応用数学史の試み

Une essai pour l'histoire des mathématiques appliquées
ou pour l'applications des histoires des Mathématiques

長岡 亮介
放送大学 ryo@u-air.ac.jp

1 はじめに

過去を振り返ってみると、文明にも文化にも「興隆期」「沈滞期」「後退期」のようなものがあることを感じざるを得ない。文明、文化は科学的知だけではないが、数学など伝統的な学問的知についていうならば、現在がもっとも厳しい後退期であることは間違いない。このような時にあって知の進むべき道を示すのが歴史である。いま、「大風呂敷」を広げられなければ数学史はその存在意義を問われることになろう。本稿は「大風呂敷への誘い」である。

2 「応用数学史」とは、「試み」とは

まずはじめに、タイトルの意味を解説しておきたい。応用数学史というタイトルから何者かを連想した方には、裏切りになるであろうが、この応用数学史」には二重の意味がある。すなわち

- History of Applied Mathematics つまり、'応用数学' 史
- Applied History of Mathematics つまり 応用 '数学史'

である。ほとんどの人は前者を連想したと思われるが、後者が連想されないのは、語感の問題ではなく、従来の数学史が、このような領域を開拓してこなかったことの結果に過ぎない。上の二つは、とりあえず別物であるが、両者を二極的に睨む数学史の視座を提案するのが本稿の意図である。

なお「試み」であるが、敢えてフランス語の副題をつけたのは、フランス語の *essai* にあるように、「随想」という意味で学的厳密性とは一線を画

しつつ、新しい方向も模索する「企て」という意趣を込めたかったためである。「企て」としても「随想」としても甚だ不十分ではあるが、とりあえずその一歩を踏み出したい。

3 ‘応用数学’史 History of Applied Mathematics

確率論史、統計学史などのある特定の分野に関する仕事を除くと、いわゆる応用数学は数学史的考察のメイン・トレンドに入ることはなかった。いわゆる応用数学に焦点を当てた数学史研究もないわけではないが、ギリシャ幾何学、近代代数、微積分法などに匹敵するポピュラーな話題とはされてこなかった。

極端な単純化を許してもらうならば、これまでの数学史は、17 世紀に始る近代数学＝解析学的方法が達成した「偉大な成果」を、20 世紀的な公理主義的数理世界像の中で、この世界像の形成に向かっての過程として歴史発展的に叙述するか、反対に、この栄光の眩さに見えなくなってしまった17 世紀以前の非現代数学的世界を復元して現代数学的純粋数学主義に対峙させることを、主要な目標に掲げてきたといっても良いように思う。

しかし、20 世紀の終焉を迎えて、現代の数学者の数学観、数学的世界像は大きく自己変容と遂げつつあるように見える。とりわけ、computer 技術の発達が齎した数学の新しい潮流は、その言葉 (たとえば “解析”) の共通性とは裏腹に、17 世紀的な解析学の延長上にあるだけではなく、それを “逸脱” し、大きく乗り越えつつある。良くひかれる例であるが、たとえば、Chaos 理論など初期値敏感性という現象の発見は、「精度をあげて行けば、現実に接近する」「必要な情報を増やすことができれば予測をより正確に行うことができる」という、近代科学の大前提ともいうべき命題に意味深い疑問を投げ掛けている。

従来から使われてきた ‘数値解析’、あるいは、‘応用数学’ という概念に包括することが困難なほど重要な問題提起が次々になされ、新しい研究の方法や枠組みが展開されている。まずは、応用数学と呼ばれた分野の中で誕生し成長してきた数学的諸分野が computer 技術の発達と普及によって、大きく発展し、爆発的成長を遂げつつあることを認識すること、そしてその個々の結果に目を奪われるのではなく、歴史的な視野でもってその示唆す

