

計算機用語認知度による情報関連理解度の測定と 情報教育効果評価への応用

中村 靖[†] 小嶋 弘行[†] 喜久川 政吉[†]

情報教育の重要性が高まっている中で、効果的な教育を行うためには学生集団の理解度を適宜測定し教育効果をタイムリーに評価することが重要である。教育効果を評価する方法はいろいろ知られているが、教師と学生の負担が小さい簡便さの観点から見ると、必ずしも満足できるものは多くない。筆者らは教育効果を評価する簡便な方法として、アンケート形式で用語の認知度と認知率を測定し、平均認知度の推移分析や相互比較により対象学生集団の教育効果を評価する方法を提案した。本論文では、まず理解度を測定する指標としての用語認知度と、データの信頼性を検査する数値としての用語認知率を定義し、アンケート形式で学生集団に提示する一群の用語の設定方法を示した。次に、データの信頼性を検査する1つの方法を提案し、実データをもとに本論文に示す方法の実用の可能性を検証した。あわせて正しい用語説明文を選択する用語テスト結果とアンケートで求めた用語認知率の結果を比較し、本方式の裏付けを示した。最後に本方式を応用し、情報基礎教育の過程でノートPCを所持させることの効果の分析例を示した。

Measurement of Basic Knowledge about Information Technology Using Questionnaire on Computer Technical Terms, and Its Application to Evaluation of Information Education

YASUSHI NAKAMURA,[†] HIROSHI KOJIMA[†]
and MASAYOSHI KIKUGAWA[†]

The importance of information education is increasing year after year. For better education, evaluation of effectiveness of information education is essential. There are many evaluating methods, but simple and easy method is yet to be found. We have proposed an easy evaluating method, in which we measure the basic knowledge about information technology of students, using questionnaire on computer technical terms. In this paper, we first define a degree of recognition of each examinee and a recognition rate of each technical term, and we describe how to compose the set of technical terms for a questionnaire. Next, the method for inspecting the reliability of the data set is proposed, and a possibility of a practical use of the evaluating method is discussed in the case of actual data. Finally, we show usefulness of the evaluating method, applying the method to evaluation of the information education.

1. はじめに

情報教育の重要性が年々高まり、教育対象者もますます多様化・大人化している。このような情報教育をより効果的にするためには、教育対象者の全体的な理解状況(知識の量と理解の深さ、以下理解度という)を的確に把握することが重要である。また情報教育の分野では、情報機器や情報技術を活用した新しい教育方法・教育ツールが積極的に開発されているが、これらの新しい手法やツール等の教育効果を評価する場合

においても、教育対象者の理解度をタイムリーに把握することが必要である。

理解度を測定する一般的な手段は通常形式のテストであるが、テストでは、① 対象領域を十分にカバーするためには一般に問題量が多くなり、測定に時間がかかり、また被測定者の負担が大きい、② 同じテスト内容で同一対象群に対して繰り返し測定することができないため、理解度の変化を分析することが困難である、③ 理解度を客観的に測定するうえで、どのようなテストが良いか必ずしも明確でない、等いろいろな制約がある。

学習者の構造的な理解度の測定評価方法として認知マップ(あるいはコンセプトマップ)を使用する方法がある¹⁾。これは教師が指導内容に基づきあらかじめ

[†] 広島工業大学環境学部環境情報学系
Department of Environmental Information Studies,
Faculty of Environmental Studies, Hiroshima Institute
of Technology

作成した認知マップと、学習者が学習後に作成した認知マップを比較することにより、主として認知構造の側面から理解度を評価する方法であるが、教師側、学習者側ともに負担が大きい方法である。計算機を使用した認知マップ作成支援ツールの研究^{2),3)}も行われているが、ツールの準備や操作方法の指導・習熟まで考えると依然負担は大きく、特に大人数の学習者を対象とするとき困難が予想される。また認知マップを使用する方法は学習要素間の関係付けや階層構造を一義的に表現できない教育対象には適応困難である。

大学や高等学校等の教育の場では、情報教育の対象者は多くの場合数十人から百人規模である。このような比較的大人数の集団を対象とし、教育効果を評価する目的では以下のことが重要である。

- (1) 教育対象者個々人の理解度を知ることより集団のマクロな理解度を知ること。
- (2) 教育実施前の理解度と教育中あるいは教育後の理解度の比較検討ができること。
- (3) 理解度を測定する側(主に教師)にも測定される側(主に学生)にも、ともに負担が小さいこと。

以上の点を念頭に、筆者らは教育対象集団のマクロな理解度を簡便に測定する方法として、専門用語の認知度・認知率をアンケート形式で測定し、主として平均認知度の推移分析や相互比較により対象学生集団の教育効果を評価する方法(以下用語認知度法と呼ぶ)を提案し^{4),5)}、これを情報関連教育効果の評価等に適用した⁶⁾。用語に関するアンケートで理解度を評価する試みはいくつか見られる^{7),8)}が、アンケート形式では通常、(1)理解度測定の精度、(2)データの信頼性、に関して不安がある。そこで本研究では理解度測定の精度に関しては選定する一群の用語を階層的に構成することで改善し、信頼性についてはデータの信憑性を検査する方法をいくつか具体的に提案する。

本論文では情報基礎教育の分野を対象分野として取り上げ、計算機関連用語の認知度・認知率をアンケート形式で測定して情報基礎分野の理解度を把握する方法を述べる。まず2章で理解度を測定する指標としての用語認知度と、データの信頼性を検査する数値としての用語認知率を定義し、3章でアンケート形式で学生集団に提示する一群の用語の設定方法を示す。次に4章でデータの信頼性を検査する方法を示し、実データをもとに本論文に示す方法の実用の可能性を検証する。あわせて5章で正しい用語説明文を選択する用語テスト結果とアンケートで求めた用語認知率の結果を比較し、本方式の裏付けを示す。最後に6章で本方式を応用し、情報基礎教育の過程でノートPCを所持さ

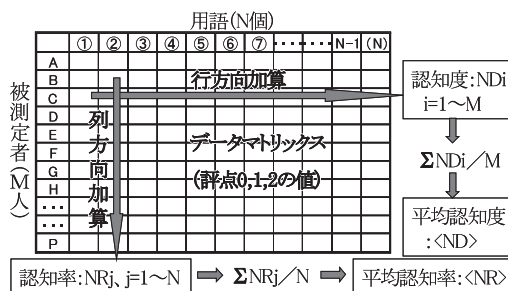


図1 認知度と認知率の関係

Fig. 1 Degree of recognition and recognition rate.

