

電卓の導入に関する中学校数学科カリキュラムの論点

長崎 栄三 (国立教育研究所)

1. 主題の設定

1987年2月に、ニュージーランドにおいて、ユネスコ主催の「数学教育における電卓の利用」に関する会議が、オーストラリア、ニュージーランド、パキスタン、日本の4か国の参加のもとに、開かれた。その会議で報告された各国の状況は、見事な対照をなしていた。すなわち、電卓を数学科カリキュラムのなかに取り入れて利用している2か国（オーストラリア、ニュージーランド）、数学科で電卓の利用は認められてはいるが実際には利用していない国（日本）、そして、おもに経済的な理由のために電卓を利用していない国（パキスタン）である。なお、本会議に関する報告書は、後程ユネスコ本部から出される予定である。

我が国の状況は、さきにも述べたように「電卓の利用は認められてはいるが実際には利用していない」、そして、このことは中学校段階において特に顕著であり（NAGASAKI, 1987）、さらに、この状況は過去10数年間も変わっておらず、その原因は我が国の数学教育界の「理論指向」に求められている（SHIMADA, 1979）。

本論においては、ニュージーランドで開かれた会議において発表された各国の報告などをもとに、電卓を数学科の中で利用している国（オーストラリア、ニュージーランド）の状況を紹介しますとともに、それらをもとに我が国の中学校数学科カリキュラムへの電卓の導入についてのいくつかの論点を挙げることにする。

なお、最近では、マイクロコンピュータが学校に導入されはじめ、その普及率は小学校で2%、中学校で14%、高等学校で81%に達しているという（日本教育工学振興会、1986）。ところが、マイクロコンピュータが持っている機能には電卓が持っている計算機能が含まれている。このことから、特に、小学校、中学校の段階で電卓にどのように対処するかということを考えておく

ことは、今後マイクロコンピュータが現在よりも急激に導入されるであろうことへの、一つの心の構えを作ることにも役立つであろう。

2. オーストラリア、ニュージーランドの状況

(1) オーストラリアの状況

オーストラリアは、連邦国家であり必ずしも国で同一の教育政策があるわけではないが、全国的に電卓の利用が進められている。ここでは、オーストラリア北部地域教育局の電卓に関する記述（Howell, 1986）を紹介するとともに、オーストラリア数学教師協会などが出した電卓に関する勧告を紹介する。

① オーストラリア北部地域教育局の教育方針の中の電卓についての記述

「電卓は、今や、職場やもっと広い社会において、計算を助けるものとして、広範囲に使われている。このことや電卓の利用範囲が広いにもかかわらず、多くの教師は、電卓が数学の教室で演じるであろう役割について、確信をもっていない。

電卓は、対数表や電卓以前の計算尺と同じように、ひとつの道具であり、子どもたちの計算技能の発達に、とって変わるものとしてではなく、それを補うものとしてみるべきである。学習を刺激し容易にするのに使われて、指導を強力に援助するものとなりうる。もし適切に利用されるなら、電卓は、すべての段階の数学教育においてひとつの位置を獲得するであろう。

.....

一般に、どんな算数の計算に対しても、児童・生徒は究極的には次のことに対する自信を持つべきである、すなわち、

- ・適切なアルゴリズムを使うことができる、
- ・すばやく、答えを見積もることができる、そして、

Eizo NAGASAKI : Issues on Introducing Hand Held Calculators into Mathematics Curriculum at Lower Secondary Level.

- ・解を見つけるために最も能率的な方法を選ぶ。
このことは必ずしも電卓の利用を含むわけではない。

.....

[初等段階]

すべての小学校は、少なくとも1学級用の、次の最小限の能力をもった基本的な電卓を備えておくように、勧告する。すなわち、+、-、×、÷、=、%、√を持った電卓である。

.....

小学校の生徒に、標準的な計算を確実にするために、自分の電卓を買ったり学校に持ってきたりするように薦めてはならない。しかしながら、第6/7学年や例外的な生徒に対しては、学校の方針は変わることもありうる。.....

小学校で電卓を利用できそうな領域には、次のようなものがある。

- ・パターンの発見、ときには、新しい概念を学習する助けとしてなされる、
- ・問題解決技能の開発、ゲームやパズルによって行われることが多い、
- ・実生活の場面での練習、
- ・見積もりや数に関する技能や位取りの強化、そして、
- ・伝統的なアルゴリズムや過程の理解の強化。

[前期中等段階]

すべての生徒は、共通に学習する数学に関する文書の中で概要が示されているように、電卓を利用した指導を受けるべきである。生徒の中には、みんなとの共通な学習の範囲を越えて、教室で他の活動や問題解決のために、電卓を利用する生徒もいるであろう。しかしながら、小学校におけるのと同じように、電卓を、基礎的な計算技能の教授・学習の代わりに利用すべきではない。

