

[算数・数学]

データを活用するうえでの視点に迫る問題解決的な学習指導

- 実験を取り入れ、予想とのズレからデータを分析する学習を通して -

今井 啓太*

1 主題設定の理由

今年度から、中学校も平成29年度学習指導要領が完全実施となり、従来の学習に比べ、より主体的で対話的な深い学びをするために、多様な課題や教材、教具からねらいや目標に即したものを選択し、現実世界の問題に近い課題について考え・議論していくことが求められている。また、様々な事象について問題意識を持ち、粘り強く考えていける児童生徒を育まなければならない。数学科においては、現実の世界と数学の世界における問題発見・解決の過程を学習過程に反映させることや、必要なデータを収集して分析し、その傾向を踏まえて課題を解決したり意思決定をしたりすることが求められている。学習指導要領にも、「そのような能力を育成するため、統計的な内容等の改善・充実を図った。」と述べられている。また、平成29年度学習指導要領から「D 資料の活用」が「D データの活用」に変更になった。平成29年度学習指導要領によると、「様々な事象から見いだされる確率や統計に関するデータを、これまで『資料』と表していたが、平成21年3月改訂の高等学校学習指導要領数学Iにおいて、生活の中で活用することや統計学とのつながりを重視し、一般的に用いられる『データ』という用語を用いることとなった。今回の改訂では、小・中・高等学校の学習のつながりを考慮し、小学校算数、中学校数学ともに『データの活用』を領域名として採用している。」と述べられている。また、中央教育審議会答申では、算数科・数学科における平成20年改訂の学習指導要領の課題について、以下のように示されている。

PISA 2015では、学力の上位層の割合はトップレベルの国・地域よりも低い結果となっている。さらに、小学校と中学校の間で算数・数学の勉強に対する意識に差があり、小学校から中学校に移行すると、数学の学習に対し肯定的な回答をする生徒の割合が低下する傾向にある。さらに、全国学力・学習状況調査等の結果からは、小学校では、「基準量、比較量、割合の関係を正しく捉えること」や「事柄が成り立つことを図形の性質に関連付けること」、中学校では、「数学的な表現を用いた理由の説明」に課題が見られた。また、高等学校では、「数学の学習に対する意欲が低いこと」や「事象を式で数学的に表現したり論理的に説明したりすること」が課題として指摘されている。

さらに、近年、世界は急速な科学技術の発展から、情報化が進み、誰もが簡単に情報を発信し、受け取ることができる。日本でもSociety 5.0ということで、従来の定期的業務や数値的に表現可能な業務はAI技術による代替が行われ、産業や働き方が変化しようとしている。その中で、私たちは人間本来の強みである倫理観や調整力を生かしながら、AI等の未知の技術を適切に利用していかなければならない。情報の取捨選択・活用に関する先行研究は様々な方法が示されているが、本稿では、堀口(2013)の見解を述べる。堀口(2013)は、日常生活や社会における問題を取り上げ、大量のデータや複数の情報から必要な資料を適切に取り出し、資料の傾向を的確にとらえ、自分の考えや判断したことを説明する力を育成する研究を行った。新潟市の温暖化を課題に設置し、PPDACサイクルを用いて、資料を選んだ理由や妥当性等、問題解決の場面を具体的化して、説明する力を養おうとしていた。研究では、新潟市の21年間の8月の気温を提示し、そのうえで生徒がより適切な資料を収集し、データを整理し結論を導いていく。研究の課題として、気温の変化を直線にとらえるためには、より多くのデータが必要であることが指摘されている。

そこで、これからの時代を生きぬく子どもを育てるために、与られた情報を正確に読み取るだけでなく、そのデータの信ぴょう性やデータの質的・量的な妥当性についても考えたうえで適切にデータを分析し、科学的に考え活用する力を育成する必要がある。また、その際に、データをより多角的に考え最大限活用できるように教育活動を行わなければならない。本校の生徒は、地道に計算問題を解いたり図形について意欲的に調べたりすることはできるが、事象の規則