せることの効果の分析例を示す。

2. 認知度、認知率の定義と測定方法

2.1 認知度、認知率の定義

理解度を測定したい分野について N 個の専門用語を選定し、その用語を被測定者に提示して個々の用語の認知度合いに応じてレベル分けさせる。この場合レベル分けの区分数をいくりにするのが良いか、この点の検討は後述することとし、ここでは3つのレベルに区分する場合について述べる。

レベル2: その用語の意味を知っている場合(評点2点)

レベル1: その用語を詳しくは知らないが聞いたことがある場合(評点1点)

レベル0: 上記以外の場合。知らないし聞いたこともない場合(評点0点)

このとき個々の被測定者に注目し、「用語認知度: ND 」を下記のように定義する。

$$ND = ((\text{レベル2の用語の数} \times 2) + (\text{レベル1の用語の数} \times 1)) / 2N \times 100$$

$ND (0 \leq ND \leq 100)$ は各被測定者の当該専門分野の理解度を表す指標とする。被測定者の人数を M とし、 i 番目の被測定者の認知度を NDi とするとき、

$$\text{平均認知度} \langle ND \rangle = \sum NDi / M, (i = 1 \sim M)$$

は集団の当該専門分野の理解度と見る事ができる。

次に個々の用語に注目し、「用語認知率: NR 」を次のように定義する。 j 番目の用語に関し

$$NRj = ((\text{レベル2の被測定者の数} \times 2) + (\text{レベル1の被測定者の数} \times 1)) / 2M \times 100$$

$NRj (0 \leq NRj \leq 100, j = 1 \sim N)$ はデータの信頼性を検査するうえで有効な数値である。また

$$\text{平均認知率} \langle NR \rangle = \sum NRj / N, (j = 1 \sim N)$$

認知度と認知率の関係を図1に示す。行に被測定者、

列に用語をとり、評点を要素とするデータマトリックスにおいて、行方向に加算し $2N$ に対する百分率が個々の被測定者の認知度、列方向に加算し $2M$ に対する百分率が個々の用語の認知率である。認知率には個々の用語の特性が現れる。たとえば難易度の低い用語は高い認知率が、難易度の高い用語は低い認知率が期待される。したがって、認知率を検査することは、得られたデータの信頼性を検査する 1 つの方法となる。また平均認知度 $\langle ND \rangle$ は

$$\langle ND \rangle = \sum ND_i / M = \sum NR_j / N = \text{平均認知率}$$

ただし、 N : 用語の数、 M : 被測定者の数と表されるから、認知率の信頼性を検査することは間接的に平均認知度を検査したことになる。

2.2 区分レベル数の検討

用語認知度合いの区分レベル数については、個々の用語の意味を知っている度合いに応じて 2 区分、3 区分、5 区分等が考えられる。

2 区分の場合の区分表記は、

レベル 0 ; 知らない

レベル 1 ; 知っている

となる。3 区分の場合はレベル 0 とレベル 1 の間にグレーゾーンを設け次のような区分表記が考えられる。

レベル 0 ; 知らない

レベル 1 ; 詳しくは知らないが聞いたことがある

レベル 2 ; 知っている

5 区分の場合は、レベル 2 をさらに細分化して、次のような区分表記が考えられる

レベル 0 ; 知らない

レベル 1 ; 聞いたことがある

レベル 2 ; 少し知っている

レベル 3 ; 一応知っている

レベル 4 ; よく知っている

用語によっては「知らない」と「知っている」の中間に位置する場合もありうるから、2 区分より 3 区分の方が適していると考えられる。5 区分については知っている度合いをさらに細分化しているが、用語に関わる知識の全貌を知らない者が、自分の知っているレベルを客観的に判断することは困難と思われる。また区分数を多くすれば回答者の負担も大きくなる。

知っている度合いの区分数を増やすよりも、用語を難易度に応じて複数レベルに分け階層的に設定することで、知っている度合いをより正確に把握することが可能になると思われる。用語の設定方法については 3 章で述べるが、本論文では階層的に用語を設定する方法をとった。以上のことからアンケートの選択肢は 3

アンケート

下記の N 個のコンピュータ用語の中で、その意味を知っている用語に○印を、詳しくは知らないが聞いたことがある用語に△印を付けて下さい。

(1)用語 1, (2)用語 2, (3)用語 3, (4)用語 4, ……
 …… (N-1) 用語 n-1, (N)用語 n

図 2 用語認知度、認知率を求めるアンケート例

Fig. 2 Example of a questionnaire.

