

学習者の動きを活かしたパソコン利用 問題演習システムに関する研究

——システムの改良点と効果について——

木村明彦*・園屋高志**

(1991年10月15日 受理)

A Study on the Drill System Utilizing the Computer and Learners' Doings

——Improvement and Effect of the System——

Akihiko KIMURA, Takashi SONOYA

1. はじめに

標題の「学習者の動きを活かしたパソコン利用問題演習システム」は、学校で問題演習（ドリル）を行う際の学習者の学習意欲を高めることを目的として、筆者らが創案した学習システムであり、その特徴や位置づけ等は既に報告してきている通りである¹⁾²⁾³⁾⁴⁾⁵⁾。すなわち、このシステムは図1のように位置づけられる⁵⁾。同図aの部分である「静的学習方法」は、プリントで与えられた問題を、学習者が自席で終始座って解くという、従来よく行われている演習形態を指している。これに対して同図bの部分は、後述するように学習者が教室内を動き回りながら演習していくという「動的学習方法」であり、「ヤルキーズシステム」と呼ばれている学習システムである。このヤルキーズシステムには、解答照合用メディアの違いによっていくつかの種類があるが、そのうちパソコンを使用した「パソコン利用ヤルキーズシステム」が、本論文で考察する、「学習者の動きを活かしたパソコン利用問題演習システム」（以下「本システム」と表現する）である。

前論文⁵⁾では、特に本システムの「学習指導法の改善における位置づけ」や「実施時の具体的方式」などについて考察を加えたが、本論文ではその後の研究結果として、「システムの改良点」、および「本システムの効果」について述べることにする。

* 青森県三戸郡名川町立剣吉小学校

** 鹿児島大学教育学部附属教育実践研究指導センター

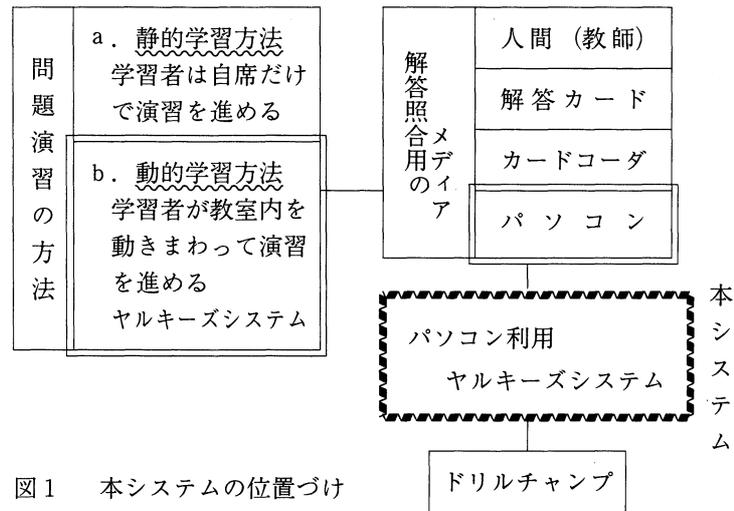


図1 本システムの位置づけ

2. 本システムの改良点

前論文以降、システムの改良を、(1) 実施方式の面と、(2) ソフトウェアの面とから、次のように行った。これらを説明するにあたっては、本システムでの問題演習の進め方を説明する必要があるため、過去の報告と重複するが、それを簡単に述べておく。ここで説明するシステムは、筆者の一人である木村が創案した「ドリルチャンプ」と呼ばれる方式で、分類上は本システムの中の一つの型である。この方式における学習者の動きは次のようである（以下図2参照）。

