txt060211　経営科学

①　場合分けの法則

ⓐ　場合の数

　現象の起こり方をもれなく数え上げることを場合分けといい、発生数を場合の数という。２個のサイコロを同時に投げた時に発生する場合の数は６×６＝36通りとなる。３ビットの２進数の場合の数は2^3＝８通りであり、４ビットの２進数は2^4＝16通りとなる。ｎビットの２進数の場合の数は2^n通りとなる。

ⓑ　２個のサイコロを同時に投げた時の場合の数

	1	2	3	4	5	6
1	2	3	4	5	6	7
2	3	4	5	6	7	8
3	4	5	6	7	8	9
4	5	6	7	8	9	10
5	6	7	8	9	10	11
6	7	8	9	10	11	12

　表に示すように、合計６×６＝36通りの場合の数となり、偶数の目の和の発生する場合の数は18通り、奇数の目の和の発生する場合の数も18通りとなる。

　２個のサイコロを同時に投げた時の偶数の目の和が発生する確率は、全体の目の和の場合の数が36通り、そのうち目の和が偶数になるのは18通りであるから、18／36＝１／２となる。

ⓒ　和の法則

　ある事象の起こり方がｍ通りあり、他の事象の起こり方がｎ通りある時、２つの事象のいずれか一方が起こる起こり方はｍ＋ｎ通りである。

ⓓ　積の法則

　ある事象の起こり方がｍ通りあり、他の事象の起こり方がｎ通りある時、２つの事象が同時に起こる起こり方はｍ×ｎ通りである。

②　組合

ⓐ　組合の式

ｎ個の異なるものの中からｒ個とりだし、順序を考えないで並べる並べ方を、ｎ個からｒ個とる組合せという。これを記号${}_nC_r$で表す。

$${}_nC_r=\frac{{}_nP_r}{r!}=\frac{n!}{(n-r)!\,r!}$$

${}_nC_0={}_nC_n=1$となる。

ⓑ　赤玉３個、白玉２個の場合の数

赤玉３個に１、２，３と番号をつけ、白玉２個に１，２と番号を付ける。５個の玉を袋の中に入れ、一つずつ取り出し並べる場合の場合の数は５×４×３×２×１＝120通りになる。

赤玉３個を袋の中に入れ、一つずつ取り出し並べる場合の場合の数は３×２×１＝６通りになる。白玉２個を袋の中に入れ、一つずつ取り出し並べる場合の場合の数は２×１＝２通りになる。

赤玉３個、白玉２個に付けていた番号を消去して同様な操作を行う。赤玉３個、白玉２個の区別がなくなるため、次のようになる。

㋐　番号を付けている場合の現象

赤１、白２、赤３、赤２、白１
赤１、白２、赤２、赤３、白１
赤２、白２、赤１、赤３、白１
赤２、白２、赤３、赤１、白１
赤３、白２、赤１、赤２、白１
赤３、白２、赤２、赤１、白１

㋑　赤玉の番号を消去した場合の現象

赤玉の番号を付けている場合の上に示した６通りの現象は、赤玉の番号がなくなると

赤、白２、赤、赤、白１

の１通りの現象になる。

㋒　白玉の番号を消去した場合の現象

番号を付けている場合は

赤、白２、赤、赤、白１
赤、白１、赤、赤、白２

の２通りが、番号がなくなると

赤、白、赤、赤、白

の１通りとなる。

赤玉３個、白玉２の区別がない場合の場合の数は、赤玉３個、白玉２に番号を付けた場合の数120通りを、赤玉３個に番号を付けた場合の数６通りと白玉２個に番号を付けた場合の数２通りで割った値となる。

５×４×３×２×１／(３×２×１×２×１)＝10

ⓒ　ｎ個の中から、ｒ個取り出す組み合わせ

ｎ個の異なるものと考えてｒ個を取り出す場合の数

$n\times(n-1)\times\cdots\times(n-r+2)\times(n-r+1)={}_{n}P_{r}$

ｒ個の異なるものと考えて、取り出すｒ個の場合の数

$r\times(r-1)\times\cdots\times 2\times 1=r!$

ｎ個の中からｒ個取り出す組合せは、${}_{n}P_{r}$をｒ！で割った値になる。

${}_{n}P_{r}=n!/(n-r)!$であるから、

$${}_{n}C_{r}=\frac{{}_{n}P_{r}}{r!}=\frac{n!}{(n-r)!r!}$$

となる。

③　確率

ⓐ　確率とは

ある試行において起こりうるすべての場合の数がＮ通りあって、

㋐　これらのどの２つの場合も重複して同時に起こらず

㋑　どの場合の起こり方も同じ程度に確からしい

と期待されるとき、このＮ通りのうちで、ある事象Ａが起こる場合の数がｒ通りあれば、事象Ａの起こる起こり方は、Ｐ＝ｒ／Ｎで表される。これを事象Ａの起こる確率という。

具体例１

２つのサイコロＡ、Ｂを同時に投げたときの現象を考える。２つのサイコロＡ、Ｂを同時に投げたときに起こる場合の数は、６×６＝36通りである。同じ目が出る場合の数は６通りであるから、求める確率は６／36＝１／６となる。目の合計が５になる場合の数は、１と４、２と３、３と２、４と１の４通りであるから、求める確率は４／36＝１／９となる。目の和が奇数になる確率は18／36＝１／２となる。

具体例２

　サイコロを繰り返し５回振ったとき、３の目が２回出る確率を求める。３の目が出る確率は１／６、３以外の目が出る確率は５／６である。３の目が２回出る確率は$(1/6)^2$＝１／３６となる。５回の試行のうち２回３の目が出る場合の数は

　１回目と２、３、４、５回目の組合せの４回

　２回目と３、４、５回目の組合せの３回

　３回目と４、５回目の２回、

　４回目と５回目の１回

　合計、４＋３＋２＋１＝10回となる。

従って、求める確率は次のようになる。

$$10 \times (1/6)^2 \times (5/6)^3 = (10 \times 125)/7776 = 0.16$$

具体例３

　重心の偏った２つのサイコロの問題

　１の目が出る確率が３／10のサイコロＡと１の目が出る確率が３／５のサイコロＢが一つの袋に入っている。その袋の中から１つのサイコロを取り出して振ると１の目が出た。このサイコロがＡである確率を求める。

　１の目が出る確率を求めると、次のようになる。

　Ａのサイコロの１の目の出る確率：$(1/2)\times(3/10) = 3/20$

　Ｂのサイコロの１の目の出る確率：$(1/2)\times(3/5) = 3/10$

　１の目の出る確率：$3/20 + 3/10 = 9/20$

　Ａのサイコロである確率は次の式で求められる。

$$(3/20)/(9/20) = (3\times 20)/(9\times 20) = 1/3$$

　Ａのサイコロである確率は１／３となる。

具体例４

　３枚の硬貨を同時に投げたときの現象を考える。

　３枚とも表の出る確率

　１枚の硬貨の表が出る確率は１／２であり、３枚同時に表になる確率Ｐは

$$P = \frac{1}{2} \times \frac{1}{2} \times \frac{1}{2} = \frac{1}{8}$$

　１枚は表、２枚は裏が出る確率

　特定の１枚が表になる確率は１／２であり、残りの２枚が裏になる確率は１／４である。この特定の１枚が表になる場合の数が３通りあるから、求める確率Ｐは次のようになる。

$$P = 3 \times \frac{1}{2} \times \frac{1}{4} = \frac{3}{8}$$

④　平均値・中央値・最頻度

ⓐ　平均値

変量の値が x_1, x_2、……、x_n（ｎ個のデータ）のとき、次の式で表し、この $\overline{X}$ を平均値（算術平均、相加平均）という。

$$\overline{X} = \frac{1}{n}\left(x_1 + x_2 + \cdots\cdots + x_n\right) = \frac{1}{n}\sum_{k}^{n} x_k$$

クラス分けされたデータの平均値は次の式で表し、$x_k f_k$ は変量 x_k に f_k の重みが付くときの平均値であるから加重平均という。

$$\overline{X} = \frac{\sum x_k f_k}{\sum f_k}$$

具体例

データ　４、4.5、５、5.5、６の５個の平均値を求めよ。

全データを加算すると、４＋4.5＋５＋5.5＋６＝25
加算結果をデータ数５で割ると、25÷５＝５
求める平均値は５である。

ⓑ　中央値（メジアン）

変量全体の値を大きい順に並べたとき、数の上で中央に位置する値を中央値（メジアン）Ｍｅという。変量の数が偶数ならば中央値はないから中央の２個のｍとｍ＋１のデータの相加平均値をとる。

ⓒ　最頻値（モード）

ヒストグラフで最も度数の多い階級値を最頻値（モード）という。

⑤　分散と標準偏差

ⓐ　分散と範囲

データはその代表値を中心にしてある種の広がりをもって散らばっている。この散らばり具合を表すためにデータの散布度（分散）を用いる。各データと平均値との差の平方値（平方偏差）を分散（Ｖ）という。

$$V=\frac{1}{n}\left\{\left(x_1-\overline{x}\right)^2+\left(x_2-\overline{x}\right)^2+\cdots\cdots+\left(x_n-\overline{x}\right)^2\right\}=\frac{1}{n}\sum_{k}^{n}\left(x_k-\overline{x}\right)^2=\frac{1}{n}\sum_{k}^{n}x_k{}^2-\overline{x}^{\,2}$$

データが度数分布表で与えられ、クラス分けされていると次式になる。

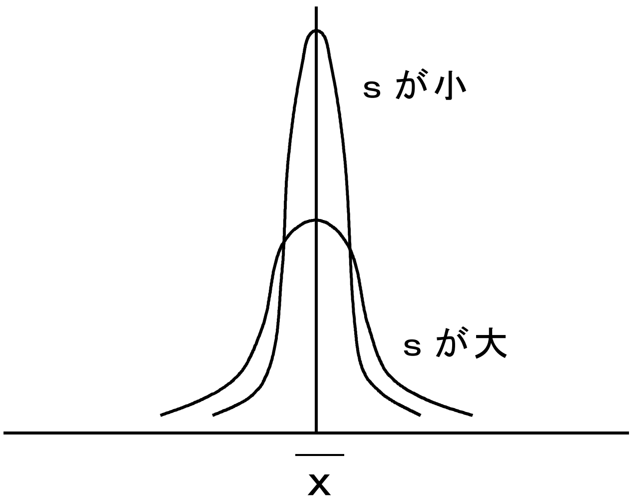
$$V=\frac{\left(x_1-\overline{x}\right)^2 f_1+\left(x_2-\overline{x}\right)^2 f_2+\cdots\cdots+\left(x_n-\overline{x}\right)^2 f_n}{f_1+f_2+\cdots\cdots+f_n}=\frac{1}{n}\sum_{k}^{n}\left(x_k-\overline{x}\right)^2 f_k$$

同じグループ内のデータの最大値X_lから最小値X_sを引いた値を範囲といい、$R=X_l-X_s$で表す。管理図などでばらつきを表すデータとして使用される。

ⓑ　標準偏差

分散はデータの数値を平方しているので元のデータと単位がそろはないので、その平方根をとってｓで表す。これを標準偏差という。

$$s=\sqrt{V}=\sqrt{\frac{1}{n}\sum\left(x_k-\overline{x}\right)^2}$$



クラス分けされていると次式となる。

$$s=\sqrt{V}=\sqrt{\frac{1}{n}\sum\left(x_k-\overline{x}\right)^2 f_k}$$

ⓒ　分散・標準偏差の求め方

㋐　平均値を求める。

㋑　**各データと平均値の差を求める。**

㋒　**㋑で求めた各データの結果の２乗を求める。**

㋓　**㋒で求めた２乗の値の和を求める。**

㋔　**㋓で求めた結果をデータの数で割る。この結果が分散である。**

㋕　**㋔で求めた結果の平方根を求める。この結果が標準偏差である。**

具体例

データ　４、4.5、５、5.5、６の５個の分散、標準偏差を求めよ。

各データと平均値の差を求めると、－１、－0.5、０、0.5、１となる。

各値を自乗して和を求める。　１＋0.25＋0.25＋１＝2.5

これをデータ数の５で割ると分散が求まる。2.5÷５＝0.5

分散の平方根が標準偏差である。　$s=\sqrt{0.5}=0.7$

⑥　確率変数に関する法則

ⓐ　期待値の基本法則

和の期待値は期待値の和に等しい。

$E(x+y)=E(x)+E(y)$

ａ倍の期待値は期待値のａ倍に等しい。

$E(ax)=aE(x)$

ⓑ　確率変数ｘの分散の定義

$V(x)=E(x-E(x))^2$

分散は２乗の期待値から期待値の２乗を引いたものである。

$V(x)=E(x^2)-(E(x))^2$

ⓒ　分散についての基本法則の第一

ａ倍の分散は分散のａ²倍になる。

$V(ax)=a^2V(x)$

定数は２乗してＶの外へ出してよい。

ⓓ　分散についての基本法則の第二

和の分散は分散の和に共分散の２倍を加えたものである。

$V(x+y)=V(x)+V(y)+2V(x,y)$

ｘ、ｙが独立ならば共分散は０となる。

ｘ、ｙが独立ならば、和の分散は分散の和になる。

$V(x+y)=V(x)+V(y)$

x、yが独立ならば、ax＋byの分散は次のようになる。

$V(ax+by)=a^2V(x)+b^2V(y)$

x、yが独立ならば、x－yの分散は次のようになる。

$V(x-y)=V(x)+V(y)$

差の分散は分散の和に等しい。

⑦　相関分析と回帰分析

ⓐ　散布図と相関分析

二つのデータを縦軸と横軸にとり、観察されたデータを２次元の座標にプロットしたものを相関図または散布図という。相関図は二つのデータの関連性を分析するためのグラフである。相関図を用いると、２つの変量の一方の変動によって他方の変動が理解できる。このような変量間の関係を相関関係といい、相関関係を予測することを相関分析という。

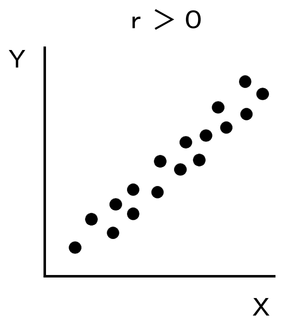
相関分析は二つの独立変数の間の関係の有無を分析する手法である。例えば、身長と体重の相関関係を分析する場合などに用いる。２変量Ｘ、Ｙの相関の度合いを数量化して表すために、相関係数ｒを導入する。

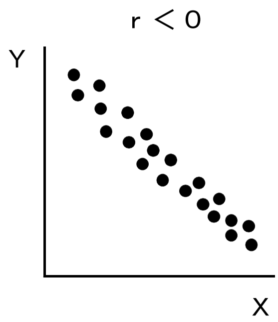
ⓑ　相関係数ｒの特徴

㋐　$-1 \leqq r \leqq 1$

㋑　$r>0$ならば正の相関、$r<0$ならば負の相関、$r=0$ならば無相関

㋒　$|r|$が１に近いほど強い相関である。





ⓒ　回帰分析

変量間の関係が原因と結果で示される関係を回帰関係という。回帰分析は、相互依存の関係にある２変量があるとき、一方を独立変数と考えて、他の変数を従属変数として予測する方法である。独立変数の１次式の場合を線形回帰、そうでない場合を非線形回帰という。単回帰分析によって、１次式を求める場合、１次式の各係数を最小自乗法で算出する。

ⓓ　最小自乗法

　最小自乗法は時系列データから傾向線を予測したり、２次元データの散布図において、全体の傾向を最もよく表している回帰直線あるいは回帰曲線を予測する場合に用いる手法である。回帰直線 $y=a+bx$ を求める場合、実測値 y_k と推定値 Y_k との差 P_k の自乗の和が最小になるような係数ａ、ｂを定める。売上傾向線を、グラフ上ではなく方程式で表す販売予測手法に用いられる。過去の販売実績に最もよく当てはまる直線を求める場合、実績値と計算値とのばらつきの誤差の自乗の和が最小になるような線を、一次ないし二次方程式で表して将来の販売見込額を推定する。

⑧　標本分布

ⓐ　標本の抽出

　調査対象になっているデータの全体を母集団、母集団から取り出された一部のデータを標本、取り出された標本に属するデータの個数を標本の大きさという。標本の抽出法には、有意抽出法と無作為抽出法がある。

ⓑ　有意抽出法

　有意抽出法は母集団の性質を代表しているとみられる一部の標本だけを知識や経験に基づいて抽出する方法である。層別抽出法、クラスタ抽出法、２段抽出法などがある。

ⓒ　無作為抽出法

　無作為抽出法は標本を母集団から公平に抽出する方法である。抽出には乱数表、サイコロなどを用いる。復元抽出法と非復元抽出法がある。復元抽出法は、標本を取り出し、調査後再び母集団に戻す。非復元抽出法は、標本を取り出し、調査後母集団に戻さない。対象Ｎが大きく取り出される標本の大きさｎがＮに比べて十分小さければ、どちらの方法で抽出しても同じである。Ｎが小さいときは、復元抽出法を用いる。

ⓓ　標本誤差

　標本誤差は標本抽出に伴う誤差である。標本調査時には、あらかじめ許容範囲を見積もっておく。誤差の大小を正確度、散らばりを精度という。

ⓔ　標本分布の定理

　大きさＮの母集団の母平均 μ 、母標準偏差を σ として、大きさｎの標本を独立に多数抽出したとき、$N \gg n$ で、ｎも十分に大きいとき次の定理が成り立つ。

㋐　標本平均 $\overline{x}$ の平均値 $E(X)=\mu$ 、標準偏差 $\sigma(X)=\sigma / \sqrt{n}$ である。

㋑　母集団が正規分布 $N(\mu, \sigma^2)$ であれば、$\overline{x}$ の標本分布は、ｎがいくつであっても正規

分布N（μ，σ^2／n）である。

㋒　母集団が任意の分布であっても、xの標本分布は、nが非常に大きいとき、正規分布N（μ，σ^2／n）で近似できる。

ⓕ　大数の法則

母平均μの母集団から大きさnの無作為標本を抽出するとき、その標本平均$\overline{x}$はnが大きくなるほど母平均μに近づく。

⑨　推定と検定

ⓐ　母数

母集団分布があるとき、その値を指定すれば全体の分布形が確定するような定数を母数という。正規分布は、母平均と母標準偏差が母数である。

ⓑ　統計的推定

母集団の分布形は分かっているが、母集団を特徴づけている母数が判明していないとき標本をもとにして、その母数の値などを求めることを統計的推定という。推定には点推定と区間推定がある。点推定は統計量の１点の値で推定することであり、区間推定はある区間の中に入ると推定することである。

ⓒ　仮設の検定

母集団について立てた仮設が標本についての調査・計算によって正しいかどうかを確かめることを仮設の検定という。仮設のもとで非常に起こりにくい範囲を定めておき、標本から求めた値がその範囲内に入ったら、その仮設が正しくないと判断する。この範囲のことを棄却域、棄却域を設けて当面の目的としている仮設の採否を決めるときの仮設を帰無仮設という。

ⓓ　平均値に関する仮設検定の手順

母分散が既知の場合

㋐　仮設の設定H_0：$\mu=\mu_0$

㋑　標本平均x_mを求める。

㋒　標本平均x_mの標準偏差$\sigma／\sqrt{n}$を求める。

㋓　次の式でZ_0の値を求める。

$$Z_0=\frac{\bar{x}_m-\mu_0}{\sigma／\sqrt{n}}$$

㋔　**仮設の判定（危険率５％）**

｜Z_o｜≧1.960ならば仮設は棄却される。

｜Z_o｜≦1.960ならば仮設は承認される。

母分散が未知の場合

㋐　**仮設の設定H_o：$\mu=\mu_o$**

㋑　**標本平均x_mと不偏分散Ｖを求める。**

㋒　**標本平均x_mの標準偏差$\sqrt{V/n}$を求める。**

㋓　**次の式でt_oの値を求める。**

$$t_o=\frac{x_m-\mu_o}{\sqrt{V/n}}$$

㋔　**仮設の判定（危険率５％）**

｜t_o｜≧ｔ（ｎ－１,0.05）ならば仮設は棄却される。

｜t_o｜≦ｔ（ｎ－１,0.05）ならば仮設は承認される。

⑩　正規分布とその他の分布

ⓐ　正規分布の式とグラフ

標準正規分布Ｎ（０、１）で与えられる関数φ（ｕ）は次の式で与えられる。

$$\phi(u)=\frac{1}{\sqrt{2\pi}}e^{-\frac{u^2}{2}}$$

φ（ｕ）の値

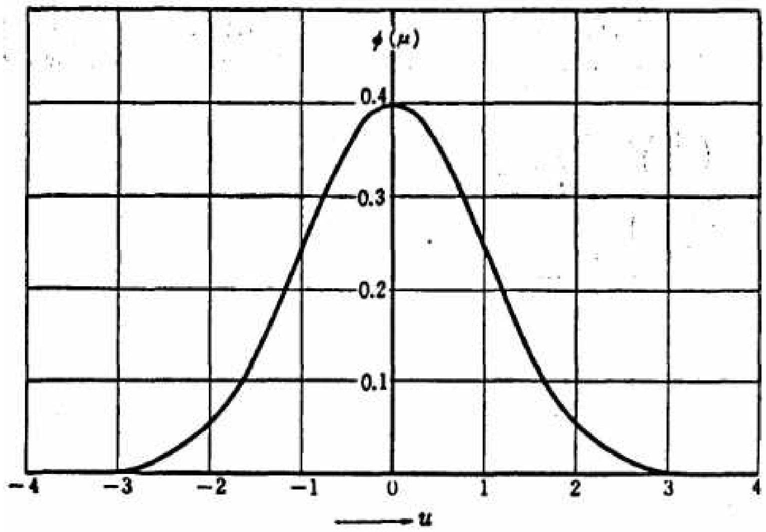
ｕ	φ（ｕ）
０	0.399
±0.5	0.352
±1.0	0.242
±1.5	0.130
±2.0	0.054
±2.5	0.018
±3.0	0.004

$$\int_{-\infty}^{\infty}\phi(u)=1$$

ｕ＝０のとき、最大値が約0.4となる。ｕの値が左右に離れるに従って、φ（ｕ）の値は次第に減少し、ｕ＝±３できわめて小さい値になる。グラフは左右対称でｕに対応するφ（ｕ）の値

は表のようになる。

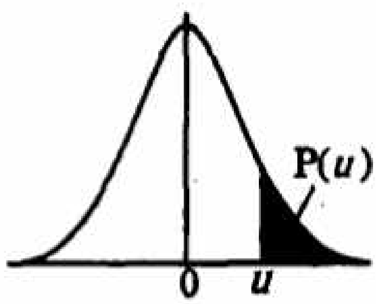
関数φ（u）の値は、φ（u）をｕの値が－∞～＋∞の範囲で積分した結果が１になるように決めた関数である。従って、各ｕにおける関数φ（u）の値はそれぞれのｕにおける発生確率を表すことになる。関数φ（u）を－∞～ｕまで積分した値、ｕ～∞までを積分した値は、その範囲の発生確率の累計を示すことになる。



具体例

ある工場で大量に生産されている製品Ａの重量の分布は、平均5.2kg、標準偏差が0.1kgの正規分布であった。製品Ａは、5.0未満のものが社内検査で不合格とされる。製造された製品の不合格の割合は約何％か。

μ	P
0.0	0.500
0.5	0.309
1.0	0.159
1.5	0.067
2.0	0.023
2.5	0.006
3.0	0.001



ｕの値は、5.2−5.0＝0.2、0.2／0.1＝2.0であるから、Ｐの値は0.023となり、不合格の割合は2.3％となる。

ⓑ　ポアソン分布

単位時間内にある事象が起こる回数の確率分布で次の式で定義される。

$$P(x) = \frac{e^{-m} \cdot m^{x}}{x\,!} \qquad x = 0, 1, 2, \cdots, m$$

値ｘをとる確率がＰ（ｘ）で与えられることを示している。平均も分散もｍとなる。ある期間内に故障が発生する件数や一定時間内に電話がかかってくる回数はこの分布に従う。

ⓒ　指数分布

ある事象が起こる確率が次の式で与えられる確率分布である。

$$f(x) = a e^{-ax}$$

ｘ≧０、ａ＞０（単位時間あたりの平均値）

サービスを受けに来る人の到着時間間隔はこの分布に従う。

ⓓ　二項分布

ｎ回の試行で、ある事象がｘ回起こる確率Ｐ（ｘ）を次の式で与える確率分布である。

$$P(x) = {}_nC_x p^x (1-p)^{n-x}$$

ｐはある事象が起こる確率である。

⑪　数値解析・連立一次方程式の解法

ⓐ　数値解と数値解析

代数方程式などの解を理論的に正確に求める場合を解析解という。これに対して、方程式を解いても解が簡単に得られない、また、結果が実用的な数値でない、計算が困難な場合、一定の精度をもった数値を解として求める。この場合の解を数値解という。数値解を求める場合、得られた数値の精度や誤差の評価を行うことを数値解析という。

ⓑ　代表的な数値解法

㋐　**代数方程式**：二分法、ニュートン・ラプソン法
㋑　**連立一次方程式**：ガウスの単純消去法、ガウス・ジョルダンの消去法、ガウス・ザイデルの反復法、ヤコビの反復法
㋒　**関数近似**：補間法、多項式近似
㋓　**定積分の近似値**：ニュートン・コーツの積分公式、ガウス形の積分公式
㋔　**常微分方程式**：オイラー法、ルンゲ・クッタ法、メイラー法

ⓒ　ガウス・ジョルダンの考え方

与えられた連立一次方程式に掃き出し法を使用して、各変数のピボットとなる式の係数は１、その他の式の係数は０になるように演算を繰り返すと、最後に得た各変数の値が連立方程式の解となる。

次のＸ、Ｙ、Ｚに関する連立方程式で考えると

$$4X + Y + Z = 9 \quad \cdots\cdots \quad ①$$

$$X+3Y+Z=10 \quad \cdots\cdots \quad ②$$
$$2X+Y+5Z=19 \quad \cdots\cdots \quad ③$$

