

# 創造的発見についての考察

— セレンディピティーの問題 —

井山弘幸

## 1 序

科学研究の最も魅力的な瞬間は、堅牢でゆるぎのないはずの定説を、根底から覆すような画期的な発見をなすことだろう。大勢の研究者が信じて疑わない理論が、一夜にして謬説と化す決定的なひとときほど魅惑に満ちたものはない。正確に言えば「瞬間」や「一夜」という表現は多くの場合誇張されたものであり、そこには絶え間ない不断の創造の過程が潜んでいることは、これまで何度も指摘されてはきた。だが、天啓の一閃は架空のものであったとしても、人びとが発見を瞬時になされる飛躍的な行為だと信じてきたこともまた事実である。発見と創造がひとの探究心を掻き立てる課題であり続けることの一因に、そのような神業とも言える直観的な閃きを伝える逸話が広く流布してきたことが挙げられよう。

もちろん従来よりも収率の良い触媒を見つけることも、新種のウイルスを電子顕微鏡下に捉えることも、超新星爆発を観測することも、広い意味での発見ではあるが、われわれが高度の創造性の関与を見いだすのは、劇的な理論転換を伴う世紀の発見に限られることが多い。便宜のために日々に研究の場面でなされる、個々の小規模の経験的発見を「小発見」、それよりは一般性が高く発見者が銘記される類いの発見を「中発見」、更に、ものの見方や発想の根本的な変換を伴う輝かしい発見を「大発見」と呼んでおくことにする。本稿ではこの三つに大別される発見を、その精神的起源に遡って検討しようと思う。

## 2 発見学の成り立ち

科学者が日常の場面で繰り返行なう小発見について、まず考えよう。小発見と言っても色々な局面や型があるだろうが、発見であるからには「何か新しいこと」に関わってくる。科学者の間では本来の意味とはやや違って用いられるオリジナリティーを得るためには、他の研究者にはない新しさを必要とするからである。まず述べておかねばならないことは、ふつうには発見の範疇に入ることのない観察や測定も、新しさが関与しているという意味では「小発見」であるという点だ。医療機関でおこなう血液検査では、中性脂肪などの血中成分を測定する。この成分データは健康な人のものであれ、疾患のある人のもの

であれ、時々刻々と変化している。同一の検査値を得ることは先ずない、という意味でそこには新しさがある。水質検査も同様である。採取場所・時期の違いを考えれば、もともとの溶存成分の多寡にかかわらずそのデータは「小発見」されたものとなる。天文観測では天体の位置測定が行なわれる。小惑星の軌道を予測するためであれ、ブラックホールによる空間の歪みを算出するためであれ、個々の測定はやはり小さな発見である。

このような取るに足らない日々の研究を「発見」と呼ばない理由を考えてみる必要がある。第一に、この種のルーティンワークを発見だと解釈すると、科学者のあらゆる研究が発見となり、そもそも発見という言葉が意味を失ってしまう。第二に、発見に伴うものとされる驚きが含まれていない。もちろん後者の条件は後述する「発見神話」のなかで醸成された余計なものかもしれないが、輝かしい発見には、驚異と歓喜がつきまとうものと信じられているのである。発見とは言い難いが、研究の基礎となるこうした観察や測定がどのような経緯で始められたのか、その歴史を振り返ってみる必要がある。経験科学の基礎となる観察の哲学が初めて表明されたのは、フランシス・ベーコンの1620年の著書『ノヴム・オルガヌム』においてであった。偏見や誤謬に曇らされることのない客観的な知識に立脚した学問が提案された。探求者は先入観をもたず虚心坦懐に対象に向かい、得られた情報を克明に記録する、という精神の方法がそこには説かれていた。「新しい機関」(Novum Organum)とは真の知識を得るための手段であり、旧来のスコラ哲学に対抗するものであった。

ベーコンが主張した経験主義とは反対に、当時権威あるものとして君臨していた知識論では古典が尊重された。講義を表わすドイツ語が学生の前でテキストを読むこと(Vorlesung)を本来意味していたように、知識の拠所は古典的な著作であった。アリストテレスの『自然学』やガレノスやアヴィケンナの医書を正確に読み、不明なところは原義を究明し、時宜に合わない部分には注釈をつける作業が研究者の仕事であった。人体の内部構造も天体の配置も、あるいは元素の分布も、何もかも古典のなかにすでに書かれていると考えられていたのである。ベーコン以前の伝統的知識がこのように訓誥学として成立していたことは、それほど驚くべきことではない。現在でも哲学や文学の一部は、テキスト批評を基本としており、研究の主体は依然として読書である、という点では昔とさしたる違いはないからである。