- (1) まず教師は1枚に1～2題の問題を印刷した“問題カード”を教室内の“問題卓”P上にておく。
- (2) このうち1問目の問題カードは最初に一斉に配られ、学習者は自席Rでそれを置く。
- (3) 学習者は解答を問題カードに記入した後、“解答卓”Sへ行き（動き①）、そこに置いてある「解答照合用パソコン」(PC)を操作する。すなわち、パソコンの画面上に表示される指示に従い、自分の出席番号、問題番号、およびその問題の解答を順に入力する。
- (4) 入力が終わるとパソコン内で即時に正誤が判定され、画面上に正誤が表示されるので、学習者はそれを見て問題カードの自分の解答に○×をつける。
- (5) そして、正答の場合、「班得点集計用パソコン」のところに行き（動き②）、自分の所属する班番号を入力する。
- (6) 次に問題卓Pへ行き（動き③）、2枚目の問題カードをとって自席へ戻り（動き④）、それを解く。
- (7) 一方誤答の場合、すぐに自席Rへ戻って（動き⑤）その問題を解き直す。
- (8) 同一問題を3回とも続けて誤答の場合には、教師卓へ行き（動き⑥）、教師から個別指導を受ける。

各学習者は皆同様にこのような動きを繰り返して問題演習を進めていくわけである。なお、図2の表現では学習者の動きが複雑なように思われるが、実際には、教室内の環境を考慮しながら、学習者が動きやすいような配置に設定している。

このように、ドリルチャンプは従来のパソコン利用ヤルキーズシステムと似ているが、以下の点が異なっている。

(1) 従来のヤルギーズシステムは、主に個を中心にして授業が展開するのに対して、ドリルチャンプは、個を中心としながらも、班競争を意識させることにより、学習意欲が一層高まることを期待している。

(2) それを行うために、解答照合用パソコン以外に、上述のように1台の「班別得点集計用パソコン」を用意し、授業の終末に班別得点を発表する。

この方式を“ドリルチャンプ”と名付けたのは、このように問題演習（ドリル）でのチャンピオンになろう、というねらいを学習者側に持たせたことに由来している。

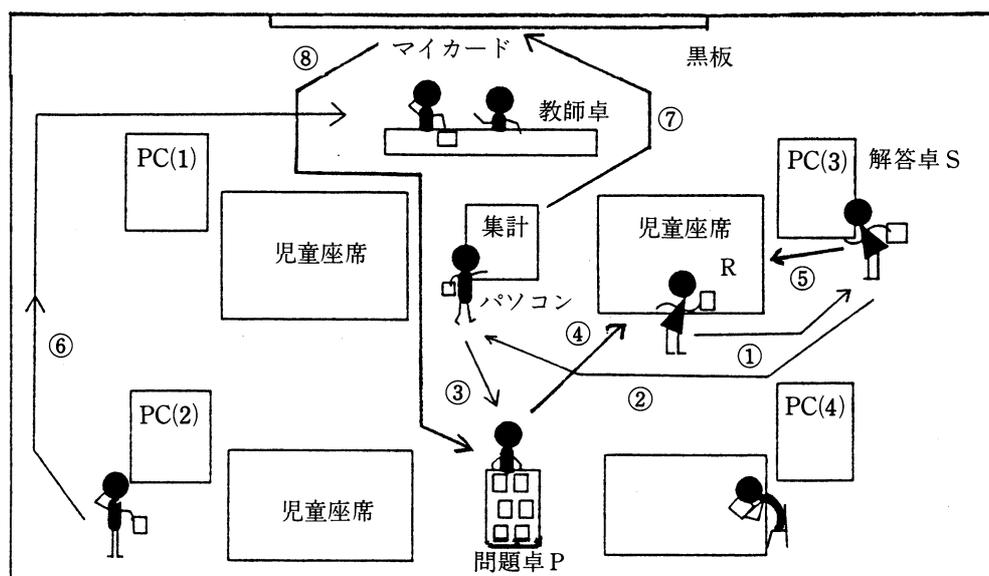


図2 本システムにおける教室内の学習者の動き
(ドリルチャンプ方式の場合)

2-1 実施方式の工夫

ところで、本システムを学校で実際に行う場合は、その具体的方式が画一的に固定されているわけではなく、本システムの8つの“構成要素”と各要素に対応した数種の方法との組み合わせ方によって、少しずつ異なった数多くの方式の実施が可能であることを、前論文で明らかにしている⁵⁾。

