



IPMU Interview

マキシム・コンセビッチ教授 に聞く

Maxim Kontsevich

聞き手：斎藤恭司

ロシアで受けた数学の英才教育

斎藤 今日のセミナーは“Wall-Crossing (壁越え)”というタイトルですが、数学において物理学特に弦理論との交流によりもたらされた最近の多くの発展をお話いただき、非常に刺激で太いに楽しませていただきました。しかし、このセミナーについての話は後に回し、もっと一般的なことから伺いたいと思います。まず、経歴についてですが、あなたはソビエト時代に生まれ、後に学生時代に政治体制が変わったと思います。そして現在は欧米で活動されていますね。

コンセビッチ いや、政治体制が変わったのは学生時代を終えた後のことです。

斎藤 どのような教育を受けたか、どのようにして数学者になったか簡単にお話いただけますか。

コンセビッチ ロシアには1960年代にコルモゴロフが創始した数学の特別教育を行う学校があ

りました。この制度は数学に優れた才能を有する生徒を14歳から16歳までの3年間受け入れるもので、モスクワに3～4校あり、レニングラードにも何校ありました。私の兄もこういった学校の一つで学びました。私の数学への興味をかき立ててくれたのは、この兄です。両親は数学者ではありません。母はロケットエンジンの技術者、父は朝鮮の言語と歴史の専門家でした。

斎藤 学者の一家ですね。

コンセビッチ そうですが、学者としては両親が第一世代です。父方の祖父は小作農一家の出身でしたが、独学で技術者になりました。発明家と言って良いと思います。

斎藤 ソビエト時代にですか？

コンセビッチ はい、ソビエト時代にです。母方の祖父は会計士でしたが、学究ではありません。母は技術者でしたから、実は父だけが学者の第一世代と言うべきでしょう。さて、私のことですが、かなり早くから良い成績を上げました。まだ10歳の時に何かのオリンピックのようなものに参加して先生を感心させ、おかげで1年飛び級をしました。14歳か15歳でモスクワの特別学校の一つに入りました。数学オリンピックに参加し、そしてモスクワ大学で学びました。

ここまでのロシアにおける生活は私にとって非常に幸福だっ

マキシム・コンセビッチさんはフランス高等科学研究所の正教授で、1998年に数学で世界最高の栄誉とされるフィールズ賞を受賞しました。また、2008年には、スウェーデン王立科学アカデミーが授与するクラフォード賞を、数学分野でエドワード・ウィッテンとともに受賞しました。受賞理由は「現代理論物理学に着想を得た、数学に対する重要な貢献」です。

たと言うべきでしょう。何人かの年上の仲間たちが私の面倒を見てくれました。大学を出た後、私は情報伝達問題研究所のとても素晴らしい研究室で5年間働きました。そこでは情報理論の数学、符号理論、大きな系の力学等が研究課題でした。

ベレストロイカが始まった1988年に私は1ヶ月フランスに行きました。24歳の時でした。その時、私は統計物理学の専門家として、主としてマルセーユを訪問しましたが、パリのフランス高等科学研究所にも行きました。その後1990年にドイツのマックス・プランク研究所に3ヶ月間滞在しました。ここで実に興味深い展開があったのです。滞在期間の終わりにアルバイツターグンクと呼ばれるヨーロッパの数学者の伝統的な学会があり、マイケル・アティヤーが冒頭の講演で行列積分、および交差理論に関するウィッテン予想を説明しました。私はなぜかこの問題解決に迫るアイデアを思いついたのです。翌日これをアティヤーに説明したのですが、皆非常に興奮しました。そして私はマックス・プランク研究所に招かれました。1991年初めに行きましたが、実はドイツで博士号を取得したのです。モスクワではある理由で学位を取得していませんでした。

斎藤 では、政治体制の変革はあなたの研究の展開には余り影

響しなかったのですね。

コンセビッチ しませんでした。変革の起きる前に、早めに国を離れたのです。

何でも屋の数学者

斎藤 勿論、あなたはもっと前からウィッテン予想に興味を持っていましたね。どのようにしてあなたは数学のこの分野に関わったのですか。

コンセビッチ 実は私はゲルファントの学生だったのです。

斎藤 ゲルファントですか。多分彼らは数学をやっていたとあなたは言われるでしょうが、実際は数理解物理との非常に強い交流がありました。この点について、どうお考えですか？

