

## 初歩的ファジイ理論を利用した情報教育の客観的評価

本村 猛 能・内 桶 誠 二

### Objective Evaluation of Informatics Education to make use of Elementary Fuzzy Theory

Takenori MOTOMURA · Seiji UCHIOKE

#### 概 要

本研究は、情報分野の情意領域評価について、生徒と教師の対応等を評価・分析するため、これを集合化し、数値化して分析した。対象は中学、高校の情報領域で、まずクラスター分析により調査項目の妥当性を調べ、これを評価項目として主因子法による因子分析を行い、同時に初歩的なファジイ分析として、主にファジイ測度とメンバーシップ関数により客観的評価の手法を検討した。

その結果、学力定着は、特に生徒の意欲や興味・関心といった情意面が、教師の指導力に対する信頼と関連したとき、大きくなることが明確になった。

以上の調査から、クラスター分析、因子分析で得られた結果は、さらにファジイ分析を用いることにより明確化され、評価はこの3者の分析を並行して用いることにより客観化がはかれることが明かとなった。

キーワード：客観的評価、ファジイ分析、メンバーシップ関数、因子分析、クラスター分析

#### 1. はじめに

平成6年度より、社会の要請と相まって、本格的に高等学校(特に工業、商業高校)のカリキュラムの中に情報領域が設けられ、教科としては情報技術基礎領域が新たに学習指導要領に導入された。これは、中学校技術・家庭科を中心とする「情報基礎」の内容も包含している。これについて中学校技術・家庭科の情報分野の目標は「コンピュータリテラシー教育」、すなわ

ち、“コンピュータの使用方法について理解する”ことを重点とする教育を目指し、簡単な論理演算やコンピュータ史等の理論と言語、およびワープロ・表計算・データベースといったアプリケーションソフトの活用(実技)を学習することを目標とするとしている。

一方、平成4年度に示された中学校新学習指導要領は、その目標に、「個性ある日本人を育てる」ことを重視し、かつ、国際化や情報化を進めることを示している。これについては高等学校でも同様の目標を掲げている<sup>(1)</sup>。

このように学習評価については、重要項目として現行のものに、より広い新しい観点を加えた、生徒の関心・意欲・態度等の情意面をあげ、学習においては教師の指導力をより期待するものとなっている。

しかしながら、高等学校の情報技術教育は導入間もないため、体系的指導法がまだ確立したとは言い切れず、また評価をどのように行うかが問題とされている。

また従来からコンピュータ等を活用した授業が行われていた商業・工業高校では、特に評価の問題が見直され、特に情意領域における生徒各自の関心・意欲・態度についての観点(見えない学力)と指導法について検討されている<sup>(2)~(4)</sup>。

ところで筆者らは、過去8年間、客観的評価法の確立を目的に中学校技術科と高等学校機械科(学科目、工業)の領域において教授行動の分析を中心に上げてきた<sup>(2)~(7), (9)</sup>。そこでは、情報分野の情意領域評価について、生徒と教師の対応等を評価・分析するため、これを数値化して分析した。

そこで本研究では、情報技術教育を、情意領域の評価と生徒個々の学力向上の評価を中心として、初歩的なファジイ分析により検討した。同時に従来の教授行動分析、すなわち因子分析による教授行動の評価と生徒と教師の関係の分析を、ファジイ分析と比較検討した<sup>(8)</sup>。それは、本研究の目的である学習向上の鍵と、生徒個々と教師の関係が客観的に調べられ、情意領域の評価の観点がより詳しく見いだせると考えたからである。

これより、生徒集団の知識・理解や関心・意欲・態度の評価の客観性を検討した結果、生徒個々の情意面の評価は、教師の指導力や熱意と生徒の学力向上と意欲が密接に関係しているという結果を得た。

## 2. 研究対象

調査対象は京都市内の中学校3学年120名(男子65名,女子55名)と埼玉県内の高等学校1学年155名(男子75名,女子80名)で、実践は平成8年(4月~7月)に行った。ただし、本研究

では、中学校はレディネス調査と情報技術基礎の授業を参考として調査し、主に高等学校の実践を中心として検討した。

まず、実践前の調査では、高等学校ではレディネステストとして、中学校でどの程度情報基礎領域に関連する内容を学習したのかについて意識調査を行った。これより、生徒の情報基礎領域の理解度や情報に対する認識度を確認した。

授業実践では、コンピュータについて必要な基礎的理論とリテラシーについて、指導書を参考にして指導し、またパソコン検定とワープロ検定に必要な学習も含めて行った。この際、生徒による授業評価を生徒の実態に合わせた技能・知識・理解・関心・態度の評価項目について行った。さらに生徒の学習進歩について、より客観的な立場から分析するため、中学校技術科に関する生徒の興味・関心と現在のそれとを比較するためのアンケート調査も行った。

実践は、高等学校「情報技術基礎」領域の情報科学の基礎的内容・ソフトの応用、および言語学習であり、これらの実践は座学と実技を適宜融合させたものである。その学習内容について、座学は、情報科学(情報理論・論理回路・ハードウェア・ソフトウェア等)であり、実習は、言語(BASIC)学習とソフト活用(ワープロ・表計算)である。