こうした古典主義の方法はそもそも最初のテキストは(先行するテキストが存在しないわけだから)どのようにして書かれたのか、という根本的な問題も抱えているが、それよりも「新しいものの発見」を抑制する負の性格をもつことが問題となる。十四世紀のボローニャ大学ではようやく解剖学の講義が始まるが、優れた技術と観察眼をもちながらも、ラテン語で医書を読む内科医とは厳然と区別されていた理髪外科医が、実際には死体解剖の実技を担当していた。彼らが観察した心臓の隔中壁には、ガレノスのテキストで指摘され

ているような小孔は存在しなかった。だが観察はテキストに屈伏し、小孔は見えないが存在するものと解釈された。他にも例は豊富にある。アリストテレスの自然学では、自然界に存在する元素は四種とされていた。火、空気、水、土の四元素である。古代より知られていた金、銀、銅は、いずれも元素ではなく混合物であり、火の混入の程度の差と理解された。たとえ鉱山開発が進み、見慣れぬ鉱石が届けられても、それは分析しようとしまいと、新元素ではありえなかった。四元素論の否定を導くような発見は阻害されていたのである。

ベーコンによる知識の改革は、このような発見の禁制を解くことにあつた。「書を捨てよ、海に出よう」。『ノヴム・オルガヌム』の扉絵には、ヘラクレスの柱を通過し、未知の大海へと船出する様子が描かれていた。ヘラクレスの柱はギリシア神話では「世界の果て」を意味したが、ここでは明らかに、書物に記述された世界の限界を表わしていた。そして「発見の航海」に出帆した科学者の船は新しい知識を満載して戻ってくると信じられた。十九世紀の探査船やスペースシャトルの船名を思い出そう。ディスカヴァリー、チャレンジャー、コロンビアいずれも、発見の世紀にあやかって命名されている。

### 3 発見の階層性と文脈依存性

古典的テキストの軛から逃れた科学者は、「数学の言葉で書かれた自然という書物」（ガリレオ）をじかに読むようになる。望遠鏡、顕微鏡、クロノメーターなど精密測定機械の進歩と相俟って、小発見は膨大に記録されてゆく。最古の実験科学の雑誌が十七世紀のイタリアで発行され、次いで現在尚刊行されているイギリスの『フィロソフィカル・トランザクションズ』が誕生するが、後者では事実のカタログとしか言いようのない、測定結果だけの論文もけっこう含まれていた。だが、ベーコンによる知識の改善は、客観的な事実のカタログを作成するにとどまらず、そこから帰納推理を働かせてより高次の法則的知識を得ることを求めた。われわれが普通に発見と呼ぶものは、測定記録にすぎない小発見ではなく、むしろ上位の階層に位置づけられる中発見や大発見なのだ。

空気ポンプの圧力と体積の関係や落下する物体の距離と時間の関係は、個々の実験結果よりも一般的であり、「ボイルの法則」や「落体の法則」として歴史にその名を刻んだ。ボイルの発見した知識（ $P \times V = \text{一定}$ ）は無限になされた小発見と論理的に等価となる。圧力 $P$ と体積 $V$ の組合せは無限に可能だからだ。物理化学の分野では、諸種の法則の発見は「中発見」の範疇に入る。1628年にイギリスの医師ハーヴィが公表した「血液循環説」もやはり中発見に該当する。血流の逆行を防ぐ弁や毛細管などの「小発見」をその体系のなかに取り込むことができるからである。科学史の年表を見ると、法則の発見はそのほとんどが十七世紀以降に集中している。あたかもベーコンが提唱した新機関が小発見の蓄積

