

貨幣・

言語・神

PHENOMENA THROUGH THE MATHEMATICS

「東京大学経済学部助教授」
岩井克人

「社会学者」
橋爪大三郎



「早稲田大学理工学部教授、
情報科学教育センター所長」
廣瀬健

数学が、諸科学のあいだで占める地位は、特異だ。

社会的にみれば数学は純粋に人間の知的活動の産物であり、

記号体系の恣意性をつきつめた極致だ。

一方、多くの数学者は数的世界を実在と感じ、定理を“発見する”と言う。

しかも、数学は物理学など厳密科学の基礎となりうる。

最も抽象化された存在が、
真義にモノとしての対象性を帯びるというパラドックスは、

しかし貨幣の謎と共通する。

さらに貨幣や金のルール・神の観念を人間が了解しうる事実とも通底する、

無限操作をめぐる逆説があるのではないのか？

——現代を照射する白熱の討論。

——今日は、経済学と社会学を専攻しておられる岩井・橋爪両先生に来ていただきましたので、これらの学問と数学との関わり、何が数学的に理解可能で、またどこが数学とは異質なのかを問題提起していただければ有難いと思います。数学者の側から廣瀬先生にそれに答えていただくかたちで、たぶん人間の営みにとって数学が何であるか、さらには現代社会とは一体何なのか、新しい角度から見えてくるのではないかと期待しています。岩井先生経済学にとっての数学ということですが、そもそも経済学という学問がなぜ成立したかを考えてみますと、18世紀後半に「諸国民の富」を書いたアダム・スミスに、一見混沌とした現実の経済の背後には、市場の機構を通してある秩序が存在するという認識があった。価格というものを媒介にして、市場のメカニズムが、経済に一種の安定な状態をもたらすという構造を備えている、と。で、そこをもっと緻密な論理につくりかえて展開した人が、リカードなんですね。リカードの本など、いま読み直してみると、ぜんぶ言葉で書いているんですが線形代数の体系として読めるんです。

廣瀬先生数学という意識はなくて経済の背後にある構造を説明しようとしていたのが、いまの目で見ると数学の構造になっているんですね。似たようなことは物理学なんかにあっても、ニュートンだってそうですね。彼の場合は自然の背後に数学的な構造を見たわけですが、既成の数学ではなくて新しい数学をつくらなければならなかった。でも、彼の書いた「プリンキピア」を眺めてみると、数式なんかあまり出てきませんね。

岩井先生経済学の場合、アダム・スミスとリカードの間で一種の断絶があったと思います。スミスは経済には何か秩序があるはずだという考えの周りをまよまよ回っているんですが、リカードはそれを逆転して、要するに経済には秩序があるんだということを前提にして、その構造を記述するんだとやるわけです。このとき、少なくともカッパツの「実証」科

学としての経済学が成立し、その後より精緻に数学化されていく発展が一方にあり、他方ではそれへの反発があって、リカード的に経済の構造を自明の前提とするか否かによって二つの流れが出てくると思います。

前者の流れからは、1870年代に新古典派経済学が生まれ、メンガー、ワルラス、ジェヴォンズ、パレートらが登場します。この流れが、いまも経済学的主流です。で、先ほどのメンガーの息子のカール・メンガーの周辺には、ウィーンの実証主義のグループやフォン・ノイマン²⁾やA.ワルドらの数学者がいて、彼らが経済学の重要な問題を不動点定理³⁾を用いた一般均衡の存在の証明に導きだそうとします。ワルドが少しやりかけ、フォン・ノイマンがかなり成功し、角谷静夫さんの研究を仲介にして、アローやデブリューとか二階堂副包さんの1950年代の決定的証明に引き継がれる。こうして、不動点の存在定理の証明を完全にすることによって、ある意味でアダム・スミス以来の懸案が解決した、と。

ところが、もう一方で、現実の経済はどのように構造化されたシステムで動いてはいないか考える流れがあります。マルクスもこれに入るといいますが、はくが重要だと考えるのはヴィクセルやミュルダールらスウェーデン学派による不均衡的な分析です。その延長

線上に、ケインズがきます。後者の流れは、前者の流れの人たちが経済を構造化させるものとしてとらえた市場のメカニズムが、その構造化の力ゆえに逆に経済そのものを不安定化させてしまう可能性を強調するものです。市場経済をひとつのパラドキシカルな非構造体ととらえる流れです。はく自身はというと、後者の考え方を継承しているつもりです⁴⁾。廣瀬先生数学的な構造という点では、他の数学を使う学問とある程度同じでしょうが、経済学の場合、自然科学系のものに比べて抽象的な感じはしますね。たとえば貨幣なんて概念は、おそらく抽象的でしょう。

貨幣と数の起源・量とパラメータ

岩井先生貨幣の起源について、もう十何年も前の「Scientific American」だったと思うんですが、面白い記事が載っていたのを覚えています。何が面白いかというと、貨幣と数の起源は同じだというんです。それを示す考古学的な発掘があって、時代も場所も忘れましたが、家畜とか穀物を数えるのに動物なんかの形象を刻んだ石を置いていく。牛でも、色や模様や体型でいろんな牛がいるでしょうが、同じ一つの形を刻んだ石で置き換えていく。それは異質のものを一つの集合の要素として同値化



1) 市場における価格決定を、境界効用の考え方を軸にした需要バランスから分析し、数値的手法を経済学に持ち込んだ近代経済学派。アダム・スミスが市場の「見えざる手」と呼んだ市場メカニズムに当たるものとして、一般均衡の概念を唱えた。

