決定モデルによる意思決定者の情報分析の基礎的考察

山　田　　勲

はじめに

現代の経済情勢は，日進月歩の速さで変化しており，とくに「持てる国」によって多大な影響を受けている。「持てる国」の政策は，自国の資源を戦略目的に利用するまでに発展してきている。このようななかで，経済および技術社会の急速な変化は，企業経営に対して重大な危機感を与えている。経営に携わる人は，企業経営の目的を合理的に達成するために，その変化の方向を的確に把握して経営問題に対して適切な意思決定を行わなければならない。そのためには，まず，経営上の諸問題が明確に認識され，その内容が明らかにされなければならない。経営問題の内容が分析されたのち，それは決定モデルに表わされる。そのモデルの解を基礎に，意思決定者は，最適な意思決定を行うことができる。経営問題をモデルに表わす方法としては，経営問題の諸事象を完全にモデルに表わす（完全モデル）か，またはその事象の一部でもってモデル化する（単純モデル）かの二つのものが考えられる。[(1)] この二つのモデルの構築における意思決定者による情報分析，[(2)] およびそれについての問題点を明らかにするのが，この小論の目的である。

I．完全決定モデル

1．完全決定モデルによる情報分析

意思決定の主要な要素は，意思決定者の行動の代替案とその結果生じる将来

の成果（outcome）の状態の代替案から成る。決定モデルを構築するにあたっては，まず，何が問題になっているかが認識されなければならない。決定問題が成りたつには，次の四つの条件が満たされなければならない。[(3)]

(1) 問題に直面している人が，ある環境のなかにいること。

(2) 少なくとも二つ以上の行動のうち，どれかが選ばれなければならないこと。

(3) 選ばれた行動によって少なくとも二つ以上の成果が生じなければならないこと。

(4) 選ばれた行動によって，目標が達成される機会がなければならないこと。

これらの四つの条件が満たされたとき，はじめて決定問題が存在することになる。この問題を解くには，いいかえれば，意思決定するには，その決定問題とその環境が構成するシステムについての詳しい知識が必要である。意思決定者は，このシステムを分析することにより，システムをモデルに抽象し，決定問題の諸事象を予測し，最適な解を導出する。したがって，モデルを構築するには，意思決定者は，決定問題のシステム分析により，システムを構成する諸要素およびそれら要素間の関係を明らかにしなければならない。それらは，一般的には次のものがあげられうる。[(4)]

(1) 相互に排他的で網羅的な資源拘束（resources commitment），すなわち行動の代替的セット。Aはそのセットを示し，$a \varepsilon A$はその特定の行動を示す。

(2) 相互に排他的で網羅的な将来の成果の代替的状態（states）の関係するセット。Sはこのセットを示し，$s \varepsilon S$はその特定の状態を示す。

(3) 将来の成果の代替的状態の発生の可能性を一貫して示す一連の確率。この確率は$s \varepsilon S$に対する$\phi(s)$で示す。この構成要素は，過去の成果の状態発生の確率から将来の成果の代替的状態発生の確率を予想する形で明示される。$\phi(s)=\sum_{\bar{s}\varepsilon\bar{S}}\phi(s|\bar{s})\phi(\bar{s})$。この場合，$\phi(\bar{s})$は過去の成果の状態発生の確

率を示す。

(4) 選択された行動において各種の起こりうる状態を優先順序で示す一連の効用(u)の算定。将来起こりうる成果は，行動(a)と状態(s)の特定の組合わせで示すことができる。そして，発生した成果の効用は，すべての $s \varepsilon S$, $a \varepsilon A$ に対して $u(s,\ a)$ で示される。

このように，決定問題は，行動代替案のセット(A)，状態代替案のセット(S)，確率関数($\phi(s)$)および効用関数($u(s,\ a)$)の四つの要素に分析することができる。決定モデルは，それらの要素のセット$\{A,\ S,\ \phi,\ u\}$で示される。意思決定者は，この決定モデルで最大な期待効用($E(u|a^*)$)[5]をもたらす最適行動a^*(解)を選ぶことになる。すなわち，$E(u|a^*)=\underset{a\varepsilon A,\ s\varepsilon S}{Max}\sum u(s,\ a)\phi(s)$が完全決定モデルで，その解は$a^*$である。[6] したがって，完全決定モデルのための情報分析は，モデルの四つの構成要素の分析と決定モデルによる最適解の決定にある。

たとえば，製品の品質管理に関する決定問題を考察してみよう。ある製品が，特定の品質標準テストに合格しているかどうかわかっていないとする。そこで，当該製品が特定の品質標準に到達していれば，合格品となり，それに到達していなければ，不合格品となる。当該製品の品質成果として四つの代替的状態が発生するだろう。製品が合格品である場合でも，完全の状態のものと不完全の状態のものとが発生するであろうし，不合格品でも，完全のものと不完全のものとが発生するであろう。意思決定者は，これら四つの発生するであろう成果を優先順序(preference encoding)(効用)でランク(rank)づけし，このランキングを数字で表わすことができるものとする。

いま，この決定問題の構成要素の行動代替案と将来の成果の代替的状態の効用が，次頁の〔表I〕のようであるとする。[7]

意思決定者は，どの状態が発生するかを知らないし，指示された状態の発生をコントロールすることもできない。しかし，意思決定者は，どの状態が将来発生するであろうかを予測することができる。したがって，意思決定者は，将

〔表Ⅰ〕

		将来の成果の代替的状態の効用	
		完　全	不完全
行動の代替案	合　格 (Accept)	2	−4.0
	不合格 (Reject)	0.1	1.0

来の成果の代替的状態の発生可能性を確率分布で表わすことができるものとする。たとえば，ここでは，将来の成果の代替的状態の事前的確率分布は，次のようであるとする。

〔表Ⅱ〕

代替的状態	事前的確率
完　全	0.9
不完全	0.1

これで，完全決定モデル構築のための構成要素は完全に明示された。意思決定者は，代替的行動の効用期待値を計算し，最大のものを選ぶことにより最適な決定を下すことができる。その計算は次のようになる。

合格（Accept）の効用期待値$=E(u|\text{accept})$

$=\sum_{s\epsilon S}u(s,\ \text{accept})\phi(s)$

$=2(0.9)+(-4.0)(0.1)=1.4$utils(効用単位)

不合格（Reject）の効用期待値$=E(u|\text{reject})$

$=\sum_{s\epsilon S}u(s,\ \text{reject})\phi(s)$

$=0.1(0.9)+1.0(0.1)=0.9$utils(効用単位)

