

目次

1. 著者が執筆前に編集委員に提出したコンセプトペーパー P.03
2. 編集委員によるコンセプトペーパーに対するコメント P.08
3. コメントを受けて著者が再考した後に提出された論考初稿 P.18
4. 『といとうとい』 Vol.0に掲載された論考 P.23
5. 『といとうとい』 Vol.0に掲載された編集委員との対話 P.29
6. 『といとうとい』 Vol.0に掲載された編集委員による解題 P.31

目次内のページ番号は、本PDFにおけるページ番号をさす

Oversimplified

高橋 良和 京都大学工学研究科 教授

塩尻 かおり 龍谷大学農学部 植物生命科学科 准教授

駒井 章治 東京国際工科専門職大学工科学部 教授

中村 征樹 大阪大学 全学教育推進機構 准教授 (兼任) 大学院文学研究科 准教授

半場 祐子 京都工芸繊維大学応用生物学系 教授

平均値偏重の世界

知識が爆発的に増大し、複雑化、深化している現代において、もはや全てを理解することは不可能である。情報の大海の中、現象を表現するものとして、平均値、すなわちデータを μ (母集団平均) に集約させて行う議論が、我々の理解を助け、高速な判断を可能としてくれた。平均値思考 (μ 思考) は Fast thinking を可能とし、Fast decision の実現に大きく寄与してきた。しかし、平均値思考の成功は、社会の発展と科学の進歩をもたらした一方で、「平均値」に近いほどいい、できるだけ「単純な法則」で表すべきという、「平均化・単純化」を至上命題とする世界観をはびこらせてきた。

平均値はあくまで代表値にすぎない。しかし平均値を偏重した議論が、あまりに世の中を単純化しすぎてしまった (オーバー・シンプリファイド)。現代社会において、単純化、平均値への偏重がもたらす様々な問題が顕在化している。ヘイトスピーチや移民排斥、LGBT に対する差別などもまた、平均的でないものに対する現代人の恐れ、拒否反応のひとつのあらわれといえることができるだろう。それは一見、科学的な態度とは対極にある姿勢であるように見える。しかし、科学はそのような現状に本当に無縁だといえるのだろうか。科学は、一般社会におけるそのような見方が跋扈する現状に加担してきたのではないか。さらに科学の世界もまた、過度な単純化の呪縛にとらわれているのではないか。

科学を特徴づけ、その圧倒的成功をもたらしたのは、非本質的な現象を捨象し、世界を単純化して理解しようという姿勢であった。もちろん科学者は、現実の自然界が複雑性にあふれていることを認識したうえで、その複雑な世界を統一的でシンプルに見える見方、理論を発見することを喜びとしてきたの。しかし、科学と社会との関係が緊密化するなかで、科学という営みのもつ多様性や複雑性、そして制約や限界をきちんと伝えてきたのだろうか。むしろ、社会との本質的な対話を回避し、単純化された科学のイメージの蔓延に加担してきたのではないか。

科学の方法論そのものを過度に単純化して表現することが、平均値至上主義とでもよぶべき世界観の氾濫に寄与してきたようにも思われる。いいかえるならば、われわれ科学者たちは、「ものごとを単純に表現することが科学的である」と思わせるような態度、表現方法を取ってきたのではないだろうか？さらには、科学の世界にもまた、多様性を軽視し、過度な単純化を偏重する姿勢が広がってはいないだろうか。

このような現状において、我々科学者は、何を考え、どう行動すべきなのか？ばらつきがあることは自然であり、またそのことを正当に理解することもまた、「科学的な見方」である。そのようなあたりまえの事実を科学者が再認識するとともに、社会と共有するためには、どうすればよいのだろうか？

その足がかりとして、科学の歴史を「オーバー・シンプリファイド」という視点から振り返ってみる。

自然界の統一的理解の夢：物理学帝国主義

物理学帝国主義という言葉がある。20世紀後半のある時期まで、科学の「王者」とされたのは物理学であった。

かつてニュートンが提示した「万有引力」という概念は、自然界のあらゆる運動を統一的な枠組みで理解しようとするものであった。地上の物体と天体は、一見、まったく違った運動法則に支配されているように見える。地上の物体は、建物が崩れ落ちたときにその破片が不規則に散らばるように、その運動は予測困難な不規則性に支配されている。対して空を見上げれば、天体はきわめて規則的で美しい軌道を描いている。月より下の世界と上の世界では、まったく別の運動法則が支配している。それが16世紀までの自然理解であった。そのような自然界の理解に風穴を開けたのがガリレオの慣性の法則であり、ニュートンによる万有引力の法則であった。

ニュートンによって体系化された自然界への数学的アプローチは、近代物理学を作り上げた。それはきわめて美しく、魅力的で、しかも現実社会においても強力な理論であった。相対論や量子論の登場により近代物理学の限界が白日のもとになってもなお、その根本にあった自然界の統一的理解という発想は引き継がれた。素粒子論にせよ超ひも理論にせよ、自然界の根本原理に挑戦するのが物理学であり、化学や生物学といった学問は、実用性は高いかもしれないが、より不完全な自然像を与えてくれるものにすぎない。そのような発想、「物理学帝国主義」ともよばれる態度が、ある時期までの自然科学で支配的であった。複雑な世界を複雑なまま理解するのではなく、シンプルな理論で描きだすことがその真骨頂であった。20世紀は「物理学の世紀」とも呼ばれた。

「生命科学の時代」：物理学から生命科学へ

科学をとりまくそのような状況は、20世紀が終わりを迎えるにしたがって大きく変わった。物理学に代わって生命科学が台頭した。理系進学者たちに人気の分野をみると、物理学科にかつての面影はない。物理学帝国主義はいまや見る影もない、ように見える。

生命科学の勝利は、生命を対象とする学問分野の変容と一体のものであった。それは生物学から生命科学への変容と呼べるかもしれない。DNAの二重らせん構造の発見を契機に、20世紀半ば以降、生命現象を分子レベルで理解しようとする分子生物学が台頭した。とりわ

け1980年代以降には、DNA断片の増幅を可能にしたPCR法の確立、ヒトゲノムの解読、遺伝子操作を容易にしたゲノム編集技術などを基盤に、生命科学は華々しい発展を遂げてきた。

しかし、生命科学の時代の到来は、物理学帝国主義の終焉を意味するのだろうか。生物学の重要な一翼を担っていた博物学的・分類学的アプローチは、物理学のアプローチと対照的に、自然界の複雑さを複雑なまま受け止めようとするものであった。対して生物学への分子生物学的手法の導入は、生命現象の分子レベルの理解を可能とする。それはある意味で、複雑な生命現象を複雑なまま理解するのではなく、シンプルな理論で描きだそうとするものといえよう。それは物理学帝国主義を支えた発想と通底している。

生命科学の勝利は、博物学的アプローチの衰退と一体のものであった。

科学という営みの変質

このような変化は他方で、生物学がバイオテクノロジーへと変容していった現象と相補い合うものであった。

PCR法やゲノム編集は、生命科学とテクノロジーの結びつきを強固なものとした。そして、ヒトゲノム解析が大量の資金と人的資源の集中的投入によって可能となったように、生命科学は労働集約型サイエンスと呼ぶことができる。研究室主宰者（PI）の指示のもとでピペット操作にあけくれる大学院生・若手研究者たちをさす「ピペド」（「ピペット奴隷」「ピペット土方」の略称）という言葉は、現代の生命科学のもう一つの特徴をあらわしている。生命科学の時代の到来は、バイオテクノロジー産業の台頭と表裏一体のものであった。「特許」「知財」「ベンチャー」といった用語が、研究の世界を覆うようになった。「企業家的大学」と呼ばれるように、現代の大学はあたかも営利を追求する企業のような存在に変質しつつある。ビジネスのロジックが大手をふるい、イノベーション政策の一翼を担うことが期待される。それが現代の科学研究を特徴づけている。

しかし、科学の歴史を振り返れば、近代科学の発展を担った人々は、本業の傍らで、自然を探求する営みに携わっていた。科学研究を生業にする職業科学者が成立するようになったのは、せいぜいこの二百年くらいのことである。設立から間もない1665年のロンドン王立協会の会員構成をみると、その身分は多い順に政治家、貴族、大地主、医師、聖職者と続く。彼らは現代でいうアマチュア科学者であり、彼らを駆り立てたのは、自然の神秘を知りたいという欲求であった。科学研究に携わることは、生業として研究者という職業を選ぶこととは無縁であった。科学者が職業として成立し、膨大な研究費が国家から支給されるようになったことは、生計を気にせずに科学研究に没頭できるという恵まれた環境を科学者たちにもたらすと同時に、科学研究が国家や産業の意向に組み込まれることを意味するものでもあった。

多くの科学者たちの主観的な思いとは別に、すくなくともその社会的な位置づけにおいて、科学は、知を愛する者たちの内発的欲求に支えられた営みから、国家や産業を支える事業へと大きな変容を遂げた。

アマチュア科学の復権

科学者が職業として成立するようになってからも、アマチュア科学者たちは科学の発展の一翼を担ってきた。アインシュタインが特許庁の職員として働くかたわらで相対性理論の発見に至ったのは、その好例である。

さらに近年では、シチズンサイエンスと呼ばれる活動が活発化している。シチズンサイエンスとは、科学研究を生業としない市民が科学研究の一翼を担う活動である。国内の代表的な事例として、ここでは市民参加型調査「花まるマルハナバチ国勢調査」を紹介する。