*柏崎市立第一中学校

性を見出したり、多くのデータを適切に分析したりすることに苦手意識を持つ生徒が多く、予想の根拠や問題を説明することが難しい生徒が多い。本稿では、「D データの活用」の学習を通して、不確定な事象に意欲的に取り組み、実験の中から様々なデータを比較検討し、解を見出していく学習の中で、情報を取捨選択する力を養い、論理的に考え、不確定な事象を予想し未来を考えることができるデータを活用することの有用性を実感させていく。

2 研究の目的

堀口(2013)の研究では、教師が提示したピックデータの中から必要なデータを生徒が抽出し、「より適切な資料」を選定するものであった。しかし、これからの情報社会においては、与えられたデータが正しいのか、結論を求めるために質的・量的に十分なのかについても、論理的に判断する必要があると考える。そこで、本研究では、正の数・負の数の利用とデータの活用を合わせた学習を通して、データの分析方法の獲得について次の2つの視点から検証する。

- (1) 日常生活の確率が関連する場面を問題として取り上げ、データを整理・活用する力を育成する。
- (2) 実験を通して意欲を高めるとともに、予想とのズレに着目させ、データの信ぴょう性や質的・量的な妥当性について吟味し、その理由を自分なりの視点でデータに着目し説明する力を育成する。

3 研究の内容

(1) 基本的な考え

以前、確率の学習をした際に、確率の楽しさや確率が日常生活のどこに隠れているかを考えることで、確率に親近感を持たせ、意欲的に学習できるよう指導した。日常的に行うじゃんけんやゲームの時に使うじゃんけんについて、友人同士で複数回した実験を通して考察し、数値で表す学習をしたところ、授業後の生徒から取ったアンケートでは、「確率に興味を持てた」、「確率が生活に関係していることがわかった」という感想が多かった。また、授業全体の雰囲気として、仲間と協力しながら問題を多角的に考え、問題の意図について考えたり、自分の解法と友達の解法を比較検討したりすることができていた。しかし、確率を日常生活のどんな場面で活かしたいかという質問に対しては、「くじ引きやガチャ、じゃんけん」という意見が多く、日常生活の一部のゲームでのみ活用したいという生徒が過半数を占め、実験を基に規則性を見出したり多様なデータを整理し生活に生かそうとしたりする生徒は少なかった。

そこで、確率に関する問題を単元の導入として扱い、主体的に問題に取り組むことができる良さを生かしつつ、与えられた問題を解くという受動的な活動ではなく、自ら実験に取り組み、データを収集し、得られたデータから規則性や特徴について考える活動を取り入れる。その中で、膨大なデータの特徴を捉えることができる確率の有用性を感じ、実体験や予想とのズレについて考え、各単元の学習を通して学習内容を活用し解くことができるように展開する。学習を進めるにつれ、段々と難易度の高い問題に挑戦する場面を設けることで、その単元や確率について深く考え、有用性について実感することができるようにする。

(2) 研究の構想と方法

① データの活用としての確率

H29年度学習指導要領では、多数回の試行によって得られる確率と関連づけて、場合の数を基にして得られる確率の必要性と意味を理解することや、確率を通して不確定な事象を捉え考察し表現することが求められている。教科書にある数値から確率を求める能力も重要であると考えが、今、求められている、データを比較検討・整理し特徴をつかむためには、自らが集めたデータを使用する方が意欲的に学習できると考えた。以前の授業でも、問題に主体的に取り組むことができたという生徒は、全体の85%以上だったのに対して、確率に関する文章問題の正答率は30%程度に留まった。このことから、主体的に多くの問題に取り組む事ができた生徒でも、確率の持つ有用性や問題の意図を読み取り適切な計算方法を用いることができなかつた。そこで、本稿では、確率に関する課題を導入で活用し、実験によってデータを収集することで、様々な解法で問題に取り組む主体性を持たせつつ、研究したのちにより良い解法を見つけることで、各単元を意欲的に考えることができるようにする。また、様々な解法を見つけようとする考えで、確率の求め方だけでなく、確率の本質にも近づけると考える。

② 研究の方法

本研究では、第1学年の正の数・負の数の利用でさいころを使った課題を提示する。昨年、移行措置で確率の内容が第1学年に加わり、生徒は第1学年の最後にペットボトルキャップやコインという具体物を用いた確率について学習す

