ビジネスパーソン必須の統計的思考法-1

2021年6月23日

sas

本日の内容

・統計的意思決定法

費用と期待利得を確率的に考え、最大期待利得に基づき意思を決定する方法

・階層化意思決定法（AHP）

複数の候補から選択する場合において、複数の評価基準から最適な優先順位の決定を行う方法

統計的意思決定法

◇あるスポーツの試合
アイスクリーム、ホットドッグのいずれの場内販売権を選択すべきか。

当日の天候の確率：晴れ0.6、曇り0.3、雨0.1

利得表

天気	場内販売	
	アイスクリーム	ホットドッグ
晴	300	200
曇り	100	200
雨	−50	100

期待利得を求める

期待利得表

期待利得＝利得×確率

万円

天気	確率	アイスクリーム		ホットドッグ	
		利得	期待利得	利得	期待利得
晴れ	0.6	300	180	200	120
曇り	0.3	100	30	200	60
雨	0.1	-50	-5	100	10
計	1.0		205		190

アイスクリームの期待利得　：　205万円
ホットドッグの期待利得　　：　190万円

⇒ アイスクリームの販売権を選択

期待利得表

期待利得＝利得×確率

万円

天気	確率	アイスクリーム 利得	 期待利得	ホットドッグ 利得	 期待利得
晴れ	0.5	300	150	200	100
曇り	0.3	100	30	200	60
雨	0.2	-50	-10	100	20
計	1.0		170		180

アイスクリームの期待利得　：　170万円
ホットドッグの期待利得　　：　180万円

⇒ ホットドッグの販売権を選択

◇あるイベント

雨が降らなければ2000万円の純益
もし雨が降れば200万円の純益

主催者は、費用500万円をかけて、雨天の場合の
損失補償（2000万円）の保険を契約すべきか？

但し、過去の記録から雨天の確率は20%

期待利得を求める

①利得表を作成

万円

天気	行動	
	保険を契約	保険を契約せず
晴・曇	1500	2000
雨	1700	200

注）　1500＝2000－500
1700＝2000－500＋200

②期待利得表を作成

期待利得＝利得×確率

万円

天気	確率	保険契約		保険契約せず	
		利得	期待利得	利得	期待利得
晴・曇	0.8	1500	1200	2000	1600
雨	0.2	1700	340	200	40
計	1.0		1540		1640

1200＝1500×0.8　1600＝2000×0.8
340＝1700×0.2　40＝ 200×0.2

保険契約したときの期待利得　　：1540万円
保険を契約しないときの期待利得：1640万円

保険を契約しない方が100万円高い利得が期待できる。

◇あるイベント

雨が降らなければ2000万円の純益
もし雨が降れば200万円の純益

主催者は、費用500万円をかけて、雨天の場合の
損失補償（2000万円）の保険を契約をすべきか。
（過去の記録から雨天の確率は20%）

気象専門会社の天気予想サービスを、費用20万円をかけても利用すべきか？
（この会社の的中率は過去の記録によれば70%）

予報に従う（予報が雨のときのみ保険を契約）行動が増える

期待利得表を作成

万円

事象	予報	確率	保険契約		契約せず		予報に従う
			利得	期待利得	利得	期待利得	期待利得
晴・曇	晴・曇	0.8×0.7＝0.56	1500	840	2000	1120	1120
晴・曇	雨	0.8×0.3＝0.24	1500	360	2000	480	360
雨	晴・曇	0.2×0.3＝0.06	1700	102	200	12	12
雨	雨	0.2×0.7＝0.14	1700	238	200	28	238
計		1.00		1540		1640	1730

$$1500\times0.56+1500\times0.24+1700\times0.06+1700\times0.14 = 1540$$

$$2000\times0.56+2000\times0.24+200\times0.06+200\times0.14 = 1640$$

予報に従う：予報が雨のときに保険を契約する

予報に従う場合の増加期待利得　：　1730-1640＝90万円増加
気象予報サービスの費用：20万円　＜　90万円
⇒ 気象予報サービスを利用

統計的意思決定法のまとめ

1） 事象・行動を整理する。

2） 各行動における利得表を作成する。

3） 事象別確率を求める。

4） 各行動における期待利得表を作成する。

5） 最も期待利得の高い行動を選択する。

平均

算術平均

（1）1,2,3,4,5 の平均は？

（1+2+3+4+5）÷ 5＝3

AVERAGE

B11 fx =AVERAGE(B3:B9)

