

〈数学〉

数学的な表現を用いて説明する力を育てる授業の工夫

——課題設定の工夫と対話的な学びを通して（第3学年）——

沖縄県立与勝高等学校教諭 山内 梨奈

I テーマ設定の理由

『高等学校学習指導要領（平成30年告示）解説数学編』（以下『解説数学編』）では、「数学科の目標をなす資質・能力の三つの柱は、数学的な見方・考え方と数学的活動に相互に関連をもたせながら、全体として育成されることに配慮すること」と示されており、三つの柱の一つに「数学を活用して事象を論理的に考察する力、事象の本質や他の事象との関係を認識し統合的・発展的に考察する力、数学的な表現を用いて事象を簡潔・明瞭・的確に表現する力を養う。」と示されている。また、『学習指導要領改訂のポイント 高等学校 数学』では、「数学的な表現を用いて事象を簡潔・明瞭・的確に表現する力を養うためには、まず、生徒自身が自らの考えを表現したり、他者の表現から他者の意見を読み取ったり、それぞれの表現のよさや不十分な点について議論したりする場を設定することが大切である。」と述べられている。

本校の実態を見てみると、定期考査で説明を必要とする問題において、求値問題に比べて正答率が低い状況にあり、数学的な表現を用いての説明がうまくできないことが多々あった。このことから、生徒は数学的な見方・考え方と数学的活動に相互に関連をもたせながら自分の考えを表現することが苦手であると考えられる。要因としては、問題を解くという演習の授業が中心であり、演習の中の数学的な見方・考え方と数学的活動の関連について考える場や、意見を求めたり話し合ったりする場が少なかったため、説明の仕方や話し合いの工夫が身についていないことがあげられる。数学的な表現を用いて事象を簡潔・明瞭・的確に表現し生徒自身が説明する学びを通して、論理的に考察する力を身に付け、実社会に役立つような数学的な力を養うことができると考える。以上のことから、授業の中で数学的な表現を用いて生徒自身が自分の考えを表現する機会を設けることが必要だと感じた。

そこで、本研究では「データの分析」を取り上げ、3年生を対象にテーマを検証する。この分野は平成24年度から高等学校の必修科目「数学Ⅰ」に導入され、実社会に役立つような数学的な力を養うことが期待されている分野である。3年生は1学年ですでに履修しているが、本校の生徒の実態を見てみると、求値問題はある程度解けるが、中央値や平均値の特性の違いや箱ひげ図の特徴について理解不足の状態が見受けられた。特に、データの分析は求値して終わりではなく、そこからデータを分析し、論理的な根拠に基づいて説明することが求められている。大学でも学んでほしい数学に統計数学（データの分析）が上位にあげられており、医学・農学・経済学等の多くの分野でも統計数学の活用は不可欠で、社会でも大いに必要な概念であると考え、本単元でテーマを検証したい。

授業は、問題把握、個人思考、比較検討（話し合い）、振り返りという流れで行う。授業を進めるにあたって必要な手立てとして、生徒が身近な物事と捉えかつ社会と関連したデータを取り扱う課題を設定する。生徒にとって実生活と関連のある課題設定を行うことで、意欲的に取り組むことができるであろう。課題設定の工夫により、将来社会で役立つことに気づき、学ぶ意義を感じることができ、数学的な表現の価値を見出すことができるであろうと考える。次に、対話的な学びを取り入れる。具体的には、自分と他者の双方の考えやその根拠、それぞれのデータの特性を比較できるようなワークシートの工夫や学習形態の工夫を行うことで、自分になかった新たな考えに気づき、改めて自分の考えを整理することで深い学びにつながり、数学的な表現を用いて説明する力を育てることができるようになるであろう。

〈研究仮説〉

データの分析において、課題設定の工夫と対話的な学びを行うことで、数学的な表現を用いて説明する力を育てることができるであろう。

Ⅱ 研究内容

1 数学的な表現を用いて説明する力を育てる授業について

(1) 数学的な表現とは

『解説数学編』では、数学科における目標である「思考力、判断力、表現力等」をつけるために「数学的な表現を用いて事象を簡潔・明瞭・的確に表現する力を養う。」と示している。ここでいう数学的な表現とは、一般的な日常言語として用いられるものや数、式、図、表、グラフなどのことであり、これらを用いて事象を簡潔・明瞭・的確に表現する力とは、それぞれの特性をいかし目的にあった表現をする力のことである。例えば、式は数量関係を一般化する、表は物事を整理する、グラフは変化の様子を容易に把握する、図は物事を視覚的にわかりやすくするなどである。このような数学的な表現を的確に用いることで、物事を視覚的に捉え、全体の把握を容易にする(表1)。そして、その本質がみえてくることで、漠然とした答えや直感による答えでなく、論理的に根拠をもって説明することができると思う。

