

意思決定を支援する

小橋 康章

ハイウェイ開発株式会社企画室

意思決定支援システムの研究者の間では、「意思決定」と「支援」を置き去りにした「システム」開発偏重への反省が生まれている。この報告では「支援」を強調しつつ、「意思決定」研究の諸相を展望する。主に意思決定分析の伝統の中から生まれたデシジョン・エイドと呼ばれる意思決定支援の道具を紹介し、特に確率情報処理システム(PIP)と多属性効用分解再構成プログラム(MAUD)について詳しく述べるとともに、それらの正当化の研究という、情報処理の学界ではあまり知られていない作業について論じる。

Decision aids.

Yasuaki KOBASHI

Highway Development Co.Ltd.

First Golden Bldg., 8-2-9, Ginza, Tokyo-Chuoku, Japan

This paper reviews the literature on decision supporting, mainly in the perspective of decision analysis. Taking the Probabilistic Information Processing system (PIP) and the Multi-Attribute Utility Decomposition and recomposition program (MAUD) as examples of decision aids, the paper addresses the problem of justification in the decision support system research.

(In Japanese)

Some of the author's arguments in this paper are also found in:

Kobashi, Y., Identifying support in decision support systems. In: Sawaragi, Y., Inoue, K. & Nakayama, H. (Eds.), Toward interactive and intelligent decision support systems, Volume 1. Springer-Verlag, 1987, 85-94.

1. はじめに

昨年、オランダのライデン近郊のノールトワイカーハウトで I F I P T C 8 (情報システム) の D S S 分科会 (W G 8. 3) が開催された。この会合のテーマは D S S の過去 10 年を振り返ってというものであったが、この中で Stabell (1986) は D S S に関する 4 つの立場、あるいは学派を区別してみせた。それらは次のようなものである:

- (1) 意思決定分析 (Decision Analysis)
- (2) 意思決定モデル構成 (Decision Calculus)
- (3) 意思決定調査 (Decision Research)
- (4) 進化的システム実現 (Implementation Process)

こうした立場のそれぞれについての詳細は彼の文献にゆずるが、これらの共通点は、経営意思決定への強い関心、コンピュータを利用したシステムの果たすべき役割として「支援」を重視していること、戦術的決定、戦略的決定などの区別を既に放棄してしまったことなどである。これらの共通点があっても、それぞれの立場によって目的とするものは異なっており、D S S とは何かという問いに単一の技術の説明で答えても仕方がないという。筆者は Stabell の分類をそのまま踏襲するものではないが、D S S の概念は議論の余地なく確立しておりあとは機能の充実あるのみ、という態度に対するフラストレーションを彼と共有している。この報告ではやはり「支援」を強調しつつ、主に意思決定分析の伝統の中から生まれたデジジョン・エイドを紹介し、それらの正当化の研究という、情報処理の学界ではあまり知られていない作業について述べたい。次節ではその準備として研究課題としての意思決定がこれまでどのようにとらえられてきたかを振り返ってみる。

2. 意思決定の研究

2. 1 意思決定の「ため」の研究

意思決定のための研究は企業などの経営上の意思決定の組織や過程を改善することを目的とする経営科学的なアプローチ (Simon 1977; Keen & Scott Morton, 1978) や、決定における情報や不確実性、そして価値の合理的な扱いをめざす統計的意思決定理論 (松原, 1977) によって代表される。

前者とコンピュータの応用が結びついたのが意

思決定支援システム (DSS: decision support system), 後者とコンピュータの応用が結びついたのがデジジョン・エイド (decision aid), といわれることもあるが、この結びつきは必然的なものではない。コンピュータをまったく使わないデジジョン・エイドというものもありうるし、目標階層図法など、合理的な選択そのものより、問題の構造化の過程自体を支援しようとするものが見られるからである。

むしろ、このような区別より、支援という面での両者の共通性の方に関心をもつものも多く、D S S とデジジョン・エイドの差異はあいまいになりつつある。

2. 1. 1 主観期待効用理論

主観期待効用理論 (SEU: Subjective Expected Utility theory) は意思決定行為をいくつかの選択肢からの選択と表現する。選択の結果を帰結、あるいは単に結果という。選択がリスクをともなう場合は、ひとつの選択肢にいくつかの可能な帰結が存在し、その選択肢を選んだときそれぞれの帰結が生ずる主観的な確率を考える。またそれぞれの帰結にはそれが実際に生じたとき意思決定者の得る満足の程度を表わす効用が結びつけられる。これらの効用と確率をもとにそれぞれの選択肢が意思決定者に与える満足の期待値を求めることができる。規範的理論である SEU は、意思決定者がこの期待値、すなわち主観期待効用を最大化するように選択を行なうことを勧める。

