

ソフトウェア習得時における初学者の理解状況の把握 ——情報機器の機能と役割, および相互関係について——

香山瑞恵

The real situation of understandings of software learners
about functions, roles and interrelations of information devices.

Mizue KAYAME

For the purpose of investigating how software-learners understand the functions, roles and interrelations of five information devices of a computer (a hard disk, a floppy disk, a CRT display, a key board and a printer), we carried out a questionnaire research.

We made the subject of investigation on 44 students of 15 weeks lessons about the computer literacy, and requested them to answer the questionnaire five times.

In the each questionnaire, we showed our students the picture demonstrated five information devices and requested each of them to draw a line between devices that had specific relations. And we requested them to explain the reason why they gave lines.

As results, we found that roles of auxiliary memories (a hard disk and a floppy disk) were very difficult for students to understand, while the roles of some of input/output devices (a printer and a key board) were relatively easy. So it was made clear that, in their stage of early lessons, we had to explain repeatedly auxiliary devices in order to give them clear understandings of ones and to avoid difficulties of them following the contents of the lessons given later.

Through these results, if we practice these researches in the progress of our lessons we think that we can improve our instructional design to make learners understand easily and correctly.

キーワード：情報教育 コンピュータ・リテラシー 理解把握

I. はじめに

教育におけるコンピュータの利用はABOUT, THROUGH, WITHの3形態があるといわれ

る¹⁾。ABOUTの教育とはコンピュータを中心とした情報技術の習得やその活用方法などに必要なスキル獲得を目的としている。THROUGH的教育とは、コンピュータは通して何か他の学習をおこなうことであり、英会話を学習するためのCAIなどがその例である。また、WITHの教育とはコンピュータを1つの表現手段として用いる

*〒380 長野市三輪8-49-7 長野県短期大学

*Nagano Prefectural College, 49-7 Miwa 8-chome, Nagano 380, Japan.

ための訓練を目的としている。情報工学や情報科学などを専門としない学科・学部における一般情報教育では、この3形態が相補しあいながら進められている^{2),3)}。本学教養学科における情報処理演習Iもこの一般情報教育にあたる。この演習では、主にABOUT的およびWITH的にコンピュータを利用し、コンピュータ・リテラシー教育をおこなっている。

また、どのような場面でも、教育の実践において、目的に応じた授業内容を教える側が用意する必要がある⁴⁾。情報教育の場合でも、現段階では初等中等教育での実践が始められたばかりであり、かつ、高等教育で扱うべきカリキュラムの整備が急がれている^{5),6)}。また、大学等では、実施する機関によって扱う内容はさまざまである。

しかし、どのような内容を扱うにせよ、教育では授業の進行に伴って教える側が意図していることが教わる側に理解されているとは限らない。課せられたレポートの提出など、形に残るものとしての作業成果が得られているからといって、教わる側が正しくその授業内容を理解しているとはいえない。そこで、より効果的な授業を展開するために教わる側が教える側の意図していることをどの程度理解しているかを教える側が把握し、それに応じて授業の再設計をおこなうなどの配慮が必要となってくる^{4),7)}。情報教育においては、コンピュータなどの情報機器について教わる側がどのように理解しているかを把握できれば、効果的な授業の再設計のための1つのヒントとして活用することができる。この教育の成果に関しては、我々はソフトウェア・スキル習得という観点から、学生の具体的な行動を通してその理解の状況を把握する研究を進めて報告してきている^{8),9)}。

今回は情報処理演習という実際の授業の進行にあわせ、コンピュータ・リテラシー習得の基盤となる情報機器の役割や機能、および相互の関係に関する学生の理解の実態を把握することを試みた。

II. 目的

この調査の最終目標は、授業そのものを評価し改善することにある。そのためには、まず学生の大多数がどのような内容は理解しており、どのような内容は理解が不足しているのか、学生の理解の内容を把握し、その原因を解明する必要がある。

1993年4月からの7回の予備調査の結果から、学生の理解に関して、次の諸点が明らかとなっている。第一にコンピュータの役割が正しく認識されていないことである。第二にハードディスクとフロッピーディスクの補助記憶に関して、その機能に対する誤った説明が多い、ということである。第三は入出力装置に関して、その操作の対象が理解されていないことである。

また、質問に対して想定する場面が学生間で一致していないということが解り、調査方法の吟味が必要であると考えられた。

これら4点の結果をふまえて、コンピュータと周辺機器とに関する基本的知識を実経験を通して習得させるように教授内容を設計した。その教授の成果としては、学生が各自のおこなっている作業を間違いなく説明できることが期待される。そこで、教示された内容の習得の評価は、教示した内容を学生がどのように受け止めているかを確認し、次の段階として自分の言葉で説明できるかを確かめ、授業の最終段階ではコンピュータと周辺機器でおこなっている処理を含めて各自の作業過程を説明させることによっておこなうこととした。

III. 調査方法

PCにおける標準的なスタンドアロン形式のコンピュータシステムを前提として、調査用紙を作成した。この調査用紙には、コンピュータ、そして補助記憶装置としてハードディスク（以下、HDと略す）とフロッピーディスク（FD）、入力装置としてはキーボード（KB）、出力装置とし

てはディスプレイ (CRT)、プリンタ (PRN) と6つの装置を記載した (図1)。なお、マウスの利用も広まってきているが、今回は演習の途中で数回使用したのみなので調査の対象としては割愛した。この用紙を用い、コンピュータおよび周辺機器の相互関連について、関連があると思われる装置間に矢印付きの線を引かせ、同時にその関連を説明させた。各調査において、調査と調査用紙への慣れを回避するために、装置の配置や場面設定を毎回変化させた。また、最終調査では学習者個々に6つの装置の配置をおこなわせた。

調査における具体的な共通課題はファイル操作とした。その理由は、予備調査結果にあるように、解答者によって想定していると思われる場面にズレが生じ、解答に幅が出てきてしまったので、これを回避するために具体的な共通課題をおくこととした。また、ファイル操作は6つの装置の全てが関わりかつ学生にとってもっとも日常的なコンピュータの使用場面であるので、後期調査に共通した課題とした。なお、具体的な共通課題に限定することで、学生が解答しやすくなるという期待もあった。

また、毎回、特定の課題に関する説明を求めた。すなわち、調査2では操作順序を、調査3では装置間で操作されている対象について、調査4においては各装置の機能や役割を、そして最後の調査5では作業手順を、それぞれ説明させた。

