

## 大学初年次における情報リテラシーと基礎科学教育

石井成郎 三輪和久

名古屋大学大学院人間情報学研究科  
〒464-8601 名古屋市千種区不老町  
{ishii, miwa}@cog.human.nagoya-u.ac.jp

**あらまし** 本論文では、情報教育の一環として、大学初年次の基礎科学および情報リテラシーに関する学習システムを立案し、実践を通してその評価を行った。本学習システムの目的は、学習者が(1)仮説形成検証過程を体験・分析することで、科学的活動の基礎を身につける(2)上記の過程を通してコンピュータを用いた情報処理能力を身につける、の2点である。実践の前後に行ったアンケートをもとに本システムによる実践の評価を行ったところ、(1)とくに科学的活動に関する知識が身についた、(2)データの集計・グラフ化およびレポートの作成能力が身についた、という結果が得られ、本システムの目的である2点に関して、ともに良好な評価を得られたことが確認された。

**キーワード** 高等教育, 科学教育, 情報処理教育, 情報リテラシー

## Instruction of information literacy and basic scientific activities in university classes for freshmen

Norio ISHII, Kazuhisa MIWA

Graduate School of Human Informatics, Nagoya University  
Furo-cho, Chikusa-ku, Nagoya, 464-8601 Japan  
{ishii, miwa}@cog.human.nagoya-u.ac.jp

**Abstract** In this study, we constructed a learning environment to instruct some basic scientific activities and evaluated its utility by using the environment in university classes for freshmen. Purposes of constructing this learning environment are that the participants acquire (1) practical knowledge of basic scientific activities and (2) fundamental skills of information processing by a computer through the analysis of their own hypothesis formation and testing processes. We verified the utility based on the comparison of the pre and post questionnaires. Especially, the following two points were confirmed: (1) the participants correctly acquired knowledge of scientific concepts and (2) they also developed the skills for manipulating a computer such as analyzing data, constructing graphs, and writing a research report.

**Key words** higher education, science education, education for information processing, information literacy

## 1. はじめに

近年、情報教育に関する教育的枠組みは大きく変化している。例えば、1998年に改訂された小学校および中学校の学習指導要領（文部省、1998）では、これまで行われてきた「情報基礎」科目が「情報とコンピュータ」に改組され、選択科目から必修科目となった。また、1999年に改訂された高等学校学習指導要領（文部省、1999）では、新しい科目として「情報A・B・C」が設定され、その中で情報活用の実践力、情報の科学的理解、および情報社会に参画する態度に重点をおいた教育が行われることが決定されている。

この流れは大学における情報教育についても同様であり、情報処理学会による「大学等における一般情報処理教育の在り方に関する調査研究」では、従来のリテラシー教育に加えて、問題を発見・定義し、それを解決するようなシステム構築し、そのシステムを用いて評価を行い、新たな問題を発見するといった「プログラミング」教育、およびコンピュータサイエンスにおける基礎概念についての教育を行う必要性を提言している（大岩、2000による）。

以上の考え方に関連して、大学における情報教育の授業実践が報告されている。丁井・田村・渋谷（2000）は、問題発見を促進するような学習環境をコンピュータ上に実現し、授業の一環としてネットワーク会議を組み込んだ授業を行っている。また、河村（1997）は、ワードプロセッサのしくみを題材とした、コンピュータサイエンスにおける基礎概念に関する授業を行っている。

また、このような大学教育における情報教育を行うにあたり、まず重要となるのは学習環境および、その題材である。平（2000）は、このような新しい情報教育に関する授業実践を実現するにあたり、学習教材を作成するためのオーサリングツールもしくは授業者が教材を自由に手に入れることができる環境が必要であると指摘している。

そこで、本論文では大学での情報教育を展開する環境の枠組み、および題材の一つとして、心理実験を題材とした科学的探求過程に基づく学習システムを提案したい。科学的探求過程とは、（1）問題の探索・問題の設定し、予想の促進、仮説の形成、（2）テスト・照合・検証、（3）組織化・理論化・構造化といった科学の機能（中丸、2000による）のことであり、この概念は、先に述べた情報教育に関する提