表1 数学的な表現とその特性

数学的な表現	特性
① 数・式 (平均値・中央値・最頻値・標準偏差・相関係数)	数量関係を一般化する
② 図(箱ひげ図・散布図)	物事を視覚的にする
③ 表(度数分布表・相関表)	物事を整理する
④ グラフ(ヒストグラム)	変化の様子を容易にする

(2) 数学的な表現を用いて説明する力

『解説数学編』では、「数学的な見方・考え方を働かせた学習活動を通して、目標に示す資質・能力の育成を目指すこと」とし、数学的な見方・考え方については、「事象を数量や図形及びそれらの関係などに着目して捉え、論理的、統合的・発展的、体系的に考えること」であると示されている。そこで本研究では、「数学的な表現を用いて説明する力」とは「自分の考えを適切なグラフや図、表などを用いて、論理的に説明する力」と捉える。この単元では、データの散らばり具合や傾向から数値化や図式化する方法を学び、適切な手法などを選択して分析を行い、データの傾向を把握して事象の特徴について説明する力を育てたい。

2 数学的な表現を用いて説明する力を育てる授業の工夫について

(1) 課題設定の工夫

今回の改訂では、数学的な見方・考え方を働かせた数学的活動を通して学習を展開することを一層重視している。『解説数学編』においては、「数学的活動として捉える問題発見・解決の過程には、主として二つの過程を考えることができる。一つは、日常生活や社会の事象などを数理的に捉え、数学的に表現・処理し、問題を解決し、解決過程を振り返り得られた結果の意味を考察する過程であり、もう一つは、数学の事象から問題を見だし、数学的な推論などによって問題を解決し、解決の過程や結果を振り返って統合的・発展的、体系的に考察する過程である。これら二つの過程は相互に関わり合って展開される。」(図1)と示されている。しかし、日頃の授業では後者の数学の世界のみを取り扱うことが多く、そればかりでは数学的な価値を見出すことは難しいと言わざるを得ない状況にあった。そこで、本研究では、現実の世界において数学的な表現を用いて説明する事象を取りいれながら授業を展開していく。課題の設定に関しては以下の3つの点で工夫していく。まず、生徒が身近な物事と捉えかつ社会と関連したデータを取り扱う課題の設定をする。生徒にとって実生活

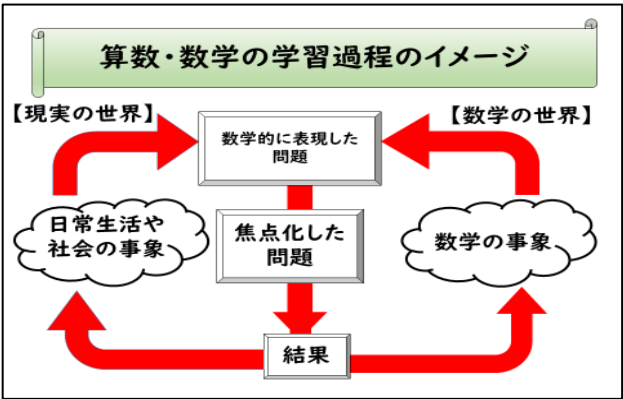


図1 算数・数学の学習過程のイメージ

と関連のある課題設定を行うことで、意欲的に取り組むことができるであろう。次に、実際に使ってみて数学的な表現のよさ（簡潔・明瞭・的確）を見出すことのできる課題であることである。よさを見出すことができれば、その表現を使用する価値を見出すことができ、数学的な表現を用いようとするであろう。最後に、対話を促すような課題の設定である。対話的な学びを通して、数学的な表現を用いて説明する力を育てることができるであろうと考える。

(2) 対話的な学びについて

中央教育審議会答申では、「算数科・数学科では、事象を数学的な表現を用いて論理的に説明したり、よりよい考えや事柄の本質について話し合い、よりよい考えに高めたり事柄の本質を明らかにしたりするなどの『対話的な学び』を実現することが求められる。」と提言している。また、批判的思考について、「物事を多面的・多角的に吟味し見定めていく力（クリティカル・シンキング）」と示しており、楠見孝（2016）は、「批判的思考において大切なことは、第一に、相手の発言に耳を傾け、証拠や論理、感情を的確に理解、解釈すること、第二に、相手の考えだけでなく、自分の考えに誤りや偏りがないかを振り返ること」と述べている。そこで本研究では、次のように授業を展開し、対話的な学びを促し数学的な表現を用いて説明する力を育てていきたい。まず、生徒自身が自分ごとと捉えることができるような社会と関連したデータを取り扱い、個人思考の時間を持つことで、自分の考えを持つであろう。次に比較検討する時間の中で自分の意見や考えを説明し、他者の考えを聞き自分の考えと比較することで、課題に対して多面的・多角的に見定めていくことができるであろう。そして最後の振り返りの場面で、改めて自分の考えを整理することで深い学びにつながり、数学的な表現を用いて説明する力が育つであろうと考える。

