平成２年度

算数・数学科におけるＣＡＩコースウェアの開発

～個人差に応じた指導をめざして～

川崎市総合教育センター 算数・数学研究会議

川崎市総合教育センター研究紀要　4：71－86.　1991

算数・数学科におけるＣＡＩコースウェアの開発

―個人差に応じた指導をめざして―

算数・数学研究会議
森　政利[1]　吉田　博俊[2]　草間　泉[3]　藤本　正彦[4]
馬場　尚志[5]

要　約

児童生徒の問題解決能力を伸長させていくためにさまざまな研究がなされている。問題解決の指導をするための学習過程において児童生徒に自分の力で問題に取り組ませる場面は，極めて重要である。しかし，この自力解決の場面において，短時間でしかも多くの児童生徒の反応に一人の教師が対応していくには，かなりの難しさがある。本研究会議では，一斉授業における自力解決の場面でコンピュータがどの程度効果的に働くかを明らかにしようと考えた。そのために課題に取り組む中で予想される児童生徒の反応に応じたコースウェアの開発を行うこととした。コースウェアの開発にあたり次のような事柄を明らかにし，自力解決における児童生徒の取り組みの充実をめざそうと考えた。

・算数・数学教育で育てたい問題解決能力を明らかにする。
・自力解決の場面における児童生徒の取り組みの評価と手立てのありかたを明らかにする。
・自力解決の場面におけるコースウェアの基本的なモデルを明らかにする。

これらの取り組みの中で自力解決の場面において教師の机間指導と並行し，コンピュータを活用することによって児童生徒の問題解決の学習が充実していくことが明らかになった。

キーワード：算数教育，数学教育，個人差，コンピュータ，自力解決，問題解決

目　次

はじめに
Ⅰ　主題設定の理由…… 72
Ⅱ　研究のねらいと方法…… 73
Ⅲ　研究の内容…… 74
　1　算数・数学教育で育てたい問題解決能力
　2　問題解決能力を育成するための学習過程
　3　問題解決能力を育てる学習指導の実際
　4　問題解決能力を育てるＣＡＩコースウェアの開発
Ⅳ　研究の結果と考察…… 83
Ⅴ　研究のまとめと今後の課題…… 84
参考文献，指導助言

[1]川崎市立宮崎小学校（主任研修員）　[2]川崎市立下作延小学校（研修員）
[3]川崎市立中原中学校（研修員）　[4]川崎市立王禅寺小学校（研修員）
[5]川崎市総合教育センター研修指導主事

はじめに

算数・数学教育の中で問題解決能力の育成は，極めて大切な目標の一つである。新指導要領の改訂の中においても，さらにこの観点が強調されている。また，これまでも個性を生かす指導の充実ということが叫ばれ，「教え授ける」といった指導から，児童生徒の実態を十分に考慮した指導が求められてきている。しかし，これらのねらいを達成していくためには，さまざまな困難点を克服していく必要がある。現在急速に普及してきているコンピュータは，教育の弾力化，個に応じる教育の推進，情報活用能力育成の上に有効な可能性を有している。算数・数学教育の中で克服すべき困難点を整理し，コンピュータの利用，有効な教材の開発を行っていくことは，これからの算数・数学教育にとって重要な課題と考える。

I　主題設定の理由

1. 算数・数学科における目標から

前回の教育課程の基準の改善において「自ら考え主体的に判断し行動する力を育てる教育への質的転換を図る」という基本的な観点が示された。算数・数学科の学習指導法においては「教え授ける」から「学び方を学ぶ」という立場を明確にし，児童生徒の側に立った学習指導が強調された。算数・数学科の目標の中では，基礎的・基本的な知識や技能の重視とともに「数学的な考え方や処理の仕方を生み出す能力と態度の育成」が強調されている。この数学的な考え方や態度を育成していくことは，算数・数学教育のねらいとして多年にわたって強調されてきたことである。新学習指導要領においてもこの精神は生かされ，さらに充実させる方向で目標が示されている。小学校においては「見通しをもち筋道立てて考えるとともに，数理的な処理のよさがわかり，進んで生活に生かそうとする態度を育てる」，中学校においては「数学的な表現や処理の仕方を習得し，事象を数理的に考察する能力を高めるとともに数学的な見方や考え方のよさを知り，それらを進んで活用する態度を育てる」と明示されている。算数・数学教育のねらいは，問題解決の過程を通し，数学的な見方や考え方，態度を育成することにある。しかし，今までの教育課程の改善の経過に見られるように，このねらいを具現化していくことはなかなか難しい。

2. 問題解決の力を育てる学習過程における問題点から

問題解決の力を育てていくためには，日々の授業の中で児童生徒に既習の知識や技能，数学的な見方や考え方，態度を充分に活用させるような時間と場を保障する必要がある。教師が問題解決の仕方を説明し，その後で児童生徒に問題を解かせるような学習指導を繰り返していたのでは，創造的，発展的に学習していく問題解決の力を育てることは期待できない。

児童生徒が自分の力で問題に取り組んでいく過程では，さまざまな反応が見られる。

例えば

- どのように解決したらよいかわからずに動けない。
- ちがった方向に動いている。
- 自分なりの解決が終わっているが次に何をしてよいかわからない。

教師は，これらの反応に対してそれぞれ個別に机間指導していく必要がある。ところが短時間の中で一人ひとりの反応を評価し，手立てを講じていくことは，とても難しいことである。児童生徒

自らが自分のつまずきや解決の糸口に気付くように対応していくには数学的な考え方や態度に関わる概括的な発問や助言が必要である。しかし，１回の発問，助言で児童生徒を動かすことは難しい。児童生徒それぞれが自分の力に応じた取り組みを十分にできないまま，話し合い学習（いろいろな考え方を吟味・検討する）の場に入っても学習の効果を上げることはできない。

3. 算数・数学科におけるＣＡＩコースウェアの活用に関する問題点から

問題解決の指導を充実させるためには，基礎的な知識や技能の習熟，またそれらを維持させていくことも必要である。算数・数学科におけるＣＡＩコースウェアを見ると現在はこの方面でのソフトがかなり多く自作あるいは市販されている。このソフトを活用することで今まで以上に知識，技能の習熟，維持が効果的になされたという報告がいたるところでなされている。