「マルハナバチ」というハチは、農作物などの植物の花粉を運ぶ重要な昆虫であるが、世界的に減少が問題となっている。マルハナバチを保全するためには、まず、このハチがどのような場所を好んでいるのか、分布調査をする必要がある。しかし、小さな昆虫であるハチの分布調査を全国規模で行うには膨大な人員が必要であり、それを科学者たちだけで実施することは困難である。そこで、一般市民に対して、ウェブサイトやツイッターを通じてマルハナバチ分布調査への参加が呼びかけられた。2013年から2015年にかけて4000枚ものマルハナバチの写真が収集され、日本国内の6種の分布特性を明らかにすることに成功した（<https://www.nature.com/articles/s41598-017-10581-x>）。一般市民の参加により、マルハナバチを保全していくために不可欠な科学的知見を得ることが可能となったのである。これは、少数の職業科学者たちだけでは実現がきわめて困難な成果であった。このような市民参加型調査は、調査に参加した市民の生物保全に対する関心を高めるという意義もあった。しかしここでは、シチズンサイエンスの活性化が科学の世界にもたらす別のインパクトに注目したい。

アマチュア科学者たちの活躍する世界は、ビジネス的ロジックが覆いつつある現代のバイオテクノロジーの世界とは対極にある。職業科学者たちは、科学研究が専門職業（プロフェッション）となってしまったがゆえに、研究費の獲得に奔走し、国の政策に左右され、純粋な知的好奇心から自然界の探求に没頭することの喜びを奪われてしまっているようにも思われる。それに対して、純粋な知的好奇心に突き動かされ、自然の探求に取り組むアマチュア科学者たちの姿こそが、自然科学本来の姿をもっとも体現しているのではないか。アマチュア性をわれわれはより積極的に評価すべきではないか。専門職業（プロフェッション）と化した科学の世界に、アマチュア性を復権することは、純粋な知的好奇心が支配する世界を科学に再度もたらす契機にもなりうるのではないか。

科学をアマチュア世界に開いていくことは、科学に多様なモノサシをもたらすことにもつながる。資金やポストをめぐる競争が激化するなかで、インパクト・ファクターやh-indexといった指標が、研究活動を評価する客観的指標として広く用いられるようになってきた。

そのことが科学の世界を歪めているのではないかと指摘する声も少なくない。それらの指標は、ある意味で、評価の世界にシンプリシティをもたらそうとするものである。しかし、元来、科学の世界における評価とはそのような単純なものではない。同時代の科学者たちからの評判や後世からの評価は、客観的な評価指標とはかならずしも一致しない。評価とは本来、評価者の鑑識眼が問われる高度な営みであり、定量的な評価指標への依存は、ある種の逃避でもある。評価をそのような単純化された世界から解き放つこと。オーバー・シンプリフィケーションの呪縛から脱却し、多様性と複雑さを回復することは、科学の世界においても重要な課題だろう。

科学と社会のかかわり

シチズンサイエンスの普及は、過度に単純化された科学イメージを突き崩す契機にもなる。自然界は複雑であり、また、科学の世界も一枚岩ではない。にもかかわらず、世間一般の科学に対する期待は、ときに、直面する問題に対して正しい「答え」を与えてくれるものとして認識されているように見受けられる場面も少なくない。科学のイメージもまた、過度に単純化されている。

それはたんに社会の科学理解が不十分というだけの問題ではなく、むしろ科学者たちのふるまいもまた、そのようなイメージを増強するようなものであったのではないか。科学的探究の結果としての科学的知見にフォーカスが当たっていたのではないか。しかしわれわれ科学者は、科学的知見のみでなく、それが生み出されるプロセスを、また、ありのままの科学の姿を社会と共有することに取り組むことが必要ではないか。複雑な世界の理解に取り組む現実の科学のあり方を、その限界を含めて共有することが重要ではないか。その際、市民が実際に科学研究のプロセスを経験するシチズンサイエンスの広がり、オーバー・シンプリファイドされた科学のイメージを一新することにも寄与するだろう。

科学を幾重にもとりまくオーバー・シンプリフィケーションの呪縛から科学を解き放ち、「ばらつき」や複雑性、多様性に光をあてること。そのためにはどうすればいいのかについて考え、取り組んでいくことが、いま問われているのではないか。(5631文字)

1. 宮野公樹

2021年1月20日 7:19:49

これまでの「科学論」をオーバー・シンプリファイドという視点から切り込んだ点で興味深い内容となっていますが、そもそも「科学」という手法は、シンプリファイドを求めるものですね。「現状や歴史はこうだ。でもこれではだめだ」という論をさらに発展させて、「きっと新しい科学ないしは科学観が必要であり、それはこういうものだ」ぐらい書いてぶち上げたほうが迫力が出ると思いました。

2. SHINTARO FURUYA

2021年1月27日 3:22:42

そもそも、すべてを理解することが可能であったことはないと思います。それゆえに、理解しようとする工夫として「科学」や「技術」が発達してきたのではないのでしょうか。

また、現在コンピュータの急速な性能向上により、これまで扱えなかった膨大な情報を扱うことができるようになってきており、複雑系科学に新しい展開が起きてきています。

というわけで、議論の前提が現実と乖離しているのでは？と思うのですが、いかがでしょうか。

KEVKHISVILIさんの他のコメントに同意なのですが、平均値を取ることと単純化することが同じように扱われていたり、議論の前提が不安定だと思えます。上記前提は以下のすべての議論にとって重要な基礎ですから、そこをしっかりと見直したうえで議論をし、宮野さんのコメントのように社会における科学観の問い直しが必要で、新しい科学観はこういうものではないか？という風に進められると良いのではと思います。

3. Rusudan KEVKHISHVILI

2021年1月26日 1:37:25

「平均値に近いほどいい」という考え方と「単純な法則で表す」という考え方はかなり違った考え方だと思います。前者は平均値に収束させようとする意志がありますが、後者はそのような意志はないと思います。このことについてどのようにお考えでしょうか。

4. Rusudan KEVKHISHVILI

2021年1月26日 1:40:16

(前のコメントに関連していますが)ここで平均値からの乖離に対する違和感と「単純化」は同じように扱われていますが、後者より前者の方が負の影響があると思います。

1 | Over simplified

高橋 良和 京都大学工学研究科 教授

塩尻 かおり 龍谷大学農学部 植物生命科学科 准教授

駒井 章治 東京国際工科専門職大学工科学部 教授

中村 征樹 大阪大学 全学教育推進機構 准教授 (兼任) 大学院文学研究科 准教授

半場 祐子 京都工芸繊維大学応用生物学系 教授

平均値偏重の世界

2 知識が爆発的に増大し、複雑化、深化している現代において、もはや全てを理解することは不可能である。情報の大海の中、現象を表現するものとして、平均値、すなわちデータを μ (母集団平均) に集約させて行う議論が、我々の理解を助け、高速な判断を可能としてくれた。平均値思考 (μ 思考) は Fast thinking を可能とし、Fast decision の実現に大きく寄与してきた。しかし、平均値思考の成功は、社会の発展と科学の進歩をもたらした一方で、

3 「平均値」に近いほどいい、できるだけ「単純な法則」で表すべきという、「平均化・単純化」を至上命題とする世界観をばひこらせてきた。

平均値はあくまで代表値にすぎない。しかし平均値を偏重した議論が、あまりに世の中を

4 単純化しすぎてしまった (オーバー・シンプリファイド)。現代社会において、単純化、平均値への偏重がもたらす様々な問題が顕在化している。5 6 ヘイトスピーチや移民排斥、LGBT に対する差別などもまた、平均的でないものに対する現代人の恐れ、拒否反応のひとつのあらわれとすることができるだろう。それは一見、科学的な態度とは対極にある姿勢であるように見える。しかし、科学はそのような現状に本当に無縁だといえるだろうか。科学は、一般社会におけるそのような見方が跋扈する現状に加担してきたのではないか。さらに科学の世界もまた、過度な単純化の呪縛にとらわれているのではないか。

科学を特徴づけ、その圧倒的成功をもたらしたのは、非本質的な現象を捨象し、世界を単純化して理解しようという姿勢であった。もちろん科学者は、現実の自然界が複雑性にあふれていることを認識したうえで、その複雑な世界を統一的でシンプルに見える見方、理論を発見することを喜びとしてきたの。しかし、科学と社会との関係が緊密化するなかで、科学という営みのもつ多様性や複雑性、そして制約や限界をきちんと伝えてきたのだろうか。むしろ、社会との本質的な対話を回避し、7 単純化された科学のイメージの蔓延に加担してきたのではないか。

科学の方法論そのものを過度に単純化して表現することが、平均値至上主義とでもよぶべき世界観の氾濫に寄与してきたようにも思われる。いいかえるならば、われわれ科学者たちは、「ものごとを単純に表現することが科学的である」と思わせるような態度、表現方法を取ってきたのではないだろうか？さらには、科学の世界にもまた、多様性を軽視し、8 過度な単純化を偏重する姿勢が広がってはいないだろうか。

5. Rusudan KEVKHISHVILI

2021年1月26日 1:43:54

これらの例において、「単純化の重視」は、社会の複雑さをなくすという動きを引き起こすということでしょうか。単純化の悪影響をもう少し説明するとより分かりやすくなると思います。

6. SHINTARO FURUYA

2021年1月27日 3:29:02

この文章はいささか唐突ですし、かなりのassertionがあるのではと思いますが、いかがでしょうか。本論中でこうした「畏れ」や「拒否反応」のメカニズムが具体的に示されれば話は別ですが、そうするとそちらがメインになって科学観についての論稿ではなくなってしまおうと思いますので、この文章にかいてあるようなことを論じるのは別稿で、とするのが良いのではと思いました。

「オーバーシンプリファイド」な科学観が問題になる、もっと科学寄りの例として、閾値問題を挙げておきます。ここまでは大丈夫、でもここからはダメ、という demarcation（おそらく本論で問題視している「平均値」は、そうした基準および基準の取り扱い方なのでは？と推察）がシンプルになりすぎることについての疑念は、たとえば低線量被ばくの取り扱いなどで指摘されていますよね。

