

数 学 科

事象を数理的に捉え、数学の問題を見だし、問題を自立的、協働的に解決することができる生徒の育成

猪木 実奈子・川本 芳弘・高田 誠・横林 慎也

1 主題設定の理由

(1) 共通研究主題との関連

今年度の共通研究主題「学びの意義を理解し自ら学び続ける生徒を育成するカリキュラム・マネジメント」は、生徒の実態と前回研究をもとに、「学びの意義」と「自ら学び続ける」の留意点をとおさえたうえで、各教科等研究における「研究の手立て（単元構成、指導方法、学習活動、振り返り・評価）」と「SDGsの視点（教科の見方・考え方、学習活動、資質・能力、外部・専門機関との連携/協働）」からその在り方を追究するものである。

本校数学科では、「学びの意義」について、なぜ数学を学ぶのか、その学びが将来や社会にどのような影響をもたらすのかを伝えていく知的理解と、数学的な見方・考え方を働かせた数学的活動を通して、生徒自らが体験的に気付く体験的理解の両面があり、それらの理解を通して、数学的活動の楽しさや数学の有用性を実感し、数学が日常生活や社会生活において必要不可欠なものであることに気付き、数学を活用しようとするものと捉えた。また、「自ら学び続ける生徒」について、数学的に問題を解決する過程では、事象を数学的に表現し、構成や見通しを立て、試行錯誤により解決し、結果を導く。この結果を得たところで終わるのではなく、結果の方法や内容、順序を見直したり、自らの取り組みを客観的に評価したりして、結果の妥当性を検討することを大切にしようとする。こうした学習活動に取り組み、「深い学び」を繰り返すことによって、より高い資質・能力を育んでいき、その力を日常生活や社会生活でも活かすことができる生徒と捉えた。そして、このような生徒を育成することが、持続可能な社会の担い手を育てることとなると考えた。そのためには、こうした生徒を育てるための単元構成が必要であると考え、西岡(2008)のパフォーマンス課題の位置付け方である「パーツ組み立て型」を参考にした単元構成(図1)を平成28・29年度研究から提案し、現在では4領域で実践している。小单元ごとに習ったことを活用して問題解決する課題(本研究ではこれを活用課題と呼ぶ)を組み入れ、単元末にその領域のパフォーマンス課題に取り組むものである。これにより、数学的活動を通して、数学的な見方・考え方を働かせ、学習過程を振り返る活動を増やすことができた。

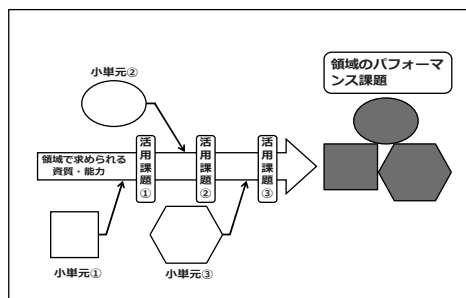


図1 本校数学科における単元構成モデル

(2) これまでの研究との関連

新学習指導要領では、数学的活動における事象が、主として日常生活や社会の事象と数学の事象の二つに分けて示されており¹⁾、同解説には算数・数学の問題発見・解決の過程のイメージが2つの世界のサイクルで示されている。前回研究・前半では、数学的な深い学びを求めるには、【数学の世界】の深まりをベースに、【現実の世界】へと繋げていくことが重要であると考え、数学科の目標の中にある「数量や図形などの性質を見だし、統合的・発展的に考察する力」に着目し、単元構成及び授業構成の在り方を追究した。

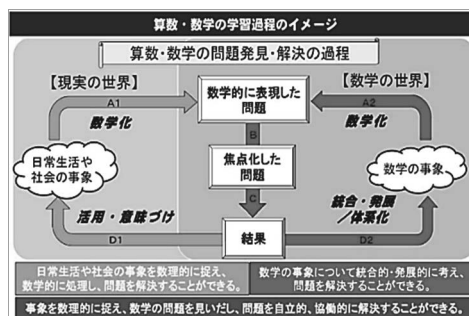


図2 算数・数学の学習過程のイメージ

前回研究・後半では、単元の各授業とその単元で育成すべき資質・能力の関連を単元計画表の中に明記

するようにした。これにより、【数学の世界】と【現実の世界】のバランスを大切にしつつ、統合的・発展的に考察する力の育成に一層焦点を当てて単元構成及び授業構成の在り方を追究した。