(3) 対話的な学びを通して深い学びにするためのワークシートの工夫

上記の授業が実現できるようなワークシートの工夫を行う。問題は、使用している教科書をもとに課題設定を工夫した題材も取り上げる。自分と他者の双方の考

えやその根拠だけでなく、それぞれのデータの特性を比較できるようなシートの工夫を行う（図2）。ワークシートを活用し、授業を進めていくなかで、他者の考えや表現を自分と比較することで多面的・多角的に見定めていくことができるであろう。さらに振り返りの場面で改めて自分の考えを整理することで深い学びにつながり、数学的な表現を用いて説明する力が育つであろうと考える。

図2 ワークシート

Ⅲ 指導の実際

1 単元名 第5章「データの分析」（7時間）

2 単元の目標

- (1) 主張の妥当性について、事例などを通して判断したり、批判的に考察したりすることができる。

- (2) 求めた値からデータを分析し、論理的な根拠に基づいて説明することができる。
- (3) コンピュータなどの情報機器を用いるなどして、データを表やグラフに整理したり、分散や標準偏差などの基本的な統計量を求めたりすることができる。
- (4) 目的に応じて複数の種類のデータを収集し、適切な統計量やグラフ、手法などを選択して分析を行い、データの傾向を把握して事象の特徴を表現することができる。
- (5) 「データの分析」と関連する身近な課題について学習し、数学のよさを認識し、数学的な表現を用いて説明することができる。

3 単元の評価規準

関心・意欲・態度	数学的な見方・考え方	数学的な技能	知識・理解
○データの代表値や散らばり、相関に関心をもち、それらを事象の考察に活用しようとしている。	○データの分布の特徴を考察し表現したり、その過程を振り返ったりすることなどを通して、データを分析するための数学的な見方や考え方を身につけている。	○データを用いて事象を表現・処理する方法や、データの傾向を把握する技能を身につけている。	○データの分析に関する基本的な概念を理解し、知識を身につけている。

4 単元の指導計画（7時間）（【対】対話的な学び）

時	学習内容・課題設定	目標と学習活動	評価規準・評価方法
1	データの分析① 【どの会社に就職したい？】 代表値【表1①】	●データの特徴を1つの数値で表すことの有用性を認識し、3つの代表値の違いについて理解する。 【対】平均値や中央値の特性に気づき、代表値の理解を深めることができる。	【知】平均値、中央値、最頻値を求める基礎的な知識を身につけている。 【考】それぞれの表現のよさ、不十分な点が比較でき、説明できる。 ・ワークシート記述・観察
2	データの分析② 【バスケット選手の分析】 箱ひげ図【表1②】	●データの特徴を詳しくとらえる方法として箱ひげ図を理解し、箱ひげ図を用いてデータの分布のようすを視覚的に把握することができる。 【対】箱ひげ図のひげの長さはデータの個数ではなく、散らばり度合いであることに気づくことができる。	【考】箱ひげ図から、複数のデータの分布のようすを比較・考察し、説明することができる。 【考】箱ひげ図から読み取り、説明することができる。 ・ワークシート記述・観察
3	データの分析③ 【テストの採点、ミス発覚でどうかわる？】 標準偏差【表1①】	●データの散らばり度合いを数値で表すための方法として、偏差、分散、標準偏差を理解する。またデータをもとにそれらを求めることができる。 【対】箱ひげ図や標準偏差の違いに気づき、散らばり度合いの表し方の理解を深めることができる。	【技】対話的な学びを通して、データの値の求め方や解法について理解し、分散と標準偏差を求め、散らばり度合いの大きさを説明することができる。 【考】箱ひげ図と標準偏差の違いについて、説明できる。 ・ワークシート記述・観察
4	データの分析④ 【ボウリングのスコアの関係性は？】 散布図・相関係数【表1①②】	●2つの変量の組を座標とする散布図をつくり、2つの変量の相関をとらえることができる。 【対】グループ活動を通して散布図の読み取り、分析することができる。	【関】2つの変量の関係を散布図で表すことに関心をもち、相関関係の考察に活用しようとしている。 ・ワークシート記述・観察
5	データの分析⑤ 【コンビニの売り上げとの関係性①】 表計算(代表値・標準偏差・箱ひげ図・散布図・相関係数) 【表1①②】	●身近な課題について取り扱い、ICTを活用し表計算することで、数学のよさを認識する。 【対】ICTを活用することで表計算の仕方を学ぶことができる。	【技】ICTを活用し、データを数学的な表現で表すことができる。 ・ワークシート記述・観察
6	データの分析⑥ 【夏の避暑地が快適な理由ってなんだろう？】 データで扱う数学的な表現 箱ひげ図【表1②】	●身近な課題について取り扱い、目的に応じた手法でデータをとることで、数学のよさを認識する。 【対】目的にあった手法を用いて、データを分析し考察することができる。	【考】目的に応じた手法を選び、説明することができる。 【考】箱ひげ図から、複数のデータの分布のようすを比較・考察し、データの特徴を簡潔・的確に説明することができる。 ・ワークシート記述・観察
7	データの分析⑦ 【コンビニの売り上げとの関係性②】 散布図・相関係数【表1①②】	●外れ値に注目し、相関係数だけでなく散布図などをみて多面的にデータを分析し、説明することができる。 【対】1つのデータからではなく、いくつかの情報を照らし合わせることで、より深い分析ができることに気づくことができる。	【考】グラフや図、数値を用いて、簡潔・的確に表現し、根拠となることがらを明確で筋道を立て順序よく説明することができる。 ・ワークシート記述・観察

