

授業探訪

総合系科目・学びの精神「自然科学の探究」

自然科学の探究

理学部教授 和田 亨

立教大学では2016年度にカリキュラムの大幅な改革があり、それまでの全学共通カリキュラム（全カリ）から全学共通科目に移行しました。それを機に、大学初年次の導入期科目「学びの精神」が導入され、自然科学系の科目も開講することとなりました。自然科学の授業では、全14回を一つの分野について講義すると、どうしても専門性の高い内容になっていきます。全学共通科目の中に、そういった内容の科目は他にもありますし、さらに同様の科目をたてることが「学びの精神」として相応しいのか疑問でした。さらに、池袋キャンパスでは基礎知識の異なる文系と理系の学生が一緒に受講したとき、文系学生に分かりやすく話すと理系は物足りなく感じ、理系学生が興味を引くような話題は文系学生には難解な内容になってしまう、という問題点がありました。如何にして、多くの受講者に自然科学に親しみと興味を持ってもらえるのか考えた末、「自然科学の探究」は「一話完結」の「オムニバス制」となりました。理学部の専任教員数名が、1回の授業でそれぞれの専門とするトピックスについて講義する形式で授業を展開しています。池袋キャンパスと新座キャンパスで、ほぼ同様の内容で「自然科学の探究」と「自然科学の探究N」を開講しています。池袋キャンパスでは、生命理学科教員がオムニバスで担当する「自然科学の探究」も開講しています。

2019年度の「自然科学の探究N」では、最初の4回を化学編、次の4回を物理学編、最後の4回を数学編として展開し、初回ガイダンスと最終回のまとめを合わせて14回の構成で実施しました。自然科学の専門科目では理論や数式、化学反応式を学ぶことになりませんが、この科目では、それらの理論や研究成果の裏にある「研究物語」を追うことで、自然科学の発展の道のりと考え方を理解することに焦点をあてました。担当者の実体験を踏まえた臨場感のある授業を展開しています。

私が担当した化学編では、「電池」「光と色」「分子のキラリティ」を取り上げました。例えば、「電池」の授業では、人類が初めて出会った（であろう）電気である雷や静電気を「集めよう」とした人たちの話からはじめました。有名なベンジャミン・フランクリンの風で雷を集める実験（これには諸説あり。今では考えられないような危険な実験ですね）やライデン瓶による静電気の捕集などは、導入としては興味を持ってもらえたようです。ライデン瓶はテレビのバラエティー番組で罰ゲームとして使われていますので、学生たちにもおなじみです。「テレビで見た“アレ”が、こんな仕組みだったのか」と知ること、現代社会では欠かすことのできないコンデンサーの原理を学んでいきます。また、医師でもあったガルバーニが、筋肉の研究のためにカエルの足を家の軒下につるしていたときに、雷が鳴って死んだはずのカエルの足がピクピクと動いたことが、

電池を発明するきっかけになったと紹介したときには、聞いていた学生はその光景を想像して、気持ち悪がっていました。重要なことは、このガルバーニの報告を聞いたボルタが「これは異なる種類の金属ワイヤーで、カエルをつるしていたために、電気が生じたのかもしれない」という発想を持ったことです。その後で、ボルタはさまざまな金属の組み合わせを試し、電池の原型（ボルタの電池）を発明しました。この授業で伝えたかったことは、「どの金属とどの金属を電極にすると何ボルトの起電力が生じる」ということではなく、「金属の種類の違いが、電気を発生させているかも!？」という考えた観察力と発想力の大切さです。これらの能力は全ての学問において、学問の世界でなくても重要な能力です。大発明もこういった小さな発想の積み重ねだということを理解してもらいたいと考えています。

授業内容に関連した簡単な実験を行うこともあります。「光と色」の回では、「光は波の性質と粒子の性質を同時に合わせ持っている」ということを取り扱いました。簡単な動画（YouTubeは便利です）を見てもらった後に、赤と緑のレーザーポインターの光を黒板にあてます。もちろん、それぞれ一つの点しか描きません。ところが、回折格子を通して光をあてると、黒板には複数の点（干渉縞）が現れます。その点と点の間隔は光の色によって異なります。これは有名な二重スリット実験の応用です。実際に実験を目の前で観察することにより、実感として「光は波なんだ」と理解することができます。また、人間が色を認識するメカニズムに関する説明には、現代心理学部の学生が特に興味を持っていました。「光が三原色なのは人間が三種類の錐体を持っているからであって、鳥は四原色かもしれない」など、当たり前前に受け入れていた事象の本当の意味と、それがそれほど当たり前前のことではないことを理解すると、新しい世界が見えてきます。

