

## 近未来社会のための技術教養と教育工学研究について†

北垣郁雄\*

雇用促進事業団職業訓練大学校\*

科学技術がますます高度になり、また日常化しつつある今日および近未来社会においては、一般社会には、科学技術の運用などに対する適正な評価力が求められる。そのような評価や関連の意思決定を行うのに必要な基礎知識・能力を、包括的に、技術教養とよんでいるが、この寄書では、技術教養の一つの枠組を述べ、その能力開発を教育工学研究の一課題としてとらえることを提案している。

キーワード：生涯教育、情報教養、教育工学

## 1. はじめに

科学技術が、業務や日常生活に影響を与え、人間社会を質的に変えつつある今日および近未来社会において、科学技術の有効利用という純ソフト的課題は、重要である。全社会的課題であるから、特定の技術者だけでなく、一般社会が、主体的に、当該の技術の機能や特質を正確にとらえ、多面的に評価し、その適正な運用方法や技術開発の方向性に関心をもつことが望まれる。

ここでは、そのような評価や意思決定を行うのに必要な、基礎的で共通的な知識・能力を、包括的に、技術教養とよんでいる。そして、その能力開発のためのカリキュラムの構築に資するような一つの枠組をのべている。いわば、技術化社会への教育的対応である(北垣 1988 b)。

ところで、技術が、未だ低レベルであったり、一般の人から隔離された状態でその役割を果たしているのであれば、その人たちには、技術的産物の運用に関して格別の知見は必要としないし、求められることも少ない。さらに、その機能が一見して明らかで、操作手順なども簡単明瞭に設計されていることが多い。しかし、社会が高度に技術化され複雑になってくると、状況は異なってくる。日頃入手可能なさまざまな情報源から明らかのように、データベース、パソコン通信、コンピュータウイ

ス、遺伝子操作、臓器移植、原子力などが日常の話題にのぼり、討論の対象となる。その技術的高度性から、必然として、運用に伴う諸リスクも高くなり、仮に一般の人がそれらに直接関与しなくとも、無関心ではいられなくなる。

このように、高度技術化社会では、ことの重大さから、その利用・運用技術は、もはや特定の技術者だけの問題ではありえない。つまり、一般社会の各人には、個々の技術的産物に対する的確な評価力が求められることになり、ここに、先の教育上の問題意識が浮きぼりになるわけである。

要するに、この寄書は、技術にかかわる評価力の向上を教育工学研究の一課題としてとらえようという一つの提案であり、また部分において、主張でもある。

まず、「工学」の視点から「教育工学」をとらえ、つづいて技術教養の枠組を概説する。さらに、その内容や方法論で具体化が可能と思われる部分は、それなりに考察を行うこととしたい。

なお、“技術”は、この寄書での中核的な用語の一つである。そこで、まずはこれを筆者なりに定義しておきたい。すなわち、自然法則(または公理)をうまく組み合わせ、所望の高度の有機体(または処理体系)を構成するしくみ、ととらえる。あわせて、“操作”を、技術的産物に所定の機能を発揮させる行動、と定義する。

## 2. 工学と教育工学

教育工学が、複合領域的な研究分野であることは、周知のとおりである。したがって、教育学(東 1976)、心理学、理学、工学(藤田 1977)など各専門分野がその

1988年10月4日受理

† Ikuo KITAGAKI\*: Technology Literacy in the Immediate Future and Educational Technology

\* Employment Promotion Corporation, 1960 Aihara, Sagamihara, 229 Japan

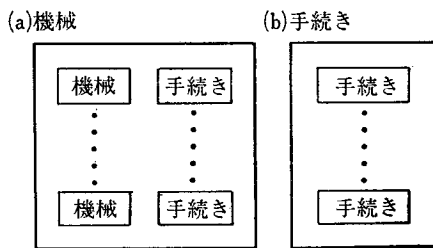


図1 工学的産物としての機械と手続き

基礎となり、分野によって、おのずから研究価値にもそれなりの差異を生ずる。

さて、筆者は、「工学」を基礎として、その研究価値の下に「教育工学」をとらえようとするものである。

まず、「工学」自体、ここ数十年の間にとり扱う内容に大きな変革がある。従前は、電気機械類の設計・製作といった職工的・技工的作業が、その支配的イメージであったと思われる。しかしその後、論理または手続きの開発を主眼とするいわばコンピュータ関連工学が急速に発達した。

その結果、今日の工学的産物は、大きく図1の機械と手続きの2種類存在することとなる。ただし、ここでの「機械」は、いわゆる工作機械などの意よりも、工学的産物のうち有形のもの（あるいは工業的産物）、といったほうがよい。図(a)は、たとえば「自動車」で、それが数多くの部品・装置から構成され、さらに関連の制御プログラムを内蔵するさまを表している。また、図(b)は、コンピュータで、一つの処理プログラムが多くの副プログラムを利用するさまを示している。いずれも、高度な機能が要求されるにつれて、工学的産物は複雑な形態をとり、機械や手続きの要素単位をより多く含む傾向が出てくる。あるいは、別個に稼働するいくつかの手続きに、ネットワークの編成によって新たな機能を発揮させる、などの社会的要請も発生してくる。大学間ネットワークなどが、よい例であろう。

つまり、今日の工学研究は、ミクロ的対象からマクロ的対象まで、また有形/無形のいずれもと扱うなど、豊富な様態を呈している。とくに、ミクロ的対象の場合は、その研究が一般の人にはなじみの薄い存在に感じられることもある。

このように、工学研究の様態が、一見発散的であまりにも多角的なために、全体として何か無方針のように見えるかも知れないが、窮極の目標が常に人間社会での実利に資すること、との共通点をもっている。言葉を換えれば、どの機械・手続き単位も、不可欠にそれぞれの機能を発揮しつつ、全システム<sup>1)</sup>の一部を担っているのである。このように考えると、今日の工学は、発散的では

ありつつも、「技術面で人間社会に実利的に寄与する研究領域」との共通理解があり、またこれが、自然な定義といえよう。そして、「技術志向」の下に、領域的には教育訓練、音楽、美術など広く人文系にも及ぶ。さらに、どの領域をとりあげても、その基盤を工学におく限り、理学的体系に根ざすことを常とする。そして、実際の研究遂行においては、おおむね、次の概念が重視される。

- a. 有効性：当該の研究が、将来何の役に立つのかを示す。ただし、必ずしも人間社会の実利にただちに結びつくことを意味するものではない。
- b. 実用性：現在または近い将来、当該の研究が実際に何の役に立つのかを意味する。とくに、製品の製作工程にかかわる場合は、生産性がこれと同義に扱われる。また、湖沼や川の汚染あるいはビルの構築による電波障害といった工業的発達に伴う弊害は、環境××工学などと称して問題解決にあたる。やはりその時点での社会問題であるから、この項目に含めることができよう。
- c. 新規性（独創性）：研究内容が新規であるか。
- d. 最適：当該の製品が、機能性、安全性などの面で最大の効果を発揮するように設計を行う。
- e. 客観性：データの処理手順などに関し、第3者が納得しうる論法・表現であるか。そのため、所望の処理対象があいまいさを伴う言語表現であるときは、定量的なデータに変換されたり、何らかの客観的な枠組に対してカテゴリー分けなどされる。
- f. 信頼性：とくに人間にかかわる工学では、上記の情報変換を行うことが少なくないが、その際の情報の欠落が多すぎると、処理結果から所望の事象の特質を推理するにあたって、その信憑性に問題が生ずる。つまり、処理結果がその推理のためにどの程度の拠所となるか。
- g. 再現性：おもに実験にかかわることで、第3者が同一実験を行い、誤差の範囲内で同じ結論を引き出せるかどうか。
- h. 一般性：当該の研究の応用の広さ、重大さ。

以上のべてきた「研究の様態」、「定義」および「研究概念」の3者によって、改めて「工学」を特徴づけることとし、その工学概念の下に、教育工学を次のように定義する。

- (1) 教育の工学化を図る研究である。工学化された教育とは、工学的手続きを拠所とする教育を意味する。ここに工学的手続きとは、他の工学的手続き、工業的産物を含む教育資源および教育事象・情報<sup>2)</sup>の工学的処理・処遇を図る手続きであり、かつ具体性を

表 1 技術教養の枠組

技 術 教 養	1.	技術的知識	a. 資源・エネルギー	ア. 情報教養—大局的情報知識				
			b. 環境		イ. 情報知識—原理, ソフトウェア技術・操作, ハードウェア技術・操作			
			c. 生命		ウ. コミュニケーション知識—メディアリテラシ, ドキュメンテーション, プレゼンテーション			
2.	評価概念	a. 有効性	b. 実用性	c. 新規性 (独創性)	d. 最適	e. 客観性	f. 信頼性	
		g. 再現性	h. 一般性	i. a-h の評価概念の適用の妥当性				
		3. 測度— a. 直線測度 b. 指数・対数測度 c. カタストロフィ的測度						

もつ手続きである。

(2) 情報化・技術化社会への教育的対応を図る研究である。たとえば、コンピュータに代表される“情報”が、日常生活に業務にあるいは教育に活用されれば、“情報”の体系をどうとらえ、何をどのように教育・訓練すべきかが、とり組むべき課題となる。また、情報技術をどのように運用すべきかのいわば大局的な情報アセスメントも、それに併存させるべき研究課題となる<sup>3)</sup>。

以上、教育工学を二つの研究課題に分類してとらえたわけであるが、これらを強いて特徴づけるならば、(1)はより方法論的であり、一方、(2)は、やや漠然とした教育訓練課題を具体化する必要があることから、さしずめ、内容論的といえよう。

次節でのべる技術教養は、内容論的問題意識から、概略のその枠組を提案するものであり、技術化社会への一つの教育的対応を図ろうとするものである。

### 3. 技術教養について

技術教養の枠組を、表 1 に示す。以下、具体例を中心に説明する。

#### 3.1. 技術的知識

テレビや新聞などで新しい技術的産物の概要を知ることそのものが技術教養でないにしても、関連の意思決定や評価を行うにあたっては、そのようなマスコミ的知識や文献からの知識が、ある程度必要である。ここでは、“日常生活への影響力”の視点で、a.~d. の四つの項目を掲げる。

##### a. 資源・エネルギー

石油、水、金属、木材などの資源や、電気、原子力などのエネルギーで、需給や浪費の実態、その適切な利用法とか、資源・エネルギー開発についての科学的知見を意味する。これにより、関連の重大な事柄を示唆したり、逆に、些細な浪費にかかわるむだな議論を除去する可能

性が高まる。最近の“超伝導”も、この項目に含まれよう。

##### b. 環 境

環境破壊・保全に関するものである。ここでの“環境”は、教訓めいたものではなく、廃棄物の投げ捨てについては物性的知識を指し、生物の乱獲については生態系の維持に関する科学的知識を指す。たとえば、あき缶と梅干の種という 2 種類の物体を投げ捨てた場合、物性的に見て、これらが“大地に還元される”状態が同じかどうかの知識である。

##### c. 生 命

臓器移植、遺伝子操作に関するもので、そのモニタとして必要な知識を意味する。つまり、一般の人が直接これに関与することは少ないと思うが、放っておくと、遺伝子操作などが次々と実行され、皆が気がついたときは人類が存亡の危機に立っていた、などの SF めいた空想も不可能ではなからう。

##### d. 情 報

コンピュータをはじめとする情報システムの知識とか、“情報”の一般的知識を指す。

「ア. 情報教養」は、社会的に影響をもつ何らかの情動的な事柄に関する大局的知識を意味する。さらには、その社会的意義、将来の発展の方向性のほか、適用範囲や副次的に起こりうる危険な事柄についての知見や良識をも意味する。また、データベースに起因する私権とか著作権をはじめとする知的所有権の問題、あるいは画像処理と肖像権に類する問題 (北垣 1987) も、これに含める。

流言も、“情報”の問題である。電子通信技術と無縁ないわば原始社会では、流言はネズミ算式に拡散するが、これにもし情報システムが関与すると、その拡散は爆発的で、影響力は計り知れない。突発的な流言は、責任の所在が不明確なことが多く、人間の特質としか言いようがない (安倍 1986, 北垣 1988 a)。

表 2 “測度” の設問例

- (a) 風呂おけに水道の水を入れたら、入れはじめてから 60 分経過したときに、ちょうどおけがいっぱいになった。  
1 秒間におけに入る水量は一定であるとしたとき、水がおけのちょうど半分になるのは、入れはじめてから何分経過したときか。  
正答率 100 (%) 平均解答時間 24 (秒)
- (b) 1 分間に 2 倍に増殖する細胞があると仮定する。いま、一つの細胞をコップの中に入れたら、ちょうど 60 分経過したときにコップが一杯になった。  
では、その細胞がコップのちょうど半分になるのは、何分経過したときか。  
正答率 53 (%) 平均解答時間 38 (秒)

### 3.3. 測 度

測度とは、“ものさし”のことで、ここではおもに経時的なものを意味する。予測手段の的確性に関するものといってもよい。一般に、予測はむずかしいこととされるが、だからといってこれに無関心では、変化を常とする近未来社会への適応性に欠ける。とりあえずは、次の三つの“ものさし”が必要となろう。

#### a. 直線測度

だれもが身につけている“ものさし”で、たとえば表 2(a)の設問のように、浴槽に水を入れるとき、満杯になるのに 60 分要したとすれば、半分になるのはその 1/2 の 30 分といえる。

#### b. 指数・対数測度

指数的拡大は、先の“流言”でのべたネズミ算が基本と言い換えて差し支えない。一般に、この測度が“直線”に比べていかに不得手とされるかは、表 2 の二つの設問を比較すれば明らかである。問 (b) は指数にかかわるもので、正答率 (大学生 34 名) と平均解答秒数は、表中に示したとおりである (北垣ほか 1982)。一種のトンチクイズには相違ないが、指数測度は、先にのべた「生命」にかかわる意思決定に重要である。

いま、ある遺伝子操作によって、たまたま、何らかの意味で疑問視される生命体が発生したとし、モニタとしての一般社会が、それを生存させるか否かの意思決定を行うものとする。単純に考えれば、一生命体が影響を及ぼすと想定される子孫数は、時間に対して指数的である。このとき、ある一人のモニタに関し、その人が指数測度の特性を理解しているならば、その生存の是非の判断は、いずれにせよ経時的影響が考慮されたものとして、それなりに尊重すべきといえるが、もしその特性を理解して

「イ. 情報知識」は、理論を中心とした情報の原理、コンピュータのソフトウェア技術・操作、ハードウェア技術・操作を示す。原理は、たとえば情報理論とか 16 進数の加減の算術を、ソフトウェア技術は高度なプログラミングを、ソフトウェア操作は汎用プログラムの知識やワープロソフトの使い方を指す。さらに、ハードウェア技術はインターフェイスの設計法を、ハードウェア操作はマイコン本体に対しての周辺装置の組合せ方とかキーボードの配列の知識を指す。

「ウ. コミュニケーション知識」は、意思の正確な授受に関する知識である。つまり、“コミュニケーション”を情報化社会における一つの本質ととらえるわけである。メディアリテラシは、コンピュータ、テレビなどを用いてのコミュニケーションの基礎技能から、板書の際の文字の大きさ (清水 1988) やその配色など視覚メディアの一般的知識まで指し示す。ドキュメンテーションは、ハードウェア・ソフトウェア産物に関し、作成者がその機能や入出力パラメータ、さらには設計思想を総括して表現する作業を示す。また、プレゼンテーションは、発話のスピード、声の大きさ、説明図の指示方法など聴き手の立場を考えたうえでの発話の仕方・態度を示す。

### 3.2. 評価概念

ここでとりあげた評価概念の多くは、前節でのべた研究の概念そのものである。つまり、これをある程度理解しておく、技術開発の真意がとらえやすく、適正な運用方法の思索を可能にするものと思われる。

- 有効性：将来的に、その研究が何の役に立つのか。
- 実用性：現在または近い将来、その研究が実際に何の役に立つのか。
- 新規性 (独創性)：その研究が新規であるか。また、新規な事柄に対する積極性。
- 最適：当該の製品や情報システムで、機能面などに関して最適化が図られているか。
- 客観性：データの処理手順などが、主観にすぎないこと。
- 信頼性：データの処理結果が、所望の推理を行うにあたってどの程度の拠所となるか。
- 再現性：実験結果が再現できるか。
- 一般性：その研究の応用の広さ、など。
- a ~ h の評価概念の適用の妥当性：当該の問題解決に対して、a ~ h の評価概念をそのまま適用するのが妥当かどうかの判断である。とくに、man-to-man にかかわる問題解決では、その点に注意を要する。

いなければ、ただたんに判断だけを求められるといった不本意な事態を生じよう。

#### c. カタストロフィ的測度

カタストロフィ理論とは、自然における形態の展開を模索する数学的手法である(野口 1982)。ここでは、複数個の単位・変数において、それらのバランスが崩れたとき(2変数にあっては、大小関係が逆転したとき)に諸状況が急激に変革するさまを、カタストロフィ的と呼ぶことにする。一例として、“就職”の意思決定をあげてみよう。

ある就職希望者が、もともと科学技術文献の翻訳を得意とし、関連の企業への就職に興味をもったとする。しかし一方、機械翻訳の技術水準は年々高まっているし、いずれは実用化されるはずである。ところで、情報システム機器の価格は、大ざっぱに言って販売台数の増加とともに下がる傾向にある。したがって、就職希望者のその意思決定の時点で、関連の企業が翻訳家を多数雇用していたとしても、おもに機械翻訳システムの性能、価格および人件費という三つの変数の相互関係において、近い将来、雇用状況に先のカタストロフィ的変革が生じうる。

このような変革の様子も十分考慮したうえで就職の意思決定を行わないと、長い目で見て後悔することにもなりかねない。

より一般的な言い方をすれば、カタストロフィ的変革の発生によって、最適と判断された行動や計画案に大きな変化が生ずることが予想される。したがって、いくつかの代替案の準備や相互の特徴比較を行っておくことにも、留意する必要がある(また、先の“就職”のような自分自身のための意思決定のみならず、政策的な事柄についても、カタストロフィ的変革の考慮により、近未来社会における各種ニーズへの即応の可能性が高まるという気がする)。

