

対話と振り返りを行う物理の授業で教科の枠を超えた「学習する力」を高める

教えられたことだけ覚えるのではなく、対話や振り返りを通して自分で「気づき」を得ていくような学び。社会に出てからも成長していけるように、そうした能動的な学習の力を伸ばそうとしている先生の実践を紹介します。

取材・文／松井大助
撮影／関本陽介



理科(物理)
小林昭文先生

1952年生まれ。埼玉県の公立高校の物理教諭として採用される。カウンセリング、アクションラーニング、キャリア教育、コミュニケーション教育を学び、学校現場でも実践。最近では「アクティブラーニング(能動的学習)」型授業の実践で注目されている。

大人しくしているのは
よくない授業態度!?

埼玉県立越ヶ谷高校の小林先生は、「物理Ⅰ」「物理Ⅱ」を選択した生徒に、最初の授業でいつもこのように口火を切る。

「授業の目的は『科学者になる』こと、目標は『科学対話力』を高めることです」

「授業中の『態度目標』は、『しゃべる、質問する、説明する、動く、チームで協力する、チームに貢献すること。黙ってじっとしていたり、黙々とノートを取っていたりするのは悪い授業態度です!」

意外な宣言にとよめく教室。顔を見合わせて、いたずらっぽい表情を浮かべる生徒もいる。まだ様子見の生徒たちに、続いて小林先生がさせるのは、コンセンサスゲームだ。砂漠で遭難したときに、持つて行く品物の優先順位を、まずは個人で考え、ついでグループで話してチームの考えをまとめるゲーム。ほとんどの場合、個人の結論よりもチームの結論のほうが専門家の正解に近くなり、生徒たちは「対話」の効果を実感する。

「科学的な対話や見方を学ぶことは、科学者にならなくても役立ちます。例えば、専業主婦なら家族の健康を守るために、テレビ等の情報を鵜呑みにせず、何がよいかを問いかけ、調べ、話し合っ自分たちで見きわめたいよね。科学者(社会人)がやることを、毎日の授業の中でやっていますよ。その活動を通して、物理への理解も深めていきましょう」

■ 5月10日「物理Ⅱ」の授業の目標

①【態度目標】

しゃべる、質問する、説明する、動く、チームで協力する、チームに貢献する。

②【内容目標】理解すること

(1)〈用語〉

単振動：位置、速度、加速度。

(2)〈イメージを描く〉

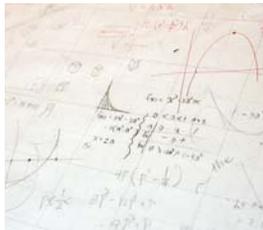
t秒後の位置がわかれば、微分を繰り返すことで、速度、加速度、力(復元力)がわかる。

人に聞く、人に教える、
自力で解く、すべて賞賛

その後の授業では座席も自由。生徒たちは教室前の廊下に並べられたプリントを手にとって、思い思いの席につく。プリントの内訳はパワーポイントで作った資料、練習問題と解答解説、前回提出の確認テストとリフレクションカードだ。

今日のテーマは単振動。小林先生は資料をプロジェクターで映し出し、生徒に問いかけをしながら、ポイントを15分で説明した。次は35分間の問題演習。練習問題について、生徒同士がグループで対話しながら、解き方や考え方への理解を深めていく。小林先生はうろうろ歩き回って、その様子をつかがう。

「先生、なんでここはこうなんですか」
「いい質問! あそこのグループもその話



グループワークは無駄話も許容。「何でも話せるから、いざ問題を解くときも集中して話し合えます!」とは生徒の談。プレゼンは生徒がプロジェクターを使って発表。机には自由に記述できる模造紙が貼られ、生徒たちが話し合いながら図や式を書き込んでいく。「和みペーパー」などと呼ばれている。

