

算数・数学におけるコンピュータの活用法

数学教室 後 藤 和 雄*
数学教室 三 宅 紀 子*

要 旨

この論文では、算数・数学におけるコンピュータ使用法の利点と問題点を考察するため、鳥取市内の小中学校の児童生徒にアンケートを行った。その結果、コンピュータの使われ方とともに算数・数学の弱いと思われる分野が明らかになった。また、算数・数学への効果的な利用法を提案した。

はじめに

現在、我が国では目覚ましい情報化の進展に対応していく児童生徒の育成という社会的要請から、学校教育においてコンピュータに触れる機会をできるだけ多くすることが求められてきた。将来の情報化社会を担う児童生徒に必要な資質を養うために、新学習指導要領⁽¹⁾において小学校では、平成4年度からコンピュータなどを教具として活用することを通じて、児童がコンピュータに慣れ親しむことができるよう配慮されている。中学校では、平成5年度から「技術・家庭科」に「情報基礎」という領域を新たに設けてコンピュータの役割と機能を理解させることとしている。そして、高等学校においても、平成6年度からコンピュータを中心とした「数学C」を設けたり、数学や理科でもコンピュータの基本的な内容を取り入れて行く等、コンピュータ教育は積極的に行われて行く予定である。

算数・数学は他の教科に比べ、コンピュータを使うことができる分野が多く見られる。問題は「利用する」ではなく、「活用する」ということである。コンピュータを使った授業実践の報告書によると、児童生徒が自主的に授業に取り組み学習意欲を増す、興味関心を引く、等プラス面を述べているものが多い。その反面、その興味関心はコンピュータだけでなく算数・数学に向けられているのか、という疑問やソフト、ハード両面の設備が十分でないなど問題点も挙げられている。

現在、学校で使われているソフトはドリル形式のものが圧倒的に多く、必ずしも優れたコンピュータ教育が行われているとはいえない。市販のソフトもかなり多く出回っているが、その中から質のよいソフト（児童生徒の発達段階にあっているか、その授業の目標が達成できるか）を選ぶこと

* Department of Mathematics, Faculty of Education, Tottori University, 680, Japan.

は困難である。そして何よりも教員のコンピュータへの意識改革が必要である。

算数・数学で、児童生徒が苦手としている分野でパソコンに親しみながら楽しく学び、算数・数学の面白さ、数理的な処理のよさに気づくことはできないだろうか。

この論文では、アンケート調査を実施し、その集計をもとにして、児童生徒の立場から見たパソコンの効果的な活用法を検討していく。

1. 情報化と教育

1. 1 ハイテク化の子ども文化 —情報化・ファミコン化—

就学前の幼児や小学校低学年を対象に、知育用おもちゃが様変わりしている。パソコンや電卓以外にも、子供向け電子手帳や教育要素を含んだソフトの開発が進み、コンピュータやハイテク機器は、児童生徒にとって、身近な存在となっている。学校でコンピュータ教育を受ける前に、児童らは、コンピュータを使って絵を描いたり、メッセージを送ったりと、コンピュータを自由自在に扱っている。

「ファミコン・シンドローム」⁽²⁾という言葉がある。テレビゲームにのめり込み、生活全体を崩すことだ。1988年に東京都が「大都市青少年のメディアとのかかわりに関する調査」を行った。小中学生の61%がテレビゲームを「数え切れないほどした」と答えた。一度もしたことがないという児童生徒は、1%にとどまり、子どもたちの生活は、この10年で大きく変化した。

ゲーム感覚は、テレビ画面にも取り入れられた。フジテレビ系列の人気番組「ウゴウゴルーガ」は、「コンピュータグラフィックス」でつくられた、キャラクターが次々と登場する。デジタル感覚や情報を抑制した内容で、素早い展開で進行していく。

ハイテク文化は、雑誌界にまで強い影響を与えた。「Vジャンプ」「少年ガンガン」は、その代表的なものだ。テレビゲームのキャラクターが登場し、ゲームのストーリーが、そのままコミック誌で読めるようになっている。テレビゲームとのメディア・ミックス・マガジンである。

ハイテクおもちゃやマスコミ文化の影響を受け、子供たちを取り巻く環境は、情報化と共に、次々と変化している。このような状況の中で、コンピュータ教育は、何を目的とし、どんな使い方を理想としているのだろうか。

1. 2 指導書との対応

平成元年に文部省が出した指導書⁽³⁾によると、算数・数学の基本方針は、「情報化等の社会の変化に対応し、論理的な思考力や直感力の育成を重視する観点」からまとめられており、これを受けて、次のようなことが示された。

- ・様々な事象を考察する際に、見通しをもち筋道を立てて考え、数理的に処理する能力と態度の育成を一層充実すること
- ・基本的な概念及び原理・法則の理解と基礎的な技能の習熟を図るとともに、その過程を通じて、それらを十分に活用できるようにし、事象の考察に有用であることが分かるようにすること
- ・思考の過程を一層重視するために、児童生徒の発達段階に応じた、具体的な操作や思考実験などの活動ができるようにする。数理的な考察処理の簡潔さ、明瞭さ、的確さなどのよさが分か

- るようにし、算数・数学を、意欲的に学習しようとする態度を育てるよう配慮すること
- ・児童生徒の発達段階に応じ、コンピュータ等にかかわる指導が、適切に行われるよう配慮すること

また、文部省におかれた、調査研究協力者会議が、教育課程審議会に提出した資料⁽³⁾の中で、学習指導における情報手段の利用について、次のように述べている。

「学校教育における学習指導の充実、とりわけ個々の児童生徒の学力差、学習速度、学習スタイル、学習意欲、趣味・関心等の個人差に応じるなど、個性を生かす指導の充実を図るとともに、児童生徒が自ら学ぶ意欲を育て、創造性を伸ばす上で、コンピュータ等の情報手段の利用が有効である。」

数学においては、コンピュータ等を効果的に活用するために、次のように示している。

「各領域の指導に当たっては、必要に応じ、コンピュータ等を効果的に活用するように配慮するものとする。特に、「数量関係」において、実験や観測などにより、指導を行う際には、このことに配慮する必要がある。」

数学では、他の教科に比べて、より多くの内容で、コンピュータ等が活用できることから、すべての領域の指導に当たって、必要に応じ、コンピュータ等を効果的に活用するよう配慮することを原則としている。

