

CAIを中心とした学習の個別化

—算数科におけるCAIの実践を通して—

大里 朝彦^{*1}、小林柳子^{*2}

相模原市教育委員会は、昭和61年度「フロンティアスクール研究構想」を計画し、その「研究構想」の中で、本校は「パーソナルコンピュータを活用して授業改善を図る」という課題で実践を進めてきた。「一人ひとりを生かす学習指導の研究」(—CAIを中心とした学習の個別化—)というテーマのもと、パソコンの持つ多機能性、個別化指導への活用性、子ども自身による利用性等を積極的に生かす中で、全児童の個人差に迫る学習指導法研究の一環としてのCAI研究に取り組んで6年目を迎えていた。

〈キーワード〉 CAI 算数教育 個別化 6段階学習指導過程 個人差 分岐

I. 研究の概要

1. 本校パソコン活用の基本姿勢10ヶ条

研究を推進するにあたり、本校教育の全体像・教育内容等を再度見直し、共通認識するなかで、次のような研究の基本姿勢を設定した。

- ① 本校教育活動の中に、有効、適切にパソコン活用を位置づける。
- ② 全教職員、全児童がパソコンに慣れ、親しむ。
- ③ 児童一人ひとりの個に迫る授業改善研究の一環として、パソコンを有効、適切に活用する。
- ④ 一学級児童数以上のパソコン台数(65台)を所有しているというメリットを積極的に生かしていく。
- ⑤ 当面は、算数科中心のCAI研究とする。
- ⑥ 特別活動や促進学習にもパソコンを活用する
- ⑦ 個に迫る学習指導過程の基本型をおさえ(6段階学習指導過程)
- ⑧ 素朴でも、自作ソフトウェア作成に力点をおく。
- ⑨ CAIコースウェア作成の視点をしっかりとつ。
- ⑩ 自作ソフト以外に、市販ソフトや他校、他機関作成ソフトも活用していく。

以上の10ヶ条の基本姿勢は、6年目を迎えた現在でも色あせることなく、研究の根底に脈々と流れおり、これを基盤とした研究の方向は新たな広がりを見せている。

*1 OHSATO Tomohiko : 相模原市立淵野辺小学校

*2 KOBAYASI Ryuko : 相模原市立淵野辺小学校

2. 研究の基本方向

CAIを中心に、CL指導、CMI面への取り組み等を推進する。それぞれの理論を再確認しながら、理論と実践の調和的構築を図るとともに、コンピュータの統合的・有効的活用の一層の深化・充実を図る。

3. 研究の視点

(1) 一人ひとりを生かす授業実践

個性や能力の異なる子どもを、どの場面にどのようにかかわらせ、生かしていくかは大切なことである。そのためには、ねらいに即した指導内容の設定、協力指導体制の推進、一斉授業のよさの活用、画一授業からの脱皮、個々の学習活動の方向づけや軌道の修正等に心がけなければならない。

本研究は、この指導理念の基に、六段階授業仮説を検証できる教材の分析・検討、課題の具現化を通して、児童に形成的な項目設定によるスモー



ルステップを踏ませ、学習における成就感・達成感・協力の喜びを個人で、また、集団の中で体得させる学習活動をめざしている。

これらを具現化し、実践による成果を期待するためには、徹底した教材研究、個人理解、好ましい学習母体づくりの推進充実などが学習を支える要素として考えられる。

(2) CAIによる授業実践とソフト開発

- ① 個別・個性化アプローチ発想を再認識したCAIコースウェアの開発と実践。
- ② 多角・多様なCAIソフトの開発と実践。
- ③ 自作既成CAIソフトの積極的利用と部分修正。
- ④ 他校・他機関ソフト（含む他教科）の検討と活用。
- ⑤ 児童の変容把握。（簡易履歴情報処理）
- ⑥ 系統計算ドリル（淵っ子学習）の活用。
- ⑦ 速進・未到達児童へのフォロー指導の充実。

