

論 述

注 意

1. 問題は全部で9ページである。
2. 解答用紙と下書き用紙に氏名・受験番号を忘れずに記入すること。
3. 解答はすべて解答用紙に縦書きで記入すること。
4. 問題冊子の余白等は適宜利用してよいが、どのページも切り離してはいけない。
5. 解答用紙および下書き用紙は必ず提出のこと。この問題冊子は提出する必要はない。

次の文章を読み、以下の問に答えなさい。

問一 本文中の空欄①から⑥に入れるのに最も適切な語を、次の選択肢(ア)～(カ)から選び、解答欄に記入しなさい。ただし同じものは二度使えない。解答用紙(その二)を使用

(ア) 限界 (イ) 原点 (ウ) 所産 (エ) 出番 (オ) 要因 (カ) 要請

問二 傍線部(a)で筆者は科学には二面性があるとしていますが、筆者の考える科学者の倫理によれば、科学者はこの二面性に対してどのような態度をとるべきなのか、一二〇～一五〇字で要約しなさい。解答用紙(その二)を使用

問三 傍線部(b)の「等身大の科学」という主張について、その具体的な内容はどのようなものか、また、筆者はそれがなぜ必要だと考えているのか。簡単にまとめた上で、そのような筆者の科学に対する考えについて、あなたの思うところを述べなさい。

(八〇〇字以内) 解答用紙(その二)を使用

科学至上主義は科学に限界はおかないが、それは褒め殺しのようなもので、かえって科学を危うくする。逆の科学不信は、限界をあまりに大きく見過ぎてその詳細を吟味しようとしないう傾向がある。いずれも、科学の限界を正しく把握しているとは言えないのだ。科学と社会が密接な関係にある現代において、科学礼賛にも科学否定にも陥らず、科学がどうあるべきかを考えることが望ましい態度なのではないだろうか。以下では、私が構想する科学の姿を少しばかり提示してみたい。

文化とは、芸術・芸能・哲学・思想・道徳・宗教・祭祀など人間の精神的活動の所産のことで、当然科学も文化の一つである。少なくとも一九世紀半ばまで科学は自然哲学であり、自然が投げかける謎に挑戦する純粋な文化の営みであった。二〇世紀に入つて科学の原理が技術に活かされるようになり、科学は文化という枠を越えて物質的所産である文明の建設に勤しむようになった。科学は制度化・軍事化・技術化・商業化を通じて変容したのである。それによって、国家というスポンサーの意向を斟酌するようになり、軍事体制に組み込まれ、生産に役立つことが奨励され、知的財産(知財)を蓄積すべく運命づけられた。これらが課してい

る。① (言葉を換えれば大きな期待)によって、「好奇心の趣くまま」の自由を楽しんでいた科学は息苦しい状態になりつつある。

私は、科学が再び文化のみに寄与する営みを取り戻すべきと考えている。壁に飾られたピカソの絵のように、なければならないで済ませられるが、そこにあれば楽しい、なければ何か心の空白を感じてしまう、そんな「無用の用」としての科学である。世の中に役立つというような野心を捨て、自然と戯れながら自然の偉大さを学んでいく科学で良いのではないだろうか。好奇心、探求心、美を求める心、想像する力、普遍性への憧れ、そのような人間の感性を最大限錬磨して、人間の可能性を拡大する営みのことである。

むしろ、経済一辺倒の現代社会では、そんな原初的な科学は許されない。一般に文化の創造には金がかかる。ましてや科学は高価な実験器具やコンピューターを必要とするから一定の投資をしなければならず、そうすれば必ずその分の見返りが要求される。

「文化より明日のコメを」という声も絶えることがない。社会もムダと思われるものに金を投ずるのを忌避するからだ。それが「役に立つ」科学とならねばならない。② で、科学者もセールスマンのように次々目新しい商品を用意して社会の要求に迎合していかねばならなくなる。それを逆手にとって、あたかも世の中を牛耳っているかのように尊大に振る舞う科学者すら登場するようになった。

