



Interview

深谷賢治教授に聞く

聞き手：斎藤恭司

70年代はまだ夢だった—現代幾何と物理の関わり

斎藤 お伺いしたいことは、どういうふうな数学を始めたかというところから始めて、やはり今日、深谷圏と呼ばれている幾何構造に到達した流れ、その後の発展や今後の展望、物理と数学との関係について。そんなところでしょうか。どこから始めましょうか。

深谷 今私がやってる数学ではどうでしょうか。Kavli IPMUとも関係がありますし。

斎藤 ええ、そこも是非伺いたいです。物理と数学についてどうお考えなのか。では、深谷さんの数学はどういうふうな育ってきたかあたりから伺いたいと思います。

深谷 私は、もともと物理との関係はいろいろやりたいと思っていました。

斎藤 そうですか。それは面白いですね。

深谷 我々の時代と斎藤先生のスタートした時代とは、世代は

違うと思います。私の学生時代くらいの頃の印象だと、物理と数学の間からまた何か新しいことが生まれるだろうというような話はずっとありました。しかし、本当に特に何か始まっているという印象は、当時はまだなかったんです。

斎藤 それ、いつ頃ですか？

深谷 私が学生時代、多分70年代か80年代だと思います。例えば関数解析は、もちろん量子力学と一緒に始まって発展したわけですし、偏微分方程式の研究は常に物理と関わってきました。そういう分野というのはあると思います。

斎藤 シュレーディンガー方程式とか。

深谷 ええ。表現論でも、量子力学と群論の関係などは昔からありました。私が今やっている幾何学では、特に20世紀になってから発達した次元の高い大域的な幾何学は、物理に使われるということは、ずうっと余りありませんでした。

斎藤 そうですね、それは本当にそのとおりでしたね。

深谷 物理だけでなく、ほとんどどこにも使われてなかったですね。

斎藤 ええ、僕らの学生時代は本当に物理との接点をもつ数学といたら、ヒルベルト空間でシュレーディンガー方程式を解くとか、あるいはもっと古典力学とか電磁気学とか、方程式を

深谷賢治さんは今年（2013年）4月から、米国ストーニー・ブルック大学（ニューヨーク州立大学ストーニー・ブルック校）のThe Simons Center for Geometry and Physics の教授（permanent member）に就任、2月からはKavli IPMUの客員上級科学研究員を兼ねておられます。1981年、東京大学卒、1986年、同大学より理学博士の学位取得。1983年、東京大学助手、1987年、同助教授、1994年、京都大学教授。2009年より日本学士院会員。井上芸術賞（2002年）、日本学士院賞（2003年）、朝日賞（2009年）、藤原賞（2012年）などを受賞。

解くための解析が主という感じでした。大域幾何、あるいは特に複素幾何や代数幾何と接点が出てきたというのは非常に最近の流れですね。

深谷 そうですね。それがどのくらい定着するかは不明です。まだ完璧に定着してはいないと思います。一方、その頃から、現代の幾何が物理と関わることはあるはずだ、という風評というか、夢みたいなことを語る人はたくさんいたと思います。

斎藤 その頃？ 70年代のことですか？

深谷 はい、夢はあったと思いますね。いや、ありました。でも、何となくそれはやっぱり夢で、どれもちゃんとした数学ではないというイメージがありました。それで私などは敬遠していたと思います。それが本物になりつつあるなと感じたのが、恐らく80年代から90年代です。

斎藤 アティヤ・ドナルドソンのゲージ理論やtopological field theory（位相的場の理論）が出てきて、一時代を築きますね。

深谷 そうですね。ですから、あの頃、何かもうそういうことをやってもいいんじゃないかと思いはじめた。

斎藤 では深谷さんは、やはりそれを意識しながらやってきたのですか？

深谷 そういうのもやりたかったけれども、最初の、私が大学

院生の頃には、あまりやるようなものではないという印象がありました。

斎藤 それはびっくり。実は僕自身は原始形式の話は完全に数学の興味だけで始めて、後で物理とつながるということにびっくりした方ですが、深谷さんの場合はむしろ物理との関係は最初から意識の中にいつもあったのですか？

深谷 どうでしょうね。あったといっても夢みたいなものとしてだけだったと思います。

斎藤 例えばどんな？

トポロジーが物理の言葉になる時代が来ることを期待

深谷 トポロジーが物理の言葉になる時代が来てほしいな、とは多分、思っていました。それは、今でもそこまでは行ってないと思います。一方、本当にそこまで行くかもしれないという雰囲気は現れてきています。

