

# 日本数学コンクールの挑戦

大 沢 健 夫

---

## <要 約>

日本数学コンクールは名古屋大学の事業として、地域教育界との密接な連携のもとに12年にわたって続けられてきた啓蒙活動である。この論説の目的は、日本数学コンクールの成立とその背景、具体的な内容、運営状況などについて、残された資料や筆者の体験をもとにルポルタージュ風に紹介することである。最初に数学の大衆化の潮流として小倉金之助らの存在にふれ、次に第一回日本数学コンクールの概要を紹介する。特に受験問題とまったく無縁なイースト菌の増殖問題については問題と講評の全文を記す。これが日本数学コンクールの問題の特徴的な傾向とされるからである。さらに四方義啓(元)教授を中心とするフォローアップセミナーにおける研究活動の具体的内容を述べ、それが大学院教育に与えた影響にもふれる。四方教授の退官後もコンクールとフォローアップセミナーは、一部形を変えはしたが関係者の熱意によって存続している。その意図がどこにあるのかを現会長である伊藤正之氏の文章を引用して述べ、最後に現代数学の潮流を概観しつつ今後の可能性を模索してみる。

---

## 1. 序

昨今<sup>かまびす</sup>喧しい言説の一つに、「大学教育は社会のニーズに適応していない」というものがある。大学改革との関連で新聞やテレビなどのマスコミがこれを取り上げる他にも、筆者などは「複素関数論なんて、まだ大学で教えているんですか。私は若いころペー関数やエス関数の計算をずいぶん練習したのですが、会社に入ってから結局使いものになりませんでした。最近<sup>かまびす</sup>は工学の計算は便利なソフトがやってくれますよ。」などと、じかにこ

き下ろされたりする始末である。このような時勢であるので、大学は社会の余裕の産物であるなどと悠長に構えていようものなら、国立大学の法人化のあかつきには即刻解雇され、野たれ死には必定と思われる。まったくせちがらい世の中になったものである。筆者の所属する多元数理科学研究科は、主に純粋数学と数理解物理学の研究者で成っている。わが同僚の中にはこの方面の仕事に専念することこそ有為転変の浮世を離れ、真理の探求に一生を捧げる有意義な道であるとの考えから人生行路を選択した者が多いのではなかろうか。筆者もその末席に連なる者であるが、同時にここでは日本数学コンクールという、名古屋大学の社会貢献として多少知られるようになった事業について、その概要を記すという責任を負う者でもある。この一見矛盾した立場が以下の文章に混乱を生ぜしめる恐れなしとはしない。そもそも筆者の一匹狼的感覚によれば、日本数学コンクールに対して社会貢献という言葉はいささかも香気を添えるものではないような気がする。この言葉は、その本来の目的が利潤の追求である私企業などが、対価のバランス等の観点から公共の福祉を目的とした無報酬の事業をなす際に用いる、抽象度の高い用語ではなかろうか。もとよりこういう臆見が常識的であるという確信は全然ない。ただ、以下の文章を書くにあたっては筆者の意識は純粋数学者のそれを決して離れ得ないということ、親愛なる読者諸賢に前もってお断りしておきたいと思ったのである。

## 2. 数学における大衆化の潮流

日本数学コンクールは、大学と高校の数学教師有志の集まりである「数学と数学教育を考える会」を母体として、誕生したものである。その目的は言うまでもなく数学を通じた青少年の育成にあるが、具体的な話に入る前にこれに縁のある出来事をいくつか並べてコメントしておきたい。

学問としての数学はギリシャのタレス以来の長い歴史をもつが、近代文明の成立と並行して一挙に高度化し、抽象性の高いものになってしまったので、最先端の研究成果を非専門家が理解することは今やほとんど不可能である。他方、高度化した科学技術に支えられた文明にも、環境問題やテロリズムなど、人類が叡智を傾けて解決しなければならない課題がまだまだ山積している。似たような状況はすでに前世紀初頭にあらわれており、トルストイは「芸術とは何か」の終りにある科学論でつぎのように訴えている。

他面、実験科学は、数学や天文学や化学や物理学や植物学その他すべての自然科学をも一括して、人間生活には直接関係のないこと、好奇心を唆<sup>そそ</sup>ったり、上流階級に便利な実験手段となったりすることに没頭している。現代の科学に従事する人々が、選択した研究上の対象を正当だと思わせるために、(彼等自身の地位と一致せしめて)、彼等は芸術のための芸術という理論を真似て、科学のための科学という理論を工夫した。…(中略)……自然科学の領域においてなされるすべての発見が、重要で有用な物だと考えているのは、勿論その研究に生涯を捧げている人ばかりである。しかもその人たちがそう考えるのも、ただ彼等が自分の周囲を見廻ししなければ、また何が実際重要であるかを了解していない時ばかりである。

(木村毅氏の訳による。)

この見方が当たっているかどうかはともかく、偉大なヒューマニストであるトルストイをここまで苛立たせるような状況があったわけである。面白いことに科学者に対するこのような攻撃こそ、数学教育や数学の大衆化のために努力を続けていた数学者、小倉金之助(1885-1962)をもっとも感激させ、力づけたものであったことが、彼の著書「数学者の回想」に見られる。(小倉金之助は東京物理学校(現在の東京理科大学)をへて東北大学で研究生活を送った後、フランス留学を機に数学の大衆化の必要性を痛感し、帰国後この方面で活躍した。)ということは、序の冒頭にのべた大学への攻撃も、学んであきず、教えて倦まぬ聖人のような一部の教授たちにとっては応援のエールと聞こえるのかもしれない。

ともあれ、1922年、時あたかもアインシュタインの来日により日本中に数学と物理への関心が高まった頃、フランス帰りの小倉が数学の大衆化へと踏み出した道は、応用数理重視への道でもあった。小倉は後に数学史に転ずるが、彼の理想は後に遠山啓、矢野健太郎らに受け継がれ、数学セミナー(日本評論社)発刊へとつながった。数学の大衆化への、学校教育の外側でのこのような努力は、地味ながら確実に成果をあげている。日本数学コンクールは1990年、主に高校生を対象とした試験形式の競技会として始まった。この年はアジアで初めての国際数学者会議が、京都国際会議場に3000人以上の参加者を集めて開かれた年であり、名古屋出身の森重文氏がフィールズ賞を受賞したことから、数学への一般の関心が高まっていた。森氏は代数幾何学という純粋数学の一部門での仕事が評価されたわけだが、日本数学コンクールの方は応用数理的な問題が出題され、話題を呼ん

