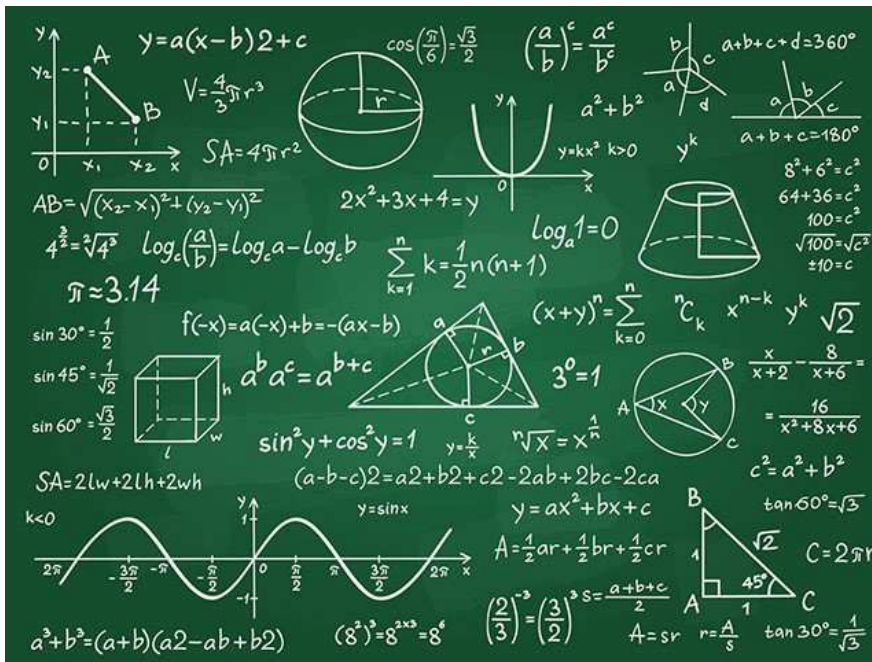


「ゆとり」「暗記数学」と闘った数学者が寄稿 「高校数学カリキュラムの抜本の見直しを」

- 教育改革
- 算数・数学
- 大学入学共通テスト

2022.10.03 芳沢 光雄



朝日新聞 EduA web 版で「算数・数学 学びのヒント」を連載中の芳沢光雄・桜美林大教授は、「ゆとり教育」の弊害を指摘し、公式や解法の「暗記」に偏りがちな数学教育を批判してきた。そんな芳沢教授は、「数理資本主義」による日本再生や文科系学生の数学の必要性が叫ばれるなか、現状の高校数学に異を唱える。必要なのは、アラカルト方式で6科目に分解され、大学での学びに接続しない高校数学のカリキュラムの抜本的な見直しだ。

第4次産業革命に不可欠

スイスのビジネススクール、国際経営開発研究所（IMD）が発表する「世界競争力年鑑」によると日本は、同年鑑の公表が開始された1989年から1992年まで1位を維持していたものの、2022年には34位まで順位を下げた。日本の国債発行残高は1000兆円を超える見通しで、アメリカがインフレ退治のために金利を上げる政策をとっても、日本は金利を上げられない。上げたぶんの利払いが増えるからである。それゆえ円安傾向を続けざるを得ないわけである。

また、厚生労働省が6月上旬に公表した2021年における合計特殊出生率は1.30であった。これは一人の女性が一生に産む子供の数が1.3人ということである。人口の男女比が1対1と仮定すると、合計特殊出生率が2であれば人口は横ばいと考えられるので、少子化の勢いは厳しいものがある。ちなみに、1970年のそれは2.13、1990年のそれは1.54であった。今年の出生数は80万人割れという予測があり、第1次ベビーブームピークの1949年の約270万人、第2次ベビーブームピークの1973年の約209万人と比べるとあまりにも少ない。教育に関しては、一部の優秀な者だけに目を向けるのではなく、すべての者を大切に育てる意識が望まれるだろう。

上記のような悲観的な状況があっても、焼け野原から復興した戦後の日本の目覚ましい発展の歴史や、2019年に経済産業省が発表したりポート「数理資本主義の時代～数学パワーが世界を変える」を参考にすると、数学を礎とした「技術立国・日本」の再生によって、未来に明かりをとすことは可能ではないかと考える。そのレポートは、「社会のあらゆる場面でデジタル革命が起き、（中略）『第四次産業革命』が進行中であると言われている。

