

「科学的思考」のレッスン

学校で教えてくれないサイエンス



タイトル	「科学的思考」のレッスンー学校で教えてくれないサイエンス
著者	戸田山和久(とだやま かずひさ)
出版社	NHK 出版新書
発売日	2011年11月10日
ページ数	299p

3月11日以降、原発がもたらしたリスクにどう向き合うかが大きな課題になっています。「原発の安全を政治家が宣言するのはおかしい」と橋本徹大阪市長が言ったのに対し、政府も、安全だと判断したのは科学者であると説明しています。こういう両者の姿勢は正しいのでしょうか。科学が本来の領分を越えて、政治的価値判断にまで踏み込んでいいのでしょうか。こういう重いテーマに答えるのを手伝ってくれる面白い本が出ました。『「科学的思考」のレッスン』です。

科学や技術についての様々な情報とどう付き合えばよいのか、すなわち、科学的に考えるとどうということなのか、われわれ素人は科学の健全性をきちんと判断でき、市民として科学・技術についての決定に参加できるのでしょうか。

科学者でない私たちが、科学のあり方をきちんと判断し、正しく批判するためにはどうしたら良いのか。学校では、「科学とどうつきあったら良いのか」までは教えてもらえませんでした。本書では、「科学的に考えるとはどうということなのか」を知ったうえで、科学の健全性をきちんと判断できるようになるにはどうすれば良いのかを判り易く説明しています。

本文に立ち入る前に著者が文中で頻繁に使っている「市民」とはどういう人達のことを指すのかを記しておきましょう。

事故で通勤電車が止まった時に、駅員に詰め寄って文句を言うのは「市民」ではなく、「大衆」です。復旧の手助けをするか、せめて復旧作業の邪魔をしないように努めるのが「市民」です。

あるいは、年金不祥事が起きた時に、「年金を納めるのが嫌になった」というのが「大衆」で、どうしたら年金制度を再建できるのかを考える、あるいは論じるのが「市民」というわけです。つまり、「市民」とは対話を通じて社会を担っていく主体と言ったら良いでしょう。

本書は2部構成で、第1部の第1章から第6章までは、「科学とはどんな活動か」、「科学的に考えるとはどういう事か」など、科学に関する知識の紹介です。第2部の第7章から終章にかけては、理論や仮説をどのように作り、確認していくかを紹介しています。

さて、第1部では、「科学とはどのような考え方をするものなのか」を、丁寧に説明します。

第1章「理論と事実」はどう違うのか。「インテリジェント・デザイン」と「ダーウインの進化論」を例に挙げ、どちらも理論であり仮説にすぎないというところまではその通りである。けれども仮説の中には、良い仮説と悪い仮説があり、現在の知識では、「ダーウイン進化論」の方が、「インテリジェント・デザイン」に比べて良い仮説である。こういう意味で、100%の真理と100%の虚偽の間のグレーな領域で、少しでもより良い仮説を求めていくのが科学という営みである。

原発再開問題では、「これまで通り推進」と「すべての原子炉を廃炉」の両極端の間に、無数の選択肢がある。これらを「推進」と「廃炉」に色分けする二分法的思考に共通しているのは、科学が、グレーな領域で少しずつましな方向に進むものだけということを見失っていると指摘し、このことを忘れないことが、科学についてマトモに思考するための第一歩であると主張する。

第2章 科学は、ちょっとでも良い仮説や理論を求めていくことにより進歩していく。そこで使われる、より良い仮説/理論の基準は、おおよそ以下の通り。

- ①より多くの新奇な予言をしてそれを当てはめることが出来る。
- ②その場しのぎの仮定や正体不明の要素をなるべく含まない。
- ③より多くのことがらを、出来るだけたくさん同じ仕方で説明してくれる。