したがって，$E(u|\text{accept})=1.40$utils$>E(u|\text{reject})=0.9$utilsとなり，最

適な決定は合格（Accept）となる。

これら四つのモデル構成要素は，意思決定者の現在の経験水準（ξ）にもとづいて明示されたものである $\{A,\ S,\ \phi,\ u|\xi\}$。これらの構成要素を正しく示すことができるならば，この決定モデルは，事前的完全決定モデルであるということができる。この場合，モデルにはすべての構成要素の代替案はすべて含められることになる。したがって，モデルが完全に明示されれば，不確実性の要因の存在は，(3)の構成要素の状態代替案の発生可能性に対してのみに限定される。しかし，この完全性は，意思決定者の現在の経験水準（ξ）にもとづいたものであることから，事前的概念であるということができる。

2. 完全決定モデルによる追加的情報分析

もし意思決定者の現在の経験水準が変われば，それに応じて完全決定モデルの構成要素の明示も変化してくる。とくに，その水準の変化は，完全決定モデルの構成要素である将来の成果の代替的状態発生の可能性の明示に反映される。このことから，追加的情報の事前的完全決定モデルに対するインパクトは，将来の成果の代替的状態発生の確率の改訂に限定されることになる。[(8)] このような改訂を経て，構築された完全決定モデルを事後的完全決定モデルということができる。

たとえば，意思決定者は，事前的完全決定モデル構築以後，ある情報システム（η）からシグナル（y）を受取ったものとする。意思決定者がシグナル(y)を入手する以前には，意思決定者による将来の成果の代替的状態発生の可能性の明示は，確率分布$\phi(s)$，$s\varepsilon S$（事前的確率分布）で表わされていた。意思決定者がある情報システム（η）からシグナル（y）を受取った以後は，その確率分布は$\phi(s|y,\ \eta)$（事後的確率分布）——意思決定者が，ある情報システム（η）からシグナル(y)を入手したということを所与とした将来の成果の代替的状態の発生可能性の条件つき確率——に変動する。要するに，$\phi(s)=\sum_{\bar{s}\varepsilon\bar{S}}\phi$

$(s|\bar{s})\phi(\bar{s})$ から $\phi(s|y,\ \eta)=\sum_{\bar{s}\varepsilon\bar{S}}\phi(s|\bar{s})\phi(\bar{s}|y,\ \eta)$ となる。この場合，$\phi(s)$ と $\phi(s|y,\ \eta)$ はすべてこの $s\varepsilon S$ にとって同一であるかもしれないが，情報の一般的特徴としては，それら両者の値は等しくならない。したがって，意思決定者がある情報システム（η）からシグナル（y）を受取ったのちは，意思決定者の最適行動は，次のように位置づけられた a^* となり，その最適行動の効用期待値は次のように算定される。[9]

$$E(u|y,\ \eta,\ a^*)=\underset{a\varepsilon A,\ s\varepsilon S}{Max\sum}u(s,\ a)\phi(s|y,\ \eta)$$

そこで，意思決定者による現在の経験水準にもとづいた決定モデルの完全な明示とは別に，ある情報提供者がある情報システム（β）から不確実なシグナル（Z）を提供したいという申出があったとする。このシステム（β）からの不確実なシグナル（z）にもとづいた場合の意思決定者の最適行動の効用期待値は，次のような算式により算定される。

$$E(u|\beta)=\sum_{z\varepsilon Z}E(u|z,\ \beta,\ a^*)\phi(z|\beta)$$

この情報提供者のサービスを受けて，不確実なシグナル（z）により決定モデルを構築するかどうかを決定するには，不確実なシグナル（z）によって構築した決定モデルにもとづいた意思決定者の最適行動の効用期待値（$E(u|\beta)$）と，意思決定者によって完全明示された決定モデルにもとづいた最適行動の効用期待値とを比較しなければならない。もし，$E(u|\beta)>E(u|a^*)$ であれば，[10] 情報提供者のサービスを受けた方が効果的な決定を下すことができる。その逆であれば（$E(u|a^*)>E(u|\beta)$），情報提供者のサービスの提供を受けずに，意思決定者は自分の経験水準にもとづいて構築した決定モデルの最適解により有効な意思決定を下すことになる。

いま，意思決定者は，前節の表Ⅱ（事前的確率）にもとづいた決定モデルによる解を導出するかわりに，それより有効な解を見つけようとする。そのために，意思決定者は，将来の成果の代替的状態に関する追加的情報を捜すものとする。そして，意思決定者は，測定実験（測定システム（η））により当該製品の確認可能な新たな属性を捉えることができるものとする。したがって，それ

にもとづいて事前的確率の改訂が試みられる。その測定システム（η）からのシグナル（y）にもとづいた将来の成果の代替的状態の確率分布は，表Ⅲのように測定されたとする。[11]

〔表Ⅲ〕

代替的状態	y の値（品質測定値）													
	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
完全						$\frac{1}{25}$	$\frac{2}{25}$	$\frac{3}{25}$	$\frac{4}{25}$	$\frac{5}{25}$	$\frac{4}{25}$	$\frac{3}{25}$	$\frac{2}{25}$	$\frac{1}{25}$
不完全	$\frac{1}{25}$	$\frac{2}{25}$	$\frac{3}{25}$	$\frac{4}{25}$	$\frac{5}{25}$	$\frac{4}{25}$	$\frac{3}{25}$	$\frac{2}{25}$	$\frac{1}{25}$					

これにもとづいて，前節の表Ⅱの代替的状態の事前的確率（完全$=0.9$，不完全$=0.1$）が改訂される。それは$\phi(s|y,\ \eta)=\phi(s|\bar{s})\phi(\bar{s}|y,\ \eta)$にもとづいて計算される。$\phi(s|y,\ \eta)$の条件つき確率を書きなおすと，$\phi(s|y,\ \eta)=\phi(y|\bar{s},\ \eta)\phi(\bar{s})/\phi(y|\eta)$。[12] この場合，$\phi(y|\eta)=\phi(y|\bar{s},\ \eta)\phi(\bar{s})$。したがって，$y=10$の場合，$\phi(10|\eta)=0.04\times0.1=0.004$。以下$y=11\sim14$まで，$\phi(y|\eta)$は，同様に，$\phi(y|$不完全，$\eta)$と事前的確率を乗ずることによって計算される。$y=15\sim18$までは，代替的状態の完全の場合と不完全の場合とが同時には起こらないので，$\phi(y|\eta)=\phi(y|$完全，$\eta)\phi(\bar{s})+\phi(y|$不完全，$\eta)\phi(\bar{s})$となる。したがって，$y=15$の場合，$\phi(15|\eta)=(0.04\times0.9)+(0.16\times0.1)=0.052$。以下$y=16\sim18$まで，$\phi(y|\eta)$は，同様に，$\phi(y|$完全，$\eta)$に事前的確率を乗じたものと，$\phi(y|$不完全，$\eta)$に事前的確率を乗じたものとを加算したものである。$y=19$の場合，$\phi(19|\eta)=0.20\times0.90=0.18$。以下$y=20\sim23$までは，同様に，$\phi(y|\eta)$は$\phi(y|$完全，$\eta)$に事前的確率を乗じたものである。