言にある、問題発見・解決能力の育成という内容とも合致している。また、近年の基礎科学教育に関しては、大学生の理科系離れからその重要性が指摘されているが（村上、2000；立花、2000）、これらの点に関しても本学習システムは有効であると考えられる。

まとめると、本論文の目的は、情報教育の枠組みから基礎科学教育における学習システムを立案し、そのシステムを用いた授業実践を実施・評価することで、その効果を確認することである。

## 2. 学習システムの概要

### 2.1 学習システムの目的

本学習システムの目的は、次の2点にまとめることができる。

第1の目的は、大学入学初年度の学生に対して、科学に関する一般教育を行うことである。そこでは「科学とはいかなる営みであるのか」、「科学的探究のプロセスにはどのような特質があるのか」、「そこに生じている問題にはどのようなものがあるのか」といった点に関して学習者に興味を喚起し、さらに科学的活動に関する一般的知識を実践的、体験的に教示して、後の専門課程で科学的活動を主体的に進めてゆくための基礎を確立することである。

そして第2の目的は、上記の過程を通して、コンピュータを用いた情報活用能力、つまり情報処理スキルを獲得させることである。具体的には、学習者は、ワードプロセッサによる文書作成、スプレッドシートによるデータ分析、電子メールやWWWを利用したコミュニケーションなどのコンピュータリテラシーを学び、コンピュータを利用した情報処理の基本を学習することが挙げられる。

### 2.2 科学的探究過程の体験的学習

まず、本学習システムの第1の目的である、科学的探究過程の体験的学習について、詳しく述べる。

科学的探究過程の重要なプロセスの一つに、仮説形成検証過程がある。仮説形成検証過程とは、観察データに基づいて仮説を形成し、その仮説に基づいて実験を計画・実施し、実験結果のフィードバックを受けながら、仮説を順次修正し、発見すべき解に近づいてゆくというプロセスである。この仮説形成検証過程は、自然科学の探求プロセスにおいて基本

となる探求過程であるといえる。

認知科学、認知心理学の分野では、人間の科学的発見のプロセスを実験的に研究するアプローチとして、心理学実験室において、簡単な発見課題を被験者に解かせ、その被験者の発見のプロセスを分析するという方法がある。いわば、実験室の中に科学的発見の仮想的状況を作り出し、その状況の中で科学者として問題を解決する被験者の行動を研究するのである。本学習システムでは、学習者に科学的探究過程を体験させるために、このような実験的状況を積極的に取り入れる。すなわち本システムでは、まず第1に、上記のような実験課題を用いて、学習者に被験者を体験させる。このとき学習者は、実験に参加することで、仮想的な科学的発見の状況の中で、仮説形成検証のプロセスを実体験することになる。

続いて学習者は、学習者本人を含む、実験に参加した被験者の全データをフィードバックされ、そのデータをいくつかの研究テーマに従って研究することが求められる。つまり、学習者は、被験者を体験すると同時に、実験者の立場についても体験する。学習者は、フィードバックされたデータを分析し、仮説形成検証過程にどのような人間の特性が関与しているのかを検討する。これは、メタな視点から、自分も含め、科学者として振舞う人間の行動を研究することを意味している。ここでも学習者は、設定された研究テーマを探求するという状況の中で、新たな仮説形成検証過程を体験することになる。

このように本学習システムでは、学習者は自ら

「被験者」として仮説形成検証過程を体験した後、さらにその過程を「実験者」としてメタな視点から分析・検討するというように、入れ子構造になった二重の仮説形成検証過程を体験することになる。

### 2.3 情報処理スキルの学習について

本学習システムのもう一つの目的は、コンピュータに関する情報処理スキルの獲得である。この目的に関して、本学習システムでは、「コンピュータを」教えるのではなく、「コンピュータで」教えることで、その結果としてコンピュータを学ぶことを意図している。