コンセビッチ その通りですね。数理解物理は私に非常に強い印象を与えました。私が大学の最終学年だった1984年から1985年頃、モスクワで理論物理の大きな発見がありました。ベラビン、

斎藤恭司さんはIPMUの主任研究員の一人です。2008年4月からIPMU特任教授。京都大学数理解析研究所名誉教授。1996年4月から1998年3月まで数理解析研究所長。



ポリヤコフ、ザモロジコフによる共形場理論です。それは二次元系の臨界現象の発見でした。正直に言えば、それは数学者の仕事に影響を受けたものでもありました。というのは、フェイギンとフックスが全く形式的な理由によりヴィラソロ代数の指標を計算したからなのです。その時は物理との関係はありませんでした。

斎藤 あなたはゲルファント・フックス・コホモロジーを発展させる研究を始め、その後さらにいろいろな発展があったのですね。

コンセビッチ はい、私は当時その研究もしていました。しかし、ゲルファントのセミナーは非常に広いテーマ、いわば数学全般を取り上げるものでした。毎週月曜日に行われ、200人もの参加者がありました。ゲルファントのセミナーは既に1942年から1943年に始まっているのです。その頃は第2次大戦のさなかで、モスクワは政府機関や工場等が疎開中でした。ですから、このセミナーは50年以上も続いたのです。それはモスクワにおける大きなセミナーで、毎回200人から300人が参加し、とても長時間のものでした。夜の7時に始まり、地下鉄の終電間際の深夜まで行われました。熱心な参加者たちで、何が起きるか予想が付きませんでした。

斎藤 ユーリ・ウィッテン予想に出会う

までのことをお話しいたしましたが、それ以来、あなたは非常に多くの大きなテーマに関わってこられましたね。

コンセビッチ それ以前も私は多くの問題を取り上げ、まだ論文にしていなかった研究課題を数多く進めてきました。正直に言えば何でも屋の数学者なのです。

斎藤 そうですね。そういう傾向のあることは分かります。しかし、どうやってテーマを選ぶのですか？ 多分無意識にでしょうが、やりたいことの大きな描像をお持ちなのでしょうか。それとも単に目の前に見いだした問題を解こうとするのですか？

コンセビッチ 問題を解こうとはしません。私は自分で現状の定式化を試みるだけなのです。ウィッテン予想は、私が実際に解いた数少ない問題の一つです。

斎藤 良く分かります。少なくとも今日のセミナーで、あなたは多くの側面を理解する新しい一般的枠組みを話してくれました。私の側からは、ある消滅サイクル上の周期の研究のように見えていましたが、勿論あなたの話には他の多くの側面がありました。私の場合はある種の原始形式に対する周期写像を記述するという目標がありますが、あなたの場合は？

コンセビッチ いえ、私には特別な目標といったものはありません。単に場の量子論の物理の数学を理解することです。過去

20年間、それは常にインスピレーションの宝庫でした。

数学と物理学の交流： ウィッテンの時代から将来へ

斎藤 それは素晴らしいですね。さて、今日の話の本题に入ってきましたが、数物連携宇宙研究機構では物理学と数学の交流が行われています。この物理学と数学の交流についてどのようにお考えですか。

コンセビッチ 大変うまくいっていると思います。1940年代、50年代、60年代と理論物理学と数学の間には余り交流がありませんでした。しかし、その後様々なアイディアが双方向に流れ始めました。基本粒子であるクォークに関するゲージ理論は、数学におけるベクトル束の接続に関連しています。そして、超対称性と可積分系がありました。色々な時期と色々な方向の交流の後で、ウィッテンの時代になったのです。その前には量子群、共形場理論、それに初期のトポロジカルな理論がありました。非常に実りの多い関係です。交流の方向は決して一方通行ではありません。物理から数学へ向かうだけでなく、数学から物理へ向かう方向もあるのです。

斎藤 相互に影響を及ぼしあう非常に実りの多い関係であることは、全くその通りであると思いますが、今後どのように進む

のか、将来を展望していただけないか。少なくとも私にとってはまだ結末が見通せません。

コンセビッチ 最終的には、超弦理論から発見されたM理論という大構造が、巨大な解析関数のようなものということになるのかもしれませんが。もし1点を完全に理解すれば、全ての点が理解できるでしょう。様々な次元における物理の理論は、全てこの普遍的で巨大な数学の対象の、ある極限の場合に関連づけられるように見えます。これは数学者にとって何百年もかかる仕事かもしれません。ひょっとすると、もっと短いかもしれませんが(笑)。とにかく、間違はなくこれが数学に起きる大きな出来事の一つなのです。