良い仮説/理論とは何か。科学はちょっとでもより良い仮説を求めていく営みであるとし、ニュートン力学やプレートテクトニクス説の受容の経過などを説明している。

第3章 説明するとはどういう事か。科学における「説明」には3つのパターンがある。

- (1)隕石落下による恐竜の絶滅、プレートの反発による地震の原因、狂牛病の原因などの因果関係を明らかにして原因を突き止める。
- (2)ニュートンは「万有引力の法則」と力は質量と加速度の積であるという「運動方程式」の二つの法則を見つけるが、ニュートンの凄いところはこの二つの法則から、「ケプラーの三法則」も「ガリレオの法則」も出てくることを示した点です。このように、より基本的な理論や仮説から、より特殊な仮説/理論を導く。
- (3)たとえば、何故水はやたらと沸点が高いのかなど、現象や性質の正体を突き止める。

この三つの説明のどれであれ、何かに説明が与えられると、世の中から「裸の事実」(Bare Fact)が減るというわけである。

第4章 この章では、理論や仮説が、どのように立てられて、どのようにして確かめられるのかを検討している。

仮説を立てるために、非演繹的な推論方法である(1)帰納法(induction)、(2)投射(projection)、(3)類比(analogy)、(4)アブダクション(abduction)を使う。その仮説から導かれるはずの予言を(5)演繹によって導きだし、その予言が正しいかどうか調べることで仮説を検証する。仮説はどのように立てられ、どのようにして確かめられるのかを説明している。

なぜ、非演繹的な推論をするのかについては、本文に具体例が沢山あるのでここをしっかりと読むと良い。

第5章 仮説を検証するためには、反証条件が明確に示されることが重要であり、曖昧な言葉で示された仮説は検証できないと述べている。

つまり、反証条件をはっきりさせないことによって、自分の仮説を反証から守り、いつまでも維持することが出来たり、どういう実験をやってどういうことが起きたら、あるいはどういう観察がされたら、自分の仮説は間違いになるのかということ、をはっきりさせないのが疑似科学だという。

私が学生時代に悩まされたものの中にマルクス主義があります。科学には「外れた予言」が山のようにありますが、マルクス主義が科学でないのは、間違いを認める仕組みがないからです。というのも、補助仮説を工夫して、後知恵で全てを説明してしまうからです。そういう意味では、フロイト理論も間違えることが出来ない仕組みになっていますね。

科学は間違った仮説や間違った理論が数多く生まれたからこそ、進歩したわけです。

第6章 古いものではパスツールが行った「自然発生説」への反論、新しいものでは文部科学省が勘違いして推進した「早寝早起き朝ごはん国民運動」など面白い話題が一杯です。

仮説を検証するための実験では、特定の条件だけを変えて他の条件は全く同じ「対照実験」を設定する必要がある。相関関係は誤って使われることが多く、扱いには注意が必要である。

第2部では、なぜ出来る市民に科学リテラシー（科学・数学・技術に関係した知識・技能・ものの見方）が必要かを解説した後、様々な情報をどのように受け取り、判断したら良いかについて、原発事故後の被曝リスクを例に具体的に取り上げている。

第7章 科学者ではないし、なる気もない私たち一般市民が、なぜ科学リテラシーなんてややこしいものを身につけなければいけないのか、その理由を説明します。

その1 映画「ディープ・インパクト」を例に、シェルターを建設し、隕石と大津波をやり過ごそうというのに、シェルターは100万人しか収容できません。さてどうするか、誰が優先されるのか。そこで、次の社会に残し伝えるべき価値は何か、どのような社会が持続させるに値する社会なのか。などを考えますが、これは原理的に科学という枠をはみ出さざるを得ない問題です。

残念ながら、科学自体が人類の希少資源というわけです。

その2 科学と政治の領域がだんだんと区別しにくくなり、両者が交わる領域が広がってきている。その領域のことを「トランス・サイエンス」と呼ぶが、この領域では、科学に問いかけることは出来るが、科学によって答えることが出来ない問題が増えている。つまり、科学的考慮を超えた、経済的・社会的・倫理的考慮が入ってこざるを得ない問題がある。

その3 「科学でどうする」以上に、「科学をどうする」という深刻な問題です。

たとえば、最近では妊娠したら、羊水検査、絨毛検査などのいわゆる「出生前診断」が出来るようになった。母親の胎内にいるうちから、子供が出生後に持つかも知れない障害について、ある程度予測が出来るようになった。さて、これまで出来なかったことが出来るようになると、あらかじめルールのない領域が広がります。

