

数学教育における電卓の利用に関する開発研究

メタデータ	言語: ja 出版者: 国立教育研究所 公開日: 2015-10-05 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 長崎, 栄三 メールアドレス: 所属:
URL	http://hdl.handle.net/10297/9152

文部省科学研究費・一般研究C
課題番号 63580242

数学教育における電卓の利用に関する開発研究

平成元年(1989年)3月

国立教育研究所

研究代表者 長崎栄三

はしがき

算数・数学教育に電卓が導入されてから、はや20年が過ぎてしまった。導入初期の熱気は、あっという間に消え去ってしまい、その後は、細々と電卓についての研究は進められてきたようである。現代は情報化社会であり、コンピュータこそが時代の主役であり、何も今更、電卓の必要はないと考える人が多いであろう。また、一方では、電卓を使うと計算力が低下するので、計算力を高めるのに効果があると言われるソロバンの方を使うべきだと考える人もいるであろう。そして、何よりも、算数・数学の学習においては道具は必要なく、紙と鉛筆さえあれば十分だと多くの人は考えているようである。いずれにしても、電卓の出る幕はなさそうである。

ところが、そうではないように思える。というのは、算数・数学が、もっと、子ども中心になり、そして、社会と結び付き、さらに、子ども自らが算数・数学をつくりだすという方向に、より一層向かって行こうとしている今日、電卓は、算数・数学にとって必要不可欠な教具となりそうなのである。

今回の研究を通して、算数・数学教育における電卓利用に関する研究には、少なくとも二つの面があるということがはっきりしてきた。一つは、算数・数学において電卓が利用されることそのものであり、もう一つは、電卓が利用されることによるカリキュラムおよびカリキュラム観の変化ということである。そして、後者の視点こそが前者の鍵となることがわかってきた。つまり、どのような算数・数学のカリキュラム像を描くかということが、電卓利用の最大の論点だったのである。

本報告書は、文献研究、授業研究、調査研究などの結果を集めたものであるが、これらの資料をもとに、研究メンバー間で討議したことも、最終章に記録としてあげてある。この記録は、本文の諸論文の内容を補い、かつ、それ自身多くの価値を含むと思われるので掲載することにした。なお、電卓に関する用語や授業記録の形式等については、あまり統一せず各自の習慣に従った。本研究の実施に際しては、多くの方々のご協力をいただき、また、資料整理等については、岡笹子氏に負うところが大きい。深く感謝の意を表する次第である。なお、本報告書は、文部省科学研究費・一般研究C（課題番号 63580242）による研究成果の一部である。

1989年（平成元年）3月

研究代表者 長崎 栄三
（国立教育研究所・数学教育第1研究室長）

研究メンバー一覧

- 長崎 栄三 国立教育研究所科学教育研究センター数学教育第1研究室 (研究代表者)
- 瀬沼 花子 国立教育研究所科学教育研究センター数学教育第1研究室 (研究分担者)
- 太田 伸也 東京学芸大学附属大泉中学校
- 尾崎 則子 東京学芸大学附属大泉中学校
- 川辺 正樹 相模原市立若草中学校
- 佐藤 孝彦 相模原市立上溝南中学校
- 佐藤 敏博 横浜市立あざみ野第2小学校
- 清水 孝介 相模原市教育委員会学校教育部
- 杉浦 信一 相模原市立共和中学校
- 高橋 通明 相模原市立弥栄中学校
- 根岸 幸雄 相模原市立上溝南中学校
- 松崎 修 相模原市立内出中学校
- 安間 昭彦 相模原市立田名中学校
- 山崎 浩二 神奈川県立平塚聾学校
- 若林 克寿 東京学芸大学附属大泉中学校
- 島田 茂 東京理科大学理学部第1部数学科

目 次

はしがき

研究メンバー一覧

研究成果の概要	i
I 研究の目的・方法・経過	1
II 算数・数学教育における電卓利用の状況	5
オーストラリア、日本、ニュージーランド、パキスタン	
-1987年-の電卓利用の状況	7
オランダ、西ドイツ、フランス、日本、イギリス、アメリカ	
-1988年-の数学教育と電卓利用の状況	18
我が国で数学化を目指した最初の中学校教科書の成立	
とその特質	43
学習指導要領の電卓に関する記述	82
教科書における電卓の扱い	86
III 現実から数学的題材を見つけ出すこと	89
数学と現実	91
数学科以外の教科における数学的内容	93
数学と他教科の関係-家庭科教材を中心に-	99
IV 電卓を利用した数学の授業の実際と教材	107
電卓の使い方(中学校第1学年)	109
計算のパターン(中学校第1学年)	114
数のパターン:付記 反比例のグラフ(中学校第1学年)	119
標本調査(中学校第3学年)	124
平方根(中学校第3学年)	127
循環小数(中学校第3学年)	133
2次方程式(中学校第3学年)	137

落体の運動を考える（中学校第3学年）	太田伸也	145
16オプラス試験における電卓（イギリス数学会）	長崎栄三	154
V 算数・数学教育への電卓の導入		177
教育に必要な電卓の機能・電卓導入のためのマニュアル	佐藤敏彦	179
「電卓で体重と身長を計算しよう」の調査結果	川辺他5名	195
VI 数学教育での電卓利用についての生徒・父母・教育実習生の考え		209
数学教育での電卓利用についての生徒の考え	佐藤孝彦	211
電卓を使用した数学の授業に対する父母の感想	佐藤孝彦	225
数学教育での電卓利用に関する教育実習生の考え	若林他3名	229
VII 研究会・打ち合わせ会・全体会記録		235

研究成果の概要

『数学教育における電卓の利用に関する開発研究』においては、数学教育における電卓の利用に関して、主に中学校を中心として調べることを目的として、研究を進めた。その結果、概ね、次のようなことが明らかになった。なお、それぞれの知見について、主として対応する章を参考のために各文末にあげておいた。また、それらに加えて、最終章の記録にも、それぞれの知見に参考となる議論がある。

(1) 世界には数学教育で電卓を積極的に利用している国々がある。

現在では、イギリスやアメリカを中心として数か国で、電卓は積極的に利用されようとしている。もちろん、ほとんど利用していない国々もある。利用している国の数学教育の目的がどこにあるのかを見極めるのが大切である。【第Ⅱ章参照】

(2) 数学化の過程でこそ電卓は生かせるが、わが国では、数学化を目指した試みが昭和10年代後期にあった。

事象の「数学化」ということを目指した教科書が、昭和17年～昭和21年に作成・利用された。『第一類・第二類』と言われるものである。そこでは、事象を数学的に解決するために、表、グラフ、計算尺、計算図表を自由に利用した数学教育が見られる。これらの用具を電卓に置き換えたらどうであろうか。【第Ⅱ章参照】

(3) わが国の算数・数学の教科書で、電卓利用を積極的に勧めている教科書は現在はない。

ほとんどの教科書が何等かの形で電卓のことに触れているが、そこでは、計算器具としての役割しか認めていない。このことは教科書だけの問題ではないであろうが。【第Ⅱ章参照】

(4) 理科、地理、技術・家庭、保健体育などには、算数・数学の内容となる素材が多く、しかも、これらの中には電卓が生きる教材も多い。

他教科の教科書の内容で、数学的内容となるものは意外と多いことがわかった。これらは事象の数学化にとって良い素材となると思われる。数学的内容としては、統計グラフ、関数グラフ、関数関係などが多い。さらに、これらの中には、電卓を利用すると、数学の教材とできるものも多いと思われる。【第Ⅲ章参照】

(5) 数学教育に電卓を導入するには、3つの水準がある。

実験授業の結果とその後の討議から、どのような数学内容で電卓を利用するかということについて、電卓の教育的役割、数学内容の扱い方の2つの面から、3つの水準が考えられることがわかった。電卓の教育的役割とは、単なる計算器具と見るか、教具と見るかであり、内容の扱いとは、代数的な扱いをするか、解析的な扱いをするかである。3つの水準とは、次の通りである。

①計算が面倒なときに電卓を利用する

統計や平方根などで・・・・・・・・・・・・・・・・・・計算器具

②電卓を利用して複雑な計算をすると、数についての新しい性質が発見できる

循環小数、数のパターンなどで・・・・・・・・・・教具、代数的

③電卓を利用して事象を数学的に解決し、その後に理論化する

2次関数などで・・・・・・・・・・・・・・・・・・教具、解析的

これらの水準を適宜使い分けていけばよいと思われる。なお、この水準は、後者に行くほど、電卓と数学が一体化されたものとなっていき、必然的に、現在の数学教育に対する考え方を変える必要に迫られる。特に、最後の水準は、事象を数学の問題に翻訳し、そこで可能な手段によって解決し、さらに、その過程を理論的に整理していくという立場であり、「数学化」、「数学的モデル化」と言われるものである。【第IV章参照】

(6) 電卓の導入に際しては、使い方に関する説明書を利用すると便利である。

実験授業から、電卓の使い方に関する説明書（マニュアル）の必要性が認められ、それを作成した。なお、この過程で、小学校高学年段階で必要なキーとしては、四則キー、メモリキーなどであること、電卓は大きい方が扱いやすいと感ずることがわかった。また、今後、演示用大型電卓の必要性も認められた。【第V章参照】

(7) 電卓を利用する際には、有効数字の指導をすることが重要である。

統計資料を用いて平均を求める調査から、電卓の表示通りの数値を答えと考える傾向があることがわかった。現実的な場面に照らして、数値を考える習慣を養うことが重要である。また、電卓で早く計算をすることができるが、必ずしも正確に計算できるわけではない。電卓を利用して正確に計算をする仕方を、身につけさせる必要がある。【第V章参照】

(8) 生徒や保護者は、数学教育での電卓利用を好意的に見ている。

生徒は、今までになかった経験としてその作業的・実験的な側面に、概して好意的であり、また、保護者も、社会の技術的進歩から電卓導入を当然視しており、電卓利用の授業には新鮮な驚きを持つようである。ただし、これは、実験的な導入における反応であり、継続的な利用を目指す場合には、良い教材の開発、テストや入試での利用などのいくつかの大きな問題が控えている。【第IV章、第VI章参照】

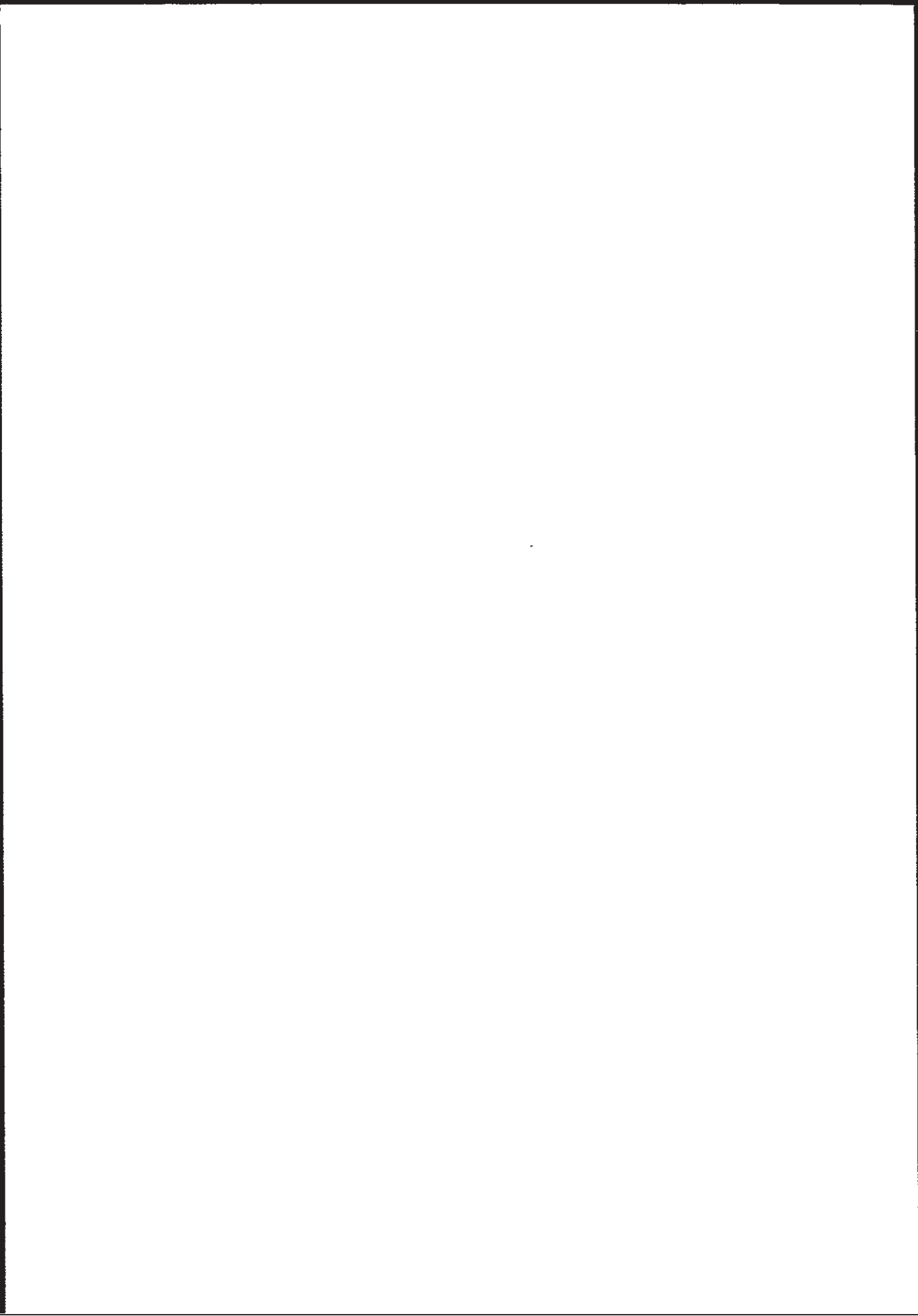
(9) 教育実習生は、数学教育での電卓利用に対して必ずしも肯定的ではない。

教育実習生を対象とした調査から、教育実習生は、概ね、条件付き賛成、つまり、計算器具としての導入か、または、反対であり、必ずしも肯定的ではない。これは、現在の数学教育の内容が電卓を必要としないことの反映であり、また、数学教育とは数学理論を教えることと考えていることの反映であろう。【第VI章参照】

(10) 電卓は、暗算、筆算、ソロバンと拮抗するものではない。

電卓の導入をあらゆる場合に考えるのではなく、計算が面倒な場面や事象の数学化に適した場面に、しかも、暗算、筆算、ソロバンなどよりも有効なときに使えばよい。【第IV章参照】

I 研究の目的・方法・経過



研究の目的・方法・経過

主題 数学教育における電卓の利用に関する開発研究

1 研究の目的

わが国の数学教育に電卓が導入されてから、約20年になる。しかし、電卓の潜在力については認められつつも、一方また、その数学教育への弊害を強調する人もいまだに多い。ところが、国際的には、国際数学教育委員会が電卓の利用を勧めたり、また、いくつかの国は電卓を積極的に利用しようとしている。このような状況の中で、わが国では、現在、電卓は数学教育でほとんど利用されていないが、しかし、電卓を上手に利用することによって、数学教育の新しい側面が開かれると思われる。

本研究の目的は、主として中学校の数学科における電卓の利用に関して調査研究することである。

2 研究の方法

本研究においては、上記の目的を達成するために、文献研究、事例研究、質問紙調査研究などの方法によって、主として、次のことを行う。

- (1) 電卓利用に関する諸外国の状況を分析する。
- (2) わが国の算数・数学科カリキュラム(学習指導要領、教科書など)を分析する。
- (3) 現在のわが国の算数・数学科以外の教科で、電卓が利用できそうな内容を調べる。教科書の分析が主となる。
- (4) 電卓を利用した実験授業を実施し、その授業の記録を作成し分析する。
- (5) 子ども、父母などを対象とした電卓利用に関する調査を実施し、その結果を分析する。

3 研究の経過

研究を始めるに当たり、本研究メンバーが本研究以前に作成した、次の論文・報告書を基本文献として、出発点に置いた。

- 1) 佐藤孝彦. 『中学校数学科における電卓を活用した授業の考察』.
横浜国立大学大学院修士論文. 1988年.
- 2) 島田 茂. 『数学教育の中での電卓の現状と将来』.
東京理科大学理数教育センターシリーズ②. 1985.

3)長崎栄三. 『Hand Held Calculators in Mathematics Education of Present State in Japan』. 科学教育研究. Vol.11 No.2.

日本科学教育学会. 1987年.

4)長崎栄三. 『電卓の導入に関する中学校数学科カリキュラムの論点』.

日本科学教育学会第11回年会論文集. 1987年.

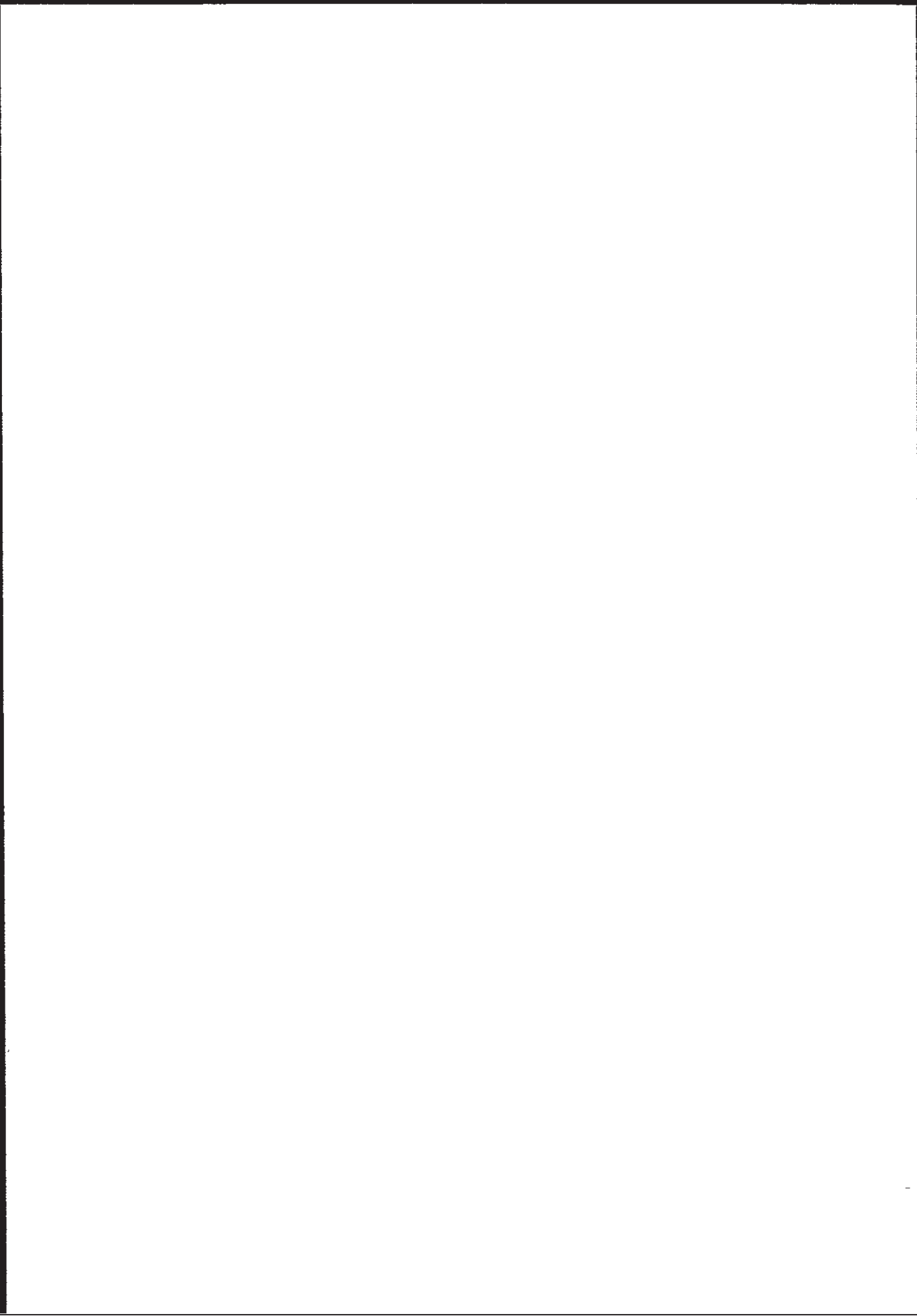
2)は、日本の数学教育と電卓の関係について総合的に述べたものであり、そこでは、わが国で電卓が利用されていない理由の一つとして、教師の数学教育観が既成の数学体系に偏りすぎていることが指摘されている。3)は、ユネスコの地域会議に報告書を提出するために、1980年代以降のわが国に於ける数学教育での電卓の研究・利用状況を概括したものである。そこでは、わが国では、それ以前も含めて一貫して、電卓は数学教室で利用されていないということが明らかにされている。4)では、オーストラリアやニュージーランドでの先進的な電卓利用の状況が述べられており、1)では、わが国やアメリカの研究傾向についてまとめられた後、著者自身の実験授業が記録・分析され、中学校における電卓利用の可能性について述べられている。なお、これらの他、わが国で読むことが可能な先行文献については、概ね、上記、1)、3)、4)にあげられているので、ここでは省略する。その一部については、本報告書の最終章の「研究会・打ち合わせ会・全体会記録」の配布資料にもあげてある。

これらの先行研究の成果を踏まえて、本研究では、わが国での、特に中学校数学科での電卓利用について多方面から考察することにした。中学校を主とした対象にしたのは、わが国では中学校での電卓利用が、実践・研究とも、小学校・高等学校よりも遅れているからである。

研究は、先に述べた方法で進められ、相模大野地区と東京学芸大学附属大泉中学校でそれぞれ研究会がもたれ、授業記録や調査結果などについて検討をした。さらに、昭和63年8月、平成元年2月には、全体会がもたれ、これらの資料をもとに討議を重ねた。本報告書は、これらの結果をまとめたものである。

II 算数・数学教育における電卓利用の状況

オーストラリア、日本、ニュージーランド、パキスタン	
-1987年-の電卓利用の状況・・・・・・・・・・	長崎栄三 7
オランダ、西ドイツ、フランス、日本、イギリス、アメリカ	
-1988年-の数学教育と電卓利用の状況・・・・・・・・	山崎浩二 18
我が国で数学化を目指した最初の中学校教科書の成立	
とその特質・・・・・・・・・・	長崎栄三 43
学習指導要領の電卓に関する記述・・・・・・・・	長崎栄三 82
教科書における電卓の扱い・・・・・・・・	清水孝介 86



オーストラリア、日本、ニュージーランド、パキスタン—1987年—
の電卓利用の状況

ユネスコの『数学教育における電卓 討議記録』より

訳・解説 長崎 栄三

(国立教育研究所)

1987年2月16日から20日にかけて、ニュージーランド・ウエリントンで『数学教育への電卓の応用に関するユネスコ試験的プロジェクト』専門家会議が、オーストラリア、日本、ニュージーランド、パキスタンの4か国が参加して開催された。このプロジェクトにおいては、オーストラリア、ニュージーランドが実際に電卓利用のカリキュラムを作成し、実験・研究を行ってきた。専門家会議は、これらの結果を踏まえて、さらに、そのようなことが行われていないパキスタン、日本の2国が加わって開かれた。この会議の目的は、数学教育における電卓利用について、ユネスコへの勧告を作成することであった。

会議では、各国代表者が持ち寄った資料、各国事情報告などをもとに討議が行われ、その成果として、この討議記録とともに、ユネスコへの勧告が作成された。しかし、我々数学教育関係者には、この討議記録の方が興味あるので、こちらを全訳することにした。この会議への参加者は、次の通りである。

オーストラリア	:	ローリー	ハウエル (カリキュラム開発センター)
日本	:	長崎	栄三 (国立教育研究所)
ニュージーランド	:	アンドリュー	ベッグ (文部省)
		デレック	トンプソン (ネイピア教育事務所)
パキスタン	:	イジャ	フセイン
		ボカリ	(文部省)
ユネスコ	:	エドワード	ジェイコブソン

この討議記録は、第1章「はじめに」第2章「問題、論点、制約、ストラテジー」第3章「各国事情報告」の3章から成っているが、ここでは、討議記録を理解しやすくするために、また、各国の電卓利用の状況に興味があるので、まず最初に第3章の各国事情報告をあげ、それに続いて、第1章、第2章の順にあげることにする。

1 オーストラリア

1.1 背景

オーストラリアは、州と地域の連邦国家であり、各州・各地域は教育を行う責任を負っている。ほとんどの州や地域では、かなりの責任が学校に委ねられており、教育計画を立てて実行することも学校に委ねられている。このように学校を基盤にした制度が広く行き渡っているが、外部試験が4つとカリキュラムに関する最小限の規定がある。結果として、学校数学の教授学習において電卓を利用するというような事柄に関しては、地方で決定することになるであろう。その決定を左右するのは、その地方の教育方針が一致しているか、州や国段階で作った指針があるか、適切な教授学習教材があるかによる。

オーストラリアのカリキュラム機関である、カリキュラム開発センターは、最近、共同的な数学教育プロジェクト『数学科カリキュラム教授計画』を調整し、支援している。この計画の目的は、ユネスコの電卓プロジェクトにオーストラリアが参加するのを支援することにある。このように『数学科カリキュラム教授計画』プロジェクトと提携することによって、オーストラリアは、この研究を幼稚園から学校教育の第10学年段階にわたる範囲に広げる決定をした。

1.2 最近の発展

ユネスコの研究によって、オーストラリアでは、数学の教授学習における電卓の役割の認識の仕方が変わってきていることが明らかになった。それは、計算器具としてしか利用しないということから変わって、子どもたちが数学を理解するのに電卓は役立つということを多くの教師が受け入れるようになってきていることである。低価格で多機能の電卓をたやすく手に入れることができるようになって、学校の数学科の教授学習は2つの面でかなりの影響を受けている。1つは、学習を援助し改善するのに電卓を利用する方法であり、もう1つは、この利用の結果として起こった学校数学の内容の変化である。電卓を利用することによって、教室での数学の応用をより实际的にすることができるようになり、多くの教師は、生徒が数学的な概念を探求し発展させたり日常的な場面に数学を応用していくことができるような仕方、電卓を利用している。

しかしながら、このように電卓の役割が一般的に受け入れられるようになってき

たにもかかわらず、日常的に数学や他の教科の教授学習で受け入れられるようにするには、まだ、しなければならないことがたくさん残っている。オーストラリアの研究によって明らかになったことは、急を要することとして、学校における電卓の利用についての国の方針が受け入れられることや、教師・生徒を支援するための追加の教師向け指針や模範的な教授学習教材や現職教育・教員養成用の資料を開発し広く普及させることである。電卓を利用することによって、生徒が基礎的な数学の計算を理解することや行うことが低下するのではないかという懸念が、親の間にはあることも明らかになった。これらの懸念を取り除くのに必要な情報を提供するために、研究が必要であろう。オーストラリアの学校における電卓の利用に関する社会教育計画を支援することにも、もっと注意を払わなければならない。教師の間にも、各学校教育段階や学校のカリキュラム全体の中で電卓の利用するのにもっとも良い時期や方法に関してある種の混乱がある。これらの領域での研究開発が必要である。

1.3 将来の方向

オーストラリアの研究の結果、全国的な数学教師の会である「オーストラリア数学教師協会」は、国のカリキュラム開発センターと協力して、最近、数学の教授学習における電卓の利用について同じような全国的な方針を作成している。この文書は、広範囲の批判を受けた後、出版され、そして、初等・中等学校のすべての教師、数学教育者、カリキュラム開発者、社会の人々に配布されるであろう。

また、数学教育における電卓の利用を例示する広範囲の典型的な教材を開発し、教員養成と現職教育の両者での教師教育に適したモデルを作成し提供していくために、行動していくであろう。

2 日本

2.1 はじめに

日本の初等・中等学校段階の学校数学のカリキュラムは、文部省が作成した学習指導要領に従うように法的に求められている。現在の学習指導要領は、1980年（小学校）、1981年（中学校）、1982年（高等学校）に実施された。

2.2 現在の規定

電卓の利用についての政府の方針は、全体としては1980年以降変わってはいない。

前回の学習指導要領と比べると、小学校・中学校段階では若干修正されたが、基本的には、取り扱いはほとんど同じである。学習指導要領の作成と共に、文部省は、理科教育振興法によって学校の施設設備のために財政的援助を行っている。

2.3 電卓の利用に関する現在の状況

学習指導要領の規定にもかかわらず、日本の教師の教室での電卓利用は、期待されたほどには積極的ではなく、しかも、中学校の生徒は高等学校の生徒よりも電卓の利用に否定的なように見える。これは、中学校の学校数学で電卓の良さを認める機会がほとんどないことによるものと思われる。

日本数学教育学会での数多くの論文や研究発表を見ると、学校の教師の電卓利用への関心は他の主題よりもずっと少ない。しかしながら、数人の大学の数学者や数学教育者は、具体的に活動的に意見を発表している。さらに、商業雑誌等には、小学校5年から高等学校2年にわたって、電卓の利用に関する多くの論文がある。

2.4 数学科カリキュラムへの示唆

日本における電卓の利用を妨げる重大な要因としては、理論的志向の教師、入学試験、筆算や理論的志向や複雑な数値を避けることを前提としたカリキュラムが、あげられるであろう。さらに、電卓利用の長所、電卓をもっと頻繁に利用したときのカリキュラムへの影響も考える必要がある。

2.5 将来の方向

電卓の重要性は、我が国の数学教育界において認識されてはいる。たとえば、電卓の利用を促進すべきであるとか、各学校段階の最小限の機能を調べるべきであるという提案が、日本数学教育学会において、いくつかなされている。最後にあたり述べておくことは、電卓の利用にとって鍵となるのは、数学的活動であるということである。電卓によって、そのような活動を促進する可能性が大いに与えられる。

3 ニュージーランド

3.1 はじめに

ニュージーランドは、小国（350万人）であり、国で定めた教授要目がある。現在は、事実上はすべて教授要目は国で定めたものになっている。70年代の初期に、いく人かの教師たちが電卓を教室で実験し始め、そして、1980年には電卓の数学教

育への意味を考えるために、全国的な研究会が開催された。

3.2 公式の教授要目

第1学年から第6学年に対しては、1985年に新しい教授要目が導入された。この教授要目では、電卓を適当なときに利用することができるということが、明確に示されている。

第7学年から第10学年に対しては、現在、新しい教授要目が実施されている。この教授要目では、電卓の利用できる時期や方法が、明確に示されている。

第11学年から第13学年については、教育課程は試験についての規定に左右されている。第11学年については、1984年から電卓は「許可」されている。第12学年については、1985年から必要とされている。第13学年については、1986年から「電卓やコンピュータの利用は教育課程に必要不可欠な一部分である」。

3.3 実施している教授要目

1985年に、中等学校の標本校で行った調査から、毎日電卓を学校に持参する生徒の割合がわかった。

学年	7・8	9	10	11	12	13
割合	10%	12%	38%	67%	75%	99%

一方、教師が電卓を使った割合は、次の通りであった。

学年	7・8	9	10	11	12	13
割合	12%	15%	25%	60%	75%	80%

第1学年から第6学年については、同様の調査は行われてはいないが、我々が見たところでは、電卓の利用は着実な割合で増えている。

3.4 現在の行動

1987年の間中に、教師用指導書が5冊学校に配布されることになっている。第7学年から第10学年までが3冊、異なる学年の13の課程のために2冊である。これらのすべての指導書には、その課程の指導で電卓を使うべき所や方法について、非常に明確に提案されている。学校が自校の計画を修正し、教育課程にこれらの活動を取り入れるためにこれらの指導書を使うことが、期待されている。

文部省や商業出版者が計画・製作している第5学年から第13学年までのためのすべての冊子や教科書には、電卓の活動が含まれている。これらは、教師や生徒の態度、実施しているカリキュラムに影響を与えるであろう。

文部省の担当者は、電卓の導入が前進し発展していると見ている。時がたつとともに、教師は電卓を利用する仕方をもっと見いだすであろうが、しかし、電卓が自然に受け入れられる速さを見ていると、電卓導入のために何の特別な努力も必要ないように思える。

3.5 将来の方向

電卓利用を絶えず確実に実施するために、その状況を見守っていく必要があるだろう。電卓を利用するための新しいストラテジーを考える必要があるだろう。新しい教科書の著者に電卓の活動を教科書の中に取り入れていくように促す必要があるだろう。そして、低社会経済地域の学校で、子どもたちが電卓を持つことができているかどうかを調べる必要があるだろう。さらに将来の教授要目を考えるときには、プログラム電卓、代数計算が可能な電卓、そして、多分後には微積分が可能な電卓が利用できるということを考慮する必要があるだろう。

4 パキスタン

4.1 背景

パキスタンは、4つの州からなる連邦国家である。上級中等学校まで（第12学年）のすべての段階・学年に対して、国で定めたカリキュラムが1つある。国のカリキュラム局は、4つの州のカリキュラム局と共同で、国で定めるカリキュラムを作成する。そこで、4つの州の教科書部が教科書の原案を作成する。国のカリキュラム局が、これらの原案を調べ、修正し、承認し、そのあとで、教科書部が印刷し、発行する。各教科とも、生徒と教師が利用できる、規定された教科書はただ一つしかない。

第9学年（中等学校）までは、最終試験はない。学校は、独自に、内部試験を行い、生徒を進級させる。これは、1972年に政府が発表した政策の結果である。最初の最終試験は、第10学年の終わりにある。これらの試験は、中間教育・中等教育局が、地域毎に行う。中間教育・中等教育局が行う第2番目の最終試験は、第12学年（上級中等学校）の終わりにある。

4.2 このプロジェクトについての立場

パキスタンにおいては、電卓は教室ではあまり利用されていない。この状況には、理由が2つある。第1に、国で定めたカリキュラムでは、電卓の利用を必要として

いなく、第2に、非常に多くの教師はそれらを使うことに賛成ではないからである。理論的には、試験局は中等学校・上級中等学校の試験で電卓を利用することを認めている。しかし、実際には、ほとんどの生徒は、この大切な教具に慣れ親しんでいないので、電卓を利用しないであろう。

パキスタンの数学教育には、非常にはっきりとした伝統がある。問題解決を非常に重視しており、しかも、また、それを容易にするような形でいかなる外部の助けをも借りないのである。70年代初期にパキスタンで始められたカリキュラム改革運動は、この状態を変えようとしたが、あまり成功しなかった。

結果的には、カリキュラムの内容全体をきちっと見直すような第2の運動が、80年代に起こらねばならなかった。改革運動期に表された異なる見方、特に問題解決に関する見方を、うまく取り入れねばならなかった。

パキスタン政府が、単に非実際の段階のみでこのプロジェクトに関心を示したのは、これらの現実を考慮したうえでのことであった。我々は、今なお、電卓の利用程度について学校からデータを集めている最中である。現在までに受け取った標本データによると、電卓を利用している生徒数は10%未満である。

全体的な様子は、全部の情報を手に入れてからのみわかるであろう。

4.3 将来の方向

経済や教育が非常に多様な発展段階にある我々のような国においては、きちっと正確にものごとを予測するのは大変難しい。電卓は、教室外では妥当な割合で利用されている。早晚、政府はコンピュータを学校に与えようと考えていた。しかし、この考えは、教育専門家の強い抵抗によって、捨て去らねばならなかった。最良の高等学校の中の6校だけに、コンピュータを入れることができた。

学校における電卓の利用は、教育的な中間の技術であり、教師の態度に非常に多く依存するものであろう。そして、その態度はまだ保守的になりがちである。このプロジェクトの結果として、我々は教員養成機関で電卓を利用することを考えるのは可能である。もし、それができるなら、電卓は親しみやすいものになり、重要な教具になるであろう。

『数学教育における電卓 討議記録』

第1章 はじめに

この討議記録は、『数学教育への電卓の応用に関するユネスコ試験的プロジェクト』の一環として行われた専門家会議の参加者が作成したものであり、その目的は、教授学習への電卓の影響を考えるために開く国際会議、地域会議、地方会議のために、議論の出発点といくつかの考えを提案することにあつた。

さらに、この討議記録は、電卓に関してユネスコで作る手引き（このプロジェクトが示唆しているようなもの）のもととして利用されたり、また、地方で作る教師や地域社会が利用できる手引きや小冊子の出発点として利用されることも含めて考えている。

第2章 問題、論点、制約、ストラテジー

2.1 教育方針の作成

2.1.1 数学についての哲学

数学の教授学習は、一つの連続体の中で考えることができる、それは、一方の極が、数学の抽象的・理論的な利用としての数学教育であり、他方の極が、数学の機能的・実用的な利用としての数学教育となっている。

電卓の利用にも、また、2つの見方がある。

- ・計算のための道具
- ・教授学習のための教具（つまり、帰納的な数学的思考、問題解決、パターン発見などを促す）

道具や教具として、どのくらい電卓を利用するかは、上述の教育のための数学をどのように受け取っているかによっている。

【行動のためのストラテジーの提案】

教授学習に電卓を応用することについての手引き（ユネスコや地方で作成したもの、あるいは、ユネスコのものをもとにして地方で作成したもの）を作ること。そのような手引きには、教育方針の例、研究成果、計算道具や教具としての電卓の役割の分析、各教科内・各教科間・各学校段階で電卓を利用する時期や方法についての考察が含まれるであろう。また、教授学習のモデルや実例、再構成した教授要目、教師教育のためのストラテジーも含まれるであろう。

2.1.2 地域社会の態度（親や経営者）

地域社会や親は、教授学習において電卓が利用されることを心配していることが、

本プロジェクトの一環として行われた試験的研究で指摘されている。

数学的スキルや基礎的計算力が低下するのではないかと懸念である。

これらは、小中高の学校段階、教科、学校、地域社会によって異なる。

【行動のための戦略の提案】

子どもの理解やスキルへの電卓の影響、電卓を利用した教授要目やそこでの評価や単位認定の結果についての研究成果を中心とした社会教育用資料を作成すること。これらの資料を、テレビ、ラジオ、新聞、雑誌などで発表したり、また、それらをもとにした社会教育計画を地方で作ることができるであろう。

2.2 教師教育

学校教育で電卓を利用することについては、地域社会と同様に、教師の態度にもかなりの幅がある。これらの態度は、次のような要因の結果であろう。

- (a) 電卓を利用する自信がないこと、
- (b) 教授学習において電卓を利用すべき、または、利用できる、仕方、時期、理由についての知識が適切ではないこと、
- (c) 数学教育の教員養成および現職教育において、電卓に十分注意を向けていないこと、
- (d) 教授学習のための教材、たとえば教科書などが適切ではないこと。

【行動のための戦略の提案】

先に教育方針の作成で述べた手引きが、教師教育の戦略にとって必要不可欠の一部となろう。教師教育を支える行動には、そのほか次のようなものがある。

- (a) 教師を支援するためのネットワークの確立、
- (b) 教授学習のための教材の開発、普及、
- (c) 社会教育のための戦略の開発、
- (d) 学校内で現職教育を行ったり電卓を利用しやすい教材を作成するためのモデルの開発。

2.3 カリキュラム開発

このプロジェクトに参加した国のカリキュラムにおいては、電卓の利用は、一般に、カリキュラムの分析とそれに基づくカリキュラム開発の結果というよりも、む

しろ、偶然に左右されている。

しかしながら、多くの特別なカリキュラムを開発することによって、教授学習において電卓を利用しやすいようにしている国々もある。学校カリキュラム、特に数学科のカリキュラムを分析することによって、これらのカリキュラムを再構成している。この再構成においては、対数や複雑なアルゴリズムのような伝統的な内容を削除したり、見積りや近似のような現在ある内容を一層強調したり、さらに新しい内容を入れたりしている。これらの分析から、指導資料、たとえば、指針、教科書、ワークシートや、教師教育のための資料などを作成したり、現在行っている評定や単位認定について再考している。

カリキュラムの性格が、試験によって支配されるようなところでは、これらの状況は、悪化してしまうことがよくある。

【行動のためのストラテジーの提案】

カリキュラム分析の結果をもとに作成した指導資料は、教育方針の作成であらましを述べた手引きの重要な一部分となる。しかしながら、国によっては、詳しい指導書、ワークシート、教科書、評価問題のようなもっと広範囲の資料を開発する必要性が出てくるかもしれない。子どもに高次の技能を達成させるときの電卓の役割を例示したり、カリキュラム全般やいろいろな教育的状況の中で電卓を利用する方法を例示するような指導資料を作成するのに、特に注意を払う必要がある。

2.4 研究と評価

教授学習における電卓の役割に関する研究成果を普及することの必要性や、次のことへの電卓の影響に関する研究を始めることの必要性が、この試験的プロジェクトによって明らかになった。

- (a) 数学的な技能やストラテジー、
- (b) カリキュラムや指導資料、
- (c) 教師教育計画、
- (d) 電卓の利用に対する教師や地域社会の態度。

【行動のためのストラテジーの提案】

教授学習において電卓が利用しやすくなるような理論的基盤を得るために研究を始めるべきである。上述のような研究を行うべきであり、学校での電卓の利用の影響を短期的長期的に評価する研究を行うべきである。さらに、教育方針の影響を測り、小中高の各学校段階で必要な最小限の電卓機能とさらに可能な機能を明確にす

るために、研究が必要である。この領域での研究の鍵となる構成要素は、数学科カリキュラムの内容、構造、指導法を徹底的に評価することであろう。

2.5 その他

上述のことに加えて、学校での電卓の利用に影響を与えると思われる要因が、ほかにも、本研究から明らかになった。

- (a) 値段。電卓を学校で利用するために手に入れるには、まだ、地域社会の力を越えている場合がある。
- (b) 電卓の機能とデザイン。小中高の各学校段階で利用するためには電卓の機能とデザインの両面で最小必要条件がある。この点に関して、教育者と製作者の間で協力しているようにはほとんど見えない。
- (c) 演示用模型。教室用の大型演示用模型を開発し製作する必要がある。
- (d) 将来の必要性。子どもがもっと複雑な代数的計算ができる特別な電卓がまもなく利用できるようになるであろうということが、最近の電卓の発達から窺える。

オランダ、西ドイツ、フランス、日本、イギリス、アメリカ
- 1988年-の数学教育と電卓利用の状況

山崎 浩二
(神奈川県立平塚聾学校)

各国の数学教育において、電卓はどのように使われ、どのように位置づけられているのかを知るために、オランダ・西ドイツ・フランス・日本・イギリス・アメリカの6か国について次の5点についてその現状を調べた。

- ・ 各国における電卓の使用状況
- ・ 各国の電卓の使用を認める理由
- ・ 電卓使用についての留意点
- ・ 各国の電卓使用の時期
- ・ コンピュータの使用状況との比較

以下、その要旨を述べることとする。

1 各国における電卓の使用状況

各国とも、電卓の使用に関して肯定的である。

現状においては、アメリカ・イギリスでは、電卓の使用は必要かつ当然として積極的に取り入ようとする傾向にある。オランダ・西ドイツ・フランス・日本では、必要性は認めるが実際の授業の中ではまだあまり使用されていない状態である。

ただ、将来的には、電卓使用のねらいを明確にしたうえで、指導の中で活用していこうと考えている。

2 各国の電卓使用を認める理由

その主な理由は次のようになっている。

- ・ 長い複雑な計算を速く能率的に処理できる。
- ・ 筆算に習熟することは、これからの数学においてそれほど重要ではない。
- ・ 筆算に習熟することは、これからの社会の要求にあまり適していない。
- ・ 電卓を使えることは、将来仕事をしていく上で必要となってくる。
- ・ 計算指導の時間の軽減につながり、その分他の問題解決学習などの経験を積ませることができる。
- ・ 科学技術の進歩にともない、当然それに見合った教育なり指導が必要となる。
- ・ 数に対する感覚を育てることができる。

- ・概算指導に活かせる（概算の結果が正しいかどうか判断する道具となる）。
- ・値段が安くなってきた。
- ・問題をより現実的なものにする事ができる。

3 電卓の使用についての留意点

電卓を使用するためには、次のような点に留意していくべきだとしている。

- ・基礎的な技能を十分学習してから使用する。
- ・見積りや概算の指導を取り上げていく必要がある。
- ・筆算・電卓・コンピュータなどその状況や目的に応じて計算方法を使い分ける能力を育てることが大切である。
- ・キーボードの操作を理解しておく必要がある。
- ・電卓をより効果的に使用していくためのカリキュラムづくりが必要である。

4 各国の電卓使用の時期

各国の電卓使用の開始時期は次のようになっている。

- オランダ … 9歳から（特に中等学校レベルで使う）
- 西ドイツ … 12歳から
- フランス … 12歳から（中等教育より）
- 日本 … 10歳から
- イギリス … 初等教育より使う方向
- アメリカ … 初等教育より使う方向

5 コンピュータの使用状況との比較

各国ともコンピュータに対しても数学教育の中に取り入れていくことに肯定的である。現状においては、電卓よりも早く導入されている。

6 主な知見

電卓は世界的に見ても算数・数学の授業の中で使われていく傾向にある。そこで、電卓を数学教育に取り入れていくよさやその目的を明確にしていく必要がある。

また、各国とも、見積り・概算などの指導の強調とともに、計算指導を見直そうとする時期にきている。よって、電卓の使用はもとより、筆算・コンピュータなどの計算方法を、その目的や状況に応じて選択できる能力を育てていくことが大切であるとする動向が目につく。

資料

次に、資料として、各国の電卓の使用状況について書かれている3件のものをあげることにする。それは、次のとおりである。

- I 西ヨーロッパ及び日本を訪問しての研究¹⁾
- II イギリスの電卓使用に関する現状²⁾
- III アメリカの「スタンダード」にみる電卓使用の現状³⁾

I は、イギリスが1988年にカリキュラム開発のために行った訪問調査の報告書である。これには、オランダ・西ドイツ・フランス・日本の学校制度や数学教育の内容に関することが書かれており、その中にそれぞれの国の電卓及びコンピュータの使用状況が述べられている部分がある（電卓に関する項目は、オランダ<17>、西ドイツ<32><33>、フランス<44><45>、日本<65><66>に書かれている）。

II については、文献は I と同じもので、イギリスの電卓の使用状況及びこれからの取り扱いについて書かれている部分を抜きだした。

III については、アメリカが1987年より行っているカリキュラム開発（「スタンダード」）の中での電卓の取り扱いについて書かれている部分を抜きだした。

以下、順に紹介していくことにする。（資料中の各項目の番号は、各文献中の通し番号を意味する）

I 西ヨーロッパ及び日本を訪問しての研究

< 1 >

1988年の5月から6月にかけて、研究グループの数人のメンバーが、オランダ・西ドイツ・フランス・日本の4か国を訪問した。その目的は、これらの国々の生徒がなぜ第1、2回の国際数学教育調査でよい成績をあげたのかということを知ろうとすることにあった。さらに、数学教育において子どもたちの到達レベルをアップさせるためになされている各国の特徴を調べて、報告の中に取り入れていきたいと思っている。

特に次の点について調査がなされた。

a) 数学への期待

非常に広い意味で、生徒が学校での数学教育の様々な場面において、何を知り、何を理解し、何ができるようになることが期待されているのか。

b) 目 標

これらの国々が、どんなねらいを以て、それぞれの年齢・学校における生徒の到達目標をたてているのか。

c) 内 容

これらの国々では、それぞれの学校制度の中で、それぞれの数学の分野

がどのような割合で与えられているのか。

d) 電卓とコンピュータ

数学における電卓やコンピュータの使用について、これらの国々ではどのように考えられているのか。

e) 技能と応用

これらの国々では、基礎的な技能の習熟をどのくらい重視しているのか。また、基礎的な技能の応用をどのくらい重視しているのか。

f) 能力差

これらの国々では、能力の違う子どもたちのそれぞれの必要性に対してどのような配慮をしているのか。

g) 態度

これらの国々では、数学に対する生徒の積極的な態度をどのように養おうとしているのか。

h) 時間割

これらの国々では、それぞれの学校において何時間くらい数学を取り扱っているのか。

i) カリキュラム開発

どのような内容の配列がカリキュラム開発の中で研究されているのか。数学教育における最近の動向は何なのか。この動向は、研究グループの見解とどのように照らし合わせていくのか。

<2>

4か国全てで、国あるいは地方の指導主事や教育学者・教員・校長と会った。行くところの誰もが非常に手厚くもてなしてくれて、調査にも気軽にしかも熱心に応じてくれた。

それぞれの訪問では、利用できる時間は必要以上に短かったが、それにもかかわらず、各国の現状や動向についての確実な情報を得ることができた。

<3>

これまでに述べた点及び背景のもとに、それぞれの国の学校制度、主にカリキュラムの構成とその内容について、我々の意見を含めながら述べていくことにする。

オランダ

<4>

ほとんどの児童が4歳から12歳の間に小学校に通う。しかし義務教育は6歳より始まる。学級は能力別には編成されていない。学校は、法で決められた指針にもとづいて、それぞれ独自の教科やカリキュラムを立てることができる。

<5>

中等教育は選抜学校制度にもとづいている。

まず、大学準備学校（VWO）という大学へ進学することを目的とした学校があり、これは大学入試のために18歳までの6年間を通うものである。上級普通中等学校（HAVO）は、大学へというわけではないが高い水準の教育を行う学校で、5年制課程がある。だいたい全体の25%がこのどちらかの学校に入学をする。その他の生徒は中級普通中等学校（MAVO）と職業訓練を行う下級職業学校（LBO）のどちらかへ行くことができる。

小学校の段階で、生徒は教員の推薦かまたは最終年度の試験の結果をもとにしてそれぞれの学校に振り分けられる。

<6>

中等教育は16歳までが義務教育とされている。16歳になると生徒はMAVOやLBOからVWOやHAVOへと、教育を受け続けるために移ることが可能である。生徒が16ないし17歳で学校を変えるためには、それぞれの段階でそれぞれの学校のカリキュラムが他の学校のカリキュラムへとうまく移行できるようになっていなければならない。ただそうすると、全ての生徒の能力に応じてカリキュラムを変えていく必要性があり、それは現実問題として限界が生じることもありうる。つまり、現在は12歳から15歳までの生徒は皆同じ数学カリキュラムで行っているわけであるから、低い能力の生徒にとっては、他の学校に編入するために多くの複雑な内容に首を突っ込むことも余儀なくされるということを意味している。

つい最近までは、中等学校のカリキュラムの内容は、ほとんどが（教科書を通して）教育出版者や独自の教育機構によって用意される試験教授要目によって決定されている。

<7>

カリキュラム開発に関する担当者との話し合いや実際の学級の様子などの観察からは、数学教育においてはイギリスよりももっと形式的な取り扱いがなされているような気がした。

先生たちは最近まで教科書にのっていること以外のことをあえて授業の中で取り扱おうなどとはまるで考えていなかった。参観した授業の中では、即興的なことなどまるでなかった。個々の生徒の活動などとてもうかがえなかった。

しかし、1980年代初めに文部省が行ったカリキュラム内容についての見直しの結果として変化してきているようである。それは、イギリスのCockcroft会議での決議にも見られているようなことであると考えてよい。

- ・見積り、概算がもっと強調されるべきである。
- ・数学的な技能をできるだけ現実生活に関連づけて教えるべきである。
- ・概念的な（念頭）技能として、たとえば空間認知などを強調するべきである。
- ・発見や分析を通して理解することをもっと強調すべきである。

- ・計算の筆算形式は、本質的にこれ以上注目しなくてよいであろう。
- ・分数は、現実生活に関連しているものを除いては、教えずによいであろう。

< 8 >

文部省はまた、昨年の教育法案を通して、12歳と15歳の生徒の達成目標の紹介・準備をうたっている。

我々の国のカリキュラムの外枠とは違って、その目標は研究のプログラムや国家テストとはつなげられない。

< 9 >

12歳の生徒に対する目標達成に関する作業は、SLOによって行われつつある。目標案の一つはすでに作られており、一般的な目標や特別な対象（内容）も含んでいる。

たとえば、

- ・生徒は数学の問題解決に習熟すべきである。
- ・数学はコミュニケーションの意味で使われるべきである。
- ・数学は現実場面の中に応用されるべきである。
- ・生徒は数学の技能とその応用との関係を理解すべきである。
- ・数学というものは不動のものではなく、発展し続けるものであるべきだ。

< 10 >

特別な内容というものは次の6領域からなる。

- ・基礎的計算技能
- ・計算
- ・割合
- ・分数、除法
- ・測定
- ・幾何

< 11 >

たとえば、最初の領域の目標は次のようである。

- ・九九表を暗記する。
- ・四則の計算記号の意味を理解する。
- ・数の性質を知る。
- ・位取りのよさを知る。
- ・計算を行う。

< 12 >

12歳の達成目標は、全ての生徒に対して同じものをねらっているが、しかしそれは必ずしも全ての生徒が達成できなくてもよいとしている。

標準化されたテスト、評価問題となるものは、個々の生徒の達成水準を評価する助けをするためにCIT0が作った。これまでは能力のある生徒の必要性に対して与え

られている。将来的には内容が深いものとなるだろう。

公的機関での準備は、目標達成以外に、能力の高い子どもたちに合わせてカリキュラム分野をつくるものではないであろう。

< 13 >

目標達成は主題のイントロダクションやカリキュラム作成では何ら準備されていない。

カリキュラム開発を行う人々は、このアプローチが非常に失望させるようなものとなると言った。それぞれの異なった教科に対する目標達成の間になんのつながりもないので、おそらく学校の中では、それぞれの教科の中での本質的なカリキュラムを決めるという作業を改めようとするなどは一切ないだろうということである。

< 14 >

中等教育カリキュラムの主な調査は、1981年に始まり、1995年までに終わるはずである。

その改訂では、昨年まではVWOのカリキュラムに（HAVOのカリキュラムの前に）焦点があてられてきた。SLOが改訂の権威をもち、それぞれのタイプの学校に対して2つのカリキュラムを奨励してきた。1つは、代数、統計、コンピュータを基本としたもので、大学進学を目指して数学を学んでいこうとする生徒を対象にしたものである。もう1つは、概念論や空間論、幾何数学、グラフ作成、統計をもとにしたもので、数学的な知識や技能を研究の場面に応用していこうとするものである。これらは、MAVOやLBOといった低い能力の生徒の必要性が見直される以前になされるであろう。

< 15 >

15歳における目標達成は、イギリス々の教科研究グループと比べると、より個人的な研究会によって発展しつつある。主な違いは、研究会に企業代表者がいないところにあるようだ。また、教育出版者（オランダのカリキュラムに影響力をもつ）が研究会に、主にオブザーバーとして参加していることも興味深い。

< 16 >

数学会の報告書は、6月の終わりまでに提出される予定であるが、5月にその作業が終わるまでには時間がかかりそうだということを知った。そこで、目標達成に関する内容を何とか見つけ出そうと努め、SLOが示した実行案をもとに、GCSEのCとFの段階に関連した2つの能力水準に分けられるということを知った。目標としては40%から60%くらいまで達成されなければならない。中等教育の各教科の達成目標は40~50%くらいになるだろう。それはおそらく12歳においても同じようになるだろう。

<17>

学校での電卓の使用は、9歳以上の児童というように決められている。別の言い方をすれば、いちおう数学の基礎的な技能を十分学習できたといえる年からは使用を認めるということである。

聞いた話によると、子どもたちは家で宿題をやるときには電卓を使うらしい。ところが、子どもたちはそれが一種の不正行為・ごまかしであるとは思っているようである。

電卓とコンピュータは、中等学校のカリキュラムの中に取り入れられつつあるが、しかし、それらの役割を正式に認めていこうとする動きは、長々と再調査が行なわれている状況ゆえになかなかはかどってはいない。

ただ、コンピュータについてはすでにVWO（いちばん能力の高い生徒たちのための学校）のカリキュラムの一部に取り入れられている。

コンピュータは、複雑な計算を処理するものとして、または生徒たちに教えるときの補助手段として、の両方の意味で使われている。

昨年、文部省は、学校で使えるソフトウェアの開発と、各中等学校に9つのMsDOSシステムの設置を援助するために、4年間の研究プロジェクトを組んだ。

<18>

オランダの学校数学における準備内容あるいは将来の動向として次のようなものがあげられる。

- a) 最近までは数学教員の数については何の関心も示さなかった。しかし、きびしい教員不足という状況が予想される。
- b) オランダの中等学校の試験制度はイギリスの試験制度とは異なって複雑に構成されている。多くの生徒は17歳か18歳まで国家試験を受ける。その結果は公的試験と同じように入学試験の基準となる。将来的なものとして、評定の合計制が採用されるだろう。30～40%の低い能力の生徒は、数学の評定に関しては何の証明も得られないだろう。
- c) オランダの子どもはイギリスの子どもよりも週あたり数学を多く勉強しているようである。どちらかといえば、数学にかけられる時間は増加傾向にあるようである。
- d) 政府は、学校に対して本の購入や設備購入のための助成金を出しているが、もし不足のときは父母から援助を求める。

<19>

オランダの数学教育に対する一般的な印象としては、カリキュラム開発に関する傾向が、社会の要求によって変わりつつあるということである。特に、技術的な発展に伴って変わりつつあるように思われる。形式的な数学を排除し、応用的な数学とそれにともなったカリキュラム内容を強調することをより強く打ち出している。オランダの数学カリキュラム改革は、この国の発展によって変わってくるというてよい。カリキュラムの変化の様子はイギリスよりももっとゆっくりしているので、

将来はイギリスと似たようなものになるのではないかと予想される。

西ドイツ

<20>

西ドイツの学校教育は11州それぞれの文部大臣と教育行政当局によって行われている。学校教育は、文部担当大臣常置で決められた連邦教育計画にもとづいて同じ目標に沿ってすすめられている。それぞれの州が、その地域の学校制度やカリキュラムの内容やその配当についての自治権をもっている。試験は全て地方特有であり、教員の任命や昇進、養成も州によって行われる。今回の調査においてはベストフアーレン州の教育事情に焦点をあてた。この州は連邦全体の特徴をよくあらわしていると思われる。

<21>

義務教育は6歳に始まり、10歳まで続く。全ての生徒が10歳まで共学の初等学校（小学校の基礎学級）に通う。最初の4年間は基礎的な技能（読み・書き・算数）に重点をおいているが、この他に中等教育に進むための内容も導入されている。初等学校では、両親ともよく相談して、主に次の4つのタイプの中から個々の生徒に応じた中等学校をすすめている。

- a) ギムナジウム（文科高等学校）は、19歳で高等教育にはいることができるように、理論的なコースを設けている。
- b) 実業学校は、16歳で試験（中級修了証明書取得）を受けられ、さらに上の中等学校に進むか、または就職のためのコースを用意している。
- c) ハウプトシューレは、比較的能力の低い子どもに対して15歳までの学級を設けている。社会人として労働生活に従事するためのカリキュラムが用意されている。
- d) 総合学校は、これら3つのタイプのすべての範囲を含めたかたちの学校である。

<22>

初等学校側としては、親の希望をうけ、さらには本人の能力をできるだけ高く評価する（多少疑いがあっても）ということで、ギムナジウムへの進学希望は当然多くなりがちで、ハウプトシューレへの希望は少なくなってしまう。

ハウプトシューレに通う生徒の割合は年々減る傾向にある。ここ15年の間に60%から25%まで減ってきている。ギムナジウム、実業学校、総合学校の生徒の割合は、それぞれおよそ35%、25%、10%となっている。総合学校はまだとても少数ではあるが、その数は年々増加傾向にある。

<23>

15歳でハウプトシューレを卒業した生徒は、1,2年間定時制すなわち州に1日ないし2日、または全時間職業訓練を受け続けなければならない。実業学校からの生徒あるいはハウプトシューレからのとても優秀な生徒は、16歳になった時点で、職業訓練を受けたい、あるいは職業系の高等教育を受ける準備をしたいなら、さらに上級の学校へと転入することができる。あるいは、ギムナジウムで特別に設けられたコースに転入するものもある。大多数の親が16歳をこえての特別教育の設置に賛成しているといえる。

<24>

それぞれの学校におけるカリキュラムは、各州で定される公式の教授要目にしたがって直される。それぞれの学校のそれぞれの教科の教授要目は、現場の教員や指導主事、カリキュラムの研究者や州の視学官などからなる組織によってつくられる。大学当局者は、何か特別な問題に対して助言を与えることを通してかなりの影響力を持つ。雇用者や他の関連業者などは、開発過程や相談を通してでもこれらに加わることはできない。

<25>

実業学校とハウプトシューレの優秀な生徒がギムナジウムに転入することができる制度は、それら3つの教授要目が密接に関連する必要があることを示唆しているといえる。しかし、意外とそれぞれの教授要目は全然別の組織によってつくられおり、それぞれの学校には独自の学校視学があることがわかった。各学校間の整合性がどこにあるかという、カリキュラムにおける現象によってなされているようである。つまり、実業学校やハウプトシューレの教授要目の内容は、大学進学用ギムナジウムの教授要目の影響が非常に大きいわけである。したがって、実際問題としては、それぞれの優秀な生徒の大部分に対するカリキュラムにはほとんど差がないようである。大部分の生徒がかなり高い水準の教授要目に従っているのである。

<26>

能力の低い生徒の必要に応えるために、ハウプトシューレでは数学を2つの水準のコースに分けて教えている。学習することがとても遅い生徒はさらに1年繰り返さなければならないようだ。しかしそれは3年間のうちのどの1年でもかまわないようである。この習慣は今やとても珍しいことである。

ギムナジウムの中でも非常に優秀な生徒に対しては、特別何の手立てもないが、特例として、次のようなことが行われている。普段はみんなと同じカリキュラムにしたがって学習しているが、より難しい教科書に取り組むことがある。

<27>

教授要目はあまり改訂されないが、ときには改訂される。それらは10年あるいはそれ以上有効となる。結果として、学校のカリキュラムが改訂の要求に応じるのは

たいへん遅くなるわけである。バストファーレン州では、数学カリキュラムが最後に改訂されたのが、小学校で1986年、ギムナジウムで1984年、実業学校で1978年、ハウプトシューレで1977年、総合学校で1980年となっている。

<28>

教授要目は小冊子のかたちで用意される。この小冊子は幅広く配布され、簡単に入手できる。教員は、この教授要目にあるすべての内容を指導する義務がある。学校視学の主な任務の一つは、これがしっかり行われているかどうかを監督することである。

<29>

数学のカリキュラムの中で教えなければならない内容は、その説明におよそ半分から3分の2の時間を要し、教えなくてもよい内容に関してはほとんど扱わない。これは教員が与えられた学校のあるいは学科の方針に対してかなり忠実でなければならないからである。その方針とは、教員が、生徒と両親と生徒の状況や必要性を反映するような教授要目を補償する地方共同体の重要なメンバーと相談して決められる。例えば、何か補充内容を必要とするある地方の会社の試験を受けるための生徒を指導する学校においては当然必要なことなのである。つまり、その学校の方針としては、その試験に必要とされる内容ならばどのようなものでもカリキュラムの中に組み込むであろう。教員は、生徒が資格を取るためのあらゆる評価や、または1つ上の学校に転入する資格が得られるための評価などに対して、両親からかなりの圧力を受ける。カリキュラム以外に両親からの影響力が強いものとしては、教科書や備品の購入があり、親の多大な責任のもとに行われている。

これらの親や同僚の保守的な態度すべてが、新しいもの（習慣や指導法など）を取り入れていこうとする教員にとっては障害となっている。そのため、数学で義務として教える内容以外の内容のためにあてられるはずの時間（全体の40%）までが、結局義務的な領域のためだけに使われがちである。