この第四次産業革命を主導し、さらにその限界すら超えて先へと進むために、どうしても欠かすことのできない科学が、三つある。それは、第一に数学、第二に数学、そして第三に数学である！」と述べている。前後して経団連も「文系大学生も数学を必修として学ぶこと」という提言を出している。そのためにも、現在の高校数学カリキュラムの抜本的見直しを本稿で提言する次第である。

戦後の技術立国を支えた数学

江戸時代には、数学教科書『塵劫記(じんこうき)』（吉田光由）が国民の間に普及したこともあって、国民の数学レベルは世界的にも相当高かった。明治維新を成し遂げた人材を松下村塾で育てた吉田松陰は、後に杉浦重剛が品川弥二郎の談話として残した「先生は此算術に就ては、士農工商の別なく、世間のこと算盤珠をはづれたるものはなし、と常に戒しめられたり」（雑誌「日本及日本人」に掲載の「松陰四十年」、政教社）という言葉からも分かるように、数学教育を重視していた。この松陰の教えが以下のように、昭和の高度経済成長期まで脈々と受け継がれてきたと考える。

1875年から1879年まで日本の工部大学校（東京大学工学部の前身）に招かれ教鞭を執った英国の応用数学者・数学教育者ジョン・ペリー（1850～1920）の教えは、技術立国・日本の礎の一角を築いたといえる。立体図形や小数計算を重視した発想は、工業の発展における柱となった。また、ペリーが1901年に英・グラスゴーでの数学教育に関する講演で述べた重要事項のうち、筆者が最も注目するのは、「数学は自己のためということから離れて、物事を考える重要性を学ぶ」ということである。

第2次大戦の末期に、優秀な科学者の育成を目的として設けられた特別科学学級（特別科学組）は、1944年12月から1947年3月までのわずか2年半の存続であったが、戦後の日本を築いた指導的立場の人たちが数多く輩出した。旧制中学の3学年末までに微分積分や（複素）関数論まで履修できた背景には、現行の中学1年、2年、3年に相当する学年での数学授業時間数が週8時間もあったことが挙げられる。もっとも、この時代の数学教育は微分積分関係の内容が主で、現在の大学数学の基礎として微分積分と並んで学ぶ線形代数は、戦後から始まったものである。

高度経済成長期の終わりを告げる頃まで、高校数学教科書のレベルは現在より相当高かった。文系は数学Ⅰ（5単位）、数学ⅡA（4単位）が必修、理系は数学Ⅰ（5単位）、数学ⅡB（5単位）、数学Ⅲ（5単位）が必修であった。当時の数学Ⅰには、現在は選択科目の数学Ⅱに入っている三角関数や対数関数も含まれていた。戦後から当時までの高校数学は、日本を世界一の技術立国として発展させる礎としての位置付けがあったと考える。たとえば建設機械メー

カーの小松製作所では、高卒の社員にも、品質管理に直結する統計の χ (カイ) 二乗検定を教えて、役立ててもらっていたほどである。

なお筆者は後述するように、現在の高校生全員に、当時としては最低限だった数学 I、数学 IIA を必修にさせろ、というような考えは全くない。高校数学としての「基準カリキュラム」を設けるべきで、理解が遅い生徒向けには、小学算数の内容だけをしっかり理解して学び、高校での数学の学習を終わらせるコースがあってもよい、という考えをもつ。護送船団方式で一律に数学を学ぶ発想には無理があり、戦後復興期の仕方のない面があったと捉える。

「ゆとり教育」で世界最低レベルに

高度経済成長期が終わった 1970 年代の末から、教育を取り巻く課題は大きく変わった。少子化、格差拡大、答えだけ当てるマークシート方式による大学共通 1 次試験の導入などのほか、日本の子どもたちの「数学嫌い」の問題も表面化してきた。

この頃からであろうか、「これからの日本は技術より文化だ」という言葉を背景に、いわゆる「ゆとり」の数学教育が始まった。1998～1999 年の学習指導要領改訂（施行は 2002～2003 年度）で究極の「ゆとり教育」の骨組みが定められ、数学を中心に教育内容や授業時間数を 3 割削減するなどの目標が設けられた。ちなみに、その時代の中学校での数学授業時間数は 1 年、2 年、3 年とも週 3 時間で、これは世界でも最低レベルである。

驚いたのは、その 3 割削減した内容が、当初は「上限」であったことである。数学の授業時間数がさらに減ることで、いくつかの県では高校の数学教員がゼロ採用になったばかりでなく、「数学の教員はもはや役に立たない。教員室でのあなたの机はない。家庭科の教員免許を取ったら残してあげる」などと校長から肩たたきされた優秀な数学教員が何人もいた。このような状況を「日本版文化大革命」と捉えた筆者は、その流れを改めさせるために研究の軸足を数学教育に移し、行動を起こした。朝日新聞「論壇」（1996 年 11 月 7 日付および 2000 年 5 月 5 日付）、『分数ができない大学生』（共著、1999 年）をは