たとえば「問題提示の方法」という構成要素の中では、メディアとして“問題カード”を使うのか“問題プリント”を使うのか、また問題カードの場合、1枚に1問ずつ与えるのか数問ずつ与えるのか、さらに問題カードをとる場合、用意された順にとるのか、学習者が問題を見て任意に選ぶ

のか、あるいはくじ引きのようにランダムにとるのか、というようにいくつかの方法があるので、それらの組み合わせによって、多くの「問題提示の方法」をとることができるというぐあいである。

このような構成要素の一つとして、筆者らは次のような手だてを試みた。

従来の方式では、教師が演習中の学習者の学習状況を把握する手だてとして、机間巡視のほか、前述のように同一問題を3回誤答の場合「教師のところに行きなさい」というようなKRをパソコンから与え、学習者の行動を指示することが行われていた。このことによって、演習中に個別指導の必要な学習者を教師が発見できるわけである。しかし、学習者への教師の個別指導をより適切に行うには、各学習者が現在どこまで進んでいるか、どの問題をしているかということを演習進行中に知ることが望ましい。

そこで「マイカード」と名付けたカードを活用して、それをを行うことにした。これは、学習者が自ら作成した黒板貼付用の氏名カードである(図3参照)。このカードは、学習者が問題をクリアした場合、班得点集計用パソコンに入力後、黒板のところに行き(図2の動き⑦)、黒板面に貼付されたマイカードを上方に移動させ、その後次の問題をとりに行く(図2の動き⑧)、という簡単な利用法である。この結果、教師は黒板を見ることによって全体の学習進行状況を把握でき、さらにマイカードの動きによって個別指導の必要な学習者を発見できるようになった。一方、学習者側にとっても、その移動で学習意欲を刺激されるという利点も生じた。ただ、なかなか先に進まない学習者の気持ちを考えると、黒板面の下方に停滞しているマイカードはマスキングした方がよいと思われるので、その適切な方法を現在検討中である。

また、マイカードに類似した手だてとして、後述の比較実験授業で採用したような、「(たとえば全部で20問の場合)10問終わった時点で、自分の名前を黒板に書かせる」という方法も試みている。この方法もマイカードと同様なことを目的とした手だてである。

なお、このマイカードや、黒板に名前を書かせる方法は、必ず実施されるわけではなく、実施の採否は教師の判断にまかされているので、これらの手だては改良点というよりも工夫点といった方が適切かもしれない。いずれにしてもこれらの手だては、本システムの構成要素に加えることができるので、全体として組み合わせの数をさらに増やすことができるようになり、その点でも意義があるわけである。

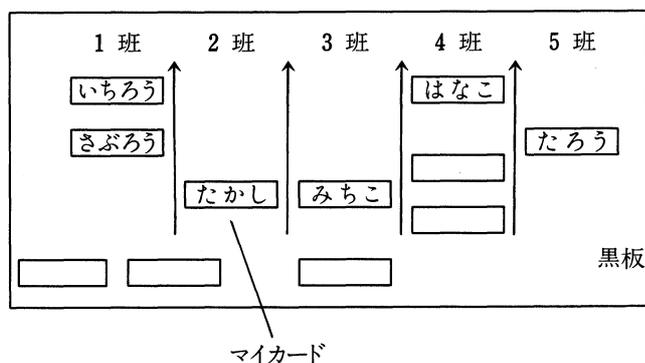


図3 マイカードの利用

2-2 ソフトウェアの改良点

(1) ソフトウェアの内容構成

本システムではパソコンを利用しているため、教師はソフトウェアをパソコンにセットして利用していくことになる。その際、パソコンに慣れていない教師でも、ソフトウェアを容易に使えるようにするために、利用手順はメニュー方式を採用している。ソフトウェアをより使いやすくするために、実践結果にもとづき適宜改良を進めてきており、現在のソフトウェアは図4のようなメニュー構成になっている。教師が利用する際に事前しておくことは、メニューにある、「授業前」の名簿作成（名簿は1度入力しておけば、児童に異動がない限り1年間使用できる）、履歴初期化、および正答作成であり、これらの操作は、ワープロ感覚でできるように工夫している。

| ヤルキーズ・DC メニュー | | | | |
|---------------|-------|-------|-------|---------|
| 【照合用】 | 【集計用】 | 【授業前】 | 【授業後】 | 【その他】 |
| 1問照合 | 班集体計 | 名簿作成 | 学習履歴 | 終了(DOS) |
| 数問照合 | —— | 履歴初期化 | 履歴集約 | —— |
| 完全個別 | —— | 正答作成 | 学級集計 | —— |

