

科学的な視点で考え、判断できる「騙されない人」になってほしい



物理
こたけともりの
小竹知紀先生
立命館宇治高校（京都・私立）

高校時代は文系のほうが得意だったが、理系に対する憧れから理系コースに進み、そのまま大学で地球物理学を専攻。大学院博士課程修了後、学習塾で体験学習部門のリーダーを務めた後、2009年度から立命館宇治中学・高校教員に。学生時代から管弦楽団でオーボエ奏者を務め、現在は吹奏楽部の副指揮者を務める。博士（理学）。

見方・考え方

仮説検証の視点をもって
批判的に考える

「考えるってどうしたらいいの？」

塾講師をしていた前職時代、小学生の教え子にそう言われ、小竹知紀先生はシヨックを受けたという。最近増えていると感じるのは、効率よく結果だけ出そうとし、課題を与えられないと考えられない子どもたち。彼らに自ら考

える楽しさを知ってもらいたい。その思いは、立命館宇治高校で物理を教える今も持ち続けている。

「育てたいのは、情報を正しくインプットして理解し、そこから自ら思索を深め、さらには人に説明や実演ができるような、『自走して学べる人』です」

物理を通じてそれを実践するにあたって、授業では第二に科学・技術に関する情報を正しく理解することを大切にしている。ベースにあるのは自然科学に対する敬意だ。

「自然や宇宙にはとてつもない美しさがある。そして、その神秘に取り組み、明らかにしてきた人間の知恵もまたすばらしい。まずはそうした世界観をつかむことが必要でしょう」

ただし、現在明らかにになっている物理の理論は、あくまで「仮説」だという。

「物理の教科書は、先人が取り組んできた仮説検証のプロセスを記した、いわば『歴史書』のようなものです。現在もつとも信頼度が高いと認められているものが記述されているだけで、より信頼性の高い新しい法則や理論が登場すれば、教科書の内容は『間違い』になる可能性もあるのです」

だからこそ、授業では、公式をそのまま正しいものとして暗記し計算させることはしない。対話や議論を交え、教科書に書かれていることが、どのような現象をもとに、どのように導かれたのか、どのように解釈されたのか、という視点で考えさせている。

「与えられた情報を鵜呑みにするのではなく、疑問をもち批判的に思考・評価判断できる力をつけてほしいのです」

授業デザイン①

教科書の読み方の
指導からスタート

しかし、物理初級者がいきなり対話や議論で物理の本質をつかむのは難しい。その前段階として、小竹先生は「学びのスキル」の指導に時間をかける。

実際の授業の流れ

シーン1 教科書読解指導

- 教科書の構成要素を概観
- ① 物理量や単位の表記法
 - ② 定義・法則・原理・公式の区別
 - ③ 図表のキャプション表記法
 - ④ 図・日本語・数式・グラフの相互変換を意識すること
 - ⑤ 結論だけでなく、前提条件や根拠も重要であること
 - ⑥ 脚注もくまなく読むこと



シーン2 本質的な問いに取り組む授業

- ① 前回までの学びの整理
単元の学習内容についてKP（紙芝居プレゼンテーション）法を使って俯瞰。
- ② 本日のテーマ（問題）に各自取り組み
教科書に「事実」として書かれた関係式を具体例で検証したり、記述が欠けている部分の証明を考えたりする問題を提示。教室や廊下のワークスペースなどで、生徒はそれぞれ自由に議論したり、小竹先生に質問したりしながら考える。スマホでホワイトボードの内容を写真に撮ったり、インターネットで調べたりしてもOK。



「物理の教科書の読み方は、日常的な文章の読み方とは異なります。経験的にその読み方を体得している教師は、『読めばわかる』と言いがちですが、多くの生徒はその読み方からわからないのです。まずは、考える材料となる情報を正しく読み取り、論理的に考え、考えたことを伝えるという、『学びのスキル』を身に付けることが必要でしょう」

授業開きの4月、最初に行うのは、教科書を精読する方法の徹底指導だ(シーン1)。教科書の構造の意図や見出しの意味についての問答や、教科書



小竹先生の教科書には、読解のポイントや解説の仕方がびっしり書き込まれている。

図1 授業で生徒が取り組むテーマの例

●力学分野ではさまざまな物理量が登場したが、その中で人間が「直接」測定できる物理量は何か?(物理学では「見えない概念を可視化すること」が重要な課題である)

●等速度運動は等速直線運動と同一であるが、等加速度運動は等加速度直線運動とはいえない。直線運動ではない等加速度運動の例をあげよ。(定義・言葉を実感をともなって明確に理解しているか?)

