

# 数学ビッグバン

「数学から数理科学へ」という流れ

山下純一

最近，日本における数学シーンの中で，数理科学という言葉をよく耳にするようになった．国立大学を中心にして，従来の理学部数学科が姿を消し，数理科学，数理学，多元数理科学などといった名前の新しい「学科」が生まれつつある．制度的にも人的にも疲労して沈滞ぎみの数学科をアメリカ的なものに改造しようという感じだから，これはまあ，「数学ビッグバン」のようなものなのかもしれない．そもそも，「数学から数理科学へ」という流れはどのようにして発生したのだろうか？

## 数理科学とは

数理科学というのは，いうまでもなく数理的な科学のはずだ．もともと英語の「Mathematical Sciences」，フランス語の「Sciences mathématiques」，ドイツ語の「mathematische Wissenschaften」の訳語として選定されたものらしいので，数学的諸科学でもよさそうだが，「諸」はカットし「数学的」のかわりに「数理」として，わざわざ数理科学と訳されている．

そういえば，数理解析研究所の数理解析も英語では「Mathematical Sciences」だからわけがわからなくなりそうだが，これには理由がある．すぐあとで見るように，数理解析研究所はもともと数理科学研究所となるはずだったのが，既得権の確保というか守備範囲を気にした統計数理研究所サイドからのクレームに対する「玉虫色」の解決策として，英語の「Mathematical Sciences」はそのままにして，日本語だけを数理解析としたことから生じた事態にすぎないのだ．したがって「数理科学=Mathematical Sciences」としていいはずだ．

ところで，明治時代に数学という訳語が生まれるときに数理学という用

語が提案されていたことからすれば、数理科学の数理 (学) というのは数学と同じ意味だと考えてもいいだろう。「Mathematical Sciences」の訳語として、数学科学や数学的科学ではなく、数理科学という用語が定着したことは事実だ。とすると、数理科学＝数理物理学＋数理化学＋数理生物学＋数理心理学＋数理経済学＋… という感じだろうか？少なくとも常識的にはそうなのだが、たとえば、東京大学大学院数理科学研究科の数理科学は、その構成メンバーの専門分野からすると、どう見ても純粋数学が中核とされており、話がややこしくなる。数理科学の本体は純粋数学なんだろうか？もっと穏やかに、数理科学には純粋数学も含まれているのだろうか？

## 数理科学と応用数学

数理科学という用語にはどこか応用数学に似た香りもある。応用数学は「応用可能な数学」のことだという説もあるが、常識的には、「応用のための数学」ということだろう。いずれにしても、応用数学は数学の一部という感じだが、数理科学は科学の一部という感じが強い。とすると、「数学から数理科学へ」という変化は、数学が科学と一体であることの宣言なのかもしれない。しかし、よく考えてみれば、数学は科学ではない気もする。数学は科学の言葉なのだという立場からすると応用数学という用語が重みを増し、数学はそれ自身で独自の価値体系をもつ文化的活動なのだという立場からすると数学のための数学ともいうべき純粋数学が重みを増してくる。

かつては、数学＝純粋数学＋応用数学（混合数学）と考えられていた。数学そのものは純粋数学が推進し、科学や技術とのインターフェースは応用数学が担うというおよその構図が存在していたのだ。そして、数学の内部では応用に対する純粋の優位が圧倒的でさえあった。

## 純粋数学とアカウントビリティ

和算のように個人が趣味で研究を進めるということなら、純粋数学である

うが応用数学であろうが個人の自由なのだが、公的な資金を使って研究を進めるということであれば、アカウンタビリティが問題となり、他の学問と同じように公的なチェックを受けるのは当然だろう。

理由はともかくとして、数学それ自身が十分な「威信」をもち、その「重要性」なり「有用性」なりが社会で暗黙のうちに、というか盲目的に承認されていれば、たとえ純粋数学の研究であってもそれが公的に容認されることはありうる。しかし、社会全体が学問研究のありかたに対して批判的になり研究予算の配分方法が「監視」されるようになると、社会的な有用性が見えない純粋数学の研究への無条件の資金投下には問題があると判断され、研究費の削減もやむおえないということになってしまう。

もともと戦後の日本には不思議な平均意識と均一意識が存在していて、何をやっているかとは無関係にドンブリ勘定で予算が配分されてしまう傾向が強かった。そうした文部省による「護送船団方式」のおかげで、純粋数学の研究にも機械的に予算が配分されていたようだ。

数学は科学の基礎で、科学技術の発展のために不可欠だというような「素朴な信仰」が生きている時代はそれでもよかったのだが、コンピュータがどんどん発達して、もともと社会が数学に対して抱いていたポジティブなイメージがコンピュータ科学（情報科学）へのイメージとダブるようになってくると、平穏な日常と既得権を脅かすコンピュータ科学のような新しい分野の台頭に怯える昔ながらの数学は、生き残りをかけた戦いを強いられるようになる。

## 応用数学から数理科学へ

話を進める前にコンピュータが勢力を拡大する直前の1950年代から1960年代にかけての日本の数学界の動向を、数理科学という用語の出現とのかかわりで、観察しておこう。

東京大学理学部数学科の教授で日本の数学の近代化に貢献しつつあった弥永昌吉は

「1952年湯川氏のノーベル賞受賞を記念して作られた湯川記念館が翌年基礎物理学研究所となり、さらに物性研もできるのをみて、私は数学

関係でも当然国立の研究所が設立されるべきであると思った」（『数理科学』特別別冊号, 1992）

と書いている。数学に近い分野には戦時中に設立された統計数理研究所しかなかったのである。

「民主的な世の中になって、国立研究所の設立などを実現するには、だれにもそのことを納得してもらわねばならない」

と考えた弥永は、一般の人びとどころか学術会議の数学関係以外のメンバーたちにとっても理解してもらいにくい数学の重要性をアピールし、学術会議の総会で数学の研究所設立を決議してもらえるような作戦を考える必要があった。そこで弥永は、ヴェイユやシュヴァレーなどの若い数学者を集めて、日本ではじめての数学の国際会議（テーマは数論を軸とする純粋数学で、日本からは谷山豊や志村五郎も出席し、「谷山・志村・ヴェイユ予想」が出現した事件現場としても有名）を1955年に開催し、数学の「国際性」を印象づけたうえで、翌1956年に