すなわち、情報処理スキル自体を教えることに主眼を置くのではなく、2.2で述べた、目的に基づく課題遂行の過程で、コンピュータを使用した情報処理が必要とされる状況、すなわち主体的にコンピュータを用いて情報処理活動に参加する状況を設定する。学習者はその状況の中で、結果として情報処理スキルを獲得し、コンピュータを使用した情報処理がいかにも有益なものであるかを体験的に理解する。

### 2.4 システム概念図

ここまでの議論をまとめると、本システムの概念図は図2.1のように表すことができる。

通常、システムというと、特定の計算機システム、およびそのソフトウェアを指す場合が多い。しかし、本論文で提案しているシステムは、カリキュ

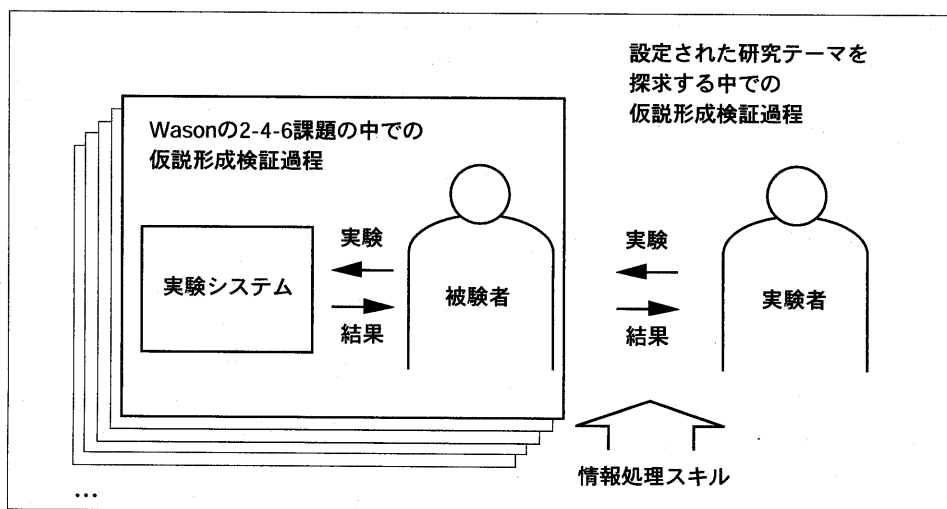


図2.1 学習システム概念図

ラム、使用するコンピュータハードウェア、ソフトウェア、講義および演習で取り上げられる教材のコンテンツなどを含めた、その全体を指している。

### 3. 本学習システムを用いた授業の実際

#### 3.1 授業の概略

N大学の2クラスの大学1年生（Aクラス：医学部・情報文化学部18名，農学部2名；Bクラス：工学部19名）に対して，本学習システムを用いた授業実践を行った。

授業名称は「基礎セミナー」と呼ばれるものである。本授業は，大学初年度において，大学における研究のコモンベシックスを体験的に理解させることを意図して計画されている。

#### 3.2 授業の構成

授業の骨格，およびその内容を以下に示す。本授業の内容は，大きく5つのパーツから構成されている。

(1) **概論**：科学的探究過程に関する基礎的概念を，3コマの講義を通して教示する。講義で扱われたテーマは，科学的発見における帰納と演繹，仮説の役割，実験の役割，機能主義，理論付加的，通常科学と科学革命などである。

(2) **情報処理実習**：続いて，3コマの情報処理実習を行った。ここでは，ワードプロセッサによる文書作成，スプレッドシートによるデータ分析，電子メールやWWWを用いたコミュニケーションの実習を，各1コマずつ実施した。

(3) **実験への参加**：情報処理実習に並行して，授業とは別に，実験への参加が求められた。学習者は，個別に実験参加日程が指定され，心理学実験室でそれぞれ実験に参加した。

