I　アメリカの数学教育

【アメリカの数学教育のポテンシャリティ】 アメリカの数学教育をどうみるべきか？

1964年に施行された数学アチーブメントの国際研究の結果が最近発表された。それによると，日本の13歳児は12か国のうちでトップの成績を収めた。これに比べ，アメリカは最下位に近い11位の成績に甘んじた（T. Husén 1967）。1967年3月17日号のタイム紙は，「数学恐怖症の代償」と題してこの結果を報じ，その中でアメリカの数学教育の専門家たちが，この調査がアメリカの数学教育のレベルの正確な評価であることを認めている，と報じている。

トップの日本の数学教育が，最下位に近いアメリカの数学教育から学ぶことがそもそもあるだろうか，という疑問が出されるかもしれない。何もない，とかたづけてしまう人もあるかもしれぬ。しかし，そうかたづけるのは，やや性急な速断であるように思われる。まず，アメリカの数学教育の質は1957年以来急速に上昇しつつある。10年後，20年後に，これが日本のレベルに近づき，あるいはこれを越さないとはかぎらない。また，アメリカの数学教育は，日本に比べて，後述するように，さまざまな悪条件下におかれている。この悪条件のもとで，これを克服する努力がどのように行なわれているかを知ることは，日本にとって参考にならないはずがない。そして，さらに，最近の大規模な数学カリキュラム改革運動の努力から生まれたテキストには，日本の数学教育の現代化を考える上で大いに参考になるものが含まれている，と思われる。いずれにせよ，1964年現在におけるテストの結果の貧しさから，アメリカの数学教育のポテンシャリティを軽視することは愚かだ，といわなければならない。

アメリカにおける新しい数学教育運動，そこで生まれている新しい教科書の内容については，すでに詳しい紹介，分析，がなされていることであるので（日本数学教育会・1966），それを補い理解をたすけるという意味で，ここでは主としてその背景となっている事情を見ることにしよう。

数学教育は，数学の教科書だけではけっして尽くされるものではない。アメリカの数学教育には，アメリカの社会と歴史が反映している。そして，過去は現在の中に集約されている。以下では，アメリカの社会が数学教育

の中にどう反映しているか，という点を考えながら，焦点をアメリカ数学教育の大きな転換点，1957年以降に絞ることにしよう。

1　スプートニク以降（1957～）の数学教育

【さまざまな革新運動】 1957年の「スプートニク」は，アメリカの各界に大きなショックを与えた。教育界はなかでも最も大きなショックを受けた分野だといってよい。科学技術教育の立ちおくれの問題がにわかに各界の注視を集めた。

翌1958年には国家防衛教育法（National Defense Education Act：NDEA）が成立している。この法律は，各州が，初等中等学校の自然科学，数学，および，現代外国語教育の改善のために費やす資金と同額のNDEA資金を用いることを認可したものである。連邦政府の直接の，あるいは，全米科学財団（NSF）を通じての間接の支援，さらには，カーネギー・コーポレーションなど各財団の積極的な財政的援助によって，さまざまなカリキュラム改革運動が，この年を契機として爆発的な勢いで発展したのである。

すでに日本の読者にもなじみ深い，物理のPSSC，化学のCBA，生物のBSSCなどをはじめとして，この運動は自然科学の分野だけでなく，社会科学，人文科学，外国語，さらには，美術，保健教育の領域にまでも及び，現在にいたっている（Goodlad, 1966）。

なかでも，科学技術教育の中核ともいうべき数学教育では，まず，中等教育カリキュラムを中心として運動が開始され，しだいにそれは初等教育カリキュラムへと広げられ，今日まで最も活発におしすすめられてきているのである。新しいプロジェクトの中には，有名なものだけをあげても以下のようなものがある。

SMSG（School Mathematics Study Group）
UICSM（University of Illinois Committee on School Mathematics）
GCMP（Greater Cleveland Mathematics Program）
Madison Project.
University of Illinois Arithmetic Project.
UMMaP（University of Maryland Mathematics Project）
Ball State Teachers College Experimental Program.
Boston College Mathematics Institute.

Suppes Arithmetic Project.

Suppes and Hawley Elementary Mathematics Project.

CBMI (Computer-Based Mathematics Instruction Project)

Developmental Project in Secondary Mathematics at Southern Illinois University.

Ontario Mathematics Commission (Canada).

