

チームによる問題解決を用いた授業での指導と評価について

1 はじめに

本校は新城市の北東部に位置し、奥三河地域の進学校として創立以来、今年で47年を数える普通科高校である。来年度からは新城高校と統合し、新たに総合学科の新城有教館高校として開校される予定である。学校の雰囲気は落ち着いており、部活動や学校行事も盛んである。素直で真面目な生徒が多い反面、学習に対して受動的な傾向が強く、自ら考え解決していく力はやや不足しているように感じられる。

数学においては、自ら学びに向かう態度と正解を与えられない状況で思考を進めていく姿勢を養いたい。また、「なぜそうなるのか？」を看過させず、自ら深く考え判断する力と、自分の考えを他者に分かりやすく伝える力も身に付けさせたい。さらに、正解を求めるだけでなく過程を重視し、自らの考えを表現する場面で、間違いをおそれない態度を養うことも念頭に置いて指導したい。それらの積み重ねにより、数学のみならず日常的に論理的な思考力や表現力を発揮できるものとする。

自校生徒の思考力・判断力・表現力を伸ばすために、本実践では日常的に使用できるワークシートの型を模索し、「基本的な概念や原理・法則を理解し、数学的な活動の中でそれらを活用することで、既習の知識と結びつけ概念を広げたり深めたりできる」生徒の育成を目指す。

2 指導計画

(1) 思考力・判断力・表現力を育成する指導方法

ア ワークシートの工夫

本時の主題となるページ(左ページ)、前時の復習・本時の振り返り及び次時の予告となるページ(右ページ)にレイアウトする。左ページの問題解決で思考力・判断力を高め、ペアワークや発表によって表現力の育成を目指す。右ページで単元内を見通す意識を持たせ、作問によって、学びを深める。また、言葉や自己評価によって主体的な学びを促す。

イ 問題解決の工夫

ペアワークのほか、書画カメラとプロジェクターを複数用い、チームごとに考え方を発表させることで表現力を育成する。また、各チームの発表を比較検討することでよりよい解答を作成できるよう、生徒が思考判断する場面を取り入れる。その際、教師から正解を与えないようにし、生徒が自ら最適解をまとめるよう支援する。

ウ 振り返りの工夫

「本時のポイント」を、自分の言葉で表現することや作問することによって深い学びを促す。ルーブリックによる客観的な評価と言葉による自己評価を行うことで、自分の理解度を把握させる。同じ形式のワークシートを重ねていくことでコメントの変容が自身によって確認できるよう、太枠部分(本時の目標、本時のポイント、今日のじぶん)のレイアウトをそろえる。生徒自らが振り返りや自身の変容を確認できるようにすることで、単元内のつながりや理解度、つまづきなどに気付かせる。

(4) 学習活動の工夫（主体的・対話的で深い学びの実現に向けて）

	主体的な学び	対話的な学び	深い学び
実践内容	単元内のつながり, 自らの理解度を把握させることで, 主体的に学びに向かう態度を育てる。	ペアやグループでの活動を通して対話的な学びを促し, 他者の意見を認める態度を養う。	教師から正解を与えないこと, 作問やその解答作成により, 深く学ぶ習慣を付ける。

3 実践報告と考察

(1) 学習活動について

1年2組, 1年3組の半数(本校では数学の授業を1クラス2展開で実施)で実践した。本時の目標, 例題(個人・ペア・グループで考える), 練習問題, 本時のポイントと作問, 振り返りという流れで行った。生徒たちは日頃から例題の解説を受け, 解き方を習ってから練習問題を解くという形式の授業に慣れているため, 正答を与えられていないという状況に戸惑いが見られた。一方, 本時の目標は「考えること」「自分たちの解答をつくること」であり, 思考力・判断力育成のためにも, 初見の問題を自分たちで解くこと, 正答にこだわらないことを伝えていくと徐々に話し合いが活発になった。先に解き方を教える方法に比べ, 生徒たちは苦勞したもの, ふだん以上に深く考える姿勢が見られた。練習問題の解説で多くの生徒が理解を進めた雰囲気であり, 本時のポイントと作問では自らの考えを深めた様子が見てとれた。



【ペアワークの様子1】



【ペアワークの様子2】



【グループワークの様子】



【グループ毎の発表の様子】

(2) 評価と評価結果の生徒への還元について

本単元の一時間目から, 毎授業で「今日のじぶん(生徒の簡易版自己評価)」を記録させた。それを集計したものを個別に示し, 生徒に還元した。集計表を確認し, 生徒は自分の理解度が不足している箇所やつまづいた単元を振り返ることができ, 主体性や意欲を以前より喚起できたのではないかと感じている。また, 個別に支援が必要な生徒を把握することもできた(資料2)。