だ。

筆者が思うには、日本数学コンクールは突発的に出現したものではなく、自然発生的に、小倉金之助をはじめ第一線の研究者たちの数学の大衆化への情熱をも引き継いだ形で生まれたものであろう。

### 3. 第1回日本数学コンクール

日本数学コンクールは1990年に第1回が開かれて以来、本年度の第12回目まで途切れずに続いて来た。筆者は第9回目から問題作成を通じてこれに関わるようになったので、それ以前のことは詳しくは知らない。そこでまず手元にある日本数学コンクール委員会発行の資料の中から、第1回日本数学コンクールの表彰式にあたって作成された、問題講評の冊子を選び、その内容を紹介しながらコンクールの産みの親たちの横顔を紹介してみたい。この冊子は表彰式の式次第及び、出題された4つの問題の全文とそれらの講評、さらに受賞者一覧と参加状況一覧から成っている。まずは参加状況一覧をそのままお目に懸けたい。

表にあるように、17都府県にわたって計566名の参加者があったことは驚くべきであるが、これにはマスコミのバックアップが大きかったと聞いている。

第1回ということで、表彰式は第2部の交流会をふくめてさぞ熱気に包まれたものであったろう。(この式典に筆者は出席していないのだが、後に上記の方々にはお会いすることになった。)筆者の見る所では、教育関係者による開会と閉会の辞の間に、記念品の授与や著名な学者たちのあいさつなどが上手にサンドイッチされており、出席者たちにとってこの日は思い出深いものになったことと推測される。まず会長の森本明彦教授についてであるが、数学者としての氏は微分幾何関係の著書その他、多変数の複素関数論において群作用の観点からなされた美しく有用な諸定理で知られている。森本氏はこの翌年、1991年に無事定年退官され、現在は名古屋大学名誉教授であられる。評価委員長の伊藤正之氏(現在、日本数学コンクール会長)は、電場の数理モデルなどを発端として発達したポテンシャル論の分野で有名な問題を解決するなどの活躍で、この分野の指導的立場に立たれる数学者である。氏は同時に行政手腕においてもすぐれ、この後情報文化学部長などを経て、現在は名古屋大学副総長として多くの場で本学

を代表して発言する要職にあられる。問題作成委員長の北岡良之氏は当時40代半ばであったが、30代半ばで世界的名声を博した整数論の研究者である。思い起こせば1980年、筆者がドイツのゲッチンゲン大学に滞在中のことであるが、整数論の大家であり一変数の代数関数体の理論でも知られるドイリンク教授を囲んだパーティで、北岡氏の研究がゲッチンゲンとハンブルクの研究者たちをいたく喜ばせたことが話題になった。以来筆者は北

## 参加状況一覧

人数は男女計ただし、( )内は女子の数

	県	高 校			中学校				小学生	計
		1	2	3	学年不明	1	2	3		
中 部	愛 知	105 (17)	160 (29)	74 (10)	男子1人	6	12 ( 3)	25 ( 7)	小6男	384 (66)
	岐 阜	13( 3)	21( 4)	3				2( 1)		39( 8)
	三 重	8( 1)	43( 7)	20( 1)		2( 1)	3( 1)	8( 2)		84(13)
	静 岡	8( 1)	17( 2)	10( 4)		1		1		31( 7)
	長 野		1							1
	福 井	1		1						1
	富 山		2( 1)							3( 1)
関 東	東 京			1			1			2
	神奈川		3	1					小5女小6女	6( 2)
	千 葉		1							1
	埼 玉	1								1
	茨 城			1			1			2
	群 馬							1( 1)		1( 1)
	福 島									0
関 西	大 阪									0
	兵 庫	4( 1)	1				1			6( 1)
	奈 良	1	1							2
他	福 岡	1								1
	徳 島		1							1
	計	136	251	111	1	9	18	37	3	566
		(23)	(43)	(15)	( 0)	( 1)	( 4)	(11)	( 2)	そのうち
		499(81)				64(16)				女子99

岡氏を特別に尊敬している。北岡氏は昨年度名城大学に移られ、最近の情報によるとまだまだ新鮮な研究結果を産出しておられるようである。

さて前置きはこれくらいにして、いよいよコンクールの問題とその講評をご紹介します。

読者の忍耐力と紙数を考慮して問題1～3については要点のみを記すが、問題4は世間をアツといわせた意味もあるので全文を記すことにした。

**問題1：** 縦横それぞれ  $n$  個のマス目をもつ碁盤と、その格子の上を動く駒を考える。この駒は横一つの格子に対して縦  $m$  個の格子を動く基本動作を行なうものとする。そして、それが碁盤の端の4辺に来たときは光が反射するようにはねかえり、4隅に来たときは対角線に対称にはね返るとする。 $m, n$  をうまくとれば、碁盤の上にある一つの格子から出発して、この規則にしたがって動く駒に、すべての格子を渡り歩かせることが可能だろうか。

**講評：** 駒が同じ基本動作をくり返しながら辺にぶつかるまで直進する場合、 $m$  が偶数で  $n = 1$  の場合に限り可能。駒がステップごとに基本動作の向きを任意に変える場合、 $m$  が偶数で、 $m$  と  $n$  の最大公約数が1の場合に限り、行き渡らせることができる。

**問題2：** 次の式は物価指数の予測式に似た意味をもつものだが、具体的にはどんな意味づけが可能だろうか。

正数列  $k_0 = 1, k_1, k_2, \dots, k_n, \dots$  が与えられているとし、数列  $b_n$  を

$$k_1 = k_0 b_1, \quad k_2 = k_0 b_2 + k_1 b_1, \dots$$

$$k_n = k_0 b_n + k_1 b_{n-1} + \dots + k_{n-1} b_1$$

により定める。 $b_n$  がすべて正になるための一つの条件として

$$k_1/k_0 < k_2/k_1 < \dots < k_{n+1}/k_n < \dots$$

が考えられる。 $k_n$ ,  $b_n$ , および上の不等式の意味について述べよ。

**講評：**  $k_n$  ( $n \geq 1$ ) は 0 年度を 1 とした  $n$  年度物価指数であり、 $b_n$  は  $n$  年度物価指数と ( $n-1$ ) 年度に行なった  $n$  年度予測との差である。不等式の意味は従って、物価指数の前年比が毎年増加することを意味し、そのときには毎年の物価指数と前年に行なった予測との差は正であるということになる。

