

第7章 身近な現象にみる観察と仮説と検証-1-

これまで、身近な現象について、物理的な観点からお話してきました。こうしてみると、世の中の様々な現象には、それを説明するいくつかの理論があること、また、比較的少数の基本的な理論で様々な現象を理解できること、などがわかったと思います。(もしも、より多くの数学を使うならば、もっと少数の性質で理解することができます。数学は、いわば、物理学にとっては空を飛ぶための翼です。)

さて、このように様々な現象を理解することは、ずっと昔から人間にできていた訳ではありません。誰かが何かをして、ようやく理解してきたことです。それでは、そのような理解はどのようにして得られたのでしょうか。ここではそれを考えてみます。

7.1 物理学の方法

ここで、朝永振一郎氏の言葉を、もう一度思い出してみましょう。

われわれを取り囲む自然界に生起するもろもろの現象の奥に存在する法則を、観察
事実にとりどころをもとめつつ追求すること

不思議だと思うこと

これが科学の芽です。

よく観察してたしかめ

そして考えること

これが科学の茎です。

そして最後になぞが解ける

これが科学の花です。

第1回目の講義でも強調したように、物理学の特徴は、その研究方法にあります。まず、現象をよく観察することです。そして、疑問を発見します。どうしてそのようになるのか、理由を問うことができるような疑問です。そして、次に、その理由について何らかの仮説を立てることです。こういう理由でこのような現象が起こるのではないかと予想することです。そして最後に、仮説が成り立つかどうかを、確かめることです。この講義では、こうしたプロセス(手続き)にA, B, Cの名前をつけます。すなわち、ABCは次のような手続きです。

A(観察) よく観察すること。不思議な点を明確にすること。そして、疑問を見つけること、理由を問うことができるような疑問です。

B(仮説) 疑問を解くために「仮説」をたてること。すなわち、現象を説明できるような理由や、現象の背後にひそむ法則性を考えることです。

C(検証) 仮説が正しいかどうか、検証すること。すなわち、こういうことを調べれば、仮説が正しいかどうか調べられることを考え、実行することです。

このような A B C というプロセスを経て疑問がとけ、「科学の花」が咲くという訳です。

これら A, B, C には、それぞれ、必要とされるものがあります。A では観察能力、B では発想力といったものでしょう。そして、これらについて卓越した能力を持っていた人々は昔から沢山いました。例えば、アリストテレスなどのギリシア哲学の時代の人々はそうだと思います。しかし、C のプロセスが意識的に行われたことはそれほど多くありません。そのため、ギリシアの時代には、次のような考え方がありました。

A なぜモノは落ちるか

B 地球から生まれたモノは、地球に戻ろうとする。

C 地球から直接的に生まれたと考えられる土や石の方と、より縁遠いと思われる鳥の羽とで落ち方を比較する。

このように、C のプロセスを用いても、十分な検証を欠いた議論が見受けられます。こうしたことは、昔の人が馬鹿だった、ということの意味するものではありません。むしろ、どんなに優秀な人でも、意識をしなければいくらでも自分の説の虜(とりこ)になってしまって、そこから抜け出せなくなることを示していると考えべきです。

実際、C のプロセスを意識的に行うようになったのは、ガリレオ・ガリレイが最初です。ガリレオ・ガリレイは、自分の著書の中で、物事を理解する際に実験してみることの大切さを指摘し、これまでの人々は、どうしてこうした方法をとらなかったか、不思議に思う、と自画自賛しています(という記述があったはずです)。

しかし、C のプロセスで、仮説が必ずしも立証されるとは限りません。むしろ否定されることの方が多いのではないかと思えます。では、C で否定されたらそれでおしまいでしょか。そのように考えると、それだけではあまり進歩がありませんし、いつまで経っても科学の花が咲かないことになってしまいます。むしろ、C のプロセスで生じたことをよく観察しなおします。再び A に戻る訳です。そして、改めて仮説をたて直します。もう一度 B にチャレンジです。そして、改めて C で検証してみます。このような繰り返しを通じて、次第に本当の理由に迫ることができる訳です。

7.2 物理学の方法の応用

1. これまで学習した例

私たちは落体の法則について学習しました。これを、ウルトラセブンの動画に則して ABC の形で整理してみましょ。すると、例えば次のようにまとめることができると思えます。

A ウルトラセブンが建物を破壊するときなぜスローモーションになるのはなぜか

B 大きなものが落下するときにより長い時間がかかるからである

C 形が同じで大きさだけが違う模型を用意して、落下する時間を比較する

この例については、既に答えを知っているの、A と B を独立に考えたわけではありません。知っていることを ABC に当てはめただけです。このような作業も、全く無駄ではありません。自分の中での考え方の整理になります。

別の例も示してみましょ。

A 物体によって落ちる速度が違うのはなぜか

B 空気の抵抗が影響しているためである

C ?