確かに、使い方を問わなければ、算数・数学は、多くの領域にわたって、パソコンを使うことができる。ドリル形式で用いれば、計算問題の正誤を判定してくれる。グラフをかこうと思えば、手をとることは不可能な細かい点を取り、より正確なグラフをかいてくれる。児童生徒にとって、パソコンを使って計算問題を解いたり、グラフをかいたりすることは、大きな感動を与えるかもしれない。パソコンに興味を示し、主体的に学習に取り組んでいくかもしれない。

しかし、パソコンが使えるから使うのではなく、効果的に活用できると判断される場合において、必要に応じて活用されなくてはならない。

1. 3 学校におけるコンピュータの設置状況

新学習指導要領を適切に実施していくために、文部省では次のことを計画した⁽⁴⁾。

「平成2年度から6年度までの間に、すべての公立の小学校、中学校、普通科高等学校及び特殊学校に教育用コンピュータを計画的に設置する」

この計画では、1校当たり、小学校で3台、中学校で22台、普通科高等学校で23台、特殊学校で5台を整備することとしており、総計で約30万台のコンピュータが整備されることになる。

教育用コンピュータの設置状況は、この計画が開始される直前の平成元年の調査では、小学校30.9%、中学校58.9%、高等学校97.8%（普通科高等学校97.0%）、特殊学校71.0%、また設置台数はそれぞれ、3.1台、5.5台、29.8台（16.0台）、4.1台となっている。公立学校全体で見ると、コンピュータが設置されていた学校は46.1%、1校当たりの設置台数は9.8台という状況であった。

平成4年度の間まとめによると、普及率、1校当たりの設置台数はそれぞれ小学校57.7%、4.3台、中学校97.8%、19.2台、高等学校99.7%、46.5台（普通科高等学校100%、27.8台）、特殊学校86.3%、6.5台で公立学校全体で72.6%、15.6台となっている。（表1）

これに対し、プログラムが組めるなど、コンピュータについて指導ができる教員は、小学校5.9%、中学校14.5%、高校で17.6%しかいなかった⁽⁵⁾。

また、本年度から、中学校で技術・家庭科にコンピュータを扱う「情報基礎」の分野が導入されたが、技術の分野でも指導ができるのは、6.0%しかいなかった。

学校が持っているソフトウェアの種類は、平均で小学校12.7種、中学校で33.0種、高校で26.8種となっており、84.5%が市販ソフトである。教科別では、算数・数学が最も多く、全体の23.2%を占めている。

ここで、鳥取市の小学校、中学校のコンピュータの普及率、設置台数について述べておくと、小学校では、28校中3校で普及率は10.7%、中学校では11校中8校で72.7%、1校につき22台となっている。

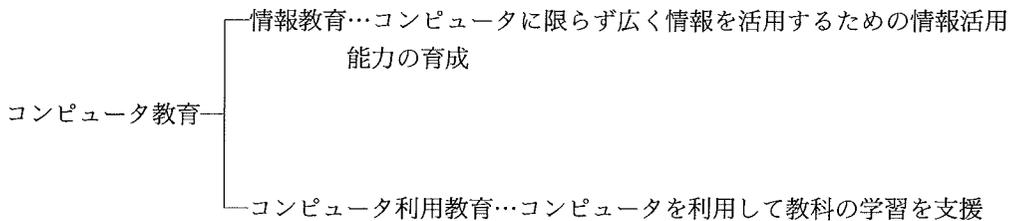
表1 コンピュータの設置状況と1校当たりの設置台数

年度 学校区分	元年度 (2.3.31)	2年度 (3.3.31)	3年度 (4.3.31)	4年度(中間まとめ) (5.3.31)
小学校	30.9% (3.1台)	41.0% (3.3台)	50.2% (3.8台)	57.7% (4.3台)
中学校	58.9 (5.5)	74.7 (8.3)	86.1 (12.8)	97.8 (19.2)
高等学校	97.8 (29.8)	98.5 (35.5)	99.4 (40.6)	99.7 (46.5)
普通科高等学校	97.0 (16.0)	98.6 (20.3)	99.3 (24.0)	100.0 (27.8)
特殊学校	71.0 (4.1)	77.7 (4.6)	82.1 (5.3)	86.3 (6.5)
公立学校全体	46.1 (9.8)	56.6 (10.9)	65.6 (12.8)	72.6 (15.6)

(教育委員会月報5.8)

1.4 パソコンの利用状況

コンピュータ教育は、大きく下記の2つに分けられる⁽³⁾。



ここでは、主にコンピュータ利用教育を取り上げていく。

コンピュータ利用教育は、CAIと呼ばれている。CAIでは、コンピュータを用いることによ

って、これまで達成できなかった能力や技能を高めることが重要である。黒板とチョークのできることや、手の操作で十分であることにわざわざコンピュータを用いる必要はない。

パソコンを使った数学の学習として、次のような場合が考えられる。

1. ドリル・プラクティス様式
2. シミュレーション様式
3. チュートリアル様式

それぞれの特徴と、活用法について、少し詳しく述べて見る。

1. ドリル・プラクティス様式

ドリル形式のプログラムは、パソコン利用の中で最も普及し、よく知られていながら、最も軽視されているものである。このプログラムは数学に限らず児童生徒にある力を定着させるために、問題を提示し、演習をさせてその技能を習得させていく。

従来から、ドリルとして、算数・数学では、プリント、ミニテストなど学校によって様々な教材が使われてきた。練習問題をするのならわざわざパソコンを用いなくても、従来の紙面上での操作で充分ではないか。むしろ、紙面上で行うほうが能率がよいのではないか、とも思われる。手で書き、憶える過程も必要であるし、手先の訓練にもなる。しかし、現場の教師の中には、「一斉授業の中で、児童生徒一人一人の能力に応じたドリルをさせることは難しい。つまづいている児童生徒への個別指導に気を配っていくためにもドリル型ソフトは効果を発揮する」という意見もある⁽⁹⁾。ここで、ドリル・プラクティスの利点として挙げられるものを書いてみる。

1. どんな簡単なものでさえ、児童生徒にとってはキーに触れるという基本的な操作をする機会を与えている。
2. 個人の能力に応じたレベルからスタートできる。
3. 分からない問題で誤りを何度も繰り返すと、ヒントを与えてくれるものもある。
4. グラフィック、音、さらにアニメーションが加わっているソフトが多い。

