

理工学部数学科 /
代数学研究室



佐藤 周友 教授

代数学、数論幾何学

【プロフィール】

佐藤周友（さとう かねとも）▷1970年、愛知県生まれ。東京大学理学部数学科卒業。東京大学大学院数理科学研究科博士後期課程修了。日本学術振興会特別研究員（東京工業大学大学院理工学研究科数学専攻所属）、同海外特別研究員（米国University of Southern California所属）、Research Fellow supported by EPSRC（英国The University of Nottingham所属）を経て、名古屋大学大学院多元数理科学研究科准教授。2011年、中央大学理工学部数学科教授に着任。趣味は、音楽・映画鑑賞、道の駅巡り、ドライブ、愛猫（ベンガルのゆずちゃん）と遊ぶこと。

**紀元前から続く数学の中で、まさに新進気鋭の
学問分野である「数論幾何学」において、
将来の「フィールズ賞」受賞候補者を育成する**

佐藤先生の専門は、代数学の中の「数論幾何学」と呼ばれる、新進気鋭の学問分野です。佐藤先生によれば、4年に一度の「フィールズ賞」（数学界のノーベル賞とも言われる）受賞者には、必ずといっていいほど「数論幾何」の研究者が入っているのだそう。それほどに今、数学界は「数論幾何」に熱い視線を送っているのです。「エタール・コホモロジー」、「類体論」など、様々な理論体系に彩られた「数論幾何」の世界。その研究の魅力はいったいどんなところにあるのか？ ご自身の研究の動機は「その美しさに魅せられたこと」という佐藤先生に、「数論幾何」研究の楽しさや美しさなど、様々な魅力を語っていただきましょう。

数学界のノーベル賞「フィールズ賞」 受賞で注目の「数論幾何」

数学界のノーベル賞として知られる「フィールズ賞」の受賞資格は40歳以下の数学者。さらにその選定は4年に一度であるということから、「今まさに活躍中の若手数学者に与えられる賞」として評価されています。

代数学の中の「数論幾何」と呼ばれる分野を研究する佐藤先生が、「数論幾何」研究の魅力、フィールズ賞も例に加えながらこう語ります。

「『数論幾何』は、ここ60年くらいの間に急成長した新しい数学のジャンルです。

新しいということは未だに解かれていない問題が多く、それだけにやりがいのある発展余地のある分野、ということが出来ます。

そしてまた、新しいだけに勢いのある分野でもあります。その評価の高さはおおよそ毎回、フィールズ賞の受賞者に「数論幾何」の研究者が入っていることから窺い知ることが出来るでしょう。要するに今、『数論幾何』は現代数学の中で重要な位置を占めているホットな分野として、世界中の注目を集めているのです。

「数論幾何」の特徴と 「エタール・コホモロジー」との出会い

では「数論幾何」とは、どういう学問なのか、佐藤先生に解説していただきましょう。

「『数論幾何』は、代数学の中でも特に『整数論』と『代数幾何』にまたがる分野です。いくつかの未知数についての代数方程式があるとき、その有理数解（有理数は整数÷整数の形をした数）がどれくらいあるかを理解するのが出発点です。そこから出発して、有理数よりももう少し数の範囲を広げたときにどれくらい解が増えていくか、などといったことを大きな視点から見て考えるのが特徴です。

私はもともと代数系が好きでしたが、学生時代に4年生向けの講義で『数論幾何』の講義があり、そこで『エタール・コホモロジー』という理論に出会いました。私はこの『エタール・コホモロジー』の美しさに惹かれて、『数論幾何』という分野を志すようになりました」



▲佐藤教授の愛読書であり参考書。常にすぐ手の届く場所に置いている。高校時代から読み込んだ専門書が何冊もある。

「エタール・コホモロジー」の 美しさとその存在価値

佐藤先生の解説が続きます。

「私が美しいと感じた『エタール・コホモロジー』を簡単に説明します。

『エタール・コホモロジー』は、エタールという言葉とコホモロジーという言葉がくっついたものです。コホモロジーは19世紀の終わりぐらいに出てきた考え方で、入り組んでいて難しい形をしている図形を簡単な『量』であらわして区別する。このように数論幾何学や代数幾何学における基本的な図形を調べる道具の1つです。