⑧ 新指導要領に基づいた年間指導計画の作成。

⑨ ティームティーチングの研究推進。

⑩ 学習指導案の見直し。

(3) リテラシー育成指導

- ① CAI場面における意図的・機会的指導。
- ② 各学年段階に応じたコンピュータリテラシ一指導（ロゴ指導）の計画と実践。
- ③ 児童の主体的活用の工夫。

(4) CMI等と淵っ子活動

- ① 特別活動等におけるコンピュータリテラシ一指導の拡充。
- ② 他校ソフトの整備と活用。
- ③ 各種アプリケーションソフトの効果的利用。

以上の視点をもとに、個人差に応じた指導、コンピュータの有効・適切な教育的活用、算数科新指導要領の精神を生かした指導の研究を相乘的・有機的に推進している。（図1参照）

図1 研究の基本構想

研究課題

パーソナルコンピュータ活用による学習の個別化・多様化

フロンティア研究構想

研究の方向

- ・児童理解を通し、人間尊重の教育観
 - ・児童観の問い合わせをする。
- ・一斉授業の良さを積極的に評価し、同時にその問題点に着目しながら、コンピュータ利用による授業改善を図る。
- ・学習の個別化・多様化の実現のために、ふだんの授業とCAIの一体化を図る。

研究主題

- 一人ひとりが生きる学習指導の研究
－CAIを中心とした学習の個別化－

研究の視点

- ・一人ひとりを生かし、よりよい授業の創造を目指した授業改善を図る。
- ・全職員でかかる研究体制を作る。そのため、年次的段階的な研究計画を立てる。
- ・市教育委員会（指導課・教育研究所及びその他研究所団体）と連携を取り、研究を進める。

教師の姿勢

- ・教材研究の推進、充実
- ・個人理解の推進、充実
- ・好ましい学習母体作りの推進、充実

授業改善

めざす授業像

- ・一斉授業の中で、児童一人ひとりが生きる算数科の6段階学習指導過程の基本型を重視する。
- ・6段階学習指導過程を原則とした指導を展開する。

パソコンを表現の友だちに

- ・児童の主体的、創造的パソコンの取り組みとリテラシーの育成を図る。

（ロゴ指導等）

パソコンを学習の友だちに

- ・児童の能力や適性（個人差）に応じた個別学習を進める。

（算数科指導）

パソコンの自然な広がり

- ・本校教育のいくつかの場面に自然な広がり、馴染みつつあるパソコンの活用（含むCMI）の漸進を図り、授業改善に資する。

（淵っ子活動とCMI）

II. 算数科へのコンピュータ利用

1. コンピュータ利用の基本的視点

(1) 算数科へのコンピュータ活用の基本的考え方

算数科へのコンピュータ利用の具体的な基本方向として、以下の3点があげられる。

- ① コンピュータの利用により、学習指導方法の改善・充実を図る。そのため C A I を中心とする。
- ② コンピュータの特性、機能を生かして、全ての教科・領域等で多様な利用を工夫するが、当面は、算数科中心とする。
- ③ 単なる受身的利用にとどまらず、積極的に学習を取り組む授業の展開を図る。このためにソフトの工夫や、授業にいろいろな活動を取り入れる等、子どもと子どもの触れ合いについても配慮する。

(2) ふだんの授業と C A I の一体化

「一斉授業の中での個別化」「個人差のとらえ方」「指導の個別化と内容の個別化」を追求する中で、ふだんの授業と C A I の位置づけを図ってきた。

① 一斉授業の中での個別化

子どもをかけがいのない人間として尊重し、子どもの知識、体験、学習能力、興味関心、生活経験等の個人差に着目し、諸側面から多面的に、一人ひとりがもっている個性や能力を最大限に伸ばしていくことを目指している。