リフレクションカード

年 組() 氏名	
《リフレクションカードの書き方》	
① 「科学的対話力」を意識して話し合えましたか?	
② プリント最後のチェックリストの各項目を縦線でチェックしましょう。	
③ その上で、リフレクションカードに以下のことを書いてください。	
A 「態度目標 (質問する、チームで協力するなど) に沿ってどんな活動をしましたか?」 その活動をして感じたことや気づいたことはどんなことですか?	
B 「内容目標 (理解すべき内容のこと) は達成できましたか?」 物理の内容について印象的なこと (わかった、わからない、驚いた、なるほどと思ったなど) はどんなことでしたか?	
C 「上記以外 (質問、感想、要領、意見など) について書いて下さい」	
1/5 (本)	A. 物理の話を聞いて、理解が深まった。 B. 物理の話を聞いて、物理の面白さを知ることができた。 C. 物理の話を聞いて、物理の面白さを知ることができた。
2/5 (本)	A. 物理の話を聞いて、理解が深まった。 B. 物理の話を聞いて、物理の面白さを知ることができた。 C. 物理の話を聞いて、物理の面白さを知ることができた。
3/5 (本)	A. 物理の話を聞いて、理解が深まった。 B. 物理の話を聞いて、物理の面白さを知ることができた。 C. 物理の話を聞いて、物理の面白さを知ることができた。

授業の終わりにはこうしたカードで、何を学んだか、何ができたかを振り返らせ、気づき(リフレクション)を促している。また、プレゼンをする物理演習では、声の大きさや、説明のわかりやすさについて、聴いていた生徒たちからの評価をもらったうえで、よかった点や改善点を振り返らせている。

埼玉県立越ヶ谷高校



School Data

単位制普通科 / 1926年創立
 生徒数(2010年度)999(男子506人・女子493人)
 進路状況(2011年度実績)
 大学82.0%・短大3.2%・専門学校等5.0%
 予備校等5.0%・就職0.6%・その他4.1%
 埼玉県越谷市越ヶ谷2788-1
 TEL 048-965-3421
 URL <http://www.koshigaya-h.spec.ed.jp/>

Outline

埼玉県東部地区の中間に位置。週5日制による授業時間数減少への対応として65分授業を実施。放課後の部活動や生徒会活動の時間を確保する狙いから、50分×7時間制にはしなかった。「自由な校風」「文武両道」が特徴。生徒会活動が盛んで「たんぼ広場」などの伝統的行事を何十年も継続している。ボート部、少林寺拳法部、アーチェリー部などは全国大会の常連。入試の競争率は県立高校のトップ。現役合格率も県内トップクラス。

をしていたから彼に来てもらおうか」

他のグループから生徒が呼ばれ、解説役を引き受けた。でも疑問は消えない。

「いや。だってさ、周期 $T = 2\pi / \omega$ で、そこに数字を代入してTの答えを出したわけじゃん。振動数 $f = 1/T$ なら、その計算で求めた数字を式に入ればよくね?」

「なんで解答では、計算前の分数をTに代入してんの。納得いかないわ」

「そこは俺も納得できてないや(笑)」

話は紛糾し、「なにになに?」と別の席の生徒もやってきた。小林先生が尋ねる。

「さっき、誤差の話をしていたよね?」

「四捨五入した数字で計算したら誤差が出ますけど、これは割り切れてるし」

「Tはどやって求めたの?」

「 T を 3.14 にして計算して…。そうか、 π は本当は 3.14 以下の小数が永久に続くから…」

隣の生徒もピンときて語り出した。

「Tの答えは、(小数点第3位以下を)四捨五入した 3.14 で計算したものだから、そこで出した数字を使って f を求めちゃうと、誤差が広がるんですね」

「その通り!」

その間もほかの席では別の議論が続く。話すのが得意ではなく、自分で問題を解くのが中心になる生徒もいるが、小林先生は「個々の学習スタイルは大事にしたい」と考えているので、ほかの子とのコミュニケーションを無理強いはいしない。