斎藤 モダンなものとは違うけれども、例えばアーノルドの古典力学。[『古典力学の数学的方法』（ウラジミール・イーゴレヴィッチ・アーノルド）] アーノルドはトポロジーというものを非常に積極的に力学研究に取り入れた人でしょう。ああいう流れは確かにあの頃既にあった

斎藤恭司さんはKavli IPMUの特任教授で数学の主任研究員を務めています。京都大学数理解析研究所名誉教授。1996年4月から1998年3月まで同研究所長。



とは思いますが、それとはまた別ですか？

深谷 アーノルドは先駆者です。しかし、例えば、アーノルドがトポロジーの古典力学への応用を確立したところまでは行かなかった。例えば、私の研究に近い分野であるシンプレクティック・トポロジーは、アーノルドが「シンプレクティック・トポロジー」のようなものがあるんじゃないかって言い出し、さらに具体的な問題まで提唱して進めて、しかし、それは、グロモフが出てきてやっと実現しました。それに限らず、いろんなところで先駆者の人たちがいて、やるべきだといろいろ言った。夢を語る人はずっといっぱいいました。それはもちろん悪いことではなくて大切なことです。一方、そのような分野を、普通に研究していける分野にするには夢だけでは不十分で、そうなるのはもう少し後です。私が若い頃は、自分がそこにいきなり突っ込むのはちょっと怖くて、よした方がいいかなという印象を持っていました。

斎藤 では、どこでそこに突っ込むことになったのですか？

深谷 ドナルドソンとか、あの頃のゲージ理論の数学などが研究されていた時代には、まだ物理をアイデアの源泉としては使うけれど、例えば論文を書くときはそれは横に置いておく、といったところがありました。物理は、勉強はするけれども、自分たちは物理学者じゃないよということを強く意識していました。

斎藤 アティヤスクールのことですか？

深谷 そうですね。例えばドナルドソンは物理を直接やっているような論文は書いてないんじ

やないかと思います。逆に、後から物理学者がゲージ理論のドナルドソン理論を使ったりしています。

斎藤 そういうのは僕はよく分からないけれど、本人は意識しなくても、その問題意識が生まれた背景にはやはり物理があったという言い方はできるでしょう？

深谷 あると思いますね。多分。あのスクールは、アティヤはずっと物理と幾何の関係を強く意識していたし、ヒッチンもそうでしょう。だから、物理はオックスフォードのアティヤ学派の数学の背景にずっとあった。しかし、彼らは、論文を書くときには物理を表だって出さなかった。

斎藤 それはそうですね。それで深谷さん自身はどう対応されたのですか？

深谷 私が物理からのモチベーションとかアイデアを論文などで言うようになってきたのが90年くらいからじゃないかと思います。特に幾何に関して言えば、80年代の終わりから90年代くらいにかけて、ゲージ理論とトポロジーの関係とか、ストリング理論やデュアリティーとの関係とか、ホモロジー代数と物理と幾何とかが始まった。そのころから、物理からのアイデアが直接出てくる数学の中身のある結果が、幾何学で出てくるようになってきた。

斎藤 例えばどういうことですか？

深谷 ミラー対称性はその典型だと思います。結局、ミラー対称性というのは確立すれば数学の定理で、物理の定理ではないと思います。そういうものが物理の方から出てきて物理学的にも数学的にも、大きな意味があるものになるというようなこと

は、以前には、例えば、前のゲージ理論の頃にはなかったように思います。

斎藤 アティヤの時代の意味でのゲージ理論を超えたゲージ理論は数学的には未だに未知の宝庫ですが、それはひとまず置いて、ミラー対称性は確かにすごい。物理的には同一の量が、数学では複素幾何学側の不変量であったりシンプレクティック幾何学側の不変量でもあるという話ですね。ああいう視点はさすがに数学からは出てこなかった。それでは深谷さん自身は、それをどの辺の時点で自覚し出したんですか？

