

生徒の思考力・判断力・表現力等を育成するための数学科の授業改善

—生徒同士が考えを共有できるグループワークを取り入れた授業実践—

高校教育研究会議

富塚 博志¹

武田 弦²

塚野 剛史³

入澤 正人⁴

要 約

知識基盤社会を生き抜くために、基礎的な知識及び技能を活用して課題を解決するために必要な思考力・判断力・表現力等を、生徒に育成することが数学の授業にも求められている。だが、高等学校では限られた授業時間の中で「どうすれば効率よく教科書の内容を終えられるか、演習する時間を確保できるか」を考え、教師による一方的な説明や問題の解答の解説の授業が行われ、知識や解法の伝達に陥りがちになる。生徒一人一人が主体的に学習に取り組み、思考力・判断力・表現力等を育成するためには、どのような授業づくりをすればよいのだろうか。

本研究では「問題(例題や問)に対する自分自身の考えをワークシートに記述する活動」や「互いの考えを説明し、班で考えを共有し、まとめ、発表する活動(グループワーク)」を授業に取り入れることで、より多くの生徒が主体的に学習に取り組み、思考力・判断力・表現力等を育成できると考え、実践した。

実践の中で、生徒一人一人が問題解決に必要な知識を整理し、自分なりの考えをもつ姿が見られ、このことは思考力・判断力・表現力等の向上につながるものと考えた。また、この活動を通して、他者の考えを聞くことで、生徒は一人では気付かない問題解決へ向けたアイデアを得ることができ、自分の考えを広げることができた。実践後の授業でも、他者に対して分かりやすい説明をする姿や定理の証明をあきらめずに考えようとする姿などの生徒の学習に対する主体性の変容をみることができた。

キーワード：思考力・判断力・表現力等、グループワーク、共有、記述、説明、発表

目 次

I 主題設定の理由	98	・授業の考察	102
1 はじめに	98	(2) B高等学校における検証授業	103
2 主題設定について	98	・学習指導案(2次関数の決定) 他	103
II 研究の内容	99	・授業の考察	105
1 研究の目的	99	(3) B高等学校における検証授業	106
2 研究の内容・方法	99	・学習指導案(2次不等式の応用) 他	106
(1) 授業づくりの視点	99	・授業の考察	108
(2) 考えを共有させる活動及び 育成が期待される思考力との関係	99	(4) C高等学校における検証授業	109
(3) 考えを共有させる活動を 取り入れる授業	100	・学習指導案 他	109
3 授業の実際と検証	100	・授業の考察	111
(1) A高等学校での検証授業	101	III 研究のまとめ	112
・学習指導案 他	101	1 成果	112
		2 今後の課題	114
		参考文献、指導助言者	114

¹川崎市立川崎高等学校教諭(長期研究員)

²川崎市立川崎総合科学高等学校教諭(研究員)

³川崎市立橋高等学校教諭(研究員)

⁴川崎市立高津高等学校教諭(研究員)

I 主題設定の理由

1 はじめに

授業をしていると次のような疑問をよくもつ。「生徒は反復練習によって計算問題には取り組めるようになるものの、文章問題を始めとする思考を伴う問題になるとまったく考えようとしなないなど、急に取組が悪くなるのは何故なのか」というものだ。生徒たちは「どこが分からない？」と聞かれても、答えようがない。そこで、川崎市立高等学校の本研究員3名が受け持つクラス（計152人）において、生徒の意識調査を行い、取組が悪くなることの原因を探ることにした。

2 主題設定について

「計算は好き、得意」と言い、計算を早く正確にできる生徒がいる。そのような生徒は数学への抵抗感は少ないと思われるが、「計算は」と限定した言い方をしていることに、計算以外の学習活動で「苦手なところがある」という生徒の気持ちを読み取ることができる。実際、文章問題になると生徒の取組は、思いのほか悪くなる。そこでアンケートを実施し、生徒の意識調査を行ったところ、次のようなことが分かった。

「あなたが解ける(できる)と思える問題は何か」という質問に対して、

表1にあるように「計算問題」(82.9%)、「文章問題」

(11.8%)と生徒は回答している。このことから「生徒は計算問題に比べて、文章問題のような思考を伴う問題を解けると感じる事が少ない」ことが分かる。また、「解けると感じない理由に近いもの」を質問した。その結果が表2である。選択肢ア「どのように考えればいいのか分からないから」、ウ「問題文の意味は分かるけれど、式が立てられないから」、エ

「問題を解くためにどの知識を使えばいいのか分からないから」を理由として選んだ生徒が多かった。さらに、「数学の勉強で『難しい』と感じることは、どのようなことですか」という質問では、表3のような結果を得た。選択肢エ「文章問題を読んで、式を立てること」と選択肢カ「公式や定理が成り立つ理由や根拠について理解すること」の数値が高かった。

本研究会議では、このような状況を改善していくために、「生徒が問題解決に対して、自分の考えをもち、互いの考えを説明し、共有し、まとめ、発表する」という学習活動を授業に取り入れ、生徒自身が主体的に考え、判断し、表現することができるような授業へ変える必要があると考え、研究主題を以下のように設定した。

表1「解けると感じる問題」

選択肢(2つ選択)	%
ア. 計算問題(因数分解など含む)	82.9
イ. 関数の問題	43.4
ウ. 文章問題	11.8
エ. 証明問題	13.1
オ. 図形問題	34.9
カ. データの分析の問題	2.0
キ. その他(具体的に)	3.9

表2「解けると感じない理由」

選択肢(近いものを3つ選択)	%
ア. どのように考えればいいのか分からないから	59.9
イ. 問題文の意味が分からないから	25.0
ウ. 問題文の意味は分かるけれど、式が立てられないから	60.5
エ. 問題を解くためにどの知識を使えばいいのか分からないから	69.7
オ. 記号がごちゃごちゃして分からなくなるから	21.1
カ. 図やグラフをうまくかけないから	14.5
キ. その他(具体的に)	11.2

表3「数学の勉強で難しいと感じること」

選択肢(3つ選択)	%
ア. 計算問題を解くこと	9.9
イ. 関数のグラフをかくこと	15.8
ウ. 文章問題の内容を理解すること	39.5
エ. 文章問題を読んで、式を立てること	67.8
オ. 記号や用語など意味をおさえて覚えること	14.5
カ. 公式や定理が成り立つ理由や根拠について理解すること	60.5
キ. 図やグラフを使って考えること	24.3
ク. 自分一人では思い付かない考え方がること	46.7
ケ. その他(具体的に)	10.0

研究主題

生徒の思考力・判断力・表現力等を育成するための数学科の授業改善

—生徒同士が考えを共有できるグループワークを取り入れた授業実践—

Ⅱ 研究の内容

1 研究の目的

文章問題などの思考を伴う問題を扱う授業において、生徒が問題解決の方法を自ら見だし、主体的に学習に取り組めるようにするために、まず生徒が自分の考えを記述して自分の考えをもつ活動を取り入れる。その後、他者と考えを共有し、班で考えをまとめ発表する活動を行い、これらの一連の活動を通して、生徒の思考力・判断力・表現力等を育成することを目的とする。

2 研究の内容・方法

(1) 授業づくりの視点

① 教師からの声かけを行い、生徒の思考を促す。

場面	目的	声かけの例
個人思考	思考を促す	「まず何が分かればいいのか」や「まず何が知りたいか」等
話し合い活動の中盤	思考過程の整理と確認	「何を考えたか」や「どう考えたか」等
話し合い活動の終盤	思考内容の整理とまとめ	「分からないこと(分かったこと)は何か」や「どんな考え方が出たか(参考になったか)」等
	思考を広げる	「もっと他の考え方はないか」等

② 課題提示の工夫

ワークシートを用いて本時の問題を提示する。単元後半にある、生徒が苦手意識をもっている「思考を伴う問題(文章問題などの知識を活用する問題)」とその問題に取り組むにあたって必要となる知識(前時までの学習内容)を振り返らせるような問題を一緒に載せて、具体的に何について思考するのかを明確に示す。必要に応じて教材・教具(自在定規やモールドなど)を準備する。