一方，児童生徒が問題解決をしていく中で活用される数学的な考え方や態度，学び方などを支援していくようなソフトの開発は，数少ない。また，開発されたソフトを見てみると児童生徒の発想を制限し，同じコースをたどらせるものが多い。授業の中での児童生徒の反応は実に多様で，また，さまざまな発想が現れる。これらの反応や発想にすべて対応するソフトを開発することは技術的にも時間的にもかなりの困難が予想される。だからといって児童生徒の発想を制限し，全員を一律に同じコースをたどらせるというのには大きな問題がある。これでは，「教え授ける」式の一斉指導型の授業になってしまう。このような問題を少しでも解決していく方向でＣＡＩコースウェアの開発とコンピュータの活用の仕方を考えていく必要がある。理解や習熟だけでなく，児童生徒の発想や学び方を支援していくこともコースウェアの設計の工夫により，今まで以上に効果的になされるものと考える。

Ⅱ　研究のねらいと方法

- 算数・数学教育で育てたい問題解決能力を明らかにする。
- 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。
- 自力解決の場におけるＣＡＩコースウェアの基本的なモデルを作成する。
- 学習履歴をもとにＣＡＩコースウェアの分析を行う。

本研究は，問題解決学習を基本に児童生徒の問題解決能力の育成に重点を置いた。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というところに大きなねらいがある。また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かを自主的に判断していく学習態度（自己評価力）を育成していくことも極めて大切なことである。学習者には，学習の進度，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。それらの個人差に応じ，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。そこにコンピュータを活用することによって，個別指導できる時間と場が今まで以上に充実するものと思われる。

ここで個別指導の量的な面と同時に質的な面をどう充実させるかを考えておく必要がある。つまり情報化時代を生きる子どもたちにとってどのような能力や態度が望まれるのかを明確にしておくことが大切だと考える。溢れるほどの情報の中で，単に多くの事を知っているというだけでは，十分な対応はできなくなる状況が予想される。このような社会の中では，「個性的でしかも豊かな創造力をもった問題探究の姿勢」が大切になってくる。このような観点からみて，我々は学習指導の基本をふまえつつ指導法の改善を図り，指導の内容や方法，育てたい能力や態度等の見直しをして

いく必要がある。指導法の改善を図っていく時，算数・数学教育の中でコンピュータは，大きな働きをしてくれるものと思われる。

Ⅲ　研究の内容

1. 算数・数学教育で育てたい問題解決能力

(1) 自ら問題に積極的に働きかけ，自分で解決していく力

算数・数学の授業で一度習った問題は確実にできるが，少し条件が変わるとどのように考えてよいかわからなくなるという子どもがいる。また，新しい問題に出合うとやり方を教えてもらわないと動けないという子どももいる。子どもたちをこのような消極的な学習傾向にしている原因のひとつに教師の指導法がある。これは「わかる」，「覚える」という知識・理解や技能に指導の重点がおかれるあまり，自ら問題に積極的に働きかけ自分で解決していこうという能力や態度の指導が不充分であった結果とも考えられる。算数・数学は，学習内容の系統が明確であり，新しい場面の問題でも前に学習した事柄をもとに考えれば，一応の解決がなされるように設定されている。問題を解決させていくには，既習事項に着目させ，それらを上手に活用させていくことが大切となる。既習事項というと学習内容の知識や技能などに注目してしまう傾向がある。しかしそればかりではなく，むしろ問題を解決する時の見方・考え方，態度，方法などに注目する必要がある。これらは新しい問題を解決する際に繰り返し活用されるものであり，問題解決においては極めて重要な働きをするものである。

本研究会議では，問題解決の時に活用される見方や考え方，態度，方法を「数学的な考え方」と捉えることとした。算数・数学教育の中で育てたい問題解決能力というのは，この「数学的な考え方」である。

(2) 自分なりの考え方を振り返る力

子どもたちが自ら問題に積極的に働きかけ，解決した後の活動も重視する必要がある。自分なりに解決した後，時間がくるまで待っているという子どもたちを見かけることがある。このような子どもたちには「自分なりの考え方を振り返る」という活動に取り組ませる必要がある。例えば「本当にその考えや結論でよいのか」を自分自身で明らかにさせることにより，自分の考えに自信を持たせることができる。また，違う方法で確かめをすることで多様な見方や考え方を伸ばすことにもなる。さらに「もっと簡単な方法はないか」，「その考え方はどんな場でも有効か」などを追求させていくことで，次々と自分の力で自分の考えを深め，より洗練された問題解決能力を自ら高めていくことができるわけである。

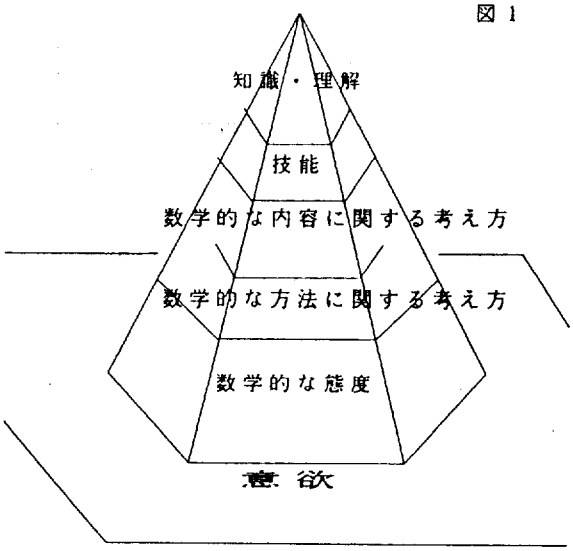
(3) 算数・数学科における問題解決能力をどうみるか

図１に示した要素が相互に関連し合い，効果的な問題解決が行われる。しかし，新しい問題に取り組む子どもたちの様子を見ると，教師の指導のウエイトが図の上部にかかりすぎているのではないかと反省させられる。