深谷 私がミラー対称性の話を聞いたのは、慶応大学の研究集会での江口先生の講演が最初だと思います。

斎藤 何年頃？

Dブレーンとフレアホモロジーが同じものと直感

深谷 80年代か90年代初めですかね。だからサイバーク・ウィッテンが出る前です。その頃、それは代数幾何だと思いました。そのせいもあって、私はすぐには自分の研究対象とは思いませんでした。自分でやり始めたのはもっと後、Dブレーンの話を聞いた後だと思います。Dブレーンという話を聞いたのは92年か93年くらいだと思います。

斎藤 そう、その頃ですね。

深谷 そのとき、フレアホモロジーとDブレーンが同じものではないかなと思ったんです。

斎藤 それは深谷さんの御自身の考えもあったのですか？

深谷 いや、多分それはいろんな人が分かっていたと思います。一方、特にシンプレクティック幾何の専門家には、Dブレーンに関わる数学を本気でやろ

うとしている人は余りいなかった。

斎藤 その前にアーノルド予想とか関わってきたんですか？

深谷 それはもう少し後です。私がアーノルド予想と関わったのは、フレアホモロジーをずっとやっていたので、その応用でした。

斎藤 僕はそこのところがよく分からなかったのですが、フレアホモロジー、それから今言ったアーノルド予想、それからDブレーン、ミラー対称性。深谷さんの中ではどういうふうにつながって、どこではっきり焦点を結び始めたのですか？

深谷 フレアホモロジーがアーノルド予想に使えるのは、もともとフレアホモロジーはそのために作られたので、当たり前なんです。一方、Dブレーンとフレアホモロジーが関係あるというのは、Dブレーンが出てきたときにでも、見れば分かることなんです。ストリングの境界条件がDブレーン。一方、同じ境界条件を考えて同じ非線形コーシーリーマン方程式を考えるのがフレアホモロジーなので、Dブレーンすなわちフレアホモロジーというような言い方は、当時余りされていませんでした。多分、当時はフレアホモロジーのような、無限次元の解析に突っ込むような幾何のトポロジーと、物理の新しく出てきたDブレーンみたいなものを、本当にくっつけて、それがちゃんとした数学になるとは思われていなかったかもしれません。最初Dブレーンの話が出てきた時は、そういう（フレアホモロジーのような）ものとは全然違う話が多かったですね。

斎藤 いや、僕もあの当時、そんな風につながっているという

ようには全く受け止めていなかったですね。確かに江口さんとか物理側のいろんな人たちがDプレーンということを言われていましたが、それはストリングが巻き付いている対象という「幾何的」描像で、その意味が分からず何度も質問したことを覚えています。

深谷 Dプレーンとフレアーホモロジーが関係あるということが明確になるには、それから10年くらいかかりました。私にも、当時はそんなに明確になっていた訳ではないですね。そうだろうというのは始めからそういうふうに見えるけれど。

斎藤 あ、そうでしたか。

深谷 ただ、その関係をもとにどのくらい中身がある数学ができるが問題です。萌芽的な計算を試しにしてみましたというタイプの結果ではなく、一番大事な例の一つになり得るようなものを計算しているというレベルのことができるようになるのには、やはり10年かかっています。それは、多分、やりたいなと思っていたことの一つでした。

斎藤 では、その辺のことを深谷さんとしてはいつ頃から自覚して太田啓史さんとか小野薫さんとか、いろんな方々と一緒に仕事を始めたのですか？

深谷 90年代の前半には、モジュライ空間を使う幾何学では、基礎が難しく、いろいろとできるところはあるけども、一般にやろうとするととても怖くてとてもできないという状況がありました。アーノルド予想の研究を小野さんとやった時に、そういうことをやるための数学の基礎付けは、これでできるという確信ができました。

