

ファジイ分析等による「情報教育」の評価の客観化 ——中学・高校・大学の相関を中心として——

本村 猛 能・内 桶 誠 二

Objective Evaluation of “Informatics Education” to make use of Fuzzy Analysis — Connection of Junior High School, Senior High School, and University —

Takenori MOTOMURA and Seiji UCHIOKE

要 旨

小・中・高校における情報教育は、一般教育としての情報基礎教育という位置けで行われ、小学校では「慣れ親しみ」、中学校では「情報の活用能力」を養い、中でも技術・家庭科は情報教育の重要な役割を担っていた。また、高等学校工業および商業科でもカリキュラムの中に情報領域が設けられている。しかし、小・中・高校の情報教育は様々な実践報告はあるものの、「興味・関心」といった主観的評価（感想）が多く、指導者側も「情報教育」の何を目標とするかまちまちで、体系的指導法や評価は現在問題とされている。また、大学でも情報教育について専門学科ばかりでなく、広く教養的な教科として扱うことが多くなっている。

このような中、本研究は、中学・高校・大学の情報教育における評価の問題について、ファジイ分析およびこれと合わせて因子分析・クラスター分析等により比較検討するものである。

その結果、まず従来の分析結果、「生徒・学生の学力向上が人間的接触・実技指導・理論的指導といった具体的な教科指導力に影響する」が確認された。次にファジイ理論（ファジイ測度とメンバーシップ関数）を用いることにより、クラスター分析、因子分析で得られた結果、すなわち学力の定着と意欲、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。また、学力向上には、「興味・関心・意欲・態度」という情意面を土台として、「知識・理解」という知性面が定着するという構造を示していることもわかった。

キーワード：情報教育，評価，ファジイ分析，因子分析，情意面

1. はじめに

小学校、中学校、および高等学校の情報に関する教育は、1987(昭和62)年に教育課程審議会の答申を経て、1989(平成元)年、新学習指導要領によって位置づけられたものである。ただしこれは、専門教育としてではなく一般教育としての情報基礎教育を行い、「社会の情報化に対応できる基礎的能力と情報活用能力を育成する」ことを目指していた。それは、小学校の様々な教科で「慣れ親しみ」、中学校で「情報の活用能力」を養うもので、特に、技術・家庭科が情報教育の重要な役割を担っていた。この中学校技術・家庭科の情報基礎は「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⁽¹⁾”ことを目標とし、また「情報活用能力」では簡単な論理演算や言語学習と、ワープロ・表計算・データベースなどのソフトを活用した情報社会への対応能力を学習することを目標としていた。しかし、現在では単に技術科という一教科ではなく、各教科でコンピュータをツールとして活用する様々な実践が行われている。

また、高等学校工業および商業科では1994(平成6)年度以降カリキュラムの中に情報領域が設けられ、教科として「情報処理」や「情報技術基礎領域」が学習指導要領に導入された。これは、中学校技術・家庭科の「情報基礎」分野や各教科の中での「情報活用能力」の内容も包含している⁽²⁾。そして、1998(平成10)年7月、高等学校への「情報」教育の必修科が正式に報告されたのである。

ところで、こういった経過の中で中学校・高等学校の情報教育は様々な実践報告はあるが、「興味・関心」といった主観的評価(感想)が多く、指導者側も「情報教育」の何を目標とするか曖昧模糊としており、体系的指導法も今後に期するため、当然評価のポイントをどのように行うかが現在および今後の問題とされている。

このように、小学校・中学校のみならず従来からコンピュータ等を活用した授業が行われている高校でも評価の問題が見直され、特に情意領域における児童・生徒各自の関心・意欲・態度についての観点や指導法について重要な検討事項となっている⁽²⁾。

一方、大学では情報教育について専門学科ばかりでなく、広く教養的な教科として扱うことが多くなってきた。現在カリキュラムは、教養課程の中で位置づけられ、理工・文化系を問わず一般教養として情報教育が行われている。目標としては、一般にシラバスなどでは「コンピュータ・リテラシーならびに情報科学に基づく情報活用と情報倫理を理解させ、情報を社会の中で生かしていくことを目指す」ことを掲げている。この意味では、大学においてもすべての人を対象に情報教育を行っており、事実ほとんどの大学において、一般教育として、情報教育

が行われるようになったが、現実には代表的ソフト操作と簡単なプレゼンテーション技能やインターネット閲覧に終始している場合が多い。そのため実態は多くの問題点を抱えている。

これは、大学では小・中・高校の情報教育の導入進度、最近のコンピュータ等メディアの急速な進歩、そして各専門分野の立場による情報教育の考え方の輻輳、等の状況下、これらにより体型だった情報教育の確立と実践方法が、具体的な指導法と合わせ、検討中である。そのため、評価をどのように行うかも現在問題とされている。

ところで筆者らは、過去10年間の先行研究の中で、以下に述べるように大きく2つの研究結果を得ている。

まず、1つ目であるが、1989(平成元)～1994(平成6)年、中学校技術教育と高等学校工業教育を中心とする教授行動と評価に関する研究では、客観的評価法の確立を目的とした。分析は、クロス集計、フランダース分析、S-P表分析、クラスター分析、および因子分析等を行い、これにより教授行動の分析を検討した^{(3),(4)}。これらの報告からは、生徒集団の知識・理解や興味・関心が、教師の指導力・熱意と密接に関係し、生徒の学力向上にも関係があることを得、そのための評価は「知識・理解」のみならず「興味・関心・意欲」の情意面を「態度」と合わせて、その学習過程を重視しながら行っていくことが妥当であることがわかった。