今回研究の第1次では、前回研究で得られた成果と課題を基にして、特に、関数領域とデータの活用領域の2領域において、活用課題の内容を【現実の世界】のものをこれまで以上に多く取り入れて構成した。これにより、【数学の世界】と【現実の世界】との往還を増やし、日常生活や社会生活においても、数学を活用しようとする生徒、すなわち、「学びの意義」を実感させることに着目した単元構成及び授業構成の在り方の追究を行っていくことで、「自ら学び続ける生徒」の育成にもつながると考えた。実際に育成すべき資質・能力が育成されたかどうかについては、パフォーマンス課題やレポート課題等のルーブリックの作成とアンケート調査により評価する。

(3) 生徒の現状と課題

前回研究では、実社会との関わりを意識した数学的活動の充実を図ったことにより、数学の有用性に関する意識の改善が見られた。一方で、得られた結果を基に次の課題に繋がったり、新たな関係を見いだしたりするなど、学びを深めたり、発展させたりすることは不十分であったため、数学の事象について統合的・発展的に考え、問題を解決することに焦点を当てたところ、数学を活用するという意識の改善が見られた。

しかし、昨年度末のアンケート結果では、「数学の時間に学習したことを、普段の生活の中で活用できないか考える」「数学の時間に学習したことは、将来、社会に出たときに役に立つと思う」の2項目に対して、「あてはまる」と回答した生徒数が少なかったため、これらを改善するための単元構成及び授業構成の見直しが必要であると考えた。

2 目指す生徒像

目指す生徒像は、「論理的思考力をつけるだけでなく、日常生活や社会生活において数学を活用しようとする生徒」とした。問題解決的な授業を中心に据えた単元構成と、育てたい力をバランスよく配置した単元計画に加え、生徒自らが数学的に説明する場面を設定し、疑問に思ったことを数学的に解決する経験を繰り返し積むことで、論理的思考力をつけるだけでなく、日常生活や社会生活において数学を活用しようとする生徒が育つと考えた。また、そうすることで、【数学の世界】と【現実の世界】を繋げ、それらが相互に影響しあうことにより、数学科の目標に迫ることができると考えている。

3 研究計画

前回研究の成果と課題を踏まえ、以下の3点に重点を置いて研究を進めていく。

- ・ 全領域、全学年において、数学科で育成すべき資質・能力がバランスよく配置された単元構成の設定
- ・ 単元末に実施するパフォーマンス課題の開発・評価方法
- ・ 統合的・発展的に考える課題の開発・評価方法

以下は本研究の主な研究計画である。

令和2年度

- 4月 年間計画、単元計画の作成 アンケート調査（1年生のみ）
- 8月 研究デザイン会を踏まえ、年間計画、単元計画の作成及び検討
- 9月 実践発表会授業の指導案作成・検討 アンケート調査
- 2月 実践発表会の実施 アンケート調査
- 3月 アンケート調査、パフォーマンス課題の結果を踏まえ、次年度計画

令和3年度

- 7月 提案授業の実施
- 8月 研究デザイン会を踏まえ、研究発表会の指導案作成・検討
- 11月 研究発表会
- 12月 調査問題、事後調査
- 1月 事後調査等の結果を分析し、実践授業の計画
- 2月 実践発表会の実施

4 実践の概要

(1) 1年生における実践

「C関数」領域では、小学校第4学年から第6学年にかけて、変化の様子を表や式、グラフを用いて表したり、伴って変わる二つの数量を見いだして、それらの関係に着目し、変化や対応の特徴を考察したりしている。また、比例の関係や反比例についても学習している。中学校第1学年においては、小学校で学習した比例、反比例を関数として捉え直し、具体的な事象を考察することを通して、関数関係を見いだし考察し表現する力を養うことを目標にしている単元である。この単元においても、小單元ごとの「活用課題」や単元末の「パフォーマンス課題」を組み込んだ単元構成の中に、【数学の世界】と【現実の世界】を繋げて考える力を育成することができるよう、【現実の世界】の題材をこれまで以上に組み入れた。

