

昭和 6 3 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～

理科におけるCAIコースウェアの開発

川崎市総合教育センター理科研究会議

理科における C A I コースウェアの開発

理科Ⅱ研究会議

佐野省吾¹ 荒井崇広² 本間 傑³ 橋本 彰⁴ 大森茂雄⁵

要 約

コンピュータが従来の教育機器と大きく異なる点は、児童・生徒の多様な応答に対し、即時に問題の正誤判定ができ、解決のためのヒントを与えたり、励ましの言葉をかけるといった対話機能をもっていることである。本研究は、この点に着目し、一人の教師による一斉授業では、なかなか対応困難であった、個に応じ個を生かす学習指導の支援にコンピュータを活用しようと考えて、理科のC A I コースウェアを開発してきた。

C A I の授業設計に当たっては、コンピュータの機能と教育的能力、学習内容、児童・生徒の特性をふまえながら、従来の指導上の問題点を考慮し、学習指導の最適化が図れるよう検討を行った。開発したコースウェアは、誘導探究学習型、概念適用型、ドリル学習型の三つの形態に分類し、指導過程に位置づけた。

検証授業では、C A I が個別化指導の支援、学習意欲の喚起といった点で効果が大きいこと、反面、コンピュータに過度の役割を期待しすぎると、学習の成立にマイナスの影響を及ぼすことなどが明らかになった。

さらに、C A I 教材を開発していく上で、どんなコースウェアの作り方が良いのか、どんな活用の仕方が望ましいのかについても考察を加えた。

キーワード：理科教育，C A I，電気，力学，授業構造，探究学習

目 次

はじめに

I 主題設定の理由	52	1. 開発したコースウェアの実際	59
II 研究のねらいと方法	53	2. 検証授業の実際	63
III 研究の内容		3. 検証授業のまとめ	67
1. C A I の基本的な考え方	54	V まとめと今後の課題	
2. 理科C A I コースウェアの授業設計	57	おわりに	
IV 研究の実践と考察		参考文献・指導助言者	

¹川崎市立東小田小学校教諭（主任研修員）

²川崎市立久地小学校教諭（研修員）

³川崎市立古川小学校教諭（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

「情報化社会」と呼ばれる今日、エレクトロニクス・電気通信技術の発達は、社会構造に大きな変化をもたらしているとともに、教育にも新しい課題を投げかけている。特に、現在急速に普及しているパーソナルコンピュータは、教育方法の多様化、個に応ずる教育の推進、情報活用能力育成の上にも有効な可能性を有するだけに、今後の学校教育の態様に深く関わり始めている。

また、「教育の個別化・個性化」がますます重要課題となってきた今日、コンピュータを個別指導の支援に利用しようとするCAI [Computer Assisted Instruction] 学習の気運も全国的に高まってきている。川崎市では、昭和62年4月から当総合教育センターと共同研究校によるCAIの共同研究が始められた。同時に、共同研究校には、コンピュータールームに20台のパソコンがLAN [Local Area Network] で設置された。

市内の小学校の中には、オープンスクールのモデル校の建設も始まり、新しい教育環境づくりに向けての積極的な試みがなされようとしている。新指導要領によると、中学校の技術・家庭科でコンピュータが選択として取り上げられ、理科においても児童・生徒の発達段階に応じた適切な指導あるいは、中学校の実験・観察で探究活動の知的ツールとしての活用に配慮すべきことが打ち出されている。このように、これからの学校教育は、好むと好まざるとにかかわらず、情報化社会に対応した教育のあり方を真剣に考えていかなければならない。そして、現実に教育環境が変わろうとしている中で、新しいメディアを有効に活用していくためのソフト開発と利用法についての研究は急務となってきた。

I 主題設定の理由

本研究は、学習指導場面でのコンピュータ活用とCAI教材の開発を目標としている。

コンピュータは、教師が学習指導の補助資料を得るために使うCMI [Computer Managed Instruction] としての利用法もあるが、ここではコンピュータが学習者を直接に教授するCAIについての研究を行う。CAI学習は、教師が行う学習指導の一部をコンピュータに補助させるものであって、一人一人の学習者が同時に、独立して各々のコンピュータと会話しながら学習を進めていくものである。現在、市販されているCAI教材は、ドリル形式、あるいは、俗にいう電子ページめくり機の色紙が強く、実際に授業に役立つソフトは少ない。そこで、本研究、理科学習の最適化に役立つと思われる自作の教材ソフト [CAI コースウェア] の開発に重点をおき、主題を「理科におけるCAIコースウェアの開発」と設定した。

学習の最適化とは、学習者一人一人の学習効果が最も上がる学習環境を構成することであり、次の3点を要素と考えることができる。(1)個に応じ、個を生かす授業、(2)みんなが意欲的に参加する授業、(3)児童・生徒のつまづきを見つめ、よくわかる授業。これらの点は、日常の授業においても当然考慮すべきことであるが、コンピュータを利用することによって、より効果的に達成できるのではないかと考えた。そこで、仮説を「学習の過程に、コンピュータ、教科、児童・生徒のそれぞれの特性を考慮したソフトウェアを適切に位置づければ、一人一人の学習の成立に貢献できる」として、研究を進めることにした。

II 研究のねらいと方法

CAI学習コースウェアの開発は、4年計画で進められているが、前半と後半に分けられ、本研究はその前半に当たる。研究のねらいを次のように設定した。

(1) CAI教材ソフトをできるだけ多く試作する。開発に当たっては、学習の最適化に役立つと思われるいろいろな学習場面（例、探究学習、ドリル学習など）で使えるソフトを作成していく。

(2) 検証授業を通して、試作したソフトの長所や問題点を浮き彫りにし、より良いソフトのあり方や活用方法を探っていく。

(3) 児童生徒の立場からCAI学習の利点と問題点を明らかにし、今後のコンピュータ教育のあり方についての問題提起ができるようにする。

研究は、次の三つの方向から進めていった。

第一は、授業の改善に向けて(1)最適化をめざす授業の基本的な理念を明確にする。(2)研究領域を設定し、単元構成を考える。(3)学習指導案を作成する。

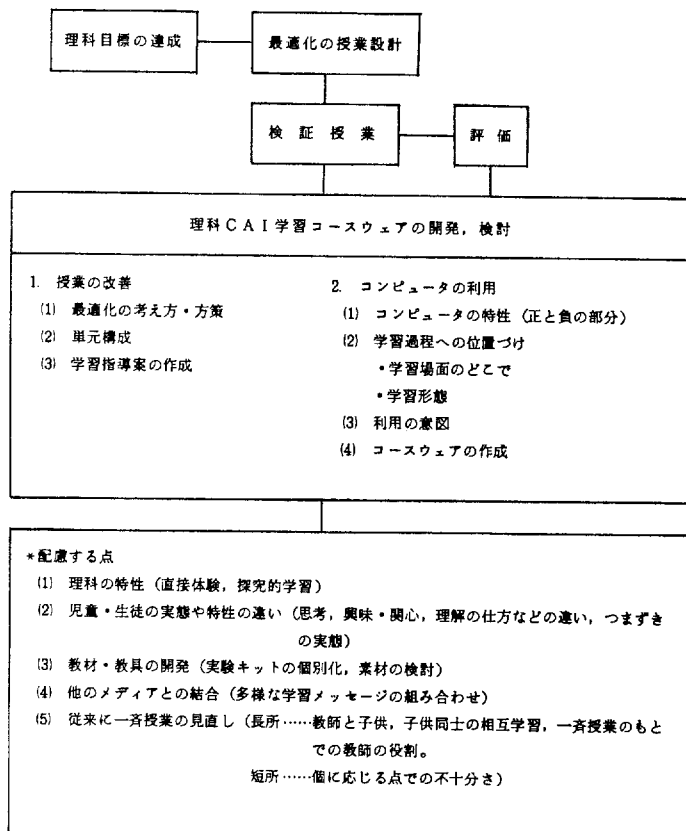
第二に、コンピュータ利用の方途を探るために、(1)コンピュータの特性を知り、その機能と役割、学習への効果などを明らかにする。(2)CAI学習を教授学習過程の中に位置づける。

(3)その場合、コンピュータ利用の意図を明確にする。(4)学習コースウェアを作成する。作成上の留意点を検討、整理する。

第一、第二の内容を研究していく上で、(1)理科の特性、(2)児童生徒の実態や特性、(3)教材・教具の開発、(4)他のメディアとの結合、(5)従来の一斉授業の見直しなどの点に配慮する。

