平成２年度

理科学習におけるコンピュータの活用と教材開発

川崎市総合教育センター 理科研究会議

川崎市総合教育センター研究紀要　4：87－102.　1991

理科学習におけるコンピュータの活用と教材開発

理科研究会議

本間　傑[1]　石渡喜市郎[2]　冨田　学[3]　吉新貴美代[4]　塚田庸子[5]
飯塚正秀[6]

要　　約

本研究は，当センターで昭和62年度から開始された，共同研究の後半２年に当たる。前半の２年間は「理科におけるＣＡＩコースウェアの開発」ということで，主にコースウェア型学習ソフトウェアの開発と研究を行ってきた。後半の２年間は，コースウェア以外の利用も含めて開発と研究を行った。

理科学習でのコンピュータの利用は，実験・製作・定着・確認・検索・制御といろいろな場面に利用が可能である。これらの中から開発可能な領域からいくつか選んで，実際の授業を通して開発・改良をしてきた。

この研究会議で開発された学習ソフトウェアは，コンピュータの持っている機能の一部だけを利用したにすぎない。理科学習でのコンピュータの利用は，映像化・視覚化の面でも大変有効であることがわかった。

コンピュータの普及は目覚ましく，また，機器や開発ソフトウェアの改良・改善も近年急速に進み，理科学習の教材教具として有効に使えるものが多くなってきた。これらの具体的な利用法や問題点を明らかにすることで，授業現場でのより良いコンピュータの利用法はいかにすべきかを明らかにした。

キーワード：コンピュータ，コンピュータ教育，ＣＡＩ，理科教育

目　　次

はじめに
Ⅰ　主題設定の理由…… 88
Ⅱ　研究のねらい…… 89
Ⅲ　研究の方法…… 89
Ⅳ　研究の内容および考察…… 90
1.　製作でのコンピュータの利用…… 90
2.　ドリル・アニメーション型の利用 …… 92
3.　検索型の利用…… 97
Ⅴ　まとめと今後の課題…… 100
・おもな参考文献・指導助言者…… 102

[1]川崎市立古川小学校教諭（主任研修員）　[2]川崎市立白鳥中学校教諭（研修員）
[3]川崎市立南原小学校教諭（研修員）　[4]川崎市立下作延小学校教諭（研修員）
[5]川崎市総合教育センター（指導主事・平成元年度）　[6]川崎市総合教育センター（研修指導主事）

はじめに

コンピュータの利用について，中学校理科においては，指導書の指導計画の作成と内容の取り扱い4で次のように述べられている。

「各分野の指導に当たっては，観察・実験の過程での情報の検索，実験データの処理，実験の計測などにおいて，必要に応じ，コンピュータ等を効果的に活用する配慮をする。」さらに，小学校での取り扱いに関しては，理科の指導書の中に教育機器の一つとして位置づけられ，「地域では得られない広い範囲の事物・現象に目を広げたり，自然現象の中の一面を取り出して強調したり，自然現象の時間を伸縮したり，順序を変えたりして，問題をつかんだり，観察・実験の結果を整理したりすることも必要である。この有効な手段として，テレビや映画，写真，スライド，ＯＨＰ，コンピュータをはじめ，図書，標本，模型などを活用することが考えられる。これらの教材，教具は，学習指導の目標達成に有効な教育作用をもつので，それぞれの特性を生かして，適切なものを選択して活用し，学習効果を高めるようにする。」と書かれている。

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，新しい教育機器を有効に活用していくためのソフトウェアの開発と利用方法についての研究は必要となってきている。

Ⅰ　主題設定の理由

本研究は，４年計画で進められ，最初の２年間は理科学習の最適化に役立つと思われる自作の学習ソフトウェア（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」と設定して研究・開発がされてきた。しかし，研究の深まりや，コンピュータの性能向上，新学習指導要領の公示などにより，ＣＡＩコースウェアの研究・開発は見直しの必要がでてきた。そこで後半の２年間は，次のように考えて研究・開発を進めてきた。

これからの理科教育においてコンピュータ等の教育機器を理科の学習指導に必要に応じて活用することは，児童・生徒の能力育成に極めて大切なことであると考えられる。

しかし，理科学習を進めるに当たって，必要に応じてコンピュータを学習の道具として活用することであって，学習の主流にコンピュータを使うということではない。コンピュータを使って，今まで以上にすばらしい授業を実践できると考えるからである。

例えば自然の事象の変化を調べる実験に当たって，以前は学習にかかわる時間や内容が生徒にとって高度になるなどの理由から，定性的なとらえ方しかしてこなかった。しかし，コンピュータによる計測実験の考え方を導入すれば，自然の変化を瞬時にしかも定量的に事象をとらえることが可能になるということが考えられる。そして，その事象の変化を量的にとらえることを通して，そこから新たな思考の発展や広がりのある学習活動を始めることも可能になると予想できるのである。

また，一斉授業ではなかなか実現しにくい，個に応じ，個を生かす授業などがコンピュータ等を活用することにより，効果的に達成できるのではないかと考えることもできる。そこで，これからの理科教育で更に重視される実験・観察に必要に応じてコンピュータを活用し，実験・観察を触発

・支援・強化するための方法を開発することを目的として，本研究の主題を「理科学習におけるコンピュータの活用と教材開発」として，研究を進めることにした。

Ⅱ　研究のねらい

本研究は「学習の最適化をはかるためのソフトウェアの開発」ということで開始された。この場合のソフトウェアの意味は，ＣＡＩコースウェアに関するものであり，コンピュータを計測やデータの蓄積・加工・制御などに利用するまでの研究は考えられていなかった。しかし，理科におけるコンピュータ利用は，ＣＡＩコースウェアも機能の一部と考え，その他の使い方や可能性も考慮して研究を進めなければならなくなった。そこで後半の２年間はＣＡＩコースウェア以外の利用を後からつけ加えた形で研究を進めた。