5 本時の指導（7／7時間）

(1) 本時の目標：外れ値に注目し、相関係数だけでなく散布図などをみて多面的にデータを分析し、説明することができる。【数学的な見方・考え方】

(2) 本時の展開

時	学習活動	指導上の留意点	評価
導入 (15分)	【学習目標】 復習：前々回で行ったコンビニと各項目との関係性について確認する。 本時：「駐車台数」と「品数」の2つに絞り散布図と相関係数から関係性を調べていく。 問1：①散布図でみると、相関関係が強いのはどちらだろうか？ （グループで考え気づいたことを発表する。） ②相関係数でみると、相関関係が強いのはどちらだろうか？ めあての確認：コンビニの売り上げとの関係性はどちらの方が強いといえるだろうか？数学的な表現を用いて説明してみよう。	前々回の内容を確認する。 本時の学習内容を説明する。 散布図と相関係数のデータの違いに注目し、異なるのはなぜかを考えさせる。 外れ値に気づいたら、めあての確認。気づかなければ、こちらから発問する。	【考】 グラフや図、数値を用いて、簡潔・的確に表現し、根拠となることがらを明確で筋道を立て順序よく説明することができる。
展開 (30分)	（ワークシートを配布する。） 問2：外れ値を除いた場合の相関係数を求めてみよう。 各班の抜く値を確認。双方同じデータを抜き、母集団をそろえる。（5分） （タブレット各グループに配布） 実際にタブレットで外れ値を抜いた値を計算し、ワークシートに記入する。結果をうけてグループで確認し発表の準備（15分） （ホワイトボードにかく） 各班の発表。それぞれの値を抜くと相関はどうなったか？ 説明を聞いてワークシートに記入。（5分） 最後に発表を行う。（5分）	時間を測り、展開していく。 どの外れ値を抜くかは生徒から引き出す。Pの値はすぐに出ることが予想されるが、Kの値が出なかった場合は発問し誘導する。 （グループ学習） 数が大きい場合タブレットを使用する。操作にてこずっていないか確認。操作の支援が必要な場合は支援する。 観察により、発表順を決める。	
まとめ (5分)	本時のまとめと振り返りを行う。	本時の内容を再確認する。	

6 仮説の検証

本研究の仮説に基づき、「課題設定の工夫」や「対話的な学び」の2つの取り組みによって、数学的な表現を用いて説明する力を育てることに有効であったかを、発表の仕方や記述に着目し、生徒のワークシートや、授業中の観察、及び事前事後のアンケートやテストなどをもとに検証する。ここでは特に比較検討してその差が見えやすい第1時・第2時と第4時・第7時について検証を行う。なお、課題設定の工夫は表2のように検証していく。

表2 課題設定の工夫と見取り方

①自分事と捉え、課題に対して意欲的に取り組むことのできる課題。
➡問題に対して自分の考えを根拠をもとに説明しているか。
②数学的な表現のよさ（簡潔・明瞭・的確）を見出すことのできる課題。
➡授業の振り返りで数学的な特性に言及し記述されているか。
③対話を促すような課題
➡グループ学習で記述や正解がどう変化したのか。

(1) 第1時（どの会社に就職したい？）

① 課題設定の工夫からの検証

第1時では、課題設定を給与の分析とし、代表値（平均値・中央値・最頻値）の特性について学ぶ時間とした（図3）。現在3年生である彼らにとっては働いて給与をもらうことは近い将来の話であり、自分ごととしてとらえ、課題に対して意欲的に取り組むこと

【課題設定1】 求人広告欄に、2つの会社の案内がきています。案内には給与の平均が記載されていました。 (1) あなたなら、どの会社に就職したいですか？ A社給与平均：33万、 B社給与平均：20万 では実際に、それぞれの会社の社員のある月の給与を見ていきましょう。											
A社	11	11	12	12	13	13	16	16	16	210	
B社	17	17	17	19	20	20	21	22	23	24	
(2) それぞれの中央値を求めてみよう！ (3) それぞれの最頻値を求めてみよう！ (4) 上記の問題では、代表値として平均値・中央値のどれが適切か？またなぜですか？理由も述べなさい。											