③ 考えを共有させる活動の実践

提示された問題に対する生徒自身の考えをワークシートに記述させ、自分の考えをもたせる。話し合い活動を通して各班で考えを共有し、発表を通して、クラスで考えを共有させる。

④ ワークシートを活用した評価

「高等学校数学では記述表現をより重視して評価すべきである。記述表現を重視する方が生徒の思考を深めることになり、評価もよりの確に行うことができる」¹ことを踏まえ、生徒のワークシートへの記述をもとに生徒の思考の過程や知識の定着の具合を見取り、評価していく。

(2) 考えを共有させる活動及び育成が期待される思考力との関係

生徒同士が考えを共有するために取り入れた各活動を通して育成の効果が期待される生徒の思考力を以下の表4に示す。活動①は活動②、③を行うために、活動①～③は活動④、⑤を行うために必要な活動である。一連の活動を通して生徒の思考力が育成されるものと考えた。

表4「各活動と育成の効果が期待される思考力との関係」

活動項目	効果が期待される生徒の思考力
①問題に対する個人の考えを記述する。	・解法に向けた知識を整理して、自分の考えをもつこと。
②班に分かれ、班内で個人の考え、理由を明確にして説明する。	・問題の内容を確認し、思考の過程を振り返り、自分の考えを整理し直すこと。

¹ 国立教育政策研究所(2012)『評価規準の作成、評価方法等の工夫改善のための参考資料【高等学校 数学】』P.41

③班内で他者の考えを聞く。	<ul style="list-style-type: none"> 一人では気付きそうになかったアイデアを得ること。 自分の考えと他者の考えを照らし合わせ、自分の考えを振り返り、自分の考えを広げること。
④互いの考えをもとにして課題について班で話し合い、考えを共有しまとめる。	<ul style="list-style-type: none"> 他者の考えと自分の考えを統合しながら、自分の考えを新たに構築していくこと。
⑤班の考えを発表し、他班の発表を聞く。	<ul style="list-style-type: none"> 考えを共有するとともに、その授業での自分たちの思考の過程を振り返ること。

(3) 考えを共有させる活動を取り入れる授業

考えを共有する活動を行う上で必要となる知識を単元の前半で習得させ、それらを活用する思考を伴う問題（習得した知識を活用する問題）を扱う授業や問題の解答の解説になりがちな授業に取り入れる。例として表5の太枠の授業で取り入れることが考えられる。

表5「2次関数とそのグラフ」の指導計画の例（一部抜粋）

時	観点	評価規準	○学習内容・学習活動	評価方法
1／ 12	知識・ 理解	関数の記号 $y=f(x)$ を理解する。 定義域が限られた関数の値域や最大値・最小値をグラフをかいて求めることができる。	○関数の定義、象限、定義域・値域、最大値・最小値、 ・記号 $f(x)$ を理解する。 ・最大値、最小値を、グラフをかいて考察する。	・記述 ・小テスト
2／ 12	知識・ 理解	$y=ax^2+q$ のグラフは $y=ax^2$ のグラフを y 軸方向に q だけ平行移動したものであることを理解し、グラフをかける。	○ $y=ax^2$ 、 $y=ax^2+q$ のグラフ ・用語「平行移動」を理解する。 ・ $y=ax^2+q$ のグラフをかく。	・記述
∴	∴	∴	∴	∴
6／ 12	見方や 考え方	グラフの平行移動を頂点の移動で考えることができる。	○グラフの平行移動・対称移動 ・グラフの平行移動を考える具体的な問題に加え一般的な場合でも理解する。	・説明
7／ 12	見方や 考え方	定義域が限られたときの最大値・最小値を、グラフをかいて求めることができる。	○2次関数の最大値・最小値 ・頂点および端点における関数の値を比較することが必要であることを理解する。	・記述 ・話し合い (説明・発表)
8／ 12	見方や 考え方	定義域が変化するときの場合分けして最大値・最小値を考察している。	○定義域に文字を含む場合の最大値・最小値 ・2次関数 $y=x^2-2x+3$ がある。 (1) $0 \leq x \leq 3$ における最大値と最小値を求める。 (2) $-1 \leq x \leq a$ における最小値を求める。ただし、 $a > -1$ とする。	・記述 ・話し合い (説明・発表)
9／ 12	見方や 考え方	軸に文字を含むときに場合分けして最大値・最小値を考察している。	○軸に文字を含む場合の最大値・最小値 ・場合分けについて時間をかけて理解する。	・記述 ・話し合い (説明・発表)
∴	∴	∴	∴	∴
12 ／ 12	技能	消去法を理解し、連立3元1次方程式を解くことができる。	○連立3元1次方程式 ・連立3元1次方程式の解法を理解する。	・記述

3 授業の実際と検証

研究員3人は市立高等学校の数学科の教員である。今年度、高校1年の数学Iを担当していることもあり、検証授業はすべて「数学I」で行った。単元名および単元目標は共通である。

単元名	2次関数
単元目標	・2次関数とそのグラフについて理解し、2次関数を用いて数量の関係や変化を表現することの有用性を認識するとともに、それらを事象の考察に活用できるようにする。(高等学校学習指導要領より)

(1) 川崎市立A高等学校 (全日制1年) 平成26年9月10日

① 小単元 2次関数の最大・最小 (東京書籍 数学I)

② 単元で身に付けたい力

- ・既習の知識を活用して問題の解法に結び付け、その過程での自分の考えを他者に説明する力
- ・定義域が限られた場合の最大値・最小値の考え方をを用いて、定義域が変化する場合の2次関数の最大値・最小値の問題について考え、自分の考えを表現する力

③ 評価規準

関心・意欲・態度	数学的な見方や考え方	数学的な技能	知識・理解
<ul style="list-style-type: none"> ・グラフを用いて2次関数を表すことの有用性を理解しようとする。 ・2次関数のグラフを利用して、定義域に応じた値域、最大値・最小値を調べようとする。 	<ul style="list-style-type: none"> ・$y=ax^2$の性質をもとに、平行移動を用いて2次関数 $y=ax^2+bx+c$ のグラフをかき、頂点や軸などについて考察することができる。 ・2次関数のグラフを利用して、定義域に応じた値域、最大値・最小値を論理的に考察することができる。 	<ul style="list-style-type: none"> ・2次関数の式を適切に変形して、グラフをかくことができる。 ・グラフを用いて2次関数の最大値・最小値を求めることができる。 	<ul style="list-style-type: none"> ・関数の定義域・値域の意味や2次関数の最大値・最小値について理解している。

④ 本時の学習指導案 (単元の指導計画 8 時間目)

ア 本時の目標

・定義域が変化する場合の2次関数の最大値・最小値の問題について考え、自分の考えを他者に説明できる。

イ 「観点と評価規準」

観点	数学的な見方や考え方
評価規準	・定義域が限られた場合の最大値・最小値の考えを用いて、定義域が変化する場合の2次関数の最大値・最小値の問題について考え、自分の考えを表現できる。