7. Rusudan KEVKHISHVILI

2021年1月26日 1:52:34

データの分析等において、外れ値を分析対象から外すことはあると思います。ただし、分析者は外れ値の存在を認めています。社会における「平均」と「メインストリームと大きく違うもの」に対する態度は科学における態度とどのように違うと思いますか。科学より、社会は「メインストリームと大きく違うもの」の存在を受け入れにくいということでしょうか。

8. Rusudan KEVKHISHVILI

2021年1月26日 1:58:05

単純な理論や方法であれば、人間は把握できて使えると思います。科学で重視されてきた単純化の原因は人間の能力の限界ではないでしょうか。また、AIなどの技術進歩によって単純化の重要性に対する考え方も変わると思いますか。

9. 宮野公樹

2021年1月20日 7:20:40

歴史の記述の最後に、ちょっとした批評がある程度で、もっとも「オーバーシンプリファイド」の観点を強調しないと歴史紹介の域をでない気がします・・・

10. 宮野公樹

2021年1月20日 7:21:06

むしろ、歴史紹介はもうちょっと分量を減らし、オーバーシンプリファイドの思想をもっと膨らませたほうが良いような気がします。

11. 東原紘道

2021年1月24日 6:04:52

@哲学では定番のように、概念その他の言説の忘却と隠蔽が言われている。言説が流通してポピュラーになり、人々が一々確認しなくてよくなると自明化してしまい、これ関連では人々は思考停止する。過度な単純化というより、こちらの方が重大ではないかと考えます。単純化の切り口を否定するものではありません。

12. Rusudan KEVKHISHVILI

2021年1月26日 2:07:07

シンプルで強力な法則は引き継がれる可能性が高いと思います。「シンプル」性の良いポイントも挙げるといいと思います。

13. Rusudan KEVKHISHVILI

2021年1月26日 2:09:51

人間の感情から考えると、複雑な世界に実はシンプルで美しい法則があるということは非常に魅力的だと思います。このような法則の存在に対する期待を諦めない方がいいと思います。

14. SHINTARO FURUYA

2021年2月2日 6:31:39

「自然の統一的な理解」と「シンプルな法則で描き出すこと」は、必ずしも一致しません。自然の統一的な理解は、本文中にあるように、天上界と月下界を峻別したアリストテレスの哲学の克服にルーツがありますが、シンプルな法則に関してはその限りではありません。

シンプルな法則で描き出すことのルーツに関しては、アリストテレスの論理学、中世の論理学（典型的にはオッカムの剃刀）、近世の哲学（ヒュームらの帰納法についての議論）、現代のポパーらの哲学（反証主義）がありますが、それ以外にもキリスト教的価値観が影響している可能性があります（リン・ホワイトジュニアの議論を参照）。

さらに、「自然の統一的な理解」

このような現状において、我々科学者は、何を考え、どう行動すべきなのか？ばらつきがあることは自然であり、またそのことを正当に理解することもまた、「科学的な見方」である。そのようなあたりまえの事実を科学者が再認識するとともに、社会と共有するためには、どうすればよいのだろうか？

9 10 その足がかりとして、科学の歴史を「オーバー・シンプリファイド」という視点から振り
11 返ってみる。

自然界の統一的理解の夢：物理学帝国主義

物理学帝国主義という言葉がある。20世紀後半のある時期まで、科学の「王者」とされたのは物理学であった。

かつてニュートンが提示した「万有引力」という概念は、自然界のあらゆる運動を統一的な枠組みで理解しようとするものであった。地上の物体と天体は、一見、まったく違った運動法則に支配されているようにみえる。地上の物体は、建物が崩れ落ちたときにその破片が不規則に散らばるように、その運動は予測困難な不規則性に支配されている。対して空を見上げれば、天体はきわめて規則的で美しい軌道を描いている。月より下の世界と上の世界では、まったく別の運動法則が支配している。それが16世紀までの自然理解であった。そのような自然界の理解に風穴を開けたのがガリレオの慣性の法則であり、ニュートンによる万有引力の法則であった。

ニュートンによって体系化された自然界への数学的アプローチは、近代物理学を作り上げた。それはきわめて美しく、魅力的で、しかも現実社会においても強力な理論であった。相対論や量子論の登場により近代物理学の限界が白日のもとになってもなお、その根本にあった自然界の統一的理解という発想は引き継がれた。素粒子論にせよ超ひも理論にせよ、自然界の根本原理に挑戦するのが物理学であり、化学や生物学といった学問は、実用性は高いかもしれないが、より不完全な自然像を与えてくれるものにすぎない。そのような発想、「物理学帝国主義」ともよばれる態度が、ある時期までの自然科学で支配的であった。複雑な世界を複雑なまま理解するのではなく、シンプルな理論で描き出すことがその真骨頂であった。20世紀は「物理学の世紀」とも呼ばれた。

「生命科学の時代」：物理学から生命科学へ

科学をとりまくそのような状況は、20世紀が終わりを迎えるにしたがって大きく変わった。物理学に代わって生命科学が台頭した。理系進学者たちに人気の分野をみると、物理学科にかつての面影はない。物理学帝国主義はいまや見る影もない、ように見える。

生命科学の勝利は、生命を対象とする学問分野の変容と一体のものであった。それは生物学から生命科学への変容と呼べるかもしれない。DNAの二重らせん構造の発見を契機に、20世紀半ば以降、生命現象を分子レベルで理解しようとする分子生物学が台頭した。とりわ

」と「シンプルな法則で描き出すこと」の合わせ技として、実質的に物理帝国主義の屋台骨を担った、19世紀後半の数学基礎論の発達が挙げられます。

上記のように、自然の統一的な理解とシンプルな法則で描き出すことは異なる伝統を持っており、したがって、それらをニュートンによる古典力学完成に帰すことは、「オーバーシンプリファイド」になってしまうのではないかと思います。

15. 東原紘道

2021年1月24日 6:13:20

@「物理学の限界が白日のもの」との意味が不明。

「物理学帝国主義」はjargonであるまいか？ 使う実益はあるのだろうか？少なくともこの語が指すものを正確に提示すべきである。

「物理学帝国主義」が近接諸学科で好意的に使われる事例も多いし、それは根拠ありだと考えている。

数学も物理学も、人間の進化と共に進化した。まずは身の丈世界の現象と取り組み、実用問題を解決し、それから徐々に原理に遡上した（cf. Bertrand Russel、久保亮五）。出発時のベースは弱く、専ら近似と仮定であった。

また一人のEinsteinに先行して何百人の凡庸な者によるデータの蓄積などがあった。この先行なしにはbreak throughも起きない。物理帝国は地道な試行錯誤を踏まえていると思う。

16. 東原紘道

2021年1月24日 6:14:54

◎基礎には物理学の成果があるし、物理学から転向した研究者の寄与も非常に多い。

17. SHINTARO FURUYA

2021年2月2日 6:36:08

ここは、議論の余地が大いにあるところだと思います。たしかに博物学・分類学は多様性を相手とする学問的アプローチではありますが、それらが進化論を導いたように、自然の複雑さから何かしら法則を見出そうとする試みというものには存在していますから。

18. SHINTARO FURUYA

2021年2月2日 6:44:27

ここも博物学・分類学についての認識と同様の問題があるかなと思います。生体という対象は複雑ですが、DNAの二重らせんの発見をワトソンと分け合ったクリックがX線回折を主な実験手段として使う物理学出身であったように、分子生物学の始まりの時点から生体の複雑さを支配するシンプルなルールを求めようとする試みでした。上で博物学・分類学も複雑な自然の法則性を見出そうとする試みであるという指摘をしておきましたが、やはり生物学が複雑性や多様性を相手とし、物理学が単純性を相手とするという対比的な認識自体を考え直すべきなのではと思います。

19. Rusudan KEVKHISHVILI

2021年1月26日 2:17:30

この文章は、勝利のためにシンプルな理論が重要であるというように解釈できます。この解釈で正しいでしょうか。

20. SHINTARO FURUYA

2021年2月2日 6:48:57

労働集約型サイエンスと言うなら、その始まりは第二次世界大戦におけるマンハッタン計画ではないかと思います。理論と技術が両方必要とされ、さらに開発のためには学問だけでなく民間も含めたアメリカ中のありとあらゆるリソースが投入されましたので、いわゆる「科学動員」というもので、ここで書かれていることの始まりです。

21. SHINTARO FURUYA

2021年2月2日 6:51:50

こちら、マンハッタン計画に起因します。キリがないのでコメントしませんが、「特許」「知財」「ベンチャー」についても、生命科学の発達だけに帰するのは、非常に厳しいのではと思います。

16 け1980年代以降には、DNA断片の増幅を可能にしたPCR法の確立、ヒトゲノムの解読、遺伝子操作を容易にしたゲノム編集技術などを基盤に、生命科学は華々しい発展を遂げてきた。

17 しかし、生命科学の時代の到来は、物理学帝国主義の終焉を意味するのだろうか。生物学の重要な一翼を担っていた博物学的・分類学的アプローチは、物理学のアプローチと対照的に、自然界の複雑さを複雑なまま受け止めようとするものであった。対して生物学への分子生物学的手法の導入は、生命現象の分子レベルの理解を可能とする。それはある意味で、複雑な生命現象を複雑なまま理解するのではなく、シンプルな理論で描きだそうとするものといえよう。それは物理学帝国主義を支えた発想と通底している。