落体の法則では、物体の落下は空気の抵抗などが無ければ、質量に関わらず同じように落下することを学習しました。ところが実際には落下の様子は異なります。それは何故でしょうか。空気の抵抗が影響しているからであると言われてはいますし、そのように考えることができます。では、空気の抵抗で落下速度がことなるという仮説をどのように検証したらいいでしょうか。そのためには、真空中で落下させて比較すればいいです。そこで、

C 真空中で落下させてみる

とすればいいでしょう。これを試した映像があります。それは月面で羽根とハンマーを落下させた実験の映像です。月面では、月による重力が作用しますが、大気はありません。そこで、空気の抵抗がないときの落下の様子を調べることができます。そして、実際にハンマーも羽根も一緒に落下しますので、仮説を支持するような結果が得られた (検証された) ということになります。

2. 生物学の例

同じことを生物学の立場から説明したビデオがありますので、これを見てみましょう。

このビデオでの内容の一部を ABC に当てはめると次のようになるでしょう。

A 西洋タンポポが広く見られるようになったのはなぜか

B 西洋タンポポの種子の飛散距離が大きい

C 体育館などの風の条件を整えることができる場所で、西洋タンポポと日本の固有種のタンポポで種を飛散させてみて、その広がり具合を調べてみる

ビデオの中ではこの他の仮説についても述べられています。そして、それぞれの仮説について検証方法を行うことができるでしょう。また、検証方法についても、その他の方法があることを説明しています。このように、様々な検証を行って様々な仮説をについて確かめていくことができます。

このビデオについては、最後に1つだけコメントを付け加えたいと思います。それは、ここで挙げられた仮説は、西洋タンポポが増殖する理由ではあって、日本の固有種のタンポポが少なくなる明確な理由ではありません。その点には注意が必要です。

3. ビジネスの世界での例

ビジネスの世界にも同様の例があります。皆さんは、「マーケティング」という言葉を聞いたことがあると思います。いわゆるマーケティングには、様々な意味や手法があります。その中で、例えば、次のような ABC はマーケティングに則った手法であると考えられます。

A 売上が多いときと少ないときがあるのはなぜか。

B 特定の商品が特定の日に売れたり売れなかったりするからである。

「雨の日に傘が売れる」

「雨の日に弁当が売れない」

C 天気のデータと傘や弁当の売上を比較する

「マーケティング」は ABC の連続であるとも言えると思います。1回で成功すればそれはそれでいいのですが、実際にはうまくいくとは限りません。そこで、もう一度、売上げを分析し、より正しいと思われるような仮説をたて、それを実行します。この繰り返しが重要です。例えば、売上げを伸ばすためには人気商品を売り出せばいいのは当たり前です。ところが、何が客のニーズであるのか、わかりにくいこともあります。例えば、和菓子屋で「つぶあん」

と「こしあん」のどちらが客の好みかアンケートをとります。そして、アンケートに基づいて、好みの方を売り出せばいいわけです。

例えばこんな具合です。

A 商品による販売数のばらつきが多いのはなぜか。

B 「つぶあん」より「こしあん」の方が客の好みなので、「こしあん」が売れるのである。

C 色々な「あん」を使った製品に「こしあん」を導入してみる。

ところが、売上があまり伸びないこともよくあります。

A 売上が伸びないのはなぜか。

B 「つぶあん」・「こしあん」には製品との相性があるからである。

C 饅頭と最中について、「つぶあん」「こしあん」別に好みを調べてみる。

その結果、実際には「つぶあん」の方が売れ筋であったということが分かったりすることもあります。

他にもビジネスに関連した例を挙げることができます。例えば、「失敗は誰でもする。でも、同じ失敗を繰り返しているようでは社会人として失格である」といった話をよく聞きます。これもABCに則して考えることができます。失敗した状況をよく調べ(A)、その原因と思われるものを見つけ出し(B)、それを修正して実行してみる(C)、というものです。それでもやっぱり失敗してしまうかもしれません。しかし、それは、「同じ失敗」ではないはずです。そして、このように原因を自分で見つけて自分で修正していくことが求められている訳です。

もっと有名な例はPDCAサイクルです。キャリア開発センターの方が「PDCAサイクルを知らない社会人はいないのではないか」と言われるくらい有名なことですので、これを機に覚えておいてください。PDCAとは次の単語の頭文字です。

Plan 立案

Do 実行

Check 点検・確認

Action 対応策の実行

実行したことをチェックして改善し、新たな立案を行うことができれば、状況が良くなるはずである、という考え方です。ABCに対応していることがわかります。

4. 心理学的な例

また、人間関係でも同様です。例えば、恋愛について考えてみましょう。相手が自分のことをよく思ってもらえないのはなぜか(A)を考えます。この疑問に対して、相手の反応を観察し、「こうすればうまくいく」という仮説をたててみます(B)。そして、それを実行して試してみます(C)。こうしたことを、皆さんも繰り返しているのではないのでしょうか。

よく、「自分のダメなところを言ってほしい」などと相手に言う場合がドラマなどで見受けられます。しかし、これは、自分のABCのプロセスを行う努力を放棄したことであって、そのような場合には、大抵、人間関係はうまくいかないように思います。相手が期待しているのは、生きた相手であって、自分が言った通りになるような相手ではないはずです。

