

数学月間のすすめ

片瀬 豊・谷 克彦

1. はじめに

数学は応用に起源を持つ。ナイル川氾濫後の耕地測量やギリシャのデロス島のアポロン神祭壇の倍積問題など良く知られた例だ。およそ5000年前、エジプト、メソポタミアに発した数学課題は、ユークリッド幾何学や無理数の発見へと続く。ピタゴラス派により演繹法も確立した。数学課題を追求していくと、その数学的本質が抽出され、純粋な数学理論体系が発展していった。数学理論の探索は、本質の追及であるべきで、応用によりその探求進路がゆがめられたりほしくない。かつての整数論、素数などの“数学のための数学”に見えた研究が、今日にいたって公開暗号^[1]の基盤として役立つことになるとは、誰が想像しただろうか？ 結晶構造解析の基盤となる壁紙模様や結晶空間群論は、X線の発見以前の19世紀になされた。ペンローズのタイル張りは、準結晶の発見される以前になされた。非ユークリッド幾何学の研究に発したリーマン多様体が、重力場の宇宙空間の記述に使われる。「数学は物理学で必要となるものを見越して、100年も前にそれを用意している」^[2]。巨人の肩の上の小人は、巨人よりも遠くを見ることができる。ニュートンは、「もしも私が見ることができれば、それは巨人たちの肩の上に乗っているからなのです」と言った。

離散数学、情報理論、グラフ理論、確率理論、…、今日のコンピュータ社会を支えている数学の歴史を振り返ったとしても同様であろう。超関数は物理で現れる不連続な関数を安心して扱うことを可能にし、フーリエ変換は、物理学の種々の分野に感動的に現れる。群論や対称性は、環境とその環境下の法則の因果律を語り、“保存法則”の理論基盤である。対応や写像は、まったく関係のない分野の構造を、既知の分野の構造に映して理

解をすることを可能にする。数学概念は、物理学ではもちろんだが、とりわけ、文科系科学に対しては、唯一ともいえる強力ツールである。

かくして数学は、種々の分野で応用され社会を支えている。だがそれが見えない。「数学なんて生活に役に立たない」と言って数学を避ける。文科系は数学嫌いでもいいと誰が決めたのか。ジャーナリストや評論家が、「数学は嫌いだ。苦手だ」といって憚らない。文字を読めないのは恥だが、基本的な数学ができないのは恥ではないとする社会で、論理や正義が守られるわけがない。イギリスのMMP^[3]にも、同様な数学の危機が語られている。しかしながら英米は、数学の啓蒙ができる優れた数学ジャーナリストを輩出している。本稿に引用したサイモン・シン(英)、マルコム・E・ラインズ(英)しかり、古くはマーティン・ガードナー(米)などだ。イギリスで実施中のMMPには、良い数学啓蒙記事のコンテストがある。米国のMAMにも、良い記事を書いた数学ジャーナリストの表彰がある。これらを見ても、英米に優れた数学ジャーナリストが現れる文化風土があるのが納得される。

日本では、2002年から、21世紀COEプログラムやスーパー・サイエンス・ハイスクールSSHが始まった。これらは最先端の数学研究の拠点作りを指向し、“競合・重点化”の思想から発している。“啓蒙・普及”は、ただでさえ時間のない数学研究者には、お荷物であろう。学校数学にしても、日本では受験と結びついたので、数学が、“差別・排除”の根拠に見え、生徒の反感が、罪のない数学に向けられがちだ。しかし、一見効率の悪い“啓蒙・普及”が、社会に不足している数学卒業生の増加対策の地道な王道であることは、英国のMMPに論じられている通りだ^{[4],[5]}。純粋に“啓蒙・普及”を指向する例には、出前授業やその道の達人プロジェクトなどがある。これら

の成果を期待したい。一方、現在の社会の種々の分野を支えている数学に登場願ひ、数学はこんなに身近なものなのだという啓蒙活動が、日本では欠けているように見える。米国のMAM⁶⁾は、この思想が貫かれている活動だ。英米に遅ればせながら、昨年、日本も数学月間を発足させた。数学は社会のいろいろな所で基盤として使われており、決して役立たずではないということを実感できるようにアピールしていきたいものだ。