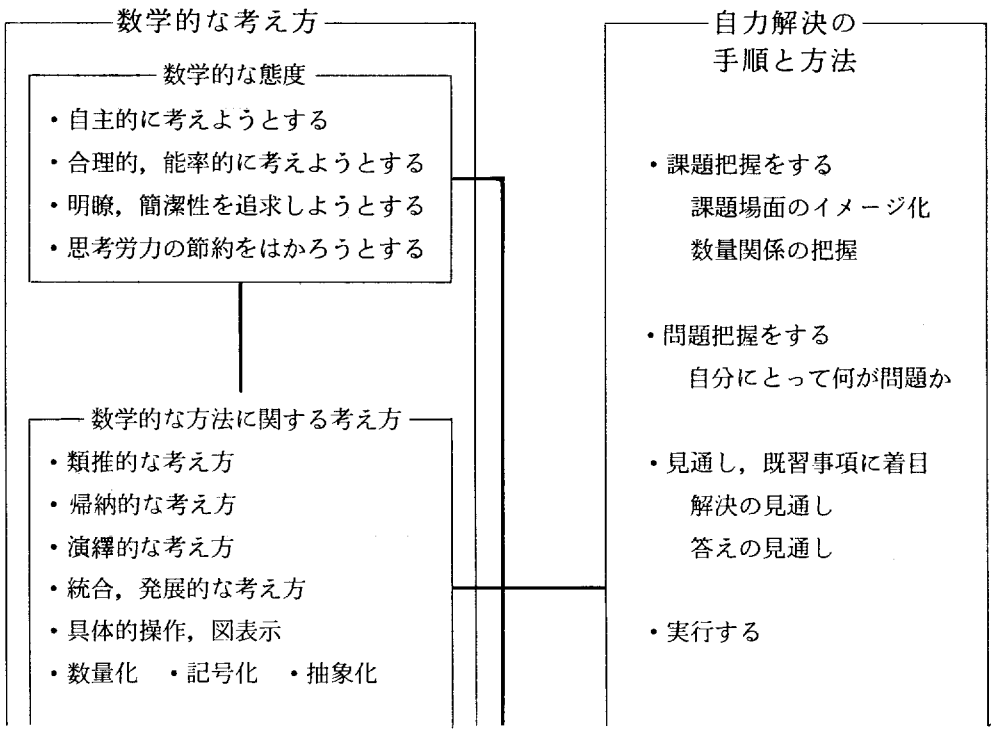
問題に出合い，「どのように解決していくのか」また，「自分なりに解決できた方法が本当によいのか」，「もっとよい方法がないのか」などの数学的な活動を支えているのが図の下部である。これらの関係は，基本的には下部から上部へとその機能が働いていくものと考えられる。

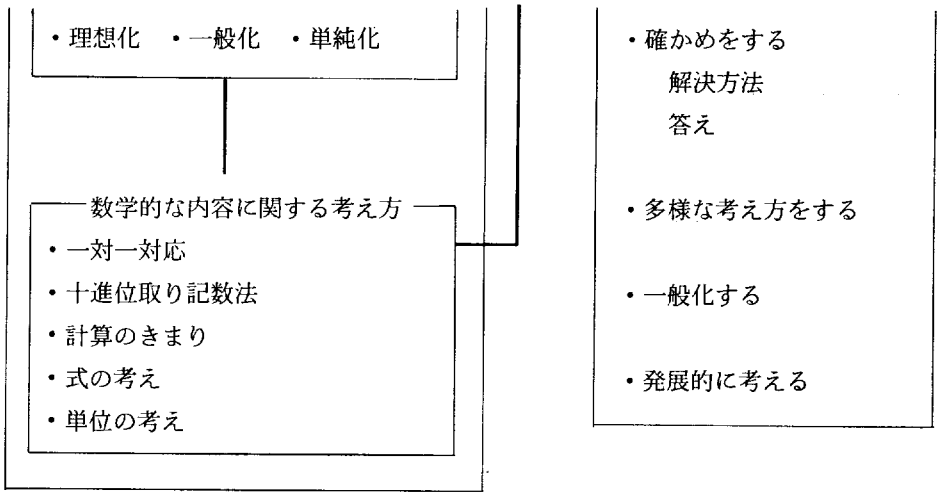
新しい問題に出合った時，獲得すべき知識や技能をはじめから教え授けられたのでは，問題解決能力を伸ばすことにはならないことは右図を見ると明らかであろう。知識や技能を獲得してくる過程で子どもたちが活用しながら身につけてくる数学的な態度や考え方を抜きにした学習指導法は改善していく必要がある。数学的な態度を支える意欲についても十分に留意する必要がある。結論に至ったときの満足感だけではなく，学習過程の中で自分の問題を明確にしたときの充実感，見通しが持てた時の喜び，よりよい解決の方法に気付いたときの喜びなどを持たせることが大切である。これらの情意的な面を評価し，褒め，励ましていくことが，次の問題解決の場面で子ども自らに必要な数学的な態度や考え方を活用させていくことになる。

図 1



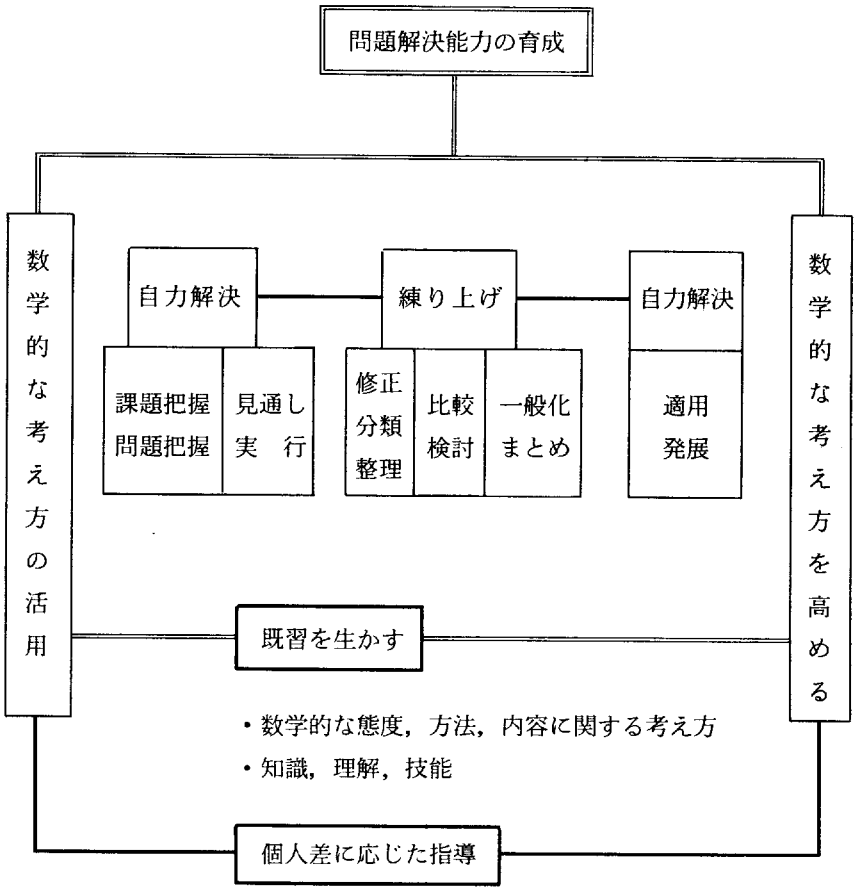
(4) 数学的な考え方と自力解決の手順と方法の概要





片桐重男著「数学的な考え方・態度その指導第１巻」“数学的な考え方，態度一覧”を参考とした。

2. 問題解決能力を育成するための学習指導過程



3. 問題解決能力を育てる学習指導の実際

(1) 単元名　小数のかけ算

(2) 単元目標

- 乗数が小数の場合の乗法の意味と計算方法について理解し，計算に慣れる。
- 小数の乗法についても整数の場合と同じように計算法則が成り立つことを理解する。
- 辺の長さが小数の場合でも求積公式を用いて面積や体積が求められることを理解する。

