

## II. <あいまいくん>の設計概念

### § 1 評価について

“評価”は、日常生活、業務、教育訓練のいずれかを問わず、私たちは、毎日のように行っている。

ゴルフに出かけ興じる、との目的であれば、いくつかのゴルフ場を候補にあげて、どこか混雑していないか、距離が遠すぎないか、また場所が充分広いかなどの観点から評価し、なるべく“評価点”の高いところを選ぼうとする。一方、企業での商品開発では、幾種類かの設計を候補にあげて、機能性、安全性、ファッション性などから評価を行う。あるいは、教育訓練で、ある教育システムを授業に活用しようとするときには、事前 あるいは事後に、何らかの評価を行い、それにもとづいて意思決定を行おうとする。

このように、評価とは、当該の事柄・事物に対する一種の査定行為であり、通常は、所定の目的に照準を合わせて、これがなされる。また、その場合にのみ、実質的な意味をもつ。したがって目的が変われば、それに応じて適切な査定の方略が選択され、その方略の下に評価が行われる。さらに、個々の日常生活にかかわるものは別として、たとえば教育訓練システムの運用に関する意思決定とか、企業での商品開発あるいは世論調査などのように、多くの人々の理解を要するものや何らかの社会的影響を及ぼす事柄となると、評価の重要性が高まる。必然として、評価の枠組や特徴の明確化が求められることになる。

本資料でのべるファジィ評価システムは、その名が示すとおり、“ファジィネス”を特徴とするものであり、ある一つの評価概念にかかわる意識調査のデータ処理システムである。

“ファジィネス”は、“あいまいさ”と訳される。これを人間の一つの本質とみなして重視し、各種のモデルの構築において、この概念を明にとりあげ組み込もうとするのが、いわゆるファジィ理論である。

### § 2 意識調査の枠組

この評価システムの枠組下では、一回答者が当該の評価概念をどの程度保有しているか、あるいはある事柄にどの程度賛同しているかを、評価点 $e$  ( $0 \leq e \leq 1$ ) として数値化することができる。このとき、実施するアンケートは次の要件を満たす必要がある。

1. 当該の評価概念にかかわるアンケート項目が多数であること。
2. どの項目も、序列尺度として回答される書式であること。
3. 所望の評価量（評価点）の大・小が、どの項目についてもその序列尺度の大・小（又は小・大）と対応していること。

きょう実施したCAIについて……	
	非常に 1      かなり 2      やゝ 3
肉体的・精神的に疲れる？	1                      2                      3                      ……
興味がわく？	1                      2                      3                      ……
学力の向上に役立つ？	1                      2                      3                      ……
教師との対話が減る？	1                      2                      3                      ……
……	……

表Ⅱ-1 アンケート“CAIに対する好感”

4. 回答者が多数であること。

例題を一つ、表Ⅱ-1に示しておこう。ここでの一評価概念は“CAIに対する学習者の好感”であり、それに少なからず関係する項目を列挙したものである。

尺度の段数は、どの項目も同じとし、§3でのべるような回答データのファジィネスも考慮すると、なるべく多いことが望まれる。昨今の降雨確率になぞらえれば、0から10までの11段階も可能であろう。

参考までに、意識調査の目的や回答方法などの特徴を、実態調査に対比させて表Ⅱ-2に示しておく。尚、多変量解析では、項目と回答者の双方に関する集約処理と考えれば、相対的に、このファジィ評価法での数理モデルは項目のみに関する集約処理とすることができる。

意識調査	実態調査	意識調査	実態調査
目的・意識構造や概念構造の明確化 ・事柄や概念に対する反応 ・意思決定の拠りどころ	・具体的状況の把握 ・設計基準の作成 ・意思決定の拠りどころ	回答方法・名義尺度 ・序列尺度	・名義尺度 ・序列尺度 ・間隔尺度 ・比例尺度
調査手段・アンケート ・個別の意見聴取	・アンケート ・個別の意見聴取 ・実例	回答の情報価値・各回答単独には情報価値が少ない	・各回答ごとにそれなりの情報価値がある
回答内容・主観的	・客観的	回答処理・回答者（および項目）に関する	・回答者に関する集約的処理

表Ⅱ-2 社会調査の種類と特徴

§ 3 <あいまいくん>のファジィ論的特徴

ここでは、4種類のファジィネスが導入されている。以下、個別にその概略をのべるにとどめ、詳細は、関連の文献を参照されたい。

a 測度のファジィネス

測度とは“ものさし”のことであり、この評価モデルには、ファジィ測度が用いられている。

(a) ファジィ測度の特例：りんごの個数  $g(A)$

$$\begin{array}{c}
 a_1 \quad a_2 \quad a_1 \cup a_2 \\
 \text{🍏} + \text{🍏} = \text{🍏} \text{🍏} \\
 g(\{a_1\}) + g(\{a_2\}) = g(\{a_1, a_2\})
 \end{array}$$

