

Excel 表計算による AHP

日大生産工（学部） 宇田川 美紀
日大生産工（院） 槍崎 将之
日大生産工 篠原 正明

1 はじめに

AHP では、問題に対して各要素間で一対比較を行い、そこで得たデータを計算し問題の解決を図る。一対比較から得た行列に対し、AHP では様々な計算手法を用いるが、本研究では Microsoft Excel を用いて AHP の計算を行うシートを作成した。

2 AHP について

AHP とは Analytic Hierarchy Process の略で、米国ピッツバーグ大学 T.L.Saaty 教授により提唱された手法である。これは、問題の分析において、主観的判断とシステムアプローチをうまくミックスした問題解決型(提案型)意思決定手法の一つである。

したがって、AHP はこれまでの意思決定手法では対処しきれなかった問題の解決を図って開発されたもので、AHP 手法を使って問題を解決するには、まず問題の要素を、最終目標 評価基準 代替案の関係で捉えて、階層構造を作り上げる。(図 2.1)

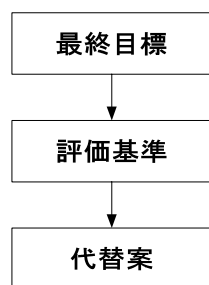


図 2.1 階層構造図

そして、最終目標からみて評価基準の重要さを求め、次に書く評価基準から見て各代替案の重要度を評価し、最後にこれらの最終目標から見た代替案の評価に換算する。

AHP は、この評価の過程で、今までの経験や勘を生かして、これまではモデル化したり定量化するのが難しかったことも扱えるようにしているのが特徴である。

3 Excel 表計算を利用した AHP

本研究では、固有ベクトル法を用いて計算を行う。ここでは学科選択を例にする。

学科選択の基準は日本大学生産工学部内での学科選択とし、選考基準となる評価基準は 5 つ用意する。

評価基準が 5、代替案が 7 の計算シートの作成を例にして説明を行う。

学科選択における階層構造は下記の階層図とする。(図 3.1)

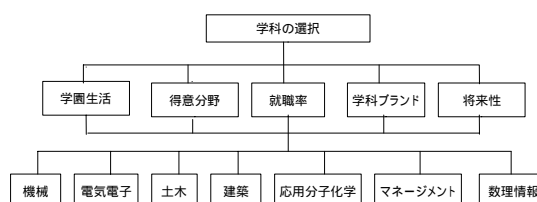


図 3.1 学科選択の階層図

まずは、評価基準（図 3.2）の一対比較行列を作成する。（図 3.3）

ここでは、評価基準が5つなので5行5列の一対比較行列を作成する。

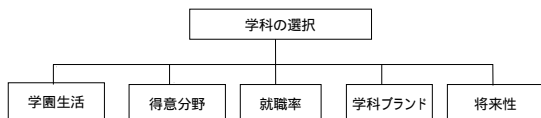


図 3.2 評価基準

	A	B	C	D	E	F
1	初期ベクトル					
2	1	1	0.2	3	2	0.333
3	1	5	1	0.5	3	0.333
4	1	0.333	2	1	3	0.5
5	1	0.5	0.33	0.333	1	0.333
6	1	0.333	0.33	1	3	1
7	1					
8	1					
9						

図 3.3 評価基準の一対比較行列

一対比較行列に初期ベクトルを掛け合わせ、行列を計算する。

$$\begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} & \cdots & a_{1n} \\ a_{21} & \ddots & & & \vdots \\ a_{31} & & \ddots & & \vdots \\ \vdots & & & \ddots & \vdots \\ a_{n1} & \cdots & \cdots & \cdots & a_{nn} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ \vdots \\ \vdots \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \\ \vdots \\ \vdots \\ w_n \end{bmatrix} \quad (1)$$

求めた行列の一番下の要素で各要素を割り、それを一対比較行列に掛け合わせる。

$$\begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} & \cdots & a_{1n} \\ a_{21} & \ddots & & & \vdots \\ a_{31} & & \ddots & & \vdots \\ \vdots & & & \ddots & \vdots \\ a_{n1} & \cdots & \cdots & \cdots & a_{nn} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} w_1 \\ w_n \\ w_2 \\ \vdots \\ w_n \\ w_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \\ \vdots \\ \vdots \\ w_n \end{bmatrix} \quad (2)$$

上記の作業を数回繰り返し、値を収束させる。収束させた値を利用してCI値とウェイトを求める。（図 3.4）

38	第⑤回目	8.144	1.494
39		12.47	2.288
40		8.753	1.605
41		2.905	0.533
42		5.452	1
43			
44			
45	第⑥回目	8.166	1.494
46		12.49	2.286
47		8.778	1.606
48		2.911	0.533
49		5.464	1
50			
51			
52			
53	sum	37.81	
54	CI値=	0.116	1CI値
55	ウエイト=	0.216	
56		0.33	
57		0.232	
58		0.077	
59		0.145	
60			

図 3.4 パワー法による値の収束

各代替案（図 3.5）における一対比較を行い、得た値を入力し（図 3.6）評価基準の一対比較行列と同様にパワー法を用いて計算を行う。（図 3.7）

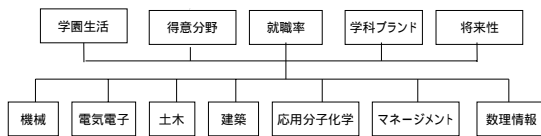


図 3.5 代替案の構造

X39		fx															
		C	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	
		評価1からの代替案比較								評価2からの代替案比較							
13	1	0.33	0.25	0.33	0.33	0.2	0.2	1	1	2	2	3	0.5	0.2			
13	3	1	2	3	3	0.33	0.33	1	1	2	2	3	0.333	0.25			
5	4	0.5	1	3	3	0.33	0.33	0.5	0.5	1	1	2	0.333	0.2	0.3		
13	3	0.33	0.333	1	2	0.33	0.33	0.5	0.5	1	1	2	0.5	0.5			
1	3	0.33	0.333	0.5	1	0.33	0.25	0.333	0.3	0.5	0.5	1	0.333	0.25	0.3		
	5	3	3	3	3	1	0.5	2	3	2	2	3	1	0.5	0.3		
	5	3	3	3	4	2	1	5	4	2	2	4	2	1	0.3		
		2.65	0.126					9.7	0.485								

