



じつきょう

数学資料

No. 54

日本の数学教育の未来を見つめるために...

「栄光」と「挫折」を振り返って

放送大学教養学部教授 長岡亮介

1. はじめに

本稿執筆を引き受けたとき筆者に要請されたテーマは「世界の数学と日本の数学の比較について 学力低下は小中学校(義務教育)に要因がある?」である。言うまでもなく、ここに言う「世界の数学と日本の数学」とは、副題から見て数学教育の意味に限定することにするが、そう限定しても、奥行きのある重要なテーマであり、いかなる切り込み方でも、それなりの切り口がでてくるのであるが、筆者としては、この重要な問題に対して筆者なりに包括的な論議の前提を踏まえつつ、しかし結論は単純明快に提起したいので、紙数の制限を考慮して、まずは、踏まえるべき論点を箇条書き的に提示しておこう。本稿でまったく触れることができない論点については、ほんの少しだけであるがやや詳しい説明を与えている。

2. 「世界」の中で、「現代日本の数学教育」問題を論じるにあたり

① 国際的な比較研究はいろいろな分野で重要な知見を与えるのに有効な手段であるが、TIMSS のような単純な基礎学力調査の場合ですら、国際比較は必ずしも簡単ではない。例えば、金太郎飴的な一律な水平性を国是のように護ってきたわが国からみると信じられないほど諸外国での教育は概して多様であって、「アメリカの教育」のような表現自身がそもそも困難である。初等教育段階ですら、学校によって、教える教科やその内容が違ふことが当たり前の国が世界にはたくさんある!

② とはいえ、日本の数学教育は、《高みを目指す基礎学力の養成》という点において世界の中でもっともうまく行っていたことは確実である。この日本教育の優位性を支えてきたのは、高度な知識を能率的かつ確実に身に付けさせている能力をもった日本の数学教員集団とそれを取り巻く社会的文化的伝統である。

③ しかし、この優位性の陰に隠れて秘かに蓄積していた日本数学教育の負の遺産が多く、要因を伴って、成長・拡大、顕在化し、ついには、大学

も く じ

論説	実践記録
日本の数学教育の未来を見つめるために..... 1	教材に役立つソフトウェア紹介..... 13
Q and A	学校紹介
数学の素朴な質問..... 5	群馬県立藤岡工業高等学校..... 16
数理教室	談話室
黄金比の数理的造形フィボナッチ・タワー(2)..... 8	武内陶子さん..... 19
実践記録	ワンポイント教材
平方数・立方数の和の指導..... 11	定積分と面積—直角三角形の辺の等分—..... 20

生の「学力低下」として騒がれる現象となった。負の遺産とは一言で言えば、受験を敵視する気楽な「教育論」と受験対策を過大視する教育の商業化、他教科との連携協力の欠落である。

④「学力低下」現象の深刻さは、数学的処理能力の低下もさることながら、論理的思考力＝ロゴス＝読解表現能力の低下にある。基礎学力よりも、学習意欲、知的な関心の貧困化、知識の非体系化が普遍化していることが問題である。

⑤「学力低下」の要因は、いくらでも多様な角度から論ぜられ得る。しかし、「学力低下」をもたらした直接の要因は、上部構造としては、この約十数年間に極端なまでに進行した、文部科学省学習指導要領における《教育内容の貧困化》、これに法的に拘束・根拠づけられ、しかし他方で結果としてこの弊害を一層助長した《検定教科書システム》、そして都道府県教育庁を通じて「お題目の大合唱」を強いる《教育現場に対する反知性的指導》であり、下部構造としては、《若年人口の減少傾向化での「高等」教育機関の大増設》である。そして、そのさらに背景には、経済利権の乏しい、しかし国家の根幹たる文教行政の基盤に関心をもつ、深い叡知としたたかな指導力をもつ政治家の不在・不足、また、互いに相手を敵視し、（少なくとも数学教育においては）相手に責任をなすりつけて終る行政と現場の不毛な対立、これらから必然的な結果として導かれた、政治責任を欠いた「教育改革」（過去の政策に対する点検・評価・批判を省き、責任者を匿名化する審議会方式を通じて、周期的な祭りのように繰り返すだけの政策の転換・学習指導要領の改編）が見逃せない要因がある。

しかし、このような外的要因だけに「学力低下」現象の原因を求めることはできない。

⑥ 国際的にも例外的なレベルで成功していた日本の数学教育に惨めな衰退がこれほど急激に来たことには、中等教育の現場に、そのような《外的要因を撥ね除ける真の実力の不足》があったことを認めなければならない。言い換えれば、わが国の教育が、相対的に見て初等教育段階では、ま

だかなりうまく行っているのは、《現場の力》が相対的に大きく存在してきたからに他ならない。現場に力さえあれば《教室ではなんでもできる》からである。とはいえ、初等教育が、急速に力を失いつつあることにも注意を払わなければならない。