○第1学年「変化と対応」単元計画と学習課題と生徒の学びの姿

単元計画と評価		学習課題と生徒の学びの姿	
次	時	学習内容	学習課題と生徒の学びの姿
一	1	関数	【課題】入力と出力の異なる関係から数あてゲームをして、変化のきまりを考えよう。ブラックボックスで、数の入出力から変化のきまりを見つけることができ、活動を通して関数の意味を理解することができる。
	2		【課題】具体的な事象をもとに2つの数量が関数関係となっているかを判断しよう。いろいろな事象（長さ・面積・速さなど）で、1対1の対応関係になっているか調べ、関数の関係になっているか判断することができる。
	3		【活用課題】「階段の規則性」 階段の段数が増えるとそれに伴って変わる数量は何があるか見つけ、表を作成して変化の様子がわかるように説明しよう。階段状に並べた正方形の段数に伴って変わる数量を複数見だし表を作成し、その変化や対応について考察したことを説明することができる。
二	1	比例	【課題】座標の意味を知り、座標を利用して平面上の1点を相手に伝えよう。宝探しゲームを通して、座標平面上の1点を相手に伝えたり、相手が言った座標を座標平面上に表したりすることができる。
	2		【課題】座標絵をかき、座標の取り方を定着させよう。座標絵をかくことで、座標の読み方や取り方を定着させることができる。
	3		【課題】座標を利用して、関数をグラフに表し、特徴を見つけよう。3つの関数について、それぞれ対応する点を取ってグラフに表し、それぞれの関数の特徴を見つけたり、比較して共通点や相違点などを考察したりすることができる。
	4		【課題】比例のグラフとそのかき方を理解しよう。表を利用して点を取り、比例のグラフをかき、そのグラフを比較して、変化や対応の様子などを考察することができる。
	5		【課題】 $y=ax$ の式を利用して、比例の関係を式に表してみよう。与えられた条件から、比例の関係を式に表し、その式を使って対応する値を求めることができる。
	6		【活用課題】比例の関係を表す表を見つめ、数学的な根拠をもとに説明しよう。与えられたグラフになる身のまわりの事象を考えよう。ブロックが氷の上を滑ったときの時間と滑る距離との関係を表す表を、数学的な根拠をもとに選び説明することができる。グラフの連続性に着目して、身のまわりの事象を例に挙げ、自分の考えを説明することができる。
	7		【活用課題】袋の中の大量のペットボトルキャップを直接数えずにどのくらいの個数があるか知りたいと思います。どのようにして調べれば良いか考えよう。集めたペットボトルキャップの数量を直接数えずに求める場面で、ペットボトルキャップの数量と重さの関係に着目し、それらが比例関係とみなすことで、問題解決することができる。
三	1	反比例	【課題】反比例の関係を、表、式、グラフを使って調べよう。面積が 6 cm^2 の長方形の縦の長さとの関係を表、式、グラフを利用して考察することができる。また、反比例の式や比例定数の意味について理解することができる。
	2		【課題】 $y=a/x$ の式を利用して、反比例の式を求めよう。反比例の式 $y=a/x$ を利用して、与えられた条件から、反比例の関係を式に表し、その式を使って対応する値を求めることができる。
	3		【課題】反比例のグラフとそのかき方を理解しよう。表や式から反比例のグラフをかき、いくつかのグラフを比較することで、反比例のグラフの特徴を見いだすことができる。また、比例とも比較して、比例、反比例の特徴をまとめることができる。
	4		【活用課題】反比例の特徴や比例定数に着目して考え、説明しよう。反比例で、比例定数が1であることを、式とグラフを関連付けて考え、そのことを理由を明らかにして説明することができる。また、反比例の特徴と比較し、表で表された数量が反比例かどうか判断することができる。
四	1	比例・反比例の利用	【課題】表、式、グラフを関連付けて考えよう。紙の重さと紙の枚数の関係から、紙束の枚数を表、式、グラフ、それぞれの方法を使って考えることができる。
	2		【課題】グラフから必要な情報を読み取って問題を解決しよう。速さの違う2人のグラフから分かることを書き出し、その中から問題解決に必要な情報を選択し、既習事項と関連付けて考え、問題を解決することができる。
	3		【課題】表、式、グラフのそれぞれの見方を利用し、根拠として活用してみよう。岡の長さが決まっている長方形で、「縦の長さが長くなると横の長さが短くなるから、横の長さは縦の長さに反比例している」という考えが間違った考えであることを、表、式、グラフを使って考察し、反比例でないことを説明することができる。
	4		【活用課題】ランドルト環の大きさと視力の関係がどのような関数となっているかを見つけて出そう。ランドルト環の大きさと視力との間にある関数の関係に注目し、表、式、グラフを関連付けて問題を解決することができる。
	5		【パフォーマンス課題】表・式・グラフの中で課題解決するのに適したものを選択し、使ってみよう。問題解決のために、表、式、グラフの中で、どれを使って問題解決をすればよいか選択し、問題を解決することができる。