② 個人差のとらえ方

個人差のとらえ方として、本校では、量的な個人差と質的な個人差の二つの側面を考えた。

量的な個人差としては、到達度としての差・学習速度の差。質的な個人差としては、興味関心のちがい・問題解決の手段の違いなどがあげられる。これらの個人差の諸側面は互いに関連しあっているので、単独で存在するものではないが、本校では、主として量的個人差・主として質的個人差のとらえをし、その指導の手立ての研究を進めている。

ア. 量的な個人差のとらえとして

a) 到達度の差

望ましい学習活動においては、基礎的な知識・技能の習得は欠くことができない。子どもが、主体的な学習を進めていく中で、基礎的な知識・技能の習得状況には違いがあり、その個人差に応じた指導をする必要がある。

b) 学習速度の差

子どもの学習活動をみると、課題に対しての理解・問題の解き方・ノートの記述・図や具体物での操作・計算等の面で、一人ひとり学習速度の差がある。子どもの学習速度の差を的確にとらえ、速度の遅い子どもにも、自力で課題解決に取り組めるような時間や内容をできるだけ保障してあげる必要がある。

イ. 質的な個人差のとらえとして

a) 興味・関心の違い

子どもは、学習や生活の場で様々な事象事物にふれているので、興味・関心の対象には個人差が生じる。できる限り、幅広く子どもの興味・関心をとらえ、その個人差に適合した指導計画を立てるようしたい。

b) 考え方の違い、問題解決の手段の違い

子どもの問題解決の方法をみると、何通りもの方法で答えを導く子どもがいたり、図式化して分かりやすく説明できる子もいる。しかし、どうすればよいか分からず、問題解決の方法すら見いだせない子どももいる。

それぞれの子どもの考え方の特徴・間違いややすい傾向などを把握し、考え方を類型化し、誤答分析して、それぞれの個人差に対応する必要がある。

③ 個別化の工夫

一人ひとりを生かす学習指導の基本課程の構造図は表1の通りである。（次ページ表1参照）

④ 普段の授業と C A I の違い

ア. 「とく」段階での使われ方

a) ふだんの授業では

- 体験を重視し、できるだけ児童の身近にあり、



表1 6段階学習指導過程

学習指導過程		主な学習形態	個へ迫る主な視点	主な学習コース	診断評価(事前評価)	PC等使用	使用濃度
					評価ポイント		
つかむ	・課題提示・把握・理解 ・興味・関心・意欲 ・好奇心・思考・発表	・一斉				OHP VTR PC	◎ ◎ ●
見通す	・課題解決の見通し ・方法の発見・表現	・一斉 ・グループ ・個人 ・ペア	・個別化 ・個性化 ・類型化	・単線型 ・複線型		PC OHP アナライザー	● ◎ ●
とく	・問題追求(自主・自力解決) ・思考・観察・行動・実験 ・表現・鑑賞・しらべる	・一斉 ・グループ ・ペア ・個人 ・コーナー(広場)	・個別化 ・個性化 ・類型化	・単線型 ・複線型	形成評価項目によるスマートルスティップづくり。 フィードバック教材の用意(含評価ポイント)	PC アナライザー	◎ ●
ねりあう	・相互検討(集団討議) ・思考・発表・確かめる	・一斉 ・グループ				OHP	◎
まとめる	・まとめ・発展 ・解決・深化・わかる	・一斉 ・個人			発展教材の用意(含評価ポイント) 自己評価	OHP PC	◎ ◎
ためす	・定着・応用 ・補充・練習・次時へ	・個人 ・ペア ・グループ	・個別化 ・個性化 ・類型化	・単線型 ・複線型	定着教材の用意(含評価ポイント)	PC OHP	◎ ●
					総合評価(事後評価)	◎ ◎ ●	濃度を示す

興味の持てる題材を選ぶ。より具体的な教材、教具を使用し、実際に操作しながら考えさせる。

- 一人ひとりが自分なりの考え方持てるような教材・教具の充実や発問の工夫、時間の確保。(具体物、半具体物等補助教具の準備、ヒントカード、ワークシート、チャレンジカード等)
- 発表時の個人の考え方尊重のための工夫。(氏名札等)
- 発表、ねりあいの充実のための意見提示の工夫。(トラベニアップ、小黒板等)