次に、2つ目であるが、1994(平成6)年～1996(平成8)年、中学校・高等学校（主に工業高校）における情報関係の教科を、情意領域を中心として、クラスター分析・因子分析等に加えてファジイ分析、特にファジイ測度とメンバーシップ関数を導入することにより、教師の教授行動分析および生徒の学力向上の分析を行った^{(5)～(7)}。これらの報告からは、生徒の学力向上は、特に学習者の「興味・関心」という「情意面」が教師の指導力に関係していることがわかった。また、この指導力とは人間的接触も含む指導をさし、これが「情意面」であるという前提条件を考えた。

ところで、後者でファジイ分析を用いた理由は2つある。一つは、従来の分析の再確認、もう一つはファジイ分析自身が、従来の分析にはない優れた特徴を備えているからである。それは、次のような理由による。まずクラスター分析は、多くの情報の中からまとまり（クラスター）を分析することは適しているが、個々のデータについての程度差や共通グループの関係があるのかについては分析が困難であること、次に因子分析は、変数間の関係を分析することは適しているが、個々のデータの状態が判別しにくく、互いの因子関係が具体的に数値化しにくいという性格を持っていることを考慮に入れたからである。

この点、ファジイ分析は、分析者自身がある決まった値を定義するため、個々のデータや集団のデータを分析するのに適しており、特に人間の感情や態度、あるいは興味・関心といった

情意面で曖昧さの関与するものを、集合として扱い、数値化して分析できるという特徴を備えている。したがって、本研究で情報教育の評価と情意領域の結果の関係を再確認し明確にするため、この分析法を充実させ、実践対象範囲を広げて取り入れることとした。

なお、先行研究として、ファジイ分析を利用した実践研究は若干行われているが、教科、学年、あるいは中学・高校・大学と系統だった形での実践はなされていない^{(8),(9)}。

そこで本研究では、先に報告した中学校技術・家庭科の情報技術基礎教育の研究⁽⁷⁾を参考として、高校・大学における情報教育を、情意領域の評価を含めて、ファジイ分析による客観的評価と教授行動分析を試みた。また従来の教授行動分析、すなわちクラスター分析による評価項目の妥当性と因子分析による教授行動の評価の両者をファジイ分析と比較検討した。

これより、本研究の目標である学習向上の鍵となる教授行動と、生徒・学生と教員の関係がより明確に検討され、併せて一般教育としての情報教育の望ましい在り方の指針が見いだせると考えた。

2. 調査・実践および分析方法

調査は、中学・高校の生徒と大学生に行い、アンケート及びレディネス調査の後、情報教育の実践を行ってその評価票により分析を行った。

分析は、クラスター分析と因子分析を、そして、この結果と、ファジイ分析による評価を比較検討した。このように本研究は、中学校での実践結果^{(5)~(7)}を踏まえながら、高校・大学を中心に行ったものである。

2.1 調査方法及び調査内容

まず、生徒・学生が、情報教育についての内容をどの程度認識しているかを確認するために、アンケート及びレディネステストを行った。そして、その結果を考慮して情報理論の講義とソフト活用の実習を行い、授業終了後に分析に必要な評価項目を回答させた。各調査内容は以下のようなになる。

(アンケート及びレディネステスト)

調査項目は、はじめにでもあげたような報告同様^{(5)~(7)}、図1に示すように情報教育に対するイメージがどのようなものであるのかを見るものである。その内容は複数のソフト（ワープロ、表計算等）の操作に関するレディネステストを7項目、コンピュータ、言語に関する意識についてのアンケートを20項目、計27項目である。

ファジイ分析等による「情報教育」の評価の客観化

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。

	大好き	好き	どちらでもない	嫌い	大嫌い
1. ワープロ					
2. 表計算					
3. 製図 (CAD)					
4. 機械工作					
5. 図形処理					
6. プメグラミング					
7. データベース					

B. 【次の質問について、あなたが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 ; まったくその通り 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書く力を弱くする						
10. コンピュータを使うのは難しそうだ						
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抵抗がある						
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のみでよい						
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教育の授業について、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。任意の場所に○を付けて下さい。

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 -----		不満がある
20. 興味深い -----		興味が無い
21. 簡単である -----		難解である
22. 単純である -----		複雑である
23. 明解である -----		あいまいである
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 アンケート及びレディネステスト

(授業後の調査項目)

図2に示すように、授業終了後に23の項目により調査を行った。

(授業後の評価票)

ここに示す評価票は、1995・1996年の因子分析による評価票で用いたものであり^{(4),(5)}、先に報告しているのでここでは図表は省略する。この評価票は、従来から行っている中学・高校・大学での教授行動の一貫性をみるものであり、本研究以前の授業内容やその回答項目が異なることは、分析をする上で一貫性に欠けるものと考えた。そのため、その評価項目を本研究の情報教育に若干の訂正を加えて導入した。そこで、各学校段階での質問の度合い、例えば高校では「論理回路や2進数、10進数の考え方」とあるのを大学では「情報科学」あるいは