	A	B	C	D
1		単位:億円		
2	支店	売上高		
3	北海道	121		
4	東北	213		
5	関東	1,452		
6	中部	417		
7	関西	912		
8	九州	332		
9	沖縄	28		
10	合計	3,475		
11	平均	496		
12				
13				
14				

幾何平均

◇ある会社の年度別売上高。平均伸び率は？

（億円）

年度	売上高
2016	100
2017	120
2018	156

2016～2017　20%↑　（1.2倍）
2017～2018　30%↑　（1.3倍）

（20%+30%）÷2＝25%？

100×1.25×1.25＝156.25

比率の平均に算術平均は使用できない

1.2と1.3の幾何平均は、

$$\sqrt{1.2\times1.3} = 1.2489...$$

$$100\times1.2489...\times1.2489... = 156$$

2つの幾何平均 $\sqrt{(a\times b)}$

4つの幾何平均 $\sqrt[4]{(a\times b\times c\times d)}$

◇ある商品を価格300円で発売し、その後3回値上げをした。
値上げ率の平均は?

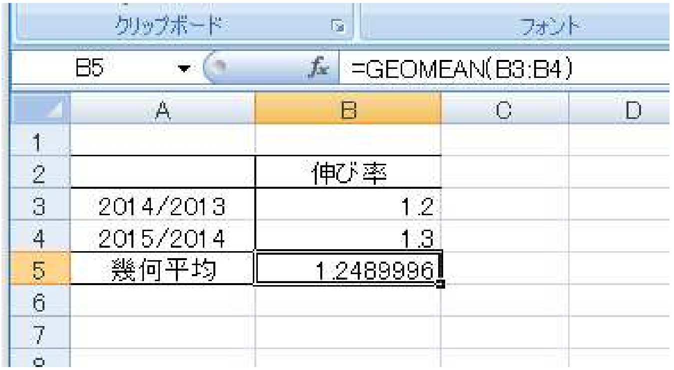
	価格
発売価格	300
1回目	350
2回目	380
3回目	420

	値上げ率
1回目	1.167
2回目	1.086
3回目	1.105

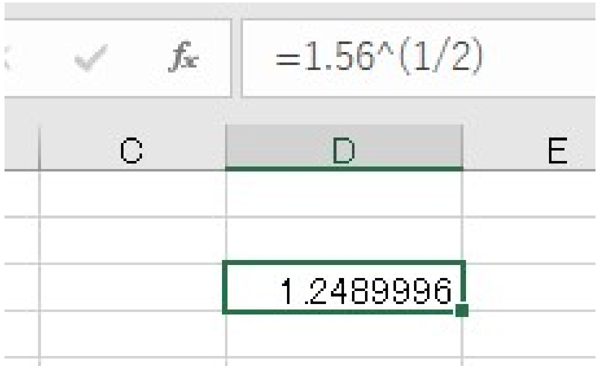
$$\sqrt[3]{1.167 \times 1.086 \times 1.105} = 1.1187$$