コンピュータを学校教育に取り入れていくことは，これからの個に応じ，個を生かす教育の推進には，欠くことのできない教育方法と考えられる。実際に研究を進めるに当たっては一斉授業の形態のまま検証授業を行うことになるが，コンピュータを利用することによって，どのように授業が改善されるか，明らかにしていきたい。

コンピュータの機能を考えた場合，データベースとしての情報の蓄積や検索，グラフィック機能を使っての情報の加工や時間の伸縮，外部の計測機と接続しての測定，ビデオやレーザーディスクの制御，パソコン通信などたくさんの機能をもっている。これらの機能を少しでも理科教育に利用し，最適化の授業に役立つような学習ソフトウェアも開発・研究をする必要がある。

Ⅲ　研究の方法

これらのねらいを達成するために，次の方法で研究を進めた。

・学習への効果や問題点を明らかにするために，コンピュータや学習支援システムの特性を知り，その機能と役割，限界などをはっきりさせる。
・コンピュータ利用の意図をはっきりさせ，学習ソフトウェアを学習課程の中に位置づける。
・ＣＤ－ＲＯＭやビデオテープ等の映像機器とコンピュータを組み合わせ，コンピュータを利用した理科の教材を開発する。
・ＡＤコンバータとコンピュータを接続し，正確な測定や児童生徒に理解できる処理の仕方を調べる。
・理科の特性や児童生徒の発達段階，コンピュータに対する反応も調べ，学習ソフトウェア開発の資料とする。
・検証授業を実施し，試作した学習ソフトウェアの改善をはかる。

理科におけるコンピュータを利用した最適化をめざす授業はどうあるべきか，これらのねらいや方法で研究・開発することによって，少しでも前進できれば幸いと思っている。

なお，前半２年間の研究については，川崎市総合教育センター研究紀要２号（昭和63年度）にまとめられている。基本的なコンピュータ利用の考え方について，その方に詳しく書かれているので，参考にされたい。

Ⅳ　研究内容および考察

1.　製作でのコンピュータ利用

コンピュータを個別化・個性化にむけて利用することを考えて，学習ソフトウェアを作成してみた。製作や実験では，いろいろな準備が必要であるし，また，結果についても児童生徒個人の能力によって，時間の差や結果に対する理解が違ってくる。このような差は，コンピュータを利用することによって少なくできるのではと考えて，開発したものである。

(1)　単元名　小学校２年「おもりでうごくおもちゃ」

①　学習内容

おもりで動くおもちゃを工夫して作ったり動かしたりさせながら，おもりの重さ，付け方などによって，動きに違いがあることに気付かせる。

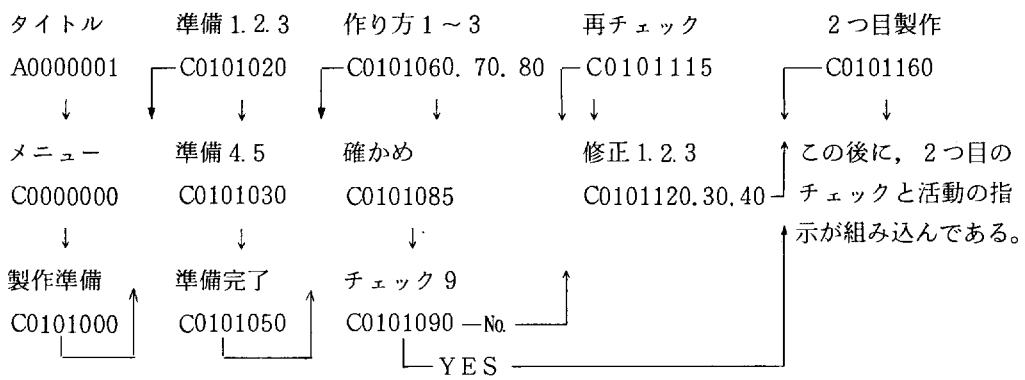
②　開発の意図

「作る→遊ぶ→作り直す→遊ぶ」活動は，低学年の学習にとって重要なねらいの１つであり，本単元でも，この繰り返しによって，おもりでうごくおもちゃのおもしろさ，作る楽しさを味わわせる。低学年の製作活動では一斉授業を行なうと個人差が大きくでて，製作手順の説明に時間を要することが多く，児童によっては，未完成で終わってしまうこともある。そこで，コンピュータの指示により，画面に合わせて一つ一つ確実に作れる製作マニュアル的なソフトの利用を考えた。作業時間の個人差に応じられるのもコンピュータの有効利用の一つである。

このソフトには，材料を自分で選ぶ指示や，できた作品を簡単にチェックして，うまく転がらない場合には作り直す指示が入れてある。さらに，出来上がった児童には，工夫した遊びの活動ができるような指示もあり，個別に持つ発想を生かすよう工夫した。また，キャラクターを登場させ，その語りかけで製作活動が進められるような親しみのもてる構成にし，楽しいアニメーションの画面も用意した。

なお，たわら転がしが，なぜ，おもしろい動きをするのかについては，気付かせる手だてとして，おもりの動きに注目させたビデオも製作してみた。学習ソフトと合わせて利用することで学習の幅を広げることを試みた。