図3 第1時の課題設定

ができるであろうと考え、この題材とした。また、代表値として平均値を選びがちであるが、中央値が適している場合もある。それぞれの特性を理解することで、データに合わせた数学的な表現方法があることを知り、数学のよさを認識することができると考え、この題材を選んだ。ワークシートを見てみると、解釈や選んだ値は異なるが全員がそれぞれ根拠をもとに数学的な表現を用いて説明することができていた。しかし、最頻値と中央値のどちらがより適するか迷う問題になってしまった。データの値をもう少し工夫すれば、数学のよさをより認識でき、的確に説明することができたと考える。

② 対話的な学びからの検証

授業では、ワークシートに自分の意見を記述した後、グループでの話し合いを行った。あるグループでは、「中央値が適切である。なぜなら、A社の1つ以外は大きな偏りがないため。最頻値はA社は高い3つで、B社は低い3つなので、だめだと思った。」と発表し、別のグループは、「中央値だともらえる額にばらつきがあるので最頻値である。なぜなら、一番金額をもらえる回数（人）が多いことで安定している。」と発表していた。このように、今回の問題の解答で選択肢に最頻値はなかったが、最頻値も代表値のひとつなので、最頻値でもよいのではないかという意見が出た。今回の題材では最適な代表値は中央値を意図していたが、このグループは批判的な思考を働かせ、そもそも問題自体に疑問を持ち、その根拠を示すことができた。まとめや振り返りを見てみると、生徒の記述の中に図4のような記述が見られた。他にも「平均値、中央値、最頻値の3つには良い所や悪い所があるので使い分ける」「平均値は極端なデータに左右される」「極端なデータがある場合は中央値がよい」といったそれぞれの値のもつ特性に言及したものが見られた。代表値3つの特性を理解し、データに合わせた数学的な表現方法があることを知り、数学のよさを認識したからこそ、このような記述ができたと捉える。以上のことから、今回のワークシートの活用やグループ活動を通して、批判的思考を働かせ、他者の意見を聞き、自分の考えと比較し多面的・多角的に見定めていくことで、数学的な表現を用いて説明することができたと考える。

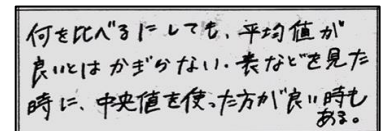


図4 生徒Aの授業の振り返り

③ 第1時の総合的な検証

表2の見取り方をもとに表3から検証を行う。表3の「自分の意見を記述」の欄は、個人思考でどれだけの生徒が記述できたかを示している。全員が自分の考えを説明することができたことから、課題に対して意欲的に取り組む姿が見られた。また「数学的な特性に言及」の欄は、振り返りで特性に言及し記述していた生徒の数を示している。6名の生徒が特性に言及できていたことから、数学のよさを認識することがうかがえた。そして「自分の意見の記述」と「グループ学習後の記述」の変容で対話を促す課題であったかを見ていくと、正解が9名中4人から6人と22%の変容があった。また、発表する場でそれぞれのグループが根拠をもとに数学的な表現を用いて説明することができ議論することができたことから、意見や気づきを引き出し対話が促しやすい課題であったことがわかる。以上のことから、課題設定の工夫が数学的な表現を用いて説明する力を育成することにつながると考える。また、真剣に考えて取り組んだからこそ、批判的思考を働かせ問題や他者の意見に疑問を持ち説明することができたことを踏まえると、対話的な学びは効果があつたと捉える。

表3 第1時の結果

N=9	記入	正解
自分の意見を記述	9	4
グループ学習後の記述	9	6
数学的な特性に言及	9	

(2) 第2時（バスケット選手の分析）

① 課題設定の工夫からの検証

第2時では、課題設定をバスケット選手の得点の分析とし、箱ひげ図からの読み取り方を行った（図5）。バスケットボールは授業や部活でも行っているため、生徒にも身近な題材と

して意欲的に取り組みやすいのではないかと考え、この題材にした。また、箱ひげ図自体が視覚的でわかりやすい表現であり、図から読み取りやすいことから気づきが増え、対話を促す課題と考え、求値問題ではなく読み取り問題とした。表4からもわかるように、個人思考の中では、問題①は全員が的確に説明することができていた。そして、問題②、③に関しては正解に関わらず根拠をもとに意見を書いていることから、数学的な表現を用いて説明しようとする姿がみられた。