斎藤 90年代？

深谷 90年代です。小野さん

とアーノルド予想の研究をしたのは96年です。同じ頃に、他の人たちもいろいろとやっていました。それは今ではバーチャルテクニック(virtual techniques)といわれています。バーチャルテクニックができることが分かった時には、もう他の状況でも、その種の技術的な問題は余りないだろうと思いました。細かいところを書かなくてはいけなくて、それは大変なんだけど、それはまあ頑張れば良いと思いました。それで、手探りでやるよりはもう組織的にやる方が筋だろうと、我々の考え方は段々変わっていききました。それは擬正則曲線についてですが、ゲージ理論のDonaldson invariantsでも、最初はやはり1つか2つ一番大事なものを計算して新しい画期的な応用例を見つけ出すという方向から始まりました。一方、例えばDonaldson invariants全体がどのような構造を持つとかは、Kronheimer-Mrowkaの構造定理とか、サイバーク・ウィッテンのモノポール方程式との関係とか、そういうのが出てこない見えなくて、最初は難しすぎました。最初は、必死で何かできるところだけやっていました。それで何か本当に非自明なものを引っ張り出したという意味で、すごいブレイクスルーなんです。擬正則曲線を使うシンプレクティック幾何に関しては、バーチャルテクニックが出てきて、技術的障害は頑張れば越えられるとなって、そうなると、例えば一番いい代数構造は何かとか、全体が何を意味してるかとか、そういう方向に頭が動くわけです。段々そういう風な考え方が出てきたのが90年くらいから、それが実現され

ていったのが90年代後半から21世紀です。その間は10年くらいかかっています。

斎藤 やはりそこが変わり目だったわけですね。

深谷 ええ。

超越的な数学を好む

斎藤 少し戻ると、僕の深谷さんの数学に対する印象は、最初、グロモフがやってるような幾何学、従来の方向とは違う、例えば多様体をその上の有限個の点で近似してみたり、一方、リーマン計量をつぶしたりしてコラプスさせるとか、ああいうグロモフ流のダイナミックな数学をずうっと引き継いでるなって感じが強かったのです。それと今言われた数学との間には、僕はちょっとギャップを感じるけれど、そうではないんですか？

深谷 いやあ、斎藤先生には一回どこかで冗談でそんなようなことを言いましたが、私はトランセンデンタル(超越的)なものが好きなんです。グロモフのやってる数学って、トランセンデンタルな数学の極限ですよ。

斎藤 すごいですよね、僕もそこが好きですね。

深谷 だから私は、数理物理の幾何学のところ、例えば擬正則曲線を使うシンプレクティック幾何みたいなことをやってる人たちの中では、一番トランセンデンタルに近いところをやっているつもりでいるんです。

斎藤 本当に？

深谷 だって、もっと代数的なことをやってる人はいっぱいいますよね。グロモフ・ウィッテン不変量の計算などのところで。

斎藤 それはそうですね。

深谷 それに比べると、グロモ

フ・ウィッテン不変量の計算のようにちゃんと確かなところで、計算ができるところで研究している人と比べると、我々は何となく抽象一般の、何ていうんですかね、解析をやってて、、、

斎藤 まあ、解析っていうか、本当に幾何ってということですね。

深谷 ええ、それでトランセンデンタルのところをやっている印象をもっています。私は昔からずっとそれをやりたいと思ってやってきていて、そこを譲る気はないんです。

斎藤 いや、僕は実は深谷さんの数学で好きなのは、そういうところなんです。僕自身も代数的なことをやってるようには人には思われているけど、やっぱりトランセンデンタルな構造が一体どこから入ってくるのかはいつも気にしてるわけです。そういう意味で言うと、深谷さんはいつもそういうところと向き合ってる部分があるというのは、やはり好きなのかなのです。

深谷 ただ、最初私が研究していたリーマン幾何だと、取り出す代数構造が寒いですよ。(笑)

斎藤 それは厳しいことを言う。(笑)