帰結に効用を結びつける方法には 3 つある。

① まず特定の帰結の望ましさを直接に評価する方法がある。

② その帰結のおおかれすくなかれ客観的と思われる「値」、例えば、帰結としての利益の金額を求めて、この値を意思決定者の主観的な望ましさである効用に結びつけるルール、すなわち効用関数を定義する。

③ 選択肢を複数の属性によって表現し、多属性効用理論を用いて、選択肢の効用を求める。

2. 1. 2 多属性効用理論

多属性効用理論 (MAUT: Multi-Attribute Utility Theory) は SEU でいうところの選択肢を、そのい

くつかの属性に分解して表現する。選択の基準として意思決定者が考慮する選択肢のさまざまな性質が、属性である。属性間の関係の階層構造は樹状図に表わすと分かりやすい(図1)。

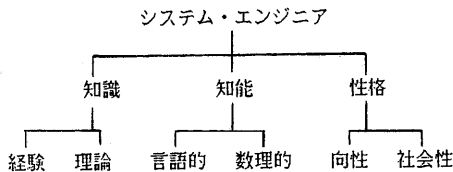


図1. 属性階層図

さて今、各々の選択肢の効用と選択肢の直接の属性(属性階層図の根元とそこから直接出ている枝の先で表わされる属性)のみに着目したとき、これらの属性ごとの効用を一個の選択肢そのもののもたらす全体的な効用に合成する手続きが必要になる。MAUTでは、このような総合的効用、すなわち選択肢の値うちともいふべきものは、属性ごとの効用値に適当な重みづけをして、全ての属性について加えあわせた和に等しいと規定している。もしも意思決定者がMAUTの前提とするいくつかの公理を受け入れるのなら、彼は最大の総合的効用値をもつ選択肢を選ぶべきだ、というのが規範的理論としてのMAUTの主張である。

2. 2 意思決定に「ついて」の研究

意思決定についての研究、すなわち意思決定の記述的な理論を目指した研究はおもに心理学や組織科学の中で行なわれてきた

(Edwards, 1961; 戸田・中原, 1968; Janis & Mann, 1979; Wright, 1984; 佐伯, 1986)。ここでの主要な関心は、人間は、あるいは企業や家族などの人間の組織は、どんな環境条件や課題のもとで、どんな決定を下すか、その決定にいたる過程やメカニズムはどんなものかなどである。この分野の研究者はこれらの問いに答える形で、人間の意思決定行動に関する一般的な法則を中心にした理論を構成しようとする。これまで多くの意思決定の記述的な研究は、主観期待効用理論やそこから発展した多属性効用理論のような、数学的に明確に定

義された意思決定の規範的理論に触発されたり、これらを土台にして発展してきたので、あらためてこれを情報処理的なモデルを使って論ずることは比較的少なかったが、認知心理学の教科書はこうした、特に個人の、意思決定になんらかの形でふれていることが多い。最近では決定過程追跡(process tracing)というアプローチを使って必ずしも規範的理論にとらわれず、かつ決定や確率判断の最終的な結果よりもそれらが実現される「過程」を記述することに重点をおく研究が現われている(Svenson, 1979)。当然のことながらこれと同時に、意思決定のプロセス・モデルが開発されつつある(Montgomery, 1983)。

2. 2. 1 多属性選択肢からの選択行動

選択肢の多属性効用表現を前提とした場合に、それでは現実には人間はどのような選択をしているのだろうか。

これは記述的理論の典型的な問いである。この問いにはいくつかの答えかたがあるが、まずもとの問いをMAUTの勧める選択は意思決定者にとって直観的に納得できるのかと言ひ替えてみよう。むしろ本来規範的な理論であるMAUTによって導かれた選択が、人間の行動をいつも忠実に記述する必要はない。むしろそうでない点に規範的理論の存在価値があるともいえるだろう。わざわざ理論に基づいて決定を行なうのは、直観にのみ頼る決定は、意思決定者自身がもっている選択の原則に矛盾する可能性もあるからなのではないか。しかし、人間はしばしば直観的な決定に頼っており、それでおおむねうまくやっていることも事実である。そうしてみると、MAUTの勧める選択が直観的に全く納得しがたいものであっても都合が悪い。ここでいう「直観的」とは意思決定行為の研究の用語では「全体的((w)holistic)」と呼ばれる判断のモードにほぼ等しい。すなわち、分析でない、規範的な理論から導出されたわけでない、意思決定者の主観的な選択肢の評価・比較による選好の順位づけを直観的な決定といつてよいだろう。ひとつの選択肢を属性に分析することなく全体としてとらえるので全体的というわけである。