ウ 展開

分	○学習内容 ・学習活動 (【評】:評価対象の活動)	・指導上の留意点 (【評】:評価)
導入 15分	<ul style="list-style-type: none"> ・前時までの復習(定義域を制限した場合)を問1で確認する。 ○定義域が限られた場合の最大値・最小値を考える。 問1.「2次関数 $y=x^2-2x+3$ において、定義域が次の場合の最大値と最小値を求めよ。① $-1 \leq x \leq 0$ ② $-1 \leq x \leq 2$ ③ $-1 \leq x \leq 4$」 	<ul style="list-style-type: none"> ・学習内容について説明する。 ・問1のグラフに色付けさせる。 ・最大値・最小値の答え方を確認する。 ・机間指導を行う。 ・指名して生徒に板書させる。
展開 30分	<ul style="list-style-type: none"> ○定義域が変化する場合について最大値・最小値を考える。 問2.「問1のグラフにおいて、定義域が $-1 \leq x \leq a (a > -1)$ の場合、最大値と最小値を求めよう。」 【評】自分の考えを記述する。(ワークシート) 【評】自分の考えを説明する。(考えの共有) →考えを共有し、まとめ、考えを記述する。(ワークシート) →班の考えを発表する。 ○考え方をクラスで確認する。(→まとめへ) ・$f(-1)=f(a)$を満す aの値を求めると対称性より $a=3$ 一方、区間の右端 $x=a$が軸と重なるときは $a=1$。 したがって、$a > -1$において、$a=1, 3$を基準として (i) $-1 < a \leq 1$ (ii) $1 < a < 3$ (iii) $a=3$ (iv) $3 < a$ の4つに場合分けを確認する。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ワークシートを配付する。 ・個人→班の順で思考時間をとる。 ・何も出ないようなら机間指導の際、問1を参考にしよう指示する。 ・定義域の場合分けの必要性に気付かせる。 【評】自分の考えを記述できているかを評価する。 ・定義域のどのような場合分けが適切なのか考えさせる。 ・班で考えるように指示する。 【評】自分の考えを説明できているかを評価する。 ・まとめるように指示する。
まとめ 5分	<ul style="list-style-type: none"> ○プリントにまとめる。 ・2次関数の最大値・最小値を考えるポイントの説明を聞き、記述する。 ・下に凸の2次関数は、軸が定義域内にあるときは軸のところで最小値、軸から遠い方の端で最大値。軸が定義域外にあるときは、軸から近い方の端で最小値、遠い方の端で最大値。 	<ul style="list-style-type: none"> ・まとめさせた後、ワークシートを回収する。 ・教科書の問15~16を宿題にする。

エ 学習活動

生徒は、前時の学習までに下の(イ)～(ニ)を学習している。ワークシートを用いてこれらを確認した後、本時は「定義域 $-1 \leq x \leq a$ (定数 a を含む場合)における2次関数 $y=x^2-2x+3$ の最大値・最小値を求める」問題に取り組んだ。生徒自身の考えを記述する活動では、「～なので…と考えられる」といった根拠を明らかにした記述をするように授業者は指示を出した。この活動では、生徒は始めのうちはどう考えればいいのか戸惑っていたが、授業者からのヒント「ワークシートの問1を参考にする」とよいにより考えを記述することができた。また、個人の考えを互いに説明し、共有してまとめ、解答を導くことができた。

(イ) 2次関数を表す式とグラフのかき方
(ハ) 2次関数の最大値・最小値

(ロ) 定義域が限られた場合の2次関数のグラフのかき方
(ニ) 定義域が限られた場合の2次関数の最大値・最小値

⑤ 授業の考察

ア 個人の考えを記述する活動

問1の取組において、解決するためにノートを見て前時までの学習内容を確認しながら考え、記述する生徒の姿を見ることができた(図1)。

問2の取組においては、問1を生かして考えられる生徒は少数であった。これは中学校での学習以来、定数とは「変化しない値、決まった値、固定された値」という意識を生徒たちはもっていたため、「定数 a が変数と同様に値が変化すること」から「定義域が変化すること」に生徒はすぐには気付くことができなかったものとする。しかし、定数 a の値で場合分けを行う必要性に気付く、自分の考えを記述することができた生徒がいた(図2中の四角)。この生徒は「定数も変数のように値が変わることがあること」に気付く、そのことを自分の考えに反映させて記述できたものとする。また授業者がヒント「ワークシートの問1を参考にする」を与えることによって、他の生徒も「定数 a が変数のように値が変化すること」、「定数 a の値で場合分けを行う必要があること」に気づき(図3中の下線)、「定数 a を変数として扱える」という知識のとらえ直しができ、定数 a に対する見方が広がった。この見方の広がりを意識した記述をしていた。こうした記述から生徒の考えが深まったと考える。

イ 個人の考えを伝え、説明する活動

問2の解決にあたって問1を参考にしながら話し合いが行われた。班での話し合い活動では、問1を生かす方法を理解できていない班員に対して「定数 a の値が変化すること」によって「定義域が変化し、それに伴って値域が変化すること」を説明し、変化した定義域ごとに最大値・最小値のとらえ方

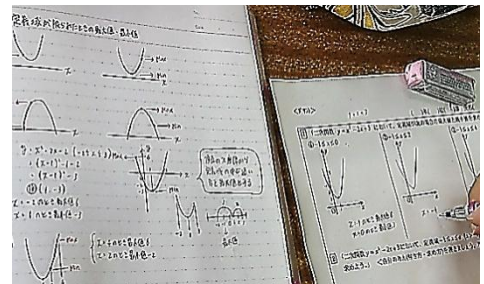


図1 学習内容を振り返っている様子

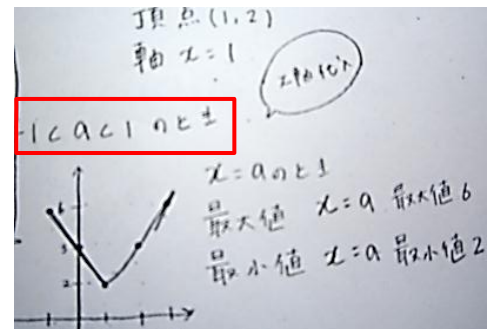


図2 ヒント前の記述

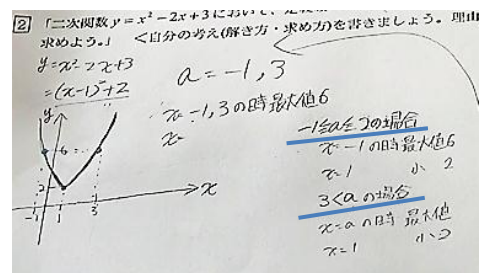


図3 ヒント後の記述



図4 班での話し合いの様子

を説明する様子を見ることができた(図4)。この説明により、「定数 a の値での場合分けの必要性」を意識した記述も見ることができた(図5の囲み)。この記述から「一人では気づきそうにないアイデアに気付くこと」ができ、生徒の思考が広がったと考える。

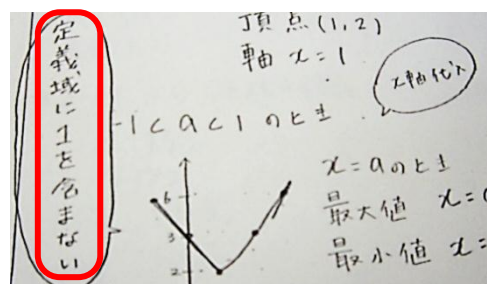


図5 場合分けを意識した記述

ウ まとめた考えを発表する活動

図6にある「これと同じように」という言葉から、生徒は問2の解決にあたり、問1を活用したことが分かる。さらに考えを説明するにあたり、黒板に残しておいた問1のグラフを生かした説明を行った。

同図1行目の下線部から、定数 a の値により定義域が変化することから定数 a での場合分けをする必要があること、場合分けが3つあることを生徒たちが判断したことが分かる。また、各下線から a の値がどのような時に場合分けを行うか判断したことが分かる。続けて各場合での最大値と最小値についての説明を行った。(図6)

S: 考えたのは、3つのパターンがあるってことで、
 1つ目がこれと同じように頂点を a が越さない、1より小さい場合で、そうすると最大値はこのままで、最小値はこの a がこの間どどこかにあるので、そこが最小値になると考えました。
 もう一つはこれと同じように、さっきと同じように最大値がこのままで、反対側、 a がこの6より小さい、以下だった場合は(最大値は)同じようになります。それで(a が)頂点を越しているので、最小値はこの頂点のところになるっていうこと。
 もう一つは、これと同じように6のところを越してしまった場合は最小値は頂点のところでも、最大値はここではなくて、こっち側の a がこの反対側の x の値以上になった場合は、こっちが最大値になります。

図6 まとめた考えの説明(下線、かっこ内は筆者が加えた)

(2) 川崎市立B高等学校(全日制1年)平成26年10月7日

① 小単元 2次関数の決定 (東京書籍 新編 数学I)