← → ↑ ↓ で処理を選び、リターンキーを押して下さい。

図4 ソフトウェアのメニュー構成

(2) 1回に照合する問題数

本システムに従来使用していたソフトウェアでは、1回の解答照合では1問だけを照合するように作られていた。そのため、1回で2問以上照合するのは煩雑な操作になっていた。そこでそれを簡単にするために、図4のメニューの中の「数問照合」を最初を選ぶことによって、それが可能となるようにソフトウェアを改良した。この場合、たとえば3問照合するときは、3問を照合後スペースキーを押すことによって照合終了とみなすようにして、1回で照合する問題数をあらかじめ限定しておかずに、その場で任意に決められるように工夫した。

(3) 解答の入力方法

従来のソフトウェアでは、解答を入力する場合、分数の入力ができなかったし、また、単位（たとえばcm, kg, m/秒など）も一緒に入力するのは操作が煩雑であった。そこで、これらの入力を容易にするために、キーボード上のファンクションキーを使って次のような手順で入力できるように、ソフトウェアを改良した。

ア. 分数の入力

ファンクションキーの **f・1** に「と」、**f・2** に「ぶんの」ということばをソフトウェア上で

あらかじめ登録しておく。そうすると、ソフトウェア動作中はこれが画面上に表示されるので、学習者はそれを見て次のように操作することになる。

① 答えが $\frac{2}{3}$ の場合… 3 f・2 2 ↵ (最後にリターンキー)

② 答えが $2\frac{5}{12}$ の場合… 2 f・1 12 f・2 5 ↵ (最後にリターンキー)

イ. 単位の入力

たとえば 2 m 35cm のように、長さを扱う場合、ファンクションキーの f・1 に「m」を、f・2 に「cm」という文字をソフトウェア上であらかじめ登録しておく。上述の(1)の場合と同様に、学習者は画面を見ながら次のように操作する。

答えが 2 m 35cm の場合… 2 f・1 35 f・2 ↵ (最後にリターンキー)

このような入力方法をとることによって、分数や単位の入力が容易となったほか、解答の選択肢をあらかじめファンクションキーに割り当てておき、画面を見てその中から選んで入力するということも可能となった。なおファンクションキーは通常10個あるので、上述のアの場合、f・1 ~ f・5 までを全部「と」に割り当て、また、f・6 ~ f・10 までを全部「ぶんの」に割り当てておくと、入力の操作が容易になることが実践結果から判明している。

3. 本システムの効果

筆者らは本システムの実践を重ねながら、学習システムの完成度を高め、システム運用の一般化をめざしている。そのためには、本システムを学校で実施した場合、どのような効果があるかを明らかにしておく必要がある。これについては、筆者らによるこれまでの報告の中でもふれてきているが、本システムが、従来の静的な演習方式と比較してどのような効果があるかということについては、今まで調査していなかった。一方、本システムの特徴である「学習者の動き」は、学習を楽しくする効果があることなどは、パソコンを利用していない方式のヤルキーズシステムにおいて既に検証している⁹⁾。そこで今回は、パソコンを利用した方式のヤルキーズシステムである本システムと、従来の静的学習方法との比較を小学校算数科において行ったので、以下に報告する。

3-1 比較実験授業の概要

(1) 比較する授業

効果を調査するために、次の二つの授業を実施し比較する形をとった。

授業A：本システムで問題演習する授業。ただし、ここで用いたのは前述の「ドリルチャンプ(以下「DC法」と称す)」の方式である。

授業B：静的な方式で問題演習する授業。すなわち、問題は全問一括してプリントで与えられ、学習者は自分の席に座って演習するという、一般によく行われるドリルの方式(以下「一般ドリル法」と称す)である。

