

## 数学月間(SGK)だより

谷 克彦

◆「数学など知らなくてもかまわない」と世間は数学に冷淡である。「数学月間」の狙いは、数学が社会と無縁であるどころか社会を支えている現実を示し、世間の数学への共感を深めることにある。社会や両親が数学を軽んじれば、生徒も数学学習を敬遠する悪循環になってしまう。このような趣旨の活動は、世界各地(米国 MAM, 英国 MMP<sup>(註)</sup>)などがその先駆に見られる。世界の数学月間の活動メニューには、講演会、講習会、学年別オンライン教材、数学祭りなどの多彩なアイテムがあり、広範な市民層のさまざまな関心レベルをカバーしている。本稿では、これらのうちの「数学祭り」に注目しよう。「数学祭り」の特徴は、体験型(Hands-on)、対話型(Interactive)、ワークショップの並んだ会場(Midway)、巡回出前授業(Roadshow)などのキーワードと、科学との連携(サイエンス・フェスティバル)にある。

◆今年度私は、KG 大の学生支援室で物理学習の面倒を見ている。学習は、公式に数値を入れ計算するというタイプの小テストの積み重ねで進められる。この方法は着実な学習進捗の確保とテスト点数の改善には直結するが、これで物理の心が身に着くとは思えない。物理の心というのは基本となる現象の理解のことで、憶えるほどの公式などありはしない。数値計算のテストは物理の本質ではない作業のほうに重点を向けさせ、いかにも物理を勉強していると錯覚させる。このような教授法の弊害は数学教育にもあるようである。

物体の重心や力のつり合いなどの力学感覚は、遊びのうちに指先や体が自然に覚えるものである(写真 1)。

吹きガラスの職人技を見るがよい。熔融ガラスの粘性の温度特性や力学法則は身に着いており、瞬時に熔融ガラスを制御する。芸術家や職人は身に着いた物理感覚がないと役に立たない。物理感



写真 1 とっとりサイエンスワールド。三千個の積み木と遊ぼう

覚のないエンジニアは、応力のかかるところにどうしてこんな設計をするかと呆れる製品を作ったりする。

「数学祭り」のような体験型ワークショップは、数学や物理の心を身に着けるのに非常に有益である。

◆学生が物理学に惹かれるパターンは、大きく分けて2通りある：(1)理論の美しさ、(2)数値解を得る喜び。

(1) 例えば、「最小作用(停留値)の原理」——作用関数が停留値をとる状態が実現するというもの——は、古典力学の世界と量子の世界の架け橋となる美しい原理である。数学ではオイラーの変分原理といった方がなじみ深い方も多いだろう。もう一つの例は、マックスウェル方程式と与えられた初期(境界)条件とから、電気工学上のさまざまな課題が魔法のように解けることだ。ポアソン方程式やラプラス方程式に帰着したりするのである。

(2) 工学では課題を解いて数値を求める必要がある。課題に対する数値が求まるのは喜びである。課題の状況から式を作るところに物理学がある。課題背景の吟味を飛ばして、公式の数値計算のみを行う小テストの価値は大いに疑問である。計算ドリルから逃れて数学感覚・物理感覚を味わう余裕が欲しいものである。

学生諸君が苦勞しているので物理学習のコツを幾つか記しておこう：

(i) 同じ[単位]の物理量でなければ、和・差の演算をする意味がない。力[N]から加速度[m/s<sup>2</sup>]を引き算するなどの間違いはもつてのほ

かだ(犬1 [匹] から肉1 [kg] をどうして引き算できるのだろうか)。

(ii) 物理の解法にはパターンや見通しがある。例えば、物理量の定義される空間が、互いに双対な空間ならば、フーリエ変換で他の空間の物理量に変換できる。

(iii) 与えられた数値を公式に代入し、数値を求めるのは計算力の問題である。しかし効率的な計算をしないとまともな答えが出ない。計算過程でも有効数字をつねに念頭に置き、無駄な計算をしないことだ。

◆とっとりサイエンスワールド——美しい数学・楽しい算数——(写真2)