実践後の調査は、従来行ってきた教授行動の分析(S；生徒自身の評価、 $T_1$ ；生徒による教師の専門的内容の評価、 $T_2$ ；生徒による教師の授業全般の評価)を、主因子法による因子分析により行った。分析は従来の調査項目票と、実践後の調査項目(20項目)で実施した<sup>(6)(8)</sup>。

次にファジイ分析としてメンバーシップ関数とファジイ測度を用いて、実践後の生徒の回答に対する調査・分析を行った。これはそれぞれの調査項目の関係・比較により、情意領域の評価や生徒と教師の関係等を考察した。

### 3. 研究方法

調査は、まず従来の評価項目を利用して、前回の研究と同様なクラスター分析と因子分析を用いた。そしてこの両者の分析と照合しながら、ファジイ分析による評価と教授行動の分析を行った。本研究の調査方法は以下のようなになる。

#### 3.1 調査方法および調査内容

まず生徒が、中学校で導入されている情報基礎領域の内容をどの程度把握しているかを確認する上で必要なレディネステストを行った。その結果に基づいて講義(情報理論)と実習(ソフト活用)内容を検討し、授業終了後、分析に必要な調査項目を回答させた<sup>(10)</sup>。

ここで、レディネステストの調査項目は、情報基礎に対するイメージがどうであるかを見るために、2種類のソフト(ワープロ、表計算)の操作とコンピュータおよび言語(BASIC)に対する認識について、図1に示すような27項目について行った<sup>(11)</sup>。

A. [次の操作について、そう思うところに○をつけて下さい]  
 ※数字の上につけなくてもかまいません。

	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
1. ワープロ											
2. 表計算											
3. 製図											
4. 機械工作											
5. 図形処理											
6. 言語											
7. データベース											

B. [次の質問について、あなたの感じる一番近いところに○をつけて下さい]  
 ※数字の上につけなくてもかまいません。

10；全くその通り    8；そうだと思う    5；どちらでもない  
 3；必ずしもそうとは思わない    0；全くそうとは思わない

	10	8	6	4	2	0
8. コンピュータは人間の代理をする.....						
9. コンピュータは人間の代理をする.....						
10. コンピュータを使うのは難しい.....						
11. コンピュータはうまく使えそうだ.....						
12. コンピュータを使うのは怖い.....						
13. 人間がコンピュータに使われている.....						
14. プログラムを組むのは難しそうだ.....						
15. プログラム作成は専門家がよい.....						
16. コンピュータは将来必ず役立つ.....						

C. これから学習する情報処理の授業について、あなたが今持っているイメージに一番近いところに○をつけて下さい。  
 ※数字の上につけなくてもかまいません。

	10	8	6	4	2	0	
17. おもしろい -----							つまらない
18. 役に立つ -----							役に立たない
19. 満足である -----							不満である
20. 興味深い -----							興味がない
21. 簡単である -----							難解である
22. 明解である -----							複雑である
23. 明解である -----							あいまい
24. やさしい -----							厳しい
25. 親しみやすい -----							親しみにくい
26. 明るい -----							暗い
27. 楽しい -----							苦しい

図1 レディネステスト

また、授業終了後に行ったファジイ分析のための調査項目は、図2に示すような20項目である。

これらはまず、クラスター分析により調査項目の妥当性を確認し、その上で主因子法による因子分析を行い、因子の高い(0.500以上)項目の分析を行った<sup>(12)</sup>。

次に初歩的なファジイ分析を行った。この分析の前に調査(調査項目の10段階(十分に理解したを最大値10, 全く理解できないを最小値0とする)項目を作成し、各生徒が、妥当と思う場所に○印をつける方法をとらせた。得られた各生徒の回答項目は、メンバーシップ関数とファジイ測度を使用して分析を行い、この結果と因子分析を比較検討した。これは、従来の分析が、個々のデータや共通グループの因子関係の具体的数値化まではできないのに対し、ファジイ分析は分析者自身がある決まった値を定義でき、個々のデータやグループあるいは集団のデータを分析可能であり、人間の感情、興味・関心といった曖昧さの関与するものを、集合とし

[次の質問について、あなたの「感じる一番近いところに○をつけて下さい]  
※数字の上につけなくてもかまいません。

	10	8	6	4	2	0
(1)フロッピーディスクを初期化を十分できる . . . . .						
(2)ファイルの複写が確実にできる . . . . .						
(3)ファイルの名前を自由に変更できる . . . . .						
(4)ディレクトリを確実に作ることができる . . . . .						
(5)フロッピーのファイル入出力が正確にできる . . . . .						
(6)プリンターへの出力操作が自由にできる . . . . .						
(7)ソフトウェアの処理の仕組みがよくわかる . . . . .						
(8)ソフトウェアのマニュアルを読んで理解できる . . . . .						
(9)マニュアルを使いこなせる . . . . .						
(10)簡単なプログラム作成はできる . . . . .						
(11)人間はコンピュータに頼っている . . . . .						
(12)情報処理に興味をひかれる . . . . .						
(13)情報理論はおもしろい . . . . .						
(14)ソフトは思考の訓練に有効である . . . . .						
(15)情報科学を学ぶのは役に立つ . . . . .						
(16)プログラムは専門家の仕事と考える . . . . .						
(17)情報科学は他教科同様大切である . . . . .						
(18)プログラムはソフト操作処理同様大切である . . . . .						
(19)情報理論はコンピュータの基礎である . . . . .						
(20)情報理論は情報処理の基礎である . . . . .						

