

## 授業探訪

総合系科目・多彩な学び「物質の科学」

# 時間は本当に流れているのでしょうか？ 大真面目に議論してみよう

理学部教授 村田 次郎

この講義は「物質の科学」を銘打っておきながら、全然、物質のことはやらない。講義の初回でいきなり、大きなスクリーンに「時間は流れていない」とだけ書かれたスライドが映されて学生は当惑する。時間は流れているに決まっているのに、一体この先生は何を言い出すのか…

物質は時間と空間という入れ物に入ったモノで、その性質や関係を云々するのが物理学である。しかし、私の研究はこの時間と空間自体をこれでもか、と捉えなおす学問分野である。この授業では学生は安穩と講義を聞いて「へー」と言っていればよいということはない。ちょっとインターネットで検索した程度では全然歯が立たない難題を突き付けられ、それを考える宿題を課され、自分の頭で考えてくることが要求される。

例えば、ある週の宿題は「時間が流れていないという世界観で一週間、過ごしてくる」という禅の修行僧のような最高難度の出題がなされる。また次の週には、「鏡がなぜ左右を反転するのかを一週間、鏡を眺めて考えて来い」と言われる。鏡の中の世界に入ることができるとして、では、自分が本当の世界にいるのか、鏡の中の世界にいるのか、どちらか分からなくなってしまったらどうしようか。鏡の中と外を区別する方法はあるのだろうか。

このような問いは、最先端の自然科学を垣間見るというような啓蒙的なものではなく、前提となる知識も不要ながら、一人一人が徹底的に考えてみなければ先に進まないものばかりである。そう簡単に答えが出るものではなく、千年以上にわたって人類を悩ませてきた難問ぞろいである。

私は素粒子や重力といった、物理学の最も基本的な分野で実験を進める研究者である。基本的ということは応用から遠いという意味合いであり、簡単に言えば役に立たないと言われる分野である。その役に立たない学問が、人類を悩ませてきた難問に明確な答えを与えることがある。例えば、マゼランらの世界一周航海よりずっと以前から科学者は地球が丸いことを知っていたし、上記の鏡の中と外を区別する方法、すなわち右と左を判定する方法を物理学者は知っている。

日曜日、月曜日、火曜日、という曜日は年月とは違って天体現象から決めることができない。天体現象とは無関係に、いつかの時点から7日周期で繰り返されてきたものだからだ。では、もし今日が何曜日であったか、全ての記録を失い全ての人が忘れてしまったとしたら、曜日を決める方法はあるだろうか。これは、ない。曜日は自然現象と

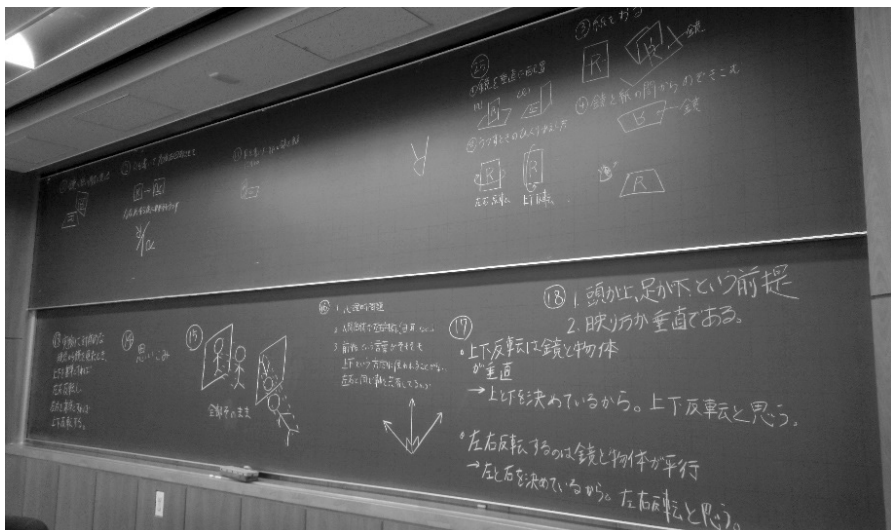
何の関係もなく、脈々とはるか歴史の彼方から受け継がれてきたものだからだ。

曜日をずらしても自然現象が全く変わらない、このような性質を、ずらしたりする操作に対して自然が対称である、という。物理学の法則は、このような多くの対称性を持っている。対称性が厳密に守られていれば、ずらしたかどうかを区別する方法はない。曜日は、誰かが忘れずに記録し続けなければならない。実は、有名なエネルギー保存の法則やエネルギーという概念そのものはこの時間をずらしても変わらない対称性から導くことができる性質や概念である。

ある日の授業では、右と左を区別する方法がないことをグループワークで議論して出てきたアイデアを一つ一つ、教室で議論して消していく。例えば、電話で右と左を伝える方法を相手によって変えて考えてみる。相手とは、常識が通用しない三才児、ついで外国人。文化を共有していないので難易度が上がる。ついで、異星人。学生が必死に考えて出てくるアイデアは残念ながら、一つも残らない。右と左を忘れてしまったら、それを思い出す手段はない、と結論される。実はその手段があることを物理学者は知っているが、それは予告するだけである。

鏡がなぜ、上下は反転しないのに左右だけを反転するのか、というギリシャ以来の有名な問題に取り組み、オズマ星人という宇宙人に左右を電話で伝える、これも物理学では有名な問題に取り組みで頭の準備体操を十分にこなした後、講義はいよいよ本題に入っていく。

