

参考資料

1. 科学思想の系譜学 大林信治・森田敏照編著
ミネルヴァ書房 21世紀ライブラリー 1994年 12月
2. 科学史はパラダイム変換するか 村上陽一郎 三田出版会 1990年 11月
3. ピョートル・カピッツア (1894-84) 科学・人間・組織 みすず科学ライブラリー 1974年
4. 池内了 科学は今どうなっているの? 昌文社 2001年
5. ハエ、マウス、ヒトー生物学者による未来への証言 フランソワ、ジャコブ みすず書房 2000年4月
6. On being a Scientist: Responsible Conduct in Research
Committee on Science, Engineering, and Public Policy,
National Academy of Sciences, National Academy of Engineering, Institute of Medicine
Washington, D.C. 1995. <http://www.nap.edu/readingroom/books/obas/>

()中の番号は、参考資料の番号。

1. 科学と科学者の歴史的変化

サイエンスの語源「スキエンチア *Scientia*」＝経験から得られた知識全般

ルネサンス期には右手に鏡を、左手に球と三角形を捧げ持つ女性、鏡は現象を映し出して本質的な知識にいたる研究を、球は完全性を、三角形は証明に到達する論理である三段論法を象徴している。(4)

科学は信じるか信じないかの世界ではなく、成立するか成立しないか、実証できるか反証できるか、の世界である。(4)

ガリレオの力学研究は、当時のイタリアの産業的発展に伴う技術の発展を背景としている。ガリレオの落体の法則の研究も大砲の弾道の問題から出発したのである。ガリレオの研究に見られる分析と総合は自然現象の中に法則を発見する方法として近代科学の方法論であった。(1)

ニュートンら西洋の自然研究者は長い間、自らを「フィロソファー(知を愛する者)」とみなしてきた。知識とは、個人の興味のままだに自由に行う研究から得られるものと考えたからだ。医学、法学、神学だけが専門的学問であった。したがって、17世紀の科学者は神の力から分離されることはなかった。(2)

スキエンチアは経験から得られた知識全般を意味していた。それはやがて「研究によって獲得し、証拠によって打ち立てられる知識」である科学に倒置され、19世紀中ごろから自然科学を意味するようにな

った。大学の哲学部が拡大され、その中に物理学、化学、生物学、博物学などが置かれるようになり、科学を専門的、職業的にする人が登場する。(2、4)

サイエンティストという言葉が登場するのは、19 世紀中ごろからである。トマス・ハックスレーがサイエンティストと呼ばれることを拒んだのは、科学研究にのみ専念、没頭する新興の科学者という人種に反発したためだ。(4)

科学史はある意味で、宗教が啓示する真理にたいする理性の闘いの歴史である。知の究極目標は世界の正確な記述にある。科学理論はつぎつぎに交代しながら、現実の究極像を可能にする理想型に少しずつ近づいて行く。科学とは真理の漸近線である、絶えず真理に近づくが、真理に触れることはない」とヴィクトル・ユゴーも述べている。(5)

科学史は、人間がどう自然と係わってきたかということの変遷史である。(2)

現代科学は自然を「質的に異なった無限の階層から出来ており、それぞれの階層には固有の法則が支配している。自然界では、異なった階層が生成消滅しつつ相互転換を繰り返し、歴史を持って進化する」と捉えている。(1)

ヨーロッパの歴史のなかでは、技術と科学は繰り返し分けられてきた。

例えば、大学の医学部を出た医者は知的サービス業であったが、外科医は床屋ギルドの中において技術者であり職人の扱いでした。大学の教授として外科医が採用されてくるのは 18 世紀だが、19 世紀に入っても内科医教授とのサラリーにかなりの差があった。ヨーロッパの大学では技術教育は一切行われず、技術教育、職人の教育は徒弟制度の中で行われていた。(2)

ヨーロッパには、知的インテレクチュアルズは応用的学問を一段低く見た。大学でやる科学は純粋科学であるとして、技術とは一線を画すことが大きな命題として捉えていた。(2)

カーネギー、エディソン、ジューゼッペ・カノーニ、ディーゼル、イーストマン、デュポンなどは皆大学に無関係の職人で、大学を卒業しているのはブラウン管の発明者ブラウンくらいで、このような職人達が伝統の中から 20 世紀を決定付けるような技術を開発していった。(2)

技術から科学が生まれたのであり、科学は実在とその中の法則性を認識する一つの知識の体系である。(1)