② 対話的な学びからの検証

今回の問題は、個人思考では記述できなかった生徒もグループ学習を通して全員が理解し記述することができた(図6)。「箱ひげ図は、ばらつきのある表を視覚的にわかりやすく単純化した図だと思う」「箱ひげ図にすることで、データのばらつきが分かる。また中央値がすぐ分かる。どんなに箱が大きくても25%のデータが入っているとわかる」という振り返りがあった。今回のグループ学習では、箱ひげ図の特性や読み取りが深まり、よりの確に数学的な表現を用いて説明する力がついたと考える。

③ 第2時の総合的な検証

表3と同様に表4の結果から検証していくと、多くの生徒が自分の考えを説明していたことから、課題に対して意欲的に取り組む姿勢が見られた。また、振り返りで全員が特性に言及し記述していたことから、数学のよさを認識することがうかがえた。そして、グループ学習前後の記述や正解の変容をみると、意見や気づきを引き出し対話を促しやすい課題設定であったことがわかる。以上のことから、課題設定の工夫が数学的な表現を用いて説明する力を育成することにつながると考える。また、自分の考えを記入した人数にはあまり変化はみられなかったが、正解した人数が増えたことから、よりの確に説明する力が育ち、対話的な学びは効果があったと捉える。

(3) 第4時(ボウリングのスコアの関係性は?)

① 課題設定の工夫からの検証

課題設定はボウリングのスコアについてとし、相関係数の問題を取り扱った。ボウリングは娯楽のひとつであり、生徒が興味をもってくれる題材であると考え、この題材とした(図7)。また、相関係数の概念は難しいため、散布図と関連させることで視覚的な変化に気づき、相関係数の変化が理解しやすいのではないかと考えた。生徒は、正の相関関係であることはわかり選択肢①か②に絞れていたが、相関係数がどのように変化するか推測することにつまずいている状態であった。そこで、教師側から散布図のデータを修正前から修正後にかきかえるという活動を促した。今回の課題でつまづいている状態があったことから、問題文に段階的に取り組んでいけるような設問の出し方を工夫すると、生徒は相関係数の変化に自ら気づき、数学的な表現を用いて説明することができたと考えた。

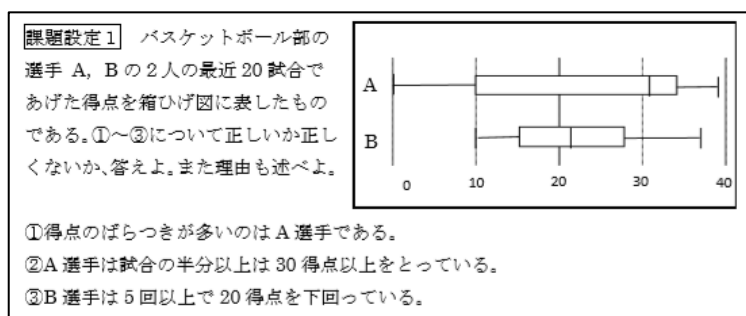


図5 第2時の課題設定

個人思考

① 正しい。
 理由: 箱ひげ図から、Aの方がBよりも範囲が広いから。(ばらつきの)

②
 理由

③
 理由

振り返り 友達の話を書いてもう一度自分の考えをまとめよう!!

① 正しい。
 Aの方がBよりもばらつきがあるから。

② 正しい。
 中央値が30以上だから。

③ 正しい。
 Q1が5回以上で20得点以下だから。

図6 生徒Bのワークシート

表4 第2時の結果

N=9	問題①		問題②		問題③	
	記入	正解	記入	正解	記入	正解
自分の意見を記述	9	9	7	5	6	4
グループ学習後の記述	9	9	9	9	9	9
数学的な特性に言及	9					

② 対話的な学びからの検証

生徒は選択肢を2つまでは絞れるが、その先はグループ学習でもなかなか意見が出ない状況にあった。そこで、教師側から修正後のデータに書きかえるという活動を促した。そのときに初めて、ある生徒が散布図と相関係数の関係に気づき、「スコアが上がったから数値もあがった」や「(直線からの)ばらつきがなくなるので1に近づく」と説明を

していた。説明を聞いた生徒からは、「相関係数は数値だけでなく散布図と照らし合わせることが大切」との記述もあった。このことから、相関係数と散布図のそれぞれの特性だけでなく、2つを組み合わせる方法に気づき、数学的な表現のよさを実感することができた。振り返りでは、「人の考えを聞くことで自分になかった考えを見つけることができた」と記入した生徒がいたことから、別の視点でみることで新たな価値を見出すことができたと捉える。グループ学習を通して、89%の生徒が散布図と相関係数の関係性を理解し説明することができるようになった。