問題演習が終わると、確認テストで今日の学習内容を振り返らせ、左のようなリフレクションカードで、この時間の目標を達成できたかも確認させる。

カードを回収して授業は終了。周囲とあまり話せなかつた子がカードを渡してくると、小林先生は目と目を合わせて「でき

た?」と尋ねてから、「お疲れさん」と言っ

生徒の発表と質問のやり取りで理解を深める

「物理演習」という授業では、毎時間、3〜4人の生徒にプレゼンテーションをさせている。問題集の問題と解答をもとに、その問題をどう解けばよいかを、担当の生徒が5分以内で発表。聴いていた生徒たちが気になった点を質問し、発表した生徒が答えるという授業だ。

プレゼンのやり方は「特に教えない」

そうだが、友達の発表を見て学び、どの生徒も日増しにプレゼンがうまくなっている。発表者への質問も鋭い。

「この問題で、滑車には重りによって下向きに $4mg$ の力がかかっているはずなのに、

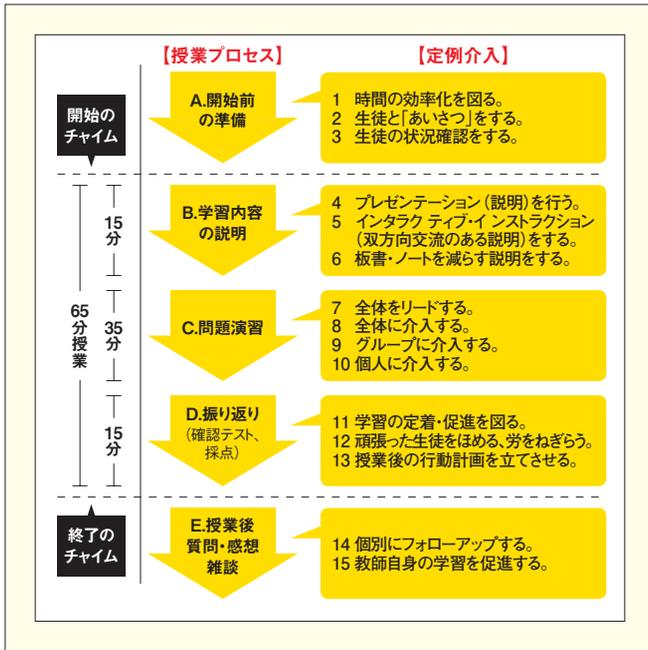
なぜ上向きに引っ張る力は $3mg$ しかないんですか」

「…実は僕もそこはわからなくて」
小林先生が簡潔に補足する。

「いいところに気づいたね。この問題は、滑車自体が動いている設定。理論的には力が釣り合わないから加速度運動するんだけど、なんか違和感があるよね」

授業の最後でもこの点に言及した。

「さっきの質問に、私は教科書とおりの解説をしました。ですが、ある教授は『光は横波』の定説に『なぜ縦波がないの?』という学生の質問をきっかけに研究し、新たな発想を得たそうです。科学にはまだわからないことがたくさんあります。だから定説を覚えるだけでなく、今日のような『どうして?』を大事にしてください。そのみんなの疑問が、新しい発見につながるかもしれません」



HINT & TIPS

1 生徒に問題を解かせるときは 出題レベルや順序の工夫で意欲を引き出す

例えばグループワークで問題演習をさせるとき、小林先生は、1問目にはほぼ全員が独力で解ける問題を、2～3問目には友達と相談すれば解けるレベルの問題を、4問目には一部の生徒しか解けない問題を配置する。これにより生徒は自然に問題に集中し、段階的に話し合いも活性化していくという。

2 質問中心の働きかけて 生徒を集中させ、気づきも促す

生徒がふざけているときは、小林先生は「早くやれ」「騒ぐな」などは命令せず、「予定通り進んでいる?」「順調?」と質問をする。わからないことを聞きにきた生徒には「どこがわからない?」「ここはわかる?」「わかるのはどこ?」といった質問で気づきを促す。生徒の自発的な変容を実現させるための。

3 生徒に承諾を得たトライアルで 反応をみながら授業を改善する

授業改善に取り組むとき、その効果を測るには「生徒に聴く」のが一番だと小林先生は考えている。「わかったかどうか」「飽きないか」を直接聴くのだ。数回のトライアルでうまくいかなければ「やめます」と言える準備と覚悟も必要。失敗はつきもので、そこからきちんとリカバリーできればいい。

