

令和6年度岡崎市教育研究大会レポート

岡崎市立北中学校 渡會 大貴

1 **3B** **数学**

2 研究テーマ

自立的に学び問題を数学的に表現・処理し論理的に考察する生徒の育成 ～1年「変化と対応」の実践を通して～

3 研究概要

(1) 主題設定の理由

本校は、令和3・4・5年度にかけて、「自立的に生きるための資質・能力を育む教育の創造～学び方と学ぶ内容を充実させたチーム学習を通して～」と題して、授業研究を進めてきた。変化が激しく予測困難な社会を生き抜いていくためには、自立的に生きる力を育む必要があると考え、主題を設定した。本校では、自立的に生きる力をもつ生徒を育てるためには、自分の力だけでなく、人の力も頼りながら、問題を解決したり、問題に向き合い、最後までやり抜いたりする力を身に付けることが重要であると考え、4人組を基本としたチーム学習を取り入れた。また、一斉授業の枠を越えて、他者と関わり合いながら課題解決に向かう授業に取り組んだ。

平成29年に告示・施行されている中学校学習指導要領の数学科では、「数学的に考える資質・能力」を育むために、「数学を活用して事象を論理的に考察する力を養う」ことを目標にすることが明記されている。また、この力は、「様々な事象を、数学的に表現・処理し、問題を解決する過程を遂行することを通して養われていく」とされている。

本学級において、数学科に関する意識度調査を行ったところ、数学が「好き」「少し好き」と答えた生徒は22名であった。それに対し、「あまり好きではない」と答えた生徒は9名であり、数学について否定的な考えをもっている生徒が一定数いる。そして、「あまり好きではない」という理由については、「文章問題をどう考えたらいいか分からなくて解けないから」というように、「数学的に考える資質・能力」が不十分であることが感じられるものがあつた。

そこで、本校で行った研究や生徒の実態を踏まえ、本主題を「自立的に学び、問題を数学的に表現・処理し、論理的に考察する生徒の育成」として、研究に取り組むことにした。

(2) 目指す生徒の姿

研究主題に迫るために、目指す生徒の姿を以下のように設定した。

(1) 問題解決に向けて、自立的に学ぶ生徒

※ 自立的に学ぶ…自ら考えたり、他者と関わり考えを受け入れたりして学ぶ

(2) 問題を数学的に表現・処理し、論理的に考察する生徒

(3) 研究の仮説

この「目指す生徒の姿」に迫るために、次のような仮説を立てた。

(1) 生徒から生まれた問いや思いに沿った単元を構成し、チーム形態での授業を行い、必要に応じて教師支援を行うことで、自立的に学ぶ生徒を育むことができるだろう。

(2) 数学的に表現・処理することが必要とされる教材を用い、既習事項を活用したり、解決の過程を振り返るよう促したりすることで、問題を数学的に表現・処理し、論理的に考察することができるだろう。

(4) 研究の手だて

「仮説」を踏まえ、次のような手だてを考えた。

(1) 仮説(1)に対する手だて

① 生徒の問いや思いを共有し、それを基に課題を設定する。

自転車のギアの変化に対応して変わるものに何があるか生徒から意見を吸い上げた。その意見を基に課題を設定し、調べるために必要な内容を身に付けるための単元計画を行った。

② チーム形態で授業を行い、生徒に活動を委ねた場面では、生徒の活動を見取り、必要に応じて困り感を聞いたり、助言をしたりするなど活動が停滞しないよう支援を行う。

机間指導やスクールタクトを活用して生徒の状況を見取り、活動が停滞している個やチームには、試してみるとよい方法や活動が進んでいる級友に何をしているか聞きに行くなどの助言をした。

(2) 仮説(2)に対する手だて

③ 数学的な表現・処理が必要とされる教材を用い、既習事項を活用するよう促す。

授業では、既習事項を基に、数学的な表現・処理が必要となる教材を生徒に提示した。また、既習事項を活用して生徒が自分の言葉で説明したり、教え合ったりする活動を十分にできるようにした。

