

昭和63年度

コンピュータの教育利用ならびに教材開発に関する研究
～学習の最適化をはかるためのソフトウェアの開発～

算数・数学科におけるCAIコースウェアの開発

川崎市総合教育センター 算数・数学科研究会議

算数・数学科におけるCAIコースウェアの開発

算数数学科研究会議

兼田 寿¹ 峪 正人² 山田信和³ 榎原真也⁴ 米山 誠⁵

要 約

〔即評価即処遇〕子供は多種多様な学習への取組の中から多様な反応を示すものである。教師はその反応一つ一つに対する確かな評価に基づく適切な手立てを即時に講じなければ学習の最適化は図れない。それを可能にする方策の一つとしてCAIの利用があげられる。

〔自己評価力を伸ばすコースウェア〕問題解決の過程を通して数学的な考え方や態度を伸ばすシステムを考えた。即ち、どんな発想でどんな筋道を辿ることができたのか、よりよい解決の仕方はどれだろうか、を自主的に判断していく学習態度（自己評価力）を伸ばすコースウェアの作成をめざした。

〔ソフトの開発とその検証〕1. 関数領域を取り上げ、小学1年から中学3年までの1単元ずつの約25時間とトピックス5時間分のソフトを開発してきた。2. 各学習指導過程における有効な利用法を探り作成した。①課題把握から問題把握までの段階で解決の見通しを持たせるコース ②自力解決ができる段階まで高めるコース ③解決過程を振り返る段階で自己評価させるコース ④習熟の段階で練習問題のコースを選択させるコース ⑤導入やまとめの段階で提示する数画面のツール 3. 共同研究校で検証授業を実施した。

キーワード：算数・数学教育，問題解決能力，問題解決学習，CAI，関数，自己評価，態度

目 次

はじめに	2. 研究の経過	36
I 主題設定の理由	3. 育てたい問題解決能力	36
1. 問題解決能力の育成	4. コンピュータの利用形態	37
2. 個が生きる学習指導法	5. CAIコースウェアの開発	38
3. 自己評価力の伸長	IV コースウェアの検証	44
II 研究のねらいと構想	V まとめと今後の課題	47
III 研究の内容と方法	おわりに	
1. 研究領域	参考文献・指導助言者	50

¹川崎市立西丸子小学校教諭（主任研修員）

²川崎市立京町小学校 教諭（研修員）

³川崎市立南菅小学校 教諭（研修員）

⁴川崎市立東高津中学校教諭（研修員）

⁵川崎市総合教育センター指導主事

はじめに

近年コンピュータの教育利用促進の気運が急速に高まってきている。「コンピュータがすべてではないが、一過性の流行でない。」「コンピュータはあくまで思考の懸け橋。パソコンは道具であって教師ではない。」「限られた時間の中で行われる多人数への一斉授業。コンピュータの助けを借りた授業・C A I を利用すれば繰り返して個人差に応じた指導が可能だ。もちろん、指導計画のなかで、いつ、どこで、どのように利用するのが最適かを考えるのは教師の責任。」

研究会議では、このようなことが話題に上がった。そういう中から、学習者の特性・教科の特性・機器の特性等を検討していったのである。

学習者は、多種多様な取り組みの中から多様な反応を示すものである。指導者は、それらの反応ひとつひとつに対して的確な評価に基づく適切な手立てを即時に講じなければ学習の最適化は図れない。従来の指導法の工夫に加えて、それを可能にする方策のひとつとしてC A I（コンピュータによる支援学習）の利用があげられる。そこで、達成度や進度差に応じて、自学自習できる環境づくりと個別指導の充実を図る方策を工夫し検証することにした。

算数・数学教育のねらいは、問題解決の過程を通して数学的な考え方や態度を伸ばすことである。そこで、どんな発想でどんな筋道をたどることができたのか、よりよい解決の仕方はどれだろうかを自主的に判断していく学習態度（自己評価力）を育て伸ばすコースウェアの作成をめざした。学習者には、学習の進度差、達成度、適性等いろいろな要素に起因する個人差がみられる。その個人差に応じ、しかも個が生きるように指導者は個々に対応していかなければならない。そこでコンピュータを利用することによって、個別指導できる時間と場が確保され、つまづいている学習者への暖かい処遇と人間的な触れ合いが大きく期待できると考えた。

コンピュータは、繰り返しは何回でも可能であり、自分のペースでじっくり取り組むことができる。しかも、途中の思考でも方向性の良否を確かめることができる。

この三点から考え出されたC A I コースウェアの開発を試みたのである。しかし、すべてをコンピュータの利用で賄えるとは考えていない。逆に、指導者の位置づけは前にも増して重要になるであろうことは考えておかなければならない。

I 主題設定の理由

1. 問題解決能力の育成を図る

教育課程の基準の改善についての答申の中のねらいから、本研究の算数・数学科における特性や関連事項を考えてみた。(1)豊かな心を持ち、たくましく生きる人間の育成を図ること。「……真理を求める心や自然を愛し美しいものや崇高なものに感動する心を育てること」これは、数学的なモデルの有用性や美しさを感じさせることにある。「自律・自製の心や強靱な意志と実践力を育てること」これは、思考力に関わることである。(2)自ら学ぶ意欲と社会の変化に主体的に対応できる能力の育成を重視すること。これは、既有経験や既習事項を活用して自分なりの考えをもって問題を解決することにより、その内容や方法を内省し、より簡潔に・より明瞭に・より単純にできないかを自問自答（自己評価）して、結果や結論を表現できるようにすることである。また、「社会の情報化に主体的に対応できる基礎的な資質を養う観点から、情報の理解、選択、処理、創造などに必要な能力及びコンピュータ等の情報手段を活用する能力と態度の育成が図られるように配慮する」

特に、中学校数学では各領域の指導においてコンピュータ等を効果的に活用するよう謳われている。

2. 個が生きる学習指導の方策を探る

作業が早い・遅い，集中力がある・ない，既習内容の理解が定着している・そうでない等さまざまな学習者がいる。課題（教師が与える問題）提示から問題把握の段階において学習者によって，その課題把握がしっかりできる場合とできない場合がある。課題把握ができた子については，解決の見通し（方法や内容に関して）を持たせ問題意識をきちんと持たせること（問題把握）で自力解決が可能になる。しかし，課題把握がしっかりできない学習者については，何がわからないのかをはっきりさせなければならない。場面なのか，読み取り方なのか，求められている事柄なのか等の観点について，それぞれの個に対応していくことが大事である。ヒントカードを与えるとか，前に呼び集めて補助説明をすとか，日常いろいろな手立てを講じているわけである。他の学習者に邪魔にならないように学習者個々に指導が行き届くための方策を考えてきた。その中のひとつの方法として道具として，コンピュータの利用があげられるのである。指導者はできるだけ学習者が自力解決できる段階まで高めてやらなければならない。学習者には学習の進度差，達成度，適性等いろいろな要素からみられる個人差がある。その個人差に応じて，指導者が時間内にしかも即時に個々に対応していくには限界がある。ましてや単なる机間巡視は，個が生きる指導・処遇の意味をなさない。的確な評価にもとづく適切な手立て・処遇を講じていくことが大事である。

そのためには，学習者個々の予想される反応をできるだけ列挙し，その各々の考えの発想や着想となるものを判断し評価し手立てを講じていく準備が必要となる。その準備の操作過程がコンピュータプログラミングの過程と類似している。その意味からも，コンピュータを利用することによって，個に応じた対処の仕方を綿密に行うことが可能である。しかも，指導者自らが個別指導できる時間的な保障があることは，つまりいている学習者への暖かい手立てとなり，人間的な触れ合いも大きくなると考える。

