (b) 評価基準の四角の内、最も右側をクリック
7. 第 3 層 (Level 3) の代替案の四角を作る。
 - (a) すべての評価基準の四角を範囲指定する
 - (b) メニュー スタイル 共同マネージャー
8. 四角の数が足りなければ、同レベルで付け加える。
9. 完成したら、メニュー ファイル 終了して戻る (.. 更新しますか? [はい] とする)

3 一対比較のアンケート用紙

以下、表計算ソフトウェア (Excel) を用いて説明する。できるだけ、例題のファイルを参照されたい。

3.1 アンケート用紙の作成

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S
1		9	8	7	6	5	4	3	2	1	1/2	1/3	1/4	1/5	1/6	1/7	1/8	1/9	
2	評価基準の対比較																	CI	0.13745864
3		左の項目が絶対的によい	(中間)	左の項目が非常によい	(中間)	左の項目がよい	(中間)	左の項目が若干よい	(中間)	左右同じくらいよい	(中間)	右の項目が若干よい	(中間)	右の項目がよい	(中間)	右の項目が非常によい	(中間)	右の項目が絶対的によい	
4	費用			1															施設・環境
5	費用								1										交通の便
6	費用				1														スタッフ
7	施設・環境									1									交通の便
8	施設・環境										1								スタッフ
9	交通の便				1														スタッフ

図 2: アンケートのセル

まず、図 2 のような AHP のアンケート用紙を作成する。実際は、青の罫線で囲った部分になる。茶で囲った部分は、対応する列の対比較値で、後ほど使用する。また、CI の値も後ほど計算する。

3.2 対比較の実施

対比較は、青の枠線で囲った部分の対比較で当てはまる部分に数字の 1 を記入していく。変更する場合は、変更前の 1 を削除する。

注意：1 を記入するのは各行につき、1ヶ所となる。

3.3 対比較値の計算

対比較が正しく行われたかどうかと対比較値を求める（図 3 参照）。

各行の合計を求める 対比較が正しく行われたかどうか確かめるために、U 列に 1 を入力する場所の合計を求める。

セル	計算式	意味
U4	=SUM(B4:R4)	左のセルの合計の計算式

複写元	U4
複写先	U5:U9

各行の合計が 1 かどうか確かめる 各行につき、1ヶ所 1 を記入するので、各行の合計を求め、1 でなければ NG を、1 ならば OK を出力する。

セル	計算式	意味
V4	=IF(U4=1,"OK","NG")	U4 が 1 かどうか確かめる計算式

	U	V	W
1			
2			
3			
	合計	入力	一対比較値
4	1	OK	7
5	1	OK	1
6	1	OK	5
7	1	OK	1/2
8	1	OK	1/3
9	1	OK	5

図 3: 一対比較値の計算

複写元	V4
複写先	V5:V9

一対比較値を求める 1 を記入したセルの上方の茶色の枠線内の値を一対比較値とする。

計算の考え方

- 一対比較を記入するセル (B4 ~ R4) と茶色の枠線の対応するセル (B1 ~ R1) との積を求め、その和 (総和) を求める。たとえば、W4 は、

$$B4 * B1 + C4 * C1 + D4 * D1 + E4 * E1 + F4 * F1 + \dots + R4 * R1 \quad (1)$$

とする。

- 一対比較を記入したセル (B4 ~ R4) では、D4 のみ 1 で、他のセルは空白になっている。空白のセルは 0 と見なされるので、式 (1) では、 $D4 * D1$ のみが 0 以外で、他の項 ($B4 * B1$ など) は、0 となる。D4 = 1 なので、 $D4 * D1 = D1$ 、つまり一対比較値の 7 になる。したがって、すべての項の和が一対比較値になる。

計算式の設定

- 計算式は、積和を求める関数「sumproduct」を用い、W4 には、次のように記入し、下に複写する。

セル	計算式	意味
W4	=SUMPRODUCT(B4:R4,B\$1:R\$1)	積和を求める

複写元	W4
複写先	W5:W9

- 「B1:R1」に\$マークをつけたのは、下方に複写してもいつでも 1 行目との積和をとるためである。

- 一対比較値は、通常分数の形式で表示するので、表示形式を分数にする。
 1. W4:W9 を範囲指定
 2. メニューバーの書式 → セル
 3. 表示形式のタグをクリック
 4. 分類から「分数」を選び、[OK] をクリック

4 一対比較行列の作成と重要度の算出

図 4 にしたがって、一対比較行列の作成と重要度,CI を求める。

4.1 一対比較行列の作成

	Y	Z	AA	AB	AC	AD	AE	AF
1								
2								
3								
4		費用	施設・環境	交通の便	スタッフ		重要度	
5	費用	1	7	1	5		0.4460	1
6	施設・環境	1/7	1	1/2	1/3		0.0820	2
7	交通の便	1	2	1	5		0.3530	3
8	スタッフ	1/5	3	1/5	1		0.1189	4
9						CI	0.1375	0