4 時間短縮・効率化の努力が 授業の創意工夫の余地を生む

授業でやりたいアイデアはあっても「時間を確保できない」ことは多い。だからこそ地道な時間短縮の取り組みがカギとなる。小林先生は、プリント配布の工夫、視覚情報の活用による説明の簡略化、プレゼンテーションソフトほかICTの活用などで、授業を効率化。グループワークの時間をひねり出した。

授業のミナモト

居眠りする生徒の やる気を引き出せないか

小林先生は、大学の空手部監督を経て、35歳で高校教師になった。最初の赴任校では強面の生徒指導担当。それが、先輩の薦めでカウンセリングを学んでは一変する。「対話」は「二人ではたどりつけない知恵や見方にとどりつくプロセス」であるのだと実感。以降、小林先生の生徒指導は「怒鳴る」から「ささやく、質問する」に変貌した。

とはいえ、その指導だけでは通用しない

問題もあった。学校が荒れていて、生徒が授業を聞こうとしない。定期テストでも、開始から5分もすれば寝たり騒いだりしてしまう。小林先生は考えた。

「この子たちが、最後まで静かにテストを受けるようにできないだろうか?」

そこで授業やテストを見直した。毎回プリントを配り、綴じ込み用ファイルも配布。テストはファイルと計算機を持ち込みOKに。板書をメモしたプリントがあれば赤点は免れ、他の問題もプリントをよく調べれば解けるようにした。するとどうだろう、今まで「どうせできない」とあきらめていた生徒たちが、誰も寝ることなくテストに取り組んだのだ!

「今の学校でも言っています、全員が物理で100点を取らなくてもいいんです。物理が好きなら上を目指し、単位さえ取ればいいならその分の努力でいい。何をどう学ぶか、自分の意思で決められることを大事にしたいです」

何を教えるかよりも どう学ばせるかを思案

次に赴任した高校で、小林先生はキャリア教育のプログラム開発を任せられた。戸惑いつつも、カウンセリングで学んだことを生かして、ワークシートを用いたグループワークを開発。すると、生徒たちが生き生きとその活動に取り組むようになり、大きな手ごたえをつかんだ。

だが同時に矛盾も感じた。キャリア教



グループワークを支えるファシリテーション力の土台として、ワンウェイ(一方向)型の教科指導力のレベルアップが大事だと小林先生は考えている。

育では深刺とする生徒が、物理の授業では眠たげで…。この2つは別物なのか。物理の授業も、生徒が楽しみ、人間的にも成長するような時間にはできないのか。その思いを強めた小林先生は、「何を教えるか(コンテンツ)」だけでなく、「どう学ばせるか(プロセス)」も模索する。文献をあさり、勉強会をめぐり、アクティブラーニング(能動的学習)やファシリテーションへの理解を深めた。一方で物理の教え方にも磨きかけた。

2007年に越ヶ谷高校に着任すると、満を持して生徒に提案した。「みんなが自分で調べたり話し合ったりして理解を進める授業をやりたい」と。不安を感じた生徒からは予想以上に反対の声が上がった。でも「3回だけトライアルでやるのはどう? みんなが納得いかなければ元に戻すよ」と話し、了解を得て実践。必死に試行錯誤した結果、生徒からも好評を博し、今の授業の原型ができあがった。

授業のエネルギー

生徒も教師も一生涯、楽しく学び続けたい



福井健斗さん(写真左)
小澤 泉さん(写真中央)
福島 諒さん(写真右)

保屋松 彩佳さん(写真左)
山口花波さん(写真右)

福島さん「授業なのにしゃべっていいんだ。と。まずそこにびっくりしましたし、新鮮でした。先生がずっと話しているような授業だと、正直、眠くなることもあるんですけど(笑)、この授業ではまわりと一緒にしゃべって考えるので、これっぽっちも眠くなりません」
小澤さん「問題を先生が解説するのではなく、自分たちで考えるので、根本から理解ができます。今日のプレゼンの準備には2日ぐらいかかりました。将来は人前で話すこともあると思うので、こういう経験ができるのもいいですね」
福井さん「自分はなんとも思っていなかったところで友達がひっかかっていたりすると、自分も「なんでだろう」とさらに考えるよ