それでいいのかと改めて考え直してみる必要がある。確かに科学には金がかかり、それには社会の支持が欠かせない。「無用の用」にすらならないムダも多いだろう。しかし、ときに科学は世界の見方を変える大きな力を秘めている。事実、科学はその力によって自然観や世界観を一変させ、社会のありように大きな変化をもたらしてきた。社会への見返りとは、そのような概念や思想を提供する役目にあるのではないか。それは方につくらしい確率であるかもしれないが、科学の営み抜きにしては起り得ない貢献である。むしろ、天才の登場を必要とする場合が多いが、その陰には無数の無名の科学者がいたことを忘れてはならない。それらの積み上げがあってこそ天才も活躍できるのである。

今必要なのは、「文化としての科学」を広く市民に伝えることであり、科学の楽しみを市民とともに共有することである。実際、

本当のところ市民は「役に立つ科学」ではなく、「役に立たないけれど知的なスリルを味わえる科学」を求めている。市民も知的冒険をしたいのだ。それは「はやぶさ」の人気、日食や月食や流星群に注がれる目、ビッグス粒子発見の騒動などを見ればわかる。そこに共通する要素は、「物語」があるという点だ。科学は冷徹な真理を追い求めているのには相違ないが、その道筋は「物語」に満ちている。科学の行為は科学者という人間の営みだから、そこには数多くのエピソードがあり、成功も失敗もある。それらも一緒に紡ぎ合わせることによって「文化としての科学」が豊かになっていくのではないだろうか。それが結果的に市民に勇氣や喜びを与える^(a)と信じている。

その「物語」を貫く一つの芯として、科学（および科学者）の倫理を据えなければならぬと思う。科学には二面性があり、善用も悪用も可能なのである。飼いや慣らしていたはずの科学の③が、ひとつ間違えば大きな災厄となり得る。生活に役立つ民生用にも、人を殺す軍事用にも転用できる。人々に大きな利益をもたらす一方、最初から反倫理性を内包している科学もある。科学は、それらをどう考え、社会はどう選択していくべきかを語る「物語」でもなければならぬ。そのためには、科学者としての倫理を研ぎ澄ませることが必須であろう。

現状において、多くの科学者が社会の先導（扇動？）役を任じている。科学のマイナス面を一切述べず（あるいは過小評価し）、プラス面ばかりを過大に吹聴するばかりであるからだ。特に経済的利得や安全・安心を過大に強調する。おそらく、そのように語る^(a)ことが世の中の役に立っていると矜持を持っているためだろう。原子力ムラの人々は原発の良さを喧伝し、その批判者には圧力を加えてきた。その結果、世の中に伝わるのは原発推進派の声ばかりとなり、それが「安全神話」を生み出す原因の一つにもなった。そのような行動を科学者としての義務と錯覚していたと思われるのだ。

原発が事故を起こした後、原子力の専門家は楽観的な推移ばかりを語り、放射線の専門家は微量放射線は何ら恐れるに足りない^(a)と語り続けた。この場合は、マイナス面を過小評価したのである。人々が不安でパニックになってはいけないという配慮からだと言われたが、それは本当に人間を大切にしたい行為なのだろうか。少なくとも、上からの目線で市民を導いてやっているという傲慢さは指摘しておかねばならない。

私は、科学者は「社会のカナリア」ともいべき存在であると思つている。炭鉱に入る鉱夫はカナリアを先頭にする。有毒ガスが少しでも発生していれば、カナリアはそれを感知して鉱夫に知らせるからだ。それと同じように、社会にとつて何らかの危険を察知すれば、科学者は前もつてそれを市民に知らせる役割を果たせるはずである。専門的知識と経験によつて、科学に関わる事項には想像力を發揮できる存在であるからだ。ともすれば善の側面からのみ科学がクローズアップされがちな現代において、事前の警告を与えることは科学者のなし得る社会への大きな貢献なのではないだろうか。