図 4: 一対比較行列と重要度の算出

一対比較行列の作成は、次のように行う。

1. 一対比較行列の対角要素に 1 を記入する (Z5,AA6,AB7,AC8 に 1 を入力)
2. 一対比較行列の右上の部分を一対比較値のセルの値と同じにする。同じ値にするときには、セル W4 の複写し、AA5 に貼り付けるという作業で行ってはいならない。複写と貼り付けで行うと、一対比較が変更されたときに、一対比較行列に反映されなくなる。また、AA4 の設定結果を AB5 などに複写と貼り付けで設定できないので、手作業で各セルを設定しないといけない。

セル	計算式	意味
AA5	=W4	AA5 のセルの値を W4 と同じにする
AB5	=W5	AB5 のセルの値を W4 と同じにする
AC5	=W6	AC5 のセルの値を W4 と同じにする
AB6	=W7	AB6 のセルの値を W4 と同じにする
AC6	=W8	AC6 のセルの値を W4 と同じにする
AC7	=W9	AC7 のセルの値を W4 と同じにする

3. 2. で記入したセルの逆の位置の要素（対称の要素）に逆数を与える

セル	計算式	意味
Z6	=1/AA5	逆の位置の要素の逆数
Z7	=1/AB5	"
Z8	=1/AC5	"
AA7	=1/AB6	"
AA8	=1/AC6	"
AB8	=1/AC7	"

4. 一対比較行列 (Z5:AC8) の表示形式を分数にする .

4.2 重要度の算出

重要度の算出には、Excel のマクロ (VBA) で作成した関数 AHP を利用する . 関数 AHP は、一対比較行列を入力として与えると、関数の値として重要度や CI, 最大固有値を返す . 関数 AHP の引数を表 1 に示す . 実際には、一対比較行列は、対角要素の右上の要素しか計算には利用しない .

表 1: 関数 AHP の仕様

関数名	AHP
機能	一対比較行列を与えると、重要度や CI, 最大固有値を返す .
引数 1	何を出力するか? -1:最大固有値, 0:C.I.(整合度) 1:1 番目の重要度,2:2 番目の重要度, ..., n:n 番目の重要度
引数 2	一対比較行列の列数 (または行数)
引数 3	一対比較行列の範囲 (ただし、一対比較行列の右上しか利用しない)

(関数 AHP の表への導入方法は、1.2 を参照)

準備 図 4 のように、AF の列 (AF5 ~ AF9) に、あらかじめ関数 AHP の 1 番目の引数の値を入力しておく .

1 番目の重要度 (AE5) 関数 AHP を用いて 1 番目の重要度を求める . AE5 には、

セル	計算式	意味
AE5	=AHP(AF5,4,\$Z\$5:\$AC\$8)	1 番目の重要度を求める

と記入する。1番目の引数 AF5 は、1番目の重要度を表示するので、準備で入力した場所を指定する。2番目の引数は、費用、施設・環境、交通の便、スタッフの4項目なので、4とする。3番目の引数は、一対比較行列の範囲、Z5:AC8 を指定する。ただし、下方に複写するとき、この一対比較行列の場所は不変なので、\$マークをつけておく。

計算式の複写 AE5 の計算式を AE6～AE9 に複写する。

C.I.(整合度) セル AE9 の整合度の値の計算は、AF5 に 0 が設定されているので計算式の複写で行うことができる。

また、セル S1 に、

セル	計算式	意味
S1	=AE9	アンケート用紙の部分にも CI を表示

として、整合度を一対比較のアンケート用紙の近くに表示させる。

4.3 他の一対比較

評価項目間の場合と同様に、代替案の一対比較も行う。実際の例は、例題のファイルを参照されたい。

5 総合評価値の作成

	Y	Z	AA	AB	AC	AD	AE
49	総合評価値の計算						
50	重要度をかける前の値						
51		費用	施設・環境	交通の便	スタッフ		
52	重要度	0.4460	0.0820	0.3530	0.1189		
53	クラブA	0.2067	0.7688	0.1049	0.6506		
54	クラブB	0.0581	0.1309	0.7986	0.1268		
55	クラブC	0.7352	0.1003	0.0965	0.2225		
56	重要度をかけた後の値						
57		費用	施設・環境	交通の便	スタッフ	総合評価値	
58	クラブA	0.0922	0.0631	0.0370	0.0774	0.2697	
59	クラブB	0.0259	0.0107	0.2819	0.0151	0.3337	
60	クラブC	0.3279	0.0082	0.0341	0.0265	0.3966	

