

授業を進化!

思考を深化!

実践 アクティブ・ラーニング

物理

「スマホ」と「ぼそぼそ」で
学びの集団性を維持しながら、
個々の学びを最大限尊重する

●理数科学科2年生の「物理」の授業。「万有引力、単振動、遠心力」の単元(9時間)の最後の授業で、入試問題を基にした3つの問題を使った演習となる。複雑な解法テクニックが備わっていないまでも、原理原則が身につければ入試レベルの問題に対応できることを実感することが目標だ。(P.35に授業デザインを掲載)

09:45 演習スタート



この日に取り組む予定の(1)~(3)の3問が書かれた演習プリントを配布。まず、(1)について問題文のポイント(どのようなことを問われているのか)を説明した。平易で、字数の多い問題文を長々と生徒に読ませるよりも、考えさせる時間を優先したいという岡本先生。問題文の質によっても授業は変化する。



富山県立富山中部高校

岡本直樹 おかもと・なおき

教職歴13年。

同校に赴任して4年目。2学年担任。

アクティブ・ラーニングの実践は7年目になる。

岡本先生のアクティブ・ラーニング

スマートフォンで撮影した生徒のノートを
投影し、鍵となる「図」を全員で読み解く

演習形式となったこの日の授業では、岡本直樹先生が過去の入試問題をアレンジして作成した独自問題が使用された。(1)は、鉛直面内の円運動を題材に、各物体に働く力を考える問題だ。生徒の解答はほぼ2つに分かれたが、自分の解答の正当性は説明できるものの、もう一

富山県立富山中部高校

◎全人教育の理念と「鍛錬・自治・信愛」の伝統的精神を継承し、健全な心身、優れた知性、豊かな情操を培い、民主的で自主性・創造性に満ちた人間の育成に努める。

◎設立 1920(大正9)年

◎形態 全日制/普通科・探究科学科(理数科学科、人文社会科学科の総称)/共学

◎生徒数 1学年約280人

◎2016年度入試合格実績(現浪計) 国公立大は、東北大、東京大、東京工業大、京都大、大阪大などに207人が合格。私立大は、慶應義塾大、上智大、中央大、東京理科大、早稲田大などに延べ383人が合格。

◎URL <http://www.chubu-h.tn.ed.jp/>

09:55 ノートを投影し、共有する



スマートフォンで撮影したノートをプロジェクターで映し、生徒の解答を解説。「みんなの答えは、おおむね2つに分かれていますね。では、自分が正解だという理由ではなく、もう1つの答えが間違っているという理由を考えてください。人と相談しないで、まずは自分で考えて!」と岡本先生。しばし沈黙考する生徒たち。

09:50 生徒のノートを撮影する



岡本先生の「図を描きながら解こう」という言葉を合図に生徒が問題を解き始めた。先生は机間巡視しながら、数人のノートをスマートフォンで撮影。5分ほどして「隣近所ではぼそ話してみても」と先生。生徒は机を動かすことなく、近くの人と小声で相談。先生は生徒のつぶやきを拾い、「手を離れた瞬間のスピードは?」などと助言し、机間巡視を続けた。

方の解答が間違っていることを説明するのが難しいという、物理が得意な生徒にとってもなかなか厄介な問題だ。

「この問題は、正答率は低いですが、正解にたどり着くまでに、実は難しいテクニックを必要とします。この単元の中でそれまで学習してきた原理原則をきちんと理解しているかどうかを見るのに、とても適した問題なのです」

授業中、岡本先生は机間巡視をしながら生徒がノートに描いた図をスマートフォンで撮影し、プロジェクターに映し出すことがある。(1)の問題でも、答えが異なる2つの解答プロセスを撮影し、全体で確認しながら、「この図を見て、なぜ自分とは答えが違うのか。間違っている理由を考えて」と問いかけた。

「物理では正しく図を描くことが重要です。計算間違いの原因をたどると、図に間違いがあることが少なくありません。図の中に矢印1本を描けるかどうか重要な科目だからこそ、生徒が描く図は最良の教材です。とはいえ、生徒が板書すると時間もかかりますし、授業が中断することもあります。ICTは、生徒のノートの図を素早く映し出すことができるので、積極的に活用しています」

