１．意思決定とは【第１回】

意思決定の定義

目標とする結果を得るために、与えられた環境の中で、制御できる代替案（選択肢）の中から、最も望ましいものを選択すること

意思決定の４つの要素

目標　　　金銭的、精神的利益を最大にすること

代替案　　自分で選べる選択肢

評価項目　代替案を評価する項目

環境　　　目標達成に影響する制御できない原因

1. 代替案の評価手順

１）代替案と評価項目の選定

２）評価項目の測定尺度の決定と評価項目ごとの代替案の評価

３）評価項目の重要性の決定

４）最善案の選定

2. 代替案の評価手法（分析初期段階の定性的手法）

代替案と評価項目の選定

目標：最良のコンピュータシステムの導入を考える。

代替案：システム A（業者発注），システム B（汎用購入），システム C（自社開発）

評価項目：ニーズ，開発費，運用費，技術力

評価項目の測定尺度の決定（例 スコアリング法）

各評価項目で代替案はどんな値になるのか考え、代替案評価表をつくる。

代替案評価表

評価項目	システムＡ	システムＢ	システムＣ
ニーズ	75%	50%	90%
開発費	1000 万円	500 万円	700 万円
運用費	300 万円／年	200 万円／年	100 万円／年
技術力	85%	95%	75%

このままでは各評価項目の単位がバラバラで総合評価が与えられない。

得点換算表

得点	1	2	3	4	5
ニーズ（%）	20〜	30〜	50〜	70〜	90〜
開発費（万円）	1200〜	1000〜	800〜	600〜	400〜
運用費（万円）	600〜	500〜	400〜	300〜	200〜
技術力（%）	50〜	60〜	70〜	80〜	90〜

評価項目ごとの代替案の評価

評価項目	システムＡ	システムＢ	システムＣ
ニーズ	4	3	5
開発費	2	4	3
運用費	4	5	5
技術力	4	5	3

評価項目の重要性の決定

例　一対比較法（強制決定法）

情報システムの開発でシステムＡ，Ｂ，Ｃの３つの候補（代替案）がある。

どれが良いか決めるために、（会社の）ニーズ、開発費、運用費、技術力を評価項目とし、各項目に重み付けを行う。（評価項目を１対ずつどちらが重要か決めて行く。）

得点表と重み係数をまとめて書いて

評価項目	重み係数	システムＡ	システムＢ	システムＣ
ニーズ	3/6	4	3	5
開発費	1/6	2	4	3
運用費	2/6	4	5	5
技術力	0	4	5	3

最善案の選定

重み付き得点表（重み係数は１対比較法から）

評価項目	システムＡ	システムＢ	システムＣ
ニーズ	12/6	9/6	15/6
開発費	2/6	4/6	3/6
運用費	8/6	10/6	10/6
技術力	0	0	0
合計	22/6	23/6	28/6

以上より、システムＣを選択する。

問題１

４つのシステムから最善案を選ぶ問題で、評価項目ごとに以下のような重み係数と得点を得た。重み付き得点表を完成させ、最善案を求めよ。

	重み係数	システムＡ	システムＢ	システムＣ	システムＤ
費用	0.3	2	3	5	4
開発期間	0.2	5	3	4	2
操作性	0.4	3	4	3	4
先進性	0.1	1	4	5	2

解答　重み付き得点表

	システムＡ	システムＢ	システムＣ	システムＤ
費用				
開発期間				
操作性				
先進性				
計				

最善案［　　　　　　　　　　　　］

問題２

カニを専門店で買うかネットで買うかという問題で、重み係数と得点から重み付き得点表を求め最善案を得る方法を図で表したい。

１）重み付き得点表を作り、図の空欄を重み係数と得点で埋めよ。

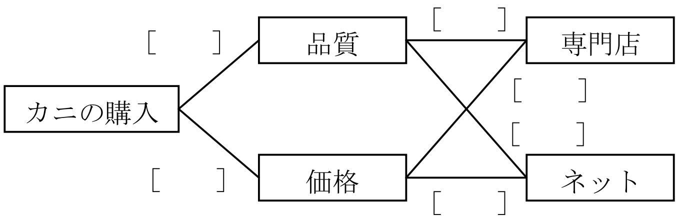
	重み係数	専門店	ネット
品質	0.7	5	3
価格	0.3	4	5

重み付き得点表

	専門店	ネット
品質		
価格		
合計		

最善案［　　　　　　］

上の表を以下のような図で表現することもある。



２）専門店とネットの評価は図ではどう計算されるか。

専門店＝

ネット＝

これまでは評価項目の重要性（重み係数）と各評価項目から見た代替案の重要性（評価）の値は違った方法で算出された。これを尺度を持った一対比較法で統一的に評価する方法が次章の AHP と呼ばれる手法である。

２． ＡＨＰ（Analytic Hierarchy Process：階層分析法）【第２回】

2.1 ＡＨＰとは

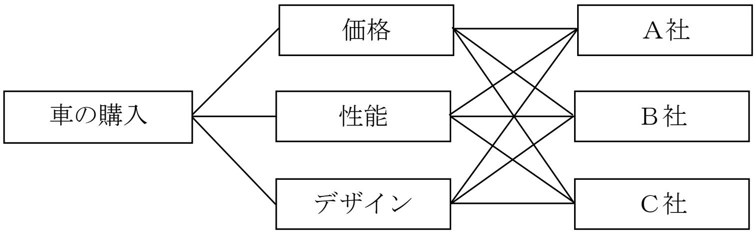
ある意思決定問題に対して、評価項目をもとに代替案（選択肢）から（尺度を持った）１対比較法によって、最適なものを選出する手法である。

例

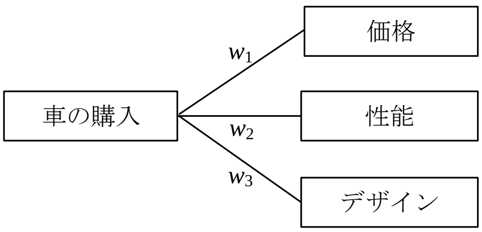
ある会社が車を購入することにした。価格・性能・スタイルの観点を総合して、Ａ社・Ｂ社・Ｃ社のどれを選ぶか決定したい。

手順

１）問題の構造を決める。



２）問題（車の購入）の観点から各評価項目に対して重要度 w_i を計算する



9：横は縦より著しく優れている
7：横は縦より相当優れている
5：横は縦より優れている
3：横は縦より少し優れている
1：横と縦は同等
1/3：横は縦より少し劣っている
1/5：横は縦より劣っている
1/7：横は縦より相当劣っている
1/9：横は縦より著しく優れている

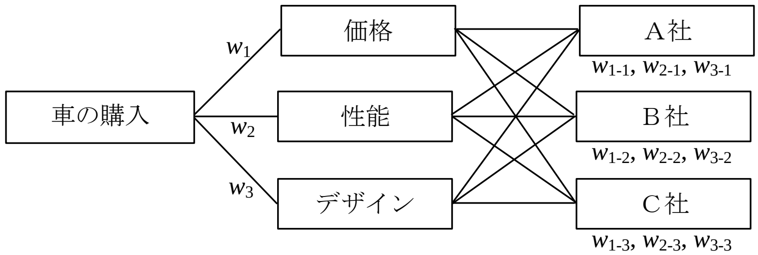
各評価項目に対して一対比較行列をつくる。

$$\mathbf{A} = \begin{pmatrix} 1 & a_{12} & a_{13} \\ 1/a_{12} & 1 & a_{23} \\ 1/a_{13} & 1/a_{23} & 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & 5 & 3 \\ 1/5 & 1 & 1/3 \\ 1/3 & 3 & 1 \end{pmatrix}$$

この行列から各評価項目に対して重要度が計算できる。

一対比較行列の整合性を見るために、整合度 C.I.（Consistency Index）が導入されている。（0.1<C.I.≦0.2：要注意，0.2<C.I.：不整合）