	10	8	6	4	2	0
【次の質問について、あなたの感じる一番近いところに○を付けて下さい】						
※数字の上につけなくてもかまいません。						
(1) フロッピーディスクの初期化を確実にできる						
(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成することができる						
(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) マニュアルを十分に使いこなせる						
(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) 情報教育に興味ひかれる						
(13) 情報に関する理論はおもしろいと思う						
(14) ソフトは思考の訓練に有効である						
(15) 情報教育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) 情報教育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) 情報理論は情報教育の基礎である						
(21) 初めてのソフトも使用できそうである						
(22) プログラムのような難しいことは適さない						
(23) 私も勉強すればプログラムができるだろう						

図2 実践後の調査項目

「情報教育」とするなどの多少の違いを除けば、ほとんど同じ質問内容である。

なお、従来の質問設定の原則を生かし修正を行ったが、その方法は、各学校段階の学習指導要領と公立学校で使用されている複数の教科書・資料集を基本として、また大学では、先行研究の結果より教育審議会および協力者会議で報告されている「リテラシー」の概念を柱として、生徒・学生の実体・進度を考えて作成している。

< S 評価票 >

生徒自身の情報教育に対する評価について、10項目を回答させた。項目は、それぞれ情報の概念(2項目)、コンピュータ活用(3項目)、プログラミング(2項目)、そして情意面(3項目)である。

< T₁ 評価票 >

生徒による教師の情報教育に対する専門的内容の評価について、10項目を回答させた。項目は、先のS評価票と同様であるが、教師の行動への評価である。

< T₂ 評価票 >

生徒による教師の授業全般に対する評価について、17項目を回答させた。項目は、「関心・意欲・態度」といった情意面の土台となる教師の授業での生徒・学生に対する接し方と教授法である。

ただし、筆者らの情意面についての先行研究により、ここでいう「関心・意欲・態度」の意味は、導入期・気づきを「関心」、展開期・やる気を「意欲」、集結期・価値付けを「態度」といったような段階的なものとしてのみとらえず、常に互いに交差したものとして考えている。理由としては、情報教育が従来までコンピュータを中心とした教育実践に傾斜しやすく、そのため導入期は外的動機付けとしての「興味」から「意欲」が生まれることが多かったが、これをよく「関心・意欲がある」と考えられがちであった。我々は、特にこの点に留意し、実践・研究を行った結果、学習者が主体的に取り組むとき、より高次の、すなわち「関心・意欲・態度」を超えた「情意面」が養われることを確認している。

2.2 調査対象及び実践方法

調査対象は、中学校では東京都内の公立学校1～3学年96名(男子55名、女子41名)、高校では埼玉県内の高校総合科1～3学年135名(男子75名、女子60名)、そして大学では複数の私立大学1～4学年140名(男子45名、女子95名)である。また、調査期間は、平成9年9月～平成10年7月の間で行った。なお、こられの調査対象は、先に平成8年4月～7月にファジィ分析の基礎的導入を行っているため、その際実践を行った対象校を継続実践し、かつまた

新規に実践したものである⁽⁷⁾。

実践方法は、中学校「情報基礎」、高校「情報技術基礎」および大学「情報教育」の各教科の中で、講義と実習を適宜融合させた基礎的内容であり、その学習内容について、講義は、情報社会概論と情報科学を中心とする情報理論・論理回路・ハードウェア・ソフトウェア等であり、実習は、言語学習とソフト活用（表計算・ワープロ）であるが、中学・高校・大学の学習者の各発達段階に合わせたものである。

2.3 分析方法

授業前の27のアンケート調査項目と、図1に示すような、授業終了後に行った23の調査項目は、前回までの報告でクラスター分析により評価項目の妥当性は確認している⁽¹⁰⁾。

まず、実践後の評価票（生徒自身の評価、生徒による教師の専門的内容の評価、生徒による教師の授業全般の評価）は、バリマックス回転の後、主因子法により因子分析を行った⁽¹⁰⁾。

分析は前回の研究紀要でも報告したような調査項目票⁽⁷⁾と図1に示すような、実践後の評価項目で実施した。

これらの実践の上で、ファジイ分析を行った。

本研究でファジイ分析を行うため、学習者へその評価項目を回答させる方法は、次のようになる。まず、各調査項目を10段階（十分に理解した最大値を10、全く理解できない最小値を0とする）を目安として、生徒・学生が妥当と思う数直線上の任意の場所に○印をつける方法を設定した⁽¹¹⁾。次に、平成8年4月前もって中・高・大学各50名ほどの学習者へ実践前に回答させ、この集計をクラスター分析し、70%の段階でのデンドログラムの様子と、回答項目のバラツキや内容の偏りの度合いを調べ、回答項目が評価項目として妥当であるかどうかを検討した。

こうして得られた各生徒・学生の評価項目を、ファジイ分析により、学力の傾向や情意面の評価と分析を行った。そしてこの分析結果を因子分析で得た結果と比較検討した。

ちなみにこの両者の分析法を比較する理由は、先に述べたように、クラスター分析が「個々のデータについての程度差や共通グループの程度関係についての分析」、因子分析が「個々のデータの状態判別と互いの因子の関係の数値化」という困難性を持っていることを考慮に入れたからである。したがって、ファジイ分析は、個々や集団のデータを集合として扱い、数値化して比較できるという特徴を持っているため、これを生かし、人間の感情、態度、興味・関心といった曖昧さの関与するものを比較分析することとした⁽¹¹⁾。