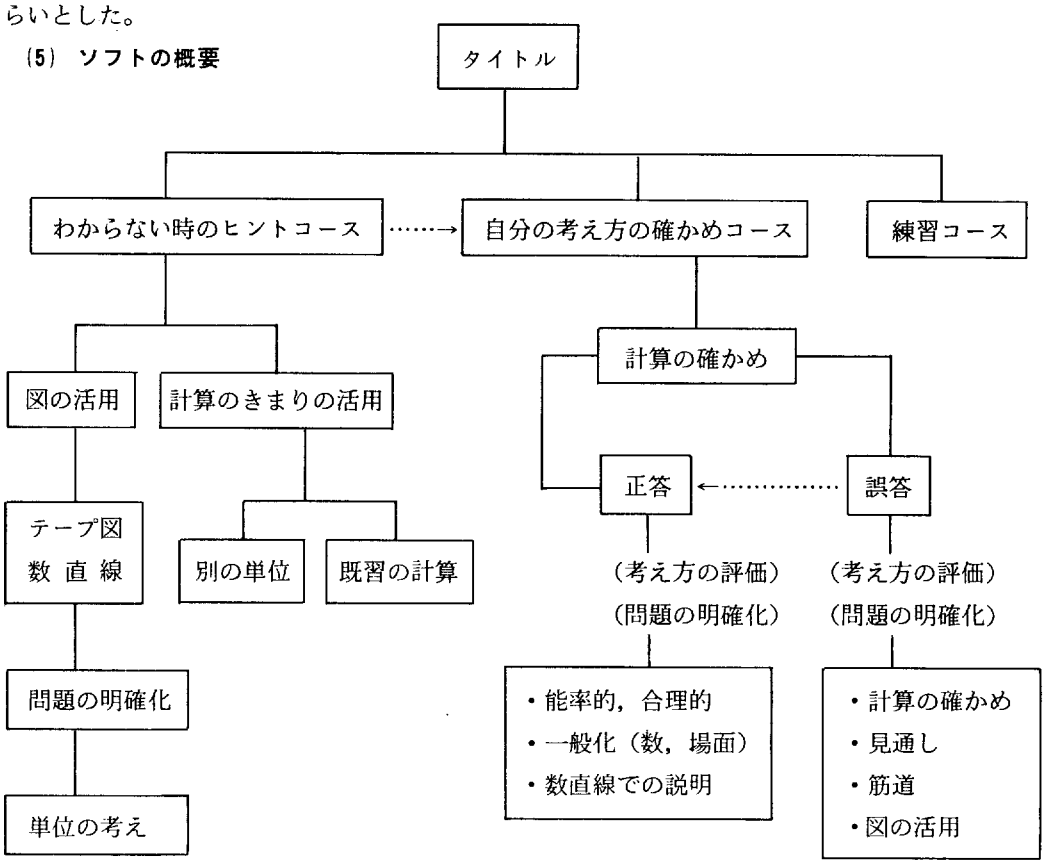
(3) 本時目標

- 既習の計算や解決の方法をもとに整数に小数をかける計算の仕方を工夫し，計算することができる。

(4) コンピュータの利用意図

自力解決の段階では，うまく解決の糸口がつかめない，一つの解決方法ができると時間がくるまで待っている，迂遠な解決方法，計算や考え方のつまずきなど，子どもたちにさまざまな反応が見られる。これらの反応に対して教師が机間指導していくのと同時にコンピュータも並行して活用していく。教師の机間指導は，うまく解決の糸口がつかめない子どもを重点に行うこととし，自分なりの解決ができている子には，コンピュータの活用をさせていく。このような対応により自力解決における机間指導を重点化し，それぞれの子どもが自分なりに学習を少しでも深めていくことをねらいとした。