第三に、検証授業を行って、試作したコースウェアの改善を図ると共に、児童生徒の反応を調査する。そのデータをもとにさらに検討、修正を加えながら、より最適な授業設計へと近づける。

[研究内容構成図]



Ⅲ 研究の内容

1. CAIの基本的な考え方

(1) これからの教育と授業観

コンピュータの普及に見られるように情報化社会が進むにつれて、授業観も変わろうとしている。従来の教育は、授業者の特性を同一（画一的）に扱い、一種類の指導プログラムによる情報伝達の色彩がこく見られた。一人の教師による一斉授業では、個に応じた教育に充分対応しきれない面がある。その点を補強し、個別教育を進めていく上で、大きく役立つ手段としてCAIシステムが登場してきた。情報化社会に対応し、学習者の情報活用能力の育成が叫ばれている現在では、学習者が、いろいろな情報を自分なりの見方、考え方、行い方で処理できる力をつけることに教育の目標が置かれることが望ましい。教授学習過程から見ると、教師は、学習者の特性に応じて多様な情報を提供し、学習者は、自分にとって必要な情報だけを選択し、自分なりの方法で実行する。

即ち、個に応じた学習プログラムが用意され、学習者一人一人が違った方法で、主体的に学習を展開していくことになる。

(2) CAIの目的

CAIは、学習の個別化を進める上で、教授活動を支援するシステムである。主なねらいは、次の3点である。

- ① 学習者の特性に応じた学習プログラムで、どの子にも最適な学習環境を保障する。従来のワークシートも個別化に寄与してきたが、学習者一人一人の反応を即時に確認、診断し、正誤判定やKR情報を出すことのできるCAIとは異なっている。パソコンのこの対話機能を生かして、学習の個別化を図る。
- ② シミュレーション、グラフィックなどコンピュータの提示機能を有効に生かして、学習効果を高める。特に、児童・生徒が理解しにくい現象をシミュレーションや動画で、わかりやすく提示できるようにする。
- ③ 学習者の要望に応じた情報を多面的に提供できるように、様々な教材をデータベース化しておく、学習者が適宜有効利用できるようにする。

(3) 学習者の特性と授業モデル

授業の中で見られる児童生徒の特性について次の点に着目した。

・理解度（学習の習熟度・つまずき）の違い・学習進度の違い・製作、操作技能の違い・認知、思考タイプの違い・興味、関心の違い・集団適応性（学習形態の好み）、以上の特性を考慮して、5つの授業モデルを設定した。

表1 学習者の特性と授業モデル

授業モデル	内 容
・ 習 熟 度 型	学習診断によって、学習の到達度やつまずきをチェックし、それに応じたコース（補充、発展）で学習させる。
・ 学 習 進 度 型	学習内容や方法は同じだが、学習者一人一人のペースに応じて、学習ができる。進度の速い子には、発展的な課題を用意する。
・ 学 習 適 性 型	学習者の認知スタイルや思考のタイプによって、学習の仕方が異なる。
・ 学 習 選 択 型	学習者の興味・関心によって、学習内容、課題、方法、順序などを選択して学習する。
・ 一 斉 指 導 型	共通事象で、一斉形態に有効な学習

参考〔指導と評価S.62.11個性化・多様化の工夫と実践：久保木〕

(4) CAIの授業構造とコンピュータの機能

CAIの授業構造を教育工学的な立場から考察する。

① 授業における情報伝達の過程

図1を授業における情報伝達の基本サイクルと考える。

- ・ 情報を与える第一段階 ⑦は、指導細案（カリキュラム） ④は、教師からの情報提示（パソコン、諸メディア） ⑤は、学習者が教師からの情報を理解し、受容する段階である。
- ・ 応答する第二段階 ⑥は、学習者の思考過程、④は、思考から行動によって、反応する段階（反応行動） ⑥は、教師による確認・診断
- ・ KR情報を与える第三段階 ④は、評価、②は、学習者の反応に対して、正誤情報、あるいは、次の学習に向けての補助情報を知らせる。（KR情報）

参考文献（情報過程論：坂元）

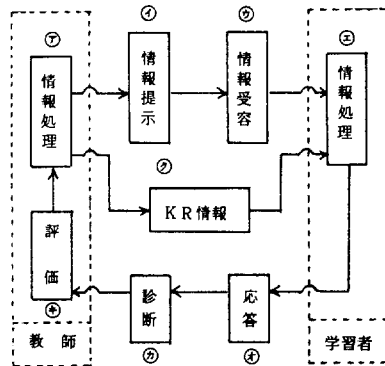


図1 情報伝達の基本サイクル

② 授業の流れにおけるCAIの特徴的な2つの機能

- ・ 学習者の理解を助ける機能

シミュレーションなどによる提示によって、学習者の理解を助ける。①→②→③

- ・ 教師の活動を支援する機能

コンピュータを利用すると、一人一人の児童・生徒の違った反応に対して、即時に診断・評価をし、個に応じた適切なKR情報を出せる。従って、同時に異なった情報伝達のサイクルができ、多様な学習が成立する。④→⑤→⑥

③ 学習形態や学習内容との関連

学習形態を一斉、グループ、個に分類し、学習内容を共通と異種の場合に分けて考えた時、CAIの教授学習過程がどのような構造をもつか明らかにする。（表2参照）

- ・ 一斉形態で利用する場合

学級全員を対象とし、一斉に共通の内容を提示して考えさせるものである。

- ・ グループ形態で利用する場合

学習内容が共通な場合は、どのグループも同じ情報伝達のサイクルを通るが、進度差は、グループ毎に違ってくる。学習内容が異種選択型の場合は、多様な情報の中から各々のグループが必要な課題や情報を選びとって学習していくことになるので、情報伝達のサイクルは、グループによって違った流れをする。グループ単位で全く異なった学習展開が可能となる。

- ・ 個の形態で利用する場合

学習内容が共通の場合は、どの子も同じ情報伝達のサイクルを通るが、進度差が異なる。学習内容が異種選択型の場合は、多様な情報の中から一人一人が必要な課題や情報を選びとって学習していくことになるので、情報伝達のサイクルは、個によって違ってくる。診断・処方型の学習では、学習者の多様な応答に対し、教師側の診断基準によって達成度に応じたコースへ分岐させる。したがって、一人一人の達成度に応じた情報伝達のサイクルができあがる。

以上、学習形態や学習内容が違うと、授業における情報伝達のサイクルが多様になってくること

がわかる。しかも、グループや個の特性をきめ細かに見ていけばいくほど、多様なサイクルが出来ていく。一人の教師では、こうした児童・生徒の多様な学習方法に対応し切れない。個別指導を支援するCAIの意義がここに出てくる。

表2 学習形態や学習内容との関連

学習形態	学習内容	授業の流れ
学級 (一斉)	共通	学習者全員に同じ情報が提示され、情報伝達のサイクルは同時進行する。
グループ	共通	学習者全員が基本的には同じ情報伝達のサイクルとなるが、学習速度はグループによって異なる。
	異種 (選択)	<ul style="list-style-type: none"> 多様な情報が提示される。 各々のグループが異なった情報を選択し、思考するので、反応の段階でグループごとにコースが分岐する。 分岐した後は、グループ内の課題に基づいた情報伝達のサイクルで、学習が進行する。
個	共通	学習者全員が基本的には同じ情報伝達のサイクルとなるが、学習速度が個によって異なる。
	異種 (選択)	<ul style="list-style-type: none"> 多様な情報が提示される。 個々の学習者が異なった情報を受容し、思考するので、反応の段階でいろいろなコースに分岐する。 分岐した後は、個の適性や興味・関心に応じた情報伝達のサイクルで、学習が進行する。
	異種 (診断処方)	<ul style="list-style-type: none"> 診断問題(共通)に学習者は多様な応答をする。 コンピュータが即時に、誤りを診断し、個の達成度に応じたメッセージとコース指定をする。教師側のKR情報で分岐する。 分岐した後は、個の達成度に応じた情報伝達のサイクルで学習が進行する。

2. 理科CAI コースウェアの授業設計

(1) コンピュータ・教科・児童生徒の特性を考慮する。

本研究では、理科の問題解決のプロセスの中で、コンピュータを利用すると、従来の指導上の困難点が改善されたり、学習効果が上がると思われる部分に補助的に利用することを考えている。