2. 米国の状況

——レーガン宣言から始まった——

米国には数学強調月間 Mathematics Awareness Month (=MAM)があると言う。米国パークレイ数学名誉教授、小林昭七氏の情報で、東大数学名誉教授、山崎圭次郎氏(数楽)のご尽力により、ウェブサイトの公報の読解に努めた。

始めに、記念すべきレーガン宣言を以下に引用しよう：

宙探究、ハイテク商業、ビジネス、防衛や行政などの様々な分野で不可欠である。数学の研究と応用を奨励するために、すべてのアメリカ人が、日常生活において、この科学の基礎分野の重要性を想起する事が肝要である。

上院の共同決議 261 で、国会が1986年4月14日から4月20日の週を、国家的な数学強調週間として制定し、この行事に注目する宣言を出す事を大統領に要請した。

今日、アメリカ大統領、私、ロナルド・レーガンは、1986年4月14日から4月20日の週を国家的数学強調週間とする事を、ここに宣言する。私は、すべてのアメリカ人に対して、合衆国における数学と数学的教育の重要性を実証する適切な行事や活動に参加する事を勧告する。その証拠として、アメリカ合衆国の独立から210年の西暦1986年の4月17日、ここに署名する。ロナルド・レーガン(Ronald Reagan) [1986年4月18日、午前10時43分、連邦登記所に登録された]

アメリカ合衆国大統領による宣言 5461——
「国家的数学強調週間」1986年4月17日

宣言 (National Mathematics Awareness Week)

およそ5000年前、エジプトやメソポタミアで始まった数学的英知は、科学・通商・芸術発展の重要な要素である。ピタゴラスの定理からゲオルグ・カントールの集合論に至る迄、目覚ましい進歩を遂げ、さらに、コンピュータ時代到来で、我々の発展するハイテク社会にとって、数学的知識と理論は、益々本質的になった。

社会と経済の進歩にとって、数学が益々重要であるにも拘わらず、数学に関する学課が、米国教育システムのすべての段階で低下する傾向にある。しかし、依然として、数学の応用が、医薬、コンピュータ・サイエンス、宇

1980年の前半頃迄は、米国社会・産業は旗色が悪く、日本のTQC^{*)}に学ぼうとしていた時期である。古今東西の歴史を見ると、数学が盛んになると国が栄えるように思えてならない。米国のMAMは、数学教育の振興のみならず、数学を社会の種々の分野の基盤に結びつけようとの姿勢が窺える。毎年、数学テーマを決めて、そのテーマのガイドとなるエッセイが作られる。テーマに関する論文・情報・教育に配慮した解説などがリンクされ、ウェブサイトから発信される。それらに関する各種教材は、全国的に配布され、数学的行事が推進される。ここに、活動の概要と気になるいくつかの年度の公報を紹介したいが、紙数不足のため割愛し、各年度の数学テーマの列举に止める。割愛したこれらは、順次数学月間の会(SGK)通信に掲載する予定である。次節の英国の状況も同様であるが、英米のウェブサイトの充実ぶりには目を見張る。

*) 日本の数学者グループが開発したTQC/TQM(集団考働術)は、数学、心理学、社会学を組み合わせた巧妙な経営手法の一つで、製造業の成功遺伝子に数えられる。昨今の地方行政の革新や中小企業の活性化に、TQMは効果的ではなからうか。