(5) ソフトの概要

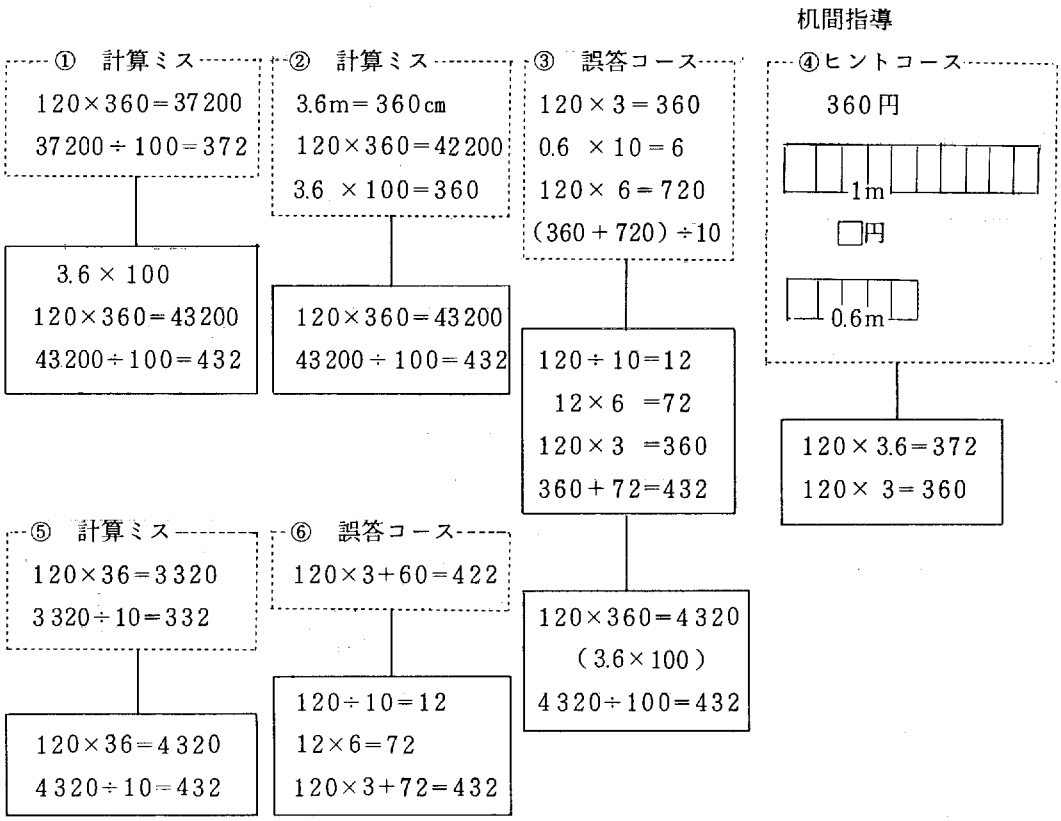


(6) 展　開

学習活動と予想される児童の反応	指導上の留意点
1. 課題を知り，問題を把握する。 1mのねだんが120円のテープがあります。このテープ3.6mの代金はいくらでしょう。 （前時の課題） （本時の課題） 120×3.6の計算の仕方を考えよう。	
2. 見通しを立てる。 ・答は，およそいくらくらいになるか。 ・この計算のどこまでだったらできるか。 ・3mの代金は，360円 ・4mと3mの代金の間　360と480の間	・わからない子どもには，数直線上で3.6mに近いところですぐに求められる代金のところに着目させる。
3. 自力解決させる。 3-1　120×3+120÷10×6 3-2　120÷10×36 3-3　120×360÷100 3-4　120×36÷10 3-5　120×3+60 3-6　120×3÷6 3-7　120×3+120÷6 3-8　120×36 3-9　120×360 3-10　わからない	・自分なりの解決ができた子どもからコンピュータを活用させる。自分の考え方を見つけさせ，メッセージ画面をもとに学習を深めさせる。 ・わからないという反応を重点的に机間指導していく。コンピュータをもとに考えたいという子どもには，コンピュータを活用させる。 ・コンピュータ画面にない反応は，前に用意してある画用紙に書かせる。
4. 計算の仕方を発表する。 ・3-1，3-2，3-3，3-4を説明し，どのような既習事項をもとにした考え方かを明確にする。 0　120　□　（円） 0　1　3.6　（m）	・それぞれの考え方の根拠を明確にさせ，筋道立った考え方になっているかを吟味させる。 ・どの子どもにもわかりやすいように図をもとに説明させる。

・どの計算の仕方が簡単か。 ・分けてやるのはめんどう。 ・3.6を36と考えた方がわかりやすい。	・簡潔，明瞭，思考労力の節約などの観点から考えさせる。 ・類題をやらせて比較させる。
5. まとめ，練習問題をする。 ・3.6倍というのは，もとにする数の1／10の大きさの36倍 ・3.6倍というのは，もとにする数の36倍の1/10と考えられる。	・3.6倍を既習事項をもとに表現させる。 ・数直線をもとに3.6倍を確認させる。

(7) **コンピュータ活用における考え方の修正**



＊自力解決における支援（学級人数　28名）

・ヒントがほしいコース……4名（図　3名　計算のきまり　1名）

・自分の考え方を確かめたいコース……17名

・机間指導で対応した人数……15名（問答　10名　指示　6名）

・コンピュータ活用……24名　コンピュータ活用しない……4名

4. 問題解決能力を育てるCAIコースウェアの開発

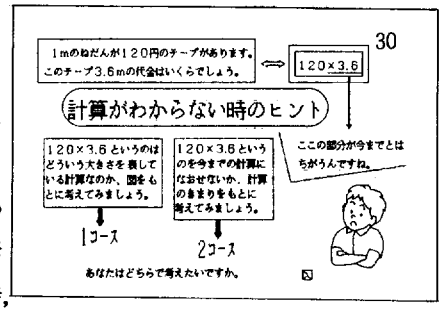
(1) わからないという子どもに対する支援

わからないという子どもに直接，結論を示してしまったのでは，その子どもの学習が成立しないのは当然のことである。では，あとどのようなことを学習させなければならないかを考える必要がある。例えば，「120×3.6の計算を考える」という課題に対して「答えは432です」と画面に提示したのでは，「120×4.6」とかける数がすこし変わっただけで，どうしてよいのかわからなくなってしまう。「120×3.6×10÷10」とやりかたを示してあげれば，どうして答えが432になるのかわかり，「120×4.6」の計算も同じように答えが出せるものと思われる。しかし，「120×3.65」という問題が出された時はどうであろうか。おそらくまた，困ってしまい動けないのではないかと思われる。なぜなら，10倍して10で割ることの意味やよさが充分に理解されていないからである。単にかけ算のやり方だけを身につけただけでは，このような計算の場面が割り算になったり，分数の場になったりしたとき果たして自分で解決できるかどうか甚だ疑問である。

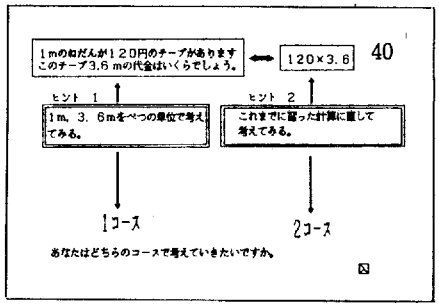
このように「わからない」という反応に対して直接，知識・理解や技能，やり方に関わるメッセージを示しても，その子どもにとって生きて働く力（問題解決能力）を身につけさせたことにはならない。コンピュータ画面で子どもに対応する場合でも，「個が生きる学び方」を身につけさせることを充分に考える必要がある。

① 個が生きる学び方を身につけさせる

右資料「小数のかけ算」で，わからないという反応をした子どもには次のような対応をすることにした。まず，フレーム30で「計算の意味から考える」1のコースと「計算のきまりをもとに考えてみる」2のコースを選択させた。この2つの考え方は，計算の仕方を考える時，1年生から繰り返し活用されてきたものである。今後も計算の仕方を考えていく時，どちらかまたは，両方の考え方をもとにすれば，解決の糸口を自分の力でつかむことができるものと思われる。



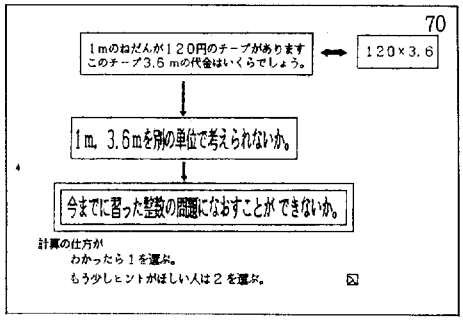
子どもたちの思考の特性として，図などの具体的なイメージをもとに考えることが得意な子ども，形式的に計算のきまりなどを操作しながら考えることが得意な子どもがいる。この意味からも自分はどちらの考え方で取り組みたいかを判断させることは大切なことである。フレーム40では，計算のきまりを活用していく時どのような方法があるのかを示した。ヒント1は単位の考え，ヒント2は単純化の考えである。