うになって。質問したり、教えあったりするなかで、考えが広がったり、理解が深まると感じています」
保屋松さん「隣の人をはじめ、まわりにわからないことを気軽に聞けるのが、すごくいいです。席が遠くてもわかる人に聞きにいけるようになりました。数学をやりたいと思っていたのですが、今は、数学と物理を学べる数理科学科を進路に考えるようになりました」
山口さん「自分の頭の中で考える授業です。しかもその場で理解できるようになります。考えに詰まることもありますが、そんなときはちょうど良く小林先生がきてくれるんです。授業中に「時計を見なくなった」のが一番の特徴です」

グループワーク中心の物理の授業は、今でも初体験の生徒をびっくりさせる。「自分は人に聞いてばかりで申し訳ない」と、立場を気にする子も出てくる。でも実際は、「人から聞かれたことに答えると、教えた側の理解も深まる」ので、「質問者は相手に貢献している」。そのことを小林先生が伝え、本人たちも肌で感じると、生徒たちはより伸び伸びと話し合うようにな

る。最近では、上級生が下級生に「小林先生の授業では黙っていたら損だよ！」と伝えてくれるようになった。物理を選択する生徒が増え、センター試験の成績も上がった。
小林先生としては、今後もさらに授業を改善していきたいそうで、教員同士の学びにも力を入れている。
「越ヶ谷高校の『授業研究委員会』では、校内の教員が教科・科目を超えて集まり、授業研究をしています。コンテンツ(教科内容)ではなく、プロセス(授業過程)に注目すると、お互いに参考にできることはたくさんあったのです」
校外の関係者との交流にも積極的だ。

うになって。質問したり、教えあったりするなかで、考えが広がったり、理解が深まると感じています」
保屋松さん「隣の人をはじめ、まわりにわからないことを気軽に聞けるのが、すごくいいです。席が遠くてもわかる人に聞きにいけるようになりました。数学をやりたいと思っていたのですが、今は、数学と物理を学べる数理科学科を進路に考えるようになりました」
山口さん「自分の頭の中で考える授業です。しかもその場で理解できるようになります。考えに詰まることもありますが、そんなときはちょうど良く小林先生がきてくれるんです。授業中に「時計を見なくなった」のが一番の特徴です」

うになって。質問したり、教えあったりするなかで、考えが広がったり、理解が深まると感じています」
保屋松さん「隣の人をはじめ、まわりにわからないことを気軽に聞けるのが、すごくいいです。席が遠くてもわかる人に聞きにいけるようになりました。数学をやりたいと思っていたのですが、今は、数学と物理を学べる数理科学科を進路に考えるようになりました」
山口さん「自分の頭の中で考える授業です。しかもその場で理解できるようになります。考えに詰まることもありますが、そんなときはちょうど良く小林先生がきてくれるんです。授業中に「時計を見なくなった」のが一番の特徴です」

うになって。質問したり、教えあったりするなかで、考えが広がったり、理解が深まると感じています」
保屋松さん「隣の人をはじめ、まわりにわからないことを気軽に聞けるのが、すごくいいです。席が遠くてもわかる人に聞きにいけるようになりました。数学をやりたいと思っていたのですが、今は、数学と物理を学べる数理科学科を進路に考えるようになりました」
山口さん「自分の頭の中で考える授業です。しかもその場で理解できるようになります。考えに詰まることもありますが、そんなときはちょうど良く小林先生がきてくれるんです。授業中に「時計を見なくなった」のが一番の特徴です」

