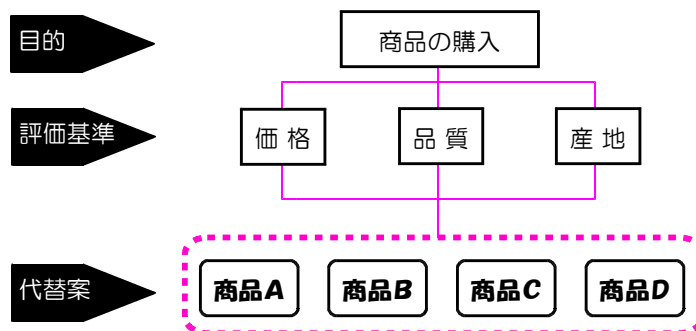


階層分析（AHP分析）

階層分析（AHP分析）とは

「AHP（Analytic Hierachy Process：階層分析法，階層化意思決定法，多段階意思決定法）」とは，例えば，

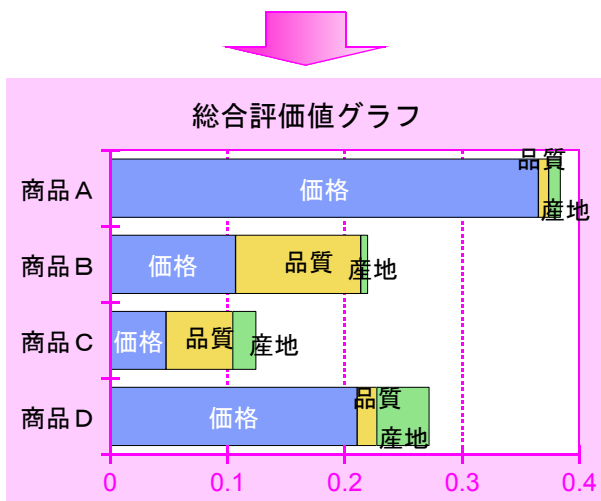
- ・ A案， B案， C案のうち，商品のパッケージとしてどれが最良か？
 - ・ A商品， B商品， C商品のうち，消費者から選ばれる最良の商品はどれか？
- など，“最良のもの”を選択するための分析手法です。



◆一対比較で，評価基準の評価と，評価基準毎の商品の評価を調査

	左が絶対的に重要	左がかなり重要	左が重要	左がやや重要	左右同くらい	右がやや重要	右が重要	右がかなり重要	右が絶対的に重要	
価格										品質
価格										産地
品質										産地

	左が絶対的に良い	左がかなり良い	左が良い	左がやや良い	左右同くらい	右がやや良い	右が良い	右がかなり良い	右が絶対的に良い	
商品A										商品B
商品A										商品C
商品A										商品D
商品B										商品C
商品B										商品D
商品C										商品D



これらの商品では『価格』が最も重要視されていて，商品で見ると商品Aが最も高い評価だね。



よくある選択法での問題点とAHP

消費者が商品を購入するとき、価格、品質、体裁などいくつかの評価項目があります。このとき、価格に70%、品質に10%、体裁に20%というような重みをつけて、商品Aでは価格が3点、品質が4点、体裁が4点、商品Bでは、それぞれ5点、3点、2点というような点数をつけて、次のような表を作り、それらの総合点を計算して、総合点の最大のもの（ここでは商品B）を選択するという方法がよく採られます。

	重み	商品A	商品B	商品C	商品D	
価格	0.7	4	5	3	2	(商品A : $0.7 \times 4 + 0.1 \times 2 + 0.2 \times 3 = 3.6$)
品質	0.1	2	3	5	5	(商品B : $0.7 \times 5 + 0.1 \times 3 + 0.2 \times 2 = 4.2$)
体裁	0.2	3	2	3	4	(商品C : $0.7 \times 3 + 0.1 \times 5 + 0.2 \times 3 = 3.2$)
合計	1.0	3.6	4.2	3.2	2.7	(商品D : $0.7 \times 2 + 0.1 \times 5 + 0.2 \times 4 = 2.7$)

しかし、この重みや数値をどのように決定するのかという問題が起こります。このような問題を解決するための数学的方法の一つに「AHP (Analytic Hierachy Process : 階層分析法, 階層化意思決定法, 多段階意思決定法)」があります。