③ 第4時の総合的な検証

今回の授業では、個人思考で自分の考えを説明することができなかった。要因は今回の課題が難しかったことにある。対話が促しやすくするために生徒の実態に合わせ、生徒が取り組む中で達成感や充実感を味わうことができるような適切な課題を設定する必要があった。具体的には生徒が気づけるよう段階的に設問の出し方を工夫すれば、より自分の考えを数学的な表現を用いて説明することやグループ活動につながる対話を促しやすかったと考える。しかし、振り返りで8名が特性に言及し記述していたことから、数学的な表現のよさを認識することがうかがえた。以上のことから、今回の課題は設問の工夫を行うことで、より数学的な表現を用いて説明する力を育成することができたと考える。また、他者の考えを聞くことで別の視点で課題をみることができ、新たな価値を踏まえて自分の考えを改めて整理し説明することができたことから対話的な学びは効果があったと捉える。

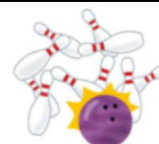
(4) 第7時（コンビニの売り上げとの関係性②）

① 課題設定の工夫からの検証

第7時は、コンビニの売り上げとの関係性について課題設定を行った(図8)。コンビニは身近な存在であり、生徒が興味をもち意欲的に取り組むことができるのではないかと考

課題設定1 10人でボーリングを2ゲーム行った。1ゲーム目のスコアをx、2ゲーム目のスコアをyとし、下の表のようにまとめた。また、散布図もかいた。

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
x	102	115	129	136	146	154	160	166	184	198
y	110	125	136	150	160	148	170	179	132	214



ところが、あなたはIさんの2回目のデータが間違っていることに気づき174に訂正をした。訂正前のxとyの相関係数を r_1 、訂正後のxとyの相関係数を r_2 とする。 r_1 と r_2 の組み合わせとして、正しいものを次の①～④から選びなさい。

- ① $r_1=0.767$ $r_2=0.957$
- ② $r_1=0.957$ $r_2=0.767$
- ③ $r_1=-0.767$ $r_2=-0.957$
- ④ $r_1=-0.957$ $r_2=-0.767$

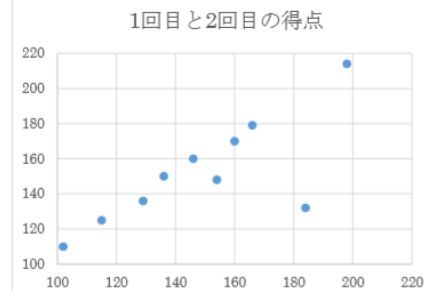
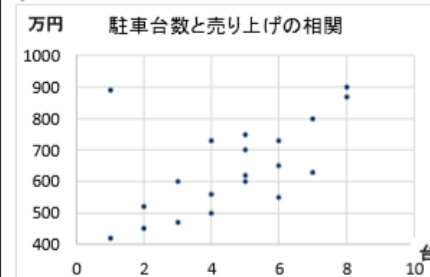


図7 第4時の課題設定

課題設定 コンビニの売り上げとの関係性について

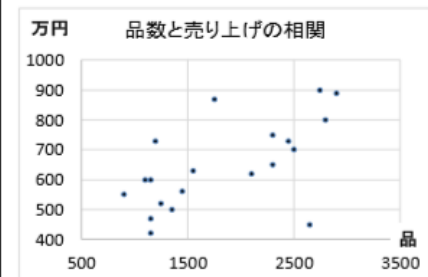
【問1】コンビニの売り上げとの関係性が強いのは「駐車台数」、「品数」のどちらの項目だろう？

①散布図



②相関係数 0.5389

①散布図



②相関係数 0.6057

【問2】それぞれの外れ値を抜くと、どうなるだろうか？

図8 第7時の課題設定の散布図と相関係数

え、この題材とした。コンビニの売り上げとの相関が強いのは「品数」「駐車台数」のどちらかを問う問題である。今回は導入でグループ発表を行った。散布図で見ると相関が強くなるのは、「直線上の近くに点が集中している」駐車台数であるが、生徒は、「点の集まりが密接している品数である。」や「品数である。なぜなら、直線に沿って点の位置がより近い方が相関関係が強いと思ったので。」と答えていた。相関関係の認識のずれや下の相関係数の値に影響されたものの、生徒は課題に対して自分の意見を持ち、数学的な表現を用いて説明する様子がみられたことから意欲的に取り組むことができた。また、振り返りでも特性に言及している生徒が7名もいたことから、数学のよさを認識できることができたと考える。しかし、今回の授業はこれまでの内容を踏まえた応用の授業であり、ワークシートを活用したグループ学習の時間を十分に確保することができなかった。今後は授業構成を再検討し、対話的学びを導くためのグループ活動の時間を確保し、数学的な表現を用いて説明する力を育成していきたい。