これは児童生徒にとって魅力的なものである。

2. シミュレーション様式

実際に実験や観察をさせようとするとき、手間がかかったり困難であるから模擬実験をして理解させようとするときに使われるのが、この方法である。

コンピュータシミュレーションは、幅広い教育目標を促進するために様々な学習状況で利用される。授業にシミュレーションを取り入れるねらいとして、次のようなことが挙げられる。

- ・現象や事象の数学的な取り扱いが難しいとき、順序や時間を変えたりして見せることにより、学習の理解を助ける。
- ・映像は、それ自体魅力があるので、児童生徒の自ら学ぶ学習活動を促す。

数学においてシミュレーションを活用する場合は、空間の図形の回転といった操作やその結果提示に最適である。図形を移動させたり変形させたりする場合も、シミュレーションを用いれば、連続的な図形の動きをつかむことができる。確率的なふるまいをする事象を扱うときも、変数を次々と入力していくことで、いろいろな場合を想定することができる。

コンピュータでの教育方法としてシミュレーションは最も面白く、有力である。しかし、画面を眺めるだけで授業が終わってしまっていることが多い。

立体でパソコンを用いるとき、だいたいの雰囲気をつかむという面では、眺めるだけでよいのだが、学習を深めていったり定着させていくには不向きである。学習者が、いろいろ条件を変えてみて、その結果をみることができることが理想的である。

つまり、シミュレーションを取り入れるときも、児童生徒が試行錯誤しながら、いろいろな操作をして結果の違いを理解していくという過程が必要である。

3. チュートリアル様式

チュートリアルとは、個別指導とか、家庭教師という意味である。説明したり、ヒントを与えたり、児童生徒と対話をしながら目標を達成できるように指導していく。

「一人一人の能力に応じた指導」という面ではドリル様式よりも効果的といえる。この様式の教育ソフトも数多く市販されたり、自作されたりしている。「個別指導」といわれると、なぜか聞こえが良い。しかし、チュートリアル様式は、パソコンが教師の代理をしているわけである。ドリル様式でも述べたように、コンピュータは児童生徒がどのように考え、なぜその結果が出たのか、なぜ間違えたのか、ということまでは理解してくれないし、教えることは不可能である。

教師は、コンピュータよりも高度な判断ができる。教師がいながら、なぜこのようなソフトを利用する必要があるのか。児童生徒が本当に理解できているか、ということは、最終的に教師に委ねられる。

チュートリアルは、授業の導入や思考を深める学習には適していない。利用法としては、補習や復習が最も多い。ドリル様式と同様に、この様式は、コンピュータの特性を十分に生かされていない。

2. パソコン利用の実態

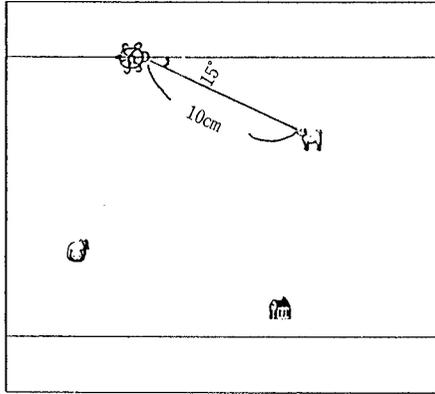
2.1 角度の学習での実践例

小学校4年生では、小学校指導書B(2)に書かれてあるように、角の大きさの測定を学習する。児童は、第2学年で直角を学習している。そして、第3学年では、三角形などの構成要素として、角について学習し、角の相等や大小についても、直接比較を中心として学習している⁽¹⁾。

第4学年では、こうした既習事項を基にして、角の大きさを回転の大きさとして捉え、それを測定する単位として、「度(°)」が用いられていることを知らせる。分度器を用いて角の大きさを測定したり、必要な大きさの角を作ったりすることができるようにする。また、1直角が90°であることや、1回転が360°であることを知らせる。ただし、回転の向きについては、取り扱わない。

ここで、T小学校で参観した、算数の授業例を紹介する。

(図1)

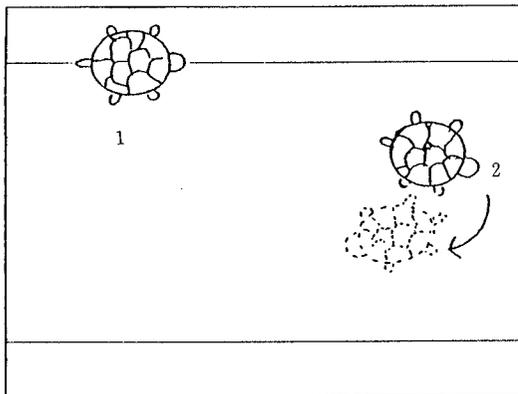


これは、亀が、犬と猫を連れて家に帰るという設定で、角度と距離を入力していく。例えば、右に15°前へ100と入力すると、亀の向きが15°下に傾き、10cmの直線が引ける。

まず、紙面上で、亀から犬、猫、家を結び、入力する角度と長さを測る。児童の反応を見ていると、長さは、きちんと測れていても、亀の向き（左右）を変えたい方向に、うまく変えることができない。(図2)

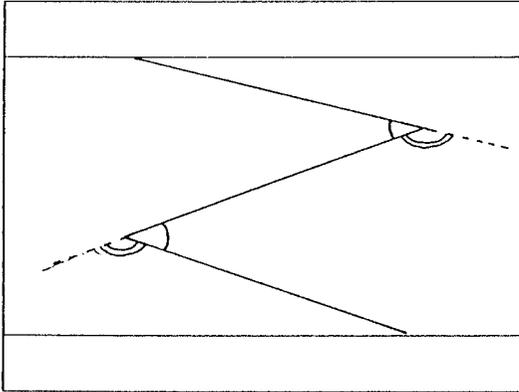
関係のない角度を測っている児童もいる。(図3)

(図2)



亀が、2の位置に来たとき、亀の向きを右に□°と入力しなければならない。しかし、児童は、左に□°と入力してしまう。

(図3)



必要なのは、 \sphericalangle の角度。児童は、 \sphericalangle の角度を測っている。進行方向に対して、右、左の指定や、なるべく小さい角度を入れる、などのきまりをつくっていない。

これは、LOGOのプログラムである。LOGOは、マサチューセッツ工科大学のパパートによって開発された。虫の目のように、自己の視点からみる、低学年向けのプログラム言語である。

小学校低学年以下の児童は、客観的に、自己を対象化してみることが難しく、自己中心的である。高学年になると、鳥の目から見るように、上から眺めた概念でものを見るようになる。