る。第1学年の初めの単元である正の数・負の数から、確率の基本的な考えに触れることで、確率の有用性を実感させるとともに、教科書の応用問題にさらなる多角的な判断材料を加える。正の数・負の数の利用に、ゲーム性の高い確率に関する課題を取り入れることで、生徒が主体的に学習に取り組むことができるだけでなく、不確定な事象に対して、生徒が抱く疑問を解決するために、自らデータを収集し、そのデータの妥当性について考えたうえで、確率や平均について理解を深めることができる。また、第1学年のデータの活用にスムーズにつなげることができるように、大きな値ではなく、(あえて)さいころという限られた1から6の数字に絞ることで、苦手意識を抱かせずに、平均の考え方へ移行できると考えた。しかし、注意しなければならないのが生徒の理解度である。確率というと場合の数のように分数で求めることになり、数学に苦手意識を持っている生徒や分数の計算が不十分な生徒は、考えていくうちに分数が出てきてどうしたらよいか、困惑してしまうことが予想される。そこで、授業の導入では確率を求める活動ではなく、さいころを使ったゲームとして正の数・負の数の利用へと導入する。さいころを複数回ふり、もっとも出やすい出目を考えるゲームを実験として取り入れることで、生徒が自ら平均に目を向け、実験からわかったデータを整理・比較し、教科書の応用問題の仮平均の考え方へとスムーズにつなげていく。

(3) 検証の方法

3回の授業実践における生徒の意見が書かれたノートと生徒の実験や班活動の様子をiPadで記録した動画や音声メモから生徒の思考過程についてデータを適切に収集・処理しているかという視点で評価する。また、確率の有用性に関するアンケートを実施し、生徒の個人内評価とその後の課題において確率の考え方を実践しようとしているかという観点で分析・考察する。

4 研究の実践

(1) さいころを活用した正の数・負の数の利用の授業実践 (全3時間)

① 課題について

本校で使用している教科書は、啓林館「未来へひろがる 数学1」である。教科書に掲載されている正の数・負の数の利用の課題は次のようなものである。

利用場面 (P49)

- ① 3週間後、クラス対抗の大縄跳び大会が開催されます。1年1組は、優勝をめざしてみんなで練習することになり、その日にいちばん多く続けて跳べた回数を記録していくことになりました。
- ② 1週間の練習を終えたとき、3年生から跳び方や縄のまわし方のコツを教えてもらい、2週目は、1週目にくらべて跳べた回数が増えました。大会目である3週目は、50回跳ぶことを目標にしてがんばりました。
- ③ 大会までの3週間の跳べた回数の記録は、次のようになりました。

	月	火	水	木	金
1週目	12	17	13	15	18
2週目	35	38	41	40	51
3週目	44	42	57	50	52

話しあおう

1週目、2週目、3週目の記録をくらべると、どんなことがわかるでしょうか。

ステップ1 場面の状況を整理し、問題を設定しよう (P50)

1週目、2週目、3週目の記録をくらべるために、次の問題を考えました。

それぞれの週の記録の平均は何回ですか。

ステップ2 見通しを立てて、問題を解決しよう

ステップ3 問題を広げたり、深めたりしてみよう (P51)

ステップ1では、前ページの表から各週の平均を求め、記録をくらべるように促している。それを受け、ステップ2では、1週目から各週の平均を求める中で、2週目の記録を棒グラフで表すことから仮平均の考え方へ移行している。また、ステップ3では、仮平均の考え方をもとに表の空欄を埋める発展課題となっている。教科書のように、ステップごとに目的を明確にし、平均を求めるための工夫として仮平均を用いるという流れならば、多くの生徒が仮平均の考え方や求め方は理解できると考える。しかし、仮平均の必要性や意味については、あらかじめ提示された流れ通りに進み、仮平均を使うだけではデータを収集し整理するという点や、自分で考えデータの特徴を捉えて問題を解決する力を育成

