

11:45 前時の復習テスト



冒頭の15分間で、前時の学習内容の復習テストを実施。射手先生は、机間巡視をして生徒の理解度を確認し、「先を急ぎたいのは分かりますが、増減表は丁寧に書きましょう」などと助言した。テスト開始から10分後、生徒の様子を見て、つまづいた場合のヒントを、パソコンの解説用モニターに映し出した。

授業 ハイライト

●2年生「数学Ⅲ」の「微分法の応用」で、全19時間のうちの15時間目。関数グラフ作成のソフトウェアを用いて、「陽関数」「陰関数」「媒介変数表示で表された関数」のグラフを作成し、関数の理解と考察を深めた。(P.33に単元の指導計画を掲載)

主体的・対話的で
深い学びへ

実践 アクティブ・ラーニング

数学

生徒主体の問題解決を通して
数学の面白さに気づかせ、
確かな学力と主体性を養う

射手先生のアクティブ・ラーニング

教師が教え込む授業から 生徒の主体性を生かす授業に

射手^{いって}基先生は、教職に就いたばかりの頃、大
学入試対策を重視し、講義主体の授業を行って
いた。当時から一定の実績を出していたが、一
生懸命指導しても空回りしていると感ずること
があったという。

「私の指導後の充実感と、生徒の意欲や学力



東京都・私立高輪中学高校

射手基 いって・もとき

教職歴17年。同校に赴任して18年目。
進路指導部。数学科主任。
2010年頃から、ICTを活用した
アクティブ・ラーニングの授業を実践している。

東京都・私立高輪中学高校

◎京都西本願寺によって創立された「普通教
校」が前身。1947(昭和22)年に現校名に
改称。2014年度、高校からの入学者の募集
を停止して完全中高一貫校となった。校訓に
「自主堅正」を掲げ、中高一貫教育を通じて「豊
かな学力と自主精神」の育成を目指す。

◎設立 1885(明治18)年

◎形態 全日制/普通科/男子校

◎生徒数 1学年約200人

◎2019年度入試合格実績(現役のみ)

国公立大は、筑波大、千葉大、電気通信大、
東京外国語大、東京工業大、一橋大、横浜国
立大、京都大などに27人が合格。私立大は、
慶應義塾大、上智大、東京理科大、早稲田大
などに延べ426人が合格。

◎URL <https://www.takanawa.ed.jp/>

12:05 陽関数のグラフ作成



本時のテーマに移った。演習プリントに沿って、各自、パソコンの関数グラフ作成ソフト GRAPES (*) を使い、2次～4次関数のグラフを作成。続いて、未習の5次関数のグラフの概形や特徴をグループで予想した。射手先生は、「間違えてもよいかから、グループで考えをまとめて」と意見交換を促した。その後、グループごとにグラフを作成して予想を検証した。

12:00 模範解答の配布と自己採点



解答用紙を回収した後、模範解答を配布。生徒は自分の解答を思い出しながら、模範解答を読み、理解できなかった点を隣の席の生徒に質問するなどして、疑問点を解消した。射手先生は、多くの生徒が苦戦していたポイントを、モニターを使って解説しながら、「各自、できなかったところはしっかり復習して、理解を確かなものにしておきましょう」と助言した。

は、必ずしも比例していませんでした。私が一方的に生徒に教えてばかりで、生徒が問題を解決する楽しさを感じられる指導になっていないことに原因があると考えました」

そうした問題意識の下、9年程前から授業改善に取り組んできた。重視したのは、生徒の主体性を生かすことだ。教師による解説は、重要事項に絞ることと15分程度にとどめ、授業の大半を、生徒が自ら考えたり、周囲の生徒と相談したりして、演習プリントに取り組む活動に充てた。

「私が引っ張って、生徒を正解に導くのではなく、あくまでも生徒が自分で問題を解決する経験を積み重ねることで、数学を学ぶ楽しさに気づき、自信を持たせたいと考えています」

そのため、自分で問題を解く上で必要となる基礎・基本を身につけさせることにも力を入れている。

「『自分の力で解けた』といった達成感がないと、問題を解く楽しさを感じられず、『もっとやりたい』という意欲につながらないでしょう。そして、『自分の力で解く』ためには、基礎・基本が重要です」