じめ活字によって数学の意義を訴えるほか、全国の小中高校で数学の面白さを伝える出前授業も積極的に開始した（半分は手弁当）。

「ゆとり教育」が見直される転機となったのは、2006年7月に、国立教育政策研究所が「特定の課題に関する調査（算数・数学）」（小4～中3の約3万7千人対象）に関して次の報告をしたことである。小4を対象とした2桁同士の掛け算の正答率が8割台であったものの、「2桁×3桁」のそれが5割台に急落したこと。さらに「 $3+2\times 4$ 」という四則混合計算の正答率が、小4、小5、小6となるにしたがって7割台、6割台、5割台と逆に下がっていく珍現象が現れたこと。

それを機に基礎的な計算の問題が注目されるようになり、筆者は文部科学省委嘱事業の「（算数）教科書の改善・充実に関する研究」専門家会議メンバーに任命され（2006年11月～2008年3月）、掛け算の桁数の問題、四則混合計算の問題、小数・分数の混合計算の問題、等々についての持論を最終答申に盛り込んでいただき、それらの問題は徐々に改善され現在に至っている。

アラカルト方式の弊害

高校数学のカリキュラムに目を向けると、1990年代の半ばから始まった数学Ⅰ、数学Ⅱ、数学Ⅲ、数学A、数学B、数学Cというアラカルト方式の体系において、建前上は数学Ⅰ、数学Ⅱ、数学Ⅲがコア科目、数学A、数学B、数学Cがオプション科目となっている（それら6科目のうち、3単位の数学Ⅰのみ必修）。問題点の一つは、これら6科目の中身が約10年に一度の学習指導要領の改訂のたびにクルクルと入れ替わることである。主な状況を参考までに示すと、以下のようになる。

2003年度以降：「順列・組み合わせと確率」が数学Ⅰから数学Aに移動、「数列」が数学Aから数学Bに移動、数学Bにあった「複素数平面」は廃止、「確率分布」は数学Bから数学Cに移動、等々。

2012 年度以降：数学 A に「整数の性質」が新設、数学 A に（かつて中学数学に主にあった）「作図」と「空間図形」が加わる、数学 A にあった「二項定理」が数学 II に移動、数学 C にあった「確率分布」と「統計処理」が数学 B に移動、「複素数平面」が数学 III に復活、数学 C は廃止となり、それに伴って「（主に 2 行 2 列の）行列」は廃止、等々。

2022 年度以降：数学 C が復活、「複素数平面」が数学 III から数学 C に移動、「ベクトル」が数学 B から数学 C に移動、等々。

このような珍現象が繰り返されることは、大学入試という狭い観点からだけでなく、数学の学びという広い観点からも問題である。たとえば、日本を代表する数学者の高木貞治（1875～1960）は、「数学を片々に切り離してはいけない。異なる部分の思わぬ接触からこそ進歩が生ずるのである」という言葉を残している。参考になる例を挙げると、一見バラバラに見える鶴亀算、植木算、仕事算という算数文章問題は、中学校で学ぶ 1 次方程式では同じ視点から解ける。また、2、3、5、7、11…などの素数は、現在の暗号理論に深く応用されている。

数学 I、数学 II、数学 III、数学 A、数学 B、数学 C の導入時に、当局から「高校数学も大学入試科目としては理系でも 6 科目の必須でなく、社会系科目のように 3 科目程度の選択にしたらどうか」という奇妙な打診があったほど、アラカルト方式に目が向いていたことを齒がゆく思い続けていた筆者は 2010 年に、戦後の高校数学として扱われたすべての事項を一本の大河のようにまとめた書『新体系・高校数学の教科書（上・下）』を上梓した。読者層は中高年の方々が中心であることから、学び直しの書として定着した感がある。

筆者は現在の本務校では、専門の数学、基礎的な数学、リベラルアーツ的な数学のほかに、教職の数学全科目を担当しているが、教職の学生は主に教科書の変遷という立場から興味をもつようである。