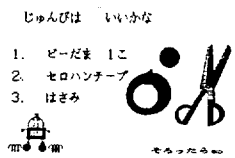
③　画面の構成図



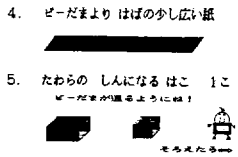
④　主な画面

画面①

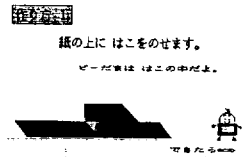
画面②



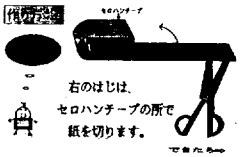
画面③



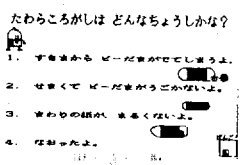
画面④



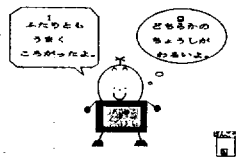
画面⑤



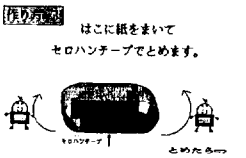
画面⑥



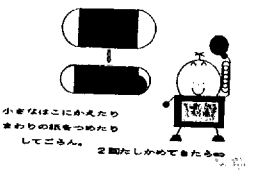
画面⑦



画面⑧



画面⑨



＊　画面の説明

- ①はキャラクターのコンちゃんが，たわら転がしをいっしょに作ろうと呼びかけている。②～③は準備の画面である。「じっけんランド」から自分の気に入った箱とまわりの紙を選んでくる。
- ④～⑥はキャラクターのコンちゃんの指示で画面に合わせて作っていく。まわりの紙の長さや巻き方，セロテープのとめ方がわかるように図で説明してある。
- ⑦は２人で１台の使用のため，２人とも完成しないと先へ進めない画面である。
- ⑧は，うまく転がらない児童への対応として，ゆるすぎないか，きつすぎないか，ゆがみはないかの３つの要素を想定したチェック画面である。この画面の後には⑨のように直し方をそれぞれ提示した。

⑤　指導計画

第１次　揺れるおもちゃ	２時間	第２次　転がり輪	２時間
第３次　たわら転がし	２時間（½）	第４次　展覧会	１時間

⑥　授業の結果と考察

- 製作マニュアル的な使い方は初めてだったが，１画面に１手順としたために指示がわかりやすく，製作に戸惑う児童は少なかった。
- 製作手順には図を多く用いたので低学年の児童にも分かりやすかった。
- 製作マニュアル的な使い方は，個人差に応じた指導ができるので，遅れた児童にとって問い直すこともなくなり，画面の指示に合わせて落ちついて活動できた。ファンクションキーで前画面に戻れたことも安心して取り組めたようだ。

＊本時の展開例

学習内容	学習過程	形態	留意事項	教材教具
	START			
・たわら転がしが、坂を転がる様子を見て、その動きの秘密について関心を持つ。	動機付け 課題把握	一斉	・たわら転がしのゆかいな動きに興味を持たせ、製作意欲を盛り上げる。	演示用のたわら転がし
・コンピュータの指示に従って必要な材料を用意し、製作する。	製作	グループ	・画面の指示を読んで、仲良く丁寧に作業させる。	コンピュータ ビー玉 方眼紙 はさみ のり セロテープ ペン 空き箱
・出来上がったたわらころがしを坂で確かめ、悪い所をコンピュータを使ってチェックし作り直す。	チェック		・調子の悪いものには、助言する。	
・作ったたわら転がしを坂で転がして遊ぶ。 自分のもので競争する。 友だちのものとも競争する。	完成 いろいろな活動		・競争したり、勾配の違う坂で転がしたりして活動させる。	
・2つのたわら転がしが転がっていく様子をビデオで見て、おもりの動きに気付く。 長いたわら転がし 短いたわら転がし	ビデオ 話し合い		・ビデオは全員の完成を待って利用する。 ・2つの動きの様子から、速く転がす方法にも気付かせたい。	コンピュータ (ビデオ)
・次時の予告を聞く。	まとめ			

・2人で1台の利用なので，協力して悪い所を直そうと話し合いが多く見られ，全員が完成できた。
・「じっけんランド」で箱とまわりの紙を自由に選べたので，出来上がった作品はそれぞれ個性がでていた。その後たくさんの紙をまいて丸くしたり，ビー玉を2つ入れたり，三角おにぎり型にしたりして工夫していた。
・完成のごほうび画面ではアニメーションを生かした動きのあるものにしたので，とても喜んで学習していた。
・ビデオはＬＡＮシステムを使用して，それぞれの画面に映し出したので，児童にとって大変見やすく集中できた。
・ビデオを見て，「おもりがたわらの中を走るんだね。だから，長いとそれだけ転がるのに時間がかかって遅くなるんだね。」という児童の発言がみられ，ビデオも効果的に活用できた。

2. ドリル・アニメーションでコンピュータを利用した例

コンピュータをドリルとして利用することは，簡単に反復練習が可能であり，また，即時応答機能も優れているために，定着・確認に非常に有効になる。しかし，ドリルだけでは理科学習の目的から離れることも考えられるので，慎重に開発することが必要である。アニメーションについては，機能としては簡単なものであり，まだまだ制約が大きく，計画通りにはできなかった。視覚に訴えることは，言葉で説明するよりも，児童生徒に理解させることが容易になることは確かである。