図2. 実践後理解度調査項目

て扱い、数値化して分析できるという特徴を備えている<sup>(13)(14)</sup>。

### 3.2 ファジィ分析の手法

ファジィ分析の中で、特に本研究の中心となる手法は、以下に示すようなメンバーシップ関数とファジィ測度である<sup>(15)</sup>。

[メンバーシップ関数]

メンバーシップ関数とは、一般的にファジィ集合(A)である全体集合(U)の各要素に対して、0と1との間の1つの値を、その所属度(ある集合に所属している度合い)に応じて割り当てる関数で、

$$\mu_A : U \rightarrow [0, 1] \dots\dots\dots \text{式1}$$

で定義されている<sup>(15)</sup>。

ここで、一般的な集合の場合は、全体集合内の各要素に1または0のいずれかの数値を割り当て、それによってクリस्प(“明確な要素”の意味、普通クリस्प集合を“一般的な集合”と呼ぶ)な集合の要素であるかないかを判別している。これに対しファジィ集合では、全体集合の要素に割り当てる値を、ある特定の範囲内の値をとるものとして、それが対象としている集合への要素の偏り(度合い)を表している。この度合いが大きくなる程、その集合への偏りが大きくなるような関数を、メンバーシップ関数と呼ぶ。

そこで筆者らは本研究について、以下のような手法でメンバーシップ関数を定義した。

全体集合をUとすると、ファジィ集合Aは、先の式1で表される。ここで、集合は普通 | | の記号で示されるが、メンバーシップ関数の場合これを  $\mu_A$  で表し、ファジィ集合Aは次のようになる<sup>(15)(16)</sup>。

$$\begin{aligned} A &= \mu_A(a_1)/a_1 + \mu_A(a_2)/a_2 + \dots\dots + \mu_A(a_n)/a_n \\ &= \sum_{a \in U} \mu_A(a)/a (= \sum_{i=1}^n \mu_A(a_i)/a_i) \dots\dots\dots \text{式2} \end{aligned}$$

これは集合Uの要素について、すべてのメンバーシップ関数を抽出することを示し、上の式2は、

$$A = \int_U \mu_A(a)/a \dots\dots\dots \text{式3}$$

というすべての要素aの総和で示される。

これは、メンバーシップ関数の総和を示しており、これを本研究の授業前後の評価項目で調

査し、分析・検討する上で重要な要素となっている。

[ファジイ測度]

学習到達度の分析では、実践後の評価項目にファジイ測度を適用し、分析の妥当性を検討した。

ファジイ測度とは、人間の主観的判断や評価自体を問題とすると、一般の確率の概念と集合の枠組み(クリस्प集合ともいう)では無理があり、もう少し曖昧な(評価の範囲を任意に広げる)尺度はないかという要請から生まれた確率の拡張概念である。これは人間が主観的に判断したり、評価する際に用いる数学的な「ものさし」であり、歴史的には、1965年カリフォルニア大学のザデー教授が提唱したものである<sup>(17)(18)</sup>。

先にあげたメンバーシップ関数が、式1で与えられるのに対して、ファジイ測度ではXを各クリस्प集合とすると、

$$g: P(X) \rightarrow [0, 1] \dots\dots\dots \text{式4}$$

で定義される<sup>(15)</sup>。

図3にファジイ測度の集合を示す。

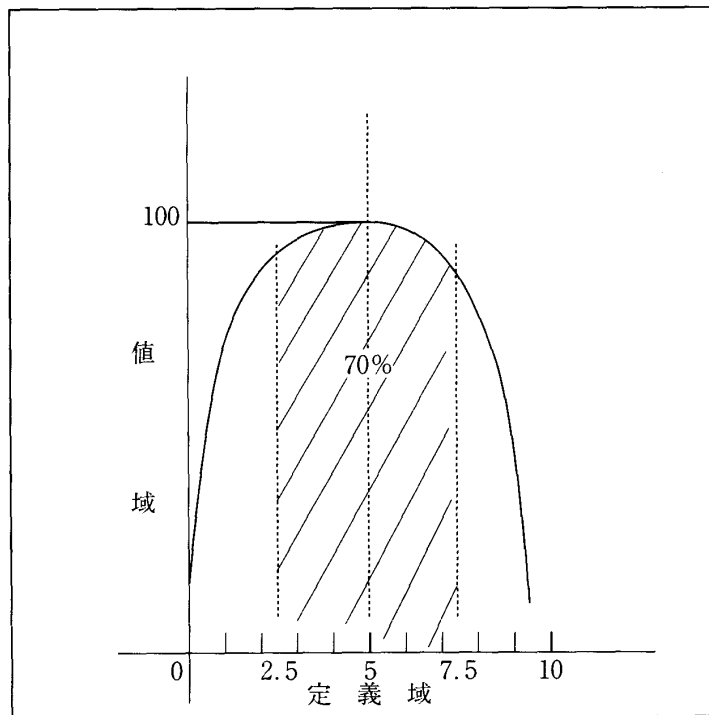


図3. ファジイ測度

これは、ファジイ測度では全体集合内の各クリस्प集合(X)に対して、単位区間  $[0, 1]$  のある特定の要素がそれらの集合に属する有効となる情報の度合いを示す値を割り当てている。ここで、Pを単位区間  $[0, 1]$  内の値とすると、 $P(X)$ を部分集合とすると、関数gの定義域であるクリस्प部分集合のべき集合という。