2) John von Neumann (1903-57)。ハンガリー生まれで、のちアメリカにわたった数学者。数学基礎論や量子力学の数学的基礎づけ、作用素論の研究と並んで、経済学者モルゲンシュテルンとの共同研究により「ゲームの理論と経済行動」を著したことでも有名。また、コンピュータ・サイエンスへの寄与は「フォン・ノイマン型コンピュータ」の名でおなじみだ。

3) 一般には、空間NからN自身への写像fに対して、f(x) = xを満たすxをxの不動点といい、さまざまな数学的空間と写像について不動点の存在を証明する定理が見出されてきた。経済学や線形計画法、ゲームの理論などでは、均衡点の存在が非線形空間の閉凸部分集合上での写像の不動点の存在に帰着されることが多い。プログラム意味論では、データ流束上の写像の不動点として再帰的プログラムの意味をとらえる手法が一般的。

4) 興味のある読者は、岩井克人「不均衡経済の理論」(岩波書店)を読まれるといい。



PHENOMENA THROUGH THE MATHEMATICS



廣瀬 健 (ひろせ けん)

1935年、東京生まれ。立教大学理学部数学科卒。東京教育大学理学部手・講師などを経て、現在は早稲田大学理工学部教授(情報処理研究教育センター所長を兼任)。数学(とくに数学基礎論)と情報科学(とくに知識処理)を教える。友人との付き合いと美食・酒をこよなく愛し、知的好奇心の広さには定評がある。将棋は五段。著書は、「計算機(朝倉書店)」「数学の方法(共立出版)」「第五世代コンピュータの文化」「第五世代コンピュータの計画(ともに潮一博氏との共著:海鳥社)」など多数。

● 廣瀬健氏がエンジニアに変わる本 ●
フォン・ノイマン「量子力学の数学的基礎」(みすず書房)——思考対象を数学的に形式化してゆく様子がよくわかる。山田真市「情報処理の科学」(朝倉書店)「世界の歴史1—16」(中公文庫)——歴史の流れをつかんでおくことは重要。

するというプリミティブな数の操作であると同時に、異質のもののあいだの等価関係を表すプリミティブな貨幣でもあるんですね。この二つは、おそらく切り離せないと思います。廣瀬「単位」のなくなった数の概念が出てくるのは、かなりあとなんです。それまでは何頭とか、何フィートとかいう、単位のついた量ですね。1というのが数になったのはずっとあとで、2,3,4は数だけど1は単位で数じゃなかった。比の概念は、早くからある。たぶん、いろんな民族の間で交換が行われるようになれば、お前が5つくれたら4つやろうとかね。そういう感じで、単位が統一され、何進法なんてのも比の概念との関連で統一されていったと思うんです。12進法なんてのも古いでしょ。何故あんなのがいいかというと、約数が多いからでしょうね。比の概念は古いけど、割り算⁵⁾というのはヨーロッパでは嫌われていたようですね。ニュートンですら、あまり割りがたがらない。

岩井「掛け算はいいんですか？」

廣瀬「掛け算は、いいんですが、単位が変わりますからね。ある人の意見では、貨幣価値やなんかの話も含めて、1次元ベクトル空間が想定されている。単位のつかない数とその演算は係数⁶⁾上のものだ、と。だから、足し算や引き算はなんでもないんだけど、単位をもった量の掛け算をすると違う世界になる。割り算すると、単位がなくなったりして、つまり比になったりしてしまう。小学校の高学年ぐらいで算数がわからなくなっちゃうのも、そのへんでしょ。x(グラム)×a(個)のどちらがパラメータであるかなども、本質的にとても難しい。数学の歴史で、初めてパラメータをきちんと意識して用いたのは、16世紀後半のヴィエト⁷⁾からですね。彼は「記号代数学の父」でもあるし、暗号学の天才でもあった人で、ブルボン王朝の開祖アンリ4世の懐刀だった人です。方程式の各項の次元を揃えることでデカルトの業績の先駆ともなり、パラメータの概念を初めて導入した人です。代数方程式の係数をパラメータとして見たから、

根と係数の関係も定式化できるわけです。岩井「そういうパラメータの捉え方は、経済学でも重要で、価格が個人にとっては動かさない与えられたものなんですが、システム全体でみると変数なんですね。このことが、部分均衡が必ずしも一般均衡にならない構造と深く関係している。

廣瀬「未知数⁸⁾というのは、数学基礎論のなかでの言葉を使えば束縛変数であって、パラメータこそが自由変数なんですね。未知の数xは、ふつう $\forall x$ (すべてのx)とか $\exists x$ (xが存在する)という限定つきで入ってますから、実質的には変数じゃないんですね。

岩井「あ、そうか。経済学という部分均衡と一般均衡の話も、似たような構造になっている気がしますね。

廣瀬「つまり、メタの立場で見ると見えないかの差だと思うんです。

数学的構築作業の“足場”

廣瀬「数学者の営みというのは、決して抽象的なものがポツと最初から出てくるというものではないと思います。

たとえば、実数という数直線の上に乗っているような感じが一般的だと思いますが、どの数学者もあるイメージを数学の対象にもっている。で、そのイメージをはっきりさせようとして、公理化という言い過ぎでしょうが、何か形式のより整った体系を作る。それを作ったら、その体系のなかで定理を証明したり、計算をしたり、要するに数学的な展開をするわけです。そうすると、そこから新しい概念、新しい数学的イメージが出てきて、像を結ぶ。それを次の数学の対象として、上と同じような作業を行うことで抽象的な数学の展開が可能になる。