CAI教材の開発に当たっては、コンピュータの機能、教科の特性、指導過程におけるCAIと教師との役割の違いなどを十分考慮する。

表3 コンピュータの機能と教育的能力

① コンピュータの機能と教育的能力を配慮する。

CAI学習コースウェアを設計する際、まずコンピュータの特性がどんな学習内容に適合するかを検討する。

京都教育大の西之園氏は、「我が国におけるコンピュータ教育の推進」の中で、コンピュータの各種機能とそれを利用するのに必要な教育的能力を右表のようにまとめている。CAI開発の立場から、大きく3つの機能にまとめてみた。第1は、大量の情報や知識が蓄積できるとともに、目的に応じて文書や図形が編集できる。第2は、論理的な思考や制御が得意である。必要な情報や概念が先にあって、それを伝達したり、加工したり、モデル化したり、予測したりすることができる。第3に、反復と再現、即時応答の機能に注目したい。その教育的能力は、主に基礎技能練習であり、学習の定着において有効性を発揮する。しかし、児童・生徒には、教師が予測できない幅の広い発想、拡散的な思考やすぐれた感性を持ち合わせていることを忘れてはならない。児童・生徒のこうした面とコンピュータの特性をうまく使いこなすことが必要である。

コンピュータの機能	機能利用のための教育的能力
(1) 文書・図形などの編集	創作、創造、論理的構成力
(2) 情報の伝達・通信	コミュニケーション
(3) 情報加工・信号処理	論理的思考、記号操作、プログラミング
(4) 情報の蓄積と管理	情報収集、整理と分類
(5) 論理的制御	論理的思考、予測、プログラミング
(6) 知識の蓄積と推論	構想・要約、予測・推測、仮説形成
(7) 検索と照合	情報検索
(8) 反復と再現	基礎技能練習、記憶
(9) 即時応答	学習の定着、記憶、理解、動機づけ
(10) 計算	分析能力、解釈力

② 教科の特性と児童生徒の発達段階を考慮する。

CAI学習コースウェアを作成しようとする時、コンピュータを使うことが中心になって、教科の特性や児童生徒の発達段階が見失われてしまう危険がある。小学校の理科学習では、正確な知識を習得させることより、自然の事物、現象に直接ふれ、新しい発見や「調べる」「作る」活動の喜びや楽しさを味わわせることが第一である。したがって、何が何でもCAIにおきかえるといった発想ではなく、具体物の教材を使った問題解決のプロセスが中心にあって、現象の理解や学習の定着の補助としてCAIを位置づけていこうと考えている。中学校では、生徒の論理的思考が進んでくるので、概念的・演繹的な学習方法がかなり受け入れやすい。

各々の特性をふまえて、CAIのコースウェアの形態や指導過程への適切な位置づけを行っていかなければならない。

(2) 理科CAIコースウェアの構造と流れ

理科CAIコースウェアの構造と流れは、茨城県竹園東小の研究を参考に、図2のように設定した。探究的な学習過程では、主に基礎的な概念や法則の理解、観察や実験技能の習得に役立てる。

ここでは、実験や観察活動が中心となり、児童生徒のつまずきやすい部分を考慮し、スモールス

トップで誤りを診断・処方しながら、望ましい方向に学習を導いていくようにしている。

基礎的な概念が形成された後、問題演習や概念の適用を通して学習の定着をめざし、学習の終わりの段階では、診断問題を行って、習熟度に応じた補充や発展的な学習を行うことができるようにしてある。

コースウェアの開発に当たっては、学習過程の各々の部分で、目的に応じて作成する。

(3) 理科CAIコースウェアの形態

学習の場や内容によって、コースウェアの形態を次のように設定した。

① 誘導探究学習型

従来、教師と児童・生徒の対話形式で行ってきた実験の手順や器具の操作、結果の確認、処理、きまりを見い出す過程をCAI用に組み立てたものである。その中で、実験の手順や操作に関するものは、「実験マニュアルの利用」、実験結果の確認、処理きまりを導く内容のものは、「概念形成型利用」として位置づけてある。実験は、個別（又は、小グループ）にできるよう器具を準備する。

② 概念適用型

ここでは、新しく習得した概念を具体的な操作活動と結びつけて他の問題に適用し、知識の定着や思考の発展を図る。したがって、問題を与える前に、基礎的な概念の形成が前提条件となる。

児童・生徒の先行経験が乏しい場合には、いきなり問題をぶつけることは困難である。そこで、指導計画の前半に基礎的な概念を学習させ、後半にこの概念適用型の学習を位置づけるなどして活用することができる。

応用学習だから、課題に対する達成度は問わない。

③ ドリル学習型

概念の定着を図るためのドリル学習である。ドリル型式としては、次のものが考えられる。

- ・ 実験や観察の後、学習の確かめを問題演習の形でいき、定着を図るとともに、不十分なところをふり返らせる。
- ・ 練習問題の結果をもとに、教師の基準で学習診断をし、補充・標準・発展のコースに分岐して学習させる。これは、主に中学校で活用される。

以上、理科CAIコースウェア開発の基本構想に基づいて、具体的な実践研究を行った。開発単元は、特に児童・生徒のつまずきの顕著な電気・力学領域（川崎診断テストによる）に設定した。

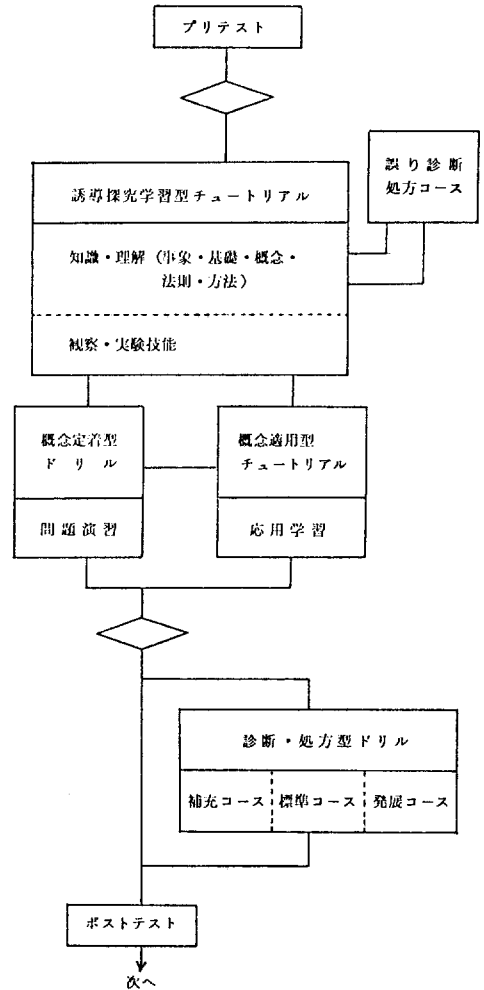


図2 理科CAIコースウェアの構造と流れ

IV 研究の実際と考察

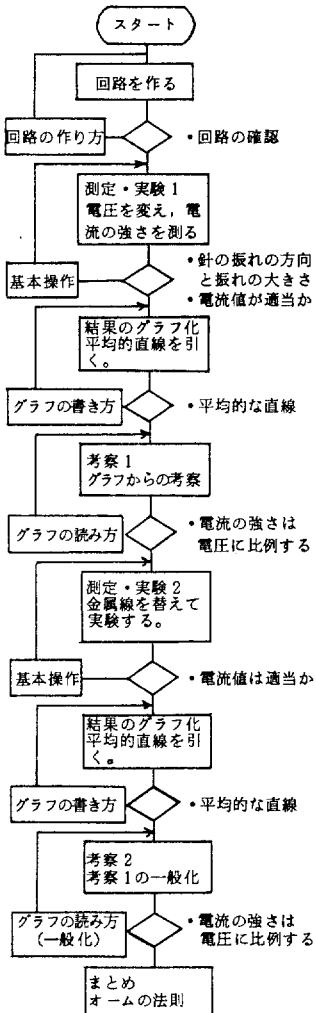
1. 開発したコースウェアの実際

(1) 誘導探究学習型の例

- ① コース名 電流と電圧の関係 (中2)
- ② 学習内容 電流と電圧を測定し、その値をグラフに記録し、電流と電圧の関係を法則として導く。
- ③ 開発の意図 電流計と電圧計を入れた回路を組み立てるとき、正しくできない生徒が多い。そこで、配線の手順を一つずつシミュレートし、各自、確かめながら正しくできるようにする。回路ができたなら、電流と電圧の測定値を入力させ、正しく測れたか判定を行う。測定が終わったところで、各自ノートにグラフを書かせ、先生がノートをチェックする。その時、画面上にも測定値をプロットしたグラフが描かれ、データ処理が正しかったかどうか自己評価できるようにする。