また Step 1～3 についての評価, 本時のポイントを押さえているかの評価を生徒に還元することで,

生徒が自己評価と他者評価を比較する機会も設けた（資料3，4）。

【資料2 「今日のじぶん（簡易版自己評価）」抜粋】

		2次関数 第1節			2次関数 第2節							
		グラフ	平方完成	平行・対称移動	最大最小	定義域最大最小	cが文字最大最小	定義域文字最大最小	軸が動く最大最小	区間が動く最大最小	最大最小文章題	決定
男子 生徒A	90%以上				1							1
	70%	1	1			1	1	1				5
	50%			1								1
	50%未満											0
男子 生徒B	90%以上	1	1	1	1	1	1	1				7
	70%											0
	50%											0
	50%未満											0
男子 生徒C	90%以上		1		1							2
	70%	1		1		1						3
	50%						1	1				2
	50%未満											0
女子 生徒D	90%以上	1	1		1	1		1				5
	70%			1			1					2
	50%											0
	50%未満											0
女子 生徒E	90%以上											0
	70%	1	1	1	1		1	1				6
	50%					1						1
	50%未満											0
女子 生徒F	90%以上											0
	70%		1		1							2
	50%	1		1		1	1	1				5
	50%未満											0

(3) 数学的活動の中での位置付け

D2「解決過程を振り返るなどして概念を形成したり，体系化したりすること」について，「見いだした事柄を既習の知識と結びつけ，概念を広げたり深めたりする力」を伸ばすことを意識して実践した。教材に記載された問題をそのまま解くことに比べ，本実践の過程を通じ，生徒が思考を広げ深めた記述が見られたことが本時の効果として挙げられる。また，評価についても，正答か否かではなく，生徒の思考に着目したものであったことも生徒にとって新鮮であったようである。

(4) 学習活動の工夫（主体的・対話的で深い学びの実現に向けて）

ア 主体的な学びについて

ワークシート右側に，前時の復習，本時のポイント，作問，振り返り，次時の予告という流れで配置したことにより，生徒自らが単元内のつながりや理解度を確認できるよう工夫した。それまでに何を学び，その時間ではどのようなことが大切だったのか，自己の理解度などはどうだったのか，次はどのような学びにつながっていくのかを各自で判断できることで，生徒の主体的な学びを促すことができた。

イ 対話的な学びについて

ペア，グループワークでは他者と対話的に学び，書画カメラによる投影で他グループと考え方を共有した。また Step1～3や作問を通じて自己内対話を促すとともに教師からの評価も還元することで，さまざまな相手との対話的な学びを実現した。

ウ 深い学びについて

本時のポイントや作問では，係数や定数項，軸の方程式など，日ごろ深く考慮していなかった事項にまで考えが及んでいた生徒もあり，深い学びにも効果があったと思われる。問題を与えられて解くよりも，作問したことで問題の意図を考えるようになった生徒もいた。

【資料3 Step 1～3についての評価】

評価Bの記述例

Step1 個人で解答しよう。自分なりの解答がかまいません。

$$f = 2x^2 + 1$$

$$= x^2 - 4x + 4 - 4 + 1$$

$$= (x-2)^2 - 3$$

$x = 2$
(2, -1)

Step2 ヒントをもとに、ペアで考えたことを解答しよう。
(アイテム使用可)

② $a = 2 \rightarrow -3$
① $0 < a < 2 \rightarrow (a-2)^2 - 3$

Step3 各チームの発表を聞いて、解答をまとめよう。

$0 < a < 2$ のとき
 $x = a$ で最小値 $a^2 - 4a + 1$
 $x = 2$ のとき
 $x = 2$ で最小値 -3

Step 2 までは考えが深まっているが、Step 3 では解答を書き写したのみであるため、Bとした。

評価Aの記述例

Step1 個人で解答しよう。自分なりの解答がかまいません。

$$f = ax^2 - 4x + 4 - 4 + 1$$

$$= (x-2)^2 - 3$$

$x = 2$ で最小値 -3

Step2 ヒントをもとに、ペアで考えたことを解答しよう。
(アイテム使用可)

$x = 2$ で最小値 -3

Step3 各チームの発表を聞いて、解答をまとめよう。

最小値 (1 < x < 2) ではない
頂点 (2, -3) に付する
-3より小さい数は出ない

$0 < a < 2$ のとき
 $x = a$ で最小値 $a^2 - 4a + 1$
 $x = 2$ のとき
 $x = 2$ で最小値 -3

正答ではないものの、Step 3 では考えの深まりが見られ、Aとした。

【資料4 本時のポイントと作問についての評価】

評価Bの記述例

～まとめ～
本時のポイントは ⇒ 値が変化するときを見つける

深めよう!!
「 a は正の定数とする。関数 $y = x^2 - 4x + 1$ ($0 \leq x \leq a$) の最小値を求めよ。」の
 a を 負の定数 に変えてみたらどうなるだろう?