もちろん，厳密にいえば，UICSM（1951年発足）のように，スプートニク以前にすでにアメリカの数学教育の欠陥を察知して，改良への運動を進めてきたものもある。しかし，大部分のプロジェクトの本格的な活動は，1957年を契機として開始された，といってよいのである。

【革新運動の特徴】 ここで，次の二つの点を注意しておこう。まず第1に，これらの新運動がいわゆる教育界の内部からわき起こったものではないこと。すなわち，スプートニクによってひき起こされた，国家の危機という意識のもとに，教育界が外部からの圧力によって動きだしたものであること。第2に，従来は象牙の塔にこもりがちだった第一級の数学者たちが，中等数学教育の重要性を認識して，これらの運動の中心になって推進していること。すなわち，運動が従来のいわゆる教育界にとって外部の人間によって指導されていること，である。

さて，これらの新数学カリキュラム改革運動は，一口に，“New math”（新しい数学）とよばれている。では，これらの運動が目ざす新しい数学とは，いったい，どんな内容をもつものなのだろうか。その内容を方向づける上で大きな役割を果たしたものに，大学入試委員会（College Entrance Examination Board；CEEB）が1959年に出した報告書「大学入学者向け数学のプログラム」(Program for College Preparatory Mathematics) がある。これは，大学進学者向けの9年生から12年生の数学プログラムを提案したものである。そこでなされた伝統的内容改訂の提案の中には次のような点が含まれていた。（1）代数において，公理から出発する演繹的推論方法を導入すること。（2）平面幾何において，定理の数を減らし，座標幾何を導入すること。立体幾何を平面幾何の中に組み入れること。（3）三角法の取り扱いは，三角形の対数計算を用いた解といったものではなく，振動を中心とした現代的応用を強調すること。（4）第12学年において統計的思考，または，現代代数学を導入すべきこと，などである。

さらに同じ1959年，全米数学教員協議会(National Council of Teachers of

Mathematics；NCTM）は「中等学校数学課程」(The Secondary Mathematics Curriculum) を発表，これも現代化の必要性とその方向を示した。

さて，これらの動きの中で発展して生まれた数多くの新しいプログラムの内容は，もちろん，それぞれのプロジェクトにより異なるわけだが，それらの間に共通分母がないわけではない。それを以下に簡単に見てみよう。

【教授内容の特徴】 まず，教授内容についてである。

初めにあげられる特徴は，新しいプログラムは，関連のない教材をいくつもばらばらの形で提示するということを避け，ある一定の統一的テーマのもとに統合して構成していく，という点である。では，そうした中心的テーマになっているものに，どんなものがあるだろうか。

第1に，集合論。これは中学・高校の中心テーマになっている。だが，このことは中学・高校用のプログラムに限られてはいない。たとえば，スタンフォード大学のシュービス（P. Suppes）の小学校用数学では，集合が中心概念として扱われている。実際，シュービスによれば，集合こそは幼い子どもに向いている概念だというのである。なぜなら，集合は数よりも具体的であるし，数学的に正確な定義を促進するからだ，という。

第2に，数学的構造ということが強調されている。たとえば，従来は全く別個に教えられていた代数と幾何が互いに関連づけられ，そこで共通に見られる構造に焦点が当てられる。また，結合則，交換則といった基本法則が代数のみならず，他の領域にも重要な応用を持つことが強調される。

第3に，測定という概念である。これは，距離，角度などを具体例とする測度の概念の注意深い扱いとなって現われる。

第4に，多くのプログラムでは，10進法以外の数体系——たとえば，2進法，5進法など——が，しばしば取り扱われている。これは必ずしも2進法を用いるコンピューターの操作に近づけるというような実用的目的のためではなく，むしろ，10進法をよく理解させるためのものである。

第5に，操作の意味が強調されている。たとえば，加法と乗法が基本的操作として与えられると，減法・除法はそれらの逆操作として与えられる。このように，操作をうのみにさせることを避ける努力が払われている。

第6に，論理的演繹の強調ということがある。公理的構成が多く採用されている。

第7に，グラフ表示の強調ということ。

そして，最後に，妥当な一般化を導けるよう指導すること。これは，後述する教授方法としての発見法と表裏をなしている。

別の言い方をすれば，新しいプログラムは次のようにも特徴づけられよう。すなわち，それらは，比較的重要でないトピックを除き，重要なトピックを互いに関連づけ，最近の重要な発展を導入し，数学の構造を強調し，さらに，それらを以前可能と考えられていたよりも早期に導入している，ということである。

【教授方法の特徴】 さて，次に教授方法についてである。一般的な新しい特色として，例外もないわけではないが，次の二つの点があげられよう。

その第1は，発見法の強調ということであり，第2は用語の正確さ厳密さの強調ということである。

発見法とは，一口でいえば，ソクラテス的教授法ともいえよう。教師が定理を述べ，それを証明してみせるという従来の提示法，講義法とは対照的に，発見法では，教師は適切に選ばれた具体例を通じて生徒を導き，それら具体例の底にある一般則を生徒自身に発見させ，一般化を導かせるのである。この教授方法を徹底して採用していることで有名なものに UICSM がある。他の多くのプロジェクトもこの方法をうたっており，「発見法」ということばは，いわば一つの流行となっている。この方法のもつ長所としては，生徒に数学に対する興味を発達させ，学習に能動的に参加させ，数学的思考力をつけ，真の理解を助け，また，数学を応用する融通性を発達させること，などがあげられている。この方法から導かれる一つの帰結は，術語は生徒が概念を十分把握理解した後にはじめて与える，ということである。新しい術語を与え，それを定義してその意味を説明する，という従来の方法は，徹底した発見法では採用されない。