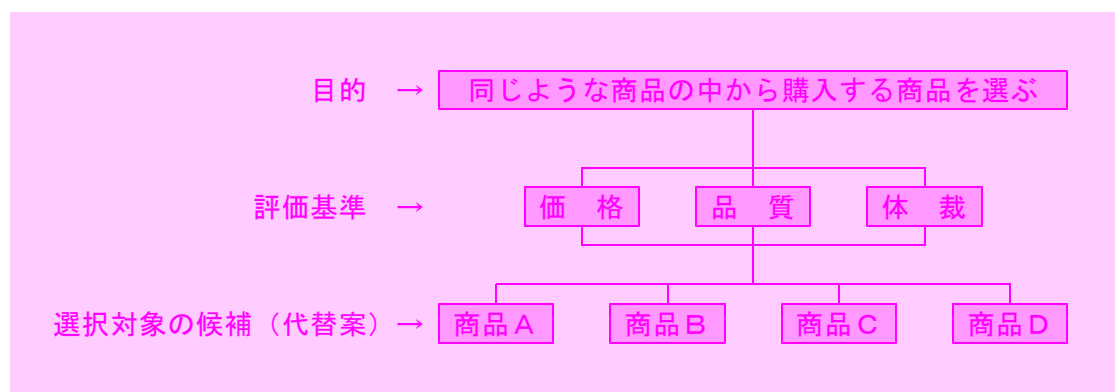
「価格と品質」「価格と体裁」「品質と体裁」のように、2つずつの項目について、どちらがどの程度重要かを与えることにより、統計的な方法で重み付けを計算する方法を「一対比較法」と言い、AHPはこの一対比較法を使用しています。

例題

それでは、同じような4つの商品の中から、価格、品質、体裁について検討しながら1つを選ぶ場合を例に、AHP分析の流れを紹介します。

階層図の作成

まず、選択対象の候補（「代替案」）とその選択をするときの「評価基準」を決めます。それを下のような階層図で表すとわかりやすいです。



「価格」、「品質」、「体裁」が「評価基準」になり、「商品A」、「商品B」、「商品C」、「商品D」の4商品が「代替案」になります。

この階層図の上で、最上層の「目的」から見た各代替案の「重要度」を求めて意思決定の支援をしたいのです。

そのために、まず第1層の目的から見た第2層の評価基準の「重要度」を求めます。

さらに、各評価基準の下の代替案の「(局所)重要度」を求めます。

その上で、代替案毎に、各評価基準の下での重要度に、評価基準の重要度で重み付けをした和を取って、代替案の「総合評価値(総合重要度)」を求めるのが、AHP分析です。

アンケート調査等の実施

まず、アンケート調査等により、各評価基準や代替案の比較検討を行います。

1) 評価基準間の比較

まず、「価格」、「品質」、「体裁」という評価基準について、どの評価基準がどのくらい重要視されているかを求めるため、次のような調査表を作成します。

表の中央に「左が絶対的に重要」～「右が絶対的に重要」の9区分の選択肢の列を用意し、その下の左右に、「価格」VS「品質」というように、2つの比較したい評価基準が対になるように、設定した評価基準の全て組合せが並ぶように行を作ります。

今回の例の場合は、評価基準が「価格」、「品質」、「体裁」3つですので、その組合せは「価格」VS「品質」、「価格」VS「体裁」、「品質」VS「体裁」の3通りになりますので、回答欄も3行作成します。

	左が絶対的に重要	左がかなり重要	左が重要	左がやや重要	左右が同じくらい	右がやや重要	右が重要	右がかなり重要	右が絶対的に重要	
価格										品質
価格										体裁
品質										体裁

なお、上の調査表では、「左が絶対的に重要」～「右が絶対的に重要」までの9区分の選択肢としましたが、必要に応じて、5区分にしたり、あるいは、それぞれの選択肢の間に中間区分を設けて、17区分とする場合もあります。

調査表ができたなら、表の左右に並べたそれぞれの評価基準のどちらをどれくらい重要視するかを回答していきます。

回答方法は、9区分の選択肢の中から該当すると思われるもの1つに○を付けていくだけです。

例えば、「価格」と「品質」では、「価格」の方が「品質」より「重要」だと思えば、「左の項目が重要」の欄に○を付けます。

	左が絶対的に重要	左がかなり重要	左が重要	左がやや重要	左右が同じくらい	右がやや重要	右が重要	右がかなり重要	右が絶対的に重要	
価格			○							品質
価格		○								体裁
品質				○						体裁