技術と科学を峻別することをまずいと思いはじめたのはアメリカが早かった。アメリカでの科学の一つの出発点は、気象学、海洋学、農学(土壌学、肥科学、地質学)など政府の施策と結びつき易い学問であっ

た。(2)

アメリカは第一次と第二次世界大戦のあいだに組織的に科学と技術をうまく結びつけて社会的財産にしたし、フランスもかなり早くからそのことに気付いて対応していった。ドイツは非常に微妙で、上手く追いかけた側面と少し遅れた側面とがある。化学産業においては、リービッヒ以降、科学と技術が上手く結びついて産業のなかで生かされていった。(2)

発見と発明は区別できない。博物学の時代のように、ある土地に行って土を掘り返してみたらこんなものが見つかったという素朴な営みは、現在の科学には存在しない。だから全てが発明だと言い切っている。知的財産権の問題に現れているように知識が即ち力、技術である時代になっている。科学が優位にあつて、その応用として技術があるのではなく、科学即技術の関係になっている。(2)

20世紀初頭には、“純粹科学”とか、科学のための科学ということが言われたものだが、現在では問題にもならない。今日、科学は社会機構の不可欠な構成部分、その有用かつ固有の成分とみなされる。(3)

20世紀の科学、少なくとも実験科学はその性質を一変した。実験科学は単なる認識の一モード、知の世界の一枝ではなくなった。それは人間の運命を変える重要な社会的文化的表現行為となった。科学はなによりも、実践とテクニクと機械装置の総体を生み出すことによって、世界のあり方そのものを変えるのである。(5)

こうした科学の新しい側面、つまり、絶えず進化し強制力を増すテクノロジーと密接に結び合っていると、今日、科学は社会と文化を最も深いところで規定している。(5)

科学研究の規模の拡大に伴って、基礎(認識的)科学と応用科学の区分がおきている。しかしこの区分は多くの点で人為的であり、基礎科学と応用科学とがどこで別れるのか、はっきりしない。(3)

科学者の研究活動は今や国家の政策と切り離して考えることができなくなっている。

科学者は次第に国家機構や経済機構の中に組み込まれて行き、地位や名誉といった人間的欲望とも無関係ではなくなる。ときには科学的研究がむしろ有用な世渡り術とさえなってくる。(1)

科学による資本の蓄積の道が開かれたとき、知は科学に押し込められた。同時に科学は国家が経営する重要な一部門となり、神の代わりに自然を支配し改造する科学者は、体制の枠内でのみ生存が許される存在となった。つまり、科学には国家というスポンサーが付き、科学者はスポンサーの意向を斟酌しなければならなくなったのだ。(2)

主要な科学の現場である大学へ国家の介入であり、国家が策定したプロジェクトへの科学者の動員体

制である。科学の世紀たる 20 世紀は、国家と大学又は科学者との関係が様々に模索された時代といえるだろう。(4)

科学の成果を国力増強に活用するシステムを露骨に推進したのは、統一なったドイツ帝国であった。膨大な国家予算を科学研究に投じる時、影の文部大臣アルトホーフは、大学の人事に介入、研究費配分を思いのままにした。いわゆる教授会自治に任せておけば、馴れ合い人事となり、悪平等がはびこるとして、積極的に若手を教授として大学に押し付け、研究費や研究設備を優遇した。その結果、1930 年代までのノーベル賞受賞者の三分の一はドイツ科学者が占めた。(瀬木守一、近代科学を支えた官僚、中公新書)

この問題は現在いっそう先鋭化し複雑になっている。科学が大型化し、研究費が膨大になり、科学の成果が産業だけでなく、国家の威信と強く結びつくようになったからだ。スポンサーを自認する国家は科学を意のままにしたいと望み、逆に科学者は、いかに国家から研究費を引き出すかにのみ頭をひねる。国家が満足する科学でない限り、個人の業績も有り得なくなってしまった。(4)

科学研究の場が実質的に特定大学か専門の研究所に限られつつある。予算の一点集中、効率運用のためだ。その結果、予算権を持つ者(官僚のみならず、大きな予算を動かせる科学者がいることを忘れてはならない)が科学の方向を決めて行くようになった。(4)

