

2019. 4. 24

畑 啓之

科学者は論理的であり、情熱的であり、しかも冒険者でなくてはならない

科学者は論理的でなければならないが、その論理には他者をもしのぐ論理力が求められます。通常の論理力を持って得られる結果は、他者と差別化が図れない場合が多い。同じ論理から同じ結果が導かれる場合には、その論理による発想を1日でも早く得たものが勝ちます。そのためには集中することも一つの力となります。集中のためには、他の方法を一旦凍結し、何もせずに置いておくことになるので、要は何を捨てて何を選ぶかです。この何を選ぶかということが、科学者としての成否の明暗を分けることが多くあります(ほとんどそうであると言ってもいいかもしれません)。経験と勘、一言で言ってしまえばこうなるのでしよう。この経験と勘をいかに養っていくかが科学者として大成するかに係わります。

研究にはロマンも必要です。そこに使命感が重なれば、研究者冥利に尽きるというものです。この環境下においては、今持っている実力以上の結果を出せる可能性があります。人の能力とは案外このようなものです。人は自分で思っている以上の能力を秘めているものです。

研究を確実に、効率的に進めていくには、目的を明確化すること、その目的達成のために今までどのようなことが為されたかの情報を集めること、その上で自分なりの作業仮説を立てることです。立てた作業仮説が論理的に妥当であるかを幾度となく確認しなおし、その確率を高めることは重要です。科学者の取り組む仕事は、今までに誰も手を付けたことがない事柄であるので、その妥当性と言っても判断に苦しむこともあるでしょうが、今までに培った経験と勘よりその達成確率を推定し、また、仲間より知恵を得る等、その達成確率を上げる努力が必要です。

「作業仮説が論理的に妥当である」は世間一般、過去の事例から判断して、ということも大切かもしれませんが、それよりも自身の中で論理(作業仮説)がしっかりしているということです。従って、ここでいう論理は今までは世の中で全く知られていない論理である可能性もあります。

どんなに難しい目的であっても、ひとたびそれが達成されたときには、その方法は当たり前のものとなります。どんなに難しい問題でも達成されてしまえばこんなものです。世間一般の人にとってはその成果は当たり前のこと・常識となっていきます。科学とは、科学の成果とはそのようなものです。

難しいテーマに挑戦し「できる・できた」を繰り返していくことにより科学者は成長していきます。繰り返しになりますが、その検討・実施の過程において、作業仮説を立てることがいかに重要か、そして、実施方法をあれやこれやと言わずに、これだと絞り込むことがいかに重要か、それが科学者の成長にとっては重要となります。

自身の強みを持った科学者になるには、人と同じことをしないことが重要です。これは、言葉を変えれば、特徴ある専門分野を持つということです。そして、その分野で実力が発揮できるということは独創性がある、と世間一般からは評価されることとなります。

科学者のあるべき姿としては、常に疑うこと、質問をし続けることです。疑うとは疑問点を洗い出し目的を明確化することに繋がります。質問することはその質問を通して自分自身の理解度を確認するとともに、他者からの情報入手にも必須のツールとなります。実験の進行とともに PDCA を廻し、作業仮説が正しいかを確認しながら検討を進めていくこととなります。