このことを考えると、図2で示した、左右の誤りのわけが分かる。

小学校4年生では、物事を客観的に見る力が養われており、虫の目のように、自己の視点から見る、低学年向けのソフトを利用することは望ましくない。

図3で示したように、必要のない角度を測る児童が非常に多かった。その理由の1つとして、児童たちの意識の中に、「角度は2直線で構成されているもの」という固定観念があり、自分で新しく線を引いて、角度を作るという段階に達していないのではないか、ということが考えられる。

児童は、入力したデータが違おうと、うまく線が引けないことから、画面で誤りを見て、何度もやり直している。何度もやり直すという、試行錯誤の過程はよいのだが、紙面に戻らず、入力する数字だけを変えていく子もいる。角度を測るとい根本的な操作が抜けてしまっている。

2.2 児童生徒のパソコンの捉え方

前述したように、コンピュータ教育が導入された理由として、情報化社会への対応が上げられる。学校教育を受ける以前や学校以外の場所で、児童生徒が、コンピュータに親しむ機会が多い。

パソコン通信サービス大手のニフティがまとめた1993年度の首都圏でのワープロ、パソコン利用度調査によると、保有世帯は、全体の51.1%と、昨年を7.6%上回った。家庭内にも、着実に普及している。

身近な道具となったパソコンを、児童生徒はどう捉えているのか、また、学校では、どんな教科でパソコンを活用しているのかを調べるため、アンケート調査を行った。これは、鳥取市内の小中学校、各5校ずつ選び、平成5年10月に実施したものである。

実地校

小学校名	人数	パソコンの有無
a 小学校	57人	○
b 小学校	61人	○
c 小学校	71人	○
d 小学校	54人	×
e 小学校	33人	×

中学校名	人数	パソコンの有無
A 中学校	36人	○
B 中学校	35人	○
C 中学校	32人	○
D 中学校	30人	×
E 中学校	40人	○

小学校アンケート結果

Q. 1 パソコンを知っていますか。

	知っている	知らない	比率(知っている)
a	57人	0人	100%
b	61人	0人	100%
c	71人	0人	100%
d	51人	3人	95%
e	33人	0人	100%
合計	273人	3人	98%

Q. 2 パソコンに興味がありますか。

	ある	ない	比率(ある)
a	47人	10人	83%
b	57人	4人	94%
c	65人	6人	92%
d	25人	29人	46%
e	24人	9人	73%
合計	218人	58人	79%

Q. 3 パソコンを使ったことがありますか。

	ある	ない	比率(ある)
a	57人	0人	100%
b	60人	1人	98%
c	69人	1人	99%
d	27人	27人	50%
e	22人	11人	67%
合計	235人	40人	85%

(c 小学校 1 人無回答)

- Q. 4 3でいいえと答えた人に質問します。
パソコンを使ってみたいと思いますか。

	はい	いいえ	
a			
b	1人	0人	
c	1人	0人	
d	17人	10人	
e	6人	5人	
合計	25人	15人	(40人対象)

- Q. 5 4でいいえと答えた人に質問します。
なぜ、使ってみたいとは思わないのですか。

- ・持っていない 家にないから 26%
- ・難しそうだから 23%
- ・興味がないから 15%
- ・よく分からないから 12%
- ・楽しくなさそう 面白くなさそう 7%
- ・その他 17% (複数回答)
(ややこしいから 意味がない いやだから)

- Q. 6 学校で、どんな科目でパソコンを使いましたか。

- a：算数，理科，社会，特別活動，クラブ活動
- b：図工，クラブ活動
- c：算数，社会，国語，音楽，図工，クラブ活動

中学校アンケート結果

- Q. 1 パソコンに興味がありますか。

	ある	ない	比率(ある)
A	28人	8人	78%
B	28人	7人	80%
C	25人	7人	78%
D	22人	8人	73%
E	36人	4人	90%
合計	139人	34人	80%

Q. 2 パソコンを使ったことがありますか。

	ある	ない	比率(ある)
A	35人	1人	97%
B	32人	3人	91%
C	30人	2人	94%
D	9人	21人	43%
E	40人	0人	100%
合計	146人	27人	84%

Q. 3 2でパソコンを使ったことがないと答えた人に質問します。
パソコンを使ってみたいと思いますか。

	はい	いいえ	比率(はい)
A	1人	0人	100%
B	2人	1人	50%
C	2人	0人	100%
D	18人	4人	81%
E			
合計	23人	5人	82%

Q. 4 3でパソコンを使ってみたいと思わない人に質問します。
どうして使ってみたいと思わないのですか、その理由を書いて下さい。

- ・興味がないから。 3人
- ・おもしろそうでないから。 1人
- ・深い意味はなし 1人

Q. 5 学校でどんな教科でパソコンを使用しましたか。

- A 技術・家庭科 数学 理科
- B 技術・家庭科
- C 技術・家庭科
- E 技術・家庭科 理科 クラブ活動 部活動

アンケート実施にあたって、小学校、中学校共に、5校ずつ選んだ。中学校に関しては、全部、無作為に選出したが、小学校に関しては、パソコンが導入されている学校が、3校と非常に少ないため、残りの2校のみ、無作為に選出した。

アンケートの結果から、全体の約8割の児童生徒が、パソコンに興味を持っている。「パソコンを使ったことがあるか」という質問に対しては、パソコンが、ある学校と、ない学校とで、かなり大きな差が生じた。パソコンが導入されている学校でも、わずかではあるが、「使ったことがない」と

答えている。b小学校, c小学校, A中学校, B中学校, C中学校では, 授業でパソコンが, 使われているにもかかわらず, パソコンを使ったことがない児童生徒がいる。そして, このような児童生徒8人中, 7人が「使ってみたい」と答えている。設置台数が少ないことが理由の1つと考えられる。いつも, 同じ児童生徒が使っていないか, 人が使っているのを, 見ているだけの子がいなか, 教師の気配りも, 必要と思われる。

「パソコンを使いたくない」と答える児童生徒もいる。その理由として, 最も多いのは, 小学校では, 「持っていないから, 家にないから」で, 中学校では, 「興味がないから」という, 全く異なった結果が出た。中学校では, 物質的な問題でなく, 本人の意思表示で「使いたくない」と答えている。このような, 児童生徒にとって, パソコンを使った授業は, 非常に負担となるのではないかと, と思われる。

