はじめに

この講義ノートを手にとっているあなたは、現在このページを読みながら、この講義を受講するかどうか迷っているのではないのでしょうか。そんな観点から、この講義の紹介をします。

まず、この講義の対象者について説明します。この講義は、自然科学以外を専門としている方々にも受講してもらいたいと考えています。ここで学ぶ考え方は多様な分野に応用可能です。この講義を通じて得た知識や視点を、それぞれの専門分野で役立ててもらえればと思います。

次に、この講義の目標についてです。以下にシラバスに記載したことを挙げます。

1. 仮説検証の方法について説明できる。
2. 仮説検証の考え方をを用いて身近な問題を解決できる。
3. 様々な学問内容や、これまでの学習内容を、仮説検証の考え方と結びつけることができる。
4. 仮説検証の考え方の限界について説明できる。
5. 仮説検証の考え方をを用いて発達した科学技術について述べるができる。
6. 科学技術の発達と関連づけて私たちが学ぶ意義を述べるができる。

仮説検証の考え方を学ぶことを中心にすえた講義です。

しかし、「仮説検証の考え方」という言葉を初めて聞くと、意味がわかりにくいかもしれません。そこで、その考え方について少し解説します。

現代科学の出発点として、1687年にイギリスでニュートン(Isaac Newton, 1642-1727)が出版した「プリンキピア(自然哲学の数学的諸原理)」を挙げることができます。その翌年の1688年、イギリスでは名誉革命が起こりました。この時代の重要な思想家で、民主主義の発展に寄与したジョン・ロック(John Locke, 1632-1704)もニュートンと同時代の人物です。科学と民主主義は地理的、歴史的背景を共有しています。これは偶然かもしれませんが、民主主義と科学の比較は興味深いトピックだと思います。

現代社会において、民主主義と自然科学は、どちらも欠かせないものです。民主国家や民主主義は、強大な国権から個人の人権を守り、私たちが自由に活動するための制度です。一方、生活を豊かにする多くの技術は自然科学、特に物理学の研究成果を基盤にしています。自動車、飛行機、パソコンのデータ記憶や計算など、様々な技術は自然科学の成果を活用しています。

民主主義と自然科学のうち、民主主義について、その価値観は、社会制度としての側面だけでなく、個人の生き方にも深く関わっています。他者の人権を尊重する姿勢や、人権問題の解決の方向性など、多くの面で影響を受けています。

自然科学の方はどうでしょうか。科学的な思考は、より良い生活を送るための有益なツールとして利用できるのは、誰でも知っています。しかし、それだけでなく、科学的な考え方も個人の生き方と深く関連していると私は考えています。そして、この視点を共有している人は少ないように思います。この講義で、そのような視点も紹介できればと思います。

最後に、強調したいポイントがあります。人は学ぶことで変わります。そして、一度学んだことは忘れることができません。この講義を受けることで、皆さんの中で何らかの変化が生じるでしょう。私は、その変化が良い方向へのものであると願っています。そして、その変化を、みなさん自身で考えることができるような話もしたいと考えています。すなわち、私達が学ぶこと、学んだことについての責任についてです。

この講義を積極的に履修する学生が多いことを期待しています。

第1章 科学の方法論

1.1 朝永振一郎の言葉

日本の物理学者、朝永振一郎(ともなが しんいちろう, 1906-1979)の言葉を引用して始めたいと思います。彼は日本で2番目のノーベル物理学賞受賞者として知られ、多くの教育的な著作で名高いです。

朝永博士はその著書「物理学とは何だろうか¹」において、物理学の定義を以下のように述べています。

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、観察事実を基に追求すること。

これを簡潔に言うと、「世の中の現象の奥にある法則性を探ること」となります²。特に注目すべき点は、「法則が存在する」という考え方と、それを観察事実をもとに明らかにできるという信念です。これは物理学、そして科学全般の基盤となる考え方であると強調したいです。

彼はまた次のようにも述べています。

ふしぎだと思ふこと
これが科学の芽です
よく観察して確かめ
そして考えること
これが科学の茎です
そして最後に謎が解ける
これが科学の花です

これについて深く語る必要はないかもしれませんが、簡単に言うと、「ふしぎを感じる」、「観察し考える」、そして「理由を発見する」という3段階が科学のプロセスであると述べています。

私自身、中学校の理科の教科書の執筆を経験しており、教科書制作における出版社の工夫や努力を知っています。朝永の述べるような考え方が教科書に組み込まれていることも理解しています。しかしご存知の通り、実際にそのような考え方を身につけて学んできたかは個々に異なるでしょう。多くの学生との交流を通して私が体験したことは、その実感は必ずしも共有されていない、ということでした。