３）上と同様にして各評価項目の観点から代替案（Ａ社、Ｂ社、Ｃ社）を評価し、重要度を決定する。



ここに w_{i-j} の記号は、評価項目 i から見た代替案 j の重要度である。

$$w_1 + w_2 + w_3 = 1,$$
$$w_{i-1} + w_{i-2} + w_{i-3} = 1 \quad (i = 1, 2, 3)$$

４）問題の観点から、上の構造図をもとに各代替案に対して最終的な評価 v_j を求める。

$$v_j = w_1 \cdot w_{1-j} + w_2 \cdot w_{2-j} + w_3 \cdot w_{3-j} \quad (j = 1, 2, 3)$$

これは評価項目が階層的な構造になっている場合にも適用できる。

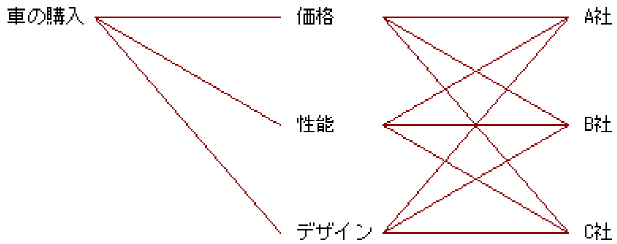
2.2 ＡＨＰの具体的な計算

上の例題で問題を構造化し、与えられた一対比較行列から各要素の重要度と一対比較の整合度 C.I.（Consistency Index）を求めよ。（整合度の値が 0.1 より大きい場合、再度一対比較行列から検討する）

構造化行列

	価格	性能	デザイン	A 社	B 社	C 社
車の購入	1	1	1			
価格				1	1	1
性能				1	1	1
デザイン				1	1	1

構造図



評価項目　　　　代替案（選択肢）

一対比較表と重要度

車の購入	価格	性能	デザイン	重要度
価格	1	5	3	
性能	1/5	1	1/3	
デザイン	1/3	3	1	

整合度 C. I. ［　　　　　　］

価格を基準	A社	B社	C社	重要度
A社	1	3	7	
B社	1/3	1	3	
C社	1/7	1/3	1	

整合度 C. I. ［　　　　　　］

性能を基準	A社	B社	C社	重要度
A社	1	1/3	1/5	
B社	3	1	1/3	
C社	5	3	1	

整合度 C. I. ［　　　　　　］

デザインを基準	A社	B社	C社	重要度
A社	1	1	1/3	
B社	1	1	1/3	
C社	3	3	1	

整合度 C. I. ［　　　　　　］

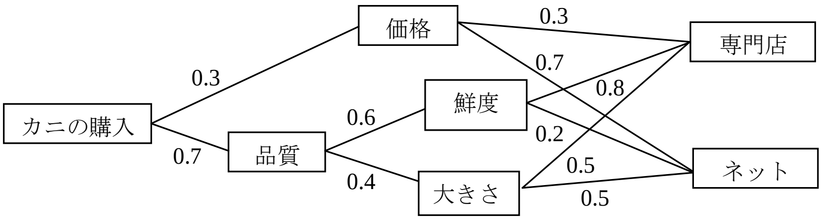
最終的な重要度

	A社	B社	C社
重要度			

どの会社を選択するか［　　　　　　］

問題１【第３回】

以下の構造図のような AHP モデルで、各線に１つ上の階層から見た下の階層の重要度が示してある。代替案の最終的な評価はどうなるか。



専門店＝［　　　　　　　　　］

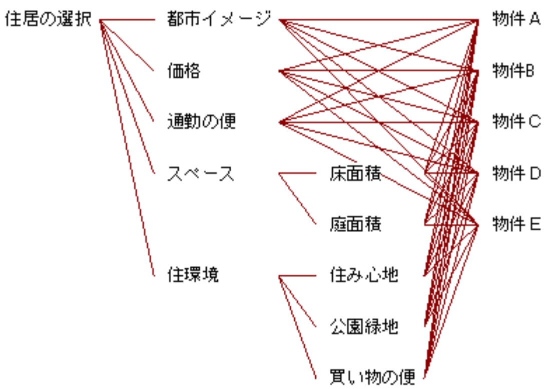
ネット＝［　　　　　　　　　］

［専門店・ネット］で購入する

問題２

Samples¥AHP2Error.txt のデータ（最初のページだけデータが欠落している）をもとに以下の問いに答えよ。

１）１ページ目のデータを完成させて以下の構造図を描け。



２）住居の選択の一対比較表において各評価項目の重要度を示せ。

	都市イメージ	価格	通勤の便	住環境	スペース
重要度					

最も重要と考えているのは［　　　　　　　　　　］である。

３）上の場合の整合度 C.I.の値はいくらか。［　　　　　　　　］

これは整合性があると言えるか。［いえる・いえない］

４）住環境からみた次階層の評価項目の重要度を示せ。

	住み心地	公園緑地	買い物の便
重要度			

最も重要と考えているのは［　　　　　　　　　　］である。

５）上の場合の整合度 C.I.の値はいくらか。［　　　　　　　　］

これは整合性があると言えるか。［いえる・いえない］

６）各代替案の最終的な評価はいくらか。

	物件Ａ	物件Ｂ	物件Ｃ	物件Ｄ	物件Ｅ
重要度					

最も評価の高い物件は［　　　　　　　　　］である。

2.3　一対比較表の設定法のあまり間違わない方法【第４回】

１）最初に比較するものの重要性の順序をきめる。(同順位あり)

　　例えば、１．価格，２．デザイン，３．性能

２）順序の隣り合ったものの重要性の違いを等号か不等号で表す。

　　＝ほぼ等しい，＞少し重要，＞＞重要　　(不等号２つ位が無難)

　　例えば　価格＞デザイン＞性能

３）一対比較表の左から見て所定のところに、間にはさむ不等号の数で数値を入れる。

　　基準　なし→１，不等号１つ→３，不等号２つ→５，不等号３つ→７　等

車の購入	価格	性能	デザイン
価格		5	3
性能			
デザイン		3	

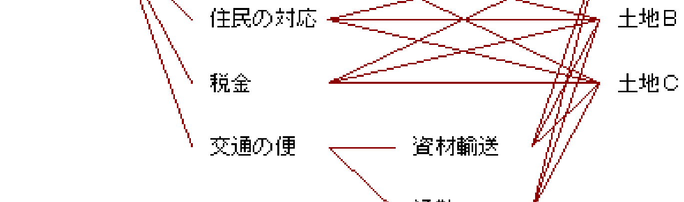
４）一対比較表作成で間の空欄を埋める。

車の購入	価格	性能	デザイン
価格	1	5	3
性能	1／5	1	1／3
デザイン	1／3	3	1

問題３

　会社で新しい工場を建設する予定地を探しており、土地 A，土地 B，土地 C の３つの候補地が考えられている。これらの土地を検討する基準として、価格、住民の対応、税金、交通の便の４つが考えられているが、交通の便は、資材輸送と通勤の２つに分けられる。それぞれの検討項目に対して、各判定基準と土地の優位性は表の上に与えられているものとする。以下の問いに答えよ。