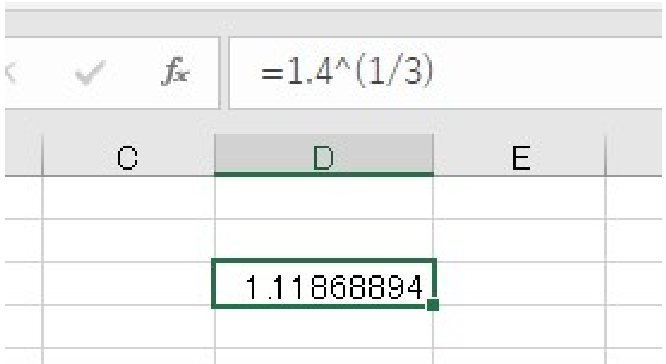
$$\sqrt[3]{\frac{350}{300} \times \frac{380}{350} \times \frac{420}{380}} = \sqrt[3]{\frac{420}{300}} = \sqrt[3]{1.4} = 1.1187$$

GEOMEAN（幾何平均）



n乗根：＾（1/ n）





◇ある事業部の売上高推移。伸び率の平均は?

年度	売上高	対前年比率
2011	29,306	
2012	31,298	1.068
2013	34,536	1.103
2014	33,971	0.984
2015	35,829	1.055
2016	36,747	1.026
2017	36,886	1.004
2018	38,925	1.055

C12 =(B10/B3)^(1/7)

	A	B	C	D	E
1					
2		売上高	対前年比率		
3	2011	29,306			
4	2012	31,298	1.068		
5	2013	34,536	1.103		
6	2014	33,971	0.984		
7	2015	35,829	1.055		
8	2016	36,747	1.026		
9	2017	36,886	1.004		
10	2018	38,925	1.055		
11	算術平均		1.042		
12	幾何平均		1.041		

◇2011年度の売上高を変更

C12 =(B10/B3)^(1/7)

	A	B	C	D	E
1					
2		売上高	対前年比率		
3	2011	12,345			
4	2012	31,298	2.535		
5	2013	34,536	1.103		
6	2014	33,971	0.984		
7	2015	35,829	1.055		
8	2016	36,747	1.026		
9	2017	36,886	1.004		
10	2018	38,925	1.055		
11	算術平均		1.252		
12	幾何平均		1.178		

算術平均＝1.252
幾何平均＝1.178

広辞苑　～平均～
多くの量または数の中間的な値。また、それを求める演算。
中間の意味のとり方によって、相加平均（算術平均）、
相乗平均（幾何平均）その他がある。
ふつう、相加平均（算術平均）をさす。

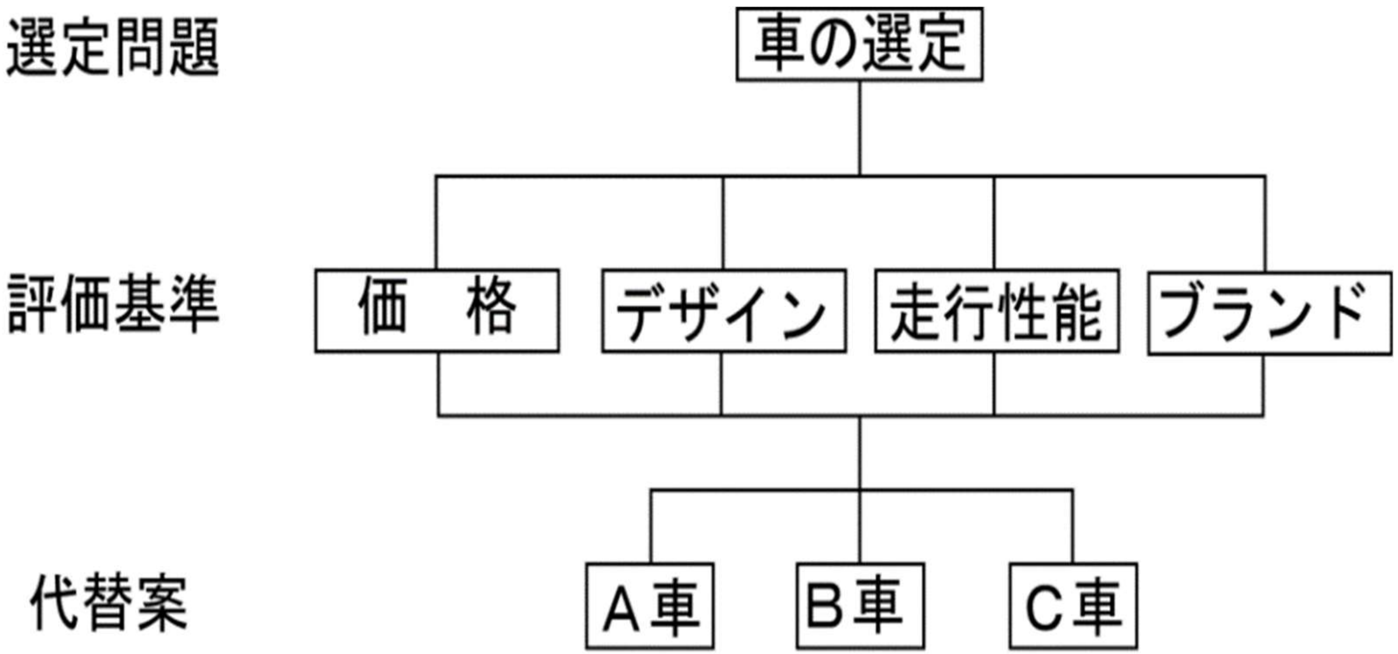
幾何平均は比率の合理的な平均値であり、比率、
指数等の平均においては、算術平均より優れる。