② 単元で身に付けたい力

- ・自分の考えを式や自分の言葉で表現する力
- ・既知の知識をもとにして、新しい問題に対して考察する力
- ・2次関数で得た知識を「大きさの制約された材料からいかに多くの部品を作るか」などの事象の考察に活用する力

③ 評価規準

関心・意欲・態度	数学的な見方や考え方	数学的な技能	知識・理解
・2次関数の式やグラフについて知ろうとする。 ・グラフと x 軸の位置関係から2次方程式、2次不等式について考察しようとする。	・2次関数のグラフの知識をもとにして、平行移動について考察する。 ・2次関数の決定条件について考察することができる。 ・実数解の個数と判別式の符号の関係について考察する。 ・2次不等式の解法を問題解決に応用することができる。	・平方完成をし、2次関数のグラフをかくことができる。 ・グラフを用いて最大・最小を求めることができる。 ・2次関数の知識をもとにして、2次方程式や2次不等式を解くことができる。	・2次関数の性質、式、グラフ、最大値・最小値について理解し、知識を身に付けている。 ・2次関数のグラフと2次方程式、2次不等式との関係について理解している。

④ 本時の学習指導案(単元の指導計画9時間目)

ア 本時の目標

・既習の知識を生かして2次関数の決定条件について考察することができる。また、2次関数を決定するイメージを数学的に説明できる。

イ 観点と評価規準

観点	数学的な見方や考え方
評価規準	・既習の知識を生かして2次関数の決定条件について考察し、それを自分の言葉で他者に説明することができる。

ウ 展開

分	○学習内容 ・ 学習活動 (【評】: 評価対象の活動)	指導上の留意点 (【評】: 評価)
導入 15分	<p>設問1「1次関数のグラフをかくためには何が必要かを考える。」</p> <p>(1) x 軸、y 軸がかかれたプリント上で直線状にしたモールを動かして1次関数のグラフが決まるイメージをもつ。</p> <ul style="list-style-type: none"> 自分の考えをプリントに記入する。 <p>・指名された生徒が自分の考えを、自在定規を黒板上で動かして説明する。</p> <p>【予想される生徒の反応】</p> <ol style="list-style-type: none"> モールの一端を固定しておき、もう一端を動かし、もう1カ所が固定されれば直線が固定されることに気付く。 固定する場所を y 軸上にとるとそれが y 切片となることに気付く。 傾きを固定したままモールを平行移動させ、通る点の一つが決まれば直線が固定されることに気付く。 分からない。 <p>(2) 今考えたことは、式 $y=ax+b$ で考えると何が決まることかを考える。</p> <ul style="list-style-type: none"> 自分の考えをプリントに記入する。 自分の考えを発表する。 <p>(3) 1次関数のグラフの決定条件を確認する。</p> <ul style="list-style-type: none"> a と b が分かればグラフが決まる。 a と b が不明でも、x と y が2組わかれば a と b が分かりグラフが決まる。 	<ul style="list-style-type: none"> モールを配付し、教科書をしまわせる。 プリントを配付する。 分からない生徒には、グラフが決まるということは直線が固定されるということではとヒントを出す。 生徒が自分の思い描いたイメージを表現できているかを留意する。 思い描いたイメージを数学的な言語で表現できているかを留意する。
展開 30分	<p>○本時の学習内容について知る。</p> <p>設問2「2次関数のグラフをかくためには何が必要かを考える。」</p> <p>(1) x 軸、y 軸がかかれたプリント上で放物線状にしたモールを動かしたり曲線を曲げたりして2次関数のグラフが決まるイメージをもつ。</p> <p>【評】最初は個人で考え、プリントに記入する。</p> <p>【予想される生徒の反応】</p> <ol style="list-style-type: none"> 放物線の頂点を固定しておいて曲線を曲げ、放物線の開き具合(a)を変化させてみる。 a を変えないままモールを平行移動させ、頂点が固定されれば放物線が固定されることに気付く。 何カ所固定すればグラフが決まるか点をとってみる。 分からない。 <p>・次にグループを作り、グループの話し合いで新たに分かったことをプリントに記入する。</p> <p>【評】グループで話し合った結論をプリントに記入する。</p> <p>【評】グループの代表生徒が班の考えを黒板上で自在定規を動かして説明する。</p> <p>(2) 今考えたことは、2次関数の式で考えると何が決まることなのかを考える。</p> <p>【評】最初は個人で考え、プリントに記入する。</p> <p>(3) 次に、グループの話し合いで新たに分かったことをプリントに記入する。</p> <p>【評】グループで話し合った結論をプリントに記入する。</p> <p>【評】グループで共有し、まとめた考えを発表する。</p> <p>(4) 2次関数のグラフの決定条件を確認する。</p> <ol style="list-style-type: none"> 頂点に関する条件が与えられたとき($y=a(x-p)^2+q$ の利用) <ul style="list-style-type: none"> a と頂点(p, q)が分かればグラフが決まる。 a が分からなくても頂点(p, q)と通る点(x, y)が分かれば、a が分かりグラフが決まる。 グラフ上の3点が与えられたとき($y=ax^2+bx+c$ の利用) <ul style="list-style-type: none"> 通る点が3点分かれば a, b, c が分かり、グラフが決まる。 	<ul style="list-style-type: none"> 本時の学習内容について説明する。 分からない生徒には、導入での1次関数のグラフの決定条件を思い出すよう促す。 グループを作る指示をする。 【評】自分が思い描いたイメージを表現できているかを評価する。 【評】グループ内で話し合い、誰のどのような意見が参考になったかなど、最終的な結論を導く様子を表現できているかを評価する。 2次関数の方程式には 標準形 $y=a(x-p)^2+q$ 一般形 $y=ax^2+bx+c$ があり、グループではどちらの形の方程式で考えればよいかを考えさせる。 【評】自分の思い描いたイメージを数学的な言語で表現できているかを評価する。
まとめ 5分	<p>○2次関数の決定条件について確認する。</p> <ul style="list-style-type: none"> プリントに記入する。 	

エ 学習活動

本時は「2次関数の決定条件についての学習」である。生徒の思考を助ける小道具として「モール」を用意し、ワークシートと共に生徒に配付した。まず、設問1の「1次関数の決定条件」について、ワークシート上に印刷された座標平面上にモールを伸ばして置いて直線に見立て、1次関数の決定条件を振り返る活動に取り組んだ。その後、設問2の「2次関数の決定条件」についても同様に個人で考えた後に班に分かれ、設問2ではモールを曲げて放物線に見立てて、座標平面上に置いて2次関数の決定条件を考える学習活動に取り組んだ(図7)。生徒は2次関数について下の(イ)～(ハ)を学習している。

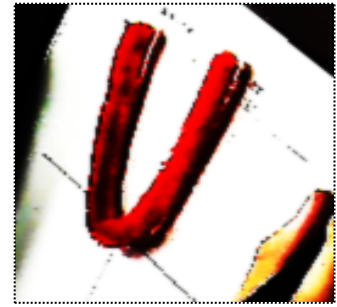


図7 モールを用いた思考

- (イ) 2次関数を表す式とグラフのかき方 (ロ) 2次関数のグラフの平行移動
(ハ) 2次関数の最大・最小 (除: 定義域が制限されている場合)

⑤ 授業の考察

ア 個人の思考を記述する活動

ワークシートに沿って生徒は考えた。設問1、設問2いずれの場合でも、生徒たちは自分の考えを記述することに慣れておらず、「整った言葉で綺麗に表現しよう、正解を書かなければ」という意識が働いてしまったためか、最初は自分の考えを記述することが難しかった。しかし、授業者からの「どう考えたかが大事」という投げかけやモールを用いた動的な見方により、生徒は直線の傾きとy切片、放物線の頂点と軸と通る点といったグラフをかくときに必要となるものを想起して自分の考えを記述することができた。設問1「1次関数を決定する条件」を考える活動では、「座標が2つ分かれば引ける」(図8)や「傾きとy切片」という意見が多く出てきた。その後「数式 $y=ax+b$ を用いて考えると何が決まるということか」との授業者からの投げかけにより、「傾き a とy切片 b が決定することが必要」という結論に至ることができた。その後の設問2「2次関数の決定条件」を考える活動においても、頂点の座標とグラフ上の他の1点の座標に注目して考え、自分の考えを記述することができた(図9)。