④ 課題解決後、課題解決の過程を、根拠を基に振り返るよう促す。

生徒が導いた答えについて、どうやって考えたかを問いかけ、答えに至るまでの根拠を明確にできるよう働きかけた。また、課題解決後、生徒が導いた答えについて、「どうやって考えた」、「どうしてそう思った」などと問いかけ、答えに至るまでの根拠を明確にできるよう働きかけた。

(5) 単元の指導計画と手だて

単元の指導計画と手だて①から④の位置づけを以下のようにした。

実践番号	学習課題	学習内容	時間	手だて
(実践1)	単元課題 「自転車のギアの変化にともな って変わる数値からきまりを見 つけよう」	●単元課題の設定。 ●関数の定義を理解し、その1例で ある自転車について考える。 ●関数は x と y の式で表せる。	2	①
	●比例の表を考えよう ●比例の式を考えよう	●関数の例の1つに比例がある。 ●比例の式は $y=ax$ で表せる。	3	②, ③
	●比例の関係をグラフに表そう ●グラフから比例の式を求めよ う	●比例の式や表を基にグラフをかく。 ●グラフから比例の式を求める。	4	②, ③
	●反比例の表を考えよう ●反比例の式を考えよう	●関数の例の1つに反比例がある。 ●反比例の式は $y=\frac{a}{x}$ で表せる。	2	②, ③
	●反比例の関係をグラフに表そ う ●グラフから反比例の式を求め よう	●反比例の式や表を基にグラフを かく。 ●グラフから反比例の式を求める。	3	②, ③
(実践2)	●自転車のギアを変えたときに 対応して変化する数値を調べ よう	●自転車のギアを変えたときに対応して変 化することが予想される数値について実 験し、実測値を導く。	1	①, ③
(実践3)	●自転車について調べた数値か らきまりを見つけよう ●他のギアについて、どんな数 値が導かれるか求めよう	●実験で得られた実測値【歯車の歯数・ペ ダルの回転数・移動距離】に比例や反比 例の関係があるか考える。 ●比例や反比例の関係を使って実験してい ないギアに対して、どんな数値が導かれ るか考える。	2	①, ②, ③, ④

(6) 手だての検証と抽出生徒について

【資料1】単元の指導計画と手だて

本論では、次の生徒Aの変容を追うことによって、検証していく。

成績は中位であり、基本的な計算問題は解くことができるが、文章問題で式を立てたり、答えに対して理由を説明したりすることは得意でない。分からないと諦めてしまうことがあり、他者と積極的に関わろうとしない。数学科に関する意識度調査では、「あまり好きではない」と答えており、理由には、「文章問題の考え方が分からない。解けたけど説明できない。」とあった。生徒Aの思いや困り感を単元構想に組み込み、他者と関わりながら自立的に学び、問題を数学的に表現・処理し、論理的に考察する姿が見られるようにしたい。

【資料2】生徒Aの実態

4 研究実践

(実践1)第1時 自転車のギアの変化にともなって変わる数値からきまりを見つけよう【手だて①】

単元の導入にて、関数の例として自転車があることを挙げ、ギアの変化にともなって変わる数値には何があるか発問した。自分で考えをもち、チームで話し合った後、生徒が自由に意見を述べる場を設けた【資料3】。

ギアの段数が変わると対応して変わるものとして「自転車の進む速さ」(A2)、「ペダルをこぐときの重さ」(B3)、「(ペダル1こぎで)進む距離」(C4~D6)、「タイヤの回転数」(E8)、「チェーンの位置」(I13)などが意見に挙げられた。「チェーンの位置」という意見については、数値ではないことから、チェーンとかみ合う歯車の位置が変わり、その歯車の歯数が変わることを確認した。これらの意見を共有し、本単元の課題を設定した(T18)(手だて①)。

課題を設定し、自分たちで実験する数値を基に問題を考えることになるのと分かる、生徒たちは、「早く調べたい」、「自転車はどうしますか」など、意欲的な姿勢が見られると同時に、「でもきまりってどういうこと」、「どうやって調べるの」という疑問が生まれた。その疑問を解消するために関数とは何か、数学の知識がより必要だということをまとめ、本時の振り返りを行った。授業後の生徒Aの振り返りは以下の【資料4】の通り。「難しそうだけど…知りたいと思いました。」、「実験して…ウキウキです!」からは、難しさを感じつつも、問題解決に向けて自ら学ぼうとする姿勢や、これから学ぶ内容に対する意欲が満ちあふれている様子が確認できた。