区分方式とした。

「用語の意味を知っている」とは

- (a) その用語の意味を簡単に説明できる、あるいは
 - (b) その用語が意味する事物を指摘できる、
- 状態であると規定する。この規定は高校生や大学生には常識的に受け入れられる規定であると考えられる。

アンケート方式で回答を求めるので、知っていると判断する基準に個人差が生じるが、多人数の平均値に注目することで個人差によるデータの信頼性の低下は改善される。ここに述べる用語認知度法は個々人の理解レベルの評価よりも、集団の理解レベルの評価を目的にしている。

2.3 認知度、認知率の測定方法

(1) アンケートの形態

認知度、認知率の元になるデータは原則としてアンケート形式で求める。図 2 にアンケートの例を示す。用語相互の連想等が働かないように、用語を分野ごとにまとめたり難易度順に並べたりせず、 N 個の用語を一括して被測定者に提示し、各用語を 3 つのレベルに区分させる。

アンケートの記名方式に関して、本論文の範囲では用語認知度法は個人の評価ではなく集団の理解度測定を目的としているため、記名式あるいは無記名式いずれでもよいと考えられる。ここではデータ管理の観点から記名式アンケートとした。

(2) 測定に要する時間

30 名の大学生を対象にアンケート回答時間を予備調査した。33 個の用語を含むアンケートへの回答時間は平均 46.1 秒 (標準偏差 14.8) であった。ほぼすべての被測定者が余裕を持って回答できるよう標準偏差の 4 倍まで時間をとるとすれば、用語数 N 個のアンケート回答に必要な時間は $(46.1 + 4 \times 14.8)N/33 = 3.19N$ 秒となる。アンケート用紙の配布説明回収の時間を Z 分とすれば、本アンケートの実施時間 T は

$$T = Z + 3.19N/60 \quad (\text{分}) \quad (1)$$

と表される。本研究で実施したアンケートでは $N = 33$, $Z = 6$ 分であるが、この場合アンケート回答時間

		用語水準		
		A水準	B水準	C水準
サブ分野	①			
	②			
	...			
	(n)			

図3 用語フレームの構造

Fig. 3 Frame for a set of technical terms.

1.8分,実施時間7.8分となる.本研究ではアンケート実施時間を10分以内とすることを目標とした.この程度であれば学生の負担,授業への影響は軽微である.

3. 用語の選定

用語認知度法は授業科目や演習科目等の教育課程の理解度を総合的に測定することを主目的とする.用語認知度法で精度良く理解度を測定するためには,測定したい教育課程(以下当該教育課程という)に関わる用語をバランス良く選定することが重要である.認知度測定のために選定した一群の用語を「用語セット」と呼び,一群の用語を入れるフレームを「用語フレーム」と呼ぶ.以下用語の設定方法について述べる.

3.1 用語選定の基本的考え方

用語フレームは図3に示すように用語の水準軸とサブ分野軸からなる2次元平面構造を持たせる.

(1) 用語水準

当該教育課程に関わる用語を難易度に応じて3段階(A水準,B水準,C水準)に分け抽出する.

A水準:当該教育課程の基礎的な用語.当該教育課程の前段階で学習している用語も一部含む.

B水準:当該教育課程の平均的な難易度の用語.

C水準:当該教育課程の中で難易度の高い用語.当該教育課程の発展過程の用語も一部含む.

難易度が高いとは2つの用語を比較したとき,専門性,技術,概念等の面でより高位に位置するものをいう.ここに述べる水準区分は絶対的な区分ではなく,用語セットの中での相対的な区分である.水準は3区分に限ることはないが,区分数が多くなりすぎると用語の難易度の判別が困難となるので,ここでは3区分をとることとした.

(2) サブ分野

当該教育課程を1つの分野と見なし,これを複数のサブ分野に分割する.サブ分野の数 n は,分割して分析したいサブ分野の数に対応させるのが妥当である.積極的にサブ分野に分けて分析する必要がない場合でも,用語の数が多い場合には用語選択の偏りを防ぐた

めに複数分割するほうが望ましい.分割方法については一定の基準はないが,技術分野単位の分割や授業の進め方に合わせた分割等が考えられる.サブ分野の用語群を用語サブセットと見なしてサブ分野の認知度を測定すれば,さらに細部の分析評価が可能となる.

(3) 用語の数

用語フレームに $3n$ 個の枠目ができるが,各枠に1個以上の用語を配置する.用語セット全体の用語数は評価する対象分野を満遍なく十分にカバーする観点と,アンケートの所要時間や回答する学生の負担の両方を勘案して決める.用語の数 N とアンケートに必要な時間の関係は2.3節で考察した.

(4) チェック用語

用語セットの中に被測定者が知っている可能性が非常に高い用語(Hチェック用語と呼ぶ)と知っている可能性が非常に低い用語(Lチェック用語と呼ぶ)をそれぞれ1個入れておく.チェック用語は4.1節に述べるデータの信頼性検査に使用する.

以上用語選定の基本的考え方を示したが,用語の難易度の判断が重要なポイントとなるので,用語選定は関係授業科目の担当教員のような当該教育課程を熟知している人があたるのが望ましい.

3.2 計算機関連用語セットの例

ここでは筆者らの関心分野である情報基礎教育をモデルとして用語選定の具体例を述べる.情報基礎教育では計算機とその応用に関する基礎的事項の教育が中心課題である.したがって情報基礎教育過程の理解度を測定する用語セットを下記のように設定した.

- (a) サブ分野: (1) 計算機一般, (2) 計算機ハード, (3) 計算機ソフト, (4) 計算機ネットワーク
- (b) 用語水準: A水準, B水準, C水準
- (c) 用語数: 33 個
- (d) チェック用語: Hチェック用語(27), Lチェック用語(22)

このように設定した用語セット例を表1に示し,以後用語セットTと呼ぶ.アンケートで用語群を示すときには,個々の用語のサブ分野や水準は見えない形にする.