MAW(1998 まで)/MAM(1999 以降)の年
度別テーマ

- 1986 数学——基礎的訓練
 1987 美と数学の挑戦
 1988 米国数学の 100 年
 1989 発見のパターン
 1990 通信数学
 1991 数学——それが基本
 1992 数学と環境
 1993 数学と製造業
 1994 数学と医学
 1995 数学と対称性
 1996 数学と意思決定
 1997 数学とインターネット
 1998 数学と画像処理
 1999 数学と生物学
 2000 数学は全次元に
 2001 数学と海洋
 2002 数学と遺伝子
 2003 数学と芸術
 2004 ネットワークの数学
 2005 数学と宇宙
 2006 数学とインターネット保全
- MAM: Mathematics Awareness Week
 MAM: Mathematics Awareness Month(4
 月)
 AMS: American Mathematical Society
 米国数学会
 MAA: Mathematical Association of
 America 米国数学協会
 SIAM: Society for Industrial and Applied
 Mathematics 工業応用数学会
 ASA*): American Statistical Association
 米国統計学協会
 JPMB: Joint Policy Board for Math-
 ematics 米国連結政策協議会

3. MMP に見る英国の状況

——数学文化涵養の伝統——

英国にも米国の MAM(数学強調月間)に相当する活動“ケンブリッジ科学フェスティバル”があることを、西山豊教授(数楽:大阪経済大学; Cambridge 大滞在中)の情報で知った。その中にミレニアム数学プロジェクト Millennium Maths Project(=MMP)がある。西山氏自身も、MMP 中の plus に、“不思議な数字 6174”という記事を投稿している。西山氏の言を引用しよう:「この国には、“受験の数学”という言葉がありません。塾も予備校もありません。数学や科学は国を興し繁栄させたという自負と認識があり、国民は数学や数学者を大切にします」

3.1 MMP とは何か?

MMP(ミレニアム数学プロジェクト)は、ケンブリッジ大が国内外へ発信する 5~19 歳および一般対象の数学啓蒙活動で、1999 年にスタートした。MMP “生活に数学を”において、“我々の究極ゴールは、あらゆる年齢と能力の人々が、数学に興味をもち、数学の応用と日常世界への貢献の広範さと重要性を理解するのを助けることである。”と述べている。

MMP は、国家的(いくつかのケースでは国際的)影響力のある行事で、ケンブリッジ大の数理科学センターでの数学行事(14 歳~成人対象。土曜日に開催される種々の講義など)、ウェブサイトの中核とした活動の他に、スコットランドからコーンウエル、ウェールズからロンドン市内に分布する数百のイギリスの学校で、学校訪問、生徒のワークショップ、教師コース、ライブのビデオ会議などの対面活動もある。

主要な活動は、以下のようである:

◆NRICH(=enrich: 数学を豊かに)は、5~9 歳が対象の教材(パズル、課題、調査研究、ゲーム)を提供する。NRICH スタッフは、生徒のワークショップと教師コースを開催するために学校訪問もできる。

*) 今年(2006)から、ASA が加盟することになった。

◆Plus(数学の拡大)は、年齢15+対象の数学、数学の科学・芸術・社会への応用、インタビュー、レビュー、ニュースなどを載せたオンライン・マガジン^{[6],[7]}を提供する。Plusには、デジタル経歴ライブラリーがあり、数学学習により門戸が開かれる非常に多様な分野の雇用インタビューがある。

◆Motivate(動機付け)は、リアルタイムのビデオ会議プロジェクト。プロの数学者・科学者(多くは大学の研究者)を、学校の基礎カリキュラムの範囲を越えて数学探訪をしようとする小中学校に結びつける。

◆小中学校や数学の楽しみを促進する公共イベントなどで実施できる触れて遊べる数学ロードショウを持っている。

◆2004年10月には、サイモン・シンの非常に人気のあるエニグマ講習会を実施した。WW2エニグマ・マシーンを持って学校を訪問。8~18歳の学生が数学を体験できる暗号解読ワークショップ。

◆小中学生および一般大衆に対し、ケンブリッジで開かれる無料のポピュラー数学講義の企画。

◆ケンブリッジ大学生ボランティアを、数学・科学の教育支援に、地方の小中学校に派遣する激励プログラムの企画。

3.2 数学を助けて!

Plus マガジン 37号(2005年12月)より抜粋

(1) 数学は“おたく”のためか?