ここで，教授法としての発見法は，単なる教授技術としてだけではなく，その根底に，中等教育における数学教育のもつ意義についての一つの哲学を秘めているものとして理解されなければならない。

この方法の推進者の一人，UICSM の M. Beberman の考えはこうだ。

発見法に対する一つの批判は，時間がかかりすぎる，ということである。もし中等学校における数学教授の唯一の目的が——あるいは，たとえ主要な目的であるにせよ，——大学入試と，大学での解析幾何と微積分に必要な操作のために生徒を準備させることにあるというなら，発見法に対する

この批判は正当化されるであろう。だが，たとえば，2次方程式を解く方法をすでに完成された技術として与えるような授業について，生徒が，これはいったい何のためなのか，と質問したとき，君は何と答えるか？　明らかに，高校1年生の日常生活の中には，2次方程式を解く必要は，ほとんどない。これができると大学に行って得をするからだ，といっても，生徒はなぜ14歳のときにこんなにも努力をしなければならないかを納得しないだろう。生徒は，たとえば，文学を学ぶほうが自分の生活を理解する上で意味がある，と考えるかもしれぬ。上から与えられた技術としての数学は，文学などと比べて学ぶことの意義を強くは主張しえない。中等教育における数学は，生徒にとっても真剣に追求する意義それ自身をもった活動とならなければならぬ。このためには，生徒にとって意味のある問題を扱い，彼らに自分で解法を発明する機会を与えなければならぬ (Beberman, 1964)。これが発見法だ，というわけである。

第2は，用語の正確さ厳密さの強調である。発見された概念は正確な表現を与えられなければならない，とされる。しかも，概念と名前は正確に区別されなければならない。たとえば，数7と数詞〝7〟はきびしく区別されなければならない，とされる。従来の教授法においては，慣用句的な表現がインフォーマルなコミュニケーションを促進する助けになるという考えに基づいて，厳密を欠いた用語法が行なわれていた。上の特徴は，そのことに対する批判，反省から生まれたものである。

【「数学戦争」】 さて，以上，ごくおおざっぱに新しいプログラムの共通点を見てきたわけだが，では，これらの特徴をもった新プログラムは，そのまま何の問題もなく現場に浸透していったのであろうか。以下，新しいプログラムが当面しなければならなかった諸条件，諸問題をいくつか見ていくことにしよう。

まず，新プログラムの内容について向けられた批判。この内容に対する批判と反批判では「数学戦争」(Math Wars) とよばれるほど激しい論争が行なわれた (Demott, 1964)。論戦は現在もまだ決着しているわけではない (NCTM, 1965)。

この「数学戦争」の口火を切ったのは，「新しい数学」の鋭い批判者として広く知られているモーリス・クライン教授である。論争の経過も非常に興味深いが，ここでは，その批判の本質的論点をあげよう。それは，SMSG を中心とする新プログラムの四つの基本的仮定に対する批判であ

る。

その一つは，数学における革命が今世紀にはいってから起こり，中等学校で教えられている古いプログラムの数学は，もう，すたれてしまったという仮定。クライン教授は言う「もし現代性が全く関係ない教科があるとすれば，それは数学である。」と。

第2の仮定は，中等カリキュラムに含められるはずの新しいトピック——たとえば，記号論理，ブール代数，集合論，群と体，公準系，および統計学など——は欠くべからざる重要さをもつ，これは，それらの実際的応用のゆえでもあり，また，それらがもつ数学の標準的トピックを明らかにする力のゆえでもある，とする仮定。クライン教授は，これらのトピックほど数学全体にとって周辺的なものはない，とする。しかも，それらは科学の中で，ほとんど応用をもたず，実際上も無用のものとする。比率でいえば「世界で，ブール代数の応用を用いて仕事をしている10人に対して，伝統的な分野で仕事をしている者は10万人いる」とクラインは言い放つ。

第3の仮定は，新しいトピックは標準的内容を統一的な視点から提出するにとくに有用であるとする仮定。クラインは，生徒が「統一性」を理解するにいたったとしても，なお，「2たす2」はできないかもしれぬ，と激しく批判する。