(2) 調査の内容

- ①学習意欲面の効果（調査紙による）
- ②学力面での効果（テストによる）

(3) 調査対象者等

- ①調査対象者 青森県名川町立剣吉小学校4年生
授業Aのクラス28名 授業Bのクラス28名

なお、この両クラスにはレディネステストの結果、有意な学力差がない（1%水準）ことを確認している。

- ②授業者 剣吉小学校教諭
- ③期 日 1990年12月8日～17日
- ④学習内容 算数科「あまりのあるわり算」

(4) スケジュール

次のような順序で実施した。

- ①レディネステスト
- ②プレテスト
- ③比較する授業の実施…両クラスともに2時間ずつ

後述の学習意欲調査を演習中に実施し、演習後に感想を書かせた。

- ④ポストテスト

(5) 授業実施時の考慮事項

授業条件を両者で統一することを考慮しながら次のように行った。

- ①授業者の担当でない学年の学級で行う。
- ②入室者を3名に限定する。
- ③演習中の学習者からの質問には応じる。
- ④机間巡視で個別指導児を発見したら指導を行う。
- ⑤特別な学習（例えば家庭学習）に対する指示・示唆を与えない。

3-2 学習意欲面での効果

学習意欲は、演習中の調査と、演習後の感想文によって調べた。

まず、演習中の調査は次のように行った。すなわち、演習中に学習意欲がどのように変化するかを調べるために、問題が2問終わるごとに5段階の意欲調査票に「自分のやる気」を記入させるという方法である。演習問題が20問であったため、合計10回の記入がなされたが、その結果が図5である。授業A（DC法）も授業B（一般ドリル法）も、2時間行った平均値をとっているが、同図のような差が見られた。2問終わるごとに記入していくというこの調査方法で十分とはいえない面もあるが、DC法が学習意欲の喚起に役だっていることが伺える。

さらに同図で時系列的に意欲の変化をみていくと、スタートはDC法の方が低い。これはDC法では、パソコンを使用することが、パソコンにまだ不慣れな学習者に対して不安感を与えていると考えられる。しかし、DC法がスタートし、一度パソコンを操作すると意欲が逆転し、問題演習が進むにつれて、学習意欲が喚起されてくる。また、一つの特徴として、問題を10問解いた時点(図5の5回目の調査時点)から、意欲がさらに高まっていることがあげられる。これは次のような「進行KR」の効果と考えることができる。すなわち、DC法では問題進度別にそれぞれ異なるKRを返すが、特に10問目は「黒板に名前を書きましょう」のKRを出し、10問できた時点で黒板に名前を書かせることを行った(この手だてについては第2章で述べた通りである)。これが学習者のやる気をひき起こしたものと考えられる。同図で10回目の意欲測定値が、両授業ともに最低値になっているが、その詳細については調査していない。

