

10。まとめ

以上で、私は、この多様性に満ちた世界を考えるためのさまざまなアイデアの基本だけを、特に数式や計算や証明や細部に立ち入らずに説明した。まず数の多様性からはじまり、言語の多様性、代数の多様性、幾何の多様性、機械の多様性、そして結晶の多様性と論じた。これらは、数学、物理学から人文科学、コンピュータ科学にまで多岐にわたる。そして、最後にそれらをうまく統合していくことで、DNAや蛋白質の電子状態を求めるといふ、シュレディンガーの夢を実現することができるアイデアと方法を提案した。ここで必要だった数式めいたものといえば、ニールセン変換などの若干の対応関係を表わすためのものや数の四則演算やせいぜい2行2列の行列の掛け算にすぎない。まだ他にもたくさんワクワクするような話題があるが、読みやすくするために、それらはあえて省くことにした。

それらのアイデアの一部を除き、そのほとんどは一般の人々にはまだあまり知られていない、なじみの薄いアイデアであると思う。おまけに、初めて見る多くの人にはかなり抽象的なアイデアに見えることだろう。あるいは、言い方を変えると、ある人はある分野のアイデアになじみがあるが、別の人は別の分野のアイデアになじみ深いと言うべきかもしれない。きっとそれぞれの分野の専門家は、それぞれの分野のアイデアに親しんでいるだろう。しかし一方で、これほど多岐にわたり、得られた時代も場所もまったく異なる、さまざまな分野に1本筋の通ったテーマが潜んでいるらしいことを見て、かなりの驚きを感じているのではないだろうか？

私はこれらのアイデアの本質は皆1つであると感じている。この私の個人的なフィーリングが少しでも読者に伝わったなら、それ以上の望みはない。もし何かに関心を引きかれた読者がいるとすれば、ぜひ自分で勉強して考えてほしいと思う。最後に、読者の便宜をはかって、それらのさまざまな分野間の対応関係をテーブルにしておくことにしよう(図10-1)。

以下に、この場を借りて、私が自分の研究論文などでは一切書かないが、常日頃考えていることについて書き加えたいと思う。

	数	言語	代数	幾何	計算機械	結晶	生物
アルファベット	素数	文字	変数	ユニット パーツ	状態	原子	塩基
公理	四則演算	文法規則	代数規則	生成規則	遷移規則 遷移図	代入規則	進化法則
多様性	数の 多様性	言語の 多様性	代数の 多様性	幾何の 多様性	計算の 多様性	結晶の 多様性	生物の 多様性

図10-1

<来たるべき世界像>

私は、次に来る科学技術の時代は、人文科学も自然科学もコンピュータ科学もない時代になると考えている。上で考察したように、それらの基本テーマは1つだからである。それらのうち、どれが一番すぐれた分野であるとか、どれが一番重要な分野であるといった言い方自体が意味をなさなくなるだろう。したがって、理科系、文科系といった区分は、もはやナンセンスとなるだろう。やはり、人間たるもの、1人の人間として、部分だけを知るのではなく、部分と全体を見通すほど十分に賢くなる必要があるだろうと私は思う。

しかし、現在の教育システムの在り方を見ると、物理学者になるためには物理学だけ、数学者になるためには数学だけ、コンピュータ学者になるためには、コンピュータサイエンスだけ学ばばいい、スポーツ選手になるためには、スポーツだけ学ばばいい、それも自分の専門分野に関したことを学ばばいいという、分裂した風潮が強い。しかし、それは、我々の科学や文化がまだ還元論全盛だった時代

にできた教育システムの残がいである。地球温暖化のような現代の社会問題を見ても明らかなように、今の我々を取り巻く問題のほとんどは、1つの分野の専門家の手にあまる複合的問題である。では、たくさんの分野の専門家を集めれば、その総和として解決できるかということ、それも難しい。なぜなら、そういう問題は、もはや還元論的には解きようがなく、かといってやみくもに非還元論的にやっても解きようははずがないからである。私は、そうした問題にもやはり部分と全体を同時に見るという新しい行き方が、たいへん有効であると思う。そのためにも、現在の教育システムや教育カリキュラムをもっとこの新しいやり方に合うように変えていく必要があるのではないかと私は考える。

<新ルネッサンス>

私は、次の世紀にきっと今まで以上の科学上の革新が起こると予想している。多くの新しいブレイクスルーが次々に現われるだろう。そして、今まで以上に、学問と学問の間の新しい結び付きが得られ、その度に我々の理解が深まるだろうと思う。特に、数学や物理学や化学や生物学やコンピュータサイエンスはそうである。そうした、新発展に基づき、新しいルネッサンスの時代になるのではないかと私は期待している。