毎回、授業冒頭の10～15分間で、前時の学習内容の復習テストを実施。解答の制限時間を過ぎると模範解答を配布し、解けなかった問題は模範解答を読んだり、周りに質問したりして、疑問点を解消するように促す。

理系クラスでは、週2回、朝学習で小テスト

を行う。事前に出題内容を伝え、「準備をすれば解ける」と自信を持たせるようにしている。

思考の活性化・深化への配慮

発展的な学びを通じて、一層の関心と主体性を引き出す

生徒が演習プリントに取り組み、射手先生は教室を回り、生徒の理解度や進捗を確認する。生徒から質問を受けると、あえて教室全体に聞こえるように大きな声で、着目してほしいポイントなどを伝える。

「生徒がつまずくところは大体共通しているので、そのつまずきの解消に参考となる情報を提示します。私が最初に解説する内容を絞っている分、演習時に細かな点を補足しています」さらに、「間違えてもよいから結論を出そう」と何度も言い、失敗を恐れずにチャレンジすることを促している。

「理解できないことに直面すると、途端に思考が止まってしまう生徒がいます。そうした分らない時こそ、粘り強く考え続けることが大事ですから、授業では、諦めずに取り組もうと繰り返し伝えていきます」

そうした指導によって確かな学力を養いながら、学期に数回、発展的な学びを通じて数学への関心を一層喚起し、主体的に学習に取り組む態度の醸成を図っている。

今回の「微分法の応用」の単元では、関数の

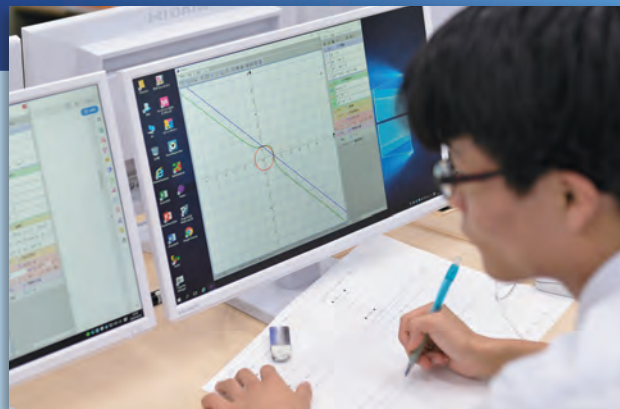
* 元大阪教育大学附属高校池田校舎教諭の友田勝久先生が開発した関数図形描画のできるフリーソフト。

12:25 媒介変数表示で表された関数のグラフ作成



サイクロイド曲線やカージオイド曲線のグラフを作成し、グループごとにアステロイド曲線の概形・特徴を予測。難易度が高い課題に対して、活発に意見を交わしていた。射手先生が「今、作成したグラフはどこかで見なかった？」と問うと、表示方法は異なるが、陰関数で作成した例題のグラフと形が同じだと生徒たちは気づき、教室中から驚きの声が上がった。

12:15 陰関数のグラフ作成



陰関数の $x^n+y^n=1$ の $n=1,2,3$ の場合のグラフを作成後、 $n=6$ や $n=\frac{2}{3}$ とした場合の陰関数の概形や特徴についてグループで予想し合った。射手先生は、「 $n=1,2,3$ の3つのグラフをよく見ると、規則性が見えてこないかな？」などとアドバイス。グラフ作成後は、「グラフの凸性はどうなっている？」と、検証結果の考察において必要な観点を示した。

場づくりへの配慮

学び合いを大切にしながら、1人で解きたいという思いも尊重

射手先生がグループワークを取り入れた当初は、話し合いがなかなか活性化せず、生徒間で沈黙が続くことがあった。

「学力の高い生徒ほど活発に意見を出すだろうと考えていましたが、実際には全く逆でした。『自分の力で解きたい』『ほかの生徒に負けたくない』といった意識の生徒が多く、1人で問題に取り組み姿が見られました」

それでも射手先生は、グループワークの時間を確保し続けた。一方で、生徒の思いを尊重し、「どうしても分からない時に相談すればよ

い」と、無理に話し合いを促すことはしなかった。すると、難易度が高い問題の時に生徒同士が話し合うようになり、次第に標準的な問題の時も、分からないことを質問し合うようになったという。本時でも、比較的難しかった「媒介変数表示で表された関数」のグラフ作成で、生徒は活発に話し合っていた。