「工学関係の人たちとも連絡し'応用数学小委員会'というのを、学術会議の数学研究連絡委員会(数研連)内の小委員会として設け、そこで研究所のプランを練っていただくことにした」

のである。ところが、次第に応用数学という名前に不満が聞かれるようになる。というのも、新しい研究所は

「応用数学だけを扱うのではなく、純粋数学をも扱うべきで、むしろそちらを主とすべきではないか」

という意見もあったし、応用数学という言葉は当時、微分方程式などの物理学や工学への応用分野をさすことが普通だったが、経済学などへの応用やコンピュータ方面とのかかわりについても考えたいということで、純粋数学も含んだ新しい用語を探そうということになったという。ドイツの『数理科学百科全書』やフランスの数学シリーズ「数理科学の記念碑」の数理科学という用語がいずれも「純粋数学を主体とし、そのあらゆる方面への応用をも考慮に入れたものであった」ことから新しい研究所の名前は数理科学研究所とすることにしたという。委員会も数理科学小委員会と改称された。

## 数理科学から数理解析へ

こうして、1958年に学術会議総会で「数理科学研究所設立要望案」が可決された。ところがその直後に統計数理研究所サイドから異議が出され、「統計数理」と「数理科学」のテリトリーの明確化と計算センター的業務の割合の縮小を盛り込んで設立案を作りなおすことになり、「数理解析研究所」と名前も変更して、初期の構想はデフォルメされることになった。これは非常に面白い「事件」に違いない。数学者サイドにしてみれば、「数理科学」という玉虫色の用語の威力を活用して実質的には純粋数学の研究所を作ろうと思っていたのに、「数理科学」の非純粋数学部分に近い筋から「こっちに近づきすぎるな」と牽制されたのだから混乱したことだろう。日本的なセンスからすれば「そんな心配はいりませんよ」とあらかじめ根回ししておくべきだったのに何故かそれがうまくいかなかったようだ。弥永の海外出張を受けて委員長となった秋月康夫は

「統計数理研究所が病院なら数理科学研究所は基礎医学にあたる」などと語っている。数学者サイドの思惑としては、設立要望案の段階ではできるかぎり「応用」色を強調して幅広い支持を取りつけるが、設立後にジワジワと「純粋」色を増していけばいいという感じだったのかもしれない。実際、日本の国立大学の数学科では、応用関係の新設講座が純粋数学に占領されることが珍しくなくなったといわれる。名称を「数理科学」から「数理解析」に変更したとはいっても、それはあくまで国内向けの話で、「数理解析」の英訳は「Mathematical Sciences」したがって「数理科学」のままである。

## 数理科学研究所の設立

1958年5月30日付の文書「数理科学研究所の設立について」には、この研究所の「任務」についてつぎのような「立派なこと」が書かれている。

数理科学研究所は、全国共同利用の研究所として、つぎの任務を遂行することにより、わが国の学問の水準を高め、科学技術の発展に貢献するこ

とを任務とする。

(1) 数学の自然科学・産業技術諸部面への応用に関する研究を、総合的組織的に行ない、またその研究者を養成すること。

(2) 高速度計算施設をおき、大規模の数値計算を可能ならしめるとともに、各種計算機構ならびにそれによる計算法を研究し、またその技術者を養成すること。

(3) 大学・研究所等の求めに応じ、数学的諸問題の解決に協力すること。

数学の「産業技術諸部面への応用」まで「総合的組織的」に行なうとか、研究所などの求めに応じて「数学的諸問題の解決に協力」するとまで書かれていたのには驚いた。実際、組織(案)によると研究組織は7部門

(1) 基礎数学 (2) 位相解析 (3) 函数方程式 (4) 応用解析学  
(5) 応用確率論 (6) 計画数学 (7) 計算数学

からなるはずだった。統計数理研究所との折衝で重複を除くことになり、名前も解析を強調して数理解析研究所となったとはいえ、大枠での「設立趣旨」は変わっていない。それにしても、現実の数理解析研究所は国際的な純粋数学研究センターのような印象が強く、とても「産業技術諸部面への応用に関する研究を、総合的組織的に行な」っているようには見えない。それでもどこからも文句は出ないのだから不思議といえれば不思議な話だが、まあ、そういうものなのかもしれない。

## 数理科学の不思議

ところで、弥永昌吉による「数理科学研究所」作りの過程で、それと関連して創刊された雑誌『数理科学』にも興味深い変化が見られる。この雑誌の歴史を振り返ってみると、いわゆる数理科学らしいテーマはどんどん減少して、最近では理論物理の雑誌のようになってしまっている。この変化は、編集顧問などの影響によるものなのか、市場原理にまかせて「売れる分野」を探っていて自然に起きたものなのかはわからないが、もし后者だとすると、「数理科学」に関心をもつ読者の多くが実は数理科学全体には