コホモロジーという名前が付く理論には、他にも『ガロア・コホモロジー』、『特異コホモロジー』とありますが、なかでも『エタール・コホモロジー』は、歴史的にも『数論幾何』ができた頃に出てきた理論であり、『整数論』や『数論幾何』の研究にとって、まさに欠かせない道具です。多くの数学者たちを悩ませた有名な「フェルマーの最終定理」は1995年に完全証明されるまで実に360年を要しましたが、その証明に際しても道具として重要な役割を果たしました。『エタール・コホモロジー』を美しいと感じたのは、他のコホモロジーの要素を見事に取り込んでいる部分ですね」

佐藤先生がこの「エタール・コホモロジー」に魅せられたのは、理論の美しさ、精緻さもさることながら、提唱者の数学観にも魅力を感じたからなのだろう。

「エタール・コホモロジーは、グロタンディークというフランスの数学者が考え出したコホモロジーです。

グロタンディークは、『ゼータ関数』というものを調べるうちに、このエタール・コホモロジーを着想しました。彼の深い洞察から生まれたこの新しい分野は、多くの優秀な弟子を輩出しました。しかし彼自身はフィールズ賞を受賞した輝かしい経歴の一方で、訳あって途中で数学界を去ったドラマチックな人物です。」



▲書棚にはグロタンディークの論文集をはじめ、貴重な文献がズラリと並ぶ。

「数論幾何」研究における 驚きの発見とは？

「数論幾何」を研究していると、時に驚きの発見とも出会うそうです。いったいどんな驚きがあったのでしょうか？

「1つ例を挙げておきましょう。『数論幾何』が誕生するよりも前に、『整数論』において『類体論』と呼ばれる理論が誕



▲これまでの佐藤教授の研究成果は、『類体論』の発展に少なからず寄与している。

生しました。あえて『数論幾何』の言葉で説明すると、これは代数的な図形がもつ『体の拡大』の情報を図形の『ある種の部分集合』の情報で記述する理論です。類体論は誕生して以来、世界中の『整数論』と『数論幾何』の研究者たちによって研究されてきました。

驚きの発見、というのか、興味深いのは次の点です。『体の拡大』は考えている図形の『外部』の情報ですが、『ある種の部分集合』はその図形の『内部』の情報なのです。

つまり、本来図形『外』であるはずの情報が、図形『内』から現れる、という部分に私は驚きましたね。このように『数論幾何』を研究していると、代数的に定義された図形(代数多様体)の持つまったく種類の異なる2つの情報が結びつくという現象にしばしば出会います。こういうところが実に面白いのです。

現在も進化している『類体論』ですが、これは大正時代に高木貞治先生によって創始された、日本が生み出した理論です。温故知新ではないですが、私も高木先生のような素晴らしい理論に学びながら、『数論幾何』の発展に貢献していきたいと思っています」

数学者にはクラシック音楽好きな人や、芸術愛好家が多いようですが、佐藤先生に好きな音楽を聞くとこんな答えが返ってきました。

「詳しいわけではありませんが、よく聴くのはテクノです。毎日、理論と顔を合わせていますから、休日は新作映画を観るのが私のリラックス方法です」

Message ~受験生に向けて~

あらゆる学問は大昔からの人々の思考と思想が生みだした財産。皆さんが学んできたことは、すべてその上に成り立っています。大学ではさらに現代の学問の最先端を目指して、研鑽を積むことになります。少しでも多くの知識を身につけることが必要ですが、学問の基本は自身の頭で考えること。小さなことでも立ち止まって、納得のいくまで考えることが大切です。素朴な疑問や発想を大事にしてがんばってください。