



# じつきよう

## 数学資料

No. 56

### 和算の世界に見る数学教育 —江戸時代にもあった数学サークル—

鳴海 風 (作家)

明治5年8月に学制が公布され、「算術九々數位加減乗除但洋法ヲ用フ」と定められた。算術は西洋式になったのである(ただし、翌年には珠算も教えてよいとされた)。このとき導入された西洋式数学を洋算というのに対し、それ以前の数学、特に江戸時代に発達した日本独自の数学を和算という。また、真剣に和算に取り組んでいた人々を和算家という。学制公布で除外された和算とはどのようなものだったのだろうか。洋算よりも著しく劣る数学だったのだろうか。

現代でも、数学を知らなくても生きていけるのか、数学者が研究している数学は難し過ぎて役に立たないとか言う人がいるが、江戸時代にも似た人がいた。たとえば儒学者の荻生徂徠(1666～1728)は、「今の数学者流を觀るに、種々奇巧を設け、以て其の精微を誇る、其の実は世に用無し」と批判していた。

役に立つか立たないか、難しいか易しいかというものをさしだけで測ってよいものだろうか。和算と和算家たちについて、さまざまな切り口から眺

めてみよう。

#### 1. 数式の出でこない数学

江戸時代に大ベストセラーになった和算の入門書『塵劫記』は数の名称から始まっている。一、十、百、千、万、……、不可思議、無量大数といった大きな数や、分、厘、毛、絲、忽、……、沙、塵、といった小さな数である。寸(≒0.03m)を基準にした長さの単位なら、塵がナノ(10の-9乗)に当たるので、1沙(≒0.3nm)がおよそ原子の直径である。江戸時代の人が、そんな小さな物質の存在を予想していたとはとても思えない。

大きな数を教えたあと、『塵劫記』では「ねずみ算」の計算問題が出てくる。正月に1組の親から12匹の子ネズミが誕生し、2月には成長した子ネズミも含めて7組の親からそれぞれ12匹の子ネズミが誕生する……といった具合で増え続けると、年末の12月には親子合わせて何匹になるかという問題だ。実に276億8257万4402匹になる。現代式に解くならば、月を追うごとにね

#### も く じ

論説	学校紹介	
和算の世界に見る数学教育	東京都立戸山高等学校	11
わさんぼ	ワンポイント教材	
第1回	放物線と円の間	14
実践記録	談話室	
数式処理システム Maxima の利活用	川端裕人さん	16

ずみの数の増える様子が等比数列になっていることに気付いて、 $2 \times 7^{12} = 27682574402$  と答えは一発で出る。しかし『塵劫記』では、掛け算と足し算を毎月繰り返して求めていく。

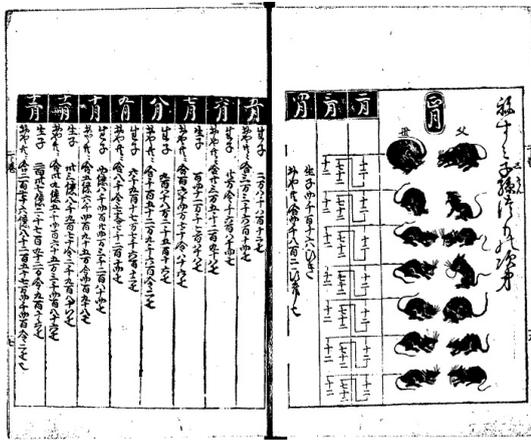


図 1. 『塵劫記』(東北大学附属図書館蔵) から「ねずみ算」の部分

276 億匹のネズミとは途方もない数だが、『塵劫記』にはまだ続きがある。これらのネズミが尻尾をくわえてつながって海を渡るとすると、その全長はどれほどになるか、1 匹のネズミの長さを 4 寸として計算させているのだ。著者の吉田光由(1598 ~ 1672) は奇抜な問題を考えたものだ。この答えは、788654 里 33 町 20 間 8 寸であり、メートル法に換算すれば、およそ 231 万 756km となる。地球と月の距離が 38 万 4400km だから、実にその 6 倍である。そんな長さのネズミの列が渡れる海などあるはずがない。しかし、それを知っているのは現代人だからだ。

とにかく計算を覚えれば答えが出る。よく分からなくても、その答えの大きさの海の広さを想像する。江戸時代の人はずいぶん数学の楽しみを知ったのだろう。宇宙の果てが見えないから宇宙の大きさを研究することに意味がないとは言えない。科学は夢想から始まっている。

