

# 私達が思い願う「良い数学教師」像への提案

長岡 亮介

## 1 最初は先ず分かりやすく、否定的に

数学の教師は一般に好かれたいと言う。いろいろな理由があるであろうが、数学を勉強して感銘を受けた経験があまりなく、多くの人にとって、『シジフォスの神話』あるいは『賽の河原』にも似た、意味の分からない苦役を、「君達の将来の幸せのため」と口先だけで指導する、つまらない人間と映るからであろう。数学を勉強しても、「魂を揺さぶられる」(プラトン)ような体験、少し俗っぽく言えば「目から鱗が落ちる」ような経験をしたことがないからであろう。数学の奥深い魅力は、小学生のレベルから大学以上のレベルに至るまで、実にあちらこちらに転がっているのに、それらに対して学習者自身が目覚めるように指導する数学教員は残念ながら少ない、というのが数学教員があまり好かれたい原因ではないだろうか。

数学教育は、洋の東西を問わず、遠い古えの時代から、そのような深い知性を育む修練の場として期待されていたものであるだけに、これは、現代日本の特有の不幸な現象のように見える。

そして、最近のわが国では、塾や予備校に限らず、否、塾や予備校以上に、公的に認可された学校の教育現場の多くで、数学では「問題の解き方」を教える先生が多いと言う。しかし、それが、大切な「顧客」である生徒達が、「良い」学校に進学するための必要な「実力」を身につけるためであり、そのためには、多くの「頻出重要問題」と、それに対する「減点されない最善の答案」を最短時間で再現することができるためのに必要な知識を「徹底指導」することが、数学の教師の唯一にして最良の教育目標である、と信じて疑われない風潮が主流になっているとまで聞くと、心穏やかではられない。

顧客を大切にすることがそれ自身が間違っているとは言わないが、顧客に、安易な満足への道を売ることや、「安定した将来」「裕福で快適な生活」という安っぽい「現実主義」や「利己主義」の「現世ご利益」的な「宗教的教条」に子どもたちを誘導(洗脳といっても良い)して、彼/彼女の人生全体にとって一番大切な青春のひとときを、意味不明な「お勉強」に誘導する「名講義」は、信者を信仰に熱狂させる新興宗教の指導者の「名説教」と同じく、実に罪深いと言わなければならないと思うからである。

そもそも数学教育は、しばしば《問題演習》というスタイルの学習をその教育の主要な手法として来たが、それは問題解法の中に、数学的な経験としてもっとも特徴的な、《分析と総合》、《経験的な発見と論理的な証明》、より数学に沿って詳細に表現すれば、《試行錯誤という反復される敗北と最終的とも映る決定的な勝利》あるいは《失敗から学ぶ体験》という《矛盾した人間的な認識活動の、ダイ

ナミックに融合する不思議な場》が、まだ成熟にはほど遠い青年期の学習者にとってすら鮮烈に実現されるからであり、さらに重要なことは、それが専門家や大人から見れば、あまりに素朴、あまりに些細、あまりに幼稚なレベルであることとは無関係であり、だからこそ、数学教育は、今後も、このような問題演習を中心として展開されていくであろう。まさに子どものときにしかできない大きな体験を、数学の問題演習は提供してくれるからである。

しかし、しばしば誤解されていることであるが、学校教育のレベルでは当然のことであるが、正解のあるに決まっている与えられた問題に対して、その正解を見つけること自身には大きな意味があるわけではない。発見されてから膨大な時間が経ち、すでに公知となった数学の基本知識の有無が、複雑な漢字の知識、膨大な歴史的な知識、無限の多様性をもつ外国語の知識などのそれと同様、進行するICT革命のなかでほとんど意味を失っていることを思えば、出題者が、受験生の合否の選別のために用意した、ある程度の基礎力があれば解けるに決まっている入試レベルの問題に対して、その正解を素早く正確に再現できる「実力」などは、教育価値のある重要目標であるはずもない。まして、「反復」を通じて定着した「基本基礎の知識」「重要頻出解法の知識」など、本来の数学的経験とは縁もゆかりもない。