3. 自己評価力の伸長を図る

自力解決ができたからおしまいというのでは，単に作業をただけに過ぎない。自分なりの考え方が，どんな事柄をもとに，どんな発想をし，どんな方法を用いて，どんな表現をしたのかなどを振り返らせることが，学習指導の基本的な考えである。そのひとつひとつのステップを大事に丁寧に問いかけていくことによって，次第に問題解決の仕方を学び，本当にこれでよいのか，もっと簡潔な方法や考えはないだろうかと自己評価していく学び方を学ぶことになる。その学び方のパターンまたはモデルとして，コンピュータからの問いかけが考えられる。

問題解決に際して，式表示する・絵図表から考える・類似な問題に置き換えながら考える等，多様な考えや表現が現れる。その各々について，どこがよくてどこを直さなければならないかを自分なりの力で判断させていくことが，次のステップの練り上げの段階をより高め広めていく鍵となる。話し合いをするにも，先ず自分なりの力で問題解決していることが前提となる。

そのためには，コンピュータの利用で思考が進められる学習者と，個別に直接指導する学習者とを，短時間でみとっていき指導者の評価と手立てが綿密に用意されていなければならない。また日常の学習指導で，認知面での指導に偏ることなく情意面でのおさえをきちんと指導することが肝要である。その具体例として，発問の順序がある。先ず「態度面を問う」・次に「考え方や方法の面を問う」・最後に「内容面を問う」というように，学習者が主体的に考えるように，問題を解くよ

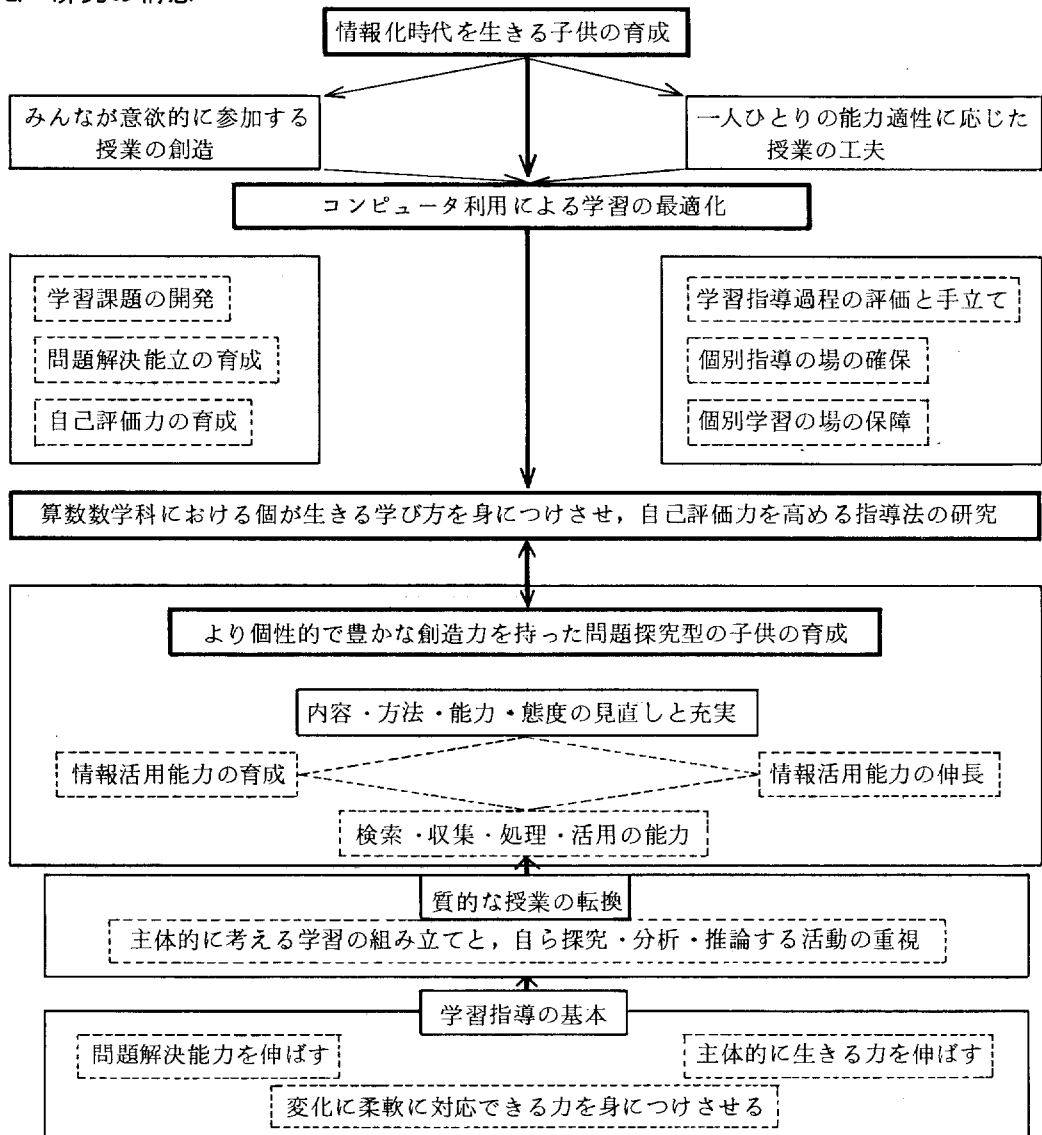
うに仕向けるのである。学習のまとめにしても、知識・理解面で終わることなく、どんな考えや方法が有効であったかをきちんとおさえることが大切である。

Ⅱ 研究のねらいと構想

1. 研究のねらい

- (1) 研究主題に迫るため、学習者・教科・機器それぞれの特性を明らかにする。
- (2) 算数・数学教育で育てたい問題解決能力を明らかにする。
- (3) 問題解決学習のもと、より良い学習ソフトを検証しながら作成する。
- (4) C A I コースウェアを検証し、学習者のコンピュータ利用への意識を観る。

2. 研究の構想



本研究会議では、共同研究の柱ともなっている《情報化時代を生きる子供の育成》をめざしている。その研究基盤として『コンピュータ利用による授業（学習）の最適化』を据えている。

そして、研究の柱として【みんなが意欲的に参加する授業の創造】と、【一人ひとりの能力適性に応じた授業の工夫】の2本を設けた。

本研究は、問題解決学習を基本に問題解決能力の育成に重点がある。これは、単に問題を解決できるようにするだけでなく、その過程を通して働く着想や発想を豊かにし、数学的な見方考え方を育て、数学的な態度を伸ばすことにある。いろいろな解決方法を見出していく際に、迂遠な考え方や方法のみならずつまずきのある考えや誤答が現れる。それらについて、即時評価即時処遇を講じていくときに指導者が用意しておかなければならないものが予想される学習者の反応である。その際に個人差と既習内容・方法等の把握が大事な要素となる。そして、それぞれの良さを認め合い、互いに自らの考えが生きるように思考を練り上げていかなければならない。

そのためにも、学習指導の基本をふまえつつ指導法の改善を図り、指導の内容・方法、育てたい能力・態度等の見直しが必要である。主体的に変化に対応する力とは情報活用能力であるともみられ、その力を伸ばすことこそ重要なところであると考ええる。

従って、本研究における《情報化時代を生きる子供の育成》とは、《より個性的で豊かな創造力を持った問題探究型の子供の育成》を意味し、『算数数学科における個が生きる学び方』を身につけさせ、『自ら探究・分析・推論できる自己評価力』を高める指導法の開発を行うのである。

Ⅲ 研究の内容と方法

1. 研究の領域

関数領域（単元）を設定した。日頃の学習指導において、関数的な見方考え方が大事であると痛感している。学習者にとっては、一見めんどくさい、ややこしいものである、と映っている。日常または学習場面での思考過程では、関数的な見方考え方を活用しているにもかかわらずその認識があまりない。加えて、次の調査結果を記して設定理由とする。

(1) 平均通過率が低い …………… 教育課程実施状況調査結果（文部省）より

達成度調査の問題で平均通過率に達しなかったものに、割合（比）とその利用に関する事柄、式に表現する事柄などが特に目立った。これらは、「2つの数量の対応や変わり方に着目して数量の関係を調べることができるかどうか」をみたものである。通過率が著しく低かったことは、低学年からの指導のあり方を含めて既習の関数的な見方考え方を統合して見直す活動が重視されなければならないと考える。