2. 2. 2 MAUTと直観的判断の一致

属性の数が少ない場合（およそ6つかそれ未満）の場合、直観的な判断による順序づけとMAUTによる順序づけの間には、ひとりひとりの意思決定者に関してみると、高い正の相関が見られるが、属性の数が増えるにしたがって相関は下がって行くことが知られている（Humphreys, 1977）。従って、属性の数が少ないときはMAUTの「属性ごとの効用値の重み付きの和によって嗜好順位を決めよ」というルール（効用加算ルール）は、その結論に関する限り、意思決定者にとって充分納得できるもののはずである。しかし、ルールを適用した結果が納得できるものであっても、またその結果が直観的な判断の結果と相関の高いものであっても、それで効用加算ルールが人間の実際に使っている選択ヒューリスティックだと決まったわけではない。むしろMAUTを基準にすれば間違っていると判断せざるを得ない結果に導くヒューリスティックを探ることが、人間の現実の行動を知る助けになる可能性もある。

属性の数がおよそ6つをこえる場合など、属性の間のトレードオフ、すなわちある選択肢が属性1においてはたいへん優れているが、属性2においてはそれほど望ましくないといった場合、この2つの属性における良しあしの補償関係が複雑な場合、トヴェルスキーは「属性値による排除」（EBA: elimination by aspects）と呼ぶモデルが人間の行動をよく記述すると主張した。このモデルでは、意思決定者は効用加算モデルのように全ての属性を同時に計算にいれるのではなく、ひとつのひとつの属性を、それが自分にとって重要である順番に、検討してゆくものと考えた。昼食のときに費用が最も重要な側面であり、最高700円までしか予算がないのなら、この値を超えるものは、ほかの属性における値はどうあれ考慮の対象から排除せざるを得ない。こうして残ったものの中から、次に重要な属性において、意思決定者の要求をみたさないものを排除する。この手続きを繰り返していつて最後に残ったものに決めるというわけである。

人間の行動を記述するといっても、このモデルは単に研究者の理解を表現するのではなく、意思決定者自身が意識的にせよ無意識的にせよこのよ

うなヒューリスティックを利用しているとする。

その上で、このヒューリスティックが最適でない結果に導くとしても、この難点は認知的な負荷の軽減によって十分に補償されるというのである。

認知的な負荷に関する議論とは別に、正当化の容易さもヒューリスティックの採用の重要な要因だと考えられているが、意思決定とは選択を正当化する理由づけをさがすことだとの指摘が再三行なわれている（Montgomery, 1983; de Hoog & van Houten, 1980; Slovic, 1975）。意思決定者は単にある選択肢を選ぶだけではなくて、なぜそれを選んだのか他人に納得してもらえよう、わかりやすい説明の必要を感じているという議論である。

2. 3 意思決定支援の研究

意思決定行為を研究する少なくともひとつの目的は、決定の支援をより適切におこなうための知識の拡充である。つまり、こうした知識を獲得することによってよりよく決定を行なうことができるという仮定があると考えてよいであろう。支援への志向は規範的理論において最も顕著であるが、記述的理論をめざす研究であっても、その結果得られた知見によって決定行為を改善できるのではないかという期待が出发点にあることはまれではない。それならば一歩すすんで、意思決定の支援の手続きとは一般にどんなものなのか、支援はどんなときに成功し、どんなときに失敗するのか。規範的理論を現実に応用したときの実質的な効果はどんなものなのかを検討してもよいはずである。

規範理論ならびに意思決定支援システムの利用や、意思決定のヒューリスティックの研究に関しての理論的反省をはじめ、意思決定支援の副次作用なども含む研究を意思決定支援行為そのものを研究課題とする研究と呼ぶことができよう。

3. デシジョン・エイド

デシジョン・エイドは意思決定過程を誘導し支援する道具である。デシジョン・エイドを使うことによって意思決定者はある決まった方法で決定を構造化せざるを得ないので、エイドを与えられることは教示を与えられることに等しい。規範的理論に従って決定することを望んだとしても、その手続きが複雑で人間が計算処理をしていたのでは

時間がかかり過ぎる場合や、結論が納得しがたい場合がある。前者については作業をコンピュータ化することによってかなりの改善が望める。

しかし意思決定の分析と支援の過程で数式によって置き換えられる類の推論はむしろ少ない。

意思決定の規範的理論：主観期待効用論や多属性効用理論は行為をいくつかの選択肢に分析し、その中から望ましいものを選択する規則を提供する。このことによって意思決定者には、直観的な決定に較べてよく考慮された慎重で合理的な決定が可能になる。ここでの合理性とは、いくつかの納得できる公理を受け入れることにより、自動的にある選択の規則の正当性の議論を受け入れることになることから、こうした規則にしたがった決定は、受け入れられて原則に照らして理屈にあっていうことを言う。このことによって一方では不合理な選択を能率的に排除し、他方では、さもなくばしりごみをしたであろうような選択を自信をもって行なえることになる。意思決定の規範的理論は、合理的選択の原理を提供することによって決定を支援するといえる。この意味では規範的理論もまた一種のデジジョン・エイドである。