<30>

このように非常に組織的な制度と教授要目ではあるが、徐々に現代的に変化してきている。その表れとして、カリキュラムの重要性についてはそれぞれの学校の中で変えていってもよいという方向があげられる。例えば、ハウプトシューレの11歳の要目には、代数の非常に体系的な方法や図形についてのことなどが含まれており、生徒がいま関わっていることとはほとんど関係ないような理論が組み込まれていたりする。ギムナジウムと小学校の要目は、最近現代的になってきたが、教員に何を教えるべきかといった数学の範囲を決定する自由をより多く与え、数学的な技能と実生活との関係を非常に重要なものと考えている。ハウプトシューレの新しい教授要目は今改訂中であるが、やはり同じような傾向になるであろう。新しい要目を改訂している委員会では、その教科に重荷となっている内容は思い切って縮小し、実生活の状況に合わせて数学を教えることに重要性をおいていく方向である。そ

それは、習得した知識と技能の上につみかさねていくことの重要性を強調しており、それによってカリキュラムの組合せや計画的な生産についての実施案にもつながっている。

<31>

実際に教室で目にした教育現場では、生徒の活動が多かった。生徒は、主に自身でワークシートを使って問題の解決にほとんどの授業時間を費やしていた。解き方を発表し、それを他の生徒が理解するといったかたちである。学校視学は、この教育方法が、西ドイツの子どもたちが比較的数学的な技能においてよい成績をおさめている理由だと説明してくれた。数学というものは、実際の職業や共同作業などにあった教科ではないと考えられているが、広い範囲で、すべての学校で必要となる。

<32>

イギリスと比べて、数学のカリキュラムの中で電卓とコンピュータを取り入れていくことはまだまだ遅れている段階である。

現在、子どもたちは授業中に電卓を使うことは中等学校3年（12歳）まで許されていない。導入されるときは、長い計算を速く能率よくするものとして、または生徒がすでに習得済みと思われる筆算の代わりにのものとして取り扱われる。

これまでは、例えば位取りのところで、子どもたちに教えるときの補助手段としてや理解を助けるための目的としては使われたことがない。

同様に、コンピュータは16歳以上の生徒のために非常に限られた数だけ用意されてはいるが、それで困っていることはほとんどない。

<33>

1985年に文部大臣と科学大臣が、学校に新しい情報科学の導入をするといった対談文書を出した。その主な内容は次の通りである。

- ・ 初等段階の教授を補助するものとしての、コンピュータの有効性に関する調査を、選ばれた学校で実施するべきである。
- ・ 情報通信技術の基礎教育は、14歳から16歳までの間のいくつかの教科の中で必修として行うべきである。
- ・ コンピュータの初等学校における重要性は、すでに作られているプログラムに手を加えることで、生徒が実生活における問題を解決する手助けになるところにおかれている。生徒が自分でプログラムを書くことを促すわけではない。
- ・ この分野で新たに開発された実例は、やがて普及し、さらに発展していくであろう。情報通信技術教育の経験の少ない学校では、率先して多い学校に学んでいこう。

<34>

結論として、コンピュータの利用は、今や学校で試行され、ソフトウェアはすべてのカリキュラムの範囲で利用できるために国で開発がすすめられている。

<35>

次にあげる項目は、西ドイツの学校数学の現状を示しており、さらに将来の方向をも示唆している。

- a) 数学教員の不足はない。
- b) 生徒の成績については、年1回の成績表による公的制度によって記録されている。16歳の最終成績表によって、その後どのようなタイプの学校に通うかが決定される。生徒は1から6までの成績(1のほうがよい成績)がつけられる。成績は日々のあらゆる評価によってつけられる。定期テストは学校視学官によって指導されたものがそれぞれの学校の中に組み込まれている。
- c) 生徒の能力の多様性は、教員によるというよりもむしろ生徒自身に問題があるようだ。特別何かしたというわけではないが劣等生グループができてしまう。周りに追いつこうとするために生徒自身に負担がかかるわけである。
- d) 数学の内容や技能については、特に性別や民族、言語にかかわらず同じように学習できると思われる。
- e) 教員は、イギリスの教員よりも、授業時間も少ないし、責任も少ないことがわかった。

<36>

西ドイツでは、特に能力の低い子どもたちについてだが、最もイギリスよりも数学における到達度は高いレベルにある国といえる。西ドイツの生徒が全体的に数学が高い達成水準に達していることを疑わないし、その根拠も明かである。確かにベストファーレン州の学校視学官はこの提言にびっくりしたようではあった。しかし、ドイツの生徒は数学の技能を確実に習熟することは十分可能である。このことは、数学で教えなければならない必修内容をできるだけ高いレベルまで到達させるために、生徒に対して、強くはたらきかけようとするこの国の学校制度の本質からわかるだろう。言い換えれば、これは、比較的狭く、しかも高度に組織立てられたカリキュラムによって引き起こされているとあってよい。

この西ドイツへの訪問によって、原則的に全ての生徒が数学的な技能に習熟するようにはたらきかけるべきだという気持ちを強くした。ここで言うその数学的な技能とは、この報告書の初めの方でも述べたが、すべての生徒に必要な技能と、さらにその技能の上にかに積み重ねをしていけるのか、ということを目指している。同時に、数学のカリキュラムも、学校や後の生活で生かせるようなところに重点をおいていくべきだとしている。

フランス

<37>

6歳から16歳までが義務教育段階であるが、ほとんど大多数の生徒が2歳から5歳までの間に幼稚園に通い始める。原則として、初等教育は11歳まで続く。しかし、学年を飛び越したり、逆に留年したりすることがよくあり、中等学校に入学するときに正規の該当年齢で入学するものは全体の半分の生徒だけである。また、留年は、中等学校の1,2年でもあるようだ。初等段階ですべての生徒は読み・書き・算数を中心にしたカリキュラムで学ぶ。算数のカリキュラムは、計算と簡単な幾何と測量からなっている。生徒が中等学校に入学するときは、基本的な計算すなわち加法、減法、乗法、除法を理解していることが望ましい。

<38>

中等教育は2つの時期で編成されている。最初の時期（コレッジと呼ばれる）は、おもに総合的な学校になっており、初等教育の修了から15歳までである。学級は様々な能力の子どもたちによって構成されているが、なかにはそうではないものもあるようだ。生徒は、最初の2年間はカリキュラムにしたがっている。それから、教員の助言によって、このカリキュラムを続ける者もいれば、職業的なカリキュラムにしたがう者もいる。後者は能力的に低い子どもである。約75%の生徒は前者を選択する。

<39>

2番目の時期（ほとんどが15歳から18歳までであるが）は、リセと呼ばれる。カリキュラムを選択した生徒は、「バカロレア」という称号を取るために必修科目と選択科目の両方が含まれるコースで学ぶ。数学は必修科目になっており、それぞれコースによって異なるが、多くの時間が割かれている。「バカロレアコース」を選択する生徒のほとんどが数学や理科を学習していることがわかった。これは、雇用者や大学当局が、それが芸術的なコースよりも高度だと見なしがちだからである。最初に職業コースをとった者は、労働的な技能や資格について専門的に短期学習できる職業教育リセで、16歳まで勉強を続ける。

<40>

中等教育における数学のカリキュラムは、何度もその理論について議論がなされてきて20年がたつ。現場からの改訂を望む動きは、幾分影響はあるがという程度で抑えられていることに気がつく。1970年代は非常に理論的な代数的方向であったが、1980年代の初めには転じて解析に重きをおくいわゆる伝統的な数学の方向になった。しかしまたこれも1984年に再検討された。この年は新しい文部大臣が就任し、中等学校の要目の大改訂が叫ばれた年である。新しいそれぞれの教科についての要目は、地方の指導主事と教員に相談したうえで、文部大臣と文部省視学官（HMI）が立案し、1985年に完成した。

< 4 1 >

初等教育も含めてすべての能力や年齢における数学教育の本質は次のようである。

- a) 生徒の積極的な授業への参加が奨励されるべきである。理想としては、教員が理解を助け、生徒に成就感を与えることである。問題解決におけるストラテジーをふませるべきである（主に練習問題において）。
- b) 理論的な数学（公理的扱い）は最小限に縮小されるべきである。生徒は、数学の知識や技能および実際場面での応用について学ぶべきである。
- c) 与えられたカリキュラムには数学的な概要がほとんどない。
- d) 数学教育は積み重ねていく過程が大切である。言い換えれば、生徒は数学の知識技能を、カリキュラムの領域をこえて年々発展させていくべきである。
- e) カリキュラム以外の内容を扱った授業は奨励される。それは現在頻繁に行われている。指導主事の委員会は、学校がいかにカリキュラムの枠をこえた授業を促進していくべきなのかについての調査を始めた。

< 4 2 >

中等教育の最初の年、すなわち12歳および15歳の年の達成目標がここ数年うち出されていない。その目標によって数学のカリキュラムの領域は決められるわけだが、年々安定せず、かえって重複してきてもいる。これは、生徒がカリキュラムに反したペースで学習してもいいような状況を考えているうちに、どの年でも最小限の目標だけは取り入れておこうというようになってきたためである。

イギリスの達成目標とは違って、フランスの目標は簡単であり、大多数の生徒が達成できるようにとても低く設定されている。したがって、フランスの教師は、その目標よりもさらに上の段階のものをうまく教えることが期待されている。目標の水準を上げてほしいという教員からの要求もあるが、指導主事は生徒の水準が教員が考えているほど高くはないと反対している。

< 4 3 >

15歳になるまで同じタイプの学校の生徒は同じカリキュラムで勉強する。優秀な生徒は、同じ数学の内容を勉強するが、より難しい問題が組み込まれている。遅れていて授業時間だけでは十分ではない生徒には、特別な授業が用意されている。

< 4 4 >

学校カリキュラムの中に電卓やコンピュータを導入していくことは必要かつ当然のことと考えられている。

その意味で、他のどのカリキュラムの分野よりも数学でより多く取り入れられていくことが望まれている。

電卓は、現在小学校段階ではほとんど使われてはいないが、近い将来普及されていきそうである。中等教育の教授内容には取り上げられている。

生徒は、計算に関しては、筆算・見積り・電卓の全てに精通していることが望ましいとされている。

<45>

GPBM (数学教育について再調査し始めた国家グループ) が1988年に発表した論文では、電卓とコンピュータを数学のカリキュラムに取り入れ、複雑な計算のためというよりはむしろ指導の補助として使うべきだ、としている。このことは、指導法とカリキュラムの内容が密接な関係にあることが大切であるということであろう。例えば、将来、計算や分数が複雑に書かれたものより、数、見積り、概算を理解することが重要となるであろうということである。生徒もまた自分でプログラムを書くことが促されるであろう。

<46>

文部省視学官はまた、学校で使うのにふさわしいソフトウェアを調査する機関を設置した。承認されたソフトウェアは大臣の認可のもとに購入され、そのコピーはとて安く学校に供給される。

<47>

近年、ほとんどの教科でひどい教員不足に悩んでいる。政府はこの状況を解消する対策を最近決めた。

<48>

フランスの調査からは確実な結論を出すことは難しいということがわかった。というのは、我々が訪れた時期は、大統領選挙にひき続きこれからの教育についての方向性がうちだされる不安定な時期にあったからだ。ただ、大きく方針が変わったとしても、フランスの数学教育の根底にある方針は我々の考えているものとはほぼ同じであるということがわかった。学校訪問の中で、国家のカリキュラムに対する考え方と実際の授業とは明らかに差があることを感じた。このことは、国家のカリキュラムの中での教員の義務の重要性と、適切な手引と実習、さらには学級指導の必要性を感じた。

日 本

<49>

日本は、先のFIMSやSIMSの調査において、世界では数学成績が断然高い結果を出している。これは、日本人の文化や社会性と密接に関連しているといってよい。カリキュラムを見ても、態度や期待や熱望などが含まれており、イギリスとはかなり違うようである。滞在した8日間では、日本人の仕事に対する考え方などは十分にかむことはできなかったが、教育観などについては次のようである。

- ・日本人は周りの人の態度や行為に自分を合わせようとするところがある。
- ・日本人の仕事に対する倫理観は世界でもよく知られているとおりである。
- ・教育に対して、日本人が一番関心を持っている。教育における成功は、す

なわち将来の成功を意味する。

・数学は特に大切な教科である。

・教員という職業は、一般的に一目おかれ、高い評価を受ける。

<50>

今回の日本の訪問で、以上の考え方に特に注目をおいて、それが正しいことであると確信した。以下に述べるとおりである。

<51>

教育行政について（特に文部省が強い力をもっていること）

<52>

義務教育について（特に能力別編成ではないこと）

<53>

高校教育課程について

<54>

イギリスと違って、国家レベルの公的試験や評価に関するテストがない。あるとすれば、2,3年に1回の抽出テストがある。また、毎年、能力を判断するための大学入試がある。

学校の中では、年に4,5回の定期テストと週ごとの学級テストがある。テストの成績が、70点以下の生徒は100点になるまで何回も繰り返してテストを受ける。我々が参観した学校の先生の記録には、同じテストを5回も受けたと書いてあった。果してこれが一般的なのかどうかはわからない。年の終わりに、学校のテストと普段のレポートをもとに1から5までの評定をだす。

<55>

算数・数学科の目標について

<56>

学校での勉強を補うために塾がある。数学はその中でも大多数の生徒が通う科目である。修学前の子どもから大学入試の子どもまで、時には大人までが通っている。12,3歳の子どもで週あたり1時間半から2時間半ぐらい、地域によって異なるが通っている。文部省の調査では、小学生では16.5%、中学生では44.5%の子どもが通っている。また6%が家庭教師をつけている。東京都では、小学校6年生で47%、中学3年生で67%が通っている。我々が訪問した学校では90%以上が通っていた。

<57>

塾は2つの機能をもっている。

1つは受験合格のためである。もう1つは、学校の勉強に遅れないためである。

公文塾（日本で最も多い塾）では、自分自身の進度に合わせてワークシートをやっている。確かに計算能力はつくが、公文のやり方はただ単に数を操作するだけで、実際に生徒がそれを使って応用したりすることへはつながらない。

<58. 59>

公文の教室では、ごく普通の家に3.40名の3歳から18歳までの子供たちがいて、ただ雇われただけという感じの監督の先生がワークシートの採点を行う。先生は教養を必要とせず、教室も狭く、指導の専門性にも欠け、一人ひとりに応じている様子もなく、子どもたちは不満げにシートに向かっているという印象を受けた。

<60>

学校制度について

<61. 62. 63. 64>

小・中学校における算数・数学のカリキュラムについてと学級編成について

<65>

日本は世界でも最も技術の進んだ国の1つであるが、学校の中に電卓やコンピュータの設備が少ないことにたいへん驚いた。公式の資料によると、いかなる種類にせよコンピュータ設備のある学校は、小学校で4%、中学校で18%、高校で86%である。学校の中での平均台数は、小・中学校で3台、高校で13台である。

コンピュータ設備が少ない原因として、購入価格が高いこと、カリキュラムの中で電卓やコンピュータの使用についてそれほど積極的でないこと、そしてカリキュラムを改訂するためには時間がかかることなどがあげられる。

しかし、文部省では、生活の中でのコンピュータや電卓の進出を徐々に認めており、そのためにカリキュラムを変えていかなければならないと考えている。コンピュータを設置した学校を訪問して、コンピュータ実験室を参観した。練習的な使い方がなされ、非常に組織的な印象を受けた。

<66>

電卓は、学校にはほとんどない。

文部省によると、電卓は、現在小学校5年（10～11歳）から使われる。ただし、筆算による計算技能が十分習得できてからでないといけない。数の理解の補助手段としての電卓の可能性は、見落とされていたかあるいは無視されていたようである。訪問したどの学校でも、電卓を使用している様子はなかった。

我々の印象では、電卓は学校の外では幅広く使われているのに、数学の学習での使用には難色を示しているような感じを受けた。大学入試には電卓の使用が認められていないので、親も教師も教室での電卓の使用にうるさく言うようである。

<67～73>

学習指導要領改訂等について

II イギリスの電卓使用に関する現状

<3-24>

学校数学の中で電卓やコンピュータの役割に多くの人が興味を示していることはまちがいない。これは、別に、計算方法に関して「筆算」対「電卓」の論争があるからでも、また「暗算」が衰えてきたからでもない。必要かつ当然のものとして取り上げられてきた。

<3-25>

19世紀の終わりごろに多軸紡績機などが発明され、織物工業がそれまでの骨の折れる単純労働から質・量ともに飛躍的に進歩したことと同じように、今、電卓の正にその可能性をもっているといえる。

<3-26>

青年が実社会の仕事につくために、時代の必要性に合った技能が求められている。これまでの章で記してきたように、羽ペンをもって高椅子に座っていた事務員がやっていたような単純作業の繰り返しは、応用数学や科学技術の発達にともなって変わりつつある。商業上あるいは行政上の決まりきった仕事は、今や速さの面でも正確さの面でも利益の面でも、電卓やコンピュータやワープロによって占められている。

— 電 卓 —

<3-27>

多くの人々が、初等学校における電卓の効果について関心をもっている。もしも児童がボタンを押すだけで正しい合計の答を求めてしまえるならば、児童はどうして計算で合計を求めることに悩む必要があるだろうか。電卓を使っていく際に、数というものについての知識や理解などがなく、まったく電卓に頼りきったまま学校から社会に出てしまう世代が生まれてしまう危険性もある。これらはとても深刻な問題であり、それについては調査を続けていかなければならない。しかし、電卓を無視していくことはやはり不合理なことである。学校外や社会で数学を応用していこうとするやり方をあえてとらない手はない。やらなければならないことは、子どもたちのために、効果的な電卓の使用法を考えていくことである。

<3-28>

電卓について関心を示している多くの人々は、より伝統的な計算方法（特に筆算）が数学の高い達成水準の一つの証だったと信じている。このようなことは認められていない。見積りにしろ、筆算にしろ、電卓にしろ、どの計算方法を使おうともそれを効果的なものにする鍵は、数自体に対する知識であり、感覚である。本質的な

ことは正に数自体であり、けっして計算自体にあるのではない。

<3-29>

実際のところ、それぞれ異なった状況に応じて、見積り・筆算・電卓による計算方法を使い分けていく必要がある。電卓の有効利用の範囲は広がってきたが、長い間使われてきた偉大な方法も必要である。我々のねらいは、いろいろな計算方法を教え、それぞれの状況に応じてそれらを効果的にしかも適切に使っていける能力を育てていくところにあるべきである。次に、見積り・筆算・電卓による方法のそれぞれの立場を話し合っていく。

<3-29>

見積りについて

<3-31.32>

筆算について

<3-33>

原則的に、すべての生徒が、学校を卒業して社会に出ても電卓を効果的に使う方法を知っていることが大切である。電卓を上手に使うためには、計算のもととなっている位取りについて理解していることと、概算ができること、キーボードの操作が正しくできること、でてきた結果について正しい解釈ができること、などが必要である。電卓による作業や結果を確認することは、念頭での技能を要する。電卓によって計算は早くしかも能率がよくなり、教員・生徒とも骨の折れる仕事から解放される。電卓には、指導や理解が補われるという効果的な役目もある。電卓を使用することによって、子どもたちの数に対する感覚とそも理解を発展させることができるということは明白である。

Ⅲ アメリカの「スタンダード」にみる電卓使用の状況

一 序 章 一 科学技術について

このスタンダードの中では、学校教育の中で、科学技術が適切にしかも有効に使われていく必要があるという態度をとってきた。電卓やコンピュータやさらに便利で有用な教具などが、数学を教えるときに必要である。教員は、ただ単に、黒板やチョーク、紙と鉛筆、それに教科書だけに頼っているわけにはいなくなった。しかしそうは言っても、スタンダードでは、教具などの設備基準を提案しているわけでもない。

K-4 (幼稚園から小学校4年までのカリキュラム)

スタンダード7 計算

提言 計算の道具として電卓を使用できることが必要である。

<目的>

計算の本質とその役割の変化がカリキュラムの中に反映されなければならない。計算することは今をもって大切なことではあるのだが、電卓の普及とその効力によって、教育者たちが、いったい計算をどのように扱っていったらいいのか、あるいは筆算はどの程度の水準まで必要なのかを考え直す時期にきている。計算に熟達することがいったい何になるのか。計算のためのカリキュラムがこれ以上作られたり、またその指導に今まで以上に時間が割かれることはないだろう。それでは将来的に子どもたちに必要となるものを奪うことになってしまう。

スタンダードが提案しているアプローチは、児童が効果的に計算を学習できるようにすることである。つまり、計算をしていくときの過程を追究し、そこで使われている考え方を伸ばしたり、どのように計算を使っていくのかを判断する能力をつけたり、計算に自信をつけさせたり、日常にうまく計算を応用させたり、さらに他の問題解決場面にも応用できるようにすることである。

<強調すること>

計算は、意味づけて教え、また学習されるべきである。計算は、概念の基礎となるし、教具を使ったりして、思考を発展させるよう十分留意して取り扱っていくべきである。

計算方法の多様性を強調しなければならない。

電卓と見積りは、計算方法として有用でしかも合理的なものであり、身につけさせることが必要である。概算もまた絶対に必要なものである。計算は、意識として何でも正しい答を求めなければならないものにとらえられてきたが、これを改めて、むしろ例えば、計算結果が適当であるかどうかを判断したり、その解き方が妥当なものかどうかを考えたり、直観的な見方を養ったりすることが必要である。そのためのカリキュラムは、生徒が様々な問題に対して、それに適した計算方法を選べる機会を与えられるようなものになっていなければならない。生徒自身も、計算の目的について理解し、計算を活用していかななければならない。これらが、計算のねらいを達成するために考えられていることである。

<討議>

基礎的なことや筆算のアルゴリズムをしっかりと教えていくことはこれからも大切なことではあるが、児童が、計算方法やそのアルゴリズムについて、どのような目的で、どのような意味をもっているのか、正しく理解することが大切である。子どもにストラテジーを教えることや、子ども自身がストラテジーを発展的に使える

ようにすることは、少ない時間の中で、児童が、基礎的なことを学習したり、関係をつくることを考えたり、そこに数学的な意味づけをしていく能力を発展させることにつながる。

例えば、 $7+8$ の解き方を考えるときに、

$7+7=14$ だから $7+8$ はそれより1多くて 15

6×6 の解き方を考えるときに、

$6\times 5=30$ だから 6×6 はそれより6多くて 36

ということである。

筆算のアルゴリズムは発展的に教えていく必要がある。例えば、テンプロックやビーンスティックなどの教具を使ったり、適当なモデルを使ったりしていくことを強調する。これは、実際に子どもたちに具体物を与えて、その問題について、討論させたり、いろいろな解き方を考えたり、新たな問題を作り出したりといった問題解決学習をねらうわけである。

見積りと概算は、数についての洞察力を伸ばしたり、計算をより広い範囲で使えるようにする。この2つは様々な場面で用いられるべきである。

例えば、 $48+23$ を解くときに、子どもは、

$48+20=68$ $68+3=71$

と考える。 $48+23$ の概算は、

- ・50と100との間にあるだろう
- ・およそ70くらいだろう
- ・75よりは小さいだろう

という感じである。

また、4年生の子どもは、「6ドルもっていて、2ドル75セントの物を買ったとき、残りはいくらになりますか」という問題を解くときに、次のように考えた。

$6-2=4$ さらに75セントとして 3ドル25セント

子どもたちには、見積りをつかって、計算を大まかに考えさせていくことも必要である。見積りや概算については、スタンダード4でも述べたが、計算全てにおいて、もっと強調し、しかも確立していく必要がある。

電卓もまた計算指導の中では絶対に必要なものであるべきである。電卓の使用は、児童の計算能力を越えた問題場面でも取り組むことを可能にしてくれる。また、考え方を伸ばすためにも必要なものである。概算などの結果が妥当かどうかを判断をするときも電卓を使っていくことがよい。

電卓や見積り・概算は、計算指導をより現実的に、しかも有効なものにしていくことができ、さらに子どもたちに計算方法を考えさせていくことができる。

計算指導のねらい

基礎的な計算や数のアルゴリズムに関すること、さらに具体物を利用した指導を、どのようにカリキュラムに組んでいくかについての勧告をこの章で述べる。この勧告には2つの考え方がある。

1つは、実際の学習やアルゴリズムについては、幼少期の子どもの能力に合わせて

構成されなければならないことである。早い時期で技能を熟練させようとする、学習が十分にできなかつたり、それを持続していくことも困難なこともある。そうになると、せっかく一度教えてもどこかでもう一度教えなければならない時間も必要となってくる。もっと考えなければならないことは、それではカリキュラム自体のねらいが、ただ単に手続きの実行やきまりを覚えるだけのものとなってしまいかねない。

2つめは、計算指導において強調したいことが、幼稚園から小学校4年生までのスタンダードの中で明確にされている。そこで、カリキュラムの中で指導時間の大半をそのねらいに十分合わせていかなければならない。指導と子どもたちの能力がうまくかみ合ってこそ、計算のねらいが達成される。

基本的な内容に対する勧告

子どもたちは、算数において基礎的な内容について習熟する必要がある。

表1(略)では、基礎的な内容が実際これぐらいはできてほしい、これぐらいのことをねらっているのだということを表している。

勧告は、やさしい内容と難しい内容とに分けて取り扱うことを提案している。

筆算に関する勧告

筆算に関する勧告が表2(略)にのっている。

子どもたちは自分たちのアルゴリズムを拡げたり、さらには新しいものを見つけ出したりできるような機会を与えられるべきである。今だに筆算は我々の生活の中でも広く使われているし、重要なものである。

指導においては、2位数と3位数の計算の技能を伸ばすことを強調する。除法は除数が1位数のものだけを扱う。

他の複雑な計算は電卓を使うべきだ。

5-8 (小学校5年から中学校2年までのカリキュラム)

スタンダード6 計算と概算

提言 5-8の数学カリキュラムでは、見積り・筆算・電卓・コンピュータなど、それぞれの場面でそれに適した計算方法を選択し、使っていける能力が必要である。自然数・分数・小数・負の数について、計算、概算できる概念を伸ばしていくべきである。

<目的>

現代は情報の時代であり計算も大切なものである。科学技術も計算方法もともに変化してきた。今の世の中では、様々な場面で計算や概算が必要となっている。電卓も安くなり、きまりきった計算を速く確実にやってくれる。コンピュータは複雑

な計算を簡単に処理してくれるのに、現在の数学の内容はかつて教えられてきた方法とそっくり同じやり方を指導している。このスタンダードでは、若者たちが、暗算や筆算、電卓、コンピュータなどの方法をうまく選び、それに適した使い方をしていけるような計算指導や概算指導についてあげている。

<強調すること>

科学技術の変化にともない、きまりきった手計算に今まで以上の指導時間を割いていくことは有効とはいえないし、その必要性もない。これは特にミドルスクールの生徒にいえることであるが、もっと他の経験を積ませたい。

電卓やコンピュータは、今までの手計算よりもっと現実的で複雑な計算を取り扱うことが可能であるので、興味深い問題解決の経験をふませることを優先できる。

ただこれは計算が重要でなくなったと言っているわけではない。むしろ違った視点から見ていくことが本質である。計算と概算は、問題解決の一つの手段として、数の概念を伸ばすもととなるものとして、いっしょに考えていくべきである。計算は、図形や確率や測定、その他の数学の分野の中で意味づけていくべきだ。概算は、実際の答えを求める必要がない、あるいは求めることが不可能な問題の解決や、計算結果を確かめるときに使われるべきであろう。たぶん、計算の内容というものは今まで以上に大切になってくるのではないか。

計算指導における大きな改革というものは、

- ・単なる計算に習熟し、十分理解すること
- ・筆算のアルゴリズムを使っただけの退屈な計算指導に反対すること

である。

<討 議>

計算を軽減していくことは、他に有用で興味深い問題を取り扱うことが可能になる。 0.17×45 を正しく計算できる能力は、計算自体ができることにはそれほど意味があるわけではなくて、実際場面でも新しいテニスシューズの割引などに使われるくらいである。それゆえに、生徒は電卓を使って 0.17×45 の計算の仕方を学習したり、それがどんな場面で使われるのかを学習するほうが大切である。筆算から電卓を使うことによって得られた時間は、問題解決や確率のような新しい内容に回すことができる。

しかし、計算はやはり大切である。例えば、

- ・ 8×700 の見積り
- ・ 824×689 の概算
- ・ 8.24×6.89 の概算

には、やはり $8 \times 7 = 56$ になることを知っていなければならない。ただ、授業時間は 824×689 や 8.24×6.89 の計算方法を教えることにつかわれてはならない。このような問題は電卓にやらせればよい。

生徒は単なる $1/4 + 1/2$ のような分数の計算も学習する。

このような問題は、図や具体的なモデルを使うことによって、操作による概念の

理解を図りながら扱われる。しかし、指導は、 $17/24+5/18$ といった、日常生活でもほとんど見られないようなものにまで時間をとる必要はない。特に、分数の加減乗除においては、具体物や図で視覚化することが簡単なものであるような、分母が2, 3, 4, 5, 6, 8, 10, 16, 100のものに制限して使っていくことを強調する。分数の除法は概念的に取り扱っていくべきで、計算の習熟をさせようとしてはいけない。

同じように、小数の計算だが、 0.3×0.6 のような乗法は電卓なしで考えさせるべきだ（特に、小数点のうつ位置やうつ意味を考えさせるものとして）。 0.31×0.588 のように難しいものは概算させる。しかしこれも筆算でやることなどに時間をかけないで、もっと電卓を使っていくようにしたほうがよい。ただ小数や負の数の1位数の計算では、電卓は使わないほうがよい（除法で被除数が1位数のものは除く）。

問題場面を拡げていくことは、計算も当然それだけ必要となり、その場その場で適した計算方法をとれるような学習を生徒にさせていく必要がある。生徒は、電卓に頼ったり、単に計算するだけにならず、計算技能の課程をふむべきであり、難しい計算を電卓を使ってやったときの答えが妥当であるかどうかを判断できるようになるべきである。

計算において、その目的に合わせて計算方法を選択していくことは、これまで以上に大切なことになるはずである。

例えば、消費者は、レストランでのチップの合計を概算するとき暗算を使うし、税金の計算などには電卓を使うし、クレジットカードの支払いで何回払いにしようかその利率を考えるとときにはコンピュータを使うだろう。生徒は、それぞれの計算方法を学び、そのおかれた状況の中で計算方法を決めていく経験が必要である。

概算は、問題解決と結果の妥当性を調べるという2つの面で注目されている数学的な考え方である。

問題解決の例として、若い母親が子供に新しい自転車を買ってあげるのに、どのくらいの期間働いて稼がなければならないのかを知りたいときに、概算で答えを求める。計算のし方を考えていくときに、その結果を判断するときにも使える。

<引用文献>

- 1) Study visits to Western Europe and Japan, MATHEMATICS for age 5 to 16 Appendices 4, Department of Education and Science and the Welsh Office, p.p.105-118, Aug.1988
- 2) Calculators and computers in mathematics, ibid. Chap.3 Some key issues, p.p.8-10.
- 3) Curriculum and Evaluation STANDARDS for School Mathematics, NCTM, p.p.34-37, p.p.67-69, Oct.1987

我が国で数学化を目指した最初の中学校教科書の成立とその特質

— 数学 第一類・第二類 —

長崎 栄三

(国立教育研究所)

1. はじめに

『数学 第一類・第二類』という教科書の存在を知ったのは、もう大分前のことになる。『現代数学教育史』を読んだときのことであるから、20年近く前になる。しかし、その印象はあまりない。今読み返してみると、印象はないのが当然かもしれない。「新教科書は最初から読んでわからぬ教科書になっている。そこには、排他的、独善的なものがひそんでいたことも、否定できないかも知れないと言われたのは、ほんとうの声であると思う」¹⁾という評価がなされているのである。その後出版された数学教育史に関する著作・論文でも、その評価はあまり変わらなかったようである。数学教育の権威者たちがこのような評価を下しているものに、関心が向かなかつたのであろう。

しかし、数年前からこの教科書に徐々に関心を持ち始めた。その発端は、この教科書の編纂趣意書を読んだとき、その内容の新しさに驚いたことであつた。「数学化」、「数学を作る」などということは、現在も、フロイデンタールなどの外国の数学教育者が強調し、また、そのことから我が国でも盛んに強調されているが、そのようなことがすでに50年前の日本で、しかも、教科書に取り入れられようとしていたことへの驚きである。さらに、その後、この教科書で実際に数学を学んだ人で、この教科書を非常に評価している人に会つたことで、より関心が高まってきた。もちろん、この評価は、その人の科学的素養にもよるであろうし、また、授業で毎回プリントを刷つてきたという担任の先生にもよるであろうが。しかし、これは、ある条件のもとではこの教科書はうまく機能していたことを表している。少なくとも、すべてがうまくいかなかった訳ではないのである。そして、近ごろ、私は、数学的モデル化や、電卓を利用した授業などに興味を持っているが、先程の編纂趣意書から判断すると、このようなことの一部がすでにこの教科書の中に具体化されているのではないかと考えるようになってきた。

そこで、これらの教科書を自分なりに調べてみることにした。しかし、「数学

第一類・第二類」については先行研究がいくつかある。これらの中には、前述の研究のようにその歴史を見る視点に特徴がある研究²⁾³⁾や、日本中等教育数学会を中心とした記述⁴⁾や、その総合的な記述⁵⁾や、教材論⁶⁾や、数理思想との関連⁷⁾に特徴がある研究がある。

本論においては、これらのことを念頭において、次のことを目的とすることにした。

第1に、第一類・第二類に関連した事柄を時系列的に整理しそれらの間の関係を明確にすること。

第2に、第一類・第二類の教科書の特質をその時代に照らして明らかにすること。

2. 『第一類・第二類』の教科書と編纂趣意書の発行・使用の状況

第一類・第二類の教科書・編纂趣意書が、どのように、どのくらい発行されたかを悉皆的に調べることにした。その結果、国立教育研究所付属教育図書館、東書文庫及び筆者が所蔵するものをもとに作成したのが、表1「『第一類・第二類』の教科書・編纂趣意書の一覧表」である。

表1を見ると、『第一類・第二類』の中学校第1学年用から中学校第5学年用の教科書と数表が、昭和18年から昭和19年にかけて中等学校教科書株式会社から発行されたことがわかる。さらに、第1学年用から第3学年用の編纂趣意書が同社から昭和18年8月に発行されていた。しかし、翌年、教科書は文部省著作つまり国定となり、「数学」は「中等数学」となって、第1学年、第2学年用のみが発行された。第3学年の第一類が昭和20年4月に発行されたが、後に述べるように、実際には使用されなかった。

戦後、昭和21年度用に、まず、数表が発行され、次いで、いわゆる「暫定教科書」として、「中等数学」第一類・第二類の第1学年用から第4学年用が、前・中・後と3回に分けて発行された。4年間の間に、3種類の『第一類・第二類』の教科書が発行されたことになる。

なお、筆者が所蔵している教科書には、検定見本本と検定済本があり、検定済本の検定の種類を見ると、『数学 第一類・第二類』については、検定が昭和18年3月31日以前の教科書は「中学校数学科用」(2 第一類、1・2 第二類)、昭和18年4月5日に検定を通った『1 第一類』は「中学校理数科用」となっている。『3 第一類』には「昭和18年3月27日 中学校数学科用」と「昭和18年3月27日 中学校数学科用 昭和18年9月28日 実業学校理数科用」という2種類があり、『4 第一類・第二

表1 『第一類・第二類』の教科書・編纂趣意書の一覧表

それぞれ、教科書・編纂趣意書名、発行者名、教科書番号(国定のみ)、総頁数、発行年月日の順である。

【数学 第一類・第二類】(1種検定)

数学 1 第一類 中学校用、中等学校教科書株式会社、96p、昭和18年 4月 3日発行。
数学 2 第一類 中学校用、中等学校教科書株式会社、69p、昭和18年 3月26日発行。
数学 3 第一類 中学校用、中等学校教科書株式会社、61p、昭和18年 3月26日発行。
数学 4 第一類 中学校用、中等学校教科書株式会社、95p、昭和19年 7月17日発行。
数学 5 第一類 中学校用、中等学校教科書株式会社、95p、昭和19年 7月17日発行。
数学 1 第二類 中学校用、中等学校教科書株式会社、62p、昭和18年 3月15日発行。
数学 2 第二類 中学校用、中等学校教科書株式会社、77p、昭和18年 3月17日発行。
数学 3 第二類 中学校用、中等学校教科書株式会社、86p、昭和18年 3月17日発行。
数学 4 第二類 中学校用、中等学校教科書株式会社、74p、昭和19年 6月12日発行。
数学 5 第二類 中学校用、中等学校教科書株式会社、49p、昭和19年 7月17日発行。

【数表】(1種検定)

数表 中学校用、中等学校教科書株式会社、32p、昭和18年 4月 8日発行。
--

【数学編纂趣意書】

数学編纂趣意書 1 第一類 中学校用、中等学校教科書株式会社、23p、昭和18年 8月 5日発行。
数学編纂趣意書 2 第一類 中学校用、中等学校教科書株式会社、26p、昭和18年 8月 5日発行。
数学編纂趣意書 3 第一類 中学校用、中等学校教科書株式会社、26p、昭和18年 8月 5日発行。
(数学編纂趣意書 4・5 第一類 中学校用、中等学校教科書株式会社、昭和19年発行) *
数学編纂趣意書 1 第二類 中学校用、中等学校教科書株式会社、23p、昭和18年 8月 5日発行。 **
数学編纂趣意書 2 第二類 中学校用、中等学校教科書株式会社、19p、昭和18年 8月 5日発行。
数学編纂趣意書 3 第二類 中学校用、中等学校教科書株式会社、30p、昭和18年 8月 5日発行。
数学編纂趣意書 4 第二類 中学校用、中等学校教科書株式会社、31p、昭和19年11月20日発行(非売品) **

【中等数学 第一類・第二類】(国定)

中等数学 一 第一類 中学校用、文部省(61)、88p、昭和19年 1月25日発行。
中等数学 二 第一類 中学校用、文部省(61)、88p、昭和19年 1月25日発行。
中等数学 三 第一類 中学校用、文部省(61)、59p、昭和20年 4月27日発行。 **
中等数学 一 第二類 中学校用、文部省(71)、88p、昭和19年 2月10日発行。
中等数学 二 第二類 中学校用、文部省(71)、88p、昭和19年 4月 1日発行。
(中等数学 一 第一類 中学校用、文部省(61)、修正発行) ***
(中等数学 二 第一類 中学校用、文部省(61)、修正発行) ***
中等数学 一 第二類 中学校用、文部省(71)、88p、昭和19年12月20日修正発行。(非売品)
中等数学 二 第二類 中学校用、文部省(71)、88p、昭和19年12月20日修正発行。(非売品)

- 注 1) 文部省発行の教科書は、修正発行の場合を除き、中等学校教科書株式会社による翻刻発行である。
- 2) * は、発行されていることが古書目録(金文堂 新55号 昭和63年1月 p.46, No.1512)に見られるが、現時点ではこれを確認できなかった。
- 3) ** は、東書文庫所蔵のものである。これらは稲垣氏が寄贈したものである。
- 4) *** は、前後の事情から見て発行されていると思われるが^(*)、現時点では確認できなかった。

【数表】（検定）

数表 中学校用. 中等学校教科書株式会社. 32p. 昭和21年 2月17日再版発行.

【中等数学 第一類・第二類】（国定・暫定）

中等数学 一 第一類 前.	文部省(61).	pp. 1-14.	昭和21年 3月 5日発行.
中等数学 一 第一類 中.	文部省(61).	pp. 15-26.	昭和21年 4月20日発行.
中等数学 一 第一類 後.	文部省(61).	pp. 27-50.	昭和21年 4月20日発行.
中等数学 二 第一類 前.	文部省(61).	pp. 1-14.	昭和21年 3月 9日発行.
中等数学 二 第一類 中.	文部省(61).	pp. 15-26.	昭和21年 5月 3日発行.
中等数学 二 第一類 後.	文部省(61).	pp. 27-59.	昭和21年 5月 3日発行.
中等数学 三 第一類 前.	文部省(61).	pp. 1-14.	昭和21年 3月17日発行.
中等数学 三 第一類 中.	文部省(61).	pp. 15-26.	昭和21年 5月17日発行.
中等数学 三 第一類 後.	文部省(61).	pp. 27-49.	昭和21年 5月17日発行.
中等数学 四 第一類 前.	文部省(61).	pp. 1-14.	昭和21年 4月13日発行.
中等数学 四 第一類 中.	文部省(61).	pp. 15-26.	昭和21年 5月29日発行.
中等数学 四 第一類 後.	文部省(61).	pp. 27-76.	昭和21年 5月29日発行.
中等数学 一 第二類 前.	文部省(71).	pp. 1-14.	昭和21年 3月29日発行.
中等数学 一 第二類 中.	文部省(71).	pp. 15-26.	昭和21年 4月20日発行.
中等数学 一 第二類 後.	文部省(71).	pp. 27-50.	昭和21年 4月20日発行.
中等数学 二 第二類 前.	文部省(71).	pp. 1-14.	昭和21年 3月29日発行.
中等数学 二 第二類 中.	文部省(71).	pp. 15-26.	昭和21年 4月22日発行.
中等数学 二 第二類 後.	文部省(71).	pp. 27-54.	昭和21年 4月22日発行.
中等数学 三 第二類 前.	文部省(71).	pp. 1-14.	昭和21年 4月 5日発行.
中等数学 三 第二類 中.	文部省(71).	pp. 15-26.	昭和21年 4月22日発行.
中等数学 三 第二類 後.	文部省(71).	pp. 27-60.	昭和21年 4月22日発行.
中等数学 四 第二類 前.	文部省(71).	pp. 1-14.	昭和21年 4月 5日発行.
中等数学 四 第二類 中.	文部省(71).	pp. 15-26.	昭和21年 5月24日発行.
中等数学 四 第二類 後.	文部省(71).	pp. 27-79.	昭和21年 5月24日発行.

注 1) 文部省発行の教科書は、修正発行の場合を除き、いずれも、
中等学校教科書株式会社による翻刻発行である。

類』は、「中学校・実業学校理数科用」となっている。これは、昭和18年4月1日を境に数学が理数科数学と変わったためである。

教科書・編纂趣意書は、上記のように発行されていたが、しかし、それが実際に学校で使用されていたかどうかは別問題である。当時の社会状況、とりわけ、教科書用紙の不足や交通機関の不安定さなどによって学校に期限通りに届かない場合もあったし、学徒勤労動員などのために授業が行われないこともあったからである。特に、これらのことは昭和19・20年については顕著である。しかし、そのような社会状況をも含めて考察するのは今後の課題とし、本論においては、この間の使用状況を法規をもとに推測することにする。なお、上記表1の発行状況の調査においても、これらの結果を援用した。このような教科書の使用状況を、各年度毎に概略化してまとめたのが表2の「年度別の教科書の使用状況」である。

昭和17年3月5日、『中学校教授要目(中)数学及理科ノ要目改正』(文部省訓令第4号)⁹⁾が出され、数学 第一類・第二類について発表された。しかし、昭和17年4月1日からは、新教科書ができるまでは旧教科書を使用し、全学年にわたり改正教授要目の趣旨で教授することとなっている(昭和17年3月9日発普42号)。つまり、昭和17年度は5種の検定教科書のいずれか(いわゆる、5種検定)を使っていたことになる。

昭和18年1月20日、『中等学校令』(勅令第36号)が出され、4月1日より「皇国の道」に則って教育をすることになり、教科書は国定となり、中等学校の年限は4年となる。ただし、前年までに中等学校に入学した生徒の年限は5年のままである。さらに、これに沿った『中学校規程』(昭和18年3月2日文部省令第2号)において、数学は理数科数学となり、『中学校教科教授及修練指導要目』(昭和18年3月25日文部省訓令第2号)で、内容が定められる。しかし、昭和18年度には国定教科書はできず、中等学校教科書株式会社による数学 第一類・第二類の検定教科書(いわゆる、1種検定)の1・3年用、数表が、その代わりに使われた。ただし、4・5年用はまだ、5種検定の教科書であった。戦争はますます激しくなり、昭和18年10月12日には『教育ニ関スル戦時非常措置方策』が閣議決定され、それに基づき、『教育ニ関スル戦時非常措置方策ニ基ク中等学校教育内容措置要綱ニ関スル件』(昭和18年12月20日発国569号)¹⁰⁾によって、昭和19年度から、中等学校令を全学年に実施すること、学徒勤労動員・軍事科学が強化されることとなった。その後、昭和19年度用国定教科書として、理数科第1学年・第2学年用を発行する旨が報告されている(昭和19年2月28日付『内政部長事務打合せニ於ケル注意事項』¹¹⁾)。

昭和19年1月から4月にかけて、昭和19年度用の中等数学 第一類・第二類の第1・2

表2 年度別の教科書の使用状況

年度	小学校・国民学校						中学校					主要法規(昭和年月日)
	昭和1年	2年	3年	4年	5年	6年	1年	2年	3年	4年	5年	
10年	緑	黒	黒	黒	黒	黒						
11	緑	緑	黒	黒	黒	黒						
12	緑	緑	緑	黒	黒	黒		検	定			
13	緑	緑	緑	緑	黒	黒						
14	緑	緑	緑	緑	緑	黒						
15	緑	緑	緑	緑	緑	緑						17. 3. 5. 数学教授要目改正
16	水	水	緑	緑	緑	緑	5	種	検	定		18. 1. 21. 中等学校令
17	水	水	水	水	緑	緑		5	種			18. 3. 25. 中学校教授要目
18	水	水	水	水	水	水	類	類	類	検	定	18. 12. 20. 戦時非常措置
19	水	水	水	水	水	水	中	中	類	類	類	20. 3. 18. 決戦教育措置要綱
20	水墨	水墨	水墨	水墨	水墨	水墨	中墨	中墨	類墨	類墨	類墨	20. 9. 20. 終戦に伴う教科用図書
21	暫水	暫水	暫水	暫水	暫水	暫水	暫類	暫類	暫類	暫類	なし	20. 10. 14. 中学校の学力補充
22	算	算	算	算	算	算	数	数	数	高	校	21. 4. 9. 新学期授業実施

注) 小学校・国民学校用の教科書

黒 : 尋常小学算術書(大正14年~昭和2年発行)

緑 : 尋常小学算術(昭和9年~昭和15年発行)

水 : カズノホン・初等科算数(昭和16年~昭和18年発行)

水墨: 昭和20年9月20日~ カズノホン・初等科算数の一部を削除したもの

暫水: 暫定(カズノホン・初等科算数)(昭和21年発行)

算 : さんすう・算数(昭和22年発行)

中学校用の教科書

類 : 数学 第一類・第二類(昭和18・19年発行)

中 : 中等数学 第一類・第二類(昭和19・20年発行)

中墨・類墨: 昭和20年9月20日~ 中等数学(または数学) 第一類・第二類の一部を削除したもの

暫類: 暫定(中等数学 第一類・第二類)(昭和21年発行)

数 : 中等数学(昭和22年発行)

中学校の二重線は当該年度の正規な学校年数を示す。

学年用国定教科書が発行された。さらに、『決戦非常措置要綱ニ基ツク中等学校教育内容ニ関スル措置要綱実施基準並ニ生徒ノ成績評定基準ニ関スル件』（昭和19年5月3日発国279号）では、第3学年以上に対して勤労働員の間の特設授業において、理数科数学で「軍事科学ニ関スル教材ハ之ヲ重視シテ取扱フコト」となった。その後、6月から7月にかけて、数学 第一類・第二類 第4・5学年が発行された。この時点で、1・2年生は国定教科書「中等数学」を、3～5年生は検定教科書「数学」を使用することとなった。

さらに、戦争は緊迫の度を増し、ついに、昭和20年3月18日『決戦教育措置要綱』が閣議決定され、国民学校初等科を除き、昭和20年4月1日より授業は停止されることとなった。つまり、昭和20年4月に「中等数学 三 第一類」が発行されているが、実際には使用されなかった。

昭和20年8月15日、戦争は敗戦の形で終わった。

昭和20年8月28日『時局ノ変転ニ伴フ学校教育ニ関スル件』（発専118号）¹²⁾を出し、学校教育の再開を呼び掛ける。その後、『終戦ニ伴フ教科用図書取扱方ニ関スル件』（昭和20年9月20日通牒）において、昭和20年度の残りの期間は、前年度使用の教科書を、その軍国主義的思想に関する教材を削除して使用することとなっている。いわゆる、「墨塗り教科書」である。昭和20年10月14日には『中学校、高等女学校学徒勤労働員解除ニ伴フ学力補充ニ関スル件』（発国213号）を出し、最高学年、つまり、第4学年の残りの半年のために理数科数学を毎週7時間行うように定め、その教科課程案もあげてある。

昭和21年度からは、『中学校修業年限延長実施ニ伴フ措置ニ関スル件』（昭和21年2月23日発学90号）によって、修業年限が4年から5年に延長された。教科書については、『新学期授業実施ニ関スル件』（昭和21年4月9日発教37号）において、中等数学の第1学年から第4学年用までの「暫定教科書」を発行供給すること、また、第5学年用については発行せず、第5学年では戦時中の学習が進まなかったことから第4学年までの学習をすることとなっている。

昭和22年度からは、第一類・第二類とは別種の新しい「中等数学」が発行されることになった。なお、表には、参考として、初等教育（小学校・国民学校）の教科書¹³⁾についても挙げてある。

戦争に妨げられつつも、小学校・国民学校で緑表紙教科書を、中学校で第一類・第二類を通して学べたのは、昭和12年度小学校入学・昭和18年度中学校入学の児童・生徒、つまり、昭和5年度に生まれた人々だけであった（実際には、昭和10・11年度小学校入学でも可能だが）。

次章においては、このような『数学 第一類・第二類』がどのようにして成立し、そして、それがどのような経過を辿っていったかを、数学教育の面から見ていくことにする。ここでは、現在までに公にされている資料をもとに、成立・経過を時系列的に追っていくことにする。

3. 数学 第一類・第二類の成立とその後

昭和16年に国民学校令が出されて以降、中等教育は、主に中学校、高等女学校、実業学校などで行われていた。しかし、実際には、初等後教育として国民学校に属する国民学校高等科も存在した。昭和17年のそれぞれの児童・生徒の在籍数は、国民学校:1052万人、国民学校高等科:214万人、中学校:53万人、高等女学校:68万人、実業学校:68万人であり、その後、中学校、高等女学校、実業学校の在籍数は徐々に増加していくが、中等教育・初等後教育において、在籍数が一番少ないのは中学校であるという傾向は変わらなかった¹⁴⁾。しかし、中学校は、高等教育に連なるという意味で中等教育の主流であった。

中学校においては、昭和6年に教授要目が改正され、分科的扱いから総合的扱いへと変わり、基本課程、増課課程などが取り入れられた。教科書は、明治19年以来教授要目に沿って書かれた検定教科書であった。

一方、小学校においては、明治37年から教科書は国定となり、『尋常小学算術書』（いわゆる、黒表紙教科書）が改定を重ねつつも30年余り使われていたが、昭和10年度から新しい教科書、『尋常小学算術』（いわゆる緑表紙教科書）が学年進行の形で導入されはじめた。しかし、緑表紙が6年まで完成した翌年、昭和16年3月には国民学校令が出され、小学校は国民学校と変わり、教科書も変わることになり、昭和16年度からは『カズノホン』が、昭和17年度からは『初等科算数』（いわゆる、水色表紙教科書）が使用されはじめた（前章表2参照）。このことは、文部省が、教育審議会に「教育ノ内容及制度ノ刷新振興」の方策について諮問（昭和13年7月15日）し、これに対する答申を受けて教育改革に取り組み始めた結果であった。

昭和に入ってからこれらの動きは、我が国の軍国主義化という社会状況だけではなく、世界的な数学教育改革運動に連なるものでもあった。このような動きの中で、中等教育の数学教育をさらに改革しようという気運が高まっていった。これには、数学教育にとっては内的な圧力と外的な圧力が有った。外的な圧力とは、軍部の台頭と教育の国家統制であり、中等学校教科書の国定化計画や科学教育の重視であり、内的な圧力とは、数学教育改革運動をさらに進めることであり、そして、緑表紙教

科書で小学校教育を受けた児童を中等学校で滑らかに受け入れるということであった。

これらの動きは、「数学教育再構成運動」となって結実する。昭和15年8月6日、広島で開催された日本中等教育数学会（現在の日本数学教育学会の前身）の第22回総会の「中等学校数学科再構成ニ関スル部会」（座長：大阪帝国大学教授清水辰次郎）には、約200名が参加していた¹⁵⁾。その場での雰囲気を受けるという形で、一般談事の中で広島高等師範学校教授戸田清によって、「数学教育再構成研究会」が提唱され、賛同者は約170名に達した¹⁶⁾。この総会には、文部省から督学官下村市郎、図書監修官前田隆一が出席していた。戸田と前田は、中等教育の数学教育改革を行うということでこの会以前に意気投合しており¹⁷⁾、この会を境に民・官の推進役となっていく。なお、これらの動きが、この会で急に表面化した訳ではなく、すでに、例えば、日本中等教育数学会雑誌には、このような機運を伝える次のような論文が掲載されていた。

黒田成勝、数学ニ於ケル具体ト抽象トノ聯関、昭和15年2月、第22巻1号。

丸山俊朗、数学教育改善ニ対スル希望、昭和15年3月、第22巻2号。

高木佐加枝、小学算術実践上ヨリノ希望、昭和15年5月、第22巻3号。

昭和15年9月、「数学教育再構成研究会」が正式に誕生し、東部・中部・西部の3地区に分かれて研究を進めていくことになった¹⁸⁾。それぞれの世話係は次のようになった。中部研究会は清水辰次郎、西部研究会は戸田清と総会を引っ張った人となり、東部研究会については、総会に出席していた田中良運（東京高等師範学校附属中学校教諭）らが、杉村欣次郎（東京文理科大学教授）をお願いする形で、杉村がなった¹⁹⁾。

（1）数学教育再構成研究会の活動と中学校教授要目中数学及理科の要目の改正

文部省の内部においても、数学教育再構成研究会に呼応する形で、また、当時の科学技術教育の推進・中等学校教科書の国定化ということから、「中等学校数学新教授要目調査委員会」が、昭和16年2月に作られた²⁰⁾。その委員は次の12名である。

（◇は教授要目起草委員）

掛谷宗一（東京帝国大学教授兼東京文科大学教授）、◇木村秋子（東京女子高等師範学校附属女学校教諭）、◇黒田成勝（東京女子高等師範学校教授）、佐藤良一郎（東京高等師範学校教授）、清水辰次郎（大阪帝国大学教授）、高木貞治（東京帝国大学教授）、◇田中良運（東京高等師範学校附属中学校教諭）、戸田清（広島高等師範学校教授）、西山毅（東京府立第十中学校教諭）の9名と、文部省から、

◇下村市郎（督学官）、◇前田隆一（督学官）、◇塩野直道（図書監修官）の3名であった²¹⁾。この中には、数学教育再構成研究会の3地区の世話係が3人とも含まれ、研究会の成果が吸い上げられるようになっていた。

この委員会の活動と並行して、文部省は、日本中等教育数学会から理数科新要目編成に関する意見を聴取したり（昭和16年3月11日：参加者は、渡辺孫一郎（会長：東京工業大学教授）、渡辺秀雄（第一高等学校教授）、中谷太郎、鍋島信太郎（東京高等師範学校教授）、平野智治（中央气象台附属気象技術官養成所教授）、黒田成勝²²⁾、さらに、研究協議会を開催したり（昭和16年3月24日～27日：東京文理科大学、昭和16年3月28日～31日：広島文理科大学、両会場とも100名近く参加）した。この後者の会では、数学教育再構成研究会の成果（東部：田中良運、西部：高崎昇（広島高等師範学校附属中学校教諭））も発表された²³⁾。

一方、軍部もこの頃になると教育に介入するようになってきた。昭和16年2月には『国民学校教科書ニ対スル陸軍要望事項』が、昭和16年8月には『中等学校理数教科書ニ対スル陸軍要望事項』が、陸軍教育総監部から出された²⁴⁾。後者においては、

「一、皇国ノ現状ニ鑑ミ中等学校ニ於ケル科学教育ヲ振興シ創造、活用ノ材幹ヲ啓培スルヲ要ス

之ガ為

- 1、教科目ノ整理、統合ヲ行フヲ要ス 例ヘバ・・・物理学ト数学トノ融合・・・
- 2、各科教授時数ノ適正配分ヲ行フヲ要ス 前項各教科目ノ整理統合ヨリ生ズベキ余剰時間ハ科学教育ニ配当ス
- 3、理数科ノ教育ニ方リテハ分科的、系統的、抽象的知識ニ偏セズ総合的、実践的、即物的教育ヲ重視シテ識能ノ一体的向上ヲ図ルヲ要ス・・・」

として、さらに数学と理科に分けて要望事項を挙げ、その中で、「国防上取材及着意スベキ主要ナル事項」として、「取扱ニ慣熟セシムベキ各種量、反復練習ヲ要スベキ諸計算、函数觀念ノ養成及其ノ応用、公算及其ノ応用、測量及測図、国防科学技術ノ基礎及其ノ応用ト連繫」の6事項が挙げられ、それぞれについてさらに詳しく説明している。

数学教育再構成研究会は、地区別にその活動を活発に続け、昭和16年9月28日、東京物理学校で開かれた日本中等教育数学会第23回総会（総会は研究会はないという変則的なものであった）の後、約400名が出席して行われ、東部地区からは、杉村欣次郎、丸山俊朗（東京高等師範学校附属中学校教諭）、平野智治、佐藤良一郎が、中部地区からは、清水辰次郎、西部地区からは、戸田清が、それぞれ研究経過

および要目案（表3参照）を発表した。この中で、東部案は、要目を要項（数学的内容）、項目（詳しい数学的内容）、素材例で構成しており、西部案は内容を2つに分け、それぞれ「数量編」、「形量編」と名づけていた。なお、この会に先立ち、文部省督学官下村市郎が講演を行い、教授要目改正について「数学教育自体ノ改良ニ関スル指導精神ト、一方国家目的ニ応ズル所ノ改正ノ精神トガココデ合致イタシマシ」たとし、また、「科学スルトカ、数学スルトカイフヤウナ中ニハ、日本的ナ性格トイフモノガ当然現ハレテ来ル」として、数学教育の「日本的な性格」について強調している²⁵⁾。

この間も、文部省の中等学校数学新教授要目調査委員会の教授要目起草委員会は、会合を重ねた。しかし、その議論は容易に収束しなかった。数学教育の数学についての見方が異なっていたからである。「数学の美しさを教えようとする」黒田、「日本の数学を主張する」前田、「数学を通して生徒の思考を高めようとする」田中の対立があり²⁶⁾、一方では、物理出身の塩野と数学出身の前田の数学観の違いがあったからである²⁷⁾。結局、原案はまとまらず、下村、塩野から求められる形で、黒田、前田、田中の3人が箱根に1週間ぐらいこもり、黒田が代数（第一類に当たる）を、前田が幾何（第二類に当たる）を主として書き、田中がそれを整理していくという形で、原案は作成された²⁸⁾。その後、昭和17年1月8、9、10日、文部省において、中等学校数学新教授要目調査委員会が開かれ、教授要目案が議決された²⁹⁾。

昭和17年3月5日、『中学校教授要目中数学及理科ノ要目改正』（文部省訓令第4号）³⁰⁾が出された。数学は、前文、内容、注意の3つの部分からなっており、前文では、数学教育の目的など、内容では、数学内容、教育目標、数学の細かな内容が書かれている。それらは、次の通りである。

「 数学

数学ニ於テハ数、量、空間ヲ中心トシテ事物現象ヲ考察処理スル能力ヲ錬磨シ数理ト其ノ応用トノ一般ヲ会得セシメ数理思想ヲ涵養シ国民生活ノ実践ニ導キ国運発展ノ実ヲ挙グルノ資質ヲ啓培スルコトヲ要ス

数学ニ於テハ数、量、空間ノ基本的性質ト其ノ重要ナル理法及之ガ応用ニ就キテ授クベシ

教授ニ当リテハ、数、量、空間ノ関聯ヲ重視シ第一類ト第二類トノ二系統ハ相互ニ関聯セシメツツ一体タル数学ノ目的ヲ達成セシムベシ

低学年ニ於テハ具体的ナル操作ニヨリテ基礎的考察処理ノ能ヲ得シメ学年ノ進ムニツレテ数理ノ厳正ナル考察ニ向ハシメ高学年ニ於テハ総合的考察力ノ涵養ニカムベシ

実測、作図等ノ作業ヲ重視シ知行一体ノ修練ヲ為サシムルト共ニ直観ト推理ト
ヲ一体トシテ抽象シ具体化スルノハタラキヲ錬磨シ工夫創造スルノ能力ヲ養フ
ニカムベシ

反復練習ニヨリテ基本事項ヲ体得セシムルト共ニ実地ニ活用スルノ能力ヲ錬磨
スルニカムベシ

教授ニ当リテハ国民ノ日常生活並ニ郷土ノ實際ノ資料ヲ重視スベシ
全般ニ互リ産業、国防ノ観点ニ立チテ指導スベシ

第一学年

第一類

統計的処理

日常卑近ナル事項ニ就キテ統計的ニ考察スル態度ト的確ナル処理ヲ為ス能力
トヲ養フ

統計資料ノ蒐集ト整理、種々ノ指数ト率、歩合

文字ノ使用ト公式

文字ヲ用ヒテ量的関係ヲ式ニ表示スルコトヨリ入り文字ノ使用ニ慣レシム公
式ヲ函数関係トシテ考察セシメ実験ヨリ公式ヲ導カシム

公式、方程式、実験式ト図表」

以下同様にして、各学年の内容が挙げられている（表3参照）。そして、最後に注
意として、次の8項目が挙げられている。

- 「一 教授ノ際ハ常ニ国民学校理数科算数ノ教材トノ関聯ニ留意スベシ
- 二 全般ニ互リ関係観念ノ涵養ニ留意スベシ
- 三 思考ノ表現ハ常ニ正確簡潔ニ為サシムルヤウ訓練スベシ
- 四 問題ハ徒ニ多キヲ望マズ持久的ニ考察スルノ態度ニ徹セシムベシ
- 五 計算ノ練習ニカメシメ概算及近似計算ニ習熟セシムベシ
- 六 数ノ計算ニ当リテハ暗算、筆算、珠算ヲ用ヒ又計算尺、各種ノ表ノ使用ニ
慣レシムベシ
- 七 図形ハ之ヲ正確ニ書ク習慣ヲ養フベシ
- 八 他学科目トノ関聯ニ留意シ特ニ理科トノ連繫ヲ密ニスベシ」

（その後、教授時間数は、3月26日の『中学校高等女学校数学及理科教授要目実施
ニ関スル件』（発普67号）によって、

教授時数	1年	2年	3年	4年	5年
第一類	2	2	2	2	2
第二類	2	2	3	2	2

となった。)

翌6日の新聞の朝刊には「生れ変わる数学と理科 新しい中等教育 四月から 日本的に大転換」と報じられている³¹⁾。その後、すぐに、文部省は督学官、図書監修官らによって、この教授要目に関する講習会を開始した(昭和17年3月7日:仙台市宮城師範学校、3月15日:東京文理科大学(3日間)ほか3か所で実施)³²⁾。また、一般の教育雑誌にもこのことは紹介された³³⁾。さらに、日本放送協会は、ラジオによって、昭和17年3月23日~30日の8日間にわたり「中等学校科学教育講座」を設け、教授要目の解説放送を行った。この中で、数学については下村市郎が『数学教授要目の実施』と題して解説している(この記録は、教授要目および解説要項を付けて、後に日本放送協会より出版された³⁴⁾)。なお、この教授要目と『解説要項』は、その出版の前にすでに昭和17年5月発行の文部時報に発表されていた³⁵⁾。

この『解説要項』は、第一章総論、第二章数学、第三章~第五章理科となっており、各学年毎に詳しく述べられ、数学は文部時報では約40頁を占めている。第一章総論の「中学校数学及理科教授要目改正の趣旨」では、数学及理科教授要目改正において注意した事項として、次の事が挙げられている。

「(一) 既成の学術的体系に拘泥することなく生徒の理知的能力を伸長するに適切なる体系をとりたること。

(二) 全般に互り教材を精選し特に左の点(筆者注:原書は縦書き)を考慮して採択したること。

- 1、国民の日常生活に有効適切なる事項
- 2、産業及び国防上重要な事項
- 3、識見の長養に資すべき事項

(三) 観察、実験、実測、作図等の具体的操作を学習の基礎として知行一体の修練をなさしむると共に発見創造の能力を養ふに力めたること。

(四) 直観を重視すると共に抽象し分析し総合するはたらきを錬磨するに力めたること。

(五) 教授事項をなるべく細密ならしめ而かも教授方針を加へて教授の目標を明かにならしむる形式をとりたること。」

数学要目改正において注意した事項としては、次の事が挙げられている。

「(一) 中学校に於ては内容を数量的方面(第一類)と空間的方面(第二類)とに分ちて系統を立て相互に關聯をとりつつ一体たる数学の目的の達成を期したること。

(二) 低学年に於ては具体的操作によりて基礎的考察処理の能力を得しめ学年の進

むにつれて厳正なる数理の考察に向はしめ最上学年に於ては総合的考察力の涵養に力めたること。

(三) 従来の理科に於て取扱へる事項中より必要なるものはこれを採り入れ数学理科一体としての目的を達成するに力めたること。

(四) 抽象的な概念の注入、論理の偏重を避け具体的な数、量、空間に関する直観を基礎とし理法を抽象し応用するの能力の修練を重視したること。

(五) 測量、統計的処理及び画法幾何に関する事項等実用的教材を増補し極限の概念の涵養を重視したること。」

第二章数学においては、この要目の基本的考え方、特徴と思われるものが挙げられている。それらは次の通りである。

「我々の身近にある一切の事象は必ずその中に数的、量的、空間的な現象を含んでゐる。従つて日常生活の中に現れる卑近な事象はこれを数、量、空間を中心として眺めるとき、数学教育の素材として採り上げることが出来る。それ等の事象に含まれる数、量、空間に関する現象を精密に観察し、的確に処理する為には数、量、空間に関する理法を会得し、これを自由に活用するの能力を持たねばならない」

「本要目の改正に当っては論理偏重、形式偏重の弊を改めて実質即ち数、量、空間に就くことに重点を置いた」

「数、量、空間の理法を会得する為には特に関係概念の養成が必要である。関係概念とは、対応、函数、相等、順序、大小、図形の関係、相関関係、運動等を含めた広い意味を有する」

「空間の現象に於て、平面に関するものと立体に関するものとを融合せしめて、同種の性質は平面と立体とを同時に課して、二次元と三次元との関係を密にすると同時に空間に対する直観力を長期に亘つて養ふことに力めた。それと同時に空間に関する理法を推究するに当つて図形を静的に観察して論理的推論によってその性質を考察する方法と共に、図形を動的に観察して空間の運動、変換等を重視して空間直観を豊かにする方法を併せ用ふることにした」

「数、量、空間に関する理法を会得すると同時にその応用を図り事象の数理的処理に習熟せしめることが必要である。これには他学科特に理科との連繫を顧慮すべきである。この点を顧慮して従来中等数学に於て取扱つて居なかつた項目又は従来軽視されてゐた項目を特に要目の中に新しく採り入れたものがある。即ち統計、測量、測定に関するもの投影図及び透視図、力と運動等がその主なるものである」

「更に連続、系列、極限の概念を重視して解析的考察法を採り入れ、これによって無限に関する理法とその処理法を会得せしめ近似値の意義を明瞭にし、函数の変化

を考究する有力なる手段を導入し、且物理的諸量の数学的意味を明確ならしめることにした。・・・中等教育に採り入れらるべきは所謂微分積分の名の下に呼ばれる技術ではなくて、極限の観念を主流とする考察と処理の方法である」

「本要目に於ては近似的な取扱、謂はば實際的な現象の数学的処理が各所に取扱はれて居る。近似計算、測定値の処理、統計図表、計算図表等である」

このとき、昭和17年4月には、在野の数学教育研究者、小倉金之助は、「もしも新要目の目標と精神が、正しく徹底的に実践されるならば、従来 of 伝統的数学教育の欠陥が見事に克服される・・・けれども、教師諸君にして、もしもこの負担に耐え得ないならば、新要目による数学教育は、かへって従来よりも失敗に終る可能性が、十二分にあることを銘記せねばならぬ」として、この教授要目に期待感と警戒感を新聞紙上で表明していた³⁶⁾。

(2) 「数学」第一類・第二類の教科書の成立

昭和17年3月新教授要目はできたが、昭和17年度は新教科書が間に合わず、今までの検定教科書を使いつつ、新教授要目の精神を生かして指導することになった。現場の教師は、前述の『解説要項』を利用したり、また、日本中等教育数学会雑誌に掲載されたこの年の論文を利用することができた。例えば、次のような論文である。

島田茂. 数学教育再構成ノーツノ方向. 第24巻1号.