イギリスの数学が危機だ。数学で評価Aを取る学生数の減少が続いている。数学科卒業生が不足していて、産業界や学会の要求を満たせない(数学財団の将来に対する悲観的予測)。問題は、数学が退屈で無益に見えることと、産業や科学の最先端で広範に応用され高く評価されている事実との間の相剋にあるようだ。数学のこの否定的イメージは悪循環を生む:若者が、大学で数学を学習するのを敬遠する。やる気と知識がある教師や師範の不足を生む。さらに、否定的イメージが助長される。このサイクルを打ち切るには、如何し

たらいいのか? 他にも原因はないか?……

(2) 学校

◆教師達は、自分自身がその課題に熱中しているときのみ、彼らの学生を熱中させることができる。1つの解決策は、“サバティカル”を教師に与えることだ:

教える必要のない期間は、より広い数学世界と自分とのリンクをリフレッシュし、数学の新発展、応用、キャリアに関して学ぶことを可能にする。

◆若年層が数学を勉強するように動機づけるのは、数学の応用と就職の見通しであると良く言われる。これは本当だろうか? 多くの数学者は、数学が彼らの心を奪うのは、概念の美しさ、および哲学と同じ“真実”の探求だからだと言う。

いずれにせよ、数学の異なった側面が、異なった学生を奮い立たせ、数学に向かわせることを、認める必要がある。学生の多くに、数学を学び続けさせるには、数学の実用的な様相と哲学的美的な様相とを、バランスよく教えることが必要だ。

◆すべての学生が、数学のために数学を研究したいというわけではなく、学校や大学で、他の対象の研究を続けようと思っている。数学は、自然科学すべての言語であるが、社会科学にも盛んに使用されるようになったし、視覚芸術、音楽、哲学でも、正当な居場所を得ているのだ。このメッセージは、全分野に横断的に伝えられているだろうか? あるいは、学生の逃亡を恐れて、数学はシラバスから削減されようとしていないだろうか? 数学は、他の学科に再注入されるべきだろうか?

◆物理学や経済学などを研究しようとしているAレベルの学生で困るのは、非常に高度な数学が必要になるのに、それに気づいていないということが、最近の研究から明らかになった。学生の認識を改良する責任は、教師のみにあるのではない:就職アドバイザーの役割も非常に重要だ。多くの就職アドバイザーが、数学科卒業生に開いている雇用機会に関して、誤った情報を提供したことを示唆する証拠がある。彼らは総合的な訓練を

*) 1997年3月に1号、2006年3月現在で38号になる。このほかにplus letterも発行。

受ける必要があるが、これは、彼らのみならず、雇用主と数学界全体にも必要である。

(3) 大学

——“チョークとトーク”からの脱却！

◆教授スタイルと内容が、しらせさせるものであるなら、それは大学の数学の学生にとって一層問題である。研究は大学で肝心である。研究時間がほとんど残されていないのに教えて、増加する管理タスクを強いられている。この環境の中では、教育は路傍に押しやられてしまう。

いくつかの数学部門では、新進の講師(博士課程学生や博士号取得後の研究者など)が、講義に対する準備の訓練を受けていない。多くの大学教育が、人々が古風であると思う「伝統的な教授法(チョークとトーク)」になる。応用、文化的背景を描くことは、講義から除外されることが多い。では、講師を管理の役割から解放し、教育を授け、システムにより多くの資金をつぎ込めば、大学の授業の品質改良には十分だろうか？……？

◆あなたがパーティーで誰かに、数学研究者だと言った時、「世の中のすべての数学はすでに解決されたと思った」という応答によく出会う。実際のところ、数学研究は非常に活発で、多くの数学者が、薬学、物理学など他の領域の最先端の科学者と共に働いている。数学の大学生は、しばしば、国際的な科学者から教えられる。大学生を学校に派遣するUAS、STIMULUSなどの大使計画は、大学数学の彼らの経験を分かち合えるので大成功であった。これらの計画を展開し、学校と大学の協力をさらに進めることは、大学での数学研究とは何なのかを学生に明確に気づかせるのに役立つだろう。特に公的資金を受ける研究者には、自身の役割がある。彼らは、社会に数学の認識を提起する責任があり、彼らの研究を一定レベルで一般に伝えるべきだ。