1958年科学技術特別委員会を設置したドゴール將軍は最初のプロジェクトに分子生物学を採用した。そのとき彼は「エネルギー変換計画、宇宙計画、海洋開発など、華々しくかつ展開と帰結と反響が手にとれるような計画に政治家はよわい。でも私は何故か、えたいの知れない分子生物学が気になるのです。私には何だか全くわからないし、分かる気遣いはない。しかし長い目で見れば予期しない豊かな発展をとげ生命現象に新しい光をあて、新しい 21 世紀の医学を築く礎になるかもしれない」といった。(5)

未来も科学も予見不可能である。研究は終わりなき過程であり、どんな道筋を辿るかは誰にもわからない。予見不可能性は、科学的探究の性質そのものに属している。発見されるものが真にあたらしいものならば、それは定義からして未知である。それなのに政治家と科学技術関連の行政官は科学研究の予見不可能性がどうしても気に入らない。だから、研究の目的、いわゆる究極目標が確立されている大計画、ヒトゲノム計画、がん研究、エイズ研究のたぐいがお気に入りなのだ。(5)

スティーブン・グールドは「無駄、ずさん、重複、不適合、奇抜こそが生命の進化と多様性を可能にしたと述べている。私たちはなんとこの言葉から遠く離れてしまったことか。(4)

2. 日本の科学の特徴

江戸時代の後半には日本でも軍事技術として弾道の高度な計算は行われていたが、当時の日本の学

問や技術の閉鎖性により、そこから法則性を見出す共通の方法論が得られず、科学としては成立しなかった。(1)

日本では社会に還元するというと、すぐ社会に役に立つものを作ることだと考えられる。(1)

日本は、先進的なことに、現代において欧米が達成しつつある科学と技術の混合体というか、複合体のようなものを明治維新の直後に達成してしまった。欧米が科学だ技術だと右往左往している時に富国強兵、殖産興業という時代の要請のために、その手段として応用的な側面の科学をずっと取り入れてしまった。(2)

東京大学が世界でほぼ最初に工学部をもったことは特筆すべきことだ。日本の大学は良かれ悪しかれ、工学も技術も十分射程に飲み込んだ高等教育機関であった。(2)

こうした歴史を経験せず、初めから科学が技術と、そして国家と結びついて出発した日本では、知識の体系としての科学、という概念が熟さないまま、生産の技としての科学技術、が大手を振ってきた。知は育てるものでなく、輸入するものであり、基礎的な科学研究よりも役に立つ応用開発が優先され、科学は小手先の便利な道具のまま 100 年が推移してきた。(4)

その結果、論理を積み重ねて必然の結論を導き出す科学的思考や、文化の一部門としての科学の意味付け、科学者の社会的役割などをじっくり考える癖を身に付け損なってしまった。そのつけが数々の形でつきつけられているのではないか。今こそスキエンチアの本来の意味に立ち戻って、科学や科学者のありようを問い直すことが大切なのではないだろうか。(4)

3. 科学者の資質

思考の簡潔さと明快さ、直観力の鋭さ、激しい情熱、これらが創造力豊かな彼の個性の特徴だ。また彼の思考の特徴はきわだった独創性、従って大胆さであるといえる（ラザフォードについて）。(3)

現在の科学者には、知を知として徹底的に追求するとか、17 世紀の科学者のように、神様の計画を知ろうとして追求するといったことはまずない。実利とまったく無縁なところで、知識を懸命に追いかけるといった態度は確かに少ない。(2)

どんな研究者も、何か発見しなければ研究者の名にあたいしない。学者は自分に接近可能と思われる問題、自分に解決可能と思われる中で一番面白い問題にとりかかる。科学者は望ましいという極と、可能だという極をゆれうごく。科学者がどんなときでも批判と実験に進んで身をさらそうとするのは、自分の描く世界像のなかで、夢の割合をできるだけ制限しようと思うからである。(5)

自然科学を発展させる主要な方法は、自然現象を実験的に究明する際に、我々の観察と理論的な知

識とが、一致するかどうかを絶えず確かめることです。自然に対する認識が前進するのは理論と実験との間に矛盾が起こるときです。(3)

科学では、基本的な新しい概念の一定の発展段階においては、博学であることは問題を解決させる特徴とはならず、重要なのは想像力と具体的な思考、そしてなによりも大胆さだ。鋭い論理的思考は想像力の足かせとなる。(3)

現在の研究者仲間のコンパートメントでは、自分たちの持っているパラダイムというか共通の財産を認めたいうえで、この上に少し何かを付け加えるということを繰り返して、全体を太らせていくような仕事をする学者が歓迎される。(2)