つまり、今度は、科学・技術自体が問題になってきます。社会的な意思決定のために、市民は、科学・技術の特性を知り、科学者たちの活動を評価・批判し、専門家の信頼度をチェックしなければなりません。

第8章 市民が科学情報を読み解くための具体的な科学リテラシーについて、原発事故後の様々な報道や議論を例に挙げて解説しています。ここの部分を詳しく理解するためには、読者自身がしっかり読むことをお勧めします。

第1部では、要所に用意されている「科学的に考えるための練習問題」を解きながら読み進めれば、「科学的思考」が深まること請け合いです。また、273 頁以降には、「練習問題」の回答も用意されており、自分の盲点を突かれて唖ってしまう人もいるかも知れません。

本書は、科学の知識を得るための本ではなく、科学的思考とは何かを詳しく論じた本ですが、市販されている多くの科学の本は、「科学が語る言葉」についての解説だけで、「科学を語る言葉」についての解説はあまり見かけません。

科学的思考を持ってはじめて、原発事故などに対して論理的な批判力を持つことが出来るというわけです。

著者は、「近代が生み出し私たちに手渡してくれた二つの貴重な財産である「科学」と「民主主義」をどのようにうまく調和させるか、これが、それらを受けついで私たちの課題です」という文章で本書を閉じています。

章によっては、少し冗長な部分もあり、中学生辺りが読むには、少ししんどいかも知れません。

自分は認知バイアスの餌食になっていないか、信じたことを信じてしまっていないか。というように、自分自身の考えに批判的な眼差しを向ける技術が科学的思考と言うわけです。

少し重いテーマですが、速攻で「科学的な頭」をつくり上げるにはどうすれば良いかを解説してくれる、判り易い入門書です。お勧めです。



全般にわたって著者の主張や望ましい社会のイメージについてはその通りだと思うのですが、本書が期待するような「デキル市民」の促成栽培は短期間では無理で、中等教育あたりで科学技術の関る問題(例えば原発)について判断しなければならないような場面を作って少し時間をかけて養うべきでしょう。

いまだにエネルギー政策として原発が必要だとする「原発賛成派」と脱原発を声高に叫ぶ「原発反対派」の間には埋めがたい深い溝が横たわったままです。

両者の間には現実解を探そうとする姿勢が全く見られません。賛成派であるなら「核廃棄物を今後どうするか」、「リスクを将来の世代に押し付けていいのか」、「万が一今回のような事故がまた起きた場合どうするか」。一方、私は反対派と言い切るのなら、「どうすれば原発抜きでエネルギー問題を解決できるのか」を用意してから議論して欲しいものです。

日本の原子力政策を間接的にでも受け入れてきたのは日本国民です。「安全だと思っていたのにだまされた」といった趣旨の発言が多いが、自治を担う主体であるべき市民が受身的な立場に徹し、被害者としてしか発言しないなどというのは許されないのではないかと。だまされた人にはだまされた人なりの責任があります。

これまで、東電と国に任せとおきながら、システムが破綻したらひたすら文句をいうだけですが、これは大衆の振る舞いです。かって、原発の宣伝に駆りだされていた文化人を叩く。「原発文化人」のリストがあたかも A 級戦犯名簿のように出回る。こんなことをするよりも、「この国の原発をどうしていくのかということについて、市民として考えたことがあるのか。発言したことがあるのか。」と自問すべきでしょう。

今の日本に必要なのは、落とすところを探るための科学技術に依拠した現実的な議論であり、こうした議論を展開するためには、政治家、マスコミをはじめ、一般市民も議論に加わり、政策の可否を判断できるだけの知識を持たなければならない。

一般市民が科学的思考を身につけなければ、科学・技術の価値や危険性、科学者の言動について正確な判断を下せないどころか、低レベルの「敵探し」に知らないうちに加担してしまいかねないからです。普段は、専門家に丸投げしておいて、何かあったら御用学者のレツテルを張って土下座させる。日本では、こういうことがいつまでたっても繰り返されているのが現状です。パターンリズムからの脱出が急務です。

そういうことから脱出するためには、迂遠に思えても、まず教育現場から実現性のある改革の実施の必要性を感じます。

2012. 6. 7