**問題 3：** 区間  $[0, 1]$  上の点列  $x_1, x_2, \dots, x_n, \dots$  がいつかは“平均的に”分布していくとはどういうことかを定義し、具体的な点列についてそれが平均的に分布しているかどうかをその定義にあてはめて判定せよ。

**講評：** (解答例)  $0 \leq a < b \leq 1$  に  $a, b$  を任意にとると

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{\#\{k \mid a \leq x_k \leq b, k \leq n\}}{n} = b - a$$

すなわち、 $x_1, x_2, \dots, x_n, \dots$  が平均的に分布していくことは、 $[0, 1]$  内の任意の小区間  $[a, b]$  に対し、 $n$  番めまでの点で  $[a, b]$  にふくまれるものの総数を (重複をゆるして) 数え、その個数を  $n$  で割ったものが  $n \rightarrow \infty$  のとき  $b-a$  に限りなく近づくことをいう。重複をゆるさなければ別の定義になる。

**問題 4：** 数学のもう一つの魅力は、いろいろな現象の原因を、その論理によって見通せるという点です。そこで、例えば、イースト菌の増殖を数学的にみてみましょう。まず、イースト菌 (セルピシ種) とその増殖について次を仮定します：

1. 成熟したイースト菌は直径が 10 ミクロンくらいの球形である。
2. 成熟したイースト菌はその表面の 1 点から芽を出して増殖する。
3. この芽は成熟した後に、それ自身の芽を出して増殖することができる。
4. このイースト菌には、2 つの型が存在する。それを仮に、I 型と II 型とする。

そこで、このイースト菌についての増殖実験を行って、次のような知見をえたとします：

ある1個のイースト菌から出た芽が成熟すると幾何学的には相接する2つの球になるわけですが、

- a. I型については、次に出る芽は、これらの球がほぼ接する点から発芽した。
- b. II型については、次に出る芽は、これらの球の接点を通る直径のもう一方の（接点でない側の）端の近くから発芽することが多い。
- c. ただし、bについては必ずしも直径のもう一方の端から発芽するといふわけではない、実験誤差を考えにいれてもその近くとしか言えない。

そこで問題になることは、このようなイーストの増殖の原因を幾何学的に説明することができるかということです。例えば、一番単純には、もう一方のイーストからの距離を考えて、I型については最短距離の地点、II型については、最大距離の地点、が発芽点と言えるかもしれません。でもこれでは、上記cでII型の発芽点が1点に決まらないといっているのに矛盾します。

そこで某博士は、このイーストの一つ一つの周りを取り巻く水か油のようなものの薄い幕を仮定しました。イーストが二つくっつくときはヒョータン（瓢箪）形になりますネ。さて、某博士の立場にたって、これで上の現象が、一応は説明できることを示してください。そして、そのうえで、もし、君自身の考えがあれば述べてください。純粹数学的にはこれでおしまいかもかもしれませんが、本当に面白いことは、これから生物学的な何かを発見することです。例えば、上でマズッテしまった距離の考えは、イーストから分泌される何かある物質（フェロモンなど）または（単極の）磁石の磁場のようなものだけがその原因であると考えことにあたります。実をいうと、この問題の本当の解決に向かって某博士は、今なお、実験や計算を続けているのです。

**講評：** この問題にはいわゆる正解はまだない、今手許にあるのは多分こうに違いなかろうという予想と、この方向でなんとか真理にたどりつきたいとする情熱だけである。正解がない以上は誤まった答えもまたありえない、極論すれば、この問題に真剣に取り組んでくれた人々のすべてが正解であり、表彰に値するはずである。実をいうと、そういう人たちはせいぜい20人位だろうから、これでいけると思っていた。しかし、蓋を開けてみると、見事にアテが外れて、200人を越える方々からの真剣な解答を頂いたのである。これに深く感動する一方では、現実問題として、全ての

方々を表彰するわけにはいなくなり、申し訳ないことではあるが、ここに模範答案なるものを示して、それをズバリ的中させた方々だけを表彰するハメになってしまったことを了承して頂きたい。

問題文を、まずヒョータン型の胴のくびれた部分と底の丸い部分との幾何学的な特徴づけを求めていると読んでみる。そして胴部は凸型であることに気付いて、“曲がり方”（数学用語では曲率）という概念が導入できれば“それが凹または凸であることをイーストが感じて芽をだしている”のだろうという予想がたてられる、このとき、凸型になっている底部は広い範囲で同じような曲がり方をしている（曲率ほぼ一定）ことを見れば、凸を感じる方のイーストの発芽点のバラつきの説明が可能になる。そこで、イーストがどうやって、また、何のために、曲がり方を感じているのかという問題になるが、これについては次のように考えてみる。例えば、両端を固定したゴム紐を考え、その中央部を指でつまんで手前に引くと、指はゴム紐によって逆方向に引っ張られる。ゴム紐を分子間引力、手前に引いたときの形を、曲がり方が凹と読みかえると、イーストは凹部では負圧をうけ、同様にして、凸部では正圧をうけることになる、これは、表面張力によって曲がり方、従ってヒョータンの形が、イーストの表面に加わる圧力に変換されているとも表現できる。するとイーストの表面を形成する膜になんらかの圧力を感じる構造が存在して、それが発生学的な要因によって、正または負に発動されて、発芽点を決定しているとするのは自然であろう。重ねてお断りするが、これだけが唯一の可能性だと考えているわけでは決してない、ただ、現時点で、どれが一番もっともらしいが、どれに賭ければよいかの問題なのである。

実際、頂いた答案には、この曲率型のほかにも、膜厚の違いによってヒョータン型がイースト表面に伝達されるとする膜厚型、問題文中にしめされた距離の考えを何らかの手段によって補正しようとする距離補正型、さらにはイーストそのものの運動を考えようとする運動型なのがあった。しかし、例えば運動型についていえば、顕微鏡を覗いてみれば、やはり、その可能性は低いと言わざるを得ないし、また、学問の面白いところは、できるだけ単純な、必要最小限のパラメーターによって現象を記述するところにあるとも思われるから、むしろ、パラメーターを増やしてしまう傾向にある運動型はあえてとらなかつたことは許して頂けると思う。ただ、同じく運動を考えるといても、イースト内部の構造的変化に還元して、生物学的な意味でのパラメーターの単純化を考えた方々のものは、生物学、

分子生物学の最近の動きに一致していることでもあり、(素人としては)出来るだけの考慮を払ったつもりである。

問題1～3は大学の入試問題や数学オリンピックの問題とは趣を異にするとはいえ、専門家にはよく知られた知識が背景になっている。いわば手品のトリックを見破らせようとするものだが、それに対して問題4の奇抜さはどうであろう。イーストの増殖を幾何学的に説明するという課題を掲げておきながら、「本当に面白いことは、これから生物学的な何かを発見することです」とは何という矛盾!

