

生徒の数学的な思考力・表現力を高める授業づくりを目指して
－ 主体性を引き出す課題設定の工夫と伝え合う活動を通して －

石巻市立門脇中学校 佐藤 裕二

1 目指す授業像

- (1) 身近な場面の中から問題の提示を行い、課題を設定することで、生徒の主体性を引き出すことができる授業
- (2) 自分の考えをまとめ、グループ等で伝え合う活動を取り入れた授業を展開することで、生徒一人一人の数学的な思考力・表現力を高めることができる授業

2 研修テーマ・目指す授業像に迫るために

数学の学習においては、思考力、判断力、表現力を養うために、自分の考えを分かりやすく説明したり、互いに自分の考えを表現し伝え合ったりする力を高めることが求められている。思考力、判断力、表現力は、数学的な見方・考え方を働かせながら、活用していくことが求められているが、本校生徒の全国学力・学習状況調査の結果を観点別に見ると、数学的な見方や考え方、数学的な技能の正答率が低いことが分かった。また、自分のこれまでの授業実践を振り返ってみると、一方的に解法を説明し、問題練習に取り組みせることに多くの時間を費やすような授業が多かった。本校の生徒の実態として、課題に集中して取り組むなど、与えられた課題には意欲的に取り組むものの、自分の考えを发表或し、説明したりすることに苦手意識を持つ生徒が多い。数学の授業に関する意識調査からも、数学の学習に対する学習意欲の低下や数学的な表現を用いて理由を説明することに課題を感じる。

そこで、生徒が主体的に学習に取り組み、数学的な思考力・表現力を高めることができるように、次の3つの視点で授業改善に取り組み、実践を行った。

(1) 生徒の主体性を引き出す課題設定の工夫

導入の段階で、ICT機器や具体物、イラスト等を用いて、生徒が問題を理解しやすいような提示の仕方を行う。また、生徒が問題を見通し、「自分の力で解いてみたい」と感じるような主体性を引き出す課題の設定をする。

(2) 生徒が自分の考えをまとめ、表現できるようになるためのワークシートの工夫

ワークシートは、吹き出しを使って自分の考えを書き出すことができるようにする。吹き出しの形に種類を設け、分かったことや大事なポイントだけでなく、何が分からないのかも書き出せるようにする。振り返りやまとめの際には、学習のポイントや気付いたことを、自分の言葉でまとめさせるとともに、友達の考えも記入できるようなスペースを確保したワークシートの作成を行う。

(3) 授業の内容や生徒の実態を踏まえ、伝え合う活動を取り入れた授業の構成

ペア学習やグループ学習などの学習形態を取り入れる中で、自分の考えをまとめ、伝え合う場面を設定する。自分の考えを表現することと合わせて、他者の意見を聞き、比較、検討することで、自分と同じ考えに気付いたり、違う考えを理解したりすることができる。また、まとめた内容や考え方を伝える際には、言葉、式、図、グラフ等の数学的な表現を用いて、他者に伝わりやすく説明することを意識させる。

3 I期の取組について 【単元名「2次方程式」(東京書籍 新編新しい数学3)】

(1) 研修テーマに迫るための手立て

I期では、中学校3年生「2次方程式 2節 2次方程式の利用」の単元において、授業実践を行った。身近な場面から問題を提示し、花壇の面積を求めるためには、どのように通路を配置していけばよいのか、どんな方法があるのかなど、様々な求め方を考えさせることで、意欲的に学習に取り組

めるよう促すことができると考えた。本実践では、「数学的な思考力・表現力の高まり」を、グループ等で話し合う前後の考え方の変化について、事象を数学的に捉え、言葉、式、図、グラフ等の数学的な表現を用いて、自分の言葉で書くことができたかどうかに着目して研修を進めた。以上のことを踏まえ、研修課題解決のために次の手立てを講じ、授業実践を行った。

(2) 具体的な取組

① 生徒の主体性を引き出す課題設定の工夫

導入場面では、身近な場面から問題を提示し、具体物を黒板に貼り、学習意欲が高まるようにした。その後、個人思考の時間を確保し、どのような考え方で解くことができるのか見通しを持たせる時間を確保した。求めたいものを x と置き、方程式で求められることに気付かせ、課題設定の場面では、生徒の言葉を生かして本時の課題を設定するように、授業を展開した。