掃き出し法を繰り返した結果、連立方程式が次の式に変化する。

$$X+0Y+0Z=1$$
$$0X+1Y+0Z=2$$
$$0X+0Y+1Z=3$$

連立方程式の解は、Ｘ＝１、Ｙ＝２、Ｚ＝３となる。

ⓓ　掃き出す法の手順

ⓐで与えられたＸ、Ｙ、Ｚの連立一次方程式について、掃き出し法を用いる。

㋐　最初のピボット式を①式とし、①式のＸの係数を１にする演算を行う。

①式の両辺を４で割り、次の式を求める。

$$X+\frac{1}{4}Y+\frac{1}{4}Z=\frac{9}{4} \quad \cdots\cdots \quad ④$$

㋑　㋐で求めた式を基準にして、②式－④式、③式－④式×２を計算する。

②式－④式の結果は

$$0X+\frac{11}{4}Y+\frac{3}{4}Z=\frac{31}{4} \quad \cdots\cdots \quad ⑤$$

③式－④式×２の結果は

$$0X+\frac{1}{2}Y+\frac{9}{2}Z=\frac{29}{2} \quad \cdots\cdots \quad ⑥$$

㋒　次にピボット式を⑤式とし、⑤式のＹの係数を１にする演算を行う。

⑤式の両辺を11/4で割り、次の式を求める。

$$0X+Y+\frac{3}{11}Z=\frac{31}{11} \quad \cdots\cdots \quad ⑧$$

㋓　㋒で求めた式を基準にして、④式－⑧式×(1/4)、⑥式－⑧式×(1/2)を計算する。

④式－⑧式×(1/4)の結果は

$$X+0Y+\frac{2}{11}Z=\frac{17}{11} \quad \cdots\cdots \quad ⑦$$

⑥式－⑧式×(1/2)の結果は

$$0X+0Y+\frac{48}{11}Z=\frac{144}{11} \cdots\cdots ⑨$$

㋔　次にピボット式を⑨式とし、次の式を求める。

$$0X+0Y+Z=3 \cdots\cdots ⑫$$

㋕　㋔で求めた式を基準にして、⑦式－⑫式×(2/11)、⑧式－⑫式×(3/11)を計算する。
⑦式－⑫式×(2/11)の結果は

$$X+0Y+0Z=1 \cdots\cdots ⑩$$

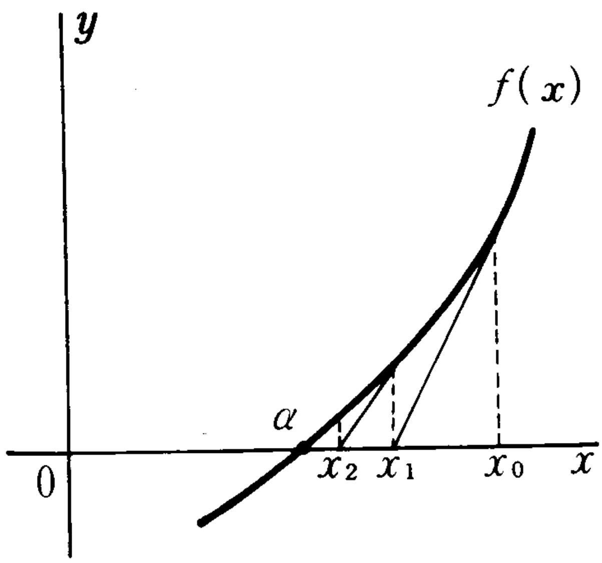
$$0X+Y+0Z=2 \cdots\cdots ⑪$$

㋖　⑩式、⑪式、⑫式の結果からＸＹＺの解が求まる。

⑫　代数方程式の解法

ⓐ　ニュートン・ラプソン法の考え方

ニュートン・ラプソン法は、方程式f(ｘ)＝０の近似解を求める場合、y＝f(ｘ)上の任意の点から引いた接線を利用して求める方法である。



ⓑ　ニュートン・ラプソン法の求め方

ニュートン・ラプソン法は、真の解ｘに近い値x_0を取り、関数f(ｘ)上の点(x_0, f(x_0))に接する接線とＸ軸との交点x_1を求める。

$$x_1 = x_0 - \frac{f(x_0)}{f'(x_0)}$$

更に、関数f(x)上の点(x_1, f(x_1))に接する接線とX軸との交点x_2を求める。

$$x_2 = x_1 - \frac{f(x_1)}{f'(x_1)}$$

この操作を繰り返して真の解xにより近いx_{n+1}の値を求める方法である。

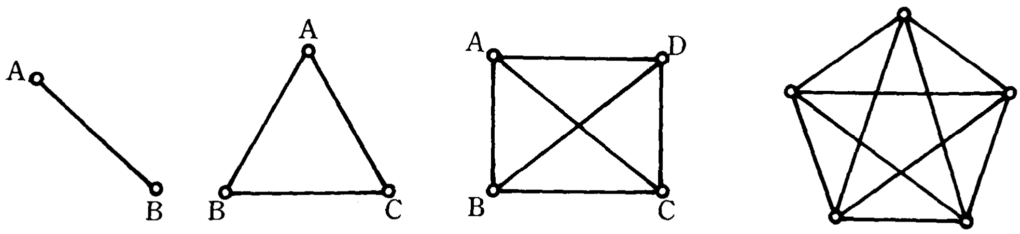
$$x_{n+1} = x_n - \frac{f(x_n)}{f'(x_n)}$$

⑬　有向グラフと無向グラフ

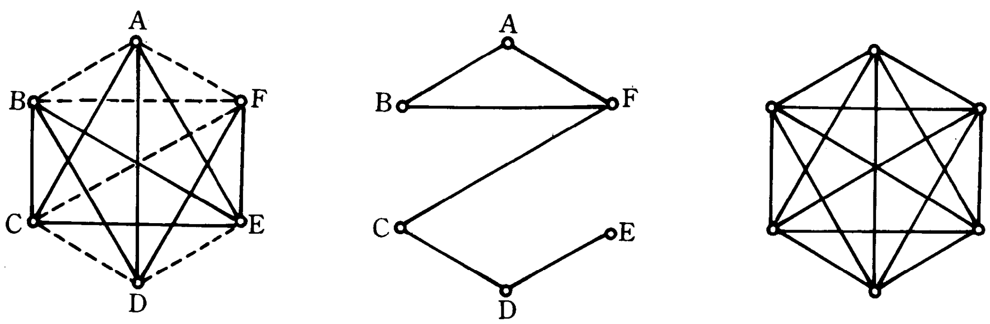
ⓐ　節点、枝、完全グラフ

点と線によって構成される図形をグラフという。つながり方に着目して抽象化された点とそれらをむすぶ線の概念がグラフであり、グラフの性質は点の位置や線分の形や長さに関係なく決まり、グラフがもつ様々な性質を探求するのがグラフ理論である。

点を節点、節点と節点を結ぶ線を枝という。どの２個の節点も必ず１本の枝で結ばれているグラフを完全グラフという。完全グラフの例を次に示す。



ⓑ　補グラフ、部分グラフ



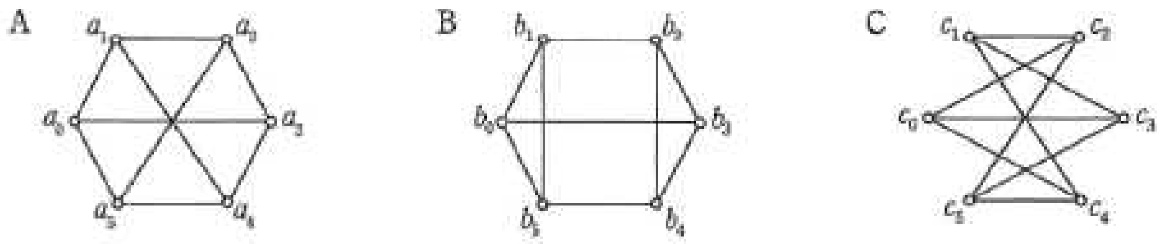
(a)　(b)　(c)

図（ｃ）は完全グラフである。図（ａ）と図（ｂ）では、同じ枝は存在しない。図（ｂ）は図（ａ）にない枝だけで構成されているグラフであり、図（ｂ）は図（ａ）の補グラフである。また、図（ｂ）は図（ｃ）の部分グラフである。部分グラフは、完全グラフからいくつかの枝が除かれたグラフである。

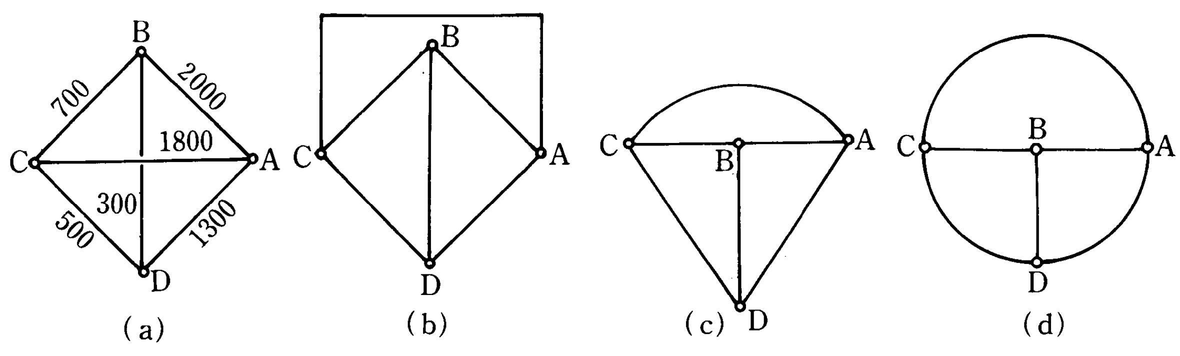
ⓒ　同形グラフ

同形グラフは，一方のグラフの頂点を他方のグラフの頂点と1対1に漏れなく対応付けることができ，一方のグラフにおいて辺でつながれている頂点同士は他方のグラフにおいても辺でつながれていて，一方のグラフにおいて辺でつながれていない頂点同士は他方のグラフにおいても辺でつながれていないグラフのことである。

図において、図Ｃの節点c_0とc_3の位置を入れ替えると、図Ａと同じグラフとなる。図Ａ、図Ｃは同形グラフである。



図（ａ）、図（ｂ）、図（ｃ）、図（ｄ）は、すべて同形グラフである。２つのグラフにおいて節点同士が１対１に対応し、２点間の枝も１対１に対応しているとき２つのグラフは同形である。



ⓓ　有向グラフ、無向グラフ、混合グラフ

つながり方だけではなく、どちらからどちらにつながっているかをも問題にする場合、枝のエッジに矢印をつける。このような枝を有向辺という。矢印のないグラフは無向辺である。グラフ内のすべての辺が無向辺であるとき，そのグラフを無向グラフといい，　すべての辺が有向辺であるとき，そのグラフを有向グラフという。グラフ内の各辺が無向辺と有向辺が混じっている場合，そのグラフを混合グラフという。

⑭　最短経路問題

ⓐ　連結グラフ

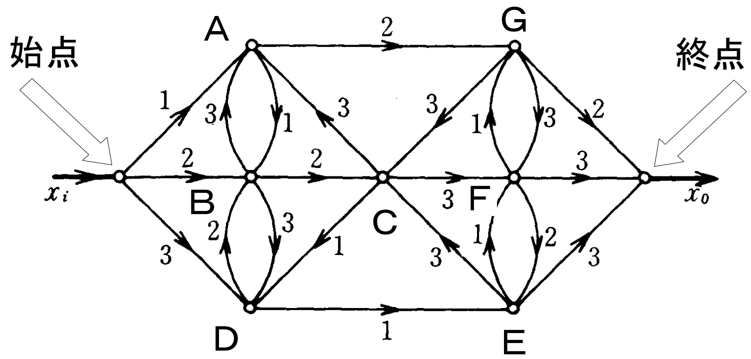
グラフにおいて１つの節点から出発して、通過した同じ節点に戻らないように、他の節点まで辿った枝の連鎖をパス(道)という。最初の節点を始点、最後の節点を終点という。グラフにおいて任意の２つの節点の間に道が存在するとき、そのグラフを連結グラフという。

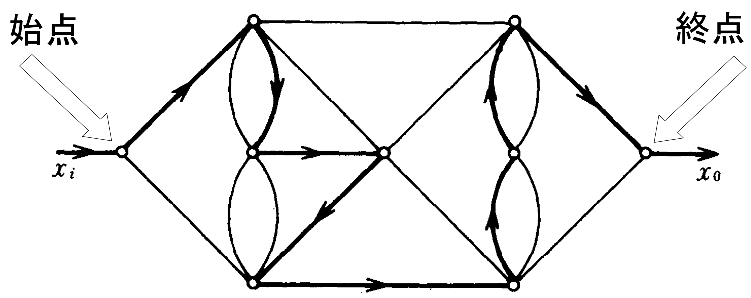
ⓑ　フローネットワーク

フローネットワークは、グラフ理論における重み付き有向グラフの一種で、各枝に容量を設定し、各枝をフローが流れるが、各枝のフローはその容量を超えることはない。フローが満足すべき制約条件として、１つのノードに流入するフローとそのノードから流出するフローは常に等しい。始点と終点ではその限りではない。このネットワークは、道路網の交通量、パイプを流れる液体、電気回路を流れる電流、その他の何らかのネットワーク上を移動するものをモデル化するのに適している。

ⓒ　最短経路問題の解法

最短経路問題とは、重み付きグラフの与えられた２つのノード間を結ぶ経路の中で、重みが最小の経路を求める最適化問題である。





情報数学研究会　コンピュータ基礎数学　Ｐ163図引用加工

上図は重み付けグラフの一例である。このネットワークを使用して重み付けが最小になるパスを求めたものが下のネットワーク内の太線のパスである。求め方を具体的に示すと次のようになる。

上図の始点から出発して、重み付けが１、２、３のパスの中から重み付けが最小のパスを選択すると１のパスとなる。次の節点Ａをスタートとするパスでは１のパス、次の節点Ｂでは２、３のパス中最小の２のパスを選択する。以降、Ｃ、Ｄ、Ｅ、Ｆの各節点ではパス１、節点Ｇでは２、３の内最小の２が選択される。その結果をネットワーク上にまとめたのが下のネットワークである。

⑮　線形計画法の定式化

ⓐ　線形計画法とは

線形計画は線形不等式の制約条件下で、線形の目的関数を最大化または最小化する最適化法である。経営上の問題解決を図るオペレーションズリサーチの一手法である。

製造業で、原料Ｐ、Ｑを使って、製品Ａ、Ｂを製造する場合、各原料の使用量に制限がある条件下で最大利益を得る製品Ａ、Ｂの生産量を求めることができる。変数が２個ならば、制約条件の境界の直線をグラフに書き、その範囲内で目的関数が最大または最小になる直線を求めることで解を求めることができる。変数が３個以上の場合、シンプレックス法を使用する。

ⓑ　線形計画法の問題

製品Ｘ、製品Ｙの２種類の製品を製造している会社がある。Ｘを１単位製造するには機械Ａを１時間、機械Ｂを３時間使用し、Ｙを１単位製造するには機械Ａを２時間、機械Ｂを１時間使用する。機械Ａ、機械Ｂ共に100時間しか使用可能な時間がない。製品１単位当たりの利益がＸが4000円、Ｙが3000円である。この時、ＸおよびＹをそれぞれいくらずつ生産すれば総利益Ｒが最も大きくなるか。

ⓒ　制約条件式、目的関数の作成

生産条件を表す次の表を作成し、制約条件式を導く。

表の行の部分には、生産上の制約条件になる機械の種別Ａ、Ｂを記入し、使用時間の列にはそれぞれの機械の使用可能時間を記入する。表の縦の部分には、生産する製品Ｘ、Ｙを表に示す様式で記入する。製品Ｘ、Ｙ、機械Ａ、Ｂの交点になる各セルには、各製品を生産するために使用する各機械の使用時間を記入する。行の最下位行には、製品Ｘ、Ｙの生産量（未知数）ｘ、ｙを記入する。

表の行と列を組み合わせて、各行の欄外に示す不等式を作成する。

機械＼製品	X	Y	使用時間
A	1	2	100
B	3	1	100
生産量	x	y	

$x + 2y \leqq 100$

$3x + y \leqq 100$

目的関数Ｒは製品１単位当たりの利益から次の式になる。

Ｒ＝4000×ｘ＋3000×ｙ

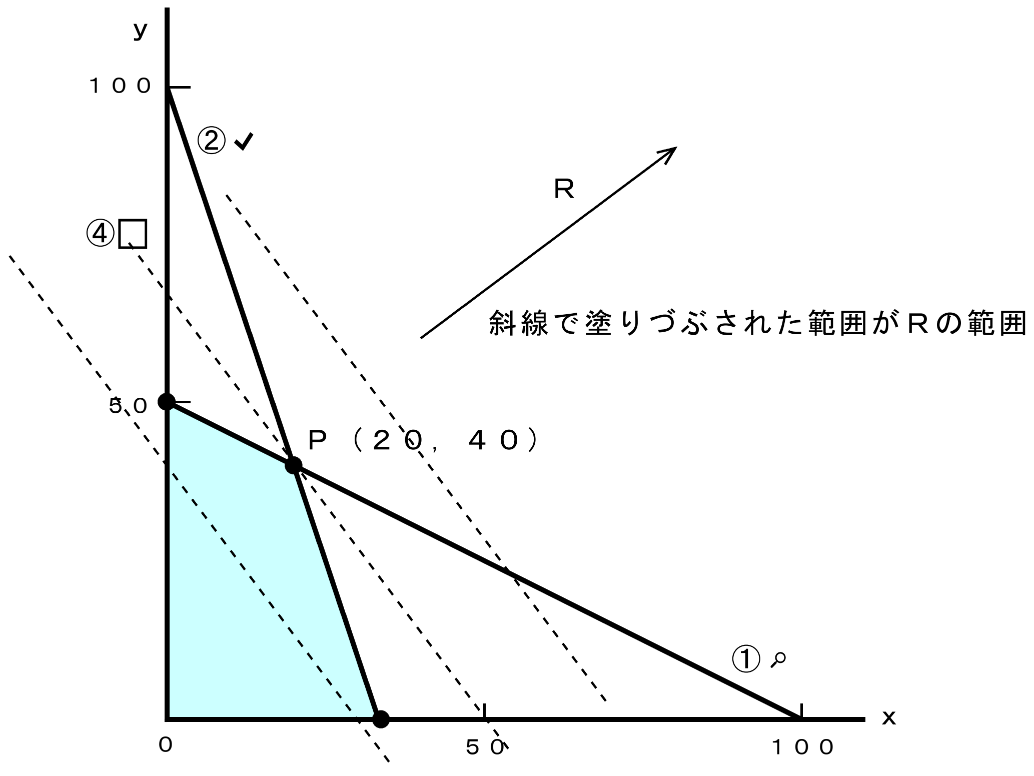
ⓓ　グラフによる解法

ｘ＋２ｙ≦１００・・・・・・・①

３ｘ＋　ｙ≦１００・・・・・・・②

ｘ≧０　　ｙ≧０・・・・・・・③

Ｒ＝４０００ｘ＋３０００ｙ・・④



式①、式②を等式に置換して、直線のグラフを求める。

①式から

ｘ＝０のとき、ｙ＝50　　ｙ＝０のとき、ｘ＝100

②式から

ｘ＝０のとき、ｙ＝100　　ｙ＝０のとき、ｘ＝100／３

ｘ≧０、ｙ≧０であるから、直線の範囲は第１象限となる。

２つの直線の交点の座標を求める。

ｘ＝100－２ｙを②式の等式に代入してｙを求める

－６ｙ＋300＋ｙ＝100　　５ｙ＝200　　ｙ＝40

ｘ＝100－80＝20

ｘ、ｙを④式に代入してＲを求める。

Ｒ＝4000×20＋3000×40＝200000

⑯　順序付け問題

ⓐ　順序付け問題とは

仕事がｎ個あり、機械がＡ、Ｂ２台で、どの仕事も同一の順序で機械にかけられる。各機械の処理時間は処理順序に無関係に決まる。それぞれの仕事は同時に２つ以上の機械で処理されることはない。順序づけ問題はこのような条件でｎ個の仕事を最短で消化するためのスケジュールを求める問題である。このモデルをジョンソンモデルという。

ⓑ　順序付けの処理手順

㋐　すべての処理時間の中で最小のものｍｉｎ（A_i、B_i）を探す。

㋑　それが機械Ａの列にあれば、その仕事を初めにかける。

㋒　順序付けが終わった仕事を除いて、手順㋐、㋑を繰り返す。

㋓　すべての仕事の順序が決まるまで続ける。

具体例

機械Ｍ１、Ｍ２と仕事ａ～ｈがある。処理順序は機械Ｍ１→Ｍ２の順である。処理時間は表の通りである。どのような順序で処理すれば、総処理時間が最小になるか

仕事	Ｍ１	Ｍ２
a	２０	２５
b	１０	８
c	１４	１１
d	１２	１０
e	１２	１５
f	１８	１２
g	２５	２０
h	１５	２０

８個の仕事の枠を作成し、処理時間が最小の仕事を見つけ、その仕事がＭ１側にあれば前からの順番、Ｍ２側にあれば後ろからの順番に次のようにして求める。

㋐　処理時間の最小は、Ｍ２列のｂ＝８で、Ｍ２であるから仕事枠の最後方の枠に入れる。

㋑　次の最小値は、Ｍ２列のｄ＝10で、Ｍ２であるからｂの前の枠に入れる。

㋒　次の最小値は、Ｍ２列のｃ＝11で、Ｍ２であるからｄの前の枠に入れる。

㋓　次の最小値は、Ｍ１列のｅ＝12で、Ｍ１であるから仕事枠の先頭の枠に入れる。

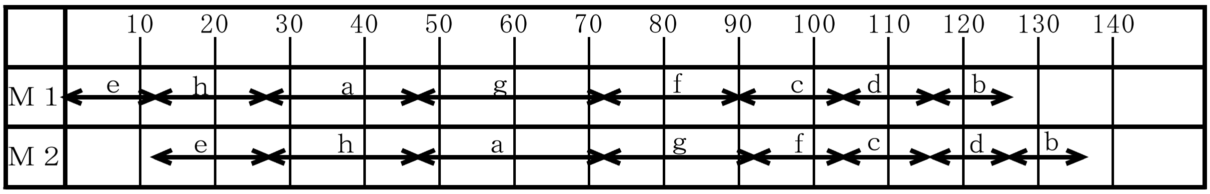
㋔　次の最小値は、Ｍ２列のｆ＝12で、Ｍ２であるからｃの前の枠に入れる。

㋕　次の最小値は、Ｍ１列のｈ＝15で、Ｍ１であるからｅの後の枠に入れる。

㋖　次の最小値は、Ｍ１列のａ＝20で、Ｍ１であるからｈの後の枠に入れる。

㋗　次の最小値は、Ｍ２列のｇ＝20で、Ｍ２であるからｆの前の枠に入れる。

以上の結果を利用して、スケジュール表を作成すると次のようになる。



⑰　ＰＥＲＴ図と費用の最適化

ⓐ　日程計画

日程計画は納期の決まった仕事に対して、作業手順や要員、資源の割当を行い、スケジューリングを計画することである。日程計画の代表的な手法にＰＥＲＴやＣＰＭの技法がある。

ⓑ　ＰＥＲＴ図の作成要領

㋐　仕事を構成する複数の作業に分解する。

㋑　それぞれの作業について、その先行作業と後続作業の関係を明らかにする。

㋒　それぞれの作業を矢印線で表す。

㋓　矢印線を先行と後続の関係によって連結し、全体をネットワーク状に図示する。

㋔　各結合点に番号をふる。先行する結合点の番号ｉは後続する結合点の番号ｊより小さいものとする。これによって、各作業は（ｉ，ｊ）という形で表現することができる。

㋕　作業がなくても、先行／後続の関係のある結合点は点線の矢印線で結ぶ。（これをダミー作業と呼ぶ）

㋖　ダイヤグラムの中に循環する部分があったとしたら、それは誤りである。

ⓒ　ＰＥＲＴ図の利用

ＰＥＲＴ図の各結合点から次の作業を開始する最も早い時点（最早開始時刻）が求められる。最早開始時刻の組合せによって、最も早くプロジェクトを完了できる工程が導かれる。最早完了時点から逆算して、所定の期日でプロジェクトを完了させるために、遅くとも各結合点に到着しなければならない時点（最遅完了時刻）が求められる。

最早開始時刻と最遅完了時刻が一致している結合点と一致していない結合点がある。最早開始時刻と最遅完了時刻の差をスラックといい、スラックのない結合点を結んだ経路は余裕のない経路である。この余裕のない経路をクリチカルパスと呼ぶ。クリチカルパス上の作業が重点的に管理すべき作業である。このような管理作業認識の手法をＣＰＭという。

ⓓ　最早開始時刻（ＴＥ）、最遅完了時刻（ＴＬ）の計算手順（図の具体例）

㋐　最早開始時刻（ＴＥ）を求めるために、最初のイベント番号①のＴＥの値を０にする。

㋑　各イベント番号の値は、次の式で求める。

（その前のイベント番号のＴＥの値）＋（イベント間の所要日数）

㋒　到達する経路が２個以上あるイベント番号のＴＥの値は次のようにして求める。

❶　イベント⑥のＴＥの計算

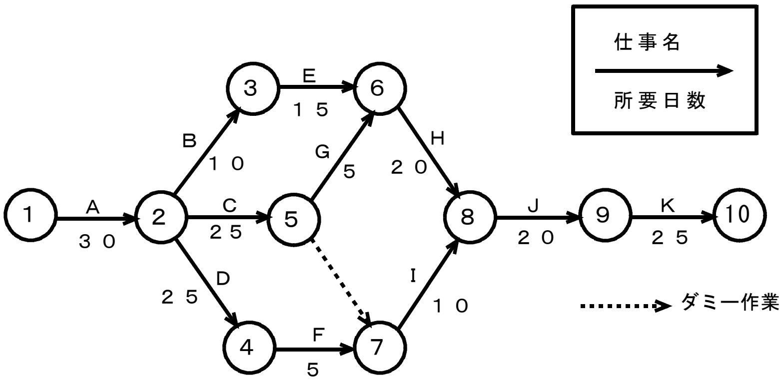
イベント③→イベント⑥経路の計算結果は55、イベント⑤→イベント⑥経路の計算結果は60、両者を比較して大きい方の経路イベント⑤→イベント⑥の60を採用する。

❷　イベント⑦のＴＥの計算

イベント④→イベント⑦経路の計算結果は60、イベント⑤→イベント⑦経路の計算結果は、ダミーの所要日数が０であるから55、両者を比較して大きい方の経路イベント④→イベント⑦の60を採用する。

❸　イベント⑧のＴＥの計算

イベント⑥→イベント⑧経路の計算結果は80、イベント⑦→イベント⑧経路の計算結果は70、両者を比較して大きい方の経路イベント⑥→イベント⑧の80を採用する。



	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ＴＥ	0	30	40	55	55	60	60	80	100	125
ＴＬ	0	30	45	65	55	60	70	80	100	125

㋓　ダミー作業の場合は、所要日数０の作業として計算する。

㋔　最後のイベント番号のＴＥの値がプロジェクトの所要日数になる。

㋕　最遅完了時刻（ＴＬ）は最後のイベント番号のＴＬの値から逆算によって求める。

㋖　最後のイベント番号のＴＬの値は同じイベントのＴＥの値を使用する。

㋗　各イベント番号のＴＬの値は、次の式で計算する。

（その１つ後のイベント番号のＴＬの値）－（イベント間の所要日数）

㋘　帰路が２個以上あるイベント番号のＴＬの値は次のようにして求める。

❶　イベント⑤のＴＬの計算

イベント⑥→イベント⑤経路の計算結果は55、イベント⑦→イベント⑤経路の計算結果は70、両者を比較して小さい方の経路イベント⑥→イベント⑤の55を採用する。

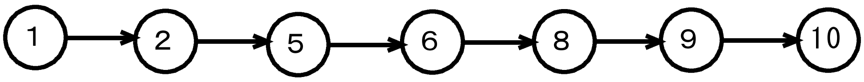
❷　イベント②のＴＬの計算

イベント③→イベント②経路の計算結果は35、イベント④→イベント②経路の計算結果は40、イベント⑤→イベント②の経路の計算結果は30、３者を比較して小さい方の経路イベント⑤→イベント②の30を採用する。

㋙　最後にイベント番号０のＴＬの値０を求めて完了する。

ⓔ　クリティカルパス

ＴＥ、ＴＬの値が等しいイベント番号を結合したパスがクリティカルパスになる。



ⓕ　プロジェクトの所要日数

プロジェクトの所要日数は、プロジェクトを開始してから最後の仕事が完了するまでの日数である。図のＰＥＲＴ図の場合、124日目に仕事Ｋが完了するまでの日数となり、最初の１日を加算するとイベント⑩のＴＥの値125日になる。所要日数はクリティカルパス上の仕事の所要日数の和になる。