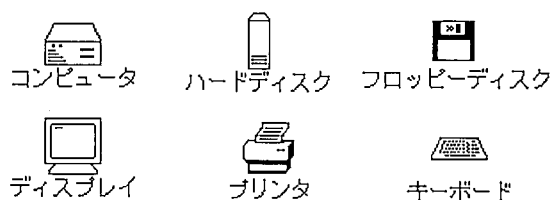


図1 調査用紙に配した6つの装置
Fig. 1 Information devices given
in the questionnaire

IV. 調査時期

調査時期は、1993年9月から1993年12月までの3ヵ月間であった。ほぼ2回の演習に1回の割合で合計5回の調査をおこなった。

V. 調査対象者

半年間の日本語文書処理に関する演習を経験している女子学生44名に対しておこなった。学生は調査時期と並行して、後期の授業として表計算に関する演習をおこなっている。また、入学当初より他科目におけるレポートもコンピュータを使用して作成している。なお、情報科学の基本的内容に関しては別の講義で扱われている。

VI. 結果

結果を説明する前に、まず今回の調査における結線および説明の正解を紹介しておく。コンピュータと補助記憶装置および入出力装置との関連に関する学生の解答については、下記のような内容をもつものを正解と考えた。

- ・コンピュータ→HD：かな漢字変換の学習や単語登録、印刷などの設定値など、ソフトウェアを使用する環境に関する登録をおこなう。そのためにはファイルの保存も必要な場合がある。
- ・HD→コンピュータ：メニュー・ファイル、システム・ファイルなどの読み込みをおこない、また、かな漢字変換の辞書を提供する。
- ・コンピュータ→FD：文書などのファイルを保存する。
- ・FD→コンピュータ：保存されているファイルを読み込む。
- ・KB→コンピュータ：文字や数値、および操作指示や作業内容を入力する。
- ・コンピュータ→CRT：補助記憶の内容や現在の作業の様子を表示する。
- ・コンピュータ→PRN：作業の結果を紙に印刷

する。

1 説明内容の推移

結果として、まず調査の解答からコンピュータと周辺機器の関連を説明した内容について、各調査毎にまとめると次の通りである。

a. 調査1：後期演習第1週（9月30日）

結線としては、予備調査に比べて関連の中心をコンピュータにして構成する者が増加した。HDで作業がおこなわれるとする説明は予備調査より減少している。一方、補助記憶装置に対しては依然としてその形態を説明する者もいるが、記憶装置としての機能を説明する者も多い。しかし、コンピュータとの双方向のやりとりを説明している解答はほとんどない。FDにおいては書かれる線の向きに偏りがみられる。これは各自の操作手順に関係があると考えられる。また、補助記憶への保存が恒久的であるという特徴を説明する者もでてきた。操作の対象を保持している装置と操作目的が達成される装置とを直接結ぶ解答は予備調査よりも若干減少した。出力装置に関しては、操作手順の差が原因と考えられる2種類がみられた。

b. 調査2：後期演習第2週（10月14日）

各装置の機能については、PRN、CRT、KB、FDに関して、具体的な例を挙げながら説明する者が少数ながら表れてきている。しかし、その機能の対象、機能の意味などに関しては表現されていない。コンピュータとHDについてはその機能に関して安定した認識はまだできていない。

c. 調査3：後期演習第3週（10月28日）

依然として操作の対象を保持している装置と操作目的が達成される装置とを直接結び付けている解答がみられる。その間にあるコンピュータの機能はここでも正確に理解されていない。ある個人の解答における接線や説明がすべてそうなのではなく、特定の装置の間の結線や説明に多くみられる。これは演習初期の誤解がこの時期まで影響し

ていると考えられる。また、HDの機能を誤解していると思われる解答も若干みられる。

d. 調査4：後期演習第6週（11月18日）

特定の課題によって、結線の仕方や説明が変化する者がいる。今回は正解と逆方向の解答をする者や一旦は消滅した線を再び解答する者がみられた。また、入出力装置に関しては、その機能の対象となるものをあげてくる者が増加してきている。

e. 調査5：後期演習第10週（12月16日）

説明されている内容は、矛盾なく手順を追って書かれているものが多いが、その反面、作業を羅列したにとどまっているものもみられる。入出力装置に関しては、その機能や役割に誤解答はほとんどみられない。1名ではあるが、『KB→コンピュータ』に対して「入力すること」と説明していたが、これは、これまでの解答状況からケアレスミスと考えられる。また、補助記憶に関しては、FDとコンピュータの双方向の関係における方向による偏りは、その差がより小さくなった。HDに関しては、『コンピュータ→HD』が解答数を減少させている。しかし、そのような中で書かれている説明の中には、コンピュータの作業環境に関係する内容をHDへ保存することを説明するのは以前より多くみられた。

2 結線の状態の推移

a. 正解率の変化

7本の正解率の推移については以下の通りであった。ここでは5回の調査結果に加え、7回の予備調査の結果も合わせて図2に示す。

予備調査の結果は、今回の対象者が入学直後、つまりコンピュータを使用しての作業を開始した直後から半年の間に7回の実施で得たものである。この予備調査の際の共通課題は“関連あると思われる装置同士を線でつなぎ、その関連を説明する”ということで統一し、統一形式の質問用紙を用い、2週間毎に継続的に調査をおこなった。す