## 4. 考 察

### 4.1. 対象者

既述のように、技術教養は一般の人を対象とし、いわゆる生涯教育に類するものとなるが、さしあたり、将来技術者を目指す若い成人と、学校教育/職業訓練での教員/指導員が対象となろう。

まず、技術者においては、各人はその専門知識には当然詳しいわけであるが、非技術者から、科学技術の知識や知見を全般にわたって有していると期待されることが少なくない。その意味から、技術者における技術教養の存否は、社会的影響力がそれなりに大きい。

一方、学校教育では、とくに合科的な担当教員には、日頃の考え方が子どもたちに影響を与えやすいという点で、技術教養の獲得が望まれよう。そして、表2の枠組は、教員再研修のカリキュラム開発にあたっての一つの参考となろう。

### 4.2. 方 略

表1のなかで、「メディアリテラシ」は、すでに学校教育のカリキュラムとして検討され、また「情報知識」としてのコンピュータリテラシも、行政レベルでかなり具体化されているようである(坂元 1988)。

これに対して、「資源…」、「環境」、「生命」とか「情報教養」などは、一般の人が直接その事業に関与することが、比較的少ないと思われる。その知識の獲得のために、たとえば、文献や新聞記事のデータベース(電波新聞社 1987)のなかから所望の情報を検索・収集して教材を編集するなどの方法が考えられよう。

また、「評価概念」は、その内容が上記のような具体的な事柄ではないから、実際に研究体験を通してこれを養うこととなろう。とくに、「客観性」と「信頼性」は、一般に数値表現と密接な関連があるが、数値データを適正に解釈するよう示唆を与えるとともに、数字そのものに対する過信とかいわゆるアレルギーをなくすようとり計らうのも、「評価概念」にかかわる課題であろう。

「測度」も、やや抽象的な課題ではあるが、既述のような具体的テーマにもとづいたコンピュータシミュレーションが検討の対象となろう。

### 4.3. 創造性と評価力

最後に、創造性と評価力について、一つ主張しておきたい<sup>4)</sup>。

日本人における創造性の存否は、たびたび議論され、また興味のあるところである(西澤 1987)。やや漠然とした課題のためなかなか具体的な結論にまでは到りにくいものと思われるが、しかし、もし「創造性に欠ける」なる主張が存在しうるとすれば、少なくともその前提として、次の二つが区別され、なおかつ、そのうちのいずれであるかが特定される必要がある。

①創造性が実在するが、その評価力がないために、創造性が欠けているように見える。

②現に創造性に欠ける。

これに関連して、若干の事例をあげておきたい。

まず、八木アンテナとは、日頃よく使用しているテレビのアンテナのことであるが、これは逆輸入の典型といわれている。

次に、光ファイバーであるが、開発当初はその方式に対して否定的な意見が多かったとされる(西澤ほか

1986). 猿賀氏によれば、「1ミリ厚さのガラスを通すと向こうの景色が暗くなる。…伝送路として使えるわけではない」が大勢であった。

あるいは、西澤(1987)は、合金拡散トランジスタの例を引き合いに出し、製品開発に対するわが国の産業界の積極性は、外国からの評価に大きく依存する、という。

どの事例も、より詳細な経緯を知ることが困難であるが、記述の限りでは、先の二つの区分のうち②を想起させるものは、一つもない。また、これらの事例から推察されるように、評価力があやふやでは、“創造性の欠如”は解決しにくい。そして、どれもやや古い例ではあったが、少なくとも、適正な評価力は、時代の新旧を問わず創造性の発見の可能性を高めるもの、ということができよう。

このように、評価力は、技術開発の根本にかかわる重大な問題ということになる。そのような問題意識も若干含めて、技術教養の枠組を構成し、ここに提案した次第である。

技術教養の枠組に関しては、雇用促進事業団職業訓練研究センター多賀谷敏夫所長の有益なご示唆をいただいた。ここに、感謝の意を表したい。

## 注

1) ある有機体を互いに連関のあるいくつかの単体から構成されたものとみなしたときの、その有機体を、システムと定義する。ここに連関とは、(1)情報授受、(2)物理・化学的連関および(3)概念的連関がある。たとえば、人間の体は、骨格面にとらえれば物理的連関システムであり、神経構造面では情報システムであり、また細胞組織的にみれば生化学的連関システムとなる。

2) 事象と情報には本質的相違はない。発生した事象が、関連の問題意識をもった人にとっては、情報となる。その意味において、事象は客観的であり、情報はより主観的といえよう。たとえば、「交通信号が赤になる」は、タクシードライバーにとっては重要な情報であるが、乗客にとっては、たんなる事象にすぎない。

3) 教育工学の定義に関連し、教育情報工学は、“情報”の概念を駆使して教育・訓練の改善に資する科学的研究、との簡略定義も可能であろう。

4) 「創造性」を、新しいものを創り出そうとする人間の根元的な性質またはその力、ぐらいの意にとらえる。

## 参考文献

- 安倍北夫(1986) パニックの人間科学, プレーン出版, 東京  
東洋(1976) 教育工学について. 日本教育工学雑誌, 1(1): 1-4  
電波新聞社(1987 冬号) パソコンデータベース電話帳.  
藤田広一(1977) 創造的な教育工学の研究を期待する. 日本教育工学雑誌, 2(1): 1-5  
北垣郁雄, 蓮尾正博, 進藤公夫(1982) テスト問題の挿入図の効果について. 日本教育工学雑誌, 7(1): 21-28  
北垣郁雄(1987) 画像処理システムにかかわる情報教養について. JET, 20: 9  
北垣郁雄(1988 a) あいまい情報. 宇都宮敏男, 坂元昂(監修), 教育情報科学3, 第一法規出版, 東京  
北垣郁雄(1988 b) 近未来社会のための技術教養と評価力. JCET, pp. 599-600  
西澤潤一(1987) 西澤潤一の独創開発論, 工業調査会, 東京  
西澤潤一, 猿賀俊文(1986) 闘う創造技術, 日刊工業新聞社, 東京  
野口 広(1982) カタストロフィー, サイエンス社, 東京  
清水康敬(1988) メディア技術・遠隔技術. 電子情報通信学会誌, 71(4): 344-349  
坂元 昂(1988) 教育と教育工学. 電子情報通信学会誌, 71(4): 337-343

## Summary

As higher levels of technology become more and more popular and familiar, in the immediate future if not even already today the general public is going to have to develop an ability to competently evaluate the use of technology. The author refers to the basic competencies and knowledge for making such relevant, required decisions as the “culture of technology.” This short paper outlines this “culture” and proposes that educational technology should be accepted as one of the keys for the development of these competencies.

Key Words: LIFE-LONG EDUCATION, INFORMATICS CULTURE, EDUCATIONAL TECHNOLOGY

(Received October 4, 1988)

## 作業的な訓練にかかわる意識構造の抽出

## DEMATEL 法による†

北垣郁雄\*・多賀谷敏夫\*\*

雇用促進事業団職業訓練大学校職業訓練研修研究センター\*

産業技術専門教育院\*\*

職業訓練では、おもに作業的な内容を取り扱う。機械加工、情報処理などさまざまな領域がその対象となるが、今日、共通して重要とされる課題の一つは、現有の技能や知識を補強したり、陳腐化を防ごうとするいわゆる向上訓練である。しかしその受講者は、成人であるのみならず現役の技能者であるので、訓練コースを実施する際に当該の作業領域について日頃どのような意識をもっているかなどをそのテーマとしてとり上げたり討論を行うなど、一技能者として十分に尊重する必要がある。本論文では、汎用旋盤加工に関し、その従事者に関連のアンケート調査を行い、DEMATEL 法を用いて意識構造モデルを抽出している。つまり本研究の目的は、作業的な訓練領域にかかわる意識構造モデルの抽出の手法を開発すること、および、旋盤加工訓練にかかわる意識構造モデルを作成し、“指導者と被訓練者の差異”の視点から、その特徴を抽出すること、の二つにある。

キーワード：職業訓練、意識調査、構造モデル、機械加工、DEMATEL 法

## 1. ま え が き

技術の進展に伴い、これに関与する技能者の“腕”をどのように刷新させるかが、職業訓練における今日的課題の一つとされている。機械加工、溶接技術、情報処理などの各種の作業領域がその対象となるが、一般の企業では、仮にそのような問題意識があったとしても、一連の訓練カリキュラムを準備した一部の企業を除いては、とくに具体的方策を検討していないところが多い。

公共施設における職業訓練では、これに対処するため、現有の技能を見直しその刷新を図るといふいわゆる向上訓練カリキュラムの検討をここ数年間実施しており、すでに具体的な訓練コースを開発・実施した領域もある(戸田・神田 1986)。

一般に、向上訓練は、当該の作業領域で補強が望まれるような技能をとりあげ、また技術的革新に伴う技能の相対的陳腐化を防ぐというカリキュラム的特徴をもつ。

したがって、その内容も時事性に富み、あるいは新規の技能・知識を付与するという通常の意味での訓練とはやや趣旨を異にするものである。ときには特殊な訓練コースと受けとられることもある。また、基本的には企業からの派遣者を対象とし、勤務時間などの都合から、コースの開催方法を十分配慮する必要があり、実際には、少人数の受講者を対象に短期間にまとめて実施することが多い。さらに、受講者とはいっても成人で現役の技能者であるから、事前に訓練コースそのものの意義を納得させるとか、当該の作業領域に対して日頃どのような意識をもっているのかを問ひあるいはその討論を行うなど、一技能者として十分に尊重する必要がある。

このように、向上訓練は、長期間にわたる一連のカリキュラムを構築しようとする学校教育とは、かなり様相を異にする。つまり、そこでは、個々の訓練コースを他から独立した訓練単位と考えたり、個別に内容面の検討を行う傾向があり、ここに、向上訓練の一般的な方法論の構築における研究上のむずかしさがある。しかし、“向上訓練”に、その内容が作業的であることおよび受講者が当該の技能・知識をある程度保有していることの二つの大きな共通点の存在を考えると、むしろその特徴を活かしたカリキュラムの開発に、研究上の一つの方向性を見出すことができよう。

1988年5月6日受理

† Ikuo KITAGAKI\* and Toshio TAGAYA: Determining Worker Attitudes towards Manual Skill Training Using the DEMATEL Method

\* Employment Promotion Corporation, 1960 Aihara, Sagamihara, 229 Japan

\*\* Sangyo Gijutsu Senmon Kyoiku-in, Seoul, Korea

そこで、本研究では、向上訓練コースを開発するにあたって指導のポイントや討論テーマの設定に役立つと思われる一つの資料を提供する。ここでは、ある作業領域の従事者に対して一つのアンケート調査を行い、その結果から作業全体にかかわる大まかな意識構造を抽出して、構造モデルを図式的に同定する方法をのべる。のちに詳述するが、そのアンケートでは、当該の“作業的訓練”をいくつかの概念的単位に分割したいわば構成要素に関し、そのすべての要素対について作業上の因果関係の存否を問う。これにより、作業従事者の意識構造を視覚化することができ、また従事者によってどのような相違点があるかを比較することができる。

次に、“機械加工”は職業訓練における重要な領域の一つとされているが、本研究は汎用旋盤をとりあげてそれに関する意識構造を抽出し、指導者と受講者の相違点を示唆することを、もう一つの目的としている。なおこれは、今後の汎用旋盤の向上訓練コースの内容を具体化するための資料として用いることができる。

もともと、意識構造のモデル化は、システム工学で複雑な問題解決を促す手段としてとりあげられ、各種の手法が開発されているが、いずれもこれを、システム開発における中間的な操作と見なすことが多い。本研究においても、構造モデルをやはり一つの手がかりと見なし、向上訓練コースでの学習形態や具体的テーマを思索するにあたっての便宜的な道具としてとらえるものである。

以下、2節ではアンケートの基本構成とモデル化の手法をのべ、3節ではアンケートの具体的な制作法をのべる。つづいて4節では、回答データの処理法と旋盤加工訓練にかかわる意識構造をのべる。そして、5節では全体的な考察を行う。

## 2. 意識調査法と構造モデルの同定

本研究では、機械加工訓練にかかわる要素間の関係をもとに、大まかな意識構造を抽出し、その構造図から従事者によるその相違点を論じたり、特定の要素が全体構造の中でどのような位置づけとなっているかを示唆している。したがって、個々の要素について従事者に関連の発問を行う際には、そのアンケートにおいて発問形式を統一する必要があるし、さらに設定された一貫性の下にのみ先の示唆や解釈が可能となる。

さて、要素間の関係（あるいは発問形式）は、教育上の視点から次のように統一した。すなわち、学校教育では一般に、適切な指導法を検討する際、テストの誤答分析とか、つまずきの原因の解明などを一つのよりどころとすることが多い。ここでも、それに準じ、作業上のミ

スや何らかの不備に着眼することにした。そして、当該の従事者に対しては、一貫して次の発問形式を採った。

要素  $x_i$  に関して何らかの不備があったと聴くと、  
要素  $x_j$  に関する不備・不完全性を思い起こす(?)

ここに“要素”は、のちの表1に示すように、作業的な訓練を構成する概念的な単位と考えてよい。この発問形式に対する全回答データから、“想起”なる関係の下での意識構造モデルが矢印表示した有向グラフとして視覚化されるわけである。

ところで一般に、複雑なあるいは一筋縄的解決が困難な課題を、便宜上先のような発問形式で細かい単位から積み上げてゆき、そのうちに全体構造をとらえようとする試みは、システム工学での意思決定問題でよく行われる。そのうち、グラフ的な手法としては、これまでISM (WARFIELD 1973, 1974), FSM (田崎 1979), DEMATEL (FONTELA and GABUS 1973~1976)<sup>1)</sup>などが提案され、また現に人間社会の複雑な問題 (BALDWIN 1975, RAYMOND FITZ 1974) や教育での教材構造化 (山下・祝原 1981) に応用されている。とくに教育の分野では、そのほかに沼野による教材構造化法 (1976) とか映像教材に構造的な視点を向ける (織田 1983) など、構造化の手法は教育工学における独自の興味ともいえる。なお、“構造化”の数理的研究の多くは、二つの要素間の“関係”を数値化し、それから得られる隣接行列をもとにグラフ化しているが、どのグラフ化手法が適切であるかは、ひとえに、対象課題と各手法との性質上の整合性に依存する。

実際のところは、発問に含まれる“関係”に類する表現が一義的に解釈されるかどうか、その選択にわたっての一つの基準となる。というのは、もし一義的でなかったりある程度以上のあいまいさを含むと、推移律<sup>2)</sup>を仮定することが困難になり、その設定可能性が適切なグラフ化手法を定める一要因となるからである。そして、本研究のように“関係”が“想起”のときは、推移律が成り立つとはいえないので、これを仮定しない DEMATEL 法が検討の対象となる。ただしこの場合は、(ISM と異なり) すべての要素対に対して先の発問を行うことになるので、発問数が多くなる傾向があるという不都合を生ずる。

以上のような考察の下に、本研究では DEMATEL 法を採用するとともに、次の点に留意してアンケートの基本構成を図り、また実施基準などを設定した。

(1) アンケートで、回答者に提示する項目数が膨大では、その回答意欲により影響をもたらさない。したがっ



て、所望のモデル化やその解釈に必要な情報を損わない範囲で、構造モデルの要素数を制限することが望まれる。このうち要素数は、構造モデルの解釈の容易さから、10～30が適当とされる(寺野 1986)。

(2) 一般に、グラフ化の目的は当該の構造の見やすさにある。ところが、構造モデルを初めての領域に対して作成しようとする時、要素の設定の仕方に関する事前の情報がないなどのために、たとえばほとんどすべての要素間が矢印で連結されグラフとしての了解性が損われるという問題を生じることがある。これに対処するのに、要素間の“関係”を回答させる際に“関係”の強さを序列尺度として表現し選択させるのが無難である。そして、構造モデルの解釈が容易なように適当に閾値を定め、たとえばその閾値未満の“関係”の矢印を無視して有向グラフを求めるなどの方法が挙げられよう。

(3) ここでの意識調査は、単純な事実や客観的事柄を問うものではないので、回答者が当該の課題に対してある程度以上の知見や洞察力を有することが必要である。その意味から、強いていえば、不特定多数の回答者や“洞察”への関心の有無が不確実な回答者にアンケートを行うより、特定の回答者を対象とするのが適切である。

(4) 作成された構造モデルは、それ自体が訓練指導上のポイントを直接示すものではなく、指導の仕方の明確化を補助する資料である。

### 3. アンケートの制作法

汎用旋盤加工の従事者が、その作業訓練に関してどのような意識構造をもっているかを調査するため、以下の要領でその構成要素を選定し、アンケートを制作した。

まず、構成要素は、旋盤加工訓練にかかわる討論や意見交換<sup>3)</sup>の内容とか汎用旋盤加工の教科書(労働省 昭59)などを参考にして、その教育訓練上重要と思われる概念用語をキーワード的に列記した。それを表1に示す。

次に、各要素間の“関係”は、“想起・被想起”で、回答の容易さから、序列尺度による多肢選択法(ここでは5段階評価)とした。

制作したアンケートの一部と「回答要領」を表2に示す。このアンケートを旋盤加工の指導者3名(指導者グループ T<sub>0</sub>とする)に依頼したが、その回答結果などからおおよそ次の基準にもとづいて構成要素を選別し、アンケートの再構成を図った。

1. 想起の強さに関して、指導者によって大きな差異のない要素を選ぶ。

表1 “旋盤加工訓練”の構成要素(順不同)

・バイトの研削	・材質(の選定)
・工具の選択	・油
・工具の寿命	・旋盤の作動
・切削加工	・材料の取扱い*1
・切削条件	・付属品の取扱い*2
・切削抵抗	・作業能率
・仕上げ	・加工順序
・切くず	・作業の姿勢
・発熱	・測定器の取扱い
・振動・音	・清掃・点検