(1) 単元名　小学校3年「じしゃくのきょく」

① 学習内容

異極は引き合い，同極は退け合うこと。

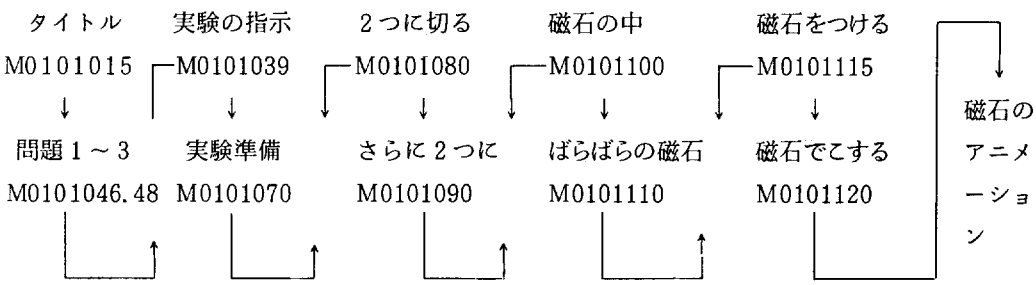
磁石で鉄をこすったり，鉄を付けたりすると，鉄は磁石になることがあること。

磁石には，必ずＮ極，Ｓ極があることを実験を通して理解させる。

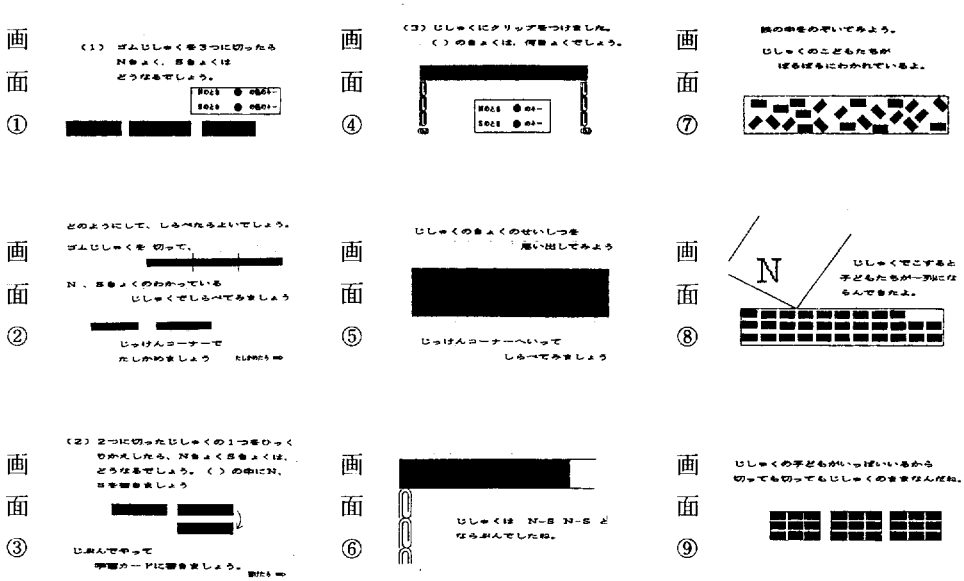
② 開発の意図

本単元では，目で見たり手で触れる事ができない磁石の働きを現象を通じて感覚的にとらえたり，現象を物と物の関係から推理を働かせて認識させることがねらいである。しかし，目に見えない現象を感覚的にとらえることが困難な児童に対して，コンピュータを利用することにより視覚的に興味・関心を高めることができると考えた。まず，磁石の極の性質を思いだしながら画面の課題に取り組ませ，ヒントを与えながら解決させ，さらに実際に調べて認識を深めるようにした。課題への取り組み，実験の繰り返しにより，磁石の極の理解が深まることをねらいとした。また，学習のまとめ，発展として個別に対応することができると考えた。課題の解決できた児童に対しては，発展として，磁石の不思議な世界へ興味を持たせるため，アニメーションで磁石の性質に迫るよう考えた。3年生ということであまり深いりせず，なぜ，磁石を2つ，3つと切っても磁石の性質が残っているのかということが多少理解できればと考えた。

③ 画面の構成図



④ 主な画面



＊　画面の説明

・①は，問題１の画面である。磁石の極の認識を深めさせるために，②の画面で実際にゴム磁石を切るよう指示する。

・③は，問題２の画面で磁石の表裏に着目させる。

・④は，問題３の画面である。磁石の極の性質を思いださせ，⑤～⑥のヒント画面で確認させる。「実験コーナー」実際に確かめさせ，定着をはかる。

・⑦⑧は，鉄はこすることにより磁石になることをわかりやすく説明した画面である。

・⑨は，磁石をいくつに切っても磁石の性質があることを説明した画面である。

＊本時の展開例

学習内容	学習過程	形態	留意事項	教材教具
・課題 「じしゃくが２つにわれたら、Ｎきょくや Ｓきょくはどうなるだろう」	ＳＴＡＲＴ 課題提示	一斉	・磁石が２つに割れたらどうなるか実際の生活体験を通して、話し合わせる。	コンピュータ ゴム磁石 はさみ 棒磁石
・ゴム磁石を２つに切ったらどうなるか話し合う。	実験の準備		・Ｎ極Ｓ極に目を向けさせる。	シール
・ゴム磁石を２つに切って調べる。 ・コンピュータを使って磁石の性質を確認する。				
・ゴム磁石を３つに切ったらＮ極Ｓ極はどうなるか調べ学習カードに記入する。		グループ		学習カード
・２つに切ったゴム磁石のひとつをひっくりかえしたらＮ極Ｓ極はどうなるでしょう。	実験と記録	グループ		
・磁石にクリップをつけました。（）の極は何でしょうか。				
磁石はいくつに切っても磁石の性質が残っている	まとめ	グループ	・早く終った児童は、発展として、ゴム磁石をいくつにも切る実験をさせる。	
・コンピュータを使って磁石の性質を知る。		グループ		