あまり興味がないらしいということになりそうで興味深い。

数理解科学研究所(=数理解析研究所)や雑誌『数理解科学』の出現によって、数学界の流れが「数理解科学」に傾いたかという点、そんなことはなかった。1960年代には日本は高度成長期を迎えて、順調に経済的な発展を続けており、理工系ブームも数学に幸いして、数学は「わが世の春」を謳歌することができた。とにかく、数学は科学技術の基礎で次第に重要性を増しつつあるコンピュータとも親戚だから大切らしいと、社会全体が何となく考えていたことも数学にとっての「追い風」となった。これが「数学=数の学問=計算の学問=コンピュータ」というわけのわからない誤解や出世のためには受験数学が大切だという世間の空気を生み出し、これが数学者たちを思い上がらせてしまったようだ。無理もない。コンピュータからの脅威はまだまだ実感がなかったし、数学の繁栄を脅かすものなどありえないと考えていたのかもしれない。アメリカなどでは、数学への軍事研究費の流入問題を気にする人もいなくはなかったが、日本では数学者は軍事研究費に依存する必要などなく、「軍事研究費と数学」などという問題は無視していればよかった。一部の数学者がベトナム戦争に反対して署名運動やデモを行なってはいるが、これはまあ、市民レベルの運動にすぎず、日本では、数学が軍事に対して他人事のような顔をしていられたことを証明している。しかし、アメリカでは、1950年代末から1970年代にかけての幸せな科学技術ブームの時代は、冷戦の本格化やベトナム戦争などの深刻な問題と同居した時代でもあった。アメリカでは月に人間を送るのに成功しベトナムからの撤退が決まると「反省の時代」が訪れる。たころから「地上の問題」=「国内問題」を訴える人びとが増えはじめている。それでも数学界全体としては60年代の科学技術ブームの余韻というか惰性で70年代はどうか乗り越えたように見える。

## 純粋数学の増殖パワー

数学にとってコンピュータの台頭は脅威となる可能性があったはずだ。数学関係の予算がコンピュータ科学に浸食されるかもしれないためである。日本の場合、最初は大学の数学科の中にコンピュータ科学や応用数学方面

の講座を増設することでコンピュータ関連の研究教育予算（少なくともその一部）が数学の内部に組み込まれた。今思えば、文部省も奇妙な楽観に支配されていたものだが、こうすれば数学を内部から情報科学的なものに「改造」できるとでも考えたのだろうか？

いずれにせよ、そんな望みは甘すぎた。数学科内部における癌細胞並みの純粋数学の自己増殖パワーによって、コンピュータ関連の講座のポストが純粋数学に乗っ取られてしまうという事態が日立ちはじめたようだ。計算数学とか情報数学などという名前の講座が、コンピュータには何の興味も能力もない純粋数学の専門家によって占拠され、社会が求めていたはずのコンピュータ科学や応用数学方面の教育研究者の保護育成にはほとんど役立たないことが次第に明らかになっていった。（この問題を解くには、本質的に政治音痴であるはずの数学者たちの陰謀論などではなく、純粋数学のもつ不思議な魔力について考察を加えることこそ必要であるが、それはまた別の機会にしよう。）

公然と「無用の用」を誇る「趣味としての数学」ともいうべき和算を育んだ精神風土と無関係ではないのだろうが、日本では、放置しておく、数学科内部で応用数学が駆逐され純粋数学が増殖する傾向がとくに強いようだ。そこで、文部省は数学科とは独立した情報科学科を新設して別枠で予算を確保する作戦をとりはじめた。これは意外に成功したようで、東京大学でも理学部に情報科学科が設置された。文部省サイドの構想としては、理学部の基礎科目としてコンピュータ科学を置き、純粋数学にはちょっと遠慮してもらおうということになりはじめたのかもしれない。また、文部省は、数学内の既存のマンパワーの大半を研究よりも科学のための基礎教育に振り向けようとしているのかもしれない。数学が教育への貢献を忘れて趣味的でさえある純粋数学に埋没しすぎることを嫌ったわけだ。

## 純粋数学の危機

アメリカでは、1980年代の後半あたりから、数学界へ風当たりが厳しくなっている。かつて数学が担っていると信じられていた「科学の基礎」とでもいうべき役割がコンピュータの発達によって動揺しはじめたことや冷



戦の終結で軍事に関連する科学関係の予算が削減されはじめたことが「数学の危機」を招いたようだ。それだけではない。アメリカでも、数学者全体が純粋数学方面に傾斜しすぎて、社会のいわば数学的なインフラ・ストラクチャーの整備育成を無視していたせいで、数学の裾野が崩壊しはじめ「数学教育の危機」が急に叫ばれ出したようだ。

日本の場合には、高校教育における数学の受験科目としての数学の存在が大学における数学の存在を皮肉なかたちで支えていたような側面もあった。生徒の学力低下の原因が、コンピュータ時代にふさわしい数学教育の欠如にあるのではないかなどというもっともな問題提起もあって、数学はここでもコンピュータからの攻撃にさらされることになった。もちろん、「コンピュータも重要だが、その土台には数学が必要なのだ」といったパターンでの抵抗も試みられたが、高度に抽象的な純粋数学の教育研究が社会的に必要だということの説明としてはあまり説得力がない。アポロニオスの円錐曲線論がケプラーやニュートンの仕事で威力を発揮したとか、リーマン幾何学が相対性理論の建設に貢献したとか、ファイバー・バンドルの研究がゲージ理論に深い影響を及ぼしたとか、有限体上の代数幾何学が暗号理論に応用されたとか、純粋数学が科学や実社会で役に立つこともあるのだが、だからといって現状のままの人員配置が適切だということの説明としてはかなり苦しい。現代社会がそれよりもはるかに緊急だと信じている環境問題や高齢化問題や医療問題などの解決のために限りある人的資源をもっと有効に活用すべきではないかというある種の危機意識や有用性を武器にした攻撃への反撃は難しい。

## 純粋数学と混合数学

ところで、純粋数学と数理科学という言葉はいつごろから使われはじめたのか？世界初の本格的数学史書とされるモンチュクラ(1725-1799)の『数学史』(Histoire des Mathématiques, 1799-1802)には純粋数学という言葉はあるが、応用数学とか数理科学という用語はないようだ。モンチュクラは、数学を純粋数学と混合数学(mathématiques mixtes)に分割していた。これはモンチュクラ独自のアイデアというわけではない。たとえば、フランシ

ス・ベーコンがすでに数学を純粋数学と混合数学(mixed mathematics)に分けている。そうした背景をも意識しながら、モンチュクラの『数学史』(第2版)の目次を見てみよう。