島田茂・田中良運. 中学校教授要目ニヨル教材配当案(1). 第24巻2号.

宮崎勝次. 中等学校ノ他学科教科中ニアル数学的素材. 第24巻3号.

島田茂・田中良運. 中学校教授要目ニヨル教材配当案(2). 第24巻4号.

さらに、日本中等教育数学会雑誌には、「研究題」が昭和17年2月の第24巻1号から復活し、その会の編輯幹事をしていた田中、島田は、例えば、「研究題2 中学校の数学新教授要目の第1学年の分に『統計的考察処理』なる項目が入ることが予想される。この項のもつ教育的の意義如何。又これに最も適切な資料を何に求むべきか」³⁷⁾という形で会員相互の交流を図っていた。なお、この研究題は第24巻5号より会員の回答が掲載されはじめ、第25巻2・3号(昭和18年6月)の第13題で終わっている。新教科書が出始めたときである。

一方、教科書を編纂することが急務であった。明治以来、中学校教科書は検定制度のもとにあったが、検定制度の弊害や教科書用紙の不足のために昭和16年度からは5種の教科書しか検定で認めないことになり、さらに、昭和18年度からは国定・翻刻出版になることになり、140社近くの教科書会社はそれに対応するために、昭

和17年3月12日に中等学校教科書株式会社を設立した³⁸⁾。この教科書会社のもとで第一類・第二類の教科書は作られることになった。

昭和17年4月から5月にかけて、中等学校教科書株式会社は、文部省と相談して、数学教科書の執筆者を、中学校用は、杉村欣次郎（東京文理大学教授）、高等女学校用は、清水辰次郎（大阪帝国大学教授）に委嘱することや、昭和18年度（1・2・3学年用）、昭和19年度（4・5学年用）の2年間で作成することを決定した³⁹⁾。それぞれの詳しい執筆者は次の通りである⁴⁰⁾。

中学校用：杉村欣次郎（東京文理大学教授）、田中良運（東京高等師範附属中学校教諭）、和田義信（東京高等師範教授）、島田茂（東京高等師範附属中学校教諭）、黒田孝郎（東京物理学校）、高等女学校用：清水辰次郎（大阪帝国大学教授）、前田光（大阪府立大手前高等女学校囑託）、石谷茂（大阪帝国大学副手）

実際には、中学校用については、要目作成に携わった田中に教科書作成が依頼され、田中は和田、島田を選び、まとめ役として杉村に依頼した。黒田は後で加わった⁴¹⁾。なお、師範学校用の教科書は文部省著作となり、広島高等師範学校教授であった戸田清が文部省図書監修官を兼ねて、師範学校用教科書を執筆することになった⁴²⁾。期せずして、数学教育再構成研究会の3地区の世話係が代表となって中等教育の教科書を執筆することになった。

夏を迎え、日本中等教育数学会第24回総会が大阪で開かれ、それと前後して昭和17年8月3、4、8、9、10日に日本中等教育数学会新教授要目講習会が大手前高等女学校講堂で開かれた。その講師は、下村市郎、杉村欣次郎、鍋島信太郎、清水辰次郎、戸田清、曾田梅太郎（広島高等師範附属中学校教諭）であった⁴³⁾。また、その間の5、6、7日に開かれた日本中等教育数学会総会には約900名が参加し、次のような講演が行われた⁴⁴⁾。

曾田梅太郎. 計算尺ノ使用法ノ教授ニツイテ.

黒田孝郎. 数学教育改革ノ指導精神.

清水辰次郎. 新要目ノ具体案ニ就イテ.

戸田清. 改正数学要目ニ関スル管見.

佐藤良一郎. 統計的考察及ビ処理トイフコトニ就イテ.

文部省は、教育審議会答申に沿って、中等学校制度全体の枠組みを変えるために、昭和18年1月20日、『中等学校令』（勅令36号）を発し、昭和18年4月1日からは、「中等学校ハ皇国ノ道ニ則リテ高等普通教育又ハ実業教育ヲ施シ国民ノ錬成ヲ為スヲ以テ目的トス」とし、中学校、高等女学校、実業学校の修業年限を4年（ただし、以前の生徒は5年制）とし、数学は理数科数学と、教科書は国定とするとした。中

学校の理数科数学の授業時間数は、

教授時数	1年	2年	3年	4年
	4	4	4	5

（『中学校規程』昭和18年3月2日文部省令第2号）となった。そして、『中学校教科教授及修練指導要目』（昭和18年3月25日文部省訓令第2号）によって、数学の内容が新たに定められた。この要目の中で理数科数学の教授要旨は、「理数科数学ハ数・量・空間ヲ中心トシテ事物現象ヲ考察処理スルノ能力ヲ錬磨シ数理ト其ノ応用トノ一般ヲ会得セシメ之ヲ国民生活ニ活用スルノ修練ヲ為サシメ数理思想ヲ涵養スルモノトス。理数科数学ハ数・量・空間ノ基本的性質ト其ノ重要ナル理法並ニ国防・産業及国民生活ヘノ応用ニ付テ授クベシ・・・」とある。これは前年に出された改正教授要目と同じ趣旨であり、以下、教授方針も同じであり、内容（表3参照）にも新しいものはなく、内容を挙げる形式（数学内容、教育目標、数学の細かな内容）も同じである。なお、第1・2・3学年の内容の標題で変わったものの中には、次に述べる、新教科書の章の標題と同じ物がある。また、5年制が4年制になったために、3・4学年の内容は相当再編成されており、「球面上ノ図形」、「力ト運動ノ考察」がなくなった。

前年の数学と理科の改正の時にすでに、今回のような全体改正は念頭に置かれており、本質的には変えないことは織り込み済みであったのである。

ところで、新教科書は、この要目が出される以前から改定前の教授要目に沿って作成されていた。中学校教科書作成の関係者は、教科書案を自分の学校やほかの学校で実験をしたり、合宿で議論を重ねたり、ほかの人々の意見を聞いたりしながら、平常の自分の授業と並行して教科書の作成作業を続けた⁴⁵⁾。田中良運、和田義信、島田茂、黒田孝郎がこのようにして草案を作成し、杉村欣次郎がそれに朱を入れるという形で進んだ⁴⁶⁾。なお、塩野直道が背後からこの仕事を支えていた⁴⁷⁾。ところで、この教科書のもととなった教授要目原案を作成した黒田成勝と前田隆一は、教科書作成には加わらなかった。それは、黒田は東京女子高等師範学校から名古屋帝国大学に移り、前田は高等学校教授要目作成へと、それぞれ仕事が変わってしまったためである⁴⁸⁾。そのため、前田は、第二類の教授要目と教科書が必ずしもその意図が一致していないと感じている⁴⁹⁾。また、島田茂は兵役のために昭和19年6月発行の第4・5学年用の完成を見ずして教科書作成から離れた。

昭和18年度の新学期を半月後に控え、昭和18年3月15日発行の『数学1 第二類 中学校用』を初めとして、第1学年用から第3学年用まで合計6冊が昭和18年度の新学期が始まる前に発行された。これらの教科書を見てみよう。『数学1 第一類 中

表3 再構成案・教授要目の内容の比較

学 年		数学教育再構成研究会地区案 昭和16年9月28日		昭和17年3月5日	昭和18年3月25日	
年		東部研究会・中等 学校数学課程案	中部研究会・阪大 研究会第二回試案	西部研究会・理数 科数学要目西部案	数理学科教授要目 改正	中学校教授要目 理数科数学
第 1 学 年	数表示・式表示・ 図表示・数計算			【数量編】 数式による表示と その処理 数・式の図示	【第一類】 統計的処理 文字ノ使用ト公式 正数・負数 一次方程式	【第一類】 図表ト式 正ノ数ト負ノ数 一次函数(其ノ一)
	長サ・角・面積・ 体積			1 簡単な測量測定 2 測量 3 円図形 4 正数、負数 5 文字の使用 6 座標 7 物体の形状 8 運動 9 立体図形	【形量編】 図形描写と作製 測定及びその処理	【第二類】 測量・測定 図形ノ書き方 図形ノ合同 図形ノ対称ト回転
第 2 学 年	一次式・ 一次方程式 式変形 二次方程式・ 一元二次式			【数量編】 観察・実験から 公式へ 比及び比例 式の変形	【第一類】 整式 分數式 平方ト平方根 二次方程式	【第一類】 一次函数(其ノ二) 二次函数 式ノ計算
	直線・円 比例線 軌跡・作図			10 回転体 11 二次方程式 12 三角函数 13 対数 14 等差級数、 等比級数 15 統計 16 函数関係 17 変化率 18 積分 19 数学論	【量編】 図形の親方 併進 回転	【第二類】 平行ト相似 直角三角形 円ト球
第 3 学 年	分數式・根式・ 分數方程式 級数・指數函数・ 對数函数			【数量編】 式の変化と 二次方程式 円錐曲線 数列の観察と その処理	【第一類】 多項式 不等式 對数	【第一類】 箇數ノ処理 系列ノ考察處理 近似値ト誤差
	鋭角及び鈍角の 三角函数 一般の三角函数			【形量編】 相似 三角函数 図形の性質の研究	【第二類】 軌跡 円運動ト三角函数 三角形ト三角函数	【第二類】 對数 三角函数 軌跡
第 4 学 年	函数の变化率・ 求積・計量			【数量編】 對数 变化の研究	【第一類】 箇數ノ處理 自然數ト級數 系列ノ觀察處理 連続的变化ノ 考察處理	【第一類】 連続的变化 統計
	立体図法及び球面			【形量編】 空間図形とその 表し方 投影図法	【第二類】 投影図及透視図 球面上ノ図形 図形ノ切断	【第二類】 立体図形ノ表現
第 5 学 年	確率 統計 纏まった応用			【数量編】 積分 平面上の運動 【形量編】 透視図法 地球 数 總括 (科学の構造)	【第一類】 函数ノ变化 統計圖表ノ考察 【第二類】 円錐曲線 力ト運動ノ考察	

学校用』を開けると、次のような目次がある。

「目次

1. 図表ト式

1. 統計図表〔1〕 2. 計算尺〔1〕 3. 統計図表〔2〕 4. 公式ノ作り方
5. 実験式 6. 等高線 7. 種々ノ問題

2. 比例

1. 比例〔1〕 2. 比例〔2〕 3. 計算尺〔2〕 4. 反比例 5. 複比例
6. 平方ト平方根 7. 種々ノ問題

3. 正ノ数 負ノ数

1. 負ノ数 2. 量ヲ測ル向キ 3. 負ノ数ノ掛ケ算ト割り算
4. 負ノ数ノ寄セ算ト引き算 5. 座標 6. 種々ノ問題」

1頁目を開けると、次のようになっている。

「 1. 図表ト式

§1. 統計図表〔1〕

次ノ表ハ全日本健康優良児童表彰会デ、アル年表彰サレタ日本一健康優良児ノ体位ト、ソノ年ニ各府県カラ申告サレタ児童ノ平均体位トヲ示シタモノデアル。

	年令	身長	体重	胸囲	座高
		(cm)	(kg)	(cm)	(cm)
日本一	11.7	155.0	46.0	76.0	86.0
平均	11.9	155.4	44.7	75.7	84.2

コレトクラベテ、ワレワレノ体位ハドウカラシラベテミヨウ。

問1. 入学シタトキノ身体検査表ニヨツテ、各自ノ体位ト上ノ表ニアル体位トヲクラベテミヨ。

身長が大キクテモ体重ヤ胸囲ヤ座高ガソレニ伴ナツテキナケレバ、ヨイ体トハイヘナイ。コノヨウナコトヲミルニハ、比体重・比胸囲・比座高ヲクラベルノガヨイ。

」

多くの節とも、このように導入の場面（素材）があり、そして、「問」が何題かあり、必要なら小さな文字で、定義を与えるか、生徒に法則などを記入させ、その後、練習問題が数題ある。この「場面」とはこの教科書では次のようなものである。身体検査表（1.1 統計図表〔1〕）、米の生産高（1.3 統計図表〔2〕）、ジョウゴの作成（1.4 公式ノ作り方）、つるまきバネと重り（1.5 実験式）、標高と気温（1.6 等高線）、湖の地形図の読み取り（2.1 比例〔1〕）、地形図の面積（2.2 比例〔2〕）、2つの歯車（2.4 反比例）、平行四辺形の2辺と面積（2.5 複比例）、坂

道の勾配 (3.3 負ノ数ノ掛ケ算ト割り算)、東西に歩くこと (3.4 負ノ数ノ寄せ算ト引キ算) などとなっている。このような節をいくつか合わせて一つの章 (例えば、第1章は、図表ト式) が構成されており、各章の終わりには「種々ノ問題」がある。なお、第5学年までの目次 (章) を、表4に挙げてある。なお、上記の目次にもあるように、図表 (グラフのこと)、計算尺だけではなく、表、計算図表、そして、次に述べる数表などが学習の初期から導入され、それらを自由に使いこなしていくようになっていく。また、比例が、教授要目に比べると非常に大きな扱いをされている。

この教科書に続いて、『数表』も発行された。大きさは、A5版と同じくらいであり、平方、立方、平方根、立方根、逆数、対数、正弦、余弦、正接、度量衡換算表が、32ページにわたって掲載されている。

夏休みに入り、昭和18年8月2、3、4、日には、東京女子高等師範学校で、日本中等教育数学会主催で「中等学校理数科数学講習会」が開かれ、理数科数学新教科書の取り扱い方について、杉村欣次郎 (総論)、田中良運 (第二類)、島田茂 (第一類) によって説明がなされた⁵⁰⁾。翌日の日本中等教育数学会第25回総会の中学校部会 (300名出席) で討議するはずであった教科書使用上の困難点については、この会でほとんど解決してしまい、部会当日は、経験談が中心となった⁵¹⁾。

このすぐ後、昭和18年8月5日には、第1学年から第3学年にかけての『数学編纂趣意書』 (第一類、第二類) が合計6冊発行された。それぞれは、I 編纂要旨、II 総括的注意、III 各章要項、IV 各節注意事項の4章からなっており、このうち、I、II は6冊全部に共通である。以下にその一部を原文のカタカナを平仮名に直して挙げることにする。

I. 編纂要旨の中の「教科書編纂の方針」は、次の通りである

1. 既成の数学の注入を排し、事象に即して生徒自ら数理を発見するやうに導くこと。
2. 問題には具体的素材を多くとり、事象を数学化し、且つこれを処理するの修練を重んずること。
3. 具体に即して数理を十分に会得せしめ、然る後にその抽象化、形式的を図り、依つて以てこれを具体的事象に自在に応用し得るやう錬磨すること。
4. 事象の数学的表現に於ける近似性の取扱いを重視すること。
5. 用語・記号の定義は概念の醸成を俟つて興へるのを原則とすること。
6. 図表に関する操作を重んじ、函数観念と連続観念の涵養に努めること。
7. 作業を重んじ、直観を的確豊富にすること。

8. 図形の動的な面を重視し、空間図形の観察を重んずること。
9. 直観的に明らかな事項は、すべて推理の基礎とし、少数の公理に基く論理体系はとらぬこと。

10. 論理偏重、形式偏重の嫌ある問題は避けること。

II. 総括的注意には、次のようなことが挙げられている。

1. 各節の前半には、幾つかの間があり、後半には練習問題がまとめてある。・・・具体的素材が多く、作業もあり、問題にも手強いものが少なくないから、時間は相当にかかると思う。・・・
2. 問題中心主義となった結果、定理・公式などは書物の表面には出ないことになった。しかし、各段階に於て到達した数理を整理することは肝要である。・・・
3. 本書は旧来の初等幾何学のような整然たる論理体系を具えてはいない。ある体系に導くよりも、直観と論理とを一体として事理を追究する態度と能力の修練に重きをおいたのである。・・・
4. 具体的素材より数理を抽出するはたらきが大切であり、然る後に、これを抽象化し形式化したものに習熟せしめるのが効果的である。・・・本書の精神は抽象化された既成の体系を強制せぬというに止まり、数理の本質たる抽象性と論理性とを軽視せんとするものではない。・・・
5. 具体問題の指導に於て肝要なことは、生徒に目的を理解せしめ、これが解決に向つての意欲を起こさせることである。・・・生徒の自由な思考方向を尊重しつつ誤れるものには徐々に補正を加え、その心意の程度に応ずる解決に導かなければならぬ。
6. 一般に事象を観察処理する態度について肝要と思はれることは、目的を正しく掴んで計画を立てること、常に大局を概観して方向を誤らぬこと、推理に於てまた手段の選択などに於て全面的に考察して遺漏なきを期すること、深く穿鑿して論拠を固くすること、処理の各要所に於て検証を怠らぬこと、持久の精神を以て改善を計ることなどであらう。指導に当たっては、当面の数理のみを目標とせず、上のやうな科学的態度の育成に十二分の考慮を払はれたい。

このあと、「Ⅲ. 各章要項」では各章の目的、教材観、小学算術との関係をあげ、この中で時間配当例もあげてある。さらに、「Ⅳ. 各節注意事項」では、指導上の留意点や教科書の誤植について触れている。ただし、この編纂趣意書が教師の間にとどのくらい広まったかは明らかではない。

この教科書についても批判が起り、岩波書店『科学』の編集部の企画で、塩野直道らと彌永昌吉（東京帝国大学教授）ら数学者などと対談が行われ、「寄せ集め

的で体系がなく、ゴタゴタしてゐてスッキリせず、質問許りで答へのないのは戯曲としても拙い」(東京物理学校教授富山小太郎：物理学)、「和算のような感じがする、・・・従来の材料に微積分などを取ってつけた様に附加へてただの寄せ集めになる許り」(東京帝国大学教授末綱愨一)、「素材より数学の対象たる概念を剔抉し、学問としての数学を構成することが出来て居らず、つまりすぢが通つてゐない」などとの批判が出され、その様子が『科学』昭和18年9月号に掲載された⁵²⁾。戦後、小倉金之助も、この教科書について実質的内容については評価しつつも、「叙述の方法」を非難している⁵³⁾。

(3) 「数学」から「中等数学」へ -教科書の国定化-

昭和18年1月の中等学校令では、中学校の修業年限は4年とされ、教科書は国定とすることになり、3月の教授要目では5年を4年に短縮した内容が示された。しかし、その年に発行された教科書は旧教授要目に沿つたものであり、しかも、検定教科書であった。そこで、新教授要目に沿つた国定教科書を作ることが急務であった。

文部省は、検定教科書が発行された段階で、国定教科書の編纂に取り掛かつた。しかし、数学教科書についての編纂経過は明らかではない。ところが、理科の物象教科書は、次のような経過で編纂されていった⁵⁴⁾。

昭和18年5月、国定物象教科書の編纂委員を委託し、その委員と在任の監修官とで編纂委員会を作り、作業を始めた。作業は既刊の検定物象教科書について、各方面の意見や現場の経験を徴し、徹底的に練り直した。一方、国定教科書を発行するには、教科用図書調査会第3部会(中等学校)に原案をかけなければならない。そこで、10月初めに主査委員を指名し、この主査委員会で原案が検討された。そして、10月21日に開催された調査会第3部会総会で原案が可決された。こうして、第1学年、第2学年用が昭和19年春に刊行され、編纂趣意書も発行された。第3学年用の教科書の編纂は、同じ委員で昭和19年春から始め、空襲の合間をぬって協議を続け、10月15日には大臣決裁を受けていた。

この時期、文部省において中学校の数学教科書の編纂に関係していたのは、第一編修課の図書監修官であり、丸山俊朗(東京高等師範学校附属中学校教諭より昭和16年8月に任官)と、検定教科書の編纂に携つた和田義信(東京高等師範学校教授より昭和18年7月に任官)の2名であった。昭和18年11月1日現在、前記2名の外に数学教育関係者は、塩野直道(第二編修課(師範学校)課長)、戸田清(第二編修課図書監修官)、前田隆一(専門教育局教学官)の3名であった⁵⁵⁾。

昭和19年1月から4月にかけて、国定の『中等数学 第一類・第二類』の第1学年、

第2学年用が発行された。この教科書は第1学年・第2学年分の4冊だけが昭和19年度に授業で使われた。第3学年用第一類も昭和20年4月に発行されたが、そのときは、すでに学徒勤労働員のために授業はなかった。（なお、昭和19年12月に、中等数学第二類の一と二が文部省から修正発行されているが、内容、頁数などは、その前のものと全く同じである。ただし、表紙の「中等数学」などの文字が横書きから縦書きに変わっている。）

第1学年の第一類の目録は、次の通りである。

「 一 第一類

図表ト式：一 統計図表〔一〕 二 統計図表〔二〕 三 文字ノ使用
四 方程式 五 種々ノ問題

比例：一 比例〔一〕 二 比例〔二〕 三 実験ニヨッテ関係ヲ知ルコト
四 反比例 五 比例〔三〕 六 平方根 七 平方表ト平方根表
八 種々ノ問題

正ノ数 負ノ数：一 温度ノ計算 二 負ノ数 三 負ノ数ノ寄算
四 負ノ数ノ引算 五 負ノ数ノ掛算・割算 六 座標
七 等速運動ノ図表 八 種々ノ問題」

この教科書の第1頁は、次の通りである。

「 図表ト式
一 統計図表〔一〕

国ノ人口ガ多イカ少イカハ、ソノ国ノ国力ニ関係ノアル大切ナコトデアル。

問一 右ノ表ハ	世界総人口	22,0420万人
世界ノ主ナ国ノ人口	日 本	1,0509
ヲ示シタモノデア	満 州 国	4323
ル。	中 華 民 国	4,4661
各国ノ人口ト世	タ イ	1520
界総人口トノ割合	ビ ル マ	1682
ヲワカリヤスク表	フィリピン	1636
ニ示セ。	ソビエト聯邦	1,9306
次ニ、コレヲ図	ド イ ツ	9701
表ニ示セ。	イギリス	4775
	アメリカ合衆国	1,3141

国ノ人口ガドレクラキアルカトイフコトモ大切デアルガ、国ノ人口ガドンナ勢デ増シテ行クカトイフコトモマタ大切デアル。

ワガ国ノ国勢調査ハ大正九年ニ始メテ行ナ」

第1学年から第3学年の「目録」は、表4の通りである。

この『中等数学』は、前年に出された中学校教授要目に沿って作成されているが、各章の標題は『数学』と、第1学年についてはすべて同じであり、第2学年は約半数が同じであり、第3学年は全く異なる。しかし、第1学年でさえ各章の節は異なっている。基本的には、場面（素材）から入り、問を出していくという『数学』の形式を維持しようとし、しかも、素材、問題の多くは『数学』と同じであるが、例えば、次の点で異なっている。1頁の場面にあるように、国力、領土、軍事関係の内容が目立つようになったこと。数学の系統をより明確にし、数学的性質や規約を明示するようになったこと。このため、生徒が自分で法則などを書き込む空間はなくなった。第1学年の第1章図表ト式にあつた計算尺、第2学年の比例がなくなった。ただし、この教科書の編纂趣意書などの解説書はないようである。

なお、昭和19年5月3日の『決戦非常措置ニ基ク中等学校教育内容ニ関スル措置要綱実施基準』では、勤労働員中の特設授業において、教練・数学・物象を重点的に行うとし、さらに数学においては、「軍事科学ニ関スル教材ハ之ヲ重視シテ取扱フコト」としている。

その後、昭和19年6月から7月にかけて、検定の『数学 第一類・第二類』の第4・5学年用、合計4冊が発行された。第二類の内容は昭和17年の教授要目に沿ったものであるが、第一類の内容は昭和18年の教授要目に沿っており、そこで、第5学年の第一類は、第4学年の第一類と全く同じになっている。これらの編纂趣意書が11月に発行されているが非売品である。その内容構成は、編纂要旨、総括的注意は省略され、各章要旨、各節注意事項だけからなっている。

戦局の激化とともに、昭和20年3月18日に『決戦教育措置要綱』が閣議決定され、「授業ハ昭和20年4月1日ヨリ昭和21年3月31日ニ至ル期間原則トシテ之ヲ停止ス」ることになってしまった。

(4) 「中等数学」第一類・第二類 -戦後の暫定措置-

昭和20年8月の敗戦とともに、すぐに、学校教育は再開された。『終戦ニ伴フ教科用図書取扱方ニ関スル件』（昭和20年9月20日）⁵⁶⁾によって、軍国主義的思想に関する教材を削除して旧教科書を使用することになった。しかし、中等数学については、初等科算数のような具体的な削除の指示は文部省からはなかったようであるが、県段階などの指示で、報国団費、領土に関する語句、防空壕、待避所、錨、戦車、氏神、気球、軍隊などを削除するために、生徒は該当部分を墨で黒く塗った。

いわゆる、「墨塗り教科書」の時代である⁵⁷⁾。

さらに、『中学校、高等女学校学徒勤労働員解除ニ伴フ学力補充ニ関スル件』で最高学年（4年生）に対しては、中学校教科課程案（昭和20年10月1日から昭和21年3月17日 約20週 週7時間）が示されている（表4参照）。それらは、概ね、『数学 第一類・第二類』の第3学年の一部と第4学年の内容を合わせたものと一致している。

このような合間をぬって、文部省では、昭和21年度のための緊急の教科書、いわゆる、「暫定教科書」を作成し始める。その元になったと思われるのは、既に発行されている、『中等学校 第一類・第二類』の第1学年・第2学年、及び、第3学年第一類であったと思われる。また、当時、第3学年・第4学年については謄写版刷りの教科書原案（佐藤良一郎氏寄贈、1頁B5版の大きさ）4冊があり⁵⁸⁾、それを検討していたようである（表4参照）。この4冊のうち、『三 第一類』は昭和20年4月に発行された教科書と同じであり、『三 第二類』は理数科数学教授要目の『中等数学』に沿った形をなしている。しかし、『四』は、理数科以前の『数学第二類の4』の2節「球面上ノ図形」に相当しており、第一類の内容ではない。『四 図法トソノ基礎』は、『数学第二類の4』の1節「立体図形ノ表現」に相当し、理数科数学教授要目の『四 第二類』に相当している。

暫定教科書は、図書監修官が、このような従来の教科書の中から不適当な個所を削除して印刷し発行するという事になった。教科書の原稿はまず英訳して民間情報教育局（CIE）に提出し、その許可を待って組版し、さらに印刷許可を得て印刷発行した⁵⁹⁾。なお、この当時の、文部省教科書局の図書監修官は、丸山俊朗、和田義信、戸田清（広島高等師範学校教授兼任）の3名であった（昭和21年2月15日現在）⁶⁰⁾。

あわただしく過ぎた昭和20年度も終わり、昭和21年4月を迎えた。すでに、暫定教科書は、2月に『数表』は再発行され、昭和21年3月から、『中等数学』第一類・第一類が発行・供給され始めた。これらは、前・中・後の3回に分けて発行され、その都度学校に送られていった。教科書とはいっても、その体裁は1枚紙を折ったものを襲綴じにしたものであり、生徒はそれを受け取ると頁を切って開けていった。1頁がB6版ぐらいの大きさである。

『中等数学 一 第一類 前』は、14頁であり、表紙を開けると、次のような目録がある。

「 図表ト式

- 一 統計図表 二 文字ノ使用 三 方程式 四 種々ノ問題

比例

一 比例〔一〕 二 比例〔二〕

この目録の下に、翻刻発行年月日、著作者と発行者が文部省であること、その英文の「Approved by Ministry of Education」などということが書かれている。そして、第1頁の内容は次の通りである。

「 図表ト式

一 統計図表

問一 右ノ表ハ、	世界総人口	22,0420万人
昭和12年頃ノワガ	日 本	7125
国（内地）及ビ世	中華民国	4,4661
界ノ主ナ国ノ人口	ソビエト聯邦	1,9306
ト世界総人口トヲ	ドイツ	9701
示シタモノデアル。	イギリス	4775
各国ノ人口ト世	アメリカ合衆国	1,3141

界総人口トノ割合ヲ表ニ示セ。

問二 ワガ国ノ国勢調査ハ大正九年ニ始メテ行ナハレ、以後五年目ゴトニ行ナハレテキル。次ノ表ハ国勢調査ニヨルワガ国（内地）ノ人口ヲ示ス。

ワガ国（内地）ノ人	年 次	人 口
口ハドンナ勢デ増シタ	大正 9年	5596万人
カ。コレヲ表及ビ図表	“ 14年	5974
ニ示セ。	昭和 5年	6445
<u>人口ノ増ス割合ハ、</u>	“ 10年	6925
<u>通例一年間ニ千人ニツ</u>	“ 15年	7311

イテ何人増シタカデ表ス。

問三 大正九年ニ比ベテ、ソノ後ノ人口ハドンナ割合ニナッテキルカ。

或ル数量ヲ基準ニシテコレヲ100トシタ場合ニ、同種ノ他ノ数量ガドノヤウナ割合ニナルカラ表ス数ヲ 指数 トイフ。【筆者注：下線の部分は、実際には、小さい文字で書かれている】 問四 上ノ表デ、大正九年ノ人口ヲ基準ニシテ、ソノ後ノ各」

なお、第1学年から第4学年までの、すべての「目録」の章は表4に挙げてある。この教科書の第3学年第一類までは、昭和19年1月の国定教科書から、軍国主義的なものを除き、さらに若干の問題を省略したものであり、内容の配列の仕方には、この両者に変わりはない。その学年以降については、佐藤氏の謄写版刷のものが原本

表4 教科書などの内容(章立)の比較

学 年	昭和18年 3月15日	昭和19年 1月25日	昭和20年10月14日	昭和20年12月	昭和21年 3年 5日
	数学(1種検定) 第一・二類	中等数学(国定) 第一・二類	学力補充 教科課程案	佐藤氏寄贈 謄写版刷	中等数学(暫定) 第一・二類
第1年	【第一類】 図表ト式 7 比例 7 正ノ数 負ノ数 6	【第一類】 図表ト式 5 比例 8 正ノ数 負ノ数 8	なし	なし	【第一類】 図表ト式 4 比例 7 正ノ数 負ノ数 ⑧
学 年	【第二類】 測量 5 図形ノ書き方 7 図形ノ観察 8	【第二類】 測量 7 図形ノ書き方 7 図形ノ観察 8	なし	なし	【第二類】 測量 ⑦ 図形ノ書き方 ⑦ 図形ノ観察 6
第2年	【第一類】 平方根 6 比例 5 式ノ計算 5 二次方程式 8	【第一類】 一次函数 8 式ノ計算 7 二次函数 10	なし	なし	【第一類】 一次函数 ⑧ 式ノ計算 ⑦ 二次函数 ⑩
学 年	【第二類】 平行ト相似 7 三角函数 4 円ト球 6	【第二類】 図形ノ移動 6 相似形 4 三角函数 ④ 円ト球 5	なし	なし	【第二類】 図形ノ移動 ⑥ 相似形 ④ 三角函数 ④ 円ト球 ⑤
第3年	【第一類】 対数 10 不等式 7 多項式 5	【第一類】 箇數ノ処理 3 系列ノ考察処理 5 誤差ト近似式 7	なし	【第一類】 箇數ノ処理 ③ 系列ノ考察処理⑤ 誤差ト近似式 ⑦	【第一類】 箇數ノ処理 ③ 系列ノ考察処理⑤ 誤差ト近似式 ⑦
学 年	【第二類】 軌跡 8 三角形ト三角函数 8 円運動ト三角函数 7	なし	なし	【第二類】 対数 7 周期運動 5 三角形ノ解法 5 軌跡 5	【第二類】 対数 7 周期運動 ⑤ 三角形ノ解法 5 軌跡 ⑤
第4年	【第一類】 系列ノ考察 7 連続的变化 9 統計ト確率 7	なし	【第一類】 多項式 系列ノ考察 連続的变化 統計ト確率	【第?類】 (球面上ノ図形 微積分) 8 2	【第一類】 函数ノ変化ト極限 9 統計ト確率 7
学 年	【第二類】 立体図形ノ表現 7 球面上ノ図形 4 円錐曲線 4	なし	【第二類】 円運動ト三角函数 立体図形ノ表現 総括	【第?類】 図法トソノ基礎 10	【第二類】 図法 9 球面上ノ図形 7
第5年	【第一類】 第4学年の第一類 と同じ	注) 各内容の右側の数値は、それぞれの章にある節の数を表す。 数値を○で囲ってあるのは、節の数と同じだけではなく、節の名称もすべて同じことを表す。			なし
学 年	【第二類】 円錐曲線 9 力ト運動 5				なし

になっているが、内容の配列の仕方は前学年と同じである。なお、第4学年第一類については、昭和18年版の教科書を参考にしている。全体の内容構成は、昭和19年の教授要目に沿っているが、第4学年の第二類の「球面上ノ図形」だけが、昭和18年の内容として残っている。

日本数学教育会第28回総会（東京高等師範附属国民学校、昭和21年6月7、8日）で行われた、文部省文部事務官和田義信による来年度（昭和22年度）発行の教科書の説明の際に、出席者から、すでに発行・供給されたはずの、第3学年・第4学年の内容について知りたいという希望が出されている⁶¹⁾。この教科書は発行され始めたが、実際には、あまり行き渡っていなかった。

このようにして中等数学（暫定教科書）の1年は過ぎ、昭和21年度で、第一類・第二類の教科書は終わり、翌昭和22年度からは、新しく編纂された「中等数学」が、発行されるようになった。

（5）第一類・第二類にかかわる教師用・生徒用参考書

第一類・第二類の教授要目や教科書が出され、さらに、また、日本中等教育数学会雑誌や文部時報によってそれらの趣旨が広められたが、そのほかに、教師や生徒のための参考書が市販されていた。筆者の手元にある資料の中から昭和17年から昭和22年にかけて出版された図書などを挙げてみよう。（年月日は発行された日）

教師用としては、例えば、次のようなものがあった。

戸田清、教師の数学 上、積善館、昭和17年4月10日、264p。（中：昭和17年7月25日280p、下：昭和17年7月30日266p。）

清水辰次郎、新中等数学 上巻、修学館、昭和17年9月25日発行、276p。（中：昭和18年8月20日233p、下：昭和19年7月10日256p。）

鍋島信太郎、数学教育の諸問題、目黒書店、昭和18年2月20日、503p。

岩付寅之助、我が国数学教育への道、育芳社、昭和18年9月20日、197p。

鍋島信太郎訳、リーツマン原著、初等数学史概要、三省堂、昭和18年12月25日、173p。

これらのうち、『教師の数学』は、第一類・第二類の数学的、数学教育的背景を与えており、『新中等数学』は、数学教育再構成研究会の中部案を具体化したものである。一方、『我が国の数学教育への道』は数学教育の日本的性格に関するものである。

数学の啓蒙書としては、次のようなものが出版されている。

高津巖訳、デュリー著、数学ノ勝利、共立出版、昭和17年10月18日、344p。

高木貞治. 数学小景. 岩波書店. 昭和18年6月10日. 231p.

中村幸四郎訳. 幾何学基礎論 ヒルベルト. 引文堂. 昭和18年6月10日. 254p.

小野勝次. 数学とは何か. 引文堂. 昭和18年9月20日. 109p

大塚数学会編. 数学の本質—講演集—. 甲鳥書林. 昭和19年1月15日. 182p

彌永昌吉. 現代数学の基礎概念 上. 引文堂. 昭和19年11月20日. 251p.

生徒用の参考書、問題集には、次のようなものが出版されている。

高見豊・高見亘. 数学の本質【空間編】. 旺文社. 昭和17年8月20日. 164p.

川口義雄. 中等学生の日常の数学. 引文社. 昭和18年3月25日. 417p.

中村茂守. 生活と数学. 文進堂. 昭和18年11月20日. 226p.

青山勇. 図表を主とせる数学. 横山実. 昭和19年2月11日. 380p.

戸田清. 新制数学の研究【第一類】. 旺文社. 昭和19年5月25日. 240p

東京数学研究会編. 数学完璧自習書 中等 三年中期 一類二類合本. 玉木光雄. 昭和21年9月10日. 127p.

野田真. 中等数学学習書 中学校用 第一類 巻三. 富山房. 昭和22年2月10日. 120p.

『数学完璧自習書』は謄写版刷であり、『中等数学学習書』とともに、教科書の解答集の役割を果たしている。

さらに、また、受験雑誌にも、第一類・第二類のことは、扱われていた。たとえば、考え方研究社から発行されていた『数学国漢 考え方』には、次のような記事が掲載されていた。

前田隆一・藤森良夫. 「中等教育新数学の樹立に関する対談会」. 昭和17年11月. 第25巻第11号.

岩田至康・田島一郎・渡辺彰. 「新中等数学の研究」. 昭和18年7月～9月. 第26巻第7号～第9号.

藤森良夫・今野武雄・津村善郎. 「近似値と誤差の問題」. 昭和18年11月. 第26巻第11号.

4. 数学 第一類・第二類の特質

「数学 第一類・第二類」の教授要目や教科書などが、どのような特質を持っているかは、すでに、それら自身の中に述べられている。ここでは、さらに、数学化ということに焦点を当てて、次の2資料をもとにその特質を明らかにすることにする。

第1に、「第一類・第二類」の教授要目・編纂趣意書と同時期のイギリス（数学教育改革運動発祥の地）の試験要目案、すなわち、中等学校の中核的な内容についての『ジェフリー報告書』を紹介すること。第2に、「第一類・第二類」の教科書をそれ以前の教科書、ここでは、その代表例として、東京高等師範学校附属中学校で作られた教科書『中等教育 算術代数』と比較すること。

（1）ジェフリー報告書の紹介

1943年（昭和18年）9月29日、ロンドンに、試験機関と教師協会の代表者が、「学校証明書数学」、特に、幾何の試験要目について討議するために集まった。13の組織から、28名の代表者が集まり、その会議の議長として、G. B. ジェフリーが指名された。この会議においては、幾何の試験要目（ケンブリッジ案）を討議する予定だけであったが、数学全体にわたる試験要目案を考える必要性が認められ、この目的のために、ジェフリーを委員長とする委員会が指名された。

この委員会は、何回もの討議を重ね、1944年4月4日にロンドンで開かれた、第2回会議に試験要目案を提出し、そして、この会議ではこの案をもとに討議が進められた。『ジェフリー報告書』には、会議・委員会の経過と試験要目案が挙げられているが、以下にその関係部分を意識することにする⁶²⁾。

新要目案の背景となる数学教育に対する考えは、次の通りである。

初等数学においては、数学の各学科は融合すべきであり、特に、幾何と三角法はそうすべきである。数表や計算器具は自由に使えるようにする。試験は共通部分と選択部分とに分ける。

合同、相似、初等三角法、初等立体幾何の基本的な定理は、非形式的に生徒に学ばせるべきであるから、これらの結果の証明は試験では要求すべきではない。

要目案の最も著しい特徴は、試験の選択部分に微積分の初歩を含めたことである。微積分の背景にある考えは、適切な単純な状況のもとなら、理解するのはそれほど難しくはない。

要目案では、数学を生徒の生活や経験と密接に関係させようとしている。黒板上の平面幾何は、現実世界の立体幾何と関係づけるべきである。

幾何の形式的な扱いを減らし、算術や代数の過重な計算を除き、分数や分数式は実際に使いそうなものに限定する。複雑な因数分解は除き、文字方程式や3次方程式も除く。これらの省略や単純化が行われるなら、代数のあまり重要ではないことを発展させるのではなく、関数に関連したきわめて重要な考えを強調することになる。この関数というものは、グラフで始まり、変化の割合や傾きへと進んでいく

ものである。

このような考えを述べた後で、「初等数学のための試験要目案」を挙げている。この案は、試験時間、共通・選択問題、解法の自由性、器具の使用についての前文に続いて、次の7章にわたって内容が挙げられている。1. 数 2. 計量 3. 公式と方程式 4. グラフ、変化、関数 5. 2次元の図形 6. 3次元の図形 7. 実用的な応用。これらの中心となっていると思われる内容は、2次元の図形であり、その中では、証明が必要な性質とそうではない性質とが分けられている。

ここでは、以上のような、試験要目の背景的な考えと、昭和17年の数学第一類・第二類の教授要目（3(1)参照）、昭和18年の編纂趣意書（3(2)参照）の考え方や内容選択を具体的に比較対照させないが、それらが非常に類似していることがわかるであろう。とすると、次の2点が指摘できるであろう。第1に、第一類・第二類が目指していたものは、少なくとも、同時期のイギリス、すなわち、数学教育改革がもっとも進んでいた国の一つの国の数学教育とは方向が同じであったと言えるであろう。第2に、当時の国家体制が正反対の2つの国で、同じような思想で数学教育が考えられていたということである。もちろん、これを両国とも戦時下にあったとして、そこに共通性を求めることができよう。しかし、戦後の日本はこの数学第一類・第二類の思想から離れ、イギリスは今でもこのジェフリー報告書の思想をもち続けていると見ることができよう。とすると、第一類・第二類の思想を、また、それが長続きしなかった理由を軍国主義思想や戦争だけに結び付けようとするのは短兵急であり、平和な現代にも通ずる本質を持っていたと言えよう。

（2）東京高等師範附属中学校編の教科書との比較

数学 第一類・第二類の教科書は、田中良運、和田義信、島田茂、黒田孝郎らによって書かれたが、このうち、田中、島田は、当時、東京高等師範附属中学校に勤めており、また、文部省にいた丸山俊郎も附属中学校出身であった。そこで、第一類・第二類以前に、その中学校で使われていた教科書を比較対象として取り上げることにする。それは、東京高等師範学校附属中学校内数学研究会（代表者 鍋島信太郎）編『中等教育 算術代数』である⁶³⁾。

上巻の表紙をめくると、「序」があり、そこでは、昭和6年の改正教授要目の趣旨に沿って、「算術ト代数トハ全クコレヲ融合シ、・・・主眼ヲ事実問題ノ解決ニ置キ、・・・、機会アル毎ニぐらふヲ用ヒテ・・・函数思想ノ養成ニ資シ、・・・生徒ノ心理的発達ノ程度ニ適応スルヤウニシ、・・・対数計算ハ出来ルダケ早くコレヲ会得セシメ・・・計算尺ノ使用法ニモ及ボシ」、「要スルニ本書編纂ノ趣旨ハ

生徒ニ対シ、日常遭遇スル事象ヲ数学的ニ処理スル態度ト習慣トヲ形成セシメルニアル」とされている。第1章の1頁は、次のようである。

「 第一章

整数 小数 分数

1. 量ヲ測ルコト

私達ノ日常生活デハ数ヘタリ測ツタリスルコトヲ正シク行ヒ、又ソレカラ得タ数ヲ確カニ、シカモ速ク計算スルコトガ極メテ大切デアル。

物ノ数、長さ、広さ、目方ナドノヤウニ増減スルコトノデキルモノヲ量トイフ。量ノ多少ヲ精確ニ知ルニハ、コレト同種類ノ一定ノ量ヲ標準ニトツテ、ソノ中ニコノ標準量ガドレダケ含マレテキルカラ表ハス数ヲ見出サナケレバナラナイ。【筆者注：実際には砂場で長さの測定の写真があるが省略】」

これらから窺えることは、編纂の方針のみを見ていると、数学 第一類・第二類とはそれほど大きな違いはないように思えるが、1頁目でもう大きな差異（3(2)の数学第一類・第二類の1頁参照）が見て取れる。ここでは、量を定義することから始めるが、第一類では、現実事象を整理しようとするところから始めている。つまり、「日常遭遇スル事象ヲ数学的ニ処理スル」といっても、それはまだ、数学を応用するという姿勢であり、事象から数学を導き出すということは考えていない。

さらに、中学校の中心的な内容の一つである文字の導入部分を挙げてみよう。
数学 第一類（第1学年、p. 16）

「 §4. 公式ノ作り方

画用紙ニ半径10cmノ円ヲ書イテ、コレヲ切抜キ、コノ円カラ中心角 150° ノ扇形ヲ切取ツテ、ジャウゴヲ作ツテミヨ。【筆者注：実際にはここに展開図があるが省略】

問1. 上デ作ツタジャウゴノ底面ノ半径ト容積トヲ計算セヨ。

マタ、ソノ計算ノ式ヲ簡単ニマトメテミヨ。

【筆者注：生徒が書き込めるように1行分空いている。】

ソノ中心角ヲ変ヘルト、ジャウゴノ容積ハ変ハル。次ニ、ソノ模様ヲシラベテミヨウ。

問2. 扇形ノ中心角ヲ 10° 、 20° 、 30° 、・・・・・・ト変ヘテイクト、ジャウゴノ底面ノ半径ハドノヤウニ変ハツテイクカ。

問3. 扇形ノ中心角ヲ x° トスルト、ジャウゴノ底面ノ半径ハ何程ニナルカ。

コノ半径ヲ y cmトスルト、 y ハ x ノドンナ式デ表ハサレルカ。」

次の頁の1行目に、小さい活字で、「コノヤウナ式ヲ 公式 トイフ。」と書かれている。

なお、編纂趣意書には、「本節ハ文字ノ使用ヲ学バセ、特ニ函数関係ノ式表示ヲ会得セシメルヲ主ナ目的トスル。ソレニハ、数值計算ノ裏付ケガ不可欠ノ要件デアルコトハ、前ニ述ベタ通りデアル。例ヘバ問3ノ公式ヲ導ク前ノ問2デハ、同ジ形式ノ計算ヲ何度モヤラセル必要ガアル。・・・ナホ、本節ノ適当ナトコロデ $x \times 4$ 、 $4 \times x$ ヲ $4x$ ト書クコトヲ教ヘタイ」とあるが、この積の表し方は、教科書には書かれていない。

一方、『中等教育 算術代数』（上、pp.107~108）では、

「 第三章
文字ノ使用

30. 方程式

問 次ノ意味ヲ式デ書き表ハセ。

- ① $5=3$ ヲ加ヘルト8ニナル。
- ② $2=3$ ヲ掛ケテモ3ニ2ヲ掛ケテモ積ハ等シイ。
- ③ 2ニ或数(x)ヲ加ヘルト9ニ等シイ。
- ④ 或数(x)カラ5ヲ引クト12ニナル。
- ⑤ $2/3$ ニ或数(x)ヲ掛ケルト $7/5$ ニナル。【筆者注：分数の形はここでは印刷

の便宜上斜線で表した。以下同様】

二ツノ式又ハ数が相等シイコトヲ等号 $=$ ヲ使ツテ書き表ハシタモノヲ等式トイヒ、等号ノ左方ニアル部分ヲ左辺、右方ニアル部分ヲ右辺トイフ。又コレヲ合セテ両辺トイフ。

等式ノ中デ特ニ注意ヲ要スルノハ、」（p.107）

「 $2+x=9$ 、 $x-5=12$ 、 $2/3 \times x = 7/5$

ノヤウニ、未知ノ数ヲ代表シテキル文字ヲ含ンデイルモノデアル。

求メルベキ未知ノ数ヲ代表スル文字ヲ含ンデイル等式ヲ方程式トイヒ、ソノ未知数ノ値ヲ求メルコトヲ、方程式ヲ解クトイフ。ソシテ解イテ得タ未知数ノ値ヲ方程式ノ根トイフ。・・・」（p.108）

なお、積については「33. 積ノ書方」（p.112）に1頁取って説明している。

この教科書の各章、各節の初めは、必ずしも、このように「問」で始まっているわけではない。しかし、問で始まっている、このようにその問の質が異なるのである。前者は、事象の数学化において文字が必要な場面を設定しているが、後者は、すでに数学化されている問題で始まっているのである。また、当然の事として、「積の約束」は、前者では暗黙裏になされ、後者では、明示的になされることになる。

この両者の間には、大きな溝があるように思える。一方は、問題から数学を作りださせていこうという立場であるが、もう一方は、現在でもよくあることだが、「問題解決」というと既成の数学が先にあり、解決するにはそれをただ適用させていけばよいという立場である。

5. おわりに

これまでの結果をまとめると、概ね次のようになる。『数学 第一類・第二類』は、数学教育再構成運動などを受けて、昭和17年3月の中学校教授要目改正で骨子が発表され、昭和18年3月にその教科書が発行され始めた。編纂趣意書には、この教科書が「数学化」を目指していることが謳われている。しかし、時代は戦争のため急激に動いており、教科書発行の時期と同じくして、中学校の年限が短縮され、それにともない教授要目も改正され、昭和19年1月には戦時色を強めたり数学化の観点を薄めたりして改定された教科書『中等数学 第一類・第二類』が発行され始めた。そして、昭和20年8月の敗戦。その後再開された学校では、『中等数学』の教科書から軍国主義的な内容を削除してその教科書を使った。昭和21年4月からは、今までの教科書から戦時色などを除いて編纂した『中等数学 第一類・第二類』を使用した。しかし、これも1年間で終わってしまい、昭和22年4月からは、異なる教科書が使われることになった。結局、『第一類・第二類』は、高々5年の寿命であった。

しかし、その目指した「数学化」というのは、昭和17・18年当時では、我が国だけではなく世界的に見ても、中等教育の数学教育にとって新しくて高い目標だった。

このような『第一類・第二類』を現代的な視点から見ると、現在の中等教育における数学教育に少なくとも2つの示唆を与えけると、私には思われる。「数学 第一類・第二類」の教科書は問題中心主義でできており、そこで、その問題を解決し数学を作り上げていくために、計算尺や図表(グラフ)や計算図表、また、別冊の数表を自由に使わせながら、数学化の過程を踏ませていこうとした。このような「数学化(Mathematization)」は、現在では数学教育の大きな主題の一つになっている。そこで、第1の示唆は、今後の数学教育のあり方、つまり、学校数学はどのような数学観を持つべきかということへの示唆である。特に、「すべての人のための数学」ということを考えるときには純粹数学を薄めて中等教育に持ち込むことは、もう不可能であり、発想の転換が必要であろう。このようなとき、この教科書が取った、素材から数学に入っていくという発想は貴重な視点であろう。第2の示

唆は、上記の計算器具を、現在の電卓やコンピュータに置き換えたらどうであろうか。これらの現代的な機器はともすると単に計算を早くする道具としか見られないが、第一類・第二類が目指した数学では、数学化の過程で有用な器具となるのである。ある意味では、それらの数学が目指したものは、今の時代でこそ、より良い形で追求できるのではないであろうか。

本論では、はじめに述べた目標に沿って論じてきたために、第一類・第二類についての一部分を論じるだけに終わった。すなわち、この時期の社会状況や実際の教育状況、たとえば、教員構成の実態や実際の指導の様子を除いて議論を進めたこと。数学教育再構成運動を軽く扱わざるを得なかったこと。同時期の初等教育や師範学校・高等女学校の教育には言及しなかったこと。関係者個々人の持っていた数学教育観には極力触れなかったこと。これらについては、他日、改めて論を進めていきたいと思っている。

また、本論の標題に含まれている「我が国で数学化を目指した最初の中学校教科書」の「最初」ということについてはなんら触れなかった。このことについて立証した研究はないが、筆者は、本論とは別に行っている教科書調査から「最初」ということを確信しているが、このことについても、後日触れたいと思っている。

最後になりましたが、本論を書くにあたり、第一類・第二類に関する貴重な資料をお教えくださった島田茂氏、稲垣信夫氏、松井吉之助氏をはじめ、この主題について一緒に議論して下さったり、いろいろな批判をして下さった方々に感謝の意を表します。また、本論には漏れていることや誤っていることがあろうかと思えます。いろいろとご教示をいただけたら幸いです。

参考文献

- 1) 小倉金之助・鍋島信太郎. 1957. 現代数学教育史. 大日本図書. p. 413.
- 2) 中村正弘・寺田幹治. 1972. 数学教育史. 槇書店. pp. 79-88.
- 3) 中谷太郎. 1973. 「講座 日本数学教育史補遺 昭和17年の要目改正」. 数学教室. 国土社. No. 243. pp. 56-65. No. 244. pp. 60-72.
- 4) 宮崎勝式. 1968. 「数学教育改良運動と戦時下の数学教育」. 日本数学教育会五十年史. 日本数学教育会誌. 第50巻第10号. pp. 58-75.
- 5) 稲垣信夫. 1980. 「第2次世界大戦下の数学の教科書について」. 埼玉大学紀要 教育学部 (教育科学). 第29巻. pp. 73-90.
- 6) 大野清四郎・宮崎勝式. 1984. 「数学」. 教科書研究センター編. 旧制中等学校教科内容の変遷. ぎょうせい. pp. 257-282.

- 7) 奥招. 1988. 昭和10年代にみる算数科の成立過程に関する研究. 筑波大学大学院博士論文. pp. 327-344.
- 8) 5)に同じ. pp. 74-75.
- 9) 近代日本教育制度資料編纂会編. 1956-9. 近代日本教育制度資料. 講談社. 第二巻. pp. 462-468. 【以下終戦以前の法規の引用で本書に拠るものはその都度断らないものとする】
- 10) 日本放送協会編. 1944. 文部省中等学校教育内容ニ関スル臨時措置要綱解説. 日本放送協会. pp. 72-88.
- 11) 文部省. 文部時報. 第810号. p. 79.
- 12) 文部省編. 1980. 終戦教育事務処理提要. 文泉堂出版. 第1集. p. 70. 【以下終戦以後の法規の引用で本書に拠るものはその都度断らないものとする】
- 13) 長崎栄三. 1984. 「算数」. 中村紀久二監修. 文部省著作 戦後教科書 解説. 大空社. pp. 153-181.
- 14) 文部省編. 1972. 学制百年史. 帝国地方行政学会.
- 15) 日本中等教育数学会雑誌. 日本中等教育数学会（または、日本数学教育会雑誌. 日本数学教育会）. 第22巻第5号. p. 236.
- 16) 15) に同じ. 第22巻第5号. p. 251.
- 17) 前田隆一. 1989. 「数学教育の原理を求め続けて半世紀」. 算数・数学におけるカリキュラムの関連性に関する研究. 第5集. 国立教育研究所. (印刷中)
- 18) 15) に同じ. 第22巻第5号. 最終頁.
- 19) 田中良運. 1982. 「塩野直道先生と私」. 塩野先生追想集刊行委員会. 随流導流 - 塩野直道先生の業績と思い出 -. pp. 268-271.
- 20) 15) に同じ. 第24巻第1号. p. 49.
- 21) 肩書は筆者が付け加えたものである.
- 22) 15) に同じ. 第23巻第3・4号. p. 171.
- 23) 15) に同じ. 第23巻第2号. p. 88.
- 24) 石川準吉. 1962. 総合政策と教育改革案 - 内閣審議会・内閣調査局記録 -. 清水書院. pp. 1507-1529.
- 25) 15) に同じ. 第23巻第6号. pp. 218-321. (再録. 日本数学教育会編. 1958. 「第一部 数学教育再構成研究会報告」. 算数・数学教育の問題点. 明治図書. pp. 7-71. 及び、下村市郎. 1943. 「中学校数学理科教授要目改正の精神」. 下村市郎編. 理数科教育の行き方. pp. 1-30.)
- 26) 19)に同じ.

- 27) 17)に同じ。
- 28) 17)に同じ。
- 29) 15) に同じ。第24巻第1号。p. 49.
- 30) 近代日本教育制度資料編纂会編。1956-9. 近代日本教育制度資料。講談社。第二巻。pp. 462-468. 【以下終戦以前の法規の引用で本書に拠るものはその都度断らないものとする】
- 31) 朝日新聞。昭和17年3月6日朝刊。
- 32) 31)に同じ。昭和17年3月8日朝刊。
- 33) 高山毅。1942. 「中等理科の改善」。教育。岩波書店。第10巻第4号。pp. 290-295.
- 34) 日本放送協会編。1942. 文部省中学校高等女学校数学及理科教授要目解説要項とその趣旨。日本放送出版協会。252p.
- 35) 11)に同じ。「中学校高等女学校数学及理科教授要目解説要項(草案)」。第759号の2。
- 36) 31)に同じ。昭和17年4月1日～4日朝刊『数学教授要目の刷新』、1日「空前の指導方針」、2日「大胆なる整理」、3日「警戒を要する点」、4日「実践の任務重し」。(再録。小倉金之助。1947. 「中学校数学教授要目の刷新」。科学の指標。中央公論社。pp. 147-157.)
- 37) 15) に同じ。第24巻第1号。pp. 46-47.
- 38) 中教出版株式会社。1953. 中教出版十年史。中教出版株式会社。147p.
- 39) 38)に同じ。p. 51.
- 40) たとえば、塩野直道。1947. 数学教育論。河出書房。p. 70.
- 41) 19)に同じ。
- 42) 戸田清。1963. 「数学教育再構成運動」。佐藤良一郎先生・塩野直道先生記念誌出版編集委員会。数学教育の発展-佐藤良一郎・塩野直道先生にささぐ-。大日本図書。pp. 308-310. 及び、
戸田清。1989. 「20世紀を生きて」。算数・数学におけるカリキュラムの関連性に関する研究。第5集。国立教育研究所。(印刷中)
- 43) 15) に同じ。第24巻第4号。最終頁。
- 44) 15) に同じ。第24巻第6号。pp. 275-290.
- 45) 19)に同じ。及び、和田義信。1982. 「中等学校の教授要目改正と数学教科書」。塩野先生追想集刊行委員会。随流導流-塩野直道先生の業績と思い出-。pp. 91-101.

- 46) 和田義信. 1963. 「戦時中の中等学校数学教科書について」. 佐藤良一郎先生・塩野直道先生記念誌出版編集委員会. 数学教育の発展－佐藤良一郎・塩野直道先生にささぐー. 大日本図書. pp. 304-307.
- 47) たとえば、19)、40)のほか、島田茂. 1982. 「塩野先生の思い出」. 塩野先生追想集刊行委員会. 随流導流－塩野直道先生の業績と思い出－. pp. 265-269.
田中良運. 1963. 「数学第一類、第二類のころ」. 佐藤良一郎先生・塩野直道先生記念誌出版編集委員会. 数学教育の発展－佐藤良一郎・塩野直道先生にささぐー. 大日本図書. pp. 308-310.
- 48) 17)に同じ.
- 49) 前田隆一. 1963. 「カズノホン執筆の頃」. 佐藤良一郎先生・塩野直道先生記念誌出版編集委員会. 数学教育の発展－佐藤良一郎・塩野直道先生にささぐー. 大日本図書. pp. 287-289.
- 50) 15)に同じ. 第25巻第6号. p. 198.
- 51) 15)に同じ. 第25巻第6号. pp. 182-183.
- 52) 塩野直道・彌永昌吉. 1943. 「中等数学教育に関する往復書簡」. 科学. 第13巻第9号. 岩波書店. pp. 337-341. (再録. 1982. 塩野先生追想集刊行委員会. 随流導流－塩野直道先生の業績と思い出－. pp. 78-90.) 及び、
彌永昌吉. 1963. 「昭和18～19年、中教から出版された中等数学教科書について」. 佐藤良一郎先生・塩野直道先生記念誌出版編集委員会. 数学教育の発展－佐藤良一郎・塩野直道先生にささぐー. 大日本図書. pp. 311-313.
- 53) 小倉金之助. 1947. 「科学教育の民主化－現下に於ける科学教育の諸問題－」. 科学の指標. 中央公論社. pp. 41-66.
- 54) 大島文義. 踏襲録 (大島文義年譜 5~11) (国立教育研究所所蔵文書). 5・25-5・29.
- 55) 11)に同じ. 第735号. p. 47. 第796号. p. 67. 第803号. pp. 77-83.
- 56) 12)に同じ.
- 57) 中村紀久二. 1984. 「総論 敗戦と教科書」中村紀久二監修. 文部省著作 戦後教科書 解説. 大空社. pp. 7-100.
- 58) 佐藤良一郎氏が国立教育研究所に寄贈した図書の中で未整理の一部に入っている. この書類の表紙には「佐藤、昭和20年12月」と筆で書き込まれている.
- 59) 54)に同じ. 6-12.
- 60) 11)に同じ. 第820号. pp. 26-28.
- 61) 15)に同じ. 第28巻第3号. pp. 9-13.