このようにして，事前的確率が事後的確率に修正される。これまでの計算を要約すれば，次頁の〔表Ⅳ〕のごとくである。

つぎに，表Ⅱと表Ⅳから条件つき確率$\phi(s|y,\ \eta)$が計算される。すなわち，$\phi(s|y,\ \eta)=\phi(y|\bar{s},\ \eta)$(←表Ⅳ)$\phi(\bar{s})$(←表Ⅱ)$/\phi(y|\eta)$(←表Ⅳ)。$y=10\sim14$

〔表Ⅳ〕

	$\phi(y\mid$完全$,\eta)$	$\phi(y\mid$不完全$,\eta)$	$\phi(y\mid\eta)$
10		0.04	0.004
11		0.08	0.008
12		0.12	0.012
13		0.16	0.016
14		0.20	0.020
15	0.04	0.16	0.052
16	0.08	0.12	0.084
17	0.12	0.08	0.116
18	0.16	0.04	0.148
19	0.20		0.180
20	0.16		0.144
21	0.12		0.108
22	0.08		0.072
23	0.04		0.032

までは，代替的状態は不完全の状態しか発生しないのであるから，ϕ(完全$\mid y$, η)は，ゼロである。この場合における条件つき確率は，ϕ(不完全$\mid y$, η)で，その値は0.04×0.1/0.004=1.000である。したがって，意思決定者の最適行動は，不合格（Reject）であることになる。ゆえに，表Ⅰから，$y=10$のときの意思決定者の最適行動（Reject）の効用期待値は，E（$u\mid 10$, η, 不合格）=1.0×1.000=1.000である。同様に，以下$y=11$〜14までの意思決定者の最適行動(Reject)の効用期待値E($u\mid$11〜14, η, 不合格)は，それぞれ1.000となる。

$y=15$の場合，その条件つき確率は，次のように計算される。

$$\phi(\text{完全}\mid 15,\ \eta)=0.04\times0.9/0.052=0.692$$

$$\phi(\text{不完全}\mid 15,\ \eta)=0.16\times0.1/0.052=0.307$$

したがって，表Ⅰから意思決定者の合格（Accept）の決定の効用期待値は，

次のようになる。

$$E(u|15,\ \eta,\ \text{合格})=2(0.692)+(-4)(0.307)=0.156$$

また，その不合格（Reject）の決定の効用期待値は，次のようである。

$$E(u|15,\ \eta,\ \text{不合格})=0.1(0.692)+1.0(0.307)=0.376$$

ゆえに，$y=15$の場合，$E(u|15,\ \eta,\ \text{不合格})=0.376>E(u|15,\ \eta,\ \text{合格})=0.156$。このことから，意思決定者の最適行動は不合格（Reject）となり，その効用期待値は0.376である。

$y=16$の場合，その条件つき確率は次のように計算される。

$$\phi(\text{完全}|16,\ \eta)=0.08\times0.9/0.084=0.857$$

$$\phi(\text{不完全}|16,\ \eta)=0.12\times0.1/0.084=0.143$$

したがって，表Ⅰから意思決定者の合格（Accept）の決定の効用期待値は次のようになる。

$$E(u|16,\ \eta,\ \text{合格})=2(0.857)+(-4)(0.143)=1.142$$

また，その不合格（Reject）の決定の効用期待値は次のようになる。

$$E(u|16,\ \eta,\ \text{不合格})=0.1(0.857)+1.0(0.143)=0.229$$

ゆえに，$y=16$の場合，$E(u|16,\ \eta,\ \text{合格})=1.142>E(u|16,\ \eta,\ \text{不合格})=0.229$。このことから，意思決定者の最適行動は合格となり，その効用期待値は1.142である。

$y=17$の場合，その条件つき確率は次のように計算される。

$$\phi(\text{完全}|17,\ \eta)=0.12\times0.9/0.116=0.931$$

$$\phi(\text{不完全}|17,\ \eta)=0.08\times0.1/0.116=0.069$$

したがって，表Ⅰから，意思決定者の合格および不合格の決定の効用期待値は次のようになる。

$$E(u|17,\ \eta,\ \text{合格})=2(0.931)+(-4.0)(0.069)=1.586$$

$$E(u|17,\ \eta,\ \text{不合格})=0.1(0.931)+1.0(0.069)=0.162$$

ゆえに，$y=17$の場合，$E(u|17,\ \eta,\ \text{合格})=1.586>E(u|17,\ \eta,\ \text{不合格})=0.162$。このことから，意思決定者の最適行動は合格となり，その効用期待

値は1.586である。

$y=18$の場合，その条件つき確率は次のように計算される。

$$\phi(\text{完全}|18,\ \eta)=0.16\times0.9/0.148=0.972$$

$$\phi(\text{不完全}|18,\ \eta)=0.04\times0.1/0.148=0.027$$

したがって，表Iから，意思決定者の合格および不合格の決定の効用期待値は次のようになる。

$$E(u|18,\ \eta,\ \text{合格})=2(0.972)+(-4.0)(0.027)=1.836$$

$$E(u|18,\ \eta,\ \text{不合格})=0.1(0.972)+1.0(0.027)=0.124$$

ゆえに，$y=18$の場合，$E(u|18,\ \eta,\ \text{合格})=1.836>E(u|18,\ \eta,\ \text{不合格})=0.124$。このことから，意思決定者の最適行動は合格となり，その効用期待値は1.836である。

$y=19$〜23までは，代替的状態は完全の状態しか発生しないのであるから，$\phi(\text{不完全}|y,\ \eta)$はゼロである。$y=19$の場合の条件つき確率は，$\phi(\text{完全}|19,\ \eta)=0.20\times0.9/0.180=1.000$である。したがって，この場合における意思決定者の最適行動は合格であることになる。ゆえに，表Iから$y=19$のときの意思決定者の最適行動の効用期待値は，$E(u|19,\ \eta,\ \text{合格})=2(1.000)=2.0$である。同様に，以下$y=20$〜23までの意思決定者の最適行動の効用期待値（$E(u|20\sim23,\ \eta,\ \text{合格})$）は，それぞれ2.0となる。

それぞれの代替的状態における意思決定者の最適行動の効用期待値に関するこれまでの計算結果をまとめると，次頁の〔表V〕のごとくである。

このような将来の成果の代替的状態に関する不確実な追加的情報にもとづいた測定結果により，意思決定者の最適行動の効用期待値の総計が計算される。この効用期待値の総計と事前的確率にもとづいた最適行動の効用期待値の総計とを比較秤量することにより，代替的状態に関する追加的情報をもたらした新たな測定の是否が評価できる。

$$E(u|\text{測定})=1.0(0.004)+1.0(0.008)+1.0(0.012)$$
$$+1.0(0.016)+1.0(0.020)+0.376(0.052)+1.142$$