る可能性を読み取り、整理することが求められている。

しかしこのような「応用数学」史の実践的な問題に行く前に、「応用数学」史全体の枠組みについて簡単に触れておきたい。

「応用数学」史において論ずべき問題の第一は、そもそも「応用数学」とは何かである。これは、応用数学の対極にある「純粋数学」とは何か、ひいては数学とは何か、学 *scientia* とは何か、に迫る重要な問題である。実際、応用数学という語が純粋数学と対照的な術語としてその利用が定着するのは 19 世紀であるが、有名な、Abel と Jacobi の研究に対する Fourier の言及を引くまでもなく「応用」と「純粋」の内実はそれ自身、時代依存的、つまり歴史的である。

そもそも、「純粋」と「応用」に対する区別は、それを取り巻くより大きな社会的背景の中で考察すべき興味深い数学史的話題である。これを自明の分類と考えてしまうと数学史の重要な問題を見失ってしまう。実際、Crelle が有名な数学雑誌 “*Journal für die reine und angewandte Mathematik*” を創刊したときに意識したのは、Gergonne の “ *Annales de Mathématiques Purees et Appliqueés*” であったであろうが、血みどろの市民革命を経たフランスとそうでないドイツでは、「純粋」と「応用」の意味に差がないはずはない。応用数学を純粋数学と同じ重要性で扱うことと、純粋数学と応用数学を区別することでは意味がまったく違う。

「応用数学」という表現の起源については筆者は確かな同定に至っていないが、そもそも、完成した数学を他分野に文字通りの意味で応用すること (数学の応用 Application of Mathematics) を応用数学と呼んだという事実は歴史にはないのではないか。むしろ、数理物理学、統計学、自然地理学など、正統的な数学として認知されるための何らかの基本要件 (論理性、純粋性、緻密性、体系性、系統性、……) を十分に備えていないものの、博物学的自然学と比べると、際立って数学に接近している諸学に対して、「応用数学」という呼び名に次第に定着していったに違いない。もちろん実際には、上に書いたような用件がチェックされたのではなく、単に伝統的な数学の概念に包含されていなかったという理由であったかも知れない。いずれにしても、「応用数学」という語の起源は、ある許容幅をもって特定することは可能であろう。

数学史の伝統的な立場から見ると、「応用数学」よりむしろ「純粋数学」という語の起源の方がより関心を惹きやすい。しかし、純粋数学の理念の起源は、古くは古代ギリシャにおけるアリスメティケーとロギスティケー

との区別にも遡れることも不可能ではないが、より直接には、18世紀末から19世紀初頭にかけての“解析主義” (Lagrange, Bolzano, Weierstrass) が、その起源と見なさるべきである。実際、ここにおいてはじめて、幾何学(図形的直観)と自然学(運動的直観)から独立して、数式的な、やがて論理的な純粋性へと向かったのである。このような純粋主義、理性主義は、I. Kantにも見られるように19世紀に流行の時代精神であった。

忘れてならないのは、この純粋数学主義が20世紀に入って経た変容である。実際、数学的記述の手法としての公理的方法がそれを支える哲学としての形式主義が完成したとき、数学を、一切の応用を拒否しても存在しうる“孤高”(崇高) な特異的存在として守る純粋数学主義が成立し、それが2度の世界大戦を通じて科学の体制内化の圧倒的な流れ、それを危惧する反対の潮流の中で、反体制側に共感をもつ数学者にとってさえも、居心地の良いシェルターを提供してきた。

東西の明白は冷戦構造が崩壊した今、このシェルターを抜け出し、新たな規範の構築に向けての模索が始まるべきである。このような流れを意識の奥におきつつ、「応用数学」史は、より実践的な問題、つまり20世紀における新しい“応用数学”的諸分野の誕生、成長、変容というより今日的なテーマを研究すべきである。次々と現れる流行問題の歴史的脈絡を整理し、貫通する共通の背景を見通すという仕事は、容易でないが、数学史家に問いかけられている課題の一つであることは間違いない。

そしてこのような枠組みの大きな変化を伴う学問の再編成に対して、それにふさわしい表現を見いだすことも重要である。すでに手垢にまみれている「応用数学」に代わる新しい名称が生まれるかも知れないような状況である。