② 生徒が自分の考えをまとめ、表現できるようになるためのワークシートの工夫

ワークシートは、吹き出しを使って、自分の考えを書き出せるようにした。吹き出しの形に種類（図1）を設け、その吹き出し内に、分かったことやポイントとなる言葉、式などを書き出すように指示した。また、分からない点についても、何が分からないのか、書き出すように指示し、その点について、アドバイスできるようにした。ワークシートには、自分の考えや求め方を記入する部分の他に、友達の考えも記入できるように解答欄を準備した。友達の求め方と比較することで、生徒の理解を深められるように構成を意識した。解く手順を確認する際には、どのような点に気を付けて立式し、答えを求めていけばよいのかを、「学習のポイント」にまとめさせることで、いろいろな問題にも対応できるようにした。

頭の中を「見える化」シート！！	
吹き出しの種類	
	自分の考え、思いついたもの ポイントとなる部分 など
	分からないところ 疑問に思っているところ 友達に聞きたいところ など
	友達へのアドバイス・ヒント・考え方 など
	分からなかったところ、疑問に思っているところが解決 出来たら、ほこを囲む。 <input type="checkbox"/> 疑問解決！ → <input type="checkbox"/>
	説明するときのポイントのときに使う 黒板で説明する際や、友達に教えるときに大切な考え方

図1 吹き出しの種類

③ 授業の内容や生徒の実態を踏まえ、伝え合う活動を取り入れた授業の構成

ペアやグループで話し合う場面を設定した。話し合う際には、話し合いの目標を生徒に伝えてから、互いの考えを共有させることで、個人の考えを深めさせる授業構成とした。個人思考の場で書いた吹き出しを基に、話し合いを進め、方程式をつくるように指示した。互いの吹き出しについて、説明したり、質問したり、見直したりすることで、自分の考えを深め、数学的な思考力・表現力を高めていけるようにした（図2）。話し合いが進まないグループには、具体物を用いて実際に通路を移動させても面積は変わらないことをイメージさせ、花壇の1辺の長さを文字で表すことで、立式への手掛かりとなるようにした。



図2 グループでの話し合い

(3) 成果と課題（○成果 ▲課題）

① 生徒の主体性を引き出す課題設定の工夫

○ 問題を見通す際に、吹き出しに自分の考えを書かせていくことで、問題を解くために必要な考え方や値を引き出すことができた。そこから、「求めたいものは通路の幅だ」「文字を使えば解けそうだ」と考える生徒が多く見られ、「方程式をつくって、問題を解こう」と、本時の課題を設定することができた。

▲ 問題を提示した際に、値の確認や花壇と通路がどの部分なのか、全体での共通理解が不十分だった。そのため、どこを求めるのか、どこが花壇なのかなど、分からないまま個人思考に進んでいた生徒も見られた。そのため、個別指導に多くの時間を費やしてしまった。生徒の実態をしっかりと把握し、授業を進めていくことが大切であると感じた。

▲ 見通す場面で、生徒が書いた吹き出しを黒板に貼るなどの工夫をし、課題設定に生かしていく流れであると、スムーズに課題の設定が行えたと感じた。たくさんの意見を生徒に出させ、方程式で解くことの有用性に気付かせていくことで、より課題が明確なるのではないかと考えた。

▲ 花壇の通路を端に寄せるイメージを持たせるまでに時間がかかってしまった。「小学校では、どのように学習してきたの？」と確認していったが、ほとんどの生徒が内容を覚えていなかった。小学校での学習内容であっても、全体で丁寧に確認するなど、既習事項を思い出させる工夫が必要だった。

② 生徒が自分の考えをまとめ、表現できるようになるためのワークシートの工夫

○ ワークシートに分かったことやポイントとなる言葉、式などを書き出させる際に、自分自身が悩んでいる部分についても書き出させることで、ほとんどの生徒がワークシートに記入することができていた。また、吹き出しに自分の考えや大事な部分を書き出していくことで、思考の流れを可視化することができ、立式に必要なポイントの明確化を図ることができた。友達の吹き出しを参考にするすることで、通路を端に寄せて花壇の面積から方程式をつくる生徒や通路の面積から方程式を考えていく生徒、具体的な数字から通路の幅を求めていく生徒など、多くの考えを書き出せていた(図3)。

