

わが国の数学教育について

—— 数学教育史概観 ——

國 次 太 郎*

はじめに

現行の学習指導要領が実施されたのとほぼ同時に、「ゆとり教育」に対する批判が目立ってきた。また、昨今報道される国際的な学力調査の結果では、わが国の子供たちは順位を下げていて、学校の教育、特に数学教育に対して世論の風当たりは大変冷たく厳しい状況にある。

振り返ってみると、1970年代には、「数学のレベルは高すぎる。入試も酷すぎる。詰め込みでなくゆとりのある教育をすべきである。」と当時の世論は声高に主張した。以後30年間に3回の学習指導要領改定を経て、ゆとりを目指して精選を重ね実現されたのが現状である。

30年来の理想が実現してめでたしめでたしとなるはずであったが、現在の評価はまったく違っている。今度は「学力向上」が叫ばれている。世論は変わった。しかし、学習指導要領の改訂で「学力向上」が実現できるであろうか。その他に、どのような方策をどれだけ続ければ、数学の学力が向上して国際的な学力調査1位になることができるであろうか。

数学教育も、明治に近代的な学校制度を始めて以来、多くの改革を経て現在に至ったのであるが、その歴史の中に今後とるべき方向についてのヒントが見つかるかもしれない。

将来を考えながら、数学教育の歴史を概観したい。

* 広島経済大学名誉教授

1 学制発布以前(～1872)

(1) 奈良時代まで

数学は、文字とともに中国から移入されたと考えられている。計算の道具は算木であった。数学は、国の統治、民間の商用等の計算、あるいは、測量土木建築等の技術に生かされていた。占いやまじないにも使われていたと思われる。明日香で出土した瓦や多賀城址で出土した漆浸けの紙に書かれた「九九八十一 八九七十二」は掛け算九九以外の何かの意味ももっていると考えるべきである。また、万葉集には、「十六」、「八十一」を「しし」、「くく」と読ませるなど掛け算九九を使った戯書がある。なお、この時代の掛け算九九は、 $9 \times 9, 8 \times 9, 7 \times 9, \dots, 1 \times 9, 8 \times 8, 7 \times 8, \dots, 1 \times 1$ の順序である。掛け算九九は現代にいたるまでいろいろなタイプを変遷している。

中国からは、「九章算術」、「孫子算経」等を含んで「算経十書」と称される数学書が伝来したと考えられている。大宝律令(701)は「大学寮」に算博士、算生を置いている。

「孫子算経」には雉と兎で鶴亀算の問題が入っている。

(2) 江戸時代初期まで

数学は、計算や測量、設計など数学を技術として利用する人々の間で伝えられてきたと考えられている。中国ではそろばんが広がり、中国との交易が活発になるにしたがって、そろばんとともに、新しい数学が移入された。西洋との交易も行われ、キリスト教が布教されたことから、西洋の数学も移入されたはずである。

江戸時代を通して、おおいに流行した吉田光由著「塵劫記」(1627)には、中国で出版された程大位著「算法統宗」(1592)(そろばんの図がある)の影響があるといわれてきたが、西洋由来の問題も入っていることから、西洋数学の影響もあるといわれている。

朱世傑著「算学啓蒙」(1299)は算木を使った天元術の入門書として有名である。

徐光啓、Matteo Ricci 訳「幾何原本」(1607)はユークリッドの「幾何学原論」のうち第1巻から第6巻までの漢訳である。寛永の禁書令(1630)の対象であったが、享保の洋書輸入緩和の対象にもなっている。「幾何学」という「Geometry」の訳語はこの書による。しかし、江戸時代を通してこの書が広く読まれたわけではない。

(3) 江戸時代

後に和算と呼ばれる数学が誕生発展した。生活や仕事の必要から学ばれた数学を

趣味・遊芸の類として親しむ人がでてきた。鎖国下であったので、我が国独自に孤立して発達したといわれてきたが、漢書や漢訳洋書などを通して外国数学との接触があったのではないかともいわれている。