ⓖ　日程計画の最適化

クリティカルパス上の作業時間が変化すると、全体の所要工期が変化する。納期に照らして、プロジェクト遂行に要する時間が長くかかる場合は、クリチカルパス上の時間を短縮する必要がある。ある作業の時間を短縮するには、その作業にもっと多くの人材を投入したり、残業などの手段を講じる必要がある。このような措置をとると作業時間当たりの費用は増大するが、工期を短縮することができる。費用面から考えると、プロジェクト遂行に遅れが生じることによる損失と作業時間を短縮するために要する費用との差を考慮して最適な日程を計画する必要がある。クリチカルパス上にない作業については余裕が生じる。この余裕を利用して費用の削減が可能になる。作業完了の標準時間は長くなるが、標準費用が安価になる作業方法を選択し、プロジェクト全体の所要日数を変化させない方法が存在する場合がある。

ⓗ　費用勾配

標準的な所要時間を標準時間、標準時間で行った時の費用を標準費用、短縮された作業時間を特急時間、短縮したときに要する費用を特急費用とすると、費用勾配は次の式で与えられる。

$$\text{費用勾配}=\frac{\text{特急費用}-\text{標準費用}}{\text{標準時間}-\text{特急時間}}$$

⑱　在庫管理

ⓐ　在庫管理とは

在庫管理は原材料や製品などの在庫について過不足を生じさせないように管理することである。市場の需要は変動し、生産・販売の活動も変動を伴う。市場では商品が不足したり、過剰になったりの現象が発生する。在庫は、急な受注にも対応できるように最低限の数量を確保しておく必要があるが、過大な在庫は売れ残りの原因になったり、維持コストの増加につながるため、適切な在庫数量を維持することが重要である。ＡＢＣ分析に基づく在庫管理やＰＯＳと連動した在庫管理システムが利用される。

ⓑ　在庫の必要理由

㋐　市場の需要が変動する。
㋑　入手時期が不確実である。
㋒　調達期間が長く、納期が間に合わない。
㋓　小口発注は不経済である。

ⓒ　適正な在庫管理

㋐　在庫量の変動を可能な限り少なくする
㋑　在庫切れによる稼働率の低下を防ぐ
㋒　調達期間の圧縮による生産期間の短縮を計る
㋓　過大な在庫量を防止する

ⓓ　在庫管理の効果

㋐　原価引き下げ：仕入価格や調達費を引き下げ、管理の手間を省く。
㋑　サービスの向上：作業工程に対して在庫切れを防止し、販売活動の機会損失を防ぐ。
㋒　運転資金の節減：過大在庫の防止により、在庫金額の減少を図る。

ⓔ　在庫の種類

在庫の種類には、季節在庫、安全在庫、ロット在庫などがある。

㋐　**季節在庫**

シーズンに先駆けて仕入を行い倉庫に保管しておく。需要の季節変動の大きい商品を在庫することである。

㋑　**安全在庫**

予測される需要より多目に在庫を持ち、商品の不足の発生を防止するための在庫である。

㋒　**ロット在庫**

ロットとは、一まとまりのものとして生産されたり販売されたりする量の単位をいう。適正な大きさのロットで生産や流通させることによって経済的効果をもたらす。ロット在庫は必要量より多い在庫を発生させる。

ⓕ　適正在庫費用

１回の発注費用を最適化することによって在庫費用を適正にすることができる。

㋐　**発注費用**

１回の発注にかかる費用で、発注量に関係しない固定的な費用である。発注回数が多く

なると増大する。発注回数によって変動する費用である。

㋑　在庫費用

在庫費用は在庫量によって変動する費用で、在庫維持費用、過剰在庫費用、品切れ費用がある。在庫維持費用は、在庫を維持するための費用で、在庫に投下された資金の費用や保管費用、損耗費用、保険費用等がある。過剰在庫費用は、在庫が過剰である場合に生じる費用である。品切れ費用は、在庫が不足である場合に生じる費用で、追加注文のための費用、品切れのための機会損失費用等がある。

⑲　経済的発注量の計算

ⓐ　経済的発注量とは

経済的発注量は発注費用と平均在庫費用の和である発注のための総費用を最小にする１回の平均発注量である。

ⓑ　計算式の記号

Ｍ	：１定期間内の確定需要量	Ｃ	：在庫維持比率
Ｋ	：１回当たりの発注費用	Ｘ	：１回当たりの発注量
Ｐ	：購入単価	ｎ	：１定期間内の発注回数
ＴＫ	：総発注費用	ＴＺ	：平均在庫費用
Ｔ	：総費用		

ⓒ　総発注費

年間の需要量Ｍをｎ回に分割して発注し、１回当たりの発注量Ｘを同じとすると、総発注費用ＴＫは１回当たりの発注費用をＫとして、次の式で求めることができる。

$$TK = n \times K,\quad M = n \times X$$

$$n = \frac{M}{X}$$

$$TK = \frac{M}{X} \times K = \frac{MK}{X}$$

総発注費用は年間の需要量Ｍと１回当たりの発注費用Ｋに比例し、１回当たりの発注量Ｘに反比例する。１回の発注量Ｘが小さくなれば、総発注費用は増大する。

ⓓ　平均在庫費

一定期間の平均在庫量は１回の発注量の１／２となる。在庫維持費は購入単価に在庫維持比率を乗じて求めることができる。従って、平均在庫費用はＴＺの式で計算できる。

$$TZ=\left(\frac{X}{2}\right)\times P\times C=\frac{(XCP)}{2}$$

ⓔ　一定期間中の総費用

一定期間中の総費用Ｔは総発注費と平均在庫費の和で表すことができるため次の式になる。

$$T=\frac{(MK)}{X}+\frac{(XCP)}{2}$$

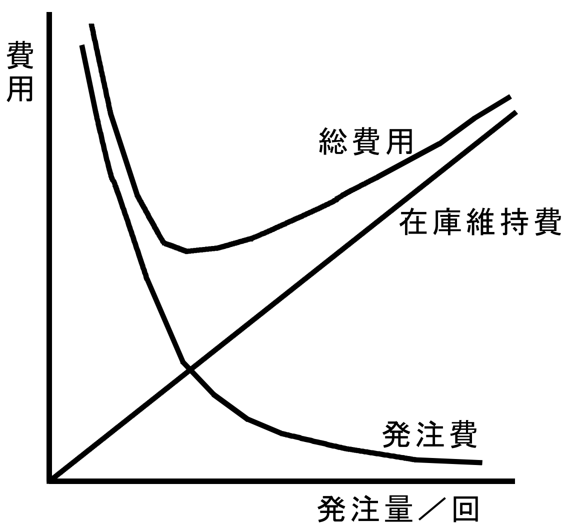
ⓕ　経済的発注量

経済的発注量は総費用Ｔが最小となる値であるから、ＴをＸで微分し、Ｔが最小になるＸを求める。このＸの値が経済的発注量になる。この計算式を経済的発注量（ＥＯＱ）の公式という。

$$\frac{dT}{dX}=-\frac{(MK)}{X^2}+\frac{(CP)}{2}=0$$

$$X^2=\frac{2MK}{CP} \qquad X=\sqrt{\frac{2MK}{CP}}$$

ⓖ　発注量と費用との関係を表す図



横軸に１回当たりの発注量、縦軸に費用をとり、発注費、在庫維持費、総費用の関係曲線を求めると図のようになる。総費用は在庫維持費と発注費の和として求められ、最小点を有する曲線となる。

在庫の総費用が最小になる発注量は、発注費の曲線と在庫維持費の直線の交点になる。この交点の発注量が経済的発注量である。

⑳　在庫管理のシステム化

ⓐ　在庫管理システムとは

在庫管理は物流プロセスにおいて、原材料や製品、商品の在庫について、数量的管理を行うことである。在庫管理システムでは、ＰＯＳシステムやＥＯＳシステムと連動する形で、需要予測に対する発注量や在庫の最適化を図り、在庫管理を処理するシステムである。在庫費用と発注費用などから最適な発注量を計算し、余剰在庫や在庫不足などが生じないように原材料や製品、商品などの在庫量を管理するシステムである。

ⓑ　在庫管理システムの特徴

㋐　ＰＯＳシステムと結ぶことにより、需要予測の情報を消費者から直接収集できる。
㋑　収集・蓄積データに基づいて､最適在庫や最適仕入れなど信頼度の高い管理が可能になる。
㋒　本部での全体計画に基づいて在庫管理を行い、自動的に出荷指示が行える。

ⓒ　在庫管理システムの期待効果

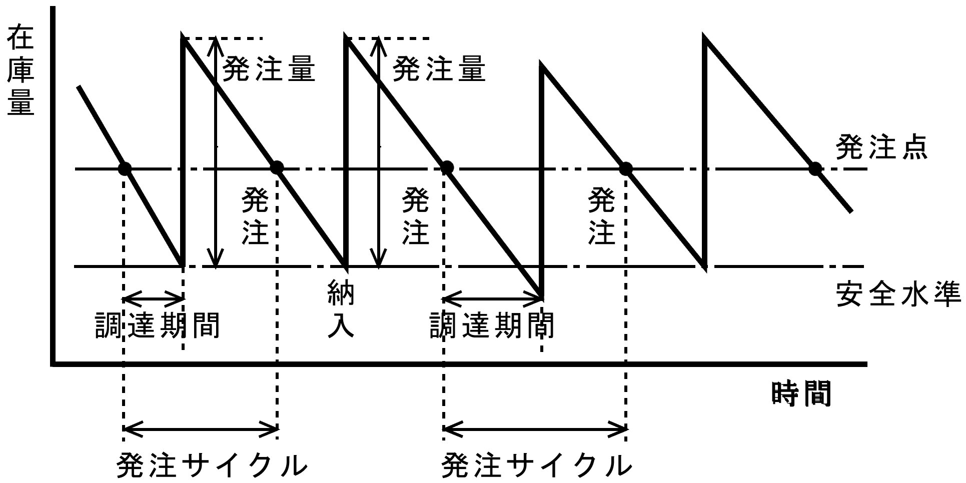
㋐　受発注管理や配送管理との連動により、効率的に商品を回転させる。
㋑　店内の管理体制との連動により、要員や商品の配置を合理化できる。
㋒　季節や曜日、天候などによる出荷量や販売量の予測ができ、荷揃いの最適化が行える。
㋓　市場の需要動向や供給状況、仕入先の状態など在庫計画に関する企業内外の諸要因を明確にすることができ、その影響度や重要性の大小を把握できる。
㋔　在庫計画による関連分野への影響を示すデータの蓄積ができる。
㋕　各種データを利用することによって、在庫計画の正当性や正確性が保証できる。
㋖　計画から自動的に管理項目や指示が導出できる。

㉑　発注点方式と定期発注方式

ⓐ　発注点方式とは

発注点方式は在庫が一定の量にまで減ったとき一定量を発注する方式で、定量発注方式で

ある。発注点はリードタイム期間中の需要量によって決まる。発注から納品までの時間がリードタイムで、リードタイム期間中の需要量が一定であればその需要量を発注点とする。需要は不確定であるからリードタイム期間中の需要の確率分布に基づいて、在庫総費用が最小になるように、安全在庫水準を考慮して発注点を決める。発注点方式は、ＡＢＣ分析の多量ではあるが金額の少ないＢ品またはＣ品に適用する。



ⓑ　品目別発注点の求め方

㋐　過去の実績によって平均の消費速度を決める。

㋑　経済的発注量の考えに基づいて、１回の発注量を決める。

㋒　品種別、購入先別に入手期間を決め、この日数に消費速度を乗じて調達期間中の使用量を決める。

㋓　消費速度および入手期間のばらつき、材料切れによる損失などを考慮して最小在庫量を決める。

㋔　この最小在庫量に調達期間中の使用量を加算したものが発注点となる。

㋕　最小在庫量に経済的発注量を加算したものが、最大在庫量となる。

㋖　平均在庫量は、(経済的発注量／２＋発注点)となる。

ⓒ　発注点方式が適している場合

㋐　在庫量が常時正確に把握されている。

㋑　単価が低く、１回の発注量が比較的大量となる商品。

㋒　発注先が、不定期な発注に対応する場合。

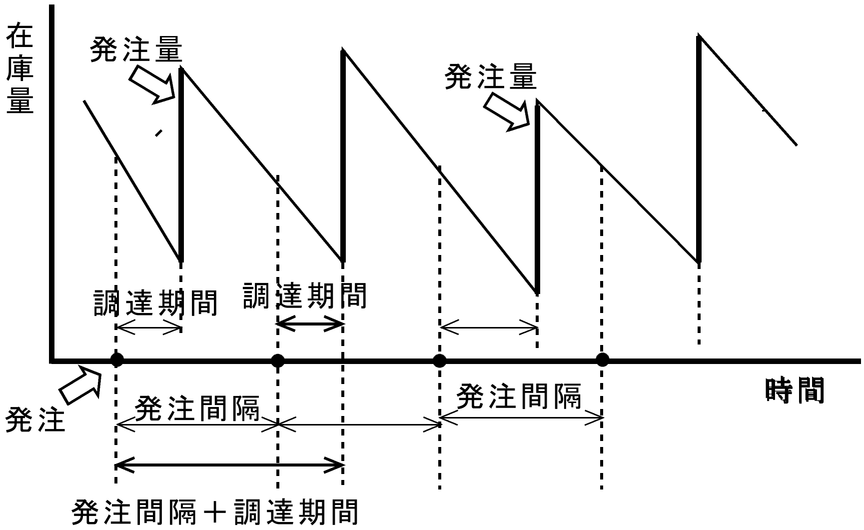
ⓓ　定期発注方式とは

定期発注方式は発注間隔を予め決めておきこれに従って定期的に発注する方式である。需要変動するものを、一定期間ごとに必要量を発注する方式である。

発注量は、発注間隔＋リードタイムの期間の需要を満たすだけの量から、発注時点での手

持ち在庫量を差し引いた量となる。発注間隔は経済的発注量の公式から求めるが、発注先の都合など、その他の外的要因によって決まる場合が多い。

ＡＢＣ分析により、個数は少ないが在庫金額の大きいＡ品に適用されることが多い。在庫しないのが基本原則である。



ⓔ　定期発注方式が適している場合

㋐　**多くの品目が一括して注文すると大きなメリットがある場合**

㋑　**単価が高く、厳密な管理が必要となる商品**

㋒　**発注先が、不定期的な発注に対応していない場合**

ⓕ　Ｓ－ｓ－Ｔ法

一定の調査間隔Ｔを単位期間とし、必要な条件を満足する補充点Ｓと発注点ｓを決めておく、期末に在庫数Ｘを調べ、Ｘ≦ｓならＳ－Ｘだけ発注する。

ⓖ　ダブルピン法

２つの箱を用意し、両方の箱を同じ品目で満たす。箱１から出庫し、空になれば、箱２から出庫し、箱１を満たす分を発注する。発注分が入庫すれば箱１に入れる。

㉒　品質管理のための七つ道具

ⓐ　品質管理の七つ道具

工程の不安定要因を分析したり、管理のための基準を設定する場合に品質管理のための七つ道具を使用する。七つ道具にはＱＣ七つ道具と新ＱＣ七つ道具がある。

ＱＣ七つ道具には、項目別にデータをとったり、確認チェックに使用するチェックシートや

パレート図、特性要因図、管理図、散布図、ヒストグラム、各種グラフがある。

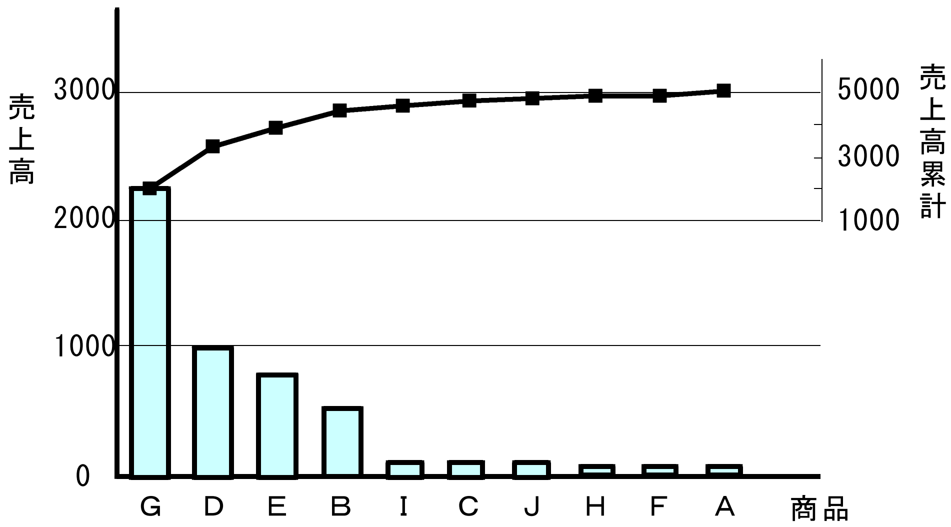
ⓑ　新品質管理の七つ道具

新ＱＣ七つ道具は、計画段階の分析や整理に用いられるツールで、親和図、連関図、系統図、マトリックス図、マトリックスデータ解析法、アローダイヤグラム、ＰＤＰＣなどがある。

㉓　パレート図とＡＢＣ分析

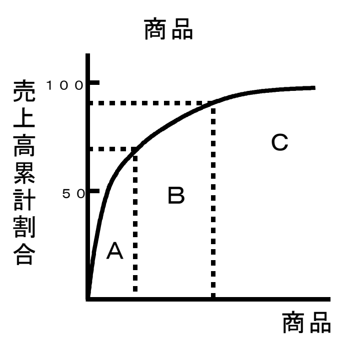
ⓐ　パレート図

パレート図は複数の列挙した問題の中から、最も本質的な問題を抽出するための図である。パレート図は棒グラフと折れ線グラフを組み合わせた図であり、数量の大きい順に棒グラフを書き、各棒グラフの累計が全体に占める割合を折れ線グラフで描く。



ⓑ　ＡＢＣ分析

ＡＢＣ分析は、在庫管理や販売管理に用いられる手法であり、製品を重要視の順に３段階のＡ、Ｂ、Ｃに分割して管理する方法で、パレート図と関連して使用する。例えば、商品を売上高の大きい順に並べ、上位から売上高を累積して次の３つのグループに分類する。



㋐　**Ａクラス**：総売上高の70%までを占める商品

㋑　**Ｂクラス**：Ａクラス以外の90%までを占める商品

㋒　**Ｃクラス**：その他の商品

Ａクラスの商品は最も重点的に管理し、Ｃクラスの商品はそれほど手間をかけずに管理する。

ⓒ　ＡＢＣ分析の手順（商品別売上高の例）

㋐　**商品別売上高の累積売上高を求めパレート図を作成する。**
㋑　**㋐で求めた累積売上高の70％以内の商品をＡグループにする。**
㋒　**㋐で求めた累積売上高の90％以内で、Ａグループを除く商品をＢグループにする。**
㋓　**その他の商品をＣグループにする。**

㉔　管理図と特性要因図

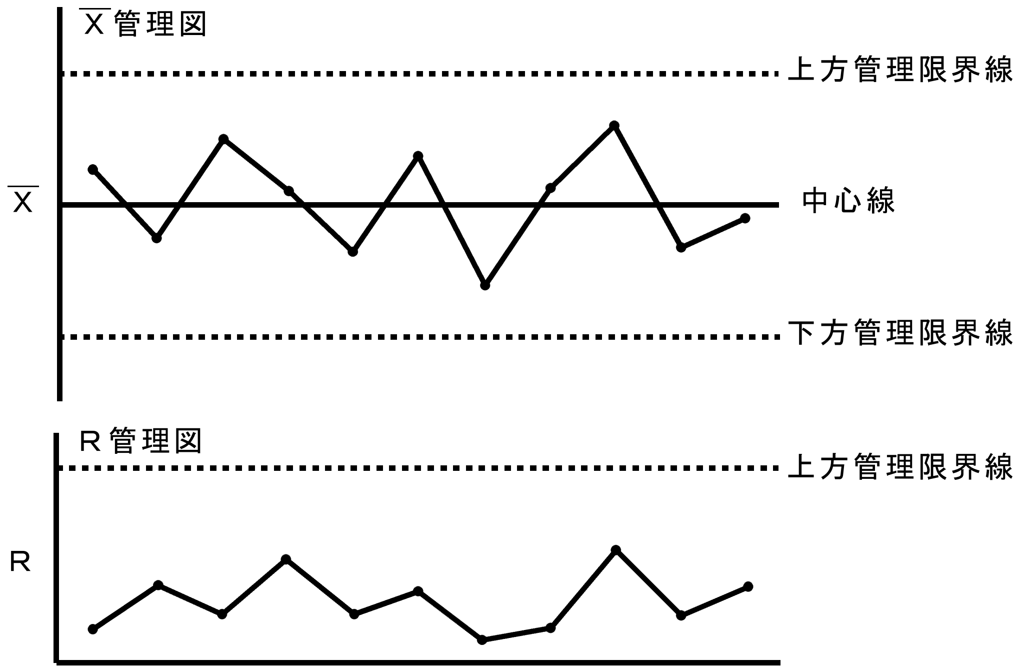
ⓐ　管理図とは

管理図は工程における異常を見つけ出すために、管理限界線を設定し、実績値をプロットしたものである。製品の寸法、重量、成分の変化、不良品の発生件数などの管理に利用する。

ⓑ　管理図の種類

㋐　**$\overline{\mathrm{x}}$－Ｒ管理図**：計量値の管理に用いる
㋑　**ｐｎ管理図**　：計数値の管理の不良個数を扱う
㋒　**ｐ管理図**　：計数値の管理の不良率を扱う
㋓　**ｃ管理図**　：計数値の管理のキズなどの欠点数を扱う
㋔　**ｕ管理図**　：計数値の管理の単位当たりの欠点数を扱う

ⓒ　*$\overline{x}$－Ｒ管理図の例*



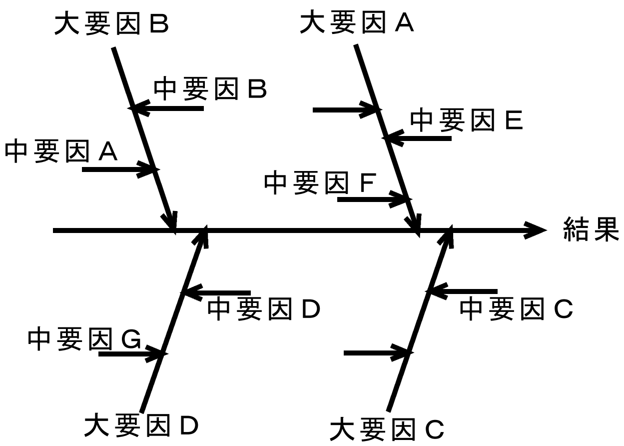
ⓓ　管理図の活用

管理図は平均値を中心線に引き、偶然のばらつきを利用して上方管理限界線と下方管理限界線を記入した図に、データをプロットして使用する。

プロットしたデータが管理限界線の範囲内に収まっている場合は製造工程は正常であるが、管理限界線を越えたり、平均値の大きな移動が生じたり、限界内の点に偏りが生じると製造工程に異常が発生していると考え、その考え方を工程管理や工程の改善対策に用いる。

ⓔ　特性要因図とは

特性要因図はある問題の原因を導き出すために、様々な要因とその関連をまとめるための図である。特性と要因、結果と原因などの関係を体系的に整理し、原因を見つけるための図解である。要因は、大要因、中要因、小要因に分類される。特性要因図は、形が魚の骨に似ていることからフィッシュボーン図とも言う。



㉕　ＯＣ曲線

ⓐ　抜き取り検査

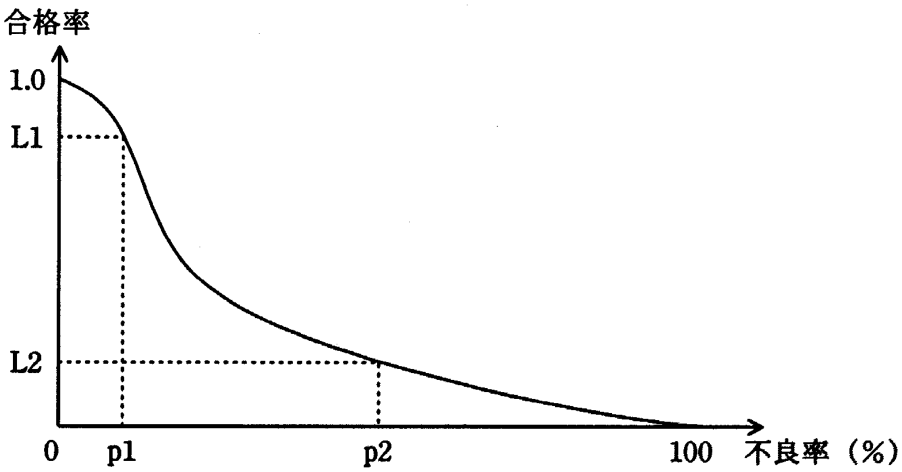
サンプリングとは、母集団から標本を抜き出すことである。製品の製造工程で検査を行う場合、全数検査が望ましいが、全数検査ができないとか、検査コストがかかりすぎる場合、製品ロットから一定数の製品を抜き取り、そのサンプルを検査して、サンプル中に規定数以上の不良品があると、ロット全部を不良とする抜き取り検査を行う。抜き取り検査のサンプリング方法を設計するときにＯＣ曲線を使用する。

ⓑ　ＯＣ曲線とは

ＯＣ曲線は、製品の抜き取り検査を行う際に用いる、製品ロットの不良率と合格率の関係を表した曲線である。例のＯＣ曲線では、不良率がＰ２ならば、合格率はＬ２であり、不良率がＰ１ならば、合格率はＬ１であることを示している。

抜き取り検査では、一定数のロットから、ｎ個の製品を抜き取り、それに含まれる不良品が

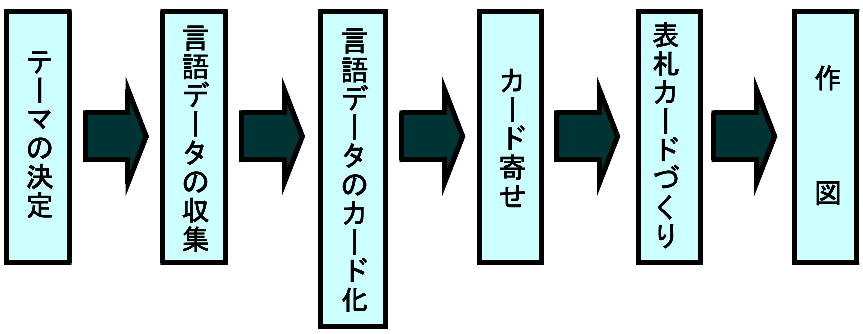
ｃ個以上となるロット全体を不合格とする。ロットの不良率をｐとすると、ｎ個のサンプルの中にｃ個の不良品が混じる確率が計算できる。ｎとｃを一定にすれば、不良率ｐとロットが合格する確率ｑとの間には一定の関係がある。この関係を表したものがＯＣ曲線である。