「どんな教科で, パソコンを使ったか」という質問に対して, 技術・家庭科や理科, クラブ活動で使っている学校は多いが, 算数・数学で使っている学校は少ない。

算数・数学でパソコンをうまく活用していくためには, どんな使い方が望ましいか, 算数・数学を通じて, 児童生徒のパソコン嫌いを, 解消できないか, ということを考えて行く。このために, 算数・数学とパソコンの関わりについても, アンケートを行った。

小学校でのアンケート

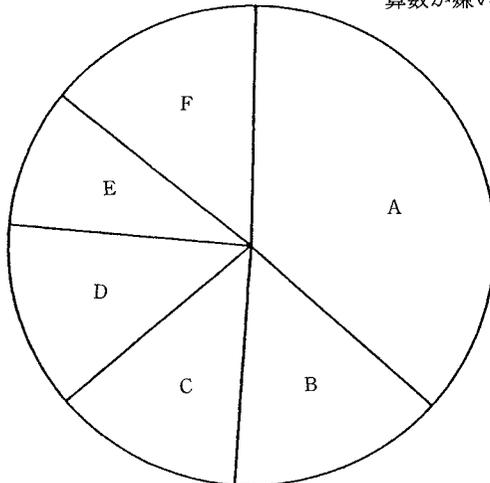
Q. 1 算数が好きですか。

	好き	嫌い	比率(好き)
a	32人	25人	56%
b	25人	36人	40%
c	40人	31人	56%
d	35人	19人	64%
e	14人	19人	42%
合計	146人	130人	53%

Q. 2 1で嫌いと答えた人に質問します。

なぜ, 算数が嫌いなのですか。

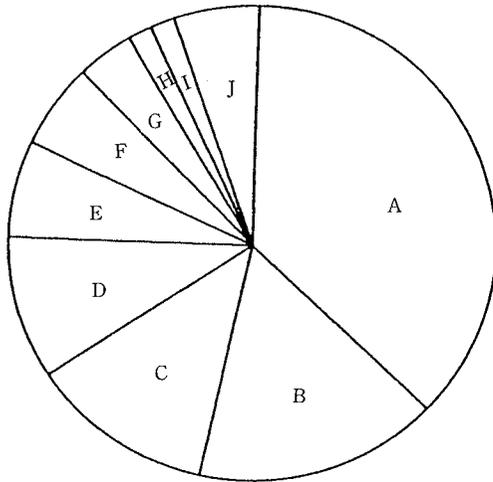
算数が嫌いな理由



	(単位: %)
A—難しいから	43 (36.4%)
B—ややこしいから	17 (14.4%)
C—面倒だから	15 (12.7%)
D—分からないから	15 (12.7%)
E—苦手だから	11 (9.3%)
F—その他	17 (14.4%)
合計	118
無回答	12

Q. 3 あなたは、算数で苦手なところがありますか。
あれば、具体的に書いてください。

算数で苦手なところ



(単位：%)	
A—計算	135 (36.8%)
B—文章問題	60 (16.3%)
C—単位	45 (12.3%)
D—割合	36 (9.8%)
E—正比例・反比例	24 (6.5%)
F—面積・体積	21 (5.7%)
G—図形	14 (3.8%)
H—円	6 (1.6%)
I—表	6 (1.6%)
J—その他	20 (5.4%)
合計	367

Q. 4 今まで学んできた算数の内容で、分からないと思うところがありますか。

	ある	ない	比率(ある)
a	44人	13人	77%
b	49人	12人	80%
c	51人	19人	73%
d	40人	14人	74%
e	29人	4人	87%
合計	213人	62人	77%

(c 小学校 1 人無回答)

Q. 5 苦手なところやよく分からないところで、パソコンを使うと、分かると思いますか。

よく分かる	10%
分かりやすくなる	44%
分からない	35%
変わらない	11%

中学校でのアンケート

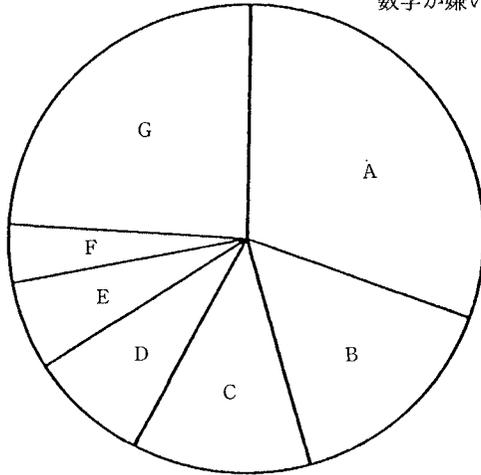
Q. 1 数学が好きですか。

	好き	きらい	比率(好き)
A	9人	27人	25%
B	15人	20人	42%
C	16人	13人	50%
D	8人	22人	26%
E	23人	17人	57%
合計	71人	99人	41%

(C 中学校 3 人がどちらでもない)と回答)

- Q. 2 1で数学がきらいと答えた人に質問します。
なぜ数学が嫌いなのか、その理由を書いて下さい。

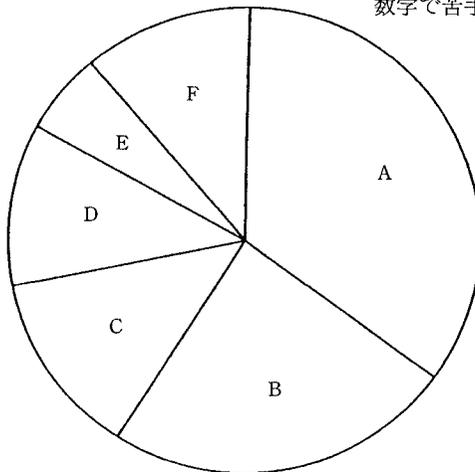
数学が嫌いな理由



(単位：%)	
A—難しいから	30 (30.3%)
B—苦手だから	15 (15.2%)
C—分からないから	12 (12.1%)
D—面倒だから	8 (8.1%)
E—ややこしいから	6 (6.1%)
F—嫌いなものは嫌い	4 (4.0%)
G—その他	24 (24.2%)
合 計	99

- Q. 3 あなたは数学で苦手なところがありますか。あれば具体的に書いて下さい。小学校で習った分野でもかまいません。

数学で苦手な分野



(単位：%)	
A—図形	81 (34.8%)
B—関数	56 (24.0%)
C—計算	30 (12.9%)
D—方程式	26 (11.2%)
E—文章問題	13 (5.6%)
F—その他	27 (11.6%)
合 計	233