１）構造図が以下となるようにデータを設定せよ。



２）一対比較を作成し、重要性を見ながら値を設定せよ。

工場の建設に対して（価格>税金=交通の便>住民の対応）

	価格	住民の対応	税金	交通の便	整合度 C.I.
重要度					

交通の便に対して（資材輸送>>通勤）

	資材輸送	通勤	整合度 C.I.
重要度			

価格に対して（A>>B＝C）

	土地 A	土地 B	土地 C	整合度 C.I.
重要度				

住民の対応に対して（B>C>A）

	土地 A	土地 B	土地 C	整合度 C.I.
重要度				

税金に対して（C>A>B）

	土地 A	土地 B	土地 C	整合度 C.I.
重要度				

資材輸送に対して（C=B>>A）

	土地 A	土地 B	土地 C	整合度 C.I.
重要度				

通勤に対して（B>C>>A）

	土地 A	土地 B	土地 C	整合度 C.I.
重要度				

３）以上の評価を総合した最終評価を求めよ。

	土地 A	土地 B	土地 C
重要度			

最良候補地［　　　　　　　　］

一対比較表の設定法のあまり間違わない方法　その２【第５回】

１）最初に比較するものの重要性の順序をきめる。（同順位あり）

例えば、１．価格，２．デザイン，３．性能

２）順序の隣り合ったものの重要性の違いを等号が不等号で表す。

＝ほぼ等しい，＞少し重要，＞＞重要　（不等号２つ位が無難）

例えば　価格＞デザイン＞性能

３）一対比較表の左から見て所定のところに、間にはさむ不等号の数で数値を入れる。

例えば、なし：１，不等号１つ：３，不等号２つ：５，不等号３つ：７　等

車の購入	価格	性能	デザイン
価格		5	3
性能			
デザイン		3	

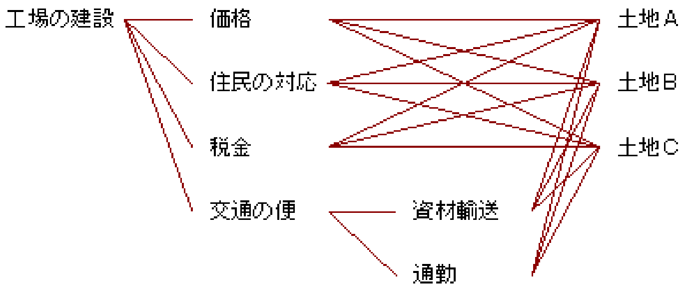
４）一対比較表作成で間の空欄を埋める。

車の購入	価格	性能	デザイン
価格	1	5	3
性能	１／5	1	１／3
デザイン	１／3	3	1

問題４

会社で新しい工場を建設する予定地を探しており、土地 A，土地 B，土地 C の３つの候補地が考えられている。これらの土地を検討する基準として、価格、住民の対応、税金、交通の便の４つが考えられているが、交通の便は、資材輸送と通勤の２つに分けられる。それぞれの検討項目に対して、各判定基準と土地の優位性は表の上に与えられているものとする。以下の問いに答えよ。