62) THE JEFFERY REPORT. 1957. THE TEACHING OF MATHEMATICS. Cambridge University Press. pp.218-226.

63) 東京高等師範学校附属中学校内数学研究会編. 1935. 中等教育 算術代数. 目黒書店. 上、218p. 中、242p. 下、176p.

(1989年1月6日)

(付記)

本論は、本来、別の雑誌に投稿する目的で書き始めたが、書き進むにつれ、制限枚数を大幅に超過してしまい、といて、縮小するのは残念な気がし、もとのままで、ここに掲載することにした。というのは、「おわりに」に書いたように、本論で扱っている数学教育思想は、数学教育における電卓利用と深くかかわっているからである。

学習指導要領の電卓に関する記述

長崎 栄三

(国立教育研究所)

学習指導要領に、計算器（電卓）に関する記述が初めて表れたのは、昭和43年の小学校の学習指導要領であった。その後、2回の改訂があったが、電卓に関する記述は、若干の変更はされつつも、毎回取り上げられるようになった。

特徴的なことをあげると、次の通りである。

第1に、用語の変遷は、次の通りである。

	小学校	中学校	高等学校
昭和43(1968)年～	計算器	計算機	計算機
昭和52(1977)年～	計算機	計算機	計算機
平成元(1989)年～	電卓	電卓	電卓

「電卓」という言葉が出たのは、1989年になって初めてである。

第2に、各学校段階別の指導学年・科目は、次の通りである。

	小学校	中学校	高等学校
昭和43(1968)年～	4年以降	---	数学一般、数学ⅠA、応用数学
昭和52(1977)年～	5年以降	---	数学Ⅰ
平成元(1989)年～	5年以降	---	数学A、数学B、数学C

小学校は、現在では第5学年から、中学校は、学年指定はなく、高等学校は、いずれも応用数学的・選択的科目においてである。

また、使用する内容を見てみると、小学校は、計算技能、統計などが、中学校は、図形の計量、統計などの数値計算があげられている。概して、小学校の説明は、改訂毎に詳しくなっているが、中学校・高等学校は、ほとんど変わっていない。

以下に、それぞれの記述を、学校段階・改訂年度別にあげることにする。

【小学校・算数】

昭和43年(1968年)告示

第3 指導計画の作成と各学年にわたる内容の取り扱い

- 4 計算や測定などの基本的な技能については、その習熟を図るために、その練習の機会が適宜与えられるように計画的に指導することが必要である。また、第2の内容に掲げた個々の内容は、主として指導すべき学

年を示したものであるので、次の学年以降においても、それらの内容を児童の実態を考慮し、必要に応じて、継続して指導するよう指導計画を立てることが必要である。

なお、計算の技能に関して、そろばんまたは簡単な計算器などによる乗法、除法の指導を、必要によっては、第4学年以降において行なうことはさしつかえないが、この場合には、他の内容の指導に支障が起らないようそれに充てる授業時数等について配慮するものとする。

昭和52年(1977年)告示

第3 指導計画の作成と各学年にわたる内容の取扱い

- 3 計算の技能の指導に関連して、そろばんや計算機を第5学年以降において適宜用いさせることは差し支えないが、この場合には、概算によって見通しを立てるなどの能力の育成を妨げないように配慮する必要がある。

平成元年(1989年)告示

第3 指導計画の作成と各学年にわたる内容の取扱い

- 2(6) 統計的に考察したり表現したりする際に大きな数を多く取り扱う場面や小数の乗法及び除法で計算法則が成り立つかどうかを確かめる場面などで、計算の負担を軽減し指導の効果を高めるため、そろばんや電卓等を第5学年以降において適宜用いさせるようにすること。その際、概算などによって、計算の結果の見積りをしたり、計算の確かめをしたりする場面を適切に設けることにも留意すること。

【中学校・数学】

昭和44年(1969年)告示

第3 指導計画の作成と各学年にわたる内容の取扱い

- 4 数の計算に当たっては、必要に応じて、そろばん、計算尺や計算機を使用させて、学習の効果を高めるように配慮するものとする。

昭和52年(1977年)告示

第3 指導計画の作成と各学年にわたる内容の取扱い

- 3 図形の計量、統計などにおいて数値計算を行う場面では、必要に応じて、そろばん、計算尺又は計算機を使用させて、学習の効果を高めるように配慮するものとする。

平成元年(1989年)告示

平成元年(1989年)告示

第3 指導計画の作成と内容の取扱い

- 4 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配慮するものとする。特に、「数値関係」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。
- 5 数値計算を行う場面では、必要に応じ、そろばん、電卓等を使用して、学習の効果を高めるよう配慮するものとする。

【高等学校・数学】

昭和45年(1970年)告示

第2款 各科目

第1 数学一般

- (8) 電子計算機と流れ図

第3 数学ⅡA

- D(1) 計算機

第6 応用数学

- (8) 計算機と数値計算

第3款 各科目にわたる指導計画の作成と内容の取り扱い

- (2) 数の計算に当たっては、必要に応じて、各種の計算機を使用させて、学習の効果を高めるようにすること。

昭和53年(1978年)告示

第2款 各科目

第2 数学Ⅱ

- (6) 電子計算機と流れ図

第3款 各科目にわたる指導計画の作成と内容の取扱い

- 2(2) 数の計算に当たっては、必要に応じて各種の計算機を使用させて、学習の効果を高めるようにすること。

平成元年(1989年)告示

第2款 各科目

第4 数学A

- (4) 計算とコンピュータ

第5 数学B

- (4) 算法とコンピュータ

第6 数学C

第3款 各科目にわたる指導計画の作成と内容の取扱い

- 2 (2) 各科目を通して、コンピュータ等の教育機器を活用して指導の効果を高めるようにすること。
- (3) 数の計算に当たっては、必要に応じて電卓、コンピュータ等を使用して学習の効果を高めるようにすること。

教科書における電卓の扱い

清水 孝介

(相模原市教育委員会)

我が国の小学校・中学校における教科書の影響力は、非常に大きい。そこで、算数・数学教育で、一般的に電卓が利用されるためには、当然のこととして、教科書で電卓がある程度は扱われていなければならないであろう。ところで、教科書での電卓の扱いの現状は、そして、将来はどうであろうか。

ここでは、教科書で電卓がどのように扱われているかを調べた結果をまとめることにする。ただし、現在、我が国で使用されている教科書すべてについてではなく、関東近辺で多く使用されていると思われる5種類の教科書について調べた。また、現状については、昭和63年度使用の教科書を調べたが、将来については、平成元年度用についての予定を各教科書会社に問い合わせたものであり、問い合わせ段階（昭和63年7月）では必ずしも確定したものではないということであった。後者については、平成元年4月以降に明確になるが、それほど大きな変化はないと思われる。

小学校・中学校の教科書の結果をまとめると、表1の通りである。この表からわかるように、小学校では、5年において、整数・小数の計算、百分率とグラフ・単位量当たりの考え、概数・概算で、電卓の紹介がなされている。なお、教科書の本文中には、次のように書かれている。「帯グラフや円グラフをかくときなど、けた数の多い数についてたくさんの計算をする場合には、電たくを利用すると便利です」（T、昭和63年度・平成元年度）、「帯グラフをかくときのように、けた数の多い数をたくさん計算するようなときは、電たくを利用すると便利です」（KY、平成元年度）、「けた数の多い計算は、電卓が便利です」（G、平成元年度）。

中学校では、平方根、資料の整理での利用が考えられている。

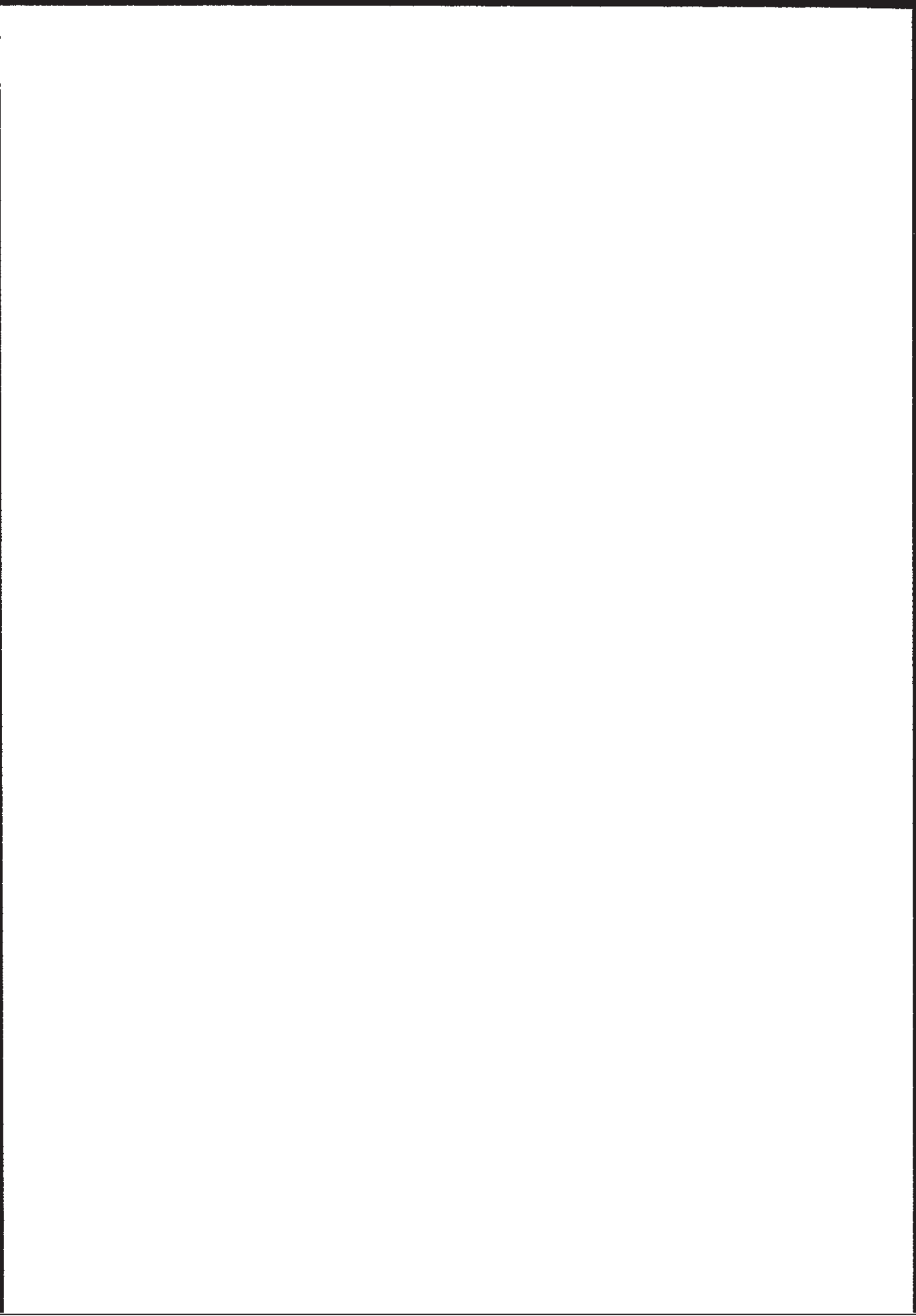
このように、我が国では、現在でも将来でも、小学校・中学校の算数・数学教科書においては、限られた範囲での電卓利用しか考えられていない。言い換えれば、使えるときにはいつでも使おうということにはなっていない。もちろん、このことは教科書だけのことでなく、学習指導要領や、利用者である教師の意識を反映したのもであろう。

出版社	小 学 校		中 学 校	
	昭和63年度	平成元年度	昭和63年度	平成元年度
T	【5年下】 「帯グラフと 円グラフ」 (コラム)	現行と同様	なし	【3年】 「平方根」 (検討中)
D	なし	【5年上】 「整数、小数 と計算」 (写真だけ)	【3年】 「平方根」 (写真だけ)	活用を検討中
KY	なし	【5年下】 「百分率と グラフ」 (本文扱い)	なし	【3年】 「平方根」 「関数」は 検討中
KE	【5年上】 「答えの見当 づけ」 (写真だけ)	【5年上】 「答えの見当 づけ」 (写真だけ) 「けた数と 見当づけ」 (写真だけ) 「電たくで遊 ぼう」 (裏表紙 写真だけ)	【3年】 「平方根」 (注)	【3年】 「平方根」 【2年】 「研究」(巻末) 「資料の整理」 【1年】 「研究」(巻末)
G	なし	【5年下】 「単位量当り の考え」	なし	活用を検討中

表1 小中学校の算数・数学教科書における電卓の扱い

III 現実から数学的題材を見つけ出すこと

数学と現実・・・・・・・・・・・・・・・・・・	島田 茂	91
数学科以外の教科における数学的内容・・・・・・・・	佐藤他9名	93
数学と他教科の関係ー家庭科教材を中心にー・・・・・・・・	瀬沼花子	99



数学と現実

島田 茂
(東京理科大学)

数学科の目標では、これまでも、基本的な概念・原理・法則の理解とともに、数学を現実の事象に応用する能力・態度を強調してきた。しかし、実際の指導を見ると、前者には努力が払われてはいるが、後者はなおざりにされているように思われる。

現実の世界のことも確かに取り上げられてはいる。しかし、その多くは、抽象的な概念をそのままむき出しにしたのではわかりにくいいため、具体的な世界の糖衣をかぶせたにすぎない。典型的な例は確率の議論に出てくるサイコロやクジであり、' 偏りのないサイコロ' とか' 公平なクジ' というのは、等確率な確率事象という数学的な概念を具体的なものへ置き換えて、考え易くしたものである。現実の世界で、実際のサイコロを振る場合には、' どの目が出る確率も1/6' というのは、検定の対象となる仮説にすぎない。この' どの目が出る確率も1/6' と見なすというのが、現実の場面での数学化である。

これまでの、数学科では、現実の世界を数学化する過程は無視し、数学化された後の処置だけを応用と称して取り上げていたといえよう。

「基本的なことがよく理解されていれば、必要が起こった時に自然と数学化が行われ、少なくとも数学化の過程には特別に学習させておくべきものはない。」ということが事実であれば、理解の面だけに実際の努力を集中すればすむ。しかし、私たちの経験は、それが否であることを示唆している。特別に学習させるべきものがそこにある。

私には、数学科の課程の中に、現実の事象の数学的モデルを作っていく過程を、たとえ小規模のものでよから、含めることが必要であるように思われる。幸い聞こえてくるところによれば、新しく告示される学習指導要領には、これを可能にするような枠組みが組み込まれているようである。

これが実現するためには、適切な教材が開発されることが必要であり、次のような条件が考えられる。

- (1) 現実世界についての興味ある問題であること。
- (2) 解決が児童・生徒の学力の総動員で可能なものであること。
- (3) 数学外のあまり高度な知識は必要としないこと。

(4) 数時間の授業で一応の解決に達しうること。

このような例としては、物の影や半影についての問題、視力についての問題等があげられる。

この種の学習課題の開発は、数学科の教師と他教科の教師との協力にまっところが大きく、本学会のような研究団体の真価を発揮しうる場面であるとも思う。

(本論は、『科学教育研究レター』No.71、日本科学教育学会、1989. 2.20の巻頭言を、日本科学教育学会の承諾を得て転載したものである。)

数学科以外の教科における数学的内容

佐藤孝彦、佐藤敏博、杉浦信一、高橋道明、根岸幸雄
松崎 修、安間昭彦、山崎浩二、瀬沼花子、長崎栄三

1 調査の概要

電卓を利用すると、現実世界の事象を、そのままの数値を使って数学的に考えさせられることができるということが、実験授業などを通してわかった。しかし、現在の我が国の算数・数学教科書、特に中学校の数学科教科書には、そのような事象や数値をあまり使わないような工夫がされている。たとえ、現実的な事象が扱われていても、生の数値は避けて単純化された状況になっている。それは、今の中学校数学科の教育内容は、数学理論をできるだけ筆算だけで展開していくことが可能なように構成されているからである（島田茂、「数学教育の中での電卓の現状と将来」参照）。

そこで、現実世界の事象を、数学科以外の教科内容の中に求めることにした。ただし、ここでは、電卓利用は2次的に考え、図形内容なども含めてすべての数学に関連する内容を調べてみることにした。

なお、数学教育においては、昭和10年代に、このような他教科との関連を重視した時代もあった（第Ⅱ章、長崎栄三、「我が国で数学化を目指した最初の中学校教科書の成立とその特質」参照）。しかし、現在では、あまり注目されてはいない。このような状況の中で、1980年代に出されたいくつかの先行研究をあげておこう。いずれも、数学科と理科の関連についてである。なお、それ以前には、技術科との関連を調べた研究もあった。

- 1) 坂井 裕、「数学と理科の関連についての一考察」、
『東京学芸大学付属学校研究会』、1981。
- 2) 島田 茂（代表）、『算数・数学科教育と理科教育の関連に関する
基礎的研究』、横浜国立大学、1981。
- 3) 寺田文行、島田 茂編、『現代総合科学教育体系 Sophia 21
第10巻 数と図形の科学』、講談社、1984。

調査対象とした数学科以外の教科書は、私たちの多くが勤務する相模原市で採択されているすべての中学校教科書とした。それらを分担して調査し、まとめることにした。ここでは、それらの結果のうちいくつかについて簡単に述べることにする。なお、今回の調査は、時間等の制約のために、結果的には、徹底した調査とい

うよりも、今後詳細に調べるための予備調査的なものとなったことを、お断りしておく。

今回の調査結果と、それをもとにした議論（最終章の「記録」参照）を通して、次のようなことに気がついた。

第一に、他教科、とりわけ、理科、地理、技術・家庭、保健体育には、算数・数学の対象とすることが可能な内容が豊富にある。

第二に、他教科の数学的な内容には、数学から見て疑問に思える扱いが含まれていることもある。

第三に、他教科から見ると、現実事象をもとにした数学科の内容にはあまりにも抽象的な数学モデルになってしまっているものがある。たとえば、グラフの扱いである。

このようなことはすでに、概ね、先行研究で明らかにされており、本研究にとっての今後の課題としては、このような他教科の内容を、数学化ということを念頭において、どのように教材化していくかということにある。なお、他教科の内容については誤解もあろうかとも思うので、いろいろご意見をいただけたら幸いである。

（文責：長崎）

2 理科の分析結果と考察

ここでは、『理科 第1分野（上）』を例にとって示すことにする。この中の数学的な内容になると思われる素材・題材・場面をいくつかあげると、次の通りである。なお、（ ）内は対応する数学的内容である。

空気の組成(円グラフ)、液体の体積・測定値の誤差(近似値と誤差)、固体の体積(体積)、ガラスと銅の重さ比べ(比例)、ナットの体積と重さ(比例)、密度(割合、文字式と公式)、いろいろな固体や液体の密度(割合、単位： g/cm^3)、合金の密度(割合)、ばねの伸びと重さの関係(比例)、力の大きさ(比例)、一直線上にない2力の合成(平行四辺形、ベクトル)、圧力(比例、文字式と公式)、パスカルの原理(反比例)、力の合成・分解(平行四辺形、ベクトル)、液体の温度変化(関数とグラフ)、融点の測定(関数とグラフ)、分子の大きさ(割合、モデル化)、化合(割合)、化合する質量の比(円グラフ、比例)、原子の質量比(比)など。

これらの理科の内容を調査する中で、次のことに気がついた。

(1) 密度の単位 (g/m^3) などのように数学では見慣れない単位がある。単位をつける仕組みについての理解が必要である。

- (2) 例題などには比較的単純な方程式を利用して解ける問題が多いが、その解法を見るとそういう意識が少ないように思える。(算数的に解いており、代数的に解いていない。)
- (3) 一次関数、比例式(割合)の概念を必要とする内容が多いが、それが正の数だけに範囲が限定されている。
- (4) グラフについては、縦軸と横軸の取りかたが内容によって異なる。
- (5) 数学の学習よりも先行して内容が出てしまう場合がある。例えば、 $a : b = x : y \rightarrow a y = b x$ 。
- (6) 数学の技能面(とりわけ計算力)が特に必要とされる内容が多いが、それが非常に単純であり、しかも多くの場合、小数が含まれており、その部分での電卓利用の可能性がありそうに感じた。
- (7) 表やグラフ(特殊な形のものも多い)を読み取る力が要求される内容が目立った。
- (8) 数値が分数表示ではなく、すべて小数表示であった。
- (9) 図形の内容と思われるところは少なかった。

(文責：安間)

3 地理の分析結果と考察

地理については、教科書『地理』と『地図』を調べた。教科書『地理』の数学的内容を含む題材を、数学的な内容から分類すると、表1の通りである。

数学的な内容	割合
円グラフ	29%
帯グラフ	26
折れ線・棒グラフ	14
棒グラフ	9
折れ線グラフ	7
グラフ	5
比	3
割合	3
表	3
同心円	2
座標	1

縮尺	1
----	---

表1 「地理」の数学的内容の割合

表1においては、153の総チェック箇所に対する割合を示した。グラフの合計は、137箇所（約90%）に達している。グラフの中をさらに詳しく見てみると、変化の様子などを示す関数的な意味合いの強いもの・量などの差（変化）を示す度数分布的な意味合いを持つもの、つまり、折れ線グラフ、棒グラフ、グラフの合計は、約35%であるが、割合を示すもの、つまり、帯グラフ、円グラフの合計は約55%となっている。このようなことから、地理においては、「ある地域」、「ある産業」などを相対的に考察し示すことが多く用いられると考えられる。

地図についても同様の分類を行ったが、全体でチェック箇所は73箇所であった。地図ということから、縮尺・比というような内容が多く見つけられると思っていたが、そのようなのは9箇所であった。やはり、地理との関連から、相対（割合）的な関係を示す帯グラフ、円グラフが約60%を占め、変化や分布を表す折れ線グラフや棒グラフなどは、約21%にとどまった。（文資：松崎）

4 技術・家庭の分析結果と考察

技術・家庭の教科書を見ていて気がついたことは、次の通りである。

- (1) 木工加工においては、投影図、製作図、部品図、組み立て図など、図形の基礎に関する内容が多かった。さらに、この図の中では、連比が扱われていた。ただし、これは、数学よりも先行している。
- (2) 機械においては、回転比、圧縮比、ギヤ比など、比・割合、文字式と公式に関する内容があった。
- (3) 電気においては、抵抗値の計算、オームの法則などは比、文字式と公式に関する内容であり、電流増幅率は比例に関する内容であった。なお、この章では、「電子式卓上計算機の進歩」が内容として扱われている。
- (4) 食物においては、食事のあり方の資料、調味料の利用、混合だしの使用量、食品成分表など、割合、グラフに関する内容があった。
- (5) 調理実習においては、材料と分量など、割合に関する内容があった。
- (6) 被服においては、型紙からの生地の見積は、文字式と公式に関する内容であり、人形の帽子の作製は、円錐に関する内容であり、染料は割合に関する内容である。
- (7) 全体的に、割合・比、統計グラフ、関数グラフなどが多くあり、また、公式

も多く使われており、数学の材料が豊富にあると思われる。また、電卓を使うこと
 によって効率がよくなると思われる内容も多かった。技術・家庭の内容は、数学の
 素材としてもっと、注目する必要がある。（文責：根岸）

5 保健体育の分析結果と考察

保健体育の教科書の中から、数学の内容に関連していると思われるところをチェッ
 クしたところ、すべてで、85箇所になった。それらを、数学の内容から分類すると、
 次の表2の通りである。

数学的な内容	割合
グラフ	28%
折れ線グラフ	20
百分率	13
表	9
棒グラフ	8
円グラフ	8
帯グラフ	7
関数	2
角度	1
計算公式	1
割合	1

表2 『保健体育』の数学的内容の割合

全体の中で、グラフの合計は71%を占め、グラフの多いことがわかった。しかも、
 時間（期間）や回数などの変化に対する身体、あるいは、その機能等の変化を表す
 関数的な、または、度数分布的な折れ線グラフ、棒グラフ、グラフが56%であり、
 相対（割合）的な意味合いを持つ円グラフ、帯グラフは、15%に過ぎないという特
 徴がある。しかし、グラフ以外では、百分率、割合が14%となり、残りの半分を占
 めていることがわかる。したがって、保健体育においては、変化の様子をとらえる
 ことと、割合を求めることから考察するということが多く用いられていると考える
 ことができる。（文責：松崎）

5 美術の分析結果と考察

美術の教科書の中の数学的な内容になると思われる素材・題材・場面を1学年から3学年の内容からいくつかあげると、次の通りである。ただし、()内は対応する数学的内容である。

身近かなものをかく(空間図形)、文字のデザインをする(平面図形)、図表や説明図を作る(平面図形、統計)、32面体の箱(空間図形)、造形感覚の広がり(平面図形、空間図形)、マークをデザインする(平面図形)、西洋と日本の絵画・彫刻・建築(平面図形、立体図形、黄金比)など。

このような結果からみると、美術においては、何かしら数学との関連があるが、そのほとんどは図形領域である。少なくとも1年生では、美術科との連携は必要不可欠であると感じた。

図形領域以外では、黄金分割や資料の整理にかかわる内容があり、特に、黄金分割については、表立って書かれてはいないものの、その隠された秘密は、生徒にとって興味深いものとなるであろう。なお、この黄金分割は3年生での題材でもあり、数学科と連携するとより一層のものとなるであろう。(文責：佐藤孝)

瀬沼 花子

(国立教育研究所)

1. はじめに

数学教育の問題点の1つは、数学という教科の中で内容が完結していて、他教科あるいは、実生活とのつながりが希薄に思えることにある。これについて島田氏は「数学科の目標では、これまでも、基本的な概念・原理・法則の理解とともに、数学を現実の事象に応用する能力・態度を強調してきた。しかし、実際の指導を見ると、前者には努力が払われてはいるが、後者はなおざりにされているように思われる。」と述べている。実際、現実の事象の中から数学として適した課題となる素材を見つけ出すのはたやすいことではない。しかしこれは、数学を抽象的で現実とは関係ない、とみなす生徒の数学観をよい方向に改める1つの有効な手段であると思われる。

ところで他教科というと、理科との関係についての研究を思いつく。たとえば、片桐氏の「算数教育における電卓」も算数・数学科と理科との関連の科研の成果の一部に含まれている。一方、この科研「数学教育における電卓の利用に関する開発研究」の研究会を通じて、数学は、実はいろいろな教科と関係ありそうなこと、がおぼろげながらわかってきた。それは、50年近くも前の中等学校教科書についての宮崎氏らの分析²から、また、現在神奈川県相模原市で使用している中学校教科書（国語、社会、理科、音楽、美術、保健体育、技術・家庭、英語）についてのこの研究グループの分析による。本稿の目的は、これら2つをもとに、現実での数学の使用の素材を考察すること、そして、そこでの電卓の使用について考察することにある。

2. 数学と現実

日常生活で必要な数学的知識・考え方は学校教育で学ぶ算数・数学のどの程度なのだろうか。数学教育で話題となってきた数学的モデル化、問題解決、という言葉を使うときに、現実場面からのモデル化、現実場面からの問題解決ということを考えてみる必要がある。アメリカ、イギリスの数学教育者の提唱する Real World とは何かに関するその教材場面は、現在の我が国の数学教科書からみると、確かに、掲載されていない教材場面もある。また、数学的問題解決に関する日米セミナーで、

アメリカと日本の教科書を比較して杉山氏³が「日本では、悪いこと、不幸なこと、大人の苦勞していることをこどもに見せないようにしている……『～才で死んだ』という代わりに『～才まで生きた』というようにしている。あるいは、海賊が宝物を埋めた話などは、子供は興味を示すと思われるのだが、日本では見られない。それだけではない。商売をして儲かった話や損をした話もとりあげられない。アメリカでは、こどもがアルバイトをしたときの賃金の話までで」と指摘しているように、より現実に近い、おもしろい場面がある。しかし、この程度の題材で、本当に問題解決といえるのかというものもある。一方、我が国を顧みれば、そのような場面はこれまで教科書でとりあげたことがなかったのか、またなぜ現在とりあげないのか、その理由は何故か、ということも、数学教育の目標、広くは、学校教育の目標と関連づけて調べる必要がある。さらに、女子教育という観点からすれば、真の問題解決とはいえないまでも、場面の親近性をひろげれば、すなわち料理（比例、または、関数）、家事経済（たとえば、各種料金表のグラフ化、ローンの利率のグラフ化）等の題材を数学素材とすれば、数学を抽象的で、現在も将来も役にたかないとみなす女生徒が少しでも減少するのではないかと考えられる。この点では、アメリカの数学教科書に比の問題としてパイの作り方がでてくることなどは、多少先行的事例として役に立つと思われる。

3. 家庭科素材と数学

女子教育という観点から、家庭科の素材は数学の問題場面の事例になると考えていた。ところで、場面の親近性を高めるすばらしい試みが、我が国においてもすでに、数学教育再構成運動の一環としてあったことを、今回の研究会で初めて知った。数学教育再構成運動については、長崎氏⁴の論文に詳しいので、ここではとりあげない。宮崎氏²の論文で挙げられた数学教育の素材のうち、家庭科に関する素材をとりあげ、まとめたのが、下表である。表の○の中の番号は原文にはない。なお、家庭科とは、戦後つけられた名称であり、中等教育では明治28年の高等女学校規定以来、「家事」と「裁縫」と2つの学科目があった。その後、昭和18年1月には、従来の「家事」「裁縫」を統合して「家政科」となり、家政・育児・保健・被服の4科目となった。

これらの素材のうち、今回初めて知ったのは、③の「絲ノ太サ」である。デニール、何番の糸、というのは、ストッキングの表示とかミシン糸の規格として、普段目にふれるものであるが、前者が正比例、後者が反比例の事例となるようである。ここでは「絹糸 450mデ 0.05g ノ太サヲ1でにーるト言ヒ同ジ長サデ重サn倍

学年科目	数 量	圖 形	其ノ他
1 家事		住居 種々ノ作圖、面積、體積⑨	衣 服 ノ 色 ト 調 和 ⑳
裁縫	衣服ノ積り方 (文字ノ使用) ①	型紙及ソノ裁キ方㉑	
2 家事	消毒液ノ混合 (比、分數式) ② 絲ノ太サ (比例) ③ 採光④ 燈火⑤ 暖室及冷室⑥ 燃料⑦		
裁縫	衣服ノ積り方 (再出、一次關係) ⑧ すかーとノ髷ノ取り方 (一次關係) ⑨		
3 家事	年齢ト藥量 (分數式) ⑩		
裁縫	洋裁下着類製圖用物指 (函數尺) ⑪		
4 家事	染色⑫ 漂白液⑬ 洗濯液、糊⑭ 各種纖維ノ吸濕性⑮ 食物⑯ 消毒液 種類並混合法⑰ 育兒⑱	住居ノ日當リ㉒	

ノトキ n でにーるトイフ」「綿絲等 840 やーど重サ 1ぼんどノ太サ $\frac{1}{n}$ 番、同ジ長サデ重サ $\frac{1}{n}$ ノモノヲ n 番トイフ」と書いてある。また、㉒の「育兒」の1つとして「妊娠ニヨル母體ノ變化 (月數ニヨル)」というのは、私が4年前にとりあげた関数事例⁵とおそらく類似のものではないかと想像する。

さて、これらの素材を収集した成果がいかされているのかどうか、昭和18~19年の高等女学校用数学教科書では、家庭科に関する素材がたくさん出てくる。たとえば、高等女学校四年制用数学教科書のうちの第二学年用⁶

数学2 高等女学校数学科用 75p. 昭和18年1月18日発行
の素材を上記の宮崎氏の素材の例に照らして、①から㉒の種類番号をつけて分類すると、次のようになる。?はそれ以外の種類番号を示す。

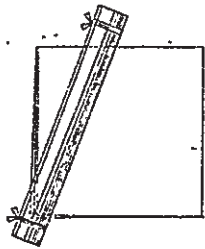
内容	例題	問題	計	家庭科素材の数(内容)種類
1. 圖形ノ對稱ト移動				
1. 對稱ナ圖形	2	7	9	3 (着物、だばり、のし) ㉑

2. 對稱ナ立體	3	3	6	2 (子供服、和服) ⑳
3. 回轉ト點對稱	4	4	8	1 (レース等の模様) ㉑
4. 模様	3	4	7	5 (図案、しぼりの模様) ㉒
5. 種々ノ問題	0	7	7	2 (布の裁ち方、着物のたみ方) ㉓
2. 圖形ノ變化ト合同				
1. 圖形ノ合同	4	3	7	2 (幼児服の型紙、模様) ㉔
2. 圖形ノ變化ト決定	3	4	7	0
3. 三角形ノ合同	2	3	5	0
4. 圓	3	4	7	2 (衿の縫い込み、袖のまゝみ) ㉕
5. 種々ノ問題	0	6	6	1 (着物の裁ち方) ㉖
3. 正ノ數 負ノ數				
1. 負ノ數	4	5	9	0
2. 加法	2	5	7	2 (家計簿) ?
3. 減法	3	4	7	0
4. 乗法	3	3	6	0
5. 除法	3	5	8	0
6. 種々ノ問題	0	6	6	0
4. 一次方程式				
1. 點ノ位置	4	0	4	0
2. 一次式	5	4	9	0
3. 一次式ノ變化スル割合	1	4	5	1 (女袴の寸法) ⑧または⑨
4. 實驗式	1	4	5	3 (水道料金、料理の時間、ガス) ?、⑩、⑪
5. 一次方程式	3	2	5	0
6. 聯立方程式	2	5	7	1 (兩戸) ⑫
7. 種々ノ問題	0	11	11	2 (ガス、布の裁ち方) ⑬、⑭

図形の対称という内容では、とくに衣服やその布の模様に関する素材が圧倒的に多いといえる。また、一次関数の内容では、布の裁ち方、家庭で払う各種料金、料理の材料の量と調理時間などが素材となっている。

問題例を1つあげれば次の通りである。

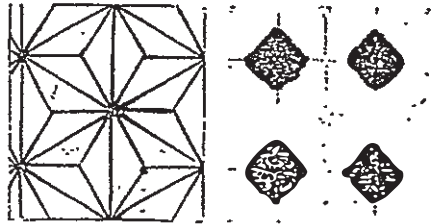
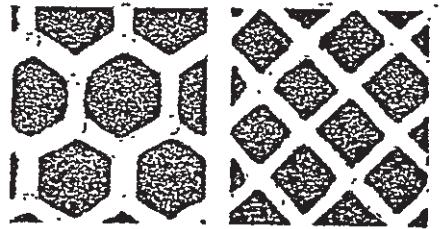
[3] 板締絞トイフノハ紙ヤ布ヲイロイロニ折リ疊ミ染メナイ部分ヲ板デ締メテ染液



ノ中ニ浸ス方法デアル。

上ノ圖ノ乙ノヤウナ模様ヲ染メルニハドウ折リ疊ンダラヨイカ。

マタ次ノ頁ノ各圖ニツイテハドウカ。



ところで、これらは、数学の立場から家庭科素材を応用しようとするものであるが、過去においては、逆に、家庭科の立場から数学で応用問題として、家庭科に関する素材をとりあげてほしいという希望もあったようである。東京府女子師範学校附属小学校の「算術教材としての裁縫積り方應用問題」⁷がそれにあたる。これはガリ版ずりの40ページ程の冊子であり、内容は次の通りである。

- 第一 裁縫積り方教材の練習及應用を算術科に於て無さしむる必要 (pp. 1~6)
- 第二 算術教材としての裁縫の積り方應用問題 (pp. 6~8)
- 第三 算術の應用問題としての裁縫積り方素材の難点 (pp. 8~12)
- 第四 算術教材としての積り方教材の各学年配當 (p. 13)
- 第五 尋常小学校の女兒に算術教材として課すべき裁縫積り方教材の應用問題 (pp. 14~43)

第五の章から例をあげれば、次の通りである。

算術教科書 九、二、身丈同袖積り方公式 第三学時 十五頁
 応用数学
 採

袖	袖	袷	身	項
		袷		
折				

1. 總丈を求むるに

$$\text{袖丈} \times 4 + \text{身丈} \times 3 - \text{袷下り} = \text{總丈}$$

$$\text{袷丈} = \text{身丈} - \text{袷下り}$$

$$\text{袖丈} \times 4 + \text{身丈} \times 2 + \text{身丈} - \text{袷下り} = \text{總丈}$$

この本によれば、「注的裁縫指導を開発的に」行う、そして「女子の日常生活上算術の力を要するものありといえども就中裁縫の裁ち方及積り方の如きものなかるべし」という。当時布の裁ち方は大きな問題だったようである。これは、小学校の事例であるが、それ以上の学校段階でも同じような問題があったと思われる。

家庭科教育の歴史を見ると⁸、1. 社会における被服の生産、流通の機構が未発達であったため、特に裁縫の必要性が認められ、裁縫科の授業時数が他教科より比率が高い、という「裁縫の重視」2. 実用性を重んじて技術の習得に関することを目標としたため、科学的あるいは社会科学的面からの研究が遅滞したという「裁縫の科学化の遅れ」など、がこの背景にあるようである。

4. 家庭科素材と電卓

家庭科素材の電卓の利用については、根岸氏⁹が次のように考察している。なお、教科書は東京書籍「新しい技術・家庭科」である。(番号の1から3は技術についての考察であり、ここでは省いた)

4. 食物に関しては資料を見て考えようなどでは全国平均と自分達の学級と比べてみるとき、化学調味料・風味調味料の混合だしのとり方でだしの加える量、食品成分表で食事のカロリー、水分、タンパク質、脂質炭水化物、ビタミン、食塩相当量の計算などには電卓は使えるのではないだろうか……。

5. 調理実習における各材料の人数分の計算は家庭科の先生の意見では電卓を使った方がよいとの意見、調理を中心に行うため……。

6. 被服に関してはグラフの読み方、型紙からの生地の見積り方には電卓を使った方がよいのでは、反応染料と助剤の量の割合……。

ここでの電卓の利用は、計算の道具としての使い方が主であり、これによって複雑な数値も扱えることになる。

ちなみに、生地の見積り方(パジャマの例)を考えてみよう。

総用布 = { (上衣たけ + 縫いしろ分 5 cm) + (ズボンたけ + 縫いしろ分 10 cm) }
× 2 + (そでたけ + 縫いしろ分 5 cm) + (えり幅 + 縫いしろ分 8 cm)
の式で、総用布を x、上衣たけを y、ズボンたけを z、そでたけを m、えり幅を n とすれば、

$$\begin{aligned}x &= 2 \{ (y + 5) + (z + 10) \} + (m + 5) + (n + 8) \\ &= 2(y + z) + (m + n) + 43\end{aligned}$$

であり、これに y, z, m, n の値を電卓で代入すれば、必要な布の長さが求められる。また、簡潔に文字式で表したことから、たとえば、布が 3 m 20 cm のとき、

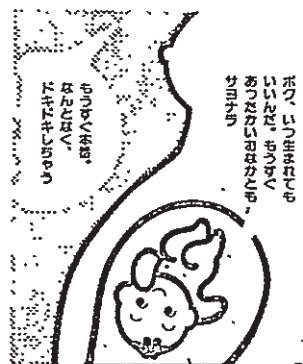
身長150cmの生徒の長袖、長ズボンのパジャマはつくれないうこともすぐにわかる。

話題は、中学校家庭科からはとぶが、前節であげた私が4年前にとりあげた関数事例⁵というのは次の通りである。

それは、妊娠中胎児の平均的な身長、体重の変化である。病院でも、育児書にも、その変化は月の終わりの時点での値が示してある。これが、測定値か、理論値かは知らないが、たとえばある本にある値は次のようである。

胎児がかなり人間らしくなる4ヵ月以降をあげれば **妊娠36~39週(10ヵ月)**

	身長	体重
4ヵ月	18cm	120g
5ヵ月	23~25cm	250~300g
6ヵ月	30cm	640g
7ヵ月	35cm	1000g
8ヵ月	40cm	1500g
9ヵ月	48cm	2300g
10ヵ月	50cm	3200g



- 母体**
- 子宮頸(31~34cm)が下がり、肩や膝などが戻る。
 - 臍が圧迫され、トレシがなくなる。
 - 産道がやわらかくなり、赤ちゃんの動きが楽になる。
 - 下腹側面のおなかの張り(子宮硬直)がある。
 - 系状性癌という癌のリスクがある。
- 胎児**
- 身長50cm、体重3200gくらい、4歳児になる。
 - 肺や腎臓、呼吸のための呼吸や手足の運動が活発。
 - 母乳に対する母体の免疫反応が活発を過ぎて入ってくる。
 - 肺が骨髄の中に入るので、動きが少なくなる。

身長を y_1 、体重を y_2 、月数を M とするとき、身長は長さで、体重は重さだから、形が相似と仮定すれば、

$$y_1 = 5M \quad y_2 = 3M^3 \quad (=3/125 y_1^3)$$

という式で(粗い)近似ができる。数値のパターンからこのように式を求めるときにも、電卓があれば、より容易になる。

5. おわりに

本稿では、数学と他教科、数学と現実、という問題意識のもとに、具体的には家庭科素材と数学の関係、家庭科素材と電卓についてふれてきた。

家庭科素材については、今後もう少し詳しく調べたいと考えている。また、高等女学校用数学教科書の素材内容の変化を初めての検定教科書である明治33年から調べること、数学科教員の男女比というものを調べることも、今後の課題である。というのは、昭和18年から昭和19年の教科書(その一部の内容を本稿でとりあげ、衣服に関する素材が多いことをみてきた)について、「現に多くの数学教師から、『数

学は家政科じゃない』という声をきいた……問題の中にも、裁縫関係の教材が続々でてくるのである。女性教師はともかく、男性教師は完全にお手上げであったのである。」¹⁰という記述があるからである。これは、学校教育が男性中心であった（現在もそうかもしれない）ことを物語るのであろう。

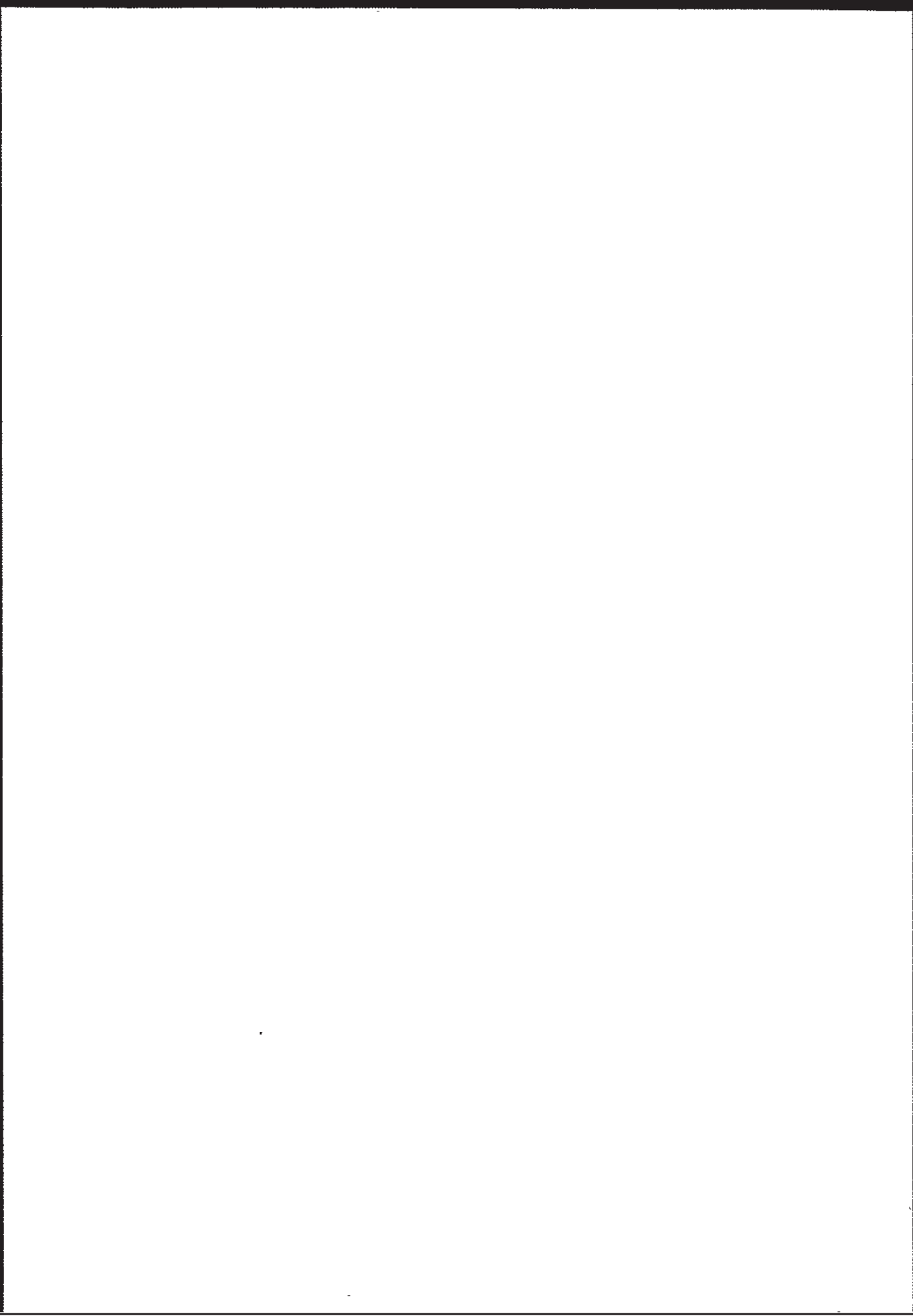
さて、3月21日の朝日新聞によれば、「準備 間に合いません！ 百貨店 電卓の特訓に悲鳴」という見出しのもとに、三越本店の電卓による消費税計算のトレーニングの様子が報道されている。こういった経済社会の変化が、何年か後の数学教育の内容や学校における電卓の使用になんらかの影響を与えだろうか。今後の現実ということを見ると、4月から実施予定の消費税がどのように実施されるか、そのとき、大人も子供もどう対応できるか（%の意味、計算）、興味深い。

参考文献

- 1) 島田茂「数学と現実」日本科学教育学会『科学教育研究レター』No. 71, 1989. 2. 20
- 2) 宮崎勝式「中等学校ノ他學科教材中ニアル數學的素材」日本中等教育数学会雑誌 第24巻3号 1942 pp. 125~140
- 3) 杉山吉茂「日米の教科書に見る文章題の場面の比較」日米セミナー『数学的問題解決における方略・困難点に関する比較文化的研究』第7回準備研究会資料 1986 p. 1
- 4) 長崎栄三「我が国で数学化を目指した最初の中学校教科書の成立とその特質—数学 第一類・第二類—」『数学教育における電卓の利用に関する開発研究』第2回全体会 資料 1989. 2. 19 31p.
- 5) 瀬沼花子「数学の実用性について—主として主婦層に必要な数学的考え方や知識から」国立教育研究所第2回所内研究会資料 1985. 6. 14 14p.
- 6) 中等学校教科書株式会社「数学2」中等学校教科書株式会社 1943. 1. 18 75p.
- 7) 東京府女子師範学校附属小学校「算術教材としての裁縫積り方應用問題」1917. 43p
- 8) 斎藤健次郎・藤枝恵子編「教育学講座第15巻 家庭生活と技術の教育」学習研究社 1979 p. 258
- 9) 根岸幸雄「技術・家庭科、音楽科教科書分析結果について」『数学教育における電卓の利用に関する開発研究』第2回全体会 資料 1989. 2. 19 pp. 6~8
- 10) 大野清四郎・宮崎勝式「数学」『旧制中等学校教科内容の変遷』ぎょうせい 1984 pp. 280~281

IV 電卓を利用した数学の授業の実際と教材

電卓の使い方（中学校第1学年）	川辺正樹	109
計算のパターン（中学校第1学年）	安間昭彦	114
数のパターン：付記 反比例のグラフ（中学校第1学年）	杉浦信一	119
標本調査（中学校第3学年）	根岸幸雄	124
平方根（中学校第3学年）	佐藤孝彦	127
循環小数（中学校第3学年）	佐藤孝彦	133
2次方程式（中学校第3学年）	太田伸也	137
落体の運動を考える（中学校第3学年）	太田伸也	145
16オプラス試験における電卓（イギリス数学会）	長崎栄三	154



電卓の使い方（中学校第1学年）

川辺 正樹

（相模原市立若草中学校）

1 指導目標

電卓の各キーの機能や割り切れない数の表示がどのようになるかということを知らせ、メモリの利用により四則計算ができることを理解させる。

2 授業の展開

	指導内容	学習活動	留意点等
導入	<p>電卓を使って授業を行う意味を話す。 プリントを配布。 アンケートについて説明する。 (2)電卓がある人でその電卓は関数ですか。 (6)電卓の使い方を知っていますか（その他は、3参照）</p>	アンケートに答える。	<p>電卓がある場合の利便さ、正確さを理解させる。 机間巡視して質問の意味について理解させる。 2については、実際に関数電卓を見せて確認する。 6については、四則計算程度ができれば良い。</p>
	<p>電卓の各キーの使い方を知っているものを発表させる。 使い方の簡単な説明を、「電卓の使い方」（3参照）のプリントを用いて行う。</p>	<p>電卓の各キーの使い方について知っていることを発表する。 例1 $49+53$ 例2 $49+53+54 \rightarrow 49+53+45$ ($49+53+54$ の54を45に直して計算したい)</p>	<p>CA、CL/Cの違いについて確認する。 解答用紙の、 1については、正解のとき。 2については、不正解のとき。</p>

展 開		ときの説明を聞く)	3 については、
	例 3	(1) $6 \div 8$ (2) $10 \div 3$ (小数の桁が多くなると (9桁以上) 切り捨てで 表現されることを説明 する。)	正解だが先生の 説明と違うやり方 のとき。 以上のいずれかの 番号に○を付けさせ る。
	例 4	$37.5 \times 2 + 42.5 \times 5$ (メモリキーの使い方 について話す。)	間違えた生徒や、や り方の違った生徒に ついては、その都度 確認を ^す る。
	例 5	(1) $-6 + 8$ (2) $-5 + (-3)$ (負の数の計算について 説明する。)	
終 末	本時の内容の確認		

3 「電卓についてのアンケート」、「電卓の使い方」のプリント

数学（電卓についてのアンケート） 1年__組__番 氏名_____

- 1 電卓が家にありますか。
はい、いいえ
- 2 電卓がある人で、その電卓は関数電卓ですか。
はい、いいえ
- 3 自分用の電卓を持っていますか。
はい、いいえ
- 4 宿題をするとき電卓を使いますか。
はい、いいえ
- 5 宿題以外で電卓を使うことを親からいけないと言われていませんか。
はい、いいえ
- 6 電卓の使い方を知っていますか。
はい、いいえ

7 次の記号で何をするためのキーか知らないものに○をつけなさい。

CA、CL/C、CM、RM、%±、√、M+、M-、+

数学（電卓の使い方） 1年__組__番 氏名_____

これから実際に電卓を使って勉強します。分からないことがあったら先生に質問しなさい。間違えたときは、×をつけて消しゴムは使わないこと。

例1 $49+53$ 答え_____

1、2、3

例2 $49+53+54 \rightarrow 49+53+45$ 答え_____

1、2、3

例3 (1) $6 \div 8$ 答え_____

1、2、3

(2) $10 \div 3$ 答え_____

1、2、3

例4 $37.5 \times 2 + 42.5 \times 5$ 答え_____

1、2、3

例5 (1) $-6+8$ 答え_____

1、2、3

(2) $-5+(-3)$ 答え_____

1、2、3

4 電卓についてのアンケートの結果と考察

このアンケートの目的は、現在の各家庭の環境を知ることにより、電卓の授業の導入の工夫と改善を行うことにあった。アンケートの対象となった生徒は、相模原市立若草中学校第1学年の3学級の合計122名であった。

アンケートの各項目毎に結果と考察をあげると、次の通りである。

- (1) 電卓が家にあると答えた生徒は、98%(122名中119名)であった。電卓が景品として扱われるような状況からも、各家庭に最低1台はあると思われる。
- (2) 電卓が関数電卓であると答えた生徒は、15%(18名)であった。使用するボタンの多さ、利用できる範囲が実生活では少ないことから、自分から買って使用する人は少ないと思われる。生徒の感想からも、今後増えるとは思えない。
- (3) 自分用の電卓を持っていると答えた生徒は、27%(33名)であった。自分用の

電卓は、親から貰ったものであり、自分で買った生徒は0名であった。中学生の年齢や経済力から考えても、この傾向は続くものと思われる。

- (4) 宿題に電卓を使用することが、計算力の低下につながると考えている生徒が多く、5%(5名)の生徒だけがときどき使うと答えていた。
- (5) 親からいけないと言われている生徒は、7%(8名)だけであった。このことから、生徒自身が、電卓使用に対する計算力の低下を心配している傾向が見られる。
- (6) 使い方についての質問は、説明が不十分であったせいか、どの程度使いこなせることが、知っていることになるかあい昧になってしまい、61%(74名)という結果になってしまった。
- (7) 大多数の生徒が、ほとんどの記号を知らないと答えていた。かろうじて半分の生徒が、CAの記号だけ知っていると答え、1人だけが全部の記号を知っていると答えていた。このことから、各家庭に電卓はあるが、生徒はほとんど日常生活の中で利用していないことが分かった。

5 電卓の使い方の結果と考察

(1) 結果

例1については、全員の生徒が詳しい説明なしで正解であった。

例2については、電卓に49、+、53、+、54まで順に押させ、54を押した時点で、54を45に直して計算する方法を考えさせたが、各学級2~3名が、CLを押して54だけを訂正して答えを出していたが、他の生徒は、CAを押して最初からやり直していた。(誤答は、6名)

例3については、確認だけした。誤答は、0名。

例4については、そのまま、37.5、×、2、+、42.5、×、5の順にキーを押して、587.5と答えてしまった生徒がほとんどで、他の答えを出した生徒も誤答(ボタンの押し間違い)であった。正解は、残念ながら一人もいなかった。

例5については、±の記号の使い方を指導した後で問題を行わせたせいか、誤答の生徒か、各学級2~3名であった。

(2) 生徒の感想

- a) とってもおもしろかった。家でもやってみたい。自分用の電卓がほしくなった。
- b) 電卓を持っているけど、使い方をしっかりしているわけじゃなかったの、

いろいろな、やり方を、おしえてもらってよかった。

- c) 電卓は、あまりよく知りませんでした。今日やっていろいろなことがわかり、便利さを知りました。とても楽しかった。
- d) 今日、やって、いろいろなことがわかってよかった。こんど、でんたくをかおうと思います。
- e) 今日、おそわったことは全部はじめてだった。電卓がこんなにかしこいとは思わなかった。

(3) 考察

- 1) 今回、導入問題として以上の5問を例題で取り上げたが、例3については、実際に、 $10 \div 3$ の様に3を掛けても、元に戻らないことを確認させる必要があったのではないかと思う。
- 2) メモリキー (M±、M-) を覚えさせる必要があるのか (この授業の後、もう一度確認したところ70%の生徒が使用方法を覚えていた)。
- 3) 計算力の低下を心配する生徒たちに、どのように教育するかが問題になると思う。ただし、生徒の授業をした後の感想を読んでも、興味関心には高いものがあり、今後の授業の中で積極的に電卓の基礎知識を教育する必要が感じられた。

計算のパターン（中学校第1学年）

安間 昭彦
（相模原市立田名中学校）

1 指導目標

計算のさまざまなパターンを生徒に見せ、数に対する興味関心を持たせる。また、似たパターンを推測させることにより、数学的に考える力を伸ばす。

2 授業の展開

1 時間目の記録

指導内容	学習活動	留意点等
<p>電卓を使って授業を行う意義を話す。 「計算して答えを出すことが主旨でなく、その計算にはどのようなパターンがあるかを考えることが主旨である。」</p>	<p>小学校で使ったことがあるよ☆</p>	<p>☆：予想しなかった生徒の反応</p>
<p>電卓の簡単な使い方の説明を行う</p>	<p>例1 $125+396$ を計算する 次に396を395と入力したときの訂正の仕方にもふれる。 1を後からたせばよい☆</p> <p>例2 $6\div 8$、$10\div 3$ を計算する 小数の桁が多くなると（9桁以上）切り捨てで表現されることを話す。 割り切れるかどうかどう判断するの☆</p> <p>例3 $5\div 0$、$0\div 5$ を計算する</p>	

プリント3枚目の
Kを例題として示
し、11111111²を
予想させる。

問題K

11²=
111²=
1111²=
11111²=
11111111²=
12345654321
=()²
の()の中を
予想する。

Eの表現の説明をする。

(不能の場合はEが出るこ
とを話す。)

例4 1234567×10000 を計算
する

桁が多すぎてもEが出るこ
とを説明する。

例5 18²=18×18=
→ 18=18×=

$$11^2=121$$

$$111^2=12321$$

$$1111^2=1234321$$

$$11111^2=123454321$$

を、計算する。

3問ぐらいで予想できる

ようになる者が多かった☆

$$11111111^2=123456787654321$$

を予想する。

$$12345654321=(111111)^2$$

を予想する。

残りの問題I、J、Lをやる。

(答え合わせは次回)

OHPを使用

問題I

$$15873 \times 7 =$$

$$15873 \times 14 =$$

$$15873 \times 21 =$$

$$15873 \times 35 =$$

$$15873 \times 56 =$$

$$15873 \times \underline{\quad} = 777777$$

問題J

$$3367 \times 3 =$$

$$3367 \times 6 =$$

$$3367 \times 9 =$$

$$3367 \times 15 =$$

$$3367 \times 21 =$$

$$3367 \times \underline{\quad} = 80808$$

問題L

$$34^2 =$$

$$334^2 =$$

$$3334^2 =$$

$$33334^2 =$$

$$3333334^2 =$$

$$(\quad)^2 = 111111555556$$

2時間目の記録

指導内容	学習活動	留意点等
<p>I、J、Lの答え合わせを行う。</p> <p>Mの問題を例として扱う。</p> <p>Mの問題のパターンを文章で表す。</p> <p>NとOの答えのパターンを文章で表現させる。</p> <p>問題N</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 5px 0;"> $98^2 =$ $998^2 =$ $9998^2 =$ $99998^2 =$ $9999998^2 =$ $(\quad)^2 = 999996000004$ </div> <p>問題O</p>	<p>$67^2 = 4489$、$667^2 = 444889$</p> <p>$6667^2 = 44448889$</p> <p>$66667^2 =$</p> <p>$666667^2 =$</p> <p>()² = 4444444488888889 を計算する。</p> <p>計算のパターン</p> <p>① 4の数のかたまり、次に8の数のかたまり、最後に9が出る。</p> <p>② 4の数は問題の桁と同じ個数出てくる。</p> <p>③ 8の数は4の個数より1つ少ない個数出てくる。</p> <p>④ 9は最後に1つだけ出てくる。 問題の桁の数の倍が 答えの桁だ☆</p> <p>N</p> <p>① 9の数のかたまり、次に6、次に0の数のかたまり、最後に4が出てくる。</p> <p>② 9の数は問題の9の数の個数と同じだけ出てくる。</p> <p>③ 6は1個だけ出てくる。</p> <p>④ 0は9の数と同じ数だけ出てくる。</p> <p>⑤ 4は1個だけ出てくる。</p> <p>O</p>	<p>表現の方法にはとら われない。</p>

$49^2 =$ $499^2 =$ $4999^2 =$ $49999^2 =$ $499999^2 =$ $(\quad)^2$ $= 24999990000001$	<p>①最初に2、次に4、次に9のかたまり、次に0のかたまり、最後に1が出てくる。</p> <p>②2と4と1は1個だけ出てくる。</p> <p>③9は問題の9の個数より1個少ない個数だけ出てくる。</p> <p>④0は問題の9の個数と同じ個数だけ出てくる。</p>
---	---

3 評価の観点

(1) 1時間目は、興味関心が持てたかということと、電卓の使い方が理解できたかということ。

(2) 2時間目は、パターンを推測し、言葉で表現できたかということ。

4 考察

(1) 電卓を使った授業を、今回初めて実践してみたが、社会的な普及率に対して、生徒がその使い方を知らないと感じた。多くの生徒が、四則の単純な計算にしか利用できず、ほとんどの電卓についている多くの機能を使いこなしていなかった。具体的には、CAキーとCIキーの使い方がわからず、途中の入力ミスをCAキーでクリアしてしまう生徒が多かった。メモリ機能になると使用できる生徒はさらに減った。また、 $5+3 \times 2$ を、この順序で入力して間違った答えを出した生徒や、大きな桁の計算をして、オーバーフローをしているのに電卓が動かなくなったという生徒など、電卓の性能についても知識がない生徒が多かった。

(2) 使用した電卓(キャノン LS-42)では、 3^3 のような指数計算が、 $3 \times = =$ で計算でき、0.6のような小数の入力が、. 6でできるが、そのことを教えると、生徒は大変驚き、また、喜び、電卓の機能に大きな関心を持った生徒が多かった。最初の授業で、このような電卓利用の話をした結果、電卓を使っただけの授業に関する興味関心は高まり、動機付けは十分できたと思われるが、反面、電卓のキーを押すことだけに関心が向いてしまい、計算の結果を考えることがおろそかになる生徒も何人か見受けられた。

(3) 今回の授業では、電卓を使うことに対しての時間配分が事前に予想できずに、生徒に量的に盛りだくさんの問題を与えて、一問でも多くの問題を解かせようとし

た結果、生徒に十分な学習活動の時間を与えるゆとりを失い、教師の一方的な授業になり、本来の目的からそれてしまい残念であった。もっと問題数を減らし、ゆったりと生徒に活動させた方がより目的に迫れたと思う。

(4) 電卓のキーを押して計算を入力するという単純な作業でも、時間的な個人差がかなり見られた。この個人差については、あまり差はないであろうと事前に予想していたが、思ったより差がついた。5問くらい計算させると、早い生徒と遅い生徒との差は、2~3分くらいはついてしまった。電卓の計算で時間がかかる生徒は、具体的な数の概念がとらえられていないのではないかとと思われる。また、半面、正負の数の計算や文字式の計算には時間がかかるのに、今回取り上げたような教材を電卓を利用して行う計算は、かなり早くできる生徒も数名いた。

(5) 計算のパターン（考えられるパターン）を言葉や文章で表現させたが、最初の3問くらいをやると、その計算のパターンを予測できるようであった。しかし、それを言葉や文章で表現できない生徒が数名おり、生徒の言いたいことを聞き出すのに時間がかかった。生徒が、自分で数学の内容を言葉や文章で表現し相手に伝えるという授業の大切さを痛感した。