---

## 第1巻

- I 数学の誕生からギリシアの滅亡まで
- II アラビア, ペルシア, ユダヤ, インド, 中国
- III ラテン, 西洋, 16世紀まで

## 第2巻 (IV 17世紀)

- [1] 古典的手法による純粋数学, 幾何
- [2] デカルトの方法による幾何と解析 (= 代数)
- [3] 力学 (17世紀中頃まで)
- [4] 光学 (17世紀中頃まで)
- [5] 天文学 (17世紀中頃まで)
- [6] 微分積分学の誕生
- [7] 力学 (17世紀末)
- [8] 光学 (17世紀末)
- [9] 天文学 (17世紀末)

## 第3巻 (V 18世紀)

- [1] 幾何と解析 (= 代数) (18世紀前半)
- [2] 光学 (18世紀)
- [3] 力学, 解析力学, 物理学
- [4] 機械学 (工業)

## 第4巻 (VI 18世紀)

- [5] 天文学 (惑星, 恒星, 食)
  - [6] 物質天文学
  - [7] 天文表, カレンダー, 暦, 器具, 観測, 占星術
  - [8] 航海術 (建造と操縦)
  - [9] 航海術 (船の位置, 進路)
-

これによると、18世紀から19世紀にかけての時代では、数学という分野の広がりにはものすごいもので、力学、光学、天文学はもちろん、物理学、機械学、天文表、カレンダー、暦、器具、観測、占星術、航海術までも含んでいた。それは、たとえば、オイラーの仕事の広がりを見てもわかる。モンチュクラはギリシア以来の知的伝統を踏まえつつ、このうちの幾何、代数、解析を純粋数学、残りを混合数学と呼んでいる。混合数学という表現がやがて応用数学という表現に変化していったということだろう。

## 数理科学の出現

数理科学＝数学的科学に注意すると、数理科学という用語の起源は古代ギリシアにまでもどれそうだ。たとえば、アリストテレスは『形而上学』において、理論科学＝理論的認識を自然学、数学、神学(いわゆる形而上学)に分類し、数学的科学＝数学的認識つまり数理科学にあたる用語も登場させている。とはいえ、もう少し現代的な用語としての数理科学は、モンチュクラのいう数学＝純粋数学＋混合数学に科学というニュアンスを増大させたものとして出現したようだ。パリ学士院の院長だった天文学者ドランブルが1800年前後の数学とこれに関連する科学分野の状況を報告した

*Rapport historique sur le progrès des sciences mathématiques depuis 1789 et sur leur état actuel (1810)*の中で、数理科学という用語が使われている。

この中でドランブルは非常な困難に遭遇して数理科学が進歩が難しい段階にさしかかったと書いている。おもしろいのは、数理科学が全体として危なくなつたと考えられている点で、現在のように純粋数学はやバイかもしれないが、数理科学という枠組みで見れば前途は明るいと考えられている状況とはかなり状況が違っている。リブリの『イタリアにおける数理科学史』(1837-1841)でも数理科学という用語が使われているがこれもそうした背景があつてのことかもしれない。

いずれにせよ、数学が難しくなりすぎたという認識は、当時の大数学者ラグランジュの気分とも一致していたようで、かれはダランベールへの手紙(1781)の中で、数学がまもなくアラビア語学のようなものに没落する

だろうと予想し、今後は、科学としては物理学や化学が発展することになるだろうとも書いている。しかし、フランス革命の闘士でもあったコンドルセはかなり楽天的な見解をもっていた。コンドルセは数学によって、当時のいわゆる数理科学のみならず、あらゆる科学を統一しようという野望を抱いていた。コンドルセは、ジロンド派が没落したために追われる身となり、逃亡生活中に『人間精神進歩の歴史』を執筆した。これは楽観的な「進歩主義」を賛美した作品で、戦時中の日本で「生産数学」を絶賛した数学者のようなナイーブな側面もあって「軽薄」といえばいいのだが、まもなく逮捕され、17年後にガロアが生まれることになる場所の斜め向かいの建物で殺される(自殺説もある)ことになるコンドルセのはかない夢であったと思えば、何となく興味が深いなるから不思議なものだ。

コンドルセは、ラグランジュが行き詰まりを感じた純粋数学や力学などの応用数学ではなく、モンジュが提唱する新しい「実用数学」に希望を託していたのである。その後の数学の流れを見ると、ラグランジュやドランブルなどの暗い予感はずらず、コンドルセの明るい予感のほう当たっていたようだ。ただし、モンジュの「実用数学」もそれなりに貢献したようだが、むしろそれとは敵対ぎみのラプラス、フーリエ、ルジャンドルらによる新しい数理科学の登場もあって、数学はますます発展することになる。この発展を可能にしたのは、ナポレオンによる数学を基礎に置いた科学振興政策であった。

これは、冷戦下における核兵器や宇宙開発競争がアメリカの科学技術政策をパワフルなものにし、やがて1960年代の純粋数学の大発展を可能にした状況とどこか似ている。近代ヨーロッパの台頭以降、純粋数学というのは産軍協調時代に科学技術の上に狂い咲く「美しい花」のようになってしまったのかもしれない。

## 純粋による応用の駆逐

応用数学という用語は、ジェルゴンヌの雑誌『純粋および応用数学の年報』(Annales de mathématiques pures et appliquées, 1810-1831)に出現している。この雑誌は新しい時代への突破口となった。ここでも、応用数学という用

語で読者層の拡大を狙いながらも、執筆陣は純粋数学に傾斜していくという皮肉な現象が観察できるようだ。純粋による応用の駆逐という現象は、ジェルゴンヌの雑誌をまねてドイツのクレレによって創刊された『純粋および応用数学の雑誌』において、もっと鮮明に観察される。それにしても、「応用」を標榜して広い大衆にアピールし、実体は「純粋」に染まっているという構図はこの時代のドイツあたりで本格化したものらしい。