それに加えて講評でいきなり「この問題にはいわゆる正解はまだない」とは型破りもいい所である。残りの問題が手品ならこの問題は超能力とでもいうべきか。これを作った四方義啓氏は、神戸生まれの京都市育ち、32才の若さで名古屋大学理学部数学科教授に迎えられた俊才である。この問題の作成当時50才を越えていたが、豊富な経験に関西圏の文化人特有の才気がミックスして独特の発想が生まれたのかもしれない。四方氏はこの後、第8回にいたるまで会長としてコンクールの主役となり(もちろん参加者の中・高校生を除いてだが)、この事業を社会的に認知させるにあたって比類なき力を発揮された。また数学の研究においても、従来の数学の枠組みから飛び出して、高次元相なる学際的な研究領域を打ち建てようと熱意を燃やされた。四方氏のこのような活躍に対して、1996年度の中日文化賞が授与されている。四方氏は1998年に名城大学に移られたのであるが、独特の科学観、教育観はいまだに健在らしく、飛び入学の制度を活用してセミナーに若者を引き入れるなど、‘高次元相’の発展に情熱を燃やし続けておられる。

さて、日本数学コンクールの真の主役が生徒たちであることから、コンクールの実行組織の本体は高校教師たちから成るべきである。その意味で愛知県教育委員会、名古屋市教育委員会、三重県教育委員会、岐阜県教育委員会の後援は必要不可欠であり、表彰式で開会の辞をのべられた太田稔氏と、閉会の辞をのべられた松原達夫氏は第一回の立ち上げに際してはこの方面の折衝に尽力されたものと思われる。ちなみに松原氏は本年度まで12回連続して閉会の辞をのべてこられたのであるが、その内容は去年も今年も受験数学をはなれて誰でも楽しめるコンクールにしたいということで本質的に同じだった。ということは、きっと第一回の閉会の辞も同じだったのだろう。このような一貫性はすばらしいと思う。

太田氏は名古屋大学で小野勝次教授（2001年8月18日92才で逝去）の元で数学基礎論を学ばれた数学者である。昨年度、氏が提出されたコンクール用の問題案の中に印象深いものがあった。農道のように見晴らしの良い所では交差点で衝突事故が多い。これはなぜかというものである。答えはお互いに止まって見えるからなのだが、この案は結局採用されなかった。しかしその後、三重県上空で同種の飛行機事故が起きたのには驚いた。

ところで第1回のコンクール受賞者を見ると、当然のことながら上位入賞者のほとんどが学業名門校の生徒たちである。彼らはすでに成功者であるが、これをきっかけに‘より上’をねらって努力を続けることだろう。一方、この中にポツンとまじった無名校の生徒の心持ちはどうだったであろう。この一回の成功の価値をできるだけ長持ちさせたいという心理状態が彼の内部に生じたことは想像に難くない。筆者が思うに、こういう人が真の実力を持っていることもあるし、仮に偉大な研究者にはなれなくても、一生を数学や科学の友として過ごしてくれるものである。

#### 4. フォローアップセミナー

日本数学コンクール（以後数コンと略称する）は、高校側と大学側の利害が一致した点の上に成り立っている。受験制度のため、多数の高校では数学を暗記科目として教えるしかなく、やがてそれが仇となって、一般社会には数学に対する軽視と敵意が蔓延している。これはやりきれない状況と言ってよい。それゆえ個々の高校教師には、数学を通じて何とか生徒たちに考える喜びを味わわせたいという願いがあると聞く。一方大学側には小倉金之助以来の伝統で、数学の大衆化を自己の重要な使命と考える教官たちが（潜在的には多数）存在する。また名古屋は、優秀な人材を東京と京阪神に吸収され続け、文化不毛の地と揶揄される。そこで若者の教育に工夫を凝らすことによって東海地域に人材を定着させたいという考えが、高校、大学双方の共感を得ているようである。

奇抜な出題で度肝を抜いた第1回の数コンであったが、それはこのような立脚点に立った一つの戦略に裏付けられていたもようである。その戦略は、四方義啓氏の論文、「創造性のある人間をどう育成していくか」（教職研修1995、9月号）および「正解のないコンクール——数学特別研究攻撃隊の日々」（GRAPHICATION1995）に余す所なく述べられているが、この中心にあったのが数コンの参加者がその後もユニークなテーマに興味を

持ち続け、研究成果を発表する場としての「フォローアップセミナー」である。ちなみに四方論文が書かれたのは数コンにとって6年目にあたり、過去最高の850人が参加した年であった。この年には問題と講評の冊子の他に、「第6回日本数学コンクール資料」が作られている。そこには上記の論文の他、中日新聞に「“柔らか頭”に挑戦」という題で連載された数コンの問題と解説の記事や、表彰式のスナップなどが含まれている。

さすがにこの年までには筆者は数コンの存在を知っており、四方研究室に出入りする面々にも顔なじみができつつあったが、正確を期すためまず四方論文に沿ってこの時期のフォローアップセミナーの様子をご紹介します。

正解のないコンクール（四方義啓）……こんな連中が我々の教室（名古屋大学理学部）にもぐりこむようになったのは、1990年に「正解」がないことでその名を知られるようになった「日本数学コンクール」を始めてからである。「正解」がないという大抵は「数学に正解がないんですか？」と訝しがられるのだが、実は、いわゆるキチンとした正解をもつ数学は「教室数学」とか「受験数学」のようなごく一部の、むしろ特殊な数学だけなのではないかと思っている。数学も他の科学と同様に、その最前線では、どれが正しいかなど考える暇もなく、問題と取っ組み合っているのではなからうか。……