科学者とは？ 書籍「科学者という仕事」を中心に

「科学が何であるか」を知るには、逆に「何が科学でないか」を理解することが大切だ。

ポパー 反証が可能な理論は科学的であり、反証が不可能な説は非科学的だと考える。

科学の知識は、経験による根拠を必要としない数学の公理のような「アприオリな知識」と、経験を根拠として反証できる「アポステリオリな知識」とに大きく分けられる。

科学とは疑うこと。

「分かる」とはどういうことか

一つは、説明の過程を意識的かつ論理的にたどって、結論に達する場合

もう一つは、ほとんど瞬時に、「こうすればうまく行く！」という直感（ひらめき）が働く場合

「難しい」とはどういうことか

特に手数が多く、ややこしいもの

簡単だが、気が付かないもの

無知の知 何が分からないかが分かる 何を知らないかを知っている

ニュートン 自然哲学の数学的原理（プリンキピア） 1687年
光学（ニュートンの光粒子説） 1704年

この2つの書物により、力学と光学という物理学の2分野が確立した。

いかなる天才といえども、無から有を生むことはできない。

一に模倣、二に創造・・・研究のはじめは模倣から

失敗を怖がる人は科学者にはなれない

研究者に必要な、運・鈍・根・勘

この「勘」こそが研究者の究極の能力である

ノーム・チロムスキー

あなたが他の人々と何か違ったことを言っているという事実に負けないためには、
強い自我が必要です。

抽象化と理想化を進めることによって、生データよりも深いレベルで説明を与えられる
ことは、物理学の「定石」

自然界には、「物質－生命－心－言語」という階層性がある。

「個」に徹すること

研究者になる上でもっとも大切なことは、「個」に徹することである。

→ 「自分で納得するまで考える」 → 「独創性」

アインシュタイン

権威への眩惑は心理の最大の敵である。

一人の人間の真の価値は、まず第一に、どの程度まで、そしてどのような意味において
自己から解放されているか、ということによって決められる

他人の評価という極めてあやふやな基準の基に自分の評価をゆだねて良いものであろうか。

大衆は群れたがる。人間の本性が「善」であるという「性善説」が成り立たないように見える。
人々は、群れることによって、何も自分で考える必要がなくなる。

独創性というフィロソフィー 人と同じことはしない。

出る杭は打たれ、自分の意見をはっきりと述べると集団から浮きかねない。当然の結果として、個人の独創性の芽は摘み取られる危険にさらされる。

これとは反対に、西洋では、一般に自分のはっきりした考えや主張を持つことが良しとされ、幼少からそのように教育される。

他人に左右されず、決して群れないこと。

不思議だと思うことは、科学者の持つべき大切なセンス（感性）の一つだ。

アインシュタイン

われわれが経験できる最も美しいものは神秘的なことである。

それは、真の芸術や科学の誕生に伴う基本的なセンスである。

大切なのは、質問するのをやめないということです。

好奇心はそれ自体で存在する根拠があるのです。

好奇心に必須なものは自由である。

不思議だと思うことの核心は、意外性にある。

オリジナルの論文を読むスリルは、この意外性を追体験すること。

(なぜ発明者はそれを不思議と思い、どのように展開し……)

セレンディピティ

L・パスツール 観察の領域において、偶然は構えのある心にしか恵まれない。

何をやるかよりも、何をやらないかが大切だ。

オッカムのカミソリ

できるだけ余分なものをそぎ落した理論が最も優れているとされる

出版は消滅か (Publish or perish)

博士論文は大学や研究所などが公に受理するものなので、公刊されていなくても正式な論文として認められ、引用も可能である。

p.198 科学倫理の教育 「科学者をめざす君たちへ」

p.199 試験の不正

p.200 なぜ不正はなくなるのか

p.201 歴史を変えうる化石の「捏造」

p.204 常温核融合と高温超伝導

「スーパーサイエンスハイスクール」は理化や数学の教育を重点的に行う高等学校であって、科学の研究を教える学校ではない。

アインシュタイン

たいていの教師は質問で時間をむだにしており、生徒が何を「知らない」かを見つけ出すために質問しますが、その一方で本当の質問術は、生徒が何を知っているか、あるいは知る能力があるかを突き止めることに向けられるのです。

自分を教育するほうが易しいと考える人は、研究者に向いている。

一般的には難問であっても、自分では苦勞せずに解けてしまう人は、なぜそのように「明らかかな」答えが他人には見えないものかをシミュレートできない。

→ なぜこんな問題が解けないかを理解できない。

学生を育てる日本の教育

詰め込み→ゆとり→言葉の力→ほめて育てる。

無理をすれば、ヘコムかキレルか、どちらかの両極端な反応が返ってくる。

やる気がない人には何を言っても「のれんに腕押し」である。

p.245 科学者の社会的責任

原爆開発 ルーズベルト大統領宛の原爆製造を促す手紙にアインシュタインが署名したことは有名だが、実際の起草者はシラード。原爆に直接かかわる発見は、シラードによる核分裂の連鎖反応というアイデア（1933年）と、ハーンおよびシュトラスマンによるウランの核分裂の発見（1938年）である。