18世紀後半のモンチュクラに対応する19世紀後半の数学史家モーリッツ・カントル(1829-1920)は、1877年から数学史の雑誌『数理科学史論文集』(Abhandlungen zur Geschichte der mathematischen Wissenschaften)の編集にあたっていたが、有名な『数学史講義』(Vorlesungen über Geschichte der Mathematik, 1880, 1892, 1898)では純粋数学のみを論じており、ニュートン、ライプニッツ、オイラーによる微分積分学の発展過程が大きく取り上げられている。ドイツ的な純粋数学のイメージ作りに代数と幾何だけではなく解析が貢献したことを思えばなるほどという気がしてくる。

ついでながら、ページの関係なのか、カントルの『数学史講義』には数理科学全体への配慮はない。明治以後の日本では、和算的なメンタリティの上にこうしたドイツ的な数学観を移植してアカデミズムを形成してしまったせいで、純粋数学への偏愛が生まれた。ベルリン流の数学ではなく、ゲッティンゲン流の数学をまともに学んでいればこうした数学観がかなり修正できたはずなのに、日本ではガウス、リーマンの理解もかなり純粋方面に傾斜してしまっている。この点については、クラインの『19世紀数学史講義』を参考にしながら、結果的には数理科学的な側面を軽視してしまった高木貞治の「功罪」が論じられねばならないだろう。

その前に、クラインの『19世紀数学史講義』とは違い、今ではすっかり忘れ去られた感のある巨大な作品『数理科学百科全書』(Encyklopädie der mathematischen Wissenschaften)の目次の概要を眺めておこう。これを見ればゲッティンゲン流の数学＝数理科学のイメージがわかるはずだ。ガウスにしろリーマンにしろこうした壮大な数理科学観(の原形)を共有していたに違いない。「純粋による応用の駆逐」とはいつても、純粋数学の起源として数理科学的な世界が重要だという認識があればまだ救われるのだ。

---

## 数理科学百科全書・目次

### I. 算術と代数学

- (1) 算術/代数
- (2) 数論/確率/差分方程式/数値計算

### II. 解析学

- (3+4) 実解析1,2 (微分方程式, 変分法, 三角級数など)
- (5) 複素解析 (楕円関数, モジュラー関数, アーベル関数など)
- (6+7) 追加項目1,2 (2変数代数関数論, 測度論など)

### III. 幾何学

- (8+9) 純粋幾何など1,2 (トポロジー, 射影幾何など)
- (10) 代数幾何 (代数曲線, 代数曲面など)
- (11) 微分幾何

### IV. 力学

- (1) 力学の基礎/質点と剛体系の力学1
- (2) 質点と剛体系の力学2
- (3) 質点と剛体系の力学3
- (4) 可変体の力学

### V. 物理学

- (5) 熱力学など
- (6) 電気と光学1 (電磁気理論, 相対性理論など)
- (7) 電気と光学2と追加事項 (量子論など)

### VI. 測地学/地球物理学

- (8) 測地学
- (9) 球面天文学
- (10) 天体力学/恒星天文学/天体物理学

## 日本における数理科学の先駆者

さて、高木貞治の「功罪」などといっても、それはかれが純粋数学だけを賛美したから許せないなどという単純なことではない。純粋数学の起源としての数理科学的な世界に対する数学者の無関心が、かえって、純粋数学の迫力に対する認識を弱め、数学の安易な有用性信仰に共鳴さえしてしまいかねないという事実が問題だといいたいのだ。これもまた高木貞治と数理科学（応用数学）を巡る興味深い話題に違いない。

もっとも、高木貞治の一番弟子とされる弥永昌吉は、高木のそうした問題点をよく理解していたようだ。そもそも日本において数理科学という用語を普及させ、いわば数理科学の先駆者となったのが、この弥永昌吉だったことも記憶しておく必要がある。弥永は純粋と応用の境界に位置するウィナーのサイバネティクスやトムのカタストロフ理論などにもかなり注目していた。問題は、こうした「配慮」が数学の外部へのキャンペーンにとどまり、内部における純粋数学の増殖パワーを制御できず、内部では「方便」とのみ考えられていたし、それがどうにもならなかったという点にあるのだ。

そういえば、広中平祐も数理科学の先駆者としての役割を担ったことがある。バブルの時代、広中は若い数学者の育成（優秀な人を発見してハーバード大学などに留学させる計画）を目標にして、資金確保のために実業界に近づき、数学の外部に向かって純粋数学ではなく数理科学の重要性をアピールしたのである。当時、広中が注目したのは、たとえば、マンデルブロのフラクタル幾何学であった。

弥永や広中の場合には、もともと純粋数学への「帰依」がしっかりしていたから、たとえカタストロフ理論やフラクタル幾何を取り上げても、数学の「有用性」を安易に宣伝するなどといったことにはなりえなかったし、純粋数学の可能性を探るという意味では大切な発想でもあったのだが、なかにはそうでない過激な傾向をもつ人もいた。純粋数学の母体となるかどうかなどとは切り離して、「有用性」のゆえにそれ自体を賛美しようという人たちである。そうした人たちは、たとえば、「カタストロフ理論はニ

ユートン以来の革命的理論だ」などとさかんにアピールしていたようだ。

## 安易な有用性信仰

現在でも、驚くほどの安易さで数学の有用性を説き、直接的な有用性追及の渦中に数学を引きずり込もうという人たちがいる。もちろん、カテゴリー論をコンピュータ科学に活用するとか、微分幾何学を制御理論に応用するとか、結び目理論をDNA研究に適用するとか、カオス理論を環境問題の理論化に使うとか、複雑性理論を数理経済学の基礎に据えるとかいうことならまだ理解できる。ところが、もっと強引に「身近かな問題」の中に数学を探り、それによって「身近かな問題」の解決をめざそうというような発想をもつ人たちがいる。