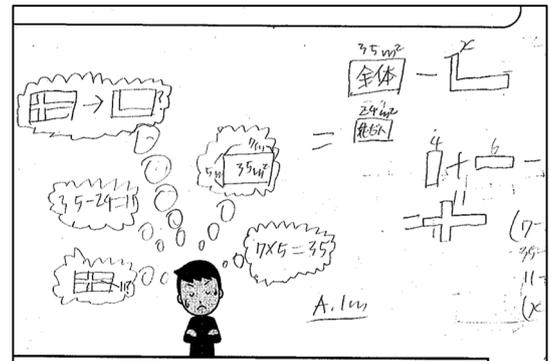


図3 吹き出しを使用したワークシートへの書き込み

▲ 板書をワークシートに記入させる際、指示が曖昧であったため、黒板の内容を書かずにそのまま活動する生徒が見られた。全体で、大事なポイントとして押さえ、全員が記入する時間を確保したり、ペアで書いてあるかどうか確認したりするなどの工夫が必要だと感じた。

▲ ワークシートに吹き出しを書き出す場所についても、問題文の周りに書き出していくなど、生徒が見やすく考えやすい位置に、吹き出しを書き出す工夫が大切であると感じた。

③ 授業の内容や生徒の実態を踏まえ、伝え合う活動を取り入れた授業の構成

○ グループの中で、分からないことを聞いたり、自分の考えを説明したりする姿が見られ、生徒たちは積極的に自分の考えを友達に伝えることができていた。また、友達の吹き出しと比べたり、確認したりすることで、自分とは違う考えや数学的な表現に触れることができた。黒板を使って全体で式を確認する際には、板書した代表生徒以外の生徒に説明をさせることで、立式の考え方の共有を図ることができた。

▲ グループでの活動に時間をかけすぎ、文章問題を解く手順をまとめる場面まで行うことができなかった。通路の移動に気付かせるまでに多くの時間を費やし、各グループへの対応に時間をかけすぎたことで、展開の後半まで行う時間が足りなかった。生徒から、どのような考えを出させるのか、どこまで説明させるのかなど、事前に教師側がしっかりと押さえていくことが大切であると痛感した。授業全体の時間配分を考えて、まとめや適用問題を解く時間を確実に確保できるようにしていきたい。

▲ 話し合いの目標は提示していたが、実際の活動では、ペアで行う活動とグループで行う活動の区別が曖昧であった。グループの形態でペア学習を行ったため、ほとんどの生徒がすぐに4人グループで話し合ってしまった。どの形態で、何を話し合わせたいのかを教師側が押さえることが大切であると感じた。

▲ 個人思考の時間が足りず、自分の考えを持ってないまま、グループでの話し合いを行ったため、友達の考えのみを参考にして、解決を図る生徒も見られた。「ここまでではできた」という達成感を持たせるためにも、「通路を動かしたイメージを持たせる」→「xを使って縦と横の長さを表

す」→「立式」→「2次方程式を解く」など、スモールステップを設定し、授業を展開していく工夫が必要だった。

4 II期の取組について 【単元名「関数 $y=ax^2$ 」(東京書籍 新編新しい数学3)】

(1) 研修テーマに迫るための手立て

II期では、授業の導入や展開の場面で、視覚的に問題が把握できるように、電子黒板や実物投影機などのICT機器を利用した。また、本時の課題を提示した後に、問題の答えだけでなく、求め方のよさについても考えながら進めるように、事前にその後の流れを確認した。課題解決の場面では、個人思考の時間を十分に確保した後、全体で互いの考えを説明したり、確認したりする中で、数学的な表現を意識させた。早めに答えが求められたり、どちらか一方のみを用いて考えていたりした場合は、もう一方での考え方も取り組んでみるように促した。悩んでいる生徒には、補助プリントを与え、表を用いて考えていくように指示した。その後、それぞれの求め方のよさやポイント、難しさについて考えさせ、全体で共有することで、表や式、グラフを相互に関連付けて考えていくことの大切さに気付かせることができる授業展開を考えた。

(2) II期の具体的な取組

① 生徒の主体性を引き出す課題設定の工夫

導入の場面では、電子黒板を使い、電車と自動車の様子をイラストの動きで確認することで、時間と距離の関係性についてイメージを持たせ、問題の共通理解に努めた。また、電車と自動車の動きを確認する中で、関数の関係性に気付かせるように一定の速さやだんだん速くなるという言葉に注目させた。見通す場面では、吹き出しを利用して、どのように考えていけばよいのかを生徒に書き出させた。そして、黒板に何名かの生徒の吹き出しを掲示し、問題解決の見通しを持たせた上で課題を提示した。