<人類の見果てぬ夢：考える機械>

パスカルは、「我々人間は考える葦(あし)である」と言った。また、デカルトは、「我思うゆえに我あり」と言った。その意味は、「我々人間は考える機械である」ということだと私は思う。我々は、確かにいつも何かに囚われ、何かを考えている。しかし、多くの場合は我々の日常の出来事の中で刺激反応的に考えているにすぎない。決して何かを新しく生み出すというように創造的に考えているのではない。というのも、たとえ1つのことであっても、創造的に考えるということは、たいへんな集中の必要な、疲れる作業だからである。

私は、科学者や数学者が何かを成し遂げるとき、その頭脳が極めて危ない橋を渡ることを知っている。人がアカデミックな抽象的な何かを成し遂げることは、何か既存の物を作るのとは違う。それは、うまくいけばいいが、うまくいかなければ、他人から見ればただボーッとしているだけで、まったく無意味に見えるからである。むしろ、絵や茶碗といった、だれにも分かる物を作ったり、実験などをして作業しているほうが、気が楽である。数学者や理論物理学者は、この自然や論理の世界をまるで自分が神様になったかのように考える。このとき、その世界を征服できればいいが、もし失敗すれば、それまで要した何年あるいは10年もの試みはまったく無駄に終わるのである。単に無駄に終わるのではない、何も無い、ただの無なのである。つまり、元へ戻ってしまうのである。このときの絶望感は、普通の人々の理解できるようなものではない。その青春の10年間はまだ2度と戻らないのである。こんなことになるなら、平凡な人生を歩み、みんなと同じことを考え、みんなと同じ行動をし、夏にはビアホールでビールを飲み、休みにはハワイへ行って遊ぶほうがどんなにいいことだろう。平凡なほうが、この世の幸福を実現できるのである。科学者の精神は、この神の高みと無の地獄の間を行き来し振動するのである。ときに、カオスに陥り、自殺するものもある。

しかし、こうした過酷な世界に挑戦するものがいなくては、社会の進歩も安定も得られないのである。モーツァルトやシューベルトもアーベルやガロアもチューリングも時代に認められることなく、短く散った。しかし、彼等のいない世界は考えられないのである。彼等の前と後では確かに世界が変わったのである。だからこそ、こういう若者たちは人々からもっと愛され、大事にされるべきである。一般人は彼等を暖かく応援し、勇気づけなくてはならないと私は思う。

私は、個人的に、こうした天才たちの作業の代わりにしてくれる、「考える機械」があれば、どれほど素晴らしいだろうと考える。なぜなら、その機械があれば、私自身が、その危険に身を入れずにすむだろうからである。私自身は平凡な幸福を得、私の機械に天才の生活を強いることができるからである。それに、人間の集中はすぐにとだえる。しかし、機械はそうではなく、いつまでも私に代わって考えてくれるだろう。しかし、これはまだまだ先の話である。

かつてチューリングは、考える機械は実現可能であると言ったという。彼は、コンピュータやオートマトンのような、限られた状態を持つチューリング機械でなく、もっともって状態数の多いチューリング機械は、質的に異なる機能を持ち得ると考えた。前に考えたような、たった1本のテープを持つ

チューリング機械は、たった1つの演算素子を持つフォンノイマン型コンピュータに対応する。これは、物事を並列的には処理できない。では、仮に、たくさんのテープを2次的に配列したチューリング機械を考えたらどうだろうか？これは音楽の楽譜のようなもので、楽譜によりたくさんの演奏者が並列的に異なるメロディーを演奏できるように、たくさんの演算を同時に並列処理するだろう。では、3次的に配列したチューリング機械を考えたらどうだろうか？これは、画像のような2次的な情報を並列に処理できるだろう。さらに、4次的に配列したチューリング機械を考えたらどうだろうか？これは、我々の物理的空間のような3次元情報を同時に並列処理するだろう。こうなったとき、この機械は我々のように考えることはできないのだろうか？[2, 3]

これは、脳の構造にかなり似ている。私は脳それ自身にもたいへん興味があるが、ペンローズとは異なり[3]、考えることは脳にしかできないとは考えていない。計算を実現することが、我々の脳だけができるのではなく、チューリング機械の条件を満たした電子計算機やDNAによってもできるように、おそらく脳以外でも考えることはできるのだろうと思う。問題は、考えるとはどういうことかということである。これをどのように定義すればいいのかということである。もしこれが明確になれば、この条件を満たす機械を作ればいいのである。それが、考える機械である。当然、我々の脳にもこの条件を満たす部分が存在することだろう。考える機械を作る、これは私の夢である。