すなわち、本研究で情報教育の評価と情意領域の結果の関係を明確にするため、このファジ

イ分析法を取り入れるものである。ファジイ分析は、メンバーシップ関数とファジイ測度の両手法を用いた⁽¹²⁾。

なお、このファジイ測度の「評価者側で尺度を設定できる」という長所を生かして、従来のクラスター分析・因子分析と比較するのであるが、先報の通り、メンバーシップ関数は次のように定義して用いた。

メンバーシップ関数とは、ファジイ集合 (A) である全体集合 (U) の各要素に対して、0 から 1 の間の任意の値を、その所属度 (ある集合に所属している度合い) に応じて割りあてる関数であり、

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

と定義した⁽¹²⁾。

すなわち式 1) より、あらかじめ実践前・後の評価項目のそれぞれの回答値の平均をとっておき、あわせて指導者側の予想する (理想到達度) 回答値を中心として対象な、上に凸な放物線を描く。この回答者全体が取りうる値の範囲 (定義域) をもとに値域を評価者が測定する。一般に、放物線と横軸に囲まれた回答の 70 % 以上を占めるとき、これをファジイ測度として定めている。

このファジイ測度は X を各クリस्प集合 (一般的に用いる集合) とすると、

$$g : P (X) \rightarrow [0, 1] \dots\dots\dots \text{式 2}$$

で定義される⁽¹²⁾。

これは、ファジイ測度では全体集合内の各クリस्प集合 (X ; 生徒・学生の取りうる定義域) に対して、区間 [0, 1] 内のある特定の要素がそれらの集合に属するに有効な情報の度合い (ここでは 70 % 以上) を示す値を割りあてている。この際、各項目はそれぞれ独立したものととらえる。

つまり、式 2) より、ファジイ測度 (定義域) の範囲内において、それぞれの回答項目の希望値を先述のように評価者が決める。その値を頂点として値域 (0.50) と定め、これより上下均等に区間 [0, 1] の範囲において、各学習者の回答のメンバーシップ関数値を値域で求め、その値が 0.70 以上 (定義域; 横軸では 0 ~ 1.0 の範囲) のものを検討することとした⁽¹¹⁾。

これは、学習の到達度について、各調査項目の評価にファジイ測度 (評価段階の 7)、すな

わち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）の信頼性を確認したかったからである。

以上のように、中学、高校、大学における情報教育の評価とその教授行動の効果について、同一の評価項目をファジィ分析と因子分析により比較検討すると共に、筆者らが先行研究で行ってきた評価項目も併せて因子分析とファジィ分析により再確認（検討）し、従来の研究成果と評価項目設定の諸要素（因子）を検討・考察することとした。

3. 結果および考察

先の手法による分析により、以下に示すように、実践前・後の分析結果にわけ、情報教育について、評価の観点を検討事項に加えながら考察した。

3.1 実践前の調査結果と考察

中学・高校・大学の各段階で比較した調査結果は以下のようになる。

(情報教育の興味・関心)

情報領域の中で、最も興味・関心のあった分野は、ワープロが10段階で、中学；8.3，高校；8.2，大学7.2である。以下、表計算（中学；8.1，高校；7.8，大学；6.8），図形処理（中学；8.4，高校；6.2，大学；6.1），言語（中学；6.5，高校；6.4，大学；6.3），データベース（中学；4.2，高校；6.7，大学；7.1），CAD（中学；4.8，高校；5.4，大学；－）となっている。

この結果、先の報告（7）と多少異なるが、ワープロ、表計算および図形処理といった内容が、言語、データベースなどに比べて興味・関心が高いことが明らかになった。この異なる点は、大学においては言語よりデータベースに関心がある点が、中学・高校においては各ソフト活用の関心度が以前より開きがなく、均等になっている点である。これは教育目標が「情報活用」と「コンピュータのツールの活用」へ移行してきたことと発達段階あるいは男女の比率などの要因に関係があると考えられる。

また、コンピュータについての活用や利用方法についての調査項目を回答させた。その結果印象は、先の報告同様「コンピュータは将来必ず役立つ」、「学ぶ価値がある」、「興味深い」、「関心がある」といった項目が、いずれも10段階で8以上の評価であった。

つまり、コンピューターは将来的にも必要不可欠なものと考えながら、各種ソフトをどのように役立てるのかについて関心が高まっていることが推察できる。これは、コンピュータにつ

いて、「言語は専門家ができればよい」「コンピュータ操作は複雑である」、あるいは「人間社会に暗い影響を持つ」（いずれも10段階で4以下の評価レベル）といった、情報社会の陰の部分のイメージを若干（全教育課程30名以内）ではあるが認識していることが原因の一つと考えられる。

（クラスター分析と因子分析）

＜クラスター分析＞

クラスター分析は、異質な性質の因子の中から互いに類似した因子を集め、グループ化することが主な目的であるが、本研究では生徒・学生の特性をグループ化し、調査項目に偏りがなかろうか、つまり評価項目が客観的であるかどうか検討することに用いた。同時に学習者が、調査項目間の類似度（相関距離）を検討した上で、知識・理解および興味・関心などいくつかのグループに分類できる可能性も考えた。