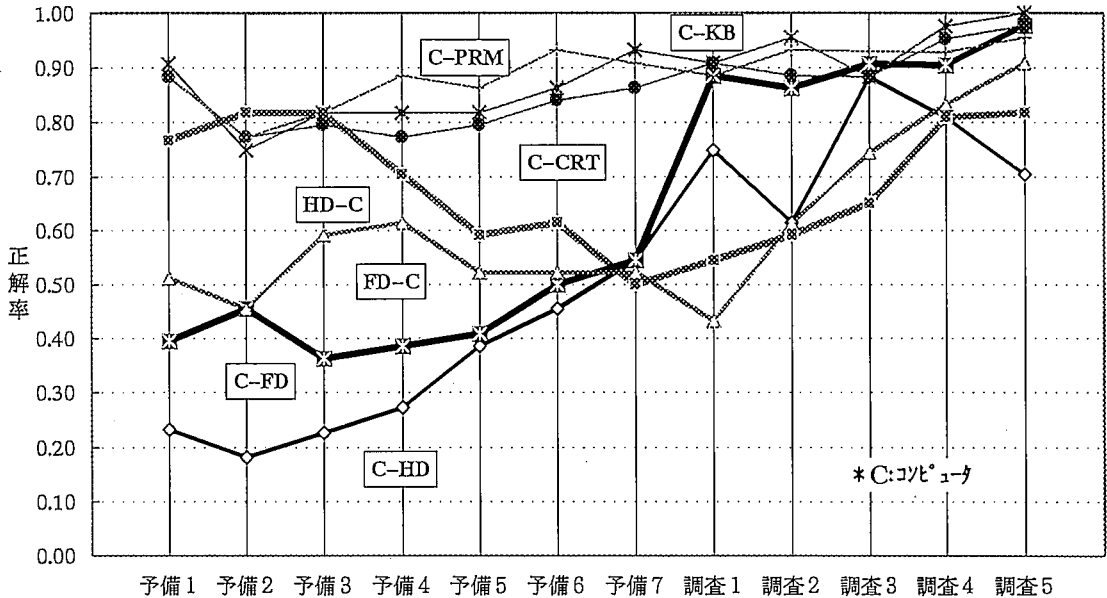


図2 正解率の推移

Fig. 2 Collect answer ratio

なわち、今回実施したような共通課題や装置の配置を変化させるなどの調査状況の制御はおこなっていない。

正解中で、KBなどの入力装置とCRTやPRNのような出力装置とコンピュータとの関係は予備調査時から比較的高い正解率であり、後期の5回の調査を通じてそれぞれ約90%以上であった。CRT、PRN、KBとコンピュータとの関連は、3本とも緩やかな増加傾向にある。

また、補助記憶装置とコンピュータに関して、双方向あわせて4本の関連は予備調査の最終回では正解率が約50数%となり、その後の調査においては、それぞれが特徴的な変化を示している。『コンピュータ→FD』への正解率は予備調査後に急激に増加し、『HD→コンピュータ』、『FD→コンピュータ』などは、それまでのゆるやかな減少傾向が増加傾向に転じ、『コンピュータ→HD』に対しては、正解率が増減を繰り返している。個々の補助記憶毎に詳しくみてみると、FDにおける『コンピュータ→FD』の正解率は演習

を重ねるごとに増加し、『FD→コンピュータ』の正解率との差は次第に減少している。その差は最終的には数%に縮小した。一方、HDに関しては『HD→コンピュータ』はFDにおける変化よりも緩やかではあるが増加傾向にある。そして、『コンピュータ→HD』への正解率は増減を繰り返す。HDは日常的にその存在を意識することが難しい装置であるために、このように正解率の1.00への収束を困難にしていると考えられる。また、特定課題の設定によって各人の解答に現れたり、消えたりすることから、補助記憶に関する固定された理解や考えを習得しているわけではないことも推察される。

しかし、予備調査の当初から『HD→コンピュータ』への正答が他の関係に比較して多かった。これは、例えば“システムファイルの読み込み”や“日本語入力のためのFEPの組み込み”などに気付いていたからではない。この線につけられている説明には、『(物理的に)組み込まれている』、『入っている』といった形態を示す解答が多

いのである。FDに対しても同様に『FD→コンピュータ』には『挿入する』という説明がつけられていることもある。後期の調査では前期と異なり、特定課題や要素の配置を変化させ、様々な角度から日常の作業を改めて見直す機会を与えた。このことは、今まで意識せずにいた機能や、説明するのにより適していると思われる内容などに気付くことにもつながる可能性がある。学生の学習速度や理解の程度にあらゆる授業内容の設定ができれば、行為や操作の意味が単なる知識としてではなく、実際の経験や体験を通しての理解を伴い蓄積されていくような、誘導的学習がおこなえる可能性があるとも考えられる。

結線状況に関する個人の解答の特徴は、正解と比較して、結線が過剰に引かれているか、不足しているかにあるといえる。その理由は、過剰な線は、その線を解答するに至った学習者の考えや認識の表れであり、不足している線はその装置間の関係は気付かれていなく、その結果解答には表れてきていないと考えられる。そこで以上の2点、つまり解答の過剰な部分と不足している部分についてみてみた。

b. 過剰解答

過剰な結線を解答した学習者、および過剰解答された装置に関する時系列的推移をみると、以下のような特徴がみられた。すなわち、過剰解答は次の3つの種類に分けることができる。第一は正解とは反対方向の解答である（以下、逆過剰とする）。これは例えば、コンピュータからCRTに表示内容が送られているという解答に対して、CRTからコンピュータに対しても表示内容や作業内容のフィードバックが送られていることを表す『CRT→コンピュータ』という解答などのことである。この他にも『KB→コンピュータ』、『PRN→コンピュータ』がある。第二は操作の対象を保持している装置と操作目的が達成される

装置とを直接結び付けた解答（以下、直接過剰とする）で、KBからの入力がCRTに表示され、CRT上の内容がPRNで印刷されるといった『KB→CRT』、『CRT→PRN』などがその例である。この他にもファイルの内容を表示するものとして『FD→CRT』、『HD→CRT』や、結果を保存するものとして『CRT→FD』、『CRT→HD』といった解答、およびKBから指示した結果としてFDやHDにファイルが保存されるとして『KB→HD』、『KB→FD』といった解答もみられる。また、読み込んだファイルの内容はKBで編集するとした『HD→KB』、『FD→KB』、ファイルを印刷することを表す『HD→PRN』、『FD→PRN』などの解答もこの例である。そして第三は学習者独自の解答である（以下、独自過剰とする）。HDとFDは互いに協力し合い作業するといった『HD→FD』、『FD→HD』といった解答や説明の付いていない『CRT→KB』などの解答がある。