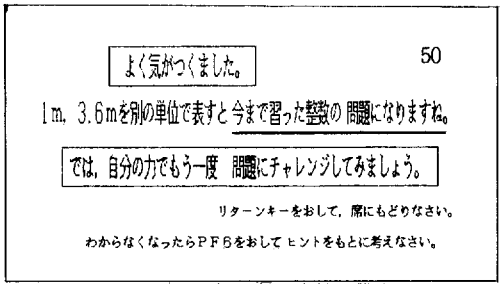


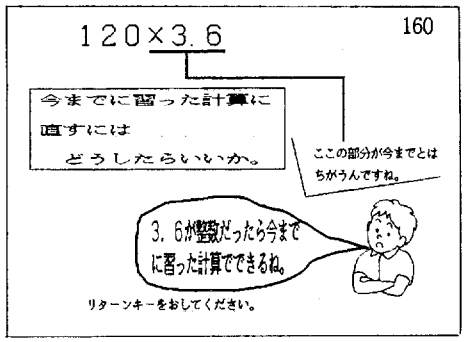
フレーム70，フレーム160はどちらも単純化して考えられないかと発問している。これは，当面している問題を克服するための方法をフレーム40より少しだけ具体化したメッセージである。できるだけ直接的に結論に至るようなメッセージを与えるのではなく，子ども自らが，解決の糸口を見つけだせるような過程を大切にしようと考えた。

② 解決の糸口をつかんだら自分の力で考える

フレーム70で計算の仕方に気付いたら，フレーム50の指示で自分の席に戻って自力解決するというようにした。全て結論に至るまで細かく段階を区切って学習させることは，かえって問題解決能力を使わせないことになる。そこで自分なりに考えていけそうだと判断した時点で，そこから自力解決させるようにコースの流れを作成した。







(2) 自分の考えを振り返るための支援

既習の内容，事柄，方法を活用して自分なりの結論を得るとそこで学習が終わってしまう子どもが多い。この子どもたちには，さらに自分の学習を深めさせる学び方を身につけさせることが大切である。例えば表1のような事柄を自問自答させながら考えさせていくことで一段と問題解決能力を高めていける。 <表1>

「自分の考え方にまちがいはないのか」（筋道，論理的）	「自分の考えはどんなことを根拠にしているのか」（筋道，論理的）
「もっと簡単にやる方法はないか」（簡潔，思考労力の節約）	「どんな時でもうまくいく方法か」（一般化）
「今までの学習と似ているところはないか」（統合的）	「問題の条件を変えるとどんな問題になるか」（発展的）

そこで，上に示したような数学的な態度，考え方，方法に関するメッセージをコンピュータ画面にできるだけ提示していくこととした。

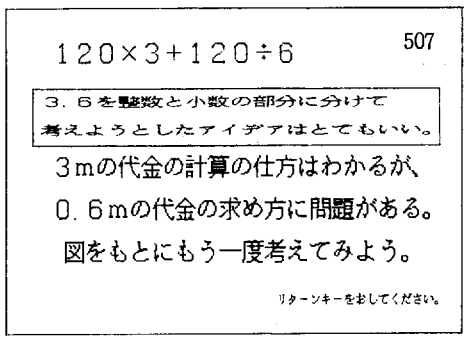
① 子どもの反応を分岐する。

「小学5年 小数のかけ算」

まず，自分の考え方はどれなのかを選ばせる。この時の分岐の仕方はいろいろあるが，ここではフレーム501で答えが見通しを立てた大きさの範囲にあるかどうかを問い，答えを入力させ分岐していった。答えが合っていれば，フレーム302の指示に従い自分の考えと同じものをさがしていく答えが違う場合は，誤答フレームから自分と同じ考えを選ばせ，それぞれに対応していった。

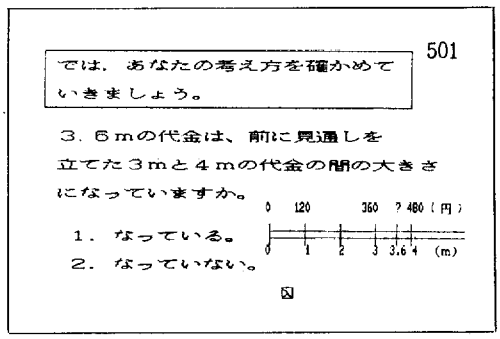
② 子どもの考え方を評価（考え方の根を褒め・励ます）する。

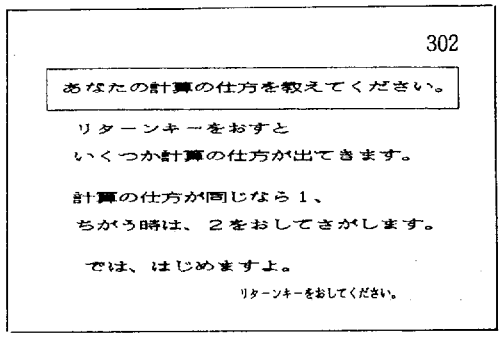
予想される反応は事前に調査し，できる限りあげておいた。これらの反応に対して，「どのような考え方をもとにしているのか」，「その考えかたのよさはどこか」をフレーム520やフレーム710のようにメッセージとして提示した。これは，自分が活用した数学的な態度や考え，方法がどんなものかを子どもたちに把握させ，褒め・励ますことで印象づけようと考えたからである。この褒め・励ましは解決の仕方が違っている反応にたいしても同様に行う。フレーム507のように「どのようなところに着眼して解決しようとしたのか」その部分を褒め・励ますのである。どの反応にもその子どもなりの解決のためのアイディアがある。自ら使おうとしたその態度（意思決定）を大切にしていくことは問題解決能力を育成していくうえでとても大切である。自ら問題に積極的に働きかけようという意思や意欲がなければ，いかに問題解決のための学び方を身につけてもそれを充分には発揮できない。日常の授業の机間指導の場では，一人ひとりの反応に対してこのような活動は量的な面で難しいことである。