（コメント：‘こんな連中’とはいうまでもなく四方研究室に出入りするようになった高校生および元高校生たちのことである。数学の「正解」に関する記述はこのままでどうい一般の数学者たちの同意を得られるものではない。四方氏は後に表現を改めて、数学には‘鳥の目の数学’と‘虫の目の数学’があると主張しておられる。）

……ミルククラウンとして知られるミルクをコップに落とすときの跳ね返りの形や、粘土を手で捏ねて作るお団子の形など、高校生達の目の前に転がっているはずのものでさえ、そのキチンとした、科学的・数学的取り扱いは、現在でも全くできていないと言っていい程である。ならば、これに我々の力の限り取り組んで、失敗も含めてその後ろ姿を、「数学コンクール」にとりこんでしまえということになったのである。一旦こうと決めた以上、我々の側でも必死に研究を行わなければいけないこと、そして、

通り一遍の答えに飽き足りない連中が「研究」のためにもぐりこむのは覚悟のうえだった。

(コメント：ミルククラウンの問題も世評を賑わせたが、これが流体方程式の安定解の解析に帰することはすでに知られていた。ただしその解析法が進歩してコンピュータグラフィックスによる画像が描けるようになったのはずっと後のことである。この例のように、絶望的に高度な課題ではなく現実に成果が見込まれるホットなテーマに高校生たちを取り組ませることによって、四方氏は彼らを伸ばそうとしたといえる。つまりはこれが四方流の‘胸の貸し方’であった。)

……いつの間にか、もぐりこみ(元)高校生共によって、コンクール同窓会とでも言うべき第一から第四戦隊までの名古屋本隊ができたばかりか、東京・京都別動隊や名古屋一京都連合準隊までできてしまっていて、春休みや夏休みになれば賑やかなことこの上ない。…今のところ、この春の物理学会で成果を発表してきたばかりの名古屋第一・第二戦隊がいはっている。「アクチンフィラメントの成分っていうのはネ、うんと細かくってネ、電子顕微鏡でも見えないんだけどネ、数学で見ると見えるんだ…」「足が生えててサ、計算するとその足が生えてる場所がわかるんだ…」などとその昔、おやじがB-29を撃墜したときと全く同じ調子である。…

(コメントは不用であろう)

……意気揚々と語る彼らを、「こんな設備でやる実験は『お遊び』にし過ぎない」とか、「ろくな知識もなくて、それが『研究』か」と責めることは容易だし、また、「そんなことをしていて受験(や進級・卒業)に失敗したらどうなるんだ」と心配してやることも必要であろう。だが、どうしてもそれができないどころか、一緒になって遊びながら、こんな連中が科学や人類の未来を背負って行くことをひそかに夢見ている私には何か欠けているのかもしれない。…

(コメント：この部分には心ある教育関係者の最大限の注意を喚起したい。筆者も高校の夏休みに中学時代の友人たちと再会した折、向い風を利用してボートを前進させる方法について長い議論をたたかわせた後、平生

の学校生活ではこのような知的興奮が得られないことを悲しく思った。よって筆者は四方氏と同感であり、科学の将来を背負って行く人材の教育が、現在はあるべき姿にないと思う。ただし四方氏の理想をもう一方の理想である大衆化と両立させることは高度のデリカシーを要する仕事である。要路にあられる方々がそれを最大限に発揮されることを期待したい。

さすがは当事者であり、四方教授の解説には熱がこもっている。蛇足めくが、筆者が直接見聞したことを補足的につけ加えたい。6年目の数コンは上記のように盛況であったが、この年の大賞受賞者である森健次君は翌年名古屋大学理学部に入学され、一年次に筆者の演習のクラスにいらした。森君の発表は際立ってはきはきしたものであった。数学を専攻されるかと思ったが、迷われた末化学科に進学後、飛び級で大学院に入られた。研究者への道を順調に進まれたかに見えたが、修士課程を卒業後名古屋市役所に勤務されることになった。高校時代、公害やエネルギー問題にかかわる仕事に就くのが夢であったとのことなので、これからの活躍が期待される。また1995年には筆者は四方スクールの面々がミルククラウンの写真を撮り、王冠部の玉の数を数えている所を見ている。当時は流体方程式がこのような現象の解析にまで有用であることをうかつながら知らなかったもので、その場で何も有益なコメントができず、恥ずかしい思いをした。後で知ったが玉の数が平均して24個なのは、方程式の安定解の対称性によるらしい。研究室に高価そうな機器が所狭しと並んでいるのに見とれていた所へ、脳波を測らせてほしいと言われ、驚いた。これにはさすがに閉口し、丁重にお断りさせていただいたが、筆者はこのようなことをきっかけに四方スクールにある種の期待を抱くようになった。

## 5. 数コン消滅の危機

先に述べたように1995年、6年目にして数コンは最高潮に達した。最初の勢いがここまで続いたことは特筆に値する。この後、数コンは内部的な問題と外部との軋轢に苦しみながら生き残りを図って行くことになるのだが、ここまで培われた下地がそのための大きな力になったと思われる。筆者は数コン消滅の危機が生じた1998年からこれに参入した者であるが、そこにいたる経緯のあらましを、筆者が直接関わった出来事をもとに記しておこうと思う。数コンの全体像を描くためには光の部分だけでは不十分

であり、影の部分を書くのもまた筆者の務めというべきだろう。

さて‘第7回日本数学コンクールのまとめ’を開くと、前年に比べて参加者数が710人へと減少していることに気付く。四方氏は冊子の巻頭言において、「未来を拓くためには、目の前の問題にぶつかって、(出題者ですらもっていないかもしれない) 答えを創造すること、少なくともそれに近づくことが重要だ」、「そのために考え、悩み、知恵を絞ることと、これまでにある知識をまとめて優等生の答えを書くこととは、全く別だ」と相変らず気炎を上げておられるが、当事者としては参加者の減少はこたえたものではなからうか。問題にも第1回めのような冴えが感じられない。いよいよ疲れが出始めたのである。