恋愛に限らず、さらにコミュニケーション全体についても同様であると思われます。自分のどんな行動が相手に好まれるのか、人は試行錯誤を繰り返しながら身につけてきたはずで

5. 人間の能力開発の例

よく、プロのスポーツ選手のコメントで、「どこが悪かったか、よく検討して(AからBまで)、明日は修正して試合に臨みたい(C)」といったコメントを聞くことがあります。これは、正しく、ABCを実行しているのだな、というように思います。

プロスポーツでなくても、鉄棒の逆上がりなどでも同様でしょう。皆さんはどのようにして逆上がりができるようになりましたか。逆上がりができない、という疑問(A)に対して、腕の力を入れるタイミングが悪いのである、という仮説(B)を立てて、タイミングをずらして実行してみる(C)、ということをして逆上がりができるようになったのではないのでしょうか。

A 人にできる逆上がりができないのはなぜか

B 力を入れるタイミングが悪い

C 力を入れるタイミングをずらしてみる

あるいは言語能力の獲得もそうであると思われます。

A 相手の様子が変わるのはなぜか

B 私が特定の音を出すときに相手の反応が変わる

C いろいろな音(声のことです)を出して確かめてみる

赤ちゃんのときに言語を獲得するには上のような試行錯誤を無意識のうちに繰り返していたに違いありません。そして「ママ」とか「パパ」とか言えるようになったに違いありません。

7.3 わたしたちと物理学

このようにしてみると、物理学の方法はいろいろな分野に適用できる、というよりも、普通に人間生活で合理的に行われている方法であることに気づくと思います。「物理」とは「もの(物)のことわり(理)」と書きます。つまり、「物事の道理」とも言えます。この日本語の表現は、ある意味的確な表現であったと言えるのではないのでしょうか。

しかし、普通、「物理学」の研究対象の中には、「マーケティング」や「恋愛」は研究対象になっていません。(なってもいいと思いますが。)その理由は、社会科学あるいは人間科学的な事柄と自然科学的な事柄との間に決定的な違いがあるからです。社会科学的事柄や人間科学的な事柄には「普遍的」であることが少ないです。つまり、周りの状況に応じて、検証される仮説が正しいのかどうか、どんどん変化します。それは、例えば、多くの商業関係の業者が永続的に存続しないことを見ても明らかです。1つの確立されたビジネスモデルは、それが構築されるまでにABCを何度も繰り返し、洗練された形で完成されたものです。ところが、周りの社会状況はどんどん変化します。一度確立されたビジネスモデルは、その時点では大成功だったとしても、それを繰り返しているだけでは、やがて衰退していく運命にあります。具体的な例をあげるまでもなく、そのビジネスモデルら抜け出せずに衰退していった会社は数多くあります。まして、人間関係については、正しいと思われるような仮説はどんどん変化してきます。このような意味で、社会科学や人間科学の場合は「普遍的(いつでも適用できる)」ではありません。

一方、自然科学の場合には、追い求めるのは普遍的な法則性です。時代が変化してもこの世の自然が存在しつづける限り、適用できる法則性です。そのような意味で、「物理学」の適用範囲は明確にすることができます。

ところで、このようなことが理解できると、果して、自然科学である「物理学」と、社会科学あるいは人間科学の学問とは、どちらが難しいと考えられるのでしょうか。個人的には物理学の方が簡

単に感じられます。その法則性が時々刻々変化することなく、何度でも実験を繰り返すことができるからです。一方、例えば、経済学では、様々な経済状況に応じて適用できる法則性が変わってきます。これまで何人もの有名な経済学者が登場してきました。マルクス、ケインズ、ハイエク、...、それぞれ、皆、指摘してきたことは大切な点ではあったのですが、それらが全て、現在の経済状況に正しく適用できるとはとても思えません。そして、これからも、常に正しく適用できる理論というものは登場しないでしょう。個人的には、とても手に負えない、というのが感想です。これは余談でした。

最後に付け加えたいことがあります。それは、ここでお話ししていることが、皆さんが高校までで学んだ物理学とどう関係しているかです。今回強調したように、物理学の特徴はその方法にあります。しかし、学校で教えられた物理学では、そのようなことは強調されず、「力」とか「電流」とか、そういった話ばかりであったのではないのでしょうか。「物理学」には確かに、今回お話ししたような特徴があります。ところが、学校で学ぶのは、主に、過去の偉人たちがABCを繰り返しながら検証してきた仮説(それが今では法則と呼ばれています。)の話です。ABCの繰り返しについては、当たり前なこと、あるいは、教科書に書いてあることをたどって実験などを繰り返せば自然と身につくこと、と考えられているようで、あまり強調されていないのはとても残念なことに思います。

7.4 課題について

さて、このようなABCのプロセスは、ある程度は、みなさん自身、既に行っていることだと思います。しかし、この講義では、このような考え方を、改めて意識的に行うことで、皆さんの頭の訓練を行ってほしいと考えています。対象は、自然科学、社会科学、人間科学、何でも構いません。e-Campusの課題情報の指示に従って課題をやってみてください。