② 生徒が自分の考えをまとめ、表現できるようになるためのワークシートの工夫

問題を提示した後、分かったことやポイントとなる言葉、疑問に感じたことなどを、吹き出しを利用して生徒に書き出させた。吹き出しを利用して、自分の考えを可視化することで、見通しを持って問題に取り組めるようにした。また、ワークシートには、表、式、グラフそれぞれの考え方で求めることができるように解答欄を準備した。表を作成し、その表の値を用いてグラフに表すことができるように、関連付けた構成を意識した。指示を出す際には、生徒の考え方や習熟度に合わせて、どの解き方から問題に取り組んでもよいことを伝え、ワークシートに取り組ませた。そして、問題の答えだけでなく、それぞれの求め方のよさやポイントを記入できる欄を設け、表や式、グラフを相互に関連付けて考えていくことの大切さに気付かせることができるように授業を行った。

③ 授業の内容や生徒の実態を踏まえ、伝え合う活動を取り入れた授業の構成

自分の考えをしっかりと持たせるためにも、個人思考の時間を十分に確保した。全体で互いの考えを伝え合う際には、表、式、グラフのどの方法で考えたのか、代表者に説明させ、補足があれば他の生徒に付け足させた。そして、表や式、グラフそれぞれの求め方のよさやポイント、難しい点などを考えさせ、互いに共有することで、生徒一人一人の数学的な思考力・表現力を高めたいけるように配慮した。

(3) 成果と課題 (○成果 ▲課題)

① 生徒の主体性を引き出す課題設定の工夫

- 本時の課題「それぞれの求め方には、どのようなよさがあるだろうか」と提示した際に、追いつく時間を求めるだけでなく、求め方のよさやポイントについても考えながら取り組むように、事前に説明を加え、今後の流れを示すことで、後半の活動への流れがスムーズにできた。
- ICT機器を活用することで、生徒の意識を集中させ、関心を高めることができた。電子黒板に電車と自動車の動きが分かるように問題を提示することで、それぞれの動きについてイメ

ージを共有することができた（図4）。

- ▲ 導入の時間が長かった。丁寧に説明することで、全体での問題把握ができたが、導入の時間が長かったため、その後の活動時間に余裕がなくなり、適用問題まで取り組むことができなかつた。授業全体の時間配分を考えて、適用問題を解く時間や振り返りを共有する時間を確実に確保できるようにしていきたい。

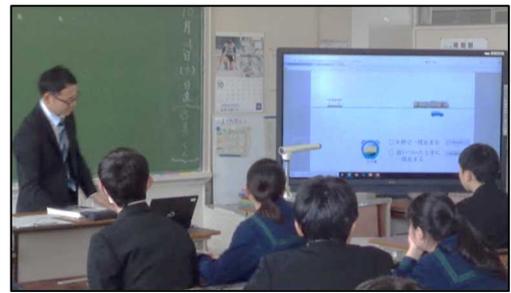


図4 ICT機器の活用

- ② 生徒が自分の考えをまとめ、表現できるようになるためのワークシートの工夫
 - 吹き出しを利用し、ワークシートに大事な値や何を利用して求めていくのかなどを書き出させた。その際に、それぞれの求め方において、「自動車に追いつく＝距離が同じ」という事象が、どのように表れるのか、また、どこに着目して求めていけばよいのかまで、全体で確認したため、その後の活動において、何も書けないという生徒がいなかった。

- ワークシートを表、グラフ、式のどの方法からでも取り組めるように作成したため、生徒の理解度に合わせて、個人思考の時間に活用することができた。また、補助プリントを準備することで、数学が苦手な生徒にとっても、表を用いて追いつく時間を求めることができていた（図5）。

電車が駅を出発してx秒間に進む距離をymとすると

○表を使って考える $y = 10x$

自動車	x	10	20	30	40	50	60
	y	100	200	300	400	500	600

$y = \frac{1}{4}x^2$

電車	x	10	20	30	40	50	60
	y	25	100	225	400	625	900

表で求めるポイント

表で求める長さ
○同じ値が出るから何と何と見ると追いつく
日時間から分かる
→1つの層のものが変わる
△両方同じで何に何と求める

図5 生徒の記入したワークシート（抜粋）

- ▲ 吹き出しを作らずに、すぐに計算を行っている生徒も見られた。自分の考えを整理するためにも、ポイントとなる言葉や式、必要な値などを、強調したり、吹き出しを活用したりして、可視化することも大切であると意識させていきたい。