暗記ではなく理解の数学を

実はその書の出版直後に、本務校で就職委員長の補職をお引き受けし、当時のキャリアセンター長から「先生の『新体系・高校数学の教科書（上・下）』の内容よりだいぶ易しい就職適性検査の問題が苦手な学生が多くいます。それを乗り越えて面接までたどり着くと、心の素晴らしい本学の学生は高い評価を受け、採用されるケースが一気に増えます。適性検査の問題に関して、先生のお知恵を貸していただけないでしょうか」という打診を受けたのである。

そこで筆者は、その種の適性検査の問題を徹底的に分析し、後期の毎週木曜日の夜間に「就活の算数ボランティア授業」を2コマ開催した。筆者の手当一切ナシは当然で、学生も単位認定一切ナシであったが、3年間で約1000人も学生が授業に参加した。昔の“寺子屋”を想像したほどで、当時は昼間の正規の授業と合わせると週に10コマ近くの授業となったが、学生の態度があまりにも素晴らしく、疲れを全く感じない日々を送ったことを思い出す。そのボランティア授業および後にそれをリベラルアーツ風にアレンジした正規の授業を通して得たものは、次のように重要な内容を含む――。

学生の「分かる」という言葉の意味は「やり方」を覚えることであって、数学科教員時代の学生の「分かる」という言葉の意味がプロセスの「理解」であったこととは対照的であった。「私は小学校の算数では『やり方』の暗記だけで学ばされました。算数の内容を『理解』できるように説明してもらったのは初めてで、昔から先生のように教えてもらっていたら人生は違ったと思います」という感想が相当多くあり、この種のメモは生涯大切に保存しておくつもりである……等々。

実際、多項式の微分積分の計算はできるものの、「比と割合」の概念を理解せずに暗記だけで大学生になった者が目立った。それに関係する国としての資料を二つ紹介しておこう。一つは2012年度の全国学力テスト（全国学力・学習状況調査）に出題された小学6年生対象の問題で、「赤いテープの長さは120cmで、赤いテープの長さは白いテープの長さの0.6倍」を示す図を選ぶ4択問題の正解率が34.3%しかなかった。

もう一つは2012年度の全国学力テストから加わった理科の中学分野（中学3年生対象）で、10%の食塩水を1000グラムつくるのに必要な食塩と水の質

量をそれぞれ求めさせる問題が出題された。これに関して、「食塩 100 グラム」「水 900 グラム」と正しく答えられたのは 52.0%に過ぎなかった。1983 年に、同じ中学 3 年を対象にした全国規模の学力テストで、食塩水を 1000 グラムではなく 100 グラムにした同一の問題が出題されており、この時の正解率は 69.8%だった。

そのような背景を踏まえて筆者は、最近の数年間を照準を「暗記でなく理解の数学を！」に絞って教育活動を展開してきた。その趣旨で 2020 年には『AI 時代に生きる数学力の鍛え方』を上梓して、その対策を論じた。さらに、暗記だけの数学が大学数学にも浸透していることを憂慮し、また来年 3 月には定年退職を迎えることから気持ちの整理も込めて、本年 6 月に『新体系・高校数学の教科書（上・下）』の続編となる『新体系・大学数学入門の教科書（上・下）』を上梓した。

共通テスト記述式問題の外部採点は論外

『新体系・大学数学入門の教科書（上・下）』は相当丁寧に書いたつもりのものであると同時に、『新体系・高校数学の教科書（上・下）』と同じシリーズであるがゆえに、それらの間にギャップがないことは当たり前のことである。

出版後の夏休みに、筆者にとっては思いもしなかった意見を他大学や高校の教員、あるいは一部読者から頂いた。筆者の上記 2 冊と対比する形で、学習指導要領準拠の高校数学の数学 I、数学 II、数学 III、数学 A、数学 B、数学 C という体系に関する疑問の声である。各大学での数学カリキュラムとそれら 6 科目の接続がバラバラである現状を鑑みて、接続を踏まえて上記 2 冊を執筆した著者に対し、数学を重視する社会になることを目指す上での提言を期待するものであった。

実は、筆者は「ゆとり教育」の問題ばかりでなく、数学教育に関係するいくつかの重要な問題に関しては、当局の意向とは関係なく信念をもった提言を行ってきた。

たとえば、全国各地の教員研修会での講演を積極的にお引き受けしてきた者として、2009年に導入された10年に一度の教員免許更新制に対しては、2013年に出版した拙著『論理的に考え、書く力』で次のことを述べた――。