<若者たちへ>

最後に、研究者や科学者に将来なろうという若者たちへメッセージを送りたい。私のこの論文を読むと、さぞかし私がさまざまな事柄をその専門家となるべく勉強し、そしてそれによってそれらの知識を統合し、1つのヴィジョンを作ったかのように見えるだろう。まず細々としたたくさんのことを勉強し、初めて自分のヴィジョンが得られるのだろうと思うだろう。しかし、これは違う。むしろ、実際はたった1つの一見小さな問題を解くことだけに集中し、それを実現した結果にすぎないのである。私の場合は、1次元準周期格子の問題を、フィボナッチ格子からもっとさまざまな無理数で与えられる準周期格子へ拡張することであった。良い問題には、それ自身の中に、他へつながるさまざまな良い概念が含まれているものなのである。だから、まず私は、若者たちに「問題から学べ」と言いたい。これは、人の論文や本などにある

「他人のアイデアから学ぶ」

こととは違う。

「1つの問題を解くことから、何かを学ぶ」

のである。もちろん、その過程でさまざまな知識が必要になる。当然、他人の仕事も学ばなくてはならない。良い問題ほどそうである。しかし、そのプロセスはまったく逆なのである。決して他人のアイデアを学んでから問題を解くのではなく、問題そのものから学び、それに必要な他人のアイデアを学ぶようにしてほしいと思う。この差は大きい。

一般に、日本では物事を帰納的に考える人が多い。例えば、1次元の場合はこう、2次元の場合はこう、だからn次元の場合はきっとこうなるだろうといった考え方である。私の経験では、このやり方で時にはうまくいくこともあるが、あまりうまく行かないことのほうが多い。むしろ、逆に、n次元の場合の答えを先に予想しそれを一旦仮定し、その証明に集中するという演繹的方法の方がしばしばうまく行き、良い結果を生み出すことが多いのである。うまく行かなければ、予想を変えてまた証明する。これはたいへん不思議であるが、世の中の重要な発見は皆こういうやり方で得られているのである。

次に、問題を考えるとき、流行を追わず重要な問題に取り組んでほしい。これには、2つある。1つ目は、

「かつて大科学者が1度は取り組んだがあまりそのときにはうまく行かなかったような問題」

である。これは、フェルマー予想のような問題や、あるいは量子カオス[1]のような問題で、ことある度に考え直すと、時代が進めばいずれ解けるかもしれないという問題である。私の本論文のテーマは、この場合である。2つ目は、

「人々が解ければ素晴らしいだろうが、当面それが解けなくてもそれほど影響がないだろうと思うような問題」

である。私の1次元準周期格子の研究の場合がこれである。私は、激しい研究競争を避けながら物事の深い理解につながるという点で、これらが若者にとっていいと考えている。なぜこういう問題に重きを

置くかという、私は若者は

「流行を追うべきではない」

と考えているからである。

「真の流行は、本質的ブレイクスルーを行った者だけが作り得る」

と私は考えるからである。おそらく、これは一般に日本のアカデミズムで言われていることと逆だろうと思う。

科学者には、基本的に2種類ある。1つは、問題を作り流行させ、たくさんの人と関わり、その教祖になろうとする人々である。もう1つは、解かれていない問題に1人挑戦し、それを解き、今度は別の問題を解くという人々である。現在では、前者のほうが分がよく実入りもいい。人々の評価も高い。論文にするにも、何かちょっとでも驚きがあるほうが、今は通りやすい。しかし、私は個人的に後者のほうが好きである。孤高を愛し、1人で敢然と難問に挑戦し、問題に白黒をはっきりつけていく、そんな研究者が好きである。

それは以下のような理由による。物理学などの自然科学の分野では、問題を創始することや発見することが問題を解くことよりも重要であると一般に考えられ、問題を作った人がいなければ、それを解く人はいないといった言い方がしばしばされる。しかし、1つの問題が創始される時、同時に多くの人たちが同じようなことを考えることが多く、本当にだれかが創始したと言えるかどうかは難しい。むしろ、時代がその問題を生じたようにすら見えることが多い。一方、問題を解くのはだれか特定の個人である。そして、その問題の真の価値が理解されるのは、それが解かれてからである。実際、数学者のいう問題の発見者は、それを証明した人、つまり解いた人である。解いて後、初めて新しい世界の幕が開かれるのである。

「解決こそ、真の始まり」

なのである。

世界はさまざまな多様な問題に満ち満ちている。その中のどれか1つでもいいから、何か貢献したいと考える若者がいるとすれば、私はその若者に次のように言いたい：

「孤高を愛し、1つの定まった問題を発見し、それを解け！」。

参考文献

[1] M. C. Gutzwiller, *Chaos in Classical and Quantum Mechanics*, (Springer-Verlag, New York, 1990).

[2] D. R. ホフスタッター, ゲーデル, エッシャー, バッハ (白揚社, 1985).

[3] R. Penrose, *The Emperor's New Mind*, (Oxford, New York, 1989).

[前セクション](#) [最初のセクション](#) [目次](#)

[ホームページ](#) [和基](#) [和子](#) [維作](#) [条蒔](#) [家族](#) [Donation](#)

「井口和基博士と家族のホームページ」
〒774-0003 徳島県阿南市畷町新はり70-3
井口和基 (C)2004