数学のなかだけでも理論化と新しいイメージの形成がグルグル回りながら動いていくというのが、ある意味で現在の数学の営みですね。つまり、数学の中だけで実用から離れてもやっていけるわけです。

でも、ほくは純粋数学・応用数学という言い方は嫌いで、あれは数学を使って何か具体的なことをやりたいという目的意識があるかないかだけの差だと思う。実際に使うことを意識し、試してみるかどうかだけの差。どちらの場合でも、実際に数学を作っている連中はひどい足場の上をドロンコになって這いずり回っているようなもんです。足場をはずして、掃除して化粧して、一応の完成品をキレイな建物にして皆さんにお見せすると、純粋数学の荘嚴な抽象的体系がデーンと立っている感じがしたりもする(笑)。

数学基礎論では、さっきの公理的な理論をさらに形式化するわけです。すると、自分のイメージしていなかったモデル⁹⁾が出てくることがある。形式的体系というのは自己完結的だけれど、それに解釈を与えて、モデルを考えるわけ。たとえば、数論の形式化から、ノンスタンダードな実数が出てきたりするわけです。形式的体系の中では同じなんだけど、解釈をいろいろ考えると、思いもかけなかったモデルが出てくる。無限小とか無限大がきれいに扱えて、あのライブニッツの無限小解析というのはコレだったのね、となったのは比較的最近のことです⁹⁾。

岩井「ほくなんかも、半ば応用数学に近いことをやってまして、使ってる時間の半分くらいは計算しては間違えたり直したりしてしまっているので、さっきの足場の話はよくわかります。たとえてみますと、自分のなかで自然淘汰のプロセスをやっているような感じがですね。ほとんどはつぶれて、ごく少し残ったものを論文なんかに書く。

廣瀬「でも、失敗なさったのも、ずいぶんた



めになってるでしょう。

岩井「ええ、自分のためにはね。人のためには、まったくならない(笑)。

廣瀬「それはそうですよ。足場は、人によってみんな違う。

社会的行為と数学——交換・制度・貨幣

橋爪「いままでのお話、たいへん興味深かったんですが、ちょっと社会学のほうの話をさせていただきます。まず、経済学のように数学的な方法で構造を発見したり、逆にその構造を壊したりする仕事ができるというのは、まことにうらやましい。社会学でも数学的方法を使おうという人は、少しいます。数理社会学会というのもありまして、私もメンバーの一人なんです。

岩井「そうなんですか。最近できたばかりですよ。

橋爪「ええ。で、社会学で数学を使っている人の3分の2ぐらいは、統計学として使っているの、サンプリングが正しいかどうか、つまり、データ収集のレベルで使っているんですね。残りが、数学的モデルを使って社会学をやろうとしている人たち。でも、人間のやることのうち、数学にいちばん乗りやすいのは交換行為でして、経済学にもう取られてしまった。残りはいまのところ、数学的に説明できるようなことは少ないんです。ゲームの理論が少し、あとソシオメトリ¹⁰⁾とかプリミティブなものが、チョロチョロとある程度。

経済において貨幣が重要なように、社会にとって重要なのは言語ですが、文法理論でも、チョムスキーの生成文法みたいなものは、ほとんど数学ですね。しかし、それ以外の重要な部分は数学化できていないし、解明も進んでいない。われわれは、そのへんで苦悶して

5) そういえば、「和・差・積・商」にしても、「商」は最低のランクしか与えられていない。「和をもって整しとなす」扱いとは、えらい違いではある。

6) ベクトル空間に対して、スカラーとして作用するものの全体。要するに、ベクトル同士は足し算・引き算はできても、「ふつうの数」みたいに掛けたり割ったりはできないが、それに作用するスカラーは「ふつうの数」だ。数学用語では、スカラーの全体は加減乗除の演算について「体」をなすといひ、係数体と呼ばれる。

7) François Viète (1540-1603)。フランス西部に生まれ、弁士、のち政治顧問官としてアンリ4世に仕える。代数学の仕事のほか、三角法の発展にも寄与。円周率を無限乗積で表す公式も見つけているが、彼にとって数学は余暇だったという。暗号学の才能は、後によって全部暗号を解読されてしまったスペイン側から、ローマ法王に「悪魔」であるとして訴えられたというエピソードが残っているほどだ。

8) 数学基礎論で形式的体系に解釈を与える枠組み。対象を表す記号(列)をそれぞれ具体的な集合とみたとき、論理式をその世界での関係としてつじつまのあった解釈ができるような構造——と考えていいだろう。1つの形式的体系に解釈を与えるモデルは、1つとは限らない。

9) たとえば、東郷正彦「超積と超導解析」(東京図書)などを参照されるとよい。

10) 社会集団の中での人間の相互関係を、感情や態度などを評価することによって数値化し、集団の構造やその変化を分析しようとする方法。



岩井 健人 (いわい かつひと)
1947年、東京生まれ。東京大学経済学部卒。1972年に、MITでPh.D取得。Yale大学経済学部助教授、同コウルズ経済研究所上級研究員などを経て、1982年より東京大学経済学部助教授。1988年、ペンシルバニア大学客員教授、プリンストン大学客員助教授を兼ねる。経済理論を専攻。著書 *Disequilibrium Dynamics* (Yale University Press, 1981) により、1982年度の日経・経済図書文化賞の特賞を受賞。著書に、「ヴェニス商人の資本論」(読者書房)「不均衡動学の理論」(岩波書店)。

