

第一章:組織経営と経営科学

a3p21147 元藤ひとみ

1-1 経営科学とその歴史的背景

経営科学とは→ **OR**、**IE**、**QC**等の総称。
経営に関わる様々な問題を、
科学的な方法論で考える学問。

第二次世界大戦時、イギリス軍がドイツ軍の潜水艦を
攻撃するためにデータ調査及び分析をしたのがORの始まり。

OR : オペレーションズリサーチ
IE : 経営工学
QC : 品質管理

1-1 経営科学とその歴史的背景

日本ではまずは**QC**に注目が集まる。

1950年のW. E. デミング博士の来日がきっかけ。
高度経済成長期には、「QCサークル」と呼ばれる
品質管理の自主的な勉強会を行う企業も多数。

70年代前半頃から、**OR**も適用され始める。

企業におけるコンピューターの導入が進み、
生産計画や輸送計画などにORが使われるようになる。
QCにもORの手法が適用され始める。

1-1 経営科学とその歴史的背景

IE(経営工学)の適応

(IE＝経営における能率が主目的)

品質と能率の間には**トレードオフ**の関係が成り立つ。
QC(品質管理)と同時にIEも注目を集めた。

トレードオフとは？

片方を立てると片方が立たない。
この場合は、品質が上がれば能率が下がること。
(品質を高めるのには時間がかかるが、
時間がかかると能率が下がってしまう)

1-1 経営科学とその歴史的背景

その後の流れ

80年代 : QC活動が低迷。

しかし、「新QC七つ道具」などの手法により
新たな展開が見られるようになる。

90年代 : ISO9001による認証取得ブーム。

ISOの定める「品質マネジメントシステム」が意識される。

近年 : マーケットを強く意識。

統計学のデータマイニング手法が盛んに用いられる。

1-1 経営科学とその歴史的背景

コンピュータと科学的経営

戦後のアメリカで経営科学の手法が産業界にも
適用され始めたころ、企業経営にとって
コンピュータは重要なツールであるとの認識が芽生える。
日本では、当時は一部の大企業が「メインフレーム」と呼ばれる
コンピュータを使っていたが広く普及はしていなかった。
80年代に入ったころようやく一般企業にも普及。
その後、**SIS**と呼ばれる戦略的情報システムが注目される。

SIS(Strategic Information System)とは？

コンピュータをより戦略的な目的に使う試みのこと。
売れ筋商品の明確化や顧客満足の上向上が目的。

1-2 経営科学とその周辺

ビジネス・ソリューション

意思決定に役立つ問題解決の情報。
勤や経験のみに頼らず、科学的なアプローチによって
得られる解を指す場合が多い。

コンピュータを活用して意思決定を行う場合に
適用される手法は、経営科学やその関連手法。
代表的なものを上げると、QC、データマイニング、OR等。

1-2 経営科学とその周辺

QC(品質管理)

Quality Controlの略。
数値データを図表で表すことによって、
問題点や改善点などを明確にする。

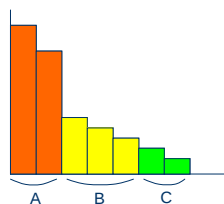
QC七つ道具

QCの7つの代表的な手法。
ヒストグラム、グラフ/管理図、チェックシート
パレート図、層別、特性要因図、散布図の7つ。



1-2 経営科学とその周辺

パレート図を用いたABC分析(在庫管理)



ABC分析の手順

- 1・数値の大きい順に並べる
- 2・各項目のパーセンテージを出す
- 3・パーセンテージをもとに、
A、B、Cの三つのクラスに分ける

多くのパーセンテージを占めるAの項目の
商品の在庫は定期的に発注するなど。

1-2 経営科学とその周辺

QC七つ道具 → 新QC七つ道具

アローダイヤグラム法、系等図法、緩和図法
マトリックス図法、マトリックス・データ解析法
連関図法、PDPC(過程決定計画図)

統計学的品質管理 → 総合的品質管理

大量生産から多品種少量生産へと時代が変化してQC活動も変化した。
市場調査、宣伝広告活動、アフターケアなどの全社的な
クオリティの高さが要求される。

1-2 経営科学とその周辺

データマイニング

data mining → お宝を発掘する。

ほとんどの技法は統計学の手法。
蓄えられたデータから、マーケティング戦略などに
役立つ結果を得るにはどんな手法を適用するべきか考える。
抽象論ではなく、具体的な分析結果が最初に存在している。

基本アプローチはデータのグラフ化。
棒グラフやレーダーチャートなどの統計グラフを用いる。

1-2 経営科学とその周辺

OR(オペレーションズ・リサーチ)