深谷 いや、寒いんだけど頑張るしかないところがある。でも、最近はそういう数学がどんどん増え、やはり良く発展しています。距離空間上の解析幾何とか。

斎藤 え、本当に？

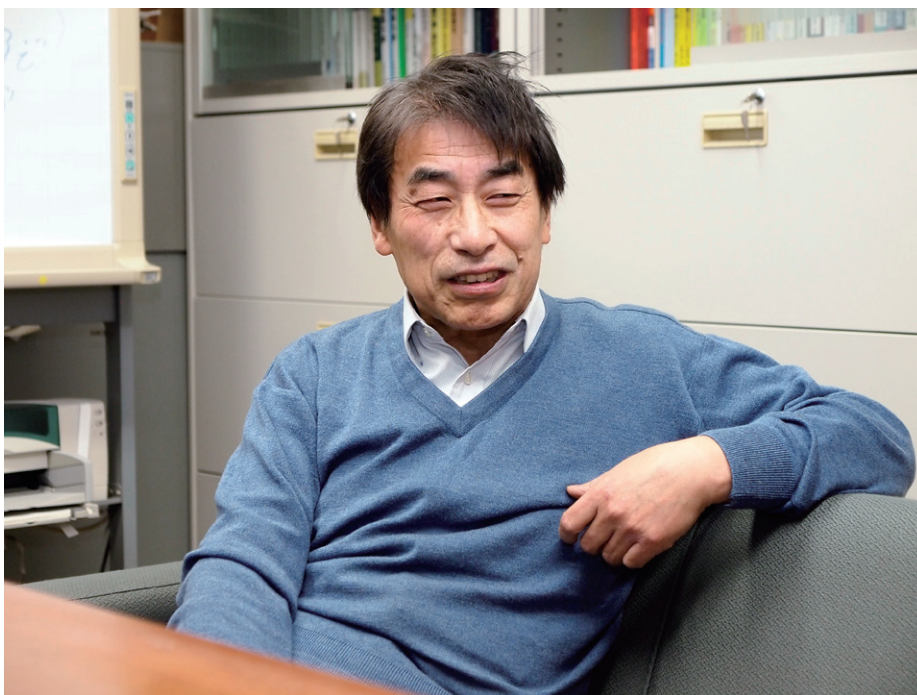
深谷 本当に。代数幾何の正反對のタイプの幾何は今十分に活発に発達していると思います。

斎藤 例えばどんなところ？

深谷 最適輸送の問題とか。

斎藤 え？ そんな話、知らないですね。

深谷 測度付き距離空間上の解



析学というのがそんな感じなのです。そういうところでのリッチ曲率の定義だとか。最適輸送というのは、ここらへんに石油があって、このへんに消費者が、ガソリンスタンドがあったときに、どうやったら最短時間で運べるかだとか。要するに測度付き距離空間ですね。いわゆる地球という距離空間があって、2つ測度があるんです。1つは例えば石油の産地の測度で、もう1つは消費施設です。で、その間の距離を調べなさいというのが輸送です。だから、ジオデシックで結ぶのが一番いいですよ。

斎藤 それはそうだけど。

深谷 ものすごくワイルドな空間、たとえば測度付き距離空間全体みたいなものの2点をもってきておいて、測地線は何ですかとか、そういう話ですよ。

斎藤 あ、1つのジオメトリーを固定するより、ジオメトリーの全部の空間を考えるとか？

深谷 ええ。ジオメトリー全部

だから、それは対象としてワールドで、測度も別にスムーズなわけじゃない。

斎藤 フィンズラー幾何とは関係ありますか？

深谷 太田慎一さんとか、そういうことをされています。私も、昔、80年代に測度付き距離空間とかは、少しやったことがあります。それに近い幾何学で今盛んなのは、ほかには幾何学的な群論などがあります。

斎藤 それは僕も興味あるけど。

深谷 構造があるかないかの瀬戸際みたいところに突っ込む数学って、今はすごくホットですね。

斎藤 発展してますか？

深谷 はい。

モジュライ構造の幾何の根源に分け入りたい

斎藤 ひとまずパーチャルテクニックから代数構造を読む話題に戻って、深谷さん自身は今後、自分の数学とか発展方向をどう

いう風に見ています？

深谷 いや、昔そういうトランセンデンタルな研究を少しやっていて、しばらく前には、そっちの方にまた戻ろうかなとも思ったのです。ただ、今はやはり自分ももう50を過ぎたし、そっちに戻っても多分大した成果が出ないだろうから、今の路線の方がやはりいいかなと思い始めています。

斎藤 というと？

深谷 パーチャルテクニックを使ってモジュライ空間から代数構造を作るというのをどんどん進めていくという方向は、まだいくらでもやることがあると思います。それ全体をやると相当大きい理論体系になるはずで、多分それをやるのは自分たちの仕事だろうと思っているんです。

斎藤 ある意味でモジュライ構造の幾何の一番根源的なところに入っていくわけですね。大変ですね。

深谷 さっきも言ったように、

96年以後は代数構造みたいなもの、割と難しい代数構造を入れても話ができるようになったわけですが、多分もう1つ先に行くには、それこそ全ての代数構造みたいなものを、それらがもっているような代数構造を全部引っ張り出すようなことをしないとイケないはずですよ。