第4の仮定は，生徒に数学への興味を起こさせるために最良の方法は生徒の抽象への直感を発達させることである，とする仮定。クラインはこれに反対し，生徒の興味は，数学の基本的な使い方は，簡単で本物の基本的な物理的問題の解決にあることを強調することで得られるとする。

クラインの極端な口調はさておいて，その論点には無視できぬ点が含まれているといわなければならない。

この論争は，基本的には，新数学を導いている理論的知性と，クラインに代表される応用的な知性との対立だともいわれている。要するに，クラインの批判は，基本的には，中等教育の数学が新プログラムにおいては将来の数学者のためのものになってしまっている，という点にあるともいえよう。こういう立場をとる批判者には，ほかにも日本で広く知られているW.W.ソーヤー教授など，多くの数学および物理の教授たちが含まれている。しかも，その批判は，集合表示，「開いた文」，数と数詞の区別など，新プログラムの中心的な内容にも向けられており，この論争の重大さを物語っている。

たとえば，カランドラ教授は，新数学プログラムの多くの，主要な欠陥の一つは，その衒学性にあるとして，次のような笑い話を，数と数詞の区別の強調に対して投げかけている。

教師「君はだれ？」
生徒「ぼくロバート・ジョーンズです」
教師「おやまあ。君，そんなことけっしていってはいけないよ。こういわなければいけない。ぼくはその名をロバート・ジョーンズという少年です，と。いずれにせよ，君は自分が文字からできている，といっているわけではないのだからね」

上の笑い話の皮肉さからも，新プログラムに対するグループ外の学者たちによる批判の激しさの一端がうかがえよう。

新プログラムがとる教授方法としての発見法に対しても，教育学の立場からの批判がある。

批判の要点は，次のような諸点である。まず，発見法は時間，費用の点で能率の悪い方法であること。発見法と対比される講義式の説明法が，本質的に，無意味な内容の丸暗記を強制し，権威主義的である，とするのは全く当たらないこと。問題解決能力を教育の最も重要な目標とすることには問題があること。知識の伝達がまず根底におかれなければならぬ重要な教育目標であること。すべての子どもに創造的批判的思考を，というスローガンは非現実的であること。発見法が内在的な動機づけを与える最も重要な源泉であるとすることへの疑問。特に中等学校以降では，適切な説明法によって生徒は有意味に能率的に，興味をもって学習できること，などがある（Ausubel, 1963）。

ここには，単に教育方法の問題だけでなく，教育目標及び教育内容の問題が深く入り込んでいるようである。そして，ここでも，新プログラムの提唱する方法がそのまま無条件に受け入れられているのではないことがうかがえよう。

新プログラムのうちで，たとえば，オンタリオ数学委員会のものは，発見法をとらず，いわゆる「旧式の」講義式の説明法をとっている。この点について NCTM の新プログラム分析委員会は，次のように批評している。「このプログラムの執筆者たちは，知識を提示し，生徒がそれを説明するのを助ける方法が，一連の活動を提出し，そこから生徒が必要とされ

る知識を独立に認識するに至る，という方法よりもより多くの利点をもつ，と考えていることは明らかである」と（NCTM. 1963. P. 30)。

【教育の現場の態勢】 さて次に，新しいカリキュラムを受けて立つ教育現場の態勢はどうか，この点を見てみよう。

まず，新カリキュラムを受けとめて，生徒の直接の指導にあたる教師の学力の問題がある。

一口に言って，アメリカの教師の数学学力は低い。

大部分の教師は，新しいカリキュラムを自分で消化して教えるという態勢には全くなかった。ある地域では，新カリキュラム採用が決まって，教師の間に一大恐慌をひき起こした，という話もある。中・高校での数学教師で数学を教えるに十分な準備のないものの数は驚くべきものである。全数学教師の半数以上がそうであると推定されており，その多くは微積分のコースさえとったこともない，といったありさまである。中・高校の教師の質もさることながら，小学校教師の数学学力の低さは，日本ではほとんど想像もできぬほどのものである。UICSM のビーバーマン博士の談によれば，全国でほぼ75%の小学校教師は簡単な数の加減乗除だけしか教えられない，といってよいだろうという。これでは，「数学的構造」を教えるというような目標は遠い夢でしかない。大学で数学のコースを一つもとらずに小学校教師の免許状をとれる州がいくつもある。しかも，多くの大学では，高校で数学コース（代数と幾何）を終えていることを入学資格として要求しないとあれば，小学校教師の多くのものが簡単な算術以上を学んだことがない，というのもむしろ当然のことかもしれない。

カリフォルニアの初等理科プロジェクトで小学校に直交座標と直線の方程式の導入を実験的に試みたときの話が，端的にこのことを例証している。実験に参加した15人の教師のうち，大学で数学コースを二つもとったことのあるものは２人にすぎず，このため，教師たちの授業内容に対する自信のなさが多くの場合観察された。多くの教師は，授業の自由な展開が奨励されたにもかかわらず，教師用に準備されたテキストを逐語的に読み，生徒たちの退屈をさそった，という（Scott, undated)。