○ 展開の例

本 時 案 (計画 第二次の第7時)		
目 標	○ 重さの違うペットボトルキャップの数量と重さの關係に着目し、それらの根拠を明らかにして比例とみなし、得られたデータをもとに問題を解決することができる。	
学習活動	指導・支援と留意点	評 価 等
1 本時で取り扱う身のまわりの事象について知る。	1 実際に数えられないくらいたくさんのペットボトルキャップを見せることで、本時の授業に興味をもたせ、意欲をもって問題に取り組むことができるようにする。	
問題 これは、生徒会の呼びかけで、5日間で集まったペットボトルキャップです。3万個集めることを目標としています。この調子で集めていくと、あと何日で3万個を超えるか知りたいと思います。どのようにして調べればよいでしょう。		
2 あと何日で3万個を超えるか求める方法を考える。 (1) 個数を求めるためには、何がわかればよいか全体で確認する。 (2) 本時の学習課題を確認する。	2 数えることなく袋の中のペットボトルキャップの個数を求めるためには、何をを使えばよいか考える。関数の考え方が想起できるようにする。 (1) まずは、袋の中のペットボトルキャップの数を求める必要があることを全体で確認する。直接数えずに個数を求めるために、重さを量れば良いという考えが使えることを全体で共有し、この後の活動の見通しをもたせる。 (2) 実際にキャップ1個の重さを量り、キャップの重さはすべて同じかと問うことで疑問をもたせ、その後、量ってみせることで、キャップの重さが違うことに気付くことができるようにする。	
学習課題 重さと個数の關係を調べて、袋の中のペットボトルキャップの個数を予想しよう。		
3 個数と数量の關係を比例とみなし、袋の中のペットボトルキャップの個数を求める。 (1) 班で、必要なキャップの重さを量り、個数と重さの關係を考察し、キャップの個数を求める。	3 実際に自分たちでペットボトルキャップの重さを調べ、得られたデータから、根拠をもとに、ペットボトルキャップの個数と重さの關係を比例とみなすことで、袋の中のペットボトルキャップの個数を求める。 (1) 班ごとに、はかりとペットボトルキャップの束を準備し、それらを生徒が必要な分だけ量って、考察できるようにする。各班にホワイトボードを準備し、班で出た意見とその理由が書けるようにしておく。時間がきたら、何を根拠にしたかわかるように掲示し、視覚的にも全員で考え方が共有できるようにする。 ○ 机間指導で、考察の方法が分からない班には、今まで、どんなものを使って考えたかと問うことで、表、グラフ、式を使って調べれば良いことに気付くことができるようにする。 ○ 表の見方には、変化の様子と対応の様子に注目すれば良いことに気付かせたい。 ○ 「比例とみなす」場合は、キャップの個数を求められ、「比例とみなさない」場合には、キャップの個数を求めることができないことを確認する。	思考、判断、表現 重さの違うペットボトルキャップの数量と重さの關係に着目し、根拠を明らかにして比例とみなして個数を求めることができる。 (観察、ノート記述)
【予想される生徒の反応】 ・何回か量って10個の重さの平均を求めると、ほぼ同じなので、比例とみなす。 ・表で、個数が2倍、3倍、…のとき、重さも2倍、3倍、…になるので、比例とみなす。 ・グラフにすると、ほぼ直線で原点を通るので、比例とみなす。 ・重さ／個数が、ほぼ一定なので、比例とみなす。		
(2) 袋の中のキャップの数量をもとに、あと何日で3万個を超えるか予想する。	(2) (1)で求めた袋の中のキャップの個数をもとに、あと何日で3万個を超えるか予想できるようにする。 ○ 話し合いが進んでいない場合には、(1)で個数と重さの關係を比例とみなしたことを確認し、表、式、グラフが利用できることを確認する。 ○ 何日かかるか予想するためには、(1)調べたグラフを利用することが有効だと気付かせたい。 ○ 様々な視点をもって、問題が解決できるようにする。	思考、判断、表現 得られたデータをもとに問題を解決することができる。 (観察、ノート記述)
4 本時のまとめを聞き、振り返りをする。	4 本時では、比例とみなすことによって、現実事象に関する問題を比例の關係を利用して解決することができたことを確認して、本時のまとめとする。また、本時の学習を通して、考えた事や分かった事などの振り返りができるようにする。	