１）構造図が以下となるようにデータを設定せよ。



２）一対比較を作成し、重要性を見ながら値を設定せよ。

工場の建設に対して（価格=税金>交通の便>住民の対応）

	価格	住民の対応	税金	交通の便	整合度 C.I.
重要度					

交通の便に対して（資材輸送>通勤）

	資材輸送	通勤	整合度 C.I.
重要度			

価格に対して（B>A＝C）

	土地 A	土地 B	土地 C	整合度 C.I.
重要度				

住民の対応に対して（B>A>C）

	土地 A	土地 B	土地 C	整合度 C.I.
重要度				

税金に対して（A>B=C）

	土地 A	土地 B	土地 C	整合度 C.I.
重要度				

資材輸送に対して（B=A>>C）

	土地 A	土地 B	土地 C	整合度 C.I.
重要度				

通勤に対して（B>>A>C）

	土地 A	土地 B	土地 C	整合度 C.I.
重要度				

３）以上の評価を総合した最終評価を求めよ。

	土地 A	土地 B	土地 C
重要度			

最良候補地［　　　　　　　　］

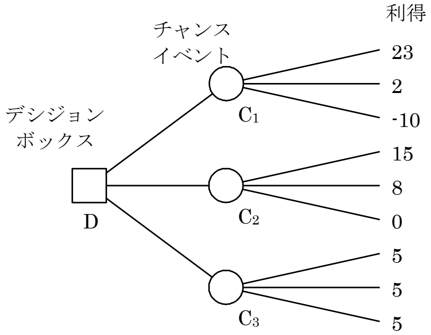
３．デシジョンツリー（不確実状況下の意思決定）【第６回】

3.1 利得行列とデシジョンツリー

利得行列

	好況(0.2)	平時(0.5)	不況(0.3)
投機株(C_1)	23	2	-10
優良株(C_2)	15	8	0
債権(C_3)	5	5	5

( ) 内は主観確率



デシジョンツリー

１）どの選択肢を選ぶべきか。

期待値を用いる。

投機株　$E(X)=0.2\times 23+0.5\times 2+0.3\times(-10)=2.6$

優良株　$E(X)=0.2\times 15+0.5\times 8+0.3\times 0=7$

債権　$E(X)=0.2\times 5+0.5\times 5+0.3\times 5=5$

優良株が最適である。

２）指定した確率は正しいか。

このような問題で正しい確率は求めにくく、意思決定者が事前に考える確率を用いる。これを主観確率という。

3.2 主観確率の決定法（補足）

意思決定者が当該事象に全く情報を持たない場合

離散的な場合　　　同確率

連続の場合　　　一様分布

意思決定者が事前に何らかの情報を持つ場合

直接確率割付法（主に離散的な場合）

事象を２つずつに分け、出現確率を求めてゆく。

平時以上　0.7　　　不況　0.3

平時以上の中で、好況　0.3,　　平時　0.7

以上より

好況　0.7×0.3=0.21,　平時　0.7×0.7=0.49,　不況　0.3

一度に確率を割り当てるより、順を追って割り当てて行くほうが確実

3.3 多段階決定問題

以下の状況を考える。

１．A 社は新製品 G を B 社に納入したい。

２．成功した場合の報酬は 1000 万円、失敗した場合の違約金は 300 万円である。

３．A 社は 2 つの開発法 C1 と C2 を持っており、最初にどちらか選べる。

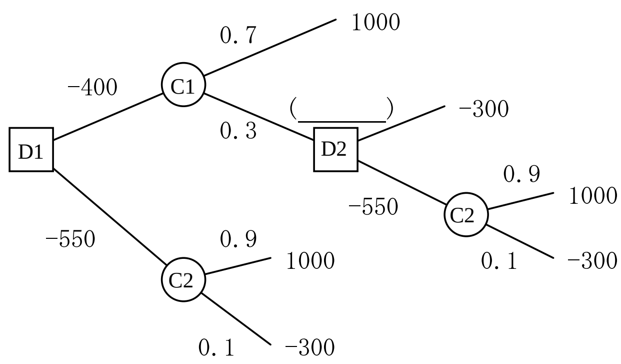
４．C1 には開発費 400 万円、C2 には開発費 550 万円がかかる。

５．C1 で成功する確率は 0.7、失敗する確率は 0.3 である。

６．C1 で失敗した場合、違約金を払うか、もう一度 C2 で挑戦が可能である。

７．C2 で成功する確率は 0.9、失敗する確率は 0.1 である。

８．C2 で失敗した場合、違約金を払って開発を打ち切るしかない。



D2 において

中止を選べば、−300

C2 で再挑戦すれば、0.9×1000+0.1×(−300)−550 ＝ 320　　こちらを選択

後者（最良期待値）を選択　→　デシジョンツリーに書き込む

D1 において

C1 を選べば、0.7×1000+0.3×320−400 ＝ 396　　こちらを選択

C2 を選べば、0.9×1000+0.1×(−300)−550 ＝ 320

最初に C1 を選び、失敗したら C2 で再挑戦するのが良い。

最適性原理

前の決定が何であろうとそれ以降の決定は最適なものを選ばなければならない。

問題１

以下の状況説明を読んで問いに答えよ。

１．A 社は新製品 G を B 社に納入したい。

２．成功した場合の報酬は 2000 万円、失敗した場合の違約金は 500 万円である。

３．A 社は 2 つの開発法 C1 と C2 を持っており、最初にどちらか選べる。

４．C1 には開発費 300 万円、C2 には開発費 600 万円がかかる。

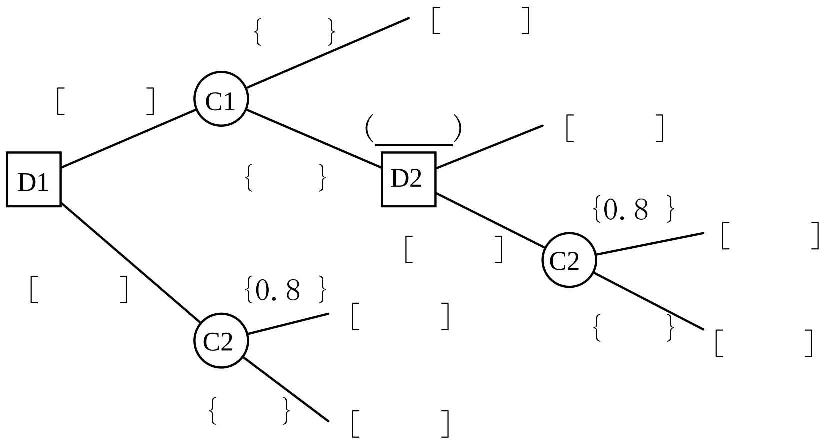
５．C1 で成功する確率は 0.6、失敗する確率は 0.4 である。

６．C1 で失敗した場合、違約金を払うか、もう一度 C2 で挑戦が可能である。

７．C2 で成功する確率は 0.8、失敗する確率は 0.2 である。

８．C2 で失敗した場合、違約金を払って開発を打ち切るしかない。

１）デシジョンツリーを完成させよ。但し、[ ] は金額、{ }は確率である。



２）一度失敗した場合（D2）の利益の期待値はどうなるか。そのときどちらを選ぶか。

やめる [ ] 万円

C2 で再挑戦 [ ] 万円

[やめる ・ C2 で再挑戦] を選択する。

３）最初の段階（D1）での利益の期待値はどうなるか。そのときどちらを選ぶか。

C1 を選択 [ ] 万円

C2 を選択 [ ] 万円

[C1 ・ C2] を選択する。

問題２【第７回】

１．ある会社で新製品を開発しようとしている（D1)。

２．最初の方法には C1（研究開発費 2,000 万円）と C2（研究開発費 3,000 万円）の方法がある。

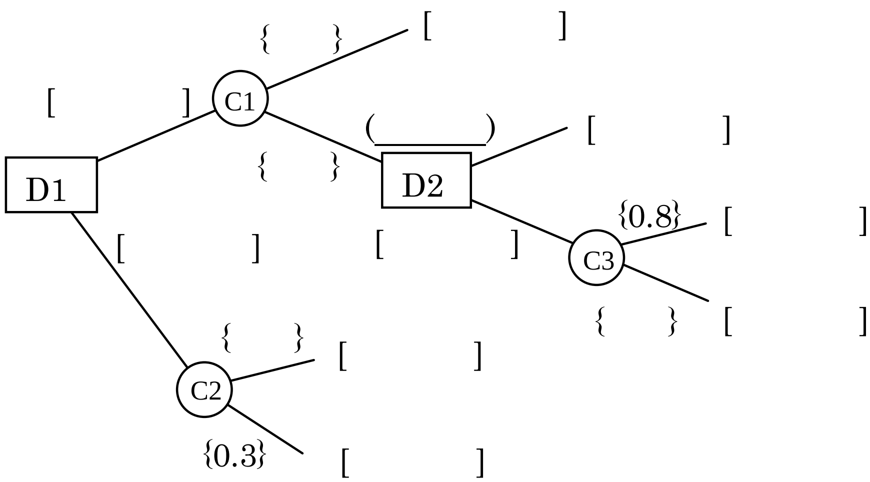
３．C1 では、うまく行く確率 0.6 で利益が 4,000 万円である。うまく行かない場合には研究を中止することも再挑戦することもできる（D2)。研究を中止する場合の利益は無くなる。

４．C2 では、うまく行く確率は 0.7 で利益はノウハウの蓄積も合わせて 6,000 万円となる。うまく行かない場合、利益は無くなり研究を中止する。

５．C1 の後に再挑戦で C3（研究開発費 2,000 万円）を選択するとうまく行く確率を 0.8 にでき、利益は 4,000 万円となる。うまく行かない場合、利益は無くなり研究を中止する。

以下の問いに答えよ。

１）空欄を埋めてデシジョンツリーを完成させよ。但し、[　] は金額、{　}は確率である。



２）一度失敗した場合（D2）の利益の期待値はどうなるか。そのときどちらを選ぶか。

やめる　[　　　　　　]万円

再挑戦　[　　　　　　]万円

［やめる・再挑戦］を選択する。

３）最初の段階（D1）での利益の期待値はどうなるか。そのときどちらを選ぶか。

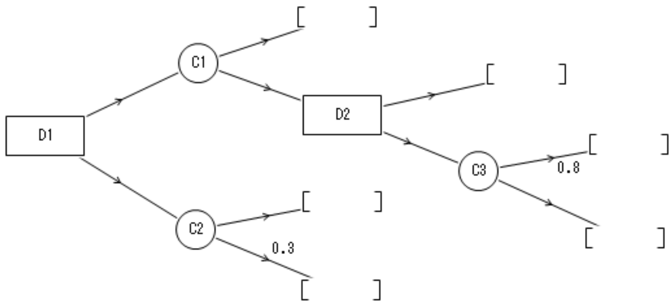
C1 を選択　［　　　　　］万円

C2 を選択　［　　　　　］万円

［ C1 ・ C2 ］を選択する。

問題３　パソコンを使って問題を解く（問題２と同じ）

１）パソコンを使って以下のデシジョンツリーを作り、ボックスとラインをクリックしてデータを完成させよ。但し、□から出る線には金額、○から出る線には確率を入れる。



２）一度失敗した場合（D2）の利益の期待値はどうなるか。そのときどちらを選ぶか。

やめる　［　　　　　］万円

再挑戦　［　　　　　］万円　　　　［やめる・再挑戦］を選択する。

３）最初の段階（D1）での利益の期待値はどうなるか。そのときどちらを選ぶか。

C1 を選択　［　　　　　］万円

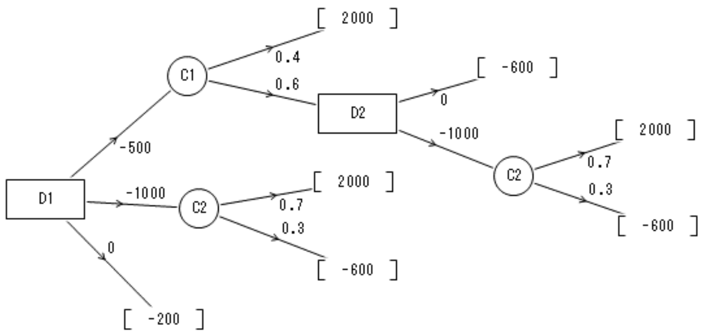
C2 を選択　［　　　　　］万円　　　　［ C1 ・ C2 ］を選択する。

演習１　（第８回の前半を利用する）

以下の状況説明を読んで問いに答えよ。

１．A 社に B 社から機械の納入の相談があった。
２．成功した場合の報酬は 2000 万円、失敗した場合の違約金は 600 万円である。
３．A 社は 2 つの開発法 C1 と C2 を持っており、最初にどちらか選べるし、受注しないこともできる（D1）。
４．受注しない場合、信用の損失で 200 万円のダメージとなる。
５．C1 には開発費 500 万円、C2 には開発費 1000 万円がかかる。
６．C1 で成功する確率は 0.4、失敗する確率は 0.6 である。
７．C1 で失敗した場合、違約金を払って中止するか、もう一度 C2 で挑戦が可能である（D2）。
８．C2 で成功する確率は 0.7、失敗する確率は 0.3 である。
９．C2 で失敗した場合、違約金を払って開発を打ち切るしかない。