- ③ 授業の内容や生徒の実態を踏まえ、伝え合う活動を取り入れた授業の構成
 - 実物投影機を利用し、それぞれの求め方について、代表生徒のプリントを電子黒板に表示することで、代表生徒の説明に意識を集中させることができた。また、補足の説明を教師ではなく、代表生徒以外に確認することで、全体での理解を深めることができた。
 - それぞれの求め方のよさについて考える際に、求めやすい部分だけでなく、求めづらい場合についても考えさせることで、より一層理解を深めることができていた。また、ペアや全体で共有する場面を設けることで、相手に分かりやすい表現で伝えようとする意識を高めることができた。
 - ▲ 学んだことや考えたことのまとめ方に個人差を感じた。数学の用語を用いて説明していくことの大切さや必要性を認識し、日頃の授業においても意識させていくことが重要であると感じた。

5 1年間の総括

(1) 研修の成果

① 生徒の主体性を引き出す課題設定の工夫

生徒にとって身近な問題場面を取り上げること、具体物やICT機器を活用した課題の提示の仕方を工夫すること、課題解決に向けた見通しを持たせることに重点を置いて実践を行った。身近な問題場面を取り上げることやICT機器を活用することで、問題場面のイメージを共有することができ、自分の力で考えてみようとする前向きな姿勢につなげることができた。特に、電子

黒板を用いたことによって、板書や言葉による説明だけでは表現することが難しい内容でも、生徒に視覚的に捉えさせることができ効果的であった。また、課題解決に向けた見通しを持たせることで、一人一人が自分の考え持ち、その後の自力解決の際には、全員がノートやワークシートに記入することができてきた。

② 生徒が自分の考えをまとめ、表現できるようになるためのワークシートの工夫

ワークシートは、自分の考えを持たせるために、分かったことや疑問に思っていることを整理させ、自分の考えと友達のことを比較できるように作成した。自力解決の際は、ワークシートに吹き出しを利用して、ポイントとなる言葉や式、図などを書き出させた。また、課題解決する上で、大切な式や考えを書き出すだけでなく、分からないところや疑問に感じているところも書き出し、可視化することで、自分の考えを整理することができていた。整理することで、自分の考えと友達のことを比べるポイントが明確になり、自分の考えがまとまっていなかった生徒も、友達のことを参考にして、その後の活動に取り組んでいた。また、自分とは違う考えに触れることで、新たな解決方法を見いだすことにつながった生徒も見られた。

③ 授業の内容や生徒の実態を踏まえ、伝え合う活動を取り入れた授業の構成

本研修では、伝え合う活動の場面設定の仕方を工夫した。Ⅰ期の実践では、ペアやグループで話し合う場面を、花壇の面積の求め方を考えさせる際に設定した。互いの考えを聞き合い、自分の考えと違う考えに気付いたり、質問し合ったりすることで、積極的に課題に取り組んでいる様子が見られた。Ⅱ期では、全体で考えを伝え合う場面を、表や式、グラフを用いるよさを考える際に設定した。代表生徒の発表だけでなく、発表した生徒の課題解決の過程における補足を、教師が行わず、他の生徒が行うことで、相手に分かりやすく伝えようとする意識が高まった。また、それぞれの求め方のよさだけでなく、求めづらい場合についても説明させることで、生徒の思考を広げることにつながった。

(2) 今後の課題

生徒の数学的な思考力・表現力を高める授業を目指す上で、生徒が進んで課題を解決したり、自分の考え方や解き方を説明し合ったりする場面の設定が大切であると捉え、実践してきた。今回の研修を通して、課題設定の仕方や吟味が足りず、課題解決の際に「解いてみたい」と主体的に取り組ませるための工夫が足りなかったように感じた。また、伝え合う活動では、ペアやグループでの交流のさせ方や発表のさせ方、教師側の意見の取り上げ方については、今後も研修を重ねる必要が感じられた。数学的な表現をすぐに使えるようになることは難しく、相手を意識した話合いの場面を設定するなど、継続した指導が重要であると感じた。

これらを踏まえ、次年度は今年度の研修内容を継続する中で、意欲を引き出す導入場面の持ち方や、生徒が「解いてみたい」と感じる課題設定の仕方を考えていきたい。また、相手に分かりやすく伝えることを意識した話合いの場を設けていくことを課題として研修に取り組んでいきたい。

主な参考文献

[1] 文部科学省：「中学校学習指導要領(平成29年告示)解説 数学編」

2017

図表等の許諾

図2～5は授業実践の中で生徒が記入したワークシートや活動の様子の一部である。生徒氏名を伏せて写真を使用することとし、生徒の保護者から報告書での使用許諾を得た。