そこで本実践では、レディネステストの回答項目を、類似度を明確にするためクラスター分析としてウォード法（Word method）を用い、同時に各クラスターの距離をわかりやすくするため「マハラノビスの汎距離」を利用した。これより、それぞれの項目間が均等なデンドログラムとなれば、授業分析のための回答項目が、従来のクラスター分析（最短距離法）に加えてより明確に偏りがないと考えることができ、項目設定の妥当性を確かめることができる。

本分析の結果、先報と同様中学・高校・大学のいずれにおいても30%の距離においても均等なデンドログラムであり、70%の距離においては3つのグループ（興味・関心、技能、知識・理解）に分かれたため、本実践での各回答項目は妥当であるといえる。これより回答項目を調査項目として用いることとした。

＜因子分析＞

生徒・学生のコンピュータに対する意識と言語やメディアに関する関心およびその内容（情報社会、情報科学等）を調べるため、レディネステストを分析した。その結果は、各段階共ほぼ同じ内容の因子であったので、ここでは高校を代表として表1に示した。

分析は、それぞれの回答項目について、バリマックス回転後、共通因子として三つの因子を抽出した。因子寄与率は、中学・高校・大学で、それぞれ第1因子では43.1・33.3・42.1%、第2因子では21.6・20.9・27.2%、そして第3因子では18.4・16.2・17.2%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て行い、これらの項目群を扱った。

まず第1因子で高い負荷量の項目は、コンピュータ等の機器に対する興味の深さをあらわすもので6項目あり、これは「情報メディアへの関心」を示している。

表1 実践前の因子分析（高校）

	A (1)	A (2)	A (3)	共通性
1	0.242	0.225	* 0.787	0.667
2	0.145	0.394	0.678	0.457
3	0.322	0.478	* 0.565	0.954
4	* 0.590	0.146	0.115	0.754
5	* 0.680	0.235	0.255	0.654
6	0.216	0.421	0.004	0.225
7	0.138	0.255	0.412	0.654
8	0.132	0.374	* 0.539	0.358
9	0.246	0.248	0.624	0.587
10	0.347	0.317	0.025	0.225
11	0.333	0.261	0.378	0.345
12	0.412	* 0.778	0.162	0.589
13	0.249	* 0.910	0.241	0.625
14	* 0.551	0.348	0.112	0.785
15	* 0.765	0.261	0.152	0.487
16	* 0.821	0.259	0.025	0.689
17	* 0.655	0.230	0.235	0.755
18	0.223	0.122	0.168	0.154
19	0.447	0.458	0.325	0.325
20	0.151	* 0.682	0.005	0.568
21	0.223	* 0.574	0.042	0.845
22	0.427	* 0.632	0.069	0.754
23	0.108	0.249	0.425	0.219
24	0.005	0.375	0.367	0.236
25	0.395	0.432	0.002	0.322
26	0.356	0.354	0.325	0.215
27	0.312	0.414	0.111	0.413

次に第2因子で高い負荷量の項目は、コンピュータ・リテラシーと情報リテラシーの関係の重要性をあらわすもので5項目あり、これは「情報教育の充実」を示している。

続く第3因子で高い負荷量の項目は、コンピュータ・リテラシーと現在の教育の関係の重要性をあらわすもので4項目あり、これは「情報教育の不可欠性」を示している。

いずれも大学を含む中学・高校の情報教育を行う上で重要とされている(1)情報科学への対応力、(2)情報に関する基本的概念、そして(3)情報の価値と対応力、がそれぞれ先の第1、第2、第3因子と関係があると考えられる。

3.2 実践後の因子分析結果と考察

実践終了後、その回答項目の確認も含めてクラスター分析と因子分析⁽¹⁰⁾、そしてファジイ分析^{(11),(12)}を行った。これより、情報教育の在り方と情意領域の評価の観点の調査できると考えた。ここで、3つの評価票による分析は、中学・高校・大学のそれぞれが同様の傾向であるので一括してあげたが、ファジイ分析と因子分析のための評価票は、中学の分析は前回もを行い、それを他校で実践したが同様の傾向であった。したがって、ここでは中学・高校と大学の2つに分けて結果をあげた。実践結果は、以下の通りである。なお、系統的に分析するため先の研究紀要報告と同様の評価票を利用したので図表は省略した。

3.2.1 3つの評価票の因子分析結果

因子分析による従来の評価票の結果は、次のようになった。ここでは高校を代表例とした。

< S 評価票 (生徒・学生自身の評価) >

生徒・学生自身による授業での専門的教授行動を評価するため、S 評価を行い、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を抽出した。因子寄与率は、中学・高校・大学でそれぞれ、第1因子では54.1・48.2・35.5%，第2因子では28.3・21.5・25.8%，そして第3因子では14.7・8.4・15.6%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。

まず第1因子で高い負荷量の項目は、コンピュータ・リテラシーに関することをあらわすもので、これは「技能習熟」を示している。

次に第2因子で高い負荷量の項目は、コンピュータ・リテラシーの達成の度合いをあらわす

表2 S 評価の因子分析 (高校)

	A (1)	A (2)	A (3)	共通性
1	0.225	0.121	0.112	0.112
2	0.241	* 0.636	0.123	0.647
3	0.335	* 0.758	0.345	0.656
4	* 0.759	0.462	0.266	0.543
5	0.351	0.217	* 0.757	0.782
6	0.178	0.122	* 0.754	0.753
7	* 0.752	0.222	0.356	0.748
8	* 0.958	0.325	0.245	0.844
9	0.345	0.256	* 0.844	0.845
10	0.422	0.251	* 0.698	0.745