それゆえ，新カリキュラム運動が第１に直面したのは，教師教育の問題であったし，そして現在もこれは引き続き大きな問題となっている。

こうした現状を生んだ原因としては，これまでの数学教育の貧しさ，社会での数学に対する評価の低さ，さらに，教師という職業の社会経済的地

位の低さ，などがあげられよう。特に第３の点についてはここで一言ふれておく必要があろう。

アメリカでは，教師という職業は社会的な地位も低く，一般に女性的な仕事と考えられている。小学校教師は大部分が女性であり，したがって，教師を表わす代名詞は「彼」ではなく「彼女」である。待遇も，他の職と比べてよくない。というわけで，教職は一般にすぐれた人材をひきつける場ではなかったようである。数学のできるものなら，他の分野に行くというのが自然の成り行きだったという。最近，この事情は急速に改められつつあるとはいうものの，まだまだ十分というにはほど遠い現状である。

さて，次に数学を学ぶ生徒たちの側の問題を見てみよう。

一般にいって，アメリカという国は知的教育を重んじてきた国ではない。社会経済的地位の最も高い職業といえば実業家であったし，実業家たるためには高等教育は必要ない，というのが一般人の考え方であった。実際，小学校・中学校を出るか出ないかで実業家として成功したという例は，最近でも，身近にいくつもころがっていた。また一方，それだけでなく，ある水準程度の生活を営むのに教育は必要なかった。こうしたことが，さらに教育軽視の態度を促進していたようだ。役に立たぬものをなにを苦労して学ぶ必要があるか，というわけである。このことは，中・高校でフットボールの選手は尊敬と人気を集めるのに対して，勉強家は「本食い虫」（“Book worm”）としてばかにされていたということにも現われている。こうした教育一般の実用的価値に対する低い評価からして，なかでも，実用的価値の低いと考えられていた数学は，前述の教師の質の低さからくる教え方のまずさも加わって，生徒たちに最もきらわれる教科となっていた。小学校時代から数学をきらい恐れることを学んだ生徒たちは，選択制の中・高校ではせいぜい最小限の数学しかとらぬ，ということになる。その行きつく先は「数学」と聞くとおじけをふるう生徒たち，そして，それが大きくなったおとなたちの大量生産となってあらわれた。「数学恐怖症」(Time, 1967) ということばは，これらの事情をうまく集約しているといってよい。

しかし，最近10年間のうちに，この事情は急速に改められつつある。一つには，理数科で優秀な学生に対しては，さきに述べた国防教育法によるものをはじめとして，数多くの奨学金が提供されるようになったこと，このことは「本食い虫」たちへの力づけとなっている。また，一般社会でも，電子計算機などの日常生活への進出によって，数学というものの実用的重

要性が目に見えるようなかたちで示され，再認識を促したこと。そして，何よりも，スプートニクである。スプートニク以来起こった数学に対する一般人の評価の急上昇については，ある有名な数学教授がいったという次のようなことばがある。

「スプートニクはこの国――アメリカ――の数学と数学者のためには，過去200年間にわれわれ数学者自身がなしえた以上の貢献をしてくれたわい」(Strehler, 1964. P. 84)。

以上のような事情から，新数学カリキュラム運動が，発見法をはじめとして，どうやって生徒が数学を好きになるようにするか，という動機づけの問題に非常に細かい神経を使っていることの理由がよく理解されよう。

【教育制度の条件】 次に，以上の新プログラムと教師生徒を媒介にする教育制度の条件を見てみよう。

アメリカの教育制度について一般的なことをいえば，必ず誤りを犯す，といわれるほど，アメリカの教育制度は地方により実に多種多様である。これは，教育行政上の地方分権ということからくるものである。たとえば，日本にアメリカから輸入されたと考えられている6・3・3制も，当のアメリカでは主流を占めているとはいうものの，8・4制もまだかなり広く行なわれており，全国一律などというわけではけっしてない。学制は単線型であるが，上級学校への進学は日本のようなきびしい競争はない。各州の教育に対しては各州政府が権限と責任をもっている。文字どおり，地方の教育は地方の手でというわけである。

