

# 静かなクラシック音楽が 流れる研究室で 調和の取れた 美しい数学について 考え続ける

理工学部数学科／代数学研究室

## 諏訪 紀幸 教授

Noriyuki Suwa

「小さいころからしつこい性格だったようです」。お話をうかがい始めると、諏訪先生はこう言って笑った。高校までと違って、大学で学ぶ学問としての数学は、常に明確な答えが用意されているわけではない。一日中、場合によっては一生考え続ける、迷宮のような分野でもある。そんな数学の深さ、おもしろさを伝えながら、情報化社会で必要とされるプログラミング等についても指導をおこなう。数式や論文を「作品」とする諏訪先生のお話は、文句なしにおもしろい。



数式や定理の構成は緻密  
それはクラシック音楽の  
構成美に通じると考える

諏訪先生の研究室に入ると、一瞬、自分の耳を疑った。あいさつを交わして席に着くと、透明感のあるリーダーの音が聴こえてきたからである。近くの小学校で音楽の授業でも

やっているのかと思つたら、どうも違う。「いつもクラシックを流しながら、数式のことを考えているんですよ」と先生は笑う。確かにデスクの上にも、本棚にも、クラシックのCDが無造作に並べられていた。ちよつと意外な感じがしたが、先生によれば、「数学者のなかにはクラシック音楽好きが多い」とか。

「数学は調和の世界であり、公式や定理の証明には美しさがともなうと私は思っています。数字、記号が一つでも狂えば、その証明は破綻してしまう。例えば論文を書くときも、構成をきっちり考えて、論理的に進めなければいけないですね。でき上がったものには構成的な美しさがあつて、それはクラシック音楽の構

成美に近いと感じます。もちろん好みはあつて、私の数学に近いのはバッハやモーツァルト。ロマン派は音が分厚いように感じてしまうので、バロックの楽器がちょうどいい。今流れているCDですか？ これはフランス・プリユッヘンという、リーダー奏者のものです。こういう美しさを数学で表現したい」



すわ のりゆき  
1955年、鹿児島生まれ。1973年ラ・サール高校卒業。1979年東京大学文学部印度哲学科卒業。東京大学大学院理学系研究科に進み、1987年3月博士課程満期退学。1986年6月にパリ大学第11（オルセー校）で学位を取得。東京電機大学工学部専任講師、助教授、同教授を経て、1998年4月中央大学理工学部数学科教授、現在に至る。専門は代数幾何学で、混標数あるいは正標数の代数幾何学の研究を進める。2002年度から2008年度までの21世紀COEプロジェクト「電子社会の信頼性向上と情報セキュリティ」に参加。



諏訪先生は、ご自身の研究で使う数式や論文を「作品」と呼ぶ。作曲家が一つひとつの音を緻密に組み合わせ、壮大な楽曲を完成させるように、諏訪先生は数字と記号を組み合わせて、日々作品づくりをおこなっている。緻密に構成された数式に美しさを感じるのは、数学者ならではの感性だろう。

「私の専門は代数幾何学と呼ばれる分野です。大雑把な言い方をすれば、代数は数式を扱う数学、幾何は図形を扱う数学。数式によって図形の性質を調べるのが、代数幾何学の目的です。例えば半径1の円を $x^2+y^2=1$ という数式で表現し、そこから円の持つ性質を調べる。ただ、円には一様な曲がり方をしていてという性質がありますが、これはむしろ微分幾何学と呼ばれる分野の話題です。代数幾何学では、円だけでなく楕円や双曲線、放物線を含む多種の曲線に対して、これを総称して二次曲線と呼んでいます。二次曲線は直線と2点で交わる、そんな性質を調べることが興味の原因になっていきます。そのときに、例えば連立方程式 $x^2+y^2=1, y=0$ は二つの解 $(x,y)=(1,0)$ を持つという数式の言葉に翻訳

して、二次曲線は直線と2点で交わるという現象を理解するわけです」  
高校生にわかりやすく、研究内容を解説してくださいとお願ひすると、諏訪先生はしばらく考え込んだ後、こんなふうにご話し出した。即席の代数幾何学講座は続く。