などが、実践されている。

b) CAI授業では

- 問題理解を助けるためのグラフィックや、ミュレーション画面の利用。
- プレテストにより理解度をはかり、それに適応したコースウェアの設定。
- 達成度に応じた内容設定で個々の速度やミスに応じた展開の工夫。
- 主体性、意欲を持たせるために、興味に応じ

た資料、題材を選べる工夫。

- いくつかある考え方の中から自分の学習方法を選んで進める工夫。

などが、実践されている。

i. 類型化に見るちがい

問題解決・思考・処理能力といったものを、A : 下位、B : 中位、C : 上位、と分ける量的な個人差においては、CAIの最も得意とする分野である。ふだんの授業でも、目的をもった机間巡回助言、補助教材、ヒントカードなど、様々な工夫を試みている。しかし、

- 適時性(一人ひとりの到達度に適した段階、タイミングで提示できる)
- 即時性(入力に対し瞬時の反応がある)
- 同時性(どの子も無駄な時間を過ごすことなく常に学習できる)

は、LANシステムのCAIならではの長所である。

III. 個に応じたソフト作り

1. ソフト開発の必要性

(1) 市販ソフトの現状

教育用ソフトは数多く商品化されている。しかしその多くは個人学習を対象にしたものであり、ドリル的内容が多い。その内容も一般的な学力を想定したものが多く、個々全員に対応したものとは考えにくい。また、ネットワーク上では作動しないため学習履歴の収集ができない。

(2) ソフト開発の理由

本校では「一斉授業の中での個別化を目指す」ということを研究の中心とし、教師によるソフト開発を進めてきた。その理由として、次の五点が挙げられる。

- ① 現場の教師が児童の実態を一番よく把握している。
- ② 授業の豊かな経験を生かせる。
- ③ 教材研究、教材把握が十分にできる。
- ④ 個に合わせたソフトの修正が可能である。
- ⑤ LANシステムに市販ソフトがのらない。

2. 一斉授業での個別化

(1) 量的対応から質的対応へ

本校のコースウェア作成の意識は、量的個人差対応から質的個人差対応へと拡張されてきた。当初のソフトは、コースの流れが直線的であり個別化の手段である分岐の仕方も「正解」「不正解」の二通りで対応させたものが多く、学習者の意識が反映されにくいという問題点が見えてきた。

そこで、分岐の仕方を工夫することにより、少しでも学習者の意志を反映させたり、目標到達までのコースを複線化したり、また検索させたり、と学習者一人ひとりに対応したソフト作りを目指している。

(2) 誤答分析から

一人ひとりに目標に応じた学習させるためには誤答分析が必要である。これは、学習者がどのような誤りをおかすかを想定し、その原因や治療方法を考えるためにもある。この分析結果をコースの中に生かすことで個人差に対応できると考えた。

誤答分析の検討には教師グループによる討議が必要になる。多くの教師の経験や資料をもとに充分な話し合いにより、よりよい誤答分析が可能になる。

(3) 興味・関心の違いから

子どもの考え方、興味・関心は一人ひとりちがう。それならば目標に達成するにも当然子どもによって異なったアプローチの仕方があるはずである。そこでメニュー画面での選択という手法をとることになる。

3. 「一斉授業での個別化」のための分岐例

(1) メニュー画面による分岐例

① 児童の興味・関心に応じた分岐例

5年「小数のかけ算」

明さんは………。好きなコースを選んでやってみましょう

1. 背の高さ比べコース
2. 体重比べコース
3. 早さ比べコース
4. 水のみ比べコース
5. 全て終わった



- 児童が自分で学習したいコースを選択して、学習を進めることができる。
- 一つのコースが終わると、またメニュー画面にもどり選択ができるようになっている。
- 学習速度の違いによってコース数が考えてある。
- ② 児童の考え方に対するコースを選ぶことによる分岐例