4. データの信頼性の検討と検査方法

被測定者が自分の理解状況に応じてアンケートに正確に回答しているか否かを確認する意味で,得られたデータの信頼性を検査することが望ましい.具体的には, (1) チェック用語の認知率が十分に高いか低い, (2) 用語水準ごとの平均認知率に有意差があるか, (3) 繰返し測定の場合前回データとの整合性があるか, の

表 1 用語セットの例(用語セット T)

Table 1 Example of a set of technical terms.

分野	A 水準	B 水準	C 水準
計算機一般	(1) パーソナルコンピュータ	(2)ディバイス, (3)アイコン, (4)コンピュータウイルス, (5)ビット, (6)マウス, (7)2進数	(8) クラウド・サーバシステム
計算機ハード	(9) ハードウェア (14) フロッピー	(10)主メモリ, (11)CPU, (12)動作クロック, (15)ROM, (16)磁気ディスク	(13) RISC (17) インタフェース
計算機ソフト	(18) Windows (23) グラフソフト	(19)ディレクトリ, (20)オペレーティングシステム(21)UNIX, (24)表計算ソフト, (25)プログラミング言語	(22) OLE (26) データベース
計算機ネットワーク	(27) インターネット	(28)LAN, (29)電子メール, (30)コンピュータネットワーク, (31)ネットワーク, (32)www	(33) プロトコル

項目を検査することを提案する。これらの検査項目にあらかじめ基準を設けておき、基準が満たされない場合には信頼性が不十分と判断する。

以下具体的データに基づき各検査方法を説明するとともに、実際の学生集団から得られた実データを分析することにより用語認知度法の実用性も示す。ここでは大学1年生の集団①(2000年度入学生142名)と集団②(2001年度入学生137名)を対象に、いずれも用語セットTを使用して4月上旬(入学直後,1回目),6月上旬(2回目),12月上旬(3回目)に測定したデータを基に検討する。

4.1 チェック用語の認知率の検査

集団①,②の1回目の測定で得られた各用語の認知率および平均認知率と標準偏差を表2に示す。用語(22)はLチェック用語,用語(27)がHチェック用語である。チェック用語は3.1.4項に述べた意図で設定しているので、その認知率は十分低い、あるいは高いことが自然であり、そうでない場合はデータに信頼性がないといえる。

被験者が各自の理解状況にかかわらずでたために回答すれば、各用語の認知率は50.0に集まる。また意識的に高い認知度を得ようとして回答していれば、各用語の認知率は100.0に集まる。これに対し表2に示される各用語の認知率は特定のポイントに集中することなく広い範囲に散らばっている。またLチェック用語の認知率(集団①:2.8,集団②:6.8)は他の用語の認知率と比較して十分低く、Hチェック用語の認知率(集団①:88.4,集団②:88.6)は十分高いといえる。以上のことから表2に示す集団①,②のデータは信頼性が不十分とはならず、被験者がアンケートに正確に回答しているとする1つの根拠となる。

表 2 実測された各用語の認知率例

Table 2 Examples of measured recognition rate of each technical terms.

用語	集団①	集団②	用語	集団①	集団②
(1)	87.7	80.7	(18)	80.6	75.7
(2)	61.6	55.6	(19)	14.1	8.9
(3)	78.5	79.5	(20)	27.5	26.7
(4)	79.9	75.8	(21)	20.1	36.0
(5)	39.8	37.3	(22)	2.8	6.8
(6)	19.0	20.5	(23)	66.2	58.2
(7)	46.1	48.5	(24)	43.3	44.3
(8)	9.2	9.8	(25)	40.5	41.6
(9)	58.1	59.6	(26)	40.8	42.4
(10)	22.9	29.3	(27)	88.4	88.6
(11)	38.4	43.0	(28)	22.2	30.5
(12)	9.2	13.4	(29)	81.7	78.9
(13)	12.7	9.1	(30)	41.9	44.3
(14)	91.5	89.9	(31)	8.1	12.6
(15)	63.4	79.8	(32)	29.2	37.5
(16)	25.4	26.4	(33)	6.7	9.6
(17)	21.8	23.8	平均	41.8	43.2
			標準偏差	27.8	26.2

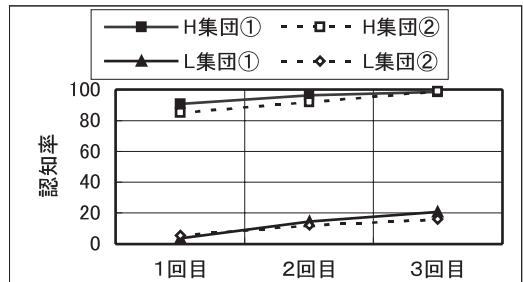


図 4 チェック用語の認知率の推移

Fig. 4 Changes of recognition rate of checking terms.

繰返し測定した場合のチェック用語の認知率の推移を図4に示す。Lチェック用語OLEは本アンケートを実施する期間の授業内では取り上げない用語であるが、測定を繰り返すごとに認知率が約7ポイント増加している。これはアンケートを繰り返すことによる学習効果で、Lチェック用語をレベル1(2.2節参照)に判定する被験者が増加するのが主な原因である。したがってLチェック用語による検査を効果的にするためには1回目の測定時のみ適用する必要がある。

検査の基準はデータの信頼性に対する要求の程度とチェック用語の適切さにより変わるので一律には論じられないが、本研究では下記のように定めた。

$$H \text{ チェック用語の認知率} \geq \langle NR \rangle + s \text{ and}$$

$$L \text{ チェック用語の認知率} \leq \langle NR \rangle - s$$

ただし $\langle NR \rangle$ は平均認知率, s は標準偏差
この場合、各用語の認知率の分布を正規分布と仮定

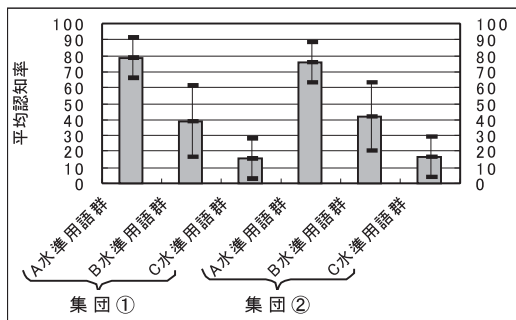


図 5 各用語水準群ごとの平均認知率

Fig. 5 Mean recognition rate in 3 technical term levels.