このソフトは、実験マニュアルとデータの判定・処理に利用したものである。

- ④ コースフローチャート
- ⑤ 主な画面



【実験 手4】 電流と電圧の関係
中2 2年生

3-1 電流と電圧の関係

- 1 : 電流と電圧の関係 (電池)
- 2 : 電流と電圧の関係 (電源装置)
- 3-2 電流の流れやすさと流れにくさ
- 3 : 金属線の長さや電線抵抗 (電池)
- 4 : 金属線の長さや電線抵抗 (電源装置)
- 5 : 金属線の太さ (断面積) と電線抵抗 (電池)
- 6 : 金属線の太さ (断面積) と電線抵抗 (電源装置)
- 9 : 終了

番号をえらんでください []

実験 手順 D2020

次の図を見て回路を組み立てよう。
最初は、短い金属線を使用します。

抵抗がなければ、Yでなければならぬ。Nのキーをおしなさい

D2080

回路が完成しました。これから実験に
電圧計と電流計のダイヤルを
調節して電圧と電流を測定しな
さい。

できた... Y
わからない... N

D2100

電源装置のダイヤルを回して電圧を1Vに
しなさい。

電流の強さはいく
らですか。... mA
入力したら **Y** を
押しなさい。

D2040

2. 電流計の500mA端子から
金属線へつなぐ。

できた... Y
わからない... N

D2110

電源装置のダイヤルを回し、電圧を
0VにしてスイッチをOFFにしない。
結果をノートに記入して電圧と電流との関係
のグラフを完成させなさい。

<実験結果>						
電圧 (V)	1	2	3	4	5	6
電流 (mA)	66	132	200	266	333	400

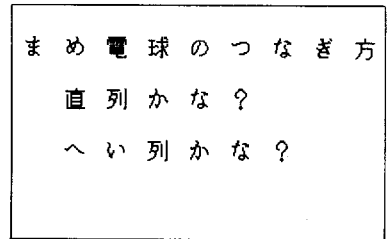
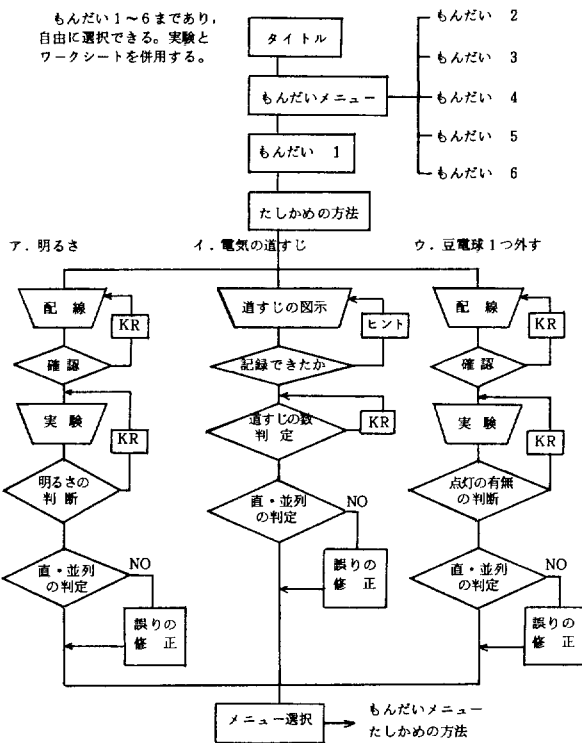
グラフが完成したら
先生を呼びましょう。

⑥ 画面説明

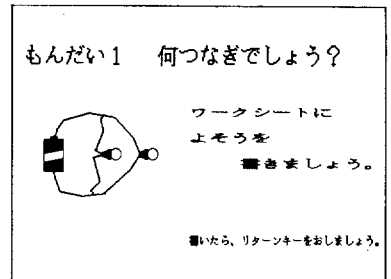
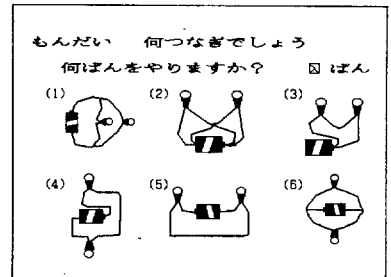
- ・ 回路の組み立ては、配線の手順に従って黄色の線が伸びていきワンステップごとに確認しながら行う。
- ・ 電圧を1ボルトずつ上げていき、電流の大きさを測定する。測定値を入力すると、誤差のランク (最大20%) で3種類のKRが出る。グラフは、ノートに書かせ、できたら教師がチェックする。教師がPFキーを押すと、平均的な直線が表示される。

(2) 概念適用型の例

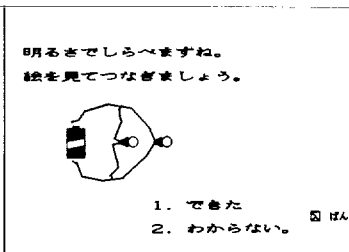
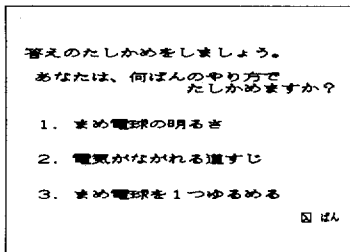
- ① コース名 豆電球の明るさ「直列かな?へい列かな?」
- ② 学習内容 二つの豆電球を使った直・並列回路で、明るさ、電気の道すじ、一方の豆電球を外した時の点滅の違いから、つなぎ方の判別ができるようにする。
- ③ 開発の意図 豆電球の直・並列回路の基礎学習が終了した後、学習したことを適用して回路概念の定着を図る。自由選択の問題が6題用意され、3つの回路判別の方法を自由に使って試し、その都度、結果の確認と自己評価ができるようにした。学習者の多様なやり方に対応することができる。ここでは、発展課題としてとらえ、到達度は問わず、個のペースで学習できる。
- ④ コースフローチャート
- ⑤ 主な画面



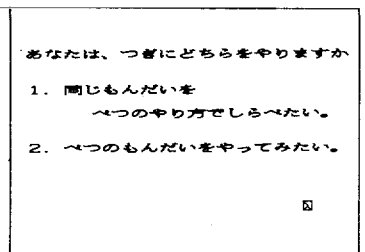
もんだいメニュー



「たしかめの方法」メニュー



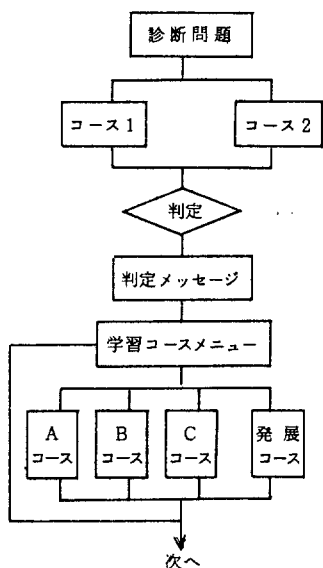
メニュー選択



もんだい1~6までコースの流れは、同じである。

(3) ドリル学習（診断・処方型）の例

- ① コース名 電流と回路（中2）
- ② 学習内容 電流の向き，電流計の使い方，回路の各部の電流の3つの基本コースを学習した後診断問題を行い，到達度に応じた補充と発展の学習をする。
- ③ 開発の意図 単元の終わりに診断問題を取り入れ，観点別に誤りを見い出し，補充学習ができるようにした。また，診断問題や発展問題を行う時は，自由に時間設定ができるようにするとともに正解数を表示して，学習者が意欲的に取り組むよう配慮した。
- ④ コースフローチャート ⑤ 主な画面



⑥ 画面説明

- ・ 診断問題（練習問題）
何分で解答するか時間設定をする（1分おきに15分まで設定できる）。
学習者に正誤がわかるように表示される（正解すると旗がたおれる）。
- ・ 判定～補充・発展学習
問1～2で誤答があると，