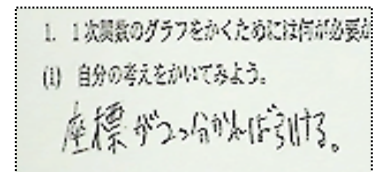


図8 個人の思考の記述

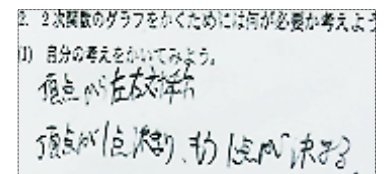


図9 個人の思考の記述

イ 個人の考えを伝え、説明する活動

2次関数のグラフの特徴をとらえて「グラフの頂点の座標、グラフ上の1点とそれと左右対称な点のそれぞれの座標が必要である」という考え方をした生徒が多く、モールや数式や用語を用いて他者を意識した説明を行う姿を見ることができた(図10)。この様子から「頂点を含めた3点によって、グラフの開き具合を意識できていた」と考えられるが、「グラフ上の任意の3点の座標が分かった場合」という考え方に発展していくことがなかった。授業者が「他の考え方がないか考えてみて」と投げかけたが、これ以上の考えは出てこなかった。これは班内で異なる考え方をする生徒がほとんどいなかったため「他者の考え方に触れ、自分の考えを広げること」が十分にできなかったと考える。



図10 モールを用いた説明

ウ 考えをまとめ、発表する活動

各班とも「何が分かるか」と解釈して話し合い、考えをまとめることができた(図 11)。グラフをかくには、グラフの向きと開き具合(a の値)、グラフの頂点の座標(p, q)、グラフ上の点の座標が必要という意見を出すことができた。2次関数の決定条件としては「頂点の座標と他の1点の座標が分かれば、放物線がかけられる」という結論を出した班が多かった(図 12)。この結論に至った理由は、多くの生徒は、「グラフの位置を決めているのは頂点」であり、「グラフの開き具合を決めているのは頂点と、頂点以外の1点とその対称点である」という考えをもったためと判断する。生徒がこのような考えをもった理由は、前時までに学習した「 $y=a(x-p)^2+q$ のグラフは2次関数 $y=ax^2$ を平行移動したものであること」や、「グラフの平行移動の様子は移動後のグラフの頂点の座標で判断できること」や「2次関数 $y=a(x-p)^2+q$ のグラフをかくうえで、頂点の座標と a の値に注目すればよいこと」を用いて考えることができたためと判断する。生徒は話し合い活動を通して考えをまとめ、2次関数の決定条件を導き出すことができ、そのことを発表し、クラス全体で考えを共有することができた(図 13)。

一方、2つある2次関数の決定条件のうち、もう一つの「グラフ上の3点の座標が必要」を導き出すことができなかったのは、授業前半で学習した「1次関数 $y=ax+b$ の決定条件(a, b の値が分かる)」を生かせなかったためと考える。この理由は「2次関数の式 $y=ax^2+bx+c$ 」を思い出し、これを用いた思考を行えなかったためと考える。



図 11 話し合いの様子

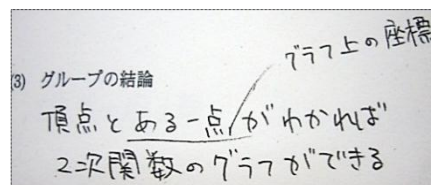


図 12 生徒の記述(グループの結論)



「頂点だけが分かっても、どれくらい開いているか分からないから、もう1点取ることができれば、左右対称だから、右側も左側の点が取れるから、開き具合が分かるから、2次関数がかけられる」

図 13 発表の様子

(3) 川崎市立B高等学校(全日制1年)平成26年11月7日

① 小単元 2次不等式の応用 (東京書籍 新編 数学I)

② 単元で身に付けたい力

- ・自分の考えを式や自分の言葉で表現する力
- ・既知の知識をもとにして、新しい問題に対して考察する力
- ・2次関数で得た知識を「大きさの制約された材料からいかに多くの部品を作るか」などの事象の考察に活用する力

③ 評価規準

関心・意欲・態度	数学的な見方や考え方	数学的な技能	知識・理解
・2次関数の式やグラフについて知ろうとする。 ・グラフと x 軸の位置関係から2次方程式、2次不等式について考察しようとする。	・2次関数のグラフの知識をもとにして、平行移動を考察する。 ・2次関数の決定条件を考察することができる。 ・実数解の個数と判別式の符号の関係を考察することができる。 ・2次不等式の解法を問題解決に応用することができる。	・平方完成をし、2次関数のグラフをかくことができる。 ・グラフを用いて最大値・最小値を求めることができる。 ・2次関数の知識をもとにして、2次方程式や2次不等式を解くことができる。	・2次関数の性質、式、グラフ、最大値・最小値について理解し、知識を身に付けている。 ・2次関数のグラフと2次方程式、2次不等式との関係を理解している。

④ 本時の指導案（単元の指導計画 17 時間目）

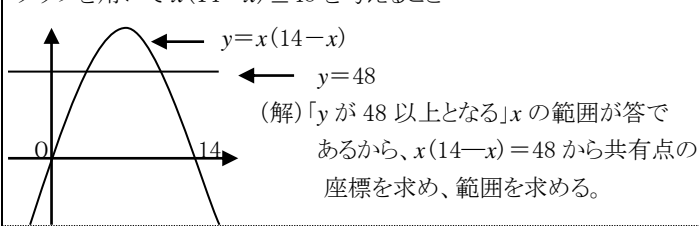
ア 本時の目標

・習得した2次関数、2次不等式の知識・技能を新たな問題解決に応用する。

イ 観点と評価規準

観点	数学的な見方や考え方
評価規準	・既習の知識を生かして2次不等式の応用について考察し、それを自分の言葉で他者に説明できる。

ウ 展開

分	○学習内容・学習活動(【評】:評価対象の活動)	・指導上の留意点(【評】:評価)
導入 5分	○目的・意義を示された具体例で知る。 「自分の考えを記述すること等を通して、思考の過程を表現することを大事にしていること」を身近な課題学習を例として知る。	○本時の内容・目標について説明する。 ・3年次で作成する、レーザー加工機を用いたアクリル製品(具体物)を見せる。
	アクリル製の材料やレーザーに使われるガスは高価である。低コストでなるべく多くの製品を作るにはどうしたらよいだろうか。そしてこの問題に今まで学習した事項を生かせないだろうか。	
	【課題】 レーザー加工機を使って厚さ一定の板材から長方形の部品を切り出したい。切り出す部品の周りの長さを 28mm とし、その面積を 48mm ² 以上にしたい。長方形の横の長さを縦の長さ以上とすると、縦の長さをどのような範囲にすればよいか。	・プリントを配付する。
展開 40分	【予想される生徒の反応】 ① 定義域において2次不等式を立て、解くことができる。 ② 式を立てることができるが、定義域に気付かない。 ③ 文字にする値を見つけられない。 ④ 分からない。 【評】自分の考えを文章や図、数式にしてプリントに記入する。 ・班をつくり、班員の説明を聞く。 【評】参考になる考え方をプリントに記入する。	・分からない生徒には図をかくように促す。 ・文字を用いて表せない、式を立てられない生徒には、具体的な数をいくつか当てはめて考えるよう支援する。 ・ただ解くだけでなく何を文字と置か、定義域、解の吟味など考え方の根拠も漏らさず書くように指導する。 【評】自分の考えを自分の言葉で表現し、それを班員に説明することができるか評価する。 【評】班員の考え方を理解することができるか評価する。 ・進行の早い班には、2次関数のグラフをかいてみるよう促す。
	<さらに進んでいる班に考えてほしいこと> ・グラフを用いて $x(14-x) \geq 48$ を考えること 	・さらに進んでいる班には変形前の2次不等式をグラフで表すことができないか考えさせる。【グラフを用いた2次不等式の解法】
	【評】班でまとめた考えを発表する。 【評】参考になる考え方はプリントに記入する。 (解答例) 縦の長さを x mm, 横の長さを $14-x$ mm とおくと、 定義域 $0 < x \leq 7$ において、2次不等式 $x(14-x) \geq 48$ が成り立つ。 整理して $x^2 - 14x + 48 \leq 0$ さらに、 $(x-6)(x-8) \leq 0$ 、よって、 $6 \leq x \leq 8$ 定義域より、 $6 \leq x \leq 7$ よって、縦の長さを 6 mm 以上 7 mm 以下にすればよい。	【評】自分たちの班の考え方を説明することができる。 ・他の班の考え方を理解することができる。