ファジイ測度には「評価する側で尺度を設定できる」という長所がある。ファジイ測度の求め方は、本研究ので用いた調査項目に沿って説明すると、その20項目のそれぞれの平均値をとり、その平均値を中心として対象な、上に凸な放物線を描き、その中で生徒が取りうる値の範囲(定義域)を求める。

一般には図3のように中央の5を左右対象として、2.5(B)～7.5(A)の範囲で含まれる面積が70%に達するところが定義域となり、この2.5～7.5の山の対象点(C)をファジイ測度として評価側で決める。

これを応用して、例えば「フロッピー初期化」の実習課題について採点した結果、生徒の平均点が7.8とすると、この点を対象点として70%を占めるとき、これをファジイ測度として定める。ただし、生徒の回答が良いほど右へ放物線が移動する。筆者らは、さらに信頼性や客観性を高めるため、80%以上の定義域をファジイ測度とした。そして、このファジイ測度の範囲内で、それぞれの回答のメンバーシップ関数値を求め、その値が0.7以上のものを検討した<sup>(17)(18)</sup>。

これは、学習の到達度が、各調査項目の評価を、一般に理解度が10段階中7以上であれば理解できたと判断できる。すなわちファジイ測度では70%を標準的な理解度として各項目に適用することにより、従来の分析(因子分析)の妥当性を検討した。

以上の点を考慮して、本研究ではファジイ分析の2つの手法で、因子分析・クラスター分析等では検討に今一步であった情意と学力向上の関係因子を評価と併せて調査分析し、その解明を行った。

#### 4. 研究結果

先の手法による分析により得られた結果を、以下のように授業前の調査結果と授業後の分析結果とにわけ、情報技術教育の情意面の評価を考察した。

##### 4.1 授業前の調査結果と考察

授業前の調査項目は、先に図1に示した。調査方法は、前述のように10段階に区切ってお



り、各生徒が判断する基準に基づいて1から10までの段階のどこでも任意に選択できるようにしている。

(情報基礎領域の興味関心)

図1より情報領域の中で、中学校時代最も興味・関心のあった分野は、ワープロが10段階で、8.4である。以下、図形処理(7.5)、言語(7.4)、表計算(6.2)、データベース(6.0)、製図(5.4)、そして機械工作(4.0)となっている。

この結果、ワープロ、図形処理および言語といった内容が、技術・家庭科の学習領域の中の、製図、機械工作に比べて興味・関心が高いことが明らかになった。中でも、言語が第3番目に興味・関心があった。

同時に、コンピュータについての調査項目を回答させた。その結果、中学時代の印象は、「コンピュータは将来必ず役立つ」、「興味深い」、「関心がある」というもので、いずれも10段階で8以上の評価である。

このことは、コンピュータは将来的にも必要不可欠なものと考え、また興味をそそるメディアであるというイメージを持っている。

一方、コンピュータについて、「難解である」、「複雑である」、「暗い」、「あいまい」といった、とりつきにくい(いずれも10段階で4以下の評価レベル)、つまり自由に使いこなせそうにないというイメージを持っている生徒も若干(4名)存在する。

## 4.2 授業後の分析結果と考察

本授業終了後、ファジイ分析と因子分析の結果とその関係を考察するために、従来の分析法であるS、T<sub>1</sub>およびT<sub>2</sub>評価表による分析を行った。そして、授業後の調査項目をクラスター分析・因子分析、およびファジイ分析により分析を行い、情報技術基礎領域での情意領域の評価を考察した。実践結果は、次の通りである。

### 4.2.1 S評価票(生徒自身の評価)

生徒自身による授業での専門的教授行動を評価するため、S評価(図4)を行い、その分析結果を表1に示した。

それぞれの評価項目について、バリマックス回転後、共通因子として三つの因子が抽出された。因子寄与率は、61.5%であり、因子の解釈は、0.500以上のものを高い因子負荷量とした。

第1因子で高い負荷量を示す項目は、7、8の2項目であり、これは「技能熟練」を示している。第2因子で高い負荷量を示す項目は、2、3の2項目であり、これは「技能の確認」を示し

本 村 猛 能・内 桶 誠 二

3. 情報技術の実習【 年 月 日】

高等学校 学年 科 番 男・女 氏名

機械科（機械実習）で、“情報技術の実習”についての学習であなたはどのようにしましたか。次の1～10の項目の1つ1つについて、自分がどこにあてはまるか、一番近い所に1つ○印を付けなさい。（授業をよくするための調査ですから、成績には関係ありません。感じたままを記入して下さい。）