〔表Ⅴ〕

	ϕ(完全$\mid y,\ \eta$)	a^*	$E(u\mid y,\eta,a^*)$
10	0.000 ϕ(不完全$\mid 10,\eta$)$=1.000$	不合格 (Reject)	1.000
11	0.000 ϕ(不完全$\mid 11,\eta$)$=1.000$	〃	1.000
12	0.000 ϕ(不完全$\mid 12,\eta$)$=1.000$	〃	1.000
13	0.000 ϕ(不完全$\mid 13,\eta$)$=1.000$	〃	1.000
14	0.000 ϕ(不完全$\mid 14,\eta$)$=1.000$	〃	1.000
15	0.692	〃	0.376
16	0.857	合格 (Accept)	1.142
17	0.931	〃	1.586
18	0.973	〃	1.838
19	1.000	〃	2.000
20	1.000	〃	2.000
21	1.000	〃	2.000
22	1.000	〃	2.000
23	1.000	〃	2.000

$$(0.084)+1.586(0.116)+1.838(0.148)+2.0(0.180)$$
$$+2.0(0.144)+2.0(0.108)+2.0(0.072)+2.0(0.032)$$
$$=1.704$$

したがって，$E(u\mid$測定$)-E(u\mid$合格$)=1.704-1.4=0.304$となり，この測定システム（η）からの追加的情報（y）にもとづいて事前的確率$\phi(s)$（表Ⅱ）の改訂をし，その結果としての事後的確率$\phi(s\mid y,\ \eta)$（表Ⅴ）により構築した決定モデルの解から最適行動を決定することが，より高い効用期待値をもたらすことになる。この場合，測定コストが考慮されていない。しかし，この情報分析に測定コスト（r）を導入した場合には，$r<0.304$でなければならない。

$r \geqq 0.304$であれば，意思決定者が意思決定の基準とするのは，将来の成果の代替的状態の発生の事後的確率にもとづいた事後的決定モデルの最適解でなく，事前的確率にもとづいた事前的決定モデルの最適解である。したがって，意思決定者は，新たな代替的状態を探求することなく，事前的決定モデルにより最適行動を選択する方が実際的である。

このように，完全決定モデルは，代替的行動A，代替的状態S，確率関数ϕおよび効用関数uにより完全明示されるけれども，ある情報提供者の情報システムなり，さらには代替的状態の意思決定者による代替的測定を通して，事前的確率の改訂を行うことができる。その改訂により事前的完全決定モデルが修正されて，事後的完全決定モデルが構築される。その解にもとづいて，最適行動が見つけられることができる。しかし，この場合，改訂以前の意思決定者の最適行動の効用期待値との比較が行われなければならない。したがって，完全決定モデルの追加的情報分析は，決定モデルの構成要素の完全な明示の情況のもとで，意思決定者による将来の代替的状態の事前的確率の修正のための追加的情報の処理と測定システムの選択にある。決定モデルの構成要素の完全明示は，モデル設定時における意思決定者の経験水準において，考えられうるすべての代替案を含んでいる。しかし，行動および状態の代替案をすべて明示することは，実際問題として困難である。企業をとりまく環境の変化および測定技術の変化に応じて，意思決定者の経験水準は影響をうける。それによって決定モデルの構成要素の代替案の明示も影響をうけることになる。したがって，完全決定モデルにおける完全性概念は事前的概念であり，また，企業経営の決定問題をすべてそのモデルに網羅することは困難である。

要するに，事前的完全決定モデルは $E_P(u|a^*) = \underset{a\varepsilon A,\ s\varepsilon S}{Max \sum} u(s,\ a)\,\phi(s)$ であり，このモデルの解，すなわち最適行動を選ぶことによりもっとも大きな効用期待値を享受することができる。しかし，測定技術や環境の変化により，より高い効用期待値をもたらす最適行動が追求されなければならない。したがって，ある測定システムにより追加的情報が探求される。完全決定モデルにおい

ては，追加的情報は，将来の成果の代替的状態の発生の確率の修正に導く。修正された確率（事後的確率）にもとづいた事後的完全決定モデルはE_A $(u|y, \eta, a^*) = \underset{a\varepsilon A,\ s\varepsilon S}{Max\sum} u(s, a)\phi(s|y, \eta)$である。そこで，適切なモデルに選択するために，事前的完全決定モデルと事後的完全決定モデルにおける最適行動の効用期待値の比較をすることが要求される。E_P $(u|a^*) \gtreqless E_A$ $(u|y, \eta, a^*)$。$E_P \geqq E_A$であれば，意思決定者は，事前的完全決定モデルにおける最適行動を決定することになり，また$E_A < E_P$であれば，意思決定者は事後的完全決定モデルにおける最適行動を決定することになる。そして，E_Aを測定することにより測定コスト(r)が発生した場合には，$E_A(u|y, \eta, a^*) - r$とE_P $(u|a^*)$ とが比較されなければならない。

Ⅱ. 単純決定モデル

1. 単純決定モデルの構築プロセス

意思決定者による企業経営の決定問題に対する完全決定モデルの構築は，現実にはほとんど不可能である。決定モデルの構成要素についての代替案をすべて決定モデルに網羅させることは困難であるし，さらに決定分析におけるコストもまた，意思決定者による完全決定モデルの構築の障碍となってくる。ここに，決定モデルの単純化が行われることになる。[13] 単純決定モデルを構築するのに，決定問題に対するシステム分析の仕方により異なったモデルの単純化が可能である。たとえば，在庫モデルにおいて，品切れの費用を品切れの数量の関数とするか，または品切れの回数の関数とするかどうか，さらに生産計画モデルをとれば，そのモデルのなかに習熟効果を導入するかどうかは，実際どのモデルが有効であるかどうかの問題である。これらの問題事象の複雑さのために，モデルの明示プロセスは，通常，ヒューリスティック (heuristic) な方法でアプローチされる。[14] 意思決定者は，モデルに含めるか，または除外する問題事象の複雑さの程度を決定するに，フォーマルな分析とは逆に，経験にもとづ