ここで、私が考える科学者の倫理規範を提示しておこう。科学者は何があつても事実を正直に公開しなければならない。いかなる人間も正確な情報を得る権利があるからだ。それがあればこそ、最初は小さな混乱があるかもしれないが、結局人々は次の行動への的確な判断をするのである。いかなる理由があろうとも、情報の隠蔽や虚偽は科学者の倫理にもとると言わざるを得ない。

そして、科学者は現実を直視しなければならない。いかに自分の気に入らない結果であろうと、それをそのまま受け取ることである。実は、それは普段の研究において極めて自然に行つてゐる行動で、思わしくない結果が出れば誤魔化さず受け入れ、別の方向を探つてゐる。そこで敢えてデータを捏造したり偽造したりはしてゐないはずである。科学的事実人間の望みとは関係しないという当たり前のことをよく知つてゐるからだ。しかしなぜ、いざ社会的な事件となると現実を糊塗しようとするのだろうか。これは科学者としての倫理違反なのである。

もう一つは、真実に忠実(知的に誠実)であらねばならないということだ。自分の意見が間違つておれば潔くそれを認め、意見を変える点において吝かであつてはならない。これも普段の研究生活では毎日行つてゐる習慣で、自分のアイデアや理論が間違つていればすぐに自然にそれらを修正してゐるからだ。しかし、いざ対外的な問題になるとメンツや自尊心、度量の狭さや政治的配慮などから、素直に認められなくなる。これも倫理的過ち以外の何ものでもない。

これらの倫理を弁えて市民に接する態度こそが「人間を大切に科学」の根幹ではないだろうか。果たして科学は人間を大切にしてきたか、自分の今の行動は人間を大切にしているか、それを常に自分に問いかけ続ける習慣によつて、社会に生きる科学となるのだと思つてゐる。

第二次世界大戦後、ビッグサイエンスが各国で推進された。加速器、宇宙開発、南極開発、深海探査、核融合炉、大望遠鏡、ゲノム読取など、巨大装置や施設の建設による研究が進められたのだ。宇宙開発はミサイルや偵察(スパイ)衛星の開発、深海探査は海底資源の探索、核融合炉は未来のエネルギー源、ゲノム読取は将来の創薬と、それぞれ直接的な見返りを想定しているものが多いが、純粹の科学研究を国家の威信のために進めてきた場合もある。ビッグサイエンスは、国家として文化を擁護していることを宣伝する格好の材料になるためだ。

もちろん、ビッグサイエンスは科学者の④でもあった。より微細な現象を、より極限状態で、より鮮明に観測したい——それは科学研究者であれば当然の願いである。そのためには、装置をより巨大にし、実験設備はより精密にし、解析をより複雑にしなければならぬ。必然的にビッグサイエンス化の道を歩まざるを得ず、科学者は国家におねだりをしてきたのだ。冷戦時代は国家間の競争という外部条件もあって、国は科学者のおねだりを許容してきた。

しかし、ビッグサイエンスが国家予算に対して大きな比重を占めるようになり、冷戦も終わったこともあって、科学者のおねだりに対し政治家が簡単に首を縦に振らなくなってきた。科学者はより高価な設備を要求し続けるのだが、もはや国家は甘い態度で臨まなくなってきたのだ。ビッグサイエンスは、いわばマンモスがたどった道を歩んでいると言えるかもしれない。地球寒冷化のためにあまりに巨体になりすぎて動けなくなったマンモスは、やがて自滅した。

^(b) 私は逆に身の丈に合った科学、つまり「等身大の科学」を推進すべきであると思っている。それはサイズとして身の丈の対象を扱うのだが、あまり費用がかからず、誰でもが参加できるという意味でも等身大である科学のことである。