自作問題「 a は負の定数とする。関数 $y = x^2 - 4x + 1$ ($a \leq x \leq 0$) の最小値・最大値を求めよ。」

$y = x^2 - 4x + 1$
 $= (x - 2)^2 - 3$

$x = 0$ で 最大値 1
 $x = a$ で 最大値 $a^2 - 4a + 1$

本時のポイントを押さえており、理解はできている。しかし、作問が適切とは言えずBとした。

評価Aの記述例

～まとめ～
本時のポイントは ⇒ $0 < a < 4$ の位置と軸の位置

深めよう!!
「 a は正の定数とする。関数 $y = x^2 - 4x + 1$ ($0 \leq x \leq a$) の最小値を求めよ。」の
最小値 を 最大値 に変えてみたらどうなるだろう?

自作問題「 $y = x^2 - 4x + 1$ の頂点 $(2, -3)$ 」

$x^2 - 4x + 1$
 $(x - 2)^2 - 4 + 1$
 $= (x - 2)^2 - 3$

$0 < a < 4$ のとき
 $x = 0$ で 最大値 1
 $a = 4$ のとき $x = 0$ と 4 で 最大値 1
 $a > 4$ のとき
 $x = a$ で 最大値 $a^2 - 4a + 1$

誤りの箇所はあるものの、本時のポイントを押さえていること、作問が適切であることからAとした。

4 まとめ

(1) 成果

日常的に使用できるワークシートの型を工夫し、思考力・判断力を育てる授業を目指し、本実践を行った。正答を事前に与えないことで、ふだん以上に考える場面を生徒に与えられた。「見いだした事柄を既習の知識と結び付け、概念を広げたり深めたりする力」の育成については、ある程度の効果があったと考えている。後述のアンケートにも、本時が思考力や判断力の養成に効果的であったことが見てとれる。それ以上に、次時で軸が動くタイプの問題を説明した際、場合分けの理解がこれまで以上に円滑に進んだことも本時の大きな成果であったと考えられる。

また、主体的・対話的で深い学びという観点では、Step 1～3の過程や本時のポイント、作間を経ることで、一定の成果があったことはアンケートやワークシートからも見てとれる。

以下にアンケートの結果を記す。

ア 今回の授業で必要だと感じた力（うち上位四つ）

- ・深く考える力
- ・論理的に考える力
- ・粘り強く考える力
- ・知っていることを活用する力

イ ワークシートの中で、毎時間やってほしいもの（うち上位四つ）

- ・ペアワーク
- ・グループによる発表
- ・前時の復習
- ・授業のポイントを自分で表現する

ウ 今日の授業はいつもと比べてよく考えたか

よく考えた	まあまあ	あまり	変わらない
55%	30%	15%	0%

エ 今回の授業を通じて理解度や興味・関心が高まったか

かなり	まあまあ	あまり	高まらなかった
27%	64%	6%	3%

オ ふだんの授業と比較して楽しかったか

とても	まあまあ	あまり	楽しくなかった
45%	49%	6%	0%

カ 今回の学習が、以下の力を身に付けるために有効だと思うか

	とても思う	思う	あまり	思わない
自ら深く考え判断する力	61%	36%	3%	0%
見通しを立てて考える力	24%	61%	12%	3%
他者に表現し伝える力	45%	52%	0%	3%

キ 自由記述

- ・今日はいつも素通りしていた「なぜ？」から考えることができたし、それが分かって楽しかった。ふだんから「なぜ？」を意識することが大切だと思った。
- ・「こうしたらこうなる・・・」といろいろなことを考えることができた。
- ・これまで習ったことをうまく使うことができなかった。基本が大切だと思った。
- ・これまでは先生が言ったことをただ覚えていたが、どうしてかを考えるようにしたい。
- ・どれだけ情報が与えられていて、何をどう使っていくかを考えるようにしたい。
- ・アイテムがあって考えやすかったのも、これからは自分も工夫して解いてみたい。
- ・ペアやグループで他の人を頼ってしまった。ただ、少しは自分の考えを出せた。