(2) 苦手意識が高い …………… 中学の意識調査結果（ある中学校）より

2年で学習する8つの章に関して、一次関数に対する苦手意識の結果が56.7%。近隣校で71.3%もある。その主な意見は、・その時はわかったが振り返ると忘れている・ややこしい、こんがらがらる。・内容がよくわからない。等である。数理化する、数量関係を調べる、規則性を表現する等の各段階での学習指導を丁寧に見直してみる必要があると考える。

CAIコースウェアの内容として、次のように関数領域（単元）について小学1年から中学3年まで1単元ずつを抽出した。

- | | | | | | |
|----------|-----------|----------|------|----------|--------|
| • 小学 1 年 | いくつといくつ | • 小学 2 年 | かけざん | • 小学 3 年 | しきのみかた |
| • 小学 4 年 | 2 量のかわりかた | • 小学 5 年 | 文字と式 | • 小学 6 年 | 比例と反比例 |
| • 中学 1 年 | 比例反比例 | • 中学 2 年 | 一次関数 | • 中学 3 年 | 関数 |

2. 研究の経過

[第 1 年 次]

研究計画 * 研究の全体構想・資料収集の仕方
 * テーマの検討・研究計画の検討
 資料収集 * コンピュータ利用の資料収集と検討
 * 資料の分析・機器利用の研修
 * 関数領域・単元の決定
 指導計画 * 単元目標分析・指導計画の検討
 * 分担コースウェアの作成・検討
 * 画面構成の検討と機器利用の習熟
 学習指導案 * コースウェアと画面構成の検討
 * 学習過程の設計と指導案の構成の検討
 コースの検討 * 発注ソフト (小 6 比例反比例)
 の試案と原稿作成・検討
 * 各自分担の単元構成を 1 試案
 として
 コースの修正

[第 2 年 次]

指導案検討 * 計画細案作成 ワークシート検討
 * 指導案検討 (小 3・6・中 2)
 検証授業 * 検証授業実施 (中 2・小 6)
 * 指導案検討 (小 4・5・中 3)
 コース検討 * 各自分担コースウェアの作成検討
 * 指導案検討 (小 2・中 1)
 全教連 算数・数学分科会発表
 * 分担コースの点検と複写
 * 報告会準備
 新分担ソフト検討 * ツールとしてのソフト開発
 検証授業 * 検証授業実施 (小 4)
 コース検討・修正
 研究のまとめ * 開発ソフトのバックアップ
 * 報告書の原稿検討

3. 算数・数学教育で育てたい問題解決能力

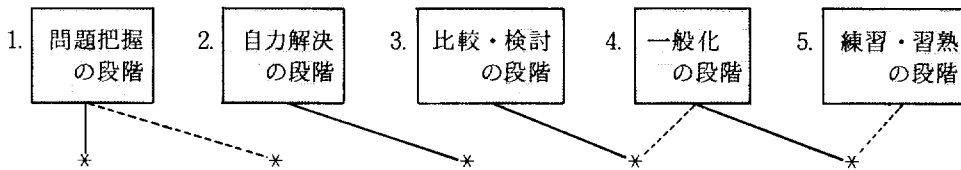
- | | |
|------------------------|-----------------------|
| (1) 未知へ挑戦すること。————— | 問題意識をもち、 |
| (2) 解決の計画を立てること。————— | 解決に役立つと思われる既習事項を選択する。 |
| (3) 柔軟に取り組むこと。————— | 多様な発想で映像的な思考を進め、 |
| (4) 最後まで遂行すること。————— | 自ら立てた計画に責任をもつ。 |
| (5) 自己評価をすること。————— | 解決過程を確かめ、練り上げていって、 |
| (6) 自ら問題を見つけ出すこと。————— | 解決の評価をし、新しい疑問の目をもつ。 |

算数・数学の学習は、問題解決の活動が中核を占めている。最初に課題が提示され、その解決を通して学習指導のねらいが達成されるようになっている。しかし、学習者がその課題とどのように関わりを持つかは多種多様であるといってよい。「ちょっとむずかしそうだぞ」「前の学習と似ているからできそうだ」と解決への意欲を湧かせる学習者、「何も考えつかないな」とあきらめる学習者等がいる。そういう中から、「よし、やってみよう」という未知なものや困難なものへ挑戦しようとする知的好奇心を満たすところに、解決への見通し(結論または方法)が立ってくる。そこで、解決に役立つと思われる事柄を選択するわけであるが、その時間と場を保障してやることが大

切である。その保障が十分あることで、一通りの方法だけで終わることなく、本当にこれでよいのか、他の方法で確かめてみよう、もっとよい方法はないだろうかと考える。より簡潔でより明確で、より単純な考えや方法・表現を見出そうとする立場から、自分なりの考えを振り返って個々に吟味してみる必要性が生まれてくる。そして、他の場合にもあてはまるだろうか、この数値を・この場面を変えてもできるだろうか、という新しい疑問や問題が起こってくる。

これら一連の過程を、問題解決を通して日常きちんと踏まえさせることによって自ら考える学習者になると確信するものである。

私達の考えている問題解決の過程を明らかにしておく。これは、第3項に関わる。



{ 問題形成・把握 } { 見通しを立てる } { 解決の実行 } { 論理的組織化 } { 検証 }

上記の考え方に立つのに、「数学的な考え方・態度とその指導 2 問題解決過程と発問分析」(片桐重男著 明治図書)を参考にした。

4. 授業におけるコンピュータの利用形態

1台のコンピュータを何人の学習者で利用するかという観点から、学習場面を考えてみる。

(1) 一人ひとりで用いる。……………	完全な個別学習が可能である。
(2) 2人1組で用いる。……………	討論や協力を促す。確認しながら進められる。
(3) 小グループで用いる。……………	討論や協力を促す。自力・機器の選択をする。
(4) クラス全体で用いる。……………	意欲づけ、問題意識を持たせる。確かめる。

本時指導のねらいと位置づけを明確にして、利用形態の特徴をふまえながら、その検証をするのである。上記各々の比較検討をするところまでは到っていないが、題材や時間等によって学習者の取り組み方や意識にちがいが見られるようである。また、小学生と中学生等学年によってもちがいがあられるようである。詳しくは、IVで述べる。

上記(1)~(3)の場合でも、学習過程のどこかの段階では同一場面や画面を一齐に利用することができる。他のメディアとの併用ができることから、利用の形態も多様性を含んできている。例えば、VTRやOHPや教材提示卓等の活用がコンピュータのディスプレイに取り込めるのである。導入での課題提示を一齐にやり、話し合いをしながら自分なりの問題を見出すことができる。また、自分なりの力で解決したことをみんなに発表する際に、TPに映さなくても教材提示卓を使って、ノートやワークシートを直接スクリーンやディスプレイに移送できる。あるいは、自分の解決過程をコースを追って再現してみんなに見せることができる。

5. 学習過程におけるCAIコースウェアの開発

(1) 課題把握から問題把握までの段階で解決の見通しをもたせる。

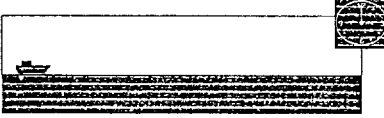
学習の進度差や達成度が異なる学習者に対して、課題提示から問題把握までの過程（題意理解・方法や内容の見通し・計画）を丁寧に扱うことが大切である。

右資料「小6 比例反比例」では、課題把握の有無を問い、把握のできない学習者には題意の把握から場面の絵図化の過程をふませる。

次に、課題把握ができれば、解決の見通しを問う。見通しが持てない学習者には、これまでの類似な問題を想起させ、類似な問題に置き換えていくのか、絵図表化していくのか、数値を置き換えて単純化していくのか等、自らの思考の方針を決定させる過程がある。例えば、フレーム50「わかりました」の1を選ぶとフレーム90で見通しを問いそこで1を選んだら自力解決させる。フレーム50で「わかりません」の2を選ぶと、フレーム60で「問題のようすを思いうかべましょう。何をもとに、何を答えるか」と表示して、自らの立場を明確にさせる。それでも、「わかりません」の場合は、「問題を絵にかいて考えましょう」とヒントを出す。また「わかりません」を選んだらフレーム80を出してイメージ化を図る。