㉖　親和図法

ⓐ　親和図法とその手順

　親和図法は事実あるいは意見、発想を言語データとしてとらえ、収集した言語データを相互の親和性によってまとめ上げる方法である。データ同士の関連性に基づいて分類し、グループ化し、図解する。まとまりのない事例やアイディアを列挙し、共通性や関連性の高いものをグループ化して整理するための図解法である。調査内容の分類整理やブレーンストーミングで提案された意見の整理のために利用する。



ⓑ　親和図法の利用効果と

　多くの意見や事実などを収集し、共通点を見出したり、関連性を見出すことによって、問題の解決方法を発見する。複雑でつかみ所のない問題に関する多数の意見や事実をカードに記入し、分類整理し、グループ化し、同じグループを代表する意見や事実の表札を付けることによって、問題の輪郭を次第に明確にし、因果関係を追求して解決策を見つけることができる。ソフトウェアの要求分析に利用する。

㉗　関連図法、系統図法、マトリックス図法

ⓐ　関連図（連関図）法

関連図法は、問題の構造を明らかにするために、その問題の原因や解決手段の関係を図で示しながら、原因から結果、目的から手段に到達する過程を整理するための図解法である。問題に対する原因が複数個ある場合に、複雑に絡み合っている原因同士の相互関係を因果関係として明確にし、解決の糸口を見つけるための手法である。

関連図の表現は収斂的になる。

ⓑ　系統図法

系統図法は、目的や目標を達成するための手段を見つけ出すための手法であり、系統図は、問題の目的と達成手段の関係を木構造として表した図である。あるテーマを深く掘り下げて展開する過程を表す図解であり、目的を達成するための手段を検討したり、結果からその原因を掘り下げて追求する場合に利用する。

系統図の表現は拡散的になる。

ⓒ　マトリックス図法

マトリックス図法は、格子状の表の縦軸と横軸にいくつかの項目を配置し、交点に各項目同士の関連性の度合いを◎、〇、△などで示した分析法である。クライアントの品質要求と品質特性との対応表や系統図で、各手段の評価の重みを表現する場合などに用いる。

㉘　ＰＤＰＣ法

ⓐ　ＰＤＰＣ法とは

ＰＤＰＣ法は目的達成のための最適ルートを決定するための過程を表す図法であり、問題解決・意思決定の手法として開発した。この手法を用いると、問題の所在、重点事項の確認が容易になると共に意思決定の過程を明確に表現することができる。計画の策定段階で情報が不足していたり、流動的で事前予測が困難な場合に有効な問題解決手法である。

ⓑ　処理手順

㋐　目的と現状を整理する。初期の状態、制約事項などを整理する。

㋑　あらかじめ考えられる様々な事象（結果・状況・処置など）を予測し、プロセスの進行手順を事前に図式化する。

㋒　図式化に当たっては、実現可能性、矛盾の有無、不測事態対応策の有無などを確認する。

㋓　プロセス進行中に当初予期していなかった問題が生じた場合には、その時点以降のプロセスに変更を加える。

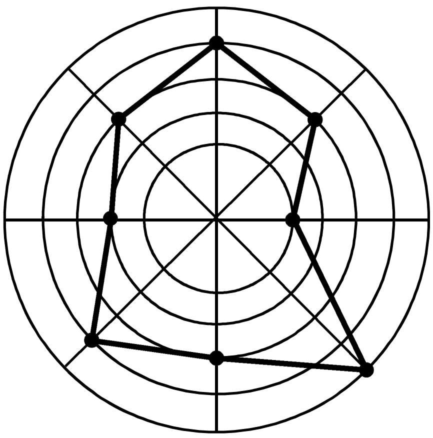
㉙　各種グラフ

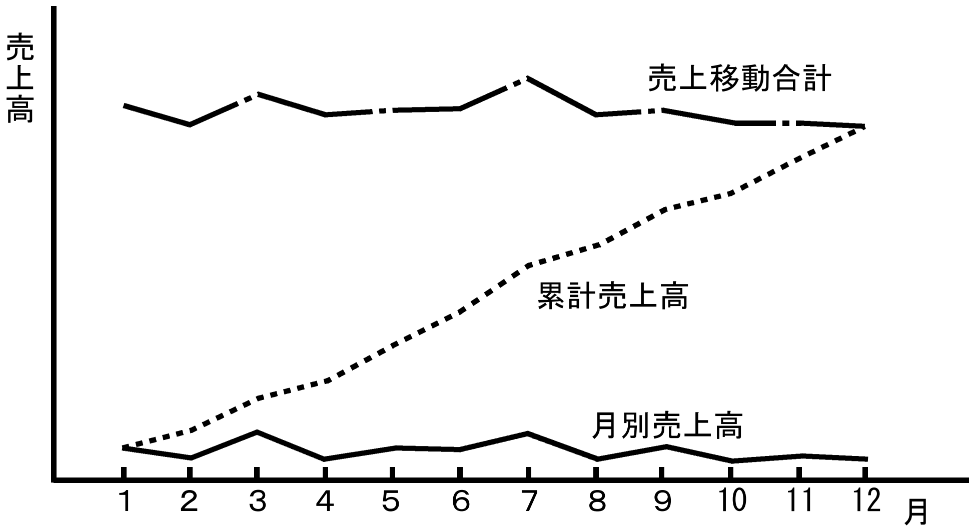
ⓐ　帯グラフ

帯グラフは一定の大きさの帯状の長方形をある長さで区切り、各部分の面積で数量の大きさを表すグラフである。２つ以上の帯グラフを並べて数量の変化を表したり、全体に対する割合を表示したりすることができる。全体を100としてメーカ別の市場構成比を求めるのに適したグラフである。

ⓑ　レーダチャート

項目の構成要素の比率とそのバランスを表すグラフである。円の中心から正多角形の角に向かって引いた軸に項目の数値をとり、ある基準に対する比率をプロットし、線で結んだものである。複数の特性間のバランスやデータの周期性をみるときに使うグラフで、蜘蛛の巣のような形状をしている。





ⓒ　Ｚグラフ

Ｚグラフは項目ごとの数値、累計値、移動合計値を折れ線グラフで表したグラフである。図に示すように、月別売上金額、累計売上高、過去１年間の売上合計金額を折れ線グラフで表す

とＺのような形の表現になる。移動合計はその時点からさかのぼって一定の管理期間中の数量を合計したものである。

長期的な傾向が示され、短期的な見方が避けられるメリットがある。

㉚　待ち行列理論とＭ／Ｍ／１モデル

ⓐ　ケンドール記法

待ち行列理論では、サービスを受ける人が一列に並んで順番にサービスを受けるときの平均待ち時間を求める。

平均待ち時間は、次の４項目の関数になる。

㋐　サービスを受ける人の到着時間間隔の分布

㋑　サーバにおけるサービス処理時間の分布

㋒　サーバの数

㋓　サービスを受ける人の総数

これらの要素の組合せによる待ち行列の性質をケンドール記法で、次のように表す。

到着分布／サービス時間分布／サーバ数／母集団

通常、母集団の大きさは無限大と仮定すると、次の３項目の組合せになる。

到着分布／サービス時間分布／サーバ数

ⓑ　システム設計で使用するモデル

システム設計で使用するモデルとして、Ｍ／Ｍ／１、Ｍ／Ｄ／１、Ｍ／Ｍ／ｍ、Ｍ／Ｄ／ｍ、Ｍ／Ｇ／１がある。

Ｍ、Ｄ、Ｇは分布の形を表す記号で、次のことを意味する。

Ｍ：ランダム分布あるいは指数分布

Ｄ：一定値

Ｇ：一般分布

ｍ：整数

処理要求の発生は時間的にランダムが多いので、到着分布は指数分布にする。サービス時間分布は、指数分布または一定値を使用する。

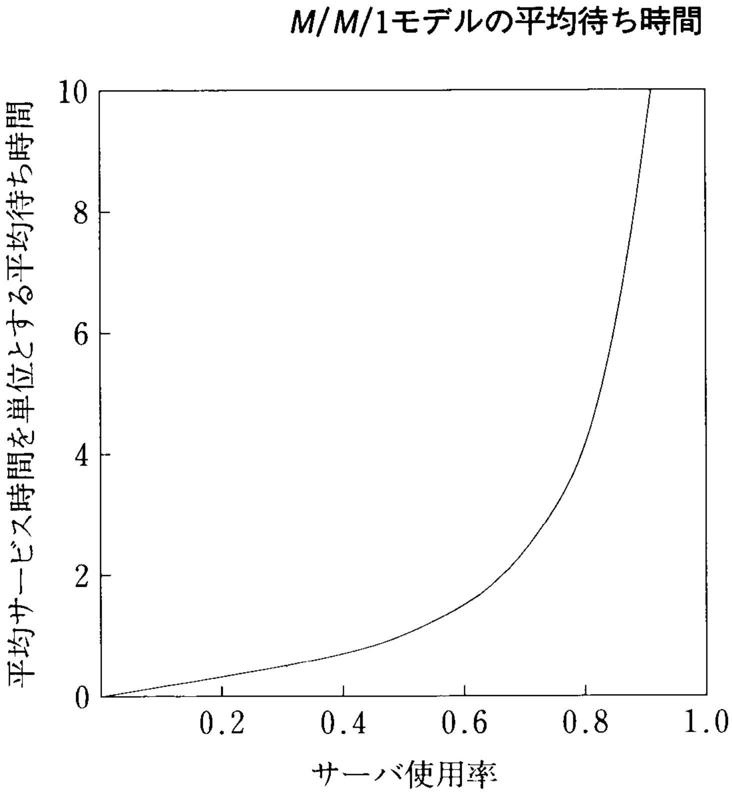
待ち行列理論をシステム設計に利用するときは、サーバ使用率と平均待ち時間を図表化した計算図表を使用する。横軸にサーバの平均使用率、縦軸にサーバの平均サービス時間を単位として正規化した平均待ち時間を表した図表である。

ⓒ　Ｍ／Ｍ／１モデルの平均待ち時間

次の図は、待ち行列のＭ／Ｍ／１モデルについて、サーバ使用率と平均待ち時間の関係を図表化したものである。

図表から明らかなように、使用率が70%を超えると待ち時間が急速に大きくなり、利用者から見たシステム性能が低下する。このために、集中処理システムのキャパシティプランニング

ではコンピュータの使用率を70%以下に抑えるように計画する。



ⓓ　平均待ち時間の計算式

Ｍ／Ｍ／１モデルにおいて、客の到着確率分布はポアソン分布、サービス時間は指数分布に従う場合、平均到着率（単位時間当たりに到着する数の平均値）をλ、平均サービス率（平均サービス時間の逆数）をμ、利用率$\rho=\lambda/\mu$とすると、平均待ち時間Wは次式で与えられ。

$$W=\frac{\rho}{\mu(1-\rho)}$$

㉛　ＩＥ分析手法とモンテカルロ法

ⓐ　ワークサンプリング

ワークサンプリングは品質管理のために、作業者や工場設備の一時点での動きを測定し、全体の稼働状況を求める稼働分析手法である。観測者が計画に従って、決められた時間に、対象となる作業者や工場設備を巡回し、稼働状況を記録する。これを何回も繰り返して観測結果を集計、分析する。

ⓑ　稼働分析

作業時間について、実際に稼働している時間の比率や稼働を妨げる原因の発生する状況など

について、調査分析する作業測定の手法である。
稼働分析の目的は次のようになる。

㋐ 余裕率の決定
㋑ 機械別・職場別の稼働状況の把握
㋒ 標準時間の基礎資料の作成
㋓ 人員・機械の割当・配置・持ち台数の決定

稼働分析は連続観測法と瞬間観測法がある。

ⓒ 作業管理

作業管理は個人の作業の管理であり、個人の作業の行われる状況を観測分析し(作業研究)、改善し(作業改善)、標準作業を決め(作業標準化)、その所要時間を決め(標準時間設定)、それができるように指導して、実行させる。
作業研究の主な手法に次のものがある。

㋐ 工程分析
作業の流れに従って、加工、検査、運搬、停滞に区分し、物の流れを追跡する。人の動きを追跡する分析もある。

㋑ 時間研究
作業を細分し、単位作業に要した所要時間を求め、標準時間の設定、作業の標準方法を求めるのに使用する。

㋒ 動作研究
作業を行う際の作業者の動きを分析し、図表化する。図表化する場合、サーブリッグ記号を使用する。適当なコマ数で撮影し、それを使用して図表を作成する。

ⓓ モンテカルロ法

モンテカルロ法は解析的に簡単に解けない問題や実験が困難な現象を、コンピュータで乱数を大量に発生させるシミュレーションによって近似的に解く手法である。
複雑な図形の面積は、対称図形を含む全体領域内で、大量の点を乱数によって発生させてプロットし、対称図形の領域内に入る割合から計算して求める。微分方程式などの数式の解法、粒子や人の挙動といった物理現象や社会現象の解析などに用いる。
モンテカルロ法の特徴は直接のシミュレーションに比べ、仮想の確率過程を設定したり、適当な変数変換を行ったりする技巧的な面にある。

ⓔ 確率アルゴリズム

確率アルゴリズムは乱数を用いて、確率的な考え方で解を求めるアルゴリズムである。確率的であるため、常に正しい答えを出すとは限らないが、解析的に解くことが困難または時間がかかる問題の解の近似解を求めることができる。対象が単純な構造の場合はモンテカルロ法よ

りも確率的アルゴリズムの方が有効である。

㉜　デルファイ法

ⓐ　デルファイ法とは

デルファイ法は現在の動向から未来を予測したり、システム分析に使用したりできる手法であり、専門的知識や経験を有する人の直感や推量を生かし、アンケート調査によって集団の意思を対照させながら調査を繰り返し、意見を収斂させる手法である。

ⓑ　デルファイ法の手順

㋐　複数の参加者に予測対象を提示する。

㋑　参加者が１回目の予測を行う。集計結果の４分位数を参加者に提示する。

㋒　参加者は２回目の予測を行う。その値が４分位数の中間範囲外の場合は理由を付ける。集計結果は再び参加者に提示する。

㋓　参加者は３回目の予測を行う。中間４分位範囲内の予測をした人は、範囲外の予測に同意できない理由を提示する。集計結果を参加者に提示する。

㋔　参加者は４回目の予測を行う。これが最終の予測となり、集計結果の中央値が採用される予測値となる。

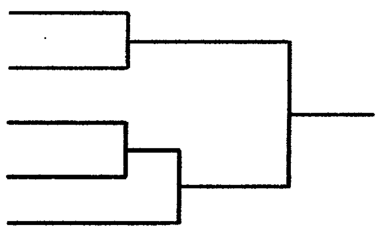
㉝　クラスター分析と決定木・決定表

ⓐ　クラスター分析とは

クラスター分析は多くの対象を、計測値に基づいて似たもの同士のかたまりに集めて分類する手法である。分類する場合、類似度、距離を定義する必要がある。分析や分類の目的に適した特性が選定できるかどうかが成否を左右する。

まとめる手順には、個体と個体がまとめられて、新しいクラスターができ、それに新しい個体やクラスターが加えられて、より大きなクラスターになる集約的手法や、集団を次々に分類していく分類的な方法がある。

ⓑ　クラスター分析の手法



距離定義法は人がクラスター間距離を決める方法で、最短距離法、最長距離法、メジアン法、重点法などがある。

図的表示法によるクラスタリングには、FACE method や樹形図がある。樹形図は図に示すように階層的手法でクラスタリングされていく過程を図示することができる。横方

向の長さは個体間またはクラスター間の距離を示している。

ⓒ　決定木（デシジョンツリー）

決定木は、ある事柄について、条件や選択肢をツリー状に記述し、記述された条件、選択肢を選ぶと、どのような結果になるか、分かりやすく表現したツリー図である。問題点の整理や意思決定分析に利用する。この図を利用することによって、問題点や選択肢が視覚的に表現できる。

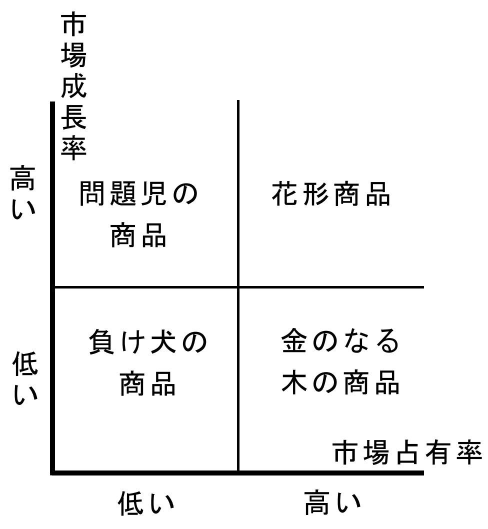
ⓓ　決定表

決定表は、条件とその条件に対する処理や行動の関係を整理した一覧表である。複数の条件の組み合わせによって処理や行動が決まる場合に、その関係を対応づける条件表題欄、行動表題欄、条件記入欄、行動記入欄で構成する。

条件表題欄の各条件の組合せを条件記入欄に記入し、そのおのおのに対してどの行動をとるか行動記入欄に示す。この表により、複数条件を組み合わせた場合どのような処理または行動をとることが正しいかを論理的に判断できる。

㉞　ポートフォリオ分析

ⓐ　ポートフォリオ図



ポートフォリオ分析に用いるポートフォリオ図は縦軸に市場成長率、横軸に市場占有率を配して、個々の戦略ビジネスユニットごとにその位置づけをプロットする。グラフを４つに区分して、市場成長率が高く市場占有率の高い商品は花形商品、市場は成長しているがシェアの小さい商品を問題児の商品、成長率は止まっているがシェアの大きな商品を金のなる木、シェアの小さいものを負け犬として評価する。

ⓑ　ＰＰＭ

ＰＰＭは、プロダクト・ポートフォリオ・マネージメントの略で、競争戦略策定の手法である。現有製品と事業ラインを全体的・客観的に評価して、重点分野と撤退分野とを選別し、企業全体として最も効果的な資源配分を行う手法である。

検討する際に、市場成長率とマーケットシェアに着目して、花形製品、金のなる木、問題児、負け犬の位置づけを行う。

㉟　意思決定の判断基準

ⓐ　不確実性下の意思決定

将来起こると予想される状況が複数個あり、それぞれの発生確率が不明の場合の意思決定を行う判断基準である。

ⓑ　判断基準の種類

㋐　ラプラスの原理

それぞれの状況が同じ確率で発生すると考えて、期待値で判断する。

㋑　マクシミン原理(ミニマックス原理)

それぞれの戦略について、最小の利得を考え、それが最大となる戦略を選択する。最大の損失を最小化する考え方である。

㋒　マクシマックス原理(ミニミン原理)

それぞれの戦略について、最大の利得を考え、それが最大となる戦略を選択する。

㋓　ミニマックスリグレッド原理

それぞれの状態が起こったあとで、最良の選択を選んでいれば得られたであろう利得と、その戦略を選んだ場合の利得との差を考え、その差の最大値が最小となる戦略を選択する。後悔(リグレッド)を最小化する判断基準である。

ⓒ　意思決定の具体例

㋐　戦略と利得

	Ｂ１	Ｂ２	Ｂ３
Ａ１	25	-20	0
Ａ２	-15	5	20
Ａ３	5	15	10

Ａ社の戦略をＡ１～Ａ３、Ｂ社の戦略をＢ１～Ｂ３とすると、両社の戦略を組み合わせた

Ａ社の利得が表に与えられた数値になる。

㋑　ミニマックス原理による判断

Ａ社が戦略Ａ１～Ａ３で期待する利得の最小値は次の表の最小利得の値となる。

	Ｂ１	Ｂ２	Ｂ３	最小利得
Ａ１	25	−20	０	−20
Ａ２	−15	５	20	−15
Ａ３	５	15	10	５

Ａ社がミニマックス原理で選択する戦略は最小利得の中の最大値である５となり、戦略Ａ３を選択することになる。Ａ社は最大の利得25が得られる可能性があるのに、戦略Ａ３を選択することによって、最大の利得は15となり、最小の利得が５となる。Ａ社は最大の損失20が発生する可能性があったが、戦略Ａ３を選択することによって、利得５の水準に押さえることが可能になる。最大の利得を得る可能性はなくなるが、損失額が発生しなくなる。

㋒　マクシマックス原理による判断

Ａ社がマクシマックス原理で選択する戦略は利得の最大値の中の最大値である25となり、戦略Ａ１を選択することになる。戦略Ａ１を選択した場合、最大の利得25を得る可能性があるが、Ｂ社の戦略によっては最大の損失20を発生させる可能性がある。

㊱　需要予測と時系列分析

ⓐ　需要予測とは

産業あるいは商品の将来の需要量を予測する方法で、将来に対する販売計画、生産計画の戦略的な意思決定の情報とする。

ⓑ　既存製品の予測法

㋐　最終需要法

㋑　趨勢補外法

㋒　産業関連分析法

ⓒ　新製品の予測法

㋐　発展的接近法

㋑　代替的接近法

㋒　成長曲線接近法

㋓　意思調査接近法

㋔　販売経験接近法

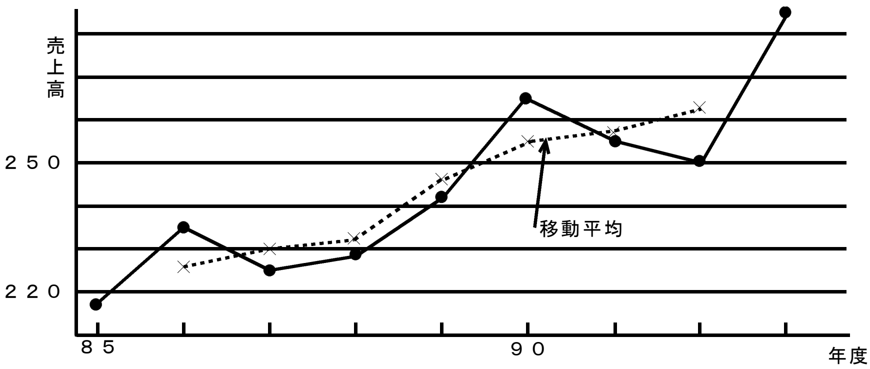
㋕　**代理的接近法**

ⓓ　変動要素

㋐　**傾向変動**：時間の経過に従って一定の傾向に基づいて生じるとみなされる変化。
㋑　**循環変動**：ある周期に従って生じるとみなされる変化。
㋒　**季節変動**：季節的要因に基づいて起こる変化。
㋓　**偶然変動**：原因がなく偶然に起こる変化。

ⓔ　移動平均

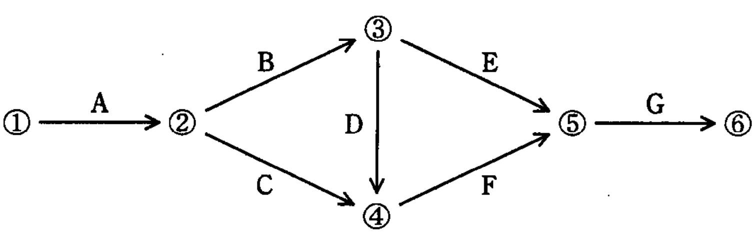
時系列データから傾向変動を測定する場合に用いる方法である。時系列の各データについて、そのデータを中心とした前後一定期間のデータの平均値をとり、この平均値をその期の原データに代えて用いる。こうすることによって、データのバラツキの平滑化を図る。平均値を求めるときに、各データに重み付けをする方法を、加重移動平均という。



年度	85	86	87	88	89	90	91	92	93
売上高	217	235	225	229	246	265	255	250	285
移動平均		226	230	233	247	255	257	263	

例題演習

図の日程計画で，作業Ｅの最遅開始日はどれか。



作業	標準日数（日）
A	3
B	6
C	5
D	3
E	4
F	5
G	3

ア　７　　　イ　９
ウ　１２　　エ　１３

解答解説

ＰＥＲＴ図から最遅開始日を求める問題である。

最遅完了日はＰＥＲＴ図から求めらた各イベントの時刻から求めることができる。最遅開始日は最遅完了日からその仕事の所要日数を差し引いたものになる。

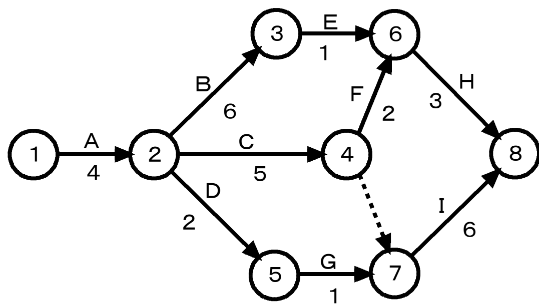
与えられたパート図の最早開始時刻（ＴＥ）、最遅完了時刻（ＴＬ）を求めると次のようになる。

	1	2	3	4	5	6
ＴＥ	0	3	9	１２	１７	２０
ＴＬ	0	3	9	１２	１７	２０

表のイベント５のＴＬの値から作業Ｅは遅くともプロジェクト開始後１７日目に終了していなければならない。作業Ｅの所要日数は４日であるから、作業Ｅの開始日がプロジェクト開始後遅くとも１３日目から始めると、１７日目に作業Ｅが完了することになる。求める答えはエとなる。

例題演習

次のプロジェクトに関して、クリティカルパスの所要日数を１日短縮するための検討項目として適切なものはどれか。矢線上の英字は作業名を表し、数字は作業所要日数を表す。



ア　作業Ｂを１日短縮する。

イ　作業ＢとＦを１日ずつ短縮する。

ウ　作業Ｈを１日短縮する。

エ　作業Ｉを１日短縮する。

解答解説

プロジェクトのクリティカルパスの所要日数を短縮するための問題である。

クリティカルパスに関係する作業が明確になれば求めることが出来る。

与えられたパート図の最早開始時刻（ＴＥ）、最遅完了時刻（ＴＬ）を求めると次のようになる。

	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧
ＴＥ	0	4	１０	9	6	１１	9	１５
ＴＬ	0	4	１１	9	8	１２	9	１５

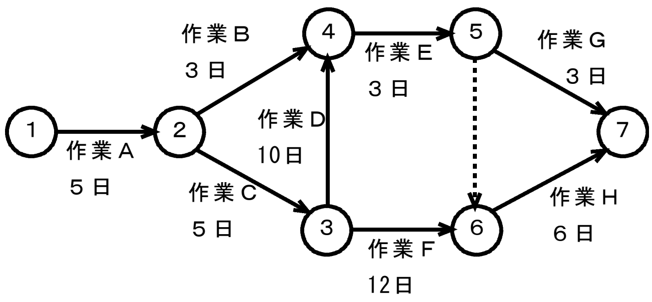
クリチカルパスは、ＴＥとＴＬの値が等しくなるイベントを結ぶパスになる。

①→②→④→⑦→⑧　従って、作業Ａ→作業Ｃ→作業Ｉ

となる。アの作業Ｂは関係ない。イの作業ＢとＦは関係なし。ウの作業Ｈも関係がない。関係するのは作業Ｉであり、求める答えはエとなる。

例題演習

図のアローダイヤグラムで表される業務について、作業内容を見直したところ、作業Ｄだけが３日間短縮可能であることがわかった。業務全体の所要日数は何日間短縮できるか。なお、点線の矢印はダミー作業である。