⑤　指導計画

磁石の極	１時間
磁石の極の性質	２時間
磁石の静止する方向	２時間
方位磁針	２時間
磁石作り	２時間
発展	１時間

⑥　授業の結果と考察

・磁石を２つに切ったらどうなるかという問いかけに対し，かなりの児童が，Ｎ極だけ，Ｓ極だけの磁石ができると答えていた。実際に切ることのできるゴム磁石を用意したので，児童の興味がたかまった。

・コンピュータの画面を見ながら実験を通して極の性質を確認し，さらに学習カードに記入することで理解が深まった。

・画面に対応するキー操作はＮとＳのキーだけでできるようにした。また，Ｎは赤，Ｓは青のシールを貼り，わかり易くした。同じように実験で確認できた場合，ゴム磁石の極に赤と青のシールを貼らせた。その結果，児童は，かなり極に着目できた。

・全体を通して実験をしながら問題を解決していく学習の展開にしたが，コンピュータを活用することにより，結果がその場で確認できたり，自分のペースで学習できたので，興味と意欲の持続ができた。

・コンピュータの近くに磁石を置くことに問題があるので，実験コーナーを設置した。コンピュータ操作場所と実験場所との移動は，混乱なくできた。
・目に見えない磁石の中の仕組みについて，簡単なアニメーションを使い視覚的にとらえることができた。
・個別に対応できるよう画面構成，実験道具の工夫をしたので，児童の興味はより高まり，実験への意欲がわきあがった。

(2) 単元名　中学校3年「酸・アルカリ・塩」

① 学習内容

イオンのモデルによって，酸とアルカリの特性や中和反応を説明し，化学変化の仕組みについての理解を深めることが主たるねらいである。

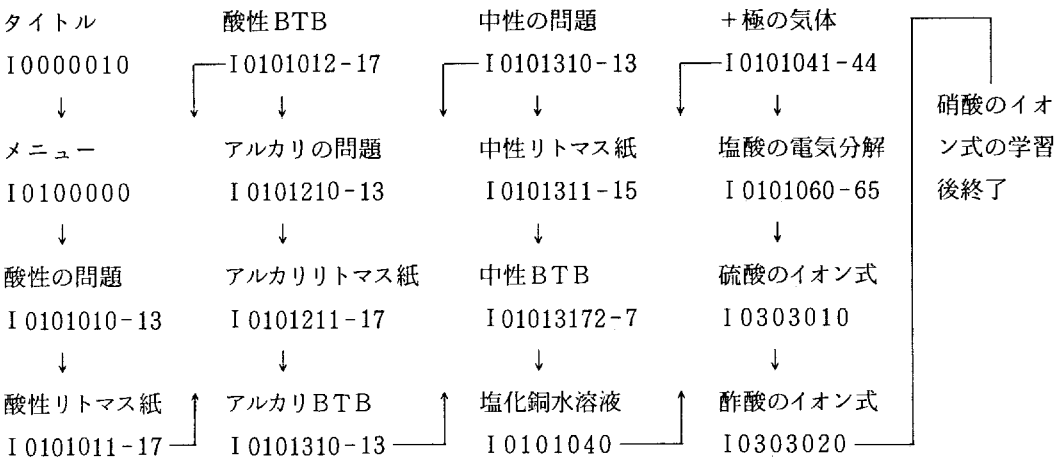
ここでは酸やアルカリの水溶液の特性が，水素イオンと水酸化物イオンの存在で説明できることを理解させることがねらいである。酸に共通な性質，アルカリに共通な性質をイオンのモデルによって説明できることの2つを具体的なねらいとしている。

② 開発の意図

ドリル形式でイオンの学習に取り組むこととし，酸の水溶液のようすや酸の電気分解のようすをイオンの動き・電子の授受で表したものを作った。酸・アルカリの学習では，小学校との関連から，酸・アルカリ・中和の復習として，また，電解質・塩化銅水溶液の電気分解・イオンの動きなどでは定着・確認を目的とした。

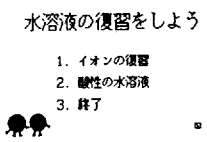
次に，いままでイオンモデルを作って水溶液のようすを説明していたが，それだけでなく，コンピュータを使うことによって，イオンモデルが＋・－極へ動いてゆくようすがわかること。また，＋・－極での変化のようす（イオン→原子，電子の授受）がアニメーションによって理解が深まるよう工夫した。目に見えないイオンの動きを実験観察から推論でき，イオンモデルによって理解を深めるときに，コンピュータを使って，イオンモデル図からイオン式を理解させ，生徒の思考の助けとなるよう作成した。

③ 全体の流れ図

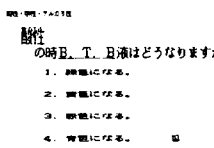


④　主な画面

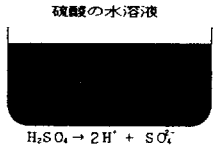
画面①



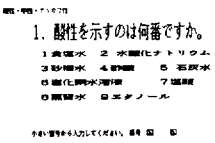
画面④



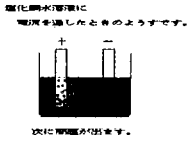
画面⑦



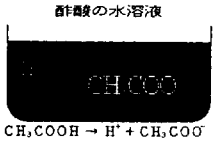
画面②



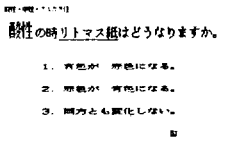
画面⑤



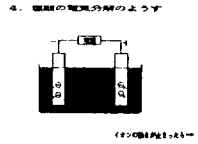
画面⑧



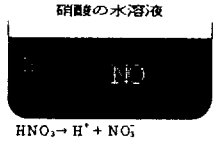
画面③



画面⑥



画面⑨



＊　画面の説明

- ①はメニュー画面で，1.は酸，アルカリ，中和とイオンの復習ドリル（小学校からの復習を含む）である。2.は酸の水溶液のようすを表したものである。
- ②～④は酸についての問題画面である。②は９つの物質の中から，２つ選ぶ完全解答にした。
- ⑤は塩化銅水溶液の電気分解のようすを表したものである。イオンの動きをアニメーションで表し，＋・－極で原子や分子の状態になるようすを示してある。
- ⑥は⑤と同様，塩酸の電気分解のようすを表したものである。
- ⑦～⑨は硫酸，酢酸，硝酸の水溶液をイオンモデルで表したものである。電離のようすとイオン式をそれぞれ提示した。