階層化意思決定法 (Analytic Hierarchy Process)

- 複数の選択肢から、最も重要なものの決定
  優劣の順位を決める意思決定法
- 米国のサーティ教授が開発

◇購入する車の選定

評価基準と代替案にレベル分け、階層構造として表現



評価基準、代替案ごとに重要度を示す
ウェイトの設定が必要

◇購入するPCの選定

- 評価基準
  価格、デザイン、性能、ブランド

- 代替案
  A、B、C

1） 評価基準の重要度ウェイトを設定する。
2） 代替案ごとに重要度ウェイトを設定する。
3） ウェイトを基に選定する。

一対比較法

- 多数の対象を、2つずつ一対にして比較する方法
- 食品の味や香水の匂い、車の乗り心地など

例）AとBを比較　Aの方が「やや重要」のとき、
　　Aの評価2点、Bの評価1/2（0.500）点

<点数表>

AとBの比較	点数
AとBが同じ程度	1
Aの方がやや重要	2
Aの方が重要	3
Aの方がかなり重要	4
Aの方が極めて重要	5

（1） 評価基準のウェイトを求める。

①評価基準（価格、デザイン、性能、ブランド）
について、相互比較による一対比較表を作成する。

	価格	性能	デザイン	ブランド
価格	1	1/3	3	5
性能		1	4	5
デザイン			1	3
ブランド				1

②行列の反対側に逆数を入力する。

	価格	性能	デザイン	ブランド
価格	1	1/3	3	5
性能	3	1	4	5
デザイン	1/3	1/4	1	3
ブランド	1/5	1/5	1/3	1

評価基準（価格、デザイン、性能、ブランド）の意思決定に対する影響力を算出する。

③各評価基準の幾何平均を算出する。

	価格	性能	デザイン	ブランド	幾何平均
価格	1	0.333	3	5	1.495
性能	3	1	4	5	2.783
デザイン	0.333	0.250	1	3	0.707
ブランド	0.200	0.200	0.333	1	0.340

$$\sqrt[4]{1 \times 0.333 \times 3 \times 5} = 1.495$$

$$\sqrt[4]{3 \times 1 \times 4 \times 5} = 2.783$$

$$\sqrt[4]{0.333 \times 0.250 \times 1 \times 3} = 0.707$$

$$\sqrt[4]{0.200 \times 0.200 \times 0.333 \times 1} = 0.340$$

幾何平均の比較から性能の影響が最も強い

④各評価基準のウェイトを求める。

	価格	性能	デザイン	ブランド	幾何平均	ウェイト
価格	1	0.333	3	5	1.495	0.281
性能	3	1	4	5	2.783	0.523
デザイン	0.333	0.250	1	3	0.707	0.133
ブランド	0.200	0.200	0.333	1	0.340	0.064
				計	5.325	1.000