次に、フレーム90で、解決の見通しの有無を問う。解決の見通しが立たない時、フレーム91で既習の方法を想起させる。そこでは、どの方法を用いて考えるかを選択させるわけである。その選び方によって、次のような活動を促す。「類似な問題」に置き換えて考えさせる。「図表化」させて、数量関係を捉えさせる。「単純化」して考えさせ時間を簡単にした場合の類題を解かせる。この段階では、あくまでも自力で解決できるように、問題のしくみをはっきり捉えさせるところである。

こういう過程を何回か踏ませることによって、課題を提示されたらどういうふうに考えていけばよいのかを感得させたいのである。特に、単元の初めのところは、このような過程を通して解決の計画を立て、数学的な態度を養うことが大事である。

50	<p>もんだい</p> <p>電動式ボートを走らせました。 5秒後には3m、10秒後には6m、 15秒後には9m、・・・と進みました。 この調子で進むと、40秒後には何m進む でしょうか。</p> <p>どんな問題か わかりましたか</p> <p>1. わかりました 2. わかりません</p> <p style="text-align: right;">番</p>
60	<p>もんだい</p> <p>電動式ボートを走らせました。 5秒後には3m、10秒後には6m、 15秒後には9m、・・・と進みました。 この調子で進むと、40秒後には何m進む でしょうか。</p> <p>どんな問題か 問題をよく わかりましたか 読みましょう。</p> <p>1. わかりました ・わかっていない 2. わかりません ・わかること</p> <p style="text-align: right;">番</p>
80	<p>もんだい</p> <p>電動式ボートを走らせました。 5秒後には3m、10秒後には6m、 15秒後には9m、・・・と進みました。 この調子で進むと、40秒後には何m進む でしょうか。</p> 
91	<p>もんだい</p> <p>電動式ボートを走らせました。 5秒後には3m、10秒後には6m、 15秒後には9m、・・・と進みました。 この調子で進むと、40秒後には何m進む でしょうか。</p> <p>問題のとき方がわからないときはどうしましたか？ いままでの学習のしかたを思い出して問題のとき方を考えてみましょう</p> <p>1. 同じような問題で考えてみる 2. 図や表にかく 3. 数をかんたんにする</p> <p style="text-align: right;">番</p>

もんだい

電動式ボートを走らせました。
5秒後には3m、10秒後には6m、
15秒後には9m、・・・と進みました。
この調子で進むと、40秒後には何m進む
でしょうか。

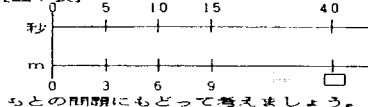
【同じような問題】

1秒後には 3m	5秒後には 1m
2秒後には 6m	10秒後には 2m
3秒後には 9m	15秒後には 3m
4秒後には m	30秒後には m

もんだい

電動式ボートを走らせました。
5秒後には3m、10秒後には6m、
15秒後には9m、・・・と進みました。
この調子で進むと、40秒後には何m進む
でしょうか。

【図や表】



(2) 自力解決ができる段階まで高める。

日常生活の場面から課題を見つけ出して学習に意欲的に参加させることを試みることはよくあることである。見たことがある、やったことがある等体験に訴えることで、学習者が安心して課題に取り組むことができるようである。しかし、その場面から自分なりの問題を見出すことはまたちがう認識を経るようでもある。

右資料「中学2年 一次関数(傾き)」では、フレーム30から50までが動機づけとして組んだものである。生活場面によくある数量でも、意識的にみないとそのまま流されがちである。これをすぐ「20%とは」と直接問うことは、関心・態度や意欲という面から避けなければならないといけないと考える。フレーム80で初めて20%の意味を考えさせるのである。学習者にとっては、これまでの既習内容や一般的な傾向からみて角度として捉えやすい。もし角度と捉えたら、すぐ「ちがいます」とやらないで、実測させたり角度と割合標示をどう結びつけるのかを考えさせる。フレーム230で、単に誤答扱いしないのは既習内容や事柄を整理させることにもなる。

ここで、フレーム80にもどって「長さに関係ありそうだ」という立場から、今度はどこの長さに関係ありそうか試行させるわけである。フレーム120で、5を選んだらフレーム190につないで、20%そのものの意味から考えさせるようにした。つまり、20%は分数で $20/100 = 1/5$ と長さの数値が見えるところまでいけるようにした。しかし、途中で気がついた子やわかった子は、フレーム120にすぐもどれるようにしてある。できるだけ自ら発見できた・考え出したという成功感を味わえるように工夫しなければならないという

今日はこの標識について学習します。

この標識は前の画面でも示したように、坂道にある標識です。

この標識がどんな場所にあったかわかったらリターンキー、前の画面をもう一回見なければP/F6を押さない。

それでは、実際の10%、20%、30%の坂道を見てみましょう。

このように、数値が大きくなると坂道は、急になります。

さあ！それでは、このきつさが20%の坂道について考えてみよう。

20%という数値は

1. 角度に関係ありそうだ。
2. 長さに関係ありそうだ。

考え方である。

230

角度に関係あるということは、角Aに
関係ありそうですね。
それでは実際に角Aを測ってみましょう。

先生のところへ行ってワークシートをもらって
きて下さい。

120

下の図のようにワークシートに記入されて
いますね。
それではこの3つの数値のうちどれが
20%と関係ありますか。

1. 5 と 1
2. 5. 1 と 1
3. 5. 1 と 5
4. 3つ全部
5. それ以外

5. 1cm
5cm

(3) 解決過程を振り返る段階で自己評価させる。

既習の内容・事項・方法を活用して自分なりの考え
で結論を得た過程を振り返ることによって、判断の根
拠を明らかにしたり、より簡潔で・より明確で・より
単純な考え方や方法になっているかを確認めたりする
段階が大事である。

右資料「小2 かけざん」では、先ず解決の方策を
問うて式化・絵図表化・その他という立場をはっきり
させる。わからないできないという学習者には、題意
の把握から求められている事柄を明らかにして、自分
が解決できそうだという見通しを持つ過程をふませる。
そして、式だけで考えを進めた学習者には絵図表化を、
絵図表化で考えを進めた学習者には式表現をさせる。
また、同じ式化の中にも5種類以上ある。それぞれの
根拠を明らかにさせて、既習のかけざんで用いた交換
法則を活用する良さを感得させると同時に、 6×4 の
前後の九九が作れないだろうかという新しい疑問の目
を持たせる。

右資料に基づいて例示してみる。解決の仕方にはフ
レーム1030のように、式化・絵図化・それらを含ん
だ文章化が予想される。特に、3を選んだら「先生に
教えてください」として、指導者と直接話し合う機会
を設けた。考え方や方法を振り返らせ、式化して表現
するか、絵図化して考えるのかを再度選ばせるわけだ
である。同じ式化して考えたものでも、フレーム1031
のようにいろいろな表現の仕方がある。それぞれの出

1030

あなたの かんがえは どれですか。

- しきを たてて けいさんした。
- え や ず を かいた。
- そのほかの やりかた。
- わからない。

ばんごうを いれましょう。 ばん

1031

はじめに どんな しきを たてましたか。

- 6×4
- $6 + 6 + 6 + 6$
- $12 + 12$
- 4×6
- そのほかの しき

なんばんの、しきですか。 ばん

2011

どんな しき に なりましたか？

- 6×4
- $6 + 6 + 6 + 6$
- $12 + 12$
- $6 + 6 = 12$
 $12 + 6 = 18$
 $18 + 6 = 24$
- わからない ばん