(記入例)

悪い例	5	4	3	2	1
				○	
良い例	5	4	3	2	1
		○			

よくあてはまる    だいたいあてはまる    どちらでもない    あまりあてはまらない    まったくあてはまらない

1. 情報技術基盤の教科書は適時参考にした。 . . . . .
2. レポートは必ず提出した。 . . . . .
3. コンピュータの作動、終了は正しく行った。 . . . . .
4. コンピュータ動作中は正しく操作した。 . . . . .  
(入力・出力・演算・記憶・制御)
5. 2進数と10進数の変換方法を十分練習した。 . . . . .
6. フローチャートを実習中は考慮にいった。 . . . . .
7. BASICプログラミングを納得いくまで行った。 . . . . .
8. 日本語入力等のソフト操作を十分行った。 . . . . .
9. 数値やデータの取扱を十分行った。 . . . . .
10. 実習中は真面目に参加した。 . . . . .

図4 S評価票（実習）

表1 S評価の因子分析（実習）

ノーマル・バリマックス法  $V = 39.834$

	A(1)	A(2)	A(3)	共通性
1	0.289	0.264	0.222	0.111
2	0.107	*0.536	0.128	0.591
3	0.285	*0.670	0.364	0.496
4	*0.529	0.410	0.276	0.493
5	0.162	0.163	*0.640	0.561
6	0.276	0.133	*0.642	0.727
7	*0.731	0.236	0.346	0.458
8	*0.999	0.234	0.276	0.749
9	0.458	0.185	*0.803	0.997
10	0.216	0.319	*0.670	0.646

ている。続く第3因子で高い負荷量を示す項目は、5, 6, 9, 10の4項目であり、これは「学習の心構え」を示している。

#### 4.2.2 T<sub>1</sub> 評価票(教師の教科教授行動の評価)

S 評価票が生徒自身の評価であるのに対応させて、生徒の教師に対する評価(T<sub>1</sub>; 図5)を調査し、その分析結果を表2に示した。

それぞれの評価項目について、バリマックス回転後、共通因子として三つの因子が抽出された。ここでの因子寄与率は、72.4%であり、因子の解釈は、0.500以上のものを高い因子負荷量とした。

第1因子で高い負荷量を示す項目は、5, 6, 7, 8, 9の5項目であり、これは「理論と実習の確認指導」を示している。第2因子で高い負荷量を示す項目は、1, 2の2項目であり、これは「学習の心構え」を示している。

続く第3因子で高い負荷量を示す項目は、3, 4, 10の3項目であり、これは「技能向上指導」を示している。

#### 4.2.3 T<sub>2</sub> 評価票(教師の一般的教授行動の評価)

教師の一般的な授業の進め方や生徒と教師の情意的関係について調査(T<sub>2</sub>; 図6)し、その因子分析による結果を表3示した。

ここでも共通因子として三つの因子が抽出された。因子寄与率は84.5%であり、因子の解釈は、0.500以上のものを高い因子負荷量とした。

第1因子で高い負荷量を示す項目は、1, 3, 5, 9~11の6項目であり、これは「学習への意欲的取り組みの指導」を示している。第2因子で高い負荷量を示す項目は、2, 4, 8, 12の4項目であり、これは「信頼関係の育成」を示している。続く第3因子で高い負荷量を示す項目は、14~17の4項目であり、これは「生徒の能力を加味した実習指導」を示している。

なお、この分析ではコンピュータの演習が初めての者も多数(80%)いるため、機器に関する興味・関心がまず第一にある。

#### 4.2.4 情報技術教育の情意領域の評価

授業後、20項目の調査を行った。調査項目の分析は、まずクラスター分析を行って項目の妥当性を調べた後、因子分析とファジイ分析の両分析を行うことによって、生徒の到達度を調べ、教師の指導と生徒の学習向上の関わりの両面から情意面を検討するために行った。

本 村 猛 能・内 桶 誠 二

3. 情報技術の実習【 年 月 日】

高等学校 学年 科 番 男・女 氏名

機械科（機械実習）で、“情報技術の実習”について、あなたの先生の様子はどうか。  
次の1～10の項目の1つ1つについて、自分がどこにあてはまるか、一番近い所に1つ○印を付  
けなさい。（この調査はあなたについてではなく、先生についてです。また、成績には関係ありま  
せん。感じたままを記入して下さい。）

(記入例)

悪い例	5	4	3	2	1
				○	
良い例	5	4	3	2	1
		○			

よくあてはまる      だいたいあてはまる      どちらでもない      あまりあてはまらない      ほとんどあてはまらない

- 情報のテキストは常に参照させた。 . . . . . 5 4 3 2 1
- レポートは必ず提出するよう指導した。 . . . . . 5 4 3 2 1
- コンピュータの作動、終了は常に注意している。 . . . . . 5 4 3 2 1
- コンピュータ動作中は正しく操作できるよう指導した。 . . . . . 5 4 3 2 1  
(入力・出力・演算・記憶・制御)
- 2進数と10進数の変換方法を十分練習させた。 . . . . . 5 4 3 2 1
- フローチャートを実習中はわかりやすく説明した。 . . . . . 5 4 3 2 1
- BASICプログラミング中は疑問点を随時解決した。 . . . . . 5 4 3 2 1
- 日本語入力等のソフト操作は、その操作方法を  
わかりやすく指導した。 . . . . . 5 4 3 2 1
- 数値やデータの取扱いの注意点を指導した。 . . . . . 5 4 3 2 1
- 実習中は真面目に参加するよう指導した。 . . . . . 5 4 3 2 1