ア　０　　イ　１　　ウ　２　　エ　３

解答解説

ＰＥＲＴ図を利用して、特定の作業Ｄの日数を短縮した場合の全所要日数の短縮可能日数を求める問題である。

次の手順で求める

① 与えられたＰＥＲＴ図からプロジェクトの全所要日数を求める。

② 作業Ｄの日数を短縮した場合のプロジェクトの全所要日数を求める。

③ ①と②で求めた所要日数の差を求める。

与えられたパート図の最早開始時刻（ＴＥ）､最遅完了時刻（ＴＬ）を求めると次のようになる。

	1	2	3	4	5	6	7
ＴＥ	０	５	１０	２０	２３	２３	２９
ＴＬ	０	５	１０	２０	２３	２３	２９

作業Ｄを短縮した場合の最早開始時刻（ＴＥ）、最遅完了時刻（ＴＬ）を求めると次のようになる。

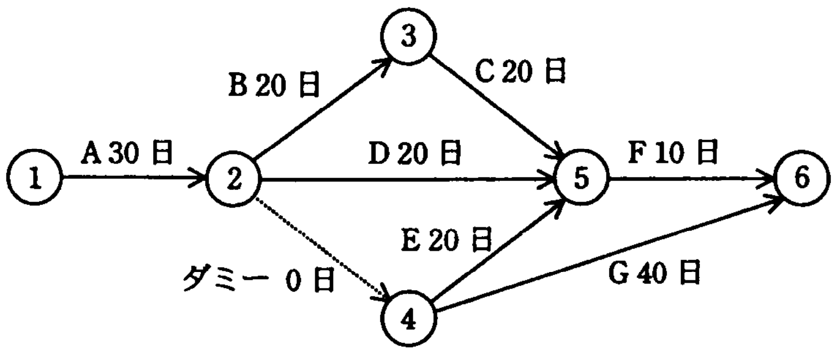
	1	2	3	4	5	6	7
ＴＥ	０	５	１０	１７	２０	２２	２８
ＴＬ	０	５	１０	１９	２２	２２	２８

所要日数は１日の差である。求める答えはイとなる。

例題演習

図は，開発当初に作成したあるシステム開発プロジェクトについてのアローダイアグラムである。５０日目までの進捗状況を調べたところ，表のとおりとなった。今後，残りの作業が当初見積もった工数で進捗するものとすると，プロジェクトは最短で何日目に完了するか。

作業	５０日目までの進捗状況
A	３１日目で終了
B	仕掛中であり、残り作業の必要日数は１日
C、F	未着手であるが、前工程の作業が完了すればすぐに開始できる状態にある
D、G	未着手であるが、すぐに開始できる状態にある
E	仕掛中であり、残り作業の必要日数は１０日



ア　８０　　イ　８１　　ウ　９０　　エ　１００

解答解説

パート図に関する問題である。

与えられたパート図の最早開始時刻（ＴＥ）、最遅完了時刻（ＴＬ）を求めると次のようになる。

	1	2	3	4	5	6
ＴＥ	０	３０	５０	３０	７０	８０
ＴＬ	０	３０	５０	４０	７０	８０

クリティカルパスは　１→２→３→５→６であり、作業では、ＡＢＣＦとなる。

現在までのそれぞれの作業実績次のようになっている。

Ａが１日遅れで完了

Ｂは予定どおりである。１日遅れで完了予定。

Ｃの仕事は未着手で、遅くとも５０日目までに開始すればよいので、１日遅れとなる。

Ｄの仕事は未着手で、遅くとも５０日目までに開始すればよいから、１日遅れとなる。

Ｅの仕事は１０日遅れであるから、残りの１０を予定通り終了するには、遅くとも６０日

目までに開始すればよいから問題がない。

Ｇの仕事は未着手で、所定の期間に完了するには、遅くとも４０日目までに着手しなければならないのに、現時点着手が１０日遅れている。５０日目から仕事を始めて４０日間の期間が必要となり、完了予定は９０日目となる。

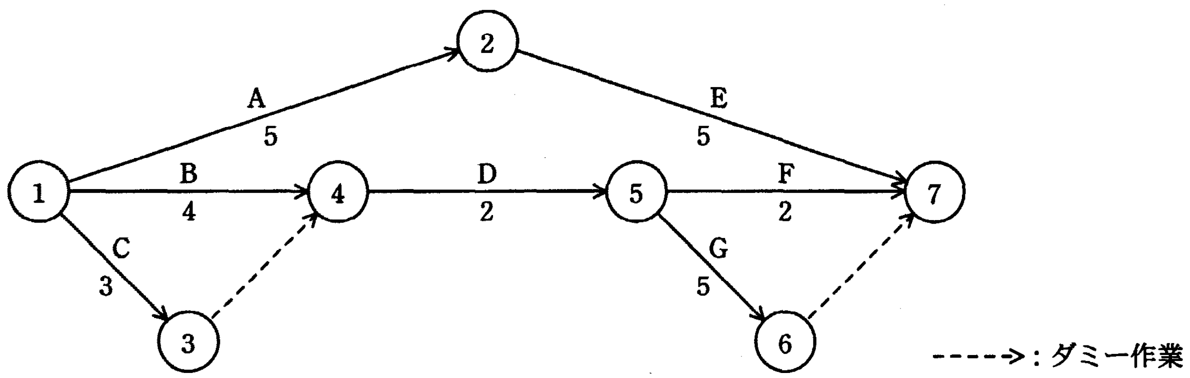
遅れを考慮して、最早開始時刻（ＴＥ）、最遅完了時刻（ＴＬ）を求めると次のようになる。

	1	2	3	4	5	6
ＴＥ	0	３１	５１	３１	７１	９０
ＴＬ	0	４０	６０	５０	８０	９０

プロジェクトの完了は最短で９０日となる。求める答えはウとなる。

例題演習

アローダイアグラムのクリティカルパスでの総所要日数は何日か。ここで，矢印に示す数字は各作業の所要日数を表す。



ア　７　　　イ　８　　　ウ　１０　　　エ　１１

解答解説

パート図に関する問題である。

	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦
ＴＥ	0	5	3	4	6	１１	１１
ＴＬ	0	6	4	4	6	１１	１１

最早開始時刻（ＴＥ）、最遅完了時刻（ＴＬ）を求めると表のようになる。

クリティカルパスは、①→④→⑤→⑥→⑦となり、所要日数は１１日である。求める答えはエとなる。

例題演習

ＰＥＲＴを用いてシステム開発プロジェクトの実施計画を作成し，クリティカルパスを算出した。クリティカルパスの利用の仕方として，適切なものはどれか。

ア　システムの品質上，最も注意すべき作業を把握することができる。
イ　実施順序の変更が可能な作業を把握することができる。
ウ　プロジェクト全体の遅れに直結する作業を把握することができる。
エ　最も費用のかかる作業を把握することができる。

解答解説

ＰＥＲＴ図から求めたクリティカルパスの利用に関する問題である。

クリティカルパスは、ＰＥＲＴ図において最長時間経路を表す。クリティカルパスに関係するそれぞれの作業の工程に遅れが生じると全体の工期が遅れる結果となる。逆に、クリティカルパスに影響する工程の作業日数を短縮すると全日程が短縮される可能性が生じることになる。従って、プロジェクト全体の遅れに直結する作業を把握することができる。

アのシステムの品質とクリティカルパスは関係ない。

イの実施順序はＰＥＲＴの１つの特徴ではあるが、クリティカルパスが実施順序を表すものではない。

ウのプロジェクト全体の遅れに直結する作業の把握は適切な内容である。求める答えはウとなる。

エの最も費用のかかる作業とクリティカルパスは直接には関係ない。

例題演習

三つの製品Ａ、Ｂ、Ｃを、２台の機械Ｍ１、Ｍ２で加工する。加工は、Ｍ１→Ｍ２　の順で行わなければならない。各製品をそれぞれの機械で加工するのに要する時間は、表の通りである。このとき、三つの製品をどのような順序で加工すれば、加工を始めてから終了するまでの時間が最も短くなるか。

機械 / 製品	Ｍ１	Ｍ２
A	7	3
B	5	6
C	4	2

ア　Ａ→Ｂ→Ｃ
イ　Ａ→Ｃ→Ｂ
ウ　Ｂ→Ａ→Ｃ
エ　Ｃ→Ｂ→Ａ

解答解説

ジョンソンモデルに関する問題である。

ジョンソンモデルの求め方の手順は次の通りである。機械加工の順序はＭ１→Ｍ２の順に加工される。

① すべての処理時間の中の最小の処理時間のＭＩＮを探す。

② それが機械Ｍ１の列にあれば、その仕事を初めにかける。それが機械Ｍ２の列にあれば、その仕事を最も終わりにかける。

③ 順序付けが終わった仕事を除いて、手順①、②を繰返し、すべての仕事の順序が決まるまで続ける。

④ 最小の仕事が２つ以上あるときは、その中のいずれを選んでもよい。

ジョンソンモデルを利用すると加工時間の最も小さいものを求め、それがＭ１列にあれば先頭から、Ｍ２列にあれば後方から順序づけする。

Ｃ＝２が最も小であるから一番最後にＣがくる。次はＡ＝３であるから、Ａは２番目になり、３製品の加工順序は、Ｂ→Ａ→Ｃの順になる。求める答えはウである。

例題演習

ある工場で製品Ａ、Ｂを生産している。製品Ａを１トン製造するのに、原料Ｐ、Ｑをそれぞれ８トン、６トン必要とし、製品Ｂについてもそれぞれ２トン、３トン必要とする。しかし、原料Ｐは１８トン、Ｑは１５トンしかない。また、製品Ａは１トン当たり３万円、製品Ｂは１万円の利益を生む。

利益を最大にする生産量を求めるために線形計画問題として定式化したものはどれか。ここで、製品Ａ、Ｂの生産量をそれぞれｘ、ｙで表すものとする。

ア　条件　４ｘ＋ｙ≧９
　　　　　２ｘ＋ｙ≧５
　　　　　ｘ≧０、ｙ≧０
　　目的関数　３Ｘ＋Ｙ→最小化

イ　条件　４ｘ＋ｙ≦９
　　　　　２ｘ＋ｙ≦５
　　　　　ｘ≧０、ｙ≧０
　　目的関数　３ｘ＋ｙ→最大化

ウ　条件　８ｘ＋２ｙ≧１８
　　　　　６ｘ＋３ｙ≧１５
　　　　　ｘ≧０、ｙ≧０
　　目的関数　３Ｘ＋Ｙ→最大化

エ　条件　８ｘ＋６ｙ≦１８
　　　　　２ｘ＋３ｙ≦１５
　　　　　ｘ≧０、ｙ≧０
　　目的関数　３ｘ＋ｙ→最大化

解答解説

線形計画の条件式、目的関数を求める問題である。

与えられた条件を表の形式に整理し、表を利用して条件式を求める。

表を利用して、表の右に示す式を求めることができる。

製品

		Ａ	Ｂ	制限条件	
		Ａ	Ｂ	制限条件	
原 料	Ｐ	８	２	１８	→８ｘ＋２ｙ≦１８→４ｘ＋ｙ≦９
	Ｑ	６	３	１５	→６ｘ＋３ｙ≦１５→２ｘ＋ｙ≦５
	生産量	ｘ	ｙ		

製品Ａ、Ｂを１トン生産するのに、原料Ｐが８トン、６トン必要である場合、製品Ａ、Ｂ

をそれぞれｘトン、ｙトン生産する場合の原料Ｐの必要量は８ｘトン、６ｙトンとなり、合計は８ｘ＋６ｙトンとなる。原料Ｐの制限使用量は１８トンであるから次の式が成立する。

８ｘ＋２ｙ≦１８

原料Ｑについても同様に考えると、６ｘ＋３ｙ≦１５が成立する。

利益は、製品Ａは１トン当たり３万円、製品Ｂは１万円であるから、それぞれをｘトン、ｙトン生産すると、利益は３ｘ＋ｙとなり、目的関数は次の式になる。

目的関数　３ｘ＋ｙ→最大化

求める答えはイとなる。

例題演習

製品Ｍ，Ｎを，機械Ｐ，Ｑによる２工程で生産している。表は，各製品を１単位生産するために要する各機械の所要時間，及び各製品の１単位当たりの販売利益を示す。機械Ｐ，Ｑの月間稼働可能時間はいずれも２００時間である。販売利益が最大となるように製品Ｍ，Ｎを生産し，すべてを販売したときの販売利益は何万円か。ここで，製品Ｍ，Ｎともに生産工程の順番に制約はなく，どちらの機械を先に使用しても製品は生産できるものとする。

	機械 P	機械 Q	単位当たり販売利益
製品 M	30 分	20 分	2,500 円
製品 N	15 分	30 分	3,000 円

ア　１１０　　　　イ　１２０

ウ　１３５　　　　エ　１４０

解答解説

線形計画に関する問題である。

製品Ｍの生産数をｍ、製品Ｎの生産数をｎ、販売利益をＺとすると、次の式が成り立つ。

３０ｍ＋１５ｎ＝１２０００………①

２０ｍ＋３０ｎ＝１２０００………②

Ｚ＝２５００ｍ＋３０００ｎ………③

①×２－②　４０ｍ＝１２０００　ｍ＝３００

ｍの値を①に代入すると

９０００＋１５ｎ＝１２０００　１５ｎ＝３０００　ｎ＝２００

ｍ、ｎの値を③に代入すると

Ｚ＝２５００×３００＋３０００×２００＝１３５００００

答えは１３５万円であり、求める答えはウとなる。

例題演習

工場Ｘでは，ある原料から３種類の製品Ａ，Ｂ及びＣを生産している。各製品の単位量当たりの製造時間と原料所要量及び利益額は表に示すとおりである。この工場の月間合計製造時間は最大２４０時間であり，投入可能な原料は月間１５０ｋｇである。

このとき，製品Ａ，Ｂ及びＣをそれぞれどれだけ作ると最も高い利益が得られるかを知りたい。この問題を解くのに適切な手法はどれか。

製　　品	A	B	C
製造時間（時間）	2	3	1
原料所要量（kg）	2	1	2
利益額（千円）	8	5	5

ア　移動平均法　　　イ　最小二乗法
ウ　線形計画法　　　エ　定量発注法

解答解説

線形計画法に関する問題である。

アの移動平均法は、在庫評価法の一つで、棚卸資産を取得する都度、その数量、金額に取得する直前の在庫数量および金額を加えて加重平均単価を求め、その後の払出単価とする。

イの最小２乗法は、観測値と予測値の差の２乗和を最小にする係数を求める方法であり、回帰分析に利用する。

ウの線形計画法は、制約条件が１次の不等式で示され、目的関数が１次の関数で表される最適化問題の解法である。ｍ種類の原料からｎ種類の製品を作る場合、ｍ種類の原料の供給量に制限があり、製品が使用する原料の割合、消費量がまちまちで、製品の価格も高低がある場合に、制限量以内の原料を使用して、利益を最大にする生産量の組み合わせを求める問題に利用される。求める答えはウとなる。

エの定量発注法は、商品、資材などの在庫を補充するための発注方式の一つで、毎回の発注量を一定とし、使用量の変動に応じて発注時期を変える方式である。

例題演習

製品Ｘ及びＹを生産するために２種類の原料Ａ，Ｂが必要である。製品１個の生産に必要となる原料の量と調達可能量は表に示すとおりである。製品ＸとＹの１個当たりの販売利益が，それぞれ１００円，１５０円であるとき，最大利益は何円か。

ア　５，０００
イ　６，０００
ウ　７，０００
エ　８，０００

原料	製品Ｘの１個当たりの必要量	製品Ｙの１個当たりの必要量	調達可能量
A	2	1	100
B	1	2	80

解答解説

線形計画法に関する問題である。

製品Ａ、Ｂの生産量をｘ、ｙ、最大利益Ｚとすると、次の式が成り立つ。

２ｘ＋ｙ≦１００…①

ｘ＋２ｙ≦８０…②

Ｚ＝１００ｘ＋１５０ｙ…③

①、②式から、直線の交点を求める。

①から　ｙ＝１００－２ｘ

ｙを②式に代入して　ｘ＋２００－４ｘ＝８０　３ｘ＝１２０　ｘ＝４０

ｘの値をｙの式に代入して　ｙ＝１００－８０＝２０

ｘ＝４０、ｙ＝２０をＺの式に代入すると

Ｚ＝１００×４０＋１５０×２０＝４０００＋３０００＝７０００

最大利益は７０００円となる。求める答えはウとなる。

例題演習

表は，製品Ａ，Ｂを生産するのに必要な製品１単位当たりの原料使用量及び設備使用時間と，それぞれの制約条件を示している。製品１単位当たりの利益が，製品Ａが５万円，製品Ｂが４万円であるとき，１日の最大利益は何万円か。

	製品 A	製品 B	制約条件
原料（kg／製品）	2	4	1 日当たり合計 16 kg まで使用可能
設備（時間／製品）	3	2	1 日当たり延べ 12 時間まで使用可能

ア　１６　　イ　２０　　ウ　２２　　エ　２４

解答解説

線形計画法に関する問題である。

製品Ａ、Ｂの生産量をｘ、ｙ、最大利益Ｚとすると、次の式が成り立つ。

２ｘ＋４ｙ≦１６…①

３ｘ＋２ｙ≦１２…②

Ｚ＝５ｘ＋４ｙ…③

①、②式から、直線の交点を求める。

①から　２ｘ＝１６－４ｙ　　ｘ＝８－２ｙ

ｘを②式に代入して　２４－６ｙ＋２ｙ＝１２　４ｙ＝１２　ｙ＝３

ｙの値をｘの式に代入して　ｘ＝８－６＝２

ｘ＝２、ｙ＝３をＺの式に代入すると

Ｚ＝５×２＋４×３＝１０＋１２＝２２

最大利益は２２万円となる。求める答えはウとなる。

例題演習

表は，各顧客（ｘ，ｙ，ｚ）を営業担当者（Ａ，Ｂ，Ｃ）が分担するときの売上高を示している。例えば，営業担当者Ａの顧客ｘに対する売上高は２百万円である。各営業担当者は，顧客を一人しか担当できないとしたとき，最大の売上高は何百万円か。

ア　１６
イ　１７
ウ　１８
エ　１９

単位 百万円

		営業担当者		
		A	B	C
顧客	x	2	5	7
	y	4	3	8
	z	5	6	6

解答解説

最適化に関する問題である。

各営業担当者が最も多くの利益を確保できる顧客を割り当てると、全体の利益を最大にすることができる。

次のように営業担当を決めることができる。

営業担当Ａ、Ｂが共に顧客ｚで最大の売上高を記録しているため、顧客ｚの担当をどちらにするかが問題になる。Ｃは顧客ｙを担当すると最大になるため、次のようになる。

Ａ：ｚ　　Ｂ：ｘ　　Ｃ：ｙ

この場合の売上高が　５＋８＋５＝１８となる。求める答えはウとなる。

例題演習

“１次式で表現される制約条件の下にある資源を，どのように配分したら最大の効果が得られるか”という問題を解く手法はどれか。

ア　因子分析法　　　イ　回帰分析法
ウ　実験計画法　　　エ　線形計画法

解答解説

線形計画法に関する問題である。

アの因子分析法は、人間のさまざまな反応様式のパターンを分析し、それらの反応の背後に潜む共通の因子を発見しようとする統計的技法である。

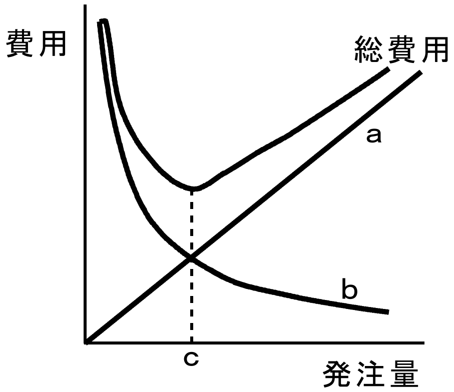
イの回帰分析は観測データから相関関係を推定する統計学的手法である。

ウの実験計画法は少ない実験で、多くの効果を得るための実験の組み合わせ方法である。

エの線形計画法は、一次不等式の制約条件下で、線形の目的関数を最大化または最小化する最適化手法である。求める答えはエとなる。

例題演習

図は在庫問題における費用と発注量の関係を表している。図中のａ～ｃの組合せとして正しいものはどれか。



	a	b	c
ア	年間発注費用	平均在庫費用	最適在庫量
イ	年間発注費用	平均在庫費用	最適発注量
ウ	平均在庫費用	年間発注費用	最適在庫量
エ	平均在庫費用	年間発注費用	最適発注量

解答解説

経済的発注量を求める計算に関する問題である。

最適発注量は総費用が最小となる点、即ち、発注費用と平均在庫費用が等しくなる点である。

ａは平均在庫費用、ｂは年間発注費用、ｃは最適発注量となる。

ア、ウは、ｃが最適在庫量であるから、正しくない。

イは、ｂが平均在庫費用となっている。平均在庫費用は１回の発注量が大きくなるほど大きくなるため増大する。一方、発注費用は１回の発注量に関係なく一定であるから、１回の発注量が大きくなると年間の発注回数が少なくなり減少する。ａ、ｂの現象が反対になっている。正しくない。

求める答えはエとなる。

例題演習

発注方式に関する記述のうち，適切なものはどれか。

ア　単価が高く，調達期間が長い商品は，定期発注方式より定量発注方式の方が適している。
イ　定期発注方式は，多くの商品を同時に発注でき，在庫量の減少を図ることもできる。
ウ　定量発注方式では，毎回需要予測を行って発注量を決める。
エ　二棚法を用いて発注を行うと，発注事務作業が容易にでき，需要の変化に的確に対応できる。

解答解説

発注方式に関する問題である。

アの単価が高く、調達期間が長い商品は、定期発注方式が適している。

イの定期発注方式は、多くの商品を同時に発注でき、在庫量の減少を図ることができる内容は適切である。求める答えはイとなる。

ウの定量発注方式は、発注点になると発注するため、毎回需要予測を行って発注量を決めない。

エの二棚法は発注事務作業は容易であるが､需要の変化には的確に対応できるとは言えない。

例題演習

在庫管理における定期発注方式の記述として，適切なものはどれか。

ア　ＡＢＣ分析でのＡランクの品目を管理するのに適した方式である。
イ　運用コストを最小にする経済的発注量が用いられる。
ウ　二棚法で採用している方式である。
エ　発注点方式ともいわれている。

解答解説

在庫管理に関する問題である。

アのＡＢＣ分析でのＡランクの品目を管理するのに適した方式は定期発注方式である、求める答えはアとなる。

イ、エは発注点方式(定量発注方式)である。

ウの二棚法はダブルピン法ともいい、２つの箱を用意し、両方の箱を同じ品目で満たす。箱１から出庫し、空になれば箱２から出庫し、箱１を満たす分を発注する方式である。

例題演習

発注点法の記述として、正しいものはどれか。

ア　発注点を納入リードタイム中の需要の期待値に設定すると、発注後、品物が入庫するまでの間に品切れは発生しない。
イ　毎回の発注量は一定で一定期間における在庫経費が最小になるように計算して定めておく。
ウ　発注量は発注のたびに異なり、在庫経費が最小になるように計算で求められる。
エ　発注点法で管理する品物は、原則としてＡＢＣ分析でＡに属する品物が対象になる。

解答解説

発注点法に関する問題である。

発注点法は在庫がある一定の量まで減ったとき、一定の量を発注する方式である。発注点はリードタイム期間中の需要量によって決定される。発注から納品までの時間をリードタイムといい、リードタイム期間中の需要量が一定であれば、その需要量を発注点とする。需要は不確

定であるから、リードタイム期間中の需要の確率分布に基づいて、在庫総費用が最小になるように発注点を決める。通常、ＡＢＣ分析の多量ではあるが金額の少ないＢ品かＣ品について適用する。

定量発注方式(発注点方式)が適しているのは次の場合である。

① 在庫量が常時正確に把握されている。

② 単価が低く、１回の発注量が比較的大量となる商品。

③ 発注先が、不定期な発注に対応する場合。

定期発注方式が適している場合

① 多くの品目が一括して注文すると大きなメリットがある場合

② 単価が高く、厳密な管理が必要となる商品

③ 発注先が、不定期的な発注に対応していない場合

アは、発注点を需要の期待値に設定すると５０％の確率で品切れが発生する。

イの内容は発注点の特徴を表している。求める答えはイとなる。

ウの発注量は一定であり、発注のたびに異なるは誤りである。

エの発注点の対象はＡＢＣ分析のＢ、Ｃであって、Ａではない。

例題演習

ＡＢＣ分析に基づく在庫管理に関する記述のうち，適切なものはどれか。

ア　Ａ，Ｂ，Ｃの各グループ共に，あらかじめ統計的・確率的視点からみた発注点を決めておく方がよい。

イ　Ａグループは，少数の品目でありながら在庫金額が大きいので，重点的にきめ細かく品目別管理をする方がよい。

ウ　Ｂグループは，品目数が多いわりに在庫金額が小さいので，できるだけおおざっぱな管理がよい。

エ　Ｃグループは，定期的に必要量と在庫量を検討し，発注量を決める方式がよい。

解答解説

ＡＢＣ分析に基づく在庫管理の問題である。

ＡＢＣ分析の考え方は管理すべき対象が多数ある時、そのすべてに同じ管理法をとるのではなく、それらを重要性に従ってＡ、ＢおよびＣの３つのランクに分けて、そのランクに応じて管理方法を変える方法である。重要性の最も高いＡランクについては入念に管理し、Ｂランクについては中間程度に、Ｃランクについては簡略な方法で管理することができる。

アの考え方は重点となるグループのランク分けが行われていないためＡＢＣ分析に基づく在庫管理ではない。

イのＡグループは少数の品目でありながら在庫金額が大きいので、重点的に管理する記述は適切である。求める答えはイとなる。

ウは品目数が多い割に在庫金額が少ないのはＢグループでなく、Ｃグループである。

エは定期的に必要量と在庫量を検討し、発注量を決めるのはＡグループに対してであり、Ｃグループではない。

例題演習

Ｘ社では，次の算定方式で在庫補充量を決定している。第ｎ週の週末時点での在庫量をＢ［ｎ］，第ｎ週の販売量をＣ［ｎ］としたとき，第ｎ週の週末に発注する在庫補充量の算出式はどれか。ここで，ｎは３以上とする。