5年「円」

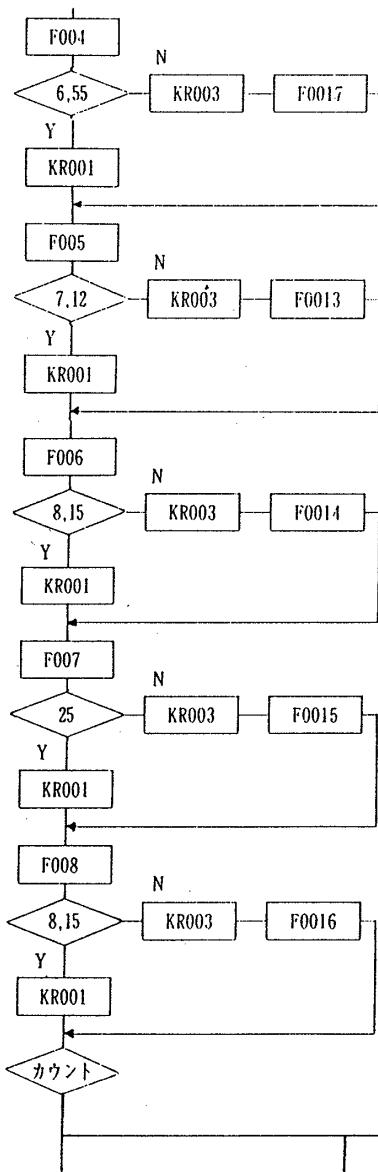
次のコースの中から選んで勉強を始めましょう。

1. 方眼コース
2. おうぎ形コース
3. 玉ねぎ形コース
4. その他のコース



- 自分のイメージに近いものを選べるように設定した。また、その他のコースではプリントを使用したり、実物を使ったりしている。
- いくつかのコースでの確かめをおえると、問題が設定（2コース：らくらくコースと博士コース）してあり児童の理解の様子を確かめられるようになっている。

(2) 点数による分岐例 (アカウント分岐)



2年 「時刻と時間」

プレテスト1 時刻読み

(F 004)

おやおや
もうこんな時こくだ
いまなん時なん分ですか
時分

わからないときは
だけをおしめしょう。

プレテスト2 時刻読み

(F 005)

まだねています
なん時なん分かな
時分

わからないときは
だけをおしめしょう。

プレテスト3 時間読み

(F 006)

7時15分に
なってしまいました
あと1時間ねると
なん時なん分に
なってしまうかな
時分

わからないときは
だけをおしめしょう。

プレテスト4 時間の差

(F 007)

8時5分だ!
すっかりねぼうだ
ちこくするぞ
学校は8時はんからだ
あとなん分間あるかな
分間

わからないときは
だけをおしめしょう。

プレテスト5 時間読み

(F 008)