- どんな答えでもよいからまずは自分で解き、その後で説明を聞く方がよく理解できた。
- 【振り返りのコメント抜粋（ワークシートより）】
- 個人で考えたときはうまくまとまらなかった。でも、ペアやグループで自分の考えをまとめながら相手の考えを聞き、自分なりの答えを出すことができた。
 - グラフや図を使って考えることが大切だと思った。なぜなら動くものを目で確かめられるから。
 - 一人では理解できなかった。しかし、仲間のいろいろな考えを組み合わせると理解が深まった。
 - いつもより自分で考えようという気持ちになった。だから、どこが違うのか分かりやすかった。
 - これまでの学習内容を使って自分で考えを深められなかった。だから、正解できなくても日頃から自分で考えようと思った。
 - どこかを変えて問題を自分でつくるのは新鮮だった。これからはいろいろ変えてやってみたい。
 - 整数でだけ最小値を考えていた。だから、 $a^2 - 4a + 1$ の形でも最小値になると知り驚いた。
 - 今日は場合分けを用いて考えた。しかし、自分の考えをうまく説明できず他の人の考えを使ってしまった。

(2) 課題

日頃の授業で気になるのは、生徒がすぐに正答を知りたがることである。考えるプロセスをできるだけ短くし、練習問題では教師の模範解答を（ほぼ完璧に）真似てきれいな解答をつくる生徒が多くなってきているように感じている。そのため、授業時間内で解けても、時間が経つと全く手が付けられないという状況もみられる。本実践でも Step 1～3 で正答を目的とせずに取り組ませたが、生徒は当初戸惑っていた。

考えるためにはある程度の見通しを立てねばならず、既習事項を活用させるためには基礎基本を定着させている必要がある。また、問題が難しすぎれば無理だと諦めてしまう生徒も出てくる。勤務校の生徒の実態に即したレベルで、少しの背伸びをさせるという難しさがあると思われる。

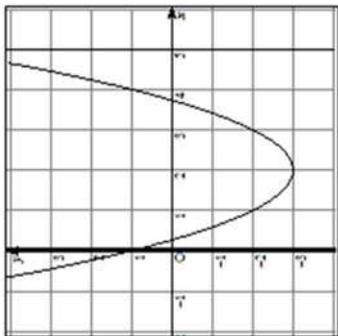
本時の課題として、数学的活動の中で既習の知識を活用する力や、見通しを立てて論理的に考える力を伸ばすには、ワークシートでさらに工夫が必要であると感じた。また、正答をすぐに教えないことで、適切な解答とは異なる結論に至った場合に、上手に方向を変えていく難しさも感じた。

5 おわりに

思考力・判断力を育成する授業として、今回の実践は一つの形として示すことができたと思っている。生徒アンケートからも、ふだん以上によく考えたことが見てとれる。ペアワークやグループワークに対して、生徒は好意的に捉えている様子であり、今後は更に効果的なワークを模索しようと考えている。「基本的な概念や原理・法則を理解し、数学的な活動の中でそれらを活用することで、既習の知識と結びつけ概念を広げたり深めたりできる」生徒を育成するため、個人内で考えが深まり、それがまとまっていくようワークシートや指導方法の更なる工夫を目指したい。

／ 本時の目標

例題 aは正の定数とする。関数 $y = x^2 - 4x + 1$ ($0 \leq x \leq a$) の最小値を求めよ。



Step1 個人で解答しよう。自分なりの解答でかまいません。

Step2 ヒントをもとに、ペアで考えたことを解答しよう。
(アイテム使用可)

Step3 各チームの発表を聞いて、解答をまとめよう。

練習17 aは正の定数とする。関数 $y = -x^2 + 2x + 1$ ($0 \leq x \leq a$) の最大値を求めよ。

前時の復習 (ペアで異なる問題を解説、相手に説明して確認)

- ① 関数 $y = 2x^2 + 4x$ ($-2 \leq x \leq 1$) の最大値・最小値を求めよ。
- ② 関数 $y = -x^2 - 2x + c$ ($0 \leq x \leq 2$) の最小値が -3 であるように定数 c の値を定めよ。

～まとめ～

本時のポイントは

梁めよう!!

「aは正の定数とする。関数 $y = x^2 - 4x + 1$ ($0 \leq x \leq a$) の最小値を求めよ。」の

を に変えてみたらどうなるだろう?

自作問題「

◎自己評価 (ルーブリック)

評価項目	A (十分満足できる)	B (おおむね満足できる)	C (努力を要する)
他者と協働し、提案分けを用いて最適な解答を導くことができたか。 (数学的な見方・考え方)	ペアワークに積極的に参加し、自分と他者の考えから最適な解答を導くことができた。	ペアワークに積極的に参加し、自分と他者の考えをまとめて自ら解答を導くことができた。	ペアワークに参加できなかった。自分の考えを深められず他者の考え方を利用するにこまかった。

◎今日のふりかえり (接続詞を用いて2文でかこう)

」

◎次回予告

前時では定数項に文字aがあり、本時は定義域の片側に文字が入っていた。xの係数に文字aを含ませたら最大値や最小値はどうなるだろうか?

今日のじぶんは?
90%以上
70%
50%
50%未満