(6) 電卓は、社会的にはかなり普及していると思われるが、小中の義務教育の中でその合理的かつ理論的な使用方法については、現段階までの状況では一切指導されていない。義務教育段階のどこかで、その使用方法について指導することが、社会の必要性に答えることになるのではないだろうか。そして、数学教育の中では、今までは計算力を低下させるのではないかという恐れから、その導入がタブー視されてきたが、数学教育本来の目的を考えたとき、その使用については一考に値すると思う。

数のパターン（中学校第1学年）

付記：反比例のグラフ

杉浦 信一

（相模原市立共和中学校）

1 指導目標

電卓を利用して数のパターンを見つけ出させることによって、発見の喜びと、電卓の便利さを知らせる。

2 授業の展開

	指導内容	学習活動	留意点等
入	電卓を使うことを知らせる。	電卓を使う用意をする。	持ってこなかった生徒のための電卓を準備しておく。
	電卓の簡単な使用方法を知らせる。	「 $2+3$ を計算しよう。」 <ul style="list-style-type: none"> ・計算の最初はオールクリアキーを押す。 ・算式の通りにキーを押せばよい。 ほかの計算（減・乗・除）も同様にできる。 <ul style="list-style-type: none"> ・$4-2=$ ・$2\times 3=$ ・$4\div 2=$ 	ここでは、取り扱い方に習熟させるのではなく、キーが押せればよい。 キーを押せば、答えが出るのがわかればよい。
	一般的な電卓の機能上で注意する点を知らせる。	「 $2+3\times 4$ を計算しよう。」 <ul style="list-style-type: none"> ・電卓を使わないで計算しよう。 $2+3\times 4=14$ ・電卓を使ってみよう。 算式の通りキーを押すと「20」になる。 四則の混ざった式では、算式の通りキーを押すと、違った答え	四則の混ざった式では、注意しなければならないことがわかればよく、メモリーキーの使い方には触れない。

		が出てしまう。	
展 開	今日の課題を電卓を使って考える。	プリントⅠを読む。(資料参照) ・長方形Aを例に、手順1~6を電卓を使って計算し確かめる。	課題は、 <u>Duncan</u> と <u>Litwiler</u> による。
	数のパターンを見つける。	長方形B、C、Dについて表を完成する。 表を見て何かわかることはないだろうか。 それぞれの商が等しいことを確かめる。 プリントⅡ(資料参照)で平行四辺形の場合についても同じことがいえるか調べる。	キーの押し間違えの時に使うクリヤキーの説明をする。 机間巡視をし、数人の生徒に発表させる 数分してまとまらないようなら、1と2、3と4、5と6の3つの部分に分けて考えてみるとよいことを指示する。
まとめ	数のパターンを知らせる。	数のパターンを知る。	電卓の便利さも知らせたい。

3 感想

(1) 電卓については、各学級とも前時の終わりに、「どんな形のものでもよいから、家にあるもので用意できる人は持ってきてください。」と指示し、特に、形式等については統一しなかった。その結果、各学級(1学級44名、5学級)で、次の通りであった。

- 1) 家庭に電卓がないという生徒が、約10名いた。
- 2) 用意してきた電卓のうち、約1/3はカード式のものであった。
- 3) 自分の電卓を持っている生徒は、約10名であった。
- 4) 乾電池式と太陽電池式は、ともに約半数であった。

5) 関数電卓を用意した生徒は、学年全体で2名であった。

(2) 導入の最初に、小学校で電卓を授業で使用したかと質問したが、各学級6名ほどおり、それらの生徒は、すべて小学校では同級であった。

(3) 電卓を使ったことがあるか(日常生活を含めて)という質問には、ほとんどの生徒が、使ったことはないと答えた。

(4) オールクリアキー(後で出てくるクリアキーも同様)は、機種によって表示の仕方が違うので注意が必要であった。表示の統一が望まれる。

(5) 一般家庭にある電卓については、その多くのものには乗除先行の機能がない。「 $2+3\times 4$ 」の計算をすることによって、このことに気がつくだけではなく、無条件にキーを押せば計算ができるものではないということにも気がついてくれた。

(6) 実際に手順1~6を説明するなかで、クリアキーの説明をした。ほとんどの生徒は、途中で間違えると、最初からやり直していた。これは、電卓の取り扱いに不慣れなためと考えられる。

(7) 電卓を使用しないで、この課題を解いたときには、表を完成するだけで時間が足りなくなってしまう。この課題の場合は、計算の結果を知りたい訳なので、電卓の持つ有用性が利用できた。

(8) 表を見て数のパターンを見つけるときには、5学級のうち3学級では、1と2、3と4、5と6の3つに分けて考えてみようという指示をしなくても、それぞれの商や積の計算を電卓で行っていた。これは、筆算で行うことの煩わしさ(生徒は計算をいやがる)が、電卓によって解放されたために、生徒の法則を発見しようとする意欲が薄れなかったためと考えられる。ここにも、電卓のもつ有用性が感じられた。

【付記：反比例のグラフ】

反比例のグラフの指導においても、電卓を使ってみた。ここには、その授業の展開などはあげないが、次のことが分かった。

(1) 反比例のグラフがなめらかな曲線であることを理解するには、電卓を使わない場合には、計算に終始することで授業の大部分を占めてしまうが、電卓を使うことによって、時間を有効に過ごすことができた。

(2) 多くの場合、対応する x と y の値の表を書く。このとき、反比例の場合には、 $x=0$ の値に対応する y の値の部分の書き方として、空欄にしたり、 x を書いたりするが、ただ計算が不能というよりも、電卓では「E」(エラー)が表示されて、空欄や x の意味がより理解できるようである。もちろん、このことの数学的な説明も当然必要である。

資料：数のパターンのプリント

(1) プリント I

I それぞれの長方形に対し、次の手順に従って実行し、その結果を下の表に書き込みなさい。

1. 頂点の個数を数えなさい。
(Aの頂点の数は長方形の頂点で4になる。)

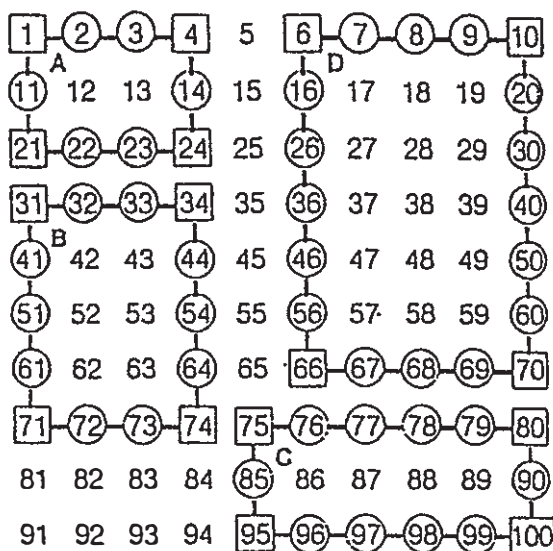
2. 頂点の数の和を求めなさい。

3. ○で囲まれた数の個数を数えなさい。
(頂点以外の周上の数)

4. ○で囲まれた数の和を求めなさい。

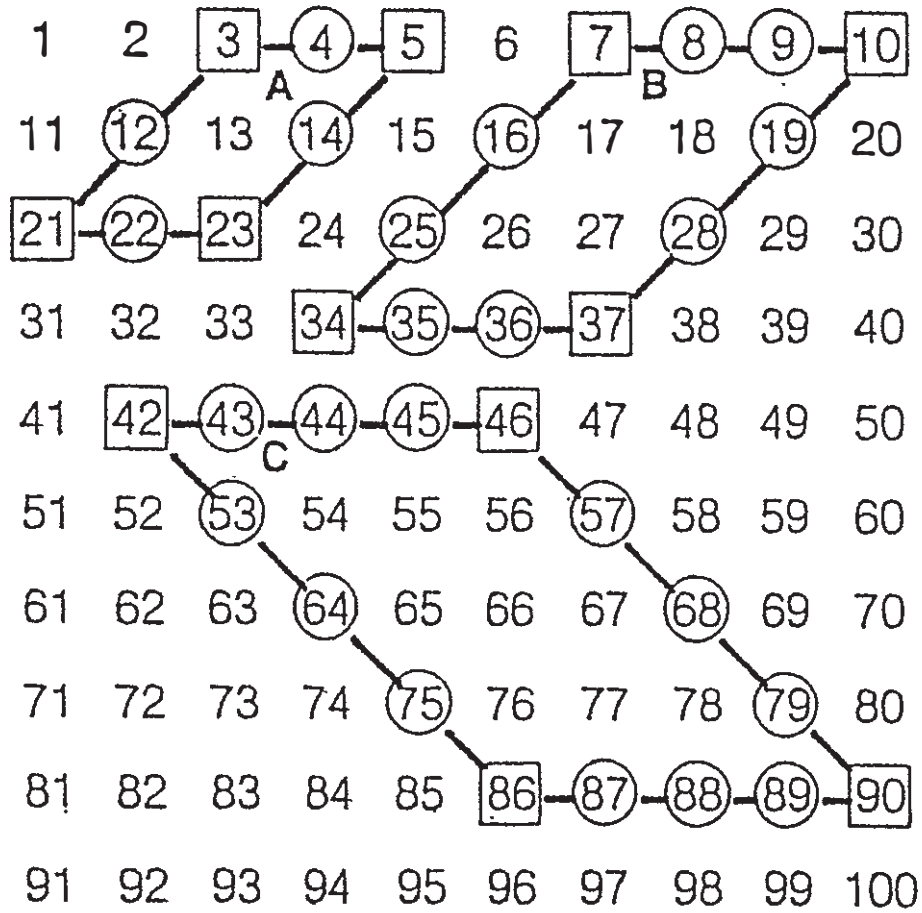
5. 長方形で囲まれた内部の数の個数を数えなさい。

6. 内部の数の和を求めなさい。



長方形 \ 手順	1	2	3	4	5	6
A	4	50	6	75	2	25
B						
C						
D						

(2) プリントII



手順	1	2	3	4	5	6
A						
B						
C						

標本調査（中学校第3学年）

根岸 幸雄

（相模原市立上溝南中学校）

1 指導目標

全数調査・標本調査によって平均をもとめ、標本調査の意味を理解させる。この平均の算出過程で電卓を利用し、電卓の良さを味わわせる。なお、対象生徒は、平方根で電卓を利用したことがあるが、統計的な大量データは初めてであり、電卓で正確にデータを扱うにはどうしたらよいかも考えさせる。

2 授業の展開

	指導内容	学習活動	留意点等
指導	まず、班ごとになってください。 班長さんは、資料がありますから、先生の所に集まってください。	班活動の準備を行う。 班長が集まる。 電卓と資料を持っていく。	資料は、上溝南中学校の3年男子(165名)の身長である。
入	これは、3年生男子の4月、1月のそれぞれに計った身長の表です。 この表からどのようなことがわかりますか。 1)、2)を表から捜してください。	1)身長が一番高い生徒は誰か 2)身長が一番低い生徒は誰か 3)一番高い生徒と一番低い生徒の身長差 4)身長の平均	
	今日は、4)の平均		

	<p>の求め方を電卓を使って勉強します。</p> <p>まず、4月の平均を出してください。</p> <p>そうです。各班で工夫して間違えないように計算してみましょう。</p> <p>正確に計算するにはどうしたらよいか、班で考えてみてください。</p> <p>では、各班で計算を始めましょう。</p> <p>終了した班は手を挙げてください。</p> <p>4月の平均はどの位になりましたか。</p> <p>こんどは、165名の中から適当に10名を選んで平均を出してみてください。</p> <p>適当に抽出しても平均はあまり変わりませんね。</p>	<p>165名全員分やるんですか。</p> <p>1)班員全員が165名分を計算した後で確かめる。</p> <p>2)165名分を7名で分担して計算する。</p> <p>3)2人組(または3人組)になり、165名分を3等分して計算する。</p> <p>163.9 cm です。</p> <p>1) 164.3 cm</p> <p>2) 164.1 cm</p> <p>3) 163.1 cm</p>	<p>正確で早い計算の仕方について班で工夫するように指導する。</p> <p>班員は7名。</p> <p>この場合、2人は同じ計算をして後で確認する。</p> <p>班によって差があると思われるので、そのときは、1月分を計算させる。</p> <p>有効数字について確認する。</p> <p>10名の抽出には、カレンダーを使う。</p>
結	<p>最初のように3年生男子全員を計算して平均を出すのを</p>		

論	<p>全数調査による平均といます。</p> <p>これに対して、適当に生徒を抽出して平均を出すのを標本調査による平均といます。</p>	
---	---	--

3 感想

(1) 10人を標本抽出して標本平均を出したが、1回だけでなく数回繰り返せばよかった。また、抽出人数を10人だけでなく5人から50人まで広げたりして、標本の大きさと平均の関係を母平均と比べてもよかったと思う。

(2) 抽出の方法をもう少し工夫し、カードなどを使ってもよかったと思う。

(3) 統計的なデータから電卓で正確に答えを求めるには、間違いを最小限にするような工夫が必要であるということ、指導する必要がある。この工夫とは、授業の展開であげたように、例えば、部分和毎に計算して答えを確認していくとか、複数の人が同じ計算をして答えをつきあわせるとかということである。

平方根（中学校第3学年）

佐藤 孝彦

（相模原市立上溝南中学校）

1 指導目標

（1）正方形の面積から平方根へ

平方根の指導において、まず、大切なことは、生徒に平方根の存在を実感としてつかませることである。そこで、一辺が1 mの2つの正方形から面積が2 m²の正方形を作らせ、その一辺を求めさせるという作業を通して「2乗して2になる数」が実在することを感得させることにした。

次に、正方形の一辺を実測し、電卓を用いてその値を求めていく活動を通して、2乗して2になる数は実際に存在するにも拘らず、計算では2には近づくが2そのものにはならないこと、つまり、平方根の中には有理数ではないものがあることを発見・理解させるようにした。

（2） \sqrt{x} の近似値

平方根の意味は理解できても、 \sqrt{x} ($x \geq 0$) という数の大きさは、実感できていないようである。

そこで、電卓の \square キーを有効に使うことによって、 \sqrt{x} という数に対するイメージを作らせていこうと考えた。

また、この \square キーを使って、根号の中の数が100倍（0.01倍）になるとその近似値は10倍（0.1倍）になることを帰納的に見いだすことができるようにした。

（3）平方根の乗法

とかく、四則の計算が出来れば良いと考えられており、「どうやって計算したら良いのだろうか」とか「なぜ、その方法で良いのか」等の指導が弱いと思える。

ここでは、電卓で求めた数値と対照することによって、平方根表の見方を発見したり、平方根表にない範囲の数の平方根の近似値の求め方を発見したりすることを通し、 $\sqrt{100a} = 10 \times \sqrt{a} = \sqrt{100 \times a}$ などというきまりから平方根の乗法を導入した。（電卓使用が全国的になれば平方根表についての指導は不要となるであろう。そのときは、また違ったアプローチになるろう。）

そして、
$$\sqrt{a} \times \sqrt{b} = \sqrt{a \times b}$$

がある数値において成り立つことを電卓を使って調べ、さらに他の数でも成り立つかどうかを一人一人に任意の数で調べさせ、その結果から乗法について帰納させるようにした。

生徒の電卓利用経験： 本単元において初めて使用する。

2 授業の実際

指導内容	学習活動	留意点等
<p style="border: 1px dashed black; padding: 5px;">いま、ここに1㎡の正方形が2枚あります。これをうまくつなぎあわせて2㎡の正方形を作ってください。</p> <p>① 課題把握</p> <ul style="list-style-type: none"> 新たに作った正方形の一辺の長さを求めさせる 実測した結果を調べさせる <p>② 見通しをたてる</p> <ul style="list-style-type: none"> 2乗して2になるにはどうすればよいかを考えさせる <p>③ 計画実行</p> <ul style="list-style-type: none"> 小数第3位以下 	<p>P₁ 1枚の正方形はそのままにして、もう1枚の正方形を2本の対角線で4等分する。</p> <p>P₂ それぞれの正方形を対角線で2等分する。</p> <p>P₃ P₂のものをさらに細かく切っている。</p> <p>P₄ 1枚の正方形はそのままにして、もう1枚の正方形を5等分となる長方形に切り、そのうちの1枚をさらに細かく分けている。</p> <ul style="list-style-type: none"> 実測する P₁ 14cm P₂ 14.1cm P₃ 14.2cm P₄ 14.3cm 実測した数値を電卓で2乗してみる P₁ 1.96 P₂ 1.9881 P₃ 2.0164 P₄ 2.0449 P₅ あれっ、2にならない。 <p>P₁ 1.41のとき1.9881で1.42のとき2.0164だったからその間であることは確かで、小数第3位以下を調べればよい。</p> <ul style="list-style-type: none"> 電卓を用いて近似をする 	<ul style="list-style-type: none"> OHPで課題提示。 1㎡の正方形では大きすぎるので、10cm四方の正方形の色紙2枚と予備を配布。 事前にはさみ、定規等を用意させておいた。 P₄は最後の方になると埋めることができなくなっており、この反応をOHPで発表させ縦・横に切るとうまくいかないことを確認。縦・横以外の切り方について再度チャレンジさせた。 P₁, P₂はOHPで発表。 実測した結果をそのまま発表させ、さらに、その値を題意の単位に交換させた。 (このため、両者で同じ定規を使ったとすると実測値は題意の1㎡の正方形の場合よりも一辺の長さの有効数字が1桁少ない。) <p>・ワークシートに記入。</p>

を調べ、2乗して2になる数を追求させる

• 2乗して2になるためには小数第一位以下がどうなればいいかを考えさせ、2乗して2になる数は小数点以下が無限であることに気付かせる

④ 他の数について検討させる

⑤ まとめ

$$P_{1-1} 1.414^2 = 1.999396$$

$$P_{1-2} 1.4142^2 = 1.9999616$$

.....

$$P_{1-5} 1.4142135^2 = 1.9999998$$

P₂ ならない。おかしいな。

P₃ もう少しやれば2になる。

P₄ いくらやってもきりがない。

P₁ 小数点以下が0でなければ、2乗した場合、小数点以下が残ってしまう。

P₂ ずっと続くんだよな。やっばり。

• 2乗して2になる数以外の数についても同様な方法で調べる

P₁ (略)

• 本時で学習したことについて、まとめる

P₁ 2乗して2になる数は、限りなく続く。

P₂ 2乗して2になるような数がいくつもある。

• 電卓に入力する前にワークシートに式を記入させた。

• 2乗の計算を○☒☒₂でできることを知らせ、簡単にやれる良さを感得させた。

• P₂, P₃の反応をいかしながらP₄の理由を発表させるようにした

• 2乗して2になるということから、小数点以下がどうであればいいかに注目させた。

• 自然数で調べる生徒が大半であったが、何人かには小数で調べるように勧めた。

授業の実際 (その2)

指導内容	学習活動	留意点
<p>① \sqrt{x}の近似値の求め方(電卓)を理解させる</p>	<p>・電卓の$\sqrt{\quad}$キーを用いて、\sqrt{x}の近似値の求め方を理解する</p>	
<p>$\sqrt{2}$の近似値を電卓で求めるにはどうしたらよいのだろうか?</p>		
<p>② \sqrt{x}のイメージをもたせる</p>	<p>P₁ 先ず\squareを押して、それから$\sqrt{\quad}$を押せばいい。 ・\sqrt{x}の近似値の小数第1位程度までを見当づける</p>	
<p>次の数の近似値を小数第1位くらいまで予想してみよう。</p> <p>①$\sqrt{1.35}$ ②$\sqrt{2.93}$ ③$\sqrt{5.6}$ ④$\sqrt{8}$ ⑤$\sqrt{35.7}$ ⑥$\sqrt{72.4}$ ⑦$\sqrt{83}$ ⑧$\sqrt{64}$</p>		
<p>①$\sqrt{1.35}$ P₁ 1よりちょっと大きい。 P₂ 1.1よりちょっと大きいかな ②$\sqrt{2.93}$ P₁ 1と2の間。 P₂ 1.5位かな。 ③$\sqrt{5.6}$ P₁ 2... P₂ 2.3 P₃ 2.5 ④$\sqrt{8}$ P₁ 3よりちょっと少ない。 P₂ 2.7 P₃ 2.8 ⑤$\sqrt{35.7}$ P₁ 5.9 P₁ 6よりちょっと少ない。 ⑥$\sqrt{72.4}$ P₁ 8.5 ⑦$\sqrt{83}$ P₁ 9.1位かな。 P₂ 9よりちょい小さい。</p>		<p>・$\sqrt{\quad}$キーの使い方を最初から教えるのではなく生徒から述べさせた。 ・OHP用電卓で説明させた。 ・いきなり近似値を電卓で求めるのではなく、先ず、おおよその数を小数第1位くらいまで見当づけさせた。 ・ワークシートに記入</p>

③ \sqrt{x} の近似値の予想を確かめさせる

予想がっているかどうかを、電卓を用いて確かめてみよう。

⑧ $\sqrt{64}$

P₁: 8ジャスト。

• 電卓の $\sqrt{\quad}$ キーを用いて、 \sqrt{x} の近似値を求める(見当がっているかどうかを確かめる)

① $\sqrt{1.35} = 1.161895$

② $\sqrt{2.93} = 1.7117242$

③ $\sqrt{5.6} = 2.3664319$

④ $\sqrt{8} = 2.8284271$

⑤ $\sqrt{35.7} = 5.9749476$

⑥ $\sqrt{72.4} = 8.5088189$

⑦ $\sqrt{83} = 9.1104335$

⑧ $\sqrt{64} = 8$

(以下 略)

- $\sqrt{\quad}$ キーを用いて近似値を求めさせた。
- 生徒に発表させながらOHP用電卓で教師が再度確認した。
- 発表をさせればなしにせず、見当の方法が妥当であったか否かを押さえた。

授業の実際 (その3)

指導内容	学習活動	留意点
<p>① 導入</p> <p>• 平方根表に載っていない数の求め方の確認をしそこから共通して言えそうなことを導かせる</p>	<p>• $\sqrt{2400}$, $\sqrt{24000}$, $\sqrt{240000}$の求め方を確認する。</p> <p>P₁: $\sqrt{24 \times 100} = \sqrt{24} \times \sqrt{10000}$ $= \sqrt{24 \times 10000}$ $= \sqrt{240000}$</p> <p>• 平方根同士の乗法を帰納的に見つける。</p> <p>P₁: ルートとルートのかけ算は、ルートの中の数をかけたものにルートをつければいいみたい。</p> <p>P₂:</p>	<p>• P₂ に対しては、</p> $\begin{aligned} &\sqrt{24 \times 10} \\ &= \sqrt{24} \times \sqrt{10} \\ &= \sqrt{24 \times 100} \\ &= \sqrt{2400} \end{aligned}$ <p>のように、3つの平方根の途中の式を並べることから気付かせるようにした。</p> <p>• $\sqrt{100}$などの特別な場合以外でも成り立つかどうかを検討させた。</p>

② 課題把握

$$\sqrt{3} \times \sqrt{5} = \sqrt{15} \text{ となるだろうか。}$$

③ 見通しをたてる

P₁ $\sqrt{3}$ と $\sqrt{5}$ を電卓で求め、それを使ったものと $\sqrt{15}$ を電卓で求めたものと比較すればいい。

P₂ $\sqrt{3}$ と $\sqrt{5}$ を電卓で求め、それを使ったものを2乗して15になるかを調べればいい。

④ 計画実行

P₁ $\sqrt{3} \times \sqrt{5} = 3.8729831$

$$\sqrt{15} = 3.8729833$$

P₂ $\sqrt{3} \times \sqrt{5} = 3.8729831$

$$3.8729831^2 = 14.999998$$

P₃ 一致する。

P₄ 最後が違うよ。

• 他の数でも同様に調べさせる

• 任意の2数で同様に実行する。

P₁ 他の数でも成り立ちそう。

⑤ 一般化

• 文字を用いて一般化させる

• 他の数でも成り立ちそうだから、文字を用いた式を作る。

$$\sqrt{a} \times \sqrt{b} = \sqrt{a \times b} \quad (a \geq 0, b \geq 0)$$

• 証明をし、一般化する。

• 電卓では $3\sqrt{\quad} \times 5\sqrt{\quad}$ で求められることを知らせた。

• ワークシートに記入。
• P₁, P₂ を OHP で発表させた。

• 小数第7位が異なることから P₄ の反応が出たが、P₃ の意見を交わすことにより、理解させることができた。

• 各自が違った数を調べられることは電卓使用の長所であり、多くの生徒に発表させた。

• 文字式に抵抗のある生徒には \sqrt{a} , \sqrt{b} のかわりに $\sqrt{3}$, $\sqrt{5}$ で考えさせた。

循環小数（中学校第3学年）

佐藤 孝彦

（相模原市立上溝南中学校）

1 指導目標

有理数と無理数の違いを、それらを小数で表したときの違いから明らかにするために、循環小数の基本的なことについての理解を深める。

なお、この学級の生徒は、すでに、授業で電卓を利用した経験がある。

2 授業の実際

学習活動・主な発問と反応	留意点等								
<p>1. 課題の提示</p> <div style="border: 1px dashed black; padding: 5px; margin: 10px 0;"> $\frac{1}{2} \quad \frac{1}{3} \quad \frac{1}{4} \quad \frac{1}{5} \quad \frac{1}{6} \quad \frac{1}{7} \quad \frac{1}{8} \quad \frac{1}{9}$ </div> <p>『今日は、この分数を小数に直して、その特徴をみていきたいと思います。』</p> <p>2. 分数を小数になおす</p> <p>『先ず、これらの分数を小数にしてみてください。』</p> <p>P₁ 電卓を使ってやるんだよね。</p> <p>『いいですよ。でも暗算でもできるところは暗算でもいいですよ。』</p> <p>P₂</p> <table style="margin-left: 20px;"> <tr> <td>$\frac{1}{2} = 0.5$</td> <td>$\frac{1}{3} = 0.3333333$</td> </tr> <tr> <td>$\frac{1}{4} = 0.25$</td> <td>$\frac{1}{5} = 0.2$</td> </tr> <tr> <td>$\frac{1}{6} = 0.1666666$</td> <td>$\frac{1}{7} = 0.1428571$</td> </tr> <tr> <td>$\frac{1}{8} = 0.125$</td> <td>$\frac{1}{9} = 0.1111111$</td> </tr> </table>	$\frac{1}{2} = 0.5$	$\frac{1}{3} = 0.3333333$	$\frac{1}{4} = 0.25$	$\frac{1}{5} = 0.2$	$\frac{1}{6} = 0.1666666$	$\frac{1}{7} = 0.1428571$	$\frac{1}{8} = 0.125$	$\frac{1}{9} = 0.1111111$	<ul style="list-style-type: none"> • 電卓は課題提示前に配布した。 • OHPで課題を提示した。 • 電卓での求め方は <ul style="list-style-type: none"> ① $\frac{1}{\text{分母}}$ ② $\frac{\text{分母}}{\text{分母}}$ のどちらでもできることを示唆し、また暗算で求められるものは暗算でもよいことにしたがほとんどの生徒は①の方法で求めていた。 • OHP用電卓を使用。
$\frac{1}{2} = 0.5$	$\frac{1}{3} = 0.3333333$								
$\frac{1}{4} = 0.25$	$\frac{1}{5} = 0.2$								
$\frac{1}{6} = 0.1666666$	$\frac{1}{7} = 0.1428571$								
$\frac{1}{8} = 0.125$	$\frac{1}{9} = 0.1111111$								

3. 分類する

『小数にした結果をみて、もとの分数を分類できないかな。』

P₃ 割り切れるのと割り切れないのに分けれるよ。

『割り切れるのはどれ。』

P₄₋₁ $\frac{1}{2}$ と $\frac{1}{4}$ と $\frac{1}{5}$, それと $\frac{1}{8}$

P₄₋₂ 割り切れないのは $\frac{1}{3}$ と $\frac{1}{6}$ と $\frac{1}{9}$

P₄₋₃ これらは同じ数字が限りなく続くよ。

『 $\frac{1}{7}$ はどっちなの。』

P₅₋₁ いろんな数字がごちゃごちゃ出てきてる。

P₅₋₂ 桁数の多い電卓でやれば割り切れるかも。

P₅₋₃ 割り切れないみたいだけど、でも他の3つとは違う。

『 $\frac{1}{7}$ は、電卓での結果だとはっきり区別できないみたいだね。では、筆算で調べてみようよ。』

P₆₋₁ 0. 142857

$$\begin{array}{r}
 7 \overline{) 1.0} \\
 \underline{7} \\
 30 \\
 \underline{28} \\
 20 \\
 \underline{14} \\
 60 \\
 \underline{56} \\
 40 \\
 \underline{35} \\
 50 \\
 \underline{49} \\
 1
 \end{array}$$

• 口頭で発言、それを教師が板書した。

• 電卓で求めたことから P₅₋₁ や P₅₋₂ の反応が出たと思われる。

• 全員に筆算を用いて検算させた。
• 1名指名し、黒板で計算をさせた。

P₆₋₂ 余りが1だからあとはその繰り返しだ。
『これからどういうことが言えるのかな。』

P₇ ずっと割ってくると余りが1になり、あとはまた最初とおんなじ。だから142857が繰り返す。

『 $\frac{1}{7}$ はどっちのグループに分類できるのかな。』

P₈ 割り切れない方。

4. 循環小数の名称と表記法を知る

『いま調べてきた数で割り切れない方は、小数部分がどうなっていたかな。』

P₉ 同じ数字が繰り返している。

『それは有限かな。』

P₁₀ 無限。

『このような小数を循環小数といい、次のように表すんだ。』

$$\frac{1}{7} = 0.\dot{1}4285\dot{7} \quad (\text{米}) \quad 0.142857$$

$$\frac{1}{6} = 0.1\dot{6}$$

5. 7を分母とする分数について調べる

『次に、 $\frac{1}{7}$ を筆算で小数になおしたことを参考にしながら次の分数を電卓で小数にしてみよう。』

$\frac{2}{7}$	$\frac{3}{7}$	$\frac{4}{7}$	$\frac{5}{7}$	$\frac{6}{7}$
---------------	---------------	---------------	---------------	---------------

P₁₁ $\frac{2}{7} = 0.\dot{2}8571\dot{4}$ $\frac{3}{7} = 0.\dot{4}2857\dot{1}$

$\frac{4}{7} = 0.\dot{5}7142\dot{8}$ $\frac{5}{7} = 0.\dot{7}1428\dot{5}$

$\frac{6}{7} = 0.\dot{8}5714\dot{2}$

・商が142857142857と繰り返すことを筆算の式から説明させた。

・いくつか例をあげ、説明した。また日本と米国での表記法が異なることをあわせて説明した。

・筆算での経験をもとにして、電卓を使用させた。

・OHPで提示。

・5人指名し、板書させた。

・0.2857142のように、電卓で表示された結果を書く生徒が何名かおり、それらには循環小数の表し方を再度確認させた。

・OHP用電卓で確認した。

『これらから何か言えそうなことはないかな。』

P₁₂₋₁ 小数部分に3の倍数がない。

P₁₂₋₂ 出てくる数字がおんなじ。

P₁₂₋₃ 出てくる数字の順番も同じ。

『出てくる数字が同じで、しかも出てくる順番も同じだね。では、そのことはどうやって説明がつくかな。』

P₁₃

『出てくる数字が857142と同じ順で、しかもこの6つの数字に限られているのはどうしてかな。』

『 $\frac{1}{7}$ を筆算でやったときのことを使って、うまく説明できないかな。』

P₁₄₋₁ 7で割るから、余りは1,2,3,4,5,6の6つの数字に限られる。

P₁₄₋₂ 1÷7のとき、余りは1,2,3,4,5,6のすべてが1つずつ出てきた。

P₁₄₋₃ うん、しかもそのとき、余りは3,2,6,4,5,1の順だった。だから、分子が2とか3になっても余りの出てくる順番は同じだ。

『そういうことだね。では、今日の授業の最後とし次の分数を小数になおすとどうなるかな。』

$\frac{10}{7}$	$\frac{173}{55}$	$\frac{16}{37}$
----------------	------------------	-----------------

P₁₅ $\frac{10}{7} = 1.42857\dot{1}$ $\frac{173}{55} = 3.14\dot{5}$

$\frac{16}{37} = 0.43\dot{2}$

※この段階でチャイムが鳴ってしまい、授業参観だった関係で、ここで本時のまとめを簡単に済ませてしまった。

• P₁₂₋₁の反応は予想しておらず、困惑してしまい、この反応を生かすことができなかった

• どうやって説明したらよいかわからない様子だったので、再度左のような発問をした。

• OHPで提示

2次方程式（中学校第3学年）

太田 伸也

（東京学芸大学附属大泉中学校）

1 指導目標

2次方程式の解を、数値代入による繰り返し計算によって捜すことを、2次方程式の導入として扱ってみたい。そのような授業における生徒の様子から、次のような点について考えてみたい。

因数定理を用いて高次方程式を解くときには、 $f(a)=0$ となる a を捜していく。このこと意識しないまでも、問題解決への一つの態度として、数値をあてはめて解を捜していくということを、位置づけてもよいのではないか。

最初から代数的解法（解の公式等）に導いていくよりも、2次方程式の解を求めたいという実感を、より強く持てるのではないか。


数値代人による繰り返し計算において電卓を使うことによって、面倒な計算を楽に行うことができる。複雑な計算の手間を省くことがこのような活動を可能にするという点で、電卓を有効に利用できる場面の一つとなりうるのではないか。

なお、この学年は、1年生のとき以来、授業で電卓を使ったことはない。3年の1学期、平方根の値を求めるときに、たまたま電卓を持っていた生徒にキーを押させた程度である。生徒がどの程度電卓を使えるかはわからないが、今回は電卓の使い方には一切触れず、全員に1つずつ渡しておいてあとの使い方は、生徒に任せることにする。

2 授業の展開

学習指導案

	指導内容	学習活動	留意点等
導	課題場面をつくる	「今日は、電卓を使ってよいことにしておこう。」 3年生がつくっているイモ畑の話や教室の大きさなどから面積の話に入る。 縦9m、横7mの大きさの土地がある。これを図のように左下隅	電卓を配布

入		<p>から同じ長さのところにロープを張って区切り、斜線の部分を花壇（畑）にしたい。</p>  <p>①33 m²の場合 ②35.5m²の場合 ③37 m²の場合</p>	<p>ここでは、①、②、③は示さない。</p>
展 開	<p>課題をとらえさせながら電卓を使ってみる。</p> <p>課題①を考えさせる。（解が整数の場合）</p>	<p>I 4.5mのところにロープを張ると、畑の面積はどうか。 $4.5^2 + (9 - 4.5)(7 - 4.5) = 31.5 \text{ (m}^2\text{)}$</p> <p>II 「面積を33m²にするには、どの位置にロープを張ったらよいか。」 （予想される反応：以下*印）</p> <ul style="list-style-type: none"> • 適当に数値を決めて I と同様の計算を繰り返す。 • 方程式にもちこむ。 $x \text{ m}$のところにロープを張るとする。 $x^2 + (9 - x)(7 - x) = 33$ $2x^2 - 16x + 63 = 33$ $2x^2 - 16x + 30 = 0$ $x^2 - 8x + 15 = 0$ <p>いずれかの式に数値を代入して調べていく。</p> <p>「答えは3m(5m)だけか。」 答えを確認し、$x = 3, 5$を代入して計算させる。 「数値を代入して答えを捜すとき、どの式を使うか。又、何か</p>	<p>状況によっては、メモリキー(M+, M-)の使い方に触れてもよい。</p> <p>計算の結果を記録するように注意する。</p> <p>机間巡視</p> <p>5分～10分したところで、何人かの生徒に発表させる。</p>

課題②を考えさせる。
（解が小数の場合）

課題③を考えさせる。
（解が無理数の場合）

工夫ができるか。」

$$* \cdot x(x-8) = -15$$

に代入する。

$$\cdot x = 8 - 15/x$$

に代入する。

$$\cdot (x-3)(x-5) = 0$$

として考える。

等の工夫が考えられる。

Ⅲ「面積を 35.5m^2 にするには、
どの位置にロープを張ったら
よいか。」

$$x^2 + (9-x)(7-x) = 35.5$$

$$2x^2 - 16x + 63 = 35.5$$

$$2x^2 - 16x + 27.5 = 0$$

$$x^2 - 8x + 13.75 = 0$$

$$2.5\text{m}, 5.5\text{m}$$

答えの確認（電卓を使い、
代入計算）

$$x^2 + (9-x)(7-x) =$$

$$2x^2 - 16x + 27.5 =$$

$$2x(x-8) =$$

Ⅳ「面積を 37m^2 にするには、
どの位置にロープを張たら
よいか。」

$$x^2 + (9-x)(7-x) = 37$$

$$2x^2 - 16x + 63 = 37$$

$$2x^2 - 16x + 26 = 0$$

$$x^2 - 8x + 13 = 0$$

$$\text{約}2.3\text{m}、\text{約}5.7\text{m}$$

$$(4 \pm \sqrt{3}\text{m})$$

$$2.3^2 - 8 \times 2.3 + 13 = -0.11$$

$$2.2^2 - 8 \times 2.2 + 13 = 0.24$$

$$2.27^2 - 8 \times 2.27 + 13 = -0.0071$$

どの式を用いてどの
ように求めるかは、
生徒にまかせる。
答えは全員で確認
する。

現実の問題を考えた
時、必要以上に細かい
数値は無意味であ
る。

		$2.26^2 - 8 \times 2.26 + 13 = 0.0276$ $5.7^2 - 8 \times 5.7 + 13 = -0.11$ $5.73^2 - 8 \times 5.73 + 13 = -0.0071$ $x = 2.3, 5.7$ の時、 $2.3^2 + (9 - 2.3)(7 - 2.3)$ $= 36.78 \text{ m}^2$ $5.7^2 + (9 - 5.7)(7 - 5.7)$ $= 36.78 \text{ m}^2$ V (発展) 「面積が一番小さく なってしまうのはロープをど こに張ったときか。」 Ⅲ、Ⅳでの考察から、 $x = 4$ に気づく生徒もいる であろう。($x = 4$ の両側 で対称になっている。)	Vは、生徒から出てきた時に扱う。
ま と め	2次方程式とその 解の意味	「2次方程式を成り立たせるよ うな文字の値を、その方程式 の解という。」 「2次方程式に数値を代入し、 それを成り立たせる値を見つ けることができれば、それが 解である。」	

3 授業記録

授業は、3年3組と3年1組の2学級で行った。以下に学級別に記録をあげる。

(1) 3年3組 (指導案のⅢまでの範囲を扱った)

生徒の反応から

展開Ⅱ

反応A 左隅の正方形の部分の大きさを1から順に2、3と増やしていき、そのときの面積を計算した。「面積が整数になるのはこのように整数の長さで区切った場合であると見当をつけた。」と言う。(1名)

$$1 \times 1 + 6 \times 8 = 49$$

$$2 \times 2 + 5 \times 7 = 39$$

$$3 \times 3 + 4 \times 6 = 33$$

$$4 \times 4 + 3 \times 5 = 31$$

$$5 \times 5 + 2 \times 4 = 33$$

$$6 \times 6 + 1 \times 3 = 39$$

反応B 図に対する考察(4.5のときとの比較)から、5mという解だけを見つけている。

反応C $x^2 + (9-x)(7-x) = 33$

$$2x^2 - 16x + 30 = 0$$

$$x^2 - 8x + 15 = 0$$

このあと、因数分解によって解いてしまっている生徒が多数。(印象では7割くらいか。)一方、方程式に持ち込んだものの、そのあとどうしてよいかわからずにいる生徒も、わずかにいた。また、 $x^2 - 8x = -15$ に数値を代入して調べ、 $x = 5$ だけを見つけている生徒もいた。

AおよびCの式だけを発表させた。Cについては、この式を成り立たせるxの値を何とか工夫して見つければよいということだけに触れ、すでに見つけてある生徒に聞いて、実際に、 $x = 3, 5$ を代入して確認するに止どめた。ここでは、電卓を利用している生徒もいるが、手計算ですませている生徒の方が多い。

展開Ⅲ

反応A IIと同様にして見つける。(1名: IIのときと同じ生徒)

反応C まず、方程式を作っていた。

$$x^2 + (9-x)(7-x) = 35.5$$

$$2x^2 - 16x + 27.5 = 0$$

$$x^2 - 8x + 13.75 = 0$$

この後の処理の仕方には、次のようなものがあった。

C1 $x^2 - 8x = -13.75$ の左辺に数値を代入していく。

7通りの計算を行い、なんとか見つけた様子。

C2 $2x^2 - 16x + 27.5 = 0$ に代入しようとする。

電卓の使い方がわからず、机間巡視中の教師に聞いてきた。

$x = 2.5$ のとき、 2.5×2 (ここで「5」と表示される) $\times 5$ とやっていた。[($2x$)²を計算したことになる。]

C3 $x^2 - 8x + 13.75 = 0$

$$(x - 2.5)(x - 5.5) = 0$$

$$C4 \quad 4x^2 - 32x + 55 = 0$$

$$(2x - 5)(2x - 11) = 0$$

全体の場合では、方程式に数値を代入しながら計算し、成り立たせる値をさがせばよいということを経うに止どめた。

(2) 3年1組

3年3組の展開Ⅱ、Ⅲにおける反応が、数値を代入して解を捜していくという活動にいきにくかったことから、1組では、指導案の展開Ⅱ、Ⅲをとばして、ⅠからⅣに入ることにした。

展開Ⅳ

ほとんどの生徒が方程式を立てるが、一方で、手のつかない生徒もいる。

(2割くらいか)

方程式をたてたあと、解の公式で解いてしまう生徒と、そこでゆきづまる生徒とに分かれる。だれも、電卓を使おうとはしなかった。

$$\text{生徒W} \quad x^2 + (9 - x)(7 - x) = 37$$

$$2x^2 - 16x + 63 = 37$$

$$x^2 - 8x = -13$$

ここで考えている。

生徒Ⅰ 解の公式で、 $x = 4 \pm \sqrt{3}$ を求め、 $\sqrt{3}$ の値を電卓で求めようとしていた。

10分くらいあとで、生徒Wに、上の式を発表させた。

教師「この式を成り立たせる x が捜せばいいはずだ。 x^2 がなければ解けるが、いま、われわれは、このような方程式の解き方を知らない。しかし、この式に数をあてはめていって、何とか捜すことはできるのではないか。」
ここで、生徒は一斉に電卓を使い始めた。すでに解の公式を知っている生徒も多く、そこから逆に数値を決めている生徒もいるようである。

$x^2 - 8x$ の値

$$x = 5.7 \quad -13.11$$

$$5.73 \quad -13.0071$$

$$2.2 \quad -12.76$$

$$2.27 \quad -13.0071$$

教師「5.73 のとき、面積は」

生徒「36.9858」

この時間は、上のようにして、かなり近い数値まで見つけることができることを確認して終わった。

4 考察、感想

(1) 数値をあてはめて解を捜すことを2次方程式の導入とすることについて

1) このように、なんとかして解を見つけようとする“試行錯誤的繰り返し計算”＝「エンジニア的方法」(島田茂先生)をふだんの授業ではとりいれていない。したがって、この授業で、黙っていても生徒がそのような活動に入ることは難しかった。

2次方程式の解法をすでに知っている生徒が多かったことも、影響しているかもしれない。両クラスとも(特に3組では)、試行錯誤に入ろうとしていた生徒も何人かいた。しかし、それが“解いて”いる生徒に妨げられた感じもする。先に因数分解による解法や解の公式による解法を知っていて、それで解を求めてしまっている生徒が多数いたという状況の中では、その試行錯誤の必要性は感じられなかったであろう。

2) 多少強引に、解を捜す活動に導いたが、ふだんからこのような活動に慣れさせておき、また、電卓を利用することに慣れていれば、自然と試行錯誤を始めたかもしれない。今まで、あまりに“きれいな”数学の方法を扱うことに慣れすぎていたという感じを強く持った。

3) このような導入のあと、最終的な目標を「数学者的方法」(代数的に解くこと)に収束させていくようなカリキュラムを組むのでは意味がないであろう。数学教育観を改め、「エンジニア的方法」を積極的に取り入れていく。積極的に試行錯誤をする人間像を描いていかななくてはならないと感じた。

(2) 電卓の利用について

1) 生徒は、小数×小数の計算に電卓を使うと楽であるという程度の感覚で電卓を使っているようだ。それでもよいが、今回の授業でも、メモリキーの使い方くらいまでは扱っておいた方が、計算に対して積極的になり、数値を代入して捜すという活動にも入りやすかったかもしれない。現に、電卓の使い方がわからなかった生徒がいたことを考えても、電卓の扱いに慣れておくことは必要であろう。初めて電卓を使うという生徒にとっては、この授業のような使い方に少し無理があったかもしれない。(ただし、電卓を使うためだけの授業にしてしまうことには疑問がある。)

2) 島田先生に指摘されたことであるが、電卓を使って繰り返し計算を行うときの

工夫を考えさせるべきであった。たとえば、 x に数値を代入して、 x^2-8x の値を求めていくときに、 $x(x-8)$ と変形しておくとう卓の使い方が楽になる。つまり、『式は、使う目的に応じて形が決まってくる。』

落体の運動を考える（中学校第3学年）

太田 伸也

（東京学芸大学附属大泉中学校）

1 指導目標

落体の運動を考察しながら、放物線に親しんでいくということを第一の目標にして、3年の「関数」の授業を組み立ててみた。したがって、一般的に行われているような、2乗に比例する関数として $y = ax^2$ をとらえ、そのグラフが放物線になることを見ていくという展開とは異なったものになっている。

2年のときに、「速さを考えよう。」というテーマで、1次関数を扱った。そのときは、電車の速さを実際に調べたり、ダイヤグラムを調べたりしながら、瞬間の速さと平均の速さについて考えた。また、平均の速さで考えること、すなわち変化の割合が一定であるとして考えてしまうことの有効性についても考察してきた。実際には一定ではない速さ（変化の割合）を一定と考えても有効となりうる場面から1次関数につなげ、1次関数の最大の特徴である、「変化の割合が一定であること」をとらえさせようとしたものである。

今回の授業は、その延長上で、物体を投げ上げたときの運動を考察していこうというものである。多少の工夫はあるにしても、最終的には $y = at - 1/2gt^2$ という式を頭から与えざるをえないという無理はあるが、無理を押ししても、身近な現象そのものを扱い、中学生なりに理解していくという点で、考える価値があるのではないだろうか。（これ以外にも2乗に比例する現象はあるが、どうしても不自然な場面を考えているという対象が残る。）ここでの考察を通じて、放物線に親しみ、 ax^2 という項がどのような変化を与えているかがつかめればよいと考えた。

2 電卓の利用

2年のときには、電卓は使わなかった。電車の速さを調べるために、実際のダイヤグラムや駅間距離を使い、また、駅から駅までにかかった時間を測定したりしたために、計算が複雑になり、面倒な数値計算が考える障害になったこともあった。今回は、数値計算を繰り返す場面では、積極的に電卓を使っていくことにした。2次方程式の導入でも、電卓を使っているので、電卓を使うことにそれほど抵抗はないだろうと考えた。

3 授業記録

細部について多少の違いはあるが、導入から3時間分の授業記録を紹介したい。

日時 昭和63年11月中旬(3時間分)

対象 東京学芸大学附属大泉中学校 3年生4クラス

3年1組 38名(男子19名 女子19名)

2組 37名(男子18名 女子19名)

3組 38名(男子19名 女子19名)

4組 38名(男子19名 女子19名)

指導者 太田伸也

授業の概略

第一次(教室) ・重力(万有引力)についての話
・運動を表す式 $y = at - 5t^2$ についての解説
・軽く投げ上げたボールの初速度を求め、その運動の様子をグラフに表す。

第二次(グラウンド) ・ボールをカー杯真上に投げ上げたときの初速度を知るために、ボールが落ちてくるまでに何秒かかったかを測定する。

(教室) ・グラウンドで得たデータをもとに、ボールを投げ上げたときの初速度を求め、ボールの運動をグラフに表す。

第三次(教室) ・ボールの速さについての考察

以下の記録では、Tは教師、Pは生徒を表す。

第一次

準備 硬式テニスボール 電卓(全員分) ストップウォッチ3個

T ボールを取り出す。

「このボールを投げ上げると、どうなるかは知っているよね。」

P 笑い「落ちてくる。」

T「なぜ落ちてくるんだろう？」 P・・・?「引力!」

T「そうだ。このボールを、地球が引っ張っている。」

質量をもつ2つの物体の間には引っ張り合う力がはたらくことがわかっている。だから、このボールを、僕が引っ張っているし、ここの皆も引っ張っている。ところが、この力は、2つの物体の質量が大きいほど大きい。地球に比べると、我々の質量はあまりにも小さくてゴミみたいなものだから、地球の引力に比べると、無視できるほどなんだ。実は、太陽も、月も、このボールを引っ張っている。太陽の質量は大きいけど、距離が遠い。この力は、距離が大きいほど小さくなる。地球とこのボールの距離に比べると、この距離はあまりに遠くて、やはり、引っ張る力は無視できるほどなんだ。」

「だから、このようにボールを手から離れたとたんに、このボールにはたらく力は、地球の引力だけとなる。」

「もしも、地球の引力がはたらいでない空間があったとしよう。そこで、ボールから手を離すとどうなると思う？」

P「そのまま。」

T「そうだ。テレビなんかで見たことがあるかもしれないね。」

「それでは、もしもその空間で、このボールを秒速5mの速さで投げ上げたら、どうなるだろう？」

T「1秒後は？」 P「5m」

T「2秒後は？」 P「10m」

T「3秒後は？」 P「15m」

T「そう。どこからも力がはたらかないから、永遠に同じ速さで上がり続ける。」

ちょっと話がそれるけど、この速さは、ボールを投げるスピードとしては、速いほうか？ 野球部の人？」

P 計算する。「遅い。」

T「そうか。時速に直すと？」

P「18km」

T「そうだね。プロ野球のピッチャーだとどのくらい？」

P「150km」

T「君はどのくらいで投げられるの？」

P「100kmをこえるくらい」

T「測ったことがあるの？」

P うなずく。

T「中学生で100kmをこえるというのは結構速いね。18kmは随分遅い。」

「とにかく、引力がなければ、この速さで維持されていくわけだ。」

板書 ボールを投げ上げてから t 秒後

最初の位置からの高さを y m

「このとき、どんな式で表されるかという？」

P「 $y=5t$ 」

T「ところが、実際には、地球が引っ張っている。だから落ちてくるのだが、その影響はやっぱり式で表すことができる。なぜそうなるかということは、今はこれ以上話せないが、

$$y=5t-4.9t^2 \text{ (板書)}$$

となることがわかっている。この4.9という数は、たいへん重要な数で、実は $g/2$ ($g=9.8$)なのだが、また聞くことがあるだろう。」

T「これから、この式に関して、実験をしてみよう。ただし、もう一つ、現実にはこの式のとおりにはいかない要素がある。何だと思う？」

P「空気！」

T「そう。空気の抵抗がある。その証拠に、風を感じることもあるだろう。このへんには、空気の分子が飛んでいて、たとえば台風の時なんかに傘をさしていると、その分子がたくさんぶつかる。だから、すごい力でとばされそうになるんだ。ボールも、空気の抵抗を受けるが、それほど考えなくてすむ場合が多い。これが、風船なんかだったりすると、その影響は大きいよね。今、このボールの場合は、この式が成り立つとしてみよう。」

「また、4.9という数は扱いにくいから、5とすることにしよう。」

$$y = \underbrace{a}_{\text{初速度}} t - 5 t^2$$

「これから、このボールを投げ上げてから、もとの高さに落ちてくるまでの時間を測ってもらおう。そうすると、ボールが手を離れた瞬間の速さ（初速度）がわかる。どうしたらよいか？」

「とにかく測ってみるよ。」

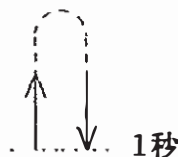
3人にストップウォッチを渡す。

T ボールを投げ上げ、手で取るまでの時間を測る。2回繰り返す。

P 「1.06秒」「1.05秒」「0.96秒」

T 「だいたい1秒と考えてよいかな。」

板書(図)



「それでは、このことから、初速度を推定できるか、考えてみよ。」

約3分 1/3～半数程度の生徒はできている。

T 「投げ上げてから1秒後yの値はいくつか？」 P 「？」 P 「0」

T 「そう、1秒後にもとの高さにもどってくるということは、 $t=1$ のとき $y=0$ だと言うことを示しているんだね。」

$$0 = a - 5$$

$$5 = a$$

初速度は5m/秒、つまりさっき、例に出した数だ。確かに、そんなに速くないね。」

$$y = 5t - 5t^2$$

T 「さて、この式がボールの運動を表しているわけだが、この場合、最高の高さはどのくらいになるのだろう。上がり方と落ち方は同じだろうか。それとも、たとえば、上がるときはゆっくりで、落ちてくる時は速いのだろうか？」

P 「????」

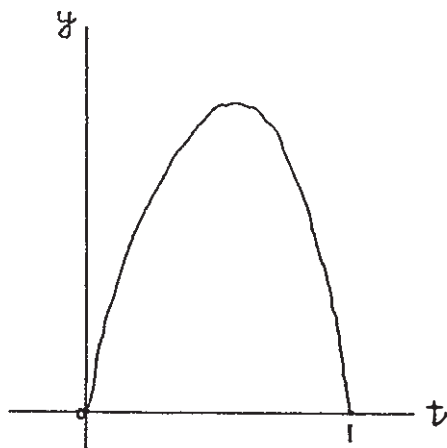
T 「そのことを、グラフにして調べてみよう。」

電卓を1台ずつ 方眼紙を1枚ずつ配布

残り15～20分

T 「まず、0.1秒ずつの間隔で計算してみよう。」

t	$y = 5t - 5t^2$
0	0
0.1	0.45
0.2	0.80
0.3	1.05
0.4	1.20
0.5	1.25
0.6	1.20
0.7	1.05
0.8	0.80
0.9	0.45
1.0	0



(机間巡視中の観察)

*生徒の電卓の使い方について

・ $5 \times 0.1 - 5 \times 0.1 \times 0.1$ の通りにキーを押す生徒が何人かいた。たとえば2組では、気がついただけで5人の生徒がそうであった。

P「おかしいな。結果があわない？」

P「先生、メモリーの使い方、教えて。」

P「こういう機械は苦手だ！」(筆算でやる。)

電卓の使用をあきらめてしまう生徒もいたので、2クラス目からは、ここで、電卓の使い方について指導した。

($5 \times 0.1 - 5 \times 0.1 \times 0.1$ の通りにキーをおしてみる。そのあとで、メモリーの使い方を教え、メモリーを使って計算してみる。)

1度指導すると、さかんに電卓を使うようになった。

*計算しながら「あれ？ 下がって(もどって、小さくなって)きちゃうぞ？ あっ、そうか。いいんだ。」とつぶやく生徒が何人もいた。計算の結果、増加から減少に移っていくことに対して、実際のボールの動きを重ねてみることで、納得できるようである。

*グラフが放物線になることについて、生徒は自然に理解していたようにみえた。プロットした点を直線でつないでしまうという生徒も、ほとんど出なかった。

T「一番高くなるのとき、何mまで上がっているか。」

P「1.25m」

T「だいたい、あっているだろう。それは、何秒後かというと？」

P「0.5」「ちょうど真ん中」

第二次

校庭に集合

硬式テニスボール、ストップウォッチ3個

T「きょうは、ボールを思い切り真上に投げ上げたときの、初速度を求めてみよう。このあいだ教室でやったようにすれば、何秒後に落ちてきたかを測れば、初速度も、どのくらい高く上がったかも推定できるわけだ。」

測定係を3人選ぶ。

ボール投げに挑戦する者を募る。

T「それでは測ってみよう。時間を測る人は、ボールを投げ上げた瞬間から、地面に落ちた瞬間までを測ってもらおう。本当は、手を離れた位置が基準になるが、測りにくいから、地面でいいことにしておく。」

T「それから、見ている人は、だいたいどのくらいの高さまで上がったかも見ておいてほしいんだが、目やすとして、この屋上は、どのくらいだと思う？」

P「20m」「15m」「そんなにあるかなあ？」

T「だいたい、1フロアが何m？」

P「3m」

T「そうだ。だから、だいたい10m、あの見えるあたりが、11mくらいと考えていい。これを目安にして、ボールがどのくらいまで上がったかも見ておいてほしい。」

各クラス3~5人くらい 1人2回ずつ

<DATA例>

	生徒A	生徒S	生徒H
①	4.70 4.70 4.79 4.68	5.12 5.16 5.01 4.92	4.88 4.76 4.73 4.81
②	4.82 4.85 4.76	5.06 5.17 5.15 5.04	5.01 5.16 5.04 5.11
	生徒Y	生徒M	C先生
①	3.93 3.82 3.85	4.49 4.57 4.59 4.66	5.30 5.24 5.20 5.19
②		4.66 4.71 4.68 4.64	4.95 4.91 4.96

これを教室に持ち帰る。(電卓配布)

T「だいたい4秒から、5秒くらいだね。さすがにC先生の記録を抜く者はいなかったけど、けっこういいせんいった人もいた。」

T「たとえば、C先生とか、()の記録をとって、ちょうど5秒で地面に落ちてきたとしよう。初速度はどのくらいだろうか。」

各自 計算

$$y = ax - 5x^2$$
$$0 = 5a - 5 \times 5^2$$
$$a = 25$$

T「時速になおすと？」

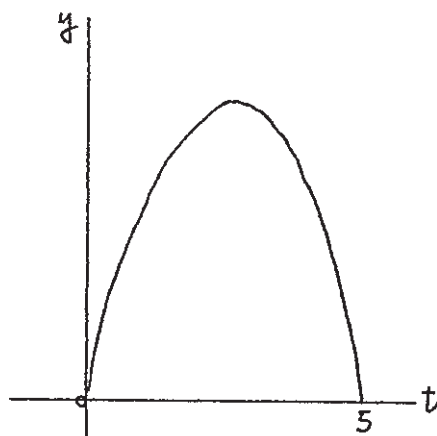
P「90km」

T「そうだ。真上に投げ上げるというのは、投げにくいから、普通に投げると、もっといい数値がでるんだろうね。」

T「さて、式がわかったところで、このボールの動きを、グラフにかいてみよう。」

各自 グラフをかく

t	$y=25t-5t^2$
0	0
0.5	11.25
1.0	20
1.5	26.25
2.0	30
2.5	31.25
3.0	30
3.5	26.25
4.0	20
4.5	11.25
5.0	0



T「こんなに上がるんだね。実際、どうだった？ 屋上よりも？」

P「高かった。」「空気の抵抗がある。」等々

いろいろな感想をいいあって（グラフをかきながら）終わる。

第3次 変化の割合への注目

前回の授業の表とグラフを持ち出す。電卓配布

T「こんなグラフになったけれど、このボールの速さは、どうなっていますか？」

P「・・・」

T「速さは一定ですか？」

P「一定じゃない。」「だんだん遅くなる。」

T「落ちるときは？」

P「だんだん速くなる。」

T「去年の、ちょうど今頃だったかな。電車の速さを調べたよね。電車の速さも、決して一定じゃなかった。はしり始めは遅いし、止まるときも、だんだんおそくなる。時々刻々変化しているのだが、これを一定とを考えてしまっても、すれちがう時刻や場所を予想するには、けっこう有効だった。平均の速さなんていう言い方をしてきたね。こんどは、ちょっとちがうけれど、やはり、ある時間を区切って、平均の速さを考えてみることにしよう。」

時間	平均の速さ
0~1	20m/秒
1~2	10
2~3	0*
3~4	-10
4~5	-20

* 2~3の平均の速さを求めることについて、とまどう生徒が多い。

P「?」「2.5」(1.25を2倍したもの)「0」

T「平均の速さが0というのは、この区間でボールが動いていないのかということ?」

P 首を横に振る

T「そう、上がって行って、また落ちてくるんだね。これは、この区間の最初の時刻と、終わりの時刻で、ボールが、同じ高さにあったということを表しているのであって、動いていないというわけではないんだね。」

P「関数 $y=25t-5t^2$ の変化の割合を調べる。」

t

- | | |
|---------------|---------|
| (1) 0.5 ~ 1.5 | 15 |
| (2) 0.5 ~ 2.5 | 10 |
| (3) 2 ~ 2.5 | 2.5 |
| (4) 0 ~ 0.1 | 24.5 |
| (5) 4.9 ~ 5.0 | 24.5 ** |
| (6) 0 ~ 0.01 | 24.95 |

時間がある者は、0~0.001などを調べる。(24.995)

**P「何だ。同じじゃないか。」

(計算しながら、0~0.1の平均の速さと、4.9~5.0の平均の速さが等しいことに気づく。)

T「0~0.001というように、どんどん小さな区間をとっていくと、どうなると思う?」

(電卓で打っていく生徒いた。)

P「...」「25だ!」

T 瞬間の速さについて簡単に触れて終わりにする。

*第四次ではあらためて2乗の項に着目し、 $y=x^2$ をとりあげた

4 考察と感想

<「落体の運動」をテーマとしたことについて>

関数の授業であるとか、2次関数を教えるとかいう気持ちでなく、ボールの運動を調べるということを第一に考えた。理科の授業（というほど厳密ではないが）をするようなつもりでこの題材を扱ったが、次のような点が良かったと思う。

- ・放物線に対するイメージをつくることができた。
- ・平均の速さ、瞬間の速さについての理解を深めることができた。（変化の割合についての理解につながる。）

<電卓の使用について>

・二次方程式の導入で電卓を使ったことがあったので、授業では自然に使っていくことができた。ただし、電卓の使い方についての知識は驚くほど少ないことがわかった。（式の通りにキーをうっていき生徒がけっこう多いこと等）。一方、 $5t - 5t^2$ の計算に限ってであっても、メモリーキーの使い方を教えることで、電卓の便利さを感じる生徒が増え、どんどん使うようになっていった。（数日たった次の時間でも同様に使えた。）

・面倒な計算を電卓で処理することで、このような素材を扱うことが可能になったと言える。（ほとんどの生徒が参加できた。）

16才プラス試験における電卓
討議記録

イギリス数学会

訳 長崎 栄三
(国立教育研究所)

まえがき

多くの中等学校の教師は、子どもたちが電卓を利用しているということや、1988年までには全試験委員会が試験で電卓を使うのを許可するであろうということ、受け入れるようになってきている。

しかしながら、子どもたちが中等学校の第3年度に達するまでは、すなわち、楽に計算をするために対数を指導する伝統的な時期までは、電卓を使うべきではなく、電卓は対数の代用としてだけ使うことができる、というような感じが未だにいくらか残っている。

この討議記録は、イギリス数学会の教育研究委員会が指名した小委員会のメンバーが、数学会のために作成した。この討議記録によって、電卓に関する論点を浮かび上げさせ、中等学校の数学科カリキュラムの中で電卓によって内容の理解を深めることができるような領域をいくらかでも示せれば、幸いである。

子どもたちに幾何の作図道具を持たせたいのと同様に、電卓を持たせたいと考えるのは当然なことであると、委員会は信じている。子どもたちが中等学校に入学した日から、電卓を持ち利用することを奨励するべきである。多くの子どもたちは、中等学校に入学する以前に初等学校で電卓を利用していたであろうということ覚えておくべきである。