周囲との語り合いは 学びの選択肢として生徒に委ねる

授業では、岡本先生の「ぼそぼそ話してみても」

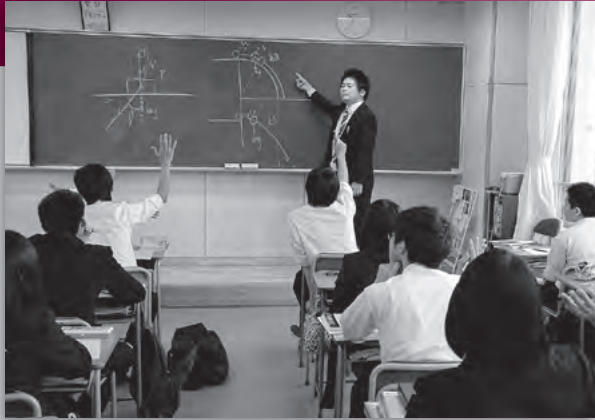
という言葉で、生徒同士の対話の場面が頻繁に訪れる。この日は、生徒が机を動かすことはなく、その場で体を左右、後ろに向けて、思い思いに近くの生徒と話すことを繰り返した。生徒の中には、ほかの人と話し合わず、1人で考え続ける生徒、教壇に立つ先生に質問や自分の考えをぶつける生徒もいた。

「授業中に話し合いの時間を意図的に設けることで、1人では解けない問題をみんなで解くことができる」と岡本先生もグループワークの価値を認めている。実際に、以前勤務した学校では、授業は最初から最後まで生徒をグループにして行い、特に中下位層の学力の底上げに成功したという。しかし現在は、いつ、どんなグループワークを行うかは、生徒の様子を見ながら臨機応変に決めている。

「最難関大学を目指す生徒が多い本校には、自分1人でじっくり考えて解答を導き出したいという生徒も多くいます。ですから、私の授業では、机を動かしてまでのグループワークはそれほど多くは取り入れてはけません。ただ、学力の高い生徒でも、1人で頭をフル回転させているうちに、ほかの見方、考え方に気がつかなくなっていることがあります。視野を広く持たせたいと判断した時に、『ちょっとぼそぼそ話してみても』と声をかけるようにしています」

生徒にとって岡本先生の「ぼそぼそ……」は、授業の山場を知る合図でもあるのだ。

10:10 正解にたどり着く



クラスの中で「2つの答えのうち、どちらが、なぜ間違っているか」を説明できる生徒が現れ始めた。さらに岡本先生は、「静止していないのに、つり合っていると言っているの？」などと生徒に問い、教室全体の理解を確認。原理原則に立ち返ることの大切さを改めて生徒に訴え、次の問題へと進んでいった。

10:00 活気ある「ぼそぼそ話」



再び「じゃあ、隣近所でぼそぼそ話してみても」と促す岡本先生。むしろ活発に、わいわいと話し出す生徒の声を拾い、「つり合いの式は?」「物体はどう動く?」など、教壇の上で生徒とポイントを確認しながら板書を進めた。その間、ある生徒は近くの人と意見交換を続け、別の生徒は板書中の先生に自分の気づきを率先して説明していた。

思考の活性化・深化への配慮

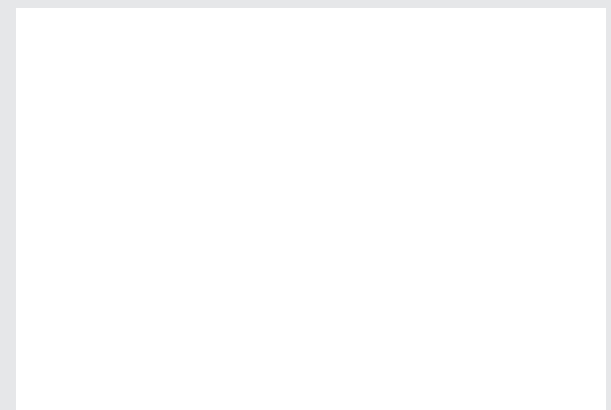
全員がやりがいを感じる問題と没頭する発問を準備する

岡本先生は「アクティブ・ラーニング（以下、AL）」とは、一言で言えば生徒の頭がフル回転している状態だと考える。そして、ALの成否を分けるのは教師の事前の教材研究だと断言する。