次に調査5までの過剰解答数と過剰解答者数の推移を図3に示す。過剰解答は3種類に分け、棒上の数字は解答数を表している。また、折れ線は過剰解答をした学生数である。

過剰解答数、解答学生数共に後期開始後3週間である調査3では調査2以上に増加している。このことは使用経験さえ重ねれば過剰解答が単純減

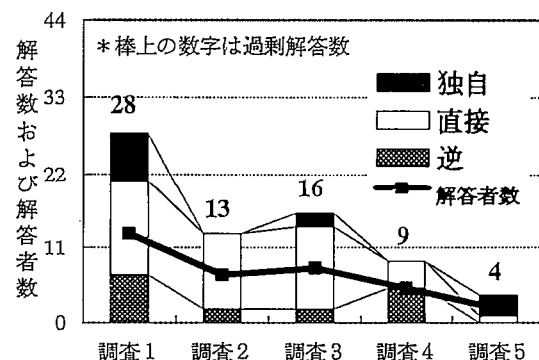


図3 過剰解答数と解答者数の推移

Fig. 3 The number of over answer

少するのではなく、特定課題によってその過剰解答の数は制御できる可能性があることを表している。調査3以後は、過剰解答数および解答学生数共に減少傾向にある。

また、各棒の高さに対する折れ線の点の位置は、過剰解答した学生1人あたりの過剰解答数を示しており、各調査共に棒のほぼ中央に位置している。つまり、調査を通じて1人あたりの過剰解答数は変化していない。調査1では、特定の学生は6本ないしは5本と多くの過剰解答をしており、調査3でも5本の過剰解答をした学生がいた。その他のほとんどの者の過剰解答数は1、2本である。

c. 不足解答

不足解答においては、FDとHDの補助記憶装置とコンピュータとの結び付きに関する不足が多く、さらにその不足する方向が偏っているという特徴がある。ここでは、補助記憶に関する解答の不足数について、『コンピュータ→補助記憶』か『補助記憶→コンピュータ』かのどちらかもしくは両方が不足している学生数と、HDとFDをあわせた4つの関連の中で1つでも不足していた学生数を図4に示す。

FDとコンピュータに関する関係については、どちらの方向も解答の不足数はコンピュータの使用経験を重ねるにしたがい減少した。調査1では不足解答には、方向による偏りが大きかったが、

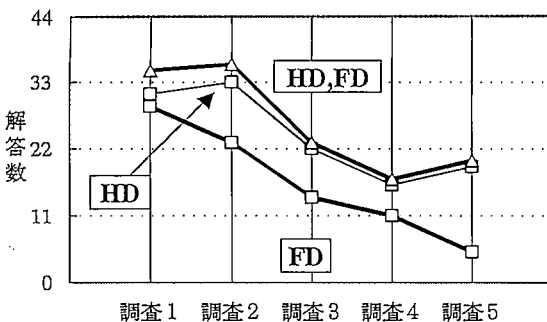


図4 補助記憶装置とコンピュータに関する不足解答
Fig. 4 The number of short answer

演習が進むにしたがって、その差は小さくなっていった。また、不足数自体も減少していき、調査5ではFDとコンピュータとの関連について双方向の解答をしていない者は調査1の約1/6にまで減少している。一方、HDについてはFDよりも不足解答数はすべての調査で多くなっている。FDに関する解答の不足数の減少と比較すると緩やかではあるが減少していた『HD→コンピュータ』においても、調査5の結果は調査4と比較して不足数が減少しているというわけではない。しかもこのことは、HDとコンピュータに関連する解答の不足にも、その結果が反映されている。

FDおよびHDの2つの補助記憶について、コンピュータとの双方向の関係が解答されていない数は調査を通じて減少傾向にある。その中でもHDに関する解答の不足数が目立つ。また、HDに対して双方向ではない解答の減少の仕方と、HDおよびFDの両方に双方向性のない解答の減少の仕方とが似ていることから、HDに双方向的解答をした学生はFDに関しても双方向性のある解答をしている確率が高いことがわかる。しかし、補助記憶装置に対して何も解答しなかった学生は皆無であり、また、HDおよびFDとコンピュータとの間の4つの関係を全て挙げていないものは、図4に示すように35から最終的には20へと変化していることから、比較的使用頻度の高い機能や操作感覚を日常的に感じることでできる操作、およびその操作の方向に対する理解の程度は高いことがうかがえる。

3 各調査の特定課題への解答にみられた特徴

a. ファイル操作

予備調査を通して皆無であった正解者数は解答者の20.5%である9名になった。また、誤解答がなく不足解答のみの学生も26名であった。不足していた解答は、補助記憶とコンピュータに関する内容がほとんどであった。しかし、その不足解答

数は予備調査最終時と比較して減少している。その結果、正解数が増加し、その中でも『コンピュータ→FD』への結線は約1.4倍に、また『コンピュータ→HD』は約1.3倍に増加している。その反面、『FD→コンピュータ』はその解答数を減らしている。どちらの結果も共通課題をファイル操作に限定した影響であり、かつ、保存と読み込みの使用頻度に関係があるとも考えられる。一方、過剰解答については、補助記憶同士を結び付けた者が予備調査時よりも増加し、また補助記憶装置と入出力装置とを結び付けた解答が新たに表れてきている。その他、『KB→CRT』や『CRT→PRN』などはやや減少している。

b. 操作順序

操作順序は7工程で説明することが正解であるが、多くの者は操作順序を5、または6工程で説明していた。見落とされやすいのは、『FD→コンピュータ』、『HD→コンピュータ』、『コンピュータ→HD』という工程であった。操作順序の説明としては、例えば、「①HD内にある情報（一太郎やロータス etc）を本体に送る、②KBを使って操作する、③本体の情報がCRTに映し出される、④情報をFDに記録する、⑤FD内の情報を本体に送る、⑥出来あがった情報（レポート etc）を印刷する」が代表的であった。一方、操作の内容を正しく理解していないと思われる者は、工程数を4、あるいは8と考えて説明をしていた。その中で工程数を4とした解答には「①文字の打ち込み（『KB→CRT』）、②総合ファイル（『HD→コンピュータ』）、③補助ファイル（『FD→コンピュータ』）、④ファイルされているものをプリントする（『FD→PRN』）」としているものがあった。なお、（ ）内は結線状況を示した。

c. 装置間で操作されている対象

装置間において、操作されている対象は何であるかが正しく認識されていないと思われる説明が、補助記憶に関するものに多く見られた。操作は説

明されているがその対象は明確ではない。すなわち、『コンピュータ→HD』では「機能を作動させる」という解答が多く、「本体に含まれる」と形態を説明する者も1名いた。『コンピュータ→FD』では「HDに入らないものを補助記憶する」のように、補助記憶という用語の意味を誤解していると考えられる解答がみられた。また、『FD→コンピュータ』における解答の多くは「データを読み込むために本体へ入れる」、「本体へ差し込む」といった行為を説明している。中には「FDを入れてコンピュータを操作できる体勢にする」など、本学の演習環境固有の機能の影響を受けた説明もあった。