19 生命科学の勝利は、博物学的アプローチの衰退と一体のものであった。

科学という営みの変質

このような変化は他方で、生物学がバイオテクノロジーへと変容していった現象と相補い合うものであった。

20 PCR法やゲノム編集は、生命科学とテクノロジーの結びつきを強固なものとした。そして、ヒトゲノム解析が大量の資金と人的資源の集中的投入によって可能となったように、生命科学は労働集約型サイエンスと呼ぶことができる。研究室主宰者（PI）の指示のもとでピベット操作にあけくれる大学院生・若手研究者たちをさす「ピベド」（「ピベット奴隷」「ピベット土方」の略称）という言葉は、現代の生命科学のもう一つの特徴をあらわしている。生命科学の時代の到来は、バイオテクノロジー産業の台頭と表裏一体のものであった。「特許」「知財」「ベンチャー」といった用語が、研究の世界を覆うようになった。「企業家的大学」と呼ばれるように、現代の大学はあたかも営利を追求する企業のような存在に変質しつつある。ビジネスのロジックが大手をふるい、イノベーション政策の一翼を担うことが期待される。それが現代の科学研究を特徴づけている。

22 しかし、科学の歴史を振り返れば、近代科学の発展を担った人々は、本業の傍らで、自然を探求する営みに携わっていた。科学研究を生業にする職業科学者が成立するようになったのは、せいぜいこの二百年くらいのことである。設立から間もない1665年のロンドン王立協会の会員構成をみると、その身分は多い順に政治家、貴族、大地主、医師、聖職者と続く。彼らは現代でいうアマチュア科学者であり、彼らを駆り立てたのは、自然の神秘を知りたいという欲求であった。科学研究に携わることは、生業として研究者という職業を選ぶこととは無縁であった。23 科学者が職業として成立し、膨大な研究費が国家から支給されるようになったことは、生計を気にせず科学研究に没頭できるという恵まれた環境を科学者たちにもたらすと同時に、科学研究が国家や産業の意向に組み込まれることを意味するものでもあった。

22. SHINTARO FURUYA

2021年2月2日 6:59:36

「科学の制度化」のプロセスが「オーバーシンプリファイド」されているように思います。たとえば、ドイツのハビリタツィオン、フランスのアグレガシオンなどは、必ずしも国家と結びつくものではありません。国家との結びつきという点では、ドイツのPTRが最初期のもものと理解していますが、それもジーメンスが研究者を教授職から解放しようという目的で設立されたので、いわば職業科学者のアマチュア科学者化をしようとする試みであった（つまり、ここでの論旨とは真逆の反証例になり得る）とも言えるわけです。

23. Rusudan KEVKHISHVILI

2021年1月26日 2:23:16

このことによって創造性が失われたと思いますか。

24. Rusudan KEVKHISHVILI

2021年1月26日 2:22:37

科学の発展における、このような営みの重要性についてもう少し述べると良いと思います。

25. Rusudan KEVKHISHVILI

2021年1月26日 2:31:14

純粋な知的好奇心の重要性と現状の問題点に関して非常に良いコメントだと思います。

26. SHINTARO FURUYA

2021年2月2日 7:04:25

ここはその通りかもしれません。が、「自然科学本来の姿」がアマチュア的なものであり、好奇心駆動型で自然界の探究をするものである、と述べるには、根拠が弱いと思います。

多くの科学者たちの主観的な思いとは別に、すくなくともその社会的な位置づけにおいて、科学は、知を愛する者たちの内発的欲求に支えられた営みから、国家や産業を支える事業へと大きな変容を遂げた。

アマチュア的科学的復権

科学者が職業として成立するようになってからも、アマチュア科学者たちは科学の発展の一翼を担ってきた。アインシュタインが特許庁の職員として働いた一方で相対性理論の発見に至ったのは、その好例である。

さらに近年では、シチズンサイエンスと呼ばれる活動が活発化している。シチズンサイエンスとは、科学研究を生業としない市民が科学研究の一翼を担う活動である。国内の代表的な事例として、ここでは市民参加型調査「花まるマルハナバチ国勢調査」を紹介する。

「マルハナバチ」というハチは、農作物などの植物の花粉を運ぶ重要な昆虫であるが、世界的に減少が問題となっている。マルハナバチを保全するためには、まず、このハチがどのような場所を好んでいるのか、分布調査をする必要がある。しかし、小さな昆虫であるハチの分布調査を全国規模で行うには膨大な人員が必要であり、それを科学者たちだけで実施することは困難である。そこで、一般市民に対して、ウェブサイトやツイッターを通じてマルハナバチ分布調査への参加が呼びかけられた。2013年から2015年にかけて4000枚ものマルハナバチの写真が収集され、日本国内の6種の分布特性を明らかにすることに成功した（<https://www.nature.com/articles/s41598-017-10581-x>）。一般市民の参加により、マルハナバチを保全していくために不可欠な科学的知見を得ることが可能となったのである。これは、少数の職業科学者たちだけでは実現がきわめて困難な成果であった。このような市民参加型調査は、調査に参加した市民の生物保全に対する関心を高めるといった意義もあった。しかしここでは、シチズンサイエンスの活性化が科学の世界にもたらす別のインパクトに注目したい。

アマチュア科学者たちの活躍する世界は、ビジネス的ロジックが覆いつつある現代のバイオテクノロジーの世界とは対極にある。職業科学者たちは、科学研究が専門職業（プロフェッション）となってしまったがゆえに、研究費の獲得に奔走し、国の政策に左右され、
純粋な知的好奇心から自然界の探求に没頭することの喜びを奪われてしまっているようにも思われる。それに対して、純粋な知的好奇心に突き動かされ、自然の探求に取り組むアマチュア科学者たちの姿こそが、自然科学本来の姿をもっとも体現しているのではないか。アマチュア性をわれわれはより積極的に評価すべきではないか。専門職業（プロフェッション）と化した科学の世界に、アマチュア性を復権することは、純粋な知的好奇心が支配する世界を科学に再度もたらす契機にもなりうるのではないか。

科学をアマチュア世界に開いていくことは、科学に多様なモノサシをもたらすことにもつながる。資金やポストをめぐる競争が激化するなかで、インパクト・ファクターやh-indexといった指標が、研究活動を評価する客観的指標として広く用いられるようになってきた。

27. SHINTARO FURUYA

2021年2月2日 7:31:58

ここもその通りと思いますが、「しかし、元来、科学の世界における評価とはそのような単純なものではない」と言うための根拠が見当たりません。科学史的なことを論じている前段で、ここを主張するための根拠を論じるべきではないでしょうか。

たとえば、アインシュタインが典型的だと思います。彼は科学者社会では評価されていませんでしたが、科学の世界を変えるような大きな発見をしました。つまり、科学者社会におけるモノサシが、彼の研究を正しく評価できていなかったということになります。このような例を厳選して、テーマを絞って論じる方が良いのではと思います。

28. Rusudan KEVKHISHVILI

2021年1月26日 2:37:18

評価の単純化の問題点に関する指摘は良いと思います。ただし、文章の最初の方に出てきた単純な法則の導出と評価の単純化は違うと思います。この点についてここでコメントをすると良いと思います。また、社会が行う評価の単純化との繋がりについても言及すると良いと思います

29. 宮野公樹

2021年1月20日 7:22:47

ビックデータおよびディープラーニングは、ある意味、どうやってその答えがでたかはわからないブラックボックスではあるが、その答えを我々人間はうけいれようとしているのが現状だと思います。この事実は、オーバーシンプリアイドの思想に密接に関係するのでは？

30. 宮野公樹

2021年1月20日 7:25:55

今、(古典的な)科学を並列させて新しい科学が生まれようとしている、といいきってもいいように思います。

31. 宮野公樹

2021年1月20日 7:27:46

上に書いたビックデータの活用を人間はうけいれつつある話し、エビデンスよりもエピソードで人は動く話し、などなど、いろんな分野の著者がいるからこそ、科学史の分量は減らして「私の分野ではこんな新しい科学が芽生えている」というのを書いてもいいかもしれないと思いました。それはぜひ読んでみたい！

- 27 そのことが科学の世界を歪めているのではないかと指摘する声も少なくない。それらの指標は、ある意味で、評価の世界にシンプリシティをもたらそうとするものである。しかし、元来、科学の世界における評価とはそのような単純なものではない。同時代の科学者たちからの評判や後世からの評価は、客観的な評価指標とはかならずしも一致しない。評価とは本来、評価者の鑑識眼が問われる高度な営みであり、定量的な評価指標への依存は、ある種の逃避でもある。評価をそのような単純化された世界から解き放つこと。オーバー・シンプリフィケーションの呪縛から脱却し、多様性と複雑さを回復することは、科学の世界においても重要な課題だろう。
- 28

科学と社会のかかわり

シチズンサイエンスの普及は、過度に単純化された科学イメージを突き崩す契機にもなる。自然界は複雑であり、また、科学の世界も一枚岩ではない。にもかかわらず、世間一般の科学に対する期待は、ときに、直面する問題に対して正しい「答え」を与えてくれるものとして認識されているように見受けられる場面も少なくない。科学のイメージもまた、過度に単純化されている。

それはたんに社会の科学理解が不十分というだけの問題ではなく、むしろ科学者たちのふるまいもまた、そのようなイメージを増強するようなものであったのではないか。科学的探究の結果としての科学的知見にフォーカスが当たっていたのではないか。しかしわれわれ科学者は、科学的知見のみでなく、それが生み出されるプロセスを、また、ありのままの科学の姿を社会と共有することに取り組むことが必要ではないか。複雑な世界の理解に取り組む現実の科学のあり方を、その限界を含めて共有することが重要ではないか。その際、市民が実際に科学研究のプロセスを経験するシチズンサイエンスの広がり、オーバー・シンプリファイドされた科学のイメージを一新することにも寄与するだろう。

- 29...31 科学を幾重にもとりまくオーバー・シンプリフィケーションの呪縛から科学を解き放ち、「ばらつき」や複雑性、多様性に光をあてること。そのためにはどうすればいいのかについて考え、取り組んでいくことが、いま問われているのではないか。(5631文字)