決定問題の構造化のための教示：就職先を決めるときには属性階層図を描くと考慮すべき属性にもれがなく、就職情報の有効利用の役にもたつという。この属性階層図法の手続きの教示もまた一種のデジジョン・エイドである。

意思決定を支援するプログラム：こうした理論や教示をコンピュータ・プログラムに体现したのももちろんデジジョン・エイドであって、いかに紹介するのはその実例である。

3. 1 確率判断の修正の問題

人間は新しく得られた情報をどのように使って信念や知識を現実によりふさわしいものに更新していくことができるだろうか。その信念が確率判断にもとづいた事象の確からしさの程度である場合、確率の規範的理論がひとつの指針を提供する。個人的確率(PP: personal probability)と呼ばれる主観確率(SP: subjective probability)の一種を

考える。PPは個人のもつ主観的な確からしさの表現だが確率論のさまざまな制約条件をみたすものとする。この意味でPPは合理的な人間の主観確率だということもできる。ある事象のPPを新しく入手した情報に照らしてどう更新すべきかが確率判断の修正の問題である。

3. 1. 1 ベイズの規則による支援

このような事態にあたって確率の規範的理論の提供する行動の指針がベイズの規則である。今、排反なふたつの仮説を H_1 , H_2 , データを D_1 , D_2 と表わすことにすると。

$$P(H_1 | D_1) = \frac{P(H_1) \cdot P(D_1 | H_1)}{P(H_1) \cdot P(D_1 | H_1) + P(H_2) \cdot P(D_1 | H_2)}$$

$P(H_n) \cdot P(D_n | H_n)$, すなわち仮説 H_n が正しいという条件のもとでのデータ D_n の得られる確率(尤度)と仮説 H_n 自体の確率の積は H_n と D_n の同時確率に等しい。従って、この等式が示しているのは、データ D_n が獲得されたという事象を条件としたときの仮説 H_n が正しいという事象の確率は、すべての仮説 $H_1, H_2, \dots$ のそれぞれとデータ D_n の同時確率の合計に対する H_n とデータ D_n の同時確率の比(割合)で表わすことができるということである。この同時確率の合計はすなわち、 D_n の確率にほかならない。言い替えると、あるデータの得られるすべての場合の中で、そのデータとある特定の仮説が同時に生起する場合の割合はどれくらいかをもち、そのデータを条件にしたその特定の仮説の確からしさを決めようということである。

3. 1. 2 ベイズの規則の教示

ベイズの規則の背後にある正当化の理由づけはそれほどおかしなものではないと思われるであろう。しかし通常、人間はベイズの規則にしたがって確からしさに関する信念を修正しているようには見えない。それはどうしてだろうか。

私達は、「人間は本来ベイズの規則に従うものだが、なんらかの障害要因によってそのような行動の発現が阻害されている」と考える必要はない。

そうではなくて、バイズの規則は私達の認知システムにあとからつけ加えられた、容易に正当化可能だという意味で望ましい、判断の支援の道具だとしたとき、それをどうしたら使えるようになるか、使われない理由は何かというのがここでの問いである。

すると最も手近な答えは、人は特に教えられたものでなければバイズの規則を知らないからというものであろう。しかしこの規則自体はそれほど難しいものではないので、バイズの規則を知らないことだけが問題なのであれば、上のようなやくだけた説明でも、その知識を伝える教示の機能を果たすであろう。もっとフォーマルな解説を望む人には統計的意思決定理論の教科書もある（例えば、松原，1977，など）。しかし、規則を知っていてもそれを使う条件が整っていないことがありうる。その一はバイズの規則の適用に必要な計算処理が意思決定者の認知システムにとって難しい場合である。その二はデータないし判断の場面の性質がバイズの規則を使うための条件をみたさない場合である。例えば、データ間の独立性の仮定がみたされないことは、現実には頻繁に起こり得るわけで、このときにはバイズの規則をそのまま使うことはできない。さらに第三の場合として、バイズの規則が納得しがたい結果を導くためその結果が、あるいは規則そのものが、受け入れられないことが考えられる。

それならどうしたら人間にあたかもバイズの規則のように振舞わせることができるだろうか。バイズの規則をなんらかの支援なしに使うことは人間の認知システムには難しいことがわかっているわけなので、第一番目の計算処理の問題を軽減することによって意思決定者を支援しようとするのが確率情報処理システムと呼ばれるデシジョン・エイドである。このシステムを論じる前に、第二、第三の場合についても簡単にふれておこう。

3. 1. 3 適用の前提条件を欠く場合

データないし判断の場面の性質がバイズの規則を使うための条件をみたさない場合、それ自体支援の道具であるバイズの規則の利用のための支援が必要になる。例えば、規範的理論の仮定にあうようにデータを整理しなおすなど、問題を変形する