⑤　指導計画　（本時　第１次　２時間目）

1.　酸・アルカリ　第１次　酸に共通な性質……２時間
　　第２次　アルカリに共通な性質……１時間

⑥　検証授業の結果と考察

- ドリル形式で行った時，生徒は正解画面で喜び，完全解答なのでじっくり画面を見ながら意欲的に次の問題へと進んでいった。
- 机間巡視して，ほぼ全員が約15分でやりとげた。
- 生徒は二人一組で取り組んでいたが「次は頼らないでやりたい。また，もうすこし多くの問題があったほうがよい。」という意見もあった。
- 一人でやっている生徒は，誤答や，わからなかったときノートや教科書を見て進めていた。自分がしっかりわかるまで自分のペースで進めることができた。

学　習　内　容	学習過程	形態	留意事項	教材教具
	START			
・コンピュータを使って酸性の水溶液を思い出してみる。	課題提示			
	ドリル	グループ	・メニューの1を指示する。 ・終了ＰＦ８	コンピュータ
・塩酸以外の硫酸・酢酸には、どのような性質があるか調べてみる。	発　問	一斉		
	実験と記録	演示	・硫酸の電気分解などで発生した気体に火をつける。	硫酸 酢酸 リトマス紙 ＢＴＢ液 Ｍｇリボン 電解装置 水槽
・リトマス，ＢＴＢ，Ｍｇ，電気分解を行い、ノートに記入する。				
・塩酸以外の酸の実験でも共通なことがいえた。この原因になっているのは何だろう。	発　問	一斉		試験管 マッチ
・塩酸の電離のようすを表してみる。ノートに記入する。 硫酸・酢酸の電離のようすを表す。	発　問		・机間巡視	
・コンピュータで酸の水溶液のイオンモデルをみて、電離に気付く。	確　認 まとめ	一斉	・メニューの2を指示する。	コンピュータ

・塩化銅水溶液，塩酸の電気分解のようすをイオンが動いていくのや電極の色，電極のところでイオンが原子に変わるとき電子のやりとりを見てわかったという声が聞こえた。

・酸のまとめとして，水溶液中のイオンのモデル図とイオン式を表した画面では，１画面ごと生徒はじっくりと見ながら確認していた。

・実験は演示で行った。この時間では，グループ実験をさせたかったが，コンピュータ室のため実験をすることができなかった。これからの課題として考えていきたい。

・正解画面では，色を工夫したことや問題の上に「正解」と大きく重ねることで，興味を示しながら進めていた。

・イオン式（電離）は書け，わかったが，化学反応式，例えば，金属と酸の反応式についても，もう一度コンピュータでやってみたいという生徒がいた。

3. 検索形でコンピュータを利用した例

理科学習で検索することは，植物・動物・微生物・星座などが考えられる。最初の計画では，言葉による検索を試みてみたが，児童生徒のイメージと検索用語が合わない時があることがわかった。そこで，小さい写真に番号をつけて検索する方法で開発しなおした。

(1) 単元名　小学校５年生「水中の生物」

① 学習内容

水中には，小さな生物がいて，魚の食べ物になっていることを理解させる。

② 開発の意図

水中の生物を観察しながら，名前や特徴を覚えられるように作ってある。今までの観察では，いろいろな微生物を観察しても，教科書から名前が判るものは少なかったがコンピュータの図形取り込み機能（イメージスキャナ使用）を使って日常的にみられる微生物を写真から取り込み，微生物の動き方や色から名前を検索できるようにした。

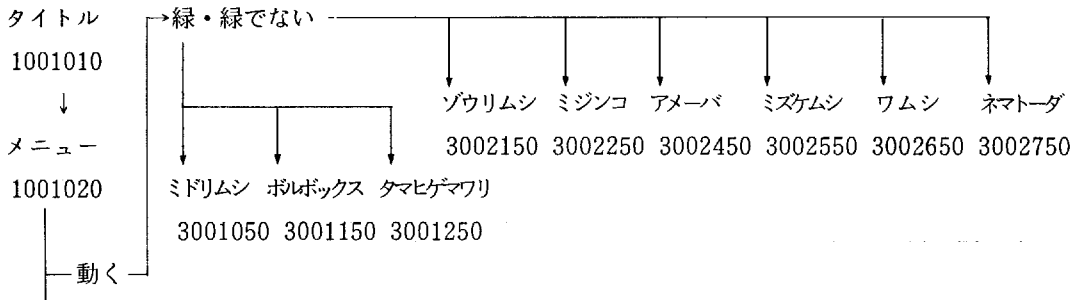
情報検索といえば，文字（言葉）で検索するのが普通であるが，ここでは名前を知るのが主であるので写真で検索できるようにした。写真をイメージスキャナでコンピュータ画面に取り込み，番号で選択するようにした。文字による検索は，「動く・動かない」「緑・緑でない」の２つだけである。