発点に立って、判断の根拠を明らかにさせるのである。

また、絵図化して考えた学習者には「式に表すとどうなるか」を問う。そこからまたフレーム2011のような立式が予想される。その中の $6+6+6+6$ の式については、フレーム1042でかけざんの場合であることの理解をみとる。 $12+12$ の式についてはフレーム1043から2410までの流れのなかで、与えられている数値を使った式化を考えさせるわけである。同様に、分解式で求めた考え方についても、表された数の意味を分析的に捉えさせ問題場面に返って考えることの大切さを感得させる。

次に計算方法にうつるわけであるが、フレーム1050の例示の他に、 $6 \times 1 = 6$ 、 $6 \times 2 = 6 + 6 = 12$ 、 $6 \times 3 = 12 + 6 = 18$ 、 $6 \times 4 = 18 + 6 = 24$ という考え方も予想される。この考え方は、かけざん(1)でも学習してきているのでフレーム1052の交換法則と同程度の扱いをしなければならない。一斉学習で取り上げることも考えられる。

自分なりの力で問題解決したことを認めその結論に意味を強化させていくことが大事である。答えを出せばよいという考え方や態度ではなく、自らの判断の根拠をきちんと持たせる活動を重視していく。どのような場面においても自らの主体的な考え方をすることの大切さがわかり、本当にこれでよいのか確かめてみよう、もっとよい方法や表現の仕方はないのかと自問自答していく数学的な態度が伸びていくことが期待される。

(4) 習熟の段階で練習問題のコースを選択させる。

右頁資料「小6 比例反比例」で、基礎的な問題(跳び箱3段コース)と、発展的な問題(跳び箱5段コース)のメニュー画面を提示しコースを選択させる。与えられた練習問題を仕方なく学習するのではなく、むずかしそうな問題に挑戦してみよう、簡単な問題から順にやってみよう等、自分がこれまで学習してきた経過を自分なりに自己評価しながら選択することは意味があると考え。すなわち、解決の意欲づけとなり、目的を持った練習習熟による評価ができる。

1042

$6+6+6+6$ のしきで
まちがいありません。

でも、かけざんのしきにも かけます。

には どんな かずが はいりますか

\times

1043

12は、どんなふうに かんがえて
だしましたか?

ノートに

しき または
え や ず で
かいてみましょう。

2410

もんだい

1バックに かきが 6こ はいって
います。 4バック かうと、 かきは
なんこに なりますか。

いまの もんだいを よくよむと、
6を なんかい かい
たすことでしょうか。

これを かけざんの \times
しきに かくと、

1052

$6 \times 4 = 4 \times 6 = 24$

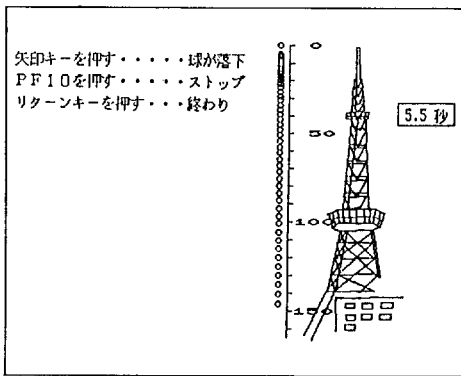
ことは のほかに
え や ず でも
せつめい できますか。

1. できる。
2. できない。 ばん


同様に、「中2 一次関数(傾き)」でも、3コースから選択できるようにした。「まとめ」「類似問題」「研究問題」から自分で選び、3段階の過程を学習者の判断によってどこからでも挑戦できるようにした。


また、ベーシック言語を利用した例を2、3あげて、入力とその反映、イメージ化の図り方の工夫を示す。

「小6 比例反比例」のグラフの扱いを、学習者自ら座標を入力して、予想した形のグラフと実際入力した形のグラフと比例のグラフを画面に一緒に提示することにした。「中3 関数」の自然落下のイメージ画面を組んでみた。この後、情景図を取り除いて、時間と距離の表示から考えさせていく前段階である。こういう活動をするこも、問題意識を高める一要因と考える。



比例・反比例の練習
次のどのコースを練習しますか？

1.  三段コース

2.  五段コース

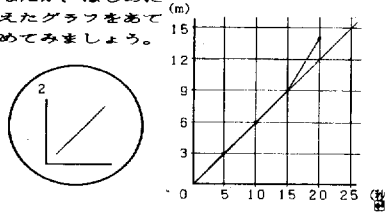
審

練習問題

あなたの学習したいコースを選んでください。

1. きょうのまとめ。
2. きょう学習したものと似ている問題
3. 研究問題

あなたが、はじめに考えたグラフをあてはめてみましょう。



算数・数学科研究会制作パソコンソフト一覧

昭和62・63年度

No.	学年	コース名	時間	概要	ハードソフト
1	小1	たしざん・ひきざん ◇てっぺんまでいこう *ドリル *フラッシュ	20分	自分で時間制限を選択して計算問題に挑戦するコース 達成度を画面上に表示して意欲を喚起させる。	FMR50 16β S-ACE
2	小2	かけざん(1) タイトル画面(5-4-3-2の だん) *タイトル	5分	導入としてタイトル画面を提示して問題意識を持たせる。 (6時間分)	FMR50 16β S-ACE
3	小2	かけざん(2) ◇6の段の九九の構成 *問題解決	20分	既習内容・方法を活用して問題解決をするコースに組んである。そして自らの解決過程を自己評価させるものである。	FMR50 16β S-ACE

No	学年	コース名	時間	概要	ハードソフト
4	小2	かけざん(2) タイトル画面 (7-8-9-1 のだん) *タイトル	5分	導入としてタイトル画面を提示して問題意識を持たせる。 (6時間分)	FMR50 16β S-ACE
5	小2	かけざん(3) タイトル画面 (きまり-ひ ょう-ほか) *タイトル	5分	導入としてタイトル画面を提示して問題意識を持たせる。 (4時間分)	FMR50 16β S-ACE
6	小3	しきのみかた ◇□を使った式 *問題解決	20分	立式とその根拠を説明させる段階と□を求める仕方考えさせながら自己評価させる段階とがある。	FMR50 16β S-ACE
7	小4	2つの量の変わり方 ◇長方形 *問題解決	15分	マッチ棒を使って長方形を作らせた・横の和一定の関係に気づいて式化するまでのコース	FMR50 16β S-ACE
8	小5	文字と式 ◇Xの求め方 *問題解決	15分	変われば変わる関係に着目しながらXを用いて立式し、それを求める仕方を考える。	FMR50 16β S-ACE F-BASIC
9	小6	比例と反比例 ◇伴って変わる量 *メニュー *ツール	5分	飛行機・下敷き・長方形を素材として、速さ・角度・グラフ等に目ざせながら関数関係を意識させるツール。(3画面選択)	FMR50 16β F-BASIC (S00001.BAS)
10	小6	比例と反比例 ◇比例と反比例 *メニュー *問題解決	20分	13時間分のメニュー画面から本時を選択し、自分なりの考えで解決してから、一斉に話し合うコース。既習内容の活用を重視する。	FMR50 16β F-BASIC (S00001.BAS)
11	小6	比例と反比例 ◇練習問題 *メニュー *問題解決 *ドリル	30分	2段階のコースから自分で選択して練習問題に挑戦する。正誤を確認するだけでなくその過程を大事にするコースである。既習内容の活用を重視する。	FMR50 16β F-BASIC (S00001.BAS)
12	中1	比例反比例 ◇伴って変わる量	15分	伴って変わる量を身の回りから見出させながら、水槽の場面で変数の要素とその関数関係に着目して式化させる。	FMR50 16β S-ACE
13	中2	一次関数 ◇傾き	20分	傾きの意味を日常場面から高めていくコース。 練習問題は3コースに分けられている。	FMR50 16β S-ACE
14	中2	一次関数 ◇一次関数	40分	水槽に水を入れる場面を通して関数関係を捉え式化できるまでの過程をスモールステップにしてある。	FMR50 16β S-ACE
15	中3	関数 ◇自然落下 *ツール	10分	タワーから球が落下する場面で速さや時間を設定して試行できるツール。 グラフ入力できるツール。	FMR50 16β S-ACE FBASIC付
16	中3	関数 ◇練習問題 *問題解決	15分	落下運動の場面を学習後、練習問題を解決するコースヒント画面を取り入れながら自ら解決できるコース。	FMR50 16β S-ACE FBASIC付