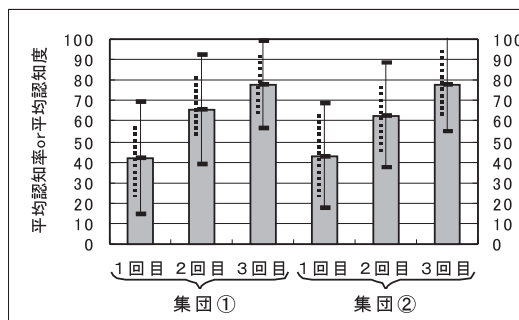


図 6 平均認知率・平均認知度の推移例

Fig. 6 Example of changes of mean recognition rate and mean degree of recognition.

すれば、L チェック用語は下位の 15.9%に、H チェック用語は上位の 15.9%に入っていることを表す。

チェック用語による検査をより効果的にするため、L チェック用語を認知度計算の対象外とし、架空の用語を使用したり繰返し測定時に更新する等の方法が考えられる。この方法の検討は残された課題である。

4.2 用語水準群ごとの平均認知率の検査

集団 ①、② の 1 回目の測定データに関して、用語セット T の 3 つの用語水準ごとの平均認知率を図 5 に示す。図において棒グラフに付随する線分は平均値 ± 標準偏差の範囲を表す(以下同じ)。

用語セットは用語の難易度に応じて 3 つの水準に分けているので、各水準群の平均認知率は難易度に応じた差が現れるのが自然である。妥当な差が現れない場合はデータの信頼性がないと判断できる。図 5 より

[A 水準用語群の平均認知率] > [B 水準用語群の平均認知率] > [C 水準用語群の平均認知率] の関係が現れている。平均値のこの差は危険率 5%の *t* 検定⁹⁾ で認められた。この関係は用語水準群の難易度に応じた自然な差であり、この検査項目においてもデータの信頼性が不十分とはならない。

本研究ではこの検査項目は全測定時に適用し、検査基準として上記の関係式が認められることとした。

4.3 繰返し測定時の認知率増加の検査

一般に時間の経過とともに学習が進み知識の量が増えるから、ある期間を置いて繰返し認知度を測定すると認知度、認知率ともに増加するのが自然である。

集団 ①、② に対し前述の条件で 3 回測定した場合の平均認知率、平均認知度の推移例を図 6 に示す。2.1 節でも述べたように平均認知度=平均認知率となっている。棒グラフに付随する実線は平均認知率の標準偏差、点線は平均認知度の標準偏差を表す。図 6 より繰返し測定した場合、平均認知率の増分は正になっており、このことは危険率 5%の *t* 検定で認められた。

表 3 繰返し測定したときの用語認知率の増分例

Table 3 Example of increments of recognition rate.

		集団①	集団②
2回目測定	増分平均	23.7	19.9
	標準偏差	15.8	13.0
	増分が負の用語	なし	なし
3回目測定	増分平均	12.3	14.9
	標準偏差	13.5	11.9
	増分が負の用語	(1):-0.1,[97.1] (2):-1.5,[85.4]	なし
	[]内は認知率	(7):-0.9,[94.9]	

個々の用語の認知率の増分(今回測定時の認知率 - 前回測定時の認知率)も正になるのが自然であり、大きく負となることがあればデータに信頼性がないと判断できる。集団 ①、② の 2 回目測定時と 3 回目測定時の各用語の認知率増分を求め、その平均値と標準偏差、増分が負となる用語についてはその用語番号と増分値、認知率を表 3 に示す。

表 3 より各用語の増分の平均値はすべて正となり、このことは危険率 5%の *t* 検定で認められた。個々の用語の増分が負となる事例は集団 ① の 3 回目測定時に 3 件あるが、この用語は認知率の伸びが飽和に近づいており、データのゆらぎにより増分がわずかに負になったものである。認知率 NRi の i 番目用語の母比率信頼区間を $NRi \pm di$ とするとき、 M を被験者の数とし

$$di = 1.96 \sqrt{(NRi(100 - NRi)/M)}$$

と近似して考える¹⁰⁾。ただし信頼度 95%、 $\sqrt{\quad}$ は平方根記号である。集団 ① では $M = 142$ であるから $NRi = 97.1$ のとき $di = 2.8$ 、 $NRi = 85.4$ のとき $di = 5.8$ となる。 i 番目用語の認知率増分が di 程度負に振れることを許容すれば、表 3 の増分が負となる 3 例も「大きく負になることはない」とする条件を満

たしており、この検査項目においてもデータの信頼性が不十分とはならない。

本研究ではこの検査項目は繰返し測定時に適用し、検査基準を下記のようにした。

各用語の認知率増分の平均値 > 0.0 and

i 番目用語の認知率増分 $> (-di)$,

(ただし $i = 1 \sim N$, N は用語の数)

以上、3つの検査項目の具体的な検査方法を示すとともに、学生集団の実データを取り上げてそのデータの信頼性を確認することにより用語認知度法の実用性も示した。

4.1節、4.2節に示した検査が有効となるためには用語セットが適切に設定されていることが前提である。したがって用語認知度法を最初に適用したとき、検査項目が満たされなかった場合には用語セットの内容を見直し、それでも改善しない場合は用語認知度法の適用を断念すべきである。