〔在庫補充量の算定方式〕

（１）　週末ごとに在庫補充量を算出し，発注を行う。在庫は翌週の月曜日に補充される。

（２）　在庫補充量は，翌週の販売予測量から現在の在庫量を引き，安全在庫量を加えて算出する。

（３）　翌週の販売予測量は，先週の販売量と今週の販売量の平均値とする。

（４）　安全在庫量は，翌週の販売予測量の１０％とする１。

ア　（Ｃ［ｎ－１］＋Ｃ［ｎ］）／２×１．１－Ｂ［ｎ］

イ　（Ｃ［ｎ－１］＋Ｃ［ｎ］）／２×１．１－Ｂ［ｎ－１］

ウ　（Ｃ［ｎ－１］＋Ｃ［ｎ］）／２＋Ｃ［ｎ］×０．１－Ｂ［ｎ］

エ　（Ｃ［ｎ－２］＋Ｃ［ｎ－１］）／２＋Ｃ［ｎ］×０．１－Ｂ［ｎ］

解答解説

在庫補充量の計算式に関する問題である。

在庫補充量は次の計算法で求める。

在庫補充量＝翌週の販売予想量－現在の在庫量＋安全在庫量

翌週の販売予想量＝(先週の販売量＋今週の販売量)／２

＝(Ｃ［ｎ－１］＋Ｃ［ｎ］)／２

安全在庫量＝翌週の販売予想量×０．１

＝(Ｃ［ｎ－１］＋Ｃ［ｎ］)／２×０．１

在庫補充量＝(Ｃ［ｎ－１］＋Ｃ［ｎ］)／２－Ｂ［ｎ］＋(Ｃ［ｎ－１］＋Ｃ［ｎ］)／２×０．１

(Ｃ［ｎ－１］＋Ｃ［ｎ］)／２×１．１－Ｂ［ｎ］

求める答はアとなる。

例題演習

Ｘ社では、生産の方策をどのようにすべきかを考えている。想定した各経済状況下で各方策を実施した場合に得られる利益を見積もって、利益表にまとめた。

経済状況の見通しの割合が好転３０%、変化なし６０%、悪化１０%であると想定される場合、最も利益の期待できる方策はどれか。

単位　百万円

方策＼経済状況	好転	変化なし	悪化
Ａ１	８００	３００	２００
Ａ２	８００	４００	１００
Ａ３	７００	３００	３００
Ａ４	７００	４００	２００

ア　Ａ１

イ　Ａ２

ウ　Ａ３

エ　Ａ４

解答解説

各方策の利益を予測する問題である。

与えられた利益表からＡ１～Ａ４の期待利益を予測すると次のようになる。

Ａ１　８００×０．３＋３００×０．６＋２００×０．１＝２４０＋１８０＋２０＝４４０

Ａ２　８００×０．３＋４００×０．６＋１００×０．１＝２４０＋２４０＋１０＝４９０

Ａ３　７００×０．３＋３００×０．６＋３００×０．１＝２１０＋１８０＋３０＝４２０

Ａ４　７００×０．３＋４００×０．６＋２００×０．１＝２１０＋２４０＋２０＝４７０

Ａ２の期待利益が４８０であり最大となる。求める答えはイとなる。

例題演習

Ａ社は現在１００億円の売上があり，売上の１０％を広告に投下すると，売上が増加することが分かっている。その場合の売上の伸び率は，１０％，１５％，２０％が期待でき，その確率はそれぞれ ０．２５，０．５，０．２５である。広告した場合の期待できる売上高は何億円か。

ア　１０５　　　　イ　１１０　　　　ウ　１１５　　　　エ　１２０

解答解説

需要予測に関する問題である。

売上１０％の伸びの確率が０．２５、１５％の伸びが０．５、２０％の伸びが０．２５ならば、広告した場合の需要の伸びの期待値は次の式で表すことができる。

１００×（１＋０．１×０．２５＋０．１５×０．５＋０．２×０．２５）

＝１００×（１＋０．０２５＋０．０７５＋０．０５）＝１００×１．１５＝１１５

売上高は１１５億円となる、求める答えはウとなる。

例題演習

生産設備の導入に際し，予測した利益は表のとおりである。期待値原理を用いた場合，設備計画案Ａ～Ｄのうち，期待利益が最大になるものはどれか。

単位 百万円

		経済状況の予測			
		状況 1	状況 2	状況 3	状況 4
予想確率		0.2	0.3	0.4	0.1
設備計画案	A	40	10	0	−6
	B	7	18	10	−10
	C	8	18	12	−5
	D	2	4	12	30

ア　Ａ　　　　イ　Ｂ　　　　ウ　Ｃ　　　　エ　Ｄ

解答解説

期待値原理に関する問題である。

期待値原理は、将来の可能性の確率分布から、それぞれの戦略をとった場合の期待利得を計算し、期待利得が最大となる戦略を採用する。

各設備計画案について期待利得を計算する。

アのＡ案　４０×０．２＋１０×０．３＋０×０．４＋(－６)×０．１＝１０．４

イのＢ案　７×０．２＋１８×０．３＋１０×０．４＋(－１０)×０．１＝９．８

ウのＣ案　８×０．２＋１８×０．３＋１２×０．４＋(－５)×０．１＝１１．３

エのＤ案　２×０．２＋４×０．３＋１２×０．４＋３０×０．１＝９．４

期待利得が最大になるのはＣ案である。求める答えはウとなる。

例題演習

ある工場では表に示す３製品を製造している。実現可能な最大利益は何円か。ここで，各製品の月間需要量には上限があり，組立て工程に使える工場の時間は月間２００時間までとする。

	製品 X	製品 Y	製品 Z
1 個当たりの利益（円）	1,800	2,500	3,000
1 個当たりの組立て所要時間（分）	6	10	15
月間需要量上限（個）	1,000	900	500

ア　２，６２５，０００　　イ　３，０００，０００

ウ　３，１５０，０００　　エ　３，３００，０００

解答解説

最大利益を計算する問題である。

使用する時間に制限があるため、単位時間当たりの利益が大きいものから生産すれば、利益を最大にすることができる。

製品Ｘの１分当たりの利益は　１８００／６＝３００円／分

製品Ｙの１分当たりの利益は　２５００／１０＝２５０円／分

製品Ｚの１分当たりの利益は　３０００／１５＝２００円／分

製品Ｘを１０００生産する。その場合の利益は１８００×１０００＝１，８００，０００

製品Ｘの生産に使用した時間は　６×１０００＝６０００

残りの時間は　６０×２００－６０００＝６０００

製品Ｙの生産量は　６０００／１０＝６００

製品Ｙの利益は　２５００×６００＝１，５００，０００

最大利益は　１，８００，０００＋１，５００，０００＝３，３００，０００

求める答えはエとなる。

例題演習

Ａ社の営業員がＡ社から出発して，取引先のＢ社，Ｃ社，Ｄ社を１回ずつ訪問してＡ社に戻りたい。各社間（FROMからTo）の所要時間を表のとおりとするとき，最短の巡回時間は何分か。

単位 分

From ＼ To	A 社	B 社	C 社	D 社
A 社	－	20	35	40
B 社	20	－	50	25
C 社	35	50	－	30
D 社	40	25	30	－

ア　９５　　イ　１１０　　ウ　１４０　　エ　１５０

解答解説

最短経路を求める問題である。

Ａから出発して、時間的に最も短い相手を選んで巡回すると次のようになる。

Ａ→２０分→Ｂ→２５分→Ｄ→３０分→Ｃ→３５分→Ａ　全所要時間は１１０分

Ａから出発して、時間的に最も長い相手を選んで巡回すると次のようになる。

Ａ→４０分→Ｄ→３０分→Ｃ→５０分→Ｂ→２０分→Ａ　全所要時間は１４０分

Ａから出発して、アルファベットの順番に巡回する。

Ａ→２０分→Ｂ→５０分→Ｃ→３０分→Ｄ→４０分→Ａ　全所要時間は１４０分

所要時間が最も短いのは、最短時間の相手を選んで巡回する場合で、所要時間は１１０分となる。求める答えはイとなる。

例題演習

算出式を基に生産計画を立案するとき，ｃは幾つか。ここで，４月１日の繰越在庫は，３月３１日時点の実在庫４００個である。

〔算出式〕

生産計画＝販売計画＋在庫計画－繰越在庫

ア　４，４５０
イ　４，５５０
ウ　４，８５０
エ　４，９００

単位　個

	生産計画	販売計画	在庫計画
4 月 1 日	a	5,000	300
4 月 2 日	b	4,500	250
4 月 3 日	c	4,800	300
4 月 4 日	d	4,600	250

解答解説

生産計画に関する問題である。

生産計画の算出式は次の式を使用する。

　　生産計画＝販売計画＋在庫計画－繰越在庫

３月３１日の繰越在庫は４００個である。

４月１日の生産計画　　５０００＋３００－４００＝４９００

４月２日の生産計画　　４５００＋２５０－６００＝４１５０

４月３日の生産計画　　４８００＋３００－２５０＝４８５０

４月４日の生産計画　　４６００＋２５０－３００＝４５５０

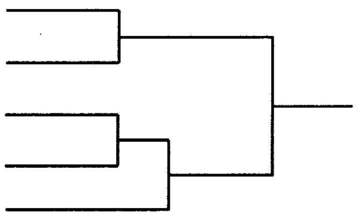
ｃの生産計画は４８５０個となる。求める答えはウとなる。

	生産計画	販売計画	在庫計画	繰越在庫
３月末				４００
４月１日	４９００	５０００	３００	６００
４月２日	４１５０	４５００	２５０	２５０
４月３日	４８５０	４８００	３００	３００
４月４日	４５５０	４６００	２５０	２５０

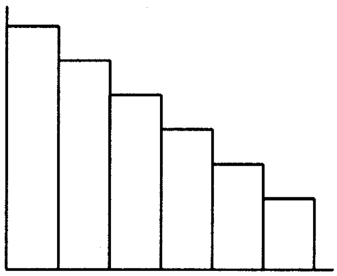
例題演習

クラスタ分析の結果を表す図はどれか。

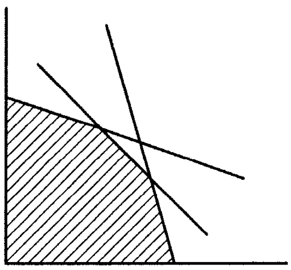
ア



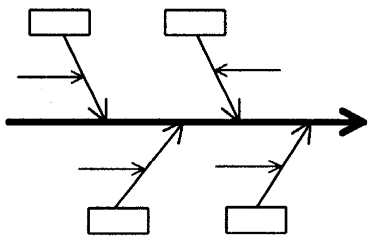
イ



ウ



エ



解答解説

クラスタ分析に関する問題である。

クラスタ分析は、多くの対象を、計測値を基礎に似たもの同士のかたまりに集めて分類する手法である。分類する場合、類似度、距離を定義する必要がある。分析や分類の目的に適した

特性が選定できるかどうかが成否を左右する。まとめる手順には、個体と個体がまとめられて、新しいクラスターができ、それに新しい個体やクラスターが加えられて、より大きなクラスターになる集約的手法や、集団を次々に分類していく分類的な方法がある。図的表示法によるクラスタリングには、FACE method や樹形図がある。樹形図は、階層的手法でクラスタリングされていく過程を図示することができる。

アの樹形図がクラスタ分析の結果を示している。求める答えはアとなる。イはパレート分析などに使用される棒グラフ、ウは線形計画のグラフ解に利用される図式、エと特性要因図である。

例題演習

他の技法では答えが得られにくい，未来予測のような問題に多く用いられ，(1)～(3)の手順に従って行われる予測技法はどれか。

(1)複数の専門家を回答者として選定する。

(2)質問に対する回答結果を集約してフィードバックし，再度質問を行う。

(3)回答結果を統計的に処理し，分布とともに回答結果を示す。

ア　クロスセクション法

イ　シナリオライティング法

ウ　親和図法

エ　デルファイ法

解答解説

デルファイ法に関する問題である。

アのクロスセクション法は、未来予測のための方法の1つで、先行しているほかの事例などから、似たような事例が起きることを想定して、将来像を予想する。

イのシナリオライティング法は、特定の事象が将来にどのような影響をもつようになるかを、影響を受ける要因群を整理し、それらの変化状況を物語風に描写する未来予測手法である。

ウの親和図法は、バラバラの情報やアイデア、漠然としてはっきりしない問題を、言葉の意味合いの親和性によってグループ化・図式化し、問題の所在や本質を明らかにする技法である。

エのデルファイ法は現在の動向から未来を予測したり、システム分析に使用したりできる手法であって、専門的知識や経験を有する人の直感や推量を生かし、アンケート調査によって集団の意思を対照させながら調査を繰り返し、意見を収斂させる手法である。求める答えはエとなる。

例題演習

デルファイ法を適用する事例として，適切なものはどれか。

ア　過去に発生したシステム障害の原因分析

イ　現行の携帯電話サービス利用者のセグメント分析

ウ　商圏における人口動態分析

エ　通信分野の１０年後の技術動向分析

解答解説

デルファイ法に関する問題である。

デルファイ法は現在の動向から未来を予測したり、システム分析に使用したりできる手法であって、専門的知識や経験を有する人の直感や推量を生かし、アンケート調査によって集団の意思を対照させながら調査を繰り返し、意見を収斂させる手法である。

アは過去の現象の原因分析、イ、ウは現状分析であり、エの通信分野の１０年後の技術動向分析が将来を予測する分析であり、デルファイ法を用いて行う分析である。求める答えはエとなる。

例題演習

リスク識別に使用する技法の一つであるデルファイ法の説明はどれか。

ア　確率分布を使用したシミュレーションを行う。

イ　過去の情報や知識を基にして，あらかじめ想定されるリスクをチェックリストにまとめておき，チェックリストと照らし合わせることでリスクを識別する。

ウ　何人かが集まって，他人のアイディアを批判することなく，自由に多くのアイディアを出し合う。

エ　複数の専門家から得られた匿名の見解を要約して，再配布することを何度か繰り返して収束させる。

解答解説

デルファイ法に関する問題である。

デルファイ法は現在の動向から未来を予測したり、システム分析に使用したりできる手法であり、専門的知識や経験を有する人の直感や推量を生かし、アンケート調査によって集団の意思を対照させながら調査を繰り返し、意見を収斂させる手法である。

複数の専門家から得た匿名の見解を要約して、再配布することを何度か繰り返して収束させる方法である。求める答えはエとなる。

例題演習

表の条件で，１回の発注量を４０個とする場合を，１回の発注量を１００個とする場合と比べたとき，仕入額，発注費，保管費用の年間総額はどうなるか。ここで，在庫は一定の割合で減少し，在庫がなくなると同時に入荷するものとする。

ア　１８２万円安い

イ　１５２万円安い

ウ　１５２万円高い

エ　１８２万円高い

年間発注量	400 個
1 個当たりの仕入額	5 万円
1 回当たりの発注費	2 万円
1 個当たりの年間保管費用	1 万円
大口発注割引（1 回の発注量 100 個以上）	仕入額の 10%

解答解説

在庫費用に関する問題である。

１回の発注量が１００個の場合

発注回数は４回であり、１回の発注量は１００個で仕入額は１０%割引となる。平均在庫数は５０個であるから年間総額は

５×４００×０．９＋２×４＋１×５０＝１８５８（万円）

１回の発注量が４０個の場合

発注回数は１０回で、平均在庫数は２０であるから年間総額は

５×４００＋２×１０＋１×２０＝２０４０

両者の差額は　２０４０－１８５８＝１８２（万円）

１回の発注量が４０個の場合が１８２万円高い。求める答えはエとなる。

例題演習

いずれも時価１００円の株式Ａ～Ｄのうち，一つの株式に投資したい。経済の成長を高，中，低の三つに区分したときのそれぞれの株式の予想値上がり幅は，表のとおりである。マクシミン原理に従うとき，どの株式に投資することになるか。

ア　Ａ
イ　Ｂ
ウ　Ｃ
エ　Ｄ

単位 円

株式＼経済の成長	高	中	低
A	20	10	15
B	25	5	20
C	30	20	5
D	40	10	−10

解答解説

ミニマックス戦略に関する問題である。

ミニマックス戦略は、それぞれの戦略において、最悪の場合の利得を考え、これが最大になるように戦略を選択する。

株式Ａ～Ｄついて、最小利得を求めると表のようになる。

株Ａの最小利得は１０、株Ｂ、株Ｃの最小利得は５、株Ｄの最小利得は＊１０である。従って、ミニマックス戦略によって最小利得が最大になる株Ａとなる。この場合の最大利得が２０であり、最小利得は１０となる。株式Ａに投資することになり、求める答えはアとなる。

	高	中	低	最小利得
Ａ	２０	１０	１５	１０
Ｂ	２５	５	２０	５
Ｃ	３０	２０	５	５
Ｄ	４０	１０	－１０	－１０
最大利得	４０	２０	２０	

例題演習

Ａ社とＢ社がそれぞれ２種類の戦略を採る場合の市場シェアが表のように予想されるとき，ナッシュ均衡，すなわち互いの戦略が相手の戦略に対して最適になっている組合せはどれか。ここで，表の各欄において，左側の数値がＡ社のシェア，右側の数値がＢ社のシェアとする。

単位 ％

		B 社	
		戦略 b1	戦略 b2
A 社	戦略 a1	40，20	50，30
	戦略 a2	30，10	25，25

ア　Ａ社が戦略ａ１，Ｂ社が戦略ｂ１を採る組合せ
イ　Ａ社が戦略ａ１，Ｂ社が戦略ｂ２を採る組合せ
ウ　Ａ社が戦略ａ２，Ｂ社が戦略ｂ１を採る組合せ
エ　Ａ社が戦略ａ２，Ｂ社が戦略ｂ２を採る組合せ

解答解説

ナッシュ均衡に関する問題である。

ナッシュ均衡は、ゲーム理論の最も基本となる均衡概念であり、ゲームに参加するすべてのプレーヤーが相互に他者の戦略を考慮に入れつつ、自己の利益を最大化するような戦略を実行したときに成立する均衡状態のことである。多数のプレーヤーが参加する非協力ゲームでは、あるプレーヤーがどのように戦略を変えても、自分以外のプレーヤーが戦略を変えない限り、それ以上には結果がよくならない混合戦略の組み合わせ（均衡点）が少なくとも1つ存在する。この均衡点では各プレーヤーが相互に最適戦略を取り合っている状況となり、すべてのプレーヤーが自分だけ戦略を変えても得にならないため、戦略の変更がない安定状態となる。このような均衡状態を「ナッシュ均衡」と呼ぶ。ゲーム理論的にはゼロサム２人ゲームの均衡定理であるミニマックス定理の一般化である。

Ａ社の戦略

	戦略ｂ１	戦略ｂ２	最小利得
戦略ａ１	４０	５０	４０
戦略ａ２	３０	２５	２５
最大利得	４０	５０	

Ｂ社の戦略

	戦略ａ１	戦略ａ２	最小利得
戦略ｂ１	２０	１０	１０
戦略ｂ２	３０	２５	２５
最大利得	３０	２５	

ミニマックス戦略は、それぞれの戦略において、最悪の場合の利得を考え、これが最大になるように戦略を選択する。

Ａ社、Ｂ社、それぞれの戦略について、両社の利得を整理すると表のようになる。

Ａ社の戦略は、戦略ａ１の最小利得は４０、戦略ａ２の最小利得は２５である。従って、Ａ社の戦略はａ１となる。Ｂ社の戦略は、戦略ｂ１の最小利得は２０、戦略ｂ２の最小利得は１０である。従って、Ｂ社の戦略はｂ１となる。Ａ社はａ１、Ｂ社はｂ２の戦略を選択する。Ａ

社の利得は４０となる。Ａ社の利得は２５となる。

Ａ社が戦略ａ１、Ｂ社が戦略ｂ２を採る組合せとなり、求める答えはイとなる。

例題演習

Ａ社とＢ社がそれぞれ２種類の戦略を採る場合の利得が表のように予想されるとき，両社がそれぞれのマキシミン戦略を採った場合のＡ社の利得はどれか。ここで，表の各欄において，左側の数値がＡ社の利得，右側の数値がＢ社の利得とする。

ア　－１５
イ　０
ウ　５
エ　２０

		B 社	
		戦略 b1	戦略 b2
A 社	戦略 a1	－15,　15	20,　－20
	戦略 a2	5,　－5	0,　0

解答解説

ミニマックス戦略に関する問題である。

ミニマックス戦略は、それぞれの戦略において、最悪の場合の利得を考え、これが最大になるように戦略を選択する。

Ａ社、Ｂ社、それぞれの戦略について、両社の利得を整理すると次のようになる。

Ａ社の戦略は、戦略ａ１の最小利得は－１５、戦略ａ２の最小利得は０である。従って、Ａ社の戦略はａ２となる。Ｂ社の戦略は、戦略ｂ１の最小利得は－５、戦略ｂ２の最小利得は－２０である。従って、Ｂ社の戦略はｂ１となる。Ａ社はａ２、Ｂ社はｂ１の戦略を選択する。Ａ社の利得は５となる。求める答えはウとなる。

Ａ社の戦略

	戦略ｂ１	戦略ｂ２	最小利得
戦略ａ１	－１５	２０	－１５
戦略ａ２	５	０	０
最大利得	５	２０	

Ｂ社の戦略

	戦略ａ１	戦略ａ２	最小利得
戦略ｂ１	１５	－５	－５
戦略ｂ２	－２０	０	－２０
最大利得	１５	０	

例題演習

マネジメントサイエンスの各種手法の適用に関する記述のうち，適切なものはどれか。

ア　機械の信頼性分析を行うために，ＰＥＲＴ手法を適用した。
イ　財務諸表を用いて経営分析を行うために，待ち行列モデルを適用した。
ウ　市場における製品の売上を予測するために，時系列分析を用いた。
エ　製品の品質管理のために、シンプレックス法を用いた。

解答解説

マネジメントサイエンスに関する問題である。

アのＰＥＲＴはプロジェクト管理技法の一つであり、時間とコストを考慮しながらプロジェクトの日程を計画し、プロジェクトを管理する技法である。信頼性分析のツールではない。

イの待ち行列モデルはサービスを受けるために窓口に並んで待っている状態を扱うモデルである。経営分析ではなく、コンピュータの処理要求やデータ通信などで利用される。

ウの時系列分析は過去の実績を時間の経過順序に並べたデータを分析し、モデル化して、将来の予測を行う方法である。市場における製品の売上予測には時系列分析を用いる。求める答えはウとなる。

エのシンプレックス法は線形不等式の制約条件下で、線形の目的関数を最大化または最小化する最適化手法である。線形計画における解析手法の一つである。

例題演習

Ｔ社ではＡ，Ｂ，Ｃの３種類の商品を販売している。現在のところ，それぞれの商品には毎月１０，０００人，２０，０００人，８０，０００人の購入者がいる。来年から商品体系を変更して，Ｐ，Ｑ，Ｒ，Ｓの４種類の新商品を販売する予定である。

そこで，現在の顧客が新商品を購入する割合と新規の顧客数を試算した。この試算について，適切な記述はどれか。

	人数	P	Q	R	S
A	10,000	0.5	0.3	0.1	0.1
B	20,000	0.1	0.6	0.1	0.1
C	80,000	0.1	0.1	0.3	0.3
既存顧客人数		15,000	23,000	27,000	27,000
新規顧客人数		5,000	7,000	13,000	23,000

ア　商品Ａの購入者のうち，１，０００人が商品Ｑを購入すると予想している。
イ　商品Ｂの購入者は，商品Ｐ，Ｑ，Ｒ，Ｓのどれかを購入すると予想している。
ウ　商品Ｐの購入見込者の５割は，商品Ａの購入者であると予想している。
エ　商品Ｓの新規顧客人数は，商品Ｃの購入者のうち商品Ｓを購入する人数より少ないと予想している。

解答解説

需要予想に関する問題である。

アの商品Ａの購入者は１００００人、その内３０００人の人が商品Ｑを購入する。

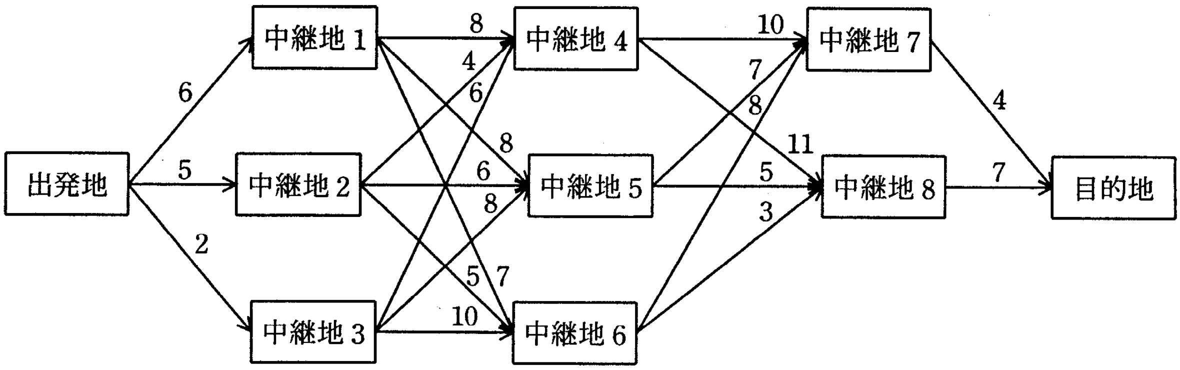
イの商品Ｂの購入者のうち、Ｐを購入する人は２０００人、Ｑは１２０００人、Ｒは２０００人、Ｓは２０００人の計１８０００人であり、ＰＱＲＳのいずれも購入しない人が２０００人いることになる。

ウは商品Ａの購入者の１００００人の５割の人が商品Ｐを購入する。商品Ｐの購入者の５割は１００００人であるが、うちＡの購入者は５０００人、新規購入者が５０００人になる。

エはＳの新規購入者は２３０００人であり、商品Ｃの購入者のうち、商品Ｓを購入する人数は２４０００人であるから、商品Ｓの新規購入者の人数の方が少ない。求める答えはエとなる。

例題演習

図中の矢印に記した数値は，各区間の運賃を表す。出発地から目的地までの経路のうち，最も安い総運賃は幾らか。



ア　１９　　イ　２０　　ウ　２１　　エ　２３

解答解説

出発地から目的地までの最小運賃の経路を求める問題である。

出発地をスタートして、各中継地を通過する最小運賃を次の表を使用して求める。

出発地	1	2	3	4	5	6	7	8	目的地
0	6	5	2	8	１０	１０	１７	１３	２０

出発地から目的地までの最小の運賃は２０である。求める答えはイとなる。

例題演習

良品である確率が０．９，不良品である確率が０．１の外注部品について，受入検査を行いたい。受入検査には四つの案があり，それぞれの良品と不良品１個に掛かる諸費用は表のとおりである。期待費用が最も低い案はどれか。

ア　Ａ
イ　Ｂ
ウ　Ｃ
エ　Ｄ

案	良品に掛かる費用	不良品に掛かる費用
A	0	1,500
B	40	1,000
C	80	500
D	120	200

解答解説

検査の期待費用を計算する問題である。

Ａの期待費用　０×０．９＋１５００×０．１＝１５０

Ｂの期待費用　４０×０．９＋１０００×０．１＝３６＋１００＝１３６

Ｃの期待費用　８０×０．９＋５００×０．１＝７２＋５０＝１２２

Ｄの期待費用　１２０×０．９＋２００×０．１＝１０８＋２０＝１２８

期待効果が最も低いのは、Ｃである。求める答えはウとなる。

例題演習

商品の１日当たりの販売確率が表のとおりであるとき，１個当たりの利益を１,０００円とすると，利益の期待値が最大になる仕入個数は何個か。ここで，売れ残った場合，１個当たり３００円の廃棄ロスが出るものとする。

		販売個数			
		4	5	6	7
仕入個数	4	100%	−	−	−
	5	30%	70%	−	−
	6	30%	30%	40%	−
	7	30%	30%	30%	10%

ア　４　　　イ　５　　　ウ　６　　　エ　７

解答解説

利益の期待値を求める問題である。

仕入個数４個の場合

利益は　４×１０００＝４０００

仕入個数５個の場合

利益は　（４×０．３＋５×０．７）×１０００＝４７００

廃棄ロス分　（５－４．７）×３００＝９０

利益の期待値は　４７００－９０＝４６１０

仕入個数６個の場合

利益は　（４×０．３＋５×０．３＋６×０．４）×１０００＝５１００

廃棄ロス分　（６－５．１）×３００＝２７０

利益の期待値は　５１００－２７０＝４８３０

仕入個数７個の場合

利益は　（４×０．３＋５×０．３＋６×０．３＋７×０．１）×１０００＝５２００

廃棄ロス分　（７－５．２）×３００＝５４０

利益の期待値は　５２００－５４０＝４６６０

最大の利益は仕入個数６個の場合で、４８３０円となる。求める答えはウとなる。

例題演習

四つの工程Ａ，Ｂ，Ｃ，Ｄを経て生産される製品を，１か月で１，０００個作る必要がある。各工程の，製品１個当たりの製造時間，保有機械台数，機械１台当たりの生産能力が表のとおりであるとき，能力不足となる工程はどれか。