数学そのもの、あるいはその可能な応用について説明することは、公衆、特に学生に、今なされている研究への感心を持たせる。これは、彼らの数学への認識を変え、より多くの数学学生を惹きつけるための偉大な一歩であろう。

(4) 雇い主

◆近年、いくつかの数学科で、雇用向けの特定数学コース、例えば「調剤セクター向けの統計」などを、学生不足でやめざるを得なかった。しかし、訓練されている卒業生を見て、雇い主はこれらのコースを高く評価している。実際、熟練した数学卒業生の不足では、雇い主から苦い苦情がある。イギリス外から専門家を輸入できないなら、その不足対策に取り組まねばならぬ。

◆雇い主は、どういう人々を、何のために必要とするかをよく知っている。もし、彼らが学校や大学ともっと密接に活動し、例えば、公開日活動や若手専門家に話をさせるために学校に派遣するとかすれば、雇い主は、学生、教師、および就職アドバイザーに、数学に門戸が開かれている雇用の多様さを気づかせることができるであろう。

(5) 政府

◆政府は問題に気づいているようだ。そして、「数学科学の卒業生の供給の増加」のようなプロジェクトが始まる。しかし、多くの人々は、もっと具体的な動きを探している。基金は、政府に属する主要課題の一つだ。指摘された点の多くは、資金に依存する。受講人数にかかわらず、大学は、「調剤セクターのための統計」などの雇用の特定数学コースを続けられる程度の基金は受けるべきだ。費用がもう少しあれば、教師と講師の仕事量を減らすために、学校や大学が、管理スタッフを雇うことができる。……

◆成績管理も同様に異論のある問題だ。試験の成績に基づく成績表は、多くの人より、教室活動の粗雑な測定と考えられている。Ofsted(訳注：教育水準局 Office for Standards in Education)監査のために、何人かの教師は神経衰弱の瀬戸際に置かれることが知られている。それは確実に反生産的である。政府は、評価の方法を詳細に調整する必要があらう。

(6) 両親と一般

◆両親は、学校で学ぶことに関する学生の知覚に、大きな影響を与える。教師によると、両親は、しばしば、子供の数学に対するネガティブな態度

を助長する：彼ら自身が数学が学校で嫌いだったら、子供らに数学を強いようと思わない。両親の中には数学の悪い成績が問題であると考えない人もいる。

◆ワークショップの参加者の1人が指摘したように、ほとんどの人々が読むことができないのを認めると当惑するが、基本的な数学ができなくてもまったく恥入らない。

両親、および一般公衆は、数学を、読み方と同じように、基本的な生活技能で教育の必須項目とみなす必要がある。問題は、数学の修行を終えた卒業生の就職見通し同様、日常生活で数学の重要性に気づいていないことだ。

(7) メディア

◆メディアには、公共の知覚の“てこ”の作用がある。数学者は、主流メディアにめったに現れることはない。登場しても、魅力的には見えない。薬学、天文学、および工学などと異なり、数学の最新のブレイクスルーは、新聞報道されそうにはない。

数学者と数学の表現を改良することができるだろうか？ 主流のメディアが、善意からこれをするのは期待できない。メディアは彼らの読者と聴視者に対しアピールのあるものを必要としているのだ。卑屈にならずに、数学を「格好いい」ものにする方法は如何に？ それとも、数学共同体の私たちは、高潔に留まり、メディアが取り上げるまで待つべきか？

◆個々のジャーナリストとプログラマーを含むメディアは、難解な研究の様相を取り上げるのと同様に、私たちの日常生活での数学の影響力を意識する必要がある。数学は、わずかのエリートによって追求されたある種の魔法としてより、創造的な勤勉な実社会の人々による人間の活動として提示される必要がある。

(8) 我々には何ができるか？——略——

4. どのように「数学月間」を進めたらよいか

日本数学協会は、昨年2005年(戦後60年)に、 $7/22(=3.14\dots\dots:\pi)$ から $8/22(=2.75\dots\dots:e)$ を、数学月間[7/22~8/22]と定めた。この期間は、8/8[パチパチで算盤の日]も含んでおり、学校の夏休み中でもある。数学月間の普及のために、数学関連の活動拠点へ、次の項目をお勧め願いたい：