\*1 旋盤本体への取り付けと取りはずし

\*2 チャック, 回し板, 振れ止めの旋盤本体への取り付けと取りはずし

2. 概念的に類似しすぎると思われる要素は省く。
3. 要素数の過多を配慮する<sup>4)</sup>。
4. その他、想起が非常に弱いと思われる要素は省く。

表3 (b)～(h)に回答データの集計結果の一部を示す。この表において、“起点想起”は“ある一つの要素から別の要素を思いおこす”なる事象を指し、また“終点想起”は“ある一つの要素が別の要素から思いおこされる”なる事象を指す。またこれに関連し、いずれかを特定する必要がないとき、または双方共指し示すときは、たんに“想起”と呼ぶ。さらに表記法に関し、想起の起点性や終点性を明記すべき変数には、それぞれ org., term. を肩字表示することにする。

同表において、(b), (c), (d)は起点想起に関するもので、(b)は3人の指導者の回答番号を平均したものである。ただし、一指導者において、その想起の相対的強さが重要であるので、それぞれ基準化回答値を算出し、そののちに各要素の想起の強さを求めさらに3人の指導者の平均値を求めている。たとえば、第*i*発問(起点的要素  $x_i$  と考える)に対する平均値  $a_{i,org.}$  は次のようにして求める。すなわち、指導者  $t_k$  ( $k=1, 2, 3$ ) の「要素  $x_i$  から要素  $x_j$  への想起」に対する回答番号を  $a_{i,j,k}$  とし、 $t_k$  の全回答番号の平均と分散をそれぞれ  $a_k, \sigma_k^2$  とし、 $a_{i,org.} = (1/KJ) \sum_k \sum_j (a_{i,j,k} - a_k) / \sigma_k$  である。ここに、 $K, J$  はそれぞれ指導者数、要素数で、いまの場合、 $K=3, J=20$  である。(c)は、指導者による起点想起の度合の差異を表しており、 $a_{i,k,org.} \equiv (1/J) \sum_j (a_{i,j,k} - a_k) / \sigma_k$  とし、 $d_{i,org.} \equiv \max_k a_{i,k,org.} - \min_k a_{i,k,org.}$  としている。そして(d)は、(c)での  $d_{i,org.}$  の値の小さい順に序列番号を付したものである。ただし、ある  $d_{i,org.}$  の値がその前の  $d_{i',org.}$  ( $i' \neq i$ ) の値と一致するときは、同

表 2 旋盤加工訓練に関するアンケート

回答要領

このアンケートは、汎用の旋盤加工にかかわる用語の相互関係をおたずねするものです。まず、旋盤加工の受講者を初級～中級程度とし、実習を行っている状況を想像してください。その際、面識のある特定の技能者を思い浮かべたり、実際に発生したマシンのトラブルの状況を思い浮かべるのではなく、多くの受講者がそれぞれのマシンで実習を行っている状況をばく然と想像してください。

そのイメージのもとに、つぎの例と同じ要領で回答してください。

例 1: “自動車” の場合

- a. サイドブレーキ に関する何らかの不備が発生したと聴くと、発進 に関する不備・不完全性を
1. 思い起こさない
  - ② 若干思い起こす
  3. ある程度思い起こす
  4. 強く思い起こす
  5. この上なく強く思い起こす
- b. サイドブレーキ に関する何らかの不備が発生したと聴くと、暴走 に関する不備・不完全性を
1. 思い起こさない
  2. 若干思い起こす
  3. ある程度思い起こす
  4. 強く思い起こす
  - ⑤ この上なく強く思い起こす
- c. エンジン に関する……

注 1: のちの文章のなかには、 に入ることによっては、日本語としてやや不自然なものがあります。たとえば、

『サイドブレーキ に関する何らかの不備が発生したと聴くと、暴走 に関する不備・不完全性を……』

このような場合は、暴走 の部分を、「暴走をひき起こすのではないかと心配する」などと、意味が通じるように解釈してください。

注 2: 例 1 で、『サイドブレーキ に関する何らかの不備……』は、この場合、つぎの 2 通りに解釈されます。

i) ドライバーが、駐車時などに、サイドブレーキの操作を行わなかったとき

ii) 自動車修理工場で、サイドブレーキの修理が不完全であったとき

今回の“旋盤加工”でも、このようにいくつかの意味に解釈される場合は、再びはじめの旋盤加工訓練の状況を思い浮かべ、「実習場で～の不備・不完全性が発生した」という情報だけがあなたの耳もとに届けられたものと考えて回答してください。

注 3: 先の例は、私（北垣）が主観的に丸をつけたものです。このうち a は「発進時にサイドブレーキをうっかりかけたままにしておくと、ノックなど好ましくないことがおきる」を若干思い起こすとの意味で、2. に丸をつけています。

このように、文章の中の「 に関する」は、「 にかかわる何らかの」と柔軟にとらえて読んでください。

注 4: 「どの程度思い起こすか」は、すべて、1. 思い起こさない～5. この上なく強く思い起こす、まで 5 段階となっています。思い起こす場合もあればそうでない場合もある、というときは、平均的に考えてください。

このうち 5. は、たとえば「条件反射的に思い起こす」ととらえてください。

注 5: 例 1 などで、「思い起こす」は、「その原因として」なのか「その結果として」なのかは問いません。いずれも「思い起こす」に当たります。

注 6: 注 2 からもある程度わかりますが、このアンケート回答は、比較的短時間での洞察力と直感力を重視します。そもそも、ここで選んだ用語・表現には割合ばく然としたものが多いので、不要な考えすぎをおこさないようご注意ください。逆に、回答の急ぎすぎにもご注意ください。

注 7: 回答内容については、他の人との相談を避けてください。

表 2 (続き)

1. ア, イ, ウ……のそれぞれについて, 1~5 のどれか一つに○をつけてください。  
バイトの研削 に関して何らかの不備があったと聴くと,  に関する不備・不完全性を思いおこす (?)  
 に入ることば  
 ↓  
 ア. 工具の選択 1. 思いおこさない 2. 若干思いおこす 3. ある程度思いおこす  
 4. 強く思いおこす 5. この上なく強く思いおこす  
 イ. 工具の寿命 1. 思いおこさない 2. 若干思いおこす 3. ある程度思いおこす  
 4. 強く思いおこす 5. この上なく強く思いおこす

---

2. ア, イ, ウ……のそれぞれについて, 1~5 のどれか一つに○をつけてください。  
工具の選択 に関して何らかの不備があったと聴くと,  に関する不備・不完全性を思いおこす (?)  
 に入ることば  
 ↓  
 ア. バイトの研削 1. 思いおこさない 2. 若干思いおこす 3. ある程度思いおこす  
 4. 強く思いおこす 5. この上なく強く思いおこす  
 イ. 工具の寿命 1. 思いおこさない 2. 若干思いおこす 3. ある程度思いおこす  
 4. 強く思いおこす 5. この上なく強く思いおこす  
 ウ. 切削加工 1. 思いおこさない 2. 若干思いおこす 3. ある程度思いおこす  
 4. 強く思いおこす 5. この上なく強く思いおこす

表 3 “旋盤加工訓練”の意識調査回答のデータ処理  
 注: (h) で  $r_i$  の最大値, 最小値, 平均値はそれぞれ 37, 3, 20.8 である

(a) 構成要素 (順不同)	起 点 想 起			終 点 想 起			(h) $r_i$ ( $\equiv r_i^{org.} + r_i^{term.}$ )
	(b) $a_i^{org.}$	(c) $d_i^{org.}$	(d) $d_i^{org.}$ の 昇順 $r_i^{org.}$	(e) $a_i^{term.}$	(f) $d_i^{term.}$	(g) $d_i^{term.}$ の 昇順 $r_i^{term.}$	
・バイトの研削	-0.11	1.36	19	0.17	1.07	10	29
・工具の選択	-0.23	1.11	10	0.18	1.27	18	28
・工具の寿命	0.10	1.37	20	0.14	1.26	17	37
・切 削 加 工	0.45	1.18	12	0.38	1.25	16	28
...	...	...	...	...	...	...	...

じ序列番号を付与するとともに, 番号を一つ飛ばすようにしている。

(e), (f), (g) は終点想起に関するもので, 計算手順はそれぞれ (b), (c), (d) とほぼ同様である。

(h) での  $r_i$  は,  $r_i^{org.}$  と  $r_i^{term.}$  の値をたんに加算したもので, この値の小さなものが, 構成要素の選出の対象となる。

さて, アンケートの構成要素として採択したものを, 表 4 に示す。表 3 からは, “バイトの研削” と “切削加工” は  $r_i$  の値がそれぞれ 29, 28 と平均値よりかなり大

表 4 採択された構成要素

切削・被削	現象・物性	(全体的に見た) 作業の質
バイトの研削	発熱	材料の取扱い*
切削加工	振動・音	作業能率
仕上げ	材質 (の選定)	加工順序
切くず	油	作業の姿勢 清掃・点検

\* 旋盤本体への取りつけと取りはずし

表 5 “想起・被想起”の回答データ

(a) 一指導者グループ T<sub>1</sub>

起点的要素 $x_i$	終 点 的 要 素 $x_j$												
	1. …研削	2. 切削	3. 仕上げ	4. 切くず	5. 発熱	6. 振動	7. 材質	8. 油	9. …取扱	10. …能率	11. …順序	12. …姿勢	13. 清掃
1. バイトの研削	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
2. 切削加工	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
3. 仕上げ	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
4. 切くず	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
5. 発熱	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
6. 振動・音	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
7. 材質(の選定)	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
8. 油	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
9. 材料の取扱い*	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
10. 作業能率	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
11. 加工順序	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
12. 作業の姿勢	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
13. 清掃・点検	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○

◎：“強い想起・被想起”，○：“想起・被想起”

(b) 被訓練者グループ S

超点的要素 $x_i$	終 点 的 要 素 $x_j$												
	1. …研削	2. 切削	3. 仕上げ	4. 切くず	5. 発熱	6. 振動	7. 材質	8. 油	9. …取扱	10. …能率	11. …順序	12. …姿勢	13. 清掃
1. バイトの研削	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
2. 切削加工	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
3. 仕上げ	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
4. 切くず	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
5. 発熱	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
6. 振動・音	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
7. 材質(の選定)	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
8. 油	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
9. 材料の取扱い*	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
10. 作業能率	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
11. 加工順序	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
12. 作業の姿勢	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
13. 清掃・点検	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○

\*：旋盤本体への取りつけと取りはずし

きいが、これらが旋盤加工訓練がかなり重要な用語とされており、さらに  $r_i$  の値の小さなものの中に切削行為を直接的に示す概念用語が少なかったため、これらを選択することにした。選択した13の構成要素は、同表のように、“切削・被削”、“現象・物性”、“(全体的に見た)作業の質”の三つのカテゴリーに分けることができよう。

#### 4. 回答データの処理法と“旋盤加工訓練”の意識構造

前節で選出された13の構成要素を用いてアンケートの再構成を図り、意識構造の本調査を行った。「回答要領」と発問形式は、先とほぼ同様である。

このアンケートでは、とくに、汎用旋盤の指導者と被訓練者の意識構造の相違点を示唆することを一つの主眼とした。指導者は、先とは別の4名(指導者グループ  $T_1$  とする)であり、被訓練者は汎用旋盤に10年前後の経験をもつ10名(被訓練者グループ  $S$  とする)である。そして、アンケートの実施にあたっては、指導者と被訓練者のいずれも、「回答要領」を十分理解したのち回答を始めるよう依頼した。

グループ  $T_1$  とグループ  $S$  の回答結果は、いずれも3節と同じ要領で平均値を算出した。その値の大きいものから20対を、表5に◎と○で示す。このうち◎は、その20対を平均値の大小で二つのグループに等分割したときの大きいほうを示している。

さてこの表は、起点的要素  $x_i$  から終点的要素  $x_j$  への矢印として図式的に表現し直すことが可能であるが、もし矢印の本数が多すぎると、必然的に図式としての特色が損われる。なお、いくつかの DEMATEL 法の事例からすると、矢印の総数は要素数の1~2倍強が見やすそうである。

次に、構造モデルは、紙面上に2次的に表現することが多いが、多変量解析的な手法を除いては、要素の適切な配置は定性的に行われることが多い。しかし、本研究のようにモデルの比較が目的であるときは、構成要素を何らかの座標上に配置することが望まれる。そこで、先の表5の一種の行列から、次のようにして図式モデルを作成した。

まず、ある一つの要素  $x_i$  について、これを起点とする矢印の本数を出力本数  $n_i^{org.}$  などとあらわす。したがって、 $x_i$  に連結した矢印の総数  $n_i$  は、 $n_i^{org.} + n_i^{term.}$  となる。ただし、表5で矢印の本数は◎を1本、○を0.5本と勘定することにする。

さて、構造モデルは、次の  $\xi_i$  と  $\eta_i$  をそれぞれ横軸、縦軸としてその座標上に記載する。

$$\xi_i = \frac{n_i^{org.} + n_i^{term.}}{\sum_i n_i}, \quad 0 \leq \xi_i \leq 1, \quad (1)$$

(ここでは  $\sum_i n_i = 15$  となる)

$$\eta_i = n_i^{org.} / n_i, \quad 0 \leq \eta_i \leq 1 \quad (2)$$

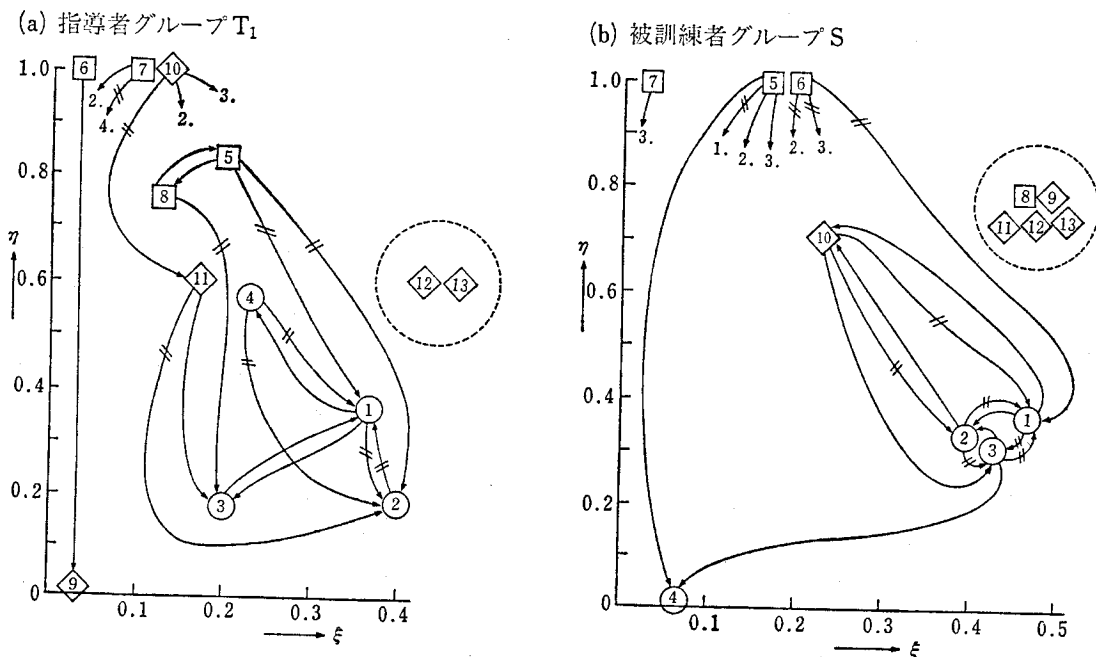


図1 意識構造

つまり、 $\xi_i$ の大きい要素は、相対的に見て想起の度合の大きい要素であり、 $\eta_i$ の大きい要素は終点的性格に比して起点的性格の強い要素である。

図1は、上記にもとづいて表5を図式化したものである。要素は同表中の要素番号で示しており、矢印上に“//”を付したものは、表5中での◎印に対応する。そして、 $n_i=0$ なる要素は、右方に破線で囲って示している。

さて、図(a)と(b)を比較すると、相違点などが次のように観測される。

(1) 要素1, 2, 3の $\xi$ の値は、概してグループT<sub>1</sub>よりグループSのほうが高い。ちなみに、グループSのその平均値を $\bar{\xi}_s$ などと表記すると、 $\bar{\xi}_s=0.43$ ,  $\bar{\xi}_{T_1}=0.32$ となる。つまり、グループSは、“切削・被削”の相対的想起の度合がグループT<sub>1</sub>より大きいことを示唆している。

(2) グループSの場合は、“切削・被削”のカテゴリの中での“4. 切くず”の $\xi$ の値が、他の三つの要素に比べて低い。そこで、改めて表4の三つのカテゴリを個々に調べてみると、いずれの概念に属するかが必ずしも明確でないものが若干見あたり、“切くず”もその一つといえる。つまり、これは見方によっては“現象・物性”に含めることもできる。裏を返せば、グループSは“バイトの研削”、“切削加工”、“仕上げ”といった作業者の直接的行為を表現する用語に想起の度合が高いということにもなる。一方、グループT<sub>1</sub>では、そのような傾向がより少ない。

(3) グループSでは、想起の弱い要素(つまり破線内の要素)が多く、このことは、グループSでは想起しやすい要素と想起しにくい要素が比較的明確に分けられることを意味する。図(b)の要素1, 2, 3の関係を見れば明らかのように、これらはいずれの対も互いに想起しやすく、強いてカテゴリー分けすれば“想起しやすい要素”となろう。

(4) グループSでは、要素5, 6, 7を $\eta$ の値がいずれも1であることから、“現象・物性”は終点的性格が弱く、「たとえば“切削行為”に何らかの不備が発生したと聴いても、“現象・物性”を思いおこすことが少ない」ことを示している。一方、グループT<sub>1</sub>についても、“現象・物性”の要素の $\eta$ が1に近いから、終点的性格が強いとはいえない。