一方、『HD→コンピュータ』においては「メニューやシステムの情報を読み込む」や「記憶を送る」など、理解が進んでいることを示す解答もみられた。また、入出力装置とコンピュータとの間で操作されている対象を正しく説明している解答が多かった。例えば、KBにおいては「作業内容がコンピュータに送られる」や「操作するために命令を送る」であり、CRTについては「本体で作成されている文書が目に見えるように文書を送る」などがあった。また、PRNでは「紙に印刷するために、入力しているものを送る」などの解答がみられた。

d. 機能・役割

それぞれの装置毎に機能や役割に関する解答は次のとおりである。

1. コンピュータ

「処理の中心部」とする者が多い。代表的な解答には「心臓部で、すべてコンピュータを通じて入力出力保存などがおこなえる」などがある。またその他の解答は「データの出し入れ」、「ファイルの作成」など日常的な機能を説明している。

2. HD

「大容量性」、「高速性」など、補助記憶としての特長を説明する者と、「システム情報の保持」

のように記憶されている内容の特徴をあげる者がいた。また、「ファイル操作をおこなう」など、コンピュータの機能と混同していると考えられる解答が若干みられた。

3. FD

保存に関する機能を説明する者が多い。中には「可搬性」など、日常の行動を反映させた解答をする者もいた。しかし、「HDの補助的役割」など、その機能を誤解している解答もみられた。

4. KB

「入力・指示」と2つの機能を説明する者が増加してきた。その他の解答も「入力」もしくは「指示・命令・操作」であり、書かれている説明の中では不適切な内容はみられなかった。

5. CRT

表示という機能に関しては一致しているが、表示する内容としては「入力されたもの」、「作業内容」、「ファイルの内容」など、と分かれている。また、解答の中には作業者とコンピュータとのインターフェース的役割も説明する者もみられた。

6. PRN

印刷する対象としては複数のものが説明されていた。代表的な説明は「作成したもの」や「ファイル」などである。この違いは各解答者の操作手順のどこで印刷するかが異なっていることが原因であると考えられる。

e. 作業手順の自由記述および装置の配置

1. 作業手順の自由記述

書かれている線は同じで作業手順も同じであっても、記述されている内容まで同じである解答は皆無であった。ここでは、解答の安定している者、解答が不安定な者、誤解答の続いている者の3者について、解答された手順を原文のまま示すと、次の通りである。

①安定している者

「レポートを作成するためにはまずHDから一太郎を読み込む。作りかけの文書があるのでそれを

読み込む。文字を入力していくがその時CRTには入力した文字が表示されている。使いたい漢字がなかったので補助登録で漢字を作ってHDに登録する。入力が全て終わったので印刷する。FDに文書を保存して、終了。レポート完成！」

②不安定な者

「私はレポートを作成するため電源を入れ、FDをコンピュータにセットする。KBから文書を打つ。CRTに表示される。HDの中にファイルを作られ、KBからFDに保存するように打ち込むと、HDのファイルがFDに保存される。印刷するようにKBから打ち込むと、PRNに命令がいきファイルがプリントされる。FDに保存されていた文書呼び出す。」

③誤解答の続いていた者

「KBから文字を入力する。コンピュータの中にあるFDに保存する。コンピュータの中にあるHDに保存する。コンピュータの中で保存されているものをCRTに映し出す。コンピュータの中に保存されているものをPRNで印刷する。」

2. 装置の配置

集計結果と代表的な装置配置を図5に示す。コンピュータは解答者全員が他の装置に対して中央に配置した。CRT、コンピュータ、KBの位置関係は上下関係になっている。また、FDはフロッピーディスクドライブがコンピュータの右側についているためか、コンピュータに対して右もしくは右下とする者が多い。HDに関してはコンピュータの左右にほぼ同数で配置していた。PRNは対コンピュータとして左右ほぼ同数の解答が得られた。これは本学のコンピュータ等に配置の影響と考えられる。つまり、2台のコンピュータの中央にPRNが1台置かれているので、PRNに対して左右どちらのコンピュータを日常的に使用しているかによって、解答する位置が異なってくるものと考えられる。

CRT 5	CRT 34	PRN 10
PRN 5	FD 2	HD 4
HD 3	KB 1	FD 1
FD 3		CRT 1
HD 16	C 44	FD 15
PRN 13	↑	PRN 11
FD 3	コンピュータ	HD 10
		KB 2
FD 6	KB 33	FD 13
HD 5	FD 2	HD 3
KB 3	HD 1	PRN 3
CRT 1	CRT 1	CRT 2
PRN 1	PRN 1	KB 1

*解答数0の要素は、表記を割愛した。

解答の集計結果

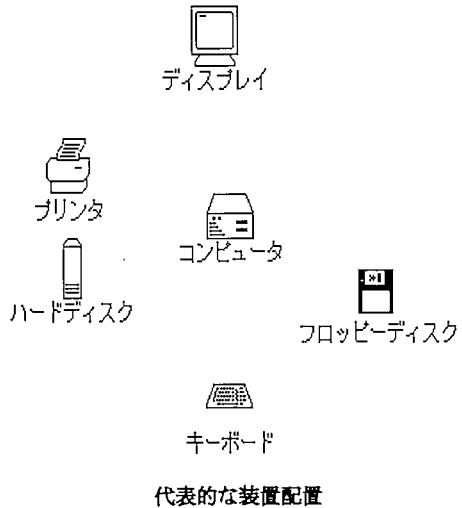


図5 装置配置の例

Fig. 5 Typical arrangement of devices

VII. 考察

1 学生個人内の理解状況

各学生個人がどのように理解しているのかについて解答の一貫性と確実性という観点からみた。

a. 解答の一貫性

1. 過剰解答の場合

学生個人の過剰解答の仕方の推移をみると、特定箇所の過剰解答を繰り返す場合が頻繁にみられる。また、それまで誤解答を繰り返していた者の解答に突然変化が生じる場合もある。つまり、以後はそれまで使用していた説明をしなくなったり、あるいは別の結線に対して同じ説明を解答として用いたりする。過剰解答が消滅した原因としてはやはり演習などでコンピュータ使用を重ねていったことが考えられる。

①解答推移のパターン

特定課題が変化しようとも、それぞれの装置間の関係に影響を与えることはないの、理解の安定していると思われる学習者の解答は変化しない

ことが期待される。しかし、学習者の中には設問内容によって装置間の関係を変化させる者も多く、例えば過剰解答をする学習者の解答の推移にはいくつかのパターンがみられる。