毎年、あちこちの会場で免許更新講習が行われているが、教育現場に全く興味をもたない大学教員が自分の専門のトピックスをばらばらに話しているだけのところが圧倒的に多く、昔からあった各自治体での定期的な教員研修制度の方が、現場を考えての研修だけにずっと機能していたと断言できる。そもそも「不適格教員」の問題は、この制度ができる前に対処の方法が確立していたのであり、何のための制度かさっぱり理解できない。せいぜい、教員の身分が不安定になったように印象づける制度かも知れない。それによって失ったものの方がはるかに大きいと考える。

そして本年度（2022年度）になって、教員免許更新制はようやく廃止されたのである。

また、大学入試センター試験を引き継いだ「大学入学共通テスト」（2021年度入試から開始）の数学で、部分的に記述式問題を導入することを知ったときは複雑な気持ちになった。それは、筆者は同書ほかで述べてきたように、大学入試の数学はなるべく記述式がよいと訴え続けてきたが、50万人もの記述式答案を大学入試センターが採点できるのかという疑問である。

そして2019年の秋にその具体案が明るみに出た段階で、以下のような点で憤りを感じた。大学入試の作問側と受験産業側が一線を画すからこそ公平な入試が成り立つのであって、試験が実施される前に「正解」を一部企業に教えたりすることは論外である。一時的にアルバイトの大学生を雇って採点させたりすることは、大規模学力調査の統計データ収集ならばともかく、受験生一人一人の人生がかかっている試験では論外である。

そこで2019年の11月に、通信社系のネットニュースで上述の問題点を指摘した。そして同様の意見が多く識者から出されたこともあって、2021年度入試から大学入学共通テストは全問マークシート式で開始された。

学年ごとの「基準カリキュラム」を

ここにまとめの提言を書かせていただく――。

日本の将来を考えて、高校数学としてどっしり構える内容の「基準カリキュラム」を設ける形で、高校数学カリキュラムの抜本の見直しを検討していただきたい。

たとえば、長期的な視点に立ったⅠ、Ⅱ、Ⅲという1年用、2年用、3年用の基準を設け、それらをもとに各大学の入試科目を設定する。そして、その入試科目と大学での数学授業科目を連動させ、接続をしっかりとらせる。

具体的な内容としては、かつての数学Ⅰで全員が学んだ「すべて all」と「ある some」の用法、とくにそれらが入った文の否定文は、基準カリキュラムのⅠに入れる。これによって、英語の学習と関連するばかりでなく、大学数学の微分積分や線形代数における基礎的用語の扱いを身につけることができる。そのようになれば、高校数学は得意であったが大学数学になったとたんに数学が急に苦手になってしまう犠牲者は、かなり減るはずである。

また、多項式の微分積分はかつての数学Ⅱでの扱いのように、一般次数の多項式として学ぶべきであって、現在の数学Ⅱのように多項式の次数を3（微分）、2（積分）とする扱いはやめるべきである。それは、「1/6 公式」とか「放物線と2本の接線で囲まれた面積の公式」などという日本固有の公式によって、積分が不必要で奇妙な「暗記数学」の横行を招いているからである。

さらに、空間における平面や直線の式を扱うところでも、現在のように特殊なものに限定しないで、昔のように一般的な平面や直線の式を扱うようにすべきである。そのようにすれば、応用や発展を考える上で大いにプラスになる。

発展的な学習の扱いは入試科目や大学での講義との関係から整理すべきである。とくに、かつての数学Ⅲで積分の応用として学んでいた内容の微分方程式を、考古学の年代測定への応用と絡めてきちんと教えるべきであろう。それによって、積分を学ぶ意義も生徒に伝わる。

なお上記の基準カリキュラムは、あくまでも大学入試や大学の授業との接続の関係をきちんとするために設けるものである。前に述べたように、数学の理解が遅い生徒には、基準の1も無理に教えるのではなく、その生徒に見合ったコースを高校数学として設けていただきたい。

さらに現在では、表向きには大学の単位とは認められない小・中・高校での算数・数学の内容も、単位認定できる方向で検討していただきたい。とくに数学という教科は、一步ずつ理解しながら積み重ねていくものである。理解力に関しては個人差が激しく、理解が遅いことは決して悪いことではない。将来の日本を支える多くの生徒・学生に、「暗記」だけでごまかす数学の学習ではなく、プロセスや応用の面白さを「理解」させる教育を目指す上で、そのような改革は必然であろう。アメリカの州立大学では、算数の基本から学ぶ単位認定の講義が用意されていることも参考にしていきたい。

上述のように高校数学カリキュラムを抜本的に改革していただき、前述の経済産業省のレポートや経団連の提言などもフォローの風にして、日本の数学教育を日本再生の礎になるように発展させていただくことを祈る次第である。