一つの兆候から 問題の核心を捕らえる

斎藤 この交流の中で、あなたは今後どのように研究を進めて行きたいのか、少しお話しただけませんか。

コンセビッチ 先のことを言うのはとても難しいですね。正直なところ、私には全く計画というものはないのです。

斎藤 計画を持たないのですか。

コンセビッチ はい。私はいつも未完成の研究課題を数多く抱えています。そして、それらは多分関係があるのではないかと考えてみるのです。

斎藤 なるほど、まだ物事が流

動的な場で一所懸命活発に研究されるあなたの様子を良く表していますね。

コンセビッチ そうなのです。興味深い方向が数多くあります。

斎藤 幾つか具体的な例を挙げていただけませんか？

コンセビッチ 私の研究でいつも現れる非常に幅広い理論の一つは、非可換幾何、非可換代数、および弦理論の間の関係についてです。私はこの、例えば行列の積（結合則は成り立つが非可換）と表面の幾何学の間の関係について、数多くの研究課題を抱えています。幾何学的直感と代数的直感の間には実に驚くほど多くの関係があります。過去の例で思い出すのは、1992年と1993年から私が形式代数的類推によりホモロジカル・ミラー対称性を提案したことです。物理学者がDブレーンを言いだす数年前でした。ですから、ストリングの理論家たちは同じものを数年後に物理の言葉で再発見したのです。しかし、この発見により、三角圏という非常に抽象的な代数理論の言葉で記述されるホモロジカル・ミラー対称性が、今や物理学者によって実際に使われているのです。これは全く予想外でした。何しろ、それは最も抽象的な数学理論の一つですから。

斎藤 ではあなたはそれが物理の方で使えるだろうとは期待しなかったのですか。

コンセビッチ しませんでした。私がこの理論に到達したのは、ミラー対称性という現象の究極的な定式化に見えたからです。しかし、物理学者たちは実際にはそれを違う枠組に持ち込みました。弦理論の模型において物理量を計算できるような可能性をもつものです。

斎藤 あなたの仕事に見られる典型的なポイントの一つですね。しかし、私の見るところ、あなたは多くの仕事で、一つの徴候を聞いただけで問題の核心を捕らえ、次に何らかの一般的で大きな枠組を提示していると思います。それがあなたの仕事に関する私の全般的な印象です。

コンセビッチ そうですね。私はそういう段階では実例について調べたりはしません。

斎藤 どうやってそういう風に研究できるのですか？

コンセビッチ いや、時には自分で一つか二つの実例を調べることもありますけど…

斎藤 あなたは何か実例を思い描きながら、しかし一般的理論を構築するのですね。

コンセビッチ はい。一般的に言えば、実例は時に人を誤らせるものだということを知りました（笑）。実例の性質はしばしば特殊に過ぎますから、ずっと具体的実例を研究していたのでは一般的な性質は見つけられません。

斎藤 グロタンディークも実例を考えずに非常に大きな枠組

を作ることの出来る人としてとても有名ですね。実際、その枠組は深く数学を捕らえたもので、無意味なものなどありません。あなたも同じようなことをされていますね。問題の核心を捕らえた大きな枠組を提示する点です。実に驚くべき能力で、そういうことをするのは限られた数学者だけです。そこで、再度伺いますが、あなたは一体どのようにしてそうするのですか？

コンセビッチ よく分かりませんが、単に経験の問題で、何も特別なことはないのではないかと思います。友人の一人と私は、冗談めかして自分たちを「一般論のスペシャリスト」と呼んだりします。

斎藤 今日のインタビューに先立つセミナーで、あなたがこの時代の新しい枠組について活発に研究されていることがよく分かりました。この方向で研究を続けられ、成功されることを期待しています。

コンセビッチ ご招待いただき、ありがとうございました。IPMUでのセミナーは、とても熱心な参加者とくつろいだ雰囲気、本当に楽しいものでした。実は、今回初めてIPMUを訪問しましたが、優れた研究グループであることが良く分かりました。私はIPMUの将来は輝かしいものであると期待しており、多分来年ですが、また柏に来たいと思っています。