## 2. 和算書を通じた研鑽の連鎖

最後の改訂版となった『新編塵劫記』の巻末には答えをつけずに問題が載せられた。内容を理解したなら自分で解いてみなさい、といった吉田光

由の軽い気持ちだったかもしれない。ところが、それは、数学に興味をもった読者のハートに火をつけた。それらの問題に対する解答を本にするだけでなく、また新たに解答のない問題をつけるということが行われた。そして実に 170 年間にもわたって続いた。これを遺題継承という。

工夫して問題を作ることは、読者にとって新たな楽しみだったろうが、数学の応用力を伸ばす最適な訓練法でもあった。

## 3. 誰でも研究発表

和算の習慣で最も有名なのは算額だろう。数学の問題と解答を書いた絵馬で、有名な神社などに奉納・掲額された。ほとんど全国に分布していて、現在でも 900 面ぐらいが残っているといわれる。算額を掲げた目的は、難しい問題が解けたことを神に感謝すると同時に、それを人々に見せることにあった。自分で考えた幾何の問題の美しさやその解法の鮮やかさを自慢したかったのだ。一種の研究発表である。

当時の本は木版刷で、版木には寿命があった。せいぜい 100 部程度しか印刷できない。当然費用も時間もかかる。ところが、算額奉納なら、適当な大きさの板に切って筆と墨で書けばできた。あとは、せいぜい神社への寄進程度の負担で済んだから、一般庶民でもその気になればできた。しかも、有名な神社であればあるほど、参詣人は多く、遠方の人もやって来る。自分の掲げた算額を眺めて感心する人々の姿を、境内の隅から眺めてほくそえむ和算家もいたのではないかな。言わば、算額は現代のブログに相当するもので、流行したのは当然だろう。

## 4. 役に立った和算

江戸時代の人々は何のために和算を学んだのだろう。現代のように科学者や技術者になるために必要な学問として学んでいたのだろうか。

エレキテルや火浣布を作った平賀源内は、一種の科学者だろうが、彼が数学の達人だったという話は聞いたことがない。オランダ流の医師たちも

基礎学問として数学を身につけることはなかった。モノづくりに携わっている人々は職人がほとんどで、勘とコツの匠の世界に生きていた。

高度な数学を必要としたのは、暦を作る幕府の天文方てんもんかたの人たちだった。当時は太陰太陽暦なので、1年は太陽の位置で二十四節気を配置し、ひと月は月の満ち欠けで決定した。日食や月食も予測しなければならなかった。計算は大変だった。

天文方を除けば、江戸時代は高等数学を必要とする人はほとんどいなかった。

関孝和(1640頃～1708)のころから、円の性質に関する研究は始まっていた。円理という。円周率の公式などがその典型である。円理は三角関数の元となり、緻密な三角関数表は、日本では天文暦学に役立った。

天動説だが太陽や月は地球を焦点とする楕円軌道を描いているとする『暦象考成 後編』を理解した高橋至時よしとき(1764～1804)は、初めて西洋天文学を用いた太陰太陽暦「寛政暦」を完成させた。

## 5. 算聖関孝和

周知のように江戸時代は鎖国政策がとられた。それ以前に入ってきた中国や朝鮮の数学書、あるいはキリスト教が禁止される前に宣教師がもたらした西洋の数学の知識が、和算家の数学の出発点である。それらは、そろばんを使った加減乗除に基づく比例や面積、体積の計算から、高度なもので算木・算盤を用いて代数方程式てんげんじゆつを解く天元術までだった。

ところが、関孝和は独自の数学を発達させた。わずかな外来の数学を基礎としながら、次々に新しい理論構築や発見をしたのである。ホーナーの解法の完成、行列式、ベルヌーイ数の発見、独自の筆算式代数法ぼうしよほうである傍書法てんざんじゆつ(点竄術)の発明、……枚挙にいとまがない。

関孝和が師事した人物については研究されていても定説がなく、少なくとも長期間にわたって教えを受けた人物はいなかった。ほとんど独学だった。また彼は、甲府藩の勘定吟味役や幕府の西丸御納戸組頭を務め、数学を職業としてはいなかった。

た。彼の薫陶を受けた人たちはいたにはいたが、塾を開いていたわけではないし、きちんとした謝礼を受けて教えていたかどうか分からない。

2007年は関孝和没後300年に当たる。日本数学会などにより、1年間にわたって記念事業が営まれるが、これをきっかけに、この世界的な業績を残した関孝和の研究プロセスを解明していけば、数学の発展や教育に対する新たな示唆を得ることができ、意義あるのではなかろうか。