●岩井 健人氏がエンジニアに薦める本●ブリジゴン・スタンジェール「混沌からの秩序」(みすず書房) 梶野 香彦・上野千鶴子・宮田登「日本王権論」(春秋社) フェルナン・ブローデル「物質文明・経済・資本主義」(みすず書房)

うね。社会学の扱うような恐ろしく複雑な話ですと、既存の数学が使えるかどうかではなくて、新しい数学をつくらなきゃならない世界だという気がしますね。でも、急にできるものではない。

橋爪 残念ながらそうです。

廣瀬 でも、経済学で線形代数が使えるとって、あれは線形代数が通用する世界の話をしているだけですな。

岩井 そうですね。より根源的には貨幣の問題があります。貨幣というものが経済にあるというのは根本的なことでして、貨幣が価値の等価性を確立するというので、ある意味で経済の数量化を必然化するわけです。しかし、逆に一方では、貨幣の存在のなかには、貨幣経済以前の社会を支配していたさまざまな非経済的価値関係が押し込まれていて、だからこそ貨幣と対置される商品の世界がスッカリと数量化される構造になっている。

と言いますのは、なぜ貨幣に価値があるかという、世の中に経済的な秩序があるという信念をみんなが持っているからです。あす世界が崩壊するというのなら、誰もお金なんか持たないんで、このリング1個が150円と同じですよという体系があす以降も通用すると誰もが思うからこそ、貨幣が価値の等価性を生みだせるわけです。ですから、貨幣の存在を前提に、等価交換からつくられる経済の秩序を記述することはできるけれど、じゃあそれを可能にする貨幣とは何なのかというハナシになると、自明だと思っていた秩序や構造が必ずしも自明ではなくなってくる。貨幣とは、そういう奇妙な存在で、経済に構造があることを前提にしながら、同時にドロドロした秩序を破壊するようなものも含んでいる。このことに気づいたのが、マルクスであり、スウェーデン学派であり、ケインズだったと思います。

橋爪 私たちは、そのことを制度という言葉で呼びたい。近代資本主義はすっぱり人類を覆うまでになったわけですが、それはある時代にはじまった制度であること、それが貨幣

の存在のなかに押し込められ、抱え込まれている。貨幣というのは、ものすごいメディアで、人間活動を世界的なものに上げた一方、各地の牧歌的な共同体を片っぴらからこわしていった。

岩井 制度とのおっしゃいましたが、貨幣は少し異質なものだという気がします。制度というと、一つの共同体的な意識体系のようなものを思い浮かべますが、貨幣の不思議なところはそれが単なるモノなんです。ポケットにでも入れられる、モノであって、共同体的あるいは超越的な制度がなくても、それに似た働きができる。

橋爪 そういう意味での制度だと言いたいんですがね。目で見えて、手で触れることができて、同時に制度でもある。そういうものが人間のあいだに発生したとき、人間の社会がある部分、数学で切れるようになった。それが、経済学の迫力です。

モノとしての貨幣・言語・数学 そのオブジェクト性

——言語はどうなんでしょう。

橋爪 ある意味で、貨幣とよく似たものなんです。

岩井 言葉というのは、モノとして意識したら使えなくなるんじゃないですか。それを意識すると作家になるという言い方がありますね。言葉をモノとして意識することは、精神障害の問題とも密接に結びついています。そういう意味で、ぼくなんか共感する経済学者というのは、あたかも気が違ってしまった人のように貨幣をモノとして感じ、分析している人たちですね。

——数学者は、数学の対象をモノとして感じることがありますか。

廣瀬 どの数学者も、モノとして感じていると思う。少なくとも、それを研究しているときには。

岩井 ぼくなんかも、数学者の近くにいることが多くて、よく話す機会があるんですが、みんなベットのマシンをもっているわけ。自

分のマシンがワークするかどうかという感じで、証明とかをするみたいです。数学的対象なり仕掛けは、彼の頭のなかで一種のモノ、オブジェクトとして確かにあって、それを取り出してきては動かしている。ものすごくモノ性を感じとれるから、数学者になれるんじゃないですか。

廣瀬 シンボルの裏にあるものを浮かび上がらせる……。本人にとっては完全にモノ性がある、目の前に浮かぶのではない、考えられない。ただ、ある時期にモノ性がある、しばらくするとなくなっちゃうこともある。橋爪 数学には人間がつくるという側面がある。一方、数学者にとってはモノ性がある、そこにすでにあるという確信がある。こういう両面があるというのは、考えてみれば不思議な気のすることなわけです。

廣瀬 えらい数学者で定理の証明が間違っていることがよくあるんですね。ルベグ¹¹⁾の学位論文も間違っているところがあるそうです。でも、こういう偉い人の場合には、結果が、つまり定理が間違っていることは、ほとんどない。証明は間違っているけど、必ずなおる。偉い数学者には見えているんですね、オブジェクトとしての数学的対象の状況が。証明は、すでに見えているモノを他人に説明するための、デモンストレーションにすぎない。デモンストレーションは間違えても、正しく見えている。

岩井 ところが、経済学の対象となると、経済そのものに根本的な秩序があるか、本当に数学的構造をもっているのか、これをめぐって争っているわけです。数学は使うけれど、数学者に見えるような確固とした対象が目の前にあるわけではない。だから、いくらある命題がきれいに証明できたとしても、それが現実はどういう意味をもつかは全く別問題。そこが違う点ですね。