- Q. 4 今までに学んできた数学の内容で、よく分からなかったと思うところがありますか。

	ある	ない	比率(ある)
A	32人	3人	88%
B	33人	2人	94%
C	30人	2人	96%
D	27人	3人	90%
E	30人	10人	75%
合計	162人	20人	93%

(A中学校 1人無回答)

Q. 5 苦手なところやよく分からなかったところでパソコンを使うとよく分かると思いますか。

よく分かる	11%
分かりやすくなる	31%
変わらない	32%
分からない	25%

(1人無回答)

算数が好きと答えた児童は全体の53%，数学が好きと答えた生徒は41%だった。中学校のアンケート結果からは、「前は好きだった」「好きだったのに、嫌いになった」という意見も見られる。どこかでつまずいたり、苦手意識を持っている生徒が小学生に比べて多い。

小学校で算数が嫌いと答えた児童のうち、半数以上の子が計算を苦手としており、それが直接、算数嫌いの理由となっている。中学校に入っても、分数・小数計算を苦手としている生徒はかなり多い。これは、小学校でやり残した基本的な計算問題が理解できないままになっていることが、原因であると思われる。

正比例、反比例、関数など、グラフを苦手とする児童生徒は、小中学校どちらにも多い。「パソコンを2次関数で使ってほしい」「パソコンでグラフをかけば、分かりやすいのではないか」という意見も書かれてあった。

算数・数学が嫌いと答えた生徒の中には、「パソコンを使って授業をすればよく分かるのではないか」あるいは「分かりやすくなるのではないか」という期待感を持っている生徒がいる反面、パソコンを使っても「今までと変わらない」「分からない」「ますます分からなくなる」と考えている生徒もいる。パソコンが導入されていないD中学校では、パソコンを使ったことがない生徒とパソコンに興味を持たない生徒の割合が他校に比べて多い。児童生徒にとって、パソコンに触れる機会は、学校が主流となっていることが考えられる。

図形を苦手としている生徒が多い。これは、証明問題（合同、相似）や円、立体の体積や表面積を求める問題も含んでいる。これらの問題は、じっくり考えて結論を導き出したり、頭の中で立体を組み立てたり展開したりという想像力や思考力を必要とする。図形は、想像力があるか、ないかで、差がひらく分野である。自分で実際に、立体を作ったり、切断したりという、手を使った操作が重視される。

応用問題や文章問題が苦手と答える生徒が多かった。中でも、時間、距離、速度の関係を理解しづらいという意見が圧倒的に多い。文章を読み取ってそれを式に変えて解答を導くという操作は中学校で学ぶ数学の内容のうちでは難しい部類に入る。動きのあるものは余計に検討しづらいのか。あるいは、公式がうまく使えないのか、と考えられる。

「今までに、学んだ算数・数学の中で、分からない所があるか」という質問に対して、小学校では77%，中学校では93%の児童生徒があると答えた。また、算数が好きと答えた児童の中で、「分か

らないと思う所があるけれども、好き」と答えているのは、146人中96人、これが、中学生になると、162人中56人になる。

参観した授業や、実施したアンケートの結果から、授業でパソコンを取り入れる上で、次のことに留意しなければいけない。

- ・パソコンが児童生徒の発達段階に応じ、理解を助ける存在であること。
- ・試行錯誤できる内容を取り入れ、思考力、創造力を養うこと。
- ・パソコンに興味を持たない児童生徒もいることから、パソコンを使うことが、負担と感じないように、1人ひとりに適切な指導を行うこと。
- ・あらゆる分野でパソコンを利用するのではなく、パソコンを使うことが効果的と思われる分野で活用すること。

3. パソコンの効果的な使い方

3. 1 苦手分野での利用を考える

アンケートの結果から、小学校では計算、中学校では図形、を苦手としている児童生徒が多いことが分かった。そこで、児童生徒が、苦手としている分野で、パソコンを使い、理解度を高めることができないか、ということ考えた。

小学校では、小数や分数などの計算を苦手としている児童が多いが、このような計算でパソコンを用いることは、望ましくない。例え、使ったとしても、ほとんどの場合がドリル形式である。パソコンは、解の正誤を判定するだけである。中学校の方程式や因数分解で使っても同じである。児童生徒が、どこでつまづいているのか、なぜ間違えたのか、ということまでは、分からない。考え方の間違いを修正する指導が、個々にできない。手で計算することが困難と思われるほどの、膨大な量の計算であれば、パソコンは、威力を発揮する。しかし、小学校、中学校で学ぶ、基本的な計算の解き方と理解は、紙と鉛筆で十分である。ドリル様式でパソコンを用いるとしても、一度、紙面上で計算して、出てきた解を入力するであろう。わざわざ解をパソコンに入力する必要はない。

正比例、反比例、関数を苦手とする児童生徒は多い。(7)によれば、「関数を苦手とする原因として、考えられるのは、グラフが、紙の上に書かれた形式的なものであり、関数本来の、動的イメージが表現されていない」ということである。「何かを入れると、それに対応して何かが出てくる」という関数の根本のイメージが確立されないうまま、代入、傾き、切片といった言葉が使われている。グラフを書くうえで、どんなグラフが書けるのか、ということイメージしないうちに、グラフの書き方を、たたき込まれている。

空間図形の展開、組み立て、切断や回転といった操作もパソコンを使うと、効果的と思われる。このような操作は、従来の模型や教具では、非常に困難である。立体を平面図で表現し、児童生徒に提示しても、イメージしづらい。また、自分で、実際に箱の展開図を書いてみたり、組み立てたりした経験のない、児童生徒もいると思われる。図形を苦手とする、児童生徒が、多い理由の一つに、子供たちの遊びの変化が挙げられるが、それ以上に、「三次元のものを、二次元で表現してきた」ということに、問題があるのではなかろうか。

多くの児童生徒が、苦手とする、グラフと図形で、パソコンをどのように活用していけばよいか、検討していく。

3. 2 グラフでの活用法

比例・反比例は、第6学年で取り扱われている。小学校指導書によると、第6学年では、これまでに、学習してきた数量関係についての見方をまとめるという立場で、特に、比例関係にある数量を中心に考慮し、関数の考え方を、一層伸ばすことを、ねらいとしている。

児童生徒が、比例・反比例、関数を苦手とする理由の一つに、前述したとおり、「何かを入れると、それに対応して、何かが出てくる。」という、関数の根本のイメージが、確立されない、ということが挙げられる。