- (1) 日本数学協会のホームページ、特に、「SGK 通信」を見てください。
- (2) この数学月間に向けて、数学的行事を計画推進願いたい。
- (3) 計画されている行事を、日本数学協会にご連絡ください。

4.1 「数学月間」推進に必要なセンター機能

(呼びかけ)

数学・コンピュータは、種々の分野の基礎として社会を支えています。数学のこのような役立ちに気づくことが、数学好きではない普通の生徒にとって数学学習の原動力となります。数学無用の意識がまかり通りがちな社会に、社会の種々の分野を数学が支えている事実を説明・啓蒙する必要があります。

21世紀CEOなどで、先端数学研究拠点や研究者育成の拠点形成が進められています。また、数学の学校教育に対しても、出前授業や種々の拡大授業プログラムによる連携協力が積極的に実施されてきました。しかしながら、社会の広範な分野で、その基礎を数学が支えていることを、社会に向けてアピールすることはできていません。

このような計画を推進するには、種々の分野(拠点)で用いられる数学を把握し、計画実施される数学イベントを連携・公開するセンター機能が必要になります。

数学文化(社会を支える数学や、数学パズルや芸術、純粋数学まで、そのすそのは広い)への興味が、数学力と数学文化をさらに

発展させ、数学が支えている社会基盤の発展に直結することになります。

(推進センター構想)

数学月間は、国内横断的な活動で、種々の数学関連団体や研究拠点のみならず、広く、教育、産業、国家、社会の各分野を支える数学基盤に連携することが肝要である。このための情報活動のセンター機能*が必要となる。文部科学省、科学技術・学術政策局の指導を受けつつ、数学月間に向けて活動を進めている。

4.2 数学月間の会(=SGK)

「数学月間(7/22~8/22)」の行事の拡充と、数学月間の隆盛を願う同好の士が、“数学月間の会(=通称 SGK)”に参加し、日本数学協会の掲示板を中心に活動している。数学月間に関する情報[特に、我々の参考になる、米国 MAM や英国 MMP の情報など]を、SGK 通信として、随時発信していく予定である。情報の発信・交流は、数学関連団体との協力と種々の活動拠点との連携の促進に必要である。数学月間は、数学が社会に役に立っているということを示し、数学への関心を高めるのが狙いであるので、数学月間に向けてシンポジウム、討論会などを企画したい：(1)国会議員と財政再建などに関する数学(TQM など含む)、(2)暗号、識別、あるいは、ハイテク社会・産業を支える基盤としての数学、(3)医学、芸術、等々の種々分野で役立っている数学、…。興味ある企画など、ご提案ご意見を SGK にお寄せ戴きたい。日本数学協会会員であるか否かにかかわらず、SGK に参加をお誘いします。数学月間への思いや意見を語ろうではありませんか。ご意見ご希望など、世話人までご一報ください。

(連絡先と方法) 谷：tani@rdc.ricoh.co.jp,
FAX: 045-590-1903

日本数学協会 <http://www.sugaku-bunka.org/> の掲示板が利用できる方は、SGK 掲示板をご利用ください。

●参考文献……………

- [1] サイモン・シン：暗号解説。青木薫訳，新潮社，2001.
- [2] マルコム・E・ラインズ：物理と数学の不思議な関係。青木薫訳，ハヤカワ文庫，2004.
- [3] Millennium Maths Project, <http://www.mmp.maths.org/index.html>
- [4] 数学の危機, <http://plus.maths.org/issue37/editorial/index.html>
- [5] 数学を動機づけるもの, <http://plus.maths.org/issue38/editorial/index.html>
- [6] Maths Awareness Month, <http://www.math-aware.org/index.html>

(かたせ・ゆたか/ハリソン東芝ライティング)

(たに・かつひこ/(株)リコー基盤技術研究所)

*) 現在、日本数学協会内に開設した“数学月間の会”が中心となり活動している。