$$1.495 \div 5.325 = 0.281$$
$$2.783 \div 5.325 = 0.523$$
$$0.707 \div 5.325 = 0.133$$
$$0.340 \div 5.325 = 0.064$$

ウェイトの比較から性能の影響が最も強い

（2）各評価基準ごとに、PCを相互比較しウェイトを求める。

一対比較表、幾何平均、ウェイトの作成。

価格

	A	B	C	幾何平均	ウェイト
A	1	2	3	1.817	0.528
B	0.500	1	3	1.145	0.332
C	0.333	0.333	1	0.481	0.140
			計	3.443	1.000

性能

	A	B	C	幾何平均	ウェイト
A	1	0.333	0.500	0.550	0.147
B	3	1	5	2.466	0.657
C	2	0.200	1	0.737	0.196

デザイン

	A	B	C	幾何平均	ウェイト
A	1	3	2	1.817	0.540
B	0.333	1	0.500	0.550	0.163
C	0.500	2	1	1.000	0.297
			計	3.367	1.000

ブランド

	A	B	C	幾何平均	ウェイト
A	1	2	2	1.587	0.483
B	0.500	1	3	1.145	0.349
C	0.500	0.333	1	0.550	0.168
			計	3.282	1.000

（3）評価基準のウェイト、各PCのウェイトから各車の総合評価を求める。

<ウェイト>

	評価基準
価格	0.281
性能	0.523
デザイン	0.133
ブランド	0.064

<ウェイト>

	価格	性能	デザイン	ブランド
A	0.528	0.147	0.540	0.483
B	0.332	0.657	0.163	0.349
C	0.140	0.196	0.297	0.168

各PCの総合評価

A：0.528×0.281+0.147×0.523+0.540×0.133+0.483×0.064 ＝ 0.328

B：0.332×0.281+0.657×0.523+0.163×0.133+0.349×0.064 ＝ 0.476

C：0.140×0.281+0.196×0.523+0.297×0.133+0.168×0.064 ＝ 0.192

Bを選択！

階層化意思決定法（AHP）のまとめ

1） 階層構造（評価基準、代替案）の設定。

2） 評価基準相互比較によるウェイトの算出。

3） 評価基準ごとに、代替案相互比較によるウェイトの算出。

4） 評価基準のウェイトと、代替案のウェイトから総合評価を求める。

一対比較法

- 評価したい対象を一対にして比較する。
- 評価の違いを測定できる。
- 厳密な数量化が可能。

比較対象数が多くなると、比較の組み合せも多くなる。

比較対象数

比較対象数	
3	${}_3C_2$ = 3通り（AとB, AとC, BとC）
5	${}_5C_2$ = 10通り
10	${}_{10}C_2$ = 45通り

31

まとめ

- 統計的意思決定法
  期待値（期待利得：利得×確率）
- 平均
  幾何平均（比率の平均）
- 階層化意思決定法（AHP）
  評価基準のウェイト×代替案のウェイト

アンケートのお願い・ご質問

6月23日 ビジネスパーソン必須の統計的思考法 -1

今後の参考にさせていただくため、ぜひともアンケートにご協力をお願いします。

・無記名

・所要時間目安: １～３分

アンケートURL

https://sas.qualtrics.com/jfe/form/SV_b3jMukcnlbwlxqS

・お客様講演会のアーカイブは、2021年6月28日～2022年3月31日迄視聴できます。

・本日の内容に関するご質問は、以下宛にご連絡ください。

que@datascience.co.jp

ご視聴ありがとうございました。