廣瀬 そうですね。小平邦彦先生¹²⁾が「数感」ということを話されたことがある。何やらよくわからないが、こういうことが成り立ちそうだと、これは面白そうだ、何かあるぞ、

とかね。そういう感覚が、確かにある。数学者は、そういう感じをもったことが事実あると、たいがい答えるはず。では、その数感はどうやってうまれるのか、誰もわからないわけです。ただ、自分で証明を試みたり、計算を間違えてやり直したり、そういうことを何度もやらないとゼッタイ養われませんね。

「わかる」という事実 無限操作の能力

橋爪 そういう感覚は、絶対に明示的には言えないものですね。ヴィトゲンシュタイン¹³⁾という哲学者が、それを指摘しています。数列をあるところまで示してあって、そのあとに何が続くかわかるか、という問題を彼は例に挙げています。わかる(!) わけです。でも、なぜわかるかと言えるか、という話です。結論は、わかるしかないものなんだ、と言うんです。彼は小学校の先生もやっていますが、人間が人間に何かを教え込むことは不可能だと言う。それが、彼の教育論。わからせるためには、実例を提示して、同じことをやってみせるしかない。手足を使って同じことをやってみて、あるところで、わかったと言う、と。わかるということを証明もできないし、なぜわかるか、保証するものもない。

しかし彼の言うとおりであって、人間の社会で貨幣なり言語をやりとりするのは、そういうことではないか。とにかく参加していくと、突然ある秩序が見えてくる。コミュニケーションが成り立って、価値や意味や何か物質性を感じるようになるというのは、そういうことじゃないかと想像しているわけです。廣瀬 いまのお話を聞いていて思い出したんですが、チョムスキーの、幼児はどうやって言語を習得するかという話があるでしょう。母親からほんの少しの単語と、対応する行動を見聞きするうちに、スーッとわかるんだという話。最初、神学みたいな気がするんだけど、よく話を聞くとなるほどな、と思う。あれも、体得するという話で、ただ彼は生得的な構造があると言うんでしょ。あれも、面白

11) Henri Lebesgue (1875-1941)。フランスの数学者。長さや面積や体積の測度系に当たるもの(測度)を数学的に厳密に定義する体系をつくり、今日「ルベグ積分」と呼ばれる現代的な積分理論を基盤づけたことで有名。彼の業績は、量子力学の数学的基礎づけや、ポテンシャル論、現代的な確率論その他に大きな影響を与えた。

12) 日本を代表する数学者のひとり。1915年生まれ。1954年に、数論研究の業績により、数学界でノーベル賞にあたると思われるフィールズ賞を日本人としてはじめて受賞。

13) Ludwig Josef Johann Wittgenstein (1889-1951)。オーストリア生まれの哲学者。ケンブリッジのバートランド・ラッセルのもとで哲学と論理学を学び、第一次世界大戦で捕虜となった時期に「論理哲学論考」を書きあげる。1930年代に再びケンブリッジに戻り、言語の使用法を根本から問題にする後期の哲学を展開するが、それまでの時期、論理で建築や児童教育にも関わっていた。



ワイトゲンシュタイン全集(全10巻・補巻3/太田 啓)
「論理哲学論考」「哲学研究」など、世界や人生をまっしぐらに考えていく論理的思考の鋭さを体感できる。——橋爪大三郎氏



橋爪大三郎 (はしづめ だいさぶろう)
1948年、鎌倉生まれ。東京大学大学院社会学研究科博士課程修了。社会学専攻。ヴィトゲンシュタインの「言語ゲーム」という考え方を大胆に社会学や宗教理論に持ち込むなど、意欲的な研究を続ける社会学者。著書に、「言語ゲームと社会理論——ヴィトゲンシュタイン・ハート・ルーマン」「仏教の言説戦略」(ともに勁草書房)。「はじめての構造主義」(講談社現代新書)があり、「冒険としての社会科学」が毎日新聞社より近刊予定という。

●橋爪大三郎氏がエンジニアに驚める本●「ヴィトゲンシュタイン全集」(全10巻・橋巻3/大修館書店)中村元「ナチズム」(講談社・人類の知的遺産13)——論理的迫力が、常軌的な実体感を破壊しつつしていく、大衆思想の神髄。M.ディモント「ユダヤ人」(朝日新聞社)

いんですね。

橋爪氏数学者の方にお会いして、ぜひ聞きたかったことの一つは、無限のことです。さきほど数学者にとって、たしかに対象が実在感をもっているという話がありました。ほくらは幼稚なレベルですが、無限やそのほかについて、ある程度その感覚がわかる。でも、よく考えてみると、ほくらはたかだか有限回の経験と、数えられ、枚挙できるシンボルしか操作していないのに、どうして無限がわかってしまうんだろうか、と。

廣瀬氏わかってしまうわけではないですね。無限を扱う理論としては、公理的集合論では、無限公理というのを、入れる。自然数全体と同じ大きさの ω という存在さえ許せば、あとは置換公理によって、いくらでも大きい無限がつけれますよ、というハナシもできる。でも、それは、いまおっしゃった意味の、本当に無限が直観でわかるという問題に答えるものではないですね。