・直接過剰

操作対象を保持している装置と操作目的が達成される機能を有している装置とを直接結びつけている解答の中では、「画面上の内容を印刷する『CRT→PRN』」や「KBから画面に入力する『KB→CRT』」などが多かった。予備調査からみられていたこの種の過剰解答は複数の学習者に繰り返され、または一旦は消滅するが再び出現していた。しかし、コンピュータをその2つの装置の間に入れていないことが誤解答の原因であるが、演習を重ねるごとにその過剰解答数は減少していく。しかし、最終調査までその影響は残る。つまり、初期の誤解が後々まで影響している。

・逆過剰

過剰解答の種類が正解と逆方向であった場合にはそれまでとは逆の向きに装置同士を結び付け、

この解答が以後繰り返される。

・独自過剰

学習者独自の考えに基づいて解答されたものは、その考えを別の関係に改めるなどの修正はあまりみられなく、むしろ関連そのものが解答されなくなる。初期において解答されたものほど演習を重ねた後も解答されている。

② CRT の受けとめ方

これらの過剰解答の中で、『CRT → PRN』、『KB → CRT』のように入力と出力を直接結び付けたものは調査5まで解答されていた。視覚という感覚を伴って作業を確認できる CRT を作業の中心として考えるのは、コンピュータで作業を始めた者の初期によくみられる特徴である。これは本実験に先立っておこなった予備調査結果でも明らかとなっている。CRT は、初学者にとって実際の作業をおこなう場である。つまり、KB から CRT へ入力し、CRT の表示内容が PRN で印刷されると考えやすいのである。しかし、コンピュータ上で作業を始めて半年を過ぎている学習者の中にも、依然このような認識が残っている。これは、このような学習者の理解の特徴を活かした導入教育を計画する必要があることを示唆している。

2. 不足解答の場合

①補助記憶

特に、文書ファイルの保存を表すような『コンピュータ → FD』以外の関係、すなわち『FD → コンピュータ』、『HD → コンピュータ』、『コンピュータ → HD』への解答の不足が目立つ。HD、FD 共に補助記憶装置からコンピュータへの向き、いわば“読み込み”に相当する解答が特に少ない。作業手順で述べたように、多くの学生にとっては、FD へのファイルの保存は作業の終了を意味している。作業途中では、結果を印刷して作業の出来を確認し修正や補足することを繰り返して、課題を完成させていく。しかし、作業を一旦開始すると、完了するまでその作業を続ける者が多いので、

前回の続きから作業を始めるために以前に保存しておいたファイルを読み込む、という必然が発生しにくい。そのため、読み込みは保存よりも解答として不足しがちになっていると考えられる。また、FD に比較して HD に関する解答がより不足しているのは、両者の操作感覚の差によるものと考えられる。FD は定常的に触れることができるし、また、コンピュータへの挿入といった実際の動作の対象にもなりえる。ファイル保存の操作をおこなうと、フロッピーディスクドライブ (FDD) のかなり大きな動作音が聴覚刺激として学習者に伝わり、保存が終了すると、CRT にはその操作の結果が視覚刺激として出されて確認できる。一方、HD は内蔵型を使用しているため、コンピュータの外観からはその存在すら確かめることは通常では難しく、もちろん手にもって扱う機会もありえない。動作音もさほど大きなものではない。しかし、ここで注目したいのは、例えば保存と読み込みという関係に代表されるような、補助記憶とコンピュータとの関係の双方向性である。通常の作業ではそのどちらも発生している。使用頻度や操作感覚の差はあるとしても、読み込むためにはそれ以前に保存をする必要があり、また保存はそれ以後に読み出して使用するためにおこなうことでもある。後で使用しなくとも新しいファイルを保存する際には FD 内のファイルの一覧が CRT に表示され、以前保存したファイル名を目にする機会もある。

補助記憶に関して演習初期からみられていた不足解答は、後期演習に入り減少はしていたが、調査5の結果においても入出力装置へと同程度の理解は得られていない。初期の誤解が、調査結果に継続的に影響していると考えられる。

b. 解答の正確性

解答の正確性を有効度と適合度、冗長度という3つの指標を用いて分析した。

1. 有効度

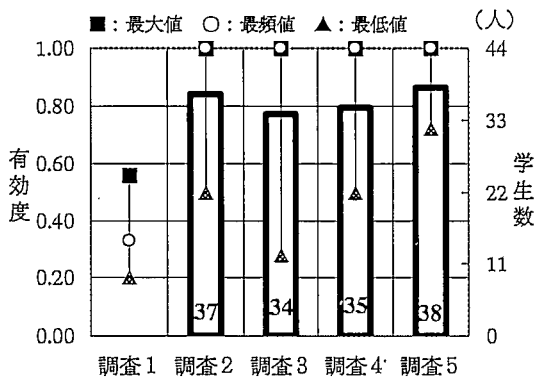


図6 有効度の推移と1.00である学生数の推移

Fig. 6 Effectiveness ratio

有効度とは、解答された結線数のうち正解の占める割合であり、 $[0.00..1.00]$ に分布する。図6に有効度の最低値、最頻値、最大値の推移と有効度が1.00であった学生数の推移を示す。今回の調査結果は0.20を最低として、1.00まで分布した。

調査2以降は最頻値が1.00となり、有効度が1.00である学生数も約35名程度になっている。最低値も全体の傾向としては上昇しており、全体としては着実に理解が高まっていることがうかがえる。中には、一旦有効度が1.00になっても演習の進行によって、その値を維持できない者も数名みられた。これらの者は知識の定着の程度が安定していないと考えることができる。

2. 適合度

適合度とは、正解の7本の線に対して正しく解答された線数の割合を表している。図7に適合度の最低値、最頻値、最大値の推移と適合度が1.00であった学生数の推移を示す。適合度は今回の結果では $[0.29..1.00]$ の間の値であった。最低値が0.29ということは正解の内少なくとも2本は学生が解答していたということである。適合度が1.00であった学生数については、有効度と比べその増加の程度は低いが増加傾向を示している。最頻値は調査3で1.00となった。しかし最低値は調査4まで0.29のままであり、理解が速やかに進んでいない者が中にはいることが解かる。正解率お