関数についてよく分かりました。でも自転車のきまりについてまだよく分からないから、難しそうだけどさらに詳しく知りたいと思いました。でも実験して調べていくことになって、より理解しやすそうだとでも楽しみでウキウキです!
【資料4】生徒Aの第1時の授業の振り返り

——チームでの相談後——
T1 ではチームで出た意見を教えてください。
A2 進む速さが変わると思います。ギアが大きい方が速く進む気がする。
B3 それはペダルをこぐスピードによって変わると思います。私はペダルをこぐときの重さが変わる気がします。
C4 Aさんが言った速く進むというより、あまりこがなくても進む感じです。
T5 ということは、ペダル1こぎで何が変わると言えそうですか。
D6 進む距離が変わります。
T7 ギアの変化によってあとは何がかわりますか。
E8 タイヤの回転数も変わる気がします。
F9 でも、タイヤの回転数が変わるってことは速さも変わっちゃうから、結局ペダルをこぐ速さで変わるんじゃない。
G10 でもペダルが重くなった分、たくさんタイヤが回っている気もする。
T11 ペダルをこぐと何でタイヤが回るのかな。
H12 チェーンが動いてタイヤが回ります。
I13 ギアを変えるとチェーンの位置がかわります。
——中略——
T14 色々意見が出たけど、全部の数値ってどうやって変わっていくと思う。
J15 増えるものと減るものがあると思います。
——J15の意見に共感する——
K16 J15さんの意見は分かりますが、どんな風に増えたり減ったりするか分かりません。
L17 えっ、関数ってということ以外にきまりがあるんですか。
T18 いい質問ですね。では、関数について詳しく知るためにも、この単元では、みんなから挙げた数値にどんなきまりがあるか調べていくことにしましょう。

【資料3】第1時の授業記録

(実践2)第15時 自転車のギアを変えたときに対応して変化する数値を調べよう【手だて①、③】

本時では、単元課題である「自転車のギアの変化にともなって変わる数値からきまりを見つけよう」に迫るために、実験を行った(手だて③)。まず、単元の導入で取り上げた、自転車のギアを変えたときに対応して変化する数値として何があったかを確認する時間を設けることから始めた。変わることが予想される数値の

T1 では、今日はその自転車の数値を調べたいと思いますが、どれなら数値を実験で出せそうかな。
——チームでしばらく話し合う——
A2 自転車の進む距離と歯車の回転数は調べられそう。
——しばらく沈黙——
T3 タイヤの回転数は確かに何回転したか数えるのは難しいですが、代わりに何回転したか数えられそうなものはありませんか。
B4 ペダルをこぐ回数なら数えられそうです。
T5 それならこぐ人で数えられそうですね。では、今回の実験ではこの3つを調べていきましょう。

【資料5】第15時の授業の授業記録①

【手順】
●必要なもの
□筆記用具 □このワークシート □自転車
□ヘルメット □メジャー
①ギア『4』からギア『1』までの歯車の歯数が何個あるか数える。
②ギア『4』に設定して、自転車で50m移動し、ペダルを何回転したか【何回こいだか】記録する。
③ペダルを10回転させた【10回こいだ】ときに何m進んだかワークシートに記録する。
④②・③の実験をギア『3』『2』『1』でも繰り返す。

【資料6】第15時の授業の実験方法【ワークシートより】

中から、実験で実際に調べられそうなものをチームで確認したところ、【資料5】のように、「自転車移動する距離」(F9)、「歯車の数」(F9)、「ペダルをこぐ回数」(G11)の3つに決めることができた。生徒からの発言を基に、【資料6】の実験方法を設定し、ギア1からギア4までの各数値(a.歯車の歯数・b.ペダルの回転数・c.移動距離)を調べる活動を行った(手だて①)。