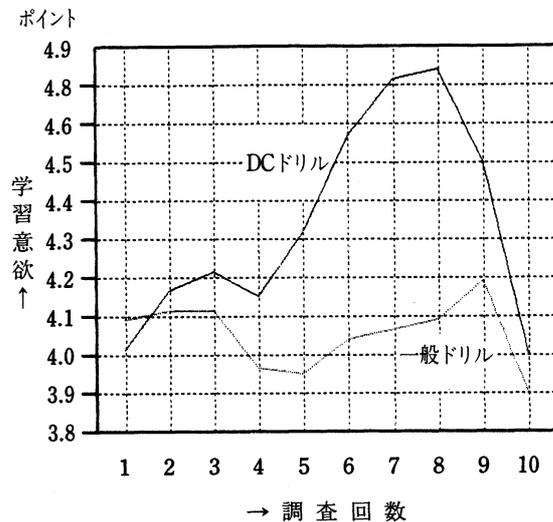


図5 演習中の学習意欲の推移

次に、演習後の学習者の感想文からも学習意欲面の効果を知ることができた。以下に感想文の一部を掲載しておく。

- ①「外国の先生」や「どすこい先生」の顔がおもしろいので楽しくできた。先生がわからないところを教えてくれたので、すぐできるようになった。(筆者注：本システムのソフトウェアでは、KRのことばとして、6種類のタイプの教師のことばが用意されており、学習者が班ごとに最初にそれらの中から1種類を選ぶように工夫している)
- ②競争しているみたいで、友達から「がんばってね」と言われたのでますますやる気があった。…がんばってやってみた。14番も進んだので「やったあ」と思った。私はうれしくてうれしくて、ドリルチャンプをもう一回やってみたくなった。
- ③むずかしい問題がたくさん出て楽しかった。自分の正答率がわかってうれしかった。(筆者注：学習者の解答結果がパソコンに記録されていくので、学習者が希望すれば終了後に正答率を知ることができる)

- ④パソコンを使って勉強するのがおもしろく, だんだんできるようになったのでやる気が出た。でも, 間違える時もあったのできちんと確かめて答えるようにしたい。
- ⑤問題に夢中になって満足できた。間違ってもすぐにとりかかるようになった。少し走ってしまったところが悪かった。
- ⑥みんなといっしょに頑張るのがおもしろいです。でも, 自分より進んでいる人には負けたくなかったです。
- ⑦動く方が好きだ。ただすわっていると, 頭がいたくなるからいやだ。
- ⑧コンピュータでやってみると, まちがえそうなものもまちがえずにやれました。私の班ももっと点数をとりたかったと思います。今度またやるのなら, きちんと勉強して, 1回もまちがえないようにしたいと思います。とてもおもしろかったです。(筆者注: 前述のように班得点集計用パソコンを使用した場合, 終了後に班別の得点を知ることができる)

以上のように, DC法では一般ドリル法よりも学習意欲が喚起されることがわかったが, その理由としては, 上述の感想文を分析した結果などから, 次のようなことを考えることができる。

- (1) パソコンを操作すること自体のおもしろさ, 楽しさがあること。
- (2) パソコンで提示される内容におもしろさがあること。
- (3) 能動的に問題を選択できたり, 解答を照合できること。
- (4) 動くこと自体の効果があること。
- (5) 他の学習者の頑張りが, 目に見えること (動くことの視覚的效果や, 競争意識からくる意欲喚起の効果)。
- (6) これらのために, 休むことなく問題に挑戦できること。

なお, 学習者の感想文にも見られるように, また先にも述べたように, DC法は, 個を中心としながらも, 班競争を意識させることにより, 学習意欲を高めている面があるが, よく指摘される通り, 班競争については弊害が生じないように, かねてからの教室の雰囲気作りなどに留意しておくことが大切である。

3-3 学力面での効果

学力面での効果については, プレテストとポストテストを実施し, その結果から有効度指数(表1参照)を算出し, それを比較する方法で調査した。その結果が表1の通りである。

表1は, 有効度指数を5段階に分け, 高い方から5, 4, 3, 2, 1として, それぞれの段階に該当する人数を表したものである。有効度指数の全学習者の平均は, DC法が64.1, 一般ドリル法が60.9で, DC法がやや高かったが, 有意な差は認められなかった。

次に, 学習者全員を学期末の成績評定から, 成績別に上位群・中位群・下位群にグルーピングし, それぞれのグループで, DC法と一般ドリル法とを比較した。その結果, 下位群についてはややDCが高かったものの, 各グループとも両者の間に有意な差は見られなかった。

表1 有効度指数

$$\text{有効度指数} = \frac{\text{ポストテスト得点} - \text{プレテスト得点}}{100 - \text{プレテスト得点}} \times 100$$

※上式で計算される有効度指数を5段階に分け、高い方から5, 4, 3, 2, 1としている

※表中の数字は該当する学習者の人数を表す

※「上位群, 中位群, 下位群」については本文参照

※DC群は28人中, 1人がデータ欠落のため27人掲載

| 群 | | 段階 | | | | | 合計 |
|-----|----|----|---|---|---|---|----|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | |
| 全体 | DC | 14 | 4 | 6 | 1 | 2 | 27 |
| | 一般 | 18 | 4 | 2 | 2 | 2 | 28 |
| 上位群 | DC | 3 | 1 | 1 | 1 | 1 | 7 |
| | 一般 | 4 | | 1 | | 1 | 6 |
| 中位群 | DC | 7 | 2 | 3 | | 1 | 13 |
| | 一般 | 8 | 3 | 1 | | 1 | 13 |
| 下位群 | DC | 4 | 1 | 2 | | | 7 |
| | 一般 | 6 | 1 | | 2 | | 9 |
| 合計 | | 32 | 8 | 8 | 3 | 4 | 55 |