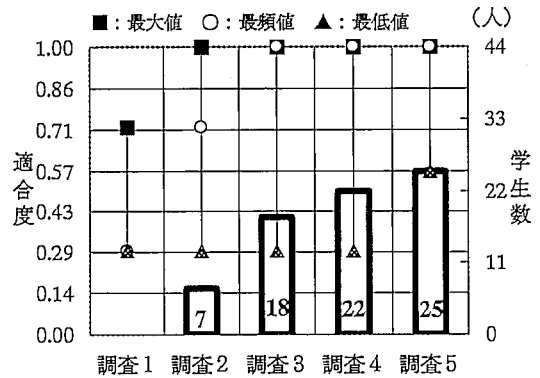


図7 適合度の推移と1.00である学生数の推移

Fig. 7 Matching ratio

よび過剰解答や不足解答、など全体的傾向からはつかめなかった個々の学習者の解答の特徴が表れている。最低値を示す学生は各調査において1、2人であり、これらの学生は特定の数人であった。しかし、調査5で最低値を示した者は、それまで最低値を示していた特定の学生たちではなく、前回の調査までは1.00を続けた者も含まれていた。

調査を通じて、適合度が1.00である割合が、有効度のそれよりも低い理由は次のように推察される。すなわち、調査1では正解よりも線の数が多い解答が寄せられていた。しかし、調査2では逆に正解よりも少ない本数の解答数が多くなった。それ以後は7本の正解を解答する者が増えていった。この結果が適合度にも反映されている。

3. 有効度と適合度

また、横軸に有効度を、縦軸に適合度をとったグラフを図8に示す。調査1の時点ではグラフの中央よりの左下寄りの領域、つまり有効度も適合度も共に0.20~0.60の範囲にあったが、調査5ではそれが右上にシフトしている。点の推移の様子は、まず有効度が高くなり、全体として右寄りにシフトする。それから次第に適合度が高まるため上寄りに各点が移動していった。調査2以降では有効度または適合度の値が1.00ではない学生数は高々10名程度である。調査5では解答者の半数が有効度、適合度共に1.00であり、また3名がどち

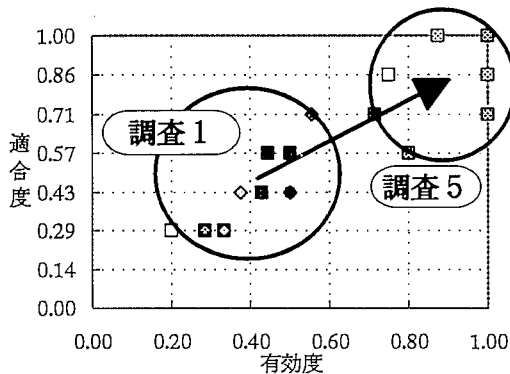


図8 有効度と適合度の変化

Fig. 8 Effectiveness ratio and matching ratio

らの値も1.00に満たないままであった。これら学生の解答を個々にみてもそれまでに、有効度、適合度とも1.00もしくはそれに近い値をとっている者もある。しかし、一旦1.00になった値が維持されていないことから、解答が安定していないことがうかがえる。また、調査当初から有効度および適合度の値が中程度のままで変化の少ない者は、全体の値が上昇してきたことでその位置を次第に低くしていった。授業の最初の段階で誤解をしてしまったことがその後の正しい理解を阻害している例といえる。

4. 冗長度

冗長度とは、解答されている線の本数を、正解の7本を1として、表したものである。つまり、結線された線の本数の正解に対する過不足を表す指標である。冗長度を計算する式は解答数/7になる。今回の調査用紙において結線可能な線は30本あるので、冗長度の最大値は30/7、すなわち4.28である。

冗長度について、その最小値、最頻値、最大値の推移と冗長度が1.00 (7/7) であった学生数の推移を図9に示す。今回の最大値は1.48 (10/7) であった。実際に解答された線には、その引かれ方に偏りがあるため、さほど大きな値は示さなかった。例えば、『PRN → FD』といった線は

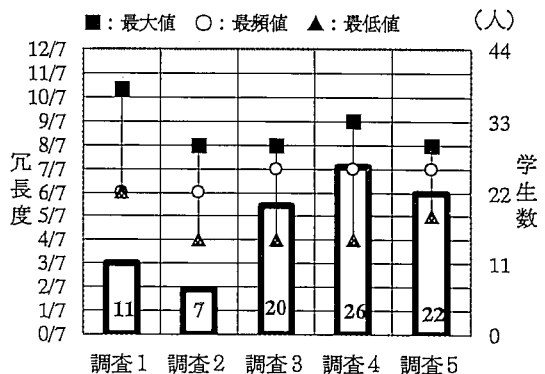


図9 冗長度の推移と1.00である学生数の推移

Fig. 9 Redundancy ratio

解答されていない。このことから学生は装置同士の関連をある程度選択して、各自が有効と考える要素間に線を引いていることがうかがえる。

冗長度が、1.00 (7/7) より大きな値になった者、つまり解答した線が正解に対して多かった学生は調査1では13名いたが、調査2では2名になった。同時に35名の学生が1.00よりも低い値を示している。解答数の変化は演習を積み重ねたことだけでなく、特定課題の仕方も影響しているとも考えられる。冗長度が1.00である学生は調査3以降は20数名である。調査3以後は1.00が最頻値となっはいるが、依然として正解よりも少なく解答する傾向、つまり冗長度が1.00よりも低くなる傾向は強い。これは補助記憶に関する結線の不足にみられるように、装置の機能や役割を誤解しており、線として解答すべき関係の存在に気付かずにいることも原因の1つである。冗長度からは特定課題などにより、解答の仕方が細かく変化している様子が見えてくる。

このように今回試みた方法は、学生の理解状況にある程度定量的および定性的に捉えられるものと考えられた。すなわち、学生にとってその役割やコンピュータとの関連がもっとも理解しにくいものは、装置としてはHDであり、関連としては『コンピュータ → HD』であった。また、FD

も同様であり、補助記憶装置は概して機能やコンピュータとの関連などが理解されにくいようである。これに対して、もっとも理解しやすいのはCRT、KB、PRNなどの入出力装置とコンピュータとの関連である関係する入力や印刷などであった。したがって、HDやFDなどの補助記憶とコンピュータとの関連に関して学生が正しく理解できるように配慮する必要があることが明らかである。また、個々の学生においては、授業の最初の段階で理解が十分でなかったり、あるいは誤解してしまったような場合、それが後々の理解にまで引き続きに影響していることも解った。