斎藤 今の場合、代数構造という言葉で、どういうことをイメージしてるわけですか？

深谷 例えば、我々の使ったのはA-infinity 構造というものです。モジュライ空間から引っ張りだせる数全部を考えて、それがもつ構造を全部もってきておいて、それで、その全ての構造は何かということ、その全ての構造がもつべき対称性は何かということを考えるような研究です。あるいは、数そのものはwell-definedではないので、そのアンビギュエーターを制御するためには、どういう代数を考えれば良いかということ考える必要があります。

斎藤 やはり構造の方に着目するわけですね。

深谷 そうですね、今のところ。パーチャルテクニックは構造を作るための道具みたいなものですから。

斎藤 このインタビューからはちょっとずれるかもしれないけれど、望月さんが、最近、ABC予想を研究されてるでしょう。つまり、できるだけいろんな付加構造がない一番原始的なところから物を読み出そうとしているわけですね。そういうところは、僕はすごいと思うけれど、

深谷 そうですね。

斎藤 だけど、深谷さんは今みたいに構造をとにかく与えようというわけですね？

深谷 例えば、場の理論の定義について考えてみます。場の理

論でも、空間の定義でもいいですが、それが何かには2通りの考え方があります。一つは、場の理論だと、そこからいっぱい量が出てきます。その量を全部与えて、その対称性とその量がどういう意味でwell-definedかというのを全部考える。それは、場の理論の、ある意味、計算的な定義と言えます。あるいは、多分、代数的定義です。それは超越的ではありません。もう一つの考え方は、超越的な、もっと全く別の言葉を作ってしまうと、その場の理論とは何かを根源的に書くという定義があり得ます。後者の方が確かに望ましい。しかし、場の量子論なり、量子力学なり、ストリングセオリーなりやるためには新しい幾何学が必要だというのは、もう30年くらい聞いている話で、しかし一向にできそうにない(笑い)。つまり後者の定義は一向にできない。

斎藤 その新しい幾何ってどういうことを想定して言われているわけですか？

新しい幾何で標準理論が簡単に説明できるか？

深谷 私にはよく分からないんです。たとえば、一般相対論は空間が曲がっているという言葉で、一発で重力の幾何的な背景を説明したと言えるわけですが、相当程度に。それで、同じような形で、標準理論の非常に複雑な方程式とかを、何か新しい空間概念を発展させることによっていっぺんに説明できるのでしょうか。そんなうまい幾何学が、我々が気付かなかっただけで、何か新しいタイプの幾何学があって、そのきれいな定義をパンと書いて、(例えばリーマンの多様体の定義をガンと書き下して一般相対論がいっぺんに出て



くるように)、それは単純なもので、しかし、そこから頑張って計算していくうちにいろんなものが全部出てきて、最終的に今は複雑なものが全部説明できるようになるのか？ 多分、それが、そういう22世紀の幾何学があれば良いという夢だと思うんです。それを、私も20年前には大分信じてたんですが、でも年取ったせいか、今は余り信じていないんです。

斎藤 ということ？

深谷 科学の進歩の歴史には、何か新しいブレークスルーが起こって、前のが全部簡単になってしまうという瞬間が何回あったと思います。しかし、そういうことが今後どんどん起こるのか、ということに対しては懐疑的です。例えば、量子力学と相対性理論というのは、ちょっと我々の日常とは違った形での真実であったけれども、それが出てくると、非常に明確な形でぱっと物事が分かってしまう、結局は余り複雑ではなかった、

というものだったと思います。特に相対論がそうですね。最終的にはすごく単純な方程式になった。しかし、いわゆる標準理論とか、ああいうものがそういう風に、、、

斎藤 新しい幾何を生み出し得るかどうかという疑問があるということ？

深谷 生み出してそれですべてがさーっと簡単になるかというのが疑問です。

斎藤 いや、うまく言えないけれど、幾何というのはやはり人間がいろんな経験を積んで、ある世界像を作ったときに1つの描像を与えるわけでしょう。さっきのリーマン幾何だって、あえて言えばその前にガウスがいろんな膨大な計算を、電磁気学の方からも地上の測量からもやっていて、例えば曲率というのは地上の三角測量から計算するわけですが、どうも彼の学生であったリーマンに、こういうことを理論化せよと宿題として出したようです。その答をリーマ

ンがやった訳です。そういう意味で言えば、やはり今のだって、僕もうまくは言えないけれど、人間は経験を積み重ねれば必ずそれに応じて新しい幾何を生み出すことは将来とも変わらないということが、、、