### 数学を深く学ぶことは 人類の叡智がどうやって 成り立ったかを知ること

「代数幾何学は広大な分野で発展していますが、私が研究してきたのは整数論と関わりが深い数論幾何と呼ばれる分野です。三平方の定理はよく知られていますよね。発見したと伝えられるピタゴラスは宗派の教祖でもあり、その教団の人たちは世の中はすべて整数で成り立っていると考えました。2/3とか127/2007のように分子も分母も整数である数しか認めない。そのような数は有理数と呼ばれています。

ところが皮肉なことに、三平方の定理から二等辺直角三角形の辺の長さ(1,1,√2)であることがわかりますが、√2は有理数でないことが証明されました。√2が有理数でないこ

とは教団の機密事項で、それを外部にもらした信者は暗殺されたという伝説もあります。どこまでが本当か、私にはわかりませんが」

数学を学ぶことは、その歴史を紐解くことでもある。公式や定理にははるか以前に確立したものも多く、それが崩れないまま現在に至るところも、諏訪先生にとっては美しさの一つだ。

「有理数しか認めないピタゴラス教団の見る円は、普通の見方とは違っています。x<sup>2</sup>+y<sup>2</sup>=1の上の点とし



ては、(x,y)=(3/5,4/5),(5/13,12/13),(8/17,15/17)のような点しか認めない。分母を払うとすべての辺の長さが整数である直角三角形(3,4,5),(5,12,13),(8,15,17)が得られますが、このような直角三角形を組織的に得る方法を古代メソポタミアやエジプトの人たちは知っていたようです。今は数学の表現方法が発達してしまので、高校数学の技法でx<sup>2</sup>+y<sup>2</sup>=1を満たす有理数の組(x,y)のすべてを求めることができます。ところで、x<sup>2</sup>+y<sup>2</sup>=3は半径が√3の円ですが、中学数学の観点で見れば半径が√3の円は半径1の円と相似となります。ところが、ピタゴラス教団の人たちから見ればまったく異なる図形です。x<sup>2</sup>+y<sup>2</sup>=3を満たす有理数の組(x,y)が存在しないことは、工夫すれば高校数学の範囲で証明できます。粗っぽくいいますと、数論幾何学はピタゴラス教団の代数学何学です」

### 普段意識はされないが 数学の理論や考え方は 社会の多くの分野を支える

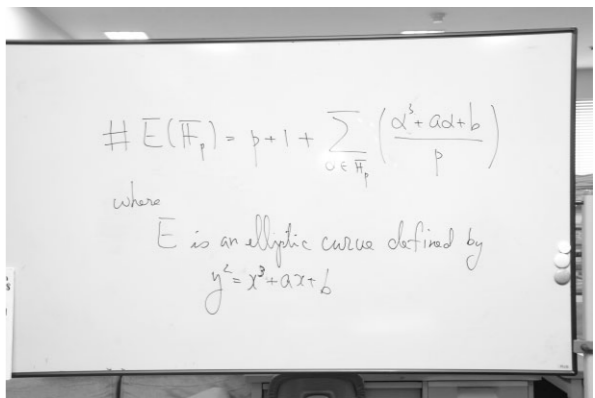
他の分野と違って、数学の世界で

はあまり大きな発見はないように思うかもしれないが、10年ほど前に「フェルマーの定理」が証明されたニュースは世界的に報じられた。

『nが3以上の整数ならx<sup>n</sup>+y<sup>n</sup>=1を満たす有理数の組(x,y)は(±1,0),(0,±1)には存在しない』

これがフェルマーの定理。n=3やn=4くらいなら、高校生でも数学が得意なら証明を追えるとしても、一般のnとなると、フェルマーがその証明を書くには余白が足りないと言った。フェルマーの定理によって整数論が鍛えられたといわれる。