(4) **実験計画に関する説明**：学習者全員が実験に参加した後，本実験のデザインに関する説明を行った（以上，1コマ）。同時に，本実験結果を分析するにあたって，その基礎となる知識が教示された（具体的には，以下の3.3で述べる）。さらに，レポート作成の基礎知識，例えば，目的，実験方法，実験結果，考察という4段階でレポートを構成することなどについても教示された（以上，1コマ）。

(5) **データ分析およびレポート作成**：以上に基づいて，学習者は，フィードバックされた実験データを

個別に分析し，結果はレポートの形式にまとめられた（3コマ）。

#### 3.3 実験課題

実験で用いられた課題は，古典的発見課題である，Wason（1960）の2-4-6課題である。実験は，コンピュータ上に構築された実験システムを用いて実施された。

被験者に課せられる課題は，三つの数字の間に存在するルール（ターゲット）を発見することである。そのために被験者は，自ら三つの数字の組を生成し（これが被験者が行う「実験」に相当する），それがターゲットの正事例であるか，負事例であるかが知らされる（被験者が受け取る「実験結果」にあたる）。

#### 3.4 実験デザイン

実験には，基礎セミナーに参加した学生39名に加えて，他の授業の学生97名が参加した。合計136名の学生が，表3.1に示される実験デザインの各セルに配置され，学習者にはその全データがフィードバックされている。

表3.1 実験のデザイン

	単独条件		協同条件		
	Ptest	Ntest	Ptest × Ptest	Ptest × Ntest	Ntest × Ntest
特殊					
一般					

実験は，まず大きく単独条件と協同条件に分かれる。前者は一人で問題を解くのに対して，後者は二人が協同して問題を解く。さらに，各被験者は，実験を行う方略として，Ptest（ポジティブテスト）方略，およびNtest（ネガティブテスト）方略を使うことが教示された。Ptest方略とは，自分が形成した仮説に対して正の事例を用いて，Ntestは負事例を用いて，それぞれ実験を行う方略のことである。さらに，発見すべきターゲットとして，特殊なルールと一般的なルールの2種類のルールが用いられた。

### 3.5 研究テーマ

学習者が検討すべき研究テーマは、(1) 発見すべきターゲット (特殊 vs. 一般) の性質と、実験方略 (Ptest方略 vs. Ntest方略) の有効性の関係、および (2) ターゲットを発見するときの協同 (二人で問題解決を行うこと) の効果を検討することであった。なお、単独、協同、および実験方略の要因は被験者間要因であり、発見すべきターゲットは被験者内要因である (つまり、各被験者は、協同、単独のいずれかの状況で、Ptest、Ntestのいずれかの実験方略を用いることが教示され、特殊と一般の二つのターゲットを発見することが求められた)。

学習者は、共通課題として、上記2つのテーマに基づいた分析を行い、さらに自由課題として自主的に設定したテーマに基づき、与えられたデータを分析した。

## 4. 授業の評価

本学習システムを用いた授業実践の評価については、本システムの主要な目的である、学習者の (1) 科学的活動に関する基礎的知識の確立、(2) コンピュータを用いた情報処理能力の獲得、の2点および (3) 学習者の授業評価からそれぞれ評価を行った。そこで以下、それらの3つの観点について、評価の実施方法とその結果を説明する。

### 4.1 科学的活動に関する基礎的知識の確立

まず、本システムの第1の目的である、科学的活動に関する基礎的知識の変化を調べるために、本実践では、第1回目の授業と最終回の授業時に、それぞれ「科学」「実験」に対するアンケートを行った。

アンケートは「科学」「実験」から連想するキーワードをそれぞれ10語回答するものと、学習者の持つ、それぞれのイメージを200字程度にまとめるものの2種類が行われた。学習者は、2回とも20分程度でアンケートに回答した。

その結果、回答されたすべてのキーワードをKJ法に基づき分類を行ったところ、表4.1で示す6種類のカテゴリーに分類された。表4.1は、カテゴリー名および回答されたキーワードの例をまとめたものである。