アインシュタインの言葉（1946年）

科学がこのような危険をもたらしたわけですが、本当の問題は人々の知性と心情の中にあります。

→ ラッセル・アインシュタイン宣言に署名（1955年）

書籍 「科学の考え方・学び方」 よりポイントと思われる文章を抜き出しました。

p.13 「微分型」と「積分型」・・・「虫の眼」と「鳥の眼」

微分型：問題の詳細を突き詰めて考え、すぐれたテクニックで解決していくタイプ

積分型：問題をより広い観点から見渡して、進むべき方向や全体の整合性を考えるタイプ

p.23 科学という仕事は、実質的に「積み上げ」式

p.41 還元主義 より基本の物質に立ち返って考えると、何が起きているのかよくわかり、理解しやすい。近代科学はこの還元主義の方法で成功してきた。

p.43 原理 物理学では「経験によって明らかに正しいと思われるが、それが正しいと厳密には証明できない「仮定」。アルキメデスの原理、パスカルの原理

p.44 仮説 ある現象を説明するために予め立てた仮定

p.44 法則 実験で調べた結果正しいということであって、なぜそうなるのかを証明することはできない。万有引力の法則、クーロンの法則、電気と磁気に関する法則。

ニュートンの運動の法則、アインシュタインの重力の法則、この2つは原理から導かれてくる物理量の間関係。

経験によって得られた法則ですが、証明できるもの。ケプラーの法則、定比例の法則、倍数比例の法則（化学）。

p.141 セレンディピティ フレミングが抗生物質を発見、レントゲンの X 線の発見。

番外となりますが、科学の本質を表すポパーの反証可能性は重要です。最近疑似科学も世に多く出回り、反証可能性は疑似科学チェッカーとしても有用です。自身の研究課題にこの疑似科学性が入り込んできていないか（論理性に揺らぎが生じていないか）を確認するうえでも強力な判定方法となります。

反証が可能な理論は科学的であり、反証が不可能な説は非科学的です。

ニュートン力学は反証可能性を持ち、実際に相対性理論の観察的証明によって反証されました。相対性理論は未だ反証されていませんが、例えば何か物体を光速を超える速さまで加速させてみる事ができれば反証されたこととなりますので、相対性理論は反証可能性を持つとされます。



目次

- 第1章 科学研究のフィロソフィー—知るより分かる
- 第2章 模倣から創造へ—科学に王道なし
- 第3章 研究者のフィロソフィー—いかに「個」を磨くか
- 第4章 研究のセンス—不思議への挑戦
- 第5章 発表のセンス—伝える力
- 第6章 研究の倫理—フェアプレーとは
- 第7章 研究と教育のディレンマ—研究者を育む
- 第8章 科学者の社会貢献—進歩を支える人達

内容（「BOOK」データベースより）

多くの研究者には、共通した考え方や真理に対する独特のこだわりがある。アインシュタイン、ニュートン、チョムスキー、朝永振一郎、キュリー夫人らが残してくれた、真理を鋭く突き、そして美しい言葉を手がかりに、独創性がどのように生まれるかを考えてみよう。科学者という仕事を通して科学研究の本質に触れることは、「人間の知」への理解を深めることにつながるだろう。第一線の研究者によるサイエンスへの招待。



目次

- 1 私にとっての科学
- 2 科学の考え方
- 3 科学はどのように生まれたのか
- 4 現代の科学と科学者を考える
- 5 21世紀の科学と人間
- 6 未来を担う君たちへ

内容紹介（Amazon）

“科学的に考える”とはどういうことだろうか？ 一線で活躍する宇宙物理学者が、研究の方法、最新のサイエンス・トピックを紹介し、オウム騒動やもんじゅの事故などの事件を読み解きながら、私たちの社会と科学の関係、科学者の責任、理科を学ぶ意義を若い人たちに向けて語る、研究現場からの熱いメッセージ。文系の学生も必読。