工程	1 個製造時間（時間）	保有機械台数（台）	生産能力（時間）
A	0.4	3	150
B	0.3	2	160
C	0.7	4	170
D	1.2	7	180

ア　Ａ　　イ　Ｂ　　ウ　Ｃ　　エ　Ｄ

解答解説

生産能力に関する問題である。

各工程の１ヶ月の生産能力を求めると次のようになる。

Ａ工程　１５０×３／０．４＝１１２５

Ｂ工程　１６０×２／０．３＝１０６６

Ｃ工程　１７０×４／０．７＝９７１

Ｄ工程　１８０×７／１．２＝１０５０

能力が不足する工程はＣ工程である。求める答えはウとなる。

例題演習

定性的な評価項目を定量化する方法としてスコアリングモデルがある。４段階評価のスコアリングモデルを用いると，表に示した項目から評価されるシステム全体の目標達成度は何％となるか。

評価項目	重み	判定内容
省力化効果	5	予定どおりの効果があった
期間の短縮	8	従来と変わらない
情報の統合化	12	部分的には改善された

4 段階評価点　3：予定どおり　2：ほぼ予定どおり
1：部分改善　0：変わらず

ア　２７　　イ　３６　　ウ　４３　　エ　５２

解答解説

システムの目標達成度を求める問題である。

目標の達成を評価点３として、全体の重み２５を掛けると評価は７５となる。

実際の評価は、省力化効果は評価点３、重み５で評価は１５、期間の短縮は０、情報の統合化は評価点１、重み１２で評価は１２となり、合計で１５＋１２＝２７となる。

目標達成度は２７／７５＝０．３６となり、３６％で、求める答えはイとなる。

例題演習

改善の効果を定量的に評価するとき，複数の項目で評価した結果を統合し，定量化する方法として重み付け総合評価法がある。表の中で優先すべき改善案はどれか。

評価項目	評価項目の重み	改善案			
		案 1	案 2	案 3	案 4
省力化	4	6	8	2	5
期間短縮	3	5	5	9	5
資源削減	3	6	4	7	6

ア　案１　　イ　案２　　ウ　案３　　エ　案４

解答解説

重み付け評価法に関する問題である。

案１は、６×４＋５×３＋６×３＝２４＋１５＋１８＝５７

案２は、８×４＋５×３＋４×３＝３２＋１５＋１２＝５９

案３は、２×４＋９×３＋７×３＝８＋２７＋２１＝５６

案４は、５×４＋５×３＋６×３＝２０＋１５＋１８＝５３

最も評価が良いのは案２である。求める答えはイとなる。

例題演習

六つの部署に合計30台のＰＣがある。その全てのＰＣで使用するソフトウェアを購入したい。表に示す購入方法がある場合，最も安く購入すると何円になるか。ここで，各部署には最低１冊のマニュアルが必要であるものとする。

購入方法	使用権	マニュアル	価格（円）
単体で１本	1	1	15,000
1 ライセンス	1	0	12,000
5 ライセンス	5	0	45,000

ア　270,000　　イ　306,000　　ウ　315,000　　エ　318,000

解答解説

ライセンス契約に関する問題である。

マニュアルが６冊必要であるから、単体契約６本が必要となる。

１５０００×６＝９００００

残り２４台について、５ライセンス契約を４契約と１ライセンス契約を４契約すると。

４５０００×４＝１８００００

１２０００×４＝４８０００

合計金額は　９００００＋１８００００＋４８０００＝３１８０００

残り２４台について、５ライセンス契約を５契約するとＰＣ１台分余剰となるが金額は

４５０００×５＝２２５０００

合計金額は　９００００＋２２５０００＝３１５０００

アの場合は、５ライセンス契約６契約分の金額であるから、マニュアルの確保ができない。

イの場合は、５ライセンス契約６契約分の金額、マニュアルのみ購入可能とした金額で、マニュアルの単価を１５０００－９０００＝６０００として算出したものである。

２７００００＋３６０００（６０００×６＝３６０００）＝３０６０００

マニュアルのみの販売方式はない。求める答えはウとなる。

例題演習

フィージビリティスタディの説明はどれか。

ア　新しい事業やプロジェクトなどの計画に対して，その実行可能性を評価するために調査し，検証することである。

イ　ある一定の役割を演じることによって，技術の習得，行動・価値観の理解，問題解決の能力開発などを促進することである。

ウ　演藩的アプローチによって，目的とする機能を展開して理想システムを描き，現状を理想システムに合うように変えていく手法である。

エ　複数人が集まって，他者の意見を批判せず自由に意見を出し合うことで，アイディアを創出していく手法である。

解答解説

フィージビリティスタディに関する問題である。

フィージビリティスタディは、新規事業などのプロジェクトの、事業化の可能性を調査することである。調査・検討する内容は、事業の外部要因として政治、法制、規制、経済、技術動向、自然環境、社会環境といったマクロ環境、業界の動向、市場調査、競合状況も含まれる。また、技術開発や販売計画、投資対効果、採算性、資金調達などの財務面も含めて調査する。

フィージビリティ・スタディの期間はプロジェクトの規模や特性による。数週間から数ヶ月で終わる場合が多いが、革新的な技術開発も含めた検討の場合は数年にもわたる。

アはフィージビリティスタディ、イはロールプレイング、ウは演繹的アプローチ、エはブレーンストーミングである。求める答えはエとなる。

例題演習

品質管理に用いられる図の説明のうち，適切なものはどれか。

ア　散布図は，１変数のデータのばらつき状態を知るために役立ち，平均値や標準偏差が容易に求められる。

イ　親和図は，錯そうした問題点や，まとまっていない意見やアイデアなどを整理し，まとめるために用いられる。

ウ　特性要因図は，二つ以上の変数の相互関係を表すのに役立つ。

エ　度数分布図は，原因と結果を対比させた図式表現であり，不良原因の追求に用いられる。

解答解説

品質管理に用いられる図に関する問題である。

親和図は新ＱＣ７つ道具の一つで、多くのデータを一定のルールに従ってまとめ図示したものである。集められた多くの言語データをその意味の近いもの同士でまとめ、要約するための手法である。

アの説明は度数分布図であり、散布図ではない。

イの説明は親和図である。求める答えはイとなる。

ウの説明は散布図であり、特性要因図ではない。

エの説明は特性要因図であり、度数分布図ではない。

例題演習

消費者のクレーム情報から､頻度が高く重点的に対応すべきクレームを識別する手法として、適切なものはどれか。

ア　管理図　　　　イ　欠点列挙法

ウ　特性要因図　　エ　パレート図

解答解説

パレート図に関する問題である。

アの管理図は工程における異常を見つけ出すために、時系列的に管理限界線を設定し、実績値をプロットしたもので、製品の寸法、重量、成分の変化、不良品の発生件数などの管理に利用するものである。

イの欠点列挙法は問題の整理や発想を生み出し整理していく一つの手法で、欠点を列挙することから整理する方法である。

ウの特性要因図はあるテーマについて要因を深く掘り下げ、テーマに関係ある原因を体系的に整理しまとめるための図解である。

エのパレート図は不良や手直し、故障、クレームなどの件数や損失額を原因別や状況別に分類しこれを大きい順に並べたもので、各項目は棒グラフで示し、累積を折れ線グラフで表す。不良品ごとの件数の記録に基づいて、不良原因の上位８０％を求めるのに適した図はパレート図である。頻度が高く重点的に対応すべきクレームを識別すべき手法はパレート図である。求

める答えはエとなる。

例題演習

ＡＢＣ分析手法の説明はどれか。

ア　地域を格子状の複数の区画に分け，様々なデータ（人口，購買力など）に基づいて，より細かに地域分析をする。
イ　何回も同じパネリスト（回答者）に反復調査する。そのデータで地域の傾向や購入層の変化を把握する。
ウ　販売金額，粗利益金額などが高い商品から順番に並べ，その累計比率によって商品を幾つかの階層に分け，高い階層に属する商品の販売量の拡大を図る。
エ　複数の調査データを要因ごとに区分し，集計することによって，販売力の分析や同一商品の購入状況などの分析をする。

解答解説

ＡＢＣ分析手法に関する問題である。

ＡＢＣ分析は在庫管理や販売管理に用いられる手法で、製品を重要視の順に３段階のＡ、Ｂ、Ｃに分割して管理する方法で、パレート図と関連して使用する。商品を売上高の大きい順に並べ、上位から売上高を累積して３つのグループに分類する。Ａクラスは総売上高の７０％までを占める商品、ＢクラスはＡクラス以外の９０％までを占める商品、Ｃクラスはその他の商品に分ける。Ａクラスの商品は最も重点的に管理し、Ｃクラスの商品はそれほど手間をかけずに管理する。

アは、地域環境の特徴や変化を把握するために地域を細分化して、セグメントごとに特徴を見つける解析する手法で、市場細分化に用いられる分析手法である。

イは、回答者への反復調査で、地域の傾向や購入層の変化を把握し、その地域の将来の市場を予測する手法である。デルファイ法である。

ウは、粗利の高いもの順に並べ、上位のものを重点に管理、販売する考え方で、ＡＢＣ分析である。求める答えはウとなる。

エは、調査要因に着目し、要因別に集計分析して特徴を見つける手法である。調査要因によって種々の調査法がある。

例題演習

ある工場では、これまでに発生した不良品について、不良原因ごとの件数を記録している。この記録を基に，不良原因の上位８０％を求めるのに適した図はどれか。

ア　$\overline{\mathrm{X}}$管理図　　イ　散布図
ウ　特性要因図　　エ　パレート図

解答解説

パレート図に関する問題である。

アの$\overline{X}$管理図は品質管理に用いられる手法の一つで、平均値のデータを中心線として、上方管理限界線と下方管理限界線を記入して、図にデータをプロットし、プロットしたデータが管理限界線の範囲に収まっていたり、特異な傾向を示さないならば工程が正常と判断する手法である。

イの散布図は相互に関係があると思われる２つの特性値をグラフの縦軸と横軸にとりプロットして作ったグラフで、２つの特性値の間に関係があるかどうか、その関係はどのような状態かが分かる図である。

ウの特性要因図はあるテーマについて要因を深く掘り下げ、テーマに関係ある原因を体系的に整理しまとめるための図解である。

エのパレート図は不良や手直し、故障、クレームなどの件数や損失額を原因別や状況別に分類しこれを大きい順に並べたもので、各項目は棒グラフで示し、累積を折れ線グラフで表す。

不良品ごとの件数の記録に基づいて、不良原因の上位８０％を求めるのに適した図はパレート図である。求める答えはエとなる。

例題演習

取扱商品をＡＢＣ分析した場合，Ａグループの管理対象となる商品の商品番号はどれか。

ア　１，２
イ　２，５
ウ　２，６
エ　４，８

商品番号	年間販売数	単価	年間売上高
1	110	2	220
2	60	40	2,400
3	10	4	40
4	130	1	130
5	10	60	600
6	1	25	25
7	10	2	20
8	150	2	300
9	20	2	40
10	50	1	50
合計	551		3,825

解答解説

ＡＢＣ分析に関する問題である。

ＡＢＣ分析は分析対象を重要度が高い順にＡ、Ｂ、Ｃとグループ分けして分析する手法である。分析にパレート図を使う。パレート図は量が多い項目順に描いた棒グラフと、その累積和を描いた折れ線グラフを一つの図にまとめたもので、この累積和の０～７０％をＡ、７１～９５％をＢ、９６～１００％をＣの３つのグループに分けて、Ａ、Ｂグループを重点的に管理していく。

ＡＢＣ分析は次の手順で進める。

① 売上高の大きいものから順に並べる。

② 累積売上高を求める。

③ 累積売上高の全体に対する割合を求める。

④ ③で求めた割合が７０％を超える商品を求める。

⑤ ④で求めた商品の商品番号を求める。

売上高の大きいものから順に並べると、商品番号２、５、８、１、４、…、の順になる。この順位のうち、上位の２つの商品番号が求める答えになる。商品番号２，５で、求める答えはイとなる。

例題演習

パレート図を説明したものはどれか。

ア　２変数を縦軸と横軸にとり，測定された値を打点し作図して，相関関係を見る。

イ　管理項目を出現頻度の大きい順に並べた棒グラフとその累積和の折れ線グラフを作成し，管理上の重要項目を選択する。

ウ　作業別に作業内容と実施期間を棒状に図示し，作業の予定や実績を示す。

エ　複数項目の基準値に対する比率をプロットし，各点を線で結んだ形状によって，全体のバランスを比較する。

解答解説

パレート図に関する問題である。

アは散布図、イはパレート図、ウはガントチャート、エはレーダチャートである。求める答えはイとなる。

例題演習

ＡＢＣ分析を説明したものはどれか。

ア　ＰＯＳシステムで収集した販売情報から，顧客が買物をした際の購入商品の組合せなどを分析する。

イ　網の目状に一定の経線と緯線で区切った地域に対して，人口，購買力などさまざまなデータを集計し，より細かく地域の分析を行う。

ウ　一定の目的で地域を三つに分割し，各地域にオピニオンリーダを選んで反復調査を行い，地域の傾向や実態を把握する。

エ　商品ごとの販売金額又は粗利益額を高い順に並べ，その累計比率から商品を三つのランクに分けて商品分析を行い，売れ筋商品を把握する。

解答解説

ＡＢＣ分析に関する問題である。

ＡＢＣ分析は、在庫管理や販売管理に用いられる手法で、製品を重要視の順に３段階のＡ、 Ｂ、Ｃに分割して管理する方法で、バレート図と関連して使用する。商品を売上高の大きい順に並べ、上位から売上高を累積して次の３つのグループに分類する。Ａクラスは、総売上高の７０％までを占める商品、Ｂクラスは、Ａクラス以外の９０％までを占める商品、Ｃクラスは、その他の商品である。Ａクラスの商品は最も重点的に管理し、Ｃクラスの商品はそれほど手間をかけずに管理する。

エの商品ごとの販売金額又は粗利益額を高い順に並べ、その累計比率から商品を三つのランクに分けて商品分析を行い、売れ筋商品を把握するためにＡＢＣ分析を行う。求める答えはエとなる。

例題演習

ＡＢＣ分析を適用する事例はどれか。

ア　顧客が買物をしたときの購入商品の組合せを把握したい。
イ　商品ごとの販売金額や粗利益額から，売れ筋商品を把握したい。
ウ　商品の品切れを起こさないように，きめ細かな販売見込数量を把握したい。
エ　地域ごとのオピニオンリーダにアンケート調査を行い，市場ニーズを把握したい。

解答解説

ＡＢＣ分析に関する問題である。

ＡＢＣ分析は在庫管理や販売管理に用いられる手法で、製品を重要視の順に３段階のＡ、Ｂ、Ｃに分割して管理する方法で、パレート図と関連して使用する。商品を売上高の大きい順に並べ、上位から売上高を累積して３つのグループに分類する。Ａクラスは総売上高の７０％までを占める商品、ＢクラスはＡクラス以外の９０％までを占める商品、Ｃクラスはその他の商品に分ける。Ａクラスの商品は最も重点的に管理し、Ｃクラスの商品はそれほど手間をかけずに管理する。

商品ごとの販売金額や粗利益額をパレート図に表して、Ａ、Ｂ、Ｃのグループに分類し、管理する。求める答はイとなる。

例題演習

パレート図を説明したものはどれか。

ア　原因と結果の関連を魚の骨のような形態に整理して体系的にまとめ，結果に対してどのような原因が関連しているかを明確にする。
イ　時系列的に発生するデータのばらつきを折れ線グラフで表し，管理限界線を利用して客観的に管理する。
ウ　収集したデータを幾つかの区間に分類し，各区間に属するデータの個数を棒グラフとして描き，品質のばらつきをとらえる。
エ　データを幾つかの項目に分類し，出現頻度の大きさの順に棒グラフとして並べ，累積和を折れ線グラフで描き，問題点を絞り込む。

解答解説

パレート図に関する問題である。

パレート図は複数の列挙した問題の中から、最も本質的な問題を抽出するための図である。パレート図は、棒グラフと折れ線グラフを組み合わせた図であり、数量の大きい順に棒グラフを書き、各棒グラフの累計の全体に占める割合を折れ線グラフで描く。

アは特性要因図、イは管理図、ウはヒストグラフ、エはパレート図である。求める答はエとなる。

例題演習

ＱＣ七つ道具の一つであるパレート図の使い方として、正しいものはどれか。

ア　単位ステップ当たりのバグ数をプロットし、多数のモジュールの品質を評価する。
イ　バグの発生数とその累積の両方を時系列にプロットし、テストの進捗状況を把握する。
ウ　バグの累積発生数を時系列にプロットし、残存バグ数を予測する。
エ　バグを原因ごとに層別し、重要要因を抽出する。

解答解説

パレート図の使い方に関する問題である。

パレート図は不良や手直し、故障、クレームなどの件数や損失額を原因別や状況別に分類しこれを大きい順に並べたもので、各項目は棒グラフで示し、累積を折れ線グラフで表す。

アのステップ当たりのバグ数の表示は該当しない。

イのバグの発生数とその累積の両方を時系列的に表したものではない。

ウのバグの累積発生数を時系列的にプロットしたものではない。

エのバグを原因ごとに層別し、重要要因を抽出する内容は正しい記述である。求める答えはエとなる。

例題演習

不良品の個数を製品別に集計すると表のようになった。ＡＢＣ分析に基づいて対策を取るべきＡ群の製品は何種類か。ここで，Ａ群は７０％以上とする。

製品	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	合計
個数	182	136	120	98	91	83	70	60	35	875

ア　３　　　イ　４　　　ウ　５　　　エ　６

解答解説

ＡＢＣ分析に関する問題である。

商品Ｐから商品Ｘまでの売上高の合計を求める。

１８２＋１３６＋１２０＋９８＋９１＋８３＋７７＋６５＋３５＝８８７

全売上高の７０％は

８８７×０．７＝６２０．９（千円）

商品Ｐから順次加算する。

１８２＋１３６＋１２０＋９８＋９１＝６２７＞６２０．９

Ａ群の商品点数は５商品となり、求める答えはウとなる。

例題演習

システムの品質を向上させるために，発生した障害の原因についてパレート図を用いて分析した。分析結果から分かることはどれか。

ア　時系列で見た障害の発生原因と発生件数

イ　システムの規模と，障害の発生件数との相関

ウ　障害の主な発生原因と，それらの原因別の発生件数が全体に占める割合

エ　発生した障害と，それに影響を及ぼすと思われる原因との関連

解答解説

パレート図に関する問題である。

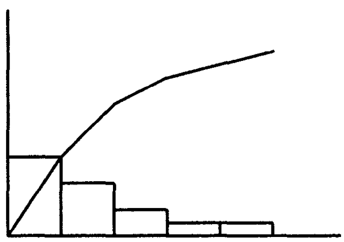
パレード図は複数の列挙した問題の中から、最も本質的な問題を抽出するための図である。パレート図は棒グラフと折れ線グラフを組み合わせた図であり、数量の大きい順に棒グラフを書き、各棒グラフの累計が全体に占める割合を折れ線グラフで描く。

アは時系列で示した層グラフ、イは散布図、ウはパレート図、エは特性要因図である。求める答えはウとなる。

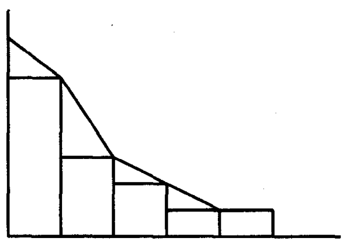
例題演習

ある工場では，これまでに発生した不良品について，発生要因ごとの件数を記録している。この記録を基に，不良品発生の上位を占める要因と割合を表している図はどれか。

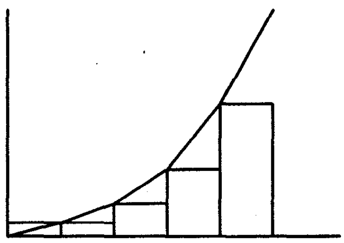
ア



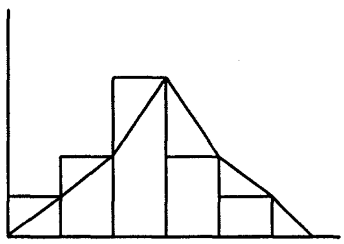
イ



ウ



エ



解答解説

パレート図に関する問題である。

パレード図は複数の列挙した問題の中から、最も本質的な問題を抽出するための図である。パレート図は棒グラフと折れ線グラフを組み合わせた図であり、数量の大きい順に棒グラフを書き、各棒グラフの累計が全体に占める割合を折れ線グラフで描く。

アはパレート図である。求める答えはアとなる。

イは折れ線グラフが累計でない。

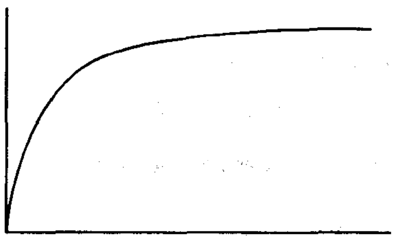
ウは棒グラフが数量の大きい順でない。

エは正規分布図である。

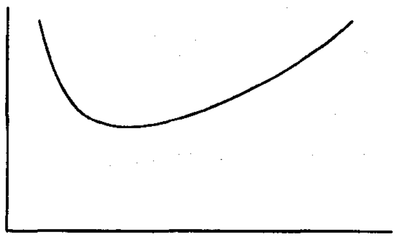
例題演習

商品売上高を商品アイテム別にＡＢＣ分析したグラフはどれか。ここで，縦軸は売上高，横軸は商品アイテムを示す。

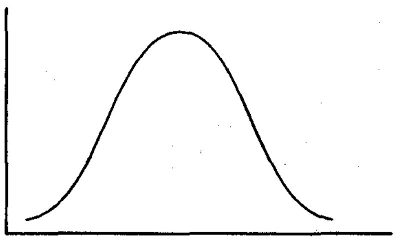
ア



イ



ウ

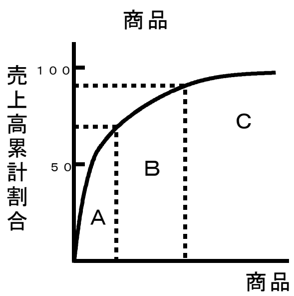


エ

解答解説

ＡＢＣ分析に関する問題である。

在庫管理や販売管理に用いられる手法であり、製品を重要視の順に３段階のＡ、Ｂ、Ｃに分割して管理する方法で、パレート図と関連して使用する。例えば、商品を売上高の大きい順に並べ、上位から売上高を累積して次の３つのグループに分類する。



①　Ａクラス：総売上高の７０％までを占める商品

②　Ｂクラス：Ａクラス以外の９０％までを占める商品

③　Ｃクラス：その他の商品

Ａクラスの商品は最も重点的に管理し､Ｃクラスの商品はそれほど手間をかけずに管理する。

ＡＢＣ分析したグラフは右のような図である。求める答えはアとなる。

例題演習

特性要因図の説明として，適切なものはどれか。

ア　原因と結果の関連を魚の骨のような形態に整理して体系的にまとめ，結果に対してどのような原因が関連しているかを明確にする。
イ　時系列データのばらつきを折れ線グラフで表し,管理限界線を利用して客観的に管理する。
ウ　収集したデータを幾つかの区間に分類し，各区間に属するデータの個数を棒グラフとして描き，品質のばらつきをとらえる。
エ　データを幾つかの項目に分類し，横軸方向に大きさの順に棒グラフとして並べ，累積値を折れ線グラフで描き，問題点を整理する。

解答解説

特性要因図に関する問題である。

特性要因図は、ある特性とそれに影響を及ぼす要因との関係を系統的に図解したものである。要因と特性を魚の骨のように描くためフィッシュボーン図とも呼ばれる。

アは特性要因図、イは管理図、ウはヒストグラム、エはパレート図である。求める答えはアとなる。

例題演習

特性要因図に関する記述として，適切なものはどれか。

ア　作業の前後関係を整理して矢印で結んだネットワークを作成し，工程上のネックを発見して日程計画に役立てる。
イ　中央線と上下一対の限界線を引いてデータをプロットし，品質不良や工程の異常を検出して不良原因の除去や再発防止に役立てる。
ウ　不良品などの件数や損失金額を原因別に分類し，大きい順に並べて累計することによって改善効果の高い項目を把握する。
エ　問題に対し原因と考えられる要素を魚の骨のような形状に整理し，本質的な原因を追求して解決に役立てる。

解答解説

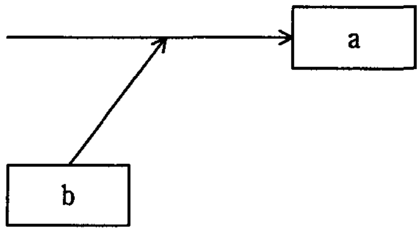
特性要因図に関する問題である。

特性要因図は、ある問題の原因を導き出すために、様々な要因とその関連をまとめるための図である。特性と要因、結果と原因などの関係を体系的に整理し、原因を見つけるための図解である。要因は、大要因、中要因、小要因に分類される。特性要因図は、形が魚の骨に似ていることからフィッシュボーン図とも言う。

アはパート図、イは管理図、ウはパレート図、エは特性要因図である。求める答えはエとなる。

例題演習

図は特性要因園の一部を表したものである。ａ，ｂの関係はどれか。



ア　ｂはａの原因である。
イ　ｂはａの手段である。
ウ　ｂはａの属性である。
エ　ｂはａの目的である。

解答解説

特性要因図に関する問題である。

特性要因図は、ある問題の原因を導き出すために、様々な要因とその関連をまとめるための図である。特性と要因、結果と原因などの関係を体系的に整理し、原因を見つけるための図解である。要因は、大要因、中要因、小要因に分類される。特性要因図は、形が魚の骨に似ていることからフィッシュボーン図とも言う。

示された図では、ａが特性や結果であり、ｂは要因、原因である。ｂはａの原因である。求める答えはアとなる。

例題演習

管理図に関する記述のうち、ｐｎ管理図の説明として適切なものはどれか。

ア　欠点数を管理する。
イ　単位当たりの欠陥数を管理する。
ウ　不適合品数を管理する。
エ　不適合品率を管理する。

解答解説

ｐｎ管理図に関する問題である。

管理図は工程における異常を見つけ出すために、時系列的に管理限界線を設定し、実績値をプロットしたもので、製品の寸法、重量、成分の変化、不良品の発生件数などの管理に利用する。

平均値を中心線に引き、上方管理限界線と下方管理限界線を記入した図にデータをプロットし、プロットしたデータが管理限界線の範囲内に収まっている場合は製造工程は正常であるが、管理限界線を越えたり、限界内に偏りが生じると製造工程に異常が発生していると考え、改善対策を講じることになる。

取り扱うデータの種類によって種々の管理図がある。計量値の管理に用いるのが$\overline{x}$－Ｒ管理図、計数値の管理には、不良個数を扱うｐｎ管理図、不良率を扱うｐ管理図、キズなどの欠点数を扱うｃ管理図、単位当たりの欠点数を扱うｕ管理図などがある。開発規模当たりのバグ数はｕ管理図が適している。