図5 T<sub>1</sub>評価票（実習）

表2 T<sub>1</sub>評価の因子分析（実習）

ノーマル・バリマックス回転 V = 63.682

	A(1)	A(2)	A(3)	共通性
1	0.423	*0.576	0.302	0.641
2	0.213	*0.957	0.301	0.520
3	0.139	0.396	*0.779	0.587
4	0.272	0.031	*0.541	0.734
5	*0.589	0.128	0.244	0.551
6	*0.545	0.197	0.055	0.658
7	*0.622	0.090	0.153	0.512
8	*0.764	0.129	0.397	0.657
9	*0.621	0.061	0.412	0.559
10	0.210	0.228	*0.732	0.564

初歩的ファジイ理論を利用した情報教育の客観的評価

5. 情報技術学習全般についてあなたの感じの一番近い所に○をつけなさい。

「 \_\_\_\_\_ 」高等学校「 \_\_\_\_\_ 」学年「 \_\_\_\_\_ 」科「 \_\_\_\_\_ 」番氏名( \_\_\_\_\_ )

	よ く は ま る	だ あ い た い は ま る	ど い ち ら ど も	あ ま り は ま ら な	ま あ っ た は ま ら な
1. 授業中、我々の様子を見て助言・注意した。 . . . . .	5	4	3	2	1
2. 良い点を評価し、さらに助言を行なった。 . . . . .	5	4	3	2	1
3. 全員を平等に扱った。 . . . . .	5	4	3	2	1
4. 授業の終了には後片付けの指導をした。 . . . . .	5	4	3	2	1
5. 実習中各自の作業に留意した。 . . . . .	5	4	3	2	1
6. 次回の実習用具を忘れないよう指導した。 . . . . .	5	4	3	2	1
7. 質問はわかりやすく答え、説明した。 . . . . .	5	4	3	2	1
8. 我々の考えや気持ちを大切にし、 . . . . . これを伸ばすようにしていた。	5	4	3	2	1
9. 我々の意見を充分聞いて授業を行なった。 . . . . .	5	4	3	2	1
10. 先生自身の考えを押しつけない。 . . . . .	5	4	3	2	1
11. 我々全体への注意、個人への注意を行ない、 . . . . . 実習の安全面に留意していた。	5	4	3	2	1
12. 重要点は、はっきり板書した。 . . . . .	5	4	3	2	1
13. 班または全体で協力するよう言った。 . . . . .	5	4	3	2	1
14. 目標を明確に示した。 . . . . .	5	4	3	2	1
15. 明るい感じで授業していた。 . . . . .	5	4	3	2	1
16. 授業の雰囲気明るくするよう務めた。 . . . . .	5	4	3	2	1
17. 板書、説明の内容はわかりやすかった . . . . .	5	4	3	2	1

図6 T<sub>2</sub>評価票

表3 T<sub>2</sub>評価の因子分析 (実習)

ノーマル・バリマックス法 V = 71.254

	A(1)	A(2)	A(3)	共通性
1	*0.517	0.120	0.213	0.324
2	0.246	*0.624	0.465	0.745
3	*0.560	0.219	0.264	0.634
4	0.182	*0.886	0.128	0.624
5	*0.694	0.145	0.003	0.723
6	0.295	0.234	0.334	0.417
7	0.152	0.445	0.278	0.657
8	0.323	*0.672	0.443	0.684
9	*0.561	0.218	0.165	0.487
10	*0.735	0.249	0.436	0.579
11	*0.649	0.293	0.399	0.345
12	0.033	*0.745	0.218	0.673
13	0.312	0.263	0.376	0.738
14	0.228	0.224	*0.623	0.593
15	0.375	0.312	*0.732	0.319
16	0.480	0.183	*0.582	0.893
17	0.376	0.619	*0.526	0.737

<クラスター分析>

分析の結果、距離50以上で、大きく三つのクラスターに分けられた。これらからそれぞれ、技能面(項目1～6)、知識・理解面(7～9)、そして情意面(10～20)に評価項目が分かれ、しかも生徒の回答は均一に分散されており、評価項目の妥当性が裏付けられた。

<因子分析>

クラスター分析により調査の妥当性を確認した。

そこで本授業では生徒に、この20項目の自己評価を行わせ、これに因子分析を行って、その分析結果を表4に示した。

それぞれの評価項目について、バリマックス回転後、共通因子として三つの因子が抽出された。なお、因子の解釈は、0.500以上のものが高い因子負荷量である。

まず第1因子では、因子寄与率は65.2%であり、因子負荷量の高い因子は、1～4、7～10の8因子である。これより「知識・理解・技能」の因子が高いことを示している。