8時5分から
10分間でごはんを
たべます
たべおわるのは
時分

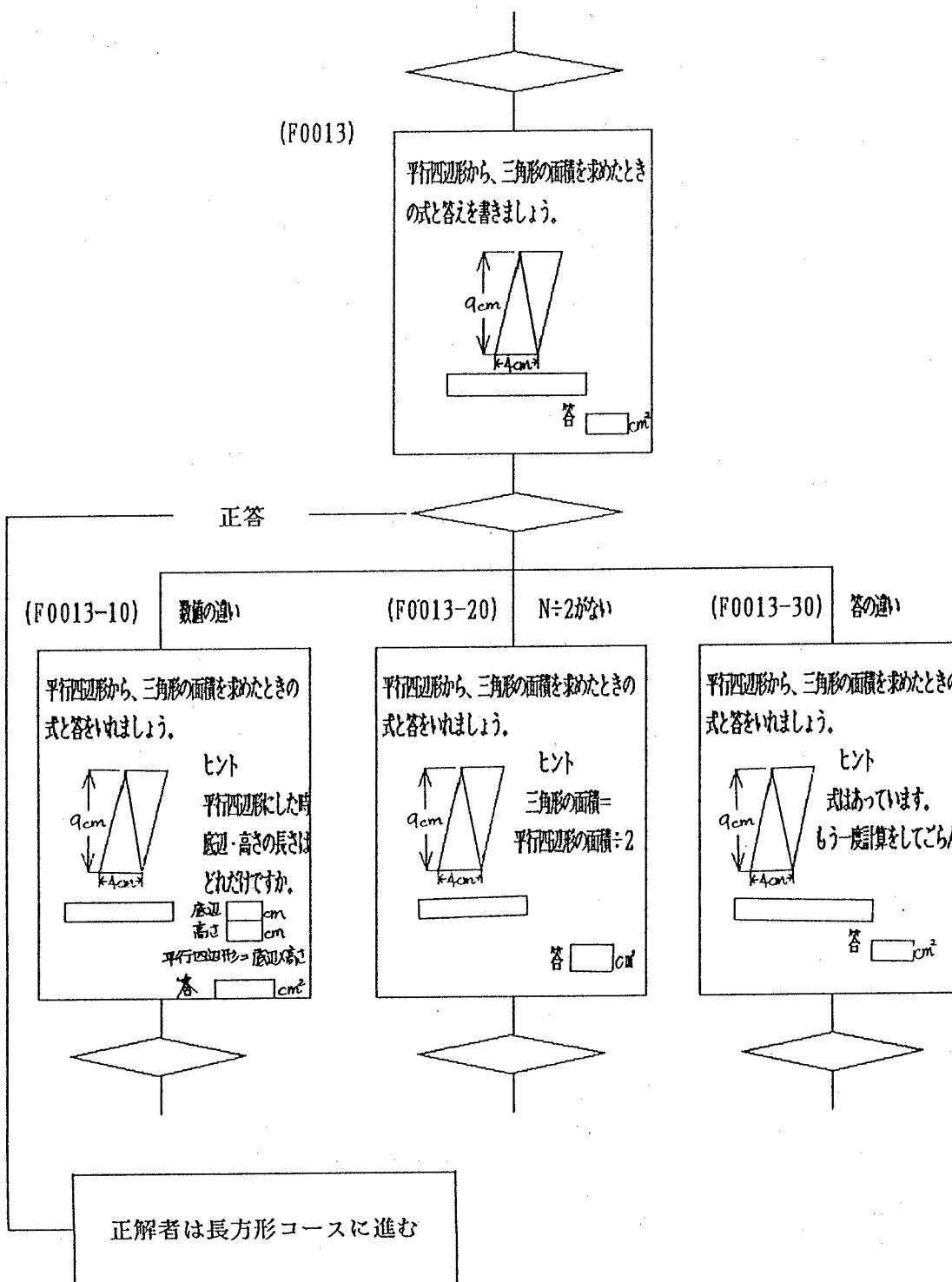
わからないときは
だけをおしめしょう。

プレテスト全問題	F 004、005問題	F 006、008問題	F 007問題	プレテスト全問題
(F 101)	(F 218)	(F 400)	(F 300)	(F 502)
たいへん ちこくしそうだ リターンキーを1かい おすと、ながいはりが 1めもりうごきます。 	でん車がくる時こくは 9時20分です。 じぶんの時計の はりを9時20分に あわせましょう。 できた人は1を ねします。 わからなかつたら <input checked="" type="checkbox"/>	あれ?/ きょうは日よう日だ 	きょうはえんそくだ。 なん分間といふ時間の べんきょうをしよう。	ちこくしそうだ。 はしれ はしれ
(F 102)	(F 219)	(F 401)	(F 301)	(F 503)
1めもりうごきました。 8時16分 	がめんの時計と あってますか あてた人は まちがっていた人は 2 をおしめしょう	日よう日コースです。 なん分たつたら なん分たつたらの 時こくのべんきょうを しましょう。 	えんそくにちこくするぞ! リターンキーを1かいおすと ながいはりが1めもりうごき、 1分間たちます。 	やったあ ぎりぎりセーフだ