⑦ 初等教育における現場の力量が、大学で数学をより専門的に勉強したはずの中等教育の教員に比べて相対的に高いというパラドクスは、大学における数学教員養成が正しく機能していないということである。

⑧「学力低下」現象は、近年は「学力格差」として、だが、単なる「学力分布の分散の増大」ではなく、深刻な「高学力層の極端な減少」として、しかも低年齢層に波及しつつある。その意味で、初等中等教育のシステムが「学力低下」に、もっとも大きく関わっていることは無視できない。

3. 世界の中での日本の教育 --- 危機の中で微かに展望する未来

紙面の都合から、以上の論点のいくつかを総合的に取り上げよう。

わが国の数学教育の水準の「高さ」は、わが国の子弟が欧米の学校に留学した場合に明白になる。一般に、世界第一級の先進国のそこそこの水準の学校に入った場合ですら、数学に関しては、日本で教育を受けて来た子供たちにとってはほとんど「とるに足らない」レベルである。勉強の苦手なび太少年が「小学校では足し算と引き算、中学校で掛け算、高校になったら割り算」を勉強する遠くの星に突如行って大天才として憧れられる、という『ドラえもん』の中の空想と同じ話が現実に存在している。このような「どこでもドア」にも匹敵する奇跡を現出させている力が、日本の初等教育、中等教育の中にいまだに残っていることは、帰国子女枠入試を目指す現在の留学ブームからも証明されているといえよう。「TIMSS の成績が多少下がったのは、日本が先進国の仲間入りをしつつあることとして受容すべきである」という議論は、その意味では極めて「正当」な、洞察

ではある。

しかしながら、このような日本の教育レベルについての話題は、必ずしも、最重要であるとは筆者は考えていない。むしろ、TIMSS のような初歩的、基礎的な計算能力、理解能力についての平均的な数値以上に、わが国の子供たちの知的な世界の貧困化傾向により深い危惧を抱いている。その危惧の基礎にあるのは、「近頃の子供たち」の、算数、数学の勉強に対する消極的な姿勢への変化である。勉強とは、試験で「点をとる」「得をする」ための技と知識の習得であり、それをするのは、「模擬試験における好成績」によって報償される（親に欲しいものを買ってもらう）からにすぎない。「難しい」問題を「勉強」している一方で、数理世界との生き生きとした接近遭遇の感動体験はほとんど欠落している。

「数理世界との接近遭遇」というと、初等中等教育には無縁な「高尚な話題」のように聞こえるかも知れないが、決してそんなことはない。例えば、「分数」のような基礎的¹⁾ 概念の理解に中にくら、奥行きのある数理世界の感動場面はいくらでもあるはずである。典型的なものとして、平凡であるが誰もが知っている分数の割り算を取り上げよう。この計算技法は、練習すれば習得は難しくはない。しかし、その技法を支える考え方からその技法が自然に導かれることを納得することはやりがいのある話題ではないだろうか。数学的にもっとも単純な、割り算が掛け算の逆演算であるという立場に立つて

$$\frac{a}{b} \div \frac{c}{d} = \frac{a}{b} \times \frac{d}{c}$$

と説明することは、減法を加法の逆演算であるという立場に立つて

$$a - b = a + (-b)$$

と説明することと平行であり²⁾、その意味で分数の割り算を掛け算に還元する上のルールは

$$\frac{c}{d} \text{の乗法逆元が} \frac{d}{c} \text{である}$$

ことを主張していることになるし、さらには

$$\frac{c}{d} \text{が、} c \div d \text{すなわち} c \times d^{-1}$$

を意味しているという分数概念の出発点に戻ると

すれば、上の主張は

$$(c \times d^{-1})^{-1} \text{すなわち} (d^{-1})^{-1} \times c^{-1} \text{が} d \times c^{-1}$$

であることを意味するのであるから、この意味では、分数の割り算の計算ルールの理解は、逆元の基本性質

$$(d^{-1})^{-1} = d$$

の認識に相当するものであるといっても良い。

この認識に対して、「裏の裏は表」とか「敵の敵は味方」のような比喩で接近する方法もあるであろうし、より理論的な接近を模索する考え方もある。どのようなアプローチをとるにしろ、《時間をかける価値のある真に教育的場面》であると思うのであるが、近頃の教育システム（学校教育に限定していない！）のなかでは、分数の計算を学ぶ多くの子供が、そしてその子どもが成長してなった大学生や大人までも、分数の計算ルールを支える数理的な理解の感動体験はないようである。実際、「 $\frac{4}{5}$ 倍といたら、4をかけて5で割るのか、5をかけて4で割るのか、どっちだったっけ？」のような、一昔前の常識では考えられないような素朴な？質問が、社会的に尊敬される立派な職業に就いて仕事をしている成人から発せられて質問された側が焦った、という話も最近聞いた。計算の仕方は習っているが計算の心が理解されていない。パーセントとなると、もっと危ないだろう。