この背景にはいわゆる「大学院重点化構想」による、名古屋大学の学内の教官組織の再編と、その結果生じた「多元数理科学研究科」としての数学科の理学部からの独立がある。これに際しては筆者なども教授のはしぐれとして書類書きの手伝いをさせられたが、文章といえば数学の論文以外書いたことがなく、「社会的ニーズ」には極端なアレルギーを持つ筆者の文章が文部省まで届いたとは思えない。他の教授たちも大方は筆者と大同小異であり、やり手の四方教授がきちょう面な北岡教授と組んで奮闘されることになった。

このようにして多元数理科学研究科は1995年に四方氏を初代研究科長に戴いて創設されたのであるが、開設にあたっては数学教室の外部から新たに29名(併任は除く)の研究者を教員として招へいた。その内訳は、旧教養部数学教室から10名、その他の部局からは19名(うち数学者は6名)であった。数学以外の研究者の専門分野は、医学、教育学、経済学、生命科学、物理学、コンピュータ、流体力学、教育行政(マネージングプロフェッサーとして文部省から出向)と、実に多様であったので、これが数学の研究科か、と世間は目をむいた。数コンに続いて四方氏は再度世の中をアッと言わせたのである。

誰の目にも明らかだったが、多元数理はフォローアップセミナーとシンクロしていた。大学院の第一期生として、筆者の脳波を測ろうとしたあの面々の顔があった。数学以外の(便宜上、以後‘応用系の’と呼ぶことにする)教官たちは、パネルディスカッション形式の講義をとり入れるなど、横の連絡をとりあって学生たちの教育にあたった。修士課程の定員が一挙に60名まで拡大されるとともに社会人卒まで設けられたことは、学位への門戸が開放されたとの印象を一般社会に与えたことは確かであり、この動

きを歓迎した向きも多かったに違いない。ところがこれが仇になった。他大学の多くの数学者たちはこの新研究科の理念に首をひねり、内部の数学者の多数は苦しくうめいたのである。

そのうめき声が怒号に変わるまで、さして時間はかからなかった。第7回目の数コンは、四方氏が研究科長選挙で敗北する5ヶ月前に開かれたものだったから、勢いにかげりが見えたのは当然だったと言える。数コン問題の「正解のない面白さ」も四方氏の存在あってのものだったから、「正解のなさ」が次第にウラ目に出だしたのもやむを得ないことだった。実際、数コンの母体をなす中・高校の先生方には問題の出題意図を把握することすら困難になっていたようである。

しかし傍目には数コンは相変らず発展し続けているように見えた。第8回目にはコンクールをシニア部門（高校生対象）とジュニア部門（小・中学生対象）に分けたため、中学生の参加が急増し、ジュニア部門だけで1000人を越える参加者があり、表彰式の様子はテレビのゴールデンアワーに全国ネットで放送された。また数コンのドキュメンタリー番組が作られたのもこの年である。テレビの宣伝効果は絶大であったが、視聴者は何か名古屋大学が一丸となってこの事業を行なっているような印象を受けたりしく、数コンについての問い合わせが筆者にも来て、当時は迷惑に思ったことであった。

そのような状況であったから、1998年の4月に筆者の大学の先輩であり、数コンの問題作成委員を長くつとめた蟹江幸博氏（三重大学教育学部）から、数コンが危ないらしいと聞かされた時は驚いた。四方氏は研究科長を退かれた後、一年後には名城大学に招へいされ、フォローアップセミナーで手塩にかけた研究者の卵たちは主に応用系の同僚たちの手に渡された。実に平家の公達の憂き目もかくやと思われるできごとであった。その際、数コンを研究科の事業として継続する可能性が会議の席で議題になったが、もちろん誰も四方氏の代りを努める自信なぞありはしない。よってその話は立ち消えになった。しかしながら、四方氏主導の組織改革のため幾夜も眠れぬ夜を過ごした純粋数学者でさえ、この頃には数コンの価値だけは高く評価していたのである。従って筆者は呑気にも、四方氏の肩書が名城大学教授（名古屋大学名誉教授）に変わっても、氏のもう一つの肩書である「日本数学コンクール会長」には変化はないものと思い込んでいたのである。

ところがあにはからんや、四方氏が名城大学に移ったため、数コンはも

はや氏を会長に戴くことはできなくなった。なぜなら中・高校の先生方が数コンの問題作成や運営、及び数コン当日の監督に出向できるのは、県や市の教育委員会の同意があるからであり、数コンが名古屋大学の事業でなくなってしまうとその形式がふめなくなるというのである。確かに役所の仕事というものにおいて、認可すべき事業の肩書の軽重は重要なことには違いない。もう一つ、数コンを仮に名城大で行なうとすると、中・高校生たちの参加意欲が薄れるという。国立大志望の生徒たちが大学見学を兼ねて数コンに参加することも多いからだろう。しかし、四方氏を欠いてはこれまで通りユニークな問題を作ることは覚束ない。ついに数コンも潮時か、そう思われたとき、わが多元数理のマネージングプロフェッサーであった高橋誠氏が立ち上がった。研究科のスタッフ一人一人に声をかけ、数コンの問題作成に協力するよう頼み廻ったのである。高橋氏は1995年に文部省から出向されて以来、四方研究科長の片腕として数コンの事務・運営を切り盛りするのみならず研究者のためそれぞれ粉骨碎身の努力をされていたので、研究科内の信望は厚く、たちどころに筆者を含む5人が新たに問題作成委員として加わった。新たな会長には伊藤正之氏が請われて就任し、何とか1998年度の数コンに向けて船出することができたのであった。

高橋氏は名古屋大学法学部出身であり、学生時代はカントやハイデッガーなどの哲学書にも相当親しまれたと聞く。集中講義の一科目のため惜しくも全優を逃したという秀才らしく、オフィスには教育行政関係や資料や専門書がいかにめしく並んでいた。マネージングプロフェッサーとしての繁忙ぶりはすさまじく、ただでさえ狭いオフィスには大きなカラーコピー機が同居しており、氏はソファーベッドで仮眠をとりつつ夜通し仕事を続けられることもまれではなかった。数コンがテレビで紹介されるのに先立って広報ビデオを作成したのも彼である。1999年に高橋氏は古巣の文部省（現・文部科学省）に戻られ、現在は放送大学の事務方のトップとして活躍しておられる。彼の存在は数コンにとって、まさに地獄に仏であったといえよう。