「生きている間に証明されることはないと思っていたから、私も驚きましたね。こうした問題は数学者の道楽として見られていたのですが、情報社会の到来とともに、情報の安全性を保障する暗号理論や、情報の確実性を保証する符号理論の基礎を支える理論として、数論幾何が脚光を浴びています。スマートカードのなかに数式が組み込まれていて、それを暗号が動かしている。普通の数とは違いますが、スマートカードのなかではピタゴラス教団の代数学幾何学



が実現されているのです。中央大学の情報工学科には最先端の暗号を研究しているチームがあって、私もそのプロジェクトに参加しています」

数学の研究は、今日やったことがすぐに実社会で役立つものではない。しかしフェルマーの定理のように、300年以上考え続けられた結果、現代社会の重要な分野に反映されることもある。先人、現在の数学者、その後輩たちへと受け継がれるなかで、次第に形を整えていく理論もあるのだ。

「とはいっても、研究室の学生に理想を押し付けるわけにもいきません。できる範囲で、希望に応じて研究指導をおこなっているつもりです。修士論文で独自の結果を出すことは、

数学に限らず高度に科学技術が進歩したなかでは、どの分野でも非常に難しいのですが、数学の理論を何か理解する、そこに述べられている理論を応用して何か計算するアルゴリズムを考える、それを実際にプログラムに書く。というようなことを多くの学生に指導しています。

プログラムが自分の考えていたように動いたか検証する、動いていなければプログラムの欠陥を探してそこを修正する。それには論理的に物事を考える力が必要ですが、数学で鍛えた論証能力がそこで発揮されるはずだ」

研究室は博士課程4人、修士課程7人、学部4年の卒業研究が7人。企業からのニーズも高く、IT系の企業でSEとして活躍している人が多いという。世界的な大企業からベンチャー企業まで、情報化という社会動向を反映して、数学の知識、論証能力を持ったエンジニアが求められているようだ。

### 公式の丸暗記はやめよ 自分で考え、証明してみれば 美しさの意味がわかるはず

「高校生に対して伝えたいメッセージは、『公式や定理の丸暗記に頼るな』ということ。高校では多くの数式や定理を習いますが、かなりの高校生は丸暗記して、機械的に計算していると思います。試験で点数を取るにはそれが手っ取り早いことは承知していますが、それで問題が解けたからといって、本当の意味での数学の力は身につけません。少しひねった問題を出されたら暗記だけでは通用しないし、大学に入ってから研究は、あらかじめ答えが用意されているのではなく、公式や定理のこじわりを理解して、自分なりの理論を組み立てることが中心です。

三角関数の公式を暗記するのはなく、加法公式の成り立ちを理解する、加法公式から倍角公式、三倍角公式、和積公式、積和公式を自分で証明し、導いてみる。そうすれば三角関数の理解が深まり、応用問題が出されても落ち着いて考えられます。成り立ちを理解すれば、例えばxとyを間違えるといった単純なミス

も防げるはずだ。

また、数式は一つの言葉、先人が試行錯誤を繰り返して得た合理的で洗練された表現方法です。数式をいねいに書くようにしてほしいと思います。自然科学や社会科学のさまざまな分野で数学は用いられていますし、数式が読めることは一つの特技です。江戸時代の人たちが算額で数学を楽しんでいたのですから、現代に生きる皆さんが数学で楽しめないわけはありません」

公式を丸暗記せずに、証明によって成り立ちを理解する。そして数式をいねいに書く。それはきっと、諏訪先生のおっしゃる「数学の美しさ」を理解するための第一歩なのだろう。

1時間を超える取材のなかで、先生はスウィフトの『ガリヴァー旅行記』を引用された。ガリヴァーが3回目の航海で訪れた、空に浮く島にあるラピュータ国では、音楽と数学が生活の基準になっている。「数学者の集まりがスウィフトにからかわれているようにです」と諏訪先生は苦笑い



するが、数学者に音楽愛好家が多いという説は、現代に限らず、以前の定説のようだ。

数学科の研究室は、建物の最上階である11階と12階にある。諏訪先生が語る数学の理論と、その背後に流れるリコーダーのやさしい音色。お話をうかがいながら「ここは空に浮く島にあるラピュータ国ではないのか」、そんな思いが頭をよぎった。