上の問題から以下のようなデシジョンツリーを作った。以下の問いに答えよ。



１）C1 で一度失敗した場合の意思決定（D2）の利益の期待値はどうなるか。そのときどちらを選ぶか。

やめる　　　［　　　　　　］万円

C2 で再挑戦　［　　　　　　］万円　　［ やめる ・ 再挑戦 ］を選択する。

２）最初の段階（D1）での利益の期待値はどうなるか。そのときどちらを選ぶか。

C1 を選択　［　　　　　　］万円

C2 を選択　［　　　　　　］万円

受注しない　［　　　　　　］万円　　［ C1 ・ C2 ・ 受注しない ］を選択する。

４．ゲーム理論（意思ある相手を対象とする意思決定）【第８回】

ゲーム理論の取り扱う問題

意思決定主体が自らの利益の最大化をはかって行動し、結果が相手の行動に依存する問題

- ゲーム
  - 零和ゲーム
  - 非零和ゲーム
    - 協力ゲーム
    - 非協力ゲーム

4.1　純粋戦略零和２人ゲーム

例

純粋戦略（純戦略）ゲームとは１回の打ち手で勝負を決めるゲームのこと

ゲームの利得行列（プレーヤー１の利得で表す）

プレイヤー２

$$
\text{プレイヤー１}\quad
\begin{array}{c}
\\ 1 \\ 2 \\ 3
\end{array}
\begin{array}{c}
\begin{array}{cccc} 1 & 2 & 3 & 4 \end{array} \\
\begin{pmatrix} 4 & 3 & 3 & 2 \\ 3 & 1 & -3 & -2 \\ 0 & -2 & 4 & -1 \end{pmatrix}
\end{array}
$$

解法

プレイヤー２の各戦略に対して最善（最大）の戦略に○を付けよう。

プレイヤー１の各戦略に対して最善（最小）の戦略に△を付けよう。

○と△が重なるところがあれば、均衡解が存在するといい、その成分の値をゲームの値と呼ぶ。同じ値の均衡解が複数ある場合もある。

純粋戦略均衡解［あり・なし］　　戦略［　　,　　］　　ゲームの値［　　　］

均衡解が存在しない場合

プレイヤー２

$$
\text{プレイヤー１}\quad
\begin{array}{c}
\\ 1 \\ 2 \\ 3
\end{array}
\begin{array}{c}
\begin{array}{ccc} 1 & 2 & 3 \end{array} \\
\begin{pmatrix} 5 & 2 & -2 \\ 2 & 1 & 3 \\ -1 & 3 & 6 \end{pmatrix}
\end{array}
$$

純粋戦略均衡解［あり・なし］　　戦略［　　,　　］　　ゲームの値［　　　］

問題１

利得行列が以下のように与えられる純粋戦略零和２人ゲームの解を求めよ。

プレイヤー１の利得行列

$$\begin{array}{cc} & \text{プレイヤー２} \\ \text{プレイヤー１} & \begin{pmatrix} 3 & 4 \\ 2 & 1 \end{pmatrix} \end{array}$$

純粋戦略均衡解［あり・なし］　　戦略［　　,　　］　　ゲームの値［　　　］

問題２

利得行列が以下のように与えられる純粋戦略零和２人ゲームの解を求めよ。

プレイヤー１の利得行列

$$\begin{array}{cc} & \text{プレイヤー２} \\ \text{プレイヤー１} & \begin{pmatrix} 4 & 2 & 3 \\ 3 & 7 & 6 \\ 5 & 3 & 2 \end{pmatrix} \end{array}$$

純粋戦略均衡解［あり・なし］　　戦略［　　,　　］　　ゲームの値［　　　］

問題３

利得行列が以下のように与えられる純粋戦略零和２人ゲームの解を求めよ。

プレイヤー１の利得行列

$$\begin{array}{cc} & \text{プレイヤー２} \\ \text{プレイヤー１} & \begin{pmatrix} 3 & -1 & 2 & 1 \\ 2 & -2 & -3 & -2 \\ -1 & -3 & 4 & 2 \end{pmatrix} \end{array}$$

純粋戦略均衡解［あり・なし］　　戦略［　　,　　］　　ゲームの値［　　　］

注）均衡解とは相手が戦略を変えなければ、自分が戦略を変える動機を持たない（戦略を変えても得をしない）解のことをいう。

プレイヤー１とプレイヤー２の利得行列が異なる非ゼロ和非協力ゲームも、純粋戦略問題は同様の方法で簡単に答えを求めることができる。

4.2 混合戦略零和２人ゲーム【第９回】

例　プレイヤー１の利得行列

$$\begin{array}{cc} & \text{プレイヤー２} \\ \text{プレイヤー１} & \begin{pmatrix} 5 & 1 \\ 2 & 3 \end{pmatrix} \end{array}$$

純粋戦略均衡解［あり・なし］　　戦略［　　,　　］　　ゲームの値［　　　］

純粋問題としての均衡解は存在しないが、戦略の選択に確率の概念を導入すると均衡解が得られることが知られている。即ち、２人のプレイヤーがそれぞれの確率で手を打ち続けるとそれが２人にとって最良となる。（１回限りの勝負ではない）

線形計画法によって確率的な解が求められる。

プレイヤー１：確率 p_1 で戦略１、確率 p_2 で戦略２を選択するとする。

プレイヤー２が戦略１のとき

プレイヤー１の利得の期待値　$5p_1 + 2p_2$

プレイヤー２が戦略２のとき

プレイヤー１の利得の期待値　$p_1 + 3p_2$

これらがある数 u より大きいとして、u を最大化する。　　線形計画法

目的関数

$z = u$　最大化

制約式

$$5p_1 + 2p_2 - u \geq 0$$

$$p_1 + 3p_2 - u \geq 0$$

$$p_1 + p_2 = 1$$

$$p_1, p_2 \geq 0$$

解答

プレイヤー１（プレイヤー１の利得は目的関数値）

利得	p1	p2

プレイヤー２（双対価格のところを見る。）

損失	q1	q2

問題１

プレイヤー１の利得行列が以下のように与えられる零和２人ゲームの解を求めよ。

プレイヤー２

プレイヤー１ $\begin{pmatrix} 2 & 1 \\ 1 & 2 \end{pmatrix}$

解答

純粋戦略

純粋戦略均衡解［あり・なし］　戦略［　,　］　ゲームの値［　］

混合戦略の場合は以下を求めよ。

目的関数

制約式（相手の戦略によらず一定の利得 u は確保）

プレイヤー１

利得	p1	p2

プレイヤー２

損失	q1	q2

問題２【第 10 回】

プレイヤー１の利得行列が以下のように与えられる零和２人ゲームの純粋戦略解を求めよ。

$$\begin{array}{cc} & \text{プレイヤー２} \\ \text{プレイヤー１} & \begin{pmatrix} 2 & 4 \\ 3 & 5 \end{pmatrix} \end{array}$$

純粋戦略均衡解［あり・なし］　　戦略［　　,　　］　　ゲームの値［　　　］

問題３

プレイヤー１の利得行列が以下のように与えられる零和２人ゲームの混合戦略解を求めよ。

$$\begin{array}{cc} & \text{プレイヤー２} \\ \text{プレイヤー１} & \begin{pmatrix} 2 & 4 \\ 3 & 1 \end{pmatrix} \end{array}$$

線形計画問題（プレイヤー１）

目的関数

制約式

３）線形計画法の解

プレイヤー１

利得	p1	p2

プレイヤー２（双対価格・利得と損失は目的関数値に同じ）

損失	q1	q2

問題４

プレイヤー１の利得行列が以下のように与えられる零和２人ゲームの解を求めよ。

$$
\begin{array}{cc}
 & \text{プレイヤー２} \\
\text{プレイヤー１} & \begin{pmatrix} 5 & 2 & -2 \\ 2 & 1 & 3 \\ -1 & 3 & 6 \end{pmatrix}
\end{array}
$$