(5) グループSでは、“現象・物性”の四つの要素5, 6, 7, 8の間に矢印が存在しなく、何らかの一カテゴリの4要素との認識が少ないことを示唆している。一方、グループT<sub>1</sub>では、要素5と8の間に矢印が存在し、ま

た要素7は“現象・物性”の属性を持ち得る“4. 切くず”に対する起点的要素となっている。

(6) グループSでは、“作業の質”の多くの要素は、起点的にも終点的にも想起が弱い(要素9, 11, 12, 13)。

(7) グループSでは、グループT<sub>1</sub>と異なり、要素1, 2と要素4との間に矢印が存在しない。しかも、(3)でものべたように要素1, 2, 3が互いに想起しやすいことから、切削行為そのものに対する関心の強さを示唆している。

(1)~(7)の特徴は、回答データの平均値で大きいものから20対を“想起あり”と見なした表5にもとづいているが、同じく40対での表からも、ほぼ同様の結論を得ている。

## 5. 考 察

### 5.1. 汎用旋盤加工の訓練コースについて

“旋盤”の特徴抽出結果から、今後関連の訓練コースを開発するにあたっては、次の点に留意することが望まれる。

まず、前節から明らかなように、被訓練者グループでは、“旋盤”の構成要素の中でどのような不備が発生しても画一的に“切削・被削”を想起する傾向がある。また、“切削・被削”の不備からは、“旋盤”の現象面や物性面を想起する度合が少ない。したがって、もし中堅技能者に切削行為と“現象・物性”の関係を自然法則的にとらえさせることに指導上の価値を求めるとすれば、図1に抽出した図式モデルなどが一つのよりどころとなる。

次に、この“現象・物性”に加えて、被訓練者グループでの“(全体的に見た)作業の質”の想起の弱さから、訓練コースでの指導者と受講者の相互討論で、たとえば発熱の原理、材質の知識、加工順序と作業能率の関係などをテーマとしてとりあげるなども示唆されよう。とくに中堅技能者の場合は、若手技能者を指導する機会も十分あり得るから、作業上の経験的な知識のみならず、原理的な知識にも興味を示すことが望まれよう。

### 5.2. 他の作業的訓練での意識調査について

本研究では、アンケートの回答データから当該の意識構造モデルを作成する手順を、旋盤加工訓練に即してのべた。他の作業的訓練に対しても、ほぼ同様の手順でモデルを作成することができるが、構成要素の選定では、次の点に留意してとりあげる作業領域ごとに十分な検討を要する。

(1) いずれの構成要素も、当該の作業領域の全体から見て重要な概念と見なされること。

(2) 構成要素が表現上過度に抽象的であったり局所的に過ぎないこと、あるいは抽象の度合がほぼ同じと見なせること。

(3) ある二つの構成要素が、意味的に完全な包含関係にないこと。

実際問題としては、関連の教科書でのタイトルやサブタイトルに用いられる用語が、これらのヒントとなる。

## 6. あとがき

本研究では、旋盤加工についての意識構造をとりあげたが、そこで提案したアンケートの構成法や意識構造の図式化の手法はそれなりに一般性をもち、ほかの作業訓練にも適用しうる。そして、“作業者の直接的行為”、“現象・物性”、“全体的に見た作業の質・環境”なるカテゴリーもある程度共通のと思われるから、作業領域によってその視点での特徴にどのような相違があるかも、一つの興味であろう。

最後に、アンケートの制作・実施にあたっては山梨技能開発センターの渡井道輔指導員をはじめ多くの方々のご協力をいただいた。ここに、感謝の意を表したい。

## 注

1) スイスのバテル研究所が世界的複合問題 (World Problematique) を分析する手法として開発したもので、DECISION MAKING TRIAL & EVALUATION LABORATORY の略。

2) 推移律が成り立つとは、たとえば要素  $x$  に対する要素  $y$  の関係を  $xRy$  で表現するものとする、次式が成り立つことをいう。

「 $xRy$  かつ  $yRz$  ならば  $xRz$ 」

3) 本研究は、雇用促進事業団職業訓練研究センターにおける業務プロジェクト“従業員類型別教育訓練”の一環として行われたものである。このプロジェクトでは、汎用旋盤加工に従事する現役の技能者に対してその技能のとらえ直しを図るという主旨の技能診断クリニックなる一つの訓練コースを開発した。当センターと山梨技能開発センターの数人のメンバーの共同研究として進められたもので、それらの間で数回関連の討論が行われた。

4) 現に指導者グループ  $T_0$  に対するアンケートでは、要素が 20 であったため発問数が  $380 (= 20 \times 19)$  となり、回答の信頼性の点からも数が多すぎることが指摘された。

## 参考文献

- BALDWIN, M.M. (1975) Portraits of complexity. *Applications of Systems Methodologies to Societal Problems*, Battelle Monograph 9  
Bvo. RAYMOND FITZ (1974) ISM as Technology for

social learning. IEEE Conf. on Decision and Control, Phoenix

FONTELA, E. and GABUS, A. (1973~1976) DEMATEL reports. Battelle Geneva Research Centre

沼野一男 (1976) 授業の設計入門. 国土社, 東京

織田守矢, 仙田克己, 下村 勉, 千村浩靖 (1983) ビデオ教材の概念構造・核場面構造および感動構造. 日本教育工学雑誌, 8(2): 51-60

労働省・雇用促進事業団 (1984) 機械 (旋盤). 雇用問題研究会 (職業訓練研究センター)

田崎栄一郎 (1979) あいまい理論による社会システムの構造化. 数理科学, 191: 54-66

寺野寿郎 (1986) システム工学入門. 共立出版, 東京  
戸田勝也, 神田茂雄 (1986) 向上訓練コース設定に関する一考察—技能診断に基づく溶接技能者の技術力の向上について—. 技能と技術, 21: 37-43

WARFIELD, J.N. (1973) Binary matrices in system modeling. *IEEE Trans.*, SMC-3(5): 441-449

WARFIELD, J.N. (1974) Toward interpretation of complex structural models. *IEEE Trans.*, SMC-4(5): 405-415

山下 元, 祝原進一 (1981) コンピュータによる数学教材の構造解析. 日本数学教育学会誌, 63(11): 275-278

## Summary

Vocational training deals primarily with such manual work as machining, information processing, etc. In this modern age of technology, one of the important problems related to work of this nature is the development of attitudes which are conducive to promoting continued, advanced training, i.e., training aimed at skill reinforcement and/or prevention of becoming outdated. However, because students in continued training programs are not only adults but are also currently actively employed, the attitudes of these students towards their work are very important to the methods used in conducting such programs. This study was an attempt to develop methods for discovering and fully emphasizing with the day-to-day attitudes of students in continued training programs.

Students studying lathe machining were asked to complete questionnaires which were analyzed using the DEMATEL method, the objective being to develop methods for discovering student attitudes toward manual work, to make a model more suitable for students studying in this field, and to determine differences between teachers' and trainees, points of view.

Key Words: VOCATIONAL TRAINING, ATTITUDES, MACHINING, DEMATEL METHOD

(Received May 6, 1988)

## ファジィ積分による教育システムの評価とその応用

## 意識調査データの一処理法†

北垣郁雄\*

雇用促進事業団職業訓練大学校\*

一教育システムの施行に際して、学習者に関連の意識調査を行い、その有効性などを評価することがあるが、ここでは、ファジィ積分に基づいた一つの評価モデルを提案する。これは、おもに次の二つの特徴をもつ。①ファジィ積分では、アンケート項目群の重要度を示すいわゆる重要度関数を定めておくことが必要である。一般にアンケートでは、内容的に類似する項目対が存在すればそうでない項目対も存在するが、本資料では、このような特徴を活かした重要度関数を開発している。②ファジィ積分とは、ある一つの評価概念に対する評価値の一算法である。しかし、教育システムでは“有効性”とか“教育的な良さ”の評価概念に、表現上漠然とした感がある。そこで、その具体化を図るために通常の変量解析を用いることとし、ファジィ積分と組み合わせて一つのデータ解析手順を構成している。そして、この評価モデルをCAIに関する意識調査に適用した結果をのべる。

キーワード：教育評価，意識調査，データ解析，ファジィ積分，ファジィ測度，ファジィ理論

## 1. ま え が き

本資料では、ファジィ積分による教育システムの評価法の開発を行う。ある教育システムを授業に導入する際あるいは授業で実施した際、学習者がこの使用に対してどの程度積極的であるかを調査することは、教育システムを適正に開発・施行するにあたって必要である。しかし教育では、システムの有効性や学習者によるその選好の度合を定量的にあるいは具体的に定義することが比較的困難であることから、そのような評価概念にかかわると思われる多数のアンケート項目を用意し、その回答データを多変量解析するなどして集約的に処理するという手順を踏むことが少なくない。本資料では、“教育システムの評価法”を、やはり意識調査のデータ解析手順としてとらえるものであるが、そこではファジィ積分の手法を導入する。

もともとファジィ積分(菅野 1972)とは、“あいまい

さ”を“人間”の一つの本質と見なして数学的なモデル化を図り、マン・マシンシステムやプロセス制御に応用しようとするいわゆるファジィ理論(ZADEH 1965)の一分野で、一評価概念に対する評価値を求めるための算法である。大ざっぱにいえば、あらかじめ、一評価概念にかかわるアンケート項目の個々に対して主観的重要度を与えておき、また項目群の重要度を個々の主観的重要度から定める手続きを重要度関数として設定しておく。そののち、所与の回答データとこの重要度関数から、当該の評価概念に対する評価値を求めるという手順を踏む。

なお、アンケートの重要度関数は、次節で定義するファジィ測度となるべきものである。そして、ファジィ測度とファジィ積分は、これらを組み合わせることによって、はじめて評価という一実利的機能を発揮するものである(菅野 1983)。

さて、本資料では、ファジィ積分を用いた教育システムの評価法を論じているが、おもな着眼点は次のとおりである。

既述のように、ファジィ積分は工学的応用面から見れば評価値の一算法であり、それ自体は評価概念そのものの探索に資するものではない。しかし、評価対象が教育システムである場合は、評価概念としての“教育的な良さ”の表現にかなり漠然とした感があり、したがって関

1987年11月29日受理

† Ikuo KITAGAKI\*: Using Fuzzy-Integrals in Educational System Evaluation—Processing the Results of an Opinion Survey

\* Employment Promotion Corporation, 1960 Aihara, Sagamihara, 229 Japan



連の具体的な発問項目を列挙し所定の手続きを経て何らかの評価値を得たとしても、その解釈が困難になることが予想される。そこで、本評価法では、とりあえず何らかの多変量解析を用いてより具体的な評価概念をいくつかとり出し、そののち別個にファジィ積分を行うようにしている。

次に、アンケート項目の重要度関数に関することであるが、評価値は、その関数に対してどのような測度モデルをあてはめるかによって変化する。そして、これまでに  $\rho$ -ファジィ測度 (菅野 1983) やコンピュータシミュレーションによる重要度関数の設定方法 (ISHII *et al.* 1985) が開発されているが、本資料では新たに  $\rho$ -ファジィ測度を提案する (北垣 1987)。すなわち、これは、一般にアンケート項目群には内容的に類似する項目対が存在すればそうでない項目対も存在する、という特徴に着眼したモデルである。

その他、ファジィ積分による評価は、その演算方法から、人間の日常的な評価行為や意思決定法と相通じるところが大きいように思われる。一般に、数理モデルは“現実”との対応において合理的であることが望まれる (池田 1985) が、その意味から、ファジィ積分での演算と人間の“演算”との類似性は興味深い。

以下、2章ではファジィ積分にかかわる数学的準備事項や  $\rho$ -ファジィ測度などをのべる。つづいて3章では、 $\rho$ -ファジィ測度を取り入れた意識調査のデータ解析手順をのべる。そして4章では、その応用例として、CAIの導入に関する調査・解析結果を示す。

## 2. ファジィ積分と $\rho$ -ファジィ測度

### 2.1. ファジィ測度とファジィ積分

集合  $X$  で、その部分集合の全体を  $X$  としたとき、 $X$  から  $[0, 1]$  への集合関数  $g$  が次の性質をもつとき、 $g$  はファジィ測度とよばれる。

$$g: X \rightarrow [0, 1]$$

1)  $g(\phi) = 0, g(X) = 1$  (有界性)

2)  $A, B \in X, A \subset B$  ならば  $g(A) \leq g(B)$  (単調性)

3)  $A_n \in X$  で集合列  $\{A_n\}$  が単調ならば  $\lim_{n \rightarrow \infty} g(A_n) = g(\lim_{n \rightarrow \infty} A_n)$  (連続性)

そのほか、何らかのファジィ測度を構成する場合は、 $g(A)$  ( $A \in X$ ) の値が  $A$  の構成要素の順序に依存しないことが必要である (一義性)。

次に、2) に関連し、加法性に関して次の三つの場合がある。つまり、 $A \cap B = \phi$  として、

$$g(A \cup B) \geq g(A) + g(B) \quad (\text{優加法的})$$

$$g(A \cup B) \leq g(A) + g(B) \quad (\text{劣加法的})$$

$$g(A \cup B) = g(A) + g(B) \quad (\text{加法的})$$

さて、 $h$  を  $X \rightarrow [0, 1]$  なる関数  $h(x)$  ( $x \in X$ ) とすると、 $h$  の  $g$  によるファジィ積分は、次式で定義される。

$$\int_X h(x) \circ g(\cdot) \equiv \sup_{A \in \mathcal{X}} [\inf_{x \in A} h(x) \wedge g(A)] \quad (1)$$

ここに、 $\wedge$  は  $\min$  演算をあらわす。もし、 $X$  が有限集合  $\{x_1, \dots, x_n\}$  で

$$h(x_1) \geq \dots \geq h(x_n), X_i = \{x_1, \dots, x_i\} \quad (1 \leq i \leq n) \quad (2)$$

とすると、 $h$  のファジィ積分は次式で定義される。

$$\int_X h(x) \circ g(\cdot) \equiv \bigvee_{i=1}^n [h(x_i) \wedge g(X_i)] \quad (3)$$

ここで、 $\bigvee$  は  $\max$  演算をあらわす。そして、所与の  $h$  の  $g$  によるファジィ積分の値は、図1の例に示す要領で求められる。意識調査の場合、 $h$  は序列尺度を用いたアンケートの基準化回答値、 $g$  はアンケート項目群の重要度関数に相当する。ただし、ファジィ積分を行うに先立って、項目は、基準化回答値が(2)の左式を満たすように並べかえを行っておくものとする。また  $g$  は、後述のように単調非減少関数である。

### 2.2. ファジィ積分と“日常的な評価基準”について

さて、ファジィ積分はその演算方法に関する二つの特色から、人間の日常的な評価行為と類似するところが多くないように思われる。

一つは、 $\max$  演算と  $\min$  演算を基本としていることである。とりあえず、 $\max$  演算にかかわる日常的な例をあげてみよう。いま、ある学習者Aが数学にきわめて高成績であったとし、その他の科目がすべて“平均的成績”であったとしよう。すると周囲の人は、この学習者に対

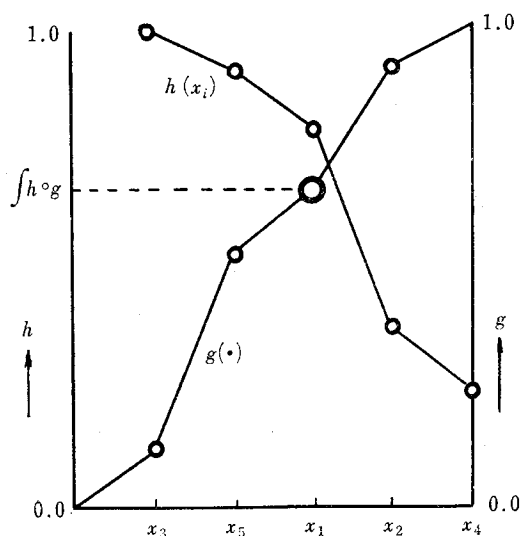


図1 ファジィ積分の例

しては、最も成績の高い数学をその評価概念とし、云々することが多いと思われる。つまり、この例は、一人の人間に対する評価の“演算”が全科目に対しての“平均化演算”よりも“max 演算”に近いことを示唆している。さらに、学習者Bが学習者Aと同じ成績の状態であるとすると、Bはやはり類似の立場に置かれる。そして、AとBの2人が、いずれにとっても最も成績の高い数学において比較されることは、十分ありうることと思われる。min 演算についても、ほぼ同様である。

いま一つの特色は、max・min 演算である。これによると評価値は、先の図1から、大ざっぱにいて単調非増加関数  $h$  と単調非減少関数  $g$  の交点付近に定まる。一方、日常的話題として、大学入試をとりあげ、ある生徒が受験に興味をもつ大学群を選定するという例を考えよう。ただし、その選定では、入学の容易さ  $h'$  と授業料などの経済的負担感の少なさ  $g'$  の二つだけを要因としてとりあげるものとする。ここに、 $h', g' (0 \leq h' \leq 1, 0 \leq g' \leq 1)$  の値は、いずれも生徒が主観的に定めるものとする。このとき、大学を  $h'$  の大きい順に左から右へ並べれば、 $h'$  は当然  $h$  のように右下りの形状になるが、これに対して  $g'$  が  $g$  のように右上りになったとする。このような状況に対して、その生徒が大学の選定を直観的に行うものとする、おそらくは、この図上で最右端や最左端あたりに記された大学ではなく、交点付近の大学に最も興味を抱くことが想像されるわけである。

以上、比喩的で厳密さを欠く考察からではあるが、ファジィ積分の演算は、多分にわれわれ人間の日常的な評価あるいは意思決定にかかわる“演算”を想起させるものがあると思われる。