そのこと自体がまずいというわけではないが、数学の有用性についての極端かつ安易な信仰は数学のイメージを不必要に混乱させ数学全体を矮小化する可能性がある点が気にかかるのだ。「有用性信仰」も数学自身を活性化させるためのファクターとして機能しているだけなら問題がないのだが、「有用性信仰」が信仰にすぎないことを忘れて「これこそが真の数学だ」などという発言が聞かれるようになるとますます危ない雰囲気が出てくる。

もっとも、純粋数学への過度の「信仰心」も十分に危ないし、「無用の用こそが数学の真髄だ」などという居直りの発言だって逆の意味でピンチな面があるわけだが、ここでは、とりあえず安易な「有用性信仰」の危なさについて思い出しておこう。

## 雑誌『高数研究』と生産戦

東京帝国大学の高木貞治や河田敬義といった数学者たちの協力のもとで発行されていた雑誌『高数研究』第7巻第8号(1943年)の巻頭言「大東亜戦争完遂のための数学」には

「今や技術は既製の数学を使ふのではなく、新しい数学を作ることを要請するのであって、こゝに大東亜戦争完遂のための数学の進むべき道が示



されるのである」

と元気なことが書かれている。それにしてもどういう数学を作って大東亜戦争を完遂しようというのだろうか？『高数研究』第7巻第9号には

「数学の応用性を狭く局限して考へることの危険なるは勿論であるが、さればといって徒に科学の基礎なる美名に隠れて単に自己満足に過ぎぬかの如き研究に専念することがあつてはなるまい。場合によっては自己の専攻を変更してでも生産戦の真只中へ飛込んで行く位の気概ある数学者があつてもよいのではなからうか。真に優秀なる数学者が技術とガッチリ四つに組んで生み出す数学——それは純粹数学としても必ずや立派な数学であることを確信して疑はないのである」

と書かれていることからすると、純粹数学に関心のある若い人たちを「生産戦」の現場に引きずり込めば、魔法のようにパッと事態が好転して戦争にも勝利できるのではないかという「素朴な信仰」が土台になっているようだ。これはもう、数学に対する異常なまでの「有用性信仰」に違いない。この文章からは、戦時中でさえ日本の数学界には純粹数学を尊重する空気が漂っていたらしいことも読み取れそうだが、あるいはこれは、有力な数学者たちを説得するためのリップサービスにすぎないのかもしれない。

いずれにしても、数学者たちが「科学の基礎なる美名に隠れて」いられた時代が懐かしく感じられる。現在の純粹数学の危機はそうした「美名」がすっかり形骸化・無力化したことに起因しているだけに戦時中よりも厳しい状況にあるのかもしれない。

### 「戦力の根源たる数学」

それどころか、雑誌『高数研究』第7巻第10号にはいきなり不可解なことが書かれている。

「新兵器、新戦術と並んで新数学が生まれ出たのであるが、先生も生徒もその新奇さに目をみはり、巷には論議が氾濫してゐる。然もこの新しき数学も、今一・二年後には吾々が従来の代数や幾何を見るのと同じ様な気持で受取られる様になるであらう。その時に始めて新数学はその本来の面目を発揮して、先生も生徒も数学に親しみなじみつつ、愉快に戦

力の根源たる数学の学習にいそしむことが出来るやうになるであらう」  
というのだ。どんな「新数学」が生まれたというのだろうか？などと思っ  
ている間もなく、次の第7巻第11号になるといきなり

「数学の決戦体制は既に論議の時期を過ぎ実行に移りつつある」  
と飛躍し

「先ず数学者が大量に養成されなければならぬ」  
となっている。ドサクサに紛れて数学の勢力を拡大しようという「賢い陰  
謀」だとしてもこれはちょっといただけないが、話だけはますます「過激」  
になっていく。

「現在我が国が持っている数学力を以て勇敢に生産の中核に切込んで  
ゆかなければならぬ」

と戦争への協力の意思を「鮮明」にしつつ、

「少数の数学者が自ら進んで各部門に入り込み、課題を数学の問題に移  
し現在の数学者が参与し得べき生産数学の体制を樹立しなければならぬ。  
之また論議の問題に非ずして実行の問題である」

と勇ましい。

ところで、この号には「歯車の数理」「透視図の解析」「マトリックス  
への敵前上陸」などといういかにも「生産数学」を思わせる実践的なテー  
マが論じられているが、一方では「生産数学」からはほど遠い小平邦彦の  
「リーマン面の理論」が載っていたりして微笑ましい。

政治的な側面では、『高数研究』を支援する高木貞治などの数学者たち  
が協力して創設した日本数学練成所というちょっと怪しげな組織もある。  
ここが主催して数学者大量養成講習会が開催されていた。これは、ある意  
味では、数学者たちの時流に迎合しようとする安易な態度の現われかもし  
れないが、明るい面を見れば「高等数学の大衆化」をめざす具体的な活動  
でもあった。そのデビューを飾る数学者大量養成懇談会が大東亜会館で開  
かれたのは1943年3月だった。この懇談会には高木のほかにも時局がら科  
学動員協会理事長多田礼吉中将なども参加して「生産増強のため応用数学  
の必要を力説」したという。高木は

「別に堤灯持をする訳でもありませんが」  
といいつつ「講義の科目選択とか、講師の推薦など」を行なっている。講

習科目を見ると、「微分方程式練成」「函数論練成」「確率、統計及実用計算学」などのほかに「国防数学」という珍しい科目も含まれていた。どういう内容だったんだろう!?