認知度測定を繰り返すとき、平均認知率が高くなりすぎると認知度の飽和が問題となる。本研究では平均認知率が70代に入るとそれ以降の繰返し測定を行わないこととした。

5. 用語テストとの比較

ここではアンケートで求めた用語認知率と用語テストの結果を比較する。実施した用語テストの内容は「用語セット Tの中から22個の用語を取り上げ、これを11個ずつ2組に分ける。他方各組に対応した用語の簡単な説明文(11文字~33文字の説明文)を12個ずつ2組用意し、各用語の正しい説明文を選ばせる」ものである。テストの対象者は前出の学生集団①、実施時期は2回目測定時の6月である。まずアンケートで認知度、認知率のデータを求め、その直後に用語テストを実施した。

5.1 用語テスト正解率と用語認知率の比較

22個の各用語に関する認知率と用語テスト正解率を離散図で示すと図7となる。全体的傾向として認知率が低い用語はテスト正解率が低く、認知率が高い用語はテスト正解率が高く表れている。それぞれの平均値、相関係数は、

平均認知率：62.5 (標準偏差 23.3)

テスト平均正解率：68.9% (標準偏差 21.6)

相関係数：0.61

となった。相関係数とデータの関連性¹¹⁾について

0.0~0.2の範囲：ほとんど相関がない

0.2~0.4の範囲：弱い相関がある

0.4~0.7の範囲：中程度の相関がある

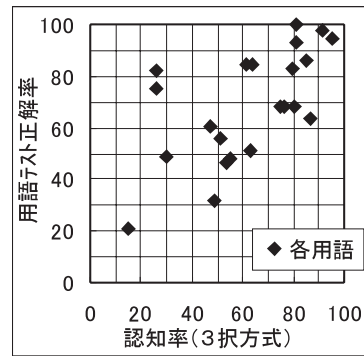


図7 用語テスト正解率と認知率の相関

Fig. 7 Relation between recognition rate and the result of test.

0.7~1.0の範囲：強い相関がある

を適用すると、個々の用語のテスト正解率と認知率の間には中程度の相関があるといえる。用語認知度法では平均認知率(=平均認知度)が重要な指標となるが、用語認知率とテスト正解率の2つの母平均が等しいという仮説を設け、危険率5%の t 検定⁹⁾を行うと棄却されなかった。したがって「2つの母平均は内々等しいといえる」¹²⁾程度に近似している。

図7の中で左上に位置する2つの用語(9)動作クロック、(20)ネチケットの相関が特に低く、どちらもテスト正解率の方が大幅に高い値を示しているが、その原因についてテスト内容と解答用紙を精査した結果、この用語に対応する説明文から正解の用語が容易に推測されたためと分かった。この事実はテスト結果と認知率を比較して初めて分かることであり、ここで行ったテストの方式の限界を示すものである。説明文から正解が容易に推測できないようにテストの内容を改善した場合を想定し、この2個の用語を除外した20個の用語について比較すると

平均認知率：60.1 (標準偏差 21.0)

テスト平均正解率：61.7% (標準偏差 22.4)

相関係数：0.81

となり、強い相関が認められ平均値の近似も一段と良くなる。

ここで行った用語テストは理解度測定の一方法にすぎないが、上に述べたように平均認知率(=平均認知度)とテスト平均正解率の間、さらに各用語の認知率とテスト正解率の間には良好な相関が認められた。これは4章に述べたデータの信頼性検査とは別の角度から、用語認知度法の有効性を裏付けているといえる。

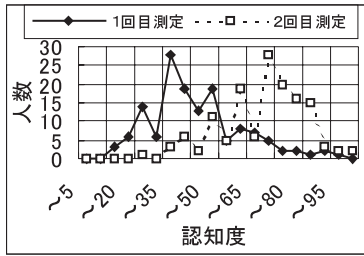


図 8 認知度ヒストグラム例 A
Fig. 8 Example of a histogram.

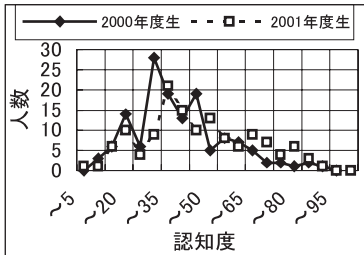


図 9 認知度ヒストグラム例 B
Fig. 9 Example of a histogram.

6. 教育効果の評価への応用

用語認知度の増加の量や速度に注目することにより、当該教育課程における学生の理解状況を定量的に把握することができる。特に教育開始前の1回目の認知度を基準に、開始後に繰り返し測定した認知度の推移を見れば教育効果を分析することが可能である。また同一の用語セットを使用して異なる学生集団の認知度を比較することで、学生集団間の差の分析が可能である。以下用語認知度法を応用して教育効果等の分析を行った例を示す。ここに示す応用ではいずれも用語セット T (3.2 節参照) を使用した。

6.1 認知度ヒストグラムによる分析

学生集団 ① (4.1 節参照) について入学直後の時点 (1 回目) と 2 カ月経過時点 (2 回目) の認知度のヒストグラムを図 8 に示す。1 回目は平均認知度 41.8、標準偏差 16.9、2 回目は平均認知度 65.4、標準偏差 14.6 であり、その間の学生集団の情報基礎分野の理解度増加と、理解度の分布状況の変化を分析できる。

異なる年度に入学した同じ学科の学生集団 ① と学生集団 ② について、それぞれ入学直後に測定した認知度ヒストグラムを図 9 に示す。集団 ① の平均認知度 41.8、標準偏差 16.9 に対し集団 ② の平均認知度 43.2、標準偏差 19.2 とわずかに差がある。その内訳をヒストグラムに見ると、分布の大まかなパターンは同じであるが、集団 ② は認知度 60~80 の層が多く

表 4 学生集団 A, B の諸属性
Table 4 Student group A and B.