対応している値の比に、着目することは、関数という立場から見て、二つの数量が、比例関係にあるかどうかを調べたり、式で表したりするうえでも、有効である。

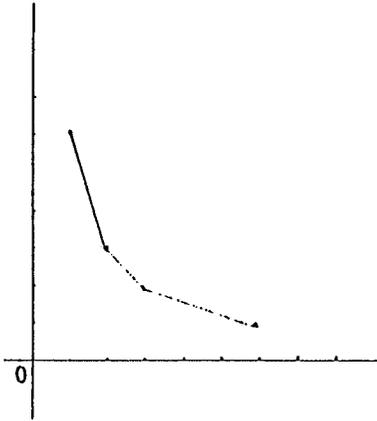
比例の関係を表すグラフは、原点を通る直線として、表される。これは、比例の関係を、見分けたりするとき用いられる、重要な性質である。

反比例は、比例の場合と違って、双曲線になり、児童が正確にかくことは、難しい。反比例の関係を満たす点を、いくつかとつても、紙面上でとれる点には、限りがある。図4、図5のような、グラフをかく児童もでてくると思われる。

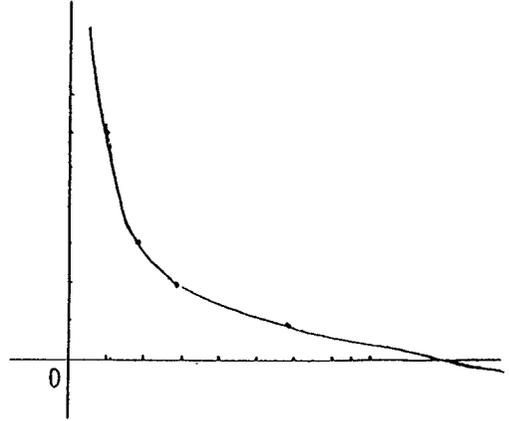
関数本来の、「対応」というイメージを定着させるために、ブラックボックスが適していると思われる。あらかじめ、学習する関数を、プログラムしておいて、 x の値を入力すると、それに対応する y の値が出力される。児童が入れてみたい数は、どんな数(小数、分数、負の数)でも、設定することができる。しかし、対応というイメージ化なしで、いきなりパソコンでブラックボックスを用いても、何をしているのか、理解できない児童がでてくると思われる。パソコンを使う前に、いくつか、数を提示して、各自で、計算させてから、「対応の定着」という形で活用することが望ましい。

$y = mx$, $y = \frac{m}{x}$ (図4, 5, 6)のグラフを、パソコンを使ってかくときの、最大の魅力は、 m の値を大きくしたり、限りなく0に近づけたりすることができることである。また、細かい点を取り、より正確なグラフをかくことができる。同じ画面上に、いくつものグラフがかけ、グラフの特徴をつかんだり、規則性を見つけたりすることは、グラフの概観をつかむための、重要な過程となる。

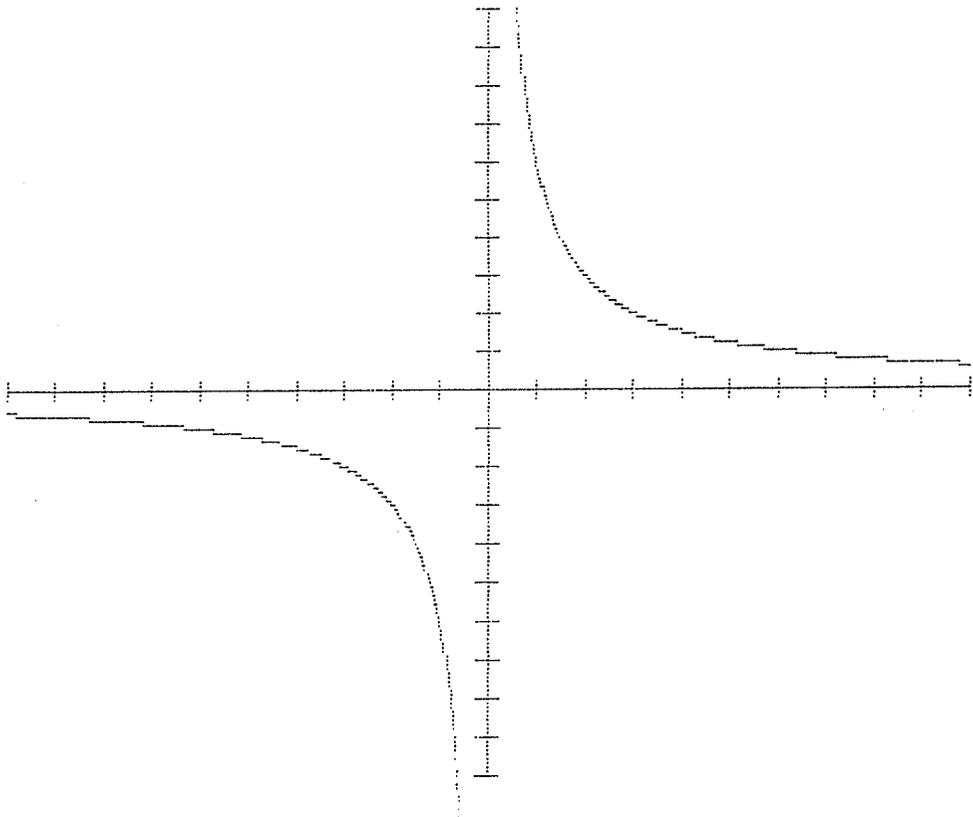
(図4)



(図5)



(図6)



3. 3 空間図形での活用法

空間図形に限らず、図形問題となると、式の計算や方程式に比べて、直感にたよる部分が多い。そのため、図形というだけで、苦手意識をもつ児童生徒が、少なくないと思われる。

空間図形は、頭の中に、立体のイメージが、わく生徒とわからない生徒に分かれ、差のつく分野である。空間図形の指導を、黒板とチョークで行うことは、教師にとっても、教えにくく、児童生徒にとっても、考えにくい。

そこで、パソコンを使って、立体の見えない部分を見せたり、回転させたりして、いろいろな角度から考えていこう、というわけである。

しかし、児童生徒が自分で、実際に、立体を組み立てたり、展開したり、切断したり、といった経験なしで、いきなり、パソコンの画面を見せても、「実際の立体と、画面の中の立体は、全く別のものである」と、捉える児童生徒がでてくるだろう。