実際に、HDはコンピュータに内蔵されているか、外付けであってもケースの中に収められているため、使用者が直接みたりふれたりできないこと、そしてFDにおいても、その中に保存されているファイルの内容は直接みたりふれたりできないことが、これらの機能や周りとの関連に対するスムーズな理解を邪魔していると考えられる。これに対して、入出力装置は、使用者自身が操作した結果を自分の感覚を通して確認できるので、その機能や役割、および装置間の相互関係を理解しやすいと考えられる。すなわち、演習の進行の中で補助記憶とコンピュータとの関係をどう理解しているかに注意し、十分な理解が得られるように授業計画を変更していくと良いと考えられる。

VIII. おわりに

ソフトウェア・スキルの習得に際しても、これらコンピュータおよび周辺機器の機能と役割および装置相互の関連について、授業の各段階で繰り返し説明を重ねるとともに、その理解を助けるような実体験を盛込んだ授業設計と、今回試みたような習得の過程における学生の理解状況を随時自然な形で把握して、それを授業の再設計に役立たせていくことが、結果的にソフトウェア・スキルの習得とその活用を容易にするものと考えられた。

また、ソフトウェアを含めたコンピュータ・システム環境の在り方も、学生の理解に大きく影響していることも明らかである。今回の場合も、学生が電源を入れると使用可能なソフトウェアを一覧したメニュー画面が表示され、学生はKBから希望するソフトウェアを選択すれば、HDにインストールされているそのソフトウェアがコンピュータに読み込まれる環境となっている。そういった一見初学者に易しいと思われる環境を提供したことが、かえってコンピュータやHDなどについての正しい理解を妨げる一因でもあるようにみうけられた。情報を伝達するための透明な「メディア」としてのパーソナル・コンピュータ¹⁰⁾を目指しているとしても、その存在に気付かずにいられることと、何をしているのかが不透明な状況であえてその事には触れずに済ませていることの違いは大きいのではないかと考える。

また、それまで紙と筆記具を用いておこなっていた作業をコンピュータを使用しておこなわざるを得ない環境へと変化したことや、同じコンピュータでの作業ではあってもハードウェアやソフトウェアの環境が変化したことなど、いろいろな意味での環境変化には、それ以前の環境と連続性のあるものとなないものがある。連続性がない事柄については、習熟に一段と努力を要することも多い。したがって、適応しやすいような教育プログラムと個々の授業設計を考えることが必要である。コンピュータ・リテラシー教育においても、個々のアプリケーションにおける操作方法を中心として授業設計をするよりはむしろ、コンピュータで作業するのに適する思考方法の訓練になるような内容をいかに組み込んだ設計をおこなうか、ということが必要であると考えられる。システム環境に依存した授業設計をおこなうのではなく、その環境を使うことで可能となる作業方法の教示を前提とした内容を準備する方がより柔軟な授業を計画できる可能性がある。そうすると、コンピュー

タを道具として使いこなすことは、操作手順としてこうすればこうなるといった知識の習得だけでなく、こんなことをしたいという作業の目標を自由にイメージできる力を育成することも必要となってくる¹¹⁾。そういった意味では、コンピュータのソフトウェア環境はGUI (Graphical User Interface) を中心としたシステムが主流になりつつあることは初学者にとって、より容易にコンピュータを使用した作業に馴染むことができると期待できる¹²⁾。しかし、その場合も実際にコンピュータを使用する学習者がその作業をどのように感じ、どのようにして作業を理解し適応していくのかは今後注目する必要がある。つまり、ハードウェアまたはソフトウェアの設計者が意図したことが、使用者、特に初学者にどの程度伝わるかは今後の検証が必要である。また、新しいシステムを導入したことで、教える側が期待すること、つまり新しい教育目標や教育成果について、そちらが実際にコンピュータを使用して学習していく側にどの程度伝わるのかも同様に評価していく必要がある。すなわち、今回試みたような学生の理解の状況とその原因を具体的に把握するための方法の開発が必要である。われわれもこうした課題に今後も取り組んでいきたい。

謝 辞

この稿を終えるにあたり、同じ研究室で日常的にさまざまなご指導を下さっている本学情報科学研究室助教授・清水道夫先生に心から感謝申し上げます。

また、この研究の初期の段階であたたかい励ましとアドバイスを下さった富山大学教育学部情報教育課程教育情報コース助教授・向後千春先生、調査方法やまとめ方などについて具体的なご教示を下さった本学人間工学研究室教授・大橋信夫先生にあつく御礼申し上げます。

さらに、演習のかたわら調査に快く協力して下さった本学教養学科の学生諸氏に感謝いたします。

引用文献

- 1) 岡本敏雄編：“教師のための情報教育入門講座：高等学校編”，パーソナルメディア（1993）。
- 2) 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委員会：“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平成4年度報告書”，平成4年度文部省委託調査研究，(社)情報処理学会（1993）。
- 3) 大岩元：“一般情報教育”，情報処理，Vol. 32, No. 11, pp. 1184-1188（1991）。
- 4) Gagne, R. M., and Briggs, L. J.: “Principles of Instructional Design”, Holt, Rinehart and Wiston Inc (1974); 持留英世, 持留初野 (訳): “カリキュラムと授業の構成”, 北大路書房 (1986)。
- 5) 坂元昂代表：“初等中等教育のコンピュータに関する教育のカリキュラム開発等に関する基礎的研究”，昭和62年度文部省科学研究費特定研究，(1987)。
- 6) 西之園晴夫代表：“高等学校段階における情報教育カリキュラムの開発と大学教育の連続性に関する研究”，平成5年度科学研究補助金（総合研究（A））中間報告（研究課題番号：05301096）（1994）。
- 7) 清水康敬編著：“情報通信時代の教育”，(社)電子情報通信学会，(1992)。
- 8) 香山瑞穂・清水道夫・大橋信夫：“ソフトウェア使用時における初学者の行動”，人間工学会，日本人間工学会誌第30巻特別号（1994）。
- 9) 香山瑞穂・清水道夫：“表計算ソフト習得上の問題点の分析”，CAI学会誌，Vol. 10, No. 2, pp. 63-70（1992）。
- 10) Alan Kay and Adele Goldberg, “Personal Dynamic Media”, IEEE COMPUTER, March (1977)。
- 11) Howard Rheingold: “Tools for Thought”, John Brockman Associates Inc., New York (1985); 栗田昭平 (監訳): “思考のための道具”, パーソナルメディア (1987)。
- 12) Aaron Marcus and Andries von Dam, “User-Interface Developments for the Nineties”, IEEE COMPUTER, September (1991)。