小委員会のメンバー

マーガレット イーストウッド (委員長)
ジョージ ブジュイック ほか7名

目 次

- 序
- 1 電卓で何ができるか
- 2 計算器具としての電卓
 - 実際のなデータ
 - 成長と自然崩壊
- 3 非常に大きな数と非常に小さな数と標準形
- 4 精度、誤差、数を丸めること、見積り
- 5 表示部の解釈
- 6 分数、小数、百分率の地位
- 7 電卓の能率的な利用
- 8 試験での計算の採点の仕方
- 9 問題解決とモデル作成
- 10 試行錯誤を利用した問題解決の仕方
- 11 反復過程
- 12 流れ図とアルゴリズム
- 13 グラフと電卓
- 14 方程式を解くための「拡大」グラフ
- 15 傾きと面積
- 16 三角法
- 17 代数の恒等式と公式
- 18 数列と極限
- 19 数学的な探求－パターンを探したり一般化するとき、
事例を作り出すために電卓を利用すること
- 20 統計
- 21 筆算、暗算の地位
- 22 電卓と試験問題
- 23 電卓とマイクロコンピュータ
- 24 文献

序

今や安価な電卓を手に入れることができるようになった。そこで、電卓は、数学科カリキュラムの基本的な道具の一つとしてみなされるべきである。過去数年間にわたり、教師は教授学習場面で電卓を利用するように奨励されている。一般中等教育証明書の数学科の全国基準には、「電卓の能率的な利用」ということが含まれている。英国視学官 I シリーズの『カリキュラム問題』の中にある『5才から16才への数学』という小冊子では、生徒が「適切な場面で電卓を利用すること」を奨励するような方針が学校には必要であり、この学校方針の中では「電卓を利用して最大限の利益を得るために必要な手順についての明確な指針」を与えるべきであると、述べられている。

コッククロフト報告書『数学の重要性』においては、「2つの基本的な問題を考慮する必要があるということ」に言及している。「第1のことは、教室の数学指導を援助し改善するために、電卓やマイクロコンピュータが利用できる方法に関連している。第2のことは、電卓やマイクロコンピュータが利用できることによって、指導内容や数学の教授要目の中のいろいろな内容の相対的な重要さを、どの程度変えるべきかに関連している。」

中等学校のカリキュラムは試験要目の内容から非常に強い影響を受けていることは、よく知られている。電卓に関するどのようなカリキュラム開発も、これらの要目の中で明らかにしなければならない。

ここにあげてある考えによって、活発な議論が交わされ、電卓についての学校方針を決定する前に、数学教師がこの考えに内在する意味を汲みとってくれるならば、幸いである。そしてまた、この記録が、電卓の数学科カリキュラムへの影響を考えるうえで、試験官や、教授要目や16オプラス試験を作る他の関係者に役立てば、幸いである。

ここにあげてある例題は、このままの形で試験問題になるとは考えてはいない。

1 電卓で何ができるか

- * 計算を早く、正確（小数で）に行い、メモリに数を記憶させられる。
- * 自信が得られる。
- * 実的なデータを使う機会が得られる。
- * 計算よりもむしろ問題の数学的な側面に注意を集めるのに役立つ。

- * 数学がやりやすくなる。単なる計算道具ではなく、教授学習教具となる。
- * 問題解決技能や探求をもっと考慮することができる。
- * 数学的思考をする時間がずっと多くなる。

2 計算器具としての電卓

計算尺や対数表は、今では、計算器具としては、電卓に取って代わられている。
実際的なデータの問題を、作ることができる。この中には、新聞・雑誌・テレビなどに現れるデータを利用した問題や、適切なデータを選択するということを実体化するような問題を含めることができるであろう。

ここでは、数学を伝える能力ということに注意を集めるべきである。計算がやさしくできるようにするために、人為的な数を使うのはもはや必要ではない。

問題2.1 28.7 kgの金の延べ棒には、純金25.7 kg、銀2.1 kgと、そして、不純物が少し含まれている。この金は95000ポンド、銀は160ポンドの値打ちがある。

データについて気が付いたことを、3つ書け。その際どのような計算をするのかも示せ。(SMP, 1983)

問題2.2 荷台の形は、直方体だとしたとき、この貨物車の積載量を計算せよ。答は、立方フィートで、小数第2位まで求めよ。答について気が付いたことを書け。(サン、1984年10月10日) (図省略)

問題2.3 アンは、毛糸編み機でセーターを作ろうと思っている。試しに正方形を編んでみたら、10cm編むのに38回編むことが必要であった。47cmの幅のセーターを編むのには、何回編む必要があるか。

10cm編んだら、毛糸の列の数は32である。セーターの背中を作るには、176列編む。それは、どれくらいの長さになるか。

問題2.4 地方の水泳プールを管理している人が、鐘を鳴らして警告していた。というのは、ろくでなしが、また、水の中にガラスのかけらを投げ込んだからだ。そこで、どのくらいの水を無駄に流し、入れ直し、温めたかを気付かせるために議会で手紙を書こうとしていた。それを測ったら、176立方ヤードであったが、それをガロンに直したかった。利用できる唯一の情報、日記の中にある。(図省略)

問題2.5 ジョーンズ家の、1984年-1985年のガスメーターを読んだら、次のようであった。

1984年 8月 1日	8542	
1984年11月 1日	8667	第 1期(3月)
1985年 2月 1日	9054	第 2期(3月)
1985年 5月 1日	9381	第 3期(3月)
1985年 8月 1日		第 4期(3月)

基本料金は、1期で9.90ポンドである。1サーム当たりの料金は、
 1985年2月1日までは、35.2ペニー
 1985年2月1日以後は、37.0ペニー

- 3期それぞれでは何サーム使ったか。
- 3期それぞれのジョーンズ家の料金を計算せよ。
- ジョーンズ家の第4期の料金は41.27ポンドであった。何サームを使っ
たか。
- ジョーンズ家の1年間のガス代の合計料金はどのくらいか。この数
を使って、もし、毎月25ポンド払っていたなら、さらにどのくらい
払わねばならないかを計算せよ。

問題2.6 スーパーマーケットで、びんに入った麦芽飲料を売っていた。それには次のように書かれていた。

びん1	びん2
400g	1.36kg 3 lb
84p	£2.67

客のために、びんに単価(kg当たりペニーで)を書きたい。これらの
単価を、最も近いペニーで計算せよ。びん2をどのくらい値上げすると、
もう安い買い物ではなくなるか。

びん2の情報を使って、びん1の量を、最も近いオンスで計算せよ。

(11b=16オンス) 《図省略》

問題2.7 図は、裏打ち用紙の実物大で、箱に200枚入って売っている。

- 裏打ち用紙1枚の面積が計算できるようにするために、適当な長
さを測って、その結果を書け。
- 面積を計算して記録せよ。
- 次のように紙から200枚の用紙を切り取ったとしたら、紙のどれくら
いが無駄にしたことになるか。
- 次のように違うやり方で並べたら、どうなるか調べよ。

《図省略》

問題2.8 豆2缶と桃1缶を合わせた値段はどのくらいか。1ポンド硬貨では、おつりはどのくらいになるか。 (図省略)

成長と自然崩壊

これは、今日では、実際的な割合を使うことができる、非常に重要で興味ある話題である。

問題2.9 1976年1月に500ポンドを投資した。利率は年利9%であった。利率はその後毎年、1977年12%、1978年11%、1979年14%、1980年16%と変わった。

a. 次の表を完成せよ。

年	年度当初の投資額	利率	年度末の元利合計
1976	£500	9%	
1977		12%	
1978		11%	
1979		14%	
1980		16%	

b. 1980年の終わりには、利息はどのくらいたまっているか。(利息を得るために、毎年全額そのまま口座に残しているとせよ。)

問題2.10 7年間で「あなたのお金を2倍に」と言っている銀行に100ポンドを投資した。年利は10%で、毎年末には利息を元金に加えていき、さらにそれから利息が生まれる。実際の元利合計は、銀行が言っている額にどのくらい足りないかを、最も近いペニーで、計算せよ。(SMP、1984)

この問題は、次のようにもっと実際的にすることができるであろう。

問題2.11 年利7.9%と宣伝している銀行に100ポンドを投資した。毎年末には利息を元金に加えていき、さらにその新しい元利から利息が生まれる。年利が変わらないとしたら、元利合計が200ポンドを越えるには何年経過しなければならないか。そのときには、それは200ポンドをどれくらい越えているか。

問題2.12 12%の複利で1ポンドを投資したなら、最初に100ポンドを越えるのは何年後か。

3 非常に大きな数と非常に小さな数と標準形

我々が生活している世界では、非常に大きな数や非常に小さな数を使うことが多い。たとえば、宇宙旅行やマイクロテクノロジーにおいてである。そのような話題に興味を持つ生徒がいるであろう。そして、この種のデータを使うためには、標準形が必要になるであろう。このことは、標準形が生徒により関連したものになるであろうということの意味し、また、非常に大きな数や非常に小さな数を電卓に入れることや、そのような数になる計算をした後で表示部を読んだり解釈したりすることを強調しなければならないということ、意味している。

4 精度、誤差、数を丸めること、見積り

生徒が電卓を使うときには見積りはもっと重要になり、したがって、「初めに答を見積り、その後でキーを押す」ことを強調すべきであるということを考えている人たちがいる。計算の結果をその同じ計算を再度することで調べるというのはあまりにも時間的に近すぎ、むしろ、違った方法を使う方がよいと、我々は信じる。しかしながら、最後の答がどのくらい妥当であるか、それが最初の問題にどのように関係しているかということを見るのは常に大切である。

問題4.1 この部屋の奥からドアまでを巻尺で計ったら、8mあることがわかった（最短距離で）。秒単位にしか記録できない簡単なストップウォッチで計ったら、この距離を歩くのに6秒かかった。

- a. これらの記録から、歩く平均の速度は時速何 kmかを、計算せよ。
- b. 測定器具の精度を考えに入れて、平均速度の幅（時速何 km）を計算せよ。

5 表示部の解釈

表示部に表された数を解釈することや、実際的な答を求めるということもまた、強調すべきである。

問題5.1 勘定を合計するために電卓を使ったら、表示は、ポンドで、

9.8

となった。10ポンド紙幣を出すと、おつりはどのくらいになるか。

問題によっては、表示部の解釈が必要になることもある。このような例が、さらにいくつかある。

13. 999999

4. -04

電卓は、必ずしも正しい答を出すとは限らない。このことは、電卓自身の誤差によることが多い。また、測定データには、誤差が含まれており、したがって、切り捨てたり、最も近い数やメートルなどに丸めたりすることを強調すべきである。

6 分数、小数、百分率の地位

ほとんどの電卓では、小数しか扱えないので、電卓に分数や百分率を入れることを強調しなければならないであろう。生徒が、分数や百分率を小数で表現することにもっと親しむのは、全く可能である。

分数の計算はどうなるのか。生徒は「簡単な」分数を取り扱うことが必要であろうか。我々は、生徒の数学教育の非常に早い時期に分数を取り扱うことは、コッククロフト報告書に照らして、今や見直すべきであると信ずる。しかしながら、このことがカリキュラムとその後の学習にどのような影響を与えるかを考えることが大切である。

もはや、次のような問題を正当化することはできない。

$$(1 \frac{5}{12}) \div (3 \frac{1}{5} + 1 \frac{1}{3})$$

$$(2 \frac{2}{9} \times 1 \frac{1}{5}) + (1 \frac{5}{6})$$

問題6.1 $12 \frac{3}{4}$ の利率のとき、1500ポンドの利息はどのくらいになるか。（答は、分数のままにしておくか。）

分数のキーがある電卓についてはどうであろうか。これによって、試験はどのような影響を受けるであろうか。

7 電卓の能率的な利用

一般中等教育証明書の基準では、電卓の能率的な利用について触れている。このことは何を意味するのか。基準に関係した学年が、疑いなく、この質問に答えることになるであろう。しかし、子どもたちが能率的に電卓を利用することを、どのようにして促すことができるのだろうか。我々は、子どもたちは正確に電卓を使うべきだと信じる。子どもたちは、自分の電卓で使われている論理を知らねばならないし、いろいろな計算を行うのに必要なキーの順序を知らねばならない。メモリ、定数計算の仕方、その他の利用できるキーを使うように促すべきである。数を入れる

ときはいつでも、誤差がでる可能性があることや、電卓をクリアーして再び最初に戻って始めるよりもむしろ、可能ならば途中の結果を電卓に入れたままにしておくことを、強調すべきである。

キーの順序図を作ることから使い始めるとよい（しかし、これは、電卓が違ったり使われている論理によって、異なることもあろう。）与えられた計算に対して、異なるアプローチや違うキーを使うことについて、話し合うのは興味があろう。

問題7.1 次の計算のするときの、キーの順序を書け。

$$\text{a. } \frac{4}{2 \times 3} \quad \text{b. } \frac{4}{2+3}$$

問題7.2 1、M+、MR、+、-、×、÷、=だけを使って、次の数列の連続する項の見付けかたを示す流れ図を作れ。

a. フィボナッチ数列：1、1、2、3、...

b. 1^3 、 2^3 、 3^3 、...

c. (+1)、(-3)、(+5)、(-7)、...

問題7.3 151を12で割ったときの余りを見付けよ。

問題7.4 州は、次の資金で事業を行う。

百万ポンド

政府補助金 154

事業収入 23 1/2

残金 4 1/2

地方税 64

(注：メモリや定数計算を使っていますか。)

これらの数を表すために、円グラフを書かねばならない。政府の補助金の扇形の角度を計算し、上のデータを示す円グラフを書け。

問題7.5 電卓の3のキーを使わないで、どうやって1、2、3、... 49を作り出すかを示せ。

生徒は、電卓を使う方がよい時や、暗算の方が早くできる時についても、気付くべきである。

問題7.6 1枚7.99ポンドのシャツを3枚買ったときの値段はいくらか。

〔図省略〕

少しは複雑ではあるが、電卓の利用を教えるのに必要な時間は、対数、計算尺、筆算よりもずっと少ない。

8 試験での計算の採点の仕方

伝統的に、数学の試験の得点は、解法（解法得点）と正答（正答得点）に対して与えられている。たとえば、「 $13\text{cm} \times 17\text{cm}$ のタイル140枚でおおうことができる面積はどのくらいか。」という問題を考えてみよう。典型的な得点の与え方では、長方形の面積は縦かける横で得られるということを知っていることに対して1解法得点を、13と17の積として221を得たことに対して1正答得点を与えるであろう。それから、第2の解法得点は、この面積をタイルの数とかけなければならないということが分かったことに対して与えるであろうし、第2の正答得点は、この計算の結果として 30940cm^2 を得たことに対して与えるであろう。

計算に利用できる電卓があれば、正答に与える得点がかかり減ると思うかもしれない。したがって、確かに、上の例では解法1解法1正答1のほうが、解法1正答1解法1正答1よりもよいであろう。計算の正答を得るために電卓が利用できるということに対して得点を与えるべきなのは明らかであるが、しかし、一般には、これは、筆算でしたり対数表や計算尺を使ってするよりも、学習の中で少しの割合しか占めないであろう。

電卓があると、試験官は、部分的に正しい答に対して得点を与えるのが難しくなりそうだ。というのは、書くことが少なくなりそうだからである。たとえば、上の13かける17という乗法の筆算の問題をやってみて誤答（たとえば、121）になってしまっても、第1の解法得点の証拠が得られるであろう。再び、「1枚のタイルの面積は121で、そこで、140枚のタイルの面積 $=121$ かける $140=16940$ 」は確実に第2の解法得点を得て、もし「最後までやりきったこと」が認められるならば、第2の正答得点を得るであろう。しかし、もし、電卓を計算のために使うなら、傾向としては、単に「全体の面積 $=30940$ 」と書くだけになってしまうであろう。なぜなら、計算は非常に早く行われるからだ。この場合には、1つの数値を間違えて押してしまった受験者は、全得点を失ってしまいそうだ。したがって、答をどうやって出したかを十分に考え、それを再度行うことによってその計算を調べ、最後の答が実際的かどうかを見るように、生徒を促すことがずっと重要になる。また、受験者に自分がしたことを示すために過程を十分に書くことを促すように、質問文を作ることが重要になる。

したがって、強調すべきことは、その問題ではどんな計算が必要か、どの位の精度が必要かを知ることであるが、しかし、実際の電卓の計算は、利用者の側に誤りがないようにすべきである。

9 問題解決とモデル作成

どんな計算を使うのかを知ることは、モデル作成の考えになる。モデル作成は、基本的には、次の3段階からなる。

a. 問題を同定し、分離し、そして、もし必要なら単純化する。不適切なデータを除外し、適切なデータを選択したり手に入れたりして、そして、それについて何をすべきかを決定する。すなわち、どの数が必要か、それらの精度はどの位であるべきか、どの計算が適切であるかを決定する。

b. 計算をする。

c. 答を解釈し、評価する。そして、多分、ここで、さらに新しい問題ができる。電卓を利用することによって、強調するところが、(b)の段階から、(a)、(c)の段階に移る。

以前述べたように、生徒は、どんな順序でどのキーを押すかや、表示部の読み方を知らねばならない。

問題 9.1 1枚の紙の4すみから、等しい正方形を切り取り、折り畳むと、ふたの付いていない箱を作ることができる。

20cm×20cmの1枚の正方形の紙から、適当な正方形を切り取って、できた箱の辺の長さや体積を求めよ。

正方形の1辺に対して体積Vを考え、その結果をグラフに表せ。

作ることができる最大の体積はどれくらいか。 (図省略)

10 試行錯誤法を利用した問題解決の仕方

方程式を解くための伝統的な代数的方法を、試行錯誤法で置き換えてもよいであろう。たとえば、立方根を見付けるもっとも能率的な方法は、試行錯誤かもしれない。

問題10.1 100の立方根を見付けよ。

最初の見積 4

見積 = x	x^3	大きすぎる	小さすぎる
4	64		V
5	125	V	
4.5	91.125		V
4.75	107.172	V	

4.65 100.545 V

4.64 99.897 V

問題10.2 お母さんは38才で、8才の娘が1人いる。お母さんの年が、娘の年の3倍になるのは何年後か。

問題10.3 $x^2 - 5x + 3 = 0$ の1つの解を、小数第3位まで求めよ。

もう1つの解は、いくつか。

$x^3 - 5x + 3 = 0$ の解を求めよ。

11 反復過程

反復法で方程式を解こうとするときには、数列を作り出す繰り返しの過程を使う。その数列は徐々に解に近付くと思われている。普通は、このときには、解こうとしている方程式を、

$$x = f(x)$$

の形に置くことが含まれている。

問題11.1 $x^2 = 5 - x$ を解くには、 $x = \sqrt{5 - x}$ と書き直す。 x の勝手な値、たとえば、 $x = 0$ から始め、それを、 $f(x) = \sqrt{5 - x}$ に代入して値を求める。この場合、2.23606...となり、さらに、この新しい x の値を使って、

$f(2.23606) = 1.66250$ を計算し、さらに、この過程を続ける。その結果を表に表すと、次の通りである。

0、2.23606、1.66250、1.82688、1.78132、1.79406、1.79051、
1.79150、1.79122、1.79130、1.79128

問題11.2 a. $f(x) = x^3 - 3.1x + 1.3$ とせよ。 $f(0)$ 、 $f(1)$ を考えることによって、 $x^3 - 3.1x + 1.3 = 0$ の1つの解は $x = 0$ と $x = 1$ の間にあることを示し、有効数字1桁でこの解の値を見積もれ。この値を x_0 とする。

b. $x^3 - 3.1x + 1.3 = 0$ は、

$x = \frac{x^3 + 1.3}{3.1}$ と書くことができることを示せ。

3.1

c. 初期値 x_0 と、関係、

$$x_{n+1} = \frac{x_n^3 + 1.3}{3.1} \text{ を使って、 } x_1, x_2, x_3, \dots \text{ を求めよ。}$$

3.1

そして、これから、

$$x^3 - 3.1x + 1.3 = 0$$

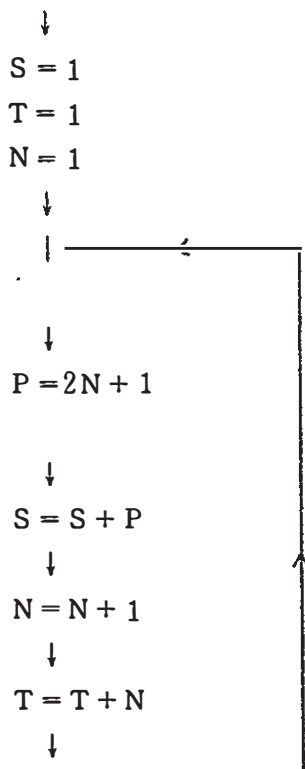
の解を小数第5位まで求めよ。(注: 係数は、0でない整数でなくてもよい)

問題11.3 $x = 2\sin x$ を解け。

12 流れ図とアルゴリズム

反復過程を表す方法の1つは、流れ図である。流れ図は電卓以前に学校代数に導入されたが、しかし、それは現在ではさらに重要になっている。次のようないろいろな種類の流れ図がある。(i) キーの列(前にすでに述べた)、(ii) アルゴリズム(使っている機械とは無関係)、(iii) 非形式的な流れ図。

問題12.1 開始

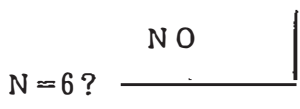


a.

N S T P

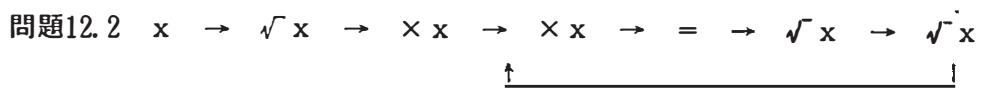
流れ図を使って、表を完成せよ。

b. 記憶 S、T で得られる数を述べよ。



↓ YES

停止



上の図によって、 x の立方根の近似値を求めることができる。 x のほかの値で確かめよ。

次のものを求めるには、ループを何回繰り返す必要があるか。

- a. 正しい近似
- b. 良い近似

5 乗根を求めるために、上と同じ3つのキーを使って、類似のパターンを見付けることができるか。

(注：MRキーを使って流れ図を書いてみよ。)

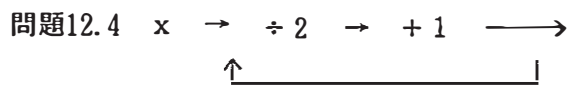
問題12.3 次のアルゴリズムを調べよ。

```

      INPUT  X
      Y ← 1
      → PRINT Y
      - Y ← √√(XY)
  
```

$^5\sqrt{X}$ を得るために、このアルゴリズムを適用せよ。

(注：“ $A \leftarrow B$ ”とは、 A に B の値を入れるということを意味する。)



x に勝手な値を入れ、ループを10回続けよ。

$x < 2$ なら、どうなるか。

これらの考えから、極限(18節参照)に関する話し合いが生まれよう。

13 グラフと電卓

過去には、我々は、生徒に $y = x^3 + 2x^2 + 3x + 7$ のような関数のグラフを書くように求め、しかも、次のような表の一部を与えてそれらを完成させることが多かった。

x	--4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4
x^3									
$2x^2$									
$3x$									
7									
y									

これは、電卓があると、問題に取り組むもっとも能率的な方法ではなくなるであろう。入れ子乗法を使って関数を書き直すと、もっと簡単になるであろう。つまり、 $y = [(x+2)x+3]x+7$ となる。そして、ここでもまた、メモリの使用を促すべきだ。メモリを使った可能なキーの列は、次の通りである。

$x \rightarrow M \rightarrow +2 \rightarrow = \rightarrow \times MR \rightarrow = \rightarrow +3 \rightarrow = \rightarrow \times MR \rightarrow = \rightarrow +7 \rightarrow =$
 または、括弧を使うと、

$x \rightarrow M \rightarrow (\rightarrow MR \rightarrow (\rightarrow MR \rightarrow +2 \rightarrow) \rightarrow +3 \rightarrow) \rightarrow +7 \rightarrow =$
 両者とも、最初の形を使うよりもずっとやさしい。

(注意: 上のキーの列は、各自の電卓の条件に合うように修正しなければならないであろう。)

問題13.1 $f(x) = \frac{1}{1+x}$ 、 $g(x) = 1 + \frac{1}{x}$ とすると、 $f(g(x))$ の最も簡単な形は、何か。

電卓を利用することによって、この種の問題への答が変わることになる。「最も簡単な形」とは何を意味するのか。

問題13.2 $f(x) = [(2x+3)x+4]x-2$ を、 ax^3+bx^2+cx+d の形で書け。また、 $g(x) = 4x^3-2x^2-3x+2$ を、 $[(px+q)x+r]x+s$ の形で書け。

1.4 方程式を解くための「拡大」グラフ

(『電卓と代数』、1981、数学会、から引用した)

方程式の解へのグラフ的アプローチを何年間も教えてきたが、しかし、それを十分に利用するのは困難であった。なぜなら、点をとるときに、最も単純な値のほか、値を計算するのが煩わしかったからである。

問題14.1 $x^2 = 5 - x$ の正の解を見付けよ。 $x = 0, 1, 2, 3$ について、 $y = x^2$ 、 $y = 5 - x$ の点を取るのとはそんなに時間はかからない。

《図1省略》

たとえおおざっぱな図でも、これらのグラフが $x=1.7$ 、 $x=1.9$ の間で交わるということを納得がいくように示せる。グラフのこの部分を「拡大すること」によって、もっと正確な答を得ることができる。これは身近にある電卓でたやすくできる。

	曲線	直線
x	x^2	$5-x$
1.7	2.89	3.3
1.8	3.24	3.2
1.9	3.61	3.1

《図2省略》

これらの点を取っていくと、驚いたことに、すでにこの縮尺上では曲線はほとんど直線に見えるということがわかる。事実、2つの弦の間の角は約 179° である。交点はちょうど $x=1.79$ であるということを見て、この部分を再度拡大することにする。

	曲線	直線
x	x^2	$5-x$
1.790	3.2041	3.201
1.792	3.211264	3.208

《図3省略》

図から、解は1.7913に近いとわかる。

x	曲線	直線
1.7913	3.20875569	3.208741

計算では、この辺では曲線は直線の上にある。そこで、

x	曲線	直線
1.79125	3.208576563	3.20875

とすると、直線が曲線の上になる。

この点を取らなくても、今すでに、解は有効数字5桁で1.7913だということがわかる。

このアプローチは非常に広く適用でき、回りくどくなく、しかも、何が起きているかということが理解しやすい。

15 傾きと面積

多くの教授要目には、正式な微積分は含まれないであろうが、しかし、傾きや面

積に結び付いた、素地となる学習はたやすく電卓ですることができる。

問題15.1 x の値を -2 から $+4$ として、関数 $f : x \rightarrow x(x-2)$ のグラフを、 x を 0.5 おきに (つまり、すべてで 13 個の点) 取って書け。

その曲線が x 軸を通る点を A 、 B 、変曲点を T とせよ。

点 T 、 B における接線の傾きはどのくらいか。

弦 TB の傾きはどのくらいか。

$x = 2$ 、 $x = 2.1$ の間のグラフを拡大せよ。

弦 BC の傾きを計算せよ。 (図省略)

このことを、次の区間で繰り返せ。 $x = 2$ 、 $x = 2.01$ の間、 $x = 2$ 、 $x = 2.001$ の間。その結果について気がついたことを述べよ。

点 A における接線の傾きはどのくらいか。

同様なやり方で、点 $(3, 3)$ におけるグラフの傾きを求めよ。

$x = -1$ の点における傾きを求めよ。

これらの結果を使って、 g 、つまり、 $(x, f(x))$ の点における曲線の傾きを、 x で表すような公式を示せ。(関数 $f \rightarrow g$ を表にするか、そのグラフを書くべきである。) その公式を使って、点 $(2.35, 0.8225)$ における、その曲線の傾きを求めよ。

問題15.2 $x = 0$ から $x = 1$ の間で、 $y = x^2 + 1$ の曲線を書き、座標に、 $x = 0.1, 0.2, 0.3, \dots, 1.0$ で縦軸を書け。

$x = 0$ から $x = 1$ の間の曲線の下の大体の面積は、少なくとも次の 4 つのやり方で求めることができる。 (図1省略)

a. 曲線の下に長方形を 10 個書く、過小見積り。 (図2、3省略)

b. 曲線の上に長方形を 10 個書いて、過大見積り。 (図4、5省略)

c. 高さを $0.05, 0.15, 0.25$ における縦軸とした長方形を書く、中間縦軸法。 (図6省略)

d. 台形を 10 個書く、台形法。

(それぞれの台形の面積 $= 1/2 \times 0.1 \times (h_0 + h_1)$) (図7省略)

16 三角法

明らかに、電卓は、三角関数を表で調べる必要性に取って替わっている。三角形を書いて、辺を測って、適当な比を決め、そこで、相似三角形の相似比を決めることによって、三角関数を導入するのも、簡単になるであろう。

三角関数の表記法や、それと関数の表記法との関係を強調することになる。逆三角関数の考えを導入することができる。

17 代数の恒等式と公式

簡単な代数法則や恒等式を、電卓を利用して調べることができる。

問題17.1 次のことを示せ。

$$(a^2 + b^2) \neq a^2 + b^2$$

$$\sin 2x \neq 2\sin x$$

問題17.2 次のことが正しいかどうかを調べよ。

$$a(b + c) = ab + ac$$

$$[x^2 + x + 41 \text{ は素数である}]$$

$$[n^3 - n \text{ はいつでも3の倍数である}]$$

算数や代数の論理に電卓を利用することによって、乗除先行法則を導くことができる。そして、いつでも適用できる表記の仕方の必要性がよく理解できる。

$2+3 \times 4$ の結果は、20か14か。

流れ図やキー列図を使って、それを伝統的な表記法と関係づけるときには、混乱が生ずるであろう。

問題17.3 $x \rightarrow \times 2 \rightarrow \sin \rightarrow 2x \sin$ ではなく、 $\sin 2x$

一方、

$$x \rightarrow \times 2 \rightarrow +3 \rightarrow 2x+3$$

電卓と代数についてのもっと詳しい議論は、『電卓と代数』（1981、数学会）を参照せよ。

18 数列と極限

電卓は、多くの種類の数列を調べる道具となる。

問題18.1 フィボナッチ数列を1、3から始めよ。ただし、各項の1の位の数字だけを書け。（たとえば、18は、8と書く。）

この数列の初めの20項を得るまで、この手順を続けよ。

何がわかるか。

標準的なフィボナッチ数列で繰り返せ。同じパターンが出てくるか。

（注：標準的なフィボナッチ数列は、1、1で始まる。）

問題18.2 電卓の表示部に勝手な x を入れよ。

\sqrt{x} 、 $\sqrt{\sqrt{x}}$ 、 $\sqrt{\sqrt{\sqrt{x}}}$ を求めよ。

何がわかるか。

x が1より大きいか、小さいかは重要なことか。

明らかに、傾きに関する節（第15節）は、極限の考えによっている。

19 数学的な探求—パターンを探したり一般化するとき、
事例を作り出すために電卓を利用すること

パターンを探し、その結果を一般化することは、いつも、興味ある話題である。しかしながら、過去には、このことにほとんど時間を費やさなかった。というのは、教授要目は余りにも一杯であり、しかも、このことを試験しようとはしなかった、そこで、これは学期の活動の最後になりがちであった。うまくいけば、一般中等教育証明書試験などの新しい試験では、教授要目にこの内容が含まれるようである。とくに、我々は電卓によって事例を素早く作り出す手段が与えられるので。電卓によって、特別な事例を試す自信が得られ、答を素早く正確に得られ、生徒はつまらない計算を苦勞して行わないで、探求している問題に注意を集中することができる。

探求に含まれている主要な段階は、次の通りである。

* 特別な事例を見る

* 予測をする

* もっと多くの事例を予測を検証する

* 結果を証明する

問題19.1 2桁の数字を1つ取れ。（たとえば、23）

その数字の順序を逆にせよ。（32）

それらの2つの数を加えよ。

何がわかるか。

ほかの2桁の数字で確かめてみよ。さっきのきまりはまだ使えるか。

4桁の数字、6桁の数字、3桁の数字で繰り返してみよ。さっきのきまりはまだ使えるか。

問題19.2 5行目まで次のパターンを続けよ。

$$6 \times 7 =$$

$$66 \times 67 =$$

$$666 \times 667 =$$

何がわかるか。

次の数にも同じパターンが成り立つか。

a) 7×6 b) 3×4 c) 4×3

このパターンが成り立つ数の組をもっと見付けよ。

問題19.3 数、 $1225=35^2$ 、 $2209=47^2$ 、 $3969=63^2$ はすべて「平方数」の例である。

aabb の形の4桁の平方数をすべて見付けよ。(つまり、最初の2つの数字が等しく、あとの2つの数字が等しいような数。)

問題19.4 4つの連続する数を取り、それらを掛け合わせて、1を加えよ。その数の平方根を取れ。最後の答は整数か。

真ん中の2数を取り、それらを掛け合わせよ。これとまえの答を比較せよ。あと3回この過程を繰り返し、どのようなきまりがあるかを書け。

電卓そのものも、探求の道具となる。

問題19.5 もし、次のようなことになったら 57×63 をどのようにして計算する。

a. xキーがこわれた

b. 5キーがこわれた

c. 3キーがこわれた

問題19.6 電卓で、 \div キーを使わないで、 $816 \div 17$ の答を出せ。

探求についてのもっと多くの考えは、『数の探求』(1981、数学会)にある。

20 統計

ここでもまた、実際的なデータを使うことができる。30人の子どもたちの学級の平均身長を見付けるためだけとか、円グラフに資料を表現するために総計がちょうど360度に分けられるようにと考えて、数を決めなくてもよい。

ここでの問題は、電卓には統計的機能がある電卓があり、それは分類されたデータを扱うということである。我々は、これらのキーを使わないで、過去にしたように、データを表にして「原点」を使い部分和を示すことによって平均値を出すように生徒に言うのか、または、統計的機能を知っている生徒には、統計電卓(周囲に多くある)を買うように促すのか。確かに、統計で強調することは、データを賢明に解釈することであり、どのような計算も答が妥当であるかどうかで調べるべきである。

しかしながら、子どもたちがしたことを説明させて、平均値や標準偏差を見付ける実際の過程を調べる問題を課するということは、それでも可能である。

21 筆算、暗算の地位

電卓を利用すると生徒は考えなくなり、そして、どんな計算も暗算でまったくできなくなるのではないかと、多くの人々が心配している。そうではないということを一一般の人々に納得させるのは数学教師の義務であるが、しかし、これには、電卓を正しく教え、数学の理解を助けるために電卓を利用することが含まれている。子どもたちが遊んでいるうちに、位取りを理解し、数の意識を伸ばすような、電卓ゲームが多くある。

問題21.1 スペースインベーダー 1人または2人で行うゲーム

電卓に3桁の数字を入れよ。これらの数字は宇宙人である。

引き算で1度に1つを打ち落とせ。 (図省略)

例：初めの数 453

押すキー	表示
- 3 =	450
- 50 =	400
- 400 =	0

問題21.2 まとあて

電卓に勝手な数を置き、数字、 \cdot 、 \times 、 $=$ 、のキーだけを使って、100にせよ。

これは、2人で行うゲームである。 (図省略)

例：

ゲームをする人1：数を入れる 37

ゲームをする人2：掛け算でまとの100にしようとする $37 \times 3 = 111$

ゲームをする人1：この新しい数を使って100にもっと近付ける

$$111 \times 0.96 = 106.56$$

いつもは、何も理解せずに、答えを合わせるまでは答が正しいかどうかの考えも持たずに、何頁もの計算をやるのに、そのようなことに時間を費やすよりも、確かに、これらのゲームをしたほうが、子どもたち、とくに、あまりできのよくない子どもたちにとっては、ずっと楽しい。

数学を教えるということは、単に計算を教えるということだけではない。それに

は、数学的に考えたり、複雑な過程を理解したり、可能ならば、日常的な場面に関係づけたりする能力を指導することが含まれている。

日常的な処理で、複雑な乗法や除法をすることが必要なことは、まったくありそうにもない。ふつうは、暗算か、もし必要なら、筆算で見付けることができるような、近似的な答が必要なだけだ。計算を適用するような実生活の場面では、多くがこのような場合である。

問題21.3 「ブリストルに着く前に、ガソリンを入れるために停車する必要があるだろうか。そこまでは約160マイルぐらいだ。タンクには4から5ガロンのガソリンが入っているようだ。1ガロン当たり約45マイル進むと思う。」

ここで必要なのは見積りであり、安全限界についてのある種の思慮ある考えである。

複雑な乗法や除法を必ず扱わねばならない人は、疑いなく、電卓かコンピュータに向かうであろう。昔は、計算尺や対数表を利用していたが。

乗除の筆算は、ネイピア棒、エジプトやロシアの乗法と同じように授業で教えることができるが、しかし、生徒に、何頁ものそのような計算を何時間もやらせるべきではない。平方根を「筆算」で見付けるのと同じように、適切ではない。

生徒の暗算能力は、一般中等教育証明書試験の口頭試問で調べることができるであろう。

22 電卓と試験問題

試験問題のうちのあるものでは、電卓の利用を禁じるべきであろうか。我々はそうは思わない。電卓は、日常生活の中にあり、使われるべきなのだから、使用を禁じると問題場面は非常に人為的になる。試験に必要な技能は、電卓を利用する時期や方法を知ることである。

23 電卓とマイクロコンピュータ

この文書の中で述べた多くの活動は、マイクロコンピュータを利用することによって、さらに進めることができるであろう。次のような3段階を考慮すべきであるように思える。

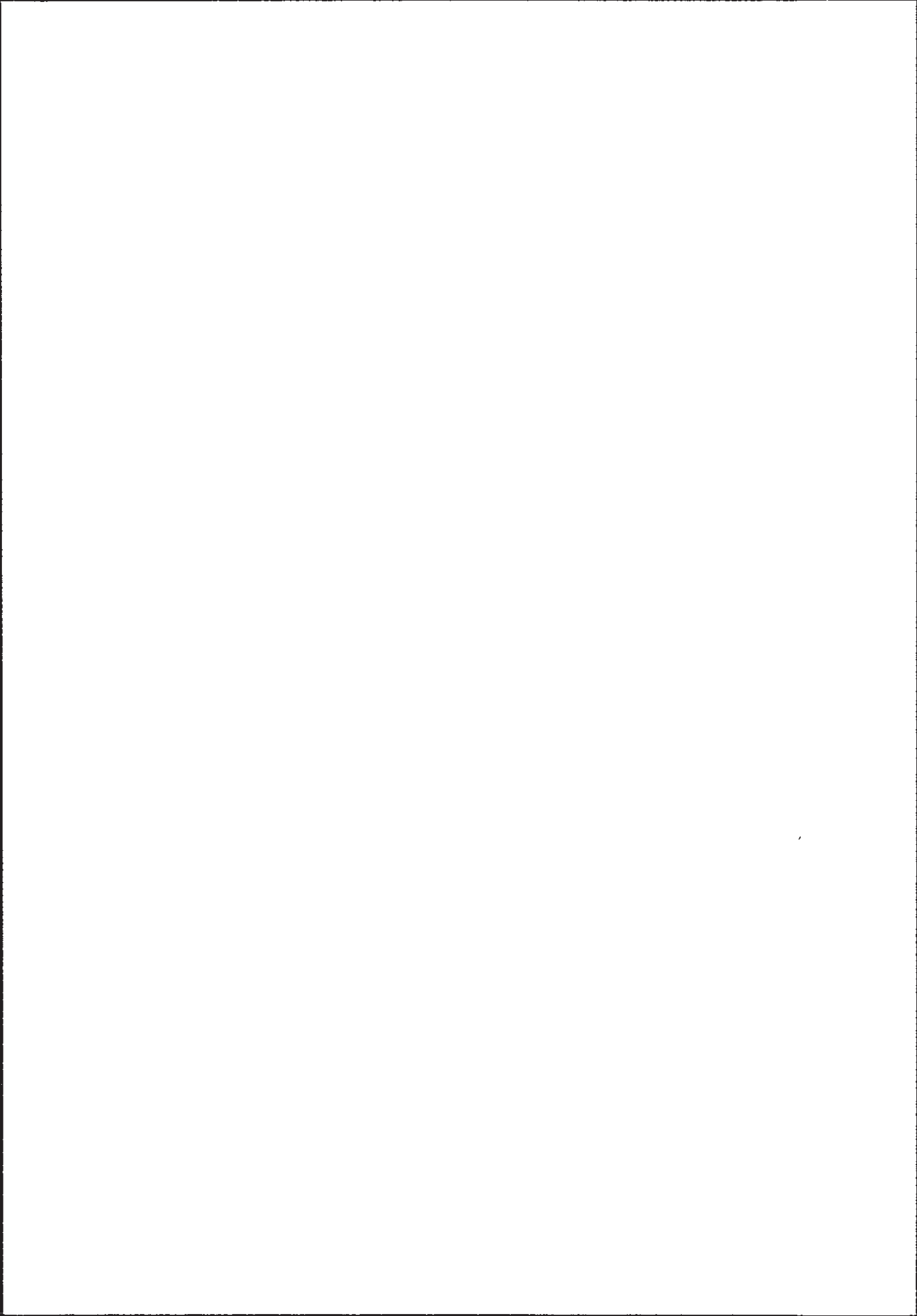
- 単純な事例を見るために筆算を使う

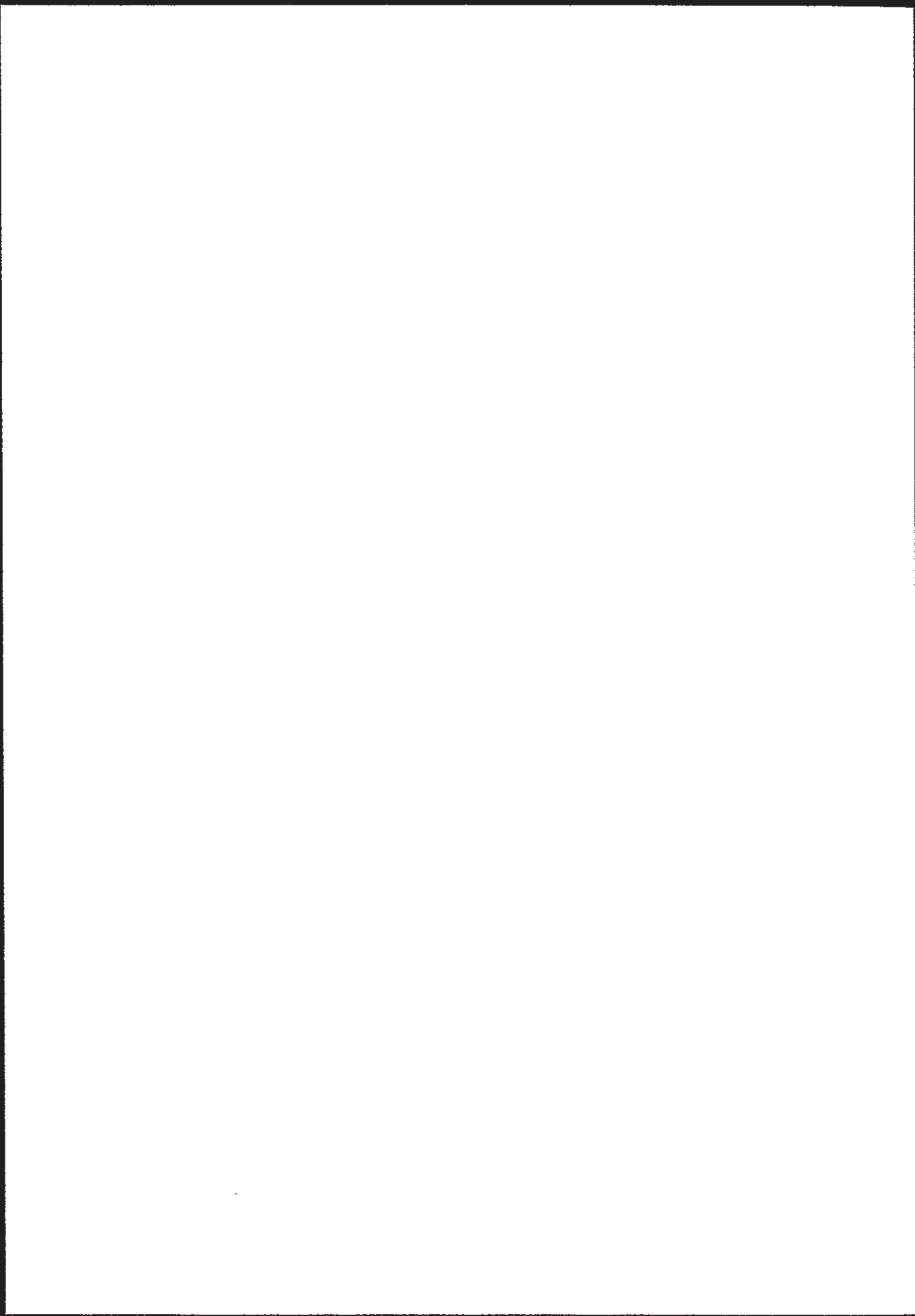
- ・もっと複雑な事例のために電卓を使う
- ・さらにその場面を探求するためにマイクロコンピュータを使う

プログラムの良い例は、『数学教室のための132の短いプログラム』（1985、数学会）を見よ。

24 文献

- HMSO "Mathematics Counts" 1982
- HMSO "Curriculum Matters: Mathematics from 5-16" 1985
- Mathematical Association "Algebra with Calculators" 1981
- Mathematical Association "Number Investigations" 1981
- Mathematical Association "132 Short Programs for the
Mathematics Classroom" 1981





教育に必要な電卓の機能・電卓導入のためのマニュアル

佐藤 敏博

(横浜市立あざみ野第二小学校)

1 教育に必要な電卓の機能

現在四則電卓(加減乗除・ルート・%・M・+/-キー付き)は、 5×10 cm位の大きさのもので500円~800円で売られている。

今年1月に横浜の飯島小(箭本直人先生)・あざみ野第二小の5年生66名を選んで電卓の有無を聞いたら、「家庭に電卓がある65名(98%)・自分の電卓を持っている20名(30%)」という結果がでた。

このことから、今ではほとんどの家庭には電卓があると考えてもよいだろう。

しかしたくさん種類の電卓があり、電源の方式・表示桁数・端数処理・キーの名称及び装備・本体及びキーの大きさにもいろいろな違いがある。

(1) 電源方式

①リチウム電池またはアルカリマンガン電池

②太陽電池(ソーラーバッテリー)

③Cパワーシステム(デュアルパワーとも呼ばれ、①と②の併用型)

の3つに分けられる。

しかし現在では②太陽電池式の電卓が5割を越えているものの③Cパワーシステムの電卓も増えており、これからは③の方式が増えていくように思われる。というのは、③Cパワーシステムが増えてきたことは、両者の長短(ソーラーは50ルクス以上でないと作動しない)を補うことの現れと考えられるからである。これは、望ましいことである。

(2) 表示桁数

① 8桁 ② 10桁 ③ 12桁以上

のどれかであるが、①の8桁表示ものが圧倒的(8~9割位)に多い。しかし、②10桁の電卓も種類こそ少ないが2,000円位で売られており、技術が進歩し値段が安くなればさらに(③12桁以上の電卓も)多くなるだろう。

但し小・中学校で12桁以上を必要とする場合があまりあるとは思われず、①8桁または②10桁で十分だと思う。

(3) 端数処理

① 切り捨て ② 切り上げ ③ 四捨五入 ④ 記憶式

の4種類が考えられるが、ほとんど全て①切り捨て型である。教育で使うにはこれで十分だが、①切り捨て型と③四捨五入型及び④端数も記憶している型の併用タイプが出来れば良いと思う。

(4) キーの名称及び装備

・名称は、英単語の略称であるが製作会社によっていろいろな使い方がある。

① C : Clear (クリア)

② AC: All Clear (オールクリア)

・ CA: Clear All (略)

③ CE: Clear Entry (クリア エントリ)

④ CE/C: (略) <1回押すとCE 2回押すとCになる>

⑤ M+: Memory (メモリプラス)

・ M₊: (略) (メモリプラスイコール)

⑥ M-: Memory (メモリマイナス)

・ M₋: (略) (略)

⑦ MC: Memory Clear (メモリクリア)

⑧ MR: Memory Recall (メモリリコール)

・ M_R: (略) (略) <1回押すとMR 2回押すとMCになる>

⑨+/-: Change of sign (サインチェンジ)

⑩% : Percent (パーセント)

⑪ $\sqrt{\quad}$: Root (ルート)

その他に ⑫+ ⑬- ⑭ \times ⑮ \div ⑯= ⑰ \cdot ⑱ON ⑲OFF などがある。

同じキーの名称や記号を用いていながら、作った会社によって意味が違うものがある。これは、業界内部で基準を作り統一すべきである。また日本語に訳したものでないのでキーの名称・記号から意味を理解することは、児童・生徒(特に小学生)にはかなり難しい。これ故に、1~3単位時間をかけて名称や意味・操作の指導を児童・生徒にすべきであると考える。

キーの装備についてであるが、小学校では最低

「①C ②AC ⑤M+ ⑧MR ⑫+ ⑬- ⑭ \times ⑮ \div ⑯= ⑰ \cdot 」
の10こがあれば十分である。

メモリキー(M+・M-・MR)については、

「35人にM+・MRキーについて指導した後、加減乗除の混じった問題(4つ)を解かせた。35人のうち30人(86%)がM+・MRキーを使い、23人は4問とも正解であった。使い方を忘れたのが5人いた。」

「また残り31人にM+・M-・MRキーについて指導した後、同じように加減乗除の混じった問題(4つ)を解かせた。31人のうち15人(48%)がM+・M-・MRキーを使い、7人は4問とも正解であった。使い方を忘れたのが12人いた。<*M-キーは、正負の数の考え方が入ってくるので児童には難しいようだった。>」

「あなたはこれからもメモリキーを使っていこうと思いますかと(66人に)尋ねたら、これからも使っていきたいが56人(85%)・使いたくないが7人(11%)・どちらでもないが3人(4%)いた。」

という結果から、(M+・MR)だけを指導したほうが良いと思う。

勿論、必ずメモリキーを使わなければならない理由はないので、児童の判断にまかせていいだろう。

また中学校では、ルートや正負の数の考え方を学習しているのでこれらの他に「⑥M - ⑨+/- ⑩ $\sqrt{\quad}$ 」の3つがあれば良い。

「⑩%」キーは、割り算の答えを機械的に直せばいいのだから必ずしも必要ではないと思う。但し、どんなキーが必要か否かについては、いろいろ考えて行かなければならないだろう。

(5) 本体の大きさ・キーの大きさ

一般的な電卓の大きさは5~7cm×10~12cm位であるが、この中に20こ位のキーと表示盤・太陽電池部がならぶため、小学生にはともかく中学生には小さすぎるようである。そこで「大きい電卓の方が使いやすい」かどうかを調べるために、2種類の大きさの電卓を購入し中学生(1~3年生)と小学生(5年生)に使ってもらい意見を聞いた。

①電卓の種類

- A. 「カシオ HS-8G 6.6×11.5cm (800円)」
B. 「シチズン SDC-830 10.2×16.2cm (2,000円)」

②調査結果(小学生66名のみ)

「大きい方34名(52%)・どちらも同じ10名(15%)・小さい方22名(33%)」という結果であった。中学生は、ほとんどが大きい方であった。小学生の答えた主な理由を見ると、

「(大きい方が使いやすい)

- ・キーが大きく押しやすく、キーも見やすい。・指が太いので大きい方。
- ・表示される数字も大きく見やすい。
- ・家の電卓と大きさが同じで、キーの場所も似ている。
- ・小さいと隣のキーを一緒に押ししてしまう。

(小さい方が使いやすい)

- ・キーがゴムで作られていて、押しやすい。・小さい方にだんだん慣れた。
- ・自分の持っているのと似ていて、使いやすい。・前に使ったことがある。
- ・自分の指にあった。 」

のようになっている。

この結果から、電卓は

「キーが押しやすく、見やすく、手や指の大きさにあっているもの」が良いと言えるだろう。小学生では、5年生とはいっても手・指の大きさに個人差があり、個に応じた大きさの電卓を使えば良いだろう。但し、5～6年を考えた場合には、大きい方を準備すべきだと思う。

2. 電卓導入のためのマニュアル

(1) 電卓が普及してきて、どなたも電卓を使った経験を持っていると思われる。しかし、電卓の名称・意味・操作などを聞かれて正しく答えられでしょうか。私もここで教えてもらうまで、知らなかったのです。何故かという、電卓には「簡単で、非常に分かりにくい」説明書が付いている(箱の裏や中に印刷しているものもある)だけだったからです。説明書を読んで覚えるのが基本ですが、やはり学校で使うのであれば指導しなければなりません。

そこで、児童に電卓の使い方を指導する時(した後)で使えるマニュアルを作りました。色画用紙に、表には使い方の注意や困った時のキーの操作の仕方・メモリキーの使い方、そして裏にはキーの名称と意味を印刷しました。

(資料：マニュアル参照)

(2) 5年生に指導及び調査した結果、マニュアルを渡すだけではだめで指導も大切なことがわかった。そこでこの結果をもとに、指導計画を考えてみた。

○電卓の導入の指導計画～(2+1時間*最後は評価の時間)

①電卓の使い方の説明及び電卓の練習1

・電卓使用上の注意、電卓・キーの名称や意味を知る。

*「+、-、×、÷、・、%キーについては良く知っているので、
AC・Cキーの違いを中心に」

・マニュアルと電卓を使って加減法・乗法・除法の練習をする

*除法は、余りが出ず切り捨てであることをおさえる。また答えが正しく出るかどうか不思議に思っている児童もいるので、答えの確認もする。

②電卓の練習2

- ・式の通りキーを押したのでは、正しい答えが求められないことがあることを知る。
 - *関数電卓との違いを説明する。
- ・メモリ(M+・MR)キー^の使い方を知る。
 - *加減乗除が混じった式では、便利なことを知らせる。ただこれの使用を強制しない。メモ書きの仕方も認める。

③評価

- ・キーの名称や意味を正しく理解したか。
- ・加減乗除の混じった計算をメモリキーなどを使いながら正しくできたか。
 - <*この時間は省いても良い>

(3)電卓の使い方指導及び調査の概要

次に5年生に行った調査の概要を簡単に述べる。

電卓の導入の指導はどうあったら良いか及びどんなマニュアルを作成したら良いかを考えるために、次の様なことを調べた。

- ①電卓が家庭にどのくらいあり、児童は自分の電卓を持っているか
- ②キーの名称及び意味をどのくらい知っているか
- ③電卓はどんな大きさが良いか、また一般的なものと少し大きい方とどちらが使いやすいか
- ④メモリキーの指導をどこまでやったら良いか、またどの程度児童は使いこなせるか
- ⑤電卓を使った計算力の調査(加減乗除及び混じった計算)
 - *加減乗除については、そろばんの4級の問題を使って調べた。
別紙資料参照のこと(結果については省略しました)。
- ⑥電卓の使い方指導に何時間位必要か

資料：マニュアル（表）

電卓の使い方（シチズンSDC-830用）

（注1）表示窓と太陽電池部の所には、キズを付けないようにしましょう。

（注2）キーは、必ず指で押しましょう。

①計算を始める前（最初も）には、

必ず **AC** を押します。

②表示窓に **E** が出た時は、

AC または **ON** を押して消します。

次のことが原因です。

・桁⁴数が、1 0 桁をこえた時

例. 86543×2013450
 $= \underline{\underline{E}} \quad 17.42500033$

・0で割ってしまった時

例. $123 \div 0 = \underline{\underline{E}} \quad 0$

③計算途中でキーを押し間違えた時は、

ON を押し、間違えた所からやり直します。

例. $54 \times 49 \div 13$ を計算するのに、
 $54 \times 49 \div 12$ のように13の代わりに
 12を押してしまった時

$54 \times 49 \div 12 \text{ ON } 13 =$ とします。

④メモリ（**M+**・**M-**・**ME**）キーを使って、計算を覚えさせることも出来ます。

例. $253 \times 14 + 36 \times 12$ の計算は、

$253 \times 14 \text{ M+ } 36 \times 12 + \text{ ME } =$ とします。

⑤パーセント（%）を求める時は、**%** キーを使います。

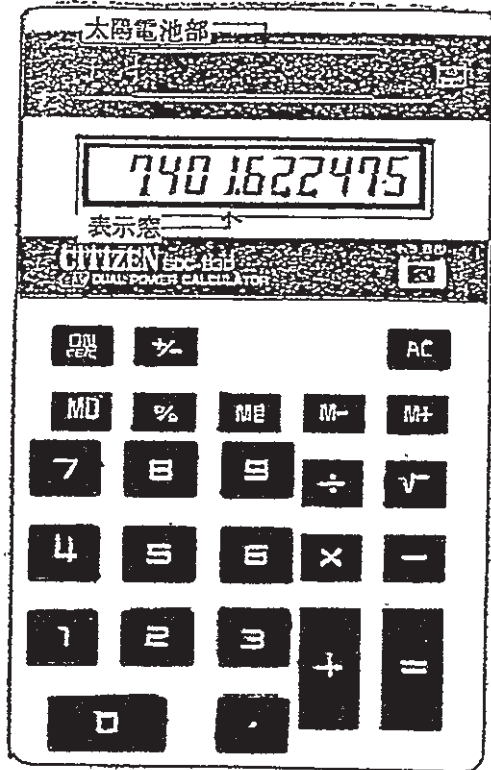
25は、135の何%? → $25 \div 135 \% = 18.51851$

⑥電卓の隠れた動きを上手に使います。

例. 7×7 の時 → $7 \times =$ とします。

$7 \times 7 \times 7 \times$ → $7 \times = =$ とします。

例. $49 \div 0.5$ の時 → $49 \div . 5 =$ とします。



資料：マニュアル（裏）

<キーの名前と意味>

- ① **+** (たす・たし算) ② **-** (ひく・ひき算)
- ③ **×** (かける・かけ算) ④ **÷** (わる・わり算)
- ⑤ **.** (小数点) ⑥ **%** (パーセント)
- ⑦ **+/-** (プラス・マイナス 数の正負(+/-)をかえる)
- ⑧ **√** (ルート)
- ⑨ **AC**・**CA** (オールクリア (クリアオール) 全てを消す)
- ⑩ **C**・**CE** (クリア (クリアエンター) 表示窓に出ている数を消す)
- ⑪ **M+** (メモリプラス 数を+としておぼえさせる)
- ⑫ **M-** (メモリマイナス 数を-としておぼえさせる)
- ⑬ **MR** (メモリリコール おぼえさせた数をよびもどす)

< 質問調査 >

1. あなたの家には、電卓がありますか。 (はい ・ いいえ)
2. あなたは、自分の電卓を持っていますか。 (はい ・ いいえ)
3. 次の電卓のキー (記号) の中で、意味がわかるものはその意味を書いて下さい。

①  () ②  ()

③  () ④  ()

⑤  () ⑥  ()

⑦  ()

⑧  ()

⑨  ·  ()

⑩  ·  ()

⑪  ()

⑫  ()

⑬  ·  ()

< 電卓の使い方の説明 >

* 先生から電卓を使うときの注意、キーの名前や意味を聞きます。

先生が電卓と説明書を配ってくれますので、これを見て下さい。

< 電卓の練習 1 ～乗法・除法・加減法 >

* 特に×、÷、+、-、.、=、AC、C キーについて練習します。

1. かけ算

(例) $1.32 \times 2.7 \longrightarrow 1.32 \times 2.7 = (3.564)$ とおします。

① $5.45 \times 4.26 =$

② $8.2 \times 0.34 =$

③ $0.94 \times 0.08 =$

④ $7.53 \times 0.92 =$

⑤ $859 \times 4091 =$

⑥ $1724 \times 260 =$

⑦ $6305 \times 912 =$

*これはどうですか。 $28654 \times 201340 =$

2. わり算

(例) $85.057 \div 20.3 \longrightarrow 85.057 \div 20.3 = (4.19)$ とおします。

① $0.36 \div 0.04 =$

② $2.16 \div 0.12 =$

③ $4.144 \div 0.074 =$

④ $2.788 \div 8.2 =$

⑤ $23217 \div 545 =$

⑥ $541444 \div 607 =$

⑦ $409326 \div 8026 =$

*これはどうですか。 $643 \div 163 =$

3. たし算・ひき算(見取算)

(例) $931 + 7658 - 3240 \longrightarrow 931 + 7658 - 3240$ とおします。

① $936 + 1382 + 857 + 46532 + 7058 =$

② $654 + 35096 - 8513 - 3240 + 917 =$

③ $12509 - 4913 + 615 - 7824 + 5373 =$

④ $5145 - 4226 + 920 + 1724 - 875 =$

*次のは、できますか。

⑤ 268

⑥ 384

⑦ 4670

⑧ 22846

1507

2809

1243

-3907

8752

-471

-4970

5092

<電卓の練習 2 ～加減乗除混合>

*特に、M+・M-・MR キーについて練習します。

電卓は、式の書いてある通りにおしたのでは、正しい答えが求められないことがあります。今まで学習した順序で、計算しましょう。

(例) $70 - 40 \div 5 =$ → (左から順におすと) 6 になります。

しかし、正しい答えは ① $40 \div 5 = 8$ で ② $70 - 8 = 62$ です。
+ こんな場合に、(M+・M-・MR) キーを使うと便利です。

問 1. これから次の問題を、M+・M-・MR キーを使って解いてみます。

先生の説明を聞いて、計算の順序を考えてからやってみましょう。

① $11 - (4 + 3) =$ → 4 3 1 1 (4)

または、→ 4 3 1 1

② $1 \times 2 + 8 \div 5 =$ → 4 2 8 5 (9.6)

③ $120 \div (3 \times 4) =$ → 3 4 1 2 0 (10)

④ $3 \times 8 - 10 \div 5 =$ → 3 8 1 0 5 (22)

* M+・(M-) キーは、数をおぼえさせるキーです。そして、MR キーはおぼえさせたのを表示窓によびもどすキーです。

問2. メモリ (M+・M-・MR) キーを使って、答えを求めましょう。

答えが求められたら、今度はメモリキーを使わないで答えを確かめて下さい。

$$\textcircled{1} 20.5 + 10.56 \div 1.2 =$$

$$\textcircled{2} 3.5 \times 7.5 + 6.9 \div 3 =$$

$$\textcircled{3} 7.26 \div 3.3 + 4.2 \times 6.3 =$$

$$\textcircled{4} 27.232 \div (7.4 \times 0.92) =$$

$$\textcircled{5} 5.5 - 3.5 \times 0.24 =$$

$$\textcircled{6} 13 \div 2.5 - 0.6 \times 3 =$$

〜 終わった子のための問題〜 *メモリキーを使って、求めてみましょう。

$$\textcircled{7} 21600 \div (72 \div 1.2) =$$

$$\textcircled{8} 8 \times 28 - 21.5 \div 5 =$$

$$\textcircled{9} 132.21 - (32.21 - 15.99) =$$

$$\textcircled{10} 4.129 - 0.339 \times 3.46 =$$

電卓の指導 (3/4時間)

氏名 ()

練習用です (10分位)

*「1」は、カンマです。(小数点では、ありません)

*「-」は、マイナスの付いた数です。

No.	1	2	3
1	37,140	695	852
2	8,653	1,834	53,409
3	(1,367)	45,208	9,153
4	*248, 506 全部計算です	8,910	38,074
5	68,215	256	456
6	9,372	-7,531	6,370
7	80,694	-684	149
8	4,380	-9,073	80,271
9	175	20,157	5,436
10	6,742	76,924	172
11	14,829	408	29,80
12	3,101	53,687	751
13	593	1,792	3,028
14	91,054	-314	2,987
15	782	-92,630	4,106
計			