ための助言や、バイズの規則の対案として、問題事態により適合すると思われる別の規範的理論の示唆などがこれにあたる。後者の理論の例としては、シェイファー・デンプスターの理論やコーエンの裏書理論などがあるが、具体的な判断の場面においてどの理論をどのように紹介するのが適切な助言といえるのかなどまだわかっていないことが多い。

当面のデータないし判断の場面の性質が、規範的理論に照らして、使おうとしている規則の適用条件をみたすかどうかあらかじめチェックしてから使うべきだという一見至極もっともな教示がある。しかし支援を最も必要としている意思決定者はこうしたチェックがあらかじめできるほど規範的理論そのものについての知識がないのが普通である。そこでこうした教示の実質的な効果は、意思決定者が規則を利用するのをためらわせることである場合が多い。

3. 1. 4 反直観的な結果の場合

バイズの規則が納得しがたい結果を導く場合には、3 囚人の問題やタクシーの問題(佐伯，1986)のように、その現象の存在がよく知られているものもある。これらの問題の解決にはちょうど医療や精神療法のように具体的な個人のケースごとに対応できる助言の方法と技術、そしてそれらを支える助言の理論を、確率判断の規範的理論に従った行為の支援として、発達させるべきであろう。

【参考】

タクシーの問題：「ある街でタクシーによる轢き逃げ事故があった。その街には2つのタクシー会社があり、それぞれ緑色のタクシーと青色のタクシーを運行させている。その街で走るタクシーの85%は緑色タクシーであり、15%が青色タクシーである。目撃者は、轢き逃げタクシーは青色タクシーであったと証言した。その時間帯のその場所でその証人の識別力をしらべたところ、緑色タクシーと青色タクシーのそれぞれに対し、つねにその80%は正しく識別できることが明らかであった。さて、事故を起こしたタクシーが証言通り本当に青色タクシーであった確率はどのぐらいか。」

トヴェルスキーら(Tversky and Kahneman, 1980)は数百人の被験者を使って実験した結果、回答の中央値および最尤値は約80%であったというが、ベイズの規則による「正解」は次のようなものである。

$$(.15 \times .8) / (.15 \times .8 + .85 \times .2) = .414$$

証言は80%の信頼性で青であるにもかかわらず、青の事後確率は41%余りに過ぎず、緑の方がより確かであると考えるべきである。この結果は多くの解答者にとって納得のできない反直観的なものと感じられる。

3. 1. 5 PIP

人間は支援なしではなかなかベイズの規則のように確率判断の修正ができないが、コンピュータを使った支援システムと人間を組み合わせることでこの処理を行わせてみたらどうだろうか。エドウォーズらが開発した確率情報処理システム(PIP: Probabilistic Information Processing systems)はまさにそうした支援システムのひとつである。このシステムは要するに、利用者の提供する事前確率と尤度をベイズの規則に従って組み合わせて事後確率を計算し、さらにこれを新しい事前確率として続いて利用者の入力する尤度と組み合わせる、という作業を繰り返し行うに過ぎない。次々に獲得されるデータをもとに、確率評価を行うのは人間、手間のかかる計算を行うのは機械という協力関係が成立する典型的な事例である。

すでにみたように、データに照らしていくつかの仮説のうちどれがどの程度確からしいかを知るには、仮説の事前確率と一連のデータ、そしてこれらのデータのひとつひとつに対応して、各仮説を条件としたそのデータの確からしさ(尤度)の判定が必要である。しかし、データが十分に得られる場合は、このうち事前確率は0や1に近い極端な値でない限り、事後確率にそれほど影響を与えないことがわかっている。というのも、それぞれのデータが獲得されたときに得られる事後確率が、次のデータを処理する差異の事前確率になるからである。そこで最も重要な作業は新しく到着したデータのそれぞれの仮説に対する尤度を判

定することである。しかもこの判定は相対的に行なえばよいことが理論的にわかっている。すなわち、2つの尤度の間の比(尤度比)

$$\frac{P(D|H_i)}{P(D|H_j)}, \quad i \neq j$$

さえわかればよい。

データをもとに一群の仮説のそれぞれの確からしさを判定するのに、人間にそれを直接判定させず、かわりに尤度(比)を判定させて、そのうえでコンピュータに仮説の確からしさを計算させるという手順を繰り返す。

3. 1. 6 PIPの正当化

PIPの実際の効果はどうであろう。

エドウォーズをはじめ何人かの研究者がこの実験を戦術的な判断のシミュレーション事態を使って行なった。

被験者(S)、すなわちこの場合意思決定者はいくつかの条件群に分かれていて、ひとつのグループはデータが与えられるたびに尤度を尤度比の形で評価するよう教示を受ける(PIP条件)。別のグループは仮説の事後確率あるいはそのoddsを直接評価するよう求められる(支援無し条件)。エドウォーズらの研究の結果では、60件のデータの入手後、PIP条件のもとでもっとも確からしいと評価された仮説が、支援無し条件のもとでもっとも確からしいと評価された。両条件の違いと言えばPIPはこの最終的には両条件群一致で支持した仮説を支援無し条件群よりずっとはやく支持する結論に達した点で優れていた。