No.	学年	コース名	時間	概要	ハードソフト
17	小5 6	図形の求積 ◇公式集 平行四辺形 ∴ 円 * ツール * 問題解決	10分	求積公式を忘れたとか公式のできるまでの過程や考え方を確認するためのコース 活用によっては、公式を作る時間にも使用できる。	FMR 50 16β S-ACE
18	小4 5 6	おもしろい問題 * 問題解決	15分	教科書ではあまり見られない問題や興味ある問題を提示して、解決方法やその時のアイデアを学習しながら類題を解決していくコース。	FMR 50 16β S-ACE
19	小 中	図形ツール * グラフィック * ツール	5分	水槽、封筒などを素材として、関数関係に着目させるツール。ピタゴラスの定理の証明をシミュレートさせた画面で提示するなどのツール。	FMR 50 16β S-ACE
20	小 中	グラフツール * グラフィック * ツール	5分	グラフの枠から位置、座標の目盛りなどを自分で決め入力できるツールグラフや表から読み取った規則を式表現させるツール表の中のどこをとっても入力できるツール。	FMR 50 16β S-ACE F-BASIC

IV CAI コースウェアの検証

1. 共同研究校での検証授業

(1) 検証授業の観点と分担をプリントして、コースおよび画面構成の検証をした。学習者の行動観察からそれらの良否や修正点を明確に把握するためである。良質のソフトを作ることが大きな目標であることから、「学習者が立ち止まった時の原因を探る」ために、

① 各画面にかかっている時間は ② つまづいている画面は という視点から、
ア. 文字の見易さ（大きさ、色、背景色、文字数など） エ. 文章の読み易さ（教科書と比べて）
イ. 絵や図の見易さ（大きさ、色、背景色など） オ. 問題文・説明文の意味のわかりやすさ
ウ. キーボードの使い方 カ. 勉強のわかりやすさ

という観点で、学習中の行動・態度やつぶやきから拾い出して見ることにした。学習者への直接のアンケートはプリントして、学習後書いてもらった。アンケートの結果は次の項で記す。

(2) 検証授業（小学6年比例と反比例）の結果と考察

問題解決の段階で、「どんな問題かわかりますか」という問いかけに対してほとんどの学習者は1.はい。と反応した。次に、「解決の見通しが立ちましたか」という問いかけの意味が通用しなかったのである。日頃の学習の仕方を反映したものととも考えられるし、私達の思い込みによる問いかけ表現であったとも考えられるので、「問題が解けそうですか」と修正した。この問いかけは、他の時間にもたくさんあり、しかも重要な問いなので、時間を経っていく中で反比例の時間には、解決の見通しを直接問うことができるように学習の積み上げをねらった。

自力解決の段階で、次記資料のような、主な反応がみられた。ほとんどの学習者は、5、10、15……と順に時間を増やして、それに対応する距離を求めている。それが、表・言葉・表と図の混合等のそれぞれの形に現れている。どの反応例も関数的な見方考え方をを用いて、数量関係のきまりを式に表現するところまでできていた。1つの方法だけで考えた学習者は半数近くいたが、「その他の

考え方に「もうせんしてみよう」という問いかけがあったために、既習内容や事柄をありったけ活用してみようという態度がみられた結果であると解釈している。

コースウェアに関して、「その他」とか「先生に教えてください」とか「先生を呼びましょう」という画面は、慎重に組み込まなければいけないことを実感した。学習者は、自分の考え方や方法・表現に強くこだわりを持つということである。画面上のいろいろな反応例とぴったり合わなければ、すぐ「その他」を選択する。良いことではあるが、学習過程のどの位置にあるかで親切すぎる場合もある。できるだけ自分の判断で、考えを進めさせたいものである。

(3) 検証授業（中学2年一次関数）の結果と考察

予想通り角度に着目した学習者がほとんどであった。そのうち半数が途中で長さに関係がありそうだと気づいていった。半数はそのまま角度に関係あるということで、角Aを実測し20%との関係を考えていった。この時の学習者の目は真剣で、隣とよく話し合っていた。しかし、15分経過したときにはほとんどの学習者が練習問題に取りかかっていた。自分の予想・見当と違う場合の問題に対する執着心・知的好奇心は、やはり中学生の方が旺盛であると感想を持ったものである。

(4) 学習者の意識調査の結果と考察

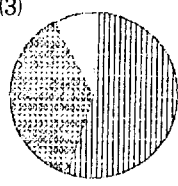
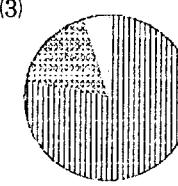
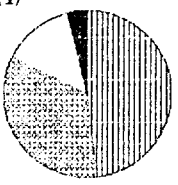
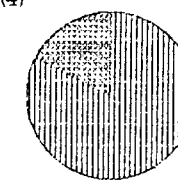
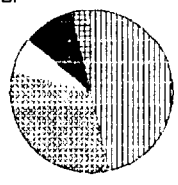
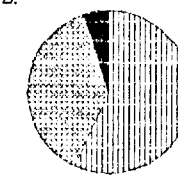
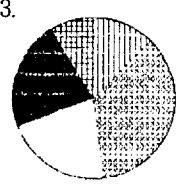
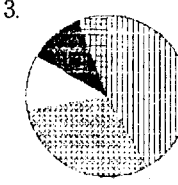
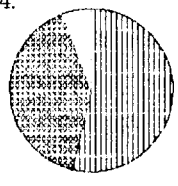
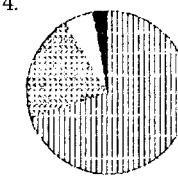
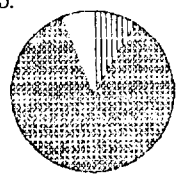
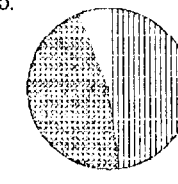
アンケート1.についてみると、小学よりも中学の方がコンピュータの画面を自分なりに受け入れているとみる。中学は、わかる・読みやすい・わかりやすいという反応が6割以上であるのに対して、小学は、文の意味がちょっとわかりにくい・教科書の文に比べて読みやすいとも言にくいという見方をしていると解釈する。見方を変えると、小学の方が素直な気持ちで記入した結果の現れと言えないこともない。しかし、授業中の行動観察からみると、やはり小学のコースウェアの流れや指示・問いかけ等の詰めの甘さを素直に指摘してくれたとみるべきであろう。

アンケート2.以降についてみると、わからない・遅れがちな学習者への配慮がまだ足りないのではなかろうかと反省する。小学の3割近くの学習者がパソコンでの学習は疲れると反応している。ただし、理科研究会議の検証授業では、中学生も疲れるという反応が3割近くいたということを考え合わせると、コンピュータを使った学習への慣れ方の問題であるともみられる。

そのことは、アンケート4,5の反応からも伺える。ふだんの学習より、楽しい・おもしろい、と思っている学習者がほとんどである。逆に、コンピュータを利用する指導者は、学習者の意欲と興味関心をより高めるように、教材の本質を見抜かせるよう工夫努力することが要求される。

アンケート集計結果

	小学6年	中学2年
1. パソコンの画面について教えてください。 <input type="checkbox"/> とても良い <input type="checkbox"/> 大体良い <input type="checkbox"/> 少し悪い <input type="checkbox"/> とても悪い		
(1) 問題の説明や文の意味がわかりましたか。	(1)	(1)
(2) パソコンの文章は教科書の文章にくらべて、読みやすいですか。	(2)	(2)