まとめ 5分	○2次不等式の応用について確認する。 ・プリントをまとめる。
-----------	-----------------------------------

エ 学習活動

本時は小単元「2次不等式の応用」の最後の授業である。「周の長さが一定の長方形において、横の長さが縦の長さ以上という条件の下、長方形の面積がある値以上になるときの縦の長さの範囲を求める」という問題を「レーザー加工機を利用して、周の長さ28mm、面積48mm²以上の部品を板材から切り出す」という生徒にとって身近な学習活動に置き換える工夫をし、ワークシートで問題を示した。個人思考の後、班での話し合い活動の中に「参考になった他者の考えを書き留める」という工夫を取り入れ、自分の考えと他者の考えを比較・統合して、考えを再構築する場面を取り入れた。前時までに生徒は、下の(イ)～(ヘ)を学習している。

- (イ) 2次方程式のグラフのかき方 (ロ) 2次関数の最大・最小 (ハ) 2次関数の決定
(ニ) グラフとx軸との共有点 (ホ) 2次関数のグラフとx軸との位置関係 (ヘ) 2次不等式の解き方

⑤ 授業の考察

ア 個人の考えを記述する活動

示された問題について、生徒たちはまず、「縦 \leq 横」等の漢字と記号を用いた表現で条件を整理することができた。また「 $1 \times 13 = 13$ 、 $2 \times 12 = 24$ 、 \dots $6 \times 8 = 48$ 、 $7 \times 7 = 49$ 」と整数の範囲で2辺の長さになり得る値の組を考え、「 $6 \times 8 = 48$ 」と「 $7 \times 7 = 49$ 」から「 $x = 6 \sim 7$ が解になるのではないか」、「正方形も答に含むのではないか」という見通しをもつことができた。その見通しをもとに図をかいて長方形の2辺の長さを文字で表し立式することができた(図14)。

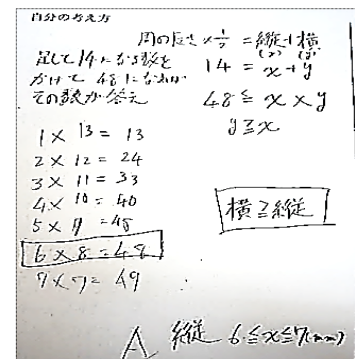


図14 個人の考え

イ 個人の考えを伝え、説明する活動

「2数の和が14になるような組み合わせを考えて、 $6 \times 8 = 48$ から縦の長さは6以上」という個人の考えを、理由を示しながら班員に説明する様子を見取ることができた(図15)。この説明により考えの共有、すなわち、問題解決やアプローチの仕方への感覚の共有ができ、他の班員は自身の考えを広げることができた。また、他の班

S: 28の半分は14で、縦、横を足して14mm以下でかつ、横を長くするから、横が長い区間は縦が1mm、横が13mm、2と12、3と11、4と10、5と9、6と8なので、この中で面積が48以上になるのは6と8という組み合わせだから、縦が短くなるのは+6と思いました。

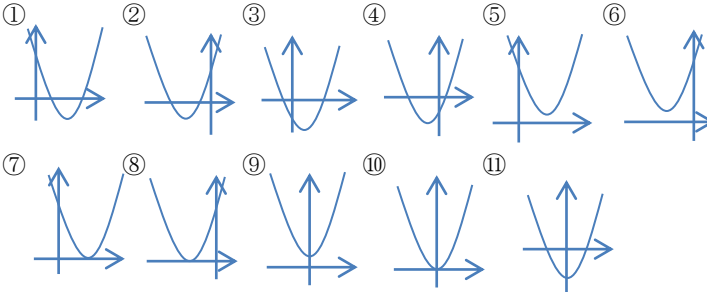
図15 個人の考えの説明

では、自分(S1)の考えに対する疑問を素直に述べ(図16の下線部)、その後、班員からの変数の置き方の間違い(波線部)を指摘され、自分の考えが正しいかを振り返ることができた(図16の二重線)。さらに班員からの疑問に答えながら、文字の置き方の説明や立式に至った自分の考え方を述べることもできた(網掛けS1)。この説明によって、生徒は自分の考えの正しさを確認することができただけでなく、考え方の過程を班員に説明できたことで、それを聞いた他の班

S1: これでいいのかな? 「横の長さを縦の長さ以上にするときの…」
 S2: x 求めるの逆じゃない?
 S1: 6から8だったら、横の長さをxとして、縦の長さを14-xにして
 S2: 「縦の長さをどのような範囲」でしょ。だから縦の長さをxにして
 S1: 縦の長さか
 S2: そう、縦の長さの範囲だから。
 S1: 逆やん。でも結局、同じことを言ってる
 S2: それは考え方の違い。
 S1: 14は周の長さの半分だから、縦と横の足した和じゃん。そんで片方が、例えば6だったら、14-6でもう片方は8になる。そういうことでxと14-xとなる。そんで、合計が48だから、面積が48にしたいから、2次不等式にして…。
 S2: そこから計算したんだ。

図16 自分の考えを振り返り、説明する場面

ウ 展開

分	○学習内容 ・ 学習活動 (【言】: 評価に用いる言語活動)	・指導上の留意点 (【評】: 評価)
導入 5分	<p>○今まで学習してきた2次方程式と2次不等式の応用で取り組んできた問題として①～③を提示する。</p> <p>○2次方程式を2次関数のグラフの問題としてとらえて考え、グラフとx軸との位置関係に着目したときに、①～⑪までのグラフが考えられることを押さえる。</p>	<p>・本時の学習内容について説明する。</p> <p>・<自分の考え方>をプリントに多く記述し、式で表現することを評価するとはっきりと伝える。</p>
展開 40分	<p>○「グラフ①～⑪を見て、グループ分けをしてみよう。」</p>  <p>① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦ ⑧ ⑨ ⑩ ⑪</p> <p>・個人での思考【言】(7分) →自分の考えを記述する。(【評】プリント<自分の考え方>)</p> <p>・班での思考【言】(10分) →班で自分の考えたことを伝える 自分の考え方を他者と共有する。 自分が思い付かなかった考えに気付く。 【評】プリント<参考になった考え方></p> <p>○「自分達の考えたこと」の何を活用すると、11個のグラフのグループ分けの違いを表現できるかを考え、まとめ、発表する。(23分) 【評】プリント<班のまとめ></p> <p>○各条件とその符号を考えればよいことを知る。</p> <p>ア) 判別式 D イ) y切片 $f(0)$ ウ) 軸 $x = -\frac{b}{2a}$</p> <p>を考えれば、グラフが1つに定まることを確認する。</p>	<p>・グラフ①～⑪の違いは何に着目したら、グループ分けをすることができ、その違いを式で表すことができるか投げかける。</p> <p>【評】グラフから読み取ったことを式で表現しているか評価する。</p> <p>ア) x軸との共有点 → 判別式 $D = b^2 - 4ac$ ①、②、③、④、⑪は2個 → $D > 0$ ⑦、⑧、⑩ は1個 → $D = 0$ ⑤、⑥、⑨ は0個 → $D < 0$</p> <p>イ) y切片(cの値) ①、②、⑤、⑥、⑦、⑧、⑨ は正、$c > 0$ ③、③、④、⑪ は負、$c < 0$ ⑩ は零、$c = 0$</p> <p>ウ) 軸 (軸の式) → $x = -\frac{b}{2a}$ ①、③、⑤、⑦ は、軸が正 $x > 0$ ②、④、⑥、⑧ は、軸が負 $x < 0$ ⑨、⑩、⑪ は、軸は $x = 0$</p> <p>エ) 頂点 → $(-\frac{b}{2a}, -\frac{b^2 - 4ac}{4a})$ などを生徒から引き出せるように指導する。 ・生徒が自分の考えを説明できるか。 【評】自分の考え方を自分の言葉で班員に説明することができるか評価する。 【評】班員の考え方を理解することができるか評価する。</p>
まとめ 5分	<p>・プリントの問題の条件を考える。</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 10px 0;"> 問題(1) 判別式 $D > 0$, 軸 $x > 0$, $f(0) > 0$ (2) $D > 0$, 軸 $x < 0$, $f(0) > 0$ (3) $f(0) < 0$ </div> <p>○方程式の解の位置を考えるときに、2次関数のグラフの問題としてとらえ、そのグラフの様子を読み取り、グラフをただ1つに定めるために着目する条件を確認する。</p>	<p>・プリントの問題を考えるよう指示する。</p> <p>・まとめるように指示する。 ・プリントの回収</p>