手始めは、中学で学習した磁気に関するフレミングの左手の法則が、実は右手の法則でも構わない、という真面目な学生ほど衝撃を受ける種明かしをした後、時間反転に対して磁気現象がどう見えるかを考えてみる。そして、物理現象が時間の向きを区別でき



鏡で左右が反転する方法のアイデアをグループワークで議論して発表

ないことをこれでもかと思ていく。

その過程は近代社会の前提である、主観を排し客観を重んじる近代科学思想の確認であり、それは Newton の物理学に従えば直ちに時間の流れが否定されることを見る。「客観的に宇宙に流れる時間の中で、限られた自分の人生を生きる」という、現代人の世界観の根拠を分解してみせる。殆どの学生にとっては至極当然の世界観であり、人生観を直撃する重大な話の種明かしが始まる。

ここまで、磁気の法則のパズル的なグループワークでワイワイ仲良く議論してきた教室は、この期に至るとしんと静まり返る。真剣に聞き入ってくるのがよく分かる。本稿では明かさないが、現代人の世界観の重大な間違いが明かされ同時にそれでも正解が与えられない中に放り込まれる。講義の後半は、ここからの問いが開始される。学問的には 19 世紀の議論であるが、21 世紀に生きる一般の現代人にはまだなぜか伝わっていない事実が紹介される。

右と左は区別できる、と思ったら否定され、磁気の法則は時間の向きを区別できる、と思ったら否定され、そして、物理学は時間と空間の向きを区別できないと強く説得される。と思った次の回にはその話を全面的にひっくり返して見せる。学生にとっては、頭の中を何度も何度もバツタンバツタンと背負い投げされる大変な授業である。

頭の中だけで問いを立てる哲学的な問答から始めたこの授業も、後半では量子力学などの 20 世紀の物理学の主力兵器が投入され、自然の深淵を覗き込むと同時に自分の人生と無関係だと思ってきた科学的な知見が重大な影響を与えようことを知る。

自然科学の教科書には、文章で綴られた本当の意味合いの議論、解釈は殆ど登場しない。特に物理学では数理的なテクニックに終始することが多く、本授業を受講する物理学科の学生でも、例えば基本中の基本である放物運動の本当の意味を考えたことはないし、フレミングの左手の法則は実は右手の法則でも何の問題もない、などとは思ったことも普通はない。

時間の流れを否定してきた伝統的な物理学は、人生への虚無感につながることが多い。しかし、本授業の最後には、驚くべき大どんでん返しが待っている。世界をひっくり返す瞬間がある。最後まで受講を諦めなければ決して虚無感で終わることはない。

このバトルのような半年間の講義を無事に乗り切った受講者の顔ぶれは、どこか高揚感が漂っている。よく、かつての受講生とすれ違うことがある。「いやあ、とんでもない授業でしたね！」などと笑われる。戦友のような感覚であり、嬉しいひと時である。

私の専門分野はこの授業では実は直接出てこない。物理学の基本的な疑問を実験で検証するのが主な研究である。主に、空間が三次元であるのは本当か、時間の向きを区別できるような時間反転の対称性を物理法則が本当に持っているか、を調べている。一般常識としては、空間は三次元であり、また逆に時間には対称性なんかはないという方が普通であるから動機からして意味不明に思われるだろう。

時間反転対称性は一見、明らかに破れているように感じるのが我々の感覚である。過去と未来はあからさまに区別できると思える。この拭い難い感覚は、これでもか、とこ

の授業で否定される。その徹底的な否定の先に、この宇宙そのものが持つ性質として、時間反転対称性を破るべきである、という理由がある。それはまだ未解明であり、それを検証するのが私の直接の研究であり、この授業ではその入り口となる否定の部分を紹介する。

講義の中で反論、反証が続き、何度も何度も主張が180度ひっくり返ることを全員で見た先に、本当の結論は何なのか、何のためにその研究を行っているのか、なぜ、全く役に立たないと思える問題意識を持ってこの先生は悩んでいるのか、それが講義の最後には受講している学生にも多少垣間見えてくるだろう。

当たり前のように日常生活にも導入され、確固とした世界観の基礎となる知見を与えていると信じられている物理学の、何が信じられて何が誤解されているのか。真偽は実は定かではないのだが、生きていくうえで確かに有用な情報概念もある。物理学のうち時間の流れという、際立って抽象的な捉えがたい題材を真剣に考えてみる中で、何かがおかしいと思ったら出発点で、疑問を持たずに導入した仮定にその火種を持ち込んでいることが多いという教訓、根源的でない道具として導入したものは、有益である限り利用すればよいが、却って悩みの元となるようであればさっさと捨てればよいという教訓、この一般的な態度を身に付けることが、本講義の本当の狙いである。

最後に、この講義は本当に物質と無関係なのかを紹介しておいた方がよいだろう。講義の中で見えてくるもの、それは存在に対する疑問である。私たちの一般常識はまず、何らかの存在から考えを始めて、その関係を論ずる。実は、そもそもこの出発点は大いに疑問を持たなければならないことは現代の物理学ではよく分かっている。我々は存在しており、我々の外側は空間である。この前提が実は間違っているのである。我々は、宇宙という名のある種の特異な物質の一形態なのであって、存在というより現象という方が相応しい。この視点を獲得すると、古来人類を悩ませてきた問題が問題ではなくなってしまう衝撃がある。授業の限られた時間でここまで詳しく触れることができないのは残念であるが、そんな究極の物質の科学への入り口になっているとは思っている。

むらた じろう