図 5: 総合評価値の計算の表

図 5 は、総合評価値の計算の表であり、上部の「重要度の値をかけるまえの表」は、一対比較値そのままの値であり、下部の「重要度の値をかけた後の表」は、各評価項目の各代替案の評価値に、重要度を掛けた値である。

重要度の値 重要度の値を指すセルの指定は、縦に並んだセルを横に移すために、各セルを「=セルのアドレス」という形式で、手動で設定する。例では、次のように設定する。

セル	Z52	AA52	AB52	AC52
計算式	=AE5	=AE6	=AE8	=AE9

注意：「形式を選択して貼り付け」で行と列を入れ替えて複写できるが、「形式を選択して貼り付け」では、計算式ではなく値そのものを複写する。この場合、一対比較なので値を変化させたとき、その値が反映されなくなる。

各代替案の評価値 重要度のセルと同様に各代替案の評価値も「=セルのアドレス」という形式で複写する。ただし、一番上の代替案（クラブ A）のセルの計算式を指定すれば、他の代替案の計算式は複写で設定できる。例の場合の設定は次のようになる。

セル	Z53	AA53	AB53	AC53
計算式	=AE15	=AE24	=AE33	=AE42

複写元	Z53:AC53
複写先	Z54:AC55

代替案の評価値 × 重要度 総合評価値を計算するために、「代替案の評価値 × 重要度」を「重要度をかけた後の表」に計算する。Z59 の計算式は、

セル	計算式	意味
Z59	=Z53*Z\$52	代替案の評価値 × 重要度

となる。\$マークを付けたのは、複写の際に、重要度のセルはいつも 52 行目なので、52 が変化しないようにしたためである（絶対番地，絶対参照）。この Z59 の計算式を複写する。

複写元	Z59
複写先	: Z59:AC61

総合評価値 各代替案の総合評価値は、それぞれの評価基準についての「代替案の評価値 × 重要度」の合計である。

セル	計算式	意味
AD58	=SUM(Z59:AC59)	代替案の評価値 × 重要度の合計

複写元	AD58
複写先:	AD59:AD61

6 グラフ化

各一対比較の結果や総合評価値をグラフ化することにより、視覚的に訴えることができる。

図 6 は、重要度を一対比較結果をグラフ化したものである。グラフ化には、複数の領域の範囲指定を使うので注意する。

1. Y5:Y8 を範囲指定
2. **Ctrl** キーを押しながら，AE4:AE8 を範囲指定
3. グラフ化を行う

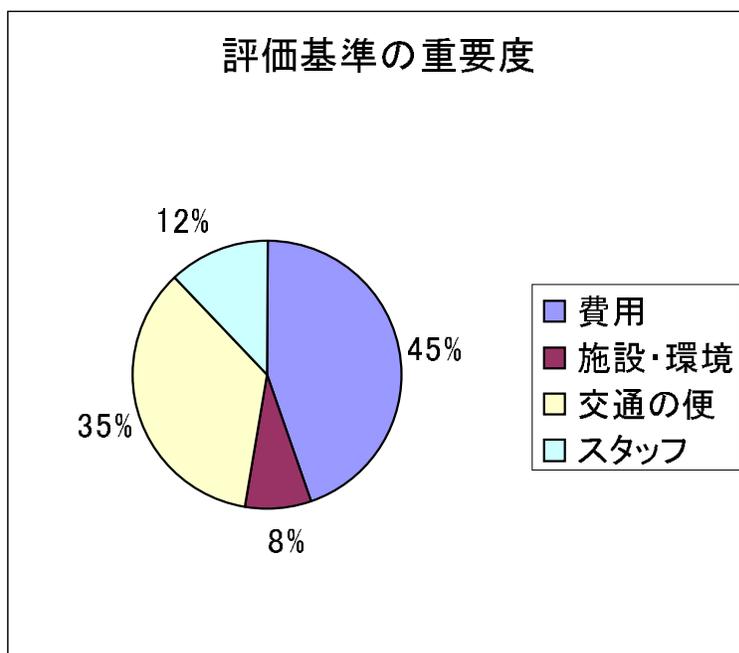


図 6: 重要度の一対比較結果のグラフ化

図 7 は、総合評価値をグラフ化したもので、各代替案の総合評価値とどの項目が影響したのかが一目でわかる。

1. Y58:AC61 を範囲指定
2. グラフ化のボタンをクリック
3. グラフの種類は「積み上げ横棒」を選ぶ
4. グラフの元データの系列では、行と列を誤認識することが多いので、必要に応じて、系列を行にする。

7 対話的な利用

この表計算ソフトウェアを使うと、一対比較の変更が瞬時に総合評価値（やそのグラフ）に反映する。この性質を使って、利用者が対話的に利用して、意思決定を行うことができる。そのとき、一対比較のある部分は、情報不足などで、利用者よりも専門家のほうが優れた一対比較を行うことができる。そこで、以下のようなシステムを作ることが可能である。