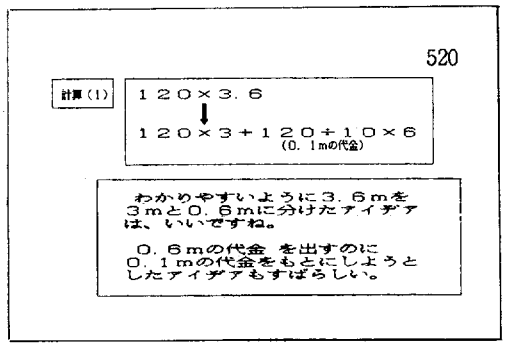


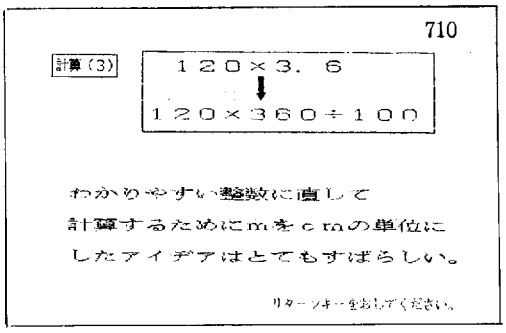
③ その子どもが次に考えねばならない問題を明確にする。

評価，褒め・励ましの後でその反応の問題点を示し，次に何を考えなければならないか





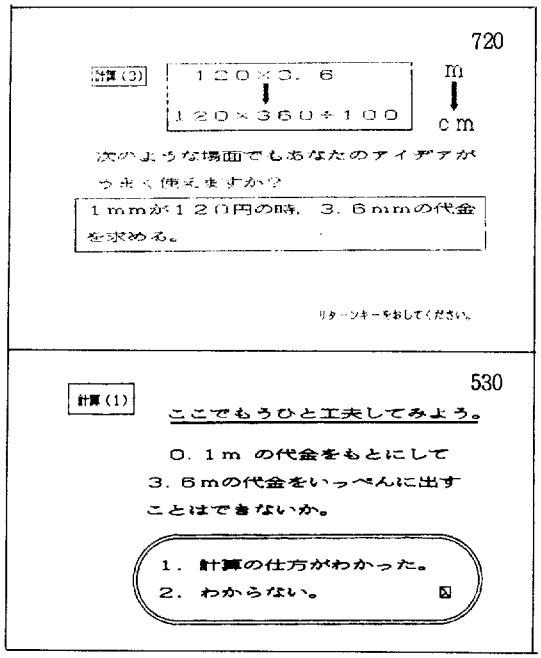




を明確にさせる。

フレーム520の考えの子どもが「もっと簡単に考えられないか」と自問自答すればよいのだが，初めのうちはなかなかうまくいかない。そこでフレーム530のように「一度に出すことはできないか」と，次にこの子どもが考えなければならない問題を提示した。

フレーム710の子どもには，「どんな場面でもその考えが使えるのか」という一般化していく方向でフレーム720のメッセージを提示した。このような数学的な態度や考え方については次の練り上げの段階でやるのだと思いこんでいる子どもたちが見られる。



練り上げの段階でこのような数学的な態度や考え方を全体の場で考えていくのは，自力解決においてもこのような問いを自ら発して問題解決していくことを期待するからである。このような意識を育てていくうえで個々に次に何をしていく必要があるのかをメッセージとして画面に提示していくことは有効な方法だと思われる。

Ⅳ　研究の結果と考察

1.　「小学5年　小数のかけ算」の結果と考察

(1)　1人1台の利用

子どもたちの反応は多様である。それぞれの発想も違うし，問題解決能力もちがう。当然つまずきの場所も解決の糸口に気付く段階もちがう。問題解決能力を育成していくためには，できるだけ自分だけの力で問題に取り組む時間と場を保障することが大切である。練習や習熟，理解を深めるなどの場では，2人1台の活用も有効であろうが，新しい問題に取り組む段階の学習では1人1台が望ましい。しかし，コンピュータの設置状況は，現在2人1台である。そこで4年生と5年生の2つの授業では，ローテーション方式で1人1台のコンピュータ利用を取り入れることとした。基本的な考えとして全員が一斉に使うのは，課題把握・問題把握や適用の場面とした。自力解決の場面では，初めは全員机に向かい自分の力で取り組んでみる。その後，「どのように考えたらよいかわからない子ども」や「自分なりに解決した子ども」が自分の学習の速度や必要に応じて先生と話し合ったり，あるいはコンピュータのところに行くということにした。コースの流れは，先程述べたように自分なりの解決の糸口がつかめたり，次に自分が考えなくてはならないことがつかめたら自分の席に戻って自力解決を再度始めるというものである。

4年生の割り算と5年生の小数のかけ算の授業の1人1台での活用状況は，次の様である。

自力解決の時間は，約20分であった。4年生の4人は時間不足で使用ができなかった。5年生の4人は自分の意思でコンピュータを使わなかった。4年生は，特に人数が多かったが，1人3分か

＜コンピュータの活用状況＞

学　年	4年	5年
使　用	34人	24人
未使用	4人	4人

ら5分位でわりあいスムースにローテーションしていた。しかし，自分のコース以外のところも見ようとして9分近くコンピュータに向かっている子どもが5人ほどいた。5年生はさすがにこのようなことは少なかった。自分なりの問題がつかめたり，解決の糸口がつかめたところでローテーションすれば，1人1台の活用もうまくいくものと思われる。また，5年生の4人の子どものように自分で学習が進められるような子どもが育ってくると1人1台の利用もさらに効果的に行えるようになる。

学習の仕方が身につき，多様に考えよう，一般化してみよう，条件を変えて考えてみよう，確かめをしてみようなどの主体的な学習が成立するまでにはかなりの時間がかかる。日々の授業の積み重ねはもとより，自分の取り組みをコンピュータを利用して解決の糸口の捉え方や学び方を個々に見直させることも有効である。

(2) わからないという反応に対しての手立て

3人の子どもがコンピュータの「ヒントがほしいコース」を選んだ。3人とも数直線をもとに，考えるコースでスタートしたが，途中からテープ図を使って考えている。この画面には，時間差を利用して0.1mの代金の大きさが移動するように作成してある。この画面を見て3人とも「0.6mの代金が求められそうだ」と反応している。しかし，その結果は正解には至らなかった。動画のイメージをわかせる働きの大きさを実感した。担任に聞くと形式的に考えていくことが苦手な子どものようだ。「はっ」と気付くような場をコンピュータを活用していくことで，今以上に広げられそうである。