(b) ファジィ測度の一般的な例：高速道路の有用度  $g(H)$

$$\begin{array}{c}
 h_1 \quad h_2 \quad h_1 \cup h_2 \\
 \text{🛣️} + \text{🛣️} = \text{🛣️} \\
 g(\{h_1\}) \vee g(\{h_2\}) \leq g(\{h_1, h_2\})
 \end{array}$$

(c) ファジィ測度とは限らない例：演奏の価値  $g(P)$

$$\begin{array}{c}
 p_1 \quad p_2 \quad p_1 \cup p_2 \\
 \text{🎻} + \text{🎸} = \text{🎻} \text{🎸} \\
 g(\{p_1\}) \wedge g(\{p_2\}) \stackrel{?}{\leq} g(\{p_1, p_2\})
 \end{array}$$

図II-1 測度のファジィネス

(やや厳密さを欠くが) ファジィ測度とは、「ある2つの事柄・事物のそれぞれに対する測度のいずれよりも、それらを一緒にしたときの測度が小さくない」という大小関係が成り立つような“ものさし”をいう。図Ⅱ-1(a)は、“りんごの集合”に対する“個数”なる測度を説明したもので、この場合は、図示の等号が成り立つから、ファジィ測度の特例ということになる。

より一般的には、図(b)をあげることができる。これは、高速道路での“車線”に対する“有用度”なる測度を示したものである。つまり、巾の等しい2つの車線で各有用度を1とすれば、これらを一緒にしたときの有用度は、1以上であることはわかるが、2といえるかどうかはわからない(片道一車線の高速道路など殆ど用をなさないことを考えれば、恐らくは、2よりもはるかに大きな値をとるであろう)。このように、ファジィ測度は、具体的には、概ね、概念的な量と考えてよい。

これに対して、図(c)は、ファジィ測度になるとは限らないものの例である。すなわち、“演奏者”に対する“演奏効果”なる測度であり、たとえば個別には演奏価値が高くても、演奏スタイルが互いに共存し難しいものであれば、その協演における演奏価値の減少はある程度予想できる。

尚、上記のうち、(b)のような性質を単調性という。そして、アンケート項目なる集合に対するその重要度は、単調性を満たすことは明らかである。ここでの重要度は、その空集合および全体集合にそれぞれ0と1を割り当てて(有界性)、評価モデルを構成している。

ファジィ測度とは、有限集合においては、単調性と有界性の双方を満たす測度のことであり、ファジィ評価におけるファジィ測度は、アンケート項目群の重要度関数そのものといっても過言ではない。

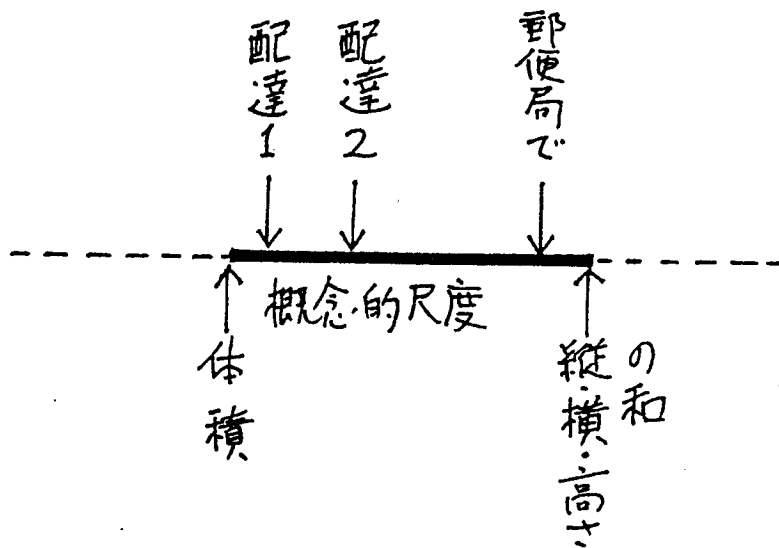
#### b 尺度構成のファジィネス

コミュニケーションにかかわる言語のファジィネスには、帰属度、尺度構成、概念、文脈、状況の5種類存在し、またこの順に階層性をなすと考えることができる。ファジィ理論でしばしばとり扱うメンバシップ関数(タイプ1,2)は、このうち帰属度に対応する。そして、当該の言語が、所定の尺度に対する帰属度として特徴づけられても、その尺度の設定方法自体に様々な可能性を想定できる場合が、ここでいう尺度構成のファジィネスである。