2) 各評価基準に関する代替案（商品）間比較

次に、代替案間の比較を行います。

評価基準間の比較の場合は、単純にそれぞれの評価基準を比較しましたが、代替案間の比較の場合は、各評価基準毎に比較を行います。

① 「価格」に関する代替案間比較

まず、「価格」に関して各代替案間の比較を行います。

評価基準間の比較の場合と同様に、「価格」に関して、「商品A」と「商品B」、「商品A」と「商品C」というように、2つずつどちらがどの程度優れているかの表を作り、比較評価を行います。

商品が4つですので、その組合せは6通りになります。

ここでは、各商品の「品質」や「体裁」は考慮しないで、単純に「価格」の面だけで各代替案間を比較します。

○ 「価格」に関して

	左が絶対的に良い	左がかなり良い	左が良い	左がやや良い	左右が同じくらい	右がやや良い	右が良い	右がかなり良い	右が絶対的に良い	
商品A				○						商品B
商品A			○							商品C
商品A				○						商品D
商品B				○						商品C
商品B						○				商品D
商品C							○			商品D

② 「品質」に関する代替案間比較

次に「品質」に関して各代替案間の比較を行います。

やり方は、「価格」の場合と全く同じです。

ここでは、各商品の「価格」や「体裁」は考慮しないで、単純に「品質」の面だけで各代替案間を比較します。

○「品質」に関して

	左が絶対的に良い	左がかなり良い	左が良い	左がやや良い	左右が同じくらい	右がやや良い	右が良い	右がかなり良い	右が絶対的に良い	
商品A								○		商品B
商品A								○		商品C
商品A						○				商品D
商品B				○						商品C
商品B		○								商品D
商品C			○							商品D

③「体裁」に関する代替案間比較

最後に「体裁」に関して各代替案間の比較を行います。やり方は、「価格」の場合と全く同じです。

ここでは、各商品の「価格」や「品質」は考慮しないで、単純に「体裁」の面だけで各代替案間を比較します。

○「体裁」に関して

	左が絶対的に良い	左がかなり良い	左が良い	左がやや良い	左右が同じくらい	右がやや良い	右が良い	右がかなり良い	右が絶対的に良い	
商品A				○						商品B
商品A						○				商品C
商品A							○			商品D
商品B						○				商品C
商品B							○			商品D
商品C						○				商品D

一対比較表の作成

アンケート調査等による比較検討が終了したら、下のスコア表をもとに、各比較結果を点数化します。

絶対的に重要	9点
かなり重要	7点
重要	5点
やや重要	3点
同じくらい	1点

なお、選択肢に中間区分を設けて17区分とした場合は、スコアも8点、6点、4点、2点と中間点を割り付けます。

1) 各評価基準の一对比較表の作成

上の例では、評価基準間の比較では、「価格」と「品質」の行は、「左が重要」の所に○が付いているので、「価格」の「品質」に対するスコアは5点となります。逆に「品質」の「価格」に対するスコアは1/5点と逆数となります。

同様に、「価格」の「体裁」に対するスコアは7点（「体裁」の「価格」に対するスコアは1/7点）、「品質」の「体裁」に対するスコアは3点（「体裁」の「品質」に対するスコアは1/3点）となります。

この結果を下のような「一对比較表」にまとめます。

ただし、「価格」VS「価格」のように、同じ評価基準の所のスコアは1とします。なお、Excelの場合、分数を入力しても小数で表示されてしまいますが、下の表では分かりやすいように分数のまま表記してあります。

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	各評価基準の重要度								
2		価格	品質	体裁					
3	価格	1	5	7					
4	品質	1/5	1	3					
5	体裁	1/7	1/3	1					

2) 各評価基準に関する各代替案の一对比較表の作成

評価基準間の比較の場合と同様に、「価格」、「品質」、「体裁」に関する各代替案にスコアを付けます。

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
8	「価格」に関する各代替案の重要度								
9		商品A	商品B	商品C	商品D				
10	商品A	1	3	5	3				
11	商品B	1/3	1	3	1/3				
12	商品C	1/5	1/3	1	1/5				
13	商品D	1/3	3	5	1				
14									
15									
16	「品質」に関する各代替案の重要度								
17		商品A	商品B	商品C	商品D				
18	商品A	1	1/7	1/7	1/3				
19	商品B	7	1	3	7				
20	商品C	7	1/3	1	5				
21	商品D	3	1/7	1/5	1				
22									
23									
24	「体裁」に関する各代替案の重要度								
25		商品A	商品B	商品C	商品D				
26	商品A	1	3	1/3	1/5				
27	商品B	1/3	1	1/3	1/5				
28	商品C	3	3	1	1/3				
29	商品D	5	5	3	1				