これらのカテゴリーに基づき、学習者の授業実践後の科学的活動に関する基礎的知識の変化を調べ

表4.1 キーワードの分類カテゴリー

名前	具体例
研究領域・対象	物理, 化学, 人間
研究活動	実験, 観察, 分析
必要なもの・もたらずもの	努力, 倫理, 発展
具体的事例・道具	ニュートン, 試験管
抽象的イメージ	すばらしい, こわい
その他	

た。図4.1は、「科学」「実験」に関するキーワードの回答結果を各カテゴリーごとに集計した結果である。なお、ここでは全学習者を、理工系 (工・農学部) とそれ以外の学部 (医・情報文化学部) に分類した結果についてもそれぞれ集計を行った。

その結果、学習者全体・学部別のどちらについても、実践前には「科学」においては抽象的イメージに関するキーワードが、「実験」に関しては具体的事例・道具に関するキーワードが多く回答されたのに対し、実践後では、研究活動に関するキーワードを回答した学習者が多いことがわかる。そこで、実践後の各カテゴリーの回答の割合に関して、実践前の各カテゴリーの回答の割合を期待値としたカイ二乗検定を行ったところ、全体 (科学:  $\chi^2(5)=152.89$ ,  $p<.01$ , 実験:  $\chi^2(5)=147.43$ ,  $p<.01$ ), および医・情 (科学:  $\chi^2(5)=82.03$ ,  $p<.01$ , 実験:  $\chi^2(5)=47.53$ ,  $p<.01$ ), 工・農 (科学:  $\chi^2(5)=75.51$ ,  $p<.01$ , 実験:  $\chi^2(5)=103.29$ ,  $p<.01$ ) のいずれについても有意な差が見られた。すなわち、本学習システムによる学習の結果、実際に行われている科学的活動の内容に関する知識が身についたということを示唆している。

この結果は、200字の「科学」「実験」に対するアンケートの結果からも確認できる。表4.2は、とくに科学に対するイメージの変化の著しかった3名の学習者の「科学」に関するイメージの回答結果である。これを見ると、実践前の学習者はそれぞれ、科学に対して抽象的イメージや具体的事例をもとに科学全体のイメージを形成しているが、実践後は具体的な研究活動を挙げ、科学的な考え方・ものの見方についてまとめていることがわかる。つまり、学習者は本学習システムによって、学習者は科学的活動の基礎となる考え方を身につけたということが示唆された。