関孝和(1642?-1708)、建部賢弘(1664-1739)等が数学者(算家)として有名である。数学研究の成果は秘伝として隠された部分もあったが、出版と社寺への算額奉納という形で公表された。全国を旅して教育や交流をする数学者も知られている。そろばんや数学の教育は親が子や孫を教える家内教育、あるいは知識人、篤志家による寺子屋、数学者による個人教授、算学塾、藩校などでおこなわれた。

(4) 江戸時代末期から明治初期

西洋から移入された数学は洋算と呼ばれた。洋算では計算は筆算による。初期に学ばれた数学は、算術、代数、幾何、三角法のレベルで、微積分等まで学んだ人は少なかったらしい。

李善蘭と偉烈亜力の著書「数学啓蒙」(1853)、訳書「代微積拾級」(1858)等では、比例、対数、代数、微分、積分等の数学の基本的用語が漢訳された。その中には、現代の我々も使っている用語が多く含まれている。彼らは漢数字を用い、文字記号も漢字風に翻訳した。

わが国最初の筆算書として有名なのは、柳河春三著「洋算用法」(1857)と福田理軒著「西算速知」(1857)である。前者は算用数字を用い、後者は漢数字を用いて筆算を説いている。

西洋の数学を学んだ洋算家には、小野友五郎、塚本明毅他多数あるが、ほとんど軍人、洋学者、和算から転向した人等である。

2 学校数学教育の確立(1872~1931)

洋算は、最初、西洋式軍事技術の一環と考えられていた。その後、洋算には暗算が含まれるので、思考力の育成にも有効であると考えられるようになった。

小学校算術では、日常の計算技術の習得、生活上必要な知識の習得、思考を精確にすることが目標とされた。洋算が中心であったが、計算の手段に関して、珠算と筆算の優劣等の論議がずっと続いた。

洋算の指導も容易ではなかった。例えば式 $2 + 3 = 5$ は「2 プラス 3 イクオール 5」と小学校でも英語風に読まれていた。現在小学校で使われている「2 たす 3 は 5」という読み方は、明治時代に工夫され徐々に広がったとみられる。旧来、初歩の珠算などでは、式はなく、単に「2 に 3 たすの 5」と表現されていた。

中学校の数学は思考を厳密に行うという趣旨から算術、代数、幾何、三角法と内容と方法を厳密にわけ分科主義の立場がとられた。例えば、式は代数のものであるから、幾何では式は利用されなかった。ピタゴラス（三平方）の定理は「直角三角形の斜辺の上の正方形は、直角を挟む2辺の上の正方形の和に等しい」と文章で表現され、その証明も文章だけで表現された。

菊池大麓(1877帰朝)、寺尾壽(1883帰朝)、藤澤利喜太郎(1887帰朝)といった人々が西洋で学問研究を学んで帰朝し、数学界のみならず初等中等の数学教育界を指導した。

中学校で用いられた数学の教科書は上野清、長澤亀之助等による翻訳も用いられた。これらは更に中国語に翻訳されて、中国でも用いられたという。

(付) 小学校教科書制度の変遷

通説は、最初は自由に採用できたが(1872)、採用した教科書を文部省に報告する制度になり(1881)、次いで、ある書を教科書として採用するには文部省の認可を要するようになり(1883)、更に文部省が教科書の内容を検定するようになり(1886)、教科書事件を機に教科書は文部省著作のみを使う国定制度となった(1903)というものである。

この説には訂正が必要である。教科書の採用に関する手続きと教科書の内容に関する国の介入を関連させながら検討するとわかりやすい。

小学校教科書の採用に関しては、最初は文部省の認可が必要であった。そして申請のあった教科書についてその内容を個別に調査をしていた(1872)。この点を通説は誤解している。実際は、ほとんどフリーパスであったという話が残っているが、申請する方も無難に文部省が教科書として例示したものから選んでいたようである。

1880年(明治13)の政情不安を機に、教科書の内容を実際に検討しはじめ、その結果を「調査済教科書表」として公表するようになる。調査済で採用してよいとされた教科書の中から採用するということで、採用については認可でなく報告制になった(1880)が、未調査の図書からも選ぶことがあるということで、また認可制にもどった(1883)。