3. 2 多属性効用理論による選択支援

多属性効用分解再構成プログラム(MAUD: Multi-Attribute Utility Decomposition and recomposition program)は多属性効用理論にもとづいたデシジョン・エイドの一つで、対話型のコンピュータ・プログラムとして実現されている。

MAUDは意思決定者が複数の属性で記述された選択肢の中から自分にとって最も望ましい選択肢をえらびだす過程を誘導し支援する。意思決定者は自分がかかえている意思決定問題について、

選択肢のどんな性質が選択に影響を及ぼすか、少なくともばくぜんとした「感じ」ぐらいはもっていることが前提になる。

意思決定者は自分のもっている選択肢や、選択肢を特徴づける性質については十分な知識があるだろうが、コンピュータの操作法にも意思決定理論にもそれほど詳しくはないものとしておく。選択肢を特徴づける性質を属性と呼ぶが、どんな属性が考慮に値するか、その属性はどんな条件をみたさなくてはならないかなどについての意思決定者の知識はそれほど整理されたものである必要はない。むしろこれはMAUDと共同作業を進めていく過程で、意思決定者自身にも少しずつ、明らかになっていくのである。

ここでいまでは古典になってしまったMAUD第2版(Humphreys & Wisudha, 1979)の一変種(de Hoog & van Houten, 1980)との対話的な作業の過程をその流れに沿ってみておきたい。

3. 2. 1 MAUDとの対話

① 選択肢の概念名の抽出

MAUDは最初に、「ここで考えたい全ての選択肢は...である」という一般的な名前を聞いてくる。

② 選択肢の抽出

次に考慮にいたい思いつく限りの選択肢を数え上げるよう求める。意思決定者がこのステップをすませると、ここまでに抽出されたすべての選択肢を表示し、変更があるかどうか確認する。ここでいくつかの選択肢名を変更したり、選択肢を削除または追加してもよい。

③ 属性の抽出

意思決定者が選択肢を記述するための属性をいくつか指定するのを助ける。このため、既にあがっている選択肢の中から3件をランダムにとりだし、そのなかでの選択肢同士の類似点と相違点の記述をを求める。この類似点と相違点が属性を表現するものさしの両端の極点になる。

④ 選択肢の評価と理想値の設定

それぞれの属性の上での選択肢の評価をおこなう。同時にそれぞれの属性の上での理想値を設定する。

⑤ 属性の独立性のテスト

もしもどれか2つの属性の上での選好のパターン

が似かよっている場合は、MAUDは非独立性を疑って、この2つの属性が意思決定者にとって、現在考慮中の決定問題の文脈の中で、よく似た意味をもっているかどうか問い合わせる。もしそうなら、2つ属性をひとつにまとめた新しい属性を指定するよう要求する。このほかに評点を変えてみることもできる。MAUDは選好パターンの類似を統計的な相関を計算することでチェックしているものの、意思決定者が類似性を認めないなら機械的に非独立と決めることはしない。

⑥ 総合点の計算と属性の重みづけの検討

MAUDは多属性効用理論の規定する意思決定規則である効用加算ルールに従ってそれぞれの選択肢の総合点を計算する。この総合点は理想値からのずれを表現しているのでその値が小さければ小さいほど望ましいことになる。

⑦ 決定の正当化

モントゴメリやド・ホーフらの主張するように意思決定行為の主要な要素が選択の正当化だとすると、多属性効用理論にのみもとづく古典的なMAUDで選択肢を順序づけるだけでは不十分である。このプログラムの進化の過程でド・ホーフらが新しくつけ加えたアイデアがこの決定の正当化のステップである。

3. 2. 2 選択のシナリオ

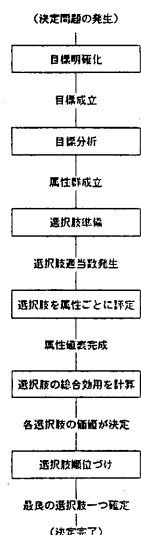


図2. 選択のシナリオ

多属性効用理論にもとづいた意思決定過程の理想

的なシナリオは図2のようなものであろう。まずはじめに、何の目的で、何を目標に決定を行なおうとしているのかを、意思決定者は自分自身に対して明らかにする。例えば、同じく住宅を選ぶといっても立場によって求めるものはさまざまのほずである。子供が生まれるので大きな家に住みかえようとしている夫婦なのか、適当な投資の対象をさがしている投資家なのか、こうしたことが定まらなければ、後続の選択肢の準備や、目標を分析してどんな属性を考慮にいれるかの判断を下すステップを実行することが難しい。