Aコース「電流計のつなぎ方」の学習が不十分，問3～6で誤答があるとBコース「電流計の読み方」の学習が不十分，問7～10で誤答があるとCコース「回路の電流の大きさ」の学習が不十分という判定が出て，各々の学習コースに進む。誤答がA，B，Cに重なっている場合は，複数コースを選択するメッセージが出る。全問正解の場合は，発展コースへ進む。A～Cの補充学習コースに進むと，つまづきを処方するヒント画面が用意されている。発展コースの場合は，自分の力に応じて学習できるように，時間設定（何分で問題を解くか）ができるようにしてある。

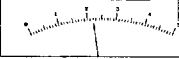
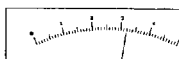
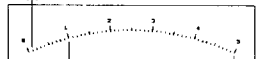
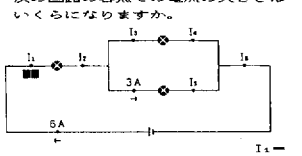
<p>メニュー 練習問題 A40100</p> <p><交代して一人ずつ解答しなさい> あなたは何分でやりますか。</p> <p>問題数 10問</p> <p>制限時間内にやらないとはじめにもどります。</p> <p>1又は2の数字を選んで Enterを押さない。</p>	<p>問題 1 A52200</p> <p>次の電流計の目盛を 読みなさい。 最小メモリの10まで 読みましょう。 最大値を 示している</p>  <p>目盛は A</p>
<p>コース1 問題3 A52200</p> <p>次の電流計の目盛を 読みなさい。 最小目盛の10まで 読みなさい!</p>  <p>A</p>	<p>ヒント A52200</p> <p>よく考えて見ましょう。 大きい目盛りは1A 小さい目盛りは0.1Aです。</p>  <p>わかったらEnterを押さない。</p> <p>B</p>
<p>判定 A54100</p> <p>電流計の読み方の理解が不十分です。</p> <p>Bコースを選びなさい。</p>	<p>説明 A54100</p> <p>課題学習 応用コース</p> <p>基本はわかっていますね。 回路中の電流の大きさの関係を学習します。 少しむずかしいですがよく考えて がんばってみましょう。 一人ずつやるように 制限時間 5分</p> <p>問題数 5問21題</p> <p>制限時間に終わらないときは はじめにもどります。 でははじめましょう。</p>
<p>メニュー 課題学習</p> <p>どのコースをやりますか?</p> <p>1 : Aコース (電流計のつなぎ方) 2 : Bコース (電流計の読み方) 3 : Cコース (電流の大きさの関係) 4 : 応用コース 9 : 終了</p> <p>指定されたコースの終わった人は応用コースをやらない。 番号をえらんでください []</p>	<p>問題 1 A54200</p> <p>次の回路の各点での電流の大きさは いくつになりますか。</p>  <p>I1 = A</p>

表4 開発した電気・力学領域のCAIコースウェア一覧表

コースウェア主題名	開発の主な意図	コースウェアの形態	主な授業モデル	プログラム
小2 「まめでんきゅうに明かりがついた」	基礎学習で概念形成と問題演習	誘導探究学習型 +ドリル学習型	学習進度型	S・ACE
	(概要)乾電池、豆電球、導線の呼称、豆電球が点灯するつなぎ方の基礎学習と問題演習からなり、画面にはゲームの要素を取り入れる。			
小4 「豆電球の明るさ」 — 電気の通り道 —	基礎学習で概念形成	誘導探究学習型	学習進度型	S・ACE
	(概要)豆電球の直・並列回路の判定を電気の通り道から考えさせる。学習内容に一部選択を入れ、進度差を考慮してある。			
小4 「豆電球の明るさ」 — 直列かな へい列かな —	概念の応用、定着	概念適用型	学習適性型	S・ACE
	(概要)豆電球の直・並列回路の基礎学習が終了した後、学習したことを適用して、回路概念の定着を図る。問題形式だが、実験で確認させながら学習させる。			
小6 「電磁石」 — 電流計の使い方 —	実験マニュアル的活用	誘導探究学習型	学習進度型	S・ACE
	(概要)電流計の使い方をスモールステップで理解させる。操作手順や留意事項を伝える。操作活動と並行して利用する。			
小6 「電磁石」 — 電磁石を作ろう —	実験マニュアル的活用	誘導探究学習型	学習進度型	S・ACE
	(概要)電磁石の製作手順をスモールステップで理解させる。器具の確認、作る時の留意事項を伝える。操作活動と並行して利用する。			
小6 「電磁石」 — 強い電磁石を作ろう —	課題選択式で 実験マニュアル的活用	誘導探究学習型	学習選択型	F・BASIC
	(概要)学習者の多様な発想に応じた学習活動が展開できる。電磁石を強くする方法と電磁石の強さを調べる方法がいろいろ選べる。			
中2 「電流と回路」 — 電流 —	基礎学習では概念形成、後半は 診断・処方	誘導探究学習型 +ドリル学習型	学習進度型 +習熟度型	F・BASIC
	(概要)電流の流れ方、電流計の使い方、電流計の読み方の3つの基礎コースからなるチュートリアル学習。実験と併用し、概念の形成を図る。基礎学習が終了後、学習診断に基づく治療と補充の学習ができる。			
中2 「電流と回路」 — 電圧 —	基礎学習では概念形成、後半は 診断・処方	誘導探究学習型 +ドリル学習型	学習進度型 +習熟度型	F・BASIC
	(概要)電圧計の使い方、電圧の読み方からなるチュートリアル学習。実験と併用し、概念の形成を図る。基礎学習が終了後、学習診断に基づく治療と補充の学習ができる。			
中2 「電流と電圧」 — 電流と電圧の関係 —	実験マニュアル的活用 +測定値の診断・処理	誘導探究学習型	学習進度型	F・BASIC
	(概要)電源装置、電流計、電圧計、金属線を使って回路を組み立てる際、自分の配線の仕方が正しいかワンステップごとに確認できる。電流と電圧の測定結果のチェックとグラフ上へのプロットを行い、電流と電圧の関係を考察させる。			
中2 「電気抵抗」 — 電流の流れやすさと 流れにくさ —	実験マニュアル的活用 +測定値の診断・処理	誘導探究学習型	学習進度型	F・BASIC
	(概要)上記と同様、電気回路の組み立てをスモールステップで確認しながら行う。電熱線の長さや太さと電気抵抗の関係を探る時の測定値の評価とグラフ化			
小4 「てんびんのつりあい」	基礎学習で概念形成 +問題演習	誘導探究学習型 +ドリル学習型	学習進度型	S・ACE
	(概要)「てんびんのしくみ」の基礎・基本の部分を個別に操作活動と結びつけて学習する。コースの流れは予想-実験-確認-記録のステップがはっきりわかるよう構成してある。学習のまとめとして、練習問題が用意されている。			
小4 「重さをはかる道具」 — てんびんではかるう —	実験マニュアル的活用	誘導探究学習型	学習選択型	S・ACE
	(概要)上皿てんびんの正しい使い方を身につけるための実習のガイドとして利用する。3コース6課題にわかれ、各自、自由に課題を選択し、いろいろな物をはかりながら、技能の習得をめざす。			
小6 「力とてこ」 — てこのきまり —	応用学習で概念の定着	概念適用型	学習進度型	S・ACE
	(概要)てこの学習が終了した後、別の課題に適用して個別に理解をよめる。間違いは、即座に誤りを判定して、実験で確かめさせる。			
小6 「力とてこ」 — てこゲーム —	発展課題で概念の定着	ドリル学習型	学習進度型	S・ACE
	(概要)てこの問題をゲーム化して、興味を持たせるよう工夫してある。子供の喜ぶキャラクターを取り入れた。			

2. 検証授業の実際

(1) 事例1 単元名 「電流の性質」 (中2)

コースウェアの形態 誘導探究学習型チュートリアル+診断処方型ドリル

① 単元目標 観察や実験を通して電流回路の基礎的な性質、電流と電圧との関係について理解させ、また電流と電子の流れとの関係を考察させる。

・ 電流回路の基礎的な性質として、電流は回路を閉じているときにだけ流れることや、回路の一点に流れ込む電流の強さの和は、そこから流れ出る電流の強さの和に等しいことや、回路の各部分の電圧の和は、その回路内の電源の両端の電圧に等しいことなどを把握させる。

以下、電流と電圧、電流と電子に関する下位目標 (省略)