「そんなことをしている暇はない」といわんばかりに、子供たちの学習の場は、知性の涵養に一番大切な真の意味の《ゆとり》が剥奪されている。

それがもっとも典型的に現れているのが、後期中等教育ですっかり一般的になってしまった、できる限り多くの過去問のもっとも能率的で減点されない解法のパタンのデータベースを頭の中に構築＝暗記するのが、入試のためにもっとも効率的な数学の勉強法である、という信仰である。

この信仰は、「できない」子供たちの間だけでなく、そこそこの学力をもっている子供たちの間ですら、いや、深刻なことに、数学の教員の間にもさえ蔓延してきている。「数学はたくさん暗記しなくてすむから楽だ／暗記してもできるようにならないから困る」という一昔前の数学学習観は、

遠い過去の遺物になってしまっている。

これでは、数学に対する文化的な畏敬の念が喪失するのは当然であるが、これが日本社会の問題として深刻なのは、数学のステータスの凋落と深く結び付いている、論理＝ロジック＝ロゴス＝言葉に対する感性の衰退である。国語表現、特に口語の変化はいまに始った話ではないが、現在進行中の若年世代の言語世界の急速な変化は、デジタルディバイド以上に深刻な社会的な格差をわが国にもたらす危険を予感させるほどのレベルに達している。「学力低下」の真に深刻な問題はここにある。

このような悲惨な状況をもたらしてきた要因は、いくらでも見つかるが、問題の解決に向けて道を模索するという意味では、我々がもっとも深く関わる教育の実際の状況を見つめることがもっとも重要である。

紙数の関係から、結論を取って急ぐなら、筆者は、まずは、高い目標への挑戦という少年的競争心を扇動する一方で、「勝利の栄光」を剥奪されるものにやってくる「人生の敗北」への恐怖心を通じて、子供たちを勉強に奮い起たすように「洗脳」している、小学校低学年から³⁾始まる「お受験教育」をあげる。夜中の電車の中に乗っている、元来は利発そうな少年が、楽しそうでもなくやっているゲーム機遊びの姿を見ているだけでも想像がつく。彼にとって夜遅くまで続く学習の毎日は、どのようなものなのであろう。

日本の小学生にとっては「学校は友達との遊び、勉強は塾、一人の時間はゲーム」のように生活が分節化され、友達と勉強とゲームをつなぐ可能な場が学校帰宅後の塾以外にないという状況である。言い換えれば、ある程度「できる」子供にとって、学校の算数は、「簡単過ぎて退屈な」「受験に役立つでない」時間であり、「難しい」問題の解法を求めて時間と正確さで競争する塾の算数は「役に立つ」「面白い」勉強になっている。確かに、小学生が塾で取り組んでいる問題の「難しさ」は尋常ではない！このあまりに、「難しい」「受験の算数」が、学校への親の不信、塾への依存の根拠に

なっている。

算数の問題のアクロバットの難しさの「学問的無意味」を指摘して中学以前の早期の段階から代数的な解法を導入すべきであるといった短絡的な議論は支持するものではない⁴⁾が、子供たちのなかで学校以上に塾の存在が大きくなっている現在の状況のもたらす最大の問題は、「才能」のほんの少しだけ足りないだけの子供たち（本来は日本社会の発展のためにもっとも重要な潜在勢力！）が疲弊し、また、それなりに才能豊かな子供たち（日本の科学・技術をリードしていくはずの潜在勢力！）まで将来の知的な発達の可能性の芽が摘まれてしまっていることである。かなり優秀な層のものたちまで含めて、小学校段階で、「競争での勝利」以外の、「勉強の目標」も「勉強の喜び」も経験させられることなく中等教育に入ってくるという構造ができあがってしまっているということである。実際、勉強で身を立てることを視野においているであろう日本の中学校、高校の生徒の表情は、スポーツに賭ける少年たちに比べ概して極めて暗いではないか！

大切なのは、この現状を十分に踏まえ、何とかして《明日の教育》を展望を切り拓くことである。子供は先生を尊敬して育つ。先生への尊敬、学校への信頼の復活は、もっとも緊急かつ重要な課題であるが、それが決して簡単な課題でないことを十分深く肝に銘ずる必要がある。少なくとも、「先進各国の数学教育で一般的な新しい単元の導入」とか「受験勉強とは異なる新しい教育目標」といった表面的な刷新によって、先生への尊敬、学校への信頼が失われる可能性の大きな方向への新潮流に乗ることにはもっとも慎重でいたいものである。

<注釈>

- 1) 分数が簡単であると言う意味ではない！
- 2) したがって小学生は中学で「負の数」を学ぶ前に逆演算の考え方に接する、といっても良い。
- 3) もしかするともっと遥かに早い段階から。
- 4) 小学校算数の世界ならではの競争やその楽しみの世界を否定するのは乱暴すぎる。