次に第2因子では、因子寄与率は32.2%であり、因子負荷量の高い因子は、17、18、20の3

表4 実践後の因子分析  
ノーマル・バリマックス回転 V = 170.65

	A(1)	A(2)	A(3)	共通性
1	0.680	0.132	0.106	0.491
2	0.717	0.081	0.121	0.535
3	0.621	0.141	0.208	0.448
4	0.632	0.003	0.183	0.433
5	0.452	0.342	0.008	0.321
6	0.469	0.339	0.207	0.378
7	0.668	0.020	0.073	0.451
8	0.683	0.027	0.314	0.566
9	0.636	0.027	0.361	0.535
10	0.611	0.154	0.185	0.432
11	0.263	0.291	0.461	0.366
12	0.293	0.059	0.754	0.658
13	0.276	0.060	0.802	0.723
14	0.250	0.321	0.112	0.178
15	0.453	0.231	0.403	0.420
16	0.267	0.100	0.023	0.082
17	0.138	0.701	0.225	0.560
18	0.145	0.959	0.246	0.999
19	0.217	0.434	0.312	0.332
20	0.005	0.835	0.146	0.718

因子である。これより授業に対する「態度」の因子が高いことを示している。

そして第3因子では、因子寄与率は23.4%であり、因子負荷量の高い因子は、12、13、20の3因子である。これよりコンピュータを主とする情報メディアに対する「興味・関心・意欲」の因子が高いことを示している。

#### <ファジイ分析>

現在まで筆者らは授業分析を、生徒による教師評価と情意面の評価を行い、生徒の心情(関心・意欲・態度)だけでなく、教師の態度・熱意に高い相関があり、また教師自身の教科指導力も必須の要素であるという結論を得た。ここではこの情意面という曖昧さの関与する評価を集合として扱い、それを数値化して分析することを試みた。

ところでクラスター分析は個々のデータや共通グループの分析が難解で、因子分析はデータ(情報)増加による分析が難解であるが、ファジイ分析ではこれらがメンバーシップ関数とファジイ測度により比較的容易に分析でき、しかも評価者でデータの尺度を設定できるという長所がある<sup>(11)</sup>。

そこで先の20項目について、まず「ファジイ測度」を与えた。これは、3.1節で述べたように、全生徒の80%以上の生徒が入るファジイ測度は、4から8の範囲であり、生徒の平均は7.8である。したがって、4を0、8を1.0の定義域を持つメンバーシップ関数と定めると、この時のメンバーシップ関数は0.9となる。また、ファジイ測度による定義域を検討すると、メンバーシップ関数で大きい値と言われるのは、先述のように0.7以上となる<sup>(15)</sup>。このような分析の手法を取り入れて、以下のような結果が得られた。

次に評価項目の4、7、16では、メンバーシップ関数が、それぞれ0.5、0.6、0.4となり、いずれも情報の情報科学(論理回路)やハード(回路)の内容に関し、やや理解不足であることが示され、これらについては負の情意面、すなわち消極的情意面であることが明らかとなった。

また、先の3項目以外は、すべてメンバーシップ関数は0.7以上であり、これらを先に分析した結果の因子の値と比較すると、第1因子「知識・理解・技能」のメンバーシップ関数の平均は0.7、第2因子「態度」のメンバーシップ関数の平均は0.8、そして第3因子「興味・関心・意欲」のメンバーシップ関数の平均は0.9となって、第1因子より第2因子、そして第3因子の順にメンバーシップ関数の値が高くなっていることを示している。

この「関心・意欲・態度」の因子が、メンバーシップ関数の最大値であることから、本授業においては、生徒の情報技術基礎に対する情意面の意識の定着が図られたことが明らかとなった。

したがって生徒のコンピュータ(情報基礎)学習の学力向上には、反復練習と意欲づけ、およびそれに対する教科指導力が必要不可欠であるばかりでなく、明確で自己到達にあった目標を得ることにより、意欲と興味・関心が増し、情意面に効果があることが明らかとなった。

これらをまとめると、ファジイ分析から言えることは、実技や理論指導が「知識・理解・技能」に、人間的接触が「態度」に、そして教科指導力が「興味・関心・意欲」に、特に関連のあることを示している。

#### 4.2.5 情報技術教育の評価

本年度新たに情報技術基礎なる分野が、機械科の学科以外に情報処理(産業情報処理)という科目で取り入れられ、ここに初めて工業科以外の学科で行われた。しかし、その評価についてはまだ不変化されていないため、あらゆる角度から検討する必要がある。

そこで今回は、まず従来の授業分析を行うことにより、現在までの評価の観点との相違点を考察した。

その結果、従来通り教師の教科指導力とその理論に裏打ちされた指導熱意が学習の向上に必要な不可欠であり、その上で実際の社会現場に役立つ能力とそのための情報活用能力が養われることが判明している。

したがって先の分析の結果、情報教育では、特にコンピュータの初心者である生徒には、反復練習と意欲づけ(わかりやすさ)、そしてそれに対する教科指導力が必要不可欠であることがわかった。