深谷 経験や現実との距離というものがあります。我々が普通の人間として暮らしていて、感覚器官が直接感じることができる世界というのがありますね。昔の数学なり学問なりというのは、そういう直感的な世界に密着していて、そのまま見たことを、そのものを理論体系として作るといような形だった。しかし、恐らくやはりどこかからそうはできなくなって、多分、数学の抽象化はそういうことと関係あると思うけれど、論理の言葉を使って少し見たものとは違うようなものを、例えば普通に見るとユークリッド空間に見えるけれども、曲がった空間も考えても良いみたいな形で定式化することを少しずつやるわけ

ですね。そうすると、進むに従って段々直感と離れていく。

斎藤 それでも直感そのものも変わってくるのではないですか？新しい世代、新しく育った人間にとっては、今、僕らが論理で複雑だと思っていることが直感の世界に取り込まれていくのでは？

深谷 しかし、生物としての人間の限界というのがあります。今斎藤先生が言われたのは、頭で勉強することですね。私もそれのできるころはあると思います。例えば数学者になれば、なるための訓練を相当受けるわけだから、例えば多様体上の数学をいろいろ考えるのは直感が自然に働きますよね。それは普通に生活してる人にはもちろん働かないと思う（笑）。それは生物としての人間のもってる直感というよりは、勉強してできた直感ですね。

斎藤 そうかなあ。人間は、経験を、構造を、また直感に取り込んでいくと僕は思うけど。

深谷 いや、もう1段階いくと、それを取り込めるかもしれないけれども、取り込むためのエネルギーはまた1段階増えてくる。さっき望月さんの名前を出されましたけれど、あれを直感するのは、普通の人はできなくて、やはり修行がいるわけです。

斎藤 まあ、そうだけど、それは時代の感性で、少なくとも僕にはできなくても、次の世代の人ならそこに行くかもしれない。

深谷 でも、昔の世代で、例えばグロタンディークが作った、ああいう大規模なもの、トポスとか、スタックとか私は勉強して少しは分かってきたけれども、やはり今の時代でもああいうものはそう簡単に分かるものではないですね。

斎藤 うーん。

深谷 あれからもう40何年くらいも経ったのですがね。

斎藤 どこかである種の構造の中に自然に組み込まれてしまっていて、それはあえて意識しなくてもその次を考えるということに、、、

深谷 いや、あれはそういう風にできるように一所懸命組み立ててあるわけですよ。だからあそこまで行くだと思うんです。でも、あれ以上行かないのではないかなって。

斎藤 それはやってみなければ分からない。

深谷 多様体の定義そのものがね、易しくはないですよ。

斎藤 自然かどうかさえも僕は疑問に思ってるけれども。でもまあ、それはでも、、、

深谷 あれは、あれ以上易しくならないですよ。

斎藤 少なくとも100年前の数学者には考えられなかったことだけれど、今の数学者なら平均的に大学で3年数学を学べば多様体というのは一応それなりに理解するわけじゃないですか。

深谷 ええ、大学3年ですよ。だから次のは大学院1年になるかもしれない。だからその次は、というのが私が気になってるところです。それは生物としての人間の宿命ではないか。

今後の数学と物理の理想的な関わり合い

斎藤 そう（笑）、深谷さんは心配を、懸念を述べられているけど、僕はもう少し楽観的。また戻って、深谷さん自身は今後の数学と物理との関わり合いをどういう風に展望するのですか？

深谷 Kavli IPMUの中で数学者が物理学者とどのくらいの距離を置くかっていうのは難しい問

題でしょうね。

斎藤 物理と数学との関係で何か？どうぞ遠慮なく言ってください。

深谷 やはり数学の研究の中で一番問題（危険）だと思うのは、物理だけをモチベーションにしまっていて数学を捨てることだと思います。してはいけないことは、数学者の前では「これは数学的には大したことないけど、物理の方で役に立つんです」と言い、物理学者には逆のことを言うことですね。物理に直接かわる数学の分野で、数学をやっていくには、数学者としてのモチベーションをどうやって作るのが大事な点だと思います。物理学者というのは、例えば現象に関する感覚とか、何をやれば実際に物理理論として意味があるかということに関する修行を積んでいます。我々数学者はそれをもっていないんです。頑張って身に付けてもしよせんは素人だと思うんです。