1885年(明治18)文部大臣が置かれ、その下で、教科書用として書かれた図書の内容を著者からの申請に基づいて文部省が調査し、その結果を聞いた著者が訂正して検定を得る検定制度が発足した(1886)。採用については、検定済教科書から選ぶことで報告制になった(1887)。

後はほぼ通説通りの経緯をたどって小学校教科書は国定制度になった(1903)。

中学校、高等女学校、師範学校等の教科書が国定教科書となるのは、ずっと後の1944年(昭和19)である。中学校等では、実際には参考書などの形で検定済教科書以外の図書を用いた記録が学校史などに残っている。例えば、中学校で外国の教科書を用いて学習したとか、高等女学校で中学校用の教科書を用いて学習したとかといったことがあったらしい。

文部省の教科書調査・検定の観点は、最初は「国安の妨害、風俗の紊乱、誤謬等の教育上の弊害等の防止」であった。スタートは政治的であったが、教育上の弊害の防止が大きく意識され、学校令施行規則の目標、範囲、正確性等の維持等の観点が中心となる。

算術教科書に対する、検定期初期の具体的な修正意見としては、「古寺で、一つ目小僧と三つ目小僧が会合するという問題」に「実際アラザル題ナリ」とか、「宴会の客の数と酒の量に関する問題」に「好マシカラザル題ナリ」,「風教ニ害アリ」等がある。「大人向けの本」と「子ども向けの教科書」の区別が意識されなかった時代の名残がみられる。

3 数学教育改造運動(1931~1947)

20世紀に入ると、微積分を重視し厳密な論証幾何を軽減して総合的に数学を学習させようという数学教育改造運動が、欧米で始まり、我が国にも影響して来た。工業の発達にともない技術者の需要が増えてきたことによると考えられている。

イギリスの J. Perry, ドイツの F. Klein, フランスの E. Borel 等の数学教育指導者が主導した。わが国でも当時の数学教育の状況を記した数学教科調査委員会報告(1912)を国際数学会に提出している。日本中等教育数学会が中学校、高等女学校、師範学校等の数学教師の参加を得て発足(1918)した。形式陶冶論と実質陶冶論の論争もあり、数学教育改造の動きが高まった。

約30年間初期の形を保ってきた国定「小学算術書」(黒表紙)の改訂が塩野直道(図書監修官)を中心におこなわれ、1935年(昭和10)の1年生から「尋常小学算術」(緑表紙)になった。1年生の上巻は、きれいなカラー版で画期的であった。「数理思想の開発」と「日常生活を数理的に正しくする」を目的に算術以外のいろいろな数学の内容が取り入れられている。数学教育改造の立場である。

1941年(昭和16)国民学校が発足し、理数科算数となった。教科書は前田隆一(図書監修官)を中心に改訂され「カズノホン」「初等科算数」(水色表紙)となった。図形の指導に新しい工夫が加えられている。

中学校等の教授要目は2度の改訂(1931,1943)を経て、総合数学の立場の教科書

となり、国定教科書「中等数学」(1944)となったが、戦時下であり授業はほとんど成立しなかったのではないかと思われる。

敗戦直前、1944年(昭和19)に国民学校に入学した我々は、1年前までの色刷り教科書でなく単色の挿絵の教科書が配布された。その中で修身の教科書「ヨイコドモ」の単色の挿絵は味わいがある。

敗戦の年(1945)の秋、使用許可された教科書の戦争と神道に関する内容の部分に墨塗りをした。しかもこれらの教科書は学年末に紙を再生するためといって回収(没収)された。

翌年(1946)は、新聞用の紙を流用し、折り畳んだだけで分冊になった新聞紙の教科書で、4月には、児童の数に足らず、抽選で配布された。1年生用の算数教科書は発行されなかった。

4 生活単元学習と系統学習(1947～1968)

1947年学習指導要領(試案)が発表された。教科書は、小学校では「さんすう」,「算数」であって、1年生用は児童用書に(教師用)と書かれていて児童には配布されなかった。中学校では、「中等数学」,高校用に、「解析I」,「解析II」,「幾何I」,「幾何II」,「一般数学」が発行された。「幾何II」は使用されなかった。