○ 実践発表会を振り返って

今回の実践発表会はオンライン発表会という形で行った。今回研究では、単元構成と授業構成の在り方の追究を行っていることと、全体研究でSDGsとの関連について各教科で取り組んでいることから、今年度の授業発表については、第3学年の「標本調査」における導入部分、第1学年の「変化と対応」における展開部分で【現実の世界】の題材を扱った授業の発表を行った。第1学年の展開部分では、関数や比例について学習した後の比例を利用した問題解決の場面、具体的には、重さの違うペットボトルキャップの重さと個数の関係を、表・式・グラフを使って調べ、「比例とみなす」ことによって問題を解決する場面であった。授業をしてみると、日常生活の事象を【数学の世界】で考える、つまり「みなす」ことができない生徒が多く見られた。そのため、今回研究で重点を置いている【現実の世界】の内容の活用課題をこれまで以上に組み込んで単元構成をすることは、【数学の世界】と【現実の世界】を繋げて考える力を育むために必要であるため、今後もさらなる研究が必要であると考えた。



(2) 活用課題とパフォーマンス課題

小単元ごとに組み込んでいる「活用課題」では、個人で取り組む時間と、グループで共有して取り組む時間を確保している。個人で取り組む時間には、これまで学習してきたことを振り返りながら問題解決ができるように、自分のノートや教科書を見ながら考えることができるようにしている。また、グループで共有し、多様な考え方ができるという経験を積むことで、ある方法で課題解決した生徒も、別の考え方はないか模索する姿も見られるようになった。最後に、問題解決のポイントを振り返ることで、既習の知識や技能をどのように使えばよいか確認したり、それらの知識を整理したりするような記述が多く見られるようになった。また、今回研究では、【現実の世界】の内容の活用課題を今まで以上に組み込むことで、さらに【数学の世界】と【現実の世界】の両方のサイクルを回していくことができるようにしている。

(3) 振り返りシート・単元末のまとめ

授業後には「振り返りシート」に本時の学習内容や、感じたこと、疑問に思ったことなどを記述するようにし、その記述に対して「S・A・B・C」の評価をして生徒に返す取り組みを行っている。また、単元末には、振り返りシートや授業ノート、振り返りノートを見返して「単元のまとめ（図3）」を行っている。単元の初めから振り返りシートに、その単元の「本質的な問い」を示し、単元末には、その「本質的な問い」に対する自分なりの答えがもてるようにしている。