目標が成立したなら、これを達成するために、選択肢として考慮したいものを適当数さがしだしたり、そうした選択肢を表現するための属性を考える必要がある。選択肢の準備と属性の抽出はどちらが先になってもよいが、これらは属性値の評価に先立って行なわれる必要がある。

選択肢と属性がそろって、それぞれの選択肢をそれぞれの属性に関して評価することができる。多属性効用理論ではその評価値を主観的な望みしさの表現、すなわち効用と考える。

こうしてすべての選択肢をすべての属性に関して評価した結果を表現する表、属性値表が完成すると、各選択肢の総合的な効用(U_i)を、

$$U_i = \sum_{j=1}^n w_j a_{ij}$$

で求める。ただし、 a_{ij} は選択肢 j を全部で n 個ある属性のうちの第 j 番目の属性で評価した値、 w_j は属性 j に与えられる重みである。

各選択肢の評価値が決まると、その大きさの順で選択肢の選好順位が決まり、最良の選択肢がひとつ確定することになる。これで多属性効用理論にもとづく意思決定は無事終了する。

3. 2. 3 MAUDの提供する「支援」

さて以上ははなはだ楽観的なシナリオであったが、現実にはこううまくことがこぼことはないであろう。以下は各ステップでMAUDの提供する支援である。

(1) 目標明確化における支援： 決定の目標を明確にする助けとして、MAUDは目標を直接聞くかわりに「考慮したいすべての選択肢をひとつ

の言葉で表現するならこれをなんと呼んでいいか」を意思決定者に訊ねるわけである。さしあたり考慮される選択肢が3軒の一戸建て土地つきの家であったとしても、投資家はこれを投資対象とみるだろう。場合によっては、家の建っていない土地が4番目の選択肢として追加される場合を予想して、これらを「不動産物件」と呼ぶかも知れない。同じ3軒の売家が、自分たちの住むべき家をさがしている意思決定者には「住まい」であって、賃貸マンションがもうひとつの選択肢として登場する場合に備えることになるだろう。

(2) 選択肢準備における支援： MAUDは選択肢が複数考慮されるよう意思決定者から選択肢を聞き出すが、それ以上の特別な支援を提供しない。データベースの検索などが考えられる場面である。

(3) 目標分析における支援： 属性を考えなくてはいけないというので、現在の目標に関係のないさまざまな性質まで勘定にいれようしたり、あるいは属性といわれても何のこともかさっぱりわからない意思決定者もいるであろう。MAUDは属性群の生成を促進するために、個人的構成体心理学(Kelly, 1963)においてレパートリ・グリッド法と呼ばれている技法を応用している。

(4) 属性毎の効用値評定における支援： 各々の属性において、すべての選択肢が評価されるよう意思決定者を誘導するほか、属性に対して直接に効用値を与えるのではなく、任意の尺度を用いて属性値を測定し、その属性に関して理想的な選択肢の値を聞き出して、属性値が理想値とどのくらい接近しているか、あるいは、ずれているかをもとに、間接的に効用値を求める手続きを許す。

(5) 総合効用算出における支援： ここではコンピュータの計算力がものをいう。しかしそれだけではなく、属性の重みの決定にもプログラムが支援を与える。ド・ホーフらのプログラムでは、あらかじめすべての属性に、等しい重みがデフォルト値として与えられており、それで一度計算が行なわれる。その上で、意思決定者が結果に満足できない場合は、自分で重みを修正する仕掛になっている。

3. 2. 4 MAUDの正当化

MAUDの有用性は選択肢の評価に必要な計算の能率化によるものではなく、決定問題を構造化し、意思決定者に自分がなにを考慮にいて選んでいるか、なにが自分にとって大切な要因かを気付かせるとともに、これによってより効果的に決定を行うのを可能にする点にあると言われている。MAUDの利用者はプログラムとの対話の中で、新しい選択肢を思いついたり、選択肢の評価に使われる属性を新しく思いついたりすることが稀でない。この点でMAUDはより良い決定を可能にするとと言える。

5. おわりに

冒頭で述べたIFIP WG8. 3の会議の中で明らかにされたのは、DSSの最後のS、すなわち（コンピュータ）システムの開発に比べて、Dの意思決定と真中のSの支援の研究が忘れられがちだということであった。この点への反省から、次の会合ではDSSと組織体研究の接点を積極的に求めることを約束した。これとともに、認知モデルとDSSのデザインの関連を研究するタスク・グループが発足し、筆者もその一部を分担している。どんなDSSも、より効果的な意思決定をめざしたものであって、その意味ではおおかれずくなく有効であろう。問題は単にシステムが望ましい効果をめざしているかどうかとか、その効果がえられたかどうかにとどまらず、さらにそれがどんな副次的効果をもつか、望みしからぬ副次効果をいかに制御することができるかであって、これらの問いへの答えを提出するには、いままですらに情報処理の専門家と人間行動の研究者との協力が必要であろう。