成果と課題

授業に一層真剣に取り組み、自主的に数学の議論をするように

改善が進むにつれ、以前にも増して生徒が真剣に授業を受けるようになり、「数学の問題を解く楽しさが分かった」といった声が多く聞かれるようになった。生徒が授業開始5分前には準備を整えて着席するようになったことにも、学習への前向きな姿勢が表れている。そうした変化に伴い、学力も着実に高まっているという。

また、休み時間や放課後に、生徒同士で数学について議論する姿が見られるようになったことも大きな成果だと、射手先生は捉えている。

「以前は、数学は1人で問題を解く教科だと考えている生徒が大半でした。そうした側面もありますが、他者と議論して考えを広げてこそ、学びは深まります。社会に出れば、1人で解決できない問題ばかりです。今後も、数学の授業を通して、協働して学び、問題を解決する大切さや喜びを伝えていきたいと思っています」

単元の指導計画

【教科・科目】数学・数学Ⅲ 【分野・単元】微分法的应用 【テーマ・作品】関数のグラフ 【設定時数】全19時間の中の15時間目 【単元目標】微分法を用いて関数の増減やグラフの凹凸などを考察し、微分法の有用性を認識して、具体的な事象の考察に活用できるようにする。

時数	学習内容	身につけさせたい 資質・能力	授業の流れ	教師の配慮	評価方法
1	接続① 接続と法線	接続の方程式と法線の方程式を理解し、陽関数・陰関数・媒介変数表示で表された関数それぞれの曲線に対して、接続の方程式と法線の方程式を求めることができる。 【知識、技能、思考力、判断力、表現力、主体性、多様性】	①接続の方程式(公式)と法線の方程式(公式)について説明。 ②例題解説を通じて、陽関数・陰関数・媒介変数表示で表された関数それぞれの曲線に対して、接続の方程式と法線の方程式の求め方を説明する。 ③演習プリントで生徒に実際に問題演習させ、自分で解けるようにさせる。 ④時間が余った生徒には、完成ノートに取り組ませる。	【主体的な学び】説明・例題解説は、分かりやすさ(特に媒介変数表示で表された関数)と効率を重視して進める。問題演習の時間を十分に確保し、授業時間内での理解・基礎学力の定着を図る。【対話的な学び】机間指導では、生徒の手が止まっているタイミングで、有効なアドバイスを。適宜、生徒個別に対応する。【深い学び】余力のある生徒には、陽関数・陰関数・媒介変数表示で表された関数それぞれの曲線と接続・法線のグラフを描かせ、その位置関係を視覚的に捉えさせる。	<ul style="list-style-type: none"> 授業内の主体的な取り組み。 完成ノートの進捗状況。
14	関数のグラフ ⑥ 関数のグラフのまとめ	導関数と第2次導関数を利用して、定義域・対称性・増減・極値・凹凸・変曲点・漸近線などを調べ、陽関数・陰関数・媒介変数表示で表された関数それぞれのグラフの概形を描くことができる。 【知識、技能、思考力、判断力、表現力、主体性、協働性】	①前時の内容(媒介変数表示で表された関数のグラフの概形の描き方)の定着度を確保するため、最初に復習テストを行う。 ②演習プリントで生徒に実際に問題演習させ、陽関数・陰関数・媒介変数表示で表された関数のグラフの概形の描き方を復習させる。 ③時間が余った生徒には、完成ノートに取り組ませる。	【主体的な学び】復習テストで前時の学習内容の定着度を確保する。演習プリントを通じて、前時までの学習内容を総復習させる。特に重要な分数関数のグラフは、概形の描き方に関して改めて指導する。【対話的な学び】復習テスト終了後、4人1グループで演習プリントの問題演習に取り組ませる。解答の制限時間が来たら、演習をいったん止めて、互いの解答を見ながら疑問点とそれに対する意見を出し合い、理解を深めさせる。必要に応じて、教師がヒントを出す。【深い学び】分数関数をベースとして、グラフの描き方とその工夫について、改めて理解させ、グラフを描けるようにする(グラフの概形のイメージを膨らませる)。	<ul style="list-style-type: none"> 復習テストによる基礎学力の定着度の確認。 授業内の主体的な取り組み。 協働的な学びに対する姿勢。 完成ノートの進捗状況。
15	関数のグラフ ⑦ コンピュータ いろいろな 曲線	関数グラフ作成ソフトを利用して、前時までに学習した陽関数・陰関数・媒介変数表示で表された関数それぞれのグラフの概形をパソコンの画面上に描き、グラフについての理解および考察をさらに深める。 【知識、技能、思考力、判断力、表現力、主体性、多様性、協働性】	①特に重要な内容(分数関数のグラフの概形の描き方)の定着度を再確認するため、最初に復習テストを行う。 ②関数グラフ作成ソフトを利用し、演習プリントに掲載されている、前時までに学習した陽関数・陰関数・媒介変数表示で表された関数のグラフをパソコンの画面上に描き、グラフについての理解および考察を深める。	【主体的な学び】復習テストで前時の学習内容の定着度を確保する。関数グラフ作成ソフトを使い、前時までに学習した関数のグラフをパソコンの画面上で描く実体験を通して、グラフについての理解を深めさせる。【対話的な学び】復習テスト終了後、4人1グループで関数グラフ作成ソフトを使い、前時までに学んできたグラフを描かせる。できないことや分からない点は、グループのメンバーに教えてもらいながら、主体的に取り組ませる。必要に応じて、教師がヒントを出す。【深い学び】関数グラフ作成ソフトでグラフを描く前に、どのような概形になるかをイメージさせる。実際のグラフと比較し、気づいたことを授業プリントに記入させる。また、授業プリントにある考察問題についても、グループごとに考えをまとめさせる。	<ul style="list-style-type: none"> 復習テストによる基礎学力の定着度の確認。 授業内の主体的な取り組み。 協働的な学びに対する姿勢。 完成ノートの進捗状況。
16	方程式・不等式への応用① 不等式の証明	関数のグラフを利用して、不等式を証明することができる。 【知識、技能、思考力、判断力、表現力、主体性】	①例題解説を通じて、関数のグラフを利用した不等式の証明を理解させる。 ②演習プリントで生徒に実際に問題演習させ、自分で解けるようにさせる。 ③時間が余った生徒には、完成ノートに取り組ませる。	【主体的な学び】例題解説は分かりやすさ(特に2種類の証明方法)と効率を重視して進める。問題演習の時間を十分に確保し、授業時間内での理解・基礎学力の定着を図る。【対話的な学び】机間指導では、生徒の手が止まっているタイミングで、有効なアドバイスを。適宜、生徒個別に対応する。【深い学び】大学入試を見据えて、しっかりした証明を書けるよう、生徒の様子を見ながら、きめ細かく指導する。	<ul style="list-style-type: none"> 授業内の主体的な取り組み。 完成ノートの進捗状況。