「特に本校の場合は、全員がジャンプしてようやく手が届くような問題、すなわち、原理原則の深い理解が問われるような問題を提示することが求められます。その上で、生徒が集中し、一人ひとりの呼吸の音が聞こえるくらいに没頭するような時間になる発問をしたいのです。今回の授業であれば『解答が二分する問題』『間違いの理由を説明することを求める生徒への発問』がそれにあたります」

実際、この日の授業では岡本先生の想定通り、生徒の解答は二分し、また最初から「もう1つの答えが間違いである理由」を説明できる生徒はおらず、先生の問いかけに応じるように、ぼそぼそと生徒同士が対話し、考える中で、少しずつ正解に近づいていく様子が見られた。

「それぞれが正解にたどり着いたと思ってるのに、実は誰もその理由を正確には説明できない。そうした良問を前になると、生徒は自然と近くの仲間へ声をかけて『あなたと私の答え



模型を使って、実際にどのような力が働くのかを確認する。岡本先生は生徒に「指にかかる力はどうな力?」「なぜ指は上に動いているの?」と問いかけ、自分の指で感じた力の向きやその理由を説明させ、教室全体で共有した。

場づくりへの配慮

「ぼそぼそ」に耳を澄ますことでそれぞれの学びのペースを尊重する

はどこで違ったのだろうか?』と話し合いたくなるものです。私から、『話し合ってください!』と言わなくても、生徒が自ら、しかも自分のペースでそうしたくなるような授業展開ができれば、グループワークの要素、醍醐味は授業におおくと生まれてくるのです」