写真2 とっとりサイエンスワールド Midway

とっとりサイエンスワールドは、鳥取大学地域学部、矢部敏昭教授(現副学長)が中心になって2007年にスタートし、今年(2013年)で7年目になる。発足時は、東部(鳥取市)だけで実施したが、すぐに西部(米子市)と東部で実施するようになり、4年目からは、西部、東部、中部(倉吉市)の3会場に広がった。鳥取県、鳥取県数学教育会が主催、鳥取県教育委員会、各地区教育委員会が後援し、小・中学校の先生方が活動の中心になっている。多数の高校、短大、大学生のボランティア参加もあり頼もしい。いまやすっかり地域に定着し、子供、両親から老人までが楽しみに集まる数学フェスティバルとなっている。

2011年を例にとると、西部(8月21日)では、雨模様の午前中であったが、550人の参加者、東部(8月28日)では、晴天に恵まれ1,256人の参加者、中部(9月25日)では800人を超える来場者があった。各会場、学生ボランティア34人を含

む134人のスタッフ(小・中学校の先生が中心)がさまざまなワークショップを担当した。

小さい子供が進んで計算力検定に参加したり、問題に挑戦してスタンプを集めたりし、数学・算数を恐れず楽しんでいる雰囲気を見ると将来が頼もしい。ボランティア側も子供たちといっしょに数学・算数に親しむことで、数学感覚がいつそう身に浸み込む。立体模型、数独、セパタクロ、エレガントな解き方コンクール、などの30種ほどのワークショップ・コーナーがある。私も「万華鏡をつくろう」で毎年参加している。小さな子供から大人まで自分の万華鏡を覗いて本当に楽しそうである。

私の万華鏡は、壁紙模様の対称性(平面群)や3角形の平面分割で生成できる対称性を体験させようと始めたものだ。その道の達人事業(巡回型ワークショップ)では、私は「万華鏡と結晶学の達人」として、2005-2007年に小学校15・中学校3・高校1を訪問し、約1,300人の生徒が自分の万華鏡を作製した。ここでも、物がきちんと作れる器用さは理論とは別の能力で、不器用な先生よりも良いものを作る小さい子供がいるのを見た。

◆数学博物館(MoMath)

国立数学博物館 MoMath(National Museum of Mathematics)は米国唯一の数学の博物館で、ニューヨークのマディソン・スクエアに、2012年12月15日オープンした。ここには30以上の対話型展示がある。

日本のこのような常設館は、リスピーア(数学展示は岡部恒治教授、埼玉大による)がある。科学中心の展示も含めると、日本科学未来館、科学技術館、各地の科学館、などがある。米国のMoMathの狙いにも、「国民の数学への理解と認識を高める」ことが謳われている。

MoMathの活動メニューには、「数学との出会い」や「数学娯楽」などがある。「数学との出会い」は、毎月異なる数学者が講義し、「折り紙の幾何学」などの高校生や大人を対象とする興味深いものである。これらは、英国MMPにおけるPlus マガジンやケンブリッジ大の講演、米国MAMの講演などと同じ性格のものである。

「数学娯楽」は、本稿でいう「数学祭り」のことで、ここにある数学に基礎を置く対話型の巡回展示には：

- ・床面を滑らかに移動する四角車輪の三輪車(写真3),



写真3 四角車輪の三輪車(MoMathより)

- ・レーザー光線が作る平面による種々の3次元物体の切り口の面白い形,
  - ・整数を入力し演算をダイヤルで指定し、ハンドルを回すと数値が出力される手廻し関数機械。
- などがある。

「数学娯楽」は、2009年の世界科学フェスティバルでデビューし巡回を始めたので、2012年12月のMoMathオープン時には50万人訪問を達成している。

「数学祭り」の体験型展示は、子供が「不思議だな」と感じその仕組みを探検したくなるものを選ばれている。このような体験こそが、テストでは測れない数学感覚や物理感覚を身につけるのに貢献している。

また、展示は遊びだけに終わらず、さらに知りたい生徒が探索を深められるような、数学への導入の仕組みができていることが肝要である。

【注\*】 MAM(Math Awareness Month),  
MMP(Millennium Math Project)

(たに・かつひこ/数学月間の会 SGK 世話人)