を促し、さらに推理の階梯をのぼって中発見が相次いでなされたかのように見える。だが、事実はそうではないのである。

創造的発見を生み出す精神の原則へと話を進める前に、発見の文脈依存性に触れる必要があるだろう。小発見の話題に戻って考えよう。単一の事実の発見であるのに、顕著な業績として注目される、分類上は小発見でありながらも、大発見の風格をもつものが存在する。例えばデンマークの天文学者ティコ・ブラーエが1572年に観測した「カシオペア座の新星」はどう説明すべきか。現在ではアマチュア天文家でさえ不可能でない新星の発見の一つではあるが、歴史的に見ると周囲に与えた衝撃が格段に違う。というのもこの新星は、「新星」という概念の創出に与ったからである。旧来のアリストテレス自然学では、月の天球よりも遠方にある世界では永遠に不生不滅であった。そこでは新しい天体の出現は禁じられていた。書物文化のなかで長らく守られてきたこの前提は、多くの学者に共有され、後の世ならば新星のとりあつかいを受けたはずの天空上の光点を眼でとらえても、それは新星ではありえないとされていたのである。月下の世界と天上の世界とを峻別する世界観の存在が、その学説を根底から否定しかねない小発見を、大発見へと昇華させる。ここで注意すべきことは、先に述べた発見の禁制が働くかぎりカシオペア座の新星は、観察者の幻覚か不安定な気象現象として始末されていたはずである。そうならず大発見として記録された背景には、新星の出現を許す新たな宇宙像への転換が密かに進行していたとも言えるのである。

さらに例を加えよう。ハイデルベルクの廃坑から見つかった始祖鳥の化石は、単なる化石の一つではない。その信憑性はともかくとしても、この発見は進化論におけるミッシングリンクとして解釈されて初めて有意義な発見となる。そもそも化石に類するものは古くから鉱物学者や薬草学者が見つけていた。ここでもまた「動物風の模様をもつ」石片にすぎないものが、「過去に生きた生物が石化したもの」、つまり化石であるとする前提があって初めて、発見が成立するのである。このように発見行為は発見者と対象をとりまく社会的、文化的文脈のなかで意味をもつ。このことを文脈依存性と呼ぶのである。アルタミラやラスコーの洞窟壁画はいずれも年端の行かない子供が発見した。だが克明に描かれた鳥獣画の小発見が、先史時代の考古遺物の大発見となりえたのは、地層年代と石器文化に通暁した研究者が介在したからだ。子供たちは純真無垢で先入観をもたないと同時に、背景知識をもたなかったため、厳密には発見者でない。

#### 4 発見神話の形成

発見がどのようになされるのか、これまで多くの分析が試みられてきたが、初期の学説はその大部分が「発見神話」の影響を免れていない。この神話の原型はすでに紹介したペー

コン思想に胚胎していた。啓蒙時代から十九世紀前半にかけて絶大な支持を得た、その帰納主義の方法論に依れば、発見には階層性があり、帰納の階梯を順次昇るにつれて、事実収集から法則へ、法則から統一理論へとより高次の知識が得られてゆくことになる。いかなる発見も出発点は、先入観のない観察と客観的な記述に求められた。そのため発見は本質的に偶然になされることとなる。捨てようとした廃液のなかに、偶然、未知の放射性元素を発見したり、シビレエイを解剖したら、偶然、電極様の構造が見つかったり、マラリヤ熱でうなされたインディオが沼地で倒れたら、偶然、キニーネを有する植物キナに出会った、というのである。

このような偶然発見の思想は、主として二つの難点のため暗礁に乗り上げる。第一に、科学者は赤子のような眼で自然を見ているわけではない。哲学者ハンソンが「理論負荷性」という概念を導入したのは、純粋な偶然発見がありえないことを証し立てるためであった。すでに述べたように小発見が「発見」として認知されるためには、一定の知識の文脈が必要となる。科学者の場合は観察や実験を行なうに先立って、すでに擁護しようとする理論、実証しようとする法則が胸中に去来している。公的な研究機関では予算申請のために、研究者は企画書を提出することが義務づけられており、研究企画の要請はとりもなおさず、発見が予測されうるもの、管理されるものとして捉えられている。偶然を謳う企画書は提出できない。歴史的に見ても多くの場合、科学者は予期した事実を発見するのである。

第二の点は発見の階層性への疑問にある。正統と信じられたベーコン主義の方法論によれば、ティコ・ブラーエによる火星軌道の観察記録（小発見）から、そのデータをもとに得られたケプラーの惑星法則（中発見）を経て、天体の火星も地球上のリンゴも同一の原理に従うことを要求する普遍理論、ニュートンによる万有引力の発見（大発見）へと至る推理の過程は、論理的なものであり、したがって偶然ならぬ必然となる。だが、十八世紀末にラプラスが困惑したように、ケプラーもニュートンも最初の段階からステップアップして法則や理論に到達したわけではないのだ。いずれにおいても、惑星法則や万有引力の理論は、データ計算をする以前から科学者の頭のなかで構想されていたからである。