中央の連邦政府と各州政府との教育に対する力関係は日本人にはたいへん理解しにくい点である。一口にいえば，連邦政府は，助言と資金を提供し各州をある方向に進むように促すこと以外，国民の教育に対してほとんど実権をもたない，というのがあたっている。このことは，連邦政府には文部省にあたるものがなく，比較的小さな教育局(U.S. Office of Education)が保健・教育・福祉省のもとにおかれているにすぎないことにも現われている。教育は連邦政府の主要な仕事ではないのである。公教育の基本単位である各州はさらに，いくつかの学校区に分けられる。この区分は地理的区分によるので，たとえば，ニューヨーク市も一つの学校区であるし，小さな市が一つの学校区であることもある。全国でこうした学校区は26,000ほどある。小・中・高校はその学校区での公選による教育委員会の監督下におかれている，というのがほぼ全国共通のパターンのようである。その

地区の教育の内容については，教育委員会の任命した教育専門家である学校監督官 (School Superintendent) が直接の決定に当たる。もちろん，具体的には，学校監督官がさらにその地方の大学教授，各教科の教師などからなる委員会を任命，委託し，それに協議させるという形をとる場合が多い。

以上のような非常に地方分権的な教育制度は，日本と比べて対照的ないくつかの特徴をもたらす。

第1に，アメリカには全国共通の指導要領といったものはないということ。数学のような教科についてさえ，全国共通のカリキュラムという考え方に対しては，各地の学校監督官から各地方の教育の自立性をそこなうものとして危惧の念が表明されるほどである。特に，連邦政府が地方の教育に介入することについては，各州とも非常に敏感なようで，たとえば，PTAの一つの大きな役割は連邦政府が教育に介入するのを防止することにある，とされているほどである。したがって，現在のところ，全国統一カリキュラムをうたった数学プロジェクトは一つもない。いや，各プログラムとも，むしろ，そう誤解され一般から警戒されることを恐れている状態である。

では，学校での教育内容を直接に決定するものは何か？

それは，ほかでもない教科書なのである。

言い替えれば，アメリカでは教科書が単に教育の方法を方向づけるだけでなく，教育の内容までも決定する重要な役割を果たすわけである。これが，カリキュラム・プロジェクトといえば，例外なく，教科書の出版を中心に展開している理由でもある。もちろん，各州にはシラバスとよばれて，教育内容の基準ともいうべき，内容的には指導要領に似たものがある。しかし，これは単に最低基準を示すものであり，しかも，これから逸脱することに少しも問題はない。それゆえ，新数学プログラムの始まった初期には興味深いことが起こった。新しいプログラムの教科書を採用する学校区がどんどんふえた州では，それら新しい教科書の共通分母をとって州のシラバスを書き換えたというのである。つまり，シラバスは教育内容を指定するものでもなく，いわんや，教科書の検定の基準となるものでもない。シラバスの用途は各州ごとの学力テストプログラムの問題を作成する際の基準となるということにある。しかも，これさえ，たとえばニューヨーク州の例のように，新プログラムを採用している学校からの要請で特別の新プログラム用の試験問題を作成する場合もあり，シラバスが教育内容を規

制する目的をもつものでないことを明らかにしている。

第2に，アメリカでは，全く新しいカリキュラムへの移行も，学校監督官の意向により比較的容易に行なわれうる，ということである。

そして，第3に，教育のレベルに地域差が非常に大きいということである。小・中・高校教師の待遇の最低条件は州が定めるが，具体的条件は各学校区で定められる。このため，州間ではもちろん，同じ州内でも学校区により教師の質のレベルに大きな差が生まれることになる。これが，アメリカ全体として見たときのレベルを云々することのむずかしい理由である。

さて，上に述べたことからわかるように，新プログラムが教育の現場にはいっていく上での直接の鍵は，学校監督官にあるわけだ。そして，これはまた教育委員会，教師，ＰＴＡの支持を得ることの必要性にも連なる。したがって，一般社会の啓蒙も，新プログラムが現場にはいっていくために必要な一つの重要な活動になるわけである。

ここで，教科書出版社の役割にも一言触れなければならない。

アメリカには指導要領がない。であるから，極端にいえば，商業出版社がアメリカの教育の内容を支配してきた，ともいえる。ちょうど，日本におけるマスコミと同じように。そして，これからもこの事情は変化しないであろう。というのは，大学の学者グループを中心に活動してきた新プログラムのいずれもが「商業出版社とは，張り合うつもりはない」ことを表明していること。そして，ほとんどのプログラムは，市場に満足のいくレベルの教科書が出回るようになったら，サンプル教科書の出版を停止すると公約するか，あるいは，実際に，出版の仕事を商業出版社へ徐々に移譲するということを行なっているからである。どんな教科書が市場にあるかが，教育内容までも規定していくのであるから，アメリカ教育を考える上で，出版社の役割は，表面に目だたぬとはいえ，一つの重要な要因であるといわなければならない。たとえば，教科書会社は新しいプログラムの教科書を出版しはじめてしばらくすると，それまで平行して出版していた古い教科書を絶版にする場合があるという。このことは，特にアメリカにおける，教科書会社の重要性を物語るものといえよう。反面，販売競争に伴う誇大宣伝などの悪弊も生じている。