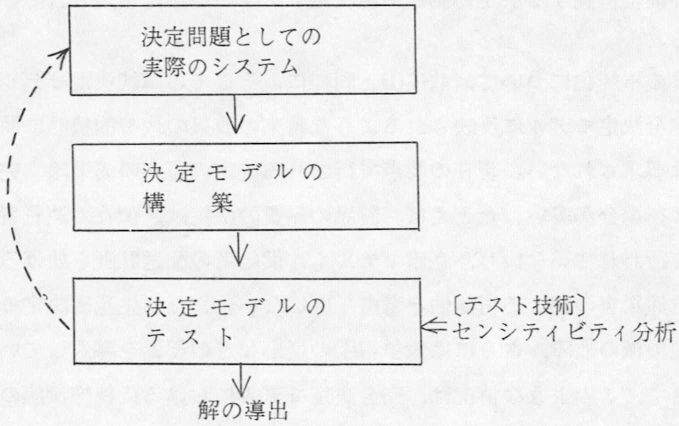
いた概略的であるが，実際的な方法を用いる。この実際的な方法は，モデル構築とテストの二つの重要なステップから成る反復プロセスである。[15] 最初，意思決定者は，決定問題に対する事前的決定モデルを構築するに現在の経験水準から出発する。このさい，意思決定者の現在の知識を反映した抽象と，実際の問題事象の単純化が行われる。たとえば，リニア・プログラミング（Linear Programming）方式を用いるため，しばしば，リニアな技術係数を前提としたり，コストや技術係数が確実にわかっていなくても，既知のものとして仮定したりする。

このように，問題事象を単純化するかわりに，しばしば，若干の事象相互間の関係または事象自体を無視することによっても，決定モデルの構成要素のより一層の抽象化を達成することができる。[16] 行動代替案と関連する将来の成果を予測する場合に，それの将来における若干の効果を無視するのがこれである。たとえば，生産計画モデルの構築において，現在の計画代替案の将来の効果が排除されたり，生産とマーケティングに関する決定も，相互に依存しあっているにもかかわらず，生産計画モデルは，マーケティングとは別個に半自律的に構築されることがある。

実際の問題事象を単純化ないしは無視することにより，最初の決定モデルが構築される。この場合，意思決定者は，そのような単純化ないしは無視から生ずる予測効果と予測コストのバランスを重視する。ここに，意思決定者が，各種の代替的行動から生ずる効用期待値の差異を予測できるようなモデルを構築することが重要な課題となる。したがって，決定モデルの構築後，そのモデルが実際のシステムの考えられうるダイナミックス（dynamics）を適切に予測できるかどうかを決定するために，その決定モデルのテストが行われる。テスト技術として，センシティビティ分析（sensitivity analysis）が非常に有効である。[17] この分析によって，意思決定者は，代替的行動の選択の変更による期待効用の変動，またはモデル構築上のひとつ，もしくはそれ以上の前提の変更から生ずる意思決定の期待効用の変動を測定することができる。その測定値の

変動が小さければ，行動の選択もしくは前提の変更は相対的に重要でないし，またもしそれが大きければ，その行動選択もしくは前提の変更は重要であるということがわかる。したがってこのテストにもとづいて，意思決定者は，決定モデルをそのまま受入れるか，またはそれを調整したのち，テストを受けさせるかを決定することができる。

要するに，代替的単純決定モデルの構築は，次のプロセスをとることになる。



2. 単純決定モデルによる情報分析

単純決定モデルの代替的タイプは，大部分，意思決定者の思考によって非常に影響をうける。決定モデルにおける考えられうる単純化要素は，一般的にいって，決定モデルの四つの構成要素について考えられうる。[18]

(1) 代替的行動要素の明示の単純化。

(2) 代替的状態の明示の単純化。

(3) 代替的状態発生の確率関数の単純化。

(4) 効用期待値算定の単純化。

⑸　決定変数に対する限定の単純化。

第1の要素の単純化については，通常，意思決定者が，問題事象で考察できるすべての行動を，完全決定モデルの場合のように，明示しなくて，ある種の行動を排除するか，または暗黙的に包含することである。たとえば，たいていのコントロール活動は，「例外の原則」によりある一定範囲の管理行動を排除している。また，短期的生産高モデルは，一定の設備能力を前提としているし，資本投資モデルは，指定された生産高を前提としている。したがって，これらの前提に関する決定行動が単純決定モデルのなかに含められているものといえる。

第2の単純化について，前述⑴と同様に，そこでの単純決定モデルにおいては，完全決定モデルに反映されるような将来の成果の代替的状態に関する完全明示は要求されない。現在の時点で行われる決定の将来の成果は，完全に予測できない場合が多い。たとえば，製品の品質の決定は，個々の消費者の好みを考えて行われていないし，在庫モデルも，供給者の配送計画を妨げるおそれのある自然災害の起こる可能性を考慮していない。また，生産高決定モデルは，個々の機械の故障，さらには競争相手の反応などの要素を導入していない。したがって，このような情況は，完全決定モデルにおける代替的状態の完全明示 $s \varepsilon S$ のかわりに，パラメータ明示 $\theta \varepsilon \Theta$ として表わされることになる。

第3の単純化については，前述⑵のように，代替的状態の完全明示 $s \varepsilon S$ からパラメータ明示 $\theta \varepsilon \Theta$ に変ったことから，$\phi(s)$ と $\phi(\theta)$，および S と Θ の関係を用いることにより必要な代替的状態の発生の可能性の順序づけ（測定）が行われることになる。しかし，実際には，確率関数を示すとき，その標準分布が用いられる。標準分布は，それが意思決定者の考えをまったく反映していないときは，いつも代替的状態の発生の可能性（確率）の単純化となる。

完全決定モデルの場合には，効用期待値の明示は将来の成果（outcome）に依存し，またその成果は代替的行動の選択および特定の代替的状態の発生の可能性（確率）に依存した。したがって，第4の単純化については，代替的行

動，代替的状態および確率関数の単純化が行われることによって，効用期待値の明示は単純化の影響をうける。たとえば，利益目標に対して，危険率50%の期待値が，しばしば用いられる。このことは，300,000円の確実な成果と，チャンスが五分五分である600,000円の成果とが完全に無差別であることを意味する。

第5の単純化は，真に実際的でない決定変数の値を除外するために，そのセットを限定するために設定される。したがって，意思決定者が望ましくないと思う決定変数の値を無視したり，効用期待値の単純化の一プロセスとして制約条件を導入したりする場合に，この単純化が行われることになる。たとえば，具体的な例として，意思決定者が，効用期待値の一定範囲内では決定変数の直線的関数とみなしたり，決定変数が特定の範囲内にあることを明確にするために制約条件を設定したりする場合である。

代替的単純決定モデルの設定における単純化要素として，これら五つのものが考えられる。これらのものをもとに，意思決定者が単純決定モデルを構築すると，次のようになり(19)，このモデルの最適解が意思決定者のひとつの決定指標となる。

$$E(R|d^{*})=\underset{d\geqq 0,\ \theta\varepsilon\Theta}{Max\sum}R(\theta,\ d)\phi(\theta)$$

$$\text{条件}:\sum_{\theta\varepsilon\Theta}Gi(\theta,\ d)\phi(\theta)=0,\ i=1,\ \cdots\cdots,\ K.$$