エ 学習活動

本時の学習は「2次方程式の解の符号の問題を、2次関数のグラフとx軸との位置関係に着目して考える」学習で、ワークシートを用いて授業を進めた。前時までに下の(イ)～(へ)を生徒は学習している。まず具体的な2次方程式の解の符号の問題を提示した。ワークシートに印刷された

11 個の 2 次関数のグラフを、どのような点に着目するとグループ分けできるのかを考える取組を行い、その後クラス全体で着目した点(条件)を整理して数式で表し、グループ分けを行った。さらに練習問題の条件(「異なる 2 つの正の解をもつような」等)に合致するグラフとそれが属するグループに分けた着目点とを照らし合わせ、グループ分けの着目点が解法の糸口になることを確認した。

- (イ)2次関数のグラフのかき方 (ロ)2次方程式の実数解の個数 (ハ)2次関数のグラフと x 軸との共有点
 (ニ)2次関数のグラフと x 軸との位置関係 (ホ)2次関数の最大・最小 (ヘ)2次不等式の解き方

⑤ 授業の考察

ア 個人の考えを記述する活動

多くの生徒が 11 個のグラフを見比べ、それらの違いについて複数の点に着目し、「グラフのグループ分けの条件」を考えることができた。この活動により生徒は自分の考えを整理して、主体的に学習し、自分なりの考えをもつことができた(図 18)。

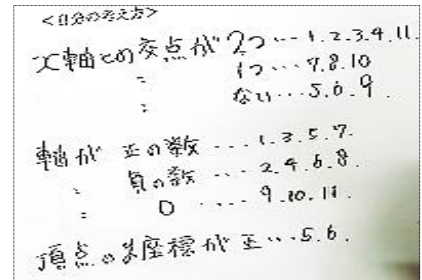


図 18 頂点などに着目した記述

イ 個人の考えを伝え、説明する活動

各班で、個人の考え(グループ分けの着目点)について互いに説明し、同じ場合には「一緒」などと声をかけ合うとともに、異なる場合にはその考えの理由を聞いて納得する様子や表現が異なるが同じ考えをしている場合には、より簡潔な表現(分かりやすい表現)に言い換えるなどのやり取りを通して考えを整理し、共有する様子を見ることができた(図 19)。話し合い活動により、生徒は互いの考えを共有することや個人では思いつかない考えの良さに気づくことができた。



図 19 考えを伝え、説明する様子

ウ 考えをまとめ、発表する活動

班での話し合い活動を通して、グループ分けの条件を整理し、生徒が「みんなから出てきたのは『共有点の数』、『軸』、『頂点の x 座標がプラスかマイナスか 0』、『頂点の y 座標がプラスかマイナスか 0』、『解の個数』、『頂点の位置』の 6 つだね」などと互いの考えを共有し、班全体で考える様子を見ることができた。

また、授業者が順次、各班からの発表を聞いて板書していくことによって、各班の考えをクラス全体で共有することができた。発表を通

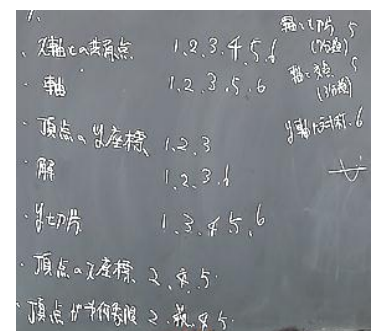


図 20 各班の考えの板書

して生徒たちは自分の班で考えたことを振り返ることができるとともに、他の班の発表を聞いて、自分の班の考えと他の班の考えを比較し、相違点を把握することができた(図 20)。さらに発表された様々な考えの中から「グラフのグループ分けのためには、どの点に着目するといいか」を授業者は生徒とのやり取りを行いながらクラス全体で考えさせ、「グラフと x 軸との共有

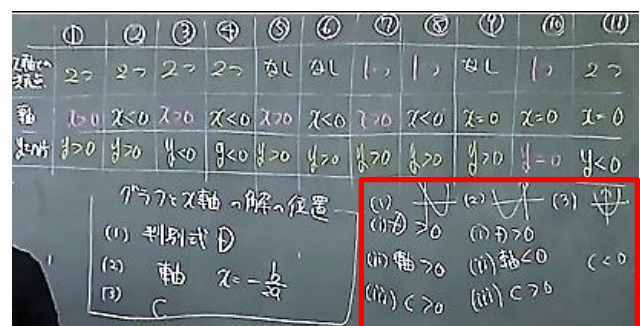


図 21 まとめの板書

点の個数」、「グラフの軸の位置」、「y 切片の符号」という 3 つの着目点に絞り込み(図 21 の表)、さらにそれぞれを数式で表現し直し、着目した 3 点がグループ分けの条件として、必要かつ十分であることを確認した。この確認により生徒は「2 次方程式の解の符号の問題」は「2 次関数のグラフの位置を分類する 3 つの条件」に帰着させて考えればよいことを理解することができた(図 21)。授業の最後に取り組んだ思考を伴う問題に対して、生徒は「3 つの条件」に着目して取り組むことができていたこと(図 21 左下)から、本時の学習を通して生徒の思考力を育成することができたと考え(図 21 の枠)。

Ⅲ 研究のまとめ

1 成果

生徒の思考力・判断力・表現力等を育成するために「生徒に自分の考えを記述させる活動」や「生徒同士が考えを共有できる活動」を「文章問題などの思考を伴う問題を扱う授業」に取り入れた。このことにより教師が一方向的な説明をした場合や問題の解答の解説をした場合とは異なる生徒の変化を事後アンケートの結果や検証授業後の授業者の実感としてとらえることができた。このことが各校で取り入れた学習活動の成果と考える。

(1) 事後アンケートの結果から分かること

事後アンケートの質問 1 「考えを記述する活動を行って良かったと思えることは何ですか」(表 6)において選択肢ア、イの結果の合計で 6 割に近いことから、考えを記述する活動を通して生徒が問題に対して既習の知識を使って自分の考えを整理し、生徒なりの問題への理解や解決方法についての考えをもつことができ、主体的に問題に取り組めたことが分かる。さらに選択肢ウの結果からは、生徒は問題について分からないところを意識することができたと考え。また、質問 2 「考えを説明する活動を通して良かったと思えることは何ですか」(表 7)において、選択肢アとイとウの結果から、考えを説明する活動を通して、生徒は問題に対してどのように考えたかを再確認し、自分の考えを整理し直すことができたと考え。さらに選択肢エの結果からは、「生徒が友達と一緒に考えようとする前向きな気持ちをもつことができた」と考える。質問 3 「友達の考えを聞く活動は授業内容の理解に役立ったか」で 9 割以上の生徒が役立ったと答えている。その生徒たちに聞いた質問 4 「友達の考えを聞く活動を通して授業内容の理解に役立ったことは何ですか」(表 8)において、選択肢イとウの結果から多くの生徒が「他者の考えを取り入れて自分一人では思い付かないアイデアを得て、自分の考えを広げること」や「他者の考えをもとにして自分の考えをより良いものに修正すること」ができたと考え。質問 5 「班で考