実験を始めると、歯車をのぞき込むようにして丁寧に歯数を数えたり【資料7】、自転車をこぎ生徒と並走してペダルの回転数や移動距離を測ったりして【資料8】、a、b、cそれぞれの値を意欲的に調べ、まとめる生徒の姿が見られた【資料9】。



【資料7】歯車の歯数を数える生徒



【資料8】ペダルの回転数や移動距離を測る生徒



【資料9】実験で得られた数値を記録する生徒

活動を行う中で、困惑している様子のチームがあった。そのチームとのやりとりは【資料10】の通り。生徒J7「回転数が24、29、34…なっちゃいました。」と生徒K9「24、29、34…思いました。」からは、事象を数学的に捉えて、処理し、自分なりに考察している様子が見える。

T6 このチームは何に困ってるの。
 J7 回転数が24、29、34 ってきたからギア1だと39になると思ったんですけど、40回とちょっとになっちゃいました。
 T8 何で実験前に39になると思ったの。
 K9 24、29、34で5回ずつ増えたから、最後は39だと思いました。
 T10 なるほどね。その疑問については次の授業でぜひ考えていこう。とりあえず、今は実験で出た数値をそのまま記録してね。
【資料10】第15時の授業の授業記録②

本時終了後の生徒Aの振り返りは、【資料11】の通り。「次回の数学の授業で…考えていきたい」からは、自転車という題材を用いて実験を行ったことで、数学的に表現・処理したいという意欲の高まりが見えた。

私は次回の数学の授業で今回調べた数値が比例、反比例の関係になっているか、などについて表やグラフにまとめながら考えていきたい。

【資料11】第15時の生徒Aの振り返り

(実践3)第16時 自転車について調べた数値からきまりを見つけよう【手だて①、②、③、④】

前時に生徒がチームで行った実験を基に、得られた数値にどんな関係があるか考える授業を行った。

ギアの段数(段)	4	3	2	1
a. 歯車の歯数(個)	18	21	24	28
b. ペダルの回転数(回転/100m)	25	29	34	39

【資料12】歯車の歯数とペダルの回転数の表

ギアの段数(段)	4	3	2	1
a. 歯車の歯数(個)	18	21	24	28
c. 移動距離(m/10回転)	41	35	30	26

【資料13】歯車の歯数と移動距離の表

導入では、全チームを代表した表として、【資料12-13】を提示した。提示後、前時できまりを予想していた生徒(K9)を

① 今日調べた数値は比例、または反比例しているか考えたい ② 比例、反比例にふさわしいか

【資料14】前時(第15時)のK9の振り返り

意図的に指名し、ワークシートに記入した振り返り【資料14】を紹介することで、aとb、aとcの間に比例や反比例の関係があるかを課題として設定した(手だて①)。

T1 aとbの表とaとcの表にはそれぞれどんな関係がありそうかな。
 A2 aとbの表には比例の関係が成り立ちそうです。
 T3 続けてありますか。
 B4 bとcの表は反比例の関係があると思います。
 C5 どちらの関係もないと思います。

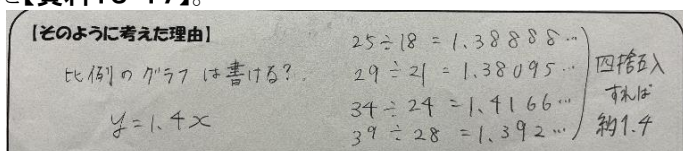
すると、【資料15】のように、aとbには比例の関係が、

【資料15】第16時の授業の授業記録①

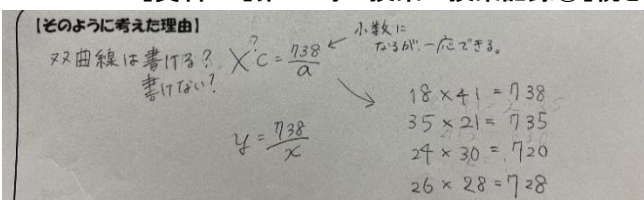
a と c には反比例の関係がありそうだと予想を立てることができた (A 2・B 4)。そこで、今まで比例や反比例を考えるときに使ったものとして、表・グラフ・式があったことを確認し、生徒がそれらのうち、必要なものを選んで、比例や反比例の関係が成り立つと言える根拠を考える活動を進めた (T 10) (手だて③)。チームで活動を進めると、表を使う生徒は、 $b \div a$ や $a \times c$ の計算を行い、比例定数がどうなるか確認し、比例や反比例の式を求める様子が見られた【資料16・17】。