学校は、電卓を利用した班活動や学級活動を支援するために十分な電卓を備えるべきであり、生徒に、小学校用の電卓にさらに、 π 、()、メモリーの機能がついた自分用の電卓を、買うように薦めるべきである。

[後期中等段階]

上級の生徒、特に、適当な大学入学資格単位認定数学課程を取得しようとする生徒にとっては、科学技術計算電卓や業務用電卓の適切な経験が必要である。この課程の概要と教授要目には、電卓

に関して必要な事柄が特に含まれている。」

② オーストラリアの学校の数学のための電卓の利用に関する共同方針 (草案)

オーストラリア数学教師協会 (AAMT)
数学のカリキュラムと教授に関する計画 (MCTP)

「AAMTとMCTPは、つぎのことを勧告する。

1. 教師は、カリキュラムのどこにおいても数学科のために、電卓がもつ潜在的力を十分に利用すること。
2. 教師は、すべての生徒にすべての学年 (K~12) で電卓を確実に利用させること。
3. 教師は、電卓を学習過程における指導補助具や計算器具として確実に利用させること。
4. 教師は、学校や社会での電卓の役割に関して身近かなところで討議を始めること。
5. 教師は、電卓を利用することによって起こるカリキュラム改革に積極的にかかわること。
.....」

(2) ニュージーランドの情況

ニュージーランドにおいては、オーストラリアとは異なり、日本と同様に全国で同一の教育政策がとられており、1980年代に入って、新しい教授要目・試験要目が施行され (1学年~6学年は1986年から、7学年~10学年は1987年から、など)、電卓が数学カリキュラムの中に取り入れられ、現在、7学年以降 (中学校段階) のための「電卓ワークシート」の草案が作成され、学校で試行されている。ここでは、ニュージーランドの報告 (BEGG, 1985) をもとに、要目および電卓利用が可能な数学内容を挙げることにする。

① 要目の中の電卓についての記述

1学年~6学年の教授要目

「電卓を利用した体系的な指導については、この要目の中では規定されていないが、教師は、子どもたちに数の関係やパターンを理解させるために電卓を利用してもよいし、子どもたちが探求していて一時的に、学習の範囲を越えてしまうような計算を電卓にさせるために電卓を利用してもよいであろう。そのような強力で意欲を高めるような計算器具は、それを利用することによって究

極的には数学への助けとなる器具として受け入れるべきであり、数学の知識によってだんだんと扱いやすくなっていく器具として受け入れるべきである。」

「ほとんどの子どもは、後の段階で電卓を利用するのだから、基本的な数を完全につかむとともに位取り記数法や四則の性質についての健全な理解を伸ばす必要がある。このようなことが背景にあつて、子どもたちは、見積りや電卓を能率的・知的に利用する能力を、伸ばすことができる。」

7学年～10学年の教授要目

「この要目は、電卓が数学の教授・学習の両面において利用されることを認めている。電卓利用の指導については、要目で特に述べられてはいないが、子どもたちは、電卓を能率的に適切に利用することが、教えられるということ、仮定している。」(要目の内容には、電卓が20回もはつきりと述べられている。)

1.1 1学年の試験要目

「受験者は、手に乗るような小型の、電池で動く、音がしない静かな電卓を、試験で利用してもよい。」

1.2 2学年の試験要目

「電卓は、必要であり、それには、普通の初等関数すなわち三角関数、指数関数、対数関数のキーと、数やその2乗をためておくメモリーが少なくとも1つ、なければならない。」

1.3 3学年の教授要目

統計を含む数学(応用数学でもよい)

「電卓とコンピュータの利用は、この課程にとって絶対に必要な部分である。この課程に入る学生は、以前に、コンピュータや電卓やマイクロコンピュータを利用した経験があるということ、仮定している。なお、仮定の内容はコンピュータの端末や他の装置を利用することができること、および、適当なプログラムやパッケージを思い出すことができることである。」

微積分を含む数学(純粋数学でもよい)

「指示は、全体にわたっていると見るべきであり、すべての章で、・・・と電卓の利用する機会を探すべきである。」

上の両方の指示とも、試験に関してさらに次のような注を付け加えている。

「受験者は、自分自身の電卓を用意すべきである。そして、それらを試験に持ち込むことは認められており、数の特性に関する問題で適切に利用することを期待している。電卓には、普通の初等関数すなわち三角関数、指数関数、対数関数のキーと、一連の数をためておくメモリーがなければならない。」

② 電卓を利用することが可能な数学内容

数、全数、小数、倍数、約数、2乗、平方根、指数、逆数、ピタゴラスの定理、百分率、比と比例、割合、見積り、測定、公式、文字式と方程式、順序対、グラフの作成、関係と関数、表、数列、多項式、確率、平均、標準偏差、度数と累積度数、順列と組合せ、2項分布、縮尺と相似、3角法、座標幾何学、微積分、数値解析の方法。