引用文献・参考文献

Bronner, F. & de Hoog, R., Non-expert use of a computerized decision aid. In: Humphreys, P., Svenson, O. & Vari, A.(Eds.), Analysing and aiding decision processes. Budapest: Akademiai Kiado, 1983, 281-299.
Cohen, P.R., Heuristic reasoning about uncertainty: an artificial intelligence approach. Boston, etc.: Pitman, 1985.
Edwards, W., Behavioral decision making. Annual

Review of Psychology, 1961, 12, 473-498.

Edwards, W., Phillips, L.D., Hays, W.L. & Goodman, B.C., Probabilistic information processing systems: design and evaluation. IEEE Transactions on Systems Science and Cybernetics, 1968, SSC-4, 248-265.

Fischhoff, B., Slovic, P. & Lichtenstein, S. Fault trees: sensitivity of estimated failure probabilities to problem representation. Journal of Experimental psychology: Human Perception and Performance, 1978, 4, 330-344.

Hoog, R. de & van Houten, H., Keuze-agogie per computer. Tijdschrift voor Agologie 1980, 9, 381-403.

Humphreys, P., Application of multi-attribute utility theory. In: Jungermann, H. & de Zeeuw, G., (Eds.) Decision making and changes in human affairs. Dordrecht: D. Reidel, 1977.

Humphreys, P.C. & Wisudha, A., MAUD - an interactive computer program for the structuring, decomposition, and recombination of preferences between multi-attributed alternatives. Technical Report 79-2. Uxbridge, Middlesex: Decision Analysis Unit, Brunel University, 1979.

Janis, I. L. & Mann, L., Decision-making: a psychological analysis of conflict, choice and commitment. NY: Free Press, 1979.

Jungermann, H., Speculations about decision-theoretic aids for personal decision making. Acta Psychologica, 1980, 45, 7-34.

Keen, P.G.W. & Scott Morton, M.S., Decision support systems: an organizational perspective. Addison-Wesley, 1978.

Keeney, R.L. & H. Raiffa, Decisions with multiple objectives: preferences and value tradeoffs. NY: Wiley, 1976.

Kelly, G.A., A theory of personality: the psychology of personal constructs. Norton: 1963.

Kobashi, Y., The use of suggestion in a tables-oriented decision aid. In: Methlie, L.B. & Sprague, R.H. (Eds.), Knowledge representation

for decision support systems. Amsterdam: North-Holland, 1985.

Kobashi, Y., Identifying support in decision support systems. In: Sawaragi, Y., Inoue, K. & Nakayama, H. (Eds.), Toward interactive and intelligent decision support systems, Volume 1. Springer-Verlag, 1987, 85-94.

松原望, 「意思決定の基礎」, 朝倉書店, 1977.

Montgomery, H. Decision rules and the search for a dominance structure: towards a process model of decision making. In: Humphreys, P., Svenson, O. & Vari, A. (Eds.), Analysing and aiding decision processes. Budapest: Akademiai Kiado, 1983, 343-369.

Pitz, G.F., Human engineering of decision aids In: Humphreys, P., Svenson, O. & Vari, A. (Eds.) Analysing and aiding decision processes. Budapest: Akademiai Kiado, 1983, 205-221.

佐伯胖, 「認知科学の方法」, 東京大学出版会, 1986.

Simon, H.A., The new science of management decision, Revised edition. Prentice-Hall, 1977.

Simon, H.A., Rational decision-making in business organizations American Economic Review, 1979, 69, 493-513.

Slovic, P., Choice between equally valued alternatives. Journal of experimental psychology: Human Perception and Performance, 1975, 1, 280-287.

Stabell, C.B., Decision support systems: alternative perspectives and schools. In: McLean E.R. & Sol, H.G. (Eds.), Decision support systems: a decade in perspective. Amsterdam: North-Holland, 1986.

Svenson, O., Process descriptions of decision making. Organizational Behavior and Human Performance, 1979, 23, 86-112.

戸田正直・中原淳一, 「ゲーム理論と行動理論」 共立出版, 1968.

Tversky, A., Elimination by aspects: a theory of choice. Psychological Review, 1972, 79, 281-299.

Tversky, A. & Kahneman, D., Causal schemes in judgments under uncertainty. In: Fishbein, M. (Ed.), Progress in social psychology. Lawrence Erlbaum Associates, 1980.

Wright, G., Behavioural decision theory: an introduction. Harmondsworth, UK: Penguin Books, 1984.