かくして発見の天才神話が誕生する。膨大なデータを解析することもなく、偶然に法則を思いついたり、理論を形成することのできる創造力を「天才」というブラックボックスのなかに封じこめてしまう思考習慣が生まれた。ニュートンのりんごの逸話はこの神話の素性をよく伝えている。自宅を訪れた弟子のステュークリに向かって、ニュートンはりんごに働く万有引力が月にまで及んでいることに気づいた、と語った。月もりんごも誰にも観察できるありきたりの存在だが、天才ニュートンだからこそ、そこから古典力学の基礎となる世紀の発見をなしたのである。

## 5 セレンディピティーが登場した背景

セレンディピティー (serendipity) はイギリスの作家ウォルポールの造語である。「セレンディップと三人の王子」として知られるスリランカの民話に想を得たもので、「当初の目的とは異なる発見をなす能力」を表わした。ロバーツやシャピロによる事例研究が翻訳されたことや、ノーベル化学賞を受賞した白川英樹博士も、野依良治博士もそれぞれ記念講演で言及したこともあって、21世紀になって注目されるようになった概念である。原話の邦訳は2001年の医学雑誌『ミクروسコピア』(vol.18, no.3)に掲載されているが、中山宏明氏の解説にあるように、王子たちの物語は確かに意外な展開を見せるものの、科学的な創造力としてのセレンディピティーとは直接つながるものではない。

本来研究していた、すなわち発見しようとして狙っていたものとは、まったく異なる(が重要なもの)を発見するセレンディピティーなる能力は、どのように解釈すべきか。英和辞典によっては「掘り出し上手」と訳していることから分かるように、この力は偶然の助けを借りながらも、何らかの内的必然性を仮定している。そうでなければ運が良かっただけになってしまうからだ。先ほどのニュートンのりんごの事例は、日常的な現象を物理法則の一環として捉えるニュートンの慧眼を物語るものである。だがその慧眼の中身が問題で、神がかりである限り天才神話とさしたる違いはない。次節で述べるが、おそらくセレンディピティーの根底には、科学者独特の美的直感が働いているように思う。セレンディピティーというだけでは、何も説明したことにはならないのである。

もう少しセレンディピティーが働いた事例を見てみよう。1800年になされた電池の発明にいたる一連の流れである。ボローニャ大学の生理学者ガルヴァーニは、神経に対する静電気的作用を研究していた。と言っても彼が活躍した1780年代には、摩擦によって生じた電気をライデン瓶に蓄えたものか、フランクリンが実証した雷の電気しか知られていない。ガルヴァーニは座骨神経を剥き出しにした蛙の足を材料にした。金属片で足を固定し、摩擦発電機に接触させると、哀れな蛙の足は痙攣した。最初のセレンディピティーは彼の愛妻ルツィアの料理の場面に訪れる。ルツィアは蛙のブイヨンを作るため包丁を腿肉に当てた、その瞬間死んだ蛙の肢体が引きつったのである。実は隣室で夫が放電実験を行っていたのである。これを知ったガルヴァーニは蛙の足を鉄線にぶら下げて雷の空中放電に曝す。これは予想通りの結果となるが、彼が実験室にあった金属片で蛙の足をさはむと、今度はどこにも電気は発生していないにもかかわらず蛙は震えた。第二のセレンディピティーは、そのときたまたま異種の金属を用いたために生じた。この研究から金属の電位差を利用した電池が発明される。発明したのは物理学者のヴォルタであつにせよ、人類にとっての新しいエネルギー源は、分野の違う生理学の実験室から生まれたのである。