表 6 「質問 1 の結果」

選択肢(1 つ選択)	%
ア. 課題解決へ向けての自分の考えをもてたこと	27.9
イ. 課題の内容を理解できたこと	30.6
ウ. 課題についての分からないところが明確になったこと	24.3
エ. 課題解決に必要なこと(知識)は何かと考えたこと	16.2
オ. その他	0.0

表 7 「質問 2 の結果」

選択肢(1~3 つ選択)	%
ア. 課題の内容を正確に理解できたこと	33.3
イ. 課題解決へ向けての自分の考えを整理できたこと	42.3
ウ. 説明する前に自分の考えが正しいかを確認できたこと	34.2
エ. 自分の考えが友達(他者)に受け入れられたこと	24.3
オ. 自分の考えを言葉にする機会をもてたこと	31.5
カ. 判断の根拠や理由を示しながら説明できたこと	18.0
キ. その他	1.8

表 8 「質問 4 の結果」

選択肢(2 つ選択)	%
ア. 課題解決に向けての自分の考えをまとめられた(整理できた)こと	19.8
イ. 自分一人では思い付かない課題解決へのヒントやアイデアを得られたこと	82.0
ウ. 自分の考えをより良いものに修正できたこと	38.7
エ. 自分と同じ考え方をしていることを知ることができたこと	15.3
オ. 自分の考え方の良さに気付けたこと	1.8
カ. その他	0.0

えを共有し、まとめ、発表する活動を通して良かったことは何ですか」(表9)において選択肢イとウとカの結果から、生徒は「他者の考えを取り入れて、自分の考えの過程を再確認し、自分の考えを広げること」や「自分の考えを深めること」ができたと考える。

今回、授業に取り入れた活動によって、受け身にならず、主体的に問題に取り組みたと生徒に実感させることができたことが分かる。特に、選択肢カ「授業の始めに一人で考えたときより、授業内容を深く理解できた」を多くの生徒が実感していることは大きな成果と考える。

表9 「質問5の結果」

選択肢(1~4つ選択)	%
ア. 授業で何を学習したのかを振り返ること(確認することができたこと)	27.9
イ. 友達の考え方を取り入れる(受け入れる・比較すること)で、自分の考え方を広げる経験ができたこと	52.3
ウ. 互いの知識をもち寄って、まとめる(組み合わせる)経験ができたこと	51.4
エ. 分からない所を気軽に友達に聞くことができたこと	32.4
オ. 友達の言葉遣いを聞いて、自分の表現を変えることができたこと	8.1
カ. 授業の始めに一人で考えたときより、授業内容を深く理解できたこと	44.1
キ. 問題を解くときの見方や考え方(どの知識を使うか等)が分かったこと	27.0
ク. その他	0.0

(2) 教師の実感から分かる生徒の変容

① A 高等学校の授業者

- ・生徒に自分の考えを記述させ、話し合い活動を行ったことで、クラスの雰囲気さがさらに良くなり、計算の練習問題を解くときでも周りの生徒と気軽に相談し、学び合いができるようになった。
- ・以前に比べて、数学Iの文字を含む問題や場合分けの問題への生徒の抵抗感が少なくなってきた。思考を伴う問題に対して、既習の知識を用いて自分の考えを表現することができるようになってきた。
- ・例年、出題しても白紙が多い問題に対して生徒の解答が大きく変わった。具体的には問題「 $a > 0$ のとき、2次関数 $y = -x^2 + 4x (0 \leq x \leq a)$ の最大値を求めよ」では正答率が4~5割であった。また、問題「2次方程式 $x^2 + 2kx - k + 2 = 0$ の解が1より大きい解のみをもつように定数 k の値を求めよ」では正解者は少なかったものの、例年だと解答する割合は2~3割であるが、今年は4~5割であった。

② B 高等学校の授業者

- ・以前は「問題さえ解ければいい」という思いから授業者の指示を注意深く聞かない生徒もいたが、問題を解くだけでなく何をしなければならぬかを意識する生徒が増え、その結果、授業者の話をよく聞くようになった。
- ・授業者が生徒に考え方を問う発問が増えたため、生徒は思いつきで発言せず、聞いている人に分かるように説明する姿勢が見られるようになった。
- ・文章問題で、以前は「解けないから」とあきらめて何も書かない解答が多かったが、式や答だけでなく考え方を説明する解答が増えた。

③ C 高等学校の授業者

- ・授業者がヒントを与えながら定理の証明などを生徒自身に考えさせる際に、あきらめずに取り組むようになった。具体的には正弦定理の証明について少しのヒントで考えさせた際、証明を書くことはできていなかったものの、証明の手順として正しい考え方をしている生徒が多かった。
- ・授業後などに自分の考えが正しいか質問に来る生徒が増えた。以前は、模範解答や教師の解答と自分の解答が少しでも違うと間違いであると思いつく生徒が多かったが、そういった生徒たちが自分の途中までの考え方で正答まで導くことができなかつたかと思えるようになった。

2 今後の課題

今後の課題は二つあると考える。一つ目は本研究で実践した活動を継続して取り組む必要があること、二つ目は生徒の主体的な学習の取組の様子を評価することである。

(1) 実践した活動の継続した取組

継続していくためには、次の2点に取り組む必要があると考える。いずれの点も各科目での単元の指導計画や1時間の授業内容を見直すことが必要である。

① 1年間を通して授業を行った場合の検証

本研究では数学Ⅰの単元「2次関数」での検証であったが、成果は各校で確かめられた。1年間を通して数学Ⅰの他の単元の授業で同様の活動を行った場合の検証が必要である。

② 教科全体で活動に取り組む。

今回は1つの例として、高校1年の数学Ⅰに題材を求め検証授業を行った。各校で数学の年間指導計画があり、その中で今回の活動をどれだけ行えるかは学校により事情は異なる。そこで、年間指導計画を整理し、この活動をどの科目のどの授業で取り入れるか明確に示し、教科内で共通認識を図って教科全体で活動に取り組む必要がある。

(2) 生徒の主体的な活動の評価

ワークシートにおける生徒の記述から、前時までに学習した知識を活用して生徒が考えを記述できているかという生徒一人一人の知識の習得状況と活用の程度や、他者の考えを聞いて生徒自身が考えをどのように再構築したのかを見取る取組が必要である。また、検証授業中に生徒が主体的に学習に取り組む様子をとらえることができたが、その様子进行评估するまでは至らなかった。日頃の授業では教師一人で行うことが多く、生徒の様子を見取ることができる範囲はおのずと限られる。教師一人で見取ることができる工夫を考える必要がある。

最後に、研究を進めるにあたり、ご支援、ご助言をくださいました講師の先生、また、校長先生を始め各学校教職員の皆様に、心より感謝し厚くお礼を申し上げます。

【参考文献】

文部科学省

『言語活動の充実に関する指導事例集～思考力・判断力・表現力等の育成に向けて～』 2012年

国立教育政策研究所

『評価規準の作成、評価方法等の工夫改善のための参考資料 【高等学校 数学】』 2012年

神奈川県教育委員会 『学習評価の手引き』

2013年

中央教育審議会初等中等教育分科会高等学校教育部会

『中央教育審議会初等中等教育分科会高等学校教育部会 審議まとめ

～高校教育の質の確保・向上に向けて～』 2014年

【指導助言者】

横浜国立大学准教授（川崎市総合教育センター専門員）

両角 達男

前川崎市立川崎総合科学高等学校長

市野 典明

川崎市総合教育センター指導主事

安藤 勉