- T 6 他に意見はありますか。
 ———しばらく沈黙———
 T 7 色々意見がでましたが、今まで比例や反比例を考えるときに使ったものって表以外に何があるかな。
 D 8 グラフを使いました。
 E 9 式も使いました。
 T 10 そうでしたね。では、自分で必要だと思う物を好きに選んで比例や反比例の関係があるといえるのかどうかをチームで調べてみてください。グラフを使いたい人はプリントがあるので使ってください。

【資料15】第16時の授業の授業記録①【続き】



【資料16】第16時でaとbの関係について表を使って考えた生徒のワークシート



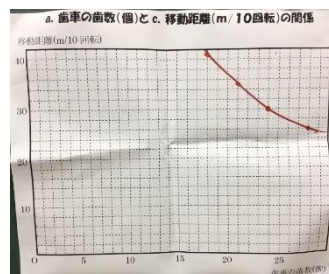
【資料17】第16時でaとcの関係について表を使って考えた生徒のワークシート

またグラフを使って考える生徒は、表の数値を座標に落とすことで、原点を通る直線になるか、双曲線になるか探る様子が見られた【資料18・19】。

しかし、活動を進める中で、表やグラフを使って考える生徒から【資料20】のように、「比例定数を定めることができない」、「これで比例や反比例のグラフをかけたらいいかわからない」という困り感が挙がった。そこで、困りごとを聞き (T 11)、「そうならない理由って何があると思う。」と発問し (手だて②) (T 14)、比例や反比例と断定できない理由に誤差があると生徒から考えを引き出した (H 15)。すると、a と b は比



【資料18】第16時でaとbの関係について生徒が考えたグラフを黒板に示したもの



【資料19】第16時でaとcの関係について生徒が考えたグラフを黒板に示したもの

例の関係 $y = 1.4x$ 、a と c は反比例の関係 $y = \frac{730}{x}$ の式が見積りで算出されるという結論を導くことができた (I 17)。比例や反比例の関係とみなして考えることができることを全体で考えた後、【資料21・22】を提示した。

- T 11 何に困っているの。
 F 12 $b \div a$ をしたんですけど、1.4 くらいにはなるんですけど、同じ数にはなりません。
 G 13 グラフも原点を通る直線になるか微妙です。
 T 14 そうならない理由って何があると思う。
 H 15 マラソン選手の授業と同じで、実験を完璧に同じ速さでこぐことはできないからそれが誤差になったんだと思います。
 T 16 ということは、比例・反比例と見なせるとしたら、比例定数はいくつになりそう。
 ———しばらくの間計算する———
 I 17 $b \div a$ は四捨五入で 1.4 になって、 $a \times c$ は 4 つの平均で 730 になります。【資料20】第16時の授業記録②

そして、この自転車には 5 段と 6 段もあることを示し、このときの「(b) ペダルの回転数」と「(c) 移動

ギアの段数(段)	6	5	4	3	2	1
A. 歯車の歯数(個)	14	16	18	21	24	28
B. ペダルの回転数(回転/100m)			25	29	34	39

【資料21】歯車の歯数とペダルの回転数の表②

ギアの段数(段)	6	5	4	3	2	1
A. 歯車の歯数(個)	14	16	18	21	24	28
C. 移動距離(m/10回転)			41	35	30	26

【資料22】歯車の歯数と移動距離の表②

距離」を求めることができるかと発問した。そのときの授業記録は【資料23】の通り。「どうやってその値を求めたの。」と聞くと (手だて④) (T 18)、生徒は比例や反比例の性質を使って値を求めることができることを、根拠をもって説明することができた (J 19)。実測値が、b が 20、22、c が、52、45 と求めた値と近いことが確認できると生徒からは「すごい!」「こんなに正確に出せるんだ!」と驚きの声が出た。授業後