*射手先生作成の単元の指導計画を基に編集部で作成。単元の指導計画の全19時間分は、ベネッセ教育総合研究所のウェブサイト(<https://berd.benesse.jp/>)からダウンロードできます。「HOME→教育情報→高校向け」をご覧ください。

生徒の声



石井 謙さん 射手先生の授業を通して、粘り強く考えて答えを導き出す数学の面白さを知りました。

そして、答えに迫る方法の1つとして、グループワークが有効であることも学びました。まずは自分で問題に取り組んだ上で、グループ内で解答を突き合わせ、ほかに解法がないかを確かめることなどを通じて、考えの幅を広げています。分からない問題は、謙虚な気持ちで質問することも大事だと思ようになりました。今日の授業でも、媒介変数表示で表された関数のグラフの概形が分からず、「みんなはどう?」と質問し、グループのメンバーの考えを聞いたことで、概形をイメージすることができました。今では、数学以外の教科・科目についても、休み時間や放課後に友人と教え合うようになりました。



幸田 大翔さん 射手先生の授業では、先生の解説を聞いた後、自分でじっくり考えたり、「こういうアプローチもあるよ」といった友人の助言を参考にしたりと、頭を働かせる場面が多く、理解が深まりやすくなりました。授業進度が速くて気は抜けませんが、50分間みっちり学び、新しい知識を得たり、できなかったことができるようになったりする充実感があります。

今日の授業では、「5次関数の極値は最大で4つだと思おう」という私の意見に対して、グループのメンバーが「n次関数の極値は、最大で(n-1)個だよ」と発言し、「そう一般化できるのか」と感じました。そうして理解したことはずっと忘れないうちに、考えを伝え合う学習を繰り返す中で、抽象的な内容を他者に分かりやすく伝える力がついてきたと感じています。