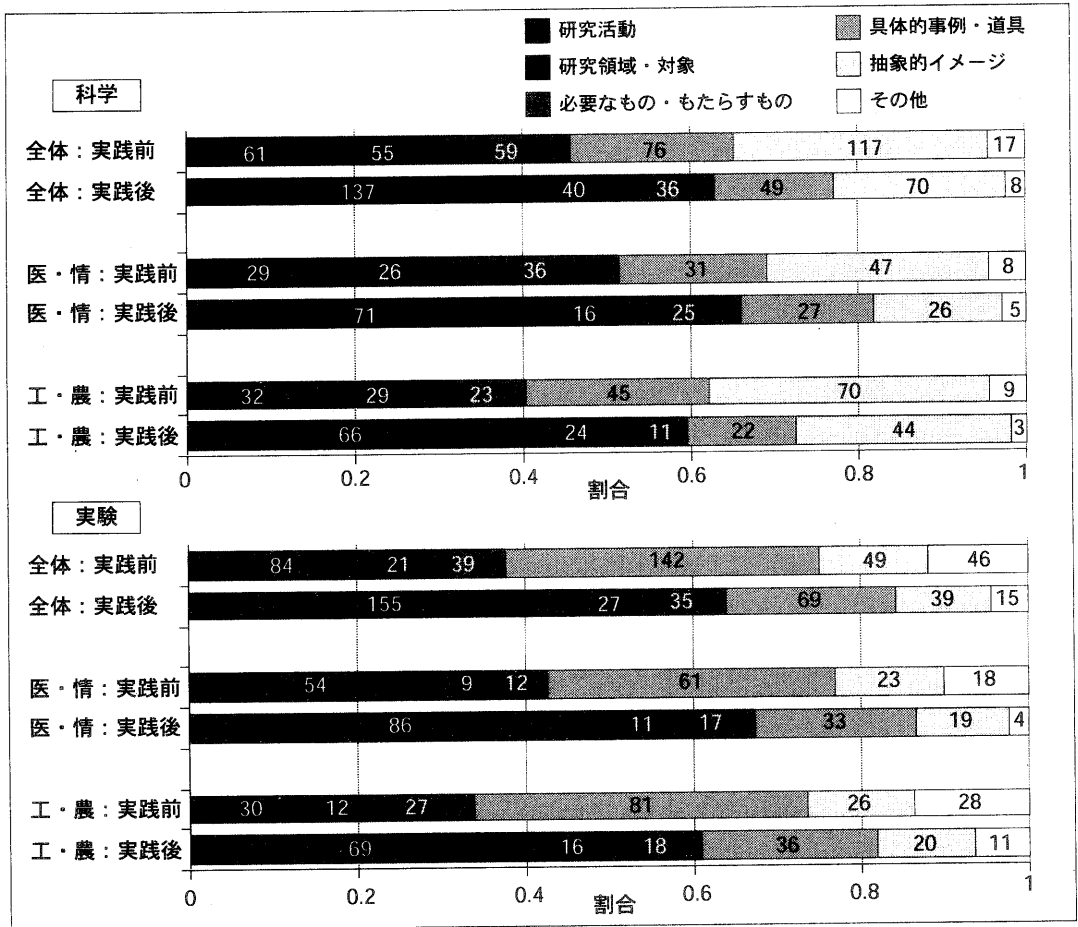


図4.1 科学・実験に対するキーワードの分類結果

者が課題を達成していたことから、これら各項目に

#### 4.2 コンピュータを用いた情報処理能力の獲得

次に、本システムの第2の目的である、コンピュータを用いた情報処理能力がどの程度獲得されているのかという点について評価を行った。

具体的には、情報処理実習での課題および提出されたレポートの結果をもとに、以下の項目についてそれぞれの学習者の達成度を判断した。

- ・ワードプロセッサによる文書作成
- ・スプレッドシートを用いたデータ分析
- ・メールの送受信
- ・WWWを利用した情報検索

その結果、情報処理実習に関してはすべての学習

関しての基礎的なスキルは身に付いたといえる。また、提出されたレポートの内容から、全ての学習者が、スプレッドシートを用いて実験データを計算・集計し、その結果をグラフや表の形式に表し、ワードプロセッサによりレポート形式にまとめていることが確認できた。すなわち、研究活動に必要な一連の作業に関するスキルについても全ての学習者が獲得していることがわかる。なお、本授業を途中でリタイヤしたのは、A、Bクラスを合わせて39名中2名であった。

今後は、レポートの分析結果およびその考察内容の質的な評価や、4.1で示した科学的活動に関する知識の変化とレポートの成績の関係について調べることで、学習者が身につけた情報処理能力について、さらに詳細な検討を行う予定である。

表4.2 科学に対するイメージの回答例

医・情の学生a

**実践前：**科学によって現在の豊かな社会が築かれたけど、反対に自然環境の破壊やクローン等の倫理的問題が起こっている。便利さと危険性の両面を持っていると思う。今まではただ科学を発展させてきたけど、これからは安全な科学を発展させなければならぬと思う。科学は奥が深そう。これからもっと発展し、複雑化すると思う。

**実践後：**ひとつの目的に対してさまざまな実験法によりアプローチして、検証・考察する。科学は化学や物理学、生物学等をすべて含み、心理学もその中に入る。検証や実験は目的がはっきりしていないとわかりづらくなる。疑問が目的になり、探求が始まる。