(5) 総合的な分析

これまでの課題設定の工夫に関しては、どの時間も自分ごととして考えられるような身近な課題を取り扱った。第1時では近い将来の話である給与の問題とし、数学のよさを認識できるように中央値が適する問題を取り扱った。また、第2時ではバスケット選手の分析とし、箱ひげ図から読み取りを行うことで視覚的でわかりやすく対話を促しやすい課題であると考え、この題材を取り扱った。表3や表4からもわかるようにどちらも生徒が意欲的に取り組み、自分の考えを述べることができていた。また、特性に言及できていたことから数学のよさを認識することができたと考える。そして、発表する場でそれぞれのグループが根拠をもとに数学的な表現を用いて説明することができ議論することができたことから、意見や気づきを引き出し対話が促しやすい課題であったことがわかる。第4時はボウリングの問題とし、散布図と相関係数の関係性を絡めることで、相関係数の変化が理解しやすいと考え、この題材を取り扱った。生徒にとってはやや難しい課題であり、自分の考えを説明することができなかったが、教師からの活動の促しで相関係数の変化に気づき、2つの関係性や特性を説明することができたことから設問を工夫すれば、生徒は説明することができたであろうと考える。第7時ではコンビニの問題とし、これまでの応用の問題を取り扱った。生徒の認識はずれていたが課題に対して自らの意見を持ち説明しようとする姿が見られた。

アンケートの「課題に対して自分の考えをもつことができたか？」に対しては、全員ができた、どちらかと言えばできたと回答した(図9)。「数学のよさを認識することができたか？」のアンケートに対しては全員ができた、どちらかと言えばできたと回答した(図10)。また、振り返りでは生徒の気づきの言葉の中に「求めた数学を使ってデータの分析を学ぶのは初めてなので面白い」とあり、数学のよさを認識できたと思われる。今回のように身近な題材を取り扱ったことは、数学的な表現を用いて説明する力を育てることに効果があったと考える。

対話的な学びにするための工夫に関して、ワークシートを活用したグループ活動が十分に行えた授業では、個人思考では少なかった数学的な表現を用いた記述が、グループ活動後には多くなった。第1時では問題文の選択肢になかった解答をしたグループがあり、批判的な思考を働かせ、そもそも問題自体に疑問を持ち、その根拠を示すことができた。第2時・第4時では

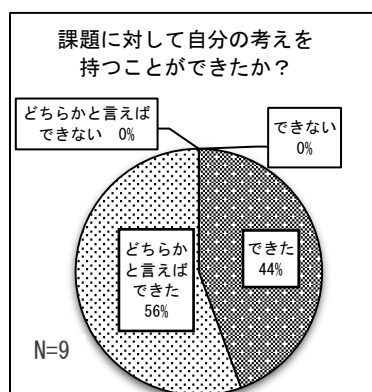


図9 アンケート結果①

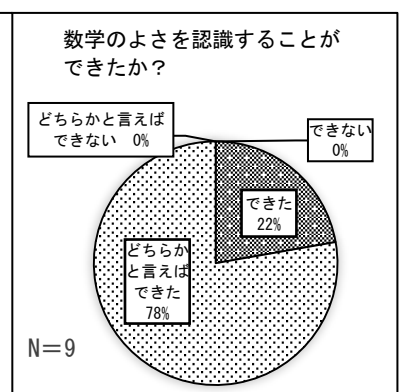


図10 アンケート結果②

＜参考文献＞

- チャート研究所 2019 増補改訂版 チャート式 解法と演習数学 I + A 数研出版
- 吉田明史 2019 『平成 30 年版 学習指導要領改訂のポイント 高等学校 数学』 明治図書出版
- 文部科学省 2018 『高等学校学習指導要領(平成 30 年告示) 解説 数学編 理数編』 学校図書
- 文部科学省 2018 『高等学校学習指導要領(平成 30 年告示)』
- 岡本和夫 | ピーター・フランク 2017 『高等数学 I 新訂版』 実教出版
- 佐々木隆宏 2017 『改訂版佐々木隆宏の数学 I 「データの分析」が面白いほどわかる本』 KADOKAWA
- 相馬和彦 2017 『「主体的・対話的で深い学び」を実現する！数学科「問題解決の授業」ガイドブック』 明治図書出版

＜参考 WEB サイト＞

- 総務省 2017 『高校からの統計・データサイエンス活用～上級編～』（最終閲覧 2019 年 11 月）
https://www.soumu.go.jp/main_content/000607858.pdf
- 文部科学省(中央教育審議会) 2016 『幼稚園、小学校、中学校、高等学校及び特別支援学校の学習指導要領等の改善及び必要な方策等について(答申)』（最終閲覧 2019 年 11 月）
https://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chukyo/chukyo0/toushin/1380731.htm
- 丸木和彦 「データの分析」を利用した問題解決型授業ならびに教材の実践例（最終閲覧 2019 年 11 月）
www2.spec.ed.jp/krk/sugaku/?action=common_download_main&upload_id=973