・コンセプトペーパー全体に対するコメント

野原佳代子(東京工業大学 環境・社会理工学院 教授)

そのとおりですね。科学はシンプリファイのスポーツだっていうのはわかる。科学者は、覚悟してそうすることの強さを持っている。

・確かに科学がマッチョに文明をすすめてきたのはある。そのためには予算もとらなあかんし、そのためには経済をすすめなあかんし、そのために大量生産せなあかん、そういう根深い呪縛の背景が、産業革命後の科学にはある。

・私も同じく科学が形式化し形骸化することに不安を持つ人間だけど、オーバー・シンプリフィケーションから抜け出すにはダイナミックな負荷がいるんじゃないかな。

・知的好奇心だけのはなしだけでなく、次の段階へ進めるために、あなたたちは具体的に社会のなかでどうしていきますか。

文字起こし・『といたうとい』編集委員

藤田結子(明治大学 商学部 教授)

・メンバーに社会学の人をいれて、社会的な文脈でこの科学論を書いてみたらどうなるだろう。本雑誌をみわたしても、社会学っぽい論考はなさそうだし、あえてこの論考を社会的なものにしてみても深まるかもしれない。

文字起こし・『といたうとい』編集委員

松浦健二(京都大学大学院 農学研究科 教授)

・大学もイノベーションしなさい、生命科学が勝利したことによって、博物学がすたれる、評価指標も一本化されている。そのとおりだともう。が、今にいわれたことじゃない。じゃあ、どうするか？という提案があってこの論考の意味あるんじゃないかな。

・その案としてシチズンサイエンスがあげられているが、それが打開策になるかという私はそうは思わない。

・すそのをひろげれば多様性が担保されると安易に考えるのは、それこそオーバー・シンプリフィケーションにつながる考えなのでは？

・この問題はどういう背景があるのか。なぜ、大学が企業化するのか、なぜIFのために論文かくのか、なぜ博物がすたれたか、そこにどういう力学(歴史、経緯)があるのか。それを考えたら、結果としてシチズンサイエンスにはいかないのではないかな。

・アマチュアだったらいろんな可能性膨らむよね、だけでは足りない。アマチュアとプロとは評価指標がちがう。プロが単純化に走るのは、そこに生きること、食うことがあるから。

・金持ちの道楽で科学やっていたころは、なんでもよかった（パトロンを満足させれば）。プロだって、食っていくために、今の指標である、評価指標が決められているから、それに従うのがプロ、とも言える。

・しかし、その指標があまりに強烈になると、いきっていくために論文かくことになって、科学、学問に貢献するためから外れてしまう。

・プロは、メシくえてなんぼって考えが強いと、そりゃあやっぱり、評価軸の一元化になるのはしかたのないこと。

・こういうところに構造的問題があって、「評価軸」のオーバー・シンプリフィケーションが、この問題の本質ではないのかな。

・進化の研究してたらわかる。多様性が開放されるのは、どこかから他の選択にかからないところにいったら全方向に自由になる。

・ミュートーションってのは全方向。

・大学に対してこれだけ有用性っていわれてる今だからこそ、イタズラどころが光をもつ。禁止が強いほど快樂がおおきい。結局、快樂がない方向にはなにもにはいかない。

・つまるところ、サイエンス、快樂をもとめてる。知る喜び。

文字起こし・『といとうとい』編集委員

重田真義（京都大学大学院 アジア・アフリカ地域研究研究科 教授）

・現実をオーバーシンプリファイドと表現するのはうまいとおもうけど、内容からすると、タイトルは、アンチ・オーバーシンプリファイドになるのでは？ オーバーシンプリファイドを乗り越えた先に何があるのか。

negative capability（「消極的能力」「消極的受容力」「否定的能力」）とかpositive devianceに近い概念だと思うんですね。

文字起こし・『といとうとい』編集委員

Oversimplified

高橋 良和 京都大学工学研究科 教授

塩尻 かおり 龍谷大学農学部 植物生命科学科 准教授

駒井 章治 東京国際工科専門職大学工科学部 教授

中村 征樹 大阪大学 全学教育推進機構 准教授

半場 祐子 京都工芸繊維大学応用生物学系 教授

代表値偏重の世界

知識が爆発的に増大し、複雑化、深化している現代において、全てを理解することはますます困難になっている。このような情報の大海の中、現象を平均値、最頻値などの代表値に集約させて表現することは、我々の理解を助け、迅速な判断を可能とし、社会の発展をもたらした。しかし、この代表値思考の成功は、代表値以外をほぼ意識することなく情報を処理する世界観を構築することにつながった。現代社会において、代表値への偏重がもたらす様々な問題が顕在化している。ヘイトスピーチや移民排斥、LBGTに対する差別などもまた、多数派（最頻値）でないものに対する理解のなさ、拒否反応のひとつのあらわれといえることができるだろう。代表値を偏重した議論が、あまりに世の中を平坦化、単純化しすぎてしまった。

科学はそのような現状に無縁だといえるだろうか。科学は、一般社会におけるそのような見方が跋扈する現状に加担してきたのではないか。さらに科学の世界もまた、過度な単純化の呪縛にとらわれているのではないか。

科学の成功と変質

科学を特徴づけ、その圧倒的成功をもたらしたのは、非本質的な現象を捨象し、世界を単純化して理解しようという姿勢であった。もちろん科学者は、現実の自然界が複雑性にあふれていることを認識したうえで、その複雑な世界を統一的でシンプルに見える見方、理論を発見することを喜びとしてきた。20世紀後半のある時期まで、科学の「王者」とされたのは物理学であり、複雑な世界を複雑なまま理解するのではなく、シンプルな理論で描き出すことがその真骨頂であった。

近代物理学が成立する前に支配的だったアリストテレス的自然観は、私たちの日常的な感覚に裏付けられていた。地上の物体と天体は、一見、まったく違った運動法則に支配されているように見える。地上の物体は、建物が崩れ落ちたときにその破片が不規則に散らばるように、その運動は予測困難な不規則性に支配されている。対して空を見上げれば、天体はきわめて規則的で美しい軌道を描き、地上の世界とはまったく別の運動法則が支配している。それが16世紀までの自然理解であった。そのような自然界の理解に風穴を開けたのがガリレオの慣性の法則であり、ニュートンによる万有引力の法則であった。そこでは、地上であるか天空であるかにかかわらず、宇宙空間を支配するのは単一の自然法則だとされた。ニュートンによって体系化された自然界への数学的アプローチは、近代物理学を作り上げた。それはきわめて美しく、魅力的で、しかも現実社会においても強力な理論であった。素粒子論にせよ超ひも理論にせよ、自然界の根本原理に挑戦するのが物理学であり、複雑な世界を説明する統一した理論が追求された。一方、化学や生物学といった学問は、物理学的アプローチと対照的に、自然界の複雑さを複雑なまま受け止めようとするものであった。それは、博物学的・分類学的アプローチと呼ぶことができる。それは、より現実の世界の複雑性をとらえようとするものであるが、物理学的アプローチの観点からすれば、より不完全な自然像を与えるにすぎない。もちろん化学や生物学においても、たとえば周期律表のように複雑な世界に潜む規則性をとらえようとする姿勢は共通するものであった。しかし、物理学のようにその姿勢をどこまでも徹底させるのではない。それをある科学史家は「不純な科学 (impure science)」と呼んだ (Bensaude-Vincent, B., and Simon, J. *Chemistry: The Impure Science*, 2008.)。自然科学の世界では、以上のような異なるアプローチがともに補完し合いながらも、博物学的アプローチは徐々に自然科学の世界でその地位を低下させてきた。

科学をとりまく状況は、20世紀を通して大きく変わってきた。それは特に生命を対象とする学問分野で顕著であった。1953年のDNAの二重らせん構造の発見を契機に、20世紀半ば以降、生命現象を分子レベルで理解しようとする分子生物学が台頭した。政府の科学予算の推移という点からは、科学の主役は物理学から生命科学へと移り変わってきたといえる。ただし、分子生物学の台頭は、複雑な生命現象を複雑なまま理解するのではなく、シンプルな理論で描きだそうとするものという姿勢が支配的となったことと一体のものであった。それは物理学的アプローチと通底しており、現象の理解が深まった一方で、科学的方法論の画一化が進んでいると捉えることもできる。

生命科学は、1980年代以降には、DNA断片の増幅を可能にしたPCR法の確立、ヒトゲノムの解読、遺伝子操作を容易にしたゲノム編集技術などを基盤に華々しい発展を遂げてきた。バイオテクノロジーという言葉は、生命現象の理解から生命への人工的介入へと学問の性質が変容してきたことを物語るものでもある。20世紀終盤に花開いたデータサイエンスもまた、計算機技術、特に人工知能 (AI) 技術の発展によって、大量で様々なデータの分類が可能となり、自動運転や得られたデータの再考による創薬などにも活用されるようになって

た。データを用いて新たな科学的知見を引き出そうとするアプローチは、物理学的アプローチとは性質の異なるものであり、科学的方法論の多様性に寄与することも期待されているが、知的な営みであるはずの科学的思考よりも、知見を引き出すためのデータを「収集」して「処理」する「作業」こそが重要であるように変質してしまっているように思う。AIの利用への期待そのものが、思考を停止し、科学的行為を単純化させる現れのようにみえる。

科学的行為の多様性・複雑性を担保することの重要性は、工学の分野にも見ることができ。耐震工学は、従来、来たるべき地震を想定し、それに耐える技術が基本であった。しかし地震観測網が整備されると、地震は容易に予知できるものではなく、その不確定性への対応は喫緊の課題となった。耐震工学が採用した手法は、強いが平均的な地震に耐える耐震技術に加え、地震の不確定性に鈍感なシステムを実現する免震・制振の新しい技術を導入することであった。これは入力精緻化、単純化ではなく、その「ばらつき」に価値を見出そうとすることによって産み出された技術であり、異なるアプローチが互いに補完しあうことの重要性を物語るものである。