### 2.3. $\rho$ -ファジィ測度の開発

(3)式内の  $g(X_i)$  に関し、個々のアンケート項目にその重要度を主観的に定めることができるにしても、そのちに複数個の項目の群に主観的重要度を定めることはむずかしい。したがって、項目群の重要度については、数理モデルを用いるなど何らかの手段を講ずる必要がある。これまでのところ、 $\lambda$ -ファジィ測度(菅野 1983)とコンピュータシミュレーションによるその設定方法が検討されている。

コンピュータシミュレーションは、事前に回答者に個々の項目への回答のほか便宜的に当該の評価概念に対する総合評価値も記入させ、この情報を用いて重要度関数を定める (ISHII *et al.* 1985) もので、具体的応用例としては、鬼沢(1987)による“核エネルギー”の意識調査があげられる。そこでは、個々の項目のほか“核エネルギー使用”の賛否の度合を総合評価値として回答させ

ており、一種のデータ依存型の解析モデルである。一方、 $\lambda$ -ファジィ測度では、各項目の重要度とパラメータ  $\lambda$  を定めれば、すべての項目群の重要度を算出することができる<sup>21</sup>。ここに、 $\lambda (> -1)$  は、結果的には項目間の連関の状態を表すパラメータといえるが、どの項目間にかかわらず特定の値に固定しなければならないという難点がある。またほかに、ファジィ測度モデルとして PLAUSIBILITY 測度、BELIEF 測度 (SHAFFER 1976, DUBOIS *et al.* 1980) なども提案されており、これらの数理モデルを重要度関数として利用することも可能ではあるが、あらかじめ基本確率なる量を定めておく必要があり、その設定方法がいま一つ難題である。

このように、各設定方法にはそれぞれの特徴があるが、本資料では、次のような考察から、項目間の連関の情報を加味した新しいファジィ測度モデルを開発する。

いま、ある意識調査を行うため、それにかかわるアンケート項目  $x_i (i=1 \sim n)$  を列挙したとする。そして、項目  $x_i$  の主観的重要度を  $g(\{x_i\})$  またはたんに  $g^i (0 \leq g^i \leq 1)$  と表記する。

ところで、 $\{x_i\}$  に対する  $\{x_1, x_2\}$  の主観的重要度を比較したとすると、一般に次式が成り立つ。

$$g(\{x_1\}) \leq g(\{x_1, x_2\}) \quad (4)$$

このとき、 $\{x_1\}$  に対して  $\{x_2\}$  をつけ加えることによって、その重要度がどの程度増加するかを定性的に考察すると、これらの項目が内容的にどの程度類似するかに依存する。すなわち、項目  $x_2$  が  $x_1$  とほぼ同じ内容で若干の文章表現のちがいであれば (lie score のような特殊な用途を除けば)、その“増加分”はゼロに近いが、ことなつた角度からの発問であれば、“増加分”もそれなりに大きい。

このように、重要度関数には、項目間の連関の情報をパラメータ変数として含めることが望まれる。 $\rho$ -ファジィ測度  $g_\rho$  は、そのような重要度関数の一つとして提案するものであり、項目  $x_i$  と  $x_j$  の相関係数を  $\rho_{i,j}$  として、 $g_\rho(g^i, g^j, \rho_{i,j})$  と変数表記される ( $i \neq j$ )。すなわち、(2)の右式の  $X_i$  に対する重要度関数は、

$$g_\rho(X_i) = \frac{1}{K} \left[ \sum_{k=1}^i \left\{ g^k \wedge \bigwedge_{\substack{j=1; \\ j \neq k, g^k \leq g^j}} (1 - |\rho_{k,j}|) \right\} \vee \left\{ \bigvee_{j=1}^i g_\rho(X_{ij}) \right\} \right] \quad (5)$$

と定義する<sup>22</sup>。ただし、 $g_\rho(\phi) = 0$  としておく。

(5)式で、 $K$  は 2.1 節の 1) 有界性のうち、 $g(X) = 1$  を満たすための定数である。また  $X_{i\bar{j}}$  は、

$$X_{i\bar{j}} = X_i - \{x_j\}, 1 \leq j \leq i \quad (6)$$

であり、項目集合  $X_i$  から項目  $x_j$  を取り除いた集合をあらわす。したがって、 $X_{i\bar{j}}$  の要素数は  $i-1$  である。

さて、(5)式で[ ]内の第1項は、項目集合  $X_i$  の重要度を、基本的には各項目の重要度の総和として求めるものの、項目  $x_k$  の寄与分を残りの項目  $x_j (1 \leq j \leq i, j \neq k)$  のなかで最も内容的に類似する項目との比較において定めるという事柄を反映させたモデルである。ただし、 $g^j$  の値が相対的に小さいような項目と比較することは、実質的に意味が少ないと思われるので、 $\wedge$  の演算では  $g^k \leq g^j$  なる条件を付加している。また、 $g^k \leq g^j$  なる  $j$  が存在しないとき、あるいは  $i=1$  のとき、 $\wedge$  の演算の値は 1 とする。

次に第2項は、 $X_i \bar{p} (j=1, \dots, i)$  の重要度の最大値を示し、結果的には  $X_i$  におけるすべての部分集合に対する重要度の最大値を表す。つまり、第2項を付加することによって、 $g_p$  に単調性を持たせることができる<sup>3)</sup>。

次に、 $g_p$  の若干の性質をまとめておく (北垣 1988)。

i)  $g_p$  は単調である。つまり、

$$g_p(X_i) \leq g_p(X_{i+1}) \quad (7)$$

ii)  $g_p$  はおおむね劣加法的である (詳細略)。すなわち、 $A, B \subset X, A \cap B = \phi$  として、

$$g_p(A \cup B) \leq g_p(A) + g_p(B) \quad (8)$$

iii) ii) より  $A (\subset X)$  の補集合を  $\bar{A}$  として、

$$g_p(A) + g_p(\bar{A}) \geq 1 \quad (9)$$

となり、可能性測度 (ZADEH 1978) や PLAUSIBILITY 測度 (SHAFER 1976) と同じ性質を有する。

iv) そのほか、 $g_p$  では、前述のシミュレーション方式で項目群の重要度の設定に必要なとする総合評価値を回答者に書かせる必要がない。

例として、図2(a)に示した四つの項目に対する  $g_p$  の計算結果を図(b)に示す。これより、 $g_p$  の単調性さらに

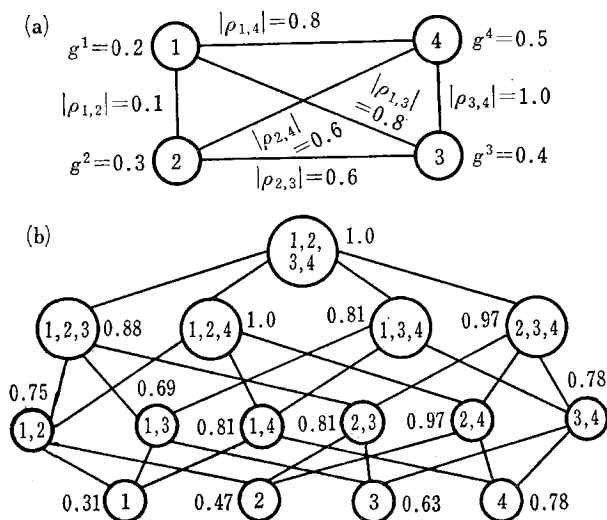


図2  $g_p$  の計算例

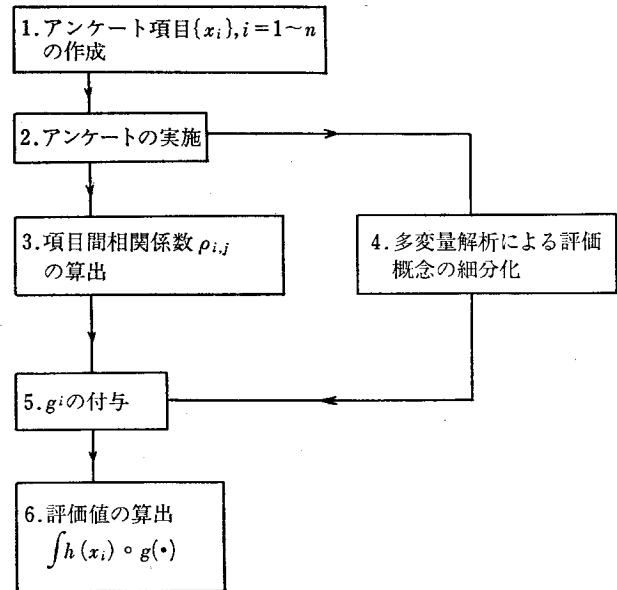


図3 意識調査回答のデータ解析モデル

は劣加法性が読みとれよう。

### 3. 教育システムの意識調査とデータ解析

ファジィ積分の枠組の下での意識調査とデータ解析の方法を以下に示す。ここでは、調査の対象を一教育システムとし、その導入や施行に対する学習者の反応がどの程度積極的かあるいは消極的かを (直接的な発問形式でなく) 関連の多数の具体的な項目を用いて評価するものとする。なお、基準変量ともいふべき「積極的-消極的」、「賛成-反対」などの意思をこのように間接的に問うことは、評価概念がある程度漠然としている場合の一般的な調査方法と思われる (池田 1985)。さて、一連の手順を図3に示す。

1. アンケートの作成: 当該の評価概念の調査に寄与すると思われる具体的な項目を多数列举する。すでに前節で、ファジィ測度  $g$  が全体集合  $X$  に対して  $g(X)=1$  でなければならないことをのべたが、これはいまの場合、所望の評価に必要な項目が抜け落ちていない、という定性的な必要条件を意味する。したがって、列举した項目は、全体として当然の教育システムを (一面的でなく) 多面的にとらえるものでなければならない。また、各項目は序列尺度による回答を基本とする。

2. アンケートの実施: 項目間相関係数を算出する都合上、回答者数は少なくないことが望まれる。

3.  $\rho_{i,j}$  の算出: 項目間相関係数  $\rho_{i,j}$  を求める。これは、 $g(\cdot)$  の算出とアンケート項目の妥当性の検討という二つの用途がある。このうち、後者については、 $|\rho_{i,j}|$  が 1 に近い項目対が存在する場合にこれらが無意味に重

復する発問内容ではないかを調べたり、ある項目  $x_i$  が他のどの項目  $x_j(j \neq i)$  に対しても  $\rho_{i,j}$  が 0 に近い値をとる場合に項目  $x_i$  が当該の意識調査に無関係な発問内容ではないかなどを調べることが目的とする。つまり、列挙したアンケート項目を内容面から再検討するにあたって、 $\rho_{i,j}$  を一つの手がかりとして利用するわけである。

なお、先の  $\rho$ -ファジィ測度の構成法から明らかのように、アンケート項目の中に仮に内容的に重複する項目対が存在しても、この測度モデルでは、一応これに対処することができる。しかし、冗長な項目の存在は、次の 4. での評価概念の意味づけを困難にするなど、決して好ましいこととは思われない。

4. 評価概念の細分化：所望の評価概念がかなり漠然とした表現である場合は、多変量解析を用いて主成分をとり出し、各成分により具体的な評価概念を意味づけする。同時に各評価概念に寄与する項目群を抽出する。なお、多変量解析によってとり出す成分の総数は、固有値の減衰状況などを見て定めることが多い(中谷 1978)。

この 4. の過程は、当初の評価概念がかなり具体的な表現で、評価値の解釈が容易である場合や、評価に寄与する具体的な項目が通念的に既知である場合は、省略することになる。

5.  $g^i$  の付与：4. でいくつかの評価概念と対応する項目群が得られるが、次に各概念について、個々の項目に重要度を割りあてる。このとき、アンケート作成者が主観的に定める方法と何らかのモデルを用いる方法が考えられる。一つの項目が複数個の評価概念に寄与することもあるから、その場合には重要度も個々の評価概念に対して別個に与えることとなる。

6. 評価値の算出：各回答者について、基準化回答値  $h(x_i)(0 \leq h(x_i) \leq 1)$  が(2)の左式となるように項目を並べかえる。そのうち、 $\rho$ -ファジィ測度によって  $g(\cdot)$  を求めて、(3)式より評価値を計算する。

#### 4. CAI 調査への応用

大学生に対し、CAI という一教育形態の導入についてどのようなイメージを抱くかを調査した(北垣 1987)。

1. アンケートの作成：次の三つの視点を設け、また各視点ごとに“CAI の導入”に積極的と思われる項目と消極的と思われる項目(それぞれ正の項目、負の項目とする)を列挙した。

- a. 学習者自身の行動(10項目)
- b. (学習から見た)教官の行動(6項目)
- c. 教室環境, カリキュラム, 大学内外の状況など

(10項目)

アンケートの回答要領と上記の視点にもとづいて作成した項目内容を表 1 に示す。すべて 7 段階評価(1~7)であり、1 が「可能性がほとんどないと思う」、7 が「同じく非常に高いと思う」となっている。

2. アンケートの実施：私立大学生(社会科学系 59 名)に対して CAI の形態の説明を行ったのち、アンケート回答を依頼した。CAI の未経験者であったので、その説明では、多数の学習者がおのおのコンピュータと相対して学習してゆくような授業風景を図に描写して提示するほか、中学数学(図形の面積)の例でコンピュータ画面がどのように進行してゆくかを示した。そのイメージのもとに、回答を依頼した。

3.  $\rho_{i,j}$  の算出：項目間相関係数の符号は、予想どおり、正の項目同士、負の項目同士ではいずれも  $\rho_{i,j} > 0$ 、また正の項目と負の項目の間では  $\rho_{i,j} < 0$  なる傾向があった。

さて、表 1 の 26 項目について、相関係数の値を手がかりとして項目の妥当性の再検討を行った。同表のなかでかっこ書きした項目は、その結果、ファジィ積分の計算の対象から除外することになったものである。たとえば項目 23 は、項目 26 と内容的にかなり重複するとの理由で除外し、また項目 13 は発問内容の漠然性からこれを除外している。そのほか、項目 21 は所望の評価概念つまり“CAI の導入”に関連が少ないとの理由で除外している。ちなみに、項目 23 と 26 の相関係数  $\rho_{23,26}$  は 0.63、また項目 13 と他の項目との相関係数の絶対値の平均  $|\overline{\rho_{13,\cdot}}|$  は 0.14、そして  $|\overline{\rho_{13,\cdot}}|$  の最大値は 0.28 であった。また、すべての相関係数の絶対値の平均  $|\overline{\rho_{\cdot,\cdot}}|$  は 0.18 であった。

4. 評価概念の細分化と 5.  $g^i$  の付与：ここでは、主成分分析を用いてデータ解析を行い、固有値などから二つの主成分  $z_1, z_2$  を有意味と判断した。いま、これらの主成分に対応する固有ベクトルを  $l_1, l_2$  とし、 $l_1$  の固有ベクトル成分を  $l_1^i$  などとあらわすものとする。

まず、主成分  $z_1$  にかかわる項目の重要度は、 $g^i = |l_1^i|$  とした。ただし、 $z_1$  の評価概念の意味づけを容易にするため、ある閾値  $\epsilon_1$  を設定して  $|l_1^i| < \epsilon_1$  となるものについては  $g^i = 0$  とし、その項目は考慮しないことにした。ここでは、 $\epsilon_1 = 0.15$  とした。 $z_1$  に対する  $g^i$  の値は、表 1 (b) の最左欄に示したとおりである。表中、“—”で示した部分は、先の操作で  $g^i = 0$  となった項目である。さらに、 $z_1$  の評価概念は、対応する 6 項目の内容から、“(学習環境や気分の)変化”と意味づけされる。なお、 $l_1^i (i=7, 9, 17, 19, 22, 26)$  はすべて同符号であった。

表 1 アンケート内容と項目の重要度など

〔回答要領〕

要領 1: アンケート a~c は、「コンピュータ利用学習」について、あなたご自身がおよそどのようなイメージを持つかをおたずねするものです。「想像」または「感じ」でかまいませんから、各項目について、その可能性の高さを主観的に考えて下さい。

アンケート a

「コンピュータ利用による学習方式」があなたの大学で実施され、あなたご自身がある程度の期間、この方式で授業を受けた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われるかをおたずねします。

次の各項目について、それが「起こり得るかどうか」を「想像」し、1~7のいずれか一つに○をつけて下さい。

アンケート b

.....このとき、この授業を直接担当する教官についておたずねします。

アンケート c

.....このとき、その学習環境、教室環境、カリキュラム、さらに大学内外などについて、あなたご自身がどのように「感じる」かをおたずねします。

評価概念  $z_1$ : (学習環境や気分の変化),  $z_{2+}$ : やる気,  $z_{2-}$ : 集中力の欠如.

項目の正負 +: 正, -: 負.