4 応用‘数学史’ Applied History of Mathematics

次に数学史の応用の可能性を述べよう。

「数学史は何のためか」という問は誠実な数学史家の間では繰り返し発せられてきた。これに対して、もっとも古典的な解答は「数学史を調べると、数学の発展の歴史的な論理、歴史的必然性が見える、歴史的な必然性が見えれば、研究の方法論が見える」という、いわば“方法論実在論”である。

しかしながら、方法論が分かりさえすれ研究が自動化されるというがごとき、この主張はいかに魅力的でもあまりに強引であるので、この対極に、もっとも弱気な数学史擁護論として、“数学史＝わさびのツマ”論、つまり、「数学史を知ると、無味乾燥な数学の研究と教育に味わいと風味がでてくる」というものがある。確かにこれは良識的な見解ではあるが、今一つ迫力に欠けることは否定できない。

この両者とはいずれとも距離をおく「歴史のない哲学は空虚であり、哲学のない歴史は盲目である」を数学に当てはめる立場で数学史を擁護する立場がある。これは、上の命題において“数学＝哲学”論という代入を行う形而上学的主張であるため支持者を増やすことは困難である。

最後に、以上のような数学史の擁護論とは対照的に、「数学史は、何か別のもののために研究されるのではなく、それ自身として価値のある研究分野である」といういわば、“数学史至上主義”の立場がある。他の分野からは総攻撃を受けそうな最後の主張にも、傾聴すべき論点が多いが、外部からの攻撃に対してはこのように数学史が自己防衛するのは当然としても、数学史家がそのような関心だけにひかれて研究していくと、つまり、数学史が自己目的化すると、学問としての活性を維持し続けることは困難であるように思われる。

そこで、この第4の立場の対極に、数学史の応用が存在するという主張を展開したい。いささか乱暴であるが、方向として考えられるのは次のようなものである。

- 数学史の応用としての数学教育
- 数学史の応用としての世界史
- 数学史の応用としての哲学
- 数学史の応用としての文化論

ここではそれぞれについて十分な議論をすることができないが、一部について拙見を述べてみたい。

高度情報化時代といわれる巨大な文明世界の変容の洪水と混乱の中で、今ほど“知識人”の発言が求められている時代はない。

数学という狭い世界に限ってもたくさんの問題がある。特に数学的知の伝達、つまり教育に関する問題は重要である。わが国をはじめとする「先進

諸国」の多くに見られる教育の普及は、教育水準の大衆化＝伝統的な教育の崩壊をもたらしているが、わが国では、それが数学教育、科学教育の中にもっとも先鋭に現れてしまった。行政はこの変化に狼狽するかのようにこの変化に追随しようとしているが、現実にはそれは更なる崩壊の原因になっている点がきちんと評価されていない。多様な学力と価値観を許容しながらいかにして教育の質を維持するか、自明な解のない問題に対し、*ad hoc* な対応を迫る世論とそれに追われる行政に数学史的視点から実践的な関わりをもつことが要請されている。

教育は単にレベルの問題ではない。先端科学、巨大科学の支える知識は一部の人々に占有されているだけで、多くの庶民は、いわば、与えられる情報に対し、古典的な反応を扇られる大衆でしかない、という知的階級分化の問題は、現在では *digital divide* という言葉で、極めて表面的なものだけが巷間にのぼっているが、断絶はますます広がりを拡大しつつあり問題はいよいよ深刻化している。伝達すべき数学的知を整理することはは、いまや実践的な課題である。

数学史の応用としてもっとも重要なのはいうまでもなく、国家百年の計といわれる教育の理念と方法を歴史的な視野から構想するという仕事である。わが国では、基本的には全国一律に統一カリキュラムが強制され、それが約10年を周期として「改訂」されているが、猫の目のようにくるくるとなされる政策変更は、過去に対する認識と未来に対する展望のもとになされなければならない。そのような認識と展望を与えるために、数学史は重要な役割を果たすべきである。少なくとも、数学史家がもっとしっかりしていれば、「数学教育の現代化」の嵐に抗する勢力を作れたかも知れない。