もので、これは「技能確認」を示している。

続く第3因子で高い負荷量の項目は、授業時の集中の度合いや心構えをあらわすもので、これは「学習の心構え」を示している。

< T₁ 評価票 (教師の教科教授行動の評価) >

S 評価票が生徒・学生自身の評価であるのに対応させて、生徒・学生の教師に対する評価を調査し、その分析結果を表3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を抽出した。因子寄与率は、中学・高校・大学でそれぞれ、第1因子では33.2・32.3・37.4%、第2因子では15.3・17.5・19.6%、そして第3因子では12.4・15.3・16.4%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。

まず第1因子で高い負荷量の項目は、情報リテラシーとコンピュータ・リテラシーに関する指導をあらわすもので、これは「理論と実習の確認指導」を示している。

次に第2因子で高い負荷量の項目は、授業時の集中の度合いや心構えに対する指導をあらわすもので、これは「学習の心構えへの指導」を示している。

続く第3因子で高い負荷量の項目は、コンピュータ・リテラシーの実習に関する指導をあらわすもので、これは「技能向上指導」を示している。

< T₂ 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・学生と教師の情意的関係に対する評価を調査し、その因子分析による結果を表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を抽出した。因子寄与率は、中学・高校・大学でそれぞれ、第1因子では43.4・41.3・48.5%、第2因子

表3 T₁ 評価の因子分析 (高校)

	A (1)	A (2)	A (3)	共通性
1	0.243	* 0.746	0.455	0.744
2	0.266	* 0.787	0.361	0.621
3	0.144	0.265	* 0.846	0.721
4	0.184	0.202	* 0.646	0.745
5	* 0.759	0.106	0.252	0.653
6	* 0.855	0.408	0.355	0.644
7	* 0.684	0.134	0.231	0.598
8	* 0.762	0.106	0.207	0.658
9	* 0.604	0.368	0.353	0.748
10	0.287	0.476	* 0.752	0.515

表4 T₂評価の因子分析（高校）

	A (1)	A (2)	A (3)	共通性
1	* 0.815	0.155	0.353	0.521
2	0.244	* 0.654	0.324	0.615
3	* 0.851	0.154	0.353	0.356
4	0.212	* 0.846	0.216	0.656
5	* 0.645	0.356	0.123	0.498
6	0.347	0.215	0.311	0.427
7	0.244	0.324	0.165	0.351
8	0.215	* 0.575	0.123	0.651
9	* 0.782	0.254	0.355	0.564
10	* 0.869	0.332	0.327	0.598
11	* 0.755	0.325	0.382	0.745
12	0.214	* 0.675	0.124	0.753
13	0.225	0.112	0.161	0.285
14	0.351	0.236	* 0.625	0.633
15	0.226	0.211	* 0.721	0.569
16	0.326	0.262	* 0.561	0.743
17	0.157	0.359	* 0.515	0.587

では 34.4・23.7・21.4%，そして第3因子では 26.4・17.4・17.9%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。

まず第1因子で高い負荷量の項目は，生徒・学生への平等な対応と明確な目標の上での指導をあらわすもので，これは「信頼関係の育成」を示している。

次に第2因子で高い負荷量の項目は，生徒・学生の授業進度に応じた対応をあらわすもので，これは「個々の能力を生かした指導」を示している。

続く第3因子で高い負荷量の項目は，生徒・学生の授業への積極的取り組みに関する指導をあらわすもので，これは「意欲的取り組みへの指導」を示している。

3.2.2 ファジイ評価票の因子分析結果

生徒・学生の情報に関する意識と関心，およびその内容や理解を見るため，23個の評価項目（図2）により分析した。この際，因子の解釈が中学・高校は同じであるが，大学では異なるので別々にあげた。

<クラスター分析>

クラスター分析は，先の調査方法⁽⁷⁾をさらに確認するため実践前の分析同様に，ワード法 (Word method) を用いた。

その結果、均等な回答項目の分散となり、距離 60 以上で三つのクラスターに分けられた。これらはそれぞれ、技能面（項目 1～6）、知識・理解面（7～9）、そして情意面（10～23）に評価項目が分かれ、回答のデンドログラムの均一性により、本実践での各評価項目は妥当であると判断できる。

＜中学・高校の場合＞

生徒に評価項目を回答させ、因子分析を行った。その結果を高校を代表として表 5 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を抽出した。因子寄与率は、中学・高校でそれぞれ第 1 因子では 31.2・32.5%，第 2 因子では 23.2・24.4%，そして第 3 因子では 11.2・14.5%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。

表 5 実践後の因子分析（高校）

	A (1)	A (2)	A (3)	共通性
1	* 0.657	0.430	0.069	0.557
2	* 0.584	0.217	0.071	0.461
3	* 0.869	0.048	0.146	0.781
4	* 0.893	0.241	0.381	0.712
5	* 0.897	0.348	0.293	0.698
6	* 0.750	0.146	0.156	0.644
7	0.341	0.452	* 0.611	0.472
8	* 0.503	0.079	0.097	0.668
9	* 0.507	0.134	0.196	0.659
10	0.215	0.131	* 0.791	0.261
11	0.110	0.042	* 0.661	0.186
12	0.032	0.161	* 0.780	0.347
13	0.266	0.394	* 0.631	0.487
14	0.279	* 0.809	0.292	0.236
15	0.449	* 0.912	0.129	0.487
16	0.012	0.103	* 0.763	0.421
17	0.360	* 0.554	0.338	0.698
18	0.393	* 0.819	0.017	0.471
19	0.097	* 0.826	0.159	0.248
20	0.254	* 0.745	0.137	0.558
21	0.293	0.228	* 0.698	0.613
22	0.341	* 0.654	0.189	0.754
23	0.367	0.135	* 0.654	0.447