視 点	番 号	項目の 正 負	(a) 項 目 内 容	(b) 重 要 度 $g^i$			(c) 回 答 例 (7 段階評価)
				$z_1$	$z_{2+}$	$z_{2-}$	
a 学習者自身の行動	1	-	この学習方式にだんだん飽きてくる。	-	-	0.22	3
	2	-	体力的に疲労を感じる。	-	-	-	-
	3	-	この学習方式による授業に欠席することが多くなる。	-	-	-	-
	4	-	この学習方式の実施中、他の学生と授業と関係のない雑談が多くなる。	-	-	0.29	4
	5	-	コンピュータにいたずらや落書をする。	-	-	0.31	5
	6	+	自主的に、この方式で予習・復習する。	-	0.29	-	6
	7	+	他の学生と、この学習方式そのものについての議論が多くなる。	0.21	0.15	-	6
	8	+	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。	-	0.29	-	6
	9	+	一つのおもしろい体験をしたと感ずる。	0.22	0.15	-	7
	10	+	自分のペースで勉強ができることに満足する。	-	0.27	-	5
b (学習者から見た) 教官の行動	11	-	その教官にとって、授業の進め方が煩雑になる。	-	-	-	-
	12	-	その授業で、教官のしゃべる機会が減る。	-	-	0.22	5
	13	-	(学生からの苦情に手を焼く.)	-	-	-	-
	14	+	授業中、教官が学生個人と1対1で質疑応答をすることが多くなる。	-	-	-	-
	15	+	授業中、教官自身が「コンピュータ利用の学習方式」について余談するようになる。	-	-	-	-
	16	+	その教官が、この学習方式の効果的な活用方法について研究するようになる。	-	0.17	-	5
c	17	-	この学習方式では、コンピュータが邪魔して、講義室内の教官の姿や周囲が見にくく、不便を感じる。	0.20	-	0.23	3
	18	-	(コンピュータが講義室を占有するために(特に出入りの際などに)身動きがとりにくく感じる。)	0.25	-	-	3

c 教室環境, カリキュラム, 大学内外の状況など	19	-	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.	0.30	-	0.35	2
	20	-	この学習方式であると, その関連のいろいろな雑用がふえて, 自分の時間(たとえば講義と講義の間の休み時間)が減ってしまう.	-	-	-	-
	21	-	(大学は, コンピュータ関係の施設・設備のための予算獲得に四苦八苦しる.)	0.40	-	-	7
	22	+	ふつうの講義を受けたあと, このコンピュータの設置してある講義室に入ると気分がかわる.	0.32	-	-	6
	23	+	(近代的な講義室だと感じる.)	0.37	0.16	-	6
	24	+	この学習方式では, 正規のその授業時間のあいだ, ずっとその講義室にいる必要がなくなる(つまり, 比較的自由に席を離れることができるようになる).	-	-	-	-
	25	+	この学習方式は, 学生の自主性を活かしたカリキュラムを編成するための一つの動機となる.	-	-	-	-
	26	+	学外から, 近代的な大学だと評価される.	0.28	-	-	6

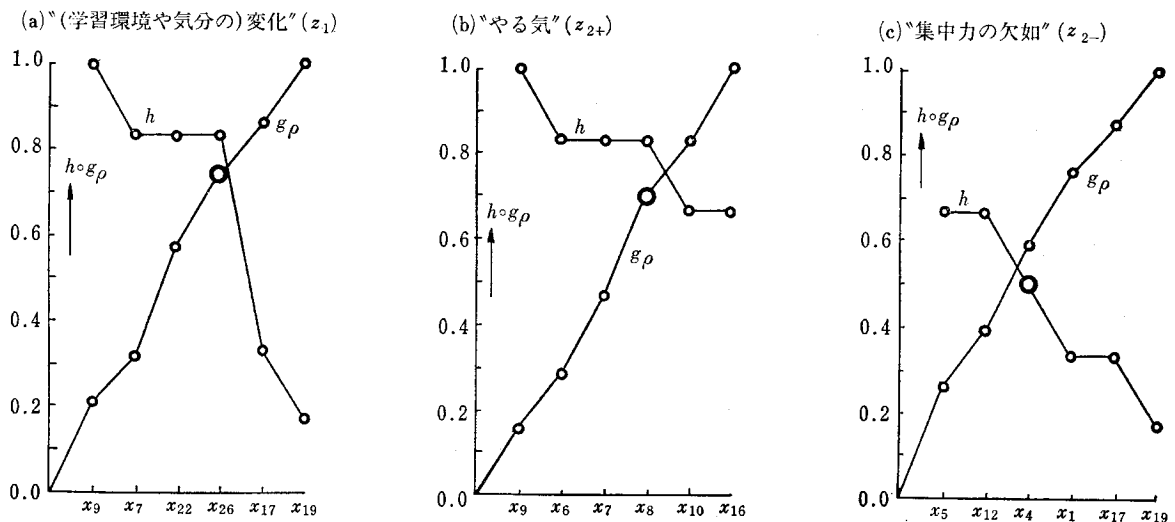


図4 アンケート回答データのファジィ積分による評価値  
回答データ: 表1(c)に記載, 評価値: 太い丸印で記載

主成分  $z_2$  についてもほぼ同様で, 対応する項目数は12であった. ただし,  $g^i > 0$  となる固有ベクトル成分を符号別にカテゴリー分けしたら, 同数となった. そこで, それにしたがって12項目を  $z_{2+}$  と  $z_{2-}$  の二つに分け, それぞれの評価概念を設定した<sup>4)</sup>.  $z_{2+}$  と  $z_{2-}$  に寄与する項目はやはり表1(b)に示されており,  $z_{2+}$  は“やる気”,  $z_{2-}$  は“集中力の欠如”と意味づけされる. これらと先の  $z_1$  は, CAI の教育形態にかかわる評価概念といえよう<sup>5)</sup>.

6. 評価値の算出: 表1(c)に示した回答例に対するファジィ積分の様子を図4(a)~(c)に示す. 図中, 太い丸印で示したものが各概念に対する評価値である.  $z_1$  の評価値を  $\alpha$ ,  $z_{2+}$  の評価値を  $\beta_+$  などと表すと,  $\alpha=0.74$ ,

$\beta_+=0.70$ ,  $\beta_-=0.50$  と求められる. このうち, (a)の縦軸に関してであるが, 0が「学習環境や気分の変化がまったくない」で, 1が「同じくきわめて大きな変化がある」と解釈されよう.

そのほか, この CAI 調査では, すべての回答者についてこれらの評価値を求めてみた. その結果, 各評価値の平均は,  $\bar{\alpha}=0.51$ ,  $\bar{\beta}_+=0.52$ ,  $\bar{\beta}_-=0.46$  と求められた. また, データ分布の様子を一部図5に示す. これから,  $\alpha$  と  $\beta_+$  に正の相関があることなどがわかる. なお,  $\alpha$  と  $\beta_+$  との相関係数を  $\rho(\alpha, \beta_+)$  などと表記すると,  $\rho(\alpha, \beta_+)=0.34$ ,  $\rho(\alpha, \beta_-)=0.27$ ,  $\rho(\beta_+, \beta_-)=-0.32$  であった.

上記で求められた評価値の平均の結果を強いて言語表

X シック = "ヘンカ"  
Y シック = "ヤルキ"

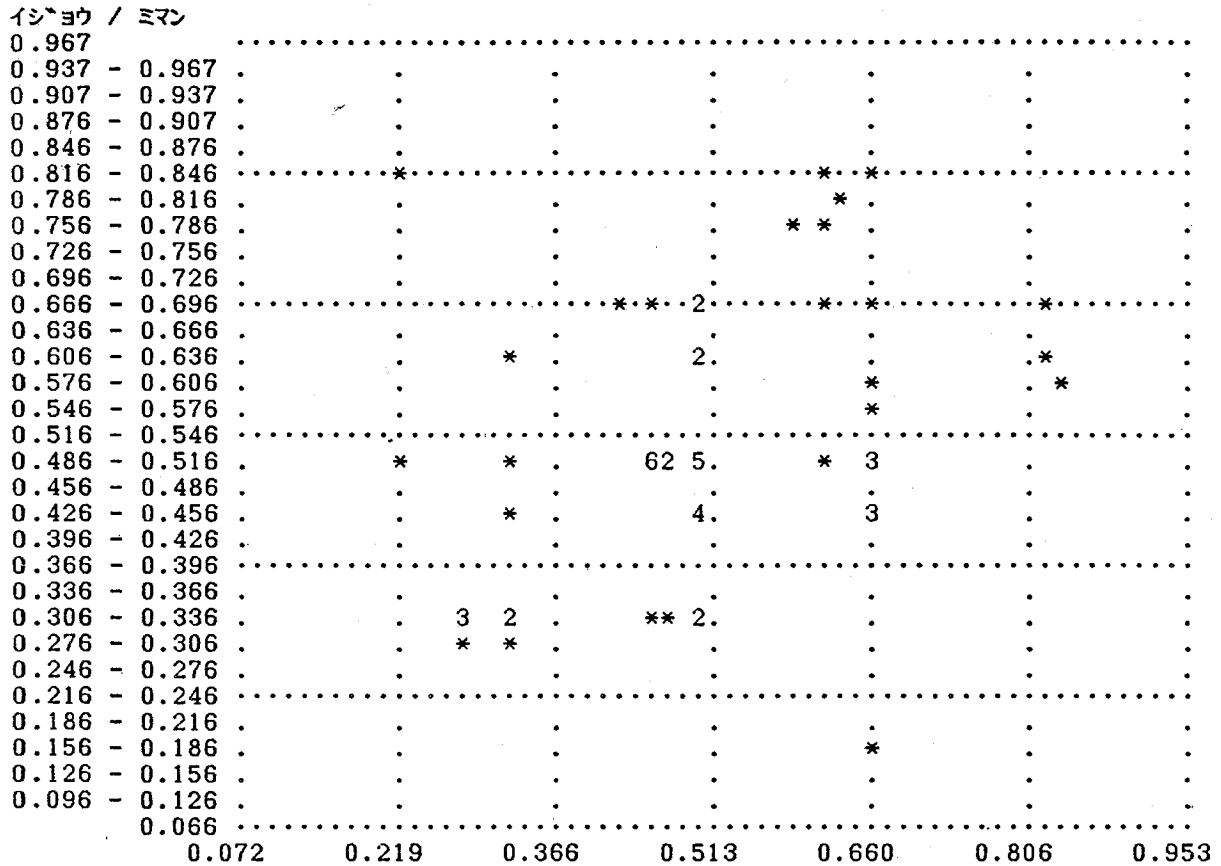


図5 相 関 散 布 図  
横軸：(学習環境や気分の) 変化  $\alpha$ ，縦軸：やる気  $\beta_+$   
データは\*または1桁の数字で示す。数字データはその個数だけデータが重なったことを示す。

現するならば、学生の平均的な反応は、CAI の教育形態に関する先の三つの評価概念を半分程度保持しているとか、半分程度のその保持の可能性がある、となろう。

### 5. 考 察

既述のファジィ測度モデルについて、2～3の考察を試みたい。

1) 評価概念のもつファジネスを考慮して一つの意識調査の方法を開発したわけであるが、回答値のもつファジネスも重要である。実際、教育システムの有効性やイメージに関する項目を序列尺度として問うても、明確な根拠の下に回答値を選択することは少なく、データ解析者も必ずしもそれを期待しない。また、発問そのものがかなり具体的なものであっても、表1の調査のように、将来的な可能性を問うものであれば、回答値にはやはり

それなりのファジネスが存在する。これをファジィ数と見なしたときの評価値の算出法は、今後の理論的課題といえよう。

2)  $\rho$ -ファジィ測度は、評価概念の性質のもつファジネスを、項目間の連関にかかわる合理性を含めてとらえようとした一つの数理モデルであるが、さらに項目の主観的重要度のファジネスもこれに含めることが望まれる。つまり、教師（あるいはアンケート作成者）が一教育システムのいくつかの評価項目に対して定める主観的重要度も、先の回答値と同様、厳密な数値ではありえない。その意味からも、これをファジィ数としてとり扱うほうが合理的なモデルといえよう<sup>6)</sup>。

3) アンケートの作成において、項目の選定は重要である。ファジィ論的立場からある数学的指標を用いて不要な項目を抹消するという方法（鬼沢 1987）もあるが、

本資料のように項目間相関係数を用いてこれを行うときは、その情報はやはり“手がかり”の域を出ない。たとえば、ある項目  $x_k$  と他の項目との相関係数がすべて0に近いとしたとき、 $x_k$  の内容が他とは異なった角度からの発問内容という場合もあれば、当該の評価に無関係な場合もありうる。つまり、究極には、“内容的な検討”が最も重要であろう。

## 6. あとがき

ファジィ積分を用いた教育システムの評価法を提案した。そこでは、アンケートにおいては項目間に内容的な関連のあることが多く、また項目対によってその度合が変化することに着眼して、 $\rho$ -ファジィ測度モデルを開発した。また、評価概念の具体性を高めるための手段として、多変量解析を組み入れた一連のデータ解析手順を示した。

最後に、アンケート調査に多大なご協力をいただいた立教大学の池田央教授に感謝する。

### 注

- 1)  $\lambda$ -ファジィ測度  $g_\lambda$  は次式で定義される。

$$g_\lambda(X_i) = \frac{1}{\lambda} \{ \prod_i (1 + \lambda g^i) - 1 \}$$

$\lambda > -1, g^i$ : 項目  $x_i$  の主観的重要度 (9)

とくに  $X_i = \{x_1, x_2\}$  の場合は、次のようになる。

$$g_\lambda(\{x_1, x_2\}) = g^1 + g^2 + \lambda g^1 g^2 \quad (10)$$

- 2) より一般化した  $\rho$ -ファジィ測度モデルは、(12)式を満たす非類似度関数  $R$  を用いて次式で示される。

$$g_\rho(X_i) = \frac{1}{K} \left[ \left\{ \sum_{k=1}^i g^k \times R(\rho_{k,j} | (1 \leq j \leq i, j \neq k)) \right\} \right. \\ \left. \vee \left\{ \bigvee_{j=1}^i g_\rho(X_j) \right\} \right] \quad (11)$$

ここに、 $\forall k, \forall j$  に対して

$$\frac{\partial R}{\partial |\rho_{k,j}|} \leq 0, 0 \leq R \leq 1, k \neq j \quad (12)$$

- 3) (5)式の [ ] 内で、もし第2項を取り去ったとすると、たとえば  $\{x_1, x_2\}$  なる集合で、 $g^1 = g^2 \neq 0, |\rho_{1,2}| = 1$  とすると、 $g(\{x_1, x_2\}) = 0$  となり、(4)式が成り立たなくなってしまう。

- 4)  $x_{2+}$  と  $x_{2-}$  は、もともと一つの成分と見なされるべきものである。しかし、ファジィ積分では  $g^i < 0$  に対しては定義していないので、このように二つに分けることとした。

- 5) 本意識調査における“成分の抽出”は、ファジィ積分より多変量解析独自の問題であろう。既述のようにアンケートの作成ではいわば外的基準を与えているので、ここでの多変量解析は本来の活用法とはいえない。評価概念と各項目の重要度を設定するための便宜的なものといったほうがよい。

- 6) 池田(1971)は、数理モデルを、確率論的モデル—決定論的モデル、動的モデル—静的モデルなど11種類

のタイプに分類している。主観的重要度をファジィ数と見なすと、対応するファジィ測度の値自体もファジィ数になるが、先の分類に、あいまいモデル—非あいまいモデルを追加することができようか。

## 参考文献

- DUBOIS, D. and PRADE, H. (1980) *Fuzzy Sets and Systems: Theory and Applications*, Academic Press, Florida
- ISHII, K. and SUGENO, M. (1985) A model of human evaluation processing using fuzzy measures. *Int'l J. of Man-Machine Studies*, 22(1): 19-38
- 池田 央(1971) 行動科学の方法. 東京大学出版会, 東京
- 池田 央(1985) 調査と測定. 新曜社, 東京
- 北垣郁雄(1987) ファジィ積分による意識調査のデータ解析法の開発と CAI 調査への応用 (I)  $\rho$ -ファジィ測度による. 日本科学教育学会, 2(2): 57-62
- 北垣郁雄(1988) 意識調査にかかわるデータ解析のための  $\rho$ -ファジィ測度について, 信学論(A) J71-A, 5, pp. 1213-1214
- 中谷和夫(1978) 多変量解析. 新曜社, 東京
- 鬼沢武久(1987) ファジィ測度解析, 核エネルギー使用に対する意識構造の分析. 数理科学, 25(2): 26-34
- SHAFER, G. (1976) *A Mathematical Theory of Evidence*, Princeton University Press, Princeton and London
- 菅野道夫(1972) Fuzzy 測度と Fuzzy 積分. 計測自動制御学会論文集, 8(2): 218-226
- 菅野道夫(1983) あいまい理論 [IV]. 計測と制御, 22(6): 554-559
- ZADEH, L. A. (1965) Fuzzy sets. *Information and Control*, 8(3): 338-353
- ZADEH, L. A. (1978) Fuzzy sets as a basis for a theory of possibility. *Int. J. Fuzzy Sets Syst.*, 1(1): 3-28

## Summary

Evaluations of the efficiency of an educational system are sometimes conducted by asking the students to complete an opinion survey of one kind or another. This paper discusses the use of fuzzy-integrals in evaluating the results of such surveys. Used for this purpose, Fuzzy-integrals have two basic features: (1) In using fuzzy-integrals, it is necessary to assign a value to each item in the questionnaire. Generally speaking, opinion questionnaire item pairs are either similar or not similar in content. The technique described in this paper takes advantage of this characteristic in assigning values to each of the items. (2) Fuzzy-integrals are algorithms for calculation of evaluative concepts. Furthermore, concepts such as “effective” or “educationally good,” as they are used in education, are also often rather vague. The technique described in



this paper uses conventional multivariate analysis to make these concepts more concrete, and then uses fuzzy-integrals for further clarification to complete the analysis. The latter part of the paper describes the results of using these techniques in analyzing an example of computerassisted instruction.

Key Words : EDUCATIONAL EVALUATION, OPINION SURVEYS, DATA ANALYSIS, FUZZY-INTEGRALS, FUZZY-MEASURES, FUZZY-THEORY

(Received November 29, 1987)

## PAPER

## Extraction of Consciousness Structures as to the Training of a Turning Lathe; Using DEMATEL Method

Ikuro KITAGAKI†, *Member* and Toshio TAGAYA†, *Nonmember*

**SUMMARY** This paper discusses the characteristics of consciousness structures as to the training of a turning lathe. For this purpose, a consciousness survey is forwarded to the trainers and the trainees. From the answered results, we make consciousness structures for each group, and then compare them. By comparing the characteristic of the trainees with that of trainers, it got clear that the trainees look more interested in worker's behavior such as cutting than the phenomenon on lathe such as heat or vibration, and so forth.

## 1. Introduction

In vocational training, such as handwork machining, electric welding et. al., advanced training is regarded which aims reinforcement of a worker's skill<sup>(1)</sup>. Advanced training, in general, intends for the worker as an active member in the factory and deals with a specified skill. Because trainees' careers vary one from another, it seems more difficult to develop an instructional methodology common to many regions of the vocational concerned than in the case of school education.