## 数学の戦時研究班

大東亜戦争中の1943年から翌年にかけて、現在の日本学術会議の前身にあたる学術研究会議の中に、軍部の要請に応える戦時研究班が組織された。数学者たちも当然のようにこうした戦時研究に動員されたわけだが、その資料が敗戦によって廃棄されたこともあり、また、隠蔽される傾向が強かったせいで、それがどういうものであったのかは不明のままだが、最近のレポート(永野宏, 佐納康治「学術研究会議第1部の戦時研究班」科学史研究36, 1997, p. 162-168)によって、ある程度の推定が可能になった。

これによると、敗戦間近かの1945年、学術研究会議第1部(数学、物理学、天文学、地球物理学)には45個の研究班があり科研費の総額は1129000円だったという。このうち数学には9個の研究班があり科研費は合計126000円であった。

研究主任名前(その所属)とテーマそして科研費の額を詳しく見ると次のようになる。(用語などはコンプトン調査報告からの和訳だとのこと。)

- ・辻正次(東京帝国大学)「等角写像」  
(飛行機の珍しい形の研究) 11000円
- ・中野秀五郎(東京帝国大学)「航空方程式の再考察」 10000円
- ・園正造(京都帝国大学)「特殊な代数解析」  
(暗号法などの研究) 6000円
- ・園正造(京都帝国大学)「家庭経済の数学的研究」 19000円
- ・清水辰次郎(大阪帝国大学)「特殊な微分方程式」  
(振動と電波回折の現象についての研究) 16000円
- ・窪田忠彦(東北帝国大学)「特殊な機械と道具の幾何学的研究」  
(伝動輪その他の幾何学的研究) 9000円
- ・窪田忠彦(東北帝国大学)「視覚」

(武装機械その他の幾何学的研究) 11000円

・北川敏男(九州帝国大学)「統計数学」

(保存と配給の数学的計画, 軍使用の見積もり, など) 29000円

・河田龍夫(統計数理研究所)「特殊な統計学」

(陸軍により要求される特殊課題の統計学的研究) 15000円

オリジナルな数学を創造して戦局を有利に展開するという遠大かつ無謀な夢はともかくとしても, 帝国大学の数学科が科研費を得て取り組んでいたのがこのようなテーマにすぎなかったというのはいささか情けない。敵がすぐそこまで迫っているという状況下で, 数学者を動員して兵器の開発の基礎研究などに取り組んでも明らかにムダだと思うのに, どういうことなんだろう?

それにしても時期が遅すぎる。数学者たちがもっと早い時期から組織的かつ集中的に取り組んでいれば, 新兵器の開発はまあ無理にしても, 弾道計算や暗号解読の分野でならそれなりの成果があげられたかもしれない。原爆開発や弾道計算に関するアメリカの数学者たちの貢献, そして, ドイツの暗号「エニグマ」の解読やオペレーションズ・リサーチ的手法の開発を巡るイギリスの数学者たちの奮闘を耳にすると, ますまそう思えてくる。

もちろん, 京都帝国大学の園正造の「特殊な代数解析」研究だけではなく, 東京帝国大学の数学者たちも, 陸軍の研究所に協力して高射砲の弾道計算(2階の微分方程式の数値解法)を手伝ったり, 参謀本部に協力して暗号解読を手伝ってはいたようなのだが, 対応が遅すぎたし, 規模も小さかったようだ(弥永昌吉「私の戦後50年」数学セミナー1996年3月号)。日本の場合軍部が大学へのコミットが少な過ぎたのも問題だったようだ。敗色が決定的でもうどうしようもなくなってから大学に協力を求めてきても遅すぎる。(このあたりはバブルの崩壊で慌てた産業界がそれまでほとんど無視していた大学に突然協力を求めはじめるという状況とソックリで興味深い。)

数学者サイドにしても, 勇ましいだけで非現実的な「新数学=生産数学」とやらの創造キャンペーンに酔っていないで, 冷静に自分たちの「有効性」

を発揮できる場面を探る必要であったのかもしれない。もっともこれはあくまで数学の戦争協力を肯定するとすれば、という前提での話にすぎないが。

## コンピュータの出現

ここで話をもとにもどして、もっと大きな枠組の中で数学の変化を眺めてみよう。20世紀の後半になって（これもアメリカにおける弾道計算やイギリスにおける暗号解読の動きが突破口となったのだが）数学の計算的な側面のみを機械的に拡大したコンピュータが出現すると、数学全体に少しずつ動揺を与えはじめる。社会におけるコンピュータのプレゼンスが増大するにつれ、抽象数学の出現以来、物理学とは絶縁しすっかり自立したはずの純粋数学が理論物理の最先端と奇妙に共鳴し始め、同時に応用数学はコンピュータとの連帯を求めるようになる。そうして、数学は新しい意味の数理科学へと変身を余儀なくされる。

アメリカの科学技術政策の原点はマンハッタン計画にあったとされる。戦後になっても国防総省が科学技術をコントロールするという体制は変わらなかったが、これではイカンということで、数学を含む基礎科学分野の研究者たちが戦争中のように安定的に研究費を確保しようとして生まれたのがアメリカの国立科学財団(NSF)だったという。

よくいわれるように、1957年のスプートニク・ショックがアメリカの目をソ連との科学技術開発競争へと向けさせ、1960年代になると核兵器開発や宇宙開発がメインテーマになっていった。科学技術にそそがれた豊かな資金のおかげで、数学もまた「幸せ」な時代を向かえていたようだ。その後、数学の「幸せ」を脅かしたのは、核兵器開発や宇宙開発で不可欠の道具とされたコンピュータの予想外の発達であった。現代の純粋数学にとってコンピュータは「危ない親戚」のように考えられているのかもしれないが、コンピュータが出現してまもなくのころには、単なる計算機械としてのコンピュータなど問題ではないという姿勢の数学者が多かったようだ。

## 数学とコンピュータ

それでも、1960年代になるとアメリカを中心にしてコンピュータの台頭は数学にとって無視できないのではないかという空気も生まれはじめたようだ。このとき、コンピュータを数学の「子分」のように考えて新しい数学のイメージを構築しようという動きが出現している。アメリカの数理科学研究支援会議(COSRIMS)がまとめたレポート『数理科学』(1964, 1969)などがそれにあたる(このレポートは1972年に『数理科学の世界』として日本語にも翻訳されている)。このレポートでは