なお、このスコア付けは、一人でもできますが複数で行う方が良いでしょう。合意で決まらない場合や、アンケート調査等で複数の回答者にそれぞれ比較検討してもらったような場合は、それぞれの評価基準毎に各回答者のスコアを幾何平均（相乗平均）した値をその評価基準のスコアとします。

Microsoft Excelで幾何平均を計算するのは、「GEOMEAN」関数を使います。

【GEOMEAN関数】

説明：正の数からなる配列又はセル範囲のデータの相乗平均を返します。

書式：GEOMEAN(数値1, 数値2, …)

- 相乗平均を求める数値, セル参照, 又はセル範囲。
- 相乗平均を求める次の数値, セル参照, 又はセル範囲（省略可能）。

重要度の計算：「幾何平均法」の場合

AHP分析では、作成した一対比較表のスコアを使って、各評価基準の「重要度」と、各評価基準に関する各代替案の「重要度」を求め、そこから各代替案の「総合評価値」を求めることで、最も好ましい代替案を選択することができます。

この重要度を算出する代表的な方法として、「固有ベクトル法（固有値法）」、「幾何平均法」、「対数最小二乗法」など、様々な方法が提案されています。

意味の理解や応用性では固有ベクトル法が優れていて一般的なのですが、固有ベクトル法は計算が複雑で、Microsoft Excelの基本機能だけで計算するのが困難なので、まずは、Excelの基本機能だけでも簡単に計算できる幾何平均法を使った重要度の計算について説明します。

1) 各評価基準の重要度の計算

まず、各評価基準の重要度を計算します。

幾何平均法での計算方法は、それぞれの評価基準毎に、上の一対比較表の行方向に各スコアを掛けて、 n 乗根（ n は評価基準の数）を求めます。

$$\text{幾何平均} = \sqrt[n]{(\text{スコア}_1 \times \text{スコア}_2 \times \dots \times \text{スコア}_n)} \quad n : \text{評価基準の数}$$

なお、Excelで「ある値 x の n 乗根」を計算する場合は、「 $=x^{(1/n)}$ 」と記述します。今回の場合は評価基準が3つなので3乗根となります。又は、前述の「GEOMEAN」関数を使っても計算できます。

同様に、他の評価基準についてもスコアの幾何平均をとり、評価基準のスコアの幾何平均の合計を求めます。

評価基準のスコアの幾何平均の合計で、それぞれの評価基準のスコアの幾何平均を割った値が、その評価基準の重要度となります。

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	各評価基準の重要度							
2		価格	品質	体裁	幾何平均	重要度		
3	価格	1	5	7	3.271066	0.730645	=E3/\$E\$6	
4	品質	1/5	1	3	0.847433	0.188394		
5	体裁	1/7	1/3		=(B3*C3*D3)^(1/3) or =GEOMEAN(B3:D3)			
6				合計	4.476959	1.000000		

この事例の場合、「価格」が73.1%と圧倒的に重要度が高いことが分かります。

2) 各評価基準に関する各代替案の重要度の計算

次に、評価基準間の比較の場合と同様に、「価格」、「品質」、「体裁」それぞれに関する各代替案の重要度を計算します。

今回の場合は代替案が4つなので幾何平均は4乗根となります。

	A	B	C	D	E	F	G	H
8	「価格」に関する各代替案の重要度							
9		商品A	商品B	商品C	商品D	幾何平均	重要度	
10	商品A	1	3	5	3	2.590020	0.499520	=F10/\$F\$14
11	商品B	1/3	1	3	1/3	0.759836	0.146545	
12	商品C	1/5	1/3			=(B10*C10*D10*E10)^(1/4) or =GEOMEAN(B10:E10)		
13	商品D	1/3	3	5	1	1.495349	0.288398	
14					合計	5.185013	1.000000	
15								
16	「品質」に関する各代替案の重要度							
17		商品A	商品B	商品C	商品D	幾何平均	重要度	
18	商品A	1	1/7	1/7	1/3	0.287191	0.046634	
19	商品B	7	1	3	7	3.482005	0.565405	
20	商品C	7	1/3	1	5	1.848146	0.300101	
21	商品D	3	1/7	1/5	1	0.541082	0.087860	
22					合計	6.158425	1.000000	
23								
24	「体裁」に関する各代替案の重要度							
25		商品A	商品B	商品C	商品D	幾何平均	重要度	
26	商品A	1	3	1/3	1/5	0.668740	0.125851	
27	商品B	1/3	1	1/3	1/5	0.386097	0.072660	
28	商品C	3	3	1	1/3	1.316074	0.247674	
29	商品D	5	5	3	1	2.942831	0.553815	
30					合計	5.313743	1.000000	