純粋戦略

純粋戦略均衡解［あり・なし］　戦略［　　，　　］　ゲームの値［　　　］

混合戦略の場合は以下を求めよ。

２）線形計画問題（プレイヤー１）

目的関数

制約式

３）線形計画法の解

プレイヤー１

利得	p1	p2	p3

プレイヤー２（双対価格・利得と損失は目的関数値に同じ）

損失	q1	q2	q3

ちょっと演習（次回の予告）

問題２，問題３，問題４について、ナッシュ均衡ツールを使って解いてみよう。

4.3　非協力非ゼロ和２人ゲーム【第 11 回】

純粋戦略問題

１）囚人のジレンマ

懲役：容疑者１が左、２が右（損失行列）

	自白	黙秘
自白	5 , 5	0 ,10
黙秘	10 , 0	2 , 2

１）ナッシュ均衡はどうなるか。

容疑者１　［自白・黙秘］　懲役［　　］年

容疑者２　［自白・黙秘］　懲役［　　］年

２）ナッシュ均衡解が最適解でないことを確認せよ。

２）両性の闘い

男性と女性のデートの場所問題（利得行列）

男＼女	野球	映画
野球	3, 2	1 ,1
映画	1 , 1	2 , 3

１）ナッシュ均衡解が２つあることを確認せよ。

２）女性が先に映画と場所を言った場合のナッシュ均衡はどうなるか。

男性　［野球・映画］　利得［　　］

女性　［野球・映画］　利得［　　］

この問題は製品規格の統一の駆け引きにも使われる。

３）チキンゲーム

企業の出店と辞退の問題（利得行列）

企業１＼企業２	出店	辞退
出店	-3, -3	5 , 0
辞退	0 , 5	0 , 0

１）ナッシュ均衡解が２つあることを確認せよ。

２）企業１が出店を先に決めた場合のナッシュ均衡はどうなるか。

企業１　［出店・辞退］　利得［　　］

企業２　［出店・辞退］　利得［　　］

混合戦略問題

１）モラルハザード

業者のモラルと消費者の調査（利得行列）

消費者＼業者	高品質	低品質
調べる	3 , 3	2 , 0
調べない	5 , 3	1 , 5

１）純粋戦略解がないことを確認せよ。

２）混合戦略解の確率を求めよ。

消費者（プレイヤー１の利得は目的関数値）

利得	調べる	調べない

業者

利得	高品質	低品質

２）一般的な問題

利得行列

	戦略１	戦略２	戦略３
戦略１	5 , 1	2 , 3	-2 , 1
戦略２	2 , 1	1 , 1	3 , 3
戦略３	-1 , 4	3 , 2	6 , 1

１）純粋戦略解がないことを確認せよ。

２）プレイヤー１とプレイヤー２の利得合計が最も大きい混合戦略解はどんな解か？

プレイヤー１

利得	p1	p2	p3

プレイヤー２

利得	q1	q2	q3

５．効用理論【第 12 回】

5.1 期待値と期待効用

２つのくじがあります。あなたはどちらを選びますか。

くじ１

当選金額	10000	1000	0
確率	0.01	0.25	0.74
効用	1	0.05	0

くじ２

当選金額	1000	0
確率	0.4	0.6
効用	0.05	0

期待値

くじ１：$E(X) = 0.01 \times 10000 + 0.25 \times 1000 + 0.74 \times 0 = 350$

くじ２：$E(X) = 0.4 \times 1000 + 0.6 \times 0 = 400$　　　　くじ１＜くじ２

果たしてこれで良いのだろうか。各人のくじへの思い入れは違うはず。

この問題を解決するために導入された概念が効用である。

効用とは実際の価格や価値とは異なる、意思決定者の満足度である。

期待効用

くじ１：$E(u(X)) = 0.01 \times 1 + 0.25 \times 0.05 = 0.01 + 0.0175 = 0.0225$

くじ２：$E(u(X)) = 0.4 \times 0.05 = 0.02$　　　　くじ１＞くじ２

5.2 効用関数

ある金額xに対する効用関数 $u(x)$ を考える。上の例の場合、

$$u(10000) = 1,\ u(1000) = 0.05,\ u(0) = 0$$

効用関数は以下の性質を持つものと考える。

$u(x)$：$0 \le u(x) \le 1$　単調増加（同じところがあっても右上がり）

最小値x_0円（0 円）のとき$u(x_0) = 0$

最大値x_1円（10000 円）のとき$u(x_1) = 1$　　単調増加（右肩上がり）

どのようにして効用関数を決めるか。

１）x_0円とx_1円が確率$1/2$で当たる場合、これと同等な確実にもらえるお金（確実同値額）はいくらか。→　$x_{0.5}$円

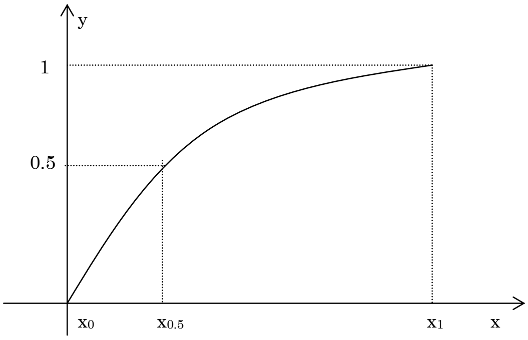
$$u(x_{0.5}) = 0.5$$

２） x_0 円と $x_{0.5}$ 円が確率$1/2$ で当たる場合、この確実同値額はいくらか。→　$x_{0.25}$ 円

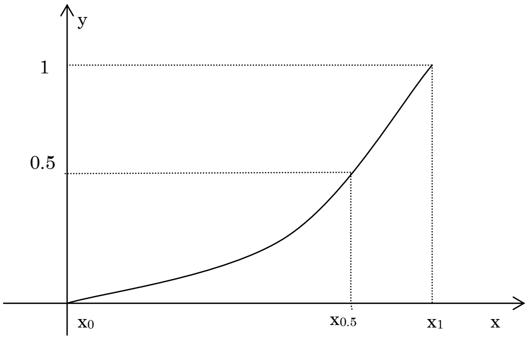
$$u(x_{0.25}) = 0.25$$

３） $x_{0.5}$ 円と x_1 円が確率$1/2$ で当たる場合、この確実同値額はいくらか。→　$x_{0.75}$ 円

$$u(x_{0.75}) = 0.75$$



リスク回避型効用関数



リスク志向型効用関数

紙上で求める場合は、これらの点をつないでグラフを描く。

パソコンで式を求める場合は、これらの数値を元に

$u(x) = a - be^{-cx}$　　　リスク回避度一定型

注）リスク回避度　$\gamma = -u''/u' = c$

リスク回避型　$c > 0, b > 0$，リスク志向型　$c < 0, b < 0$

$u(x) = h - k(e^{-ax} + be^{-cx})$　　リスク回避度単調型

などの関数の係数を決めることにより関数形を求める。

問題１

以下のような２つのくじがある。問いに答えよ。

くじ１

当選金額	100 万円	1 万円	はずれ
確率	0.001	0.1	0.899

くじ２

当選金額	10 万円	はずれ
確率	0.03	0.97

１）２つのくじの期待値を求めよ。

くじ１［　　　　　　　］万円　くじ２［　　　　　　　］万円

２）ある人の効用関数が $y=\sqrt{\dfrac{x\text{万円}}{100\text{万円}}}$ で与えられるとき、以下の場合の効用の値を Excel を用いて求めよ。但し、例えば $\sqrt{2}$ は ＝2^0.5 として求められる。

金額	0 円	1 万円	10 万円	100 万円
効用値				

３）この人はリスク回避型かリスク志向型か。［　　　　　　　　　　］型

ヒント：1 万円、10 万円の効用値が、$y = x/100$ の y 値 0.01, 0.1 と比べて

大きいならリスク回避型、小さいならリスク志向型

４）２つのくじの期待効用を求めよ。

くじ１［　　　　　　　］　　くじ２［　　　　　　　］

５）この人はどちらのくじを選ぶと思われるか。

［くじ１・くじ２］

６．意思決定を支援する分析【第 13 回】

6.1　ISM（Interpretive Structure Modeling）

ISM の目的は、要素間の隣接的な関係から、

①間接的な影響を重視した階層構造モデルを示す。

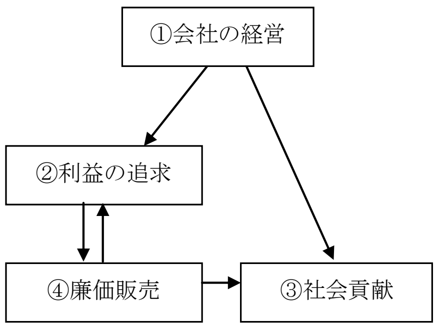
②階層性を重視した構造モデルを示す。

③階層構造図や構造図を描く助けをする。

例

以下の主張から要素を選び出し、それらの関係についてその構造を ISM によってモデル化せよ。

- わが社の経営は利益の追求と社会への貢献を目的としている。
- わが社の利益の追求の方針は廉価販売である。また、廉価販売によって利益の追求の効果が上がっている。
- 廉価販売によって広く良い商品が普及し、社会への貢献となる。