<p>(3) パソコンの絵は、わかりやすかったですか。</p>	<p>(3)</p> 	<p>(3)</p> 
<p>(4) キーボードの使い方は、わかりましたか。</p>	<p>(4)</p> 	<p>(4)</p> 
<p>■ (ア) ▨ (イ) □ (ウ) ■ (エ) ▤ (オ)</p>		
<p>2. パソコンで勉強すると、よくわかりましたか。 (ア) よくわかった。 (イ) 大体わかった。 (ウ) 今までと変わらない。 (エ) ややわかりにくかった。 (オ) とてもわかりにくかった。</p>	<p>2.</p> 	<p>2.</p> 
<p>3. パソコンで勉強するとつかれますか。 (ア) まったくつかれない。 (イ) つかれない。 (ウ) 今までと変わらない。 (エ) 少しつかれる。 (オ) とてもつかれる。</p>	<p>3.</p> 	<p>3.</p> 
<p>4. パソコンで勉強したら、楽しいと思えますか。 (ア) とても楽しい。 (イ) 楽しい。 (ウ) どちらともいえない。 (エ) あまり楽しくない。 (オ) 楽しくない。</p>	<p>4.</p> 	<p>4.</p> 
<p>5. 今日のパソコンの学習で、おもしろいなと思ったところがありましたか。 (ア) たくさんあった。 (イ) あった。 (ウ) とくになかった。</p>	<p>5.</p> 	<p>5.</p> 

5. パソコンを使った学習でどんなところがおもしろいと思えましたか。	小学6年	中学2年
ア. 1つの問題でも何種類もの考え方があり、1つ1つにいい所がある。	2 人	1 人
イ. 一人ひとりがちゃんとわかるまでやってくれる。	2	6
ウ. お互いに教え合ったこと。友達と一緒に学習できること。	1	3
エ. 間違っても途中で進んで自分で前に戻って考えられる。	2	10
オ. 絵がでるのがよい。動く。具体的だ。楽しい。飛行機が飛んだ。	11	5
カ. 自分の考えを選んだり、ゲームのように調べていくところ。	2	2
キ. 種々な色が使われていて、絵や文字・グラフがきれい、見易い。	2	7
ク. ワークシートを画面に映したり、ヘッドホンで話を聞いたりした。	3	3
ケ. キーを真剣に押し、何回も操作できた。	9	6

6. こうして欲しい、こうだったらいいなどと思うことを教えてください。	小学6年	中学2年
ア. 音が出て、ゲームや遊び・クイズをしたい。	7人	7人
イ. もっと問題数が多く、時間もたくさんあって、何回もやりたい。	11	18
ウ. 色をもっと使ったり、立体的にしたり、動いたりするとよい。	5	3
エ. 数字で選ぶより、日本語を使ってやりたい。	1	2
オ. もっと絵や図を入れたり、先生みたいのが出てくるとよい。	4	1
カ. 合ったらほめる画面がほしい。	2	1

以上、学習者の意識をまとめると、

① わかるまでやってくれる。

学習者は、自分の力で最後まで考えたい、答えを教えられるよりも考え方や調べ方を知りたいと、思っていることを今更の如く痛感し、コースウェアの作り方に大きな十字架を背負った感じがする。

② おたがいに教え合った。

キーに触るのが初めてということもあるが、キー操作だけでなく考え方や調べ方を2人で話し合っていて、自分の考えを言わなければ進まないということを言外に感じているようである。ふだんの学習では黙っていても進むことが比較的多いということにもなる。言わせるのではなく言わざるを得ない状況を設定することの大切さを確認した。

③ 自分の考えや活動がはっきりする。

自分で入力したことが即、画面に現れる。そのことは、自分の考えが明確になることであり自分の立場がはっきりすることである。頭の中で考えをめぐらすと同時に自分の行動を促すきっかけにもなっている。そして、自分の行動や考えを評価するフィードバックの機能を画面が果たしている。ワークシートとの併用で、その活用法を検討する意義は大きい。

④ KR情報がたくさんほしい。

入力した答えが合っているのかどうか画面に示して欲しい、ヒントに絵があると楽しい、動きがあると良い、先生みたいなキャラクターが出てきた方が良いなど、ファミコン世代の学習者であると思いつつ、私達の作ったソフトにはまだ骨と肉だけで血が通っていないということを言外に匂わせていると解釈した。

⑤ もっとたくさんやりたい。

物珍しさというだけでは片づけられない要素を訴えているのではないだろうか。ふだんの学習に対して、自ら意欲を持って最後まで取り組むことができる課題に出会っていないよ、と訴えているようである。

コンピュータという機械を、ソフトという道具を利用して、ふだんの学習指導への切り込みの浅さ・薄さを反省するよい機会となったことを痛感した。同時に、コンピュータを利用した学習指導の効果も大きいことを認識した。

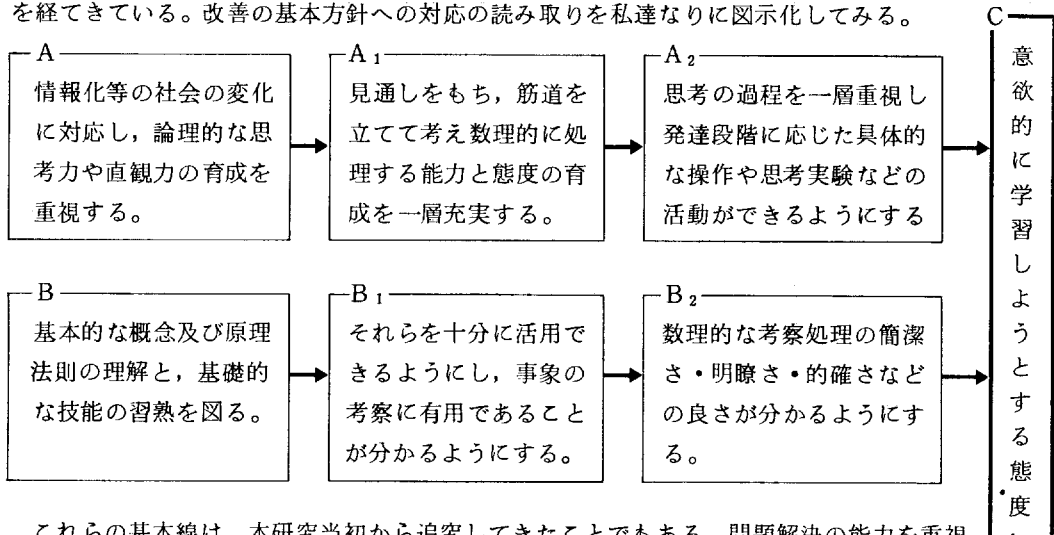
V 研究のまとめと今後の課題

1. 本研究は、学習者・教科・機器の各々の特性を融合させるところから始まった。

(1) 学習者の社会的な変化への対応には、敏なものがある。それがプラス面にもマイナス面にも現れている。プラス面でいうと、ファミコンや他のゲームなどへの機敏な対応で積極的な態度がみられる。それは、未知なものへの挑戦とその意欲であり、算数・数学教育でいう問題解決の第一の過程と合致する。しかし、それとは裏腹に、未知なものへの挑戦がそのまま疑いもなく受け入れた状況の中でのことであるということがマイナス面になる。結果を追うことだけに走り、一回一回の挑戦が同じことの繰り返しで、単に早さの訓練習熟に終わっているのである。したがって、1つの

ゲームへの執着が薄い。根気よく取り組んで、その過程を振り返ってよりよいものを創っていかうとする場合に当たると逃げ腰になる傾向がある。

(2) 算数・数学教育の社会的な変化への対応もまた、教課審の答申や指導要領の改訂という過程を経てきている。改善の基本方針への対応の読み取りを私達なりに図示化してみる。



これらの基本線は、本研究当初から追究してきたことでもある。問題解決の能力を重視し、そのために自己評価力を高めることの重要性を問うてきた。それは、Ⅲで示した学習過程（問題解決の過程）に従って学習ソフトの重点的な活用を考えたことに当たる。