この授業では、このような考え方を中心に据え、多様な事例を通して考察を深めていきたいと思っています。

¹上下2冊分冊。岩波新書。図書館に所蔵

²この文の前には前置きがあり、物理学の定義は今後も変わっていくだろうとも述べられています。この視点も重要だと感じています。物理学は常に新しい方法や考え方を受け入れる柔軟性が必要だと考えられます

1.2 科学の方法

朝永振一郎は、観察の重要性とそれを基にした追求の精神を強調しています。それでは、具体的にはどのように科学的な追求を行うのでしょうか。この追求の方法は、科学の方法論としてある程度確立されています。

1.2.1 分析

その方法論のひとつは「分析」です。これは、物事を細かく分けて考える手法であり、「分析」として知られています³。具体例として、人間が何であるかを理解するために、私たちの体がどのような構成要素から成り立っているのかを考察するというものが挙げられます。

具体的には、私たちの体は多くの器官や臓器、血液などから成り立っています。これらの器官や臓器は細胞から構成されており、細胞の中にはミトコンドリアのような構造が存在しています。これらの構造自体もタンパク質などの物質から成り立っており、物質は分子で、さらに分子は原子で構成されています。

ラザフォードは、この原子の構造を明らかにしようと試み、アルファ線を原子に照射しました。放射線が散乱する様子から、彼は原子の中にプラスの電気を帯びた粒子（原子核）が存在し、その周囲にマイナスの電荷を持つ粒子（電子）が飛び回っていると考えました。

この方法を用いて、物質のさらに微細な構造を探求することが可能となりました。物理学においてはこのようなアプローチが取られています。

1.2.2 疑問・仮説・実験

もう一つの重要な方法は以下のステップです。

1. よく観察し、疑問を発見します。
2. 次に、観察結果から、その疑問点を解決する原因を考えます。あるいは、こんな法則性があるからではないか、と仮に考えます。これを「仮説」を立てる、といいます。
3. その仮設が正しいとすると、こんなことも成り立つはずだ、という別のことを考えてみます。そして、それを「実験」して試みます。実験して試すことを「検証」といいます。
4. 検証の結果、仮説から予想される通りの結果になれば、「仮設が支持された」ということとなります。

しかし、予想と反する結果が得られることもあります。それを「仮説は棄却された」といいます。仮設が棄却されたらそれでおしまいでしょうか。そうではありません。検証結果もよく観察し、別の新たな仮説を立てる必要があります。そして、その仮説に基づいて実験・検証を行います。

これらの手順は、科学的手法の基本として広く採用されています。

このような手続きは、朝永振一郎の「ふしぎだと思うこと...」の言葉に良く対応すると思います。改めて朝永振一郎の言葉を思い返してください。

³こうした方法はデカルトによって述べられています。分析については、以前は「専攻入門（基礎数理）」という科目があり、その中でお話していました。

科学はおもしろいか？

以下は余談です。私は理科が得意でなかった、あるいは理科に対して苦手意識を持っている人たちも、この講義を受講してほしいと思っています。全体の構成や取り上げる話題は、理科を専攻していない学生を想定して選んでいます。このように述べると、「面白いテーマだけを取り上げているのでは？」と思う人もいるかもしれません。しかし、それは違います。私が皆さんに物理学が楽しいと感じてもらいたい、という意図は特にありません。楽しいと感じるかどうかは個人の感じ方次第です。私が興味を持っているテーマを選んでいるのは事実ですので、楽しんでもらえれば嬉しいです。ただ、私の趣味を皆さんに押し付けたいわけではありません。

技術立国日本のための科学？

「自然科学は科学技術立国日本の未来のために大切だから勉強しなければならない」と主張する人がいます。私はこの考え方には違和感を持っています。他人の都合や価値観に基づいて、自分の趣味ややりたいこと、また「やらなければならない」と感じることを変える必要があるとしたら、それは、個人の自由に対する制約として考えられます。もし本当に技術者が必要だということであれば、技術者の待遇を改善すべきだと私は思っています。しかし、現状の技術者の待遇は理想的とは言えません。また、最近では「少子化対策のため、女性は子供を産んでください」という声も聞かれます。これも、個人の選択や幸せに関わる重要なことを他人の都合で決めさせるように思えます。これらのことは、個人の生き方や価値観に深く関わる問題です。他人が決定するものではなく、各人が自分で主体的に決めるべきことだと、私は考えています。