文字の情報も同時に画面に出るようにして，名前だけでなく微生物の特徴など関連した情報も判るようにした。

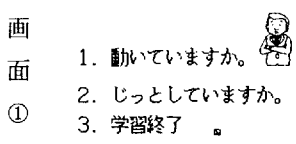
動きのある微生物は静止画面だけでは特徴をとらえることが難しいので，ビデオを使って観察できるようにしてある。このビデオは，コンピュータの補助としての使い方だけでなく，興味付けやまとめにも使えるようにわかり易く，短く編集してある。

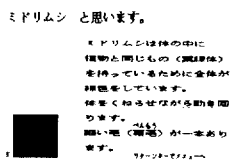
なお補助として，「微生物部品箱」およびスライドも作成してある。このために学習環境や教師の考えに柔軟に対応できるように，多種多様な方法を使って学習できるように開発した。

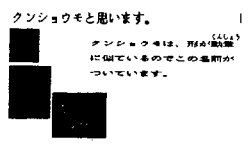
③　全体の流れ図

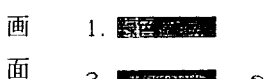


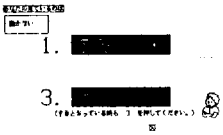
④　主な画面

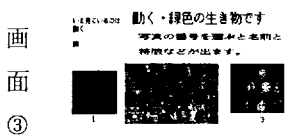


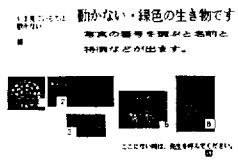


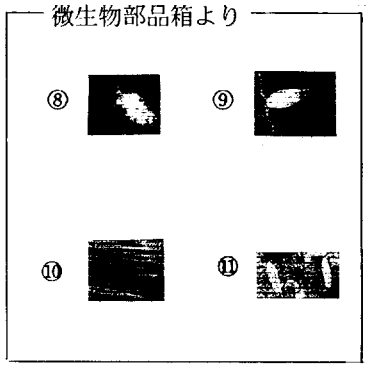












＊　画面説明

・①はメニュー画面になっている。この画面から「動いているか」「動いていないか」を選ぶようになっている。

・①～④はミドリムシを検索する場合の画面の流れである。①→⑤→⑥→⑦はクンショウモを検索する場合の流れである。このように４つの画面でメニューの画面に戻るようになっている。

・⑧～⑪の図は，「微生物部品箱」に入っている微生物を抜き出したものである。それぞれミジンコ　ケンミジンコ　アオミドロ　ゾウリムシである。

⑤　指導計画　（本時　第４次　２時間目）

第１次　メダカの体と動き……２時間　第２次　メダカのたまごとその育ち…１時間

第３次　かえったばかりのメダカ…３時間　第４次　メダカのえさ……３時間

＊本時の展開例

学習内容	学習過程	形態	留意事項	教材教具
・前時までの復習	START	一斉	4年生でも顕微鏡を使っているので思い出させる。	顕微鏡 ピーカー スポイト
・ビデオを見て水の中の様子を知る。	課題提示		ビデオは、興味関心を高めるように編集したものを使う。 観察しやすいものを準備する。	ビデオ
・ゾウリムシ・ミジンコ・ミドリムシなど特徴のある微生物を観察する。	実験（観察）	グループ		微生物 コンピュータ
・観察結果を発表する。	確認	一斉	名前だけでなく、様子や特徴もつけ加えて発表させる	
・各自で採集してきた水の中を観察する。		グループ	採集の方法や場所も合わせて学習させたい。	
・水中にはいろいろな微生物がいることがわかる。	まとめ			
・水中の生き物と魚の関係について予想をする	次時の予告	一斉	微生物は魚のえさになることを予想させる。	

⑥　授業の結果と考察

・検索型の学習ソフトウェアは最初の段階から構想として持っていたが，学習支援システムの使い方がわかり，画面全部に写真で埋められることがわかり，作成したものである。（正確にはいえないが，コンピュータと学習支援システムの改善があったためと思う。）

・最初は言葉による検索を考えたが，動きや様子を的確に表現することが難しく，写真から選択する方法に切り換えた。物を検索するには，文や言葉による検索がたくさんあるが，映像も重要なキーワードになることがわかった。

・コンピュータで映像を制御するつもりでビデオも制作した。ビデオでも映像の検索は可能であるが，捜し出すのに時間がかかり，あまり実用的でないことがわかった。ＣＤやレーザーディスクを利用すると，より鮮明でたくさんの絵が取り込め，さらに検索のスピードが速くなる。

・イメージスキャナを使って「図形部品箱」というフロッピーディスクに48種類取り込んである。これらの微生物を予備実験で学校の微生物を検鏡し，学校の実態に合わせて画面に取り込み学習ソフトウェアに組み込めるようにした。

・検索用に使えなかったビデオは，ダイジェスト版に編集し，説明用の音声も入れ，興味付けやまとめとしても使えるようにした。
・コンピュータ室で顕微鏡を使う場合は，光源装置が必要になる。この装置が悪いと色が不自然になり，正確な検鏡ができなくなる。また，顕微鏡の使い方についても事前の準備や児童に対する指導が必要と感じた。
・この学習ソフトウェアやビデオ等は，中学校でもそのまま使うことができる。
・この方法で植物や星座など理科の中にある教材の検索に利用できる。

V　まとめと今後の課題

1. 研究のまとめ

理科におけるコンピュータの利用を場面別にまとめると，次のようなことがいえる。

(1) 実験用に利用する

理科の実験には危険を伴うものがある。このような時にコンピュータの画面で，薬品の扱い方や安全な操作方法等を確認しながら作業を進めることができ，正確で安全な実験を行うことができる。