1948年新教育(生活単元学習)の趣旨からみて、算数教育の程度が高すぎるとして、「指導内容の一覧表」が発表され、1949年から、小学校では算数科は完全に1学年落第することになる。すなわち、新たに発足する検定制度的下の教科書のモデル(?)として、4学年用に新しい教科書「小学生のさんすう」が発行されただけで、他の学年の子どもは前年使った教科書をそのままこの年も使った。1年児童用(教師用)教科書はそのまま2年児童用として発行されている。中学校も1年用に「中学生の数学」が発行された。2,3年は、落第したはずである。

激しい学力低下論争が行われた。義務教育の算数数学の学習の目標を、「社会的有用性」のみとしていることもあって数学教育関係者多数の反発を招いた。

1952年にサンフランシスコ条約が発効して後、「数理思想の開発」系の目標も取り込まれた学習指導要領が法令として告示された。高校の数学は、特に急いで小、中の前に改訂実施され(1956)、更に、小(1958)、中(1959)に続いて1960年に再改訂された。系統学習の実現といわれている。

数学教育改造運動のわが国における結実とみられる。

5 現代化運動(1968～1977)

1952年頃から OECD 等の国際機関などで、科学技術やコンピュータの発達に伴い、数理科学者の需要が増加するので、その養成が急がれること、また、算術代数幾何を峻別した古い学校数学を大学の現代的な数学と直結できるように改革すべきこと、そのために学校数学へ現代数学の可能な部分を導入すべきことなどが提言され、いわゆる学校数学の現代化運動が始まった。

アメリカではイリノイ大学で UICSEM が発足(1952)したのを皮切りに、ソ連によるスプートニク・ショック(1957)を経て、学校数学改革の多くの試みが始まった。多くの資金を得た「学校数学研究グループ(SMSG)」は特に盛んに活躍した(1958)。

この運動は急速に世界的に拡大したが、性急な形式化、抽象化等は効果がないとされ、運動は70年代に終焉した。しかし、世界的にみれば、内容の検討など地道な改革は現在も継続している。例えば、外国では、小学校の算術(Arithmetic)が数学(Mathematics)に名称変更され、内容の多様化、電卓コンピュータの活用などの改革が続いている。

わが国では、1968年の学習指導要領改訂で現代化運動の主張を少し導入したが、指導要領実施の段階で、「こんな難しい数学はいらない」という保護者とマスコミ等世論の激しい反発にあった。特に「集合」が嫌われた。また、保護者は、生活単元学習で育った世代であった。

6 ゆとりの時代(1977～2008)

現代化への激しい反発をうけ、「ゆとりと充実」などを旗印に1977年、1989年、1999年の3回の学習指導要領改訂で、週休2日制、算数数学の内容の3割削減、ゆとり、生きる力等が実現した。新設された「総合的学習の時間」は生活単元学習の復活のように思える。少子化の時代の「ゆとり」の重視は「数学嫌い、勉強嫌い」の跋扈と、関係者の学力低下論争を生んだ。敗戦直後の状態の再現のようにみえる。学校現場は迷走し、算数数学の基礎・基本は「百ます計算」をやれば十分であるという誤解もはびこっている。児童生徒の学習成果の評価方法は単元学習の時代から続いていた相対評価から、国民学校時代に似た絶対評価に変えられた。

ゆとり時代の変革の例をあげよう。不等号($<$)の導入は、1958年の指導要領では中学校1年であったが、1968年には、小学校2年とされた。 $2 < 3$ とか $2 + 3 < 6$ の程度であったが、小学校の「難しい数学」の代表に加えられ、「精選」の対象になって中学校1年にもとされた。外国では、現在も小学校1年か2年のものである。

また、素数の導入は、かつては小学校5年であったが、現在は中学校3年である。外国では、小学校3年で掛け算と割り算を学習した直後あたりが普通である。

7 見直しの時代(2008～)

「円周率を3にした」といわれる第3の「ゆとり」学習指導要領が出た段階(1999)で、学力低下論はマスコミも加わって一段と激しくなった。さすがの文部科学省も「学びのすすめ」を発表(2002)し、学習指導要領の一部を改定(2004)して、学習指導要領を「標準」から「最低基準」に変えるなど学力向上への手を打ちはじめたようにみえる。