医・情の学生b

**実践前：**「科学」というと、とくに日常生活において常に気にしていることではないと思う。しかし科学なしでは、やはり現在の生活を送ることは不可能だろう。僕は今まで「科学」ということについて深く考えたことはなく、やはり多少難しいのではないかというイメージがある。でも、これだけ科学が発達してきているのだから、科学についても少しは知ることが必要ではないかと思う。

**実践後：**科学とは、物事を感覚的でなく、実験などを通して正確にとらえるものであると思う。そのために研究を重ねていくことによって科学が進歩していくが、ここで終わりというところではなく、どこまでも進歩していく奥深いものであると思う。これからも新しいことが発見されていくのだろう。

工・農の学生c

**実践前：**理系の科学、物理よりも自然との関わりを重視するような学問で、中学、小学の授業でずいぶんたくさんやったような気がする。「サイエンス」というなんともいい感じの響きを持っていて、顕微鏡で春の花の花びらとかを見たのは今でも忘れられない。ある意味自然の中の小宇宙といった感じでずいぶんとキメキメを感じたりもする。～を科学するといったら、その事柄をどこまでも掘り下げて調べて調べつくす、といったような感じである。

**実践後：**科学というのがこれほど自然と無関係とは思わなかった。サイエンスって顕微鏡じゃないの？と思ったが、もし顕微鏡を使うのなら、ただ見て感想を述べるのではなくて、見る前に仮定したり、その後検証したりと考えて結果をまとめる、思考＝科学というような気がする。つまり何か目的を持って起こす行動を、ある意味で科学と考えるのもありのような気がする。

4.3 授業アンケートによる評価

最後に、本授業の終了時に行われた、授業評価アンケートの結果について概説する。このアンケートは、大学の共通教育委員会で毎年行っているものである。アンケート項目は全部で10項目で、受講者はそれぞれの項目について5段階（1：はい、2：どちらかというとはいい、3：どちらともいえない、4：どちらかというといえ、5：いいえ）で回答することが求められた。

図4.2は、授業評価アンケートの項目のうち、本学習システムの評価に関係する項目について、受講者の回答を集計したものである。なお、5段階評価のうち、3、4、5の回答に関しては回答数が少なかったため、合わせて1つのカテゴリーとした。

この結果から、全体では6割以上の受講者が1または2を回答していることがわかる。このことから、本学習システムによる授業は概ねよい評価であったといえよう。

さらに、本大学で前年度に「基礎セミナー」を履修した学生1674名（うち回答したのは1156名）による授業評価アンケート結果との比較を行った。本授業の受講者全体の回答の割合について、前年度の履修者の回答の割合を期待値としたカイ二乗検定を行ったところ、とくに「授業に意欲的に取り組みましたか」という項目について前年度より高い評価が得られていることが明らかになった（問3： $\chi^2(2)=12.19, p<.01$ ）。このことから、本システムによる授業は、学習者にとって意欲的なものであったと考えられる。

ただし、これらの評価については学部間に違いが見られ、とくに工・農学部では、「あなたの将来にとって「ためになる」と思えますか」という項目に対する評価が低いことがわかる。この結果から、今後は学部によって扱う対象に対する興味が異なることを考慮し、本システムで扱う実験の内容などを工夫する必要があるだろう。

5. まとめ

本論文では、情報教育の一環として、大学初年次の基礎科学および情報リテラシーに関する知識の獲得を目的とした学習システムを立案し、実践を通してその評価を行った。本学習システムの目的は、学