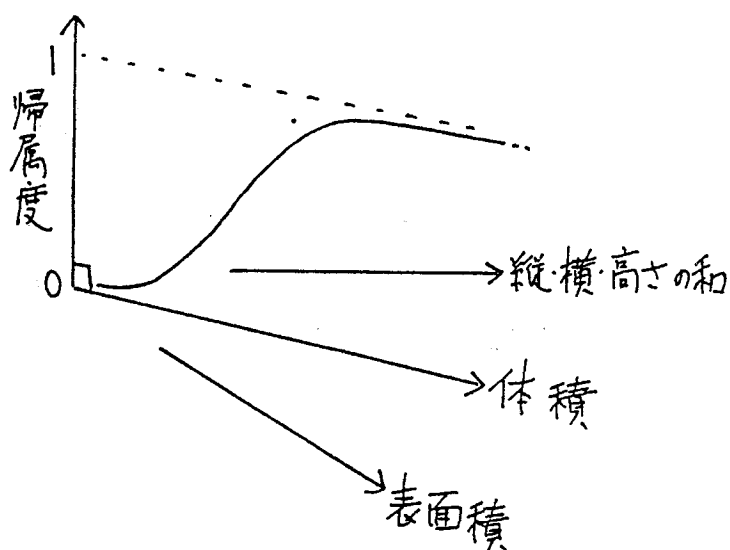
たとえば、「大きい箱」は、ファジィな表現であるが、「大きい」を特徴づける尺度には、体積のほか縦・横・高さの和なども想定し得る。いま、簡単のためこの2つの尺度だけを取りあげるものとしよう。このとき、「大きい箱が宅配された(配達1)」と聞いた場合は、概念的には恐らくほぼ“体積”で特徴づけられるであろうし、「郵便局で、箱が

大きすぎるという理由で受理を断られた」ときけば、より“縦・横・高さの和”に近い尺度で特徴づけられるであろう。また、その直後に再び「大きい箱が宅配された（配達2）」と聞けば、郵便局での記憶が新しいから、最初の配達での尺度と同じではなかろう（図II-2）。このように、そのときどきの状況・履歴に依存して尺度がそれなりに変化すると考えるのは、ごく自然なことと思われる（図II-3）。

しかし実際問題として、尺度の一義的特定は困難であるから、想定し得る尺度構成法を範囲的にとらえ直して、評価モデルの構築に資する、というのが尺度構成のファジィネスの考え方である。



図II-2 尺度構成のファジィネス：「大きい箱」

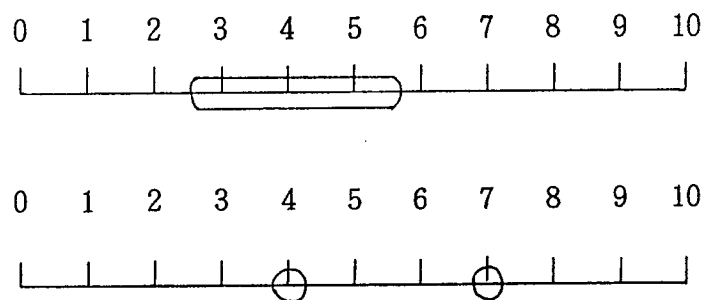


図II-3 尺度-帰属度の3次元的概念図

2つの言語群の類似性とか2つの動物群の類似性なども、このファジィネスの検討となろう。尚、本評価システムでは、アンケート項目の重要度関数として項目間の相関を重視した $\rho$ -ファジィ測度を用いているが、項目間の非類似度に尺度構成のファジィネスを持たせ、 $\rho$ -ファジィ測度を範囲的にとらえるようにしている。

#### c 回答データのファジィネス

アンケート項目は、序列尺度を構成し、多段階評価を可能にしている。しかし、回答者がその中のどの数値を選択するにしても、厳密なものではあり得ない。そこで、回答データをやはり範囲的に記述させ、処理するという方法をとっている。よりわかりやすくは、“良さ”を計る序列尺度にあっては、その範囲の上界と下界は、それぞれ、あまい点、からい点といいかえてよい。一つの序列尺度に対しては、図II-4のように、だ円を記述させたり、2ヶ所に○をつけさせたりすることとなる。