橋爪氏数学にとって無限というのは、本質的なものだと思うんです。

廣瀬氏そうです。数学の世界では、無限を直観的に認めますね。表現として、最初にそれが可能になったきっかけは、無限の操作を有限で書くシカケをつくったことだと思う。1, 2, 3, ..., n , ...と書いて、無限列だと思う。つまり、「これこれの条件を満たすものの全体」という内包でやるか、ぜんぶワットと書き並べる外延しかない。

前者が集合論的操作で簡単で便利なんだけど、そのかわり魑魅魍魎と一緒にドロドロ入ってくるかもしれないんで、怖い。後者は無限の操作になるんで、実際にやろうとしても終わらない。そこで、代理人を出すのが、数学の常套手段。書き並べるかわりに、書き並べる方法を有限的に示す。それが、数学的帰納法です。

岩井氏無限順序数を、 $\omega, \omega+1, \omega+2, \dots, 2\omega, 2\omega+1, \dots, \omega^2, \omega^2+1, \dots$ というふうには書き並べ

ていきますね。途中で“...”とやるのが面白いですね。

廣瀬氏帰納法なんですね、厳密な表現としては。そういうシカケで書く。“...”を書くくらい難しいことはないんですよ。点三つ書くと、どうなっているか、保証はないわけです。それで、連帯保証人として、帰納法をもちだし、自然数上だけの帰納法で足りなければ、一般の順序数上の帰納法ということになる。それで、形式的には、無限が構成できたという感じになる。しかし、感覚は“...”ですね。

岩井氏じつはね、貨幣がまさしくそれなんです。なぜ貨幣が存在しているか、なぜ1万円札に価値があるかと考えてみますとね、要するに次の人がそれを貨幣として受け入れてくれるからです。なぜ受け入れてくれるかというと、じつはそのまた次の人が1万円札だと認めてくれるからです。じゃあ、その人はというと、そのまた次の日、そのまた次の人もそうだから、と言うわけです。無限の連鎖があるんですね。もし有限で世界が終わったとしたら貨幣として存在できなくなるんです。たとえば、西暦2000年でこの連鎖が終わることになっていて、最後の年には価値が無くなるとしてみましょう。すると、その1日前には、次の人が受け取らないお札だから、すでに価値を失う。その前の日も同じこと。つまり、バックワード・インダクション(逆帰納法)で現在まで来て、価値がなくなってしまう結論になるわけです。ですから、貨幣は無限の連鎖を内に秘めることによって、それを核にして存在しているんですよ。 ω 操作をしているんですね。

廣瀬氏ふむふむ、なるほどねえ。

岩井氏モノでありながら貨幣は、そういう無限操作を代行しているんですね。非常にパラドキシカルな一種の記号として、そこで数学と結びついている。

ω操作としての 社会ルール・貨幣流通・言語そして神

橋爪氏ω操作というのは、いい言葉ですね。こ

れから、使わせていただこうと思います。と、いいすのは、社会学でも、似たような問題が出てくるんです。たとえば、法律をなぜ人々が守るか、ということ、ほかの人が守るからなんです。ω操作みたいなものです。「遂行的 performative」というんですが、とにかくみんながそうしてるからそれがルールなんだ、としか言えないような構造なんです。廣瀬氏だいたいわかるような気がしますが、法律というのは、たいてい刑罰を伴ってますね。あれは、社会学に現われてくる独特の……。橋爪氏数学のルールには、刑罰はないみたいです(笑)。

廣瀬氏刑罰は、ルールの遂行に割り込みをかけている感じの不思議なものです。橋爪氏制裁の問題ですが、法理論に二派ありまして、刑罰があるからルールが守られるという考え方と、もう一つは、ルールのほうが第一義的で、刑罰は二次的なものだと考える学派があります。刑罰もよく考えてみると、刑をかくかくに執行せよという命令とそれに従って行動する人々がいるのですね。もし執行命令のルールそのものが通用しなくなると、その人々が「やめた」と言っちゃったら、刑罰は成り立たない。ほくらは、後者の考え方なんです¹⁴⁾。

岩井氏ほくが、いま書いている論文が、まさにそれ。貨幣になぜ価値があるかというのは、まさに自分以外の人が貨幣を価値だと思うからです。不動点みたいなもの。

廣瀬氏あ、なるほどねえ。不動点ね。

岩井氏誰かが「やめた」と言ったら、システムが崩れてしまう。それが、インフレーションとか、そういう現象です。で、さっきの無限操作の意味を、一種の不動点としてたまたみてみるわけです。本来的に無限操作である自己言及性が、貨幣というモノに結晶されていると考えてもよいと思います。

橋爪氏数学での無限を把握できることと、貨幣をやりとりできたり、言語を習得できたりする、ルールを理解できる能力。両方はどこかつながっていて、人間にはそういう能力が

そなわっている、そんな気がしますね。

岩井氏どうでしょうね……。さっきチョムスキーの話が出ましたが、母親の言葉の有限のサンプルから、子供は逆に無限の言語列を可能にする言語法則を導ける。シンボル能力というのは、2歳半から3歳半のあいだで、ものすごく違うそうですね。あの時期に、有限列から関数へとある種のジャンプがおきる。シンボル能力というのは、やっぱり無限操作だと思えます。

廣瀬氏無限操作に一定の意味を結びつける能力がある、ということですね。たとえば π を正確に計算するプログラムは停止しない。停止しないステップの連鎖に対しても、ちゃんと意味が定まるんだというのをやるのが、プログラム意味論¹⁵⁾ですね。OS(オペレーティング・システム)なんかも停止してはいけないんで、その証明をやる。でも、停止しない証明は、停止することの証明と同じ型の手続きでやるんです。ちょっと逆説的ですが、