この問題については別のところで論じたのでここではこれ以上立ち入らないことにして、数学史を学校の数学教育の中に組み込むという話題を応用数学史の立場から一瞥しておきたい。

文部省はいわゆる新指導要領において、数学の勉強に適性を欠く高校生(そういう言い方ではないが、想定されていることは明らかにそういうことである)に『数学 I』などの代りに選択することのできる『数学基礎』という科目を新設し、そこで、「数学的な考え方の良さ」を日常生活や数学史的なものの見方を通じて教えるという方針を発表している。

数学史のような総合的なアプローチを必要とするものを、総合を構成する個別の知識のないものに、その知識を獲得する適性のないものに教えることができる考えるとはまったく根拠を欠く楽観であるが、ここでは、数

学史を数学教育に活用するより積極的なアプローチも不可能ではない。つまり、数学史を教えるのではなく、数学史を教育に応用すると考えるのである。

応用に力点をおくのは、純粋数学ならぬ「純粋数学史」主義に陥らないためである。とかく数学史家は歴史的な叙述の正確性を金科玉条にするが、それが重要な学的基準になる場面では致し方ないとしても、それ以上に大切なものがありうる場合には、敢えて目をつぶることも許されて良い。たとえば古代の記数法を述べるときに、現代的な十進法に対応させて説明することは、古代の数学的な世界の重要な部分を無視して極端な単純化を強いることにことになるであろう。しかし、そのような単純化を経た後でも伝えることのできる数学的内容が豊か(たとえば p 進法の基本原理、あるいは「ない」ことを表す記号を作って使うということの哲学的な示唆)であり、数学史的な誤謬を深刻に含んでいない(ここが実は問題なのであるが)ならば、大目に見る —— この表現が不都合であれば、ギリギリの妥協点を探る努力をする —— という態度が重要ではないか、ということである。実際、教育においては、数学の場合てさえ、その命である厳密性、体系性という点で大きな犠牲が払われいるのであり、ホンモノでないという妥協が数学史に対してのみ強制されるのではない。数学と数学史の融合を通じて、次世代に伝えるべき数学的知が伝えられることが重要である。数学史を教えるのではなく、、数学史を数学教育に応用するということの可能性を述べていることに注意して欲しい。

数学史の数学教育への応用は、実はもっと深いところにある。これは数学教育というような平板な響きを伴う分野よりはむしろ思想、哲学に関連づけたいものである。

そもそも新しい認識を獲得することは容易でないが、ひとたび獲得されると、獲得する前のことが思い出せないほど、新しい認識は支配的な力をもつのであるが、それだけにこのことをいつもきちんと自覚することは容易でない。実際、曲線を大きさのない点の集合であると見なす近世的な数学的世界観に生きる人には、たとえば円が

$$|v - v_0| = r$$

のような方程式で与えられることの不思議さがまったく理解できないのではないか。記号が解読できる人には単なる同語反復に過ぎないからである。

しかしながら、近世以前の数学的著作に多少なりとも親しんでいれば、幾何学的な対象(図形)と代数的な表現(式)との大きな隔たりがごく自然で

あった時代があったことを知っている。図形に記号を対応させることができるという主張そのものが一つの形而上学なのであり、個性を剥奪されているはずの円周上のすべての点を、“不定な名前” で同定するという哲学的な逆説をいかに克服してきたかの謎に迫る有力な道を開拓できるはずである。Decartes や Fermat による新しい「幾何学」がどのようにして可能になったかという問題は、「解析幾何学の誕生の輝ける歴史」であるだけではないはずである。少なくとも、このような応用‘数学史’的知見を背景にすれば、「円の方程式を $(x-x_0)^2+(y-y_0)^2=r^2$ と同一視してひたすら反復練習に励むというような授業は、少なくなるであろうし、高校数学の授業は「中世的人間」が「近代的な方法」に変容していく過程という思想史的、認識論的興味で一層生き生きとした場になるかも知れない。

応用‘数学史’は、たくさんの応用分野をもっている。