## 6. 新たな出発

1998年、第9回目の数コンは上のような混乱があったため伊藤正之氏を新会長としていつもより3ヶ月遅れて7月に立ち上がった。名古屋大学内外から東海三県の中・高等学校教員を含む数コン委員たちが集まり、数コ

ン総会が開かれたのである。総会では、予算や人事の異動を含むその全体計画、昨年度の会計報告などがなされ、高橋氏の司会で議事が進行した。筆者を含む問題作成委員たちは各々抱負を述べさせられたが、全体としてはこれからはあえて奇抜さをねらわず、地味でも良い問題を作っていこうという話になった。ただし数学者側が答えのはっきりした問題を良問と考えがちであるのに対し、当時経済学部長であられた奥野信宏氏（現・名古屋大学副総長）は、委員会参与の立場から経済の理論は経済学者の数だけあると印象的な発言をされていた。また中学側からは、学校現場ではいかに数学が生徒たちから嫌われているかについて、悲痛な訴えがあった。実際の問題の作成にあたってまとめ役の大任につかれたのは長谷川勝夫氏（多元数理科学研究科教授）である。長谷川氏は1995年に多元数理科学研究科設立に伴って、東北大から名古屋に転任後、専門の物理、とくに量子コンピュータや頭脳の認識機構の研究の傍ら、数コンの趣旨に深く賛同して尽力を続けて来られた。（現在は数コン副会長として相談役の立場にあられる。）

このように問題委員たちの数学に対する立場や考え方は様々であったが、数コンをなくしてはならないという気持はみな同じであった。その年の問題ができ上がるまでの問題委員会の数場面は筆者の記憶に生々しく残っている。その内実はどうていここに記せるものではないが、高橋教授がまとめたコンクールの実施日程表にあらわれた、その年と前年の相違点から、筆者たち問題委員の血と汗の臭いを感じ取って頂ければ幸いである。

ところが苦心惨憺した割に、問題の評判は今一つ芳しくなかった。数コン実施後に寄せられた意見の中には問題文が難解であるというものが多かった。とくに筆者が深く関わった、ジュニア・シニア共通問題の評判が悪かった。題意は「円錐上の二点を結ぶ測地線（ピンと張った紐）の本数を数えよ」というものだが、それを日常生活のレベルの言葉に結びつけるために、旅客機の経路である大円航路を導入部に用いたのがまずかった。中学生たちにとっては大円の概念自体、非常に抽象度の高いものであったため、彼らの一部は本題に行きつくまでに文章そのものが読めなくなったらしい。このことが筆者にとって、次年度へむけての大きな反省点であった。

とはいえ、数コンは全体としてはそう大きく評判を落とすことなく第10回目へ向けて動き出すことができたといえる。この第10回目は、数コンとしては大きな区切りであり、創設以来の委員たちには感慨深いものだったに違いない。その直後に書かれた伊藤会長の文章から、数コンの趣旨を改

## 第9回日本数学コンクール／第2回日本ジュニア数学コンクール実施日程

月	日	程	平成9年度日程	備考
4月			26日 総会	
5月	9日	打合会	31日 総会	
6月	20日	打合会	21日 シニア問題作成等委員会	
7月	11日 12日	総会 日本数学コンクール委員会 発足	11日 シニア応募締切 19日 シニア準備委員会	
8月	1日 下旬 31日	数学問題委員会（第1回） 運営委員会・財務委員会 募集要項配布 問題原案・素材締切	9日 第8回日本数学コンクール	3～6日 数学公開 講座
9月	1日 12日 30日	応募受付開始 数学問題委員会（第2回） 応募締切	20日 ジュニア応募締切	
10月	3日 10日 17日 24日	運営委員会 数学問題委員会（第3回） コンクール準備委員会 （参加証発送） 数学問題委員会（第4回） 運営委員会 数学問題委員会（第5回） （問題決定）	4日 ジュニア準備委員会 25日 第1回日本ジュニア 数学コンクール	
11月	3日 日 28日	第9回日本数学コンクール 第2回日本ジュニア数学コ ンクール 日 数学問題委員会 数学コンクール評価会議 ※ 資料印刷	3日 日本数学コンクール 表彰式 29日 ジュニア評価委員 会／総会	
12月	日 23日	運営委員会（次回日程案） 表彰式（欠席者への発送） 総会	21日 日本ジュニア数学コ ンクール表彰式及び 総会	
1月	下旬	「コンクールのまとめ」発 送	21日 関係者打合会	
2月	日 下旬	運営委員会（決算） 後援名義報告	28日 総会	
3月	日	総会		

めて説明した箇所を抜粋してみよう。(以下は数研通信・数学No.37 [数研出版] 所載の記事による。)

私たちが日本数学コンクールで取り組んできたことを次の3点にまとめてみたい。

第一に、私たちが試したり、高い所から見ようとする意識を捨て去ることである。問題の作成に当たって、私たち自身が真剣に考えたり、議論したり、実験したりすることは当然であるが、コンクール参加者と私たちとの目線に距離をおかないため、身近で見聞きできる話題から出発し、参加者がその問題を通じて何かを発見する中で、その底にある、またはあるであろう数学理論に近づくことを期待している。これは、数学理論から問題を考えることへの1つの反省であり、ここでの新鮮な発見こそは、問題を作成した私たちがコンクール参加者より優れているなどと決して言えないのである。私たちは、しばしば若者の私たちでは考えつかない発想に出会うのである。第二に、コンクール参加者が身近な話題を本当に身近なもの実感でき、その中で、全参加者が小さくとも何か発見があるように努めていることである。ハッとする発見が若い感性を刺激して、その底にあるものを見つけたいという欲求に駆られるに違いないと考えるからである。具体的には、コンクール会場に小道具や実験器具を置き、小道具に自由に触ったり、簡単な実験ができるようにしていることである。

第三に、若者の感性は素晴らしい。若者は、興味を持てば、数学には成りえないと思われるものでも、数学として処理しようとする勇氣を持っている。私たちはこれを固く信じている。数学が強い汎科学性を持っているにもかかわらず、とかく私たちは、数学として処理する対象を限定しがちである。しかし限定した中からは、自由な発想や考え空想する喜びは限定されたものになるに違いないと思う。これまでも、一見どこが数学かと思われる数多くの問題が出されたが、大人ではとても思いつかない直感と数学的または論理的な思考がしばしば見られた。本年度の日本数学コンクールにおいても、このコンセプトを堅持して、このコンセプトに基づく問題から専門家をも驚かす発想が出てきたのである。