② 指導計画

(ア) 電流と回路

- ・ 電流の流れる道すじ 1時間
- ・ 回路を流れる電流 3時間
(本時, 2時間目)
- ・ 回路の各部分に加わる電圧 2時間

(イ) 電流と電圧 5時間

(ウ) 電流と電子 3時間

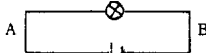
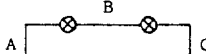
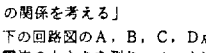
③ 本時の展開

・ 目標 回路に電流計を正しく配線でき、適正端子の選択をし、目盛を正しく読むことができる。そして、直・並列回路での各部分の電流の強さの間にはどんな関係があるか説明できる。

・ パソコン利用の意図

本単元は、小学校である程度の基礎的事項は扱ってきてはいるが、電流を数量的に扱うことは初めてであり、苦手とする生徒も多い。また、電気についての興味・関心の度合いの差も大きい。そこで、パソコンを利用することにより、生徒一人一人が自分の理解度・進度に合わせて実験を行い、理解を深めることができる。視覚的にも、興味関心を高めることができる。実験時には、個々の生徒に教師がつくことが

できないのでパソコンに細かく指示を与え、スムーズに実験が出来るようにしている。

学習内容	学習過程	形態	留意事項	教材教具
	START			
・課題 「直・並列回路で各部分に流れる電流を測定し、各部分の電流の強さの関係を考える」	課題提示	一斉		
・実験準備 実験器具を確認する。	実験の準備	グループ		
・電流計使用上の注意を確認する		一斉	・電流計使用の注意	
・下の回路図のA, B点の電流の大きさを測り、ノートに記入する	実験と記録	グループ	端子の選択 ショート回路	
				
・下の回路図のA, B, Cの電流の大きさを測り、ノートに記入する	実験と記録	グループ	・実験中は机間 巡視	
				
・まとめ 「直列回路の各部分の電流の大きさの関係を考える」	まとめ	グループ		
・下の回路図のA, B, C, D点の電流の大きさを測り、ノートに記入する。	実験と記録	グループ		
				
・まとめ 「並列回路の各部分の電流の大きさの関係を考える」	まとめ	グループ		
・練習問題を解く。	診断と補充	個		
・本時のまとめ	まとめ	一斉	・次時の予告 ・コースの未終了者に指示	
	END			

・コースウェアの考え方

(ア) 回路の各部分の電流の測定を小さいステップで指示するとともに、途中に問題を入れ確認しながら実験を進めるようにしてある。

(イ) 回路図の理解が不十分な生徒には、実体配線図をもとにさらに細かいステップで補助する。

(ウ) 回路を流れる電流の大きさの関係を理解したかを診断し、不十分な生徒については、練習問題で知識の定着を図るようにしている。

④ 検証授業の結果と考察

・ 生徒の反応 (アンケートより)

(ア) 良かった点として、練習問題がクイズ形式 (時間設定ができる、正解で旗がたおれる) になっている。自分のペースで納得するまで学習できる、わかりやすく、楽しいなどの点をあげている。

(イ) 良くない点として、図や説明でわかりにくいところがあった、練習問題が少ない、先生と話す機会が少ない、学習のパートナーを考えるとほしい、目が疲れることなどをあげている。

・ 考察

(ア) 電流計を使って回路の電流を測る学習は初めてなのに、直列・並列回路を同時に扱うのは無理である。もっと細かく学習内容を整理してねらいのはっきりしたソフトにした方が良い。

生徒の感想に見られる図や説明のわかりにく

(イ) 進度差が予想以上に大きく現れた。一斉授業ではいかに個人差を切り捨てていたか反省さ

せられる。コースウェアには進度差を考慮して適切な発展課題を用意しておくことが必要である。

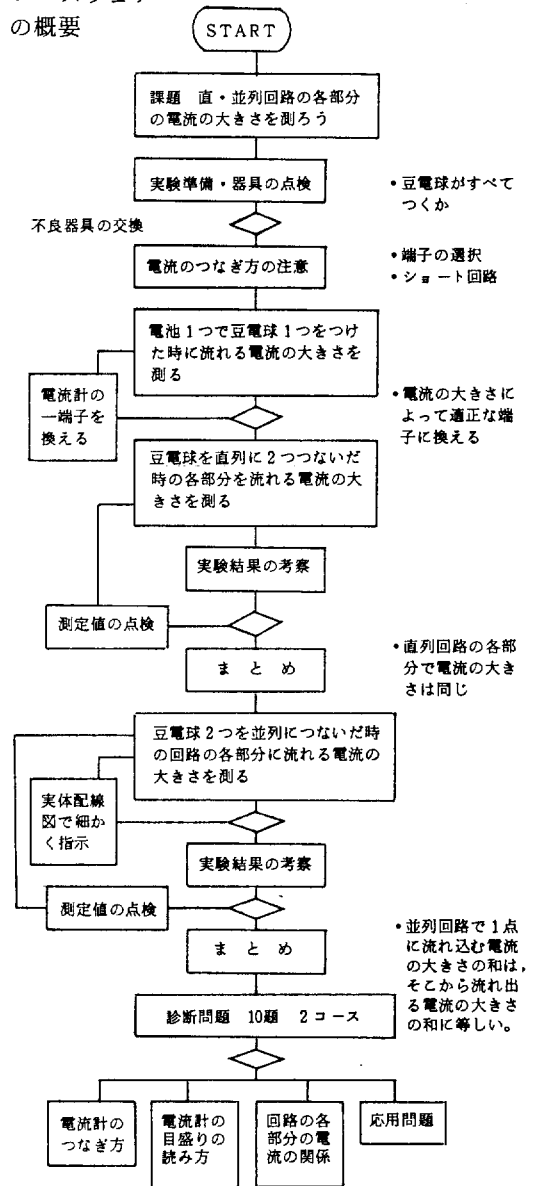
(ウ) 児童・生徒の興味が高いコースウェアの形態としては、問題指向型、あるいは、ドリル学習型である。これは、「入力したら、すぐ応答が得られる」ことにある。

(エ) 学習形態は、一人より友達と相談しながら学習の方が安心してできるようだ。ただ、グループの構成は、学力差や人間関係などをよくつかんで、主と従の関係を作らない配慮が大切である。

(オ) 学習態度、意欲面では、遊んでいる生徒が見当たらず、成績下位の生徒も学習に集中する。

(カ) パソコンに1時間近く向き合うと、疲労度はかなり大きい。目が疲れるという点に配慮し、長時間の利用は避けるべきである。

コースウェア
の概要



(2) 事例2 単元名 「力とてこ」(小6)

コースウェアの形態 概念適用型チュートリアル+概念定着型ドリル

① 単元目標

- 小さい力で重い物を動かすことのできるてこの動きを追求させ、てこがつり合う時の規則性を発見させる。
- てこの原理を適用した道具や原理的にてこに似た輪軸を使った道具が身近に多くあることに気づかせる。

② 指導計画

- 第1次 棒を使って重い物を動かす(体感)……2時間
- 第2次 てこに働く力……5時間

(ア) 力の大きさをおもりの重さに置き換える。

(イ) 実験用てこを使って力の関係を調べる。

(ウ) おもりの数と位置を変え、つり合う組み合わせを調べる。

(エ) つり合うまわりの「おもりの重さX支点からの距離」を知る。(本時4時間目)

- 第三次 てこに似た道具……2時間

③ 本時の展開

• 目標 てこがつり合う時、左右の「おもりの数X支点からの距離」が等しいことを見つけ、うでを傾げる働きの大きさを表していることに気づくことができる。

• パソコン利用の意図

てこのまわりを学習した後、パソコンで個別に理解度を確かめることができるようにする。

発展問題は、ゲーム化して児童の学習意欲を高める。

• コースウェアの考え方

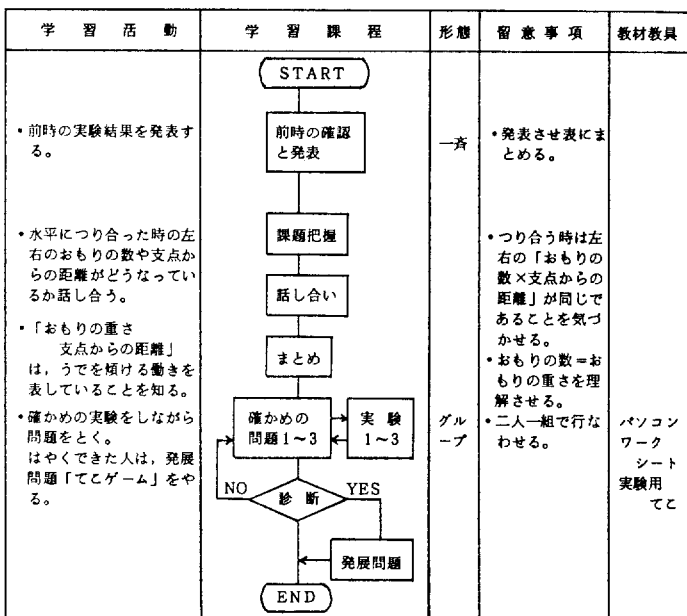
(ア) 基礎問題で間違えた場合は、即座に誤りを判定して、もう一度実験で確かめるよう指示する。