構造図

手順と理論

１）隣接行列を設定する。

直接的に影響する要因間を 1 でつないだ行列を隣接行列という。

データ入力　　　　隣接行列

$$\begin{pmatrix} 0 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 0 \end{pmatrix} \Rightarrow \mathbf{A} = \begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 1 \end{pmatrix}$$

２）可到達行列を求める。

ある計算を考える（詳細は省略、単なる行列の掛け算ではない）。

$$\mathbf{A}*\mathbf{A}=\begin{pmatrix}1&1&1&1\\0&1&1&1\\0&0&1&0\\0&1&1&1\end{pmatrix}$$

この行列 $\mathbf{A}*\mathbf{A}$ は最大２つのパスを通って到達できる要因間を 1 で繋いでいる。

同様にして $\mathbf{A}*\mathbf{A}*\mathbf{A}$ を計算する（3 つまでのパスを考える）。

$$\mathbf{A}*\mathbf{A}*\mathbf{A}=\begin{pmatrix}1&1&1&1\\0&1&1&1\\0&0&1&0\\0&1&1&1\end{pmatrix}=\mathbf{A}*\mathbf{A}\equiv\mathbf{R}$$

ところがこれは $\mathbf{A}*\mathbf{A}$ と同じであり、 $\mathbf{A}$ をいくら掛けてもこれ以上の関係は作れない。つまり 3 つ以上のパスをつなぐ関係はないことが分かる。この $\mathbf{R}$ を可到達行列という。この行列はどの要素間に直接・間接を含めた影響があるかを示す。

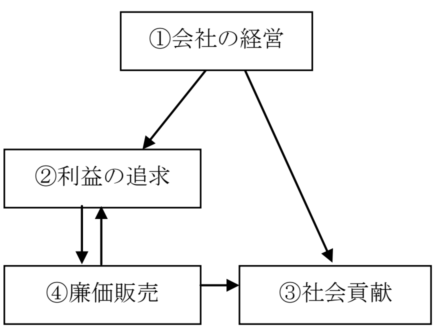
３）階層化可到達行列を求める。

可到達行列の行（列）成分の並べ替えで、階層化された要素間の間接的なつながりが明瞭になる。例えば、(1,2,3,4)を(1,2,4,3)と並べ替えると以下のようになる。この行列 $\mathbf{R}^*$ を階層化可到達行列という。ここに四角で囲まれた部分が相互に影響しあう要素の集合である。

$$\mathbf{R}^*=\begin{array}{c}\begin{pmatrix}1&1&1&1\\0&1&1&1\\0&1&1&1\\0&0&0&1\end{pmatrix}\end{array}\begin{array}{c}1\\2\\4\\3\end{array}$$

隣接行列の行と列をこの階層順に並べたらどうなるのか、これが分ると「構造図」などを描く際に便利である。このような行列 $\mathbf{A}^*$ を「階層化隣接行列」と呼ぶ。

$$\mathbf{A}^*=\begin{array}{c}\begin{pmatrix}1&1&0&1\\0&1&1&0\\0&1&1&1\\0&0&0&1\end{pmatrix}\end{array}\begin{array}{c}1\\2\\4\\3\end{array}$$



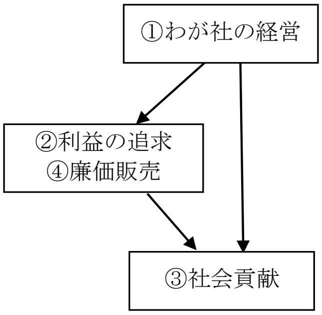
４）その他の行列を求める。

要素 2 と要素 4 は互いに影響を及ぼし合うひとまとまりの要素なので、これをひとつにまとめておくと行列が簡単になる。この行列 $\tilde{\mathbf{R}}$ を「縮約階層化行列」と呼ぶ。縮約階層化行列に似たものとして、隣接行列で直接結ばれた関係だけを残した「縮約隣接行列」 $\tilde{\mathbf{A}}$ がある。これを元にした「縮約構造図」は非常に役に立つ。この他、階層を飛び越えたパスを省略する「構造化行列」 $\mathbf{S}$ や、それを元にした「階層構造図」も使われる。

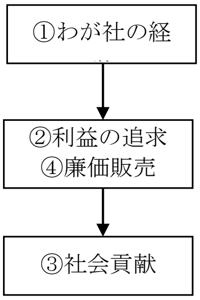
縮約階層化行列　　縮約隣接行列　　構造化行列

$$\tilde{\mathbf{R}} = \begin{array}{c} \begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \end{array} \begin{array}{c} 1 \\ 2+4 \\ 3 \end{array} \qquad \tilde{\mathbf{A}} = \begin{array}{c} \begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \end{array} \begin{array}{c} 1 \\ 2+4 \\ 3 \end{array} \qquad \mathbf{S} = \begin{pmatrix} 1 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

注）このモデルでは縮約隣接行列と縮約構造化行列とは等しくなる。



縮約構造図



階層構造図

まとめ

直接影響を及ぼす要素間の関係は　→　隣接行列

直接の影響をたどって到達できる要素間の関係は　→　可到達行列

可到達行列を階層的に見やすく表示するには　→　階層化可到達行列

隣接行列を階層的に見やすく表示するには　→　階層化隣接行列（造語）

相互に影響を与え合う要素を 1 まとめにすると　→　縮約階層化行列（造語）

縮約階層化行列で直接の影響だけ残すと　→　縮約隣接行列（造語）

縮約階層化行列で階層的に飛びのない関係だけ残すと　→　構造化行列

問題１

以下の関係を隣接行列に直して質問に答えよ。

①→②、②→④⑤、③→④、④→⑤、⑤→②⑥

１）隣接行列（左）と可到達行列（右）を求めよ。

	①	②	③	④	⑤	⑥
①						
②						
③						
④						
⑤						
⑥						

	①	②	③	④	⑤	⑥
①						
②						
③						
④						
⑤						
⑥						

２）要素名を記して階層化可到達行列（左）と「階層化隣接行列」（右）を求めよ。

	①					
①						

	①					
①						

３）要素名を記して「縮約階層化行列」（左）と「縮約隣接行列」（右）を求めよ。

	①			
①				

	①			
①				

４）「縮約隣接行列」の関係から「縮約構造図」を描け。但し、ひとかたまりになった要素は要素名を並べて丸で囲むこと。

①　　　③

問題２【第 14 回】

以下の隣接関係を隣接行列に直して以下の問いに答えよ。

①→⑦，③→⑨，④→⑧，⑦→⑩，⑤→⑥⑨，②→⑤，⑥→③④⑤，
⑨→③⑧，⑩→③⑦

１）要素名を最左列と最上行に記して「縮約隣接行列」を求めよ。但し、要素名は左と上から詰めて記入し、必要のない行や列は空けておくこと。

２）「縮約隣接行列」の関係から「縮約構造図」を描け。但し、ひとかたまりになった要素は要素名を並べて丸（または四角）で囲むこと。（手書き）

①　　　　②

問題３

以下の関係を隣接行列に直して ISM のデータとし、以下の質問に答えよ。

②→①、⑤→③、①→④、③→⑤⑥、⑥→①④

１）要素名を最左列と最上行に記して「縮約隣接行列」を求めよ。但し、要素名は左と上から詰めて記入し、必要のない行や列は空けておくこと。

２）「縮約隣接行列」の関係から「縮約構造図」を描け。但し、ひとかたまりになった要素は要素名を並べて丸（または四角）で囲み、分り易く描くこと。

10.2 **Dematel 法 (Decision Making Trial and Evaluation Laboratory)** 【第 15 回】

スイス・バテル研究所（1971）が世界的複合問題の解決のために開発した手法

例

環境問題について専門家へのアンケートによってSamples¥Dematel1.txtのようなクロスサポート行列が得られた。Dematel 法を用いてこれらの要素の関係を調べたい。