(4) 条件変えレポート

定期考査では、統合的・発展的な考察につながるような問題を出題し、考査後には、テスト直しに加え、問題の条件を変えた問題作り及び解決のレポート課題（図4）を課している。条件を変える前と後を比較して考察する枠を設けることで、発展させるだけでなく、統合の視点をもてるようにした。レポートの評価を生徒にフィードバックすることで、統合の視点をもった発展の方法知が蓄積されることを期待している。

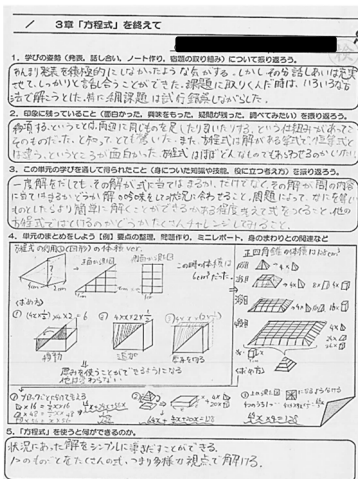


図3 単元のまとめ例（左：第1学年、右：第3学年）

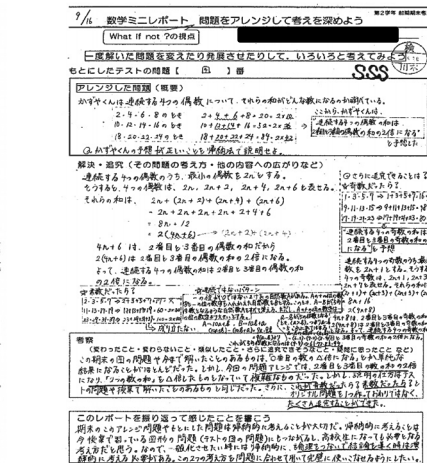


図4 条件変えレポート例（第2学年）

(5) アンケート調査

事前・事後調査として、年間2回（1年生は入学直後を含めて3回）、9月（前期期末後）と2月（後期期末後）、全校生徒を対象に数学の学習に対する意識を問うアンケート（図5）を実施している。全国学力・学習状況調査の内容を引用した10個の調査項目の他、「数学の授業で、自分なりに工夫したり、努力したりしていることを書きなさい」など、自由記述の欄を設けている。