【現場への浸透の努力】 さて，以上アメリカの新プログラムが現場に浸透していくために当面しつつあるさまざまな条件をみてきたわけであるが，これらの条件を克服するために，新プログラムはいかなる努力を払ってき

ただろうか，SMSG を例にとって，この点を簡単に見てみよう。

SMSG は新しい数学プログラムのうちでも最も有名なものであり，その規模，普及度からいっても最も代表的なプログラムであるが，その活動には，以下のようなものが含まれている。

まず，幼稚園から12年生までのサンプル教科書の出版。この「サンプル」という意味は，前述のように，市場にこれと匹敵する教科書が出回ることを促進するためのサンプルという意味であり，また，この促進剤としての役割を十分に果たした後には絶版にすることを見通している，という意味でもサンプルであるわけである。その他，よくできる生徒のための課外読物『新数学文庫』(New Mathematical Library)，教師自習用の『数学の研究』(Studies in Mathematics) シリーズ，小学校教師トレーニング用の映画及びプログラムインストラクション，それにグループの仕事の一般人，父母をおもな対象とするＰＲ誌ニューズレターなどの出版。新しいプログラムによる教育の効果測定。数学学習が生徒・父母の数学に対する態度に及ぼす効果の研究，などがある。

これらの多様な活動のいずれもが，グループのアメリカの数学教育をよくしようという仕事にとって重要な意味をもつことは，前述の諸条件から理解されよう。

2　現在のアメリカでの問題点

以上見てきたことから，アメリカの数学教育の問題点は自然に浮き彫りにされる，と思う。すなわち，現在アメリカで問題とされている点には，以下のような諸問題がある。

まず第1に，最も大きな問題は，いかにして幼稚園から高校（K-12）までの数学教育の連続性を確保するか，ということである。これは内容上の問題というよりも，特に小学校教師の数学学力の向上をいかにしてはかるか，という問題と密接につながっている。現在のところすぐに全体のレベル向上をはかるのはほとんど不可能に近いと考えられている。教師の質向上の問題は，前述のように，社会的背景をもつものであり，現在のところこれといって有効な手段がない。次善の解決策としては，各小学校に数学専門の教師を置く，ということが考えられている。

第2の問題は，数学教授における数学の応用の役割の問題である。これは，新プログラムは抽象数学を中心としており，将来の数学者のための数

学教育になってしまっている，という前述のクラインなどの批判に関連する。言い替えれば，これは数学と諸科学との関係の問題ともいうことができよう。特に，小学校における理科と算数の関係の問題は一つの中心課題となってきており，1967年には，関連づけ会議(Correlation Conference)とよばれる会議が開かれることになっている。従来新カリキュラムは各教科ごとに展開されてきており，この結果生まれる教科の細分化ということが恐れられている。新運動が教育界の外にいる専門学者たちによって指導されてきたという事情がこの傾向をさらに促進している。特に数学と他教科との関連づけを計るためには，数学関係者以外の学者および教師，たとえば，物理，化学，生物学，社会科学，あるいは，人文科学の関係者を，数学カリキュラム運動の中心的位置につけることが，必要だと考えられている。

第3の問題は，中等教育における数学の性格の問題である。中等教育における数学はだれのためのものか，という問題でもある。これは，特にアメリカでは教育制度が単線型であるために重要となる。これはまた，社会を指導者と被指導者という二つの群に固定的に分離せず，しかも，指導者を教育していくにはどうしたらよいか，という20世紀デモクラシーの一つの根本問題にも連なっている。これと関連して，どれだけ「現代化」すべきかという問題も出されている。従来のカリキュラムを単に「より現代化」すればよいのか，あるいは「真に現代化」すべきなのか，という問題として問われている。これもまた，第2の応用の問題とからみあっているわけである。

第4に，比較的新しい関心を集めているものとして計算などのスキルを教師なしでどれだけ教えられるかという問題がある。たとえば，コンピューターやプログラム学習の，特にスキル教授のための開発という問題である。数学的思考を教師による発見法により伸ばすことを目ざすとすれば，限られた時間内ではスキルがおろそかになりがちである。これをどうやって補うかの問題であるといってよかろう。

3 アメリカの数学教育の将来

では，アメリカの数学教育はどんな方向を目ざして進んでいるのだろうか。その方向を示した一つの案として，1963年のケンブリッジ会議の報告書がある(Educational Services Incorporated, 1963)。この報告書の内容は，日