科学者という職能の変質

20世紀を通して、科学者という職能も大きく変質してきた。ヒトゲノム解析が大量の資金と人的資源の集中的投入によって可能となったように、バイオテクノロジーはビジネスとも親和性が高く、「特許」「知財」「ベンチャー」といった用語が研究の世界を覆うようになった。ビジネスのロジックが大手をふるい、現代の科学者はイノベーション政策の一翼を担うことも期待されている。

しかし、科学の歴史を振り返れば、近代科学の発展を担った人々は、本業の傍らで、自然を探求する営みに携わっていた。科学研究を生業にする職業科学者が成立するようになったのは、せいぜいこの200年くらいのことである。設立から間もない1665年のロンドン王立協会の会員構成をみると、その身分は多い順に政治家、貴族、大地主、医師、聖職者と続く。彼らは現代でいうアマチュア科学者であり、彼らを駆り立てたのは、自然の神秘を知りたいという欲求であった。科学研究に携わることは、生業として研究者という職業を選ぶこととは無縁であった。科学者が職業として成立し、膨大な研究費が国家から支給されるようになったことは、生計を気にせずに科学研究に没頭できるという恵まれた環境を科学者たちにもたらすと同時に、科学研究が国家や産業の意向に組み込まれることを意味するものでもあった。多くの科学者たちの主観的な思いとは別に、すくなくともその社会的な位置づけにおいて、科学は、知を愛する者たちの内発的欲求に支えられた営みから、国家や産業を支える事業へと大きな変容を遂げた。さらに近年では研究資金やポストをめぐる競争が激化するなかで、インパクト・ファクターやh-indexといった指標が、科学者を評価する客観的指標

として広く用いられるようになってきた。そのことが科学の世界を歪めているのではないかと指摘する声も少なくない。単純化された指標のもとで、科学者が成果を挙げることに邁進することで、職業科学者はますますシステムに組み込まれ、その駒として機能するようになった。

科学者による研究行為がシステム化し、新たな知見を効率的に得ることの何が悪い？社会もそれを期待しているのではないか？と言われるかもしれない。もちろんこれを否定するつもりはないが、その方法論は科学者として「面白いか？」とも問いたい。思考停止と知的好奇心を喪失して得た知見は、科学的知見と呼べるであろうか。

アマチュア的精神の復権

科学者が職業として成立するようになってからも、アマチュア科学者たちは科学の発展の一翼を担ってきた。アインシュタインが特許庁の職員として働くかたわらで相対性理論の発見に至ったのは、その好例である。さらに近年では、シチズンサイエンスと呼ばれる活動が活発化している。シチズンサイエンスとは、科学研究を生業としない市民が科学研究の一翼を担う活動である。国際的な事例として地球外文明探査（SETI）が、国内では市民参加型調査「花まるマルハナバチ国勢調査」の事例がある。これらは多数の一般市民の参加により、新たな科学の枠組みを作ることに成功し、また少数の職業科学者たちだけでは実現がきわめて困難な科学的知見を得ることが可能となった事例である。個人のアマチュア科学者が新たな科学的発見を続けている天文学分野もシチズンサイエンスが盛んな分野である。しかしここでは、シチズンサイエンスの活性化が科学の世界にもたらす別のインパクトに注目したい。

アマチュア科学者たちは、それが仕事だからではなく、純粋な知的好奇心や身の回りの環境への関心などから科学に携わっている。アマチュア科学者たちの活躍する世界は、ビジネス的ロジックが覆いつつある現代の科学の世界とは対極にある。職業科学者たちは、科学研究が専門職業（プロフェッション）となってしまったがゆえに、研究費の獲得に奔走し、国の政策に左右され、純粋な知的好奇心から自然界の探求に没頭することの喜びを奪われてしまっているのではないか。それに対して、知的好奇心に突き動かされ、自然の探求に取り組むアマチュア科学者たちの姿こそが、自然科学本来の姿をもっとも体現しているようにも思われる。専門職業と化した科学の世界に、アマチュア性をより積極的に評価し、純粋に知を愛する存在としての科学者のあり方を復権させることは、科学者が自律性を取り戻し、純粋な知的好奇心が支配する世界を科学に再度もたらす契機にもなりうるのではないか。

Oversimplifiedな科学からの脱却を

自然界は複雑であり、また、科学の世界も一枚岩ではない。にもかかわらず、世間一般の科学に対する期待は、ときに、直面する問題に対して正しいひとつの「答え」を与えてくれるものとして認識されている。そのことに対して、科学のイメージが過度に単純化されていることを問題視する科学者もいるかもしれない。しかし、そのイメージを生み出しているのもまた、時代とともに変質してきた科学、そして科学者自身ではないだろうか。先に見たように、科学の世界にもまた、多様性を軽視し、過度な単純化を偏重する姿勢が広がっている。また、科学的探究の結果としての知見に基づいた技術的成果を強調することによって、研究予算の獲得に邁進し、社会への説明責任を果たしたつもりになっているのではないか。しかしわれわれ科学者は、他方で、科学的知見のみでなく、それが生み出されるプロセスを楽しんでいる。そのありのままの科学の姿を社会と正直に共有することに取り組むことが、必要ではないか。

複雑化、深化している現代だからこそ、複雑な世界の理解に取り組む科学の世界に多様性を回復する必要がある。社会からの短期的なニーズへの対応を重視し、既存のシステムに順応するのではなく、科学が現在組み込まれている仕組みを問い直し、システムの呪縛から脱却すること。単純化された指標に振り回されるのではなく、科学の原点にあらためて立ち戻ること。そのためにも、職業科学者の世界にとどまらず、多種多様な交流を重視し、自らの専門性を抛り所としながらも、多様な価値への目配せを行う態度を科学者みずからが培うこと、そしてその姿を社会に提示していく必要に迫られているのではないだろうか。

(5162文字)

問③

単純化しすぎた世界： 科学のプロフェッショナリズムが もたらす期待と脅威

高橋良和／塩尻かおり／駒井章治／
中村征樹／半場祐子

問③

国家によって推進される科学が、
産業化のためにあることを免れないのであれば
有効活用可能な「方法」を生み出す必要がある。
一方で人工知能が人間よりも早く答えを生む時代に
単純化は加速しつつあり、
研究者という存在にも変化が求められているのではないか？
異分野の研究者たちが考える行き過ぎた単純化への警鐘とは。

高橋良和（京都大学 工学研究科 教授）

1970年生まれ。博士（工学）。京都大学工学部卒業後、同大学院修士課程修了。京都大学工学部助手、カリフォルニア大学バークレー校 Research Fellow、京都大学防災研究所准教授等を経て2017年より現職。土木施設の耐震工学、地震応答制御の研究に従事。2010年に「どぼくカフェ」を立ち上げ、全国展開。2018年土木広報大賞受賞。

塩尻かおり（龍谷大学 農学部 植物生命科学科 准教授）

1973年生まれ。北海道大学農学部を卒業後、京都大学農学研究科修了。博士（農学）。植物の香りがもたらす生物間相互作用を研究。京都大学白眉センターを経て2015年より龍谷大学講師、同大准教授。2003年日本応用動物昆虫学会奨励賞、2006年日本農学進歩賞、2012年大学女性協会守田賞、2013年日本生態学会宮地賞受賞。著書に『博士の愛したジミな昆虫』（岩波書店、2020）。

駒井章治（東京国際工科大学 工学部 教授）

1970年生まれ。行動科学、神経科学。博士（バイオサイエンス）。上智大学卒業後、奈良先端科学技術大学院大学、神戸大学、マックスプランク医学研究所、奈良先端科学技術大学院大学を経て2020年より現職。国際高等研究所客員研究員、JSTサイエンスアゴラ推進委員会委員長を兼務。若手アカデミー委員会前委員長、Global Young Academy 役員も歴任。

中村征樹（大阪大学 全学教育推進機構 准教授）

1974年生まれ。科学技術社会論、科学技術史。博士（学術）。東京大学教養学部を卒業後、同大学院工学系研究科を修了。東京大学先端科学技術研究センター助手、文部科学省科学技術政策研究所研究官等を経て、2012年より現職。日本学術会議連携会員、一般財団法人公正研究推進協会理事。編著書に『ポスト3・11の科学と政治』（ナカニシヤ出版、2013）、「ドーナツを穴だけ残して食べる方法」（日本経済新聞出版、2019）など。

半場祐子（京都工芸繊維大学 応用生物学系 教授）

1967年生まれ。京都大学農学部卒業後、同大学院修了、京都大学理学研究科にて博士（理学）。日本学術振興会特別研究員、岡山大学資源植物科学研究所を経て現職。植物生理生態、光合成の環境応答の研究に従事。2006年日本植物生理学会論文賞受賞。近著は『木本植物の生理生態』（共著、共立出版、2020）。

知識が爆発的に増大し、複雑化、深化している現代において、全てを理解することはますます困難になっている。このような情報の大海の中、現象を平均値、最頻値などの代表値に集約させて表現することは、我々の理解を助け、迅速な判断を可能とし、社会の発展をもたらした。しかし、この代表値思考の成功は、代表値以外をほぼ意識することなく情報を処理する世界観を構築することにつながった。現代社会において、代表値への偏重もたらす様々な問題が顕在化している。ヘイトスピーチや移民排斥、LBGTに対する差別などもまた、多数派（最頻値）でないものに対する理解のなさ、拒否反応のひとつのあらわれといえることができるだろう。代表値を偏重した議論が、あまりに世の中を単純化しすぎたしまった。