But if we consider that each trainee of advanced training is an adult and has the knowledge/skill on the relevant vocational region to some extent, the way of proceeding a classroom will be an instructional strategy that the trainer asks a trainee what he/she is usually thinking as to the concerned skill and then discusses the opinion with trainees. The discussion itself may give them an opportunity to refine their conventional consciousness on the vocational training region or to promote the refinement. From the point, we make a consciousness survey which is forwarded to several lathe trainers and trainees working in machining factories. Then we visualize those consciousness structures using a directed graph. And from the comparison, we extract the differences between the structure of the trainers and that of the trainees. It is supposed that a trainer may well promote the discussion above if he/she picks up them as a topic in the classroom proceeding.

As to the vocational region, lathe processing work, a kind of handwork machinery, was chosen through

observing the curriculum proposed by a public vocational training facility. As a matter of fact, there are many training courses concerned to machinery, and lathe processing work is said to be a basic skill thus essential.

The consciousness survey discussed in this paper is based upon DEMATEL method\*. As well known, there are many methods of structuring, ISM<sup>(3),(4)</sup>, FSM<sup>(5)</sup> besides it, and there are also examples of structuring, such as a complex problem analysis in human society<sup>(6),(7)</sup>, instructional methodology<sup>(8),(9)</sup>, and so forth. But which method is the optimum directly depends upon the goodness of matching between content of the survey and property of each structuring method. As detailed later, DEMATEL method is selected from the point of transitive law.

## 2. Questionnaire Construct

In this research, we extract a consciousness structure in brief based upon the relations between elements each of which concerns handwork lathe processing. For this purpose, we define "relation" and fix the format of questionnaires as follows.

It is very frequent, in school education, that teachers take notice of the analysis of wrong answer in test evaluation and the analysis of student's mistakes during the learning in order to find an appropriate instructional method. Comparing to it, we here regard deficiency or imperfection on a lathe work, and the format of a questionnaire was determined as shown in Table 1, where "element" represents a conceptual unit of lathe training region, and "relation" represents remembrance. If the relations of every two elements got definite, the consciousness structure ought to be made by a directed graph.

In this case, we cannot assume transitive law\*\*

\* It is the abbreviation of DECision MAKing Trial & Evaluation Laboratory. This method was developed by Battelle Lab. in Switzerland and used in order to analyze "World Problematique"<sup>(2)</sup>.

\*\* Designating the relation of element x to element y as xRy, transitive law is expressed as the following.

[If xRy and yRz hold good, then xRz holds good.]

As a matter of fact, transitive law is applicable to the analysis if the concerned causal relation is determined clearly.

Manuscript received November 24, 1988.

Manuscript revised March 30, 1989.

† The authors are with Research and Development Institute of Vocational Training, Employment Promotion Corporation, Sagamihara-shi, 229 Japan.

because of the characteristic of the relation, that is, "remembrance". So, it is impossible to implement ISM-method where transitive law is assumed although the assumption is considered to be convenient in that the number of questionnaire items in ISM is far smaller than that in DEMATEL in general<sup>(10)</sup>.

From the consideration, we adopted DEMATEL method for the analysis and designed a format of the answering sheet. When designing, the followings were considered.

- (1) The number of elements should be small in the extent that the structure does not lack an important element. It is supposed to be appropriate that the number is ten thru twenty seeing from the easiness of looking at the visualized structure<sup>(10)</sup>.
- (2) It is presumable that there exists the relation in almost every two elements more or less if we consider the relation of "remembrance", thus the visualized structure won't be understandable if the worst happens. To cope with the difficulty, it is desirable to make the answering sheet in the way that each item forms ordinal scale, and to fix an appropriate threshold, then to neglect the relation whose degree is less than it.
- (3) The questionnaires have to be forwarded to the subjects who have the knowledge/skill of lathe work to some extent. In other words, the survey discussed here doesn't intend for the beginners.

### 3. Extraction of a Consciousness Structure as to Handwork Lathe Training

#### 3.1 Preliminary survey

A preliminary survey was forwarded to three lathe trainers in order to determine the elements and the format of questionnaires as follows.

The author listed twenty conceptual words as element of "handwork lathe training" by referring to a textbook of lathe training and formed 380 items (=20 × 19) using them in the format as shown in Table 1. Then the survey was administrated. Through the survey, it got clear that several elements were less reliable because of the big differences of remembrance in the trainers. On the other hand, as to the number of questionnaire items, it was suggested that it was too big thus they felt tiring and that the number should be decreased to less than one half. Considering the results, we revised the format.

Firstly, the number of elements was decreased to thirteen by removing the less reliable elements explained just above. In this case, several criteria were used which are detailed in the fourth section. Secondly, the detail assignments of answering were made. For example, there is a description in them that subjects are required to answer each question not in a hurry but not too late, and to take a rest moderately.

Encircle a digit of one thru. five for each item.

1. When you hear that there occurred a deficiency/imperfection on single point tool grinding, does it remind you of the deficiency/imperfection on  ?

the word put in the second box

↓

a. cutting(machining)

1. no remembrance                      2. week remembrance

3. medium remembrance                4. strong remembrance

5. very strong remembrance

b. finishing

1. no remembrance                      2. week remembrance

---

2. When you hear that there occurred a deficiency/imperfection on cutting(machining), does it remind you of the deficiency/imperfection on  ?

the word put in the second box

↓

a. single point tool grinding

1. no remembrance                      2. week remembrance

3. medium remembrance                4. strong remembrance

5. very strong remembrance

b. finishing

1. no remembrance                      2. week remembrance

Fig. 1 The format of the answering sheet.

#### 3.2 Main Survey

An answering sheet was re-made consisting of 156 items (=13 × 12). Each item formed an ordinal scale from one thru five. The selections of one and five correspond to "no remembrance" and "very strong remembrance", respectively. A part of the sheet is shown in Fig. 1.

The objective of the survey was to make the structural differences of trainers and trainees clear. So, Several trainers (four members) and trainees (ten members) served as the subjects. Trainers are the teachers teaching in a public vocational training facility. Every trainee is an active member working in a machining factory. All of the trainees were given the lathe machining instruction for several days at the public vocational training facility. Through the opportunity, a trainer requested them to answer the questionnaires

designed here just after the instruction. So, the motivation for the proposed questionnaires supposed to be far greater than in the case of an active worker without any acquaintance.

3.3 Answered Data Processing

The answered data of the trainers was processed as follows. Let's designate the answer of trainer  $t_k$  ( $k=1, 2, 3, 4$ ) for the item shown in Table 1 as  $a_{i,j,k}$ . In this case,  $a_{i,j,+}$  of the following was used for the determination of strength of remembrance.

$$a_{i,j,+} = \frac{1}{4} \sum_{k=1}^4 \bar{a}_{i,j,k} \quad (1)$$

$$\bar{a}_{i,j,k} \equiv (a_{i,j,k} - a_k) / \sigma_k \quad (2)$$

where  $a_k$  and  $\sigma_k^2$  represent the average of the all answers and the distribution as to trainer  $t_k$ , respectively. Answered data is normalized as shown in Eq. (2) because the relative strength of remembrance is important instead of the absolute strength. Equation (1) shows the average for four trainers.

On the other hand, the answered data of trainees was processed on the same way.

3.4 Consciousness Structure

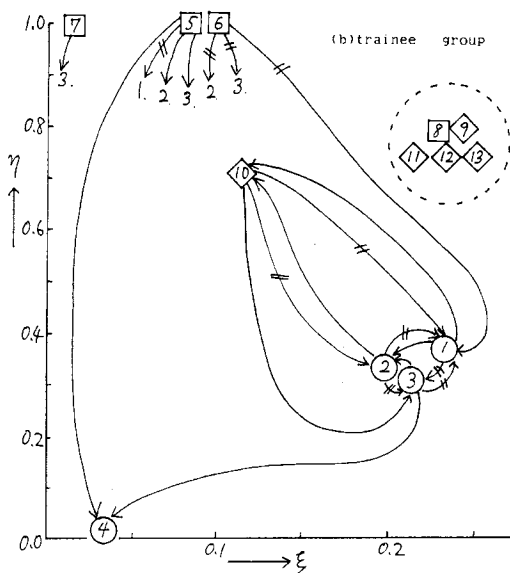
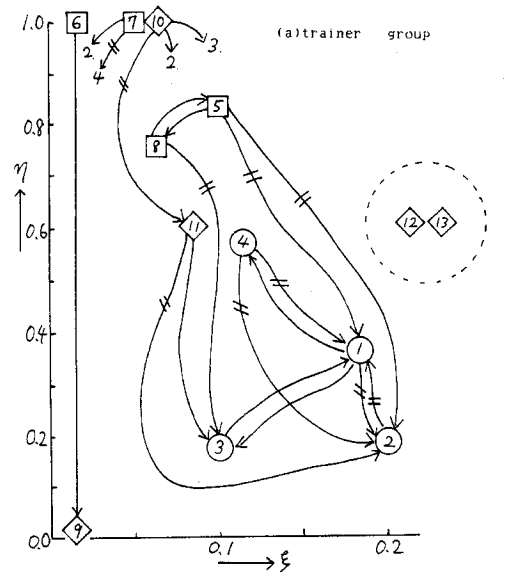
Referring to several examples of DEMATEL method, it seems to be best in terms of easiness of looking at that the number of arrows in the figure is one time or twice of the element number. Considering it, the biggest twenty pairs in the value of  $a_{i,j,+}$  were chosen, and in each of trainer group and trainee group, we constructed the consciousness structures by those twenty arrows. In Fig. 2, the elements and the arrows are shown on  $\xi$ - $\eta$  plane which is detailed a little later. The numbers in Fig. 2 correspond to the ones in Table 2. And the biggest ten pairs of the twenty in  $a_{i,j,+}$  are shown by duplicated slashes "//" on the arrows in the figure. We can say that the remembrance for the duplicated slashes is stronger than that for the others.

In order to make the intended comparison clearer and more quantitatively,  $\xi$ - $\eta$  plane was used.

$$\xi_i = \frac{n_i^{sour} + n_i^{sink}}{\sum_i n_i}, \quad 0 \leq \xi_i \leq 1 \quad (3)$$

$$\eta_i = n_i^{sour} / n_i, \quad 0 \leq \eta_i \leq 1 \quad (4)$$

where  $n_i^{sour}$  and  $n_i^{sink}$  represent the number of arrows arising from element  $x_i$  and that of terminating in it,



note: The shapes of  $\square$ ,  $\square$  and  $\diamond$  represent the category of "cutting, cut", "phenomenon, physical property" and "overall working quality" in Table 2, respectively.

Fig. 2 Consciousness structures.

respectively. And  $n_i$  is the sum of  $n_i^{sour}$  and  $n_i^{sink}$ . When summarizing in Eq. (3), the number for an arrow without duplicated slashes in Fig. 2, is counted as 0.5. So, Eq. (5) holds good in the case of this counting method.

$$\sum_i n_i = 30 \quad (5)$$

As easily understood, the bigger is  $\xi$  of an element, the relatively stronger is remembrance of the element, source or sink. And, the bigger is  $\eta$ , the more sourcewise is the element. Several elements of "no remembrance" are assembled in broken circle in the right part of the

Table 1 The format of a questionnaire.

When you hear that there occurred a deficiency/imperfection on element $x_i$ , does it remind you of the deficiency/imperfection on element $x_j$ ?
---

Table 2 Elements chosen.

• cutting, cut
1. single point tool grinding
2. cutting (machining)
3. finishing
4. chip
• phenomenon, physical property
5. heat
6. vibration and sound
7. selection of the quality of a stock
8. oil
• overall working quality
9. handling a stock (setting it to the lathe and unloading it from the lathe)
10. working efficiency
11. working arrangement
12. worker's figure
13. cleaning and inspecting

figure.

### 3.5 Structural Differences of Consciousness and Others

By the comparison of Figs. 2 (a) and (b), we can observe the differences as follows.

(1) The values of  $\xi$  for element 1, 2 and 3 for trainees are bigger than those of trainers, on the whole. Let's denote the averaged values for trainers and trainees as  $\bar{\xi}_s$  and  $\bar{\xi}_T$ , respectively,  $\bar{\xi}_s=0.21$  and  $\bar{\xi}_T=0.16$  are obtained. It suggests that, by relatively thinking way, trainees are easier in remembering the category of "cutting, cut" than trainers.

(2) As to trainees, there are many elements of "no remembrance", which are written in the broken circle. It means that elements are easily categorized to "the more remembrance" or "the less remembrance". As seen in the relations of element 1, 2 and 3 in Fig. (b), each of those three elements is easy in remembering the others and remembered by the others, thus we may be able to categorize them to "the more remembrance".

(3) As the values of  $\eta$  for element 5, 6 and 7 for trainees are unity, category of "phenomenon, physical property" is less sinkwise. It shows that, for example, it is difficult for the trainees to remember "phenomenon, physical property" if they hear a deficiency/imperfection in "cutting, cut".

On the other hand, as to trainers, the values of  $\eta$  for element 5, 6, 7 and 8 are near to unity, thus, the category of "phenomenon, physical property" is not sinkwise so much.

(4) As to trainees, there is no arrow between four elements, 5, 6, 7 and 8. It suggests that they don't recognize them as one category. For references, as to trainers, there are arrows between element 5 and 8. And element 7 is a source of element 4, that is, "chip" which could have the property of "phenomenon, physical property"

in part.

(5) As to trainees, many elements of "overall working quality" are weak in remembering or remembered (element 9, 11, 12 and 13).

(6) As to trainees, there are no arrows between element 1, 2 and element 4 different from trainers. And because each of element 1, 2 and 3 is easily remembered to each other as described in (2), while element 4, that is "chip", have less property of "cutting, cut" and have more property of "phenomenon, physical property" than element 1, 2 and 3, we may suggest the existence of a strong interest in cutting itself in the case of trainees.

### 4. Consideration

Referring to the extracted characteristics on handwork turning lathe training, the followings ought to be considered when developing lathe training course in the future or when revising the description of a consciousness structure.

(1) As explained in the previous section, in the case of trainees, there is a tendency that they remember "cutting, cut" if they hear a deficiency/imperfection of any elements. And they less remember physical events on lathe for their hearing the deficiency/imperfection of "cutting, cut". Therefore, when a trainer finds an instructional necessity in letting trainees learn relation of cutting and physical properties, the structural difference shown in Figs. 2 (a) and (b) will emphasize the necessity.

(2) In the case of trainees, besides the weakness of the remembered of "phenomenon, physical property", the weakness of the remembrance of "overall working quality" will offer the relevant topics for the discussion of a trainer and the trainees, which refer to, for example, principle of heat, knowledge of stock quality, working arrangement. In the case of the trainee who is a main force in his/her factory, they may occasionally give an instruction to the younger workers. In this meaning, it is desirable to let trainees have an interest in the physical principle as well as the empirical knowledge on their conventional working.

(3) The procedure of the consciousness survey described in this paper is possible to be applied to another region of handwork training. For the application, the following points ought to be considered in order to determine the appropriate elements.

(a) each element must be an essential unit in the relevant training region (Each term must not be too local).

(b) Wordings must be uniform in the degree of abstract.

(c) An element must not contain another element or not be contained by another element, in their meaning.

As a matter of fact, the words used in titles in the relevant textbook will hint the determination well.

(4) In the figure of a consciousness structure, it is

presumable that it looks complex because of the duplicate descriptions of an element number at the actual/convenient place on the plane.

As a future problem, a computer display system will be useful for this problem solving using the ways, for example, that the color of the element number of the actual place on the screen gets to be the same as that of the convenient place, that all of the arrows could be drawn but the actual drawing could be manually controlled according to the strength of remembrance.

## 5. Conclusion

In this research, we discussed the differences of consciousness structures between trainers and trainees of "lathe" based upon a survey. They may be useful to develop a training course of machining in the future.

The procedure of data analysis described here will be applicable to the survey of another vocational training regions.

## Acknowledgement

The authors would like to express their heartfelt gratitude to Mr. Michisuke Watai of Yamanashi Skill Development Center and others for their cooperation.

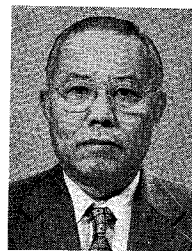
## References

- (1) T. Obara and Y. Kimura: "Study for a systematic implementation of up-grading vocational training in Japan", SHOKUGYO-KUNREN KENKYO, 6, pp. 1-36 (1988).
- (2) E. Fontela and A. Gabus: "DEMATEL Reports", Battelle Geneva Research Centre (1973-1976).
- (3) J. N. Warfield: "Binary matrices in system modeling, IEEE Trans. Syst., Man. & Cybern., SMC-3, 5, pp. 441-449 (1973).
- (4) J. N. Warfield: "Toward interpretation of complex structural models", IEEE Trans. Syst., Man. & Cybern., SMC-4, 5, pp. 405-417 (1974).
- (5) E. Tazaki and M. Amagasa: "Structural modeling in a class of systems using fuzzy sets theory", Int'l Jour. for Fuzzy Sets and systems, 2, 1, pp. 1-17 (1979).
- (6) M. M. Baldwin: "Portraits of complexity: Applications of systems methodologies to societal problems", Battelle Monograph 9 (1975).
- (7) B. R. Fitz: "ISM as technology for social learning", IEEE Conf. Decision & Control, Phoenix (1974).
- (8) M. Oda, K. Senda, T. Shimomura and H. Chimura: "The conceptual, core-scene and emotional structures of videotaped teaching materials", Jap. Jour. of Educ. Technol., 8, 1, pp. 51-60 (1983).
- (9) K. Akahori: "A Functional analysis of materials structure", JCET '85, pp. 231-232 (1985).
- (10) K. Terano: "SHISUTEMU KOUGAKU NYUHMON", Kyouritsu Shuppan, Tokyo (1986).