児童生徒が、空間図形での思考力を高めるために、自分の手を動かして、立体の概念をつかむことが必要である。例えば、

- ・方眼紙を利用して、立体をつくる
- ・実際に、立体を切断する
- ・一つの立体を、いろいろな角度から見て、図に表してみる

このような、作業を通じて、児童生徒に、考える時間を十分に与えることが、大切である。例えば、家庭科の調理実習の時間に、大根やニンジン、豆腐などを包丁で切ったとき、切り口はどうなっているか、など、数学の学習も踏まえて進めていくと、おもしろいし、後で食べられて、むだにならない。

中学校1年で、「平面図形を回転させると、回転体ができる」ということを、学習する。我々は、ただ、長方形や三角形を見せられ、教師がその図形を、一回転させ、「円柱ができました」「円錐ができました」といった、授業を受けたのではなからうか。実際に、平面図形を回転させても、立体が形として残らないため、どんな立体ができるかは、想像力に委ねることになる。

そこで、棒に長方形や三角形をはりつけ、棒をくるくると回してみる。残像効果で、平面図形が回転するとどうなるか、目で実際のもを見て、頭の中に立体のイメージをうえつけておく。

その後で、パソコンを使って、回転体をかくと、平面図形が、実際に回転して、回転体が出ていく過程を見ることが出来る。

生徒に、平面図形から、どんな立体ができるかを想像させた後で、確認として、パソコンを使って、回転体ができる過程を提示すると、理解度が高まると思われる。

「立体の切り口」を学習するときも、パソコンを使うと、効果的であると思う。立方体を切断するとき、3点での切断は、比較的思考しやすいが、4点、5点、それ以上となると、頭を抱えてしまう。勿論、自分で立方体を作り、実際に切ってみる、という手作業も必要である。パソコンを使って、立方体の切断面が、どんな図形になっているかを確認したり、自分で好きな点を選び、切断して、表示された断面図を見ることによって、思考力、想像力を高めていくことができる。

しかし、パソコンの画面にでてくる立体は、どんなに立体的に見えても、三次元の物体を、二次元に表したものである。車の設計をするときなどは、立体を画面に表し、いろいろな角度から見て、イメージをつかむ、という使い方がされているが、最終的には、実物を見なければならぬ。パソコンを使って空間図形のイメージを捉えるときも、常に実物と照らし合わせる、という過程を抜き

にして、授業を進めてはならないと思う。

4. 最後に

パソコンは、児童生徒が、今まで気づかなかったことを気づかせたり、自分で予想したことを確認したり、解けなかった問題が解けるようになるための道具である。決して、単なる興味づけのための箱であったり、正誤を判定するドリルであったりしてはならない。

一つの画面の中に、何本ものグラフをかいて、その画面から、共通点を読み取ったり、実験することが不可能な確率の分野で、シミュレーションを使って、実際に提示することによって、数学的な考え方や数学に大切な概念を、学んでいくことが、算数・数学におけるパソコンの役割である、と考える。

コンピュータは、今日の産業や、日常生活のあらゆる分野で活用され、我々の日常生活の中にも浸透している。

このような情報化時代をむかえ、教育においても、「情報化への対応」ということが取り上げられ、教育システムも、それに向けて、改善される必要がある。

情報化社会は、今後も、いやおうなしに発展していく。この情報化社会に対応できる人とできない人の間には、大きな差が生じる。

しかし、学校教育におけるコンピュータ教育は、使い方を完全にマスターしたり、プログラムが組めるようにしたりする段階まで、もっていく必要はない。コンピュータの使い方を、学校で学んでいない人の中でも、コンピュータに対して、興味を持っている人たちや、コンピュータを使うことを、必要としている人たちは、状況に応じて、コンピュータを上手く活用している。

学校でコンピュータ教育を進めていく上で、目標とすることは、コンピュータに対するアレルギー、恐怖心を取り除き、児童生徒が、コンピュータの性質と利便性を学ぶことである。

教育は、常に、「社会からの要請」に答えていく。情報化社会への対応にしても、偏差値輪切り状態の改善にしても、社会が要求する人間を養成するために行われている。学習指導要領の改訂に伴い、「新しい学力観」「自ら学ぶ子どもを育てる」という言葉が、教育のキーワードとして、用いられている。知識詰め込み型の教育から、主体的体験的教育への変革である。

今までの知識詰め込み型の教育は、「すばらしい労働者の育成」という社会的要請に見事に答えてきた。小学校、中学校時代に、言われた通り、物事をこなしてきた人たちだ。言われた通りに、できなかった子どもには、残りの人生のどこかで、頑張らなくては、「すばらしい労働者」に追いつくことができない、というハンデイが回ってきた。

「この教育は、高等学校、大学、そして、社会人になっても、影響を及ぼす。きれいな解き方を、誰かに教えてもらうことが学問だ、と信じきっている。自分で考えるということを知らない」⁽⁶⁾。「自ら学ぶ子どもを育てる」ではなく、「どういう大人に育てるか」が問題である。

「新しい学力観」では、これまでのペーパーテストによる、画一的な評価をやめて、「意欲、興味・関心」も学力と考え、点数化されている。問題解決に取り組む姿勢として、「意欲、興味・関心」も大切な評価かもしれない。しかし、もっと大切なことは、「努力した過程」である。

子どもの興味・関心のあることをさせて、「自ら学ぶ」姿勢へもっていこうとしている。確かに、子どものやりたいことをやらせる時間も必要だ。創造性や可能性を伸ばしていく。しかし、児童生

徒が、そこから学ぶことは、「努力する」ことではなかろうか。児童生徒が、興味・関心を持っていることだけでなく、もっと広い範囲の中で、「努力する才能」を育てなければいけないのではなかろうか。

「どういう大人に育てるか」「努力する才能を育てる」ということが、教育の目標であると考えている。

参考文献

- (1) 小学校指導書 算数編, 文部省, 平成元年
- (2) 現代用語の基礎知識1994, 自由国民社
- (3) 数学科のキーワード コンピュータ等を活用した指導, 正田 實, 明治図書, 1989
- (4) 教育委員会月報, 5.8., 第一法規出版
- (5) 山陰中央新報, 1993.10.9.
- (6) 学校教育とコンピュータ, 赤堀侃司, 日本放送出版協会, 1993
- (7) 教育科学, 数学教育, 93.8月号, 明治図書
- (8) 日経ビジネス 1993年12月6日号, 特集「技術大国の不安」p.13, 日経BP社

(1994年4月30日受理)