科学はそのような現状に無縁だといえるだろうか。以下、科学史の流れを単純化と本質化という2つの切り口で考察する。

科学の成功と変質—単純化と本質化の相克

科学の圧倒的成功をもたらしたのは、世界の本質を理解しようとする姿勢であった。現実の自然界は複雑性にあふれている。科学者たちはそのことを認識したうえで、非本質的な現象を捨象し、複雑な世界を統一的でシンプルにみえる見方、理論を発見することを喜び

としてきた。

平面上で水平方向に力を加えられた物体は、はじめは勢いよく動き出すが、次第に減速し、やがて停止する。物体が運動し続けるためには、なんらかの力を外部から加えられることが必要である。それが、近代物理学が成立する前に支配的だったアリストテレス的自然観のもとでの自然理解であった。それは、私たちの日常的な経験に裏付けられていた。そのような自然界の理解を根底から覆したのが、ニュートンによって運動の第一法則として定式化された「慣性の法則」であった。「慣性の法則」によれば、運動する物体が静止するのは、摩擦という力が物体の運動を妨げたからであり、そのような力が働かなければ物体は減速することなくいつまでも動き続ける。摩擦や空気抵抗を「非本質的な要因」として退け、運動の本質に迫ろうとするなかで、近代物理学は誕生した。ニュートンによって体系化された自然界への数学的アプローチは、近代物理学を作り上げた。それはきわめて美しく、魅力的で、しかも現実社会においても強力な理論であった。素粒子論にせよ超ひも理論にせよ、自然界の根本原理に挑戦するのが物理学であり、複雑な世界を説明する統一した理論が追求された。

他方で、化学や生物学といった学問は、自然界を支配する法則を追求しながらも、同時に

Q.3

問③

自然界の多様性に注目するものであった。それは、博物学的・分類学的アプローチとすることができる。現実の世界の複雑性をとらえようとするものであるが、物理学的アプローチの観点からすれば、より不完全な自然像を与えるにすぎないともいえる。もちろん化学や生物学においても、たとえば周期律表のように複雑な世界に潜む規則性をとらえようとする姿勢は共通している。しかし、物理学のようにその姿勢をどこまでも徹底させるのではない。それをある科学史家は「不純な科学 (impure science)」と呼んだ¹⁾。それは、自然の「本質」をとらえようとする物理学的なアプローチが、ときに自然理解の過度な単純化 (oversimplification) へと陥りがちであることを補完するものであったとも理解することができる。

科学をとりまく状況は、20世紀を通して大きく変わってきた。それはテクノロジーの台頭であり、生命を対象とする学問分野で顕著であった。1953年のDNAの二重らせん構造の発見を契機に、生命現象を分子レベルで理解しようとする分子生物学が台頭した。生命科学は、1980年代以降、DNA断片の増幅を可能にしたPCR法の確立、ヒトゲノムの解読、遺伝子操作を容易にしたゲノム編集技術などを基盤に華々しい発展を遂げてきた。バイオテクノロジーという言葉は、生命現象の理解から生命への人工的介入へと、学問の

性質が変容してきたことを物語っている。20世紀後半以降、科学の主役は物理学から生命科学へと移り変わってきたとも言われる。分子生物学の台頭においては、生命現象の複雑さや多様性を理解することよりも、シンプルな理論で描きだそうとする姿勢が支配的であった。そのことにより現象の理解が深まった一方で、生命現象の理解の過度の単純化、科学的方法論の画一化が進んできたともいえる。

20世紀終盤に花開いたデータサイエンスでは、テクノロジーとの一体化はさらに進展した。計算機技術、特に人工知能 (AI) 技術の発展によって、多様なビッグデータの分析が可能となり、自動運転や創薬研究などにも活用されるようになった。ビッグデータを用いて新たな科学的知見を引き出そうとするアプローチは、従来の自然科学のアプローチとは性質の異なるものであり²⁾、科学的方法論の多様性に寄与することも期待される。しかし、AIの利用への期待そのものは、過度に単純化された科学の姿すら逸脱しているともいえる。自然界の本質を理解しようとする知的な営みとしての科学は、データを「収集」して「処理」する「テクノロジー」へと変質してきたのだ。

1. Bernadette Bensaude-Vincent, Jonathan Simon, "Chemistry: The Impure Science", World Scientific Pub Co Inc., 2008.

2. Masaaki Imaizumi, Kenji Fukumizu, "Deep Neural Networks Learn Non-Smooth Functions Effectively", 2018, arXiv:1802.04474v2.

多様・複雑、それ自体の意味

多様性や複雑さは、科学の世界において、依然として重要な意味をもっている。生態学の分野では、生物多様性の維持を説明するメカニズムやモデルが多数提唱されてきたが、単一モデルでの説明は困難であった。そのなかで近年報告されたのは、生物多様性とは無関係にみえる、個体のもつ形質や行動のムダの進化が、種多様性の維持にとって重要なことである³。さらに、様々なモデルを統合する現代共存理論も提案されており、多様性の維持機構の解明が可能になるのではないかの期待が寄せられている⁴。これは、これまで切り落としてきたものを取り込み、多角的な視点を統合してとらえることの重要性を示している。

耐震工学の分野では、来たるべき地震を想定し、それに耐えるというのが従来の基本的なアプローチであった。しかし地震観測網の整備に伴い、地震は容易に予知できないことが明確になり、地震の不確定性への対応が喫緊の課題となった。そこで耐震工学が採用した手法が、強いが平均的な地震に耐える耐震技術に加え、地震の不確定性に対応する「鈍感な」免震・制振技術を導入することであった⁵。これは地震へのアプローチの単純化を内包する予測の精緻化ではなく、地震現象の「複雑さ」に価値を見出そうとすることによ

て産み出された技術であり、異なるアプローチが互いに補完しあうことの重要性を物語るものである。

科学者という職能の変質

20世紀を通して、科学者という職能も大きく変質してきた。ヒトゲノム解析が大量の資金と人的資源の集中的投入によって可能となったように、バイオテクノロジーはビジネスとも親和性が高く、「特許」「知財」「ベンチャー」といった用語が研究の世界を覆うようになった。ビジネスのロジックが大手をふり、現代の科学者はイノベーション政策の一翼を担うことも期待されるようになった⁶。

しかし、科学の歴史を振り返れば、近代科学の発展を担った人々は、本業の傍らで、自然を探求する営みに携わっていた。科学研究を生業にする職業科学者が成立するようになったのは、せいぜいこの200年くらいのことである。設立から間もない1665年のロンドン王立協会の会員は、政治家や貴族、医師、聖職者が大半を占めた⁷。彼らは現代でいうアマチュア科学者であり、彼らを駆り立てたのは、自然の神秘を知りたいという欲求であった。科学研究に携わることは、生業として研究者という職業を選ぶこととは無縁であった。科学者が職業として成立し、膨大な研究費が国家から支給されるようになったことは、生

Q.3

3. Yamamichi, M. et al., "Trends in Ecology & Evolution: Intraspecific adaptation load: a mechanism for species coexistence", 2020.

4. 篠原直登・山道真人, 群集生態学における共存理論の現代的統合, 日本生態学会誌, (in press).

5. 高橋良和・日高拳, 不確定性の高い地震作用に対する構造技術戦略としての鈍構造の提案とその適用事例に関する一考察, 『土木学会論文集』vol.70, no.4, 2014, p.1_535-1_544.

6. S.スローター, G.ローズ, 『アカデミック・キャピタリズムとニューエコノミー』, 法政大学出版局, 2012.

7. Hunter, Michael, "The Social Basis and Changing Fortunes of an Early Scientific Institution: An Analysis of the Membership of the Royal Society, 1660-1685.", Notes and Records of the Royal Society of London, vol.31, no.1, 1976, p.40.

計を気にせずに科学研究に没頭できるという恵まれた環境を科学者たちにもたらすと同時に、科学研究が国家や産業の意向に組み込まれることを意味したのだ。多くの科学者たちの主観的な思いとは別に、少なくともその社会的な位置づけにおいて、科学は、知を愛する者たちの内発的欲求に支えられた営みから、国家や産業を支える事業へと大きな変容を遂げた。さらに近年では研究資金やポストをめぐる競争が激化するなかで、インパクト・ファクターや h-index といった指標が、科学者を評価する客観的指標として広く用いられるようになった。単純化された指標のもとで、科学者が成果を挙げることに邁進することで、職業科学者はますますシステムに組み込まれ、その駒として機能するようになった。科学の世界もまた、多様性を喪失し、過度な単純化が支配しているように思われる。

科学研究がシステム化し、新たな知見を効率的に得ることの何が悪い？ 社会もそれを期待しているのではないかと問われるかもしれない。もちろんこれを否定するつもりはないが、思考停止と知的好奇心を喪失して得た知見は、科学者として「面白いのか？」とも問いたい。

アマチュア的精神の復権

科学者が職業として成立するようになってか

らも、アマチュア科学者たちは科学の発展の一翼を担ってきた。アインシュタインが特許庁の職員として働くかたわらで相対性理論の発見に至ったのは、その好例である。天文学では、個人のアマチュア科学者が新たな科学的発見を続けてきた。さらに近年では、科学研究を生業としない市民が科学研究の一翼を担う活動が、シチズンサイエンスとして活発化してきた⁸。

アマチュア科学者たちは、それが仕事だからではなく、純粋な知的好奇心や身の回りの環境への関心などから科学に携わってきた。アマチュア科学者たちの活躍する世界は、ビジネス的ロジックが覆いつつある現代の科学の世界とは対極にある。職業科学者たちは、科学研究が専門職業（プロフェッション）となってしまったがゆえに、研究費の獲得に奔走し、国の政策に左右され、純粋な知的好奇心から自然界の探求に没頭することの喜びを奪われてしまっている。それに対して、アマチュア科学者たちはそれぞれの興味関心から科学に関わっており、その世界はきわめて多様である。なかにはプロ顔負けの活躍をしているアマチュア科学者もあり、その活動には科学への強い信念をうかがい知ることができる。

科学の世界では、メンデルの法則のように、生存中は評価されず、没後にその科学的成果が高く評価されることもある。科学研究

8. Yukari Suzuki-Ohno, Jun Yokoyama, Tohru Nakashizuka, Masakado Kawata, "Utilization of photographs taken by citizens for estimating bumblebee distributions", Scientific Reports 7, 2017.