※全部、切り切れます(整数),

No. 1	467,418 ÷ 93 =
2	364,140 ÷ 510 =
3	547,2 ÷ 47 =
4	566,620 ÷ 691 =
5	69,190 ÷ 3,4 =
6	362,736 ÷ 792 =
7	243,276 ÷ 8 =
8	170,544 ÷ 836 =
9	147,378 ÷ 462 =
10	70,665 ÷ 105 =

No.	6	7	8
1	734	45,089	9,107
2	2,169	196	753
3	807	5,738	36,410
4	91,245	6,894	4,826
5	5,860	27,310	12,793
6	48	825	-6,084
7	15,029	3,671	-752
8	8,724	902	138
9	692	70,243	90,324
10	30,876	9,120	-897
11	51,390	416	-2,541
12	461	65,238	-53,906
13	2,057	1,044	46,158
14	73,498	395	8,720
15	6,513	86,547	-569
計			

<調査>

問1. 電卓を使って次の計算をしましょう。

※とちがいで、紙に書いたとは、^ミ添わして下さい。(数値)

① $20.45 + 10.6875 \div 1.25 =$

② $3.57 \times 5.1 - 6.84 \div 30 =$

③ $5.5563 - 3.74 \times 0.245 =$

④ $7.425 \div 3.3 + 4.7 \times 6.3 =$

問2. 先生の説明を聞いてから、次の質問に
答えましょう。

- (1) 電卓の大きい方・小さい方の両方を使ってみて、どちらがあなたは使いやすかった
ですか。そのわけも、書いて下さい。

[]

- (2) 左側の計算で、 $M+$ ・ $(M-)$ キーを使いましたか。(はい ・ いいえ)

- ①メモリキーを使った人は、使った計算の下の所に_____を引き、 $M+$ ・ $(M-)$ キーの
どちらを使ったのか書いて下さい。

(例) $\underline{32.21} - (3.2 - 1.5) =$
 $M+$

- ②メモリキーを使わなかった人は、なぜ使わなかったのですか。そのわけを書いて
下さい。

[]

- ③メモリキーの使い方の勉強をしましたが、あなたはこれからも使っていこうと
思いますか。そのわけも書いて下さい。

[]

「電卓で体重と身長計算をしよう」の調査結果

川辺正樹、佐藤孝彦、根岸幸雄、松崎 修、安間昭彦、長崎栄三

1 調査の目的

電卓で計算（加法）をした場合に、どのくらいの誤答が出るのかということを探ることが第一の目的である。ただし、ここでの計算とは、統計処理におけるような大量データを処理することを表す（といっても、学校教育においてであるが）。その他、計算結果の処理、つまり、有効数字の扱い、数字を見る方向（数を縦に見るか、横に見るか）なども、調べることにした。

2 調査の内容

調査問題は、データに現実的な意味を持たせるために1学級の生徒の身長、体重の平均を求めるということにした。それぞれの条件は、次の通りである。

体重：有効数字2桁、40名、平均が割り切れる

身長：有効数字3桁、39名、平均は割り切れない

また、平均の算出の仕方が分からない場合を想定して、総和、平均の両者を書かせることとした。調査問題は、次の通りである。

電卓で体重と身長計算をしよう

今日は、平成（1989年）__月__日です。

__年__組__番（男 女） 名前_____

これから、電卓で計算をしますが、次のようにしてやってください。

- (1) すべて自分で考えてやってください。
- (2) 鉛筆で書きまちがえても、けしゴムで消さないでください。そのときは、まちがった数字に×をつけて、新しい答えを書いてください。

- 1 次の数字は、ある中学校1年生女子の40人の体重です。（単位 kg）
この40人の体重の平均を、電卓を使って求めようと思います。

(1) 40人の体重をすべて、たしてください。

36	41	35	37	35
27	46	40	39	38
44	45	41	41	43
38	39	43	49	38
37	31	35	34	47
41	35	39	30	38
29	54	37	44	49
37	43	47	48	53

合計は、 _____ kgです。

(2) 40人の平均を、求めてください。 _____ kg です。

(3) 途中でボタン(キー)を、おしまちがえましたか。 はい いいえ

先生の指示を待っていてください。

2 次の数字は、ある中学校1年生男子の39人の身長です。(単位 cm)

この39人の身長の平均を、電卓を使って求めようと思います。

(1) 39人の身長を、すべてたしてください。

154	146	152	157	138
146	146	150	142	157
131	155	149	157	138
144	143	146	139	147
163	149	137	155	149
149	144	149	152	157
145	136	149	140	166
156	140	160	148	

合計は、 _____ cmです。

(2) 39人の平均を、求めてください。 _____ cm です。

(3) 途中でボタン(キー)を、おしまちがえましたか。 はい いいえ

(4) 身長をたしたとき、数字をどのように見てたしていききましたか。

よこに(右に) たてに(下に) はっきりしない

(5) 今まで、授業(算数や数学)で電卓を使ったことがありますか。

はい いいえ はっきりしない

3 調査の全体の結果と考察

調査は、中学校1年、2年、3年を対象に行った。詳しい分析は章を改めて行うこととし、ここでは、各学年毎の1次集計をあげることとする。

調査校は、いずれも相模原市の、上溝南中学校（佐藤孝、根岸）、田名中学校（安間）、内出中学校（松崎）、若草中学校（川辺）の4中学校である。なお、（ ）内は、調査実施者である。調査期日は、平成元年2月から3月にかけてである。調査時間は、全部で15分位を目安とした。電卓を使用したことがあるのは、中1が54.5%、中2が30.3%、中3が90.3%ととなっている。

(1) 調査対象者数

各学年毎の調査学級、調査生徒数は、表1の通りである。

表1 調査対象者数

学年	学級数	生徒数
中1	7	290
中2	3	119
中3	5	195

(2) 体重の平均の計算の結果

40人の体重の平均を求める計算の結果は、次の通りである。なお、表2は、合計の結果、表3は、平均の結果、表4は、押し間違いの有無についてである。

表2 合計の正答率

学年	正答率
中1	69.3%
中2	85.7%
中3	84.1%

表3 平均の結果

学年	40.075 とは割合
中1	63.4%
中2	81.5%
中3	84.1%

表4 押し間違い

学年	有りとは割合
中1	44.1%
中2	35.3%
中3	40.5%

合計の正答は、1603(kg)であり、正答率は、中1は70%、中2、中3は85%となっている。この平均は、有効数字を考えなければ、表3のように、40.075(kg)である。その場合の割合は、中1は60%、中2は80%、中3は85%となっている。なお、40(kg)としたのは、1年4名、2年2名、3年0名であった。途中で押し間違えた生徒の割合は、

40%に達している。

(3) 身長の平均の計算の結果

39人の身長を平均を求める計算の結果は、次の通りである。なお、表5は、合計の結果、表6は、平均の結果、表7は、押し間違いの有無についてである。

表5 合計の正答率

学年	正答率
中1	67.2%
中2	84.9%
中3	86.7%

表6 平均の結果

学年	有効数字を考えない割合
中1	59.7%
中2	79.0%
中3	84.1%

表7 押し間違い

学年	有りとは割合
中1	44.1%
中2	37.8%
中3	38.5%

合計の正答は、5781(cm)であり、正答率は、中1は70%、中2、中3は85%となっている。平均は、有効数字を考えなければ、148.23076(8桁の場合)、148.2307692(10桁の場合)であるが、その場合の割合は、中1は60%、中2は80%、中3は85%となっている。なお、148(cm)としたのは、1年8名、2年4名、3年1名であった。途中で押し間違えた生徒の割合は、40%に達している。いずれの場合も、体重の場合と同じである。

(4) 数字を見る方向(数を縦に見るか、横に見るか)の結果

電卓で合計を求めるために、各数字を横に(右に)見ていったか、縦に(左に)見ていったかを聞いた結果が、表8である。各学年とも、半数以上は、横に数字を見ていったことがわかる。

表8 数字の見方

学年	横に	縦に
中1	62.1%	30.7%
中2	53.8%	42.9%
中3	54.9%	36.9%

(5) 結果の考察

40個のデータの合計でも、中1で、70%、中2、中3で、85%の正答率である。電卓を使うと、早く、しかも、正確に計算できるように思えるが、そうではない。こ

のことは、正確に計算する工夫を指導する必要性があるということである。

また、平均の計算において、有効数字の処理はせずに、電卓の表示をそのまま答えとする生徒が圧倒的である。現実に照らして、結果を処理することの指導も必要である。

なお、調査をしていて、次のことに気がついた。平均を求める時に、ACキーで合計を消した後、再度、合計を入力してから÷キーで計算する生徒が見られた(安間)。また、数字の見方として、電卓を定規がわりに使って、上から下へ計算する生徒も見られた(松崎)。仮平均の考えを使っている生徒も若干見られた。

(文責：長崎)

4 詳しい分析

(1) 調査学級および調査実施日	{ } 内は指導者名
上溝南中学校 1年6組 (44名)	1989年 1月31日 {佐藤}
田名中学校 1年4組 (40名)	2月 1日 {安間}
1年5組 (39名)	2月 4日 {安間}
1年9組 (43名)	2月 1日 {安間}
2年5組 (43名)	2月 1日 {安間}
上溝南中学校 3年1組 (38名)	1月30日 {佐藤}
3年2組 (40名)	1月31日 {佐藤}
3年4組 (39名)	1月31日 {根岸}
3年5組 (40名)	1月31日 {根岸}
3年6組 (38名)	1月31日 {根岸}

上記学校は、何れも相模原市の公立中学校であり、この2校以外でも調査をしたが、集計に間に合った分だけを分析対象とした。

(2) 分析結果

得られた調査用紙から次の3点を主に分析した。

- ① 1・2の問題、各々(1)(2)に対して、
 - ※押し直さないで正しく入力することができた生徒数
 - ※押し直すことで正しく入力することができた生徒数
- ② 1・2の相互の関係
 - ※1の(1)(2)ともに正しく入力し、かつ2の(1)(2)ともに正しく入力した生徒の数
 - ※1の(1)(2)ともに正しく入力し、かつ2の(1)(2)の何れかの入力ミスがあった生徒数

※1の(1)(2)の何れかの入力ミスがあり、かつ2の(1)(2)ともに正しく入力した生徒数

※1の(1)(2)の何れかの入力ミスがあり、かつ2の(1)(2)の何れかの入力ミスがあった生徒数

③2の(1)において、入力の方(たて・よこ)において正しく入力した生徒数の入力ミスをした生徒数

上溝南 1年6組(44名) 使用電卓・・8桁(CANON) 電卓経験無

①

押し直さず ○		押し直し ○	
¹ (1) (2)	² (1) (2)	¹ (1) (2)	² (1) (2)
13 11	21 21	14 13	10 10

40.1 148.2

②

1 ○-2 ○	1 ○-2 ×	1 ×-2 ○	1 ×-2 ×
21	3	12	8(6名全×)

③

よこにたして○	たてにたして○	はっきりしない○
22	12	1
よこにたして×	たてにたして×	
4	4	

すべて無答1名

田名 1年4組(40名) 使用電卓・・8桁(CANON) 電卓経験無

①

押し直さず ○		押し直し ○	
¹ (1) (2)	² (1) (2)	¹ (1) (2)	² (1) (2)
20 19	16 15	6 6	8 8

無(1)名 40 ↓ ↓ 無(1)名(2)名
 ↓ ↓ ↓
 48.2が2名 48.2307

②

1 ○-2 ○	1 ○-2 ×	1 ×-2 ○	1 ×-2 ×
21	4	5	10(7名全×)

③

よこにたして○	たてにたして○	
22	5	
よこにたして×	たてにたして×	はっきりしない×
7	2	1

すべて無答3名

田名 1年5組(39名) 使用電卓・・・8桁(CANON) 電卓使用有

①

押し直さず ○		押し直し ○	
¹ (1) (2)	² (1) (2)	¹ (1) (2)	² (1) (2)
15 14	15 15	10 8	4 4

40が2名^無(1)名 148が2名

②

1 ○-2 ○	1 ○-2 ×	1 ×-2 ○	1 ×-2 ×
14	8	3	14(10名全×)

③

よこにたして○	たてにたして○	無 ○
13	6	1
よこにたして×	たてにたして×	無 ×
12	6	1

田名 1年9組(43名) 使用電卓・・・8桁(CANON) 電卓使用有

①

押し直さず ○		押し直し ○	
¹ (1) (2)	² (1) (2)	¹ (1) (2)	² (1) (2)
16 16	15 14	11 12	17 17

40.1が2名 148が2名 40.1 148が2名

②

1 ○-2 ○	1 ○-2 ×	1 ×-2 ○	1 ×-2 ×
21	5	10	7(5名全×)

③

よこにたして○	たてにたして○	
18	14	
よこにたして×	たてにたして×	無 ×
5	5	1

田名 2年5組 (39名) 使用電卓・・8桁 (CANON) 電卓使用有

①

押し直さず ○		押し直し ○	
¹ (1) (2)	² (1) (2)	¹ (1) (2)	² (1) (2)
24 23	15 15	7 6	11 10

40 148

②

1 ○-2 ○	1 ○-2 ×	1 ×-2 ○	1 ×-2 ×
21	7	4	7(6名全×)

③

よこにたして○	たてにたして○	
18	8	
よこにたして×	たてにたして×	無 ×
8	3	1

上溝南 3年1組 (38名) 使用電卓・10桁 (CITIZEN) 電卓使用有

①

押し直さず ○		押し直し ○	
¹ (1) (2)	² (1) (2)	¹ (1) (2)	² (1) (2)
17 17	16 16	11 11	15 15

②

1 ○-2 ○	1 ○-2 ×	1 ×-2 ○	1 ×-2 ×
25	3	6	4(4名全×)

③

よこにたして○	たてにたして○	はっきりしない○
22	8	1
よこにたして×	たてにたして×	はっきりしない×
4	2	1

上溝南 3年2組 (40名) 使用電卓・10桁 (CITIZEN) 電卓使用有

①

押し直さず ○		押し直し ○	
¹ (1) (2)	² (1) (2)	¹ (1) (2)	² (1) (2)
18 18	23 23	11 11	10 10

148

②

1 ○-2 ○	1 ○-2 ×	1 ×-2 ○	1 ×-2 ×
25	4	8	3(3名全×)

③

よこにたして○	たてにたして○	はっきりしない○
18	14	1
よこにたして×	たてにたして×	はっきりしない×
3	3	1

上溝南 3年4組(39名) 使用電卓・・・8桁(CANON)電卓使用有

①

押し直さず ○		押し直し ○	
¹ (1) (2)	² (1) (2)	¹ (1) (2)	² (1) (2)
20 20	25 25	18 18	9 9

②

1 ○-2 ○	1 ○-2 ×	1 ×-2 ○	1 ×-2 ×
36	3	0	0

③

よこにたして○	たてにたして○	
23	13	
よこにたして×	たてにたして×	
2	1	

上溝南 3年5組(40名) 使用電卓・・・8桁(CANON)電卓使用有

①

押し直さず ○		押し直し ○	
¹ (1) (2)	² (1) (2)	¹ (1) (2)	² (1) (2)
26 26	21 21	5 5	8 7

無⁽¹⁾2名⁽²⁾2名 無⁽¹⁾5名⁽²⁾5名

②

1 ○-2 ○	1 ○-2 ×	1 ×-2 ○	1 ×-2 ×
30	3	3	4(4名全×)

③

よこにたして○	たてにたして○	無 ○
19	11	4
よこにたして×	たてにたして×	
2	4	

上溝南 3年6組(38名) 使用電卓・・8桁(CANON)電卓使用有

①

押し直さず ○		押し直し ○	
¹ (1) (2)	² (1) (2)	¹ (1) (2)	² (1) (2)
17 18	16 15	14 13	15 14
無(1) _{4名} (2) _{4名}		無(1) _{4名} (2) _{4名}	

②

1 ○-2 ○	1 ○-2 ×	1 ×-2 ○	1 ×-2 ×
3 2	2	1	3(1名全×)

③

よこにたして○	たてにたして○	はっきり しない ○	無 ○
1 2	1 5	4	4
よこにたして×	たてにたして×		
2	1		

1・2年合計(上段は生徒数, 下段は205名中に対する%)

①

押し直さず ○		押し直し ○	
¹ (1) (2)	² (1) (2)	¹ (1) (2)	² (1) (2)
88 83	82 80	48 45	50 49
42.9% 40.5%	40% 30.0%	23.4% 22.0%	24.4% 23.9%
無(1) 1名	無(1) 1名		無(1) (2) 3名 3名

②

1 ○-2 ○	1 ○-2 ×	1 ×-2 ○	1 ×-2 ×
9 8	2 7	3 4	4 6(34名全×)
47.8%	13.2%	16.6%	22.4%(16.6%)

③	よこにたして○	たてにたして○	はっきり しない ○	無 ○
	93 45.4%	45 22.0%	1 0.5%	1 0.5%
	よこにたして×	たてにたして×	はっきり しない ×	無 ×
	36 17.6%	20 9.8%	1 0.5%	3 1.5%

すべて無答3名(1.5%)

3年合計（上段は生徒数，下段は195名中に対する%）

①	押し直さず ○				押し直し ○			
	¹ (1) (2)	² (1) (2)	¹ (1) (2)	² (1) (2)				
	98 99	101 100	59 58	57 55				
	50.3% 50.8%	51.8% 51.3%	30.3% 29.7%	29.2% 28.2%				

無(1) (2) 無(1) (2)
6名 6名 9名 9名

②	1 ○-2 ○	1 ○-2 ×	1 ×-2 ○	1 ×-2 ×
	148 75.9%	15 7.7%	18 9.2%	14(12名全×) 7.2%(6.2%)

③	よこにたして○	たてにたして○	はっきり しない ○	無 ○
	94 48.2%	61 31.3%	6 3.1%	8 4.1%
	よこにたして×	たてにたして×	はっきり しない ×	無 ×
	13 6.7%	11 5.6%	2 1.0%	

(3) 考察

①から③までの結果、および各生徒の調査用紙・各学級の集計表(省略)から次のことがいえる。

① 正確にたし算ができた生徒は

1番(1) 1・2年 66.3%, 3年 80.6%

2番(1) 1・2年 64.4%, 3年 81.0%

であり、全生徒が数学の授業で電卓を使用した生徒群(3年生)の方が大きく上回っている。

また、押し直さないで正確に入力できた生徒は、押し直した生徒の約2倍おり、1・2年群と3年群で同じことがいえる。

一方、”平均”を出すことにおいて、2年での”資料と整理”を学習している3年生に対して、1・2年生、特に1年生の中で”平均”することができない生徒がかなりいた。(小学校でも習っているのに?)

② 61.5%の生徒は2問とも足し算・割り算ができています。また、2桁から3桁になったにもかかわらず、1番を間違えたにもかかわらず2番はできている生徒が25.8%おり、このことは、電卓での足し算や割り算および電卓への慣れが十分に考えられる。

逆に1番はできているにもかかわらず、2番で誤った入力をしている生徒が、その逆の生徒よりも多いことは、桁数(2桁から3桁への増加)に起因していると考えられる。

③ よこに足す傾向が強いが、入力の正確さでは大きな差はないようである。一方、たてに足す生徒のうち、ごく少数の生徒は下から上へ足している。

なお、たて・よこの選択は、電卓の形状にも起因する可能性がある。例えば、CITIZEN(SDC-830)はスタンドがあるのに対して、それ以外の使用機種はフラットである等である。

この他に、調査を実施したこと、および調査結果を分析する過程で気付いた点を若干付け加えておく。

- ・ 数学の授業で電卓を使用した経験の有無の差や学年間の差はあるであろうが、どちらにしても、400名中60名の生徒、すなわち15%の生徒が2問とも正しく入力することができておらず、特に、完全に誤った入力をしている(生徒によっては、それ以前の問題もあろうが)生徒が46名(11.5%)おり、全員が授業で電卓を使用している3年生においても、12名(12/195)が完璧に駄目であった。

このことから考えると、電卓をうまく扱うことができない生徒が少数とはいえども存在しており、電卓の使い方にも1~2時間かかると考えられる。

- 3年1組のある生徒は、2番（身長の問題）において「133.1025641」と出していたが、3度やり直しての結果、「どうみてもこれでは小さ過ぎる」と言いながら記述していた。

その一方、1番（体重の問題）で（1）は出来、（2）で40075kgとした者や417.5kg、2番（身長の問題）の（2）で544.76923cmとしている者がいた。

これらのことから、電卓で計算した結果が妥当なものかどうかを判断する力が大切であるといえ、逆に、そのような能力を身につけさせていないと言える。

また、表示された数値をそのまま書いてしまう生徒がほとんどであり、

（1） 40kg

（2） 148cm

とした生徒は対象400人中、各々4名（1%）8名（2%）であり、表示された結果から”どこまで求めるのか””どこまでが信用できるか”等を判断する能力を身につけさせる指導がほとんどなされていないと言える。

- 計算時間は、速い子で1分40秒位であり、たいていの生徒は3分以内でできていた。特に、1番で時間がかかった生徒も、2番では相当速くできるようになっていた。
- 正確に入力できなかつた生徒でも、数値を入力、たし算という演算をすることはでき、（平均については意味が理解できていない生徒もいたが）そろばんのように、ある程度の技能を身につけさせるのに時間がかかるという欠点はない。そのことは、全員が楽しく、集中して調査に参加したことから明かである。
- 仮平均を推定して求めている生徒、1行（1列）ごとに入力し終わった毎に鉛筆で線を入れている生徒が少数ではあるが存在した。

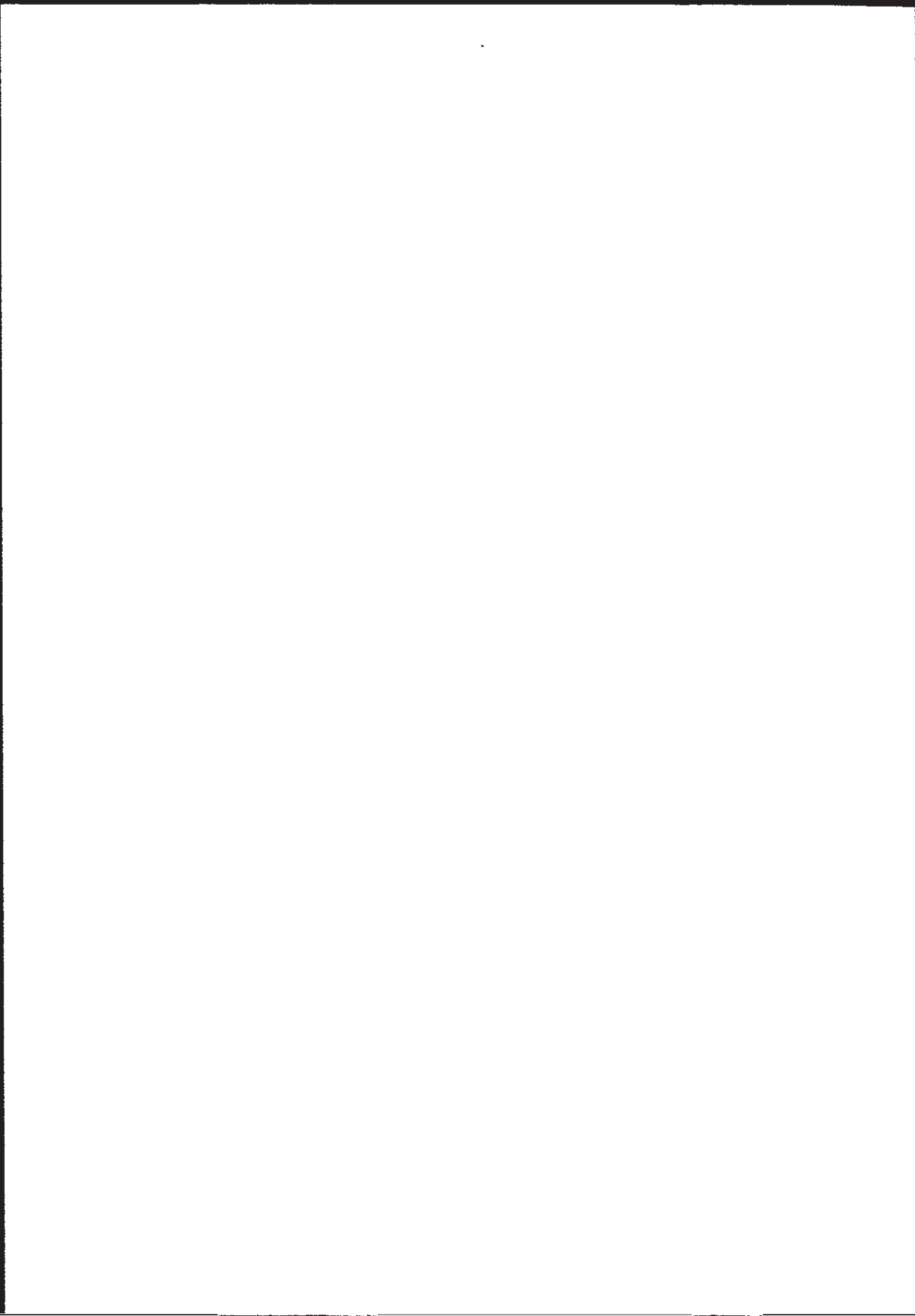
（4）雑感

- 今回の調査において、各学級とも好意的であり、特に入学試験を控えた3年生が反発せず協力してくれた。その際感じたことは、そろばんは集中力がつくといわれるが、電卓でも同じことが言える？のではないかと思った。教室の中は電卓のキーを押す音だけが響き、異様な雰囲気であった。
- 前述したが、電卓で計算した数値やコンピュータから出力された数値が妥当なものかどうかを判断する力が大切であるといえ、これからの社会で必要とされる能力であろうし、その能力を身につけさせるための授業を中学校でも取り入れていくべきだと思う。

（文責：佐藤孝）

VI 数学教育での電卓利用についての生徒・父母・教育実習生の考え

数学教育での電卓利用についての生徒の考え・・・・・・・・・・	佐藤孝彦	211
電卓を使用した数学の授業に対する父母の感想・・・・・・・・	佐藤孝彦	225
数学教育での電卓利用に関する教育実習生の考え・・・・・・・・	若林他3名	229



数学教育での電卓利用についての生徒の考え

佐藤 孝彦

(相模原市立上溝南中学校)

1 目的

「電卓で体重と身長を計算しよう」の調査対象となった学級生徒に対して、電卓の使用ができない入学試験を直前に控え、生徒が電卓（数学の授業での電卓の使用）についてどのように考えているかを知るため。

2 調査日時

平成元年2月7日（火）第4・5校時

3 対象学級

相模原市立上溝南中学校

3年1組（男子19名，女子19名 計38名）

3年2組（男子17名，女子19名 計36名）

なお、この両学級は、平方根の学習全般にわたり電卓を使用している。

4 方法

「電卓に焦点をあてて」（佐藤孝彦：新しい算数研究，No.202，1月号，東洋館，1988，PP.58-61）を読ませた後，以下のことを板書，

- ・中学校の数学の授業で電卓を使うこと
- ・新しい算数研究を読んだ感想
- ・電卓そのものについて
- ・電卓を生まれて最初に手にしたときの思い出
- ・社会（情報社会）をみわたして
- ・あなたにとって電卓とは

電卓について自由に記述させた。

5 記述結果

以下に記したものは生徒が記述したものであるが，“ひらがな”で書かれているところは可能な範囲で”漢字”に直し，文中の下線は調査者が，興味をもった部分に引いたものである。

また，書かせる前に”入試”では電卓が使えないことを強調，そろばんのことにも触れ，電卓が不利になるような言動を多く発した。

読み方

例 $\frac{1-15}{①} \times (\frac{F}{②} \frac{F}{③} \frac{2}{④}, \frac{A}{⑤} \frac{A}{⑥} \frac{1}{⑦})$

①：クラスと出席番号

②：文の内容からみて、数学の授業での電卓使用に対して

◎：強く肯定，○：肯定，△：中間，×：否定，？：判定不能の5つに分け，判断した。

③体重の問題で，合計が正しく入力できていた場合A，そうでない場合F

④体重の問題で，平均が正しく入力できていた場合A，そうでない場合F

⑤体重の問題で，途中でキーを押し間違えた場合1，そうでない場合2

⑥身長の問題で，合計が正しく入力できていた場合A，そうでない場合F

⑦身長の問題で，平均が正しく入力できていた場合A，そうでない場合F

⑧身長の問題で，途中でキーを押し間違えた場合1，そうでない場合2

1-1 × (AA1, FF1)

- 電卓よりそろばんの方が楽である。押していると疲れる。そろばんは下に紙を敷いてやるので，首を振らなくてもよいけど，電卓は右を向いては紙を確かめ，左を向いて電卓するので，より疲れる。
- あの電卓はスタンドがあるけど，押していると手前の所のゴムが弱いのでスルル。

1-2 ◎ (FF2, FF1)

- 便利だと思う。計算が苦手なのでテストとかにも使いたい。
- 分数，平方根， $\sqrt{\quad}$ （ルート），因数分解，2次方程式などができる計算機がほしい。
- このプリントは，英単語とかいろいろ書いてあるので読みにくい。

1-4 ◎ (AA2, AA2)

- 電卓を使うと，自分で計算したより正確にできるから，授業やテストに使えると便利。
- 電卓は乾電池で動く物であったが，今では太陽電池で動くのがすごい。
- 電卓で，すごく小さいのがあるけど，どうして人間は何でも小さくするのか。小さくすることはすごいと思う。

1-5 △ (FF1, AA1)

- 授業で電卓を使うと便利で楽しいけど，電卓ばかりしていると計算力が落ちて，テストなどの計算が遅くなったりする。でも使いたい。

1-6 ○ (AA2, AA2)

- 電卓を使うと楽しいよ。もっと使うともっとよい。
- 今はコンピュータがいっぱいあるから，コンピュータをいじりたい。

1-7 ○ (AA1, AA2)

- ・授業で電卓を使うのはいいと思う。
- ・電卓を使うと楽だと思う。

1-8 ? (AA2, AA2)

- ・単に計算が速くできるとか、勉強に多少関係があるとかということにしかないと思う。
- ・わざわざソーラー式にする必要はないと思った。

1-9 △ (AA2, AA2)

学校教育で電卓を使う事は考えさせられる。もちろん電卓を使えば、簡単に楽に出来るかもしれない。しかし、小学生という小さい年からの使用は、問題に対して考える力がなくなるのではないか。

今は情報社会で世界の出来事をすぐ知ることが出来る。その中で、1人の人間

1-10 ? (欠席)

- ・電卓よりもそろばんの方が速い。その逆のこともある。
- ・自分の部屋に電卓がほしい。

1-11 ◎ (AA2, AA1)

中学校の数学で電卓を使うことは良いと思う。僕にとって電卓は、今までだったら計算を速く済ます道具に過ぎなかった。

現在は、科学技術がどんどん進んで、色々な電卓ができています。カードのような電卓、太陽電池を利用した電卓、文字をプログラムできる電卓、etc。しかし、技術が進み、そのようなものができて、それを使う人がその機能を十分にいかせていないように感じる。

1-12 ? (FF1, FF2)

僕は、小学校の時そろばんを習っていました。そろばんはとても便利でした。計算はある程度暗算でできるし、

うちのお母さんは店に勤めています。やっぱり、ちょっとした計算が必要だ。そして、時々そろばんを習っておけばよかったと言っている。そして、いつも欠かさず電卓をもってっている。

1-13 × (AA2, AA1)

僕は、数学の時間は電卓は使わない方がいいと思う。なぜかというと、授業で使ってしまったらテストのときに使えないし、自分のためにもならないと思う。

はじめて電卓を使った授業のときはおもしろかったけど、いつも授業のときに使ったら、みんな電卓で遊んでしまうからやめた方がいい。

1-14 ○ (AA1, AA2)

今の僕達には、あまり電卓を使って計算をするということはないけれど、よく考えてみると、いろいろな所で計算機というものが使われている。例えば、スーパーやデパートのレジにあったり、難しいことを処理するために計算機を使わなければならなかったり、どんな人でも計算が出来る。とても便利なものである。

1-15 × (FF2, AA1)

「電卓」と聞いただけで、ボタンを押せば答えがぼんぼん出てくるという印象がある。

私はそろばんを習っていたが、そろばんは好きじゃなく、すぐ電卓を使ってしまふことがよくあった。こう考えてみると、電卓は誰にでも使え、簡単に答えられる。それはそれでよいのだが、電卓ばかり使い、頭を働かすというのが逆こ
ってしまうのではと思う。

案をしようとする人が増えるのではと思い、学校で使うのはよくないんじゃないかと思ったりする。

1-16 ○ (AA1, AA1)

これから科学技術の向上に伴ってパソコンなどのコンピュータといわれる物が深く社会と結びついてくると思われる。今の時点では、コンピュータとの結びつきが薄い。今の子供達が大人になる時のことを考え、小さい時から少しずつでもコンピュータとの結びつきを強めていった方がいいのではないか。

1-17 ◎ (AA2, AA1)

中学校で数学・理科の授業に使うことはとてもいいことである。なぜなら、社会人になったら今やコンピュータの時代だから、大人になって慌ててやることはのみこみが遅いから、小さい時に電卓やコンピュータを使うと+になると思う。将来になって僕も大人になったらコンピュータ関係をやりたいと思います。だから小さいうちに使いたいです。

1-19 ◎ (AA2, AA2)

電卓ははつきりいって+ (たし算) - (ひき算) × (かけ算) ÷ (わり算) し
か使ったことがないので、他のボタンなんかは押したことはあるけども、そのあとの数字がどうなるのか全然わからないので、学校にいるうちに電卓の使い方 (他のボタン) とかをしっかり身につけていた方がいい。

1-21 × (FF1, FF1)

小学校の2年の時からそろばんをやっていた。家には電卓はあったけど、全然手をつけなかった。学校の宿題 (算数) でもそろばんを使ってやった。そろばんの方が使いやすかったし、好きだった。電卓は押すのが面倒くさい。押し間違えると直せない。という二つの欠点があると自分では思っていた。もう一つあった。電池がなくなってしまうことの三つだった。

1-22 ◎ (AA1, AA2)

- 中学校の数学の授業で電卓を使うこと
一通り計算はできるので、使うのは時間短縮のためにもいいと思います。
- 電卓を最初、手にしたときの感想
速く計算できたのでよかった。
- 今日の社会（情報社会）において
何に関しても素早いと思う。
- あなたにとって電卓とは？
面倒くさい時などは楽に使えるので良い。
- このプリントを読んで
むずい
- 電卓について
最近はとても小さくなったりですごく手軽だと思う。

1-31 △ (AA2, AA2)

私は、正直いって2枚のプリントを読むのに、こんなに時間をとったことはありませんでした。それだけ、内容は私の少しも考えつかなかったことが書いてあって疲れました。

電卓を使った授業は、私は特にどうと言うこともありませんが、もし電卓を使った答えが間違っていたら・・・とか、考えるときもあります。それと比べれば、紙で計算をした方が見直しができ、いいのかなーなんて思うときがあります。正確で優れてるとすれば電卓だし、紙より速く答えが出せます。

私としては、電卓を使った授業もある程度必要だと思うし、それと同じくらい紙での計算も必要だと思っています。

1-32 ○ (AA2, AA2)

- 中学校の数学（あるいは理科）の授業で電卓を使うこと
数学の授業で電卓を使うことはとても便利で良いと思うけど、理科の授業ではあまり必要ないと思う。
- 電卓を最初に手にしたときの感想
初めて電卓を使った時は、珍しい物だと思って1時間か2時間ぐらい、いじりまわっていて怒られたこともあった。
- あなたにとって電卓とは
これから先、もっと必要となる1つだと思う。
- このプリントを読んで
難しくて意味が分からなかった。

1-34 △ (FF1, AA1)

- 私はあまり電卓を使ったことがありません。
- 私はそろばんを習っていました。習う前は、電卓は便利なものだと思っていました。

- ・習って、ある程度出来るようになると、どちらが便利なのかわからなくなってきた。そろばんを使っていいこともある。でも電卓もいいと思う。

1-35 ○ (AA2, AA2)

私はお財布の中にいつも電卓を入れている。買物とかするとき、たまに使う。暇つぶしにも使う。

私は電卓にもっと楽しい機能を取り付けてほしいと思う。例えば、音楽を流せたり、時計をつけたり、いろいろやってほしいと思う。

今は便利だと思う。

1-36 ◎ (AA1, FF1)

私は授業で電卓を使うことは賛成です。やっぱり、今こういうような便利なものがあるのだから、電卓を使うのはいいと思います。

それに、これからはコンピュータが使えないとだめなので、どんどんコンピュータを使う、電卓を使う授業はいいと思います。

私にとって電卓・コンピュータは、なくてはならない必要なものではないが、あるものは使えるようにしたい。

1-37 ○ (FF2, FF1)

- ・長い計算をするときは、鉛筆でひとつひとつ時間をかけての計算より、ボタン1つで答えが出る方が楽だと思った。

- ・電卓はボタンを押せば答えが出てくるけど、どんな構造になっているか不思議です。

1-38 ○ (AA1, AA1)

電卓があると小学校の宿題に使える。実際にあたしは、小学校時代に1度だけやったことがあります。でもさあ、難しい問題は出来ないからやだよお～。誰か発明してくれればいいのに。そしてもう一度中学生をやりたいです。まっ夢の又夢ですね。

1-39 △ (AA2, AA1)

電卓はとても便利なものだと思う。授業でやる計算は筆算でやるととても大変。その点、電卓はボタンを押すだけで答えが”ばっ”と出て、すごくいいと思う。

でも、そろばんをやっていた私にとって、電卓を使っていて困ることがあります。それは電卓にケタ数があるということ。電卓で計算するのはいいけど、9ケタなら9ケタ以上の数字は出ないし、あとボタンの押し間違えなど不便な所がある。

私としては電卓よりそろばんの方が使い慣れているので、そろばんの方がいいと思います。

1-40 ○ (AA2, AA2)

小学校1年生の時から、今、中学3年まで、どの位数学の授業をやったか？なんて数えていないから当然わからないけど、中学3年になって初めて電卓を使った授業をした。計算をする時のように考えながらやらなくても良いので楽しかった。

どんな時でも電卓があったら便利だと思う。将来、新しい電卓を発明するなら（自分でもっていくと忘れる可能性があるので）どんな洋服にもついている、それで邪魔にならない洋服電卓がいい！

もっと早くから電卓の授業がやりたかった。

1-41 × (FF1, AA1)

- 電卓を授業で使うなんて驚いた。でも、あまり使いすぎると暗算ができなくなるし、テストなんかには困ると思う。でも、将来はコンピュータとかが入ってくるし、電卓は必要なくなるんじゃないかと思う。
- 数学のアンケートみたいなのをやった。だけど、電卓を押し間違えるし、とんでもない数になる。
- 電卓も必要だが自分で考えることも必要だと思う。

1-42 △ (AA2, AA2)

電卓は便利だからといってすぐに使ってしまう。あと、計算ができなくなるようで怖い。が、大きい数字のときなどは便利だ。

1-43 × (AA2, FF1)

- 私は3年生から4年生のたった1年間そろばんをやった。4級でやめた。
- そろばんをやった頃は、結構計算が得意だった。やめたら計算（算数・数学）が嫌いになった。
- 電卓は便利だと思う。計算なんてあっという間に終わってしまう。だけど、学校とかでは使えないから、やっぱ、そろばんとかで計算する力をつけた方がいいと思う。

1-44 △ (AA2, AA2)

”平方根”以外は中学の数学で電卓は使わなくてもいいと思う。使いすぎると暗算とか出来なくなっていくし、入試でも電卓は使えないからだ。

1-45 ○ (AA1, AA2)

私は初めて授業で使った時（中3で）（簡単であまり頭が疲れないなあ。）と思いました。なぜなら、私はそろばんをやっていたからです。そろばんをやっていたせいか、数学の計算など頭の中でそろばんを思い浮かべでやっていた。そのせいか、疲れるし、本当にこれであっているのか不安が数える程ありました。その点、電卓だと押し間違えさえなければ、不安や疲れはしません。本当に便利だと思いました。

でも、私は将来、今までやってきたそろばんを生かした職業につこうと思っ
ているので、なるべくそろばんに慣れておこうと思っています。疲れてしまうけど、
将来のために、そして今まで頑張ってきたそろばんを頭の中に浮かべます。

でも、電卓の授業は楽しかったです。

1-46 ? (欠席)

私の生まれる前からあり、「数字を押せば答えが出てくる機械」ということで、
小さい頃から目に触れていたもので、特別不思議だったりとかいうのはありません
でした。

小学校に入ったばかりの頃、算数のテストで、こんな問題、電卓でやれば速い
のに・・・と思っていましたが、いつの間にか授業や学校の勉強のことでは使っ
てはいけないと認識していました。それが中学3年にきて、電卓を使った授業が
あって、授業で使うのはやばいんじゃない?とか思いましたが、まあ、それは小
さい頃から授業では使っていていけないと言われていたので、ちょっと抵抗があつた
のだろうと・・・思いました。

1-47 × (AA2, AA1)

私は、学校で電卓を使うのはいいとは思わない。確かに計算が速く出来るかも
しれないけど、個人的な意見としては、筆算で計算するところに、数学の問題を
自分の力で解いたという充実感があるし、人によって計算能力が違うといっても、
それ自体が実力なのだから、それぐらい差がないと面白くない。

将来は、というならば、やりたい人だけで使えばいいと思う。

1-48 ○ (AA1, AA1)

すごく便利だと思う。頭の中で計算していると頭が痛くなる。

1-49 ◎ (FF1, AA2)

電卓とは、私にとってすんごく〜く便利なものである。私が嫌いな計算を一瞬に
して解いてくれる。

電卓は私たち家族にも多く使われている。例は、買物をした後のチェックとか、
多分、父も会社でいろんな所の計算に使っていると思う。

とにかく、私にとって電卓は必要である。電卓は、これから人間にとって最大
の味方となると思う。

1-50 ○ (AA1, AA1)

電卓はあつた方が便利だと思う。それは大きい数字などを計算するとき、電卓
の方が速くて正確に出来るから便利だと思う。

2-1 ○ (AA2, AA2)

- 中学校の数学の授業で電卓を使うこと
中学で電卓を使うとは思わなかったの、結構楽しく取り組めた。
- 電卓そのものについて
すごく楽だと思った。ただボタンを押すだけで計算できるなんて、すごいと思った。

2-3 △ (AA1, AA1)

電卓については、1学期の授業で使ってみて、とにかく便利だと思う。でも、あまりたくさん数をたしたり、かけたりする時は、すぐ押し間違えてしまうので、あまり好きではない。

2-4 △ (AA2, AA1)

- 中学校の数学の授業で電卓を使うこと
授業で使うんだから、できたらテストでも使いたいと思う。
- 自分としては電卓はちょっと信じられない。自分で式とか書いて計算すれば信じられるけど、キーを押すだけで答えが出ちゃうから、だからやだ。

2-6 ○ (AA2, AA2)

電卓を使うことについて、ある程度の計算が出来るようになってからならいいことだと思う。

2-7 ○ (AA2, AA1)

- 中学校の授業で電卓を使うことについて
初めの方は電卓を使う計算なら簡単だと思ったけれども、いざ問題を解いてみると、答えがバラバラで、とても作業が難しいものだった。
- この問題を終えて
電卓に少し興味をもった。

2-8 ◎ (AA1, AA1)

- 中学校の数学の授業で電卓を使うこと
僕は電卓を使う方がいいと思う。なぜなら、長ったらしい数なんて、日常生活で、筆算することなんて殆ど有り得ないからだ。今のうちに電卓を使っておくことは将来にも役立つと思う。

2-9 ? (FF1, AA1)

- 中学生が電卓を使って問題を解くというと、大人は決していい顔をしない。「電卓を使うなんて生意気だ」とか「まだ10年早い」という先入観念を大人の頭の中から駆除しない限り、生徒はそれを使おうとはしない。

- この文を読んで、コンピュータと電卓は同じでないというように説明されているが、コンピュータは電卓以上のことも出来るということを知っていてもらいたい。

2-10 ○ (AA2, AA2)

中学校の数学の授業で電卓を使うことはいいことだと思う。電卓は計算も速く出来るし、あまり計算間違いをしないのでいい。

2-13 △ (AA2, AA2)

- 授業で電卓を使うことは、計算が速くできるかもしれないけど、しかし、それでは本人の実力があまりつかなくなるかもしれない。
- 難しい計算問題でも電卓を最初に使わないで、先ず自分でやってみて、解けなかったら使ってもいいかもしれない。

2-15 ◎ (AA1, AA2)

電卓での計算は楽である。授業内容としては、平方根のとき少し苦労した。やはり電卓を使うのは面倒くさい計算の多い所で使うのがベストだと思う。電卓を使った以上、テストでも使うべきだと私は思う。

2-16 × (FF1, AA2)

電卓を使うことは、時間の短縮にもなるし、とても楽で正確だからとてもいいと思うけど、計算力がつかないし、”電卓を使えるからいいや”みたいになって、家でも使ったりして、応用力が無くなりそうだから使わない方がいいと思う。

2-17 ○ (AA2, AA2)

数学の授業で電卓を使うことは、生徒にとって大変よいことだと思う。なぜかという、計算は楽に出来て、間違いがなくなると思う。大きい数字(何桁もある数)は絶対楽に計算が出来ると思う。
悪いと思うこともある。それは、計算は楽だけど、その授業の内容が理解しづらいと思う。

2-18 ○ (AA2, FF1)

- 電卓を使った授業はいいとは思ったけど、授業の内容は理解出来なくなってしまった。

2.

2-19 ○ (欠席)

小学校は中学校での数学の基礎である。でも中学生は小学校の基礎が出来ているから、中学校の数学の授業で電卓を使っていくのはいいことだと思う。自分は筆算や暗算がいやだったから小学生の時に使って、非常に困った。

でも、あまり電卓を使いすぎると基礎が弱まって、電卓がないと計算が出来なくなってしまうかもしれない。

2-20 Δ (AA2, AA1)

そろばんをやっている人にとっては、電卓より速く計算出来るといっている。これは両方とも慣れによって使いこなせるか、こなせないかが決まるからだと思う。だから、正確さという点でも、どちらが・・・とはいえないと思う。その人の使いやすさで決めれば・・・と思う。

2-21 Δ (AA2, AA1)

- 電卓はとても便利だけど、自分の頭で考えたり、計算することがなくなるので、頭の回転が遅くなる。
- 自分で計算して、解いて、あっていたら嬉しい。
- でも電卓を使うことはいい。

2-22 \circ (AA1, AA2)

計算機は大変便利だ。でも、いつも持ち歩いてはいけないから難しいと思う。なんの時でも使えるのは大変いいが、授業で使ってもいいけど、試験ではだめとかだとやっぱだめだと思う。ようするに、何にでも計算機を使ってもいいというのなら大変いいと思う。

2-31 Δ (AA1, AA2)

- 中学で電卓を使うのは良いと思うが、ずっと電卓ばかり使っていると計算ができなくなるので、あまりつかわない方がいい。
- 電卓を使うなら、パソコンを使った方がもっと良い。
- 小学校では、ソロバンなど使わせると将来役に立つと思う。
- とにかくあまり電卓は使いすぎない方がいいと思う。(限度がある!!)

2-32 Δ (AA2, FF1)

面倒な、長い計算とかやる時はとっても便利だと思う。だけど、テストの時は電卓は使えないから、計算力をつけなきゃいけないのに、電卓があると電卓に頼って、長い計算とかも自力でやんなくなっちゃって、計算力が衰えちゃうんじゃないかなとか思う。-----だけど、電卓を初めに作った人はとっても偉いと思います。-----

2-33 \odot (AA2, FF1)

電卓を使うことはいいことだと思います。細かい計算をいちいちしなくていいからです。それに、世の中は電卓で計算する方が多いから、子供のうちから慣れておいた方がいいと思います。

でも、式の計算とか方程式などは自分で計算するようにした方がいいと思います。ちゃんとした計算も出来た方がいいからです。

関数や図形は電卓の方がいいと思います。(あと、すごくケタ数の多い計算とか)

2-34 ○(AA2, AA2)

中学校の数学の授業で電卓を使うことは、長い計算や複雑な問題なら楽でいいけど、計算力がなくなっちゃうと思った。でも、電卓を使うと楽しく授業ができた。出来れば、テストの時の複雑な問題の時にも使いたいです。

2-35 ○(AA1, AA2)

授業で電卓を使ってみて、自分で計算するのに比べて、電卓はキーを押すだけなので速くてすむ。だから、その分授業の進みが速くなるので、私はもっと電卓を使いたかった。

2-36 ◎(AA1, AA2)

自分で出来る範囲の計算は、自分の力でやった方が良くと思うが、面倒な計算や時間のかかる計算は、電卓の力を借りて時間を省略して、考える時間を大事にすることはいいと思う。

基本的な計算が出来るとなれば、電卓を使って考えたり、授業をする方がいいと思う。

2-37 ?(FF2, AA2)

この間、寿司屋に行った。その何日か後、また行こうかという話が出た。しかし、にぎってもらうので、いくつ食べたかわからなく、価格がいくらしたのかもわからない。一つ一つの値段はわかるが、全部がわからないのだ。電卓をもっていったら、と意見が出たが、恥ずかしくて計算など出来ない。まさか紙でするわけにもいかず、こういう場合、暗算のできない人はどうすればいいのかと思った。

2-38 ×(AA2, AA1)

小学校での電卓の使用はあんまりやらない方がいいと思う。中学でもそうだけど・・・自分の頭がダメになると思う。でも、少しくらいなら・・・とは思いますが・・・やっぱり苦勞して問題を解いたりしないと回転のいい頭にならないと思うし。

高校くらいから電卓を使うのは、基礎が出来てるからいいと思うけど。やっぱり基礎が出来てないうちは、やめた方がいいと思う。

2-39 ×(AA2, AA2)

授業で電卓をたまに使うのはいいかもしれないが・・・私は数学は嫌いだけど、やっぱり自分の頭で計算した方がいいと思う。試験の時に電卓を使えないので、余計わからなくなる。中学校の授業程度の計算は、やっぱり自分で計算の方がいいと思う。たまに使うのはいいと思う。

2-40 × (AA1, AA2)

- 中学生の勉強で電卓を使うことは、あまり良くないと思う。とても便利だと思うけど、
と困るから、計算に弱くなる。でも店や生活で使う時には便利だと思う。
- 電卓は、どーいう部品で、どーいうふうに組み立てたかと想像すると、頭がこんがらがってくる。電卓を1番初めに作った人は素晴らしいと思う。
- 電卓は信じられるようで信じられない。電卓で計算した後、本当にこれであるのかと不安で、必ず2回やり直す。

2-41 ○ (AA1, AA1)

授業で電卓を使って面白かったです。電卓を使ったのも面白いし、そろばんも面白いと思います。

2-42 ○ (AA2, AA2)

授業中に電卓を使うと便利でとてもいいと思う。

2-43 ◎ (欠席)

電卓はいろいろと役に立つと思います。計算などもすばやく出来るし、面倒な計算にはいろいろしないで出来るので、とってもいいと思います。

でも、

ろのろとやってしまうので、電卓を使う練習をしたいと思います。

2-44 ○ (AA1, AA1)

そろばんは、計算を間違えると初めからやり直すのが面倒だけど、電卓の場合は、打ち間違えてもボタンを押せば簡単。

2-45 ◎ (AA2, AA2)

私は、授業で電卓やコンピュータを使うのは良いことだと思う。大人になって社会人になれば、コンピュータなどを使う機会も多くなると思うので、小・中学校からよく使っておけば便利だと思う。

2-46 △ (AA1, AA2)

電卓を使って授業するのは楽しいし、楽だからいいと思うけど、入試では使えないから、少し難しい問題でも自分で解いた方が自分のためだと思う。

2-48 ○ (FF1, AA2)

別に電卓を使って”ばか”になんないかいいと思う。

2-49 ◎ (FF2, AA1)

- 私はそろばんが使えないので、電卓は私にとっては必要です。暗算も苦手なので、授業に電卓があると便利です。
- 電卓に焦点をあててを讀んだけど、難しすぎてわからなかった。

2-50 ○(FF2, AA2)

そろばんはやり直していうと、計算しながらやるので面倒くさい。だから電卓は楽。

6 考察と感想

◎15名, ○26名, △16名, ×11名, ?6名で, 15%が電卓の使用を否定している以外, 肯定(55%)もしくは部分的肯定(22%)である。

表1

	◎	○	△	×	?
体重A身長A	8名 10.8%	23名 31.1%	12名 16.2%	5名 6.8%	1名 1.4%
体重A身長F	2名 2.7%	1名 1.4%	1名 1.4%	2名 2.7%	
体重F身長A	2名 2.7%	2名 2.7%	2名 2.7%	3名 4.1%	2名 2.7%
体重F身長F	1名 1.4%	1名 1.4%	1名 1.4%		1名 1.4%
欠席	1名 1.4%	1名 1.4%			2名 2.7%

表1は、「電卓で体重と身長を計算しよう」での出来(A)不出来(F)と電卓に対する考えとの関係を表している。

少なくとも1問は正しく入力できなかった生徒は、ほぼ同数ずつ分布しており、特にこれといったことは、この表からは言えそうもない。

一方、2問とも正しく入力できた生徒49名(74名中66.2%)のうち5名(49名中10.2%)が電卓の使用を否定しているものの、それ以外は肯定もしくは部分肯定であった。(これの理由は、特に断定や予想することは、現段階ではわからない。)

今回、中学3年生74名が記述した内容は、我々数学教師や教育実習生、大人がもっている考えと変わらないと言え、むしろ生徒の方がしっかりとした考え・意見をもっているとも言える。また、受験を目の前にしたときの調査であり、否定的な意見が多く出ると思っていたが、期待したほどではなかった。

生徒の感想において、「計算力の低下」という意見はまだあるものの、当初(平方根の授業の頃)に比べれば減少している。そして、生徒達の眼は我々が望むべき方向に徐々に向かっていると見え、残された壁は、もはや「テスト・入試」だけに限られたといっても過言ではなかろう。

電卓を使用した数学の授業に対する父母の感想

佐藤 孝彦

(相模原市立上溝南中学校)

1 目的

中学校の数学の授業で、電卓を使用することについて、保護者の考えを知るため。

2 調査方法

昭和63年6月18日(土)第5校時の授業を参観した後、保護者に感想用紙を配布、20日(月)に生徒を通じて回収。自由記述形式。

3 調査項目

- ・授業全般を通して
- ・数学の授業に電卓を使用したことについて

4 対象者

第3学年1組(男子22名・女子20名 計42名)の保護者
(授業参観に来た保護者 25名)

5 回収数

19名(25名中) 76%

6 授業内容

循環小数(おおまかな流れを以下に示す)

① $1/2, 1/3, 1/4, 1/5, 1/6, 1/7, 1/8,$
 $1/9$

について暗算もしくは電卓で小数に直させる。

② ①の分数を分類させる。

割り切れる・・・ $1/2, 1/4, 1/5, 1/8$

割り切れない・・・ $1/3, 1/6, 1/9$

(同じ数字が繰り返す)

?・・・ $1/7$

- ③ ②で分類することができなかった $1/7$ について、筆算を用いて検討させる。
- ・計算をしていくと、ある段階で余りが1になり、もとの1と等しくなりあとはその繰り返しであることを発見する。
- ④ ③で $1/7$ も同じ数字が繰り返すことから、割り切れないグループであることを確認、あわせてこの段階でそのような数を「循環小数」と呼ぶことと表記の仕方を伝える。
- ⑤ 電卓を用いて $2/7, 3/7, 4/7, 5/7, 6/7$ を小数に直させる。
- ⑥ ⑤で求めた結果から何か言えそうなことはないか考えさせる。
- ・出てくる数字が同じ (1, 2, 4, 5, 7, 8)
 - ・出てくる数字の順も同じ (1, 4, 2, 8, 5, 7)
- ⑦ ⑥のわけを説明させる。
- ⑧ 教科書で扱われているもので循環小数について確認する。

7 記述内容

今回回収できた19名の感想は次のとおりである。(原文のまま)

- ① 計算をするための道具である以上、当然利用すべきです。
- 2 電卓を使用する前に、経験の有無を問う必要がある。
- 3 電卓の使用方法と同じに、手計算を十分経験する必要があること説明する。
(例) 米国で日本企業秘書(米国人女性)を採用した際に部長が秘書に工数の集計を依頼したら計算機を買ってほしいと答えた。)
- ② 電卓を使って授業をしていることをはじめて知りました。1つ1つひっ算をやっているのは時間がたつばかりですから大いに使用していったらよいと思います。
- ③ 今では、家庭に少なくとも1個はあるため、問題はないと思う。ついでに電算機の構造について、余談で話しても面白いのではないか。
- ④ 時代の流れと云うんでしょうか。良い事だと思えます。(私達には考えもつきませんでした。)
- ⑤ 出来るだけこういう機械類を取り入れて魅力ある授業にしてほしいと思えます。
- ⑥ 良い傾向だと思えます。これからも電卓だけでなく、パソコン等授業に使用出来たら本当にいいと考えています。
- ⑦ 特に問題はないと思えます。ただ、事前に電卓を使用することの意味、電卓というものはどういうものか・・・といった説明があればなお一層よかったですと思えます。

- ⑧ルート of 計算問題で電卓を使うと言う事を子供から聞いていましたが、電卓を使う事によって理解できていればよいと思います。
- ⑨同じような問題をたくさんやっていくには、電卓が必要です。
- ⑩良い結果ができれば使用しても良いのではないのでしょうか。
- ⑪数学に興味を持つきっかけになるような気がした。計算でいろいろやると不思議なものがあるのですね。
- ⑫色々、面白い答えが出て（子供達が楽しそう）
- ⑬先生の説明に合わせて電卓をうちながら聞いていて、授業がやりやすそうでした。
- ⑭時代の移り変わりを感じました。
- ⑮私達の頃にくらべると今は便利になった。・・・何でも電卓でするのではないと思うのでできる範囲で使う事ができればいいのではないですか。
- ⑯1 時間のない時は使用しても良いのでは
2 電卓だけ頼りにされては困るけれど
- ⑰なるべくなら筆算でやったほうが良いと思いますが、内容によっては時間を合理的に使う上で電卓使用も良いと思います。
- ⑱きめられた時間内でやらなければいけないので、てまをはぶいて電卓を使用するのはかまわないとおもうのですが、でもまちがうと電卓で答をだそうとするようになるのではないかと思う。できれば自分でやることによって数字をうまくあつかえ遊べるようになるとフツと思った。
- ⑲私は仕事上、電卓とそろばんを使いわけておりますが、今の子供は早い時期から電卓は何かと使用しており、そろばんと又違った意味で使用した方が良いのでは。

8 父母の感想を読んで

参観者全員から回収できたものではなく、また回答数19という数だけで物事をとやかくいうことは危険であろう。また、授業を実践した学級が自分のクラスということで父母も遠慮がちに書いたのではないかという懸念も残る。

しかしながら、父母が実際に中学校数学科での電卓使用を参観する機会というものはほとんどないと思える。ましてやその授業に対する感想を父母に求めたものは全国でも初めてではないかと思う。その意味では貴重な資料といってもよいのではなかろうか。

今回回収できた19名のものは、大方は電卓使用に肯定的であり、それらをおおまかに分類すると

- (1) 時代の要請
- (2) 計算時間の軽減
- (3) 計算のための道具
- (4) 興味をもたせる

になろうかと思う。

今回の授業は、教師サイドの教材研究不足と授業参観という特殊な環境下であったため、生徒が活発に発言する場面が少なく、考えさせたり発見させたりすることが十分できなかった。親の授業参観の視点の違いもあろうが、そのようなことが起因してか(2)の意見が多く、数学の授業で何が大切なのか、電卓を使用したわけを知らせしめることができなかったのは誠に残念であった。(親に期待すること自体無理がある?)