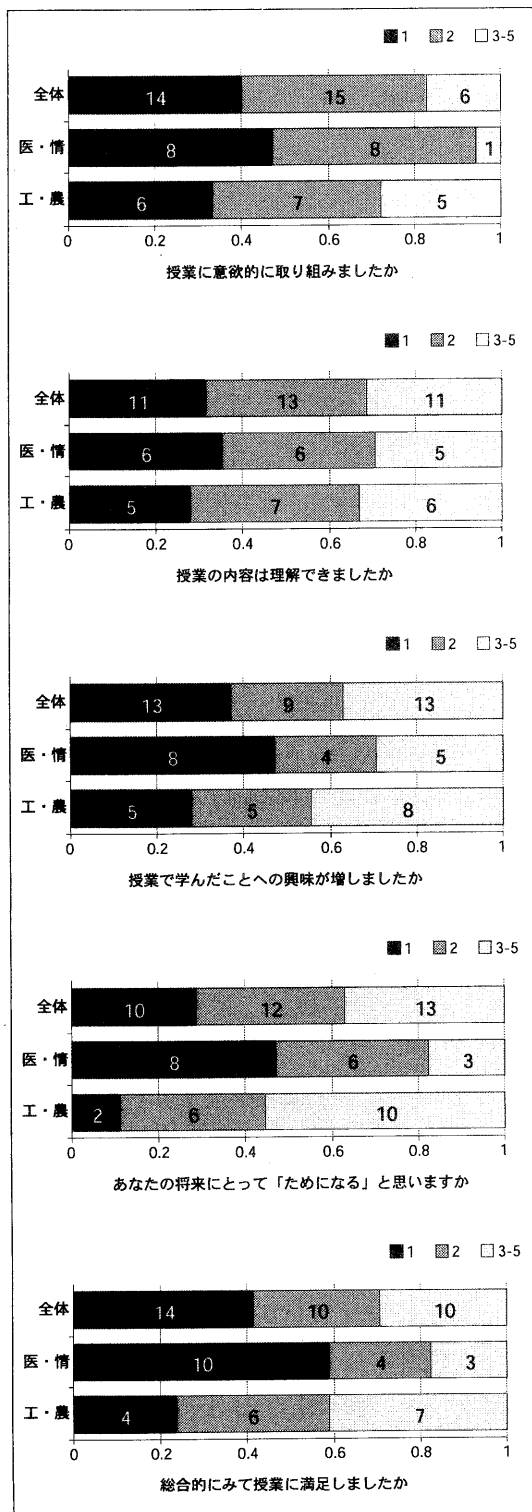


図4.2 授業アンケートの回答

習者が (1) 仮説形成検証過程を体験・分析することで、科学的活動の基礎を身につける (2) 上記の過程を通してコンピュータを用いた情報処理能力を身につける、の2点であり、本システムをもとに全11コマの授業実践を行った。

実践の前後に行ったアンケートをもとに本システムを用いた実践の評価を行ったところ、(1) とくに科学的活動に関する知識が身についた、(2) データの集計・グラフ化およびレポートの作成能力が身についた、という結果が得られ、本システムの目的である2点に関して、ともに良好な評価が得られた。

今後は、学習者が作成したレポートをもとに、仮説生成検証過程の質的な評価を行うことで、このシステムによる学習の成果を詳細に検討したい。

## 引用文献

- 丁井雅美・田村博・渋谷雄 (2000) 理工系における「発想促進型」授業の試みと学生の反応. 教育システム情報学会誌, 17(2), 192-201.
- 河村一郎 (1997) ワープロを題材とした文化系学科のコンピュータサイエンス教育. 日本教育工学会論文誌, 21(suppl), 33-36.
- 文部省 (1998) 小学校・中学校学習指導要領.
- 文部省 (1999) 高等学校学習指導要領.
- 村上陽一郎 (2000) 科学の現在を問う. 講談社.
- 中丸茂 (1999) 心理学者のための科学入門. 北大路書房.
- 大岩元 (2000) 高等教育機関における情報教育. 教育システム情報学会誌, 17(2), 110-113.
- 立花隆 (2000) 脳を鍛える: 東大講義 人間の現在 1. 新潮社.
- 平真木夫 (2000) 教育の情報化の動向を探る. 日本認知科学会テクニカルレポート, JCSS-TR-34.