	工場	車	CO2	NOx	フロン	温暖化	健康
工場	0	2	4	4	2	4	2
車	2	0	2	0	0	4	4
CO2	0	0	0	0	0	8	2
NOx	0	0	0	0	0	0	4
フロン	0	0	0	0	0	0	4
温暖化	0	0	2	0	0	0	2
健康	0	0	0	0	0	0	0

Dematel 法の目的　→　システムの構成要素間の構造を認識する。

要素間の強さの入力は。　→　クロスサポート行列

要素間の直接的な影響の強さをみるには。　→　直接影響行列

要素間の間接的な影響の強さをみるには。　→　間接影響行列

要素間の直接・間接を合わせた全影響の強さをみるには。　→　<u>全影響行列</u>

各影響行列で強い影響のところだけ取り出してみるには。

　　　→　各しきい値と影響行列の種類を設定し、しきい値影響行列をみる。

しきい値影響行列を階層的により見やすくするには。　→　階層化影響行列

各要素の影響力の強さを比較するには。　→　被影響度・影響度

被影響度と影響度の強さを視覚化するには。　→　影響グラフ

ＩＳＭとの相違は。

1）要素間の影響の決定はＩＳＭでは人間とコンピュータで対話的に行われるが、Dematel では専門家へのアンケートにより処理する。

2）要素間の関係はＩＳＭでは 0/1 であったが、Dematel 法では 0, 2, 4, 8（あるいは 0, 1, 2, 3, 4）という段階で与えるため、間接的な影響の求め方が異なる。

手順と理論

1）専門家に与えられた問題に対する要素を抽出してもらう。（済み）

2）各要素間の直接影響の強さ a_{ij} （$=(\mathbf{A})_{ij}$）を専門家に決めてもらう。（済み）

非常に大きな影響　8　　かなりの影響　4

ある程度の影響　2　　無視しうる影響　0　　**A**：クロスサポート行列

３）後で行う行列の演算が収束するための尺度因子の設定

$$s \le \sup = \frac{1}{\max_{1 \le i \le n} \sum_{j=1}^{n} |a_{ij}|} \quad \text{（通常 } s = \sup, \frac{3}{4}\sup, \frac{1}{2}\sup \text{ が一般的）}$$

小さな s だと間接的な影響が小さくなる。

４）直接影響行列の設定

$$\mathbf{D} = s\mathbf{A}^{+} \qquad s \text{ ：尺度因子，} (\mathbf{A}^{+})_{ij} = |a_{ij}|$$

$$d_{i\bullet} = \sum_{k=1}^{n} d_{ik}$$ 要素 i が他の要素に与える直接影響の総和

$$d_{\bullet i} = \sum_{k=1}^{n} d_{ki}$$ 要素 i が他の要素から受ける直接影響の総和

$$d_i = d_{i\bullet} + d_{\bullet i}$$ 要素 i の直接影響強度

$$W_i(d) = \frac{d_{i\bullet}}{\sum_{j=1}^{n} d_{j\bullet}} = \frac{d_{i\bullet}}{\sum_{j=1}^{n}\sum_{k=1}^{n} d_{kl}}$$ 要素 i の直接影響度

$$V_i(d) = \frac{d_{\bullet i}}{\sum_{k=1}^{n} d_{\bullet k}} = \frac{d_{\bullet i}}{\sum_{j=1}^{n}\sum_{k=1}^{n} d_{kl}}$$ 要素 i の被直接影響度

５）全影響行列の設定

$$\mathbf{F} = \mathbf{D} + \mathbf{D}^2 + \mathbf{D}^3 + \mathbf{D}^4 \cdots = \mathbf{D}(\mathbf{I} - \mathbf{D})^{-1}$$

上と同様に全影響度 $W_i(f)$，被全影響度 $V_i(f)$ を定義する。

６）間接影響行列の設定

$$\mathbf{H} = \mathbf{D}^2 + \mathbf{D}^3 + \mathbf{D}^4 + \cdots = \mathbf{D}^2(\mathbf{I} - \mathbf{D})^{-1}$$

上と同様に間接影響度 $W_i(h)$，被間接影響度 $V_i(h)$ を定義する。

７）各影響行列で影響力の大きい関係だけを取り出してみる。

しきい値影響行列でしきい値以下の影響は 0 にする。

８）しきい値影響行列を元に要素を階層化して構造を見やすくする。

ISM の技術の利用

９）各要素の影響度と被影響度を調べ、その強さを視覚化する。

問題１

例で与えた Samples¥Dematel1.txt のクロスサポート行列で、Dematel 法を用いて以下の問いに答えよ。

１）直接影響行列と尺度因子の値を求めよ。

	工場	車	CO2	NOx	フロン	温暖化	健康
工場							
車							
CO2							
NOx							
フロン							
温暖化							
健康							

尺度因子［　　　　　　　］

２）全影響行列の値を求めよ。

	工場	車	CO2	NOx	フロン	温暖化	健康
工場							
車							
CO2							
NOx							
フロン							
温暖化							
健康							

３）上の行列でしきい値を 0.2 としたとき、工場が影響を与える要素は何か。

［　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　］

４）直接影響でしきい値を 0.2 としたとき、工場が影響を与える要素は何か。

［　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　］

全影響行列について以下の問いに答えよ。

５）各要素の影響力の強さと影響を受ける強さを求めよ。

	工場	車	CO2	NOx	フロン	温暖化	健康
影響度							
被影響度							

６）最も影響力の強い要素は何か。

［　　　　　　　　　　　　　］

７）最も影響を受けやすい要素は何か。

［　　　　　　　　　　　　　］

問題２

Samples¥Dematel3.txt のクロスサポート行列で、Dematel 法を用いて問いに答えよ。

１）このクロスサポート行列から構造図を描け。但し同じ階層は同じ高さに描くこと。

①

④

２）全影響行列と尺度因子の値を求めよ。以後すべて全影響行列を使用する。

	①	②	③	④	⑤
①					
②					
③					
④					
⑤					

尺度因子［　　　　　　　　］

３）上の行列でしきい値を 0.2 としたとき、③が影響を与える要素は何か。

［　　　　　　　　　　　　　　］

４）上の行列でしきい値を 0.2 としたとき、③に影響を与える要素は何か。

［　　　　　　　　　　　　　　］

５）しきい値をそのままで、尺度因子の値を 1/2sup とした場合、③が影響を与える要素は何か。［　　　　　　　　　　］

６）上のように尺度因子の値を下げることは間接影響をより［大きく・小さく］見積もることである。　　尺度因子の値は元に戻しておくこと

７）各要素の影響力の強さと影響を受ける強さを求めよ。

	①	②	③	④	⑤
影響度					
被影響度					

８）最も影響力の強い要素とその影響度は。

要素名［　　　　　］　影響度［　　　　　］

９）最も影響を受けやすい要素とその被影響度は。

要素名［　　　　　］　被影響度［　　　　　］

問題４（チャレンジ問題）

プレイヤー１の利得行列が以下のように与えられる。混合戦略零和２人ゲームの解を**プレイヤー２の確率を q1, q2 として、**線形計画問題を立てて求めよ。

$$
\begin{array}{cc}
 & \text{プレイヤー２} \\
\text{プレイヤー１} & \begin{pmatrix} 2 & 4 \\ 3 & 1 \end{pmatrix}
\end{array}
$$

線形計画問題（プレイヤー２）

目的関数

制約式

線形計画法の解

プレイヤー２

損失	q1	q2

プレイヤー１（双対価格・利得と損失は目的関数値に同じ）

利得	p1	p2

注）この線形計画問題は、問題２の線形計画問題の双対問題になっている。