マスコミは、「OECDのPISA調査やIEAのTIMSS調査の結果で、日本は成績が低下している」と大きく報道している。しかし、かつての好成績を生んだ教育は「詰め込み教育」であるから、それにもどってはいけないともいわれている。一方で、書店には「インド式計算」とかの練習帳がたくさん並んでいる。

今年(2008)学習指導要領が改訂され、算数・数学の指導時数の増加と内容のレベルアップが予定されている。そのために条件を整備することも話題に上がっている。

そのなかで教師の研鑽・工夫が一番の課題であると思われる。ほぼ50歳以下の先生や保護者などの関係者は、「ゆとり教育」を理想とする空気の中で育ってきて、その中で暮らしてきた。かつての「詰め込み教育」も現在求められている「詰め込みでもない、ゆとりでもない生きる力」も具体的にはどうするのか誰にもわかっていないといえるくらいである。したがって、方向転換は簡単には実現できないと思われる。敗戦前後の約10年間の混乱から、それ以前に立ちもどってレベルアップをねらったとき、以前の教育を知っている教師や保護者などの関係者が多数いたのと事情が大きく異なっている。教師自身による研鑽・工夫に待つほかはない。例えば、明治時代の教師が式「 $2 + 3 = 5$ 」を「2たす3は5」と読む工夫をしたように、式「 $2 + 3 < 6$ 」が小学校の指導内容になったら、その読み方を工夫しなければならないはずである。

何年か前までは、外国の学校に行った日本の子どもは、「言葉はできないが、数学はよくできる」といわれたらしい。予定通りなら、これからは「英語も、数学もよくできる」といわれるようになるのだろう。関係者の知恵と努力に期待したい。

おわりに

数学教育改造運動の口火となったといわれている演説(1901)の中で、J. Perryは数学教育の目標 (obvious forms of usefulness) 7項目を掲げている。以下にその

うちの2項目を紹介する。

(4) In giving men mental tools as easy to use as their legs or arms; enabling them to go on with their education (development of their souls and brains) throughout their lives, utilizing for this purpose all their experience. This is exactly analogous with the power to educate one's self thru the fondness for reading.

(5) Perhaps included in (4); in teaching a man the importance of thinking things out for himself and so delivering him from the present dreadful yoke of authority, and convincing him that, whether he obeys or commands others, he is one of the highest of beings. This is usually left to other than mathematics studies.

(4)では、数学の素養を身につけることはわが国でもよく取り上げられる「よみかきそろばん」の考え方に加えて、生涯学習の重要な手がかりであることを主張している。また、(5)では、数学の学習は物事を考え抜くことの重要性を教え、精神的な自立を支援するものと主張している。

このように Perry は数学の学習はすべての人に必要なものと主張している。100年も前によくこのような意見をまとめたものと感心する。なお、Perry(1850-1920)は、一時日本に来て工部大学校の教師を勤めた(1875-1879)。

その後の現代化運動などを通して、外国ではこの考え方は広く受け入れられている。少なくとも政策立案に携わる人々には「数学は、単に理学、工学に進む者だけに学習させればいいというものではない」と理解されているようである。

しかし、わが国では、数学は、理系のものとして理科と抱き合わせて、あるいはその一部として分類され、文系、社会系と相容れないもののように理解されているようである。すなわち、「理数科教育」の一環としての「数学教育」に止められている。

Perry のように格調の高い表現はできないが、私も、数学の学習は文系、社会系の人を含めて、みんなに必要であることを主張するものである。

参 考 文 献

- 松原元一、「日本数学教育史」1～4，風間書房，1982。
西村和雄他、「分数ができない大学生」，東洋経済新報社，1999。
J. Perry, "The Teaching of Mathematics", Educational Review, 23(1902), 158-181.
小倉金之助、「数学教育史」，岩波書店，1932。

小倉金之助, 「日本の数学」, 岩波書店, 1940.

小倉金之助・鍋島信太郎, 「現代数学教育史」, 大日本図書, 1957.

藪内清, 「中国の数学」, 岩波書店, 1974.