7.1 趣旨

(イ) 代替案の一対比較は、作成者が行う 代替案間の一対比較は、意思決定者より専門家の方が情報が多かったり、ポイントを押さえていたりして、よりよい一対比較を行うことができることが多い。

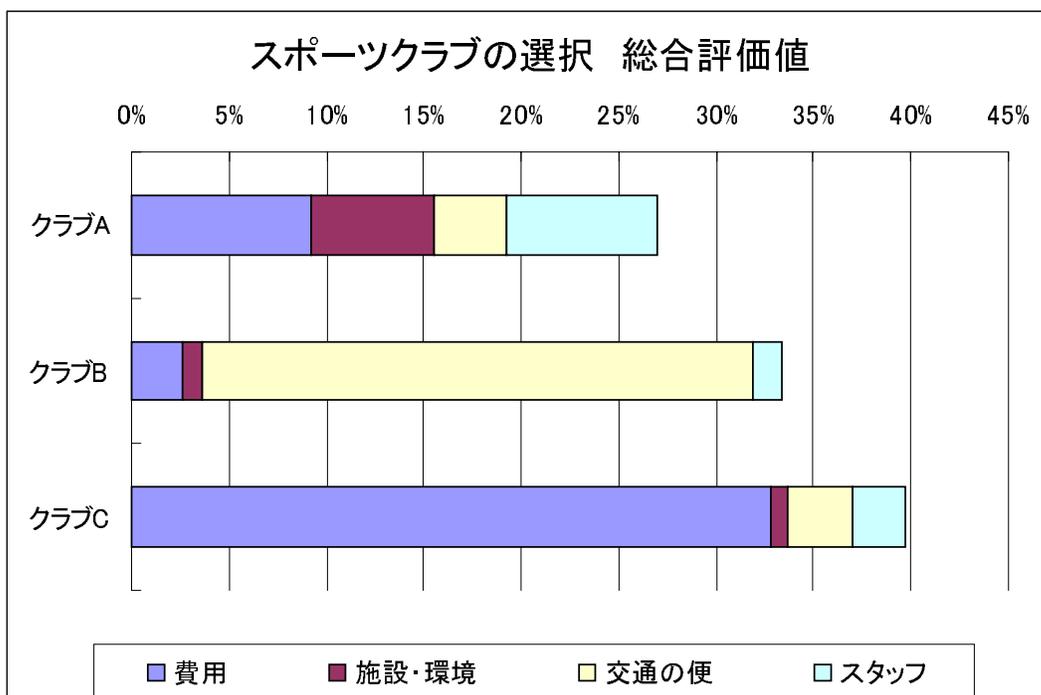


図 7: 総合評価値のグラフ化

たとえば、スポーツクラブの選択では、「施設・環境」や「スタッフ」は、パンフレットなどではわかりづらく、実際に利用してみなくてはわからない。そこで、「施設・環境」や「スタッフ」の各スポーツクラブ間の一対比較は、あらかじめ、専門家が行っておく。

代替案の一対比較、および、その結果は、専門家の知識となる。したがって、作成したシステム（表）は、専門家の知識が入ったシステムである。

（ロ）評価基準の一対比較は、利用者が行う 評価基準の一対比較は、利用者の目的や考え方、感性などで異なるので、利用者が行う。

（ハ）一部の代替案の一対比較は利用者が行う 「交通の便」は、スポーツクラブの所在地と職場、学校、自宅との関係であるので、スポーツクラブの専門家より利用者の方がよく知っていることが多い。そこで、この評価項目の代替案間の一対比較は、利用者が行ってもよい。

また、「費用」については、入会金と年会費など関係があり、単純に比較できない場合があり、専門家が行うのが良いのか、利用者行うべきなのかは、微妙である。

7.2 利用方法

あらかじめ行っておくこと

- （ロ）の一対比較は、あらかじめ作成者が行っておく。作成者（専門家）が複数いるときは、グループによる一対比較（一対比較値の幾何平均）で決定する。
- （ハ）の一対比較についても（ロ）と同様にデフォルトの値をあらかじめ決定しておく。

対話的な利用時

1. 利用者に (イ) の一対比較を行ってもらい、総合評価値のグラフ (図 7) を提示する。
2. 利用者との対話していき (ハ) の値を修正する必要があるときは、一対比較を行ってもらう。
3. グラフや CI の値を見ながら、一対比較をやり直したりする。

問い合わせ先

高萩栄一郎
専修大学商学部

E-mail takahagi@isc.senshu-u.ac.jp

URL: <http://www.senshu-u.ac.jp/~thc0456/>

住所 〒 214-8580 神奈川県川崎市多摩区東三田 2-1-1

TEL 044-900-7988

FAX 044-900-7849

©2001 高萩栄一郎