(イ) 発展問題は、アニメーションや児童の喜ぶキャラクターを取り入れたゲーム的なソフトにしてある。解答入力、複数選択の組み合わせであるため、じっくり考えて答えなければならないように工夫した。

④ 検証授業の結果と考察

- 児童の反応(アンケートより)

(ア) 良かった点として、ゲーム性とキャラクターのおもしろさを上げている児童が多い。また、ゲ



ームは、つくりが複雑で、むずかしいところがあるので楽しいと答えている。その他、自分が納得できるまでやれる、夢中になれることをあげている。

(イ) 良くない点として、計算だけでよくわからなかった、ヒント画面の出る時間が短かすぎる、キーの押し方がわからなかった、みんなより遅れてはずかしかったという声が出された。

・ 考察

(ア) 児童は、何よりも学習の「楽しさ」を求めており、それが学習意欲や集中度を高める。ゲーム的要素を取り込むことは効果的で、その場合、簡単に答えがわかるより、多少複雑でむずかしい構成になっていた方が学習意欲が高まるようだ。

(イ) てこ実験器でつり合いのきまりを見つける学習では、従来、おもりの数で考えさせていたが、開発したソフトは、おもりの重さで考えるようにしてある。その点、児童の中に多少混乱が見られた。学習のねらいと児童の実態を十分把握してコースウェアを作成していくことが重要である。

(ウ) 「てこのきまり」では、実験で確かめる問題が3題ある。先に実験指示をしてから、あとまとめて答えの判定をするようコースを組んだ。しかし、CAI学習では、課題毎に即時に判定やヒント画面を出していった方が、児童にわかりやすいようだ。

(エ) 同じ学習内容の場合、「みんなより遅れてはずかしい」という児童が出てくる。こうした思いをさせては、いくら学習効率を上げてても教育的ではない。教師は、この点に十分配慮して学習コースウェアを考えていく必要がある。

(3) 学力差によるCAI学習の意識調査

① 対象児童 3年、5年の抽出児童23名
(学力上位7名、中位8名、下位8名)

② コースウェアの形態 誘導探究学習型
チュートリアル+概念定着型ドリル

③ 学習時間 各学年とも約20分

④ 結果と考察

・ 児童の反応 アンケート調査(右表)

・ 考察

(ア) 問題文や説明文の理解度は、上位と下位では差が見られる。

(イ) 「パソコンで勉強して、よくわかりましたか」という問いでは、上位と下位の差がないといえる。進度差があっても、その子なりに「わかった」という充実感を持っている。CAIでは、常に「わからない児童・生徒をどう補助していくか」という観点でコースウェアを作成していくことが大切である。

(ウ) パソコンを用いる学習は、上位、下位の差がなく「楽しい」と答えている。

画面の楽しさや励ましのKR情報が大きな要因となっている。

表5 学力差によるCAI学習の意識調査

もんだい	回答の種類	全体	上位	中位	下位
(1) もんだい文やせつめい文の意味がよくわかりましたか	よくわかった	19	7	7	5
	だいたいわかった	2		1	1
	少しわからなかった よくわからなかった	2			2
(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	とても読みやすい	13	4	7	3
	読みやすい	9	2	1	5
	少し読みにくい とても読みにくい	1	1		
(3) パソコンで勉強して、よくわかりましたか	よくわかった	17	5	6	6
	だいたいわかった	5	1	2	2
	ややわかりにくかった わかりにくかった	1	1		
(4) パソコンで勉強したら、楽しいと思いますか	とても楽しい	18	5	7	6
	楽しい	4	1	1	2
	どちらともいえない あまり楽しくない 楽しくない	1	1		
(5) キーボードの使い方はわかりましたか	よくわかった	12	4	5	3
	だいたいわかった	9	3	3	3
	少しまよった よくわからなかった	2			2

3. 検証授業のまとめ

研究2年目の後半になってようやく小・中学校での検証授業が開始された。CAI実践のほんの入口に立ったところであるが、新しい学習方法に取り組む児童・生徒の新鮮な息吹が感じられる。

CAIの光と影の部分について、まだ十分明らかにできないが、これまでの実践からつかんだ教訓は次のようにまとめられる。

(1) CAIの長所

検証授業を通して、従来の一斉授業に比べ、右表のようなCAIの長所が浮き彫りになってきた。

(2) CAI活用上の留意点

CAIを進めるに当たって次の点は、特に留意しておく必要がある。

① コンピュータ万能主義は、危険である。

松戸市教育研究所で行った次の分析は、重要な示唆を与えていると考える。「コンピュータ万能主義が叫ばれがちであるが、コンピュータは何

も考えることができないと我々は共通に認識すべきである。つまり、一時間の授業をコンピュータに代行させ、あたかも『個別的な指導』のように思わせることが多いのだが、個別的な対応の道筋は、教師が考えるべきものであってコンピュータに完全に任せられる内容のものではない」（昭和62年度教育調査、コンピュータの教育への利用法を探る）より）

CAIを授業に位置づける時、まず教師の役割をはっきりさせ、その上でコンピュータに任せられた方が効果的と思われる部分はどこか明確にしていく必要がある。

② 悪いコースウェアは、学習を混乱させる。

- ・ 情報伝達の仕方がはっきりしないコースウェア（問題や説明、図の意味が不明、内容の不正確さetc.）は、学習者が戸惑い、意欲も減退する。

- ・ 学習内容が整理されていないコースウェア（内容が盛り沢山、ステップが不明確、レディネスが考慮されていないetc.）は、学習のねらいがわからず、混乱する。

③ 児童・生徒の疲労感を考慮する。

1時間中、CAIで通すと、中学生でも疲労度が大きい。（アンケート結果 少し疲れるが50%とても疲れるが約5%である）学年に応じた利用時間についての配慮が必要である。

④ 学習内容が共通のものを一斉で利用する場合、遅れた児童・生徒があせりや劣等感を持たないよう配慮する。学習課題を選択性に行ったり、学習方法を多様化していくなどの工夫が必要である。

表6 一斉指導との比較によるCAIの長所

学習効果	CAIの長所	一 斉
*どの子ども学習に熱中する。	・画面の楽しさがある。 ・すぐ反応が返ってくる。 （正誤判定、ヒント、励ましのことば） ・コンピュータは、納得いくまで待ってくれる。	・個別に应答することは無理である。 ・授業は、どんどん先へ進んでいく。
*その子なりに「わかった」という充実感がある。	・わからない子をどう補助していくかという観点でコースウェアが作られるため、学力が下位の子にも学習の満足度が高い。	・学力の下位の子は、どうしても「落ちこぼし」になる。
*マイペースで学習できる。	・個の特性を配慮できる。	・個に対応しきれない。 （いかに個人差を切り替えているか反省させられる）
*学習のつまずきがはっきりする。	・どの子がどこでつまずくかははっきりし、手立てをしやすい。	・個のつまずきをひろいきれない。
*子供どうしの交流が深まる。	・コースウェアで学習すると先に進まざるをえないのでお互いに助け合う、考え合う場面が多くなる。	・先生対子供の対話になりやすい。 ・高学年になるほど意見をいわなくなる。

(3) 児童・生徒は、どんなコースウェアを好むか。

児童・生徒の学習意欲を高めるコースウェアの特徴として、次の点があげられる。

- ① 問題指向型 (question oriented method) のコースウェアが良い。
説明画面が続くより、入力したらすぐ反応が返ってくる発問形式の方が学習意欲が高い。
- ② ゲーム的要素を持っている。「コンピュータと勝負してみよう」「何分でやりますか」といった挑戦する楽しさがあると、興味を増し、集中力が高まる。
- ③ 画面に楽しさがある。キャラクターを工夫したり、動画を取り入れると熱中する。
- ④ KR情報 (適切なヒント、言葉かけ) が工夫されていると、学習の励みになる。
- ⑤ 学習内容や目標がはっきりしていて、学習者自身が常に、「何を学習し、どこまで到達しているのか」をはっきり認識できるようになっている。
- ⑥ 個に応じたプログラムで、誰もが「できた」「わかった」という成就感が持てる。