橋爪氏数、貨幣、……。あと、無限操作に関係するもので今日まだ出てきてないのは、おそらく神。

岩井氏コントロール¹⁶⁾は、彼の Δ ¹⁷⁾がエホバであると、どこかに書いてますね。

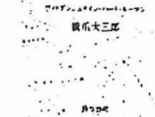
証明・交通・資本主義

廣瀬氏ギリシャでなぜ、証明を中心にする数学ができたのか、不思議でしょうがないんです。証明をあんなにマジメにやろうとしたのは、ギリシャ時代のギリシャと、あと17世紀以降の現代数学だけでしょう。インドも中国も計算がほとんどですね。中国の「九章算術」¹⁸⁾とか、精強な計算システムがあって、でも証明はしない。アラビアもユークリッドの原論の流れが入ってはいるけれど、sin cosを発明したりして、計算が中心。17世紀頃から証明こそすべてだと急に変わる。歴史的には、証明は少数派ですよ。それが、いまでは多数派どころか100%ですわからね。

岩井氏一つには、プリミティブな資本主義に

14) 興味のある読者は、橋爪大三郎「言語ゲームと社会理論——ヴィトゲンシュタイン・ハート・ルーマン」(勁草書房)を読まれるといい。

言語ゲーム と 社会理論



15) たとえば、山田真市「情報処理の科学」(勁草書房)に、プログラム意味論やプログラムの停止、計算量の理論などコンピュータ数学の基礎がよくまとめられている。命令型と関数型のプログラミングなどについても触れている。

情報処理の科学



「情報処理における数学的方法が概観できる」(廣瀬健氏)

16) Georg Cantor (1845-1918) ヘルムスブルクに生まれドイツで活動したユダヤ系の数学者で、集合論の創始者として有名。1894年以降、しばしば強迫性障害を伴う精神の衰弱にみまわれ、最後は精神病で死んだ。

17) 「アレフ」と読む。ヘブライ文字の第一字のあたり、コントロールが無限集合の大きさ(濃度)を表すのに使った。

18) 「算経十書」のうちの二つ。漢代から漢の時代までの間に成立したと考えられている。唐から宋にかけて、官吏登用試験の教科書に使われたという。

PHENOMENA THROUGH THE MATHEMATICS

近い交通空間がギリシャには、できていた。ギリシャの哲学者って、かなり外人がいるでしょ。ヘラクレイトスはユダヤ人だし。廣瀬 確かにそうですね。エーゲ海全体が一つの国みたいなもので……。

岩井 異民族の交通のなかで資本主義的な世界ができはじめたギリシャは、一つの特異点なんだと思います。あと、17~18世紀のヨーロッパ。資本主義というのは何かといったら、違ったシステムがぶつかつて相互連関するという……¹⁹⁾。証明を必要とする考え方と、なにか関係あるような気がします。

橋爪 あと、ギリシャが特別な点は、ポリスごとに法律が違っていた。だから、人間がつくる法律という考え方があった。城壁から外へ出ると、それに束縛されないし、保護もなくなる、と。じゃあ何を共通項にするかという、たとえば数学、哲学……。

廣瀬 なるほど。だから、共通の理解にゆきつくための証明ですか。それはそうと、アリストテレスという人は、おそらく偉い人ですね。あの時代に、論理的に正しい命題は、命題の内容と関係なく、その形式によって、その正しさが判断できる、ということに気がついている。ゲーデルの完全性定理の直観をもっていた、ということですね²⁰⁾。

岩井 アダム・スミスなんか読んで、「ニコマコス倫理学」や「政治学」のむし返しなんです。論理はほとんど同じなんで、驚きます。アリストテレスという人は、共同体的な思考方法を極限まで推し進めた人だという感じがします。彼は貨幣をすごく嫌うんです。共同体に貨幣は要らない。貨幣は、共同体がポリスになり、ポリスが世界になるときに、必要悪として出てくる。貨幣はどうしようもないもので、悪無限だと言っています。

廣瀬 アルキメデスもそうですけど、彼も徹底した有限主義者ですね。数学の歴史で無限を平気で扱うのは、だいたいあとですね。あれ、やっぱり宗教的なものと関係しているような気がするんですが……。

岩井 ユダヤ教でしょう。無限の忌避という

ことは、共同体の擁護なんだと思う。ユダヤ教がなぜ無限を志向できるかという、土地を逐われてあらゆる共同体の間を介することになったからだだと思います。

現代社会の構造と株式のプログラム取引・アルゴリズムの知的所有権

——親族構造を数学的手法で解明しようとしたレヴィ=ストロース²¹⁾の仕事なんかがあった一方で、貨幣が媒介する市場は共同体的な有縁の関係を切って無縁の世界を広げてきた。そこが、現代の資本主義や情報化社会とつながるポイントのような気がします……。

岩井 レヴィ=ストロースの仕事は非常にきれいにいったわけですが、群論的な構造で説明できるのは、貨幣のないプリミティブな社会だけなんです。

橋爪 ええ。あの方法では、現代の社会には手も足も出ない。岩井 貨幣のある世界には無理なんです。というのは、貨幣経済は交換関係を貨幣というモノに閉じ込めてしまっている、システムを必要とせず、ああいこう構造から自由な交換を可能にしてしまう。それゆえ、物々交換とはちがって、日々の取引は全体の需給がバランスしていなくても可能だということ。レヴィ=ストロースのいう限定交換も一般交換にしても、基本的にシメトリな交換なんです。ここが、決定的に違う。もう一つは、イノベーション。何か新しい別のことをすると、利潤がうまれる。そういうインセンティブを与えるシステムであって、構造を自ら流動化させてしまう。そのへんの話が、文化人類学の人なんかには、なかなか通じなくてね(笑)。で、さっきの無限の問題がそこから入っている。