ファジイ分析等による「情報教育」の評価の客観化

まず第1因子で高い負荷量の項目は、コンピュータ・リテラシーと情報リテラシーの講義に関するものをあらわすもので、これは「知識・理解」を示している。

次に第2因子で高い負荷量の項目は、コンピュータ・リテラシーの意義に関する指導をあらわすもので、これは「知識と態度」を示している。

続く第3因子で高い負荷量の項目は、コンピュータを主とする情報メディアに関する指導をあらわすもので、これは「技能と興味・関心」を示している。

<大学の場合>

学生に評価項目を回答させ、因子分析を行った。その結果を表6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を抽出した。

因子寄与率は、それぞれ第1因子では34.2%，第2因子では21.5%，そして第3因子では

表6 実践後の因子分析（大学）

	A (1)	A (2)	A (3)	共通性
1	* 0.906	0.094	0.075	0.358
2	* 0.886	0.008	0.035	0.458
3	* 0.860	0.297	0.047	0.544
4	* 0.875	0.161	0.051	0.413
5	* 0.592	0.013	0.090	0.241
6	* 0.646	0.301	0.071	0.652
7	* 0.597	0.367	0.047	0.484
8	* 0.844	0.247	0.112	0.575
9	* 0.754	0.325	0.321	0.421
10	0.337	* 0.566	0.101	0.468
11	0.094	0.247	* 0.691	0.761
12	0.103	0.489	* 0.872	0.548
13	0.120	0.203	* 0.781	0.463
14	0.251	0.226	* 0.922	0.588
15	0.127	0.019	* 0.963	0.641
16	0.322	* 0.637	* 0.741	0.882
17	0.033	0.386	* 0.545	0.365
18	0.332	* 0.585	0.046	0.688
19	0.451	0.335	* 0.682	0.741
20	0.315	* 0.746	0.106	0.558
21	0.345	0.179	* 0.946	0.511
22	0.452	* 0.754	0.116	0.642
23	0.002	* 0.509	0.031	0.421

18.3%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。

まず第1因子で高い負荷量の項目は、情報社会や倫理など情報リテラシーの重要性に関する指導をあらわすもので、これは「情報教育の充実と態度」を示している。

次に第2因子で高い負荷量の項目は、コンピュータ等の機器の操作習得など、情報メディアに関する指導をあらわすもので、これは「技能と興味・関心」を示している。

続く第3因子で高い負荷量の項目は、プログラミングに関する指導をあらわすもので、これは「言語教育の不可欠性」を示している。

3.3 実践後のファジイ分析結果と考察

23個の調査項目の妥当性は、クラスター分析により既に確認済みである。

そこで、ファジイ分析により、学習の到達度、情意面、そして生徒・学生の学習向上の様子と教師の指導との関係を検討した。

<ファジイ分析>

先行研究で筆者らは、情報教育の評価と授業分析について、特に情意面の評価では、生徒の内面的心情（関心・意欲・態度）と教師の態度・熱意の関係を調査してきた。今回はこの情意面という曖昧さの関与する評価を中心として、それを数値化（曖昧な集合化）することによって分析し、中学・高校・大学での情報教育の在り方について検討した。

ここでは、ファジイ分析が、評価者（指導者）側で尺度を設定できるという長所を生かして、先の23項目について「ファジイ測度」を与え、メンバーシップ関数値を求めた。

まず情報科学やメディアに関する回答の一部、すなわち評価項目の4, 7（大学では8も含む）では、メンバーシップ関数値は、それぞれ0.52, 0.63,（大学では0.61）であった。なお、先の2項目（大学では3項目）以外は、すべて0.70以上であった。

これらメンバーシップ関数の平均値を高校・大学の因子分析の値と比較すると、それぞれ高校の第1因子「知識・理解」のメンバーシップ関数の平均は0.72、大学の第1因子「情報教育の充実と態度」の平均は0.72、高校の第2因子「知識と態度」の関数平均は0.81、大学の第2因子「技能と興味・関心」の平均は0.83、そして高校の第3因子「技能と興味・関心」の平均は0.85、大学の第3因子「言語教育の不可欠性」の平均は0.73であり、いずれも、まず「興味・関心・意欲」の因子のメンバーシップ関数値が最も高くなっている。この結果は、先の中学での実践結果⁽⁷⁾と同傾向である。

この「関心・意欲・態度」および「技能と興味・関心」の因子が、平均メンバーシップ関数値では最大値であることから、本実践において、情報教育での技能習得や学習理解には生徒・