問題を数式モデルとして定式化して、
数理的に解決する手法や考え方の総称。
マネジメントサイエンスと同義語として使われることもあるが、
ORのほうが数学的・手法的な意味合いが強い。

具体的な手法

線形計画法＝生産計画で適用。

設備や人員の節約を条件式として、
利益が最大になる生産量を決定する。

PERT＝複数の作業化からなる行程を
作業間に存在する先行条件を考慮して
図式化して日程計画に役立てる。

待合わせ理論＝レジの設置台数などを、
客の到着時間を数式で与えて考える。

1-3 経営科学の特徴

科学的アプローチによる客観的根拠の提示

問題1

ライバル社のヒット商品に対抗するために若手有能社員を中心とする開発チームが結成されたが、提案された商品コンセプトは斬新すぎるのか、トップの理解が得られず、再提案を余儀なくされている。どのようにすればいいだろうか。

・消費者にとって魅力のあるものは何であるのかを明確化

街頭アンケートやポイントカードのデータなどによってマーケットリサーチを実施。

マーケティングのためのデータマイニングには、**多変量解析**を適用。

1-3 経営科学の特徴

科学的アプローチによる客観的根拠の提示 2

多変量解析とは？

複数の変数に関するデータをもとにして、これらの変数間の相互関連を分析する統計的技法

具体的には...

・ある店の収益Yを、売場面積X1と従業員数X2で推定する。
(X1とX2の2種類の変量からYを考えるため、多変量解析となる)

・商品やサービスに対しての認知度や理解度、好意度などや、消費者の性別や年齢などの属性プロフィールデータにどういった関係があるかを統計的に分析する。

1-3 経営科学の特徴

複数取引先からの依頼

問題2

複数の取引先から製作依頼を受けたが、人員ならびに機械が不足しているため、同時にそれら进行处理することができない。どのように対処すべきか。

新たに人員採用・機械購入などのハードウェア的解決には頼らない。

「納期」という定量的なデータが決められている場合には、**スケジューリング理論**内の**EDD**というルールに従って処理。

EDD＝最早納期順。

納期の早い順から処理する。

1-3 経営科学の特徴

複数取引先からの依頼 2

仕事No.	依頼主	処理時間	納期
1	A社	3	7
2	B社	6	12
3	C社	4	18
4	D社	3	5
5	E社	11	35
6	F社	7	28

・6社からの仕事はそれぞれ独立していてある仕事を終わらせないと次の仕事に移れない。

↑の条件で、左図の数値例を処理。

仕事の順序の組み合わせは6!通り。

6! = 6の階乗 (6×5×4×3×2×1=720)

これらを判定する評価基準を作るため、納期ずれ L_i と最大納期ずれ $L_{max}(i=1, 2, \dots, n)$ を導入。

1-3 経営科学の特徴

複数取引先からの依頼 3

$L_i = C_i - d_i$: 式(1.1)

$L_{max} = \max_{i=1, \dots, n} L_i$: 式(2.2)

C_i = 仕事iの完了時間

d_i = 仕事iの納期時間

$\max_{i=1, \dots, n} L_i$ = 最大納期ずれ

(L_i ＝納期ずれ、 L_{max} ＝最大納期ずれ)

式(1.1) : **完了時間－納期 = 納期ずれ** (L_i の値が0か－ならOK、＋なら納期遅れ)

式(1.2) : $\max_{i=1, \dots, n} L_i$ = 1からnまでの納期ずれの最大値

1-3 経営科学の特徴

複数取引先からの依頼 4

式(1.2) : $\max(-4, -3, -5, 11, -8, 6)=11$

仕事i	処理時間 p_i	完了時間 C_i	納期 d_i	納期ずれ L_i
4	3	3	5	-2
1	3	6	7	-1
2	6	12	12	0
3	4	16	18	-2
6	7	23	28	-5
5	11	34	35	-1

L4とL6が納期遅れ。
＝あまりいい順序とは言えない。

EDDルールを適用

納期の昇順に並び替える。
(4→1→2→3→6→5)

式(1.2) : $\max(-2, -1, 0, -2, -5, -1)=0$

全ての仕事を納期に遅れることなく処理できる。

1-3 経営科学の特徴

プロジェクトチームの編成

問題3

複数の仕事から構成されるプロジェクトのためのチームを結成したいのだが、新人、熟練者、アルバイトなど、それぞれ仕事に対する能力にかなりのバラつきがある。どのような意思決定アプローチが考えられるだろうか。

各人の仕事に対する能力(効果)を定量化(数値化)