しかし、中には「授業全般を通して」のところで

1/7の分数の数の並び方知りませんでしたのでびっくりしてしまいました。帰宅後夜さっそく1/13をやってみました。今日の復習をやったようで、とてもすがすがしい気持ちになりました。

が記されており、そのような感動は子どもたちにももたせることができたと思える。また、3年生で受験を真近に控えているにも拘らず否定的な意見が少なかったことや(1)の時代の要請・(4)の肯定的な意見は今後の研究に明るい希望がもてるといえよう。

一方、研究をすすめる上に貴重な提言が3名から出ていた。それは

「電算機の構造について余談で話しても……」

「事前に電卓を使用することの意味、電卓というものはどういうものか……といった説明があれば……」

「電卓を使用する前に、経験の有無を問う必要がある。」

「電卓の使用法と同じに手計算を十分経験する必要があることを説明する。」

であり、このうち「電卓を使用することの意味」については、電卓を使用させる最初の授業で取り上げたが、「経験の有無」については特に取り上げず、また、電卓の隠れた機能等についてはその度に触れた程度であった。今後、別の学年で使用する際に参考にしていきたいと思う。

以上、考察にはなりえない考察を述べてきたが、今回のアンケートで19名の父母の大半は(1)から(4)の立場で電卓使用を肯定していることがわかり、その一方、考えること・発見することを感じさせるような授業の工夫が必要であることを痛感した。

数学教育での電卓利用に関する教育実習生の考え

若林克寿、尾崎則子、太田伸也、長崎栄三
(東京学芸大学附属大泉中学校) (国立教育研究所)

1 はじめに

将来、算数・数学の教師として数学教育に携わると思われる、中学校数学科の教育実習生を対象に、数学教育における電卓利用について、自由記述式でアンケート調査を実施した。

過去に行われた調査結果が示すように、数学科の教師は、数学教育における電卓利用に関しては、あまり積極的ではない。そのような、考えが、いつ形成されるのかは、はっきりしていない。そこで、教師になる直前の大学生を、教育実習の機会をとらえて、その考えを調べることにした。さらに、単なるアンケート調査だけではなく、実験授業を見学することによって、考えがどのように変わるかも調べようと考えた。

2 調査の実施

対象となった大学生は、ほとんどが東京学芸大学の数学科の学生である。(1名だけは、津田塾大学の学生であった。)実習は、昭和63年9月から10月にかけて、東京学芸大学附属大泉中学校で行われた。アンケートは、「中学校の数学における電卓利用への賛否、及び、各自の電卓利用経験」を問う形で行われ、総計18名の大学生から回答を得た。

これらの大学生は、結果的には、次の3通りの場合に分けられた。

- 1) アンケートに回答しただけ。(8名)
- 2) アンケートに回答した後に、その中の一人の教育実習生が「確率」で電卓を利用した授業を行い、その授業の後に、もう一度、同じアンケートに回答した。
(4名)
- 3) アンケートに回答した後に、指導教官が「2次方程式」で電卓を利用した授業を行い、その授業を参観した後に、もう一度、同じアンケートに回答した。
(6名)

この授業の実際は、授業記録の中の「2次方程式」(太田)にあげてある。なお、3)の場合には、授業後のアンケートを提出後に、若林、尾崎、太田(授業者)、長崎と教育実習生との間で、時間は短かったが、研究会をもち、授業の意図

などを説明した。このようなアンケート調査を、単なる調査として終わらせてしまうのではなく、教育実習の一環として考えたからである。

3 調査の結果と考察

ここでは、アンケートの回答のうち、電卓利用への「賛否」について、分析することにした。回答は、概ね、「賛成」、「条件付き賛成」、「反対」の3通りの考えに分けることができた。

(1) 授業を見る前

電卓を利用した授業を見る前の回答は、先程の1)、2)、3)の総計18名から得られた。内訳は次の通りである。

賛成：2名、 条件付き賛成：13名、 反対：4名

この結果から見ると、教育実習生は、必ずしも、数学教育における電卓の利用に肯定的ではないようである。

それぞれの考えの主な理由としては、賛成は、社会の進展や数学的な考え方をあげ、反対は、計算力が落ちる、頭の回転が鈍る、考える過程を無視する、現在の教科書では必要ないなどをあげている。条件付き賛成は、統計、確率、平方根などの内容で利用することをあげているが、あくまでも限定した利用である。

なお、アンケートの質問は、「電卓」としたが、教育実習生が回答で使った用語は次のようであった。

電卓(9名)、計算機(6名)、電算機(2名)、電算器(1名)

となっており、反対の4名は、計算機(2名)、電卓(1名)、電算機(1名)であった。「電卓」は、数学教育における用語としても、まだ、あまり認識されていないようである。

(2) 「確率」の授業後

18名のうち4名が、確率の授業の後でアンケートに再び答えた。授業の前後の回答は、次の通りである。

前 条件付き賛成：3名、 反対：1名

後 条件付き賛成：4名

授業後の感想としては、確率では使って良かった(授業者)、統計や確率では使っても良い(反対から、条件付き賛成に変わった学生)などがあげられる。

確率や統計での電卓利用は、受け入れられやすいようである。このことは、授業

前の回答のうちの、条件付き賛成の内容にも表れている。しかし、確率や統計での利用は、計算道具としての電卓を認めさせることはできるであろうが、あくまでも、「条件付き賛成」で止どまってしまうようである。

(3) 「2次方程式」の授業後

18名のうち6名が、2次方程式の授業を参観した後でアンケートに再び答えた。授業の前後の回答は、次の通りである。

前 賛成：1名、条件付き賛成：4名、反対：1名

後 賛成：3名、条件付き賛成：3名

授業後の感想としては、楽しい授業であった、生徒が興味を示していた、生徒にとっては意外な授業であったということがあげられている反面、これで「確実な」数学が教えられるだろうかという疑問があげられていた。

2次方程式という、学生にとっては意外な内容での電卓利用ということによって、電卓利用の2つの大きな側面が浮かび上がったようである。つまり、電卓を利用することによって、生徒は引き付けられるということであり、しかし、「既成の数学」を教えられるだろうかということである。ここでは、数学の授業や数学の性格を考えるよい機会となったともいえる。このことは、電卓利用の数学教育は、電卓に限定されずに、数学教育一般に深くかかわっているということであろう。

4 アンケートの回答例

回答の中から、一部を取り出して、以下にあげることにする。(アルファベットは、学生を表す。)

(1) 授業を一切見ていない学生

A (男子) 【賛成】

私は授業において計算機を使うことに関して賛成である。面倒な計算は計算機を使用して計算をした方が能率的であると考え。小学校の算数などの分数計算、高等数学の積分計算などには無意味なものが多々あるのではないだろうか？確かに計算の方法・処理の仕方には、数学的な考えを深める場面が考えられる。この点を十分に指導すれば、後の計算練習には重点を置かなくてもよいのではないだろうか？統計のデータ処理に関しても、単に計算するだけに浪費するのではなく、処理した結果から考察・解析していくことを大切にしたい。こうした意味で早く正確に処理できる計算機を使用することは大切ではないだろうか？

B (女子) 【条件付き賛成】

計算機を授業に取り入れるということは、場面によっては賛成する。計算練習ならば、計算機を使うことなんて、とんでもないけれども、例えば、統計などでは使ったほうがいいのではないかと思う。あくまでも、わき役として使うことがいいのではないかと思う。

C (男子) 【反対】

私は原則的には反対です。原則的に、というのは、計算そのものの理論がわかっていない時期に電算機を使ってしまうと計算を単なる作業として扱ってしまう危険性があるのではないかと思うからです。それは、ワープロばかり使っている子供達が実際に文字を書く時に漢字が思い出せないことと似ているのではないのでしょうか。段階を踏ませた上でその様な利器を使わせるべきではないかと思います。算数とか数学といった授業においての計算はただ答えが出せれば良いというものではなく、経過が非常に大切だと思います。その経過をしっかりと自分のものにするには、やはり苦勞して取り組むことが重要でしょう。

(2) 「確率」の授業にかかわった学生

D (男子：授業者) 授業前【反対】

計算機を授業に導入するという事は、私は、反対である。計算機に慣れて、使いこなせることは、大切であると思う。ただ、全てを計算機にたよってしまうと、自分の頭で計算するということがなくなってしまい、計算力が落ちてしまうことが心配です。非常に難しい計算や、時間のかかる計算においては、計算機を使っても良いとは思いますが、一般の計算は、やはり、自分で計算させた方が、計算力もつくし、頭の回転も良くなって、良いと思います。

授業後【条件付き賛成】

授業者の立場としては、計算機を用いた方が、このような教材にはふさわしいと思う。授業のねらいとして、実験を通して相対度数を求め、確率の意味を知ることだったので、データの処理は速ければ速いほど良いのではないかと思う。・・・授業に計算機の使用をとり入れたことで、いつもと違う雰囲気授業になり、生徒を授業に引き込むことができたと思う。生徒に新鮮さを与え、興味、関心を持たせることになったと思う。

E (男子) 授業前【反対】

数学の授業において、計算機の使用を導入することは反対である。・・・もし、実際に計算機を導入し、子供たちがそれに頼るようになったらどうだろう。今まで

優れていると評価されていた計算力が劣るのは明らかである。私のような数学科の人間でさえ、普段計算機に頼り、いざ自分の頭で計算しようとするとも間違いも多くなり、時間も今まで以上にかかってしまう。それに、自分の頭で計算することが非常に面倒くさくなってしまおうと思う。・・・それに、中学校の数学では、計算機を使わなければならないような複雑なものはないはずである。

授業後【条件付き賛成】

私は、これまで授業に計算機を導入することには反対であったが、最近少し変わってきた。この授業のように、統計を扱うものには導入した方がいいのかも知れない。そうすることによって、統計をとる幅も広がってくるし、ここで計算機の利用の仕方も指導できるのではないだろうかと考えられる。ただあくまでも、このような統計的な内容の授業の場合だけである。

(3) 「2次方程式」の授業を参観した学生

F (男子) 授業前【反対】

ピンとこないというのが印象である。実生活では使うが、学校では使った覚えがないからであろう。中学生の第1学年の時、確か数学の教師からは「電卓を使わず、手で計算しなさい。」と言われてから、大学に入学するまで数学の授業もしくは宿題および実生活でも計算はすべて紙の上で筆算を行っていた。・・・中学校数学では、導入に興味を持たせるための道具で電卓を使うにとどめ、理科で大いに使用すればよいのではないかと思う。

授業後【賛成】

今回の授業はそれをくつがえす授業であったと思う。難しい数値計算を行い未知数に適する数値を捜し出していくことは彼らにとっては意外だったのではないか。

G (女子) 授業前【条件付き賛成】

中学校の数学で電卓を使うことについて、私としては反対はしない。・・・まずみんなの興味を十分に引ける。次に、数学が嫌いな子でもこういう道具があることで授業に参加しようという意欲が生まれてくると思う。頭の中だけで考えることに限界を感じても、電卓を使ってとりあえず何かしようとして、そこで得られた結果がきっかけとなって次の新しい考えが浮かんでくるかもしれない。

授業後【賛成】

電卓を使っての授業を二時間参観して一番印象的だったのは、二時間目の三組の生徒の一人が授業の終わりに「今日は久しぶりに楽しい授業だった」と言ったことでした。道具を使っての体験的授業は、やはり生徒の興味を引きやすく有効だと思

いました。生徒にとっては電卓があることで考え方のバリエーションが増えるので、考える意欲も増すのではないかと思います。そこで難しいのは教師のほうで、まずそういう生徒の考え方をすべて受け止めなければなりません。それにはまずテストによる評価がじゃまになると思います。

H (男子) 授業前【条件付き賛成】

私自身の経験から振り返ってみて、電卓を利用する場合は次の通りであると思う。
①単純な四則計算を行う際、②平方根等、実際に使える様な近似値を求めたい時、③数自身のもっている不思議さを発見しようとする時の、大きく分類して以上3点の様に思われる。・・・電卓を利用する際、大切な事は、生徒自身がそれを利用して計算力云々について問われない事である。計算力を伸ばそうとするならば、それは利用をひかえた方がよい。しかし、それを問わず、数学のおもしろさと発見を狙うのであればそれは、使用を許されるであろう。この点で私は電卓利用を賛成したい。

授業後【条件付き賛成】

まず、はじめてのころみであったからだろうが、生徒の興味が電卓にむいていた事である。・・・次にもう一つとして、電卓を使っての近似値の考えがそのまま、無理数の考えにつながって行くかどうかという事である。・・・私は、先回の授業を参観させていただいて、以上二点を注意点としてあげた。つまり、一、「電卓を与える事で生徒の興味が、そちらにそれてしまう」、二、「電卓機能の限界により、確実な意味で数学の知識を与えにくい」ということだ。特に私は、後者の点が大変気にかかる。・・・帰納的に気付かせるという事に対しても少し問題がありそうだ。当然、後で数学的に証明する必要があるだろうが、先にも述べたごとく、誤った考えを生徒に与えやすい。この点が大変気にかかる。

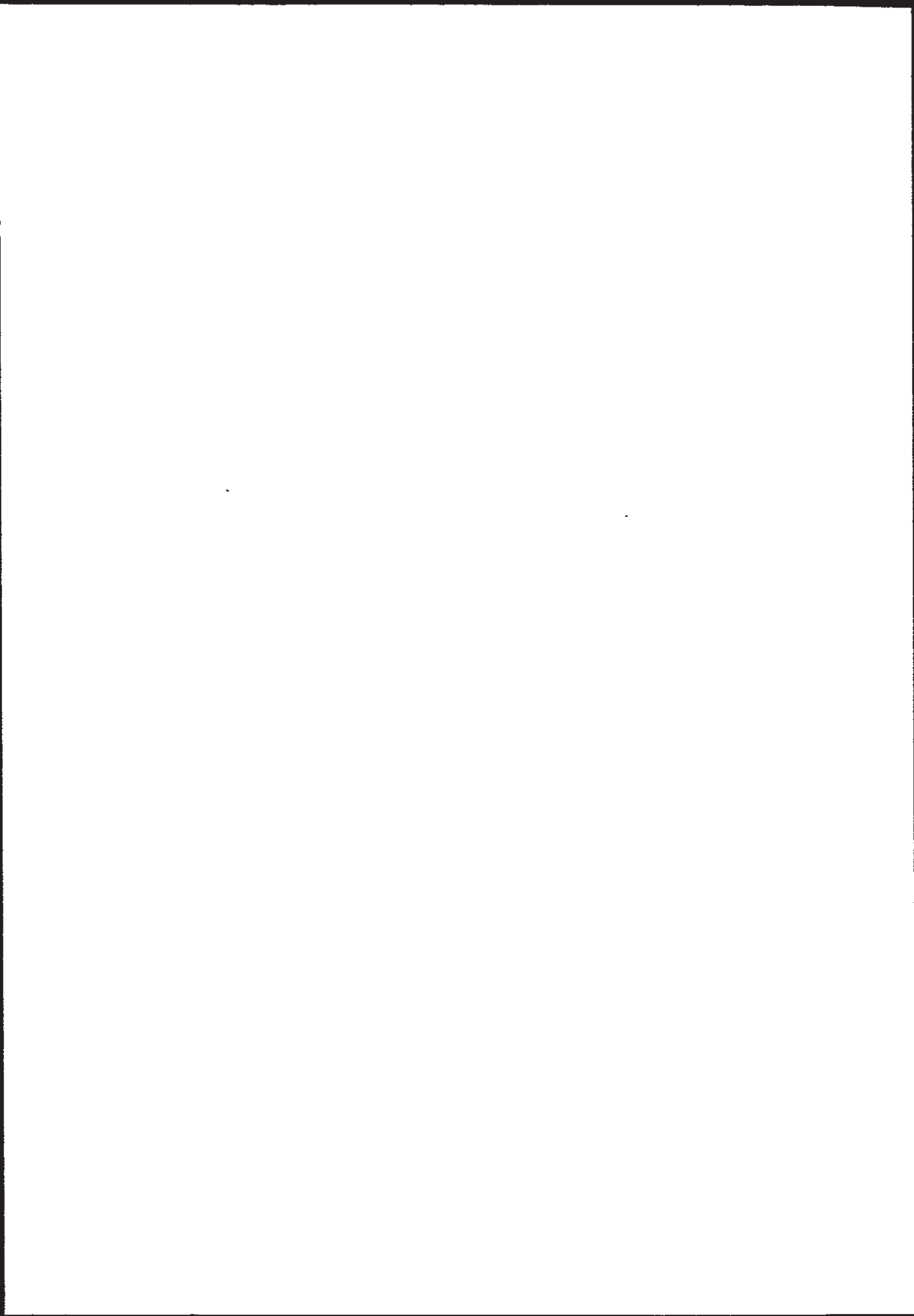
5 おわりに

教育実習生は、数学教育における電卓利用に、必ずしも肯定的ではないようである。このことは、算数・数学を実際に教えている人たちと同じ傾向であり、そして、それゆえに、現在の数学教育の結果でもあろう。

しかし、「2次方程式の授業」が示唆するように、この種の授業を試みることは、教育実習生が、授業とは、数学とは、ということを考えるよい機会となると思われる。

最後に、教育実習の忙しい中に、アンケート調査にご協力いただいた教育実習生の方々に感謝の意を表します。

VII 研究会・打ち合わせ会・全体会記録



研究会・打ち合わせ会・全体会記録

打ち合わせ会 第1回(昭和63年5月25日(水)東京学芸大学附属大泉中学校)

参加者 長崎、太田、尾崎、若林

配布資料

- 1 「数学教育における電卓の利用に関する開発研究」についてのメモ 長崎

討議事項

1 資料1をもとに説明がなされ、今後の研究方向について討議された。その結果、大筋については、この方向で研究を進めていくことになった。

研究会 第1回(昭和63年6月10日(金)大野南公民館)

参加者 長崎、川辺、佐藤孝、佐藤敏、清水、杉浦、高橋、根岸、安間

配布資料

- 1 研究メンバー一覧 長崎、
- 2 「数学教育における電卓の利用に関する開発研究」の研究計画案 長崎
- 3 「数学教育における電卓 報告書」(ユネスコ) 長崎

討議事項

1 資料2をもとに、今後の研究方向について討議した。この中で、次の点を確認した。

(1) 実験授業は、文献調査と並行して最初から行っていく。なお、実験授業を実施するときには、できるだけ、前以て指導案などの検討を研究会で行い、また、ほかのメンバーは時間が空いているときには授業を参観に行く。授業計画は、単元全体を見通したのもでも、1時間だけのものでもよい。

(2) 調査については、次の点を念頭に置く。

- ・学校の協力を得られる地域で行う。(特に、父母対象)
- ・できるだけ結論が日本全体について言えるように対象者抽出で配慮する。
- ・調査の設計・実施は国研が行い、この研究会では質問項目の検討を主とする。

(3) 電卓の機種は、できるだけいろいろなものを試すようにする。たとえば、四則・ルートのみ、メモリつき、数式処理が可能など。

(4) 授業は、どの公立学校でもできることを目指す。

(5) 研究内容の分担については、国研が、文献調査、質問紙調査を主として行い、授業研究は、学校の先生方、教材のカード作成は全員で行う。

(6) 電卓の準備は、国研が責任をもって行う。

(7) できるだけ、全員が最終報告書に何か書く。

(8) 現在の中学校の学習指導要領の内容では、四則電卓は、平方根と統計でしか利用できないように思える。しかし、この会では、そのような枠を外して自由に考えていくことにする。

2 上記の資料2の討議の中で、次の話題が出された。

(1) 先生が「研究」を行っているというだけで子どもたちによい影響が出ることもあり、このような場合、電卓の効果とは言えない。しかし、実践を通じた教育研究

- はそれで良い。なお、このような影響を、心理学では「ホーソン効果」という。
- (2) もし可能ならば、数学の授業のときに、電卓を毎時間子どもたちが自由に利用できるようにしておきたい。千葉大付属中でこのような試みをやっているようである。
- (3) 計算力ということ議論していく必要がある。過去に言われた計算力の低下とは、計算力とは何かということに依存している。それによって、低下しているとも低下していないとも言える。たとえば、日数教、日教組、IEAなどによる調査を参照するとわかる。
- (4) 電卓の教育利用と電卓・社会の発展との関係も興味あることである。ちなみに、電卓の国産の第1号機が開発されたのは昭和39年(1964年)であり、価格は53万5千円。電卓についてふれた小学校学習指導要領が告示されたのは昭和43年、このときの価格は15万円。この指導要領が実施されたのが昭和46年、この翌年に1万円台の電卓が登場。
- (5) ハード関係の人を招いて話を聞いてもよい。

研究会 第2回(昭和68年7月5日(金) 大野南公民館)

参加者 長崎、川辺、佐藤孝、佐藤敏、清水、杉浦、高橋、根岸、安間

配布資料

- 1 研究会記録 第1回 長崎
- 2 「中学校数学科における電卓を活用した授業の考察」(修士論文要旨)
佐藤孝彦
- 3 「16オプラス試験における電卓」(イギリス) 長崎

討議事項

- 1 資料2、および、同名の『修士論文』(305ページ)をもとに、佐藤孝彦先生が横浜国立大学大学院で書いた論文についての紹介が、OHPを駆使してなされた。この研究は、文献研究、調査研究、事例研究が一体となったものであり、種々の側面から現状の把握ができるとともに、また、研究者自身の熱意が伝わってくるものであった。なお、すでに、この科研以前に、相模大野の会では本論についての紹介がなされているということで、ここでの質疑応答はそれを踏まえて行われた。そこでは、次のことが確認された。
 - (1) この論文の内容は、本研究会にとって非常に貴重なので、そこでの知見をもとに我々の研究を積み重ねていくことにする。
 - (2) 特に、意見調査の項目は、興味あるものであり、その文章や結果の意味するところを一層吟味し、さらに項目を改良しつつ、その成果を生かして今後の調査でも使うことにする。
- 2 前回の資料3(「数学教育における電卓 報告書」)について、紹介された。
- 3 資料3について、簡単に紹介された。
上記、2、3の紹介を通して、今回の研究では、現在の枠、たとえば、学習指導要領の内容、学年配当からは自由に、いろいろな側面から電卓の教育利用について話し合おうということが確認された。

研究会 第3回(昭和63年7月29日(金)大野南公民館)

参加者 長崎、川辺、佐藤、佐藤、杉浦、根岸、安間、松崎

配布資料

- 1 研究会記録 第2回 長崎
- 2 電卓を使用した授業に対する保護者の感想の考察(中学校3年)
佐藤孝
- 3 授業記録「計算のパターン」(中学校1年) 安間
- 4 電卓利用教材カード(案) 長崎
- 5 教科書における電卓のあつかい 清水
- 6 「16オプラス試験における電卓」長崎

討議事項

- 1 資料2をもとに、授業の流れ、保護者の感想、および、これに対する考察の説明がなされた。その際、この学校の所在地域についての補足説明がなされ、また、新指導要領でソロバンが重視されるということについて父母からの問い合わせがあり電卓との絡みで話し合ったということも紹介された。討議の中で、循環小数については、特に、7分の1などについて実際に電卓で確かめながら行われた。主な内容は、次の通りである。
 - (1) 保護者が授業を見たうえでの感想というものは、電卓の教育利用に関しては未だないので、きちっとまとめる。なお、その際、保護者の数を増やして統計的に処理するというよりも、このような事例的な側面を重視する。
 - (2) 保護者の感想は、概ね4つに分類されているが、我々が重視している「数学的な考え方、数学的活動」というものに目を向けたものが少ないようである。少々大変だが、このようなことを分かってもらえるような工夫が必要であろう。
 - (3) 保護者も楽しんでいたということは大切である。親が楽しみ、それによって、家で子どもと会話がなされ、子どもに良い影響をもたらすと思われる。このような意味でも、父母参観日にこのような授業を行った価値があろう。
 - (4) 循環小数については、既に多くのことが研究されていると思われるが、7分の1などを中心に、整理しておいたほうがよい。電卓との関係でいえば、7分の1よさは、その循環節(長さ6)が適度に、表示部に見ることができる。
- 2 資料3をもとに、授業計画、実際の授業、その感想についての報告がなされた。3クラスで授業を行ったが、予想と全然違う形で進み、もう少し計画を絞らなければならないと思ったが、しかし、子どもたちは、特に、日ごろ数学があまりできない子どもも、楽しんで授業に参加していたということが、付け加えられた。主な討議内容は、次の通りである。
 - (1) 生徒が初めて電卓を利用した授業記録であり、このような授業記録は貴重なので、子どもの反応、考察などを入れて、きちっとまとめていくようにする。
 - (2) 電卓を初めて導入するには、概ね2つの型があるであろう。1つはこのように電卓の機能を説明する中で導入する型であり、もう1つは実際の問題をやりながら導入する型である。後者については、杉浦先生がちょうどそのようにして導入した

- ということなので、この次にその授業についての報告をしてもらうことになった。
- (3) どのように導入したとしても、電卓の機能についての最小限必要な説明とは何かという課題が出てくる。この場合、機種の違いということも関係してくるであろう。
- (4) 今回の授業は、パターンの推測に重点をおき、証明することが主眼ではなかった。このような、推測するというところに視点を置いた授業も大切である。今回の授業から、子どもたちは、3例ぐらいから一般法則を推測するのがわかった。
- (5) メモリ機能は、いつごろから使ってよいのだろうか。これも検討課題である。
- 3 資料4について、説明がなされ、大体このような形式でカードを作成することになった。このカードには我々が行った授業だけではなく、参考文献から興味ある教材も載せることにする。ただし、その際、引用文献、原著者を明確にしておく。
- 4 資料5について、簡単に内容を確認した。作成者の清水先生が欠席だったので、討議には入らなかった。なお、63年以前については、大日本は写真のみ、啓林には注(p.23)に入っているという指摘がなされた。できたら、同じように高校のことも含め、考察を付け加えて、清水先生にまとめてもらう。
- 5 資料6について、紹介がなされた。まだ未完でありさらに続きを発表するとのことである。

打ち合わせ会 第2回(昭和63年7月30日(土)東京学芸大学附属大泉中学校)

参加者 長崎、太田、尾崎、若林

配布資料(研究会1回~3回の配布資料全部)

- 1 研究メンバー一覧 長崎
- 2 「数学教育における電卓の利用に関する開発研究」の研究計画案 長崎
- 3 数学教育における電卓 報告書 長崎
- 4 「中学校数学科における電卓を活用した授業の考察」(修士論文要旨)
佐藤孝彦
- 5 16オプラス試験における電卓 長崎
- 6 電卓を使用した授業に対する保護者の感想の考察(中学校3年)
佐藤孝
- 7 計算のパターン(中学校1年) 安間
- 8 電卓利用教材カード(案) 長崎
- 9 教科書における電卓のあつかい 清水
- 10 16オプラス試験における電卓(続き) 長崎
- 11 研究会記録 第1回 長崎
- 12 研究会記録 第2回 長崎

討議事項

- 1 資料2、11をもとに、研究計画についての説明がなされ、それをもとに討議がなされた。第1回研究会で出された問題点と共通な内容もほとんど討議されたが、この打ち合わせ会だけに特徴的な内容は、次の通りである。
- (1) 教育実習が9月(第1回:9/12~9/30、第2回:10/11~10/22)に行われるので、そ

の期間に実習生を対象に次のような調査を実施したい。問題は、準備の時間があるかどうか。目的：大学生、特に将来教師になろうとする学生の電卓に関する意識を探る。

方法：いくつかの形式が考えられる。

①調査（記述式か選択肢式か）だけを行う。

②電卓を利用した授業の前後に調査を行う。

(2) 実験授業は、附属以外のメンバーが行ってもよい。内容もある程度自由に考える。また、(1)にもかかわってくるが、実験授業を、教育実習生がいるときにできれば、より興味深い議論ができるのではないか。

(3) 附属の子ども、親などを対象とした調査は、可能であろう。

2 資料3～12をもとに、研究会の進行状況について説明がなされた。特に、資料6、7については、授業の流れや子どもの反応なども詳しく討議し、電卓を利用した授業のイメージ、可能性、教材などを話し合った。

全体会 第1回(昭和63年8月20日(土)、21日(日)目黒宿泊所 ニュー目黒)

参加者 長崎、瀬沼、太田、尾崎、川辺、佐藤孝、佐藤敏、杉浦、根岸、安間、山崎、若林、島田

配布資料

- 0 配布資料一覧
- 1 会合案内
- 2 研究メンバー一覧
- 3 研究会記録 第3回
- 4 打ち合わせ会記録 第2回
- 5 「Hand Held Calculators in Mathematics Education of Present State in Japan」『科学教育研究』、1987、Vol.11 NO.2 長崎
- 6 「電卓の導入に関する中学校数学科カリキュラムの論点」『日本科学教育学会年会論文集』、11、1987、長崎
- 7 「数学教育の中での電卓の現状と将来」『数学教育の問題点—電卓および図形教育—』、エース出版、1985、島田
- 8 「なぜ数学を教えるのか」、『早稲田大学数学教育学会誌』、第4巻第1号、1986、島田
- 9 「数学教育におけるアルゴリズムとコンピュータの役割」『世界の数学教育 その新しい動向』、共立出版、1980、エンゲル
- 10 「数学教育における電卓 討議記録」(ユネスコ) 訳：長崎
- 11 「16オプラス試験における電卓 討議記録」(イギリス) 訳：長崎
- 12 新聞の記事から(新学習指導要領案について)
- 13 「電卓ももう熟年」、『タイム』、第56号、1988、本多由紀子
- 14 電卓を使用した授業についてのアンケート 佐藤孝
- 15 中学校数学科における電卓を活用した授業の考察 佐藤孝
- 16 「分数と計算機」『算数科・楽しい授業の提案』、明治図書、1987、

手島勝朗、(佐藤孝)

- 17 数学教育における電卓の利用に関する開発研究 佐藤孝
- 18 電卓を使った授業について 杉浦
- 19 平方根の指導案、二次関数における電卓利用教材例 根岸
- 20 学習指導略案 安間
- 21 授業記録「速さを考える」 太田
- 22 電卓を利用した授業メモ 太田
- 23 電卓を用いた指導例 山崎
- 24 何故、電卓の使用に反対なのか? 佐藤敏
- 25 「これからの電卓授業の方向」第70回日数教大会配布資料、1988、
東大阪市算数教育研究会、(佐藤敏)
- 26 電卓利用に関する調査案(1) 長崎栄三
- 27 数学科学習指導案 川辺
- 28 資料の整理(教科書) 川辺

討議事項

- 1 討議に先立ち、本研究会の目的等について簡単な説明がなされたが、それに対して、島田先生から、電卓のハード面にかかわる次の2点について検討する必要があることが付け加えられた。
 - (1) 日本の教室にうまく合う電卓のキーの配置、大きさなどの検討をする必要がある。小中での最小のキー数、メモリ数、数式処理、%キーなど。
 - (2) 演示用の電卓を考える必要がある。(OHPで使えるもの、テキサツ・インスツルメント製)
- 2 資料14(佐藤孝先生)の説明がなされた後で、次のことが討議された。
 - (1) 計量から「三平方の定理」を導くことは、直接的には難しい。その前に、「3変数の関係を調べる」場合の具体例で「変数をコントロールせよ」とか「変数を規則的に変えよ」などということをも身につけさせることが必要であろう。たとえば、「かずあてゲーム」などでこのことを具体化できるであろう。
 - (2) 電卓の、切り捨て型、切り上げ型、四捨五入型の長短を考えておく必要がある。
 - (3) 平方根表を使うことと電卓の関係はどうなるのか。
特に、 $\sqrt{100a}=10\sqrt{a}$ はどうするか。これは、電卓を利用すると表のためには不要となる。さらに、 $\sqrt{98}$ の値は一々 $2\sqrt{7}$ としなくとも、そのまま電卓で値を求めることができる。強いてその存在価値を探せば、指数法則にあるだろう。つまり、 $\sqrt{a} \times \sqrt{b} = \sqrt{ab}$ ということのため。
 - (4) 電卓で平方根を処理するとすると、今までの計算はどのように考えればよいのか。たとえば、 $\sqrt{12+\sqrt{18}}$ は。従来のアプローチは、「体の拡張」を目指したものであり、代数的なものであり、電卓を利用したのは解析的といえるであろう。
- 3 資料15(杉浦先生)の説明がなされた後で、次のことが討議された。
 - (1) 電卓を販売している人は、学校教育で電卓利用について学習する人を対象として電卓を製作しているのではない。つまり、学校教育のことは念頭に置かれていない。

(2) 電卓の演算方式は、その優先順位から算術方式、逆ポーランド方式(←ポーランド方式)、代数方式に分かれる。

(3) 電卓と筆算では、問題へのアプローチの仕方が異なるのではないか。筆算でやると数字の並びに目が向くが、電卓ではそうではなく、電卓ではガウスの発想は出てこないのではないか。

(4) 中学1年生だったら、この程度の「不思議だなあ」でよいのではないか。そして、「きまりの解明のためには、もう少し勉強が必要だね」で十分だろう。また、文字式の導入だとしたら、もう少し構造が簡単なものを持ってくる。

4 資料16(根岸先生)の説明がなされた後で、次のことが討議された。

(1) 電卓を使うと、「およそ」、有効数字などにどのような配慮をするかを考える必要がある。

(2) 2次関数の落体の法則で、実験をするなら、アプローチを変えないと難しい。たとえば、「1、2、3、・・・という整数の2乗」を考えて、その階差を考えさせておくと、この指導案のやり方に結び付くのではないか。

5 資料17(安間先生)の説明がなされた後で、次のことが討議された。

(1) 6667^2 のパターンの証明が、紹介された。証明の過程で重要なことは、たとえば、 $999\cdots$ を $(10-1)$ と置き換えることであり、あとは、結論の式をながめつつ式を変形することである。

6 資料19(山崎先生)の説明がなされた後で、次のことが討議された。

(1) ねらいの中の「現実、日常生活、電卓そのものから」を明確にする必要がある。

(2) 三角形に分割するにはどのようにしてもよい。ただし、誤差はどのくらいになるかを考えておくとよい。ところで、実際の土地の計り方は、確かに三角形分割で行っていく。有効数字は2~3桁であろう。

(3) 確率の計算では、予想に反する結果が出るということに気がつかせるとよい。たとえば、1に近い数を何回も掛けると小さい数になるということ、この誕生日の例や、安全率の例で。

(4) 新聞の記事なども日常生活の題材になるであろう。

7 資料18(太田先生)の説明がなされた後で、次のことが討議された。

(1) 速さを考えさせる場面として、高速道路を走る自動車のメーターと時計を一緒にビデオに映すと、電車に乗っていて時計と里程標を一緒にビデオに映すということも考えられる。また、不定形の容器の中に水を水道から入れるときの高さの変化でも、速さの直観的イメージが得られる。

(2) 2次方程式の導入で、グラフを書かせるのは抵抗があると思われるが、とくに公立中ではそうであろうが、電卓の利用具合など子どもの反応を見ながら進めていくことにする。

(3) 2次方程式に電卓が入ったときの今後の課題。2次方程式の解法としては、筆算による「因数分解、解の公式」(4次までで終わり)と電卓による「反復法(たとえば、ニュートン法など)」(何次でもよい)が考えられる。前者は、数学者の行き方であり、後者は、エンジニアの行き方といえよう。生徒は、どちらの場合に解けたと考えるか。現行、今回の学習指導要領は前者だが、将来的には、後者にな

るのではないか。つまり、一般人の教授として、2次方程式の解の公式をとるか、電卓によるうまい試行錯誤をとるかということである。

なお、数学科カリキュラムの在り方として、次の3段階が考えられよう。「電卓が入らない代数的アプローチ」、「電卓が入った代数的アプローチ」、「電卓が入った解析的アプローチ」。

8 資料22 (川辺先生)の説明がなされた後で、次のことが討議された。

(1) 「電卓に慣れるための補助テキスト」、「マニュアル」を作ったらどうか。これは、機械に接する姿勢が2つあるということからきている。1つは、やみくもに機械をいじるタイプであり、もう1つは、マニュアルを読むタイプ。後者のほうが望ましいといえるからである。これは、マイコンなどにも通ずる。用語も日本語を使えないだろうか。

(2) 電卓を使うときの間違いの傾向を示すデータが必要である。キーの押し間違いなどの例を集める。

(3) 教室ではできるだけ機種を統一したほうがよいが、導入時には、四則電卓と関数電卓を対比させるのもおもしろい。つまり、演算順序の違いがはっきりする。

(4) そろばんのように電卓を使って、決められた時間内にどの程度正答できるかを計ることも必要である。

(5) 最近はやっている度数分布表として、「digital graph (数値グラフ、または、幹葉表)」の紹介があった。参考書は鈴木義一郎著『教養統計学』(共立出版、教職数学シリーズ)。

9 資料20 (佐藤敏先生)の説明がなされた後で、次のことが討議された。

(1) 中学校の数学教育関係者には、理論志向と応用志向の2つがある。前者は、「数学とは面倒を避ける方向にいく」というものである。しかし、もし、電卓によって計算の面倒がなくなったら指導の流れはどうなるか。(資料7参照)

これに関連して、方程式を解く→演算→抽象代数というモチーフをどうするか。ある場合には保たねばならないであろう。

(2) 電卓の役割には、メガネ的と顕微鏡的とがある。前者は、計算力を補強するものであり、後者は、今まで見えなかったものを見ようとするものである。(資料7参照)

(3) 暗算、珠算、筆算と電卓の関係はどうなるのか。筆算は理論志向である。戦前は、前者3者を行っていたが、「力が分散する」、「表示された数とそのつど消えると論理的にできない」ということから、筆算が主になった。ところで、電卓が入ってくるとすると、長除法の位置付けはどうなるか。(資料7参照)

電卓と筆算のそれぞれの価値を認めることが必要なのではないか。ところで、それぞれの価値が発揮できる領域とは。

(4) 電卓利用論への反対論としては、「もっと使いやすくなるのだから、学校で教えなくてもよい」もある。

(5) 試験に関しては、イギリスでは伝統的に試験のときに数表を与えていた。電卓もそのように工夫できるのではないか。

10 資料21 (長崎)の説明がなされた後で、次のことが討議された。

- (1) 調査の質問数は少なくしたほうがよい。
- (2) 回答がきたら、どういうアクションを取るかを考えておく必要がある。気に入らない答えがきたらどうするか。(特に、教師用)
 研究の方向の境目をはっきりさせたいような質問項目を作成するとよい。(たとえば、メモリを使うかなど。)もし、こういう質問ならば、標本校は無作為ではなく知っているところでよい。

打ち合わせ会 第3回(昭和63年9月16日(金)東京学芸大学附属大泉中学校)

参加者 長崎、太田、尾崎、若林

配布資料

- 1 全体会記録 第1回 長崎
- 2 教育実習生対象の調査案について 長崎

討議事項

- 1 資料1をもとに、全体会記録の確認をした。
- 2 資料2をもとに、教育実習生を対象とする調査を次の要領で実施することにした。
 - (1) 基本的には、自由記述式とする。(具体的には、400字詰原稿用紙5枚くらい)
 - (2) 対象は、数学科配当学生のみとする。
 前期(9/12~9/30): 6名(中学校専攻)
 後期(10/11~10/22): 13名(小学校専攻)
 - (3) 主題は、「中学校の数学教育で電卓を利用することについて」
 - ① 今までの電卓利用経験
 - ② 数学教育での電卓利用の賛否とその理由
 - (4) 前期については、次のように行う。
 - 1) 第1回自由記述式調査(9月17日)
 - 2) 研究授業(9月21日: 3、4校時) 参観(教育実習生、瀬沼先生、長崎)
 授業者: 太田先生「2次方程式(電卓を利用)」
 - 3) 第2回自由記述式調査(9月21日)
 - 4) 反省会(9月24日)(大泉中教官、教育実習生、長崎)
 - (5) 後期については、未定。
 - (6) 分析は、大泉中が中心になって行う。
- 3 利用できる電卓を、国研が49台持参。(SHARP EL-240A)その操作について、若干練習した。

研究会 第4回(昭和63年9月20日(火)大野南公民館)

参加者 長崎、川辺、佐藤孝、佐藤敏、清水、杉浦、高橋、根岸、松崎、安間

配布資料

- 1 全体会記録 第1回 長崎
- 2 打ち合わせ会記録 第3回 長崎
- 3 教育実習生対象の調査案について 長崎
- 4 数学(電卓の使い方) 川辺

5 電卓マニュアル(CANON用) 佐藤孝

6 国立教育研究所で実施した調査についての電卓に関する項目 長崎

討議事項

- 1 資料4をもとに、授業の流れ、生徒の反応、これに対する考察の説明がなされた。なお、その際、次のような補足説明がなされた。『電卓が家にありますか』に対しては、「先生も持っていないが」と枕言葉を置いて尋ねた。関数電卓は、知らない生徒が多い。『宿題をするときに電卓を使いますか』に関しては「いいえ」が多いが、これは電卓を使わなくてもよい宿題ばかりを出しているためであろう。キーの機能についてはほとんどの生徒は知らなかったが、教師が話している間に経験的に見付けることも多いようだ。計算問題の解きかたについての選択肢は例に応じて、その場を出していったが(たとえば、例2では、Cを使える、知らない、別の方法で、最初からやり直す)最初から、決めておくべきであった。また、電卓を鉛筆で操作している子もいた。なお、生徒の感想文を見ると、生徒は電卓を楽しんで使っていたようである。主な討議内容は、次の通りである。
 - (1) 関数電卓の是非を考える必要があるだろう。これについては、2つの立場が考えられよう。一つの立場では、関数電卓なら計算の順序通りに操作ができるということであり、もう一つの立場では、関数電卓を使わないでメモリを使ったほうが乗除をひとまとめにするということがより明確にできるということである。このことについては、これらの観点のほかに、子どもの発達段階、価格なども考慮することが必要になろう。
 - (2) キーの操作を親がわかっていると、自然と子どもにも教えるということがあろう。家庭の教育力ということも重要な要素である。
 - (3) マニュアルはやはり必要である。
 - (4) メモリは、中学1年生でも指導すれば、使えるようになる。
 - (5) 授業の様子、子どもの反応、感想文などをもとに記録をまとめておく。
- 2 資料5をもとに、マニュアルの第1次案についての説明がなされた。主な討議内容は、次の通りである。
 - (1) 用語の説明の仕方を工夫する必要がある。また、機種間の用語の統一ということも考える必要があるだろう。
 - (2) 使い方の教える順序も考えていく必要がある。2つの考え方があろう。すべてをはじめに教えるか(全習法)か、必要なときに分けて教えるか(分習法)。
 - (3) 対話方式でまとめるのも一法であろう。
 - (4) 機種間の違いは後で考慮する。
 - (5) 索引も付けたい。「こういうときには、こうする」などと。
 - (6) 小さな形式にまとめることにこだわらない。
 - (7) 授業での子どもの反応などをもとに、さらに討議を重ねていくことにする。
- 3 資料6をもとに、各調査結果についての説明がなされた。主な討議内容は、次の通りである。
 - (1) 日本では電卓をあまり使わないのは、ソロバンの影響ではないかという指摘がなされた。これに対して、そうとは思えないということが、ソロバンの持つ機能と

電卓の持つ機能の違いからの説明があった。そして、使わない理由としては、カリキュラムや教科書や問題集のどが電卓を使わなくても良いようにできていることの方が大きいのではないかとということが指摘された。なお、これらについては、さらに詳しい説明が必要であろう。

打ち合わせ会 第4回(昭和63年9月24日(土)東京学芸大学附属大泉中学校)

参加者 長崎、太田、尾崎、若林、教育実習生6名

配布資料

- 1 電卓を使った実験授業 太田
- 2 電卓を使った実験授業(2次方程式)を見て 瀬沼
- 3 2次方程式と電卓 長崎

討議事項

1 資料1をもとに、授業の流れ、生徒の反応、これに対する考察の説明がなされた。なお、その際、生徒は現在まで一度も授業では電卓を使ったことがないということが説明された。主な討議内容は、次の通りである。

- (1) 電卓を使う最終目標は何か。
 - (2) 電卓を導入したのは、電卓のためか。
- 2 資料2、3についての説明がなされた。

研究会 第5回(昭和63年10月25日(火)大野南公民館)

参加者 長崎、佐藤孝、佐藤敏、杉浦、松崎、安間、山崎

配布資料

- 1 第5回研究会記録 長崎
- 2 教育実習生との研究会記録 長崎
- 3 電卓を使った実験授業 太田
- 4 電卓を使った実験授業(2次方程式)を見て 瀬沼
- 5 2次方程式と電卓 長崎
- 6 電卓の使い方 佐藤敏

討議事項

1 資料2～5をもとに、「2次方程式」の授業の流れ、生徒の反応、これに対する考察、教育実習生との研究会の様子が説明された。主な討議内容は、次の通りである。

- (1) 2次方程式を昔はどうやって指導したのかを調べておくことにする。
- (2) 2次方程式の解き方で、数値を規則的に代入するのと、不規則的に代入するのを分ける必要があるのかという疑問が出された。これにたいしては、規則的に代入するのはそこに既にある種の数学的な考え方が入っているという指摘がなされた。
- (3) この指導記録を見ていると、2次方程式だけではなく3次方程式から入ることが可能なように思えるという感想があり、それに対しては、たとえば、われわれの身の回りは3次元でありそこから、つまり、体積から入っていくのも自然かもしれないということが出された。

(4) 日ごろは教え込んでいるだけではないかということに対して、この授業全体から反省させられる。さらに、数学教育の目的とは何なのかを考えさせられる。このようなことも議論していくことが大切である。

2 資料6をもとに、小学生(5年・6年)用のマニュアルについての説明がなされた。なお、小学生用なので、 $\sqrt{\quad}$ (平方根)、 $+/-$ (負の数)のキーについては説明しないということであった。主な討議内容は、次の通りである。

(1) 次のキーの扱いを考える必要がある。メモリキー、%キー

(2) 0で割ったときの意味はどうするか。これについては、授業の中で適時扱う必要があるだろう。

(3) 「あふれた桁数」入らない。

3 佐藤敏先生から、「計算調査」の原案が示された。問題は、ソロバン用の問題であり、調査の目的は、電卓の使いやすさ(早く、正しく)と誤答の傾向を調べることにある。対象は今のところ小5である。この内容の検討については、次回以降の宿題とすることになった。

研究会 第6回(昭和63年11月29日(火)大野南公民館)

参加者 長崎、川辺、佐藤孝、佐藤敏、根岸、松崎、山崎

配布資料

1 第5回研究会記録 長崎

2 「二次方程式解法の発達」、『数学教育』、第26輯、1939、松尾正夫
(長崎)

3 他教科の教科書の分析(案) 長崎

4 「中学校ノ他学科教材中ニアル数学的素材」

『日本中等教育数学会雑誌』、第24巻3号、1942、宮崎勝武 (長崎)

5 「数学と理科との関連についての一考察」

『東京学芸大学付属学校研究会』、1981、坂井裕 (長崎)

6 ヨーロッパ諸国と日本の電卓に関する動向 山崎浩二

7 電卓の使い方の指導について 佐藤敏

討議事項

1 資料2をもとに、2次方程式の解法について質疑応答を挟みながら読み進めていった。ところが、内容はおもしろいのだが、思ったより時間がかかるので、p.99で一応止めて、次回にまた、読むことにした。

2 資料3をもとに、他教科の教科書分析についての説明がなされ、質疑応答の結果、提案の線に沿って分析を行うことになった。資料4、5については後程各自で読んでおくことになった。

3 資料6をもとに、ヨーロッパ諸国と日本の電卓利用状況について説明がなされた。これは、イギリスの報告書を意訳・概括したものであり、様子がとてもよくわかった。今後、この報告書の当該部分全文をこのような調子で訳すこと、および、アメリカなどの様子も含めて、山崎先生が一つのものに仕上げることになった。

4 資料7をもとに、電卓の扱い方の指導とそのためカード、および、前回紹介の

あった調査の結果が報告された。小学校においては、電卓の扱い方の指導のために2時間は必要であり、キーに名前があった方が扱いやすいようであり、また、計算の順序通りにキーが使えたと良いと思った。M-、M+の2つのメモリを使うと児童が混乱しそうなので、今回はM+だけを使ったが、それでも、とまどっていた。調査では、大小2種類の電卓を使い、ソロバン4級の乗除の問題(5分間で20問)を利用した。この結果、小さい電卓の方が計算結果も良く、しかも、児童は使いやすいと感じているという、意外な結果になった。主な討議内容は、次の通りである。

(1) 小学生は、メモリについて「数を置いておく場所」というのを理解するのは難しいようだ。そこで、どのくらいの児童がメモリを使えるかを、さらに詳しく調べる必要がある。なお、このことは、中学生についても同様である。

なお、メモリキーをすべての児童・生徒に理解させる必要があるかも、考える必要がある。このことは、数学の内容の発展ともかかわってくる。例えば、中学1年の「項」の扱いが関連してくるであろう。

(2) 「電卓の使い方」カードを、さらに発展させていくことになった。

(3) 調査結果については、電卓を初めて使った場合の正答数、大小の電卓に分けた場合の正答数の差(これは、平均正答数や、個々人の変化などによる)、誤答しやすい問題・誤答が少ない問題(正答数の差があるとしたら、その原因をキーの位置などに結び付けられるか)などの観点から、分析できるであろう。また、今後、加減の問題についても調査してみる必要があろう。

研究会 第7回(昭和63年12月26日(月) 国立教育研究所 数学教育第1研究室)

参加者 長崎、瀬沼、佐藤孝、佐藤敏、杉浦、高橋、根岸、松崎、安間、山崎

配布資料

- 1 他教科の教科書分析 長崎
- 2 第2回 全体会について 長崎

討議事項

- 1 資料1をもとに、分析の目的、手順などの説明がなされ、それに対する質疑応答のあとで、提案の線に沿って分析を行うことになった。経過は次の通りである。
 - (1) 各教科の責任者として、一応、メンバーが次のように分かれた。
国語科：根岸、 社会科：高橋、佐藤孝、 理科：安間、根岸、山崎、
技術・家庭科：杉浦、瀬沼、 美術科：佐藤敏、 保健体育科：松崎
音楽科：佐藤孝、 英語科：長崎
 - (2) 分析対象の教科書は、現在、相模原市が使用しているものとするに決めた。
それらを国立教育研究所附属図書館から借り出してきた。
 - (3) 最初に、教科書の該当箇所にはフセンを入れて、その頁全体をコピーしていった。
 - (4) コピーが終わった教科から、「教科書分析整理表」に記入していった。
 - (5) 意外と時間はかかり、「表」の記入の途中で時間切れとなってしまった。
 - (6) しかし、思いがけない教科に、思いがけない数学の使われかたがあり、うまくまとめられれば、興味あるものができるように思えた。
- 2 資料2をもとに、第2回全体会について検討した。期日は、2月の中旬とするこ

とにし、詳細は追って、国研から連絡することになった。

研究会 第8回(平成元年1月24日(火)大野南公民館)

参加者 長崎、佐藤孝、佐藤敏、根岸、松崎、安間、山崎

配布資料

- 1 第6回研究会記録 長崎
- 2 第7回研究会記録 長崎
- 3 「二次方程式の解法の歴史」 山崎
- 4 「イギリスの電卓に関する現状」: 訳 山崎
- 5 「西ヨーロッパ及び日本を訪問しての研究」: 訳 山崎
- 6 教科書一覧表 長崎
- 7 電卓計算調査案 長崎
- 8 電卓を使った授業に関する調査(項目案) 長崎
- 9 「分数や余りも計算できる教育電卓」
『数学セミナー』、1989.2、宇敷重広(長崎)

討議事項

- 1 第6回記録の4について、佐藤敏先生から、その後の経過について、次のような説明があった。前回、子どもたちは小さい電卓の方が使いやすいようだと言ったが、さらに、電卓を授業で全く使ったことがない1学級で、同じような調査をしたら、今度は、大きい電卓の方が使いやすいということだった。小さい電卓の方がよいという前回の結果は、すでに使っていた慣れかもしれない。
- 2 資料3をもとに、二次方程式の解法の歴史が簡潔に説明された。なお、原論文の結語の「二次方程式の公式が今日の如く自由に使用される途になったのは十六世紀以後のことであるから、その完成に数千年の時日が経過している。このことを知ったならば生徒も驚異の念を懐くに相異なる。今日の数学教授の実際はどうか、二次方程式に入ると僅々二三時間の準備過程を経て一刻も早く仕上がった完全解を授けようと急るのが普通である。何故にもっと工事場の実情を見せて仕上げの苦勞を嘗めさせないかと思議に思うのである」という言葉をもう一度じっくり味わう必要があろうということになった。
- 3 資料4、5をもとに、西ヨーロッパ諸国の電卓利用の現状についての説明がなされた。各国の状況がわかりやすくまとめられており、特に、電卓を計算のためだけとは考えていないということがわかる。なお、翻訳について気がついたところがあったら早急に、山崎先生宛に連絡することになった。
- 4 資料6をもとに、他教科の教科書分析についての前回以降の状況が説明された。国研によって各教科の素材については、すでに記入されており、数学的内容について分担して整理することにした。分担は、次の通りである。なお、その整理した表をもとに、簡単な解説を作ることにした。
佐藤孝(技下、美)、佐藤敏(公)、根岸(技上、音)、
松崎(地、体)、安間(理)、山崎(歴)
- 5 資料7をもとに、計算調査案の検討をした。なお、1番は40人で、2番が39

人となっているのは、後者で端数処理を見たいとの追加説明があった。検討に先立ち、全員でこの調査問題を実際に電卓でやってみた。所要時間は、2題とも1分から2分でできたが、全員が正解とはならなかった。意外とむずかしいものであった。その結果、次のように質問紙を改訂することになった。

- (1) 時間は、全員が終わるぐらいに、適当にはかる。2題で、15分ぐらいはかかると思われる。
 - (2) 数学が得意かどうかの質問は削除する。
 - (3) 計算のために数をどのような順序で見ていったかについての質問を付け加える。これらの事を念頭において、長崎が改訂案を作り、全員に配布し、時間がある人は実施し、集計は国研で行うこととした。
- 6 資料8をもとに、児童・生徒用調査項目についての検討をした。時間がなかったために、細かい項目の検討はできなかったが、次のような意見がだされた。
- (1) 数学のどんな場面で利用したかを聞きたい。
 - (2) 比較対照用の、利用していない子どもへの調査も考える必要がある。
 - (3) どういうキーを知っているかという項目も入れたい。
 - (4) 名前、番号は入れないようにしたい。
 - (5) 家庭での状況をもっと聞けないだろうか。

今後、これらのことを含めて、更に、検討していくことになった。

全体会 第2回(平成元年2月19日(日)東京宿泊所 みやこ荘)

参加者 長崎、瀬沼、太田、尾崎、川辺、佐藤孝、佐藤敏、杉浦、根岸、松崎、安間、山崎、若林、島田

配布資料

- 0 配布資料一覧
- 1 第2回全体会 会合案内
- 2 研究メンバー一覧
- 3 研究会記録 第8回
- 4 電卓導入指導案 川辺
- 5 学習指導略案 安間
- 6 中学校数学科における電卓を活用した授業の考察 佐藤孝
- 7 標本調査 授業案 根岸
- 8 電卓を使った実験授業 太田
- 9 落体の運動を考える(中3) 太田
- 10 理科と数学科の関連についてのまとめを行う上で気が付いた点 安間
- 11 技術・家庭科、音楽教科書分析結果について 根岸
- 12 「各国における電卓使用に関する現状」: 訳 山崎
- 13 「電卓を使用した授業についてのアンケート」の結果 佐藤孝
- 14 電卓についての自由記述の調査 佐藤孝
「電卓に焦点をあてて」、『新しい算数研究』、No. 202、1988、佐藤孝
- 15 「電卓で体重と身長を計算しよう」の調査結果から 佐藤孝

- 1 6 集計結果（上溝南中、田名中、内出中） 長崎
- 1 7 教育実習生の電卓利用に関する考え 若林、尾崎、太田、長崎
- 1 8 我が国で数学化を目指した最初の中学校教科書の成立とその特質 長崎
- 1 9 電卓の宣伝（Arithmetic Teacher） 佐藤孝
- 2 0 ソロバンのおすすめ（ソロバン塾の宣伝文） 長崎
- 2 1 「Abacus takes measure of calculator」 （英字新聞） 長崎
- 2 2 学習指導要領の電卓に関する項目 長崎
- 2 3 他教科の教科書分析（公民） 佐藤敏
- 2 4 電卓の使い方 佐藤敏
- 2 5 教科書分析メモ（地理、保健体育） 松崎
- 2 6 電卓科研報告書の作成について（案） 長崎
- 2 7 研究の概要（案） 長崎

討議事項

- 1 資料4（川辺先生）の説明がなされた。その中で、次のことが補足的に説明された。生徒は日常生活で電卓を使っていない。こづかい帳もつけていない。メモリの指導には15分かかったが、その後、再度、 $a \times b + c \times d$ をやったらほとんどの子ができた。そのあとで、次のことが討議された。
 - (1) キーについては、中学1年生は意外とわかるようである。例えば、クリアーキーについては、「サッカー」のクリアーでわかるし、メモリについては、歌謡曲の題名の「～のメモリ」やメモルでわかるようである。
 - (2) 電卓導入のマイナス面としては、小学校でのことだが、難しい計算をいやがるようになる子どももいた。
 - (3) 生徒は左から乗除先行を無視して数字や計算記号を押していくことが多いことに関して、電卓はただ計算の答えが出るものとして考えており、乗除先行を知らないのではないかという意見と、乗除先行はわかっているが電卓の機能についてわかっていないのだという意見とがあった。
 - (4) 九九ができない子はキーを押せなかった。計算ができなければ、電卓は使えないのであろう。
- 2 資料5（安間先生）をもとに説明がなされ、その後、次の討議がなされた。なお、本資料は、前回の全体会で内容の説明はあったので、考察についてのみの説明であった。
 - (1) 電卓は、使えるときに道具として使えば良い。
 - (2) 電卓の計算が早い・遅いは、数学の得意・不得意と大体対応しているが、そうでない場合もある。
- 3 資料7（根岸先生）をもとに説明がなされ、その後、次の討議がなされた。
 - (1) 電卓を使って早く計算させるだけではなく、「正確に」計算させることが重要である。
 - (2) 多数のデータを処理する場合には、計画をしっかりと立てることが必要である。つまり、インプットエラーをどうやって防ぐかということである。そのためには、同じ計算を、組になって行うなどの配慮が必要である。

(3) 生徒は、このような多数のデータ処理のときにどのようなエラーをするかを調べることも大切である。(資料15～16参照)

(4) 統計データの場合の端数処理も考える必要がある。

4 資料8、9(太田先生)をもとに説明がなされ、その際、メモリについての補足として、中学3年生にメモリを教えると電卓を積極的に使うこと、そして、メモリの使い方は数日後も覚えていることが付け加えられた。その後、次の討議がなされた。

(1) 電卓には、算術型と代数型がある。算術型とは、キーを押した順序に計算を実行していく型であり、乗除先行が成立しない。代数型とは、キーの順序にかかわらず乗除先行で答えを出すものである。算術型の場合には、能率的に使おうとすると、メモリが必要となる。しかし、算術型において、メモリを使わずに多項式の計算を工夫させることも必要であろう。入れ子乗法である。例えば、 $ax^3 + bx^2 + cx + d$ を、 $x(x(ax + b) + c) + d$ と変形すれば、算術型でもメモリを使わずに計算できる。

ここで大切なのは、式というものは、目的に応じて形が決まるという考えである。状況に応じて便利な式の形を考えることが大切である。

(2) 2次方程式を2次関数の中でとらえようとしているこれらの授業実践例「2次方程式」、「落体の運動」のような授業が可能になるのだから、現在の学習指導要領の配列、つまり、2次方程式から2次関数というのは、変えた方がよいであろうし、また、将来的には、そうなるであろう。

(3) このような実験を取り入れた授業の場合には、前以て、予備の実験をして、授業案を作っていくことが必要になる。また、生徒の活動を主とした詳細な授業記録を作るためには、授業を録音テープで取るだけではなく、授業案の段階で教師の話すことを練っておくことが重要である。

(4) 答えがでてきても、不安を持っており、筆算で確かめている生徒がいた。計画的に電卓の扱い方を教えていく必要がある。

答えのチェックの仕方としては、一人で行う仕方としては、計算を部分的に分けて部分ごとにチェックするとか、一桁目だけを再度計算してみるとか、関数電卓の場合には統計モードで行って入力回数で確認するなどが考えられる。

5 資料10(安問先生)をもとに説明がなされた後、次の討議がなされた。

(1) 現在では数学科で量の単位について指導していないが、過去には指導したことがあった。単位の指導は重要だと思うが、当時の数学科の先生がいやがったからである。なお、これらのことは、「次元解析」という数学の学問分野である。

(2) 理科の中の数学の問題は、比較的簡単な方程式で解けそうなのに、そのようにせず算数的に解くことが多いのは、理科の先生が生徒に求める数学力が前の学校段階を基本にしているからであろう。また、理科の算数的解法では、式変形の各段階で実在としての意味を持たせているが、代数的な方法でもこのことは同様に可能なはずである。

(3) 数学では、グラフの縦軸と横軸がいつも同じであるが、このことは反省する必要がある。本来は、理科のように縦軸と横軸の単位は異なっているのである。数学

で同じにしているのは、わかりやすいからであり、必ずしも現実の関数関係を反映したものではないということを知っておいたほうがよい。

- (4) 比例など、数学よりも理科の方が先行している内容があるが、理科の先生に考えてもらいたい。また、比例式については、数学では比例 $y = ax$ として教えていることも知っておいてもらいたい。
- (5) 理科で電卓が使われるようになるには、入試で電卓を使ってもよいということが条件となろう。
- (6) 理科には、表やグラフを読み取ることが多くあるが、これは、数学でも考えることである。ただし、数学では定量的な場合しか、グラフを考えないが。
- (7) 理科で小数表示しかないのは、数を10進記数法としてしか捕らえてないということもあろう。ものさしが良い例だ。
- (8) 理科には図形の内容が少ないが、これは、幾何光学が無くなったせいである。しかし、太陽系は、球面上の座標系であろう。また、地学では、角度で「分」をやっているが、数学ではそれをやっていない。

6 資料11 (根岸先生)をもとに説明がなされた後で、次の議論がなされた。

- (1) 技術科には「厚さ×幅×長さ」という表現があるが、これは直積のことではない。戦前は、線分 $a \times$ 線分 b は、長方形及びその面積のことを表すという指導が為されていた。その習慣が残っているのである。数学のほうでは、代数との関係でなくなってしまった。なお、これは掛け算ではなく、長方形を表す記号であり、したがって、 $6\text{ cm} \times 4\text{ cm} \neq 2\text{ cm} \times 12\text{ cm}$ である。

7 資料12 (山崎先生)をもとに説明がなされた後で、次の議論がなされた。

- (1) アメリカでは、2位数～3位数の筆算を学習したうえで、電卓を使うと言っているが、重要なことは、電卓を利用すると「筆算の意味」が変わるということである。

つまり、以前は、筆算の形式までそろえたが、電卓が普及したら、考えた過程を自由に書いていくことが重要になる。例えば、3位数×3位数の筆算の部分積を電卓でやったらどうか。従来だと、筆算の一つのやり方でしなさいと言わないと、子どもは混乱してしまったが、電卓が利用できるなら、「筆算の意味」を変えて、計算の過程を書くことを筆算として、その形式は自由に子どもに工夫させると良いのではないか。

8 資料6、13、14、15、19 (佐藤孝先生)をもとに説明がなされた後で、次の議論がなされた。ただし、資料6、13については、前回の全体会で説明がなされているので簡単にすませた。平均を求める計算については、合計を消して、もう一度平均を出す子がいたり、また、できる子ほど押し直すようだということが見られたということが付け加えられた。

- (1) 初めに、2桁の数の体重の平均を出させ、次に、3桁の数の身長平均を出させたが、3桁のほうが早いということは、電卓の計算においては、計算の早さは、桁数よりも問題パターンに依存するようである。

9 資料16、17、18 (長崎)をもとに説明がなされた後で、次の議論がなされた。ただし、資料16については、すでに資料15に含まれているので、簡単にす

ませた。

(1) 電卓を使った数学の授業は、興味を引きやすいという、教育実習生の指摘があるが、この目新しさは、何回も電卓を使っていくうちに変質するであろうから、やはり、教材研究が大事となってくる。

ただし、この興味のもととなる活動は、今までの数学教育の中での活動とは異質の面があることを見ていくことが必要である。機械を使った作業というところに電卓利用の特質がある。

10 資料23、24 (佐藤敏先生) をもとに説明がなされた後で、次の議論がなされた。

(1) 中学校教育までにおいて、現在の電卓にある%キーは、必要かどうか。メモリも2つ以上は必要ないのではないか。四捨五入、切り上げ、切り捨ての区別はあまり必要ないか。C、CE、CLなどのキーの名前はどうか。

将来はある程度、規格の統一が必要であろう。

(2) 今後、数学科のカリキュラムからして、欲しいキーは、整数÷整数=整数となるキーである。つまり、小数第1位切り捨てキーがあるとよい。これは、整数論を電卓で楽しむためである。

11 資料25 (松崎先生) をもとに説明がなされた後で、次の議論がなされた。

(1) 地理では、等高線の学習が数学のよい教材となる。

(2) 地理には、グラフがたくさんあり、これらは、数学のよい教材となると思われるが、数学ではグラフのことが少ない。もっと、グラフについて数学で扱うべきではないか。

グラフの指導において重要なことは、目的に応じて、グラフを選ぶことである。このことは、戦後直後の単元学習のときには随分やったが、今はほとんど指導しなくなってしまった。これは、グラフの選択をはじめグラフの指導においては数学以外の知識が必要となるので、数学科の先生が、面倒くさがってしまったせいである。

なお、地理には、「グラフで嘘をつく」ものもあるので、数学の目が必要である。

(3) なお、他教科の内容で数学で扱えるものを集めたものとしては、『現代総合科学教育大系 Sophia 21、第10巻 数と図形の科学』(講談社)があり、参考になる。

12 資料20、21、22 (長崎) の紹介がなされた。

13 資料21 (長崎) をもとに説明がなされた後で、次の議論がなされた。

(1) 報告書の書き方、特に、授業記録については、形式を統一せずに書いてあるということ、あらかじめ断っておく。

(2) 概ね、この要領で報告書を作成する。

14 資料22 (長崎) をもとに説明がなされた後で、次の議論がなされた。

(1) 「数学教育に電卓を導入するには、3つの段階がある」の、「段階」では、その背景に時間的推移があるように取られるので、水準、側面、使い方などと修正する。

(2) 「電卓の大きさなどについても考慮した」だけでなく、大体結論としては、最初は電卓は大きいほうが良いということになったと思われるので、「大きいほう

が良い」とする。

(3) 「教育実習生は、数学教育での電卓利用に対して肯定的ではない」で、否定面が強すぎる。感想文からすると、「必ずしも肯定的ではない」としたほうがよい。

(4) 数学化の歴史的な考察や数学と他教科との関連に関しては、電卓との関係をもっと明確にする。

(5) 知見の配列を、次のように変える。1、諸国の動向、2、歴史的背景、3、我が国の教科書、4、他教科の教科書、5、電卓の導入、6、説明書、7、有効数字、8、教育実習、9、生徒・保護者、10、電卓の地位。

(以上、長崎)

文部省科学研究費・一般研究C

数学教育における電卓の利用に関する開発研究

平成元年3月30日発行

研究代表者 長崎栄三

国立教育研究所科学教育研究センター

〒153 東京都目黒区下目黒6-5-22

印刷所 : 成田印刷