また，準備についても，画面に器具や薬品の図，使う数等を書き込んでおくと，混乱せずに準備ができて早く実験に取りかかれる。

(2) 製作用に利用する

製作手順をコンピュータで示してやると個人差が少なくなり，完成したものがほとんど修正しないで授業に使えるようになる。また，個人の進度に合わせて次の過程にすすめることができ，静かに作業が進みしかも時間の浪費が少なくなる。なお，製作しながら原理や仕組みを学習する場合は，無理にコンピュータを利用する必要はない。

(3) 定着・確認・復習に利用する

画面にアニメーションを取り入れたり，ゲームの形を使って問題を出すことができ，遊びの感覚で楽しみながら学習することができる。進度に個人差があり，早く終わり過ぎて時間が余る場合が見られる。このような時には，別の問題に取り組めるように，配慮する必要がある。

(4) 検索に利用する

コンピュータで検索する場合は，いくつもの観点（キーワード）で同時に検索でき，図鑑を使うよりも早く検索できる。また，映像を利用して検索もできるので，細かな様子や動きの特徴なども確認することができる。

(5) 制御に利用する

コンピュータを計測に利用するとデータを蓄えたり，時間の伸縮，加工が簡単にできるようになる。

映像の制御についても，今までは一方的に送られるだけであったが，コンピュータ制御の方法を使うことによって画面上に問題を提示したり，入力を判断して適切な画面に換えたりすることが可能になる。

2年間にわたって理科におけるコンピュータ利用はどうあるべきか，研究開発に取り組んできた。その間にコンピュータの性能向上，学習支援システムの機能向上があり，コンピュータの教育利用は「まだまだこれから」という感じを強くもった。最初は，「コンピュータをどう生かすか」という議論で始まったのであったが，「児童・生徒を生かすためにコンピュータを使うのだ」ということに気づいただけでも大きな成果になった。

2. 今後の課題

(1) コンピュータソフトウェアは，作る時代から使う時代へ

学習ソフトウェアを自作する場合，普段の目標の検討や指導過程の検討のほかに，コンピュータの機能を学習し，画面の構成を考え，画面の下書きをするなどの時間が必要になってくる。校務に余裕があればよいが，ほとんどの教師は，時間的に余裕がないのが現実ではないだろうか。学習支援システムは，ベーシックよりも簡単に画面が組める点ではすぐれているが，理解するのには時間がかかる。そこで，コンピュータを授業で使う場合，自作するより今までに作ったものを利用する方がよいと考える。必要な画面だけ使ったり，繋ぎ方を変更したりするのは，新規に作成するのと比べて少ない時間で作ることができるからである。このようにすれば，少しずつ学習支援システムの機能を習得でき，コンピュータが使えるようになるのではないだろうか。

(2) コンピュータの設置は柔軟に

将来，個に応じた教育がよりいっそう推進され，しかもソフトウェアの種類が増え，多面的に利用することが予想される。この場合，コンピュータは独立型で使えるように配慮する必要がある。現在のように特別教室にまとめて設置する方法は，複数のコンピュータを同時に操作できるなどの利点もあるが，利用がかえって限定されることになる。

(3) ＣＡＩ利用は慎重に

コンピュータで正確なデータを集めたり，それらのデータや情報を加工したり，提示用に利用することは，学習の意欲づけ，学習の広がりや深まりに威力を発揮することが考えられる。しかし，コンピュータを教師の代わりと考えたり，知識の獲得だけに利用することは，体験を無視したり，教師（作成者）の考え方を押しつけたりすることになりかねない。コンピュータを教材教具の一つとして位置づけ，慎重に利用する必要がある。

(4) 児童生徒のコンピュータ操作は，教師より理解がはやい

児童生徒はコンピュータを覚えるのが得意である。テレビゲームの普及もひとつであるが，コンピュータを使った授業は楽しいと思って活動しているせいか，キー操作は，一度覚えると次からは自由に使っていく。現在のコンピュータは以前のように簡単に壊れないようになっている。教師も将来の本格導入に備えて，少しずつ慣れておくことが大切と思う。

これまでの研究はあくまで現在の我々の中での成果である。コンピュータの発達は，留まることを知らず，ソフトウェアも使い易くなり，誰でも組めるものが出てくることが予想される。また容量も大きくなり，形も小さくなりもっといろいろな使い方ができるようになるであろう。

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藤間凞子先生，梶山三千男先生，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。

・参考文献

中山和彦他	「コンピュータ支援の教育システム」	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・坂本昂監修	「講座・教育情報科学」	第一法規	
沼野一男	「情報化社会と教師の仕事」	国土社	
「CAI実践事例百科」	NEW教育とマイコン別冊	学習研究社	
浜野保樹	「ハイパーメディアと教育革命」	アスキー出版局	1990
「コンピュータ教育　標準用語辞典」		アスキー出版局	1989
末武国弘	「教育における画像エレクトロニクスの役割」	テレビジョン学会誌 Vol. 42, No.5	
中山和彦	「生物教育へコンピュータを」生物の科学 '85.3	裳華房	
三枝　隆	「パソコンに関する種々の情報」生物の科学 '85.3	裳華房	
「教育におけるコンピュータ利用」		上越教育大学学校教育研究センター	1988

・指導助言者

横浜国立大学教授（専門員）	木谷　要治	川崎市立向小学校長			梶山三千男
横浜国立大学助教授（専門員）	大島　　聡	川崎市立商業高校教頭			石川　一男
元上越教育大学教授	小金井正己	川崎市総合教育センター	第1研究室長		原　　勤
川崎市立住吉中学校長	本橋　　弘	〃	第2研究室長		橋本　貞和
川崎市立大谷戸小学校長	藤間　凞子				