図 3.6 代替案間における一対比較行列

7.94	1	7.199	1
0.099	0.12	2.708	0.376
3.652	0.488	2.655	0.369
3.114	0.416	1.582	0.22
1.921	0.257	1.985	0.276
1.507	0.202	1.105	0.154
5.979	0.799	4.43	0.615
7.479	1	7.197	1
0.9	0.12	2.705	0.376
3.656	0.488	2.652	0.369
3.116	0.416	1.581	0.22
1.922	0.257	1.983	0.276
1.508	0.201	1.105	0.154
5.989	0.8	4.427	0.615
7.49	1	7.193	1
24.59		21.65	
CI = 0.082		CI = 0.032	
0.037		0.125	
0.149		0.123	
0.137		0.073	

図 3.7 代替案間のパワー法

各要素間で得た重みを用いて最終的に AHP のウェイトを求める。(図 3.8)

評価ウエイト	0.216	0.33	0.232	0.077	0.145		
評価-代替案行列	0.037	0.149	0.127	0.078	0.061	0.244	0.305
	0.125	0.123	0.073	0.082	0.051	0.205	0.332
	0.286	0.163	0.078	0.106	0.064	0.121	0.182
	0.317	0.097	0.058	0.158	0.156	0.057	0.156
	0.202	0.069	0.048	0.203	0.095	0.109	0.245
AHP計算ウエイト	0.169	0.132	0.081	0.113	0.071	0.169	0.285

図 3.8 AHP 計算ウェイト

計算ウェイトの値が大きいほど、代替案

の重要度が高いため、この場合においては 7 番目の代替案である数理情報工学科を選択することが適当であると判断される。

4 Excel 表計算を用いることの利点

Excel 表計算を用いることにより、数値を入力するだけで AHP の計算を行うことができる。

Excel では要素の値が変化してしまうと、同じシートは使用ができなくなるが、シート上でのプログラミング内容は複雑なものではないので、誰でも簡単に元データからの修正を行うことができる。

また、計算過程そのものをみることができるので、計算結果に問題が生じた場合、間違えた箇所を直接みることができる、といったような利点がある。

5 全体整合度と個別整合度の表計算

M 個の評価基準と N 個の代替案から構成される「目標 評価基準 代替案」の 3 階層 AHP において、意思決定全体の整合度 CI_{global} を次式で計算する(図 4.1、導出は付録 1)。

$$CI_{global} \approx \left(\sqrt{CI_0} + \sum_{i=1}^M \sqrt{CI_i} \right)^2 \quad (3)$$

但し、 CI_0 は目標から見た M 個の評価基準間一対比較に関する整合度、 CI_i は評価基準 i ($i = 1, \dots, M$) から見た代替案間一対比較に関する整合度、 w_i 評価基準 i ($i = 1, \dots, M$) の重みである。

AHPのlocal CIによる近似=		0.097	total CI=	0.0066	global CI=	0.43							
1m	sqr(1 CI)	0.216	0.286	2m	sqr(2 CI)	0.13	0.179	3m	sqr(3 CI)	0.2322	0.1043	4m	0.08
1m*sqr(1 CI)=		0.062		2m*sqr(2 CI)=		0.059		3m*sqr(3 CI)=		0.0706		4m*sqr(4 CI)=	
sqr(global CI)の計算値=		0.652											

図 4.1 CI_{global} の計算

6 今後の課題

Excel で作成したこのシートをもっと使
いやすく、また、見やすくするための改良
や、もっと具体的なデータの解析をするな
どソフトを最大限に利用できる研究を行っ
ていく。

また、整合度 CI における全体整合度と個
別整合度における研究もこの Excel 表計算
で作成したシートを用いて行っていく。

7 おわりに

Excel 表計算を用いて AHP の各種計算を
行うソフトウェアプログラムを作成した。
個別整合度のみならず、全体整合度も計算
することができる。

参考文献

- [1]後藤 格: 「一般化平均法に基づく
AHP」 平成 17 年度博士前期課程論文
(2005)
- [2]稲嶺 和哉: 「AHP における整合度
に関する研究」 平成 17 年度博士前期課程論
文(2005)
- [3]木下 栄蔵: 『入門 AHP - 決断と合意形
成のテクニック』 日科技連(2000)

(付録1)(3)式の導出

意思決定全体の倍率誤差を δ_{global} とする
ならば、以下の近似式が成立する〔1〕。

$$2CI_{global} \approx \delta_{global}^2 \quad (A1)$$

$$2CI_{global} \approx \delta_i^2 \quad (i = 0, \dots, M) \quad (A2)$$

ところで、 δ_{global} と δ_i ($i = 0, \dots, M$) の間
には、次式(A3)が成立する。

$$1 + \delta_{global} = (1 + \delta_0) \left(1 + \sum_{i=1}^M w_i \delta_i \right) \quad (A3)$$

すなわち、近似的に(A4)が成立する。

$$\delta_{global} \approx \delta_0 + \sum_{i=1}^M w_i \delta_i \quad (A4)$$

(A4)に(A1)、(A2)を代入すれば、(3)式を得
る。