図2. 浄輪寺(東京都新宿区)での関孝和三百年忌法要

(2007.12.2. 筆者撮影)

## 6. ユニークな和算家

算額奉納と並んで面白い和算の習慣の一つに、遊歴算家ゆうれきさんがある。文字通り旅をしながら数学を教える歩き人のことで、全国に和算が広まった原因のひとつである。

遊歴算家の一人に山口和かず(?～1850)がいる。生涯に何度も長期間、長距離の遊歴を行った。彼が残した『道中日記』には特徴がある。いつどこでどんな数学者と出会って彼らを弟子にしたとか、神社で算額を見たとかいった数学に関する記述以外に、印象に残った風景を墨絵で描き、句碑を発見すると書きとめているのだ。松尾芭蕉を尊敬していたらしい。芭蕉の句碑の記述が非常に多い。実際、彼の第2回、第3回の遊歴のコースは芭蕉の奥の細道に重なるのだ。

風景画を描き、句碑を書き留めている山口和は現代の視点で表現するなら理系でも文系でもない

文化人ということになる。

数学に夢中になった大名もいた。

磐城平のちに日向延岡へ領地替えとなった内藤政樹（1703～1766）などは、父や祖父が俳諧で名を上げていたことから、自身も俳諧とは別の分野で一流を目指したのではないだろうか。彼は二人の著名な数学者を抱えた。久留島義太（？～1757）と松永良弼（1692～1744）である。また、久留米藩主、有馬頼僮（1714～1783）には著書が多く、中でも関流の奥義である点竄術と円理を公開した『拾璣算法』が有名である。

### 7. 和算を学ぶ人たち

江戸時代の庶民の学校は寺子屋である。俗に「読み、書き、そろばん」という。これらが庶民の基礎教養だった。現代の学校との違いは多いが、たとえば、集団一斉授業ではなくマンツーマン指導だった。年齢の違う、あるいは勉学の進度の違う子供らが同じ場所で学んでいた。現代との本質的な違いは、師弟関係だろう。寺子屋の師匠だけで生計を立てていた人は少なかった。決まった入学金（束脩という）とか授業料（謝儀という）があったわけではなく、盆暮れに品物を届けたりしていた。入門とは人生の師に入門するようなもので、子供には親が付き添い、必要な机や筆硯などは自前で用意していた。

寺子屋で教えた数学はそろばん程度で、レベルの高い数学は、実力のある和算家から学んだ。彼らは、稽古事のように流派を形成していた。関流には、最初からあったわけではないが、宗統制度や、学習の進度によって与えられる免許制度（弟子筋にあたる山路主住が整備したといわれている）があった。流派間の対抗意識もあったようで、関流の藤田貞資（1734～1807）と最上流の会田安明（1747～1817）の間で繰り広げられた算術書の応酬つまり数学論争は有名である。算額を奉納するときは、誰の門人かを明記することもよくされた。

尊敬する寺子屋の師匠を顕彰する意味で、子弟たちが建てた筆子塚が多く残っている。最上流の

会田安明の弟子たちも、師の顕彰碑を建てたが、その石碑には算子塚と刻まれている。これは、今でも、浅草寺の境内に残っている。



図3. 浅草寺境内にある算子塚と筆者

大きな数学塾もあった。江戸で長谷川寛（1782～1838）の開いた数学道場、内田五観（1805～1882）の開いた瑪得瑪弟加塾などが有名である。しかし、一般には和算は小グループ「連」で研究活動がされたようである。現代でいえば数学サークルだろう。

数学を学び合った「連」の様子を伝える算額が残っている。岡山市の惣爪八幡宮の算額がそれで、よく見ると、集まっているのは武士だけでなく、一般庶民、女性も子供も算木算盤やそろばんを使って楽しげに数学の問題に取り組んでいる。

こういったものに教育の本質を見てしまうのは筆者だけだろうか。

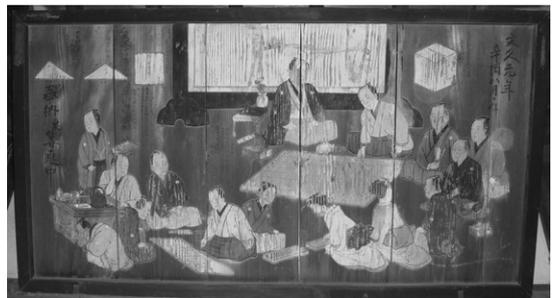


図4. 岡山市にある惣爪八幡宮の算額「惣爪算連中」（筆者撮影）