ｐｎ管理図であるから、不良個数を問題にしている。従って、不適合品数を管理することになり、求める答えはウとなる。

アはｃ管理図、イはｕ管理図、ウがｐｎ管理図、エはｐ管理図になる。

例題演習

管理図の説明として，適切なものはどれか。

ア　作業の前後関係を整理して矢印で結んだネットワーク図を作成し，工程上のボトルネックを発見して日程計画に役立てる。
イ　中央線と上下一対の限界線を引いて，製品などの特性値をプロットし，品質不良や工程の異常を検出して不良原因の除去や再発防止に役立てる。
ウ　不良品などの件数や損失金額を原因別に分類し，大きい順に並べて累積することによって改善効果の高い項目を把握する。
エ　問題に対し原因と考えられる要素を魚の骨のような形状に整理し，本質的な原因を追求して解決に役立てる。

解答解説

管理図法に関する問題である。

管理図は工程における異常を見つけ出すために、時系列的に管理限界線を設定し、実績値をプロットしたもので、製品の寸法、重量、成分の変化、不良品の発生件数などの管理に利用する。

平均値を中心線に引き、上方管理限界線と下方管理限界線を記入した図にデータをプロットし、プロットしたデータが管理限界線の範囲内に収まっている場合は製造工程は正常であるが、管理限界線を越えたり、限界内に偏りが生じると製造工程に異常が発生していると考え、改善対策を講じることになる。

アはパート図、イは管理図、ウはパレート図、エは特性要因図であり、求める答えはイとなる。

例題演習

生産物の品質を時系列に表し，生産工程が管理限界内で安定した状態にあるかどうかを判断するための図はどれか。

ア　管理図　　　イ　散布図
ウ　特性要因図　　　エ　パレート図

解答解説

管理図に関する問題である。

アの管理図は工程における異常を見つけ出すために、時系列的に管理限界線を設定し、実績値をプロットしたもので、製品の寸法、重量、成分の変化、不良品の発生件数などの管理に利用するものである。求める答えはアとなる。

イの散布図は相互に関係があると思われる２つの特性値をグラフの縦軸と横軸にとりプロットして作ったグラフで、２つの特性値の間に関係があるかどうか、その関係はどのような状態かが分かる図である。

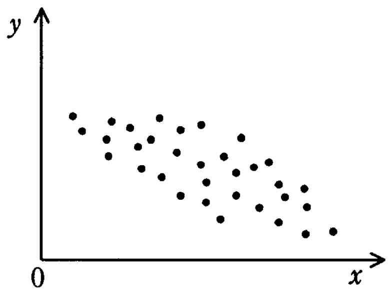
ウの特性要因図はあるテーマについて要因を深く掘り下げ、テーマに関係ある原因を体系的

に整理しまとめるための図解である。

エのパレート図は不良や手直し、故障、クレームなどの件数や損失額を原因別や状況別に分類しこれを大きい順に並べたもので、各項目は棒グラフで示し、累積を折れ線グラフで表す。不良品ごとの件数の記録に基づいて、不良原因の上位８０％を求めるのに適した図はパレート図である。頻度が高く重点的に対応すべきクレームを識別すべき手法はパレート図である。

例題演習

図は，製品の製造上のある要因の値ｘと品質特性の値ｙとの関係をプロットしたものである。この図から読み取れることはどれか。



ア　ｘからｙを推定するためには，２次回帰係数の計算が必要である。

イ　ｘからｙを推定するための回帰式は，ｙからｘを推定する回帰式と同じである。

ウ　ｘとｙの相関係数は正である。

エ　ｘとｙの相関係数は負である。

解答解説

散布図に関する問題である。

アの回帰式は１次回帰式であり、２次回帰係数の計算は必要ない。

イのｘからｙ、ｙからｘを推定する回帰式は異なる。

ウの図の相関係数は負であり、正でない。

エの図の相関係数は負である。求める答えはエとなる。

例題演習

プログラムのステップ数がステップが多くなるほどエラーも多くなる傾向があるように見受けられるので、データを採って調べた。これを分析するのに最も適した図はどれか。

ア　系統図　　　　イ　散布図

ウ　特性要因図　　エ　パレート図

解答解説

散布図に関する問題である。

アの系統図は目的を達成するための手段を選択するために、段階的に下位に掘り下げることにより、最適な手段を見いだす図法である。上位の手段を下位の手段の目的と考え、その目的

を達成するために必要な具体的な手段へとブレークダウンしていく。

イの散布図は相互に関係があると思われる２つの特性値をグラフの縦軸と横軸にとりプロットして作ったグラフで、２つの特性値の間に関係があるかどうか、その関係はどのような状態かが分かる図である。

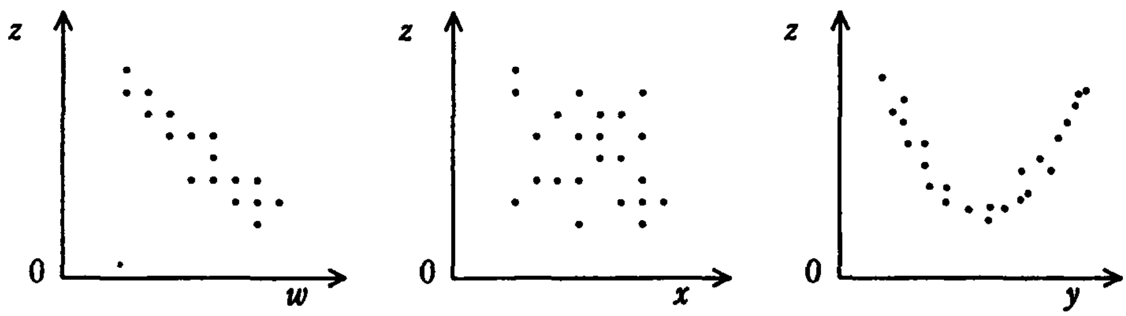
ウの特性要因図はあるテーマについて要因を深く掘り下げ、テーマに関係ある原因を体系的に整理し、まとめるための図解である。

エのパレート図は不良や手直し、故障、クレームなどの件数や損失額を原因別や状況別に分類しこれを大きい順に並べたもので、各項目は棒グラフで示し、累積を折れ線グラフで表す。

プログラムのステップ数とエラー増大の傾向を関係を分析するための図法であるから散布図である。求める答えはイとなる。

例題演習

図は，製品の品質ｚと製造上の要因ｗ，ｘ、ｙとの関係をプロットしたものである。これらの図に関する記述のうち，適切なものはどれか。



ア　ｗ、ｘ、ｙとｚの間には相関が認められないので，ｗ、ｘ、ｙともに品質管理の項目としてとらえることができない。

イ　ｗとｚの間には負の相関があるので，ｗを品質管理のための項目としてとらえることができる。

ウ　ｘの変化がｚに与える影響が大きいので，ｘを品質管理の項目としてとらえることができる。

エ　ｚはほぼｙについての２次関数になっているので，ｙを品質管理の項目としてとらえることができない。

解答解説

散布図に関する問題である。

散布図から次のことが言える。

①　ｗとｚの間には負の相関がある。

②　ｘとｚの間には相関関係がない。

③　ｙとｚの間には２次関数で表せる関係がある。

アのｗ、ｘ、ｙとｚの間には相関がないは誤りである。ｘとｚの間以外は関係が認められる。

イのｗとｚの間には負の相関があり、ｗを品質管理の項目としてとられることができるは適切な記述である。求める答えはイとなる。

ウのｘとｚの間には相関がない。従って、ｘを品質管理の項目として捕らえることができない。

エのｚはｙの２次関数として表現できる。ｙを品質管理の項目として利用することは可能である。利用できないは誤りである。

例題演習

ヒストグラムを説明したものはどれか。

ア　原因と結果の関連を魚の骨のような形態に整理して体系的にまとめ，結果に対してどのような原因が関連しているかを明確にする。

イ　時系列的に発生するデータのばらつきを折れ線グラフで表し，管理限界線を利用して客観的に管理する。

ウ　収集したデータを幾つかの区間に分類し，各区間に属するデータの個数を棒グラフとして描き，ばらつきをとらえる。

エ　データを幾つかの項目に分類し，出現頻度の大きさの順に棒グラフとして並べ，累積和を折れ線グラフで描き，問題点を絞り込む。

解答解説

ヒストグラムに関する問題である。

収集したデータを幾つかの区間に分け、区間ごとに該当するデータの出現回数を棒グラフに示した図である。

アは特性要因図、イは管理図、ウはヒストグラム、エはパレート図である。求める答えはウとなる。

例題演習

プレゼンテーションの目的に合ったグラフの使い分けに関する記述のうち，適切なものはどれか。

ア　Ｚチャートを利用して，一定期間の売上実績や企業の業績動向の分析結果を表示する。

イ　円グラフを利用して，作業予定に対する実際の進捗の度合いを表現する。

ウ　折れ線グラフを利用して，複数の評価項目に基づく製品の機能優劣を表示する。

エ　散布図を利用して，製品に対する各社の市場占有率を表示する。

解答解説

プレゼンテーションの目的とグラフの使い分けに関する問題である。

アのＺグラフは一定期間の売上実績や企業の業績などの動向を分析するためのグラフである。実績値、累計値、移動合計値の三つのグラフからなる。適切な記述内容である。求める答えはアとなる。

イの作業予定に対する実際の進捗の度合いを表現するのはガントチャートである。円グラフは各要素の割合を円で区分して表現するもので適切でない。

ウの複数の評価項目に基づく製品の機能優劣を表示するのは蜘蛛の巣グラフで、折れ線グラフは数量の推移を表すもので適切でない。

エの製品に対する各社の市場占有率を表すのは円グラフで、散布図は適切でない。

例題演習

レーダチャートの説明として，適切なものはどれか。

ア　売上高に対する固定費と変動費の関係をグラフで示し，採算点を分析する。
イ　くもの巣のような形をしているグラフであり，複数の特性間のバランスを見るときに使う。
ウ　座標上にプロットした点のばらつき具合から，二つの特性間の相関関係を判断する。
エ　毎月の実績値，その累計値，移動合計値を一つのグラフで示し，一定期間の売上実績などの動向を分析する。

解答解説

レーダーチャートに関する問題である。

レーダチャートは複数の特性間のバランスをみるとき、または、データの周期性をみるときに使うグラフで、蜘蛛の巣のような形状をしている。

アは損益分岐点グラフ、イはレーダーチャート、ウは散布図、エはＺグラフである。求める答えはイとなる。

例題演習

過去１０年間の売上高の推移と、その内訳である製品ごとの売上高の推移とをあわせて表示したい。次の中から適切なグラフはどれか。

ア　層グラフ　　イ　二重円グラフ　　ウ　半円グラフ　　エ　分布グラフ

解答解説

過去の売上高の推移とその内訳を表す図的表現法に関する問題である。

イの二重円グラフ、ウの半円グラフは推移の表現は困難である。

エの分布グラフは、互いに関連ある二つの項目を縦軸と横軸の単位にとり、相互に比較したい対象をプロットしたグラフである。推移と内訳の表示は難しい。

推移と内訳の表示が可能なのは層グラフである。求める答えはアとなる。

例題演習

ある商品のメーカ別の市場構成比を表すのに適切なグラフはどれか。

ア　Ｚグラフ　　イ　帯グラフ　　ウ　折れ線グラフ　　エ　レーダチャート

解答解説

グラフの種別に関する問題である。

アのＺグラフは一定期間の売上げ実績や企業の業績動向を分析するグラフで、実績値、累計値、移動合計値の三つのグラフからなる。移動合計値はその月からさかのぼって１年間の累計を表したものである。

イの帯グラフは一定の大きさの帯状の長方形をある長さで区切り、各部分の面積で数量の大きさを表すグラフである。２つ以上の帯グラフを並べて数量の変化を表したり、全体に対する割合を表示したりすることができる。全体を１００としてメーカ別の市場構成比を求めるのに適したグラフである。求める答えはイとなる。

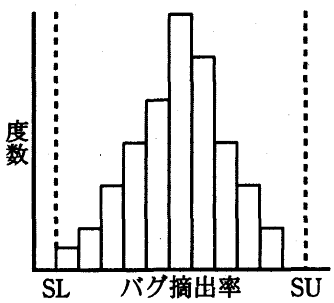
ウの折れ線グラフは横軸に対する数量などの推移を線で表したもので、時間的な経過による数量的な変化を表すのに用いる。

エのレーダチャートは複数の特性間のバランスをみるとき、または、データの周期性をみるときに使うグラフで、蜘蛛の巣のような形状をしている。

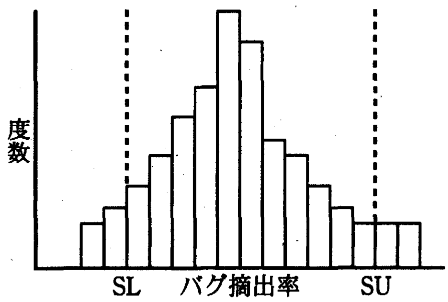
例題演習

ある単体テスト工程では，１，０００ステップ当たりのバグ摘出率はほぼ正規分布になることが分かっている。チーム別のバグ摘出率をヒストグラムで表したところ，バグ摘出率が高いことを嫌ってデータを意図的に操作し，管理値内に収めてしまったチームがあることが推測できた。これに該当するヒストグラムはどれか。ここで，ＳＬは管理下限，ＳＵは管理上限を表す。

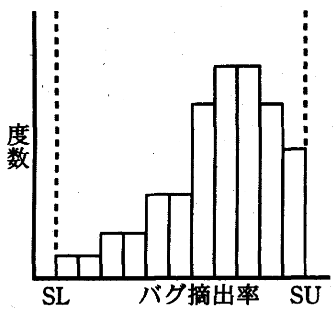
ア



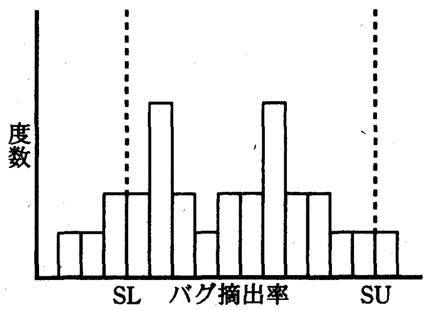
イ



ウ



エ



解答解説

正規分布に関する問題である。

正規分布は平均値を中心に左右対称の山のようなカーブを描く曲線である。平均μと標準偏

差σで分布に関するすべての特性が規定される特徴がある。正規分布の変曲点までの中心からの距離が標準偏差に一致する。自然現象や社会現象の分布は正規分布を示すことが多い。

ウの正規分布は、平均値の右側に変曲点が存在しない不自然な曲線である。上方の管理限界をはずれたデータを削除した可能性が高い。バグ摘出率が正規分布に従う場合、意図的に操作されたデータになる。求める答えはウとなる。

例題演習

分析対象としている問題に数多くの要因が関係し、それらが相互に絡み合っているとき、原因と結果、目的と手段といった関係を追求していくことによって、因果関係を明らかにし、解決の糸口をつかむための図はどれか。

ア　散布図　　イ　パレート図　　ウ　マトリックス図　　連関図

解答解説

連関図に関する問題である。

アの散布図は相互に関係があると思われる２つの特性値をグラフの縦軸と横軸にとりプロットして作ったグラフで、２つの特性値の間に関係があるかどうか、その関係はどのような状態かが分かる図である。

イのパレート図は不良や手直し、故障、クレームなどの件数や損失額を原因別や状況別に分類しこれを大きい順に並べたもので、各項目は棒グラフで示し、累積を折れ線グラフで表す。

ウのマトリックス図は格子状の表の縦軸と横軸にいくつかの項目を配置し、交点には各項目同士の関連度合いを示す分析法である。

エの連関図は新ＱＣ７つ道具の一つで、問題とその原因の関連を図示したものである。問題とその原因または原因どうしの因果関係を矢線を使って図で整理し、改善すべき点を明らかにする。複雑に絡み合った問題の原因を追及するのに適している。

相互に絡み合っている要因を、原因と結果、目的と手段といった関係を追求することによって因果関係を明らかにするために用いる図は連関図である。求める答えはエとなる。

例題演習

連関図法に関する説明として，適切なものはどれか。

ア　事態の進展とともに，いろいろな結果が想定される問題について，望ましい結果に至るプロセスを定める方法である。

イ　複雑な要因の絡み合う事象について，その事象間の因果関係を明らかにする方法である。

ウ　ブレーンストーミングを行い，収集した情報を相互の関連によってグループ化し，解決すべき問題点を明確にする方法である。

エ　目的・目標を達成するための手段・方策を順次展開し，最適手段・方策を追求していく方法である。

解答解説

　連関図に関する問題である。

　連関図は新ＱＣ７つ道具の一つで、問題とその原因の関連を図示したものである。問題とその原因または原因どうしの因果関係を矢線を使って図で整理し､改善すべき点を明らかにする。複雑に絡み合った問題の原因を追及するのに適している。

　アはＰＤＰＣ、イは連関図法、ウは親和図法、エは系統図法である。求める答えはイとな。

例題演習

　系統図法に関する説明として，適切なものはどれか。

ア　事態の進展とともにいろいろな結果が想定される問題について，望ましい結果に至るプロセスを定める方法である。

イ　複雑な要因の絡み合う事象について，その事象間の因果関係を明らかにする方法である。

ウ　ブレーンストーミングを行い，収集した情報で似た内容のものをグループ化し，解決すべき問題点を明確にする方法である。

エ　目的・目標を達成するための手段・方策を順次展開し，最適手段・方策を追求していく方法である。

解答解説

系統図法に関する問題である。

系統図法は、ある目的を達成するための手段や、ある結果に対する原因の追及など、テーマを深く掘り下げていく過程を明確にした図解法である。目的を達成するための手段を選択する際に、その目的を達成するのに必要な手段・方策へとブレークダウンしていく。解決策の立案過程に使用する。

アはＰＤＰＣ、イは関連図法、ウは親和法、エは系統図法である。求める答えはエとなる。

例題演習

　親和図法を説明したものはどれか。

ア　事態の進展とともに様々な事象が想定される問題について対応策を検討し，望ましい結果に至るプロセスを定める方法である。

イ　収集した情報を相互の関連によってグループ化し，解決すべき問題点を明確にする方法である。

ウ　複雑な要因が絡み合う事象について，その事象間の因果関係を明らかにする方法である。

エ　目的・目標を達成するための手段・方策を順次展開し，最適な手段・方策を追求していく方法である。

解答解説

　親和図法に関する問題である。

　親和図法は、事実あるいは意見、発想を言語データとしてとらえ、収集した言語データを相

互の親和性によってまとめ上げる方法である。データ同士の関連性に基づいて分類し、グループ化し、図解することによって、まとまりのない事例やアイディアを列挙し、共通性や関連性の高いものをグループ化して整理するための図解法である。調査内容の分類整理やブレーンストーミングで提案された意見の整理のために利用される。

　複雑でつかみ所のない問題を、多数の意見や事実をカードに記入して、分類整理し、グループ化し、同じグループを代表する意見や事実の表札を付けることによって、問題の輪郭を次第に明確にし、因果関係を追求して解決策を見つけることに利用する。

　アはＰＤＰＣ、イは親和法、ウは関連図法、エは系統図法である。求める答えはイとなる。

例題演習

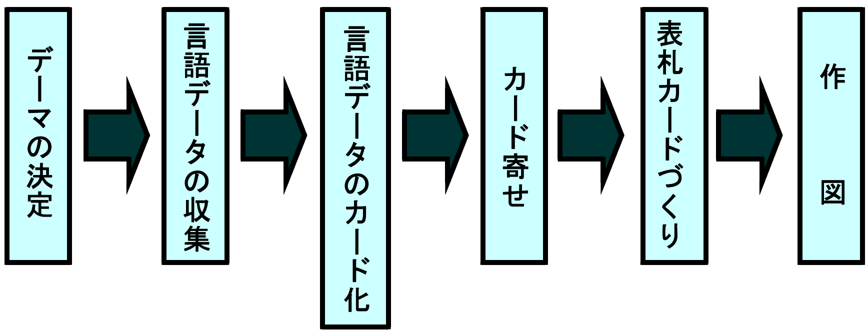
　ＫＪ法の手順として，適切なものはどれか。

ア　情報収集→カード作成→グルーピング→見出し作り→図解→文書化
イ　情報収集→グルーピング→図解→見出し作り→カード作成→文書化
ウ　情報収集→グルーピング→見出し作り→カード作成→文書化→図解
エ　情報収集→文書化→カード作成→グルーピング→図解→見出し作り

解答解説

　ＫＪ法に関する問題である。

　ＫＪ法は、事実あるいは意見、発想を言語データとしてとらえ、収集した言語データを相互の親和性によってまとめ上げる方法である。データ同士の関連性に基づいて分類し、グループ化し、図解することによって、まとまりのない事例やアイディアを列挙し、共通性や関連性の高いものをグループ化して整理するための図解法である。調査内容の分類整理やブレーンストーミングで提案された意見の整理のために利用される。



　複雑でつかみ所のない問題を、多数の意見や事実をカードに記入して、分類整理し、グループ化し、同じグループを代表する意見や事実の表札を付けることによって、問題の輪郭を次第に明確にし、因果関係を追求して解決策を見つけることに利用する。

　ＫＪ法の手順は､情報収集→カード作成→グルーピング→見出し作り→図解→文書化となり、求める答えはアとなる。

例題演習

窓口業務をモデル化し、待ち状況のシミュレーションをするとき、単位時間当たりの客の到着人数などランダムに発生する事象の発生回数の確率分布としてよく用いられる分布はどれか。

ア　一様分布　　イ　正規分布　　ウ　二項分布　　エ　ポアソン分布

解答解説

待ち行列のシミュレーションモデルに関する問題である。

処理要求の到着間隔は指数分布、一定時間内の到着個数はポアソン分布、サービス時間は指数分布または一定である。

単位時間当たりの客の到着人数であるからボアソン分布である。求める答えはエである。

例題演習

システムの運用設計においては，運用操作ミスを防止するために，あらゆる場合を想定した設計を行うことが大切である。これまでの経験を生かしながら，未知の状況を先読みして対処手順の検討，問題点の所在の確認を行う必要がある。これをまとめるときに活用できる手法はどれか。

ア　ＰＤＰＣ法　　イ　アローダイアグラム法

ウ　系統図法　　エ　連関図法

解答解説

ＰＤＰＣ法に関する問題である。

ＰＤＰＣ法は、目的達成のための最適ルートを決定するための過程を表す図法である。

次の手順で行う。

① 目的と現状を整理する。

② 予め考えられるさまざまな事象を予測し、プロセスの進行手順を事前に図式化する。

③ 図式化に当たっては、実現可能性、矛盾の有無、不測事態対応策の有無などを確認する。

④ プロセス進行中に当初予想していなかった問題が生じた場合には、その時点以降のプロセスに変更を加える。

この手順を踏めば、問題の所在、重点事項の確認が容易になるとともに意思決定の過程を明確に表現することができる。求める答えはアとなる。

イのアローダイヤグラムは、矢線と丸印で作業の前後関係を図式化し、クリティカルパスや余裕のある作業を把握し、プロジェクト管理を行うのに用いる図法である。

ウの系統図法は、目的を達成するための手段を選択する際に、段階的に下位に掘り下げることにより、最適な手段を見出す図法である。

エの連関図法は、問題の発生原因が複雑に絡み合っているような場合に、因果関係を明らかにして問題や原因を特定し、目的達成のための手段を発見する手法である。

例題演習

ＰＤＰＣを説明したものはどれか。

ア　アンケートなどで得られる言語データを，それが語っている意味の近さに注目し，意味の近いもの同士を統合することで，言語データを要約する手法であり，断片的で漠然としたイメージを具体化するときに役立つ。

イ　工程の開始から完了までの各作業を，それぞれの関係を保ちながら時系列に並べて矢印で結んだ図であり，ある作業に遅れが生じたときの全体日程への影響を把握したり，最短日程を算出したりするのに役立つ。

ウ　実施過程で起こりうる不測の事態を事前に予測しながら，計画の開始から最終結果に至る過程や手順を時間の推移に従って矢印で結合した図であり，試行錯誤を避けられない状況における最適策の立案に役立つ。

エ　左端に最も大きな目的を書き，その右側に目的を達成するための手段を書き，さらに目的と手段の連鎖を展開して右端を最終手段である実施項目とする図であり，その実現可能性や経済性などを検討して，採用すべき実施項目の決定に役立つ。

解答解説

ＰＤＰＣ法に関する問題である。

ＰＤＰＣ法は、目的達成のための最適ルートを決定するための過程を表す図法であり、計画の策定段階で情報が不足したり流動的で事前予測が困難な場合、試行錯誤が避けられない状況での有効な問題解決手法である。

次の手順で行う。

①　目的と現状を整理する。

②　予め考えられるさまざまな事象を予測し、プロセスの進行手順を事前に図式化する。

③　図式化に当たっては、実現可能性、矛盾の有無、不測事態対応策の有無などを確認する。

④　プロセス進行中に当初予想していなかった問題が生じた場合には、その時点以降のプロセスに変更を加える。

この手順を踏めば、問題の所在、重点事項の確認が容易になるとともに意思決定の過程を明確に表現することができる。不測の事態を事前に予測しながら、計画の開始点から最終結果に至る過程や手順を時間の推移に従って矢印で結合して表現する。求める答えはウとなる。

アは親和図法、イはパート図法、エは連関図法である。

例題演習

乱数を応用して，求める解や法則性の近似を得る手法はどれか。

ア　クラスタ分析法　　　　イ　指数平滑法

ウ　デルファイ法　　　　　エ　モンテカルロ法

解答解説

モンテカルロ法に関する問題である。

アのクラスタ分析は、多くの対象を、計測値を基礎に似たもの同士のかたまりに集めて分類する手法である。分類する場合、類似度、距離を定義する必要がある。分析や分類の目的に適した特性が選定できるかどうかが成否を左右する。

イの指数平滑法は、傾向曲線を決定する方法の一つで、最近のデータほど大きな重みをつけ、その重みが指数的に決まっている加重平均法である。

ウのデルファイ法は、現在の動向から未来を予測したり、システム分析に使用したりできる手法であって、専門的知識や経験を有する人の直感や推量を生かし、アンケート調査によって集団の意思を対照させながら調査を繰り返し、意見を収斂させる手法である。

エのモンテカルロ法は、解析的には簡単に解けない問題や実験が困難な現象を、コンピュータで乱数を大量に発生させるシミュレーションによって近似的に解く手法である。求める答えはエである。

例題演習

ワークサンプリング法はどれか。

ア　観測回数・観測時刻を設定し，実地観測による観測点数の比率などから，統計的理論に基づいて作業時間を見積もる。

イ　作業動作を基本動作にまで分解して，基本動作の時間標準テーブルから，構成される基本動作の時間を合計して作業時間を求める。

ウ　実際の作業動作そのものをストップウオッチで数回反復測定して，作業時間を調査する。

エ　ベテランの実務担当者にアンケート調査票を記入してもらい，集計して作業時間を算出する。

解答解説

ワークサンプリング法に関する問題である。

ワークサンプリングは稼働分析の１手法で、作業者や工場設備の一時点での動きを数多く測定し、全体の稼働状況を求める稼働分析手法である。一定の集団を観測対象にとり、作業の現場状況を観測し、作業ごとの構成比率や、所要時間を統計的に分析し、統計結果から問題点を解明し、効率よく作業が行えるようにすることを目的とした手法である。瞬間観測法ともいう。

アは稼働分析のワークサンプリング法、イは動作分析、ウは時間分析、エは稼働分析の自己記録法である。求める答えはアとなる。