	学生集団 A	学生集団 B
人数	大学 1 年生 142 名	大学 1 年生 95 名
情報基礎教育	PC 教室において情報基礎と演習の授業	同左
PC の所持	入学時に全員ノート PC を所持、授業等で使用	一部 (23.2%、内ノート PC は 8.4%) の学生のみ所持
ネットワーク環境	情報コンセントを通じて自由にアクセス	自由にアクセスする環境なし
教養教育科目	英語、数学等	同左
専門教育科目	環境科学、情報処理理論、プログラム言語等	環境科学、人間科学、環境デザイン等

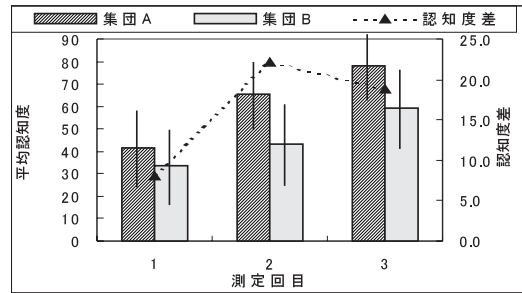


図 10 異なるグループの平均認知度と認知度差の推移
Fig. 10 Difference of mean degree of recognition between two groups.

なっている等、新入生の理解状況の違いを分析できる。

6.2 異なる学生集団の比較分析

ここでは表 4 に示す 2 つの学生集団 A, B の比較分析例を示す。学生集団 A, B は共通の情報基礎教育を受けているが A は全員が入学時にノート PC を所持するのに対し、B は一部しか所持しない。ここでの比較の目的はノート PC 所持の情報基礎教育面での効果の分析である。学生集団 A と B は授業内容が一部異なるため厳密な分析ではなく予備的な分析である。

2 つの学生集団に対して用語セット T を使用して 4 月 (当該授業開始時)、6 月、12 月に用語認知度を測定した結果を図 10 に示す。各回測定時の 2 つの学生集団の平均認知度に有意差があることは、危険率 5% の t 検定⁹⁾ で認められた。両平均認知度の差を認知度差として図 10 の中に折れ線グラフで表示した。

認知度差は 1 回目測定時より 2 回目、3 回目に増加しており、学生集団 A の方に理解度増加の面で明らかな効果が見られる。さらに 3 回目の認知度差より 2 回目の認知度差が大きいことは、学生集団 A の方が

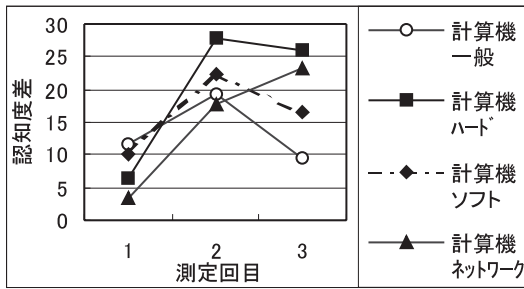


図 11 サブ分野ごとの認知度差の推移

Fig. 11 Difference of mean degree of recognition in four sub-categories.

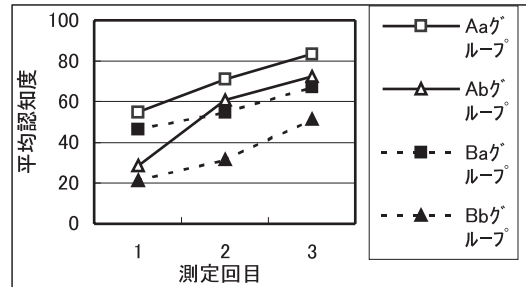


図 12 認知度初期値の上位群・下位群の平均認知度推移

Fig. 12 Mean degree of recognition in two groups.

理解度増加の速度が速いことを示している。この効果の主な要因として表 4 より下記の 2 つが考えられる。

- (a) 学生集団 A はノート PC を全員が所持し、かつネットワーク環境に自由にアクセスできる。
- (b) 学生集団 A はプログラム言語、情報処理論の専門教育科目の授業を受けている。

2 つの要因の影響を分析するため、用語セット T の 4 つのサブ分野、(1) 計算機一般、(2) 計算機ハード、(3) 計算機ソフト、(4) 計算機ネットワークごとの上記認知度差の推移を図 11 に示す。各サブ分野における学生集団 A, B の平均認知度に有意差があることは危険率 5% の z 検定で認められた。ただし計算機ネットワーク分野の 1 回目測定では有意差が認められなかったが、ここでの議論の支障にならない。要因 (b) に関してはその授業内容からサブ分野 (1), (3) の認知度差が増加するのが自然であるが図 11 を見るとサブ分野 (1), (3) の認知度差の増加はサブ分野 (2), (4) より小さい。このことから要因 (b) は主たる要因ではないといえる。ただしこれは専門教育は効果がないということではなく、情報基礎教育の理解度測定を意図して作成した用語セット T では各専門教育の効果が測定できないことを表している。

要因 (a) についてはノート PC を各自所持し、計算機ネットワークを含めていつでも自由に使える環境を作ることにより、情報基礎教育面でいろいろな効果が想定される。想定される主要な効果を期待効果としてあげ、それが上記の計算機関連用語認知度データでどのように裏付けられるか以下に検討する。主な期待効果は次の 2 つである。

期待効果 1: 自分の計算機を持つことにより計算機への関心が高まり知識が増える。各自が所持する計算機が学習の教材となり計算機への理解が深まる。

期待効果 2: 自分が主体的にネットワークに参加す

ることで計算機ネットワークに関する総合的な知識・理解が深まる。ネットワーク接続の過程で経験する種々のことも学習の機会を広げる。

図 11 に示す計算機ハードおよび計算機ソフトのサブ分野で、学生集団 A の認知度差が拡大していることで期待効果 1 は裏付けられている。また計算機ネットワークのサブ分野で学生集団 A の認知度差が回を追うごとに拡大しており期待効果 2 は裏付けられている。