「分子のキラリティ」の回では、「キラル（不斉）」という耳慣れない言葉と、それが実社会ではとても重要であることを学びます。人間の右手と左手のような関係にある構造をもった分子は、その化学的な性質はほとんど変わりません。ところが、人間はそれを簡単に見分けることができます。リモネンという柑橘類に含まれている化合物にはD-体、L-体と呼ばれる二種類の構造があり、不斉の関係にあります。まずは、D-体とL-体を染みこませたろ紙を配布し、匂いの違いを感じてもらいます。その後、どちらが染みこんでいるか分からないろ紙を配布して、どちらのリモネンがあててもらいます。この「利き酒」ならぬ「利きリモネン」ですが、90%以上の学生は正解します。測定機器を用いても容易には判別できないような分子構造の違いを、自分がはっきりと認識できることで、実感を持って理解してもらえるようにしています。

私の授業では、毎回の授業の終わりにリアクションペーパーを記入してもらっています。リアクションペーパーには、その授業内容に対して質問を書くことにより、質問を考えながら授業を聞くように促しています。そのうちの幾つかの質問は次回の授業の冒頭で紹介し、回答します。かなり自然科学の本質を突いたするどい質問もあり、ハッとさせられることもあります。

物理学編では、立教大学の物理学科の特徴でもある、宇宙に関する研究を中心に授業

を展開しました。謎の多い宇宙ですが、現在の科学力でどこまで分かったのか、宇宙論の入門から、宇宙空間に存在している化学物質（原子や分子）がどのように誕生し、どのように変化（進化）していくのか、などロマンを感じるトピックスが並んでいます。中でも、南極での観測に関する授業では、物理学科の先生が実際に南極に行ったときのエピソードなども交え、とても好評を得ています。

数学編では、「整数の素因数分解」という中学・高校で学んだことが、現代社会の情報セキュリティに欠かすことのできない暗号化技術と深い関わりがあることを解説しました。数学に苦手意識を持っている（あるいは、もっとはっきりと嫌いという）学生も少なくはないのですが、自分たちが安心してインターネットでお買い物できるのも、数学のおかげだということを理解してもらえたと思います。「高校でやった数学なんて実社会では何の役にも立たない」なんてことは、全くないのです。

「学びの精神」の授業では、大学での学び方を身に付けることを重要視しています。高校までの自然科学系の授業では、先生が解説のあとに黒板で例題を解いてみせ、それを習って演習問題を解くのがお決まりのパターンです。大学の授業では「いったい何を勉強したら良いのか」と戸惑う学生も少なくありません。私が所属する化学科では、毎年春に新入生から「これをやっておけば大丈夫という問題集はありませんか？」という質問を受けます。入学後の早い段階で、高校までと大学の学びの質の違いに気付くことが大切です。「自然科学の探究N」では、初回の授業（ガイダンス）時に、授業内容や構成について説明した後、授業の受け方についても話をしました。毎回、出席も取りまますし、最後にリアクションペーパーも提出させています。各編は3回の授業と「まとめと小テスト」で構成されています。小テストには各編の理解を深めると共に、「こんな感じのテスト」ということを分かってもらい、期末試験に備えられるようにする意味合いもあります。

これらの工夫は受講者のアンケートからも好評を得ていることが分かります。自然科学に興味を持ってもらい、自然科学の考え方を知ってもらうという目的は達成できていると思います。今後の課題としては、能動的な学びの姿勢を身に付けさせるような工夫は必要かと感じています。しかし、学生は自身の専門を学ぶだけでも大変なので、全学共通科目であり大きな負荷をかけ過ぎないように配慮もしなければならぬのが思案のしどころです。開講して4年が過ぎた「自然科学の探究」も、担当教員が少しずつ工夫し進化して行っています。今後も「学びの精神」の科目として、立教生の自然科学への理解に役立てる科目へと発展できるように努力する所存です。

わだ とおる