この場合の使用記号は，それぞれ次のものを示す。

$E(R|d^{*})$ …………………… 意思決定者の最大目標期待値

d ………………………………(1)の単純化としての決定変数

θ ………………………………(2)の単純化としてのパラメータ

$\phi(\theta)$…………………………(3)の単純化としての標準分布

$R(\theta,\ d)$……………………(4)の単純化としての目標関数

$\sum_{\theta\varepsilon\Theta}Gi(\theta,\ d)\phi(\theta)=0$ …… (5)の単純化としての制約条件

そこで，具体的な例示により，これらの構成要素を説明しよう。いま，意思決定者が二つの製品に関するプロダクト・ミックス問題に直面しているとす

る。この場合，二つ（甲，乙）の生産高（$d_{甲}$，$d_{乙}$）以外の諸要素の選択可能性（設備の拡張，機械スケジュールの変更，作業能力の変更など）はないものとする。また，製造部門は二つあり，有限のキャパシティーをもっているものとする。意思決定者は，それぞれ直線的技術係数を前提として，次のリニア・プログラミング・モデルを定式化したとする。

$$E(R|d^*)=\underset{d_{甲},\ d_{乙}\geqq 0}{Max}(\theta_{甲}d_{甲}+\theta_{乙}d_{乙})$$

$$\text{条件}: \theta_1 d_{甲}+\theta_2 d_{乙}\leqq\theta_3$$

$$\theta_4 d_{甲}+\theta_5 d_{乙}\leqq\theta_6$$

θ_3とθ_6はキャパシティー・パラメータで，A機械とB機械のそれぞれの利用可能な総機械時間数を示す。総機械時間数を算定する場合，機械故障の可能性はないものと仮定されるか，もしくは平均化され，それに含められる。技術係数は，θ_1，θ_2，θ_4およびθ_5で，加工の平均時間数を示す。意思決定者は，θ_1〜θ_6までの要素を確定的なものとして表わすことができるが，甲・乙の製品のそれぞれの貢献差益については，不確実にしか表わすことができない。そこで，甲製品（1単位）を完成させるに，A機械，B機械とも1時間，乙製品（1単位）についてはA機械1時間，B機械2時間の加工が必要となる。A機械およびB機械は400時間と500時間とする。また，甲製品と乙製品の貢献差益の達成可能性の意思決定者による順序づけ（パラメータ明示）は表Ⅵのごとくである。

〔表Ⅵ〕

貢献差益の確率分布			
貢献差益	10	11	12
$\phi(\theta_{甲})$	1/2	1/4	1/4
$\phi(\theta_{乙})$	1/4	1/2	1/4

いま，この企業の情況において，意思決定者は，プロダクト・ミックス問題をモデルに表わせば，次のようになる。そのまえに，甲・乙製品の貢献差益の

期待値$(R(\theta)\phi(\theta))$を計算すれば，

$$R(\theta_{甲})\phi(\theta_{甲})=(10\times\frac{1}{2})+(15\times\frac{1}{4})+(20\times\frac{1}{4})=13.75$$

$$R(\theta_{乙})\phi(\theta_{乙})=(10\times\frac{1}{4})+(15\times\frac{1}{2})+(20\times\frac{1}{4})=15$$

となる。

$$E(R|d^*)=\underset{d_{甲},\ d_{乙}\geqq 0}{Max}(13.75d_{甲}+15d_{乙})$$

$$条件：1d_{甲}+1d_{乙}\leqq 400$$

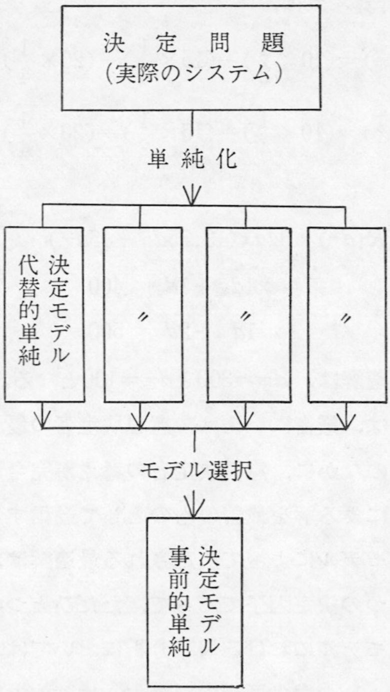
$$1d_{甲}+2d_{乙}\leqq 500$$

この決定モデルの最適解は[20]，$d_{甲}=300$と$d_{乙}=100$となる。単純決定モデルの解としての最適な d^* は，厳密にいえば，意思決定者の優先的な選択とはいえない。単純決定モデルのなかに，意思決定者の考えが完全に表わされていないことから，このモデルによる解を最善のものとして過信することはできない。したがって，単純決定モデルによって決定される最適解は，意思決定者の最終的な決定に対するひとつの決定因子であって，ただひとつの情報にすぎない。

要するに，単純決定モデルにおける情報分析においては，意思決定者は，決定問題（実際のシステム）の構成要素の単純化，代替的単純決定モデルの設定およびそれらの代替的モデルのなかから適切なモデルの選択（事前的単純決定モデル）を行わなければならない。以上の関連をまとめれば，次頁の図のようになる。

3. 単純決定モデルによる追加的情報分析

単純決定モデルの構築以後に，ある情報システム(η)からシグナル(y)を受取った場合には，意思決定者は，どのような情報分析をすればよいだろうか。完全決定モデルの場合には，決定モデルにおける意思決定者の決定による将来の成果の代替的状態の発生可能性（確率）を，シグナル(y)にもとづいて改訂することで目的を達成できたが，単純決定モデルにおいては，そのようなシグ



ナル(y)を受取ることにより，意思決定者は単純決定モデルにおける単純化要素の改訂ないしは変更，すなわち確率関数（パラメータ予測）の改訂，さらに目標関数と制約条件の変更をする必要がある。[21] すなわち，$R(\theta,\ d) \rightarrow R(R,\ d|y,\ \eta)$，$\phi(\theta) \rightarrow \phi(\theta|y,\ \eta)$，$\sum Gi(\theta,\ d)\phi(\theta)=0 \rightarrow \sum Gi(\theta,\ d|y,\ \eta)\phi(\theta|y,\ \eta)=0$。このように，ある情報システム($\eta$)からシグナル($y$)を受取ったのちの修正された事後的単純決定モデルは，事前的単純決定モデルのそれらの四つの構成要素をおきかえたものである。したがって，事後的単純決定モデルは次のようになる。

$$E(R|y,\ \eta,\ d^*)=\underset{d\geqq 0,\ \theta\varepsilon\Theta}{Max}\sum R(\theta,\ d|y,\ \eta)\phi(\theta|y,\ \eta)$$

$$\text{条件}: \sum_{\theta\varepsilon\Theta} Gi(\theta,\ d|y,\ \eta)\phi(\theta|y,\ \eta)=0$$

$$i=1,\ \cdots\cdots,\ K.$$

この場合，ある情報システム(η)からシグナル(y)を受取ったとき，$R(\theta, d) \to R(\theta, d|y, \eta)$，$\phi(\theta) \to \phi(\theta|y, \eta)$，$Gi(\theta, d) \to Gi(\theta, d|y, \eta)$への移項をどのような方法で行えばよいか。この場合，事前的単純決定モデルに対する追加的情報（シグナル(y)）の影響が，すべて事前的単純決定モデルに反映されるとは限らないし，もし前者が後者に反映されたとしても，恣意的にならざるをえない。というのは，単純決定モデル自体，決定問題のシステム分析によりモデルの構成要素の代替案をすべて網羅していないからである。