(3) 教師の評価とコンピュータの利用法

自力解決の中で子どもたちが積極的に質問をしてくれた。10人以上からの質問であった。普段なら最後まで廻れないところであるが，この日はかなりスムースに机間指導ができた。子どもたちの積極的な意思表示は，とてもすばらしいと思った。数学的な態度や教え方についての発問をしていくうちに「この段階までくるとコンピュータの画面で対応できそうだ」と手立ての見当がついた。かなり効率的に対応ができた。コンピュータの現在苦手な総括的に判断する部分をできるだけ教師の方でやる。そして，子どもにどのコース，あるいはどの画面をもとに考えるとよいかを指示してあげれば量的にも質的にも今以上の個に応じた指導が期待できる。

V　研究のまとめと今後の課題

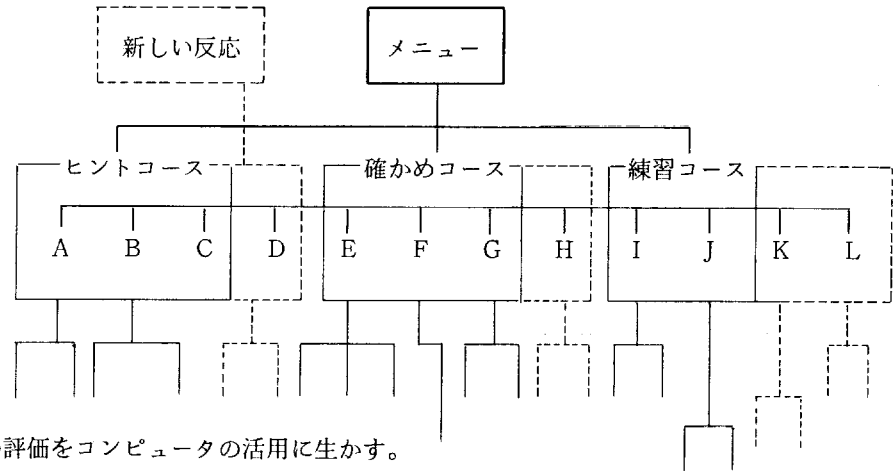
1. 研究のまとめ

(1) 自力解決を支援するためのＣＡＩコースウェアの基本的な考え方

・コースを3つのブロックにする。

自力解決の支援コースウェア
- 解決の糸口を見つけることを支援するコース（ヒントコース）
- 自分なりの考え方を深め，広げることを支援するコース（確かめコース）
- 練習，習熟を支援するコース（練習コース）

・発問，メッセージは，数学的な考え方をもとにする。（数学的な考え方の自問自答）
・学習者の考え方を評価し，褒め，励まし，問題点を明示する。
・予想される反応は，出来る限りコースに入れておく。新しい反応を組み込みやすいように並列，独立型にしておき，一般性のあるものへと修正していけるようにしておく。



・教師の評価をコンピュータの活用に生かす。
・1人1台の活用をめざす。

(2) コースの分岐をスムースにするには

コースの流れをスムースにするためには，子どもたちの数学的な態度や考え方を高めていく必要がある。「教えてもらい理解する」から「自分なりの考え方をもとに問題を乗り越えていく」という主体的な態度，式を読む力，式と図の関係を見抜く力等が望まれる。これらを日々の授業で育てていかない限り，いくらコンピュータで個が生きるよう考えた手立てを講じても子どもたちにとっては効果的なものとはならないものと思われる。

2. 今後の課題

① 学習者の問題解決能力の変容をどうとらえるか。確かに学習を積むことで変容が感じられるが，それを分析しやすいような工夫をする。（数処理化）
② 学習履歴を活用し，学習者の思考の傾向を分析する。
③ 学習指導過程におけるコンピュータ活用の時間設定の工夫。
④ 問題解決能力を育成する支援のためのＣＡＩコースウェアの開発をどのようにしていくと短い時間と少ない労力で作成できるか。

◦開発ソフト一覧

	学年	ソフト名	ソフトの内容	対称ソフト
小	1	なんばんめ	順序数の理解を深める	S-ACE
	2	かけ算	かけ算九九練習，習熟	F-BASIC
学	2	数あてゲーム	数の大小の判定をもとに数をあてる	F-BASIC
	3	かけ算	2位数×1位数の計算の仕方を考える（学び方）	S-ACE
校	4	わり算	3位数÷2位数の計算の仕方を考える（学び方）	S-ACE
	5	小数のかけ算	小数のかけ算の計算の仕方を考える（学び方）	S-ACE

	6	スパイロラトラル	図形の形と数の関係を見つける	F-BASIC
中学校	2	合同　証明	証明の仕方を考える（個人差への対応）	S-ACE
	2	連立方程式	連立方程式の問題の解き方（個人差への対応）	S-ACE

◦参考文献

片桐　重男　「数学的な考え方・態度その指導第１巻」　明治図書　1988年
「数学的な考え方・態度その指導第２巻」　明治図書　1988年
「数学的な考え方の具体化」　明治図書　1988年
「問題解決過程と発問分析」　明治図書　1988年
文部省　「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」　東洋館　1984年
文部省　「教育課程実施状況に関する総合調査報告」　東洋館　1985年
熱海・伊藤編　「小学校達成度調査を生かす授業改善」　明治図書　1984年
片桐・古藤・平岡編　「最新中学校数学科指導法講座２・３」　明治図書　1985年
「問題解決の能力を伸ばす指導」　明治図書　1985年
「新しい視点からの教材研究」　明治図書　1985年
能田伸彦編　「算数・数学授業の設計と実際」　東洋館　1979年
「評価を中心にした科学的方法」
中嶽治麿編　授業の最適化研究入門　明治図書　1980年
西之園晴夫　コンピュータによる授業設計と評価　明治図書　1986年
芦葉浪久　ＣＡＩコースウェア作成技法　東京書籍　1987年
水越敏行　個別化教育への新しい提案　東京書籍　1988年
梶田叡一　教育評価展望Ⅱ第５号　自己評価を形成的に　明治図書　1988年

◦指導助言者

文教大学教授（専門員）	片桐　重男	川崎市立商業高等学校	石川　一雄
日本教育新聞教育情報室長	早野　清	定時制教頭	
川崎市立金程中学校長	小椿　威	第１研究室長	原　勤
前川崎市立田島中学校長	矢吹　勝弥	第２研究室長	橋本　貞和
川崎市立白幡台小学校長	金松　剛	主任研究員	桜谷　昭夫
川崎市立京町小学校長	池田　春平		大串　一彦
川崎市立南菅小学校長	市川　道夫		
川崎市立白山中学校	後藤　信彦		
川崎市立西丸子小学校	兼田　寿		