(3) 情報手段の利用が有効な場面では、コンピュータ等を促進する方向での教育方法の開発が全国的な規模で進められている。目的的な開発から、手段・道具としての方法的な開発が現時点で迫られている情勢にある。本研究においても、日常の学習指導法上個に必ずやという考えの具体化を追究してきた。当センターのこれまでの基礎研究で、学習への意欲的な参加の実践研究が積み上げられてきた。一斉学習・グループ学習・ヒントカード・席表等考えられる手段・道具を駆使した中で、課題として残るのが自学自習できる環境づくりの工夫であった。こういう経緯からCAIコースウェアの開発が浮かんできたとも言える。

自ら学ぶ意欲を育てる、学ぶことの楽しさや成就感を体得させる等、簡単に口にするけれども一体どういうふうにするか、と自問自答しながらの開発研究であった。しかし、いつも念頭においたことは次のようなことであった。「一人ひとりの子供たちがそれぞれ自分の弱点を知り、それを補強する目的を自覚して、自分のために自発的に問題を設定し、かつ、その結果が正しいか否かを自分の力で判断できる手立てを与えること。」（楽しい算数の授業10月号明治図書・古藤裕氏「問題の自己設定と自己評価」P. 53文中引用）

課題

単なる練習習熟をねらいとするドリル型ではない、算数・数学教育でいう問題解決型のコースウェアの作成を目的とする理論的な裏付けがこれでよいのか、もっと広く先進研究を収集して分析を重ねなければいけないのではないか、という新たな疑問と課題が今残っている。

2. 本研究は、CAIコースウェアの開発、主に学習ソフトの作成が重点目標であった。

(1) 関数領域・単元の全時間分を作成するというのではなく、その単元の中で重点的に、学習者・題材・機器の特性が生きると思われる時間を選び、良いソフトの作成に主眼をおいたのであ

た。その留意点として、次のことを考えた。①学習者が自分の力で主体的に考えていけるように作る。②問題解決の仕方が多様である課題設定の時間について作る。ひとりの指導者で学習者の反応をきちんと把握するのが難しいと思われる時間について作る。③予想される学習者の考え方に即時対処できたり、問題点を即時指摘できたりする機器の中の特性を十分生かせるところを作る。

(2) ソフトの開発には、その検証の仕方が重要な意味を持つ。授業設計の中でのコースウェアの検証の形で行った。そこでは、学習者の取り組み方や意識を観察・調査した。まだ物珍しさもあってか、学習者のまじめな眼差しと真剣な取り組み方には感動し、驚きさえ覚えたのであった。

しかし、次のような問題点もあった。何回か内部で試行して検証授業に臨んだわけであるが予想される反応や行動以外の事柄が多く出現したのであった。例えば、式・表・グラフ・その他でよしとしたことが、現実にはその他に多く反応して、指導者が個々の学習者に対応する時間よりも、コンピュータの反応に対処しなければならなくなったのである。これは本末転倒な現象であった。学習者の反応の分析の仕方が甘かったために予想される反応個々への一面的処遇で終わり、混在した反応・表現に対する処遇を「その他」として「先生に教えてください」としたことであった。また、学習者は、自分の考えや方法を分類・類別することが案外できないことであった。このように、学習者の心理・考え方と表現法等、分析の甘さと問いかけの難しさを痛感した。

課題

本研究の方針と具現化のずれは検証しながら修正を加えているが、まだ学習者に当たっていないソフトやコースウェアの内部での検討を、今以上に綿密に学習者の立場で詰めていかなければならない。

そして、学習者の考え方・方法・表現等をすべて網羅した形で、コースや分岐が速やかに流れるようにしながら、指導者が直接学習者と個々に対話ができるような溜（場と時間）を設定していかなければならない。

おわりに

初めてコンピュータ機器に触れる私達が、日常の学習指導で思い悩んでいる教育方法の一端を研究する機会を得て、本当に初歩からスタートしたのであった。初め、コンピュータでできる学習指導は狭い範囲の中でのことである、軽率にも心底思っていたものである。また、現場の先輩からは、プログラム学習やアナライザーのように長続きはしないだろうよ、とも言われたものである。

そのうちに、みんなが意欲的に参加する学習とは、個が生きる学習とは、個に応じた指導とは、等々を追求するほどに、私達がこれまで実践してきたことで、学習者が一番要求していたことは何だったろうかと、ふと考えるようになったのである。学習者は、自分を認めてほしい・自分を生かしてほしい・わかるようにしてほしい・できるようにしてほしい等、要求している。その原点に立った時、あらゆる手立てを講じてきたのだらうか。否、自分のルールにまたは手の中に治められる範囲でしか対応していなかったのではないのか、と考えられるようになったのである。

そして今、実際にコンピュータを利用した検証授業を通して、私達の脳裏から学習者の真剣な眼が焼きついて離れない。これまでの実践で、このようなことが何回あったらうか。改めて教材研究を深め、あらゆる方向からの検討・追究が進められたことも大きな要因にはなっているだろうが、コンピュータの特性というものがどれだけ大きく作用しているか測り知れない。

しかし、コンピュータの特性の生かし方によっては、学習者と指導者の人間関係を疎遠にしかねない怖さもある。無条件の受け入れをすることなく、コンピュータを利用した学習が、学習者・教材・指導のねらいと各々合致したときに、はじめて機能することを忘れてはならない。学習指導の全体構造に合った学習ソフトを作成・活用していくことが大切であると考える。

最後に、このような貴重な研究の機会を与えてくださった教育委員会・総合教育センターの先生方、そして学校長はじめとする西丸子小の先生方、算数研究会と数学研究会の先生方に対し感謝申し上げる次第である。そして、この研究の基盤となる理論構成等について親身にご指導くださった専門員の横浜国立大学教授片桐重男先生に厚く御礼申し上げる次第である。

・参考文献

- 数学的な考え方・態度とその指導第1巻 数学的な考え方の具体化 片桐重男著 明治図書
 第2巻 問題解決過程と発問分析 (1988年)
 小学校教育課程一般指導資料 Ⅲ 個人差に応じる学習指導事例集 文部省 東洋館 (1984年)
 教育課程実施状況に関する総合的調査研究調査報告(小学校編) 文部省 東洋館 (1985年)
 小学校達成度調査を生かす授業改善(算数科編) 熱海・伊藤編 明治図書 (1984年)
 最新中学校数学科指導法講座 2 問題解決の能力を伸ばす指導 片桐・古藤・平岡編 明治図書
 3 新しい視点からの教材研究 (1985年)
 算数・数学科授業の設計と実際 評価を中心にした科学的方法 能田伸彦編 東洋館 (1979年)
 授業の最適化研究入門 中嶽治麿著 明治図書 (1980年)
 コンピュータによる授業設計と評価 西之園晴夫著 東京書籍 (1986年)
 CAI コースウェア作成技法 芦葉浪久著 東京書籍 (1987年)
 個別化教育への新しい提案 水越敏行著 明治図書 (1988年)
 教育評価展望Ⅱ第5号 自己評価を形成的に 梶田叡一編 明治図書 (1988年)
 授業技術講座 2 授業を改善する(授業の分析と評価) 東・中島監 ぎょうせい (1988年)
 楽しい算数の授業10月号 月刊誌 明治図書 (1988年)

・指導助言者

横浜国立大学教授(専門員)	片桐 重男先生	横浜国立大学助教授(専門員)	大島 聡先生
川崎市立西御幸小学校長	市川 道夫先生	川崎市立藤崎小学校長	中嶋 肇先生
川崎市立白山中学校長	石井 栄一先生	川崎市立田島中学校長	矢吹 勝弥先生
川崎市教育委員会指導主事	奥山 良平先生	川崎市総合教育センター第1研究室長	
川崎市総合教育センター第2研究室長		石川 一雄	
	芳野 菊子	川崎市総合教育センター指導主事	米山 誠
川崎市総合教育センター指導主事	大森 茂雄		