そこで，追加的情報(y)の事前的単純決定モデルに対する影響が，意思決定者の代替的行動選択における代替的状態発生の可能性の確率(パラメータ予測)に限定されるならば，意思決定者はその追加的情報の影響をそのモデルに正確にあとづけることができる。この方法としては，センシティビティ分析が用いられる。センシティビティ分析には，オープン・ループ（open loop）とクローズド・ループ（closed loop）の二つのアプローチがある。[22]

前者のアプローチは，パラメータ予測の変化につれて，固定した決定(d)と関連させた目標関数の値がどのように変化するかを考察する場合に，適用される。事後的単純決定モデルの最適解における最適行動（$d_A{}^*$）を事前的単純決定モデルの最適解における最適行動($d_P{}^*$)に固定したうえで，θ_1を$\hat{\theta}_1$に変化させたならば，その結果生じる最適解の最適行動の最大期待効用(E_O)は，次のようになる。

$$E_O(\hat{R}|\hat{\theta}_1, d_P{}^*) = \sum_{\theta \varepsilon \Theta} \hat{R}(\theta, d_P{}^*)\phi(\theta|\hat{\theta}_1)$$

この場合，$\hat{R}(\theta, d_P{}^*)$は，事前的単純決定モデルの最適解を構成する最適行動($d_P{}^*$)の影響を算定できる目標関数であるが，$d_P{}^*$は事前的単純決定モデルに設定された制約条件にもとづいたもののままである。いま，θ_1が$\hat{\theta}_1$に変ったのであるから，当然制約条件も変ってくることになり，事前的単純決定モデルの最適解の最適行動($d_P{}^*$)は実行できなくなる。このため，モデル構築のなかに，最適行動($d_P{}^*$)の実行不可能性の影響が反映されることになる。このアプローチにおいて，$E_O(\hat{R}|\hat{\theta}, d_P{}^*)$を$\hat{\theta}_1 \varepsilon \hat{\Theta}_1$にわたって測定することにより，

オープン・ループ・センシティビティ分析が完成されることになる。

後者のアプローチは，パラメータ予測の変化につれて，目標関数の最適解がどのように変化するかを考察する場合に，適用される。これにより，決定変数は適切に修正されることになる。いま，θ の要素の θ_1 を $\hat{\theta}_1$ に変化させた場合，その結果，最適値における最適行動の最大期待効用(E_c)は，次のようになる。

$$E_C(R|\hat{\theta}_1,\ d(\hat{\theta}_1)^*)=\underset{d\geqq 0,\ \theta\varepsilon\Theta}{Max\sum}R(R,\ d)\phi(\theta|\hat{\theta}_1)$$

$$条件：\sum_{\theta\varepsilon\Theta}Gi(\theta,\ d)\phi(\theta|\hat{\theta}_1)=0$$

$$i=1,\ \cdots\cdots,\ K.$$

これらの二つのオープン・ループとクローズド・ループのセンシティビティ分析の結果の比較をすることにより，意思決定者は，事前的単純決定モデルの解にもとづいた意思決定をする前に，追加的情報を受入れて決定モデルを訂正するかどうかの指針を得ることができる。[23]

$$\zeta(\theta_1|意思決定者)=E_C(R|\hat{\theta}_1,\ d(\hat{\theta}_1)^*)\phi(\theta_1)$$
$$-E_O(\hat{R}|\hat{\theta}_1,\ d_P{}^*)\phi(\theta_1)$$

この場合，$\phi(\theta_1)$は，意思決定者が $\theta_1\,\varepsilon\,\Theta_1$ を観察できる確率を示している。$\zeta(\theta_1|意思決定者)>0$ であれば，意思決定者は追加的情報を受入れて，事前的単純決定モデルを訂正することが効果的な決定を行うことができる。$\zeta(\theta_1|意思決定者)\leqq 0$ であれば，その逆で，意思決定者は追加的情報を受入れるべきでない。

たとえば，前述のプロダクト・ミックス決定問題に対して追加的情報に関する二つのセンシティビティ分析を行ってみる。事前的単純決定モデルの最適解における最適行動は，$d_{甲}=300$ と $d_{乙}=100$ であった。いま，追加的情報により，$\theta_{甲}$ が10であると確認できた場合，意思決定者の最適行動の効用の最大期待値は次のように計算される。

オープン・ループ（d^*を事前的単純決定モデルにおける最適解（$d_P{}^*$)に固定しておく）の場合，

$$E_O(\hat{R}|\hat{\theta}_{甲},\ d^*)=10(300)+15(100)=4,500$$

クローズド・ループの場合,

$$E_C(R|\theta_{甲},\ d(\theta_{甲})^*)=10d_{甲}+15d_{乙}$$

$$\text{条件}: 1d_{甲}+1d_{乙}\leqq 400$$

$$1d_{甲}+2d_{乙}\leqq 500$$

$$d_{甲},\ d_{乙}\geqq 0$$

これを解けば，最適解は$d_{甲}=300$，$d_{乙}=100$となり，事前的単純決定モデルの最適行動と同じである。その場合の意思決定の効用の最大期待値は4,500である。

つぎに，追加的情報により $\theta_{甲}$ が15であると確認できた場合，意思決定の効用の最大期待値は次のようである。

オープン・ループの場合,

$$E_O(\hat{R}|\hat{\theta}_{甲},\ d^*)=15(300)+15(100)=6,000$$

クローズド・ループの場合,

$$E_C(R|\theta_{甲},\ d(\theta_{甲})^*)=15d_{甲}+15d_{乙}$$

$$\text{条件}: 1d_{甲}+1d_{乙}\leqq 400$$

$$1d_{甲}+2d_{乙}\leqq 500$$

$$d_{甲},\ d_{乙}\geqq 0$$

これを解けば，最適解は$d_{甲}=300$，$d_{乙}=100$となり，事前的単純決定モデルの解と同じである。その場合の最適行動の効用の最大期待値は6,000である。