経験的に実際に確かめられたことだけを信じているのが科学者であるというのはやはり誤解だと思います。経験を超えたものの存在を認めるということを神と結びつけるとすれば、科学者もやはり様々な形で神をもっているといっている。典型的な工学者であった宇宙飛行士が宇宙体験のなかで、ふっと何かにであったことで、たちまち宗教の神と結びつけてしまったように、科学者が比較的単純というか、素直に神と結びついてしまう側面がある。(2)

これまで地震が起こる前の動物の異常行動は、科学的な根拠がない、迷信の類と同じ「非科学」として無視されてきました。しかし、阪大池谷教授らの岩石破壊や床に流したパルス電流に対する動物達の行動の観察結果をみると、一概に非科学だと決め付けて排除すべきではない。「未科学」の部分もあると考えられる。(4)

研究者の間には、近代科学は、その手法(還元的手法)が有効である問題しか解いてこなかったのではないかという反省がうまれている。解けない問題には特殊とか異常とか複雑という定冠詞をつけて脇においてきたのだ(4)

現代人は近代科学の成功を満喫しつつ、他方では、否応なくこれを受け入れざるを得ないと感じ始めている。自然を探求すればするほど、自然から離れて行くという疎外感、発展すればするほど体制化し、しかも、その内実が見えにくくなって行く科学。にもかかわらず、わからないことだらけの現実。実感する科学に欠けているのだ。そこからの脱却として博物学への回帰があるといえよう。科学の未来も捨てたものではないぞと思いたい。その隙間に気や霊の超科学が入り込んでこないように。(4)

成功しようが、しまいが、思い切って新しいパラダイム作りに挑戦する姿勢を持って欲しい。(4)

4. 研究組織

組織者はユニークな人間の才能の一つであり、従って彼らに大きな配慮を払う必要がある。すなわち大

規模な創造的研究者集団を組織できる新しいタイプの科学者=組織者を養成・発展させることが、これからの課題の一つである。このタイプの科学者=指導者は、現在のところ出現したばかりであるが、将来の巨大科学において決定的な役割を果たすようになるだろう。(3)

科学を組織する上で最も重要でむずかしいのは、創造能力をそなえた若い人たちを選抜することであり、彼らの才能がフルに発揮されるような条件を作り出すことです。そのためには、研究を始めたばかりの若い科学者の創造能力を評価できなくてはなりません。このさいしばしばおかしな主要なあやまち、若い人たちの認識能力と博学振りを創造力ととりちがえることだ。(3)

研究機関の老化現象(硬化現象)(3)

1. 大食の傾向:有益に使える以上の資金を要求する
2. 老人性肥満:研究に積極的に参加しない所員の増加
3. 老人性おしゃべり:不必要な大量の論文を印刷する
4. 繁殖能力の低下:研究所や研究室の創設の必要性
5. 老人性硬化症:壮年期科学者の保守、保身的活動

弟子を持ち、若い人と一緒に研究することは、科学者にとって若さを維持し、科学の進歩から立ち遅れないためもとても正しい手段だーラザフォード

5.科学者の倫理と社会的責任

教義と両立しないという理由でローマ教会がガリレオの地動説を罰したように、共産主義は遺伝学をマルクス主義の原理に合わないとして禁止した。新ラマルク主義の共産党員は獲得形質遺伝を支持しロシアの遺伝学者を攻撃した。その立役者、農業技師のルイセンコは彼の農業技術の発見が遺伝学には理解できない業績だと称し、学説を捏造した。種を環境によって永続的に変化可能だという獲得形質遺伝だけがマルクス主義と一致するものと主張しスターリンの絶対的支持を獲得した。(5)

共産党の圧力とは無縁な西欧の知識人たちが、嘘と矛盾で塗りこめられたルイセンコ学説を支持した。左翼系新聞とそこを根城にしていた知識人達は情熱で目が眩み、イデオロギーに凝り固まって理性を失い、精神の自由を侮辱した。(5)

20世紀初頭、ゴールトンの優生学はたいへんな好評を得た。モルガン、フィッシャー、ハルデー、ミュラーのような著名な遺伝学者が賛同した。英米では優生学協会が設立され、アメリカでは精神薄弱者と認定された何千人もの人びとを断種する計画が20年間実施された。優生学を評価し、理論を作り、その実行を推進した科学者達は、自分達の科学の有用性を信じ、それを人類への奉仕のために使おうとした。それが、ナチの人種政策に一本道で繋がって行く。そこにはアメリカの遺伝学者チャールス・ダベンポート(国際優生学連盟会長、CSH 研究所設立者、黒人、ポーランド人、イタリア人を遺伝的汚染