## 6 科学的創造と美的追求

セレンディピティーの働いた例として紹介される科学史の事件は、どれも物語としては面白いものばかりである。そのなかには確かに生粋の偶然によるものも含まれているだろうけれど、われわれが信じている精密科学の計画性とは、どこか相容れない感を免れない。どうして重要な発見は偶然になされるのか。セレンディピティーを覆っている神秘のベールをなんとか剥いでみることにしよう。先ず触れておきたいのはコペルニクス革命である。セレンディピティーの範疇には入らないが、近代の幕開けを告げる知的変革であることから検討するだけの理由はある。牢固として不動であった地球中心の宇宙像は、1543年に出版されたコペルニクスの主著『天球の回転について』により、発想の大転換を迫られる。不動であった地球は宇宙空間を目まぐるしく回転し始め、代わって太陽が世界の中心に鎮座することとなった。俗に言う地動説の構想はどこから出てきたのか。序文で本人が吐露しているように、アリストアルコスなど古代の先哲が似たような構想をもっていたことは事実である。だがコペルニクスは天空を観察したときに得られる、素朴な視覚的印象を思考の基礎に置いた。太陽は何よりも明るく、崇高さにおいて他を凌駕していたからである。少なくとも当時の技術的水準において、太陽中心モデルの方が、惑星の動きをより精確に予測できるわけではなかった。宇宙はエレガントな構造をもたねばならない、という審美的要請があって初めて、完全さにおいて申し分のない太陽が中心に選ばれたのである。

ニュートンのりんごの逸話に話を戻そう。なぜ彼は遠方の月と目のりんごの両方に働く力を考えたのか。ニュートンは聖書年代学の研究者でもあった。世界の創造がどれほど前になされたかを計算してもいる。キリスト教の神は無限の知性をもつとされ、神が創造したこの世界は完全無欠のものであると考えられた。月世界と地上界とは異なる力学が働いている、というアリストテレスの自然学は、無限の叡知が企画した世界としては一貫性に欠けてしまう。世界は無駄のない簡潔な構造をしているはずだ、と考えたのだろう。ボルケナウの古典的研究からも明らかなように、そもそも「法則」とは「神の掟」であった。とすればその定めに従うべき領域に限界はないはずである。りんごから月まで神の叡慮は浸透しているのだ。

となるとガルヴァーニの場合はどうなるのか。彼があつかった研究素材はどれも異分野のものである。蛙（動物生理学）、雷（大気圏物理学）、金属（化学）を結びつけるものは何だったのか。十八世紀末の学壇は自然界に遍く作用する諸力に注目していた。万有引力だけではやがて世界は一つの中心に凝集し終焉を迎えてしまう。生命活動がこの地球で可能であるのは、引力に抗う反発力があるからに違いない、と考えられた。この世紀に電気や磁気、熱や光に関する実験が相次いでなされた背景には、躍動感あふれる生命の惑星である地球を一貫した企画のもとに再解釈しようとする弛まぬ努力があつた。ガルヴァーニ

にとって電気は普遍力的一种であり、だからこそ動物電気という突拍子もない結論に飛びついたのである。

神学的動機は産業革命以降は希薄化し、神は棚上げされて自然そのものが神格化され、自然は美の殿堂として探求者の心を支配するようになる。自然の理法という思想のもと、「保存概念」が大発見を成立させる審美的衝動として働くようになった。滝壺の水温が高いことに気づいた物理学者ヘルムホルツ、そして熱帯では船員の静脈血が赤みを増すことをつきとめた臨床医マイアーは、いずれもエネルギー保存則の発見者だが、これらの観察は偶然の所産と言うよりは、無駄なく効率的に営まれる自然を前提とした「保存」への志向によって生み出されたと言えよう。電子を初めとする素粒子は、質量、電荷、パリティなどの保存を擁護するために仮定され、やがて発見されていった。

科学者が自然という織物のなかに読みとる美しい模様の一つに調和がある。この発端は音響学にあった。音階はオクターヴごとの反復からなる。全音で勘定すると七音で構成される音階は、自然界の調和の原型となった。ニュートンはプリズムの実験で、可視光スペクトルが音階構造をなすことを目敏く見つけ、光学に調和の法則を導入した。元素の周期律もやはり同じ動機から発見される。質量の軽い順に元素を並べると、類似した性質がアルカリ金属からハロゲン族までの七族を単位として反復する。実際には冷却技術の進歩によって希ガス元素が発見され、元素の周期は八族が基本となることが後に判明するものの、元素の発見史を支配した精神の原則は明らかに「調和の幻想」であったと言える。