なぜ感動のない教育方法が、数学教育の標準的なスタイルとなってしまうのか。これはいろいろな角度から論ずることのできる、という意味で難しい問題であるが、敢えて一言に単純化して言えば、「数学とはどういう学問なのか？学校教育における数学教育は、その学問といかなる関係を有するものなのか、そして数学や数理科学と深い直接的な関係をもたない職業を生きるであろう多くの学習者にとって、それはいかなる意味をもっているのか？」といった、教育者にとって、もっとも重要でつねに自らに発すべき基本的な問題に対して、自発的な関心も、したがって自分の「職業」への緊張感を、有していない人が、数学教員という仕事を自分の生活の糧を得る職業にしまっていること、そして、その結果、数学教員の間広がった、「数学における問題解法は、特別の才能のある人を除けば、解法を覚えていないとできるはずがない」という情けない信仰が教員の間拡散してしまっていること、そして「結果さえ同じように出せば途中の手段はいつでも良い」という、現代社会を広く汚染している、安易で下劣な結果主義が、上の信仰を補強しているように見える。

しかし、このような教育の大衆化は「教育を広告として売る」側だけに限定されていけば、ナチスのゲッペルス宣伝大臣のようなケースを考えると無視できないのかも知れないが、当面は、大した問題ではない。重大で深刻な問題は、「他人より早く多くの問題解法を体験して本番に備える」という、《数学教育におけるドーピング》ともいうべき、歪みきった結果第一主義が、数学という高尚な世界に接する機会を得た、初々しい青年の精神を蝕んでいることである。

学校教育における数学の意義への絶えざる関心が欠如しているために成功者を産む数学教育の方法への信仰がはびこるのであるが、その精神性の低い《ホン

ネ》を、

《数学の現代社会における重要性》という17世紀以降の、特に科学的な技術の威力が明白になった第2次世界大戦以降の指導的な技術者の、数理科学の伝聞情報が《タテマエ》として支えているという構造の二重性に注目する必要がある。数学は、近代以降、物理学を筆頭とする自然諸科学の基礎であり、自然科学に基礎をおく近代的な技術への応用の基盤となっている。しかし、学校数学の学習の目的を直接これらにおくことには現代では大きな困難がある。数学から応用までの距離が大きすぎるからである。(明治時代には、砲兵術などに対して三角法が基本であった!) だからこそ、現代の誠実な数学教師は、生徒が、あまりに気安く数学学習の意義を語ることに、慎重な謙虚さと十分な警戒心とをもち、近代科学以前から続いて来た伝統的な数学教育の価値に敏感でなければならない。実際、医療における先端的なMRIはもちろん、基本的な原理が遥かに簡単で、しかし被曝問題から逃れることの難しいCTですら、その恩恵をもっとも受けている患者はもちろん、放射線科の専門的な医師ですら、極めて短時間で精細な、ときには3D映像まで出て来ることの数学的な原理を説明できる人は少ないのではないだろうか。近代科学は、それほど、数学から遠い範囲にまで応用されているということである。

## 2 敢えて、肯定的に理想像を語る危険を大胆におかして

では、良い数学の教員とは、どういう人をいうのだろうか。語ってしまった途端に、その表現の具体性から来る狭さに拘束されるという心配はあるが、やはり語るぬ分けにもいかない。

良い数学の教員とは、多様な学習者のレベルに応じてその深さは弾力的に考えなければならないことは当然であるが、いかなるレベルにおいても、《数学的な感動》、すなわち、《沈思黙考の思索の孤独》、《孤独な思索を通じて得た発見を報告する拙い表現の試み》、《自他の思考の不完全さに気づく批判的な思考の意味》、《自他を説得するより堅固な論理的基礎の探求》、などの《数学的な学習特有の体験》を通じて、《学習者を数学的な思考の威力と魅力に誘引》するために、《創意溢れる多様な実践の努力》を、継続的に探求する教員である。しかも、数学との出会いが、抽象的、記号的な思考に向いている若者に限らず、また、数学を直接利用する職につく若者だけでなく、すべての学習者がそれぞれの生涯に渡って、《現実の社会問題を合理的かつ誠実に対処するための指針》、《周囲の騒音や潮流に惑わされず知的に生きるための力》、《他者を理解する寛容さの拠り所》となる基盤的体験として、全員に、すなわち、学校数学の本来の受益者全員に与えられる可能性が追求されるべきである。

数学教員がこのような教育を実践するための基礎となるのは、先ず第一に自身の数学体験、試行錯誤に彩られた数学的な思索の豊富な体験であろう。

数学的な体験というと、すぐに、大学で学ぶ数学、あるいはさらにその先にあるいわゆる現代数学の研究を連想しがちである。現代数学の高度の抽象性が生み出す驚くべき普遍性への確信は、真正な学理の高尚さに対する憧憬の気持を育成する上で極めて有意義であるし、反対に、軽い気持では到底踏破できない峻厳な学理の高峰の挫折体験も、はじめての数学との出会いに当惑する学習者の躓きに深く共感できる数学教師としてのもっとも重要な資質を形成する上で大きな意味をもつであろう。