さらに，追加的情報により，$\theta_{甲}$が20であると確認できた場合，意思決定の効用の最大期待値は次のようである。

オープン・ループの場合,

$$E_O(\hat{R}|\hat{\theta}_{甲},\ d^*)=20(300)+15(100)=7,500$$

クローズド・ループの場合,

$$E_C(R|\theta_{甲},\ d(\theta_{甲})^*)=20d_{甲}+15d_{乙}$$

$$\text{条件}: 1d_{甲}+1d_{乙}\leqq 400$$

$$1d_{甲}+2d_{乙}\leqq 500$$

$$d_{甲},\ d_{乙} \geqq 0$$

これを解けば，$d_{甲}=400$，$d_{乙}=0$ となり，事前的単純決定モデルの最適解とは異なる。この場合の意思決定の効用の最大期待値は 8,000 である。これまでの計算を表にすると次のようになる。

〔表Ⅶ〕

$\theta_{甲}$	最適行動の効用期待値	
	オープン・ループ	クローズド・ループ
10	4,500	4,500
15	6,000	6,000
20	7,500	8,000

また，$\phi(\theta_{甲})$ は前表Ⅵのとおりである。したがって，$\zeta(\theta_{甲}|意思決定者)=$

$$\left[(4,500\times\frac{1}{2})+(6,000\times\frac{1}{4})+(8,000\times\frac{1}{4})\right]-\left[(4,500\times\frac{1}{2})+(6,000\times\frac{1}{4})+\right.$$

$\left.(7,500\times\dfrac{1}{4})\right]=125$ となり，意思決定者は追加的情報を受入れて，事前的単純決定モデルを修正することがより効果的である。

要するに，単純決定モデルにおける追加的情報分析において，意思決定者は，より大なる効用を得るために追加的情報を探求し，その追加的情報の意思決定の効用期待値に対する影響を測定する。その測定方法として，オープン・ループのセンシティビティ分析とクローズド・ループのセンシティビティ分析がある。もし，オープン・ループ＜クローズド・ループであれば意思決定者は追加的情報を受入れて，事前的単純決定モデルを追加的情報によって修正し，事後的単純決定モデルを構築する。意思決定者はその解をひとつの意思決定の指針とする。

お わ り に

意思決定者は，決定問題に直面した場合，その問題の解決のために意思決定

を行う。まず，決定問題とその環境をひとつのシステムとして捉え，そのシステムを分析することにより，モデル構築のための四つないしは五つの構成要素が明らかにされる。そして，そのモデルの最適解を通じて，意思決定者は決定問題に対して適切な意思決定を下すことになる。構築される決定モデルには，すでに考察したごとく，完全決定モデルと単純決定モデルとがあり，また，それぞれのモデルに事前的モデルと事後的モデルとが考えられる。完全決定モデルによる情報分析は，実際的には困難である（とくに，モデルの構成要素のすべての代替案の設定およびシステム分析のコストの面）。したがって，実際には，単純決定モデルが意思決定者によって決定問題のシステム分析に用いられている。この単純決定モデルの構築には，単純化のための五つの構成要素がある。これらの構成要素にもとづいて，意思決定者は単純決定モデルを構築して，意思決定のひとつの指針として利用している。しかし，単純決定モデルの構築方法には，問題事象の構成要素のうちいくつかを排除したり，平均化したりしている。(24) ここに，単純決定モデルの構築において無視された要素が，意思決定の将来の結果に対して重要な影響を及ぼす場合がある。たとえば，マーケティングの領域において，販売量と広告量との関係をリニアな関係として単純化した場合がそうである。販売努力に対する販売量の反応は，高原状に上昇し，ひとたび市場が「飽和」状態に達したとき，下降の線をたどる。

したがって，意思決定者は，単純化によって無視された，または平均化された要素，もしくは要素間の関係の意思決定に対する影響を注意深く調査しなければならない。とくに，システム分析によりシステムを構成する要素の明示，および要素間の関係を正確に捉えることが，意思決定のための情報分析においてとくに重要である。そして，代替的単純決定モデルの選択，すなわちモデル自体の選択が重要な意味をもってくる。

注(1) R. L. Ackoff & M. W. Sasieni, *Fundamentals of Operations Research,* John Wiley & Sons Inc., 1968, pp. 66-93. 松田・西田訳『現代 OR の方法』日本経営出版会，昭和48年，57～88頁。

J. S. Demski, *Information Analysis*, Addison-Wesley Publishing Co., 1972, pp. 4-41.

(2) 情報（Information）は意味のあるデータ（Data）をいう。すなわち，情報とは，意思決定者の予測に影響をおよぼすデータである。

(3) R. L. Ackoff & M. W. Sasieni, *op. cit.*, p. 23. 松田・西田訳，前掲書，23～24頁。

(4) J. S. Demski, *op. cit.*, pp. 10-11.

(5) a^* は代替的行動（a）のうち最適なものを示す。

(6) *Ibid.*, p. 11.

(7) *Ibid.*, p. 5.

(8)(9) *Ibid.*, pp. 14-15.

(10) この場合，測定コストは発生しないものとして計算している。

(11) *Ibid.*, pp. 16-17.

(12) T. H. Wonnacott & R. J. Wonnacott, *Introductory Statistics*, John Wiley & Sons Inc., 1972, pp. 45-46.

(13) R. L. Ackoff & M. W. Sasieni, *op. cit.*, p. 80. 松田・西田訳，前掲書，77頁。

(14) J. S. Demski, *op. cit.*, p. 21.

(15) R. D. Smallwood, "A Decision Analysis of Model Selection," *IEEE Transactions on Systems Science and Cybernetics*, Vol. ssc-4, september 1968, p. 333.

(16) R. L. Ackoff & M. W. Sasieni, *op. cit.*, p. 80. 松田・西田訳，前掲書，77頁。

(17) R. A. Howard, "Proximal Decision Analysis," *Management Science*, May, 1971, pp. 514-518.

(18) J. S. Demski, *op. cit.*, pp. 24-26.

(19) *Ibid.*, p. 27.

(20) J. S. Demski, *op. Cit.*, pp. 24-26.

(21) この決定モデルの最適解の算出方法については，佐藤精一著『線型計画法による予算管理モデル』同文館，昭和48年，35～49頁を参照されたい。

(22) R. A. Howard, *op. cit.*, pp. 514-519.

(23) J. S. Demski, *op. cit.*, p. 38.

(24) 決定問題事象の単純化の方法として，エイコフとサシーニの両氏は，㋑ 関係ある変数の省略，㋺ 変数の性格の変更，㋩ 変数間の関係の変更，㋥ 制約条件の修正などをあげている〔(16)参照〕。