斎藤 それはさっきの議論と関係がある。物理学者は背景に膨大な計算があって、そこが彼らの直感を作ってるわけではないですか？

深谷 ええ、我々は逆に別の修行を積んでいて、数学の問題に対する感覚とか、何が大事かに関する別の価値観をもっている。その価値観をもち続けて、しかし、物理からちゃんとアイデアをもらっていくことが、一つ大事なことだと思います。だから、インタラクションは、それぞれの価値観をしっかりとった上で、そこでお互いに何をコントリビュートするかを考えながらやらないといけないと思います。

斎藤 それはご指摘のとおりだけれど、やはりそういうことを懸念と述べるぐらい心配はありま

す？

深谷 はい。そうっていない話をしばしば聞く気がしますね。物理の人が数学に対してどう思ってるか分からないんだけど。われわれとは違う物理学者の価値観みたいなものを理解しろと言われても難しい場合があるんです。さっきの続きをいうと、現象との関係とか、物理として何が大事かということを見てとるのは、物理学者の一番大事な能力、その人の物理学者としての根源を作っている能力だと思うんです。数学者にも同じようなことがあって、違うところで数学者の根源というものがある。それはお互いにある程度は理解し合うことはできるけれども、一人の人が両方どちらをもつことはやはり難しい、というか、そんな楽なものではない。

斎藤 両方もつことは……ちょっと難しいですよ。

深谷 例えばウィッテンにそれができかって言われたときに、やはり早い話がまあウィッテンならば少しはできるかもしれないぐらいのレベルの難しいことですね。

斎藤 でも、個別の仕事の中ではこれは数学的な動機だからとかいうように使い分けせざるを得ないのでは？

深谷 ウィッテン級の人だと、数学の中で十分に意義がある問題をたくさん解いているわけだから、そうやっていると思うけれども、ただ、やはり根源的に本人がもっている関心といえど両方ということはないでしょう。数学者にとっては、もっと難しく、物理の現象に関する感覚を身に付けるのは、多分無理に近いですね。

斎藤 物理の現象に対する直感をもつことが？

深谷 ええ。

斎藤 でも数学の現象に対してなら違うでしょう？

深谷 そうそう、だから数学の現象に対する感覚、つまり問題意識とか、一番大事で理解すべきことにどのくらい貢献するか、を考えながらやるべきですね。僕はそこをきちんとできるかどうか、数学者が物理と付き合う中で大事だとずっと思っています。

斎藤 確かに、若い、これから学ぼうという人に対しては、それは重要な忠告、警告ですね。ちゃんと研究者として確立した人はその過程の中で自ずと必ずどちらかを選んでいると思うけれども、これから始めようという人はそれが分からないところが確かにありますね。さて、深谷さん自身はこれからアメリカに行って頑張られるのですが、何か抱負とかありますか？

深谷 サイモンセンターという所は、多分Kavli IPMUとある意味似たような所です。Kavli IPMUから実験部門が全部なくなったような、要するにKavli IPMUの数学部門よりもちょっと大きいぐらいの数学部門と、それと同じぐらいの大きさの物理部門がある場所だと思うので、さっき言ったような研究をやるには良い所だろうなと思っています。

斎藤 物理学者はいるんですか？

深谷 ええ、今はダグラス（Michael Douglas）という人がいて、最終的には物理学者と数学者と同じ人数になる予定です。ポストドクでもそうです。ただし物理学者は理論物理学者しかいないと思います。サイモンセンターがあるStony Brook大学にはヤン研究所という理論物理の研究所があり、また実験物理もあると思います。サイモン

センターでは、先ほど言いましたように幾何を使って構造を作るという話の方向を専念したい、そこでどこまで行くのかというのを突き詰めたいと思っています。

斎藤 僕から見ると深谷さんはまだお若いし、是非もう1つ大きい仕事をしてほしいですね。頑張ってください。今日はありがとうございました。

——・——

後記（斎藤） 2月20日に深谷さんを訪ね、アメリカ出発の準備でお忙しい中、本がうず高く積まれている研究室で話を伺った。普段は立て板に水の話しぶりの深谷さんであるが、このインタビューでは慎重に言葉を考えながら話をされるのが印象的であった。また、研究当初から物理に興味を持たれていたということで、物理に対する積極的姿勢が印象的であった。これは、深谷さんが初めに言われたように、僕と彼との世代の違いを表すものなのだろうか。