仕事をi、各人をjとして、それぞれの効果値は下図のようにになっている。

i\j	α	β	γ	δ
1	8	5	4	3
2	7	4	5	2
3	9	6	4	1
4	8	5	5	4

例: β さんの仕事3に対する効果値は6。

割当問題で定式化。

1-3 経営科学の特徴

プロジェクトチームの編成 2

$$\text{割当問題: } z = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n e_{ij} x_{ij} \rightarrow \text{最大} \quad \dots \text{式(1.3)}$$

$$\text{制約条件: } \sum_{j=1}^n x_{ij} = 1 \quad (j=1, \dots, n) \quad \dots \text{式(1.4)}$$

$$\sum_{i=1}^n x_{ij} = 1 \quad (i=1, \dots, n) \quad \dots \text{式(1.5)}$$

$$x_{ij} = 1, 0 \quad \text{: 非負整数} \quad \dots \text{式(1.6)}$$

目的関数は式(1.3)、制約関数は(1.4)~(1.6)で記述されている。

- 変数 x_{ij} は1か0かのいずれか (式(1.6))
- 仕事jがi人に割り当てられたとき、その値は $x_{ij}=1$ となる。割り当てられなかった時は $x_{ij}=0, k \neq j$ 。
- 人それぞれには一つの仕事だけが割り当てられる (式(1.4))
- それぞれの仕事は一人だけが担当する (式(1.5))

1-3 経営科学の特徴

プロジェクトチームの編成 3

- 変数 x_{ij} は1か0かのいずれか (式(1.6))
- 仕事jがi人に割り当てられたとき、その値は $x_{ij}=1$ となる。割り当てられなかった時は $x_{ij}=0, k \neq j$ 。
- 人それぞれには一つの仕事だけが割り当てられる (式(1.4))
- それぞれの仕事は一人だけが担当する (式(1.5))

これらの制約条件により、目的関数(1.3)では

ある一人一人に割り当てられた仕事に対する高価値だけが

目的関数値Zに足しこまれていくことになる。

i\j	α	β	γ	δ
1	8	5	4	3
2	7	4	5	2
3	9	6	4	1
4	8	5	5	4



i\j	α	β	γ	δ
1	$x1\alpha$	$x1\beta$	$x1\gamma$	$x1\delta$
2	$x2\alpha$	$x2\beta$	$x2\gamma$	$x2\delta$
3	$x3\alpha$	$x3\beta$	$x3\gamma$	$x3\delta$
4	$x4\alpha$	$x4\beta$	$x4\gamma$	$x4\delta$

1-3 経営科学の特徴

プロジェクトチームの編成 4

制約条件を全て満たす解 = 実行可能解

制約条件を守らなかった場合は？

例えば、(1.4)の制約を守らず、 α さんに二つの仕事を割り当てた場合。

$$x1 + x2 + x3 + x4 = 1 + 0 + 1 + 0 = 2 \neq 1$$

となり、実行不可能になる。

各列に1が一つ、残りは0というのが実行可能なカタチ。

(1.5)の制約を守らなかった場合も同様の結果になる。

1-3 経営科学の特徴

プロジェクトチームの編成 5

では、最適な解を求めるにはどうしたらいいか？

i\j	α	β	γ	δ
1	8	5	4	3
2	7	4	5	2
3	9	6	4	1
4	8	5	5	4

式(1.3)~(1.6)に左図の数値を当てはめる。

$$z = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n e_{ij} x_{ij}$$



$$\begin{aligned} Z &= 8x1\alpha + 5x1\beta + 4x1\gamma + 3x1\delta + \\ &7x2\alpha + 4x2\beta + 5x2\gamma + 2x2\delta + \\ &9x3\alpha + 6x3\beta + 4x3\gamma + 1x3\delta + \\ &8x4\alpha + 5x4\beta + 5x4\gamma + 4x4\delta = \text{最大} \end{aligned}$$



1-3 経営科学の特徴

プロジェクトチームの編成 6

i\j	α	β	γ	δ
1	$x1\alpha$	$x1\beta$	$x1\gamma$	$x1\delta$
2	$x2\alpha$	$x2\beta$	$x2\gamma$	$x2\delta$
3	$x3\alpha$	$x3\beta$	$x3\gamma$	$x3\delta$
4	$x4\alpha$	$x4\beta$	$x4\gamma$	$x4\delta$

$$\begin{aligned} \text{条件: } &x1\alpha + x2\alpha + x3\alpha + x4\alpha = 1, \\ &x1\beta + x2\beta + x3\beta + x4\beta = 1, \text{ (以下略)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} &x1\alpha + x1\beta + x1\gamma + x1\delta = 1, \\ &x2\alpha + x2\beta + x2\gamma + x2\delta = 1, \text{ (以下略)} \end{aligned}$$