## 7 実用性の審美的解釈と創造的発見の制度的造形

科学の発見がこのように自然の美への執着によって動機づけられているのだとすると、科学研究のもう一つ重要な側面である実用性はどのような役割を果たしてきたのだろう。元来、美の追求は実用主義の精神とは相容れない相反するものと考えられてきた。船乗りにとっては航行位置が確定できれば、座標系の中心は太陽であれ、地球であれ、どこでも構わない。敢えて言えば天動説の方が計算しやすいだろう。たとえ元素の数が多かろうと、規定の原料からの調合の仕方に変わりはない。どうみても研究動機としてはかけ離れたもののように見える。だが問題はそう単純ではない。そもそも実用とは何を言うのだろう。ベルTRAN・ジルが明らかにしたように、一輪手押車は十三世紀になって初めて西欧に登場する。造りは簡単なもので、造ろうと思えばかなり昔から技術的には可能であった。実用性という点で言うと、馬車に牽かせる二輪車と違って、工事現場や鉱山の隘路での運搬に役立つはずだ。ところが奴隷労働力が豊富にあった古代社会では、一輪手押車は実用的ではなかったがゆえに発明されなかったのである。この一例だけでも、発見と同じように実用性においても、文脈依存性を無視できないことが分かる。



電気学における発見史を振り返ってみよう。雷の本性が電気であることを立証したフランクリンはフィラデルフィアの防犯委員を務めていたことがあり、犯罪防止のため夜間照明の必要性を痛感していた。ところが避雷針を発明し、余興に電気火花を飛ばした「電気学の父」は電気照明を実現することはおろか、研究に着手することさえしなかったのである。鯨油を使ったランプ、ガス灯の時代を経て、エジソンの白熱電灯の発明まで一世紀を待つことになる。発電機の原理に不可欠の電流の磁気作用の研究も、大学講義室でエールステズが不用意に磁石を置いたことに端を発している。ヴァレリーがいみじくも語ったように、産業社会を激変させた電気技術の発展は、その源泉をたどればガルヴァーニに始まる電気学者たちの偶然性に行き着く。われわれの現代生活にとって最も有用な電気の知識は、実用性に駆り立てられ計画的に得られたものではなかったのだ。

実用性をさらに追究しよう。知識が役に立つとはそもそもどのような意味か。こと科学知識に話を限れば、通常はおそらく、その知識が技術開発に適用しうることを言うのだろう。ひところ注目された常温核融合は、もし事実なら重水をエネルギー源とする新しい動力機関が可能となる。だがこの知識が有用であるためには更に条件がある。水から得られる重水が豊富に存在すること、調達コストが安価であること、有害廃棄物を出さないこと、等々。（すべてはクリアされるが、肝心の核融合の事実が学界で認められていない）。この追加条件で問われているのは、環境経済システムにおける適合性であり、ここでもまた実用性が深く社会的文脈に依存していることが分かる。エネルギー開発以外に実用性をもつ知識に、予測に関わる知識がある。明日東京に雨が降る確率、いつどこで地震が発生するか、あるいは小惑星が近未来に地球に衝突する可能性など。だがこれとても無条件で有用とはならない。いずれも予測される事態を回避する手段を人類はもたない。その時に備えて被害を軽減する（雨具を持参したり、避難場所を確保したりする）方策がある時は有用だが、最後の例のような世界の終末をもたらすカタストロフの予言は、たとえ正しかったにしても、ノストラダムスの予言に似て実用的とは言えないのだ。

こうしてみると実用性の核心には、人間をとりまく環境全体を視野にいれた調和や保存の原理が働いていることが分かる。経済（economics）の語源は「家」を意味するギリシア語のオエコスであり、地球という人間の住処を無駄なく用いる「理法」であるとされた。環境適合性の原則は、人間と自然との調和、太陽エネルギーを含む有効資源の効率的保存の経済を要請するのだ。すでに論じたように、審美性を構成する調和や保存の概念は、数々の大発見を促してきた。創造性の源泉には、自然それ自体が美しくエレガントに造られていることへの信念があったのである。とするならば、言葉のもっとも深い意味での実用性は、壮麗な自然への賛美や、精巧に営まれる自然への崇敬の念と矛盾することはなく、むしろ、研究者の美の追求によって獲得されうるものとなる。だが目前の「小発見」の追求に汲々としている科学者を覚醒させ、美のロマン主義の心性をとり戻すためには、科学の

美学を確立し、かつて神学が果たした役割を担わせ、そのことにより環境全体を視野に入れて美を追求する精神の制度を完備する必要があるのである。