例えば、こんな研究がある。地球温暖化のフィンガープリント(指紋)として、世界各地の鳥や虫や植物や魚が、この三〇年間にどれだけ移動したか、開花時期や産卵時期がどれだけ早くなったかの研究である。鳥や虫や魚は適温で餌の多い場所を中心として暮らし、そこで子孫を産む。もし地球が温暖化していてこれまでの生息場所の温度が上がると、それらは少し温度の低い場所に移動する(北半球なら北へ)。実は動けないはずの植物もゆっくり移動している。植物は幅広く種子を散布する。適温の場所が変わると、次世代の種はそこでしか芽を出さない。こうして、温暖化すれば何世代かの間には、繁茂する最適場所が移動していくので

ある。

そこで、世界中の博物館などの記録から、数百種類の生き物の生息地分布や開花・産卵時期がいかに変化したかが調べられた。むろん、年ごとの変動があり、大雨や干ばつもあって一直線に移動せず、前進も後退もある。単純な観察記録が多いから誤差も大きい。しかし、三〇年という長い年月での移動傾向や開花・産卵時期の早まりをはっきり出すことができた。地球温暖化の指紋を検出できたのである。

私たちの身近でも、西日本にしかいなかったクマゼミが関東地方に進出してきたとか、西日本に棲んでいたチョウチョウが東日本へ移動しているという話を聞く。それを単なる経験事象としてではなく、長年にわたって定量的に調べるのである。京都のある高校の科学部では、セミの抜け殻を集める作業を一〇年にわたって行い、セミが京都の南部から徐々に北山へと移動している事実を突き止めた。

私は、このような研究を典型的な等身大の科学だと考えている。誰でも(子どもでも)参加できるし、そう費用もかからない。普段の生活のなかでもできる。すぐに結果が出ないことが欠点のように見えるが、次々と受け継がれていくという良さがある。その観察記録を長年にわたって積み重ねていけば貴重なデータとなる。参加者がその長所を知れば、「みんなが科学者」となって、いつも科学と接している気分を持つことができる。等身大の科学とは、科学を身近に引き寄せることにつながるのである。

よく地震の前兆現象として生物が異常な行動をすると言われるが(その代表が「ナマズが暴れる」と地震が起こる)である)、そのほとんどは地震が起こってから「そう言えばこんなことがあった」と気づいた事実である。それは事後の報告だから前兆現象とは言えないのだ。前兆現象を押さえるためには長年の日常での観察が必要である。それには地道な観察と記録が不可欠であり、まさに等身大の科学の出番なのだ。

このような観察を主体とする等身大の科学は、博物学の復権を促すことにつながるのではないだろうか。西洋には近代の分析的科学が発展する以前に、対象を記載し、分類するという博物学の時代があった。博物学によって同じような対象にも共通性と異質性があることが見出され、その原因を明らかにしようとして要素還元主義の近代科学が生まれたと言える。いわば博物学は科学の

⑤ であり、いつの時代でもその重要性が減じるわけではない。

しかし、分析的手法の有効性から専門分化が進み、定量化しなければ科学ではないという風潮が強まり、博物学は見向きもされなくなつた。日本においては、最初から「科」した「学」としての「科学」が輸入されたために、博物学が育つ余地があまりなかったのだ(むしろ、科学が輸入される前の江戸時代には、平賀源内〔物産展〕、小野欄山〔本草学〕など、数は少ないが博物学の芽生えがあった)。記載する科学は劣っており、数値によつて表現する科学こそが至上であるとして。そのことから科学が難しい学問とみなされ、人々にとつつきにくくしてしまつたのではないだろうか。その結果、日本の科学が市民のなかに深く浸透しなかつたのだ。

一般の人々が関心を持つのは具体的な自然の記載であり、定性的な挙動である。数式で表現された抽象世界ではなく、ましてや細かな数値の差違ではない。自然の振る舞いへの驚きであり、ロマンや憧れを重ねられる対象である。