伊藤会長のこの文章には、四方前会長の文章と同様、数コンが単に若者たちの英気を養う一助となればという思い以上の、数理科学振興への強い使命感が現われている。

このような抱負を具現化する力は数学の力強い本流に支えられていなければならない。そこで浅学非才の身をかえりみず、通り一遍ではあろうがあえて筆者が感じ得る数学の潮流の一端にふれ、数コンの方向性にもう一つの示唆を与えたい。

## 7. 数学の潮流—多元から中核へ

近代数学の勃興は、ニュートン、ライプニッツらによる17世紀の微積分学の創世を嚆矢とする。微積分学は四則演算（＝加減乗除）以外の演算、すなわち微分法と積分法を関数の世界にもちこんだもので、これにより数学の内容が一挙に豊かになった。その結果、多くの現象が単純な物理的前提のもとづいて、微分方程式の解として記述できるようになった。万有引力の法則など、近代科学におけるニュートンの影響は絶大であるが、彼の時代の微積分学とその力学への応用において、無限小の概念と絶対静止空間の概念が後の学者たちの議論を呼ぶことになった。無限小は最初幽霊呼ばわりされた後、A.コーシーが築いた解析学の基礎理論に一旦取り込まれてしまったが、20世紀後半、無限小解析がおり、復権した。絶対静止空間の方は、無限小に比べて自明とも思える大前提であったが、やはり19世紀前半にJ. ボヤイ、N.I.ロバチェフスキー、C.F.ガウスらによってなされた非ユークリッド幾何学の発見によりその自明性が吟味されはじめ、ついにはマイケルソン・モーリーの実験やアインシュタインの相対性理論によって、力学の立脚点としての地位を永久に失ってしまった。

これらの出来事は決して微積分学の価値をおとしめるものではなかったが、20世紀初頭まで、数学の学問としてのスタイルを変更させる力として働いたことは事実であると思われる。この時期には「直感はしばしば欺く」が相言葉のようになり、数学の命題の証明法としてよく用いられる背理法に対しでさえ、その正当性に疑義をさしはさむ数学者が現れたほどである。筆者の専門である多変数関数論の創始者的存在であるF.ハルトークス(1874-1943)の仕事の中にも、三択公理(任意の二つの集合の‘大きさ’に関して相等または大小の関係が必ず成り立つ)と選択公理(任意個の空ではない集合の集まりから一つずつ要素を集めて集合をつくることができ

る)が互いに同値であるという定理がある。

このように、19世紀後半から20世紀前半にかけての数学は、数学の基礎への反省という一種の社会的雰囲気の中で発達したのである。

その結果、代数学においてはE.ネーター、圏正造らによる抽象代数学が勢いを得、研究の主流は具体的な個々の方程式の解法からは遠い所で行なわれるようになった。幾何学においてはB.リーマンが「幾何学の基礎をなす仮設について」の中で、‘ $n$ 重にひろがったもの’という言葉を用いて、一般的な幾何学的構造への卓越した洞察を示している。アインシュタインの一般相対性理論の数学的文脈が、すでにリーマンのこの理論によって用意されていたことはあまりにも有名である。解析学においては微積分学のハイライトともいべき変分法の基礎づけが行なわれた。それは形式的にはコーシーの解析学を無限次元の空間にまで一般化することだったが、無限次元の空間は量子力学における物理学的要請を満足する構造として必要不可欠なものであり、すぐにそれ自体が数学の具体的対象と見なされるようになった。

このようにして数学の各分野が共通のモラルと固有の動機によって多元的に発達した時期の後、20世紀後半になるとこれらが急速に融合しはじめる。その様子は数コンとは別の意味で生々しすぎて、ここに記すのは憚られるから、実話を記して示唆を与えるにとどめたい。

上記のリーマン幾何学において中核をなすのは、曲率の概念とその消滅によるユークリッド空間の特徴づけである。この曲率というものを直感に頼らずに、きちんと式で表してその意味を明確に説明するのは案外難しい。しかし筆者が敬愛する小林昭七氏（カリフォルニア大学バークレイ校名誉教授）によると、35年前には専門が幾何学以外の数学者に話をきいてもらうためには曲率の定義から始めなければならなかったが、最近はそうでもなくなったという。

数コンの問題のようにイースト菌の発芽を司る幾何学的構造として曲率を考えることも、そう唐突ではなくなっているのである。多元から中核へ、これが言ってみれば、筆者が言い得る数学の今日的状況、あるいはその雰囲気的一端であろうか。

## 8. 新たな挑戦

前節は神主の祝詞のようなものだが、最後に数コンが鉢巻を締め直す姿

をお伝えできればと思う。1999年度には高橋教授の文科省復帰によって大きな戦力を失った数コンであったが、何とか第10回目をやり終えた。この大きな区切りを機に、数コン委員たちの胸に新たな野心の火がともったのか、新たな企画がつつぎと打ち出されるようになった。

フォローアップセミナーはすでに四方会長の時代に、科目等履習生の制度を利用したパイロット事業（現在の数学アゴラ）に移行していたが、数コン側でも独自の勉強会（数理ウェーブ）を立ち上げていた。これ以上何をと思われるところであるが、その年にはビデオ作りへの号令や、表彰式後の懇談会での高校生たちからのつき上げ、および大数教（大阪高等学校数学教育会）との出会いがあり、2000年度には問題解説ビデオの作成と論文賞の創設が、それぞれ名古屋大学情報メディア教育センターと中日新聞社の多大な貢献によって実現、その後2001年度には数コン大阪会場が実現し、現在に到っている。

このように、数コンすなわち日本数学コンクール（および日本ジュニア数学コンクール）は名古屋大学の事業とはいいながら、高等学校の教員組織をはじめ関係各方面の手厚い支援と、問題作りと事務の裏方のなりふり構わぬ努力とで成り立っている。途中からこの活動に参加した者としては、数コンの存在それ自体が国民栄誉賞ものであることを信ずるだけに、この先疲れが出るであろうとも、地道に長くおつきあいさせて頂きたいと願うものである。