5 成果と今後の取り組み

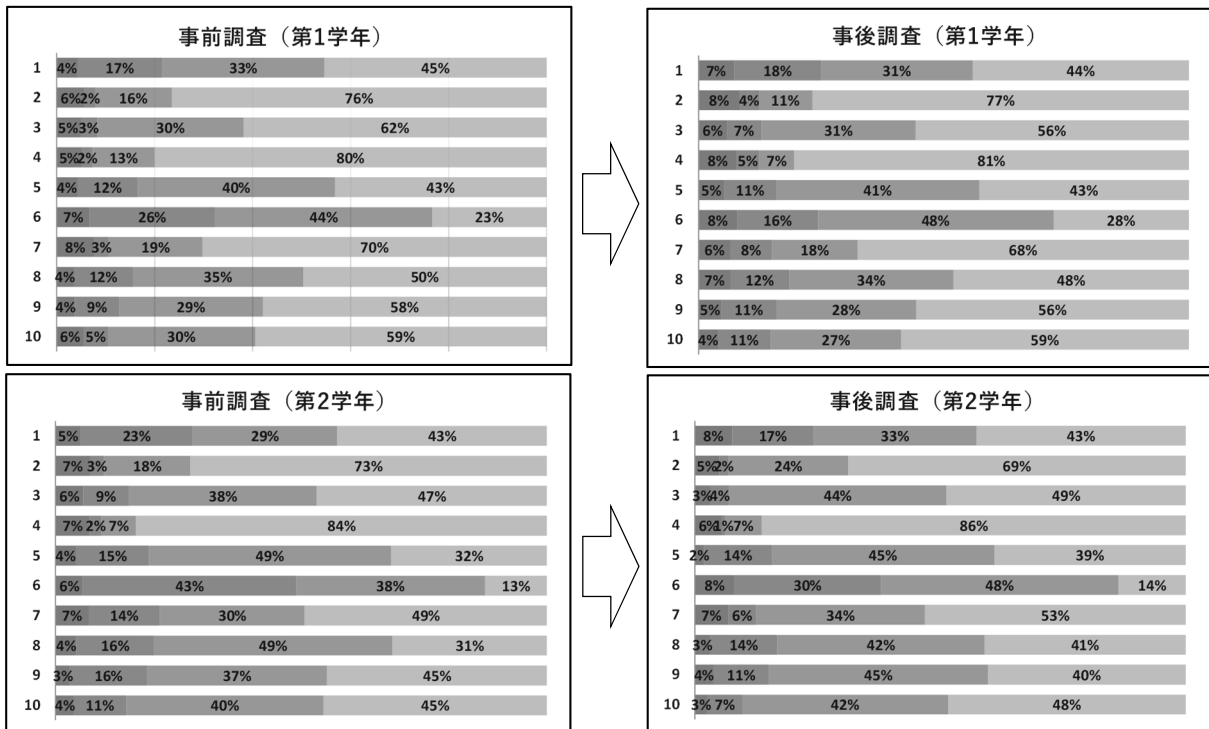
下の図は第1学年と第2学年を対象とした、事前・事後調査の結果である。

I あてはまるものを1つ選びなさい。【マークシート】

① あてはまらない ② どちらかといえばあてはまる ③ どちらかといえばあてはまる ④ あてはまる

1	数学の学習は好き。	① ② ③ ④
2	数学の勉強は大切だと思う。	① ② ③ ④
3	数学の授業の内容はよく分かる。	① ② ③ ④
4	数学ができるになりたいと思う。	① ② ③ ④
5	数学の問題の解き方が分からないときは、諦めずにいろいろな方法を考える。	① ② ③ ④
6	数学の授業で学習したことを、普段の生活の中で活用できないか考える。	① ② ③ ④
7	数学の授業で学習したことは、将来、社会に出たときに役に立つと思う。	① ② ③ ④
8	数学の問題を解くとき、もっと簡単に解く方法がないか考える。	① ② ③ ④
9	数学の授業で公式やきまりを習うとき、その根拠を理解するようにしている。	① ② ③ ④
10	数学の授業で問題の解き方や考え方が分かるようにノートに書いている。	① ② ③ ④

図5 アンケート調査



特に日常生活や社会生活において、数学を活用して考えることに関連する項目として、「6 数学の授業で学習したことを、普段の生活の中で活用できないか考える」「7 数学の授業で学習したことは、将来、社会に出たときに役に立つと思う」の変容について以下に示す。

設問6については、「あてはまる」または「どちらかといえばあてはまる」の肯定的な回答をした生徒数の合計は、1年生では9ポイント、2年生では11ポイントの増加が見られた。

設問7については、「あてはまる」または「どちらかといえばあてはまる」の肯定的な回答をした生徒数の合計は、2年生では8ポイント増加が見られたが、1年生では3ポイントの減少が見られた。

今回研究では、【数学の世界】と【現実の世界】を繋げて考える力を育み、日常生活や社会生活でも数学を活かすことができる生徒を育成するため、【現実の世界】の内容の活用課題をこれまで以上に組み込んだ単元構成・授業作りの在り方を追究してきた。本校数学科が目指す生徒を育成するためにも、今年度の結果を基に、今後も引き続き単元構成・授業作りの在り方について、さらなる実践をしていきたい。

引用文献

1) 文部科学省（2017）「中学校学習指導要領解説」

参考文献

- 1) 西岡加名恵(2008)『「逆向き設計」で確かな学力を保障する』明治図書
- 2) 西岡加名恵(2016)『教科と総合学習のカリキュラム設計 パフォーマンス評価をどう活かすか』図書文化
- 3) 岡山大学教育学部附属中学校（2016）『研究紀要 第51号』
- 4) 岡山大学教育学部附属中学校（2017）『研究紀要 第52号』
- 5) 岡山大学教育学部附属中学校（2018）『研究紀要 第53号』
- 6) 岡山大学教育学部附属中学校（2019）『研究紀要 第54号』