現在も過去も、科学の話題で人気があるのは恐竜と宇宙だろう。はるか過去の生き物と遠く隔たつた天体の姿、それらに共通しているのは、「物語」を読み込むことができ、「想像心」が操られ、「感動」が得られることである。それらを通じて、自然の実像を知り惹きつけられる。そこに博物学の役割があるのではないだろうか。科学が詳細に入り込んでいる現代であればこそ、いつそう博物学の⑥なのである。等身大の科学としての博物学を大いに広めたいと思つている。

と強調する理由はもう一つある。等身大の科学には複雑系が多いが、複雑系を解きほぐすには博物学的な観察・記録・記載が不可欠であるということだ。複雑系は多数の要素の集団であり、要素間の非線形関係が重要であつた。それらの関係は経験的に得るしかなく、まず事実を記載することから始まるのである。そのようなデータが多数集まつて初めて定量化が可能になる。科学の対象になり始めた複雑系は現時点においては「記載の時代」であり、そこから要素間の有意な相関を見出す段階なのである。したがつて等身大の科学としての博物学は最前線の科学の担い手とも言えるのだ。等身大の科学——複雑系——博物学というつながりをもっと重視する必要があると思つている。

もつとも、等身大の科学は複雑系のみに関じるわけではなく、要素還元主義の科学にも寄与できる側面がある。例えば、近くの

公園にある池の水質を調べるといふ課題を考えてみよう。最近では多くの実験キットが販売されており、安全な試薬や実験道具を簡単に手に入れることができる。それを使って時間や場所や季節ごとの水質の違いを系統的に調べ、池の水質がどのように変化しているかを明らかにできるだろう。そこに生息する魚類、やってくる虫や鳥、淵に生える草花などと合わせて観察すれば、水と生物の関係を洗い出せるようになる。

そのような目で周囲を見回すと、いくらでも科学の課題が発見できる。観察し、実験を行い、記録する、そんなふうにならぬ科学が身近にあるという状態を作ることができないものだろうか。日本各地に博物館・科学館・天文台・プラネタリウムがあり、その数は世界有数である。また科学の祭典や科学フェスティバルが開催され、研究所のオープンキャンパスも盛んに行われている。実際に、それらの催しに参加する親子も多い。それにもかかわらず、依然として子どもと科学離れが言われ、大人に科学への無関心層が多いのはなぜなのだろうか。

おそらく、単に展示物を鑑賞するだけではいつかときの印象に終わり、心の奥底に焼き付けられないためではないかと思つてゐる。珍しいものを見ただけでは感動は持続しない。世の中にはいっぱい珍しいものがあるからだ(特に子どもたちにとって)。その限界を打ち破るためには、実際に自分の手を動かし、自然と密着したという満足感を味わう経験が必要なのである。それは等身大の科学以外にないと思うのだが、いかがだろうか。

最後に、科学者は常に社会と向き合つてゐるといふ感覚を失つてはならない点を強調しておきたい。科学は社会的産物であり、社会と共存関係でなければ持続できないからだ。科学の専門家である科学者であつても、それ以前に市民の一人であることをしっかり自覚している必要がある。上からの目線で市民を「啓蒙」するとか、社会を引つ張つてゐるのは自分だとかの、傲慢な意識を徹底して排除しなければならない。

他方、市民は科学信仰にも科学否定にもならず是非々々で科学と向かい合うこと、そのためには科学に関心を寄せ続けることが不可欠である。科学の中身を選択するのは市民自身なのだから。実際には政治の動向(政策)や企業の方針や資本力で物事が決まつていく場合が多いけれど、それらにノーを突き変更させることは可能なのである。それには科学者の手助けが欠かせない。市

民と科学者が手を携えてこそ、科学の弊害を少なくすることができるのだ。

（池内丁『科学の限界』による。原文の一部を改変、省略した。）