廣瀬 そこから、数学的扱いもできるような経済の構造も出てきたということですかね。いちおう、経済は計算ができる。社会学は、計算ができない。でも、社会的なものを数学的な世界にマップするやり方が何かあるんじゃないか。としたら、何が出てくるのか、コ

ンピュータやプログラム言語のありようやなんかとも関わって、僕は興味があるんですがね。

橋爪 社会学を数学化するメリットは今のところ、あまりない。ただ、むしろ社会そのものが情報化によって数学化してしまうことは、ありうると思う。いまのプログラミング言語でなく、日常語がインタフェースになったような社会を想像してみると、機械が社会関係を演出しはじめ、それと同時に機械自身も社会化してきて、人間だけが社会のメンバーであるという前提から少しずつズレてくる。いまの貨幣のように、コンピュータが人間のあいだに介入する、そういう可能性は考えられますね。

岩井 いちばん身近な例では、株式のプログラム・トレード。

橋爪 第一例として、興味があるんですが、それは経済学のほうで、資産選択や最適購買行動の理論があったから、機械にやらせることができたんじゃないですか。

岩井 他人が今までと行動を変えないという前提でプログラム・トレードしますからね。前提が崩れちゃうとヘンなことが起こる。

橋爪 もうちょっと進んだ処理ができれば、消費財の購買行動ぐらいなら、機械がすぐ実行できそうです。

岩井 僕はよくね、プログラム・トレードというのは、大衆社会のほとんどは主体なきコンピュータの世界と変わらないんだということを暗示しているような気がする。

——知的所有権なんかのゆえは……？

廣瀬 数学に関しては知的所有権のような感覚はないんですが、アルゴリズムについては出てくる可能性があると思います。いまは、知的所有権の対象にはなりにくいだろうと考えられています。アルゴリズムはダメだけどコンセプトは保護できる可能性があるのではないかと議論が、アメリカにはあって、それは著作権や特許権によるとされているようです。アルゴリズムをどうしても自分だけが使おうと思ったら、隠すしかない。



岩井 線型計画法でシンプレックス法よりはるかに速い画期的なアルゴリズムが2~3年前に出たんですが、どうも証明がおかしい。知的所有権のために、発見者の雇い主がわざとあいまいな証明を流しているという噂がありますね。

廣瀬 $NP=P^{22)}$ が証明できるかどうかという、大問題に関わるわけですよ。 $NP=P$ の証明ができて、そのアルゴリズムを自分だけで持っていざらたら、恐るべき権力になりうる。

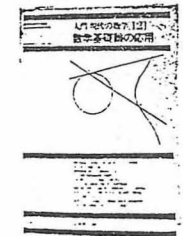
岩井 いや、あれは単なるPのアルゴリズムの問題だったと思いますが、どうもいろんな人が論文読んでもわからない。わざとあいまいにして、隠しているらしいんです。数学上の大問題ではないんですが、計算コストの金額にすると大きいわけです。

廣瀬 そうですか。 $NP=P$ が証明できたという話も、ときどきあるんですよ。そのたびに、みんながチェックして、どうもあやしい、と。このへんの話は暗号系なんかに関わる²³⁾こともあって、社会的影響も大きいんです。

——現代社会にはアルゴリズムと情報管理の問題を含め、数学と社会の微妙な関係も生みだされているようですね。今日は、長い間、ありがとうございました。

22) コンピュータ科学で「計算量理論」と呼ばれる分野の重大問題。計算量理論では、数学的に抽象化された計算機(決定性または非決定性の Turing 機械)の停止までのステップ数(時間計算量)、または計算テープの長さ(空間計算量)によって計算量が定義され、それらから解くべき問題(入力)の大きさに対してどの程度の時間内に答えが出るものに限られると考えられているが、 $NP=P$ の問題とは、そのへんのクラス分けがまた数学的に未解決であることを示すといわれる。

23) 「暗号系と計算量」という解説を、廣瀬氏が数学セミナー増刊「数学と理論の応用」(廣瀬健一編: 入部・現代の数学12/日本評論社)のなかに書いておられる。



19) このあたりの問題については、フェルナン・ブローデル「物質文明・経済・資本主義」(全6冊/みすず書房)が示唆に富む。

物質文明・経済・資本主義



(岩井氏の推薦書)

20) ゲーデルの完全性定理が、有名な「不完全性定理」にもまして重要であることは、廣瀬・橋爪正「ゲーデルの世界」(海峽社)のなかでも強調されている。



21) クロード・レヴィ=ストロース「親族の基本構造」(上下・香月書房)。この本の構造に数学的付与がけられているように、ブルバキ派の中心的数学者であるアンドレ・ヴェイユが彼の仕事に尽力したという話は有名。



マックス・・ディボント「ユダヤ人(上下)」(佐々木啓祐/岩波書店)——「自然・文化・経済」の3つの次元を統合し、ユダヤ人の宗教的伝統、平等・透明な経済的システム(橋爪大三郎氏)