本でもすでに詳しく紹介されていることであるので(日本数学教育会, 1966)，ここでは，この報告書のもつ重要性を指摘するにとどめよう。

第1に，この報告書はアメリカの数学教育関係者の間で非常に重要だと考えられている。現在の新しい数学のプロジェクトの指導者たちがそこに打ち出されている目標を10年，20年後に到達すべき現実的な目標のサンプルとして真剣に考えているということである。実際，たとえば，南イリノイ大学ではこのケンブリッジ会議報告書の実現を目ざす，総合学校数学プロジェクト(Comprehensive School Math Project)を最近発足させているほどである。

これまで見てきたいくつかの悪条件を乗り越えて，アメリカの数学教育は近い将来これを実現するだろうか。アメリカという国のバイタリティは幾多の困難にもかかわらず，これを実現させるかもしれない。

1964年の数学教育における国際アチーブメントのチャンピオン日本も，今後の数十年，うかうか安住しているわけにはいかない，といわなければならない。

アメリカ数学教育をみて学びとれる一つの大きな教訓は何か？　それは，教育というものは，よきにつけ悪しきにつけ，その社会を反映し，反映される，ということであろうか。

急速な勢いで展開しつつあるアメリカの新数学教育運動，その努力は遅遅としてはいるが着々と実を結びつつある。そのもつ長短，それの当面している条件は，いずれも日本の数学教育の質をさらによくしていくために考慮すべき重要ないくつかの問題を含んでいるといえよう。

(付記)　この章を書くにあたっては，筆者が留学していた，米国イリノイ大学のM. Beberman, J. A. Easley，コーネル大学のH. A. Geiselmann，の諸教授の貴重な示唆をいただいた。特に，Easley教授には原稿の英訳を読んでいただき詳細なコメントをいただいた。ここに記して，謝意を表したい。

〈参考文献〉

Ausubel, D. P.; *The psychology of meaningful verbal learning.* Grune & Stratton, 1963.

Beberman, M.; "An emerging program of secondary school mathematics" in Heath, R. W. (ed.) *New curricula.* pp. 9～34, Harper & Row, 1964.

Beberman, M.; "Measuring academic productivity" *Saturday Review.* July 15, pp. 68～69, 1967.

Bruner, J. S.; *The process of education.* Harvard Univ. Press. 1960.

Council for Basic Education (ed); *Five views of the "new math".* Council for

Basic Education, 1965.
Demott, B.; "The math wars" in Heath, R. W. (ed) *New curricula.* pp. 54～67, Harper & Row, 1964.
Educational Services Incorporated; *Goals for school mathematics.* Houghton Mifflin, 1963.
Fraser, Dorothy, M.; *Current curriculum studies in academic subjects.* National Education Association, 1962.
Goodlad, J. I.; *The changing school curriculum.* The fund for the advancement of education, 1966.
Husén, T.; *International study of achievement in mathematics.* vol. I. and II, John Wiley, 1967.
National Council of Teachers of Mathematics; *The supervisor of mathematics, his role in the improvement of mathematics instruction.* Jan. 1959. (a).
National Council of Teachers of Mathematics; "The secondary mathematics curriculum" *Mathematics Teacher.* pp. 389～417, May 1959. (b).
National Council of Teachers of Mathematics (ed); *The revolution in school mathematics.* National Council of Teachers of Mathematics, 1961.
National Council of Teachers of Mathematics; *An analysis of new mathematics programs.* National Council of Teachers of Mathematics, 1963.
National Council of Teachers of Mathematics; *The twelfth-grade pre-college mathematics program.* National Council of Teachers of Mathematics, 1965.
日本数学教育会編『数学教育の現代化』1966, 培風館。
Phillips, H.L. and Kluttz, M.; *Modern mathematics and your child.* U.S. Department of Health, Education, and Welfare, 1963.
Schwartz, H.; "New math is replacing third 'R's" *New York Times.* Jan. 25, pp. 1, 18, 1965.
Scott, L.; *Evaluation of the coordinates unit & Evaluation of the second coordinates unit.* Elementary School Science Project, (mimeo), undated.
Scott, L.; *Trends in elementary school mathematics.* Rand McNally, 1966.
Strehler, A.F.; "What's new about the new math?" *Saturday Review.* March 21, pp. 68～69, 84, 1964.
Time, March 17, 1967. P. 60, "The price of mathophobia"
梅本堯夫・Haslerud, G. M. 「日米両国児童の数的状況に対する反応と態度 —比較研究—」(『京都大学教育学部紀要』第5号, pp. 69～96, 1959)。
Willoughby, S. S.; *Contemporary teaching of secondary school mathematics.* John Wiley, 1967.
Wooton, W.; "The history and status of the school mathematics study group" in Heath, R.W.(ed.) *New curricula.* pp. 35～53, Harper & Row, 1964.
横地清「アメリカにおける数学教育」(岩波講座 現代教育学9『数学と教育』pp. 73～128, 1960, 岩波書店)。

(吉田 章宏)