産業能率大学主催の「キャリア教育推進フォーラム」には、ライブ授業を出前して以来、毎年かかわっている。また、隔月で開催している「アクティブラーニング実践交流会」では、教員だけでなく、大学生や会社員や主婦などの参加も歓迎。多様な人と「質問」と「気づき」を通して相互に学ぶことを目指している。
つまりは、小林先生自身も、生徒たちと同じような学びを続けているのだ。
「知識や情報は日進月歩で進化し、先輩から教わったことをそのままやるだけでは通用しない時代になりました。目の前の問題を自分たちで吟味し、自らの気づきをもって乗り越える。そういった学習の力が、この時代には不可欠だと感じています。それは若者に限った話ではないんです。例えば定年が近い人も、退職で人生が終わるわけではないですよ。その後、これまでとはまるで違う日々が待っています。であれば、今のうちから未知のことにもふれて、学習する力を高めたほうが人生を楽しめると思うのです」
対話型の授業にしてからは、生徒たちから思いもよらぬ反応をもらうことも増えたが、今ではその「何が起きるかわからない」状況が楽しい。自分が気づきを得ることも多く、「生徒と共に成長する」実感も強まったという。
「私が今の形の授業を始めたのは55歳のときでした。『学習』と『成長』に、年齢的な限界はないと思っています」

授業で生徒につけさせたい力

	知識	能力	意欲・態度
つけさせたい力	<p>物理の法則・研究方法</p> <ul style="list-style-type: none"> センター試験がおおむね理解できるだけの知識。 教科書以外の関連するサイエンスの情報も理解できるようになるための基礎知識。 身近な現象を物理法則で説明できるだけの知識。 <p>現代社会の実態と生き方について</p> <ul style="list-style-type: none"> 工業化社会と知識基盤社会の違いについて。 「生きる力」やキーコンピテンシーへの理解。 	<p>質問する力、気づく力</p> <ul style="list-style-type: none"> 質問する・答える・話し合うなどのコミュニケーションを通して「気づく」体験を積ませる。 <p>主体的に活動する力</p> <ul style="list-style-type: none"> 話す、聞く、動くなど、課題のために今何をするか、授業中の行動は生徒自身に決断させる。 <p>プレゼンテーション力</p> <ul style="list-style-type: none"> IT機器を使った説明、質疑応答を体験させる。 	<p>科学の情報への探究心</p> <ul style="list-style-type: none"> 教科書以外の情報提供で興味の幅を広げる。 ネットなどで自力で調べることに慣れさせる。 <p>理論的に考えることを楽しむ姿勢</p> <p>チームで活動しようとする意欲</p> <ul style="list-style-type: none"> 感情的にならず理性的に考え、みんなで話し合うことの効果(一人よりも誤りの少ない考えや豊富な発想につながるなど)を実感させる。
その力が将来にどう生きる?	<p>技術職やクリエイティブ職で役立つ</p> <ul style="list-style-type: none"> ものづくり、航空宇宙、通信、Web、ゲーム、先端医療や理学療法など、多様な分野で、物理法則を踏まえた開発や操作を行う仕事がある。 <p>生活における科学リテラシーが高まる</p> <ul style="list-style-type: none"> 情報があふれる社会において、エセ科学やインチキな情報にだまされないようになる。 <p>時代に適応する生き方を模索できる</p>	<p>仕事の中で成長していける</p> <ul style="list-style-type: none"> 仕事では接客や書類作成や製造工程を1から10まで教えてもらえるわけではない。自分で考えて動き、わからないことは質問して学ぶものだ。 <p>さまざまなプレゼンに対応できる</p> <ul style="list-style-type: none"> 営業・販売職は商品のことをお客さまにプレゼンし、企画職や研究開発職はアイデアを管理職や関係部署、研究者などにプレゼンするものだ。 	<p>自分のフィールドで科学を応用できる</p> <ul style="list-style-type: none"> 生活安全のための科学的分析、技術を生かしたアート、科学ネタを入れたシナリオ制作など、必要に応じて自分で科学を学んでいける。 <p>先進的なプロジェクトで活躍できる</p> <ul style="list-style-type: none"> 現代はモノやサービスをチームで提供するのが基本。特に新規事業などは、各部門から人を選抜した専用のプロジェクトチームで臨むものだ。