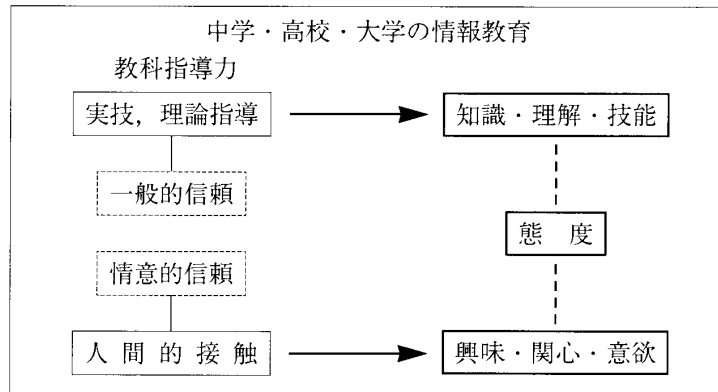


図3 本研究のまとめ

学生の情報教育に対する情意面と関係が深いことがわかる。

したがって、生徒・学生の情報教育に関する理解は、当然ではあるが明確な目標（指導計画とカリキュラム）に基づく学習が必要であるが、そこには情報に関する教師の教科指導力が、学習者への内的興味や関心・意欲付けへ結びつき、それが実践前の分析であげた情報の価値・情報科学への対応力・概念の構成に関係があるといえる。

これは、実践後の評価票による因子分析、そして評価項目の因子分析と3因子のファジイ分析の関係からも明確にいえることであるが、図3に示すように「実技・理論指導」が教科指導力に、「人間的接触」が「興味・関心・意欲」と関係し、これらは先報までの報告により、それぞれ「一般的信頼」と「情意的信頼」といわれている。特に「人間的接触」が「興味・関心・意欲」の内的動機付けのきっかけとなり、「実技・理論指導」が情報教育の「知識・理解と技能」に関連のあることを示している。

4. まとめ

以上本研究は、情報教育について、従来の分析、すなわちクラスター分析・因子分析による評価と、生徒・学生と教師の関係の分析、および情報教育をファジイ分析によって評価し、これらを比較検討した。これは、本研究の重要なポイントである学習向上の鍵となる教授行動（実技、理論指導）と、生徒・学生と教師の関係を比較検討できると考えたからである。

この結果、ファジイ分析を中心として行った評価では、学力定着は、特に生徒・学生の意欲、興味・関心といった面が教師の指導力と信頼に繋がったとき、大きくなることを示した。

このことは、第1次先行研究（クラスター・因子分析による教授行動の分析；平成3～6年）

で得られた結果を基にして考えると、まず一般的に得られたこととして、先の中学における実践で確認されていたものと同様に、高校・大学教育でも充実した講義を行うためには、一般的・情意的信頼、教科指導力が必要である。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実習指導」があげられる。これは、すなわち「カリキュラムの充実と咀嚼」をはかることが大切であるといえる。

また、第2次先行研究（クラスター・因子・ファジイ初歩分析による情報教育の情意領域と評価分析；平成6～8年）で得られた結果を基にして考えると、情報教育の学力向上に必要なこととして、特に前者では「興味・関心・意欲」が、後者では「態度」という「情意面」があげられ、さらにこの情意面の上で「知識・理解」という「知性面」が形成されて、条件が成立するということである。

これらの調査から、高校・大学の教育についても、中学校同様生徒・学生の学力向上は、人間的接触と、実技指導・理論的指導という教科指導力に影響していることがわかった。また、クラスター分析、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ることにより学力の定着と意欲、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。

今後の研究方向は、分析対象者とそのレディネスを考慮した、具体的な教科内容を加えた形で、情報の基本的な内容を検討し、「リテラシー」を継続実践とその経過および実践前後の様子を含めた分析を行う必要がある。その中で、ファジイ分析を中心として、学習者個々人の学習把握の形態とそのグループ・集団など多面的に研究していこうと考える。

なお、本研究は平成9・10年度の科学研究費基盤研究C（課題番号：09680286）の助成を受け、中間報告を兼ねて行ったものである。

参考文献

- (1) 文部省：中学校指導書，技術・家庭編，1988，pp. 1-9, 54-60.
- (2) 文部省：高等学校指導書，工業編，1988，pp. 1-12.
- (3) 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.
- (4) 本村猛能：高等学校機械科「ガス切断」と「アーク溶接」学習における教授行動分析，日本産業技術教育学会論文集，Vol.37, No. 3, 1995, pp. 253-260.
- (5) 本村猛能・内桶誠二：初歩的ファジイ理論を利用した情報教育の客観的評価，川村学園女子大学研究紀要，Vol. 8, No. 1, 1996, pp. 327-335.
- (6) 内桶誠二・本村猛能：情報教育における客観的評価の検討，日本教育工学会全国大会，

ファジイ分析等による「情報教育」の評価の客観化

1996. 11, 金沢大学.

- (7) 本村猛能・内桶誠二：中学・高校「情報教育」でのファジイ分析等による情意領域の評価，日本教科教育学会誌，Vol. 20, No. 20, 1997, pp. 19-30.
- (8) 清水誠一：絶対評価における客観化への試みーファジイ理論を適用した書写の評価法一，第18回日本教育工学会・全国大会研究発表，1995, pp. 71-77.
- (9) 奥田・山下他：ファジイ理論を応用した教育評価法(Ⅲ)，第5回教育工学関連学協会・全国大会研究発表，1997, pp. 415-418
- (10) 田中・脇本他：パソコン統計解析ハンドブックⅡ，1984, pp. 195-257.
- (11) 山下元：ファジイ教育情報科学，1995, pp. 133-150.
- (12) Geotge J, Tina A (本多中二訳)：ファジイ情報学，1993, pp. 13-19.