数理科学=純粋数学+[コンピュータ]

と考えられている。ただし、ここで[コンピュータ]というのはコンピュータにかかわる応用数学というような感じである。その意味では

数理科学=純粋数学+応用数学

と考えられているわけだ。具体的に見ると、純粋数学としては組合せ論、トポロジー、微分トポロジー、複素解析、微分幾何、関数解析、無限次元空間、抽象代数、基礎論が選ばれ、「コンピュータ」としては言語学、素粒子論、分子のトポロジー、生物医学、社会科学、経済学、数値解析、統計的推論、コンピュータ科学が選ばれて数学的な思考の意義が論じられている。ここでの数理科学観は、1960年代のアメリカを支配した景気のよさを反映しており、なかなか元気がいい。

## バブルの崩壊と純粋数学

アポロ計画が成功裡に終わって1970年代になると、アメリカで純粋数学の社会的な存在意義を問う外部からのさまざまな刺激が形成されるようになる。こうした動きに応じて指導的な数学者たちが社会への反応を開始した。1980年代になると、数学から純粋数学のイメージをなるべく隠そうという動きさえ見られるようになる。1986年のバークレーでの国際数学者会議(ICM)のころには、当時話題になりつつあったストリング理論と先端的な純粋数学との深いかわりなどを強調して数学の「有用性」をアピールしようとしはじめていた。1990年の京都での国際数学者会議では、

組織委員会の意向を反映したためだろうか，こうした「数学の物理化」傾向がある意味でピークに達したようだ．しかし，理論物理の一部を数学に取り込んで純粋数学の世界を拡大し，それによって数学の必要性をアピールしようという作戦はまもなく動揺を余儀なくされてしまう．というのは，社会は実証が絶望的なストリング理論そのものを純粋数学と同じように「無用」なものだと感じはじめたからだ．冷戦とのかかわりで重視されていた核兵器や宇宙兵器の開発と深く結びついていた高エネルギー物理学の前途も，冷戦の終結とSSCの建設中止の決定で暗転し，物理学との連携作戦だけでは共倒れになる状況が生まれてしまったのである．

## ICM90への苦情

それだけではない．数学の内部でも，理論物理への傾斜に反対する人びとが公然と反旗を翻しはじめている．シュプリンガー書店の雑誌『ザ・マセマティカル・インテリジェンサー』（13巻2号）に掲載されたレポート

「ICM90」でも，京都での国際数学者会議でのメインイベントともいうべき15個の招待講演について「多くの否定的な意見が聞かれたのはまさにここであった．15個の講演はいずれもすばらしく，トップランクの数学者によるもので，それには疑問の余地がない．不満は，内容が数理物理に偏りすぎていて，結果として他の多くの重要な話題が無視されてしまったことに向けられていた．15個の講演のうち約10個がストリング理論，ゲージ場，これらに関連する低次元トポロジー，そして，量子群，量子群，量子群 …」 「しかも，これら10個の講演はどれも(10個のうちの)他のものに向けられたもののようで互いに関連していた」などと書かれている．それどころか「4年前のバークレーでは，こうした問題点は少なかった」とか「バークレーでは真の多様性が見られた」とまで述べ，「1994年のチューリヒでの会議ではそうしたハイ・スタンダードにもどらんことを！」という文章で締めくくられている．これは，近年の純粋数学化した理論物理が数学に「侵略」してきたかのような印象を与え，数理物理的マインドをもたない大半の数学者たちに「嫌悪感」を抱かせたということかもしれないが，「純粋数学+理論物理(ストリング理論の周辺)」のプレゼンスが数

学内の応用数学を軸とする勢力(日本では少数派だが世界的に見るとそうでもない)に危機感を与えたものとも解釈できる。実際、4年後の国際数学者会議では、フランスを中心とする応用数学派が「巻き返し」に成功する。そのことはフィールズ賞受賞者リストを見てもわかる。

## 純粋数学から数理科学へ

1990年代になって、欧米から日本の貿易黒字の原因が基礎研究への「ただ乗り」にあるという批判が出はじめ、特許権の侵害問題などにも直面するようになって、日本企業は基礎研究の必要性を痛感するようになる。とくに21世紀の戦略分野ともいべきコンピュータ科学、生命科学、脳科学における日本の「後進性」は切実で、企業の危機感もハンパなものではなかった。もともと日本では大学というよりもむしろ企業自身が独自の研究所をもちそこで産業化のための研究を推進していたのだが、バブルの崩壊によって研究費の増大が困難になったことで、企業は政府に働きかけて大学を活性化して産業界のための基礎研究の砦にしようと動きはじめたらしい。

この動きは、冷戦の終結で軍事予算の削減が可能になった欧米が、科学技術の再評価、科学技術のためのインフラストラクチャーの整備、そして、重点分野への研究投資の集中投下を試みはじめたことに刺激されて、ますます加速していった。アメリカの大学のみならず、フランスやドイツの大学、そして、化石のように見えたオックスフォード大学やケンブリッジ大学までが「応用数学重視」の傾向をチラつかせつつある。こうした状況の下では、数学者たちも、純粋数学はもちろん、有用性という点では純粋数学と大差のないストリング理論(M-理論)や量子代数といった理論物理とのかかわりだけを強調していたのでは「待遇」の改善などは望めない。

1990年代になって、日本でも数学にかかわって数理科学という分野名が急浮上してきた裏にはこのような事情もあったのだろう。これは、バブルの崩壊以後急速に日本経済が低迷し、アメリカの経済的成功が日本を動揺させたことと無関係ではなく、成功者アメリカの「数学から数理科学へ」というの動きが日本にも波及したということでもあろう。アメリカ流のメ



リット・システムの導入も始まっている．とすると，最近の日本における「数学から数理科学へ」という流れは「数学ビッグバン」のようなものらしいという印象が強くなってくる．

(980406)