図II-4 回答データのファジィネス

#### d 積分のファジィネス

a, b, cでのファジィネスとは、やや趣を異にし、ファジィ論的な演算上の特色を積分にとり込んだもの、といえる。

ファジィ理論は、集合論を主たる出発点として公理系を形成している。そして、ファジィ集合において、和集合に対してはmax演算を、また積集合に対してはmin演算を行い、また全般にこれらの演算が特徴的である。一方、積分は演算上、積和の形式をとっているが、ファジィ積分は、積と和をそれぞれmin演算、max演算に置換したものとなっている。ファジィ積分を工学的側面からとらえた場合、その演算が人間による評価の“直観的演算”と類似するのは、特筆すべきことといえよう。

### § 4 データ採取の方法

1. 評価概念を設定する 話題となる事柄の有効性、有用性、実用性など。つまり、大

小、高低など序列的に論ずることのできる概念用語。

2. 項目を形成する 評価概念に関連の深い具体的な事柄で、序列的に論ずることのできるものを項目として、多数、また多面的に列挙する。そして、それぞれ序列尺度を構成する。ただし、その序列の両端が上記1.での序列の両端と対応づけられない場合、その項目は削除する。
3. 主観的重要度を定める 1 での評価概念から見て、項目がどの程度重要なものであるかを、それぞれ [0,1] の範囲で定める。実際問題としては、その絶対的な値よりも、項目間の数値的相対性が重要であるので、その点に留意して設定することが望まれる。  
このとき、アンケートの主旨に応じて、アンケート制作者がこれを設定する場合と、各回答者が定める場合の2通りがある。
4. 回答要領を作成する アンケート用紙の冒頭には、各回答を範囲的に行う旨、指示する必要がある。末尾の資料は「コンピュータ利用学習」に関するものであるが、その上部に記した指示内容がアンケート制作のヒントとなろう。
5. 評価対象の説明 全回答者が当該の事物を直接操作するなどしてその特徴を熟知している場合は別にして、アンケート実施者は、全回答者に対して、評価対象の特性を十分に説明しなければならない。あるいは、CAIの実施後のアンケートの場合は、未だ記憶が新しいうちに、その実施が望まれる。過度にぼやけた意識の下でのアンケートでは、これこそ、あいまいに過ぎる回答データとなってしまう。

## § 5 適用の領域

前節までにのべた枠組下でのアンケートであれば、特に適用領域は問わない。しかし、実際上は、次のようにカテゴリー分けできよう（表Ⅱ-3）。

	適用領域				
	a 教育訓練		b 商品(製品)開発システム開発	c 世論調査	d (大人の) 談話の促進
	授業	教育システム(教育マイ)			
主なアンケート回答者	観察者	学習者	(企業の) 責任者	社会人	参加者
回答者数	少	少～中	少	多	少～中
主観的重要度の付与者	アンケート制作者	同左	各責任者	アンケート制作者	同左

表Ⅱ-3 ファジィ評価の対象

#### a 教育訓練～授業評価とメディア評価～

教育訓練の評価には、学習者の評価、授業の評価、教育システム（メディア）の評価があり、ここでは、主に後2者をその対象とする。

“良い”授業とか“現場に役立つ”教育システムなどと銘打っても、いずれも案外漠然としていて、実体がかみにくい。したがって、これらに関連が深いと思われるような具体的な項目を数多く列挙し、間接的過程を経て評価する方が、実際問題として生産的な議論につながる。

また、ある一つの授業を多くの観察者が評価するとか、CAIのような新しい教育メディアに対して学習者がどのような積極性を抱くか、などを調べるときは、この評価システムが利用できよう。

#### b 商品開発の意思決定支援

企業では、商品開発を行う場合、開発者が社内で、商品の仕様とか波及効果などを多数の関係者（いわば商品開発の責任者）に説明し、意見を出し合い、そののちに意思決定するものと思われる。その際、機能性、安全性、デザイン、世の時流など多くの要因を加味する必要があり、総合的な判断が求められる。そして、この評価システムを用いると、要因が多々ある場合に、それを集約して総合評価点がどの程度であるかを示すことができる。

aと異なるのは、アンケート項目の主観的重要度をアンケート回答者自身が定めるということが充分あり得る、という点であろう。つまり、意思決定の参加者は、全員が販売、市場、商品開発に関して専門的知識を有してしる想定され、したがって主観的重要度も、人によってとらえ方がまちまちと思われるからである。