3. 日本の数学教育とのかかわり

ここでは、先に述べた会議を通して筆者が考えたことを、我が国の数学教育とのかかわりから、特に、中学校数学科カリキュラムに関する論点をいくつか挙げてみることにする。

我が国の状況は、誰もががうなずくように、電卓はほとんど利用されていない。その理由については、多くのことが挙げられているが、ここでは、教師の「理論指向」および入学試験のみを挙げておくことにする。というのは、これが、我が国のカリキュラムにも大きな影響を与え、特に、中学校における電卓の利用を不可能にしているように思えるからである。以下では羅列的に論点を挙げるが、互いに重複している部分もあることを前以てお断りしておく。

① 中学校数学科の数学の性格

ここでの議論は上で触れた「理論指向」(これに対するものとしては「応用試行」が挙げられている)に尽きるが、つまり数学を何のために教えるかということに行き着く。オーストラリアやニュージーランドは、社会で電卓が利用されているのだから、学校においても、つまり、学校数学においても利用すべきだとしている。もちろん、社会の必要性は、カリキュラムの内容選択の一つの基準ではあるが、それだけでは十分ではない。とはいっても、もう少し我々は、それを考慮する必要があるのではないか。この観点は、分数の指導を考えるときにも必要であろう。

② 利用の機会

電卓を指導の中で利用するといっても、いろいろな考え方があろう。たとえば、数と計算の関係から、多くのデータを処理するときに利用する、めんどくさい計算(けたすうの多い数、端数が出る数など)になったら利用する、いつでも利用する、……。また、電卓の指導の中で果たす役割から、「メガネの役割」、「顕微鏡・拡大鏡的役割」(島田、1985)にわけられることも可能である。好みの機会を捕らえて、もっと気軽に利用できないだろうか。以下では、「電卓を利用するとしたら」として、話を進めてみよう。

③ 解くことの意味

ふつう、中学校で「解く」というとき、たとえば、「方程式の根のすべてを求めることを、方程式を解くという」ような言い方をするのであろう。そして、その手順は誰でも同じであらう。しかし、もし電卓を利用してよいならば、話しは相当かわってくるであらう。たとえば、移項してから後は電卓を利用して解を見つける、いろいろな数値を電卓で代入して方程式を満たす解を見つけだす、近似式を用いて電卓を利用して解を見つけだすなど。そしてさらに、その際の「解」とは、今までのように「明快な数」ではなくなり、ここで、本来の意味での「見積もる」ことの重要性が出てくると思われる。「計算する」や「解く」ということの持つ意味が変わり、さらに、それらの1つの手順に熟達することから、もっと自由にそれらの手順を考へることに重点を移し変えることができるのではないか。

④ 利用することによって指導の取り扱いが変わる領域

数量領域は、当然、電卓利用のなんらかの影響を受けるであらう。それらについては肯定的(数の性質、資料の整理、確率、平方根や循環小数の性質、2次関数のグラフなどでの利用)、または、否定的(正負の計算、無理数の計算などでの利用)な実験結果や意見が出されている。しかし、ここで触れておきたいことは、図形領域において、今までよりもっと、作図や立体構成において長さや角度などを自由に使え、直観的に、複雑な図形の性質を探求することができるであらう。ただし、ここでは論証幾何との兼ね合いが問題となろう(この問題は、①の問題に帰着するであらう)。

う)。

⑤ 1つの理想的な利用

「理想的」ということは、各自の数学教育観に左右されるであろうが、ここでは、現実の事象から数学モデルを作り出しそこから数学的に演繹した結果をさらに現実に照らして検証していくような一連の過程とする。このような過程に電卓を利用したものは、あまり見受けられないが、たとえば、「7・5・3の話」(島田、1986)は、非常に示唆に富むように思われる。

参考文献

- 島田茂. 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. pp. 9-23.
- 島田茂. 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. pp. 2-6.
- 日本教育工学振興会. 新教育機器教育方法開発研究報告書 新教育機器教育方法に関する実態調査. 日本教育工学振興会. 1986. 344p.
- Begg, A. J. C. U. N. E. S. C. O. PILOT PROJECT ON THE APPLICATION OF CALCULATORS TO MATHEMATICS TEACHING REPORT FROM THE DEPARTMENT OF EDUCATION, WELLINGTON, NEW ZEALAND. 1985. 31p.
- Howell, L. REPORT ON THE UNESCO PILOT PROJECT ON THE APPLICATIONS OF CALCULATORS TO MATHEMATICS TEACHING IN AUSTRALIA. Curriculum Development Centre, Canberra, Australia. 1986. 134p.
- Nagasaki, E. HAND HELD CALCULATOR IN MATHEMATICS EDUCATION OF JAPAN SINCE 1980. REPORT FROM THE NATIONAL INSTITUTE FOR EDUCATIONAL RESEARCH OF JAPAN. 1987. 22p.
- Shimada, S. Calculators in Schools in Japan. Working Paper on HAND HELD CALCULATORS IN SCHOOLS. IEA International Working Group on Calculators. 1979. pp. 34-38.