さらに別の角度から分析するため、1 回目の認知度測定結果 (以下認知度初期値という) に基づき、学生集団 A, B を認知度初期値が高いグループ Aa, Ba と低いグループ Ab, Bb に 2 分し、それぞれのグループの平均認知度の推移を見ると図 12 となった。この図から分かるように集団 A の下位グループ Ab の 1 回目から 2 回目の平均認知度の増加が他と比較して非常に大きい。この結果から前述の期待効果 1 が情報基礎分野の理解度が低い集団に対して顕著に表れるといえる。

以上用語認知度法を使用した分析例を示した。ノート PC 所持以外の要因を同じにし、より厳密な分析を行う場合にもここで示した用語認知度法による分析方法が適用できる。

7. まとめ

本論文では学生集団の理解度を簡便に測定する方法としてアンケート方式をベースとした用語認知度法を提案し、情報教育効果の評価への適用例を示した。本論文の内容を以下に要約する。

- (1) 用語認知度、用語認知率を定義し、精度良く理解度を測定するための用語セットの設定方法、およびデータの信頼性の検査方法を明らかにした。
- (2) アンケート回答に必要な時間は用語数 30 のとき約 1.6 分、用語数 50 のとき約 2.7 分であり、

学生の負担や授業への影響を小さくできることを示した。

- (3) 大学生の学生集団から得られる認知度，認知率データを具体的サンプルとしてデータ信頼性の検査を行い，用語認知度法の実用性を確認した。また正しい用語説明文を選ぶ用語テスト結果との比較を行い，良好な相関が認められた。
- (4) 用語認知度法を応用した教育効果の評価の事例を示し，用語認知度法を使用すれば数量的で詳細な分析ができることを示した。

用語認知度法は学生集団のマクロな理解度を測定し，教育開始前とその後の推移の分析や，同じ用語セットを使用して異なるグループの相互比較等，相対評価に有効である。本論文の範囲では学生集団の評価を目的としたが，個々の被測定者の評価にどの程度応用できるかは今後の検討課題である。また今後ネットワーク上のPCを通じてオンラインでアンケートデータが得られるようにすれば，さらに負担の少ない方法になるであろう。

謝辞 データの統計解析について種々ご教示いただいた広島工業大学工学部知的情報システム工学科神田隆至教授に深く感謝いたします。

参 考 文 献

- 1) 竹谷 誠，佐々木整：学習者描画の認知マップによる理解度評価法，信学論，Vol.J80-D-II, No.1, pp.336-347 (1997).
- 2) 佐々木整，北戸隆秀，竹谷 誠：認知マップを用いた理解度評価システムの開発と評価，情報処理学会論文誌，Vol.40, No.3, pp.1315-1323 (1999).
- 3) 野村 学，三浦克宜，齋藤 一，齋藤健司，前田 隆：コンセプトマップを利用した学習評価支援システムとその利用について，情報処理学会研究報告，2003-CE-68, pp.63-68 (2003).
- 4) 中村 靖，小嶋弘行，喜久川政吉：計算機用語認知度による情報教育効果の評価法，2001年度電子情報通信学会総合大会，D-15-31 (2001).
- 5) 中村 靖，小嶋弘行，喜久川政吉：計算機用語認知度による情報関連理解度の測定と情報教育効果評価への応用，平成14年度大学情報化全国大会大会発表 C-4, pp.166-167 (2002).
- 6) 喜久川政吉，中村 靖，小嶋弘行，横田 壽，藤本 勳：環境情報学科におけるノート型パソコンの活用と教育効果の評価，広島工業大学紀要教育編，Vol.1, pp.103-112 (2002).
- 7) 立花厚子，山内美恵子：女子学生のコンピュー

タに対する意識の変化，平成14年度大学情報化全国大会大会発表 C-2, pp.162-163 (2002).

- 8) 情報教育研究委員会：授業改善のためのITの活用 2001年版，p.127，私立大学情報教育協会 (2001).
- 9) <http://w3.cc.nagasaki-u.ac.jp/contrib/Excel/>
- 10) 菅 民郎：アンケートデータの解析，p.73，現代数学社 (2000).
- 11) 池田 央：統計的方法 I 基礎，p.97，新曜社 (1986).
- 12) 藤沢偉作：現代の統計解析，p.68，現代数学社 (1971).

(平成15年4月16日受付)

(平成16年2月2日採録)



中村 靖 (正会員)

昭和43年京都大学大学院工学研究科修了。同年株式会社東芝入社，自動化システムの研究開発に従事。平成11年4月より広島工業大学環境学部環境情報学科教授。情報関連教育およびパターン認識と環境情報処理への応用に関する研究に従事。工学博士。電子情報通信学会，映像情報メディア学会各会員。



小嶋 弘行 (正会員)

昭和48年神戸大学大学院工学研究科機械工学専攻修士課程修了。同年(株)日立製作所入社，同社システム開発研究所を経て，平成11年より広島工業大学教授。情報システム学，認知的情報検索，グループウェアの研究に従事。工学博士。ヒューマンインタフェース学会，日本機械学会，IEEE，ACM等の会員。



喜久川政吉 (正会員)

昭和35年広島大学理学部物理学科卒業，昭和37年同大学大学院理学研究科修士課程修了，昭和40年同大学大学院理学研究科博士課程修了。同年広島大学理論物理学研究所助手，理学部助手，講師，助教授を経て平成4年から広島工業大学教授。現在，負荷分散システムの研究と情報教育に従事。