#### c 世論調査～情報ニーズ～

日本人の国際感覚の有無とか政党のイメージなど、ひと言ふた言ではとらえられないような事柄を評価するなどの場合が対象となる。あるいは、職業能力開発では情報ニーズの調査が、広く必要とされている。情報ニーズの多面的項目から、たとえば情報ニーズに対する認識の高まりなど一つの序列的事柄を抽出しようとするときには、この評価システムが検討の対象となる。ただし、国際感覚などのように、それを代表する項目の選定に議論の余地が多々残されている場合は、ここでのファジィ評価以前の問題となる。

#### d 談話の促進

多くの大人同士の談話で、議論が停滞しているとか、堂々巡りしているなどの場合は、一つの方策として、この評価システムを利用し、進行係が新たな議論の方向性を探る、などといった使い方も可能であろう。



## § 6 総合的特徴

a～dから明らかなように、このファジィ評価システムでのアンケートの枠組は、主観的重要度の存否を除いては、多変量解析下でのアンケートと類似性が高いといえる。各項目に主観的重要度を付与できること、さらに、各回答者が個別にそれを付与できることが、本システムの特長ということもできる。

また、このファジィ評価システムは、支援性、公平性、情報集約性、客観性の4つを、使用時における特徴とする（ただし、このシステム固有の特徴とするものではない）。

支援性とは、当該の議論の促進を支援することそのものを目標とする、ということである。裏を返せば、たとえば“商品開発”では、このシステムがその開発に賛同するものではなく、また反対するものでもない。つまり、このシステムは、それ自体何ら意思は持っていないのである。

公平性とは、議論の参加者に、意思表示の機会を均等に与えるということである。一般に、よくしゃべる人は何を考えているのかがよくわかるが、無口な人はわかりにくい。また、声の大きな人や目立つ人の意見が、ただそれだけの理由で結論の大局を決めてしまうなどは、そうめずらしいことではない。参加者の意思の“平均値”を知ろうとするときには、公平性が重視されるべきである。

しかし反面、少々余談になるが、“公平”なる用語を聴くと、何か無条件に立派な事柄であるかのような印象を与える。公平な意思決定に関連し、多数決制が必ずしもよい結果を生むとは限らないとか、そのことを重々承知した人達が多数決に臨むなら差し支えない、などはよく指摘されるどころであり、常に念頭に置いて損はなからう。

情報集約性とは、平均的にではあるが、議論の参加者全員の回答を情報収集・集約し、その出力を、データ分布の全体的特徴を活かしつつ、簡単明瞭に提示する、という機能をのべている。

客観性とは、回答者のデータ記述そのものは主観的になされるものの、その後のデータ収集から処理結果に到るまでは、何の主観も混入しない、という性質を意味する。

さて、この評価システムの適用の時期であるが、これは、全面的に人間の判断に委ねられる。当該の議論において、時期尚早であれば、信頼性に欠けた処理結果となる。逆に、ほぼ結論が出かかった状態であれば、支援性が薄れる。

この評価システムは、未だ実践結果が少ないので、その時期にかかわる結論は出しにくい、いくつかの計画案が提出され、各特徴が網羅的に示され、充分議論が全うされたと思われたのちに行うのが、適切と思われよう。

**資 料**

きょうのコンピュータ利用学習が、これからもしばらく継続するものと仮定して下さい。このとき、あなたご自身の行動や意思内容に関してどのような変化があると思うか、また学習環境をどのように感じるか、をおたずねします。

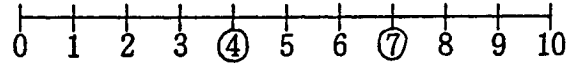
次の各項目について、それが「起こりうるかどうか」を「想像」し、その可能性を比較的低く見積った場合と高く見積った場合の2通りを考えて、0～10の2箇所（または1箇所）に丸をつけて下さい。

例

起と  
こ思  
らう  
ない

起性分  
こがと  
る五思  
可分う  
能五

まく思  
ち起う  
がこ  
いる  
など



1. この学習方式には、いずれ飽きる。  
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
2. この方式では、体力的に疲労を感じる。  
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
3. この学習方式の実施中、まわりの人と授業との関係のない雑談が多くなる。  
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
4. コンピュータにいたずらや落書きをする。  
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
5. 自主的に、この方式で予習・復習する。  
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
6. まわりの人と、この学習方式そのものについての議論が多くなる。  
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
7. この方式で授業を進め、教官がその進行を補佐するような授業形式を希望するようになる。  
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
8. 一つのおもしろい体験をしたと感ずる。  
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
9. 自分のペースで勉強できることに満足する。  
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
10. この学習方式では、コンピュータが邪魔して、教室内の教官の姿や周囲が見にくく、不便を感じる。  
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
11. この学習方式によると、背番号制が導入されたように感じる。  
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10