割当総数は $4! (4 \times 3 \times 2 \times 1 = 24)$ 通り。

エクセルのソルバー機能で最適値を求める

最適値は $9+5+5+4 = 23$

i\j	α	β	γ	δ
1	0	1	0	0
2	0	0	1	0
3	1	0	0	0
4	0	0	0	1



1-3 経営科学の特徴

定式化が困難な問題への対処法

問題4

生産計画、日程計画などにおいて、モデル化に必要なデータが整っていれば、ORソフトなどを用いて簡単に最適解が得られる。しかし、入力データが不十分だったり、そのソフトで扱うことができる定型的な問題として定式化できない場合はどうすればいいのだろうか。

問題の記述に不完全さがある場合には、数理的アプローチを行っても信頼できる結果は出ない。そういう場合には、**実験的アプローチ**と言われるシミュレーション技法を適用する。

3点見積もり = 「悲観値」「最頻値」「楽観値」の三つの値に幅を持たせて考えて、3通りの結果を出す。
そして、それらに対して総合的な観点から検討する。

1-3 経営科学の特徴

定式化が困難な問題への対処法

3点見積もりを行っても不安な場合は？

= 実験を何度も繰り返す。**モンテカルロ法**。

モンテカルロ法とは、乱数を用いたシミュレーションを何度も行なうことにより近似解を求める計算手法のこと。

1-4 各種手法の概要と問題解決のための実施手順

統計グラフ

QCでは統計グラフに下限・上限を与え、その範囲内に収まらない状態を「異常」とみなして、生産管理などに活用する。

折れ線グラフ = 時系列データの描画
近似曲線による未観測部分の推定・予測
X-Yグラフ = 散布図。
相関図のほか、PPM(プロダクト・ポートフォリオ・マネジメント)。
マーケティングなどに活用。

1-4 各種手法の概要と問題解決のための実施手順

多変量解析

複数の分析技法が存在。

中でも最も基本的な**重回帰分析**は相関分析を発展させたもの。

相関図において線形近似された数式、「 $Y=aX+b$ 」(a, b は定数)は**回帰直線**とも呼ばれる。

変数Xに適当な値を代入するとYの値が計算できるので、分析対象全体の解析や予測に役立てることができる。=**回帰分析**

各店舗の売上高をY、売場面積をXとすると売上高の回帰分析ができる。
これに、従業員数や在庫量、最寄り駅からの距離などをYに加えると重回帰分析による売上高の解析になる。

1-4 各種手法の概要と問題解決のための実施手順

最適化手法

LP = 線形計画法
数理計画法の基本型。

線形 = 「 $y=ax+b$ 」で示されるような一次式の関係が成り立つこと。
目的関数(総利益の最大化、総費用の最小化等)に加え、「ヒト・モノ・カネ」などに関する条件が線形制約式として設定され、LPの問題の記述がされる。
このLPは、割当問題を一般化したものである。

LPには、線形の他に静的や決定論的の二つの特徴がある。
静的 = 時間が経っても問題に必要なデータが変化しない。
決定論的 = データが確率的な変動を起こさない。

1-4 各種手法の概要と問題解決のための実施手順

シミュレーション技法

在庫管理において、最適な発注量を理論的に求める経済的発注量(EOQ)と呼ばれる有名な公式がある。
しかし、これだけでは不十分なときにはシミュレーション実験が実施されることになる。

在庫管理においては需要量は正規分布に従う。

待ち行列モデルにおいては、一定時間内に到着する客の数は**ポアソン分布**、到着感覚は**指数分布**と呼ばれる確率密度変数に従うものとして扱われる。

1-4 各種手法の概要と問題解決のための実施手順

問題解決手順

これまでに挙げられた各種手法を適材適所に使い分けるには？

PDCA(Plan, Do, Check and Action)

計画、実施、確認、処置を繰り返す考えかた。

若干の変更を加えれば、ORにもQCにもいろいろ適用可能。

目的を明らかにしたあと、その目的を実現するのに適した手法は

QC的アプローチか、OR手法による最適化か、

データダイニングによるデータ解析なのか、どれを適用するか考える。

適用した手法を**実行**したら、それを実施し、得られた結果を**確認**し、

状況によっては別の手法を適用するなりシミュレーション実験を行う

などの**処置**も必要になってくる。データの取り直しから始める場合もある。

第一章：組織経営と経営科学

終わり