V まとめと今後の課題

学習の最適化をめざして、コースウェアの開発と検証授業を行ってきたが、その中から次のような問題点と今後の方向性が出てきた。

1. コースウェアの開発について

(1) 教材作成支援システム (オーサリングシステム) とベーシックプログラムによる教材開発の長所と問題点

① オーサリングシステムについて

CAI教材ソフトは、主としてオーサリングシステムを使って作成してきた。オーサリングシステムの長所は、専門的なコンピュータ言語を知らなくても、比較的容易に教材作成ができることである。また、授業実践後のコースウェアの修正も容易である。反面、このシステムの機能的な制約がある。主なものとしては、次の点があげられる。

- ・ 児童・生徒の理解を促進させるのに有効な動画の作成機能が限られている。
- ・ 回答入力を選択式、または順次答えていく場合はよいが、複数回答のランダム入力はできない。
- ・ 学習診断に基づくコース分岐は、あまり複雑なものには対応困難である。

② ベーシックプログラムについて

本研究では、スクリプトを書いて、コーディングのみソフト会社に依頼したものがある。プログラムは、ベーシックで組んだものであるが、この方法のメリットは、次の点である。

- ・ コーディングに大変な時間がかかっていた分、教材検討に力を入れることができる。
- ・ ベーシックプログラムは、オーサリングシステムの制約をこえた画面作成や学習診断システムに改良を加えることができる。

しかし、最大の難点は、教師が授業実践に基づくコースウェアの改良を加えたくても、専門的なコンピュータ言語を知らなければ修正がきかないことである。

(2) コースウェア開発の展望

① 将来的には、教材のスクリプト (台本) を書く教師の専門性とコーディングの専門家との分業が、ソフト開発の望ましい姿といえる。

② 当面は、こうした組織的な条件が整っていないので、学校や教育センターなどで、授業改善に密着したコースウェアを開発していくことが多くなる。その場

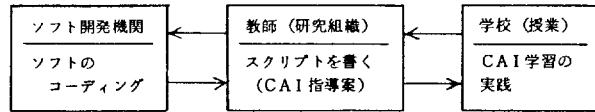


図3 コースウェア開発の展望

合、ソフト開発の時間的な問題、学習指導要領の改訂に伴う指導事項の変更、ソフトの汎用性の問題などを考慮して、コースウェアは、あまり長いものより学習内容を絞って、素材的なものを数多く作成し、データベース化していく方向が望ましいといえる。

2. コースウェアの構成形態について

(1) 開発したコースウェアの構成形態

- ① パターン1 (チェーン型) は、課題が順次、一方向に流れていく形態である。
- ② パターン2 (単品型) は、課題別に単品で作成されている形態である。
- ③ パターン3 (メニュー型) は、メニュー画面に学習課題が提示され、課題別を選択して学習できる形態である。

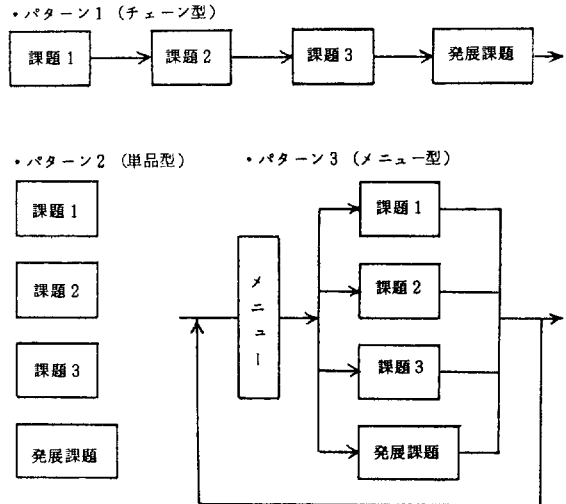


図4 開発したコースウェアの構成形態

(2) 各形態のコースウェアの評価

中学2年の「電流と回路」のコースウェアは、はじめチェーン型で作成した。電流を測定し、法則を見出す学習で、基本回路、直列回路、並列回路と順次、課題が一方向へ流

れていくコースになっていた。ところが、検証授業を通して次の問題点が出てきた。コンピュータの画面は、次から次へと移っていくので、学習者にとっては各々の課題が明確につかめず、学習に混乱が起こった。さらに、チェーン型の問題点は、個に応じた課題を選択し、使い分けていく場合にも融通のきかないものとなる。こうした点を改善するためには、コースウェアはあまり複雑で、長いコースより比較的短く、学習課題がはっきりしたユニットで、単品型かメニュー型で構成した方がよい。利用する場合にも、必要な課題を適時に取り出して学習できるし、学習者も課題がつかみやすい。また、コースウェア作成の立場からも作りやすいといえる。

3. コースウェアの利用形態について

(1) 利用形態の種別

- ① 一斉個別の利用 学級全員を対象に、一斉にコンピュータールームでCAI学習を行う形態。
- ② 部分個別の利用 インフォーマルな学習形態で、個々の児童・生徒に応じて必要なソフトを使い分けていくもので、例えば、ある学習課題を達成するのに多様な学習方法があり、CAIもその一部として選択できるような使い方である。放課後の復習、休んだ児童・生徒の補充学習などにも適時活用できる。

(2) 部分個別利用の課題

現在のところ、CAIは一斉個別の利用が中心になっているが、今後一人一人の個性を認めてい

く教育の実現を考えていくなれば、もっと部分個別的利用に着目していく必要がある。オープンスペースなどインフォーマルな学習環境が導入されてきている中で、一層意味を持ってきている。

4. 今後の課題

研究途上で残された課題は多いが、その中で特に次の点を今後の研究課題と考えている。

(1) 試作したコースウェアは、まだ十分に検証授業を行っていない。児童・生徒の反応を観察・調査し、コースウェアの検討・修正を加えていく。

(2) 電気・力学領域を中心にコースウェアを開発してきたが、生物や地学の分野でのコースウェアの作成はどうあるべきか。

(3) 学級一斉のCAI学習を中心に進めてきたが、さらに多様な学習方法と組み合わせたCAIの部分個別的利用のあり方を探る。

(4) CAIの学習評価をどうすべきか。特に、学習の効果、定着度はどうなのか。

おわりに

本研究を進めるに際し、横浜国立大学の木谷要治教授、大島聡助教授をはじめ川崎市立小学校理科研究会の大野正之助先生、菅井芳郎先生、同中学校研究会理科部会の本橋弘先生等多くの先生方にご指導いただいたことに感謝申し上げます。なお、紙面に限りがあるので、昭和62、63年度の2年間にわたって開発してきたコースウェア利用手引書、指導案、ワークシート等は資料として別冊にまとめた。

・参考文献

- 伊藤伸隆 「教授学習過程論」 大日本図書
大内茂雄・中野照海編 「授業実践に生かす教育工学シリーズ」 図書文化
中山和彦他 「コンピュータ支援の教育システム — CAI」 図書文化
芦葉浪久 「CAIコースウェア作成技法」 東京書籍
佐藤隆博 「教育情報工学のすすめ」 日本電気文化センター
産業能率大学編 「CAIのすべて」 教育工学研究センター
宇都宮敏男・坂元昂監修 「講座・教育情報科学」 第一法規
遠山紘司 「情報処理能力を高める理科学習指導のあり方」 理科の教育1988年5月
久保木徳 「個性化・多様化の工夫と実践」 指導と評価1987年11月、VOL. 33
沼野一男 「情報化社会と教師の仕事」 国土社

・指導助言者

- | | | | |
|----------------|---------|-------------------|-------------|
| 横浜国立大学教授（専門員） | 木谷 要治先生 | 川崎市教育委員会指導主事 | 奥山 良平先生 |
| 横浜国立大学助教授（専門員） | 大島 聡先生 | 川崎市総合教育センター第一研究室長 | 石川一雄 |
| 川崎市立住吉中学校長 | 本橋 弘先生 | 同 | 第二研究室長 芳野菊子 |
| 川崎市立浅田小学校長 | 大野正之助先生 | 同 | 指導主事 米山 誠 |
| 川崎市立宿河原小学校長 | 菅井 芳郎先生 | | |