この事例の場合、「価格」に関しては「商品A」が、「品質」に関しては「商品B」が、「体裁」に関しては「商品D」が高い重要度をもつことが分かります。

3) 総合評価値の計算

各評価基準毎に代替案間の比較を行った結果をまとめると、次の表ができます。なお、34行目の重要度は、各評価基準の重要度です。

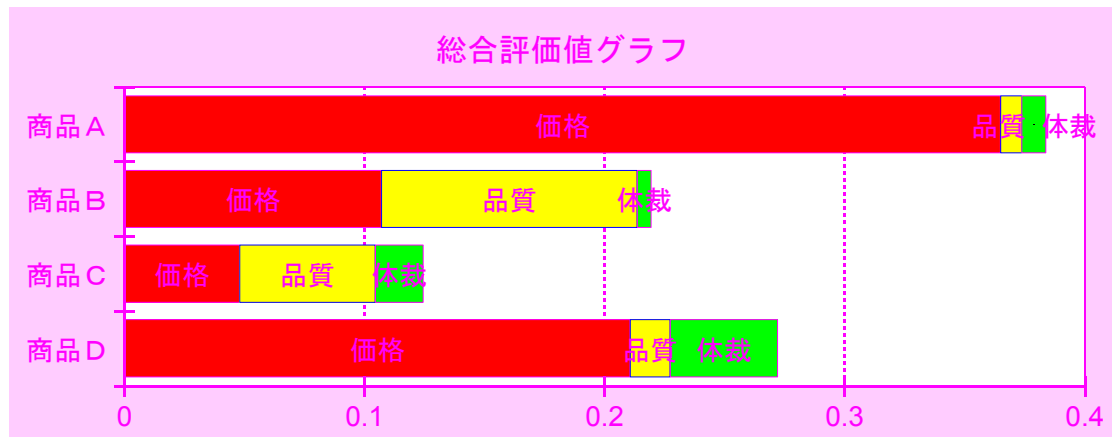
	A	B	C	D	E	F	G
32	総合評価値						
33	評価基準	価格	品質	体裁			
34	重要度	0.730645	0.188394	0.080961			
35	商品A	0.499520	0.046634	0.125851			
36	商品B	0.146545	0.565405	0.072660			
37	商品C	0.065537	0.300101	0.247674			
38	商品D	0.288398	0.087860	0.553815			

それぞれの代替案の重要度に、評価基準の重要度を掛けて合計したものが、その代替案の「総合評価値」となります。

$$\begin{aligned} \text{総合評価値} = & (\text{「価格」に関する代替案の重要度} \times \text{「価格」の重要度}) \\ & + (\text{「品質」に関する代替案の重要度} \times \text{「品質」の重要度}) \\ & + (\text{「体裁」に関する代替案の重要度} \times \text{「体裁」の重要度}) \end{aligned}$$

	A	E	F	G	H	I	J
32	総合評価値						
33	評価基準	価格	品質	体裁	総合評価値		
34	重要度	(評価項目の重要度を掛けた値)					
35	商品A	0.364972	0.008786	0.010189	0.383947		
36	商品B	0.117072	0.106519	0.007883	0.219474		
37	商品C	=B35*\$B\$34	=C35*\$C\$34	=D35*\$D\$34	0.124473	=E35+F35+G35	
38	商品D	0.210717	0.016552	0.044838	0.272107		

今回の例では、「価格」、「品質」、「体裁」の3評価基準毎に代替案間の比較を一对比較検討した結果、各評価基準の中で「価格」の重要度が圧倒的に高かったことが影響し、「価格」に関して重要度の高かった「商品A」の総合評価値が最も高くなり、4つの商品のうち購入すべき商品は、「商品A」であることがわかりました。



〈事例〉 家庭用ミックス粉に関する分析

過去に、AHP分析の「評価基準の一対比較」を活用した事例を紹介します。

市販のミックス粉に関して、購入するときの選択基準について調査しました。『作りやすさ』、『価格』、『原材料の産地』、『味の良さ』、『添加物の有無』の5項目をそれぞれ9段階で一対比較により評価してもらいました。

その結果、最も重要度が高かったのは『添加物の有無（42%）』、次いで『原材料の産地（20%）』、『味の良さ（19%）』、『価格（10%）』、『作りやすさ（9%）』という結果となりました。

ミックス粉の購入基準に関するAHP分析結果

(H21調査, n=34)