- ・ プレテストによって、数種の経験差を記録し、その種類によって分岐した。

(3) 誤答による分岐例

5年 「三角形の面積」



- ソフトの作成にあたっては、プレテストを行い児童の実態をふまえ、コース作りをしている。
- プレテストで見られる児童の実態をコース上でどう生かすかが、学年の中での話合いの中心になる。
- 特に治療コースを作るのには、工夫が要求される。

4. CAIにおける評価

CAIは教師の指導観、指導技術、子どもの学習状況、つまずきの発見とその対処等教室での指導をコースウェアに置き換える。CAIを見直し、教室での授業に生かす。この相互作用を大切にすべきである。この相互作用が、CAI評価である。

本校ではCAIにおける評価として、

- ①「授業の分析と考察」
- ②「学習履歴情報の活用」
- ③「作成者による評価」「技術者による評価」「学習者の評価」

の3つの方法をとっている。

①と③は、主に人的である。②はコンピュータ利用によるハード的なものである。

(1) 授業分析と考察

実践後は、授業に関する個々の考えに対する手だてに考察を加えるとともに、ソフトの作成上の工夫や問題点の洗い出しをおこなっている。計画段階では児童の様々な考え方を予想し、類型化して手だてを講じているが、実際には予想しえなかった考えや実態がみられ、CAIの授業でも普段の授業でも、後にその結果を生かすようにしている。

(2) 学習履歴情報の活用

授業中の子どもの応答は、簡易履歴情報・学習履歴情報として記録される。そのために、子ども全員の学習状況を教師画面に提示したり、印刷したりして、クラス全体の学習情報として把握できる。この情報とCAIにおける授業記録と合わせて分析することが大切である。

(3) ソフトの修正と充実を求めて

昨年度まで作られたソフトも、次に挙げる観点をもとに本年度も見直され、修正が加えられた。

①わかりやすい課題の提示

(語句の使い方や画面に出てくる文字の量と大きさなども含む)

②個にあわせた分岐の仕方

③見やすい色の組み合わせ

④画面構成の統一

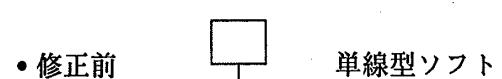
⑤励みになるKR情報

⑥適切な治療やヒント

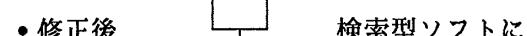
(4) ソフトの修正例

6年「対称な图形」

(点対称の图形のかく手順を学習するソフト)



単線型ソフト



検索型ソフトに

かき方のわからないところを自分でメニュー画面から選べるように修正をした。

5. CAIソフト開発の課題

(1) 子どもの思考を重視した類型・複線化

CAIでの様々な分岐も、子どもの実態を考慮して思考パターンを想定するが、予想外の子どもの反応もあり十分とは言い切れない。全員の思考パターンを網羅することは無理にせよ、より個に応じたソフトを作成するためには、学習履歴情報などを効果的に活用して子どもの思考過程を十分に把握し、分析・考察する必要がある。

(2) CAIシステムのバージョンアップ

ソフト作りを何度も行なっていると理解しやすい画面をつくるために、より高い（複雑）な要求がおこる。時にはシステムの可能性を超えた要求もおこってくる。その要求を満たしてくれるものがバージョンアップである。子どもと共にソフトや機器などが進化を続けていくことが、よりよい個別化につながる。

(3) ソフト開発の協同化

自作ソフトは教師の英知の結集である。良質なソフトを作成して利用するまでには、構想の段階から教師集団による理論研究、具体的な作業、操作研修等の様々な欠かせない要素がある。ソフト開発の過程の中には、多くの教師の協力や、他機関との提携が必要であると思われる。