なお本研究の学力向上の範囲は、①情報理論の習得度、②言語についての確認テストの結果から得られたものであるが、このうち①は普通高校生徒が10～15時間を必要とすると言われている基礎技能が本校では8時間程度で習得され、②では言語のテスト結果は正の解答が90%以上である結果も得られた。

## 5. まとめ

本研究では、情報技術基礎領域において、ファジイ分析による情意領域の評価を、従来のクラスター・因子分析による評価と併せて、生徒と教師の関係を中心に比較検討した。これより、本研究の重点項目である学習向上の鍵となる教授行動と、生徒と教師の関係、教科指導力を比較検討することとした。

この結果、ファジイ分析による評価では、学力定着は、特に生徒の意欲と興味・関心という



情意面が、教師の熱意と指導力及び信頼に、深く関係していることを明確に示した。

また、中学校・高校の従来による実践で確認されたものと同様に、学力定着の授業の要素とは、熱意と指導力(信頼)であり、具体的には、「教科内容の段階化」「教科内容への目的意識・意欲」「専門内容の平易な教授と指導」などである。

つまり、ファジイ分析と従来 of クラスタ・因子分析では、情報技術教育の学力向上に必要なこととして、情意領域の中で特に前者では「態度」という「情意面」が、後者では「興味・関心・意欲」があげられ、その上で「知識・理解」という「知性面」が構成されている。

このことから、生徒の学力向上の鍵を握る因子は、教師の①人間的接触は生徒の態度に、②実技指導は生徒の経験に、③理論的指導は生徒の信念に、それぞれ関連があり、これらの指導技術を習得することが的確な生徒の把握と学力向上につながることを示すことができた。

以上の調査から、高等学校の授業でも、生徒の学力向上が人間的接触・実技指導・理論的指導という具体的な教科指導力に影響し、クラスタ分析、因子分析で得られた結果を、さらにファジイ分析の中のメンバーシップ関数を用いた分析により明確化され、評価はこの3者の分析を並行して用いることにより客観化がはかられ、学力の定着と意欲、興味・関心という情意面が教師の指導力と共に深く関係していることが明確にされた。

今後は、これらの実践をさらに進めて、中学・高校全般の教育と、大学の一貫した情報教育分野を中心とした情意領域の評価を含む総合的な研究を行っていく予定である。

なお、本研究は平成6年度文部省科学研究費(奨励研究A)の助成を受けて行ったものを主にまとめたもので、現在一般研究C(課題番号：07680292)の助成を受けて行っており、その経過報告も兼ねている。

## 参考文献

- 1) 小山田了三：実践工業科教育法，東京電機大学出版局，1985，pp. 129-139.
- 2) 本村猛能・小山田了三：技術科「電気Ⅱ」増幅器の製作における教授行動の分析，日本産業技術教育学会誌，Vol. 30, No. 2, 1988, pp. 195-206.
- 3) 本村猛能・小山田了三：技術科「機械Ⅰ」機構模型の製作における教授行動の分析，日本産業技術教育学会誌，Vol. 30, No. 4, 1988, pp. 327-335.
- 4) 小山田了三・本村猛能：椅子製作授業と教授行動の分析，日本産業技術教育学会誌，Vol. 31, No. 4, 1989, pp. 209-214.
- 5) 本村猛能・小山田了三：S-P表分析を用いた教授行動の検討，日本産業技術教育学会誌，Vol. 33, No. 1, 1991, pp. 35-40.
- 6) 本村猛能・小山田了三：機械科「アーク溶接」における教授行動の分析，日本産業技術教育学会論文集，1992.

本 村 猛 能・内 桶 誠 二

- 7) 本村猛能：義務教育における教授行動分析，川村学園女子大学研究紀要，1993，第4巻2号，pp. 147-162.
- 8) 本村猛能・内桶誠二：中学・高校「情報教育」でのファジイ分析による情意領域の評価，日本教科教育学会全国大会，1995. 10. 15，金沢大学.
- 9) 内桶誠二・本村猛能：情報教育におけるヒューマンインターフェースの機能，川村学園女子大学研究紀要，1996. 3，第7巻2号，pp. 33-50.
- 10) 文部省：中学校指導書，技術・家庭編，1988，pp. 1-9, 54-60.
- 11) 文部省：高等学校指導書，工業編，1988，pp. 1-12.
- 12) 田中・脇本他：パソコン統計解析ハンドブック，1984，pp. 195-257.
- 13) 宮武・長谷川他：ファジイ理論を適用した生活科の学習評価について，第18回全日本教育工学研究協議会・全国大会研究発表，1992，pp. 203-206.
- 14) 宮武・長谷川他：ファジイ理論を用いた書写の評価の構造分析と構築，第18回全日本教育工学研究協議会・全国大会研究発表，1992，pp. 116-119.
- 15) Geotge J, Tina A.(本多中二訳)：ファジイ情報学，1993，pp. 13-19.
- 16) 寺野・浅居・菅野：ファジイシステム入門，オーム社：1990，pp. 19-32.
- 17) 向殿政男：ファジイ理論が判る本，1993，pp. 50-65.
- 18) 向殿政男：ファジイのはなし，日刊工業新聞社，1993，pp. 20-32.