Ikuko Kitagaki was born in Toyohashi, on August 9, 1947. He received B. E., M. E. and Dr. Eng. degrees from Tokyo Institute of Technology in 1970, 1972 and 1981, respectively. He is a research staff of The Research and Development Institute of Vocational Training in Employment Promotion Corporation. He has been working on educational technology, CAI of the vocational concerned, fuzzy theory and emotional structure as to *laugh*, and inter-

ested in music science, computational geometry, int'l culture comparison and so forth. Dr. Kitagaki is a member of J. Soc. of Educ. Technol. and several societies of the related.



Toshio Tagaya was born in Tochigi Pref. in Oct. 24, 1929. He graduated from College of law in Nihon University in 1952. He had worked in the Ministry of Labor, then in Niigata Labor Standards Office as the President. He was the President of the Res. & Develop. Inst. of Vocation. Train. in Employ. Promot. Corp. and very active in the research of the domestic/overseas vocational training. At present, he works in SANGYŌ GIJUTSU

SENMON KYOUIKU-IN in Seoul, Republic of Korea, as the chief director.

## シヨート・ノート

# おかしみの誘発にかかわる ファジイ論的定式化と通俗性／劣弱性<sup>†</sup>

～「学生の休日」と「徒競走のビリ」～

北垣 郁雄\*

あらまし コンピュータが“笑う”には、“笑い”の誘発の仕方を定式化する必要がある。ここでは、客体の通俗性と劣弱性をはじめ、おかしみにかかわる数個の要因に限定し、これらから、“おかしみの大きさ”を規範的に求める方法をファジイ論的に提案している。また通俗性と劣弱性についての若干の考察を行う。

キーワード：笑い、おかしみ、感情、ファジイ、通俗性、劣弱性

とするものの、これらが互いに影響を与えない、との前提にたつ(図1)。

## 1. はじめに

ストーリーから感じる内的一感情としての“おかしみ”は、客体(ストーリーの中の登場人物または話し手)の劣等性(または聴き手の優越性)とか不道徳性などを要因とすることが多い<sup>1)</sup>。そして、その劣等性などの認識に対して、実際にどの程度の“おかしみの大きさ”を発生するかは、その内容のジョークとしての本質のほか、聴き手の心境や周囲の状況にも影響される。本報では、“おかしみの大きさ”を、その主たる要因から算出する一般式を規範モデルとして提案している。ここでは、主要因として、先の客体の劣弱性と通俗性を含めているが<sup>2)</sup>、所与のストーリーの内容から劣弱性などを特定する、いわばおかしみの誘発論理については、事例として示すにとどめる。

また、このモデルでは、おかしみは、ストーリーの内容、劣弱視／通俗視される客体、および客体と笑者の関係、の3者にそれぞれ要因が存在する

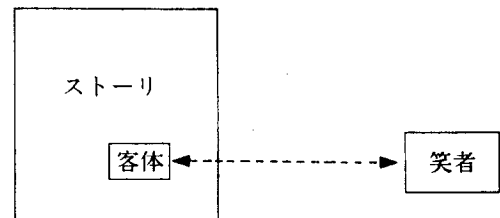


図1. 笑いの「モデル」

## 2. 劣弱性と通俗性

まず、表1(a)は織田<sup>(2)</sup>のジョークを翻案したものであるが、図2(a)に示すように、徒競走でビリであることと、順位と走者数が一致することが、等価であるという事実を利用して、後者から“ビリ”を聴き手に推理させることにより、おかしみを誘発するという論理構成になっている。すなわち、これは、劣弱性を要因としたおかしみの例である。またこれは、表1(b)(または図2(b))のようにファジイ風な構成を図ることも可能であろう。これらを比較すると、おそらくは(b)の方がおかしみが少ないと思われ、おかしみの大

<sup>†</sup> A Fuzzy Determination Method of Generating a Laugh and Popularity/Inferiority; "Students' Holiday" and "the Lowest in Running"  
Ikuo KITAGAKI

\* 職業訓練大学校  
The Institute of Vocational Training

表1 「徒競走のビリ」

- (a)
 

父 「(小学生の息子に) 徒競走で、おまえは何番だった？」 息子 「どうしてそんなこと聴くの？」 父 「何人でいっしょに走ったかを知りたいんだ」
--
- (b)
 

父 「(小学生の息子に) 徒競走で、おまえは何番だった？」 息子 「どうしてそんなこと聴くの？」 父 「何人ぐらいでいっしょに走ったかを知りたいんだ」
---

きさが、「中間的な順位」に対する推理による順位の低さに直接依存することが推察される。したがって、この場合、「中間的な順位」は、いわば default 値ということができよう。

また、この例から予想されるのは、もし聴き手が客体に憐びん感を抱いていたたり、劣弱性が客体にとって決定的な重大事項であることを聴き手が認識していれば、おそらくおかしみは発生しないということであろう。

一方、表2(a)は、先生と学生の会話であるが、学生の休日の行動に関し、その default 値がスポーツ、映画などの非金銭欲的レジャーであるとの前提の下に行われたものである。ここでは、図書館、スポーツ、映画、競艇場の4者が勉学、金銭欲に対して表2(b)のようであったとして、それをもとに通俗性を序列化している。そして同表の意識の下では、表(a)の波線aの「驚嘆」と波線bの「笑い」はごく自然な誘発と思われる<sup>3)</sup>。

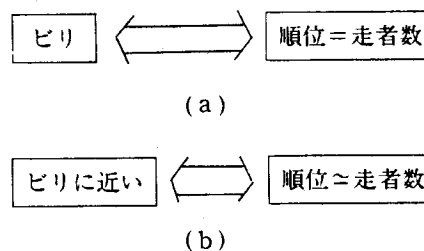


図2. “ビリ” の特定

しかし、一般に、これらの誘発は談話者同士の親密さにも依存すると思われる。もし初対面の人同士で同表に準ずる会話がなされたとしても、驚嘆/おかしみの度合はずっと低いと思われる。

なお、スタンダードは、「笑い」におけるタイミングの重要性を挙げている<sup>(1)</sup>。これに関連し、もし「笑い」での意外性を考慮するとすれば、表2で、事前に学生Bが競艇場の話をしていたなどの場合は、波線bの「笑い」を削除するのが適切であろう。

表2 「学生の休日」

- (a)
 

先生 「あすの休みには、A君はどこへ行く予定だい？」 学生A 「図書館です」 先生 「 <u>へ～エ</u> 、そんなところに行くの！ ところで、B君は？」 学生B 「競艇場です」 先生 「 <u>アハハハ</u> 、そんなところに行くの！」
---

(b)

概念	勉学との関係	金銭欲との関係	通俗性
図書館	有り	無し	小
スポーツ、映画	無し	無し	中(ふつう)
競艇場	無し	有り	大



以上の2つの例では、当該の劣弱性などで、その default 値を与えることが可能である。そして、劣弱性などの推理結果と default 値の2つが定められれば、後者に対する前者の低さ  $\Delta$  を定めることができる。特に、表2の例では、カテゴリー間の”距離”が  $\Delta$  に該当しよう。さらに、 $\Delta$  が定められれば、それに対応するおかしみの度合を心理的尺度として与えることも可能になる。

### 3.”おかしみの大きさ”の定式化

当該事象  $x$  に対し、前節でのべた劣弱性の推理結果の低さ  $\Delta$  を、便宜上、連続的数量と考える。そして、劣弱性に対応するおかしみの量を  $\mu_F(x)$  とする。ここに

$$\frac{d\mu_F(x)}{d\Delta} \geq 0, \quad 0 \leq \mu_F \leq 1, \quad \Delta = 0 \text{ に対して } \mu_F = 0 \tag{1}$$

である。また通俗性に対応するおかしみの量もほぼ同様に考えて  $\mu_M(x)$  と表記し、(1)式の条件に準ずるものとする<sup>4)</sup>。

$\mu_F$  も  $\mu_M$  も、事象  $x$  に対して図3のように表現される。横軸  $x$  は、当該の客体にかかわる全事象を羅列したものである。ここに、 $\underline{F}$ 、 $\underline{M}$  は、それぞれ劣弱性、通俗性に対するおかしみのファジィ集合で、 $\mu_F$  と  $\mu_M$  はそれぞれのメンバシップ関数と考えることができる。

以上をふまえて、おかしみの総量  $L_{jok}$  を次式で定義する。

$$L_{jok} = (\mu_F(x) \vee \mu_M(x) \wedge \mu_W(x) \wedge \mu_U(x)) \lambda(z)$$

(2)  $\underline{W}$ 、 $\underline{U}$  はそれぞれ、事象  $x$  の(客体にとって)非重要度、(文脈からみた当該事象の)意外性である。(2)式の( )内では、おかしみが劣弱性または通俗性によって誘発されること、またいずれもその度合が非重要度などによって直接制限されることなどを考慮して、 $\vee$  と  $\wedge$  の演算を組み合わせている<sup>5)</sup>。図3に示された  $\underline{F}$ 、 $\underline{M}$ 、 $\underline{W}$  の例に対して、斜線部は、(2)式の一部である  $\mu_F(x) \vee \mu_M(x) \wedge \mu_W(x)$  を表している( $\underline{U}$  はタイミングにかかわるもので、この図には表し得ない)。また、(2)

式で、 $z (0 \leq z \leq 1)$  は客体に対する興味度にあたる量であり、関数  $\lambda$  は次式を満たすものである。

$$\frac{d\lambda(z)}{dz} \geq 0, \quad \lambda(0) = 0, \quad \lambda(1) = 1 \tag{3}$$

とくに  $\lambda(0) = 0$  は、客体に興味が全くなければ、どのような事象が発生しようともおかしみを感じ得ない、ということの意味する。

以上をまとめると、 $\mu_F$ 、 $\mu_M$ 、 $\mu_U$  は発話内容に固有の問題、また  $\mu_W$  は客体に固有の問題となる。また、 $\lambda(z)$  は客体と笑者の関係を表していることになる。そして、個々の事象に対し、 $\mu_F$  などのグレードは、笑者の心理的尺度として定めることができよう。

最後に、表現行動としての実際の”笑いの大きさ”は、上記の  $L_{jok}$  と笑者の気質との関係などによって定まるであろう。

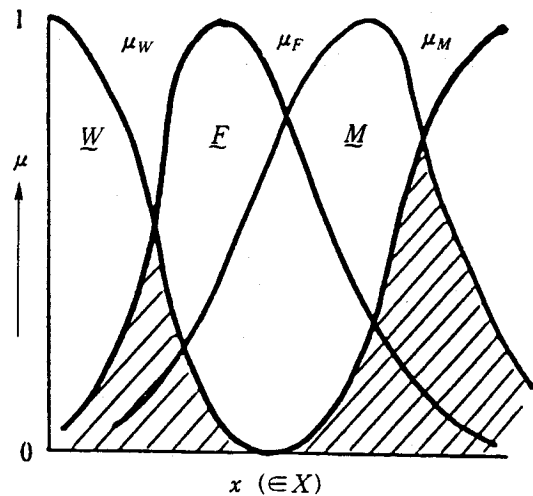


図3.”おかしみ”のメンバシップ関数

### 4. 考察

本報では、”笑うコンピュータ”という一つの工学的目標を念頭においている。

その意味から、第一に、笑いの要因を劣弱性と通俗性に限定している。すなわち、従前の笑いの研究には、ヘイワースによる危険が去ったのちの安全感(例：水戸黄門的高笑い)とかデュプレールの社会集団への帰属に伴う喜び(例：友人間のう

ちとけた談話で、かくたる理由がなくともよく生ずる笑いなどもある。しかし、これらはいずれも、状況依存性が高く先を表1や表2のように笑いの論理的骨格がはっきりしないことが多い。一方、パニョルらの”優越性”は、強いてあてはめればコンピュータ自身の優越性に相当する。しかし、自らの何らかの”行動”に対する優越感は、現時点ではあまりにも難題といえ、また一方、優越性と劣弱性は、ある意味では相対的な問題であることから、優越性を特に積極的にとりあげる理由はない。

これらの考察から、ここでは、通俗性と劣弱性の2つを研究の対象としたわけである。

第二に、笑者自身の問題である。たとえば、先の図2の関係は、未発達な子供には理解できないであろうし、大人であっても各個の経歴によってジョークに対する反応は様々であろう。しかし、この研究の初期においては、このような個人的事柄の考慮はやや高次と思われる。強いていえば、ここでは、”平均的な大人”と固定して考えている。

次に、2. では、通俗性の文例の考察で、金銭欲の有無を関連要因の一つとして挙げたが、もし、人間の言動が所定の欲望に基づいてなされると見なしたとき、通俗性の要因は目的別に表3のように分類されよう。

個々の欲望の事例に対して、いずれかのレベルに明確に分類するには困難が伴うこともあろうが、

概ね、レベルが低いほど通俗性が高く、現に発生した言動のレベルが、そのdefault値に対するレベル(または事前に明言したレベル)より低いことが推理・確認された瞬間に、おかしみの感情が誘発されるものと考えることができよう。実際、レベル5に相応の公言をしておきながら、その後の言動がそれ未満のレベルとあれば、失笑を買う。この関係がもし反対であれば、逆に驚嘆を生み出すこととなろう。特に、レベル1に示された諸々の欲は、直接的表現が必ずしも上品なものとはされず、おのずからレトリックを活用する<sup>(3)</sup>こととなる。しかし、実際問題としてレベル1はジョークに寄与するところが極めて大と思われ<sup>(4)</sup>、さしずめ、おかしみの源泉ということができよう。

ところで、図3の例では、通俗性と劣弱性が共通部分を有しているが、筆者は次のような私見を持っている。すなわち、これらが共々一つのおかしみに寄与することは、表4の例が示唆している。文面から、この場合の客体は”女”であるが、もしこれにおかしみを感じるとすれば、レベル1の”性”と男女の優劣の意識がそれをほのめかしているものと思われる。なぜなら、そこには、男女の関係的問題と、女においては意思と行動の関係がいまひとつ不明確でありしたがってやはり種類が異なるのだ、という男の心底に潜む一種の(優越的な)潜在意識の2つが、それとなく表出されていると考察されるからである。

表3 通俗性のレベル分け

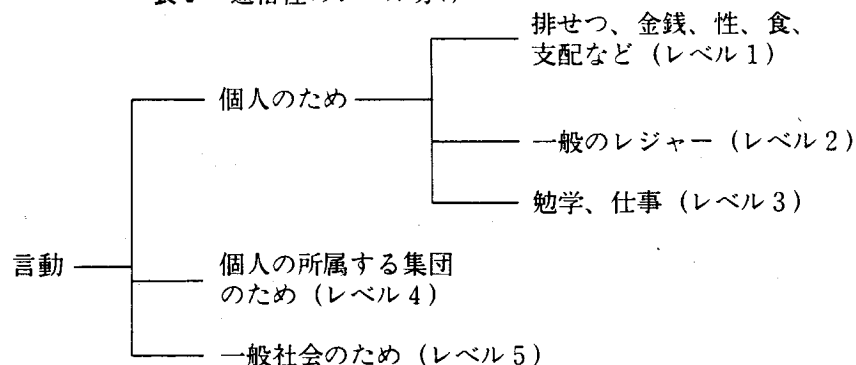


表4 シャンフォールの作より

女はきみの影に似ている。追いかければ逃げだす。逃げればついてくる。

## 5. おわりに

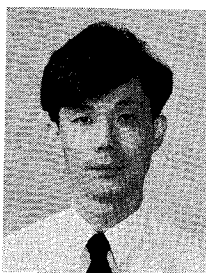
”おかしみの総量”の一般式を規範的に提案した。おかしみの要因には客体の通俗性(または不道德性)、同じく劣弱性および自己の優越性の3つがあげられようが、ここでは一工学的視点から前二者を重視した。

発話内容とおかしみの誘発の関係などは、また改めて検討したい。また、叙法やレトリックの視点からみた”笑うコンピュータ”の実現可能性の考察も必要であろう。

なお、表現行動としての笑いは、喜びまたはおかしみのいずれかの内的感情に依るものと思われる。実際問題として、これらの明確な区別には困難が伴うこともあろうが、喜びにかかわる枠組も改めて検討したい。

- 1) 笑いの要因として、古代ローマ人は道徳的にくさを、またパニョルらは、優越性/劣等性を挙げている<sup>(1)</sup>。
- 2) 劣等性は、語用的に誤解を招きやすいので、劣弱性といい改める。またこの方が、概念も広い。一方、不道德性は、通俗性の方がやはり概念が広いと思われる。

### 著者紹介



北垣 郁雄 (きたがき いくお)

職業訓練大学校 開発研究部

昭45年東京工大電物卒。昭47年同大学院修了。雇用促進事業団・職業訓練大学校・開発研究部・研究員。工博。教育情報工学、CAI。そのほか、ファジィ評価、笑い/おかしみの研究に従事。音楽科学、比較文化、計算幾何などに興味。日本教育工学会、電子情報通信学会など正会員。

- 3) 表1などは、実際問題として、読み手の態度によっては笑いを誘発しないことも考えられる。すなわち、これらは、笑いなる表現行動を現に誘発するものとしてよりも、それを可能的に誘発する事例として示したものである。
- 4)  $\Delta < 0$ なる事象は、「驚嘆」を誘発するであろう。
- 5) (2)式で、 $\vee$ と $\wedge$ の演算に対して、それぞれ限界和 $\oplus$ 、限界差 $\ominus$ などを用いることも可能であろう。

### 参考文献

- (1) マルセル・パニョル著(鈴木力衛訳): 笑いについて、岩波新書、昭和28年
  - (2) 織田正吉: ジョークとトリック、講談社現代新書、昭和58年
  - (3) 瀬戸賢一: レトリックの知、新曜社、1988
  - (4) 植松編訳: ポケットジョーク; ブラックユーモア、角川文庫、昭和63年
- (1989年10月16日受付)

[問い合わせ先]

〒229 相模原市相原1960

職業訓練大学校 開発研究部

北垣 郁雄

TEL: 0427-61-2111(内)769

FAX: 0427-61-9946