しかしながら、数学教員がもつべき数学体験が、このような現代数学の体験でなくてはならない、という分けではない。それどころか、このような通常の数学者の数学体験と変わらないものであってはならないと思う。それは、現代数学の通常の研究者達がもつはずの数学の知識はしばしば「最新」のものに限られ、よほど豊かな歴史的な教養を目指して意図的に努力する人でない限り、自分が今研究している「21世紀のいま現在進行中の数学」と、高校生までが勉強する「17世紀以前の、完成し整理されきった数学」との間に存在する巨大な違いを、大きな断絶としてではなく、歴史のダイナミックな流れとして俯瞰的に解説できるような知識と経験は、もっとも先端的な大学の数学科の教育ですら期待できないからである。敢えて単純化していえば、学校数学を構成する大部分の数学に関する知識に関していえば、大学での数学の講義や演習で学んだ経験が、学校数学を深く理解するために役立つとは期待できない。それは、大学の数学科の卒業生といえども、高校以下の数学に関していえば、知識量でこそ差があるとしても、到達すべき理解の深さにおいては、それをはじめて学ぶ学習者たちのとさほど変わらない、といって良い。そして、ベテランになるほど、学校数学の背景となっている数学が見えて来て弾力性に溢れた面白い数学教育ができるようになるための仕組み — 例えば、《学校数学と現代数学の深い溝に高い橋をかける》ような定期的な研修会 — が用意さるべきであるのに、実際には、現代的な数学の話題の提供というその場限りの啓蒙的な寸劇的講義が、それも有志で開催されている程度である。

真に遺憾なことに、教員養成専門系では、それ以前の数学的な体験が希薄すぎるというあまりにも無責任な制度設計の問題もある。優れた教員養成のために、現代のわが国は、深刻な構造的問題を抱えているのである。

しかしだからといって、学校数学の中核をなす17世紀まで達成された近代数学と現代数学の誕生につながる18世紀から20世紀の数学についての豊かな体系的知識が数学教師に必須である、という分けではない。他方、19世紀以降の数学は、専門分化が進んで、その全容を詳細に理解することは不可能に近い。また、21世紀の目から見ると、20世紀以前の数学は、すでに古すぎて、数学としては学ぶに値しないという現代数学主義的な見方もあり得る。

他方、古代の数学から、現代の学校数学まで、日常的に関心を持ち、つねに視界を、狭い教室を超えて広く深くもつように心掛けていれば、数学的に興味ある問題が次々に見えて来て、それぞれに対して、単純な結論を導いて終りにしないという学問的な精神、あるいは学問的な好奇心を継続する度量があれば、いつで

もそれなりに奥行きある数学的な議論が構築できる。18世紀以降爆発的に展開して現代数学へとつながる数学上の革命は、自然科学のみならず、思想や芸術までも包括する巨大なうねりとして成長するものであるから、このような数学教師にしかできない幅広い勉強は現代のもっとも魅力的な専門であるといつて良い。

教師に期待される勉強は、このような学校数学の発展的な勉強に限らない。極端に言えば、普通に学校で指導される数学の「黴臭い」演習問題に対してさえ、世間的な「指導」の陳腐で頑迷な誤謬を徹底的に考察したり、多くの人がそのために見損なっている数学的認識の広がりの可能性を探る、といった学校数学に直結した思索も極めて重要である。その重要性は、圧倒的に多くを占める「数学的に平凡」な若者の魂を数学的に揺り動かす可能性があるだけになお一層である。

しかし、残念なことに、これが理学系数学科の教員と学生の共通の関心事となることは少数の例外を除いては存在しにくい、という何とも情けない現状がある。

良い数学教員とは、一言で言えば、このように数学教員が一般におかれている否定的な状況にも関わらず、高尚な数学への憧憬と偉大な天才たちの足跡への敬意の中で、自分のおかれている多様な教育状況に応じて、それぞれの学習者に、数学を通じてしか触れることのできない深い《思索と理解、納得と感動の体験》を誘導するために、自分の教育の実践の場ですぐに報われることを目指すことなく、また、厳しい自己犠牲そのものであるかも知れない教育的活動や学問的活動の実績を安易に吹聴することなく、一步一步地道な努力を継続する人であるといえ、大きな異論はないと筆者は期待するのであるが。