同じ授業に臨んでいても、「あと少しで何かが見えてきそうだからヒントがほしい」という生徒もいれば、「今は話し合うよりも、自分1

授業デザインシート

【教科・科目】理科・物理

【分野・単元】力学・万有引力、単振動、遠心力

【テーマ・作品】万有引力、遠心力

【設定時数】9時間中の9時間目

【本時全体の目標】遠心力の性質、力のつり合いを原理原則に基づいて理解する。

学習内容	自校の生徒の特性を踏まえた各学習内容における主な目標(身につけさせたい力・姿勢)	左記の力・姿勢の「学力の3要素」への分類	左記の力・姿勢を育むための指導内容	教師による発問・働きかけの内容	教師が特に観察・配慮すべき点
授業の目標	本授業の目的・目標を理解し、達成点を理解する。	<ul style="list-style-type: none"> 技能 主体性 	【教師】 授業の目的、達成点を提示する。 【生徒】 授業の目的、達成点を理解する。		
ひものついた物体が円運動をし始める際の張力	遠心力の原理原則に基づいた考えができる。	<ul style="list-style-type: none"> 技能 思考力 判断力 協働性 	【教師】 ほかの生徒の解答を見て、自分と違う解答が出てきた時に、なぜ違うのかを考えさせる。教師が指示しない限り、ここまではまず1人で考えたい生徒が多い。時間を見て周りの生徒同士で意見交換させる。ほかの生徒の意見を聞いて納得した表情をした生徒に「なぜ、ははーんという表情をした?」と聞く。その生徒の説明を聞いたほかの生徒も納得した表情をするかもしれない。さらに、生徒の発言をつなぐ。 【生徒】 プロジェクターで映し出された図を見て、解答を確認する。片方が正解で片方が不正解であるため、不正解であるものについて、その理由を考える。	「点Aで手を離れた瞬間の張力は?」 「式を立てる前にどんな図を描いたか確認しよう」 生徒の描いた図をスマートフォンを使って、プロジェクターで映し出す。	2つの解答 ($T=mg\cos\theta$ 、 $T=mg/\cos\theta$) が得られると予測される。→どのような図を描いているかを見る。映し出された図を見た瞬間の生徒の表情を確認する(驚き、納得できた表情かどうか)。周りの生徒との意見交換で、間違いが分かった瞬間の生徒の表情(驚き・納得)を確認する。
中心の物体の動く条件	物体に働く力がうまく図示できる。	<ul style="list-style-type: none"> 技能 思考力 判断力 協働性 	【教師】 ほかの生徒が描いた力の図を見て、自分が描いた図とは違う力の矢印が描かれていた場合はなぜかを考えさせる。正解が出ない場合は、装置の状態を生徒に考えさせ、身近なもので代用できないかを考えさせる。 【生徒】 なぜ張力が2本動くのか分からない場合は、それを体感するためにどのように物で表現すればよいか考える。	「ひもが釘にあたった時の物体に働くつり合いの式を書こう」 生徒の描いた図をスマートフォンを使って、プロジェクターで映し出す。生徒から正解が出ない時(張力が斜め下方向しか描いていない状態の時)は、「斜め下方向の張力が加わったら垂直抗力はどう変化する?」と発問。 「実際に手元にあるものでこの状態を再現してみよう。本当に張力の方向はそれでよいか?」	張力のもう片方を考慮しない生徒が多数いると思われる。→張力の鉛直上方向の矢印が描けるかどうか。映し出された図を見た瞬間の生徒の表情(驚き・納得)を確認する。
円柱表面を転がる小球の運動と水平投射	円柱表面を転がる小球に働く力、水平投射で働く力から分かる小球の加速の様子を理解する。	<ul style="list-style-type: none"> 技能 思考力 判断力 協働性 	【教師】 2つの図の描く軌道が似ているので(実際は似ていない)、水平方向に進む時間の差はないように感じる生徒がいると思われる。まずは1人で考えさせてから生徒同士で確認させる。時間の差が垂直抗力が働く差だということが分かった生徒の中には、間違っただけの速度にも違いが生まれるのではないかと考えてしまう生徒もいると思われる。まずは1人で考えさせてから、生徒同士で確認させる。次に鉛直方向に同じ距離を進む時の時間を聞いてくる生徒もいると思われる。 【生徒】 なぜ水平方向に進む時間が違うのかの理由を考える。	「2つの図を見て、違う部分はどこか?どこの力が違ってきているのか?」	円柱表面の小球に働く力をうまく描けているか。垂直抗力は進行方向に垂直でエネルギーを増加させていないことに気づくかどうか。
まとめ	原理原則に基づいた考え方ができたかどうか。	<ul style="list-style-type: none"> 技能 思考力 判断力 	【教師】 難しい問題だが、どれも原理原則に基づいた考え方ができていない。それに気づくことが大切だということを伝える。		

*岡本先生作成の授業デザインシートを編集部が一部改編

人で考えたい」という生徒もいる。また、全体のペースを上回るスピードで内容を深く理解している生徒もいる。そのため岡本先生は、周囲と相談するかどうかを、生徒一人ひとりが自由に判断できる雰囲気づくりを心がけているという。「話し合って」とは言わずに「ぼそぼそ話して」と声をかけるのは、岡本先生の生徒への配慮の表れだ。また、授業の流れを止めて1人の生徒に発言をさせる場面は少なく、岡本先生が教室のあちこちから生徒が発する「ぼそぼそ」を拾い上げ、授業をつなぎ、くみ上げていく。

「授業中の対話は、視野を広げるきっかけとして重要ですが、一方で集中を妨げる雑音にもなりえます。だから私の授業では、『ぼそぼそ』がよいのです。その分、私が生徒の声に集中します。板書中、背後から聞こえたつぶやきを『今、Aさんが面白いことつぶやいたよね!』と逃さずに拾うのは、随分上手になったと自分でも思います」

とはいえ、生徒たちは決して小声でも寡黙でもない。特に解答の糸口が見え始めた頃には、「ぼそぼそ」という言葉があてはまらないほど、生徒たちの声のボリュームは原理原則の大切さを確かめるように大きく上がっていた。

「集団」というメリットを生かしながらも、何よりも個への学びの成果の還元を最重要視するのが、高い志望を持つ生徒が多い教室の中で岡本先生が目指すA1なのだ。