の生徒 A の振り返りは【資料24】の通り。

「自分で表やグラフを使って考えたら」からは、自ら考えをもてた様子が分かる。「比例や反比例から…関係になるなど分かりました」からは、他者の意見を取り入

—ギア 5・6 のペダルの回転数と移動距離を求める活動中—
T18 どうやってその値を求めたの。
J19 $y=1.4x$ と $y=\frac{730}{x}$ の式に $x=16$ と14を代入して、19.6と22.4が出て回転数はだいたい20と23になって、移動距離は、だいたい46と52になりました。

れながら課題解決に向かうことができた様子が分かる。また、比例、反比例とい **【資料23】第16時の授業記録③**
う数学的な表現・処理を用いて論理的に事象を考察し、規則性を見付けられた様子も分かった。「車にもギアがついて…色々考えたい」からは、本単元を通して学んできたことを他の事象にも広げ、数学的に考えようとする姿まで見られた。これは、数学に対して消極的であった生徒 A の大きな変容であるといえる。

実験で出した数値だから、自分で表やグラフを使って考えてたら比例や反比例からちょっとずれちゃうことがあったけど、〇〇さんが言っていた四捨五入や平均の考え方を使うとやっぱり比例や反比例の関係になるなど分かりました。車にもギアがついているので、同じように規則性があるのか気になった。他にも比例や反比例の関係にあるものはないか色々考えたい。

【資料24】生徒Aの第16時の授業の振り返り

5 仮説・手だての検証

(1) 仮説(1)に対して(手だて①、②)

単元を通して、生徒の問いや思いを大切にしながら課題設定を行ってきた。(実践1)【資料4】「難しそうだけど…知りたいと思いました。」や(実践2)【資料11】「次回の数学の授業で…考えていきたい。」からは、自ら課題に取り組もうとする生徒の意欲が感じられた。また、(実践3)【資料24】「自分で表やグラフを使って考えたら…分かりました。」からは、自ら考えをもてた様子が分かる。

本単元を通して、チーム形態で授業を行い、活動中に教師が適切な支援を行ってきた。(実践3)では、「そうならない…思う」(T14)【資料20】と発問した。結果、チームの活動は活発になり、生徒 A は他者と関わり、意見を受け入れながら課題解決に向かうことができた。

よって、生徒から生まれた問いや思いに沿った単元を構成し、チーム形態での授業を行い、必要に応じて教師支援を行うことで、自立的に学ぶ生徒を育てることができたとと言える。これは、まさに目指す生徒の姿に迫ることができたと考えられる。

(2) 仮説(2)に対して(手だて③、④)

(実践3)自転車のギアの歯車の歯数と移動距離とペダルの回転数と比例や反比例を使用した数学的な表現・処理が必要とされる教材を用いた。考えをもった後、【資料23】(T18)のように、根拠を基に振り返るよう促すことによって、【資料24】の「比例や反比例から…分かりました」からは、数量関係を論理的に考察し、規則性を見つけ、比例とみなすことで課題解決できた様子が見られた。

よって、数学的に表現・処理することが必要とされる教材を用い、解決の過程を振り返るよう促すことで、問題を数学的に表現・処理し、論理的に考察することができたとと言える。これは、まさに目指す生徒の姿に迫ることができたと考えられる。

6 今後の課題

今後の課題として、生徒の活動が停滞したり、困り感を抱えたまま授業を終えたりしないよう、教師が生徒の活動を確実に見取ることや、見取った上で適切な支援を絶えず講じていくことが考えられる。また、論理的に考察する力を高め、自分の考えを明確にできるよう、結論を出した後、それに至った理由を問い続けることが大切であると感じた。これらを授業の中で確立させなければ、生徒が課題解決に向け、活発に活動することができなくなり、仮に課題が解決できたとしてもなぜ答えを導くことができたかという重要な部分が抜け落ちてしまう。今後も日々の授業を大切に、生徒が自立的に学び、問題を数学的に表現・処理し、論理的に考察することができるよう、教材研究・開発に尽力したい。

参考文献： 文部科学省 2018 中学校学習指導要領解説