源とみなしアメリカ白人種を守ろうとした)、その友人オイゲン・フィッシャー(ベルリン大学人類学教授)、フィッシャーの弟子で内科医のオトマール・フェルシャー伯爵、その助手でアウシュビッツ収容所の医師となったナチ親衛隊大尉ショセフ・メンゲレと科学者が繋がっている。(5)

阪神淡路大震災、オウム騒動、もんじゅの事故、薬害エイズ問題な、論文捏造など、現代科学技術と科学者の脆弱さをさらけ出し、科学の信用度をがた落ちにしたのだ。(4)

科学者にとって危険なのは、自分の携わる科学の限界、つまりは認識の限界を正確に知らないことにある。つまり、自分が信じているものと自分が知っているものとを混同することであり、自分が正しいと確信してしまうことだ。(5)

科学者に科学の悪用を避けさせるのは誠実さだけだろうと思う。ここで誠実さとは、真実を述べることを意味する。全ての真実を、そして真実のみをである。なによりも科学者は、市民に向かって話し、市民に理解してもらわなければならない。科学者は同時代に生きる人びとに自分のしていること、科学がどこまで来ており、何が新しく、何が期待できるか、不安を起こしかねないものは何か、を自ら説明しなければならない。(5)

新しいことを知ることが科学者の本当の社会的責任だ、だからこそ真実を語り、又分かり易い言葉で話す、良心による行動することが要求される。(1)

間違いを犯すのが科学者であり、知識の限界を知っているのも科学者なのだ。だからこそ、真実が明らかになった時、間違いを率直に訂正し、どこに限界があったかを真摯に語らねばならない。(4)

科学的感性を日常的に培い、積極的に発言する。(4)

例えば、

- 1) 安楽死の問題に象徴されるように科学者と市民が接し合う場で科学者はどうあるべきか、その倫理も鋭く問われている。
- 2) 原子力発電、CO2 問題などを、科学技術的問題として正確に認識する。
- 3) 飛行機雲を美しいと見るか、大気汚染と見るか。
- 4) 肥満の増加には遺伝要因の方が大きいなど、先端情報に対する確かなアンテナを養う。

“科学的”であることに疑問を持つ。(4)

HIV がエイズの病原体であるという確証はないという“科学的”発言。

- 1) 患者の組織からウイルスが見つかること
- 2) そのウイルスを純粋培養して投与すると、確かに病気が発症すること
- 3) 病気が発症したその患者の組織から同じウイルスが回収されること

という、コッホの三原則を満たしていないからだ。

科学を装った不可知論という、別の政治性を議論に介入させているのではないか。(4)

このような科学や大学のありように風穴を開けるには、科学者の顔を国家ではなく市民に向けさせるのだ。「科学の役割は、人が理解するのを助けることであって、人の代わりに理解することではない」のだから。とりあえずは、科学者が生の顔で市民と接する機会をもっと増やすことだ。(4)

科学の真のスポンサーは国家なのではなく税金を払っている市民である、という当然の原点ではないか。(4)

6. 教育

若いときから社会のために役に立ち、また自分のために興味を持って余暇と富を利用することが出来るように、高い精神的要求を植え付けることだ。青年達に生きる意義を与えること、社会的問題を解決しようという関心を植え付けること、科学と芸術を感受するのに必要な精神的資質を養うことが必要だ。(3)

人間の創造力を育てることは、自主的な思考力を発展させることにもとづいている。それは次の主要な方面に発展する。つまり科学的に一般化する能力—帰納、実際の過程の経過を予告するために理論的な結論を利用する能力—演繹、そして理論的一般化と自然界で起きている実際の過程との間の矛盾を発見すること—弁証法である。(3)

数学と物理学は自然科学における一般的な科学的創造的思考を青年に育むためにもっとも適した分野である。(3)

現代青少年を正しく教育するために、彼らの中に創造力を養うことが必要であり、これは、各個人の傾向と能力を考慮に入れて中学から始め、大学まで継続しなければならない。一国のみならず、世界的規模で我々の文明の将来は、この基本的な課題を如何に解決するかにかかっており、従ってこの課題は、平和と核戦争の防止の問題に劣らず重要である。(3)