の真価は時代を経て検証されるものであり、oversimplifiedされた現在の評価システムでは十分に捉えることができない。

複雑化、深化している現代だからこそ、複雑な世界の理解に取り組む科学の世界に多様性を回復する必要がある。社会からの短期的なニーズへの対応を重視し、既存のシステムに順応するのではなく、科学が現在組み込まれている仕組みを問い直し、システム呪縛から脱却すること、そして、単純化された指標に振り回されるのではなく、科学の原点にあらためて立ち戻ること。そのために、システムに組み込まれた科学の世界において、アマチュア性をより積極的に評価し、世界の本質を探求する存在としての科学者のあり方を復権させることは、科学者が自律性を取り戻し、より本質的な次元での競争や協働が支配する世界を科学に再度もたらす契機にもなりうるものと思われる。

それは誰の仕事か

単純化と本質化の相克という観点から科学史を眺めると、現状の科学も科学者も過度な単純化（≠本質化）にとらわれているのではないか。アマチュア性の積極的評価を強調し、より本質的な次元での研究者間の競争や協働が支配する世界を科学に再度もたらすことが必要、と述べたが、その実現は簡単なことで

はない。それはなにも、科学技術政策や大学制度の変更が容易でないから、ということではない。我々科学者自身の研究観、自然観、世界観、そして、人生観の問題だからである。現実を誰かのせいでできるほど現実が甘くない。「科学」は科学者自身の手によって（より本質的に）更新されるものなのだ。

Q.3

自律と「なわばり意識」の違い

村上陽一郎

豊田工業大学 次世代文明センター長

科学者が、社会的利得を追い求めざるを得ない現状は確かに大きな問題で、本来の「科学の原点にあらためて立ち戻る」こと、そして「科学者が自律性を取り戻す」ことは、重要な課題だと私も思いますし、同様の言説を重ねてきています。ただ、それは、社会に向かって拓かれ、市民科学者などとの「協働」を期待する、という本稿のもう一つの趣意と、常に、ではないにせよ、矛盾する可能性があることを、どうお考えでしょうか。

一つの経験をお話しします。1975年のアシロマ会議で、ある種の生命科学の領域では、IRB (Institutional Review Board) を設置し、研究者は研究計画書をIRBに提出して、認可を得ること、IRBのメンバーは当該領域の研究者は半数を超えてはならないこと(つまりメンバーの50パーセント以上のポストは、研究者コミュニティの外に向かって拓かれていること)などが、ガイドラインとして定められました。これに対して、当時のアメリカ物理学会の責任者と自称する某氏は、いわば激怒しており、断じて認められないルールだと公的に発言していました。あるいは、やはりアメリカですが、生命科学の領域で、研究不正の問題が拡大し、上院議員が問題を取り上げて、議論を始めたところ、当事者たちは、「第二のガリレオ事件だ」(つまり、科学の世界に政治が介入する)と称して、全米の研究者に、既成の抗議の葉書を配り、署名して送り返すように要請しました。

事程左様に科学者は、一般に「自律」的であり、外部の非専門家の介入を忌避する傾向が強いという点を、拓かれた科学という論点とどう擦り合わせればよいか。

村上陽一郎

1936年生まれ。科学哲学者。東京大学教養学部教授、同先端科学技術研究センター長、国際基督教大学教授、東洋英和女学院大学学長などを歴任したのち、現職。「時間の科学」をはじめとする著作や多数の翻訳書で日本の科学哲学を牽引する。また「安全学」など一般向けのベストセラーも多数。最新刊に「死ねない時代の哲学」(文藝春秋、2020)などがある。



古代ギリシャで大帝國を築いたアレクサンドロス大王が、天文学や幾何学を探求する様子。大王が師と仰いだアリストテレスは「万学の祖」と呼ばれ、天文学、自然学、政治学などあらゆる学問の基礎をつくった。



1660年にロンドンで設立された、現存する世界最古の学会「王立協会」の1885年度の会員たち。19世紀になると科学の細分化が進み、個別分野の専門学会が次々に誕生した。

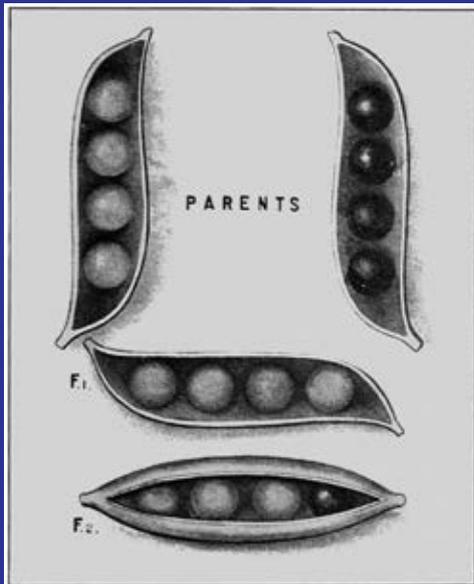
高橋良和／塩尻かおり／駒井章治／
中村征樹／半場祐子

市民科学者との協働は、科学の自律性を脅かすものとしてではなく、科学コミュニティの(再)拡大という観点から捉えることができます。市民が科学の世界に外部から介入するという形ではなく、科学研究のプロセスに内部から関わる道を拓くことが、現状の打開につながるのではないかと考えます。

「食べるため」の単純化



19世紀の科学者ガストン・ティサンディエが考案したとされる、慣性の法則を実感するための実験。ティサンディエは自宅でできる実験を考案し、科学の大衆化に尽力した。



19世紀にメンデルの法則を発見したことで知られる、遺伝学の祖、グレゴール・ヨハン・メンデルは修道院の司祭。著名なエンドウ豆の交配実験は修道院の庭で行なわれたという。

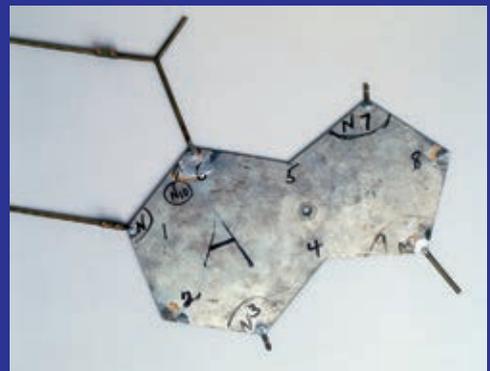
松浦健二

京都大学 農学研究科 教授

アマチュアであれば、可能性が膨らむというだけでは足りない。アマチュアとプロとは評価指標がちがう。プロが単純化に走るのには、そこに生きること、つまり「お金を稼ぐ」という目的があるから。金持ちの道楽で科学をやっていたころは、パトロンを満足させればなんでもよかった。逆にいえば食っていくために、評価指標に従うというプロフェッショナルリズムもありえるのではないか。

高橋良和／塩尻かおり／駒井章治／
中村征樹／半場祐子

プロとして奉仕すべき公共的利益とは何でしょうか。為政者の要求が公共的利益の実現に真に寄与するものでないと判断されるときには、公共的利益の実現に真に寄与する方法を追求することこそが、プロの矜持ではないかと思えます。



1962年にジェームズ・ワトソンとフランシス・クリックらが発見したDNAの二重螺旋構造は分子生物学の基礎をつくり、研究とテクノロジーの結びつきが深まる契機となった。

本テキストに関するレビューおよび対話の過程は下記のレボジトリに公開されています。



研究者という存在のこれから

科学というものが、絶対的な真理をもつ「シンプル」なものであるという考え方は、一神教的思想といっても間違いではないだろう。イスラム教、ユダヤ教、プロテスタント、カトリック……。科学が発展した地域では、唯一の神のもとにある、ひとつの「ことわり」に向けて研究が進められてきた。日本もまた、近代化の過程で当時ヨーロッパで力をもっていた科学を受け入れていった。

ただし、そのような流れに対して、1960年代から様々な批判が生まれてきた。新科学哲学といわれる人々は、一神教的世界観だけではない価値観を科学にもちこみ、複数の真理があるのではないかと知の枠組みを捉え直す試みを続けてきた。ただし、その流れは主流となることはなく、真理を求める科学研究が大きな潮流となっている。

問③

高橋らによる本論は、人工知能などの計算力によって単純化が圧倒的に容易になった時代に、その流れを「多様性」という文脈で引き継ぐものといえる。指摘されているように、データサイエンスの領域では「研究」と「開発」の境目がきわめてあいまいになっていると同時に、環境問題の悪化、格差の顕在化などにより生命の多様性、人間の多様性に改めて注目が集まっている。

ただし議論のなかでも触れられているとおり、長らく単純化に向けて組織されてきたアカデミアのなかで、それを超克しようとする試みは、どうしても科学者というプロフェッショナリズムの在り方に対して目を向けざるをえなくなる。本論で触れられているようなアマチュアの存在は、フリーランスのような昨今話題の「新しい働き方」に関する議論と重なるところもあるだろう。研究者自身がアカデミアのなかから、科学の困難さを語る難しさは否定しえないとも思うが、研究者の多様性がこれから高まるのであれば、本論の試みの種はどこかで受け継がれていくはずだ。

文・『といたうとい』編集委員