以上、本システムの効果について、DC法と一般ドリル法を比較する形で調査した結果について述べた。学力面の効果には有意な差は見られなかったが、学習意欲の面ではDC法の方が意欲を喚起することがわかった。今後、学習意欲や学力の測定法については種々検討し、また本システムを継続して使用した場合についても、さらに効果を明らかにしていきたいと考えている。

4. おわりに

筆者の一人である木村は、学習者の持っている学習意欲のタイプによっては、この方法に対する適・不適があるのではないかと考え、そのことを研究して次のことを明らかにしている⁷⁾。調査には坂元が開発した「線結び式内容分析」「学習意欲の八面体」⁸⁾を利用して調査したが、その結果、動き回るDC法に不向きと思われる「言語型意欲」をもつ学習者が、より高い学習効果を得て、逆にこれに適すると思われる活動的な学習者への効果が、負ではなかったにしろ他と比べて低いことが伺えた。このことは注目すべきことであり、動き回る学習法は、静かに学習するタイプの学習者に対し、より効果的であるのかもしれない。この点今後詳細に研究していきたい。

また、システム自体の面でも、必要に応じてパソコンからヒント画面も提示できるようにし、誤答2回で個別指導を行う方式で実施できるようにするなど、漸次改良してきている。さらに、本シ

システムのソフトウェアを, 授業中学習者の理解度別に分岐した後の, 個別学習用のソフトウェアとしても利用するなど, 利用形態面の研究も行っている。これらのことについては別の機会に報告したい。今後も研究を継続して, 本システムの学習システムとしての完成度を高め, システム運用の一般化をめざしていく計画である。

最後に, 本研究に対し有益なご意見をいただいた, 東京工大名誉教授末武国弘先生と神田外語大学教授沼野一男先生に御礼申し上げます。また, 実践的研究を一緒に進めている青森県名川町立剣吉小学校 ETK 研究グループの先生方に謝意を表します。

参 考 文 献

- 1) 園屋高志, パソコンを学習の一道具として使う, マイコンリーダー, 1989年4月号, 第一法規, pp. 16-19.
- 2) 園屋高志・木村明彦, ヤルキーズシステムの考え方を活かした問題演習システム“ドリルチャンプ”の開発, 電子情報通信学会, 教育工学研究報告, ET90-38, 1990, pp. 53-58.
- 3) 園屋高志・木村明彦, 問題演習用“パソコン方式ヤルキーズシステム”の実施方式に関する一考察, 日本教育工学会第6回大会講演論文集, 1990, pp. 55-56.
- 4) 園屋高志・木村明彦, 学習者の動きを活かしたパソコン利用問題演習システム“ドリルチャンプ”の開発と実践(その2), 第16回全日本教育工学研究協議会全国大会研究発表論文集, 2-7, 1990, pp. 113-116.
- 5) 園屋高志, 学習者の動きを活かしたパソコン利用問題演習システムに関する一考察, 鹿児島大学教育学部研究紀要教育科学編, 第42巻, 1990, pp. 309-318.
- 6) 園屋高志・柳田修一・末武国弘, 練習問題の演習方式におけるヤルキーズシステムと他方式との比較, 日本教育工学雑誌, Vol. 7, No. 3, 1983, pp. 129-141.
- 7) 木村明彦・園屋高志, 動的ドリル学習の実践とその検証, 第17回全日本教育工学研究協議会全国大会研究発表論文集, 3-3, 1991, pp. 63-66.
- 8) 坂元昂, 教授学習過程, 「教育工学」(日本文化科学社, 1983) 第2章に所収, pp. 48-69.