●「重い物体の方が地球の引力が大きいので『同じ高さから物体が地面に落ちるとき、重い物体も軽い物体も同時に落ちる』のはやっぱりおかしい」という人に、どう反論するか。(学んだ法則を丸暗記して新たな妄信の対象としてはいないか?)

の音読などを行いながら、「章や節の見出しは究極の要約」というところから目次を確認。各章・節を学んだあとにそれぞれの見出しについて説明できることが目標であることを伝える。

また、論理的に考える定石作法と、考えたことを伝える技能として論述答案の書き方も指導。教科書の問題を用い、小竹先生の思考・答案作成プロセスを実演しながら、題意の読み取り方と論述の仕方を学習させている。

授業デザイン②
知識を組み合わせて
新しい考えを生み出す

「学びのスキル」が身に付いてきた1学期後半からは、徐々に生徒主体の学習へとシフト。授業冒頭の10分程度で小竹先生の簡単な解説のあと、提示された問いに生徒が各自で取り組むというのが典型的な流れだ(シーン2)。

例えばある日のテーマは、「なぜ物体の運動エネルギーが $\frac{1}{2}mv^2$ で表されるかと考えられたのか。なぜそれを知るために仕事を測定しなくてはならなかったのか」というもの。取り組み方に決まりはなく、教室の内外を使って、数人で議論したり、個人で調べたりする。スマホやタブレット端末の利用も自由だ。小竹先生は生徒の間を巡回しながら、質問や相談に応じる。最後に生徒の解答に小竹先生が解説を交え、考え方を共有する。

「既存の知識の組み合わせで新しい知識を生み出すプロセスを経験することを通して、知識を逐一覚えてもらわなくても、自分が今持っているものから新しいものを生み出せるのだ、自分で自分をレベルアップさせることができるのだ、ということに気付いてほしいですね」

また、年3回程度、「唯一の正解」のないテーマにグループで取り組むプロジェクト学習も行う。昨年度の3学年は、2年間の物理の締めくくりとして、科学技術と文明社会との関わりについて、生徒が自由にテーマを設定し授業をプロデュース・実践した(シーン3)。生徒が授業を行い、そこから議論が広がる様子を見て、小竹先生は自身の想像をはるかに超えた力が生徒に育ったことを実感したという。

「教師は学ぶきっかけを与えただけです。よく育ってくれたものです。考えること自体が楽しくなれば自ら学ぶということこそ、改めて感じました」

教科ならではの「見方・考え方」が社会でどう生きる?

「絶対的に正しい」の危うさは、物理の世界の話だけではない。商品のキャッチコピー、うまい儲け話、政治家の言葉…自分で考えることなしに正しいものとして受け取るのは危険だ。

「生徒には、当たり前とされていることにも科学的な視点で見、考え、妥当な判断ができる、『騙されない人』になつてほしいですね」



原因と結果が自分のなかで繋がる瞬間が楽しい
2学年・豊田浩太くん

小竹先生の授業は、なぜそうなのかという裏にあるものまで理解して、その思考過程を学びます。それはすごく難しいのですが、考えていくうちに、原因と結果が自分のなかで繋がると「楽しい」と感じます。進学後、物理を専門にする予定はありませんが、授業で身に付けた考え方や学ぶ姿勢はどの分野でも役立つと思います。



深く考えるトレーニングができる
2学年・齋藤美佳さん

私にとって物理はずっと「よくわからないもの」でした。それは今でも同じなのですが、なぜそうなのか本質を見る授業なので、考えていくと意外とわかることもあります。公式を憶えればよい授業のほうがラクですが、それは塾でできること。ここで深く考えるトレーニングができるのは、よいことなのかなと思います。

生徒の声

③ 解答の共有
小竹先生が出したヒントをもとに、生徒が思考プロセスと解答を記載し説明。



シーン3
「生徒による授業」プロジェクト

科学技術と文明社会との関わりについて、各グループが「デュアルユーステクノロジー」と科学者の社会的責任「美しくなる」ために人体に手を加えることはどこまで許容されるか」などのテーマを設定し、1コマの授業を実施した。