するという点で不十分であると考えた。

そこで本研究では、自らデータを収集し、データを整理・分析させるために、教科書の内容に入る前に次のような課題を提示した。

課題 下の数直線上の0の位置から、2つのさいころの出た目の和の数だけ進むとき、止まる可能性が高いのはどの数値か、理由も説明しなさい。

また、その際のルールは以下のようにする。

①赤のさいころは、数直線の正の向きに動く。 ②青のさいころは、数直線の負の向きに動く。

今回実践したクラスは、男子17名、女子15名の男女が分け隔てなく仲のいいクラスである。また、ペアや学習班で活動する学習に意欲的で、班員とともに意見を出し合いながら課題を解決していこうと活動できるクラスである。その一方で、小数の乗法や除法、分数の四則など基礎的な計算が定着していない生徒が多く、計算に苦手意識を持っている生徒が多い。そこで、さいころを使ったゲームのような課題を提示し、さいころを各学習班に複数個配ることで、生徒が自らデータを集め、得られたデータを整理し平均値や最頻値に目を向けられるようにした。

② 授業の実際

ア 実践1日目 「2つの赤のさいころを振ったとき、最も出やすい数値を求めよう。」

課題を提示すると、すぐに各学習班でさいころを振り出し、さいころを振っている中で、生徒同士の間で「いきなり3パターンすべてについて考えるのは無理だ。どれからやる?」「まずは、赤と赤のパターンで考えよう」という発言が聞かれた。課題を解き進めるにつれて、多くの班でどの位置に止まったのかを数える学習班が増えていった。

まず、赤と赤のパターンを考えることにしたA班では、一人の生徒（以降においてS1としている生徒）が、「今まで振った半分以上が、6、7、8だから、6から8の中に答えがあるはず」と意見を出していた。この時点で、S1は赤と赤のペアでは、6、7、8のいずれかの位置で止まりやすいことをわかりやすく説明するために、百分率を用いて表そうとしていた。その発言から、S2はさいころの出た目の和をすべて足し平均を求めようとしていた。以下は、S1とS2のA班の対話である。

S1: 6, 7, 8の出やすさをパーセントで表すと全部26%になるから、この中のどれかがいちばん出やすいことは確定じゃん。

S3: 問題はどれがいちばん出やすいかだね。

S1: もっとたくさん振ってみないとわからないね。

S3: じゃあ、どんどん振ってみよう。

S1: でも、このまま振り続けて、別のところで多く止まったらめんどくさくない?

S2: 私、今までに止まったところの数字の平均を出してみたんだけど、7.82になったよ。

S3: ということは、6は他の数字より出にくいってこと?

S1: なるほど。平均か。てことは、7.82だから8が一番出やすいってこと?

S2: そうだと思う。

S1: それでいいのかな。

この時点で、班員は平均を使って最も出やすい数値を考えることにおおむね肯定的だった。ただし、S1は少し腑に落ちないような表情をし、他の班のS4に相談しに行き、以下のような対話になった。

S1: 平均から出やすい数値を決めるのはどうなんだろう。

S4: たしかに。2が3回と12が3回なら平均は7になるしね。7は一回も出てないのに。

S3: それもそうだね。

S2: じゃあ、どうやっていちばんを決めるの?

S1: 決められないんだから、俺の班はこの3つってことにしよう。

S4の発言によって、平均では結論付けられないことに気付き、はじめはただ聞いているだけで理解できていない様子だった班員も自らの言葉で、ノートをまとめていた。一連の対話の中で、生徒たちは、平均を根拠に出やすさを決めることはできないことや、正確なデータを得るためにはより多くさいころを振らなくてはならず、さいころを振ると現段階で自分たちが導き出した答えが変動してしまうかもしれないという平均の本質に気が付いていた。

ここで、各班の意見を聞き、実際にゲームを行ってみた。生徒の多くはA班の意見を受け、7や8を選んでいた。その一方で、他の班の、「何を選んでも、さいころの振る人のさじ加減であり、運だ」という意見を受け、自分の好きな数字を選ぶ生徒もいた。実際にゲームをやってみると、クラスで以下のような対話につながった。

S2: 私は、平均がいちばん近かった8にしたのに。
 S6: え? 平均って関係あるの?
 S7: 俺らの班は、実験の結果から一番多く出た0にしたよ。
 S3: そうじゃなくて、確率と平均って関係あるのってことでしょ?
 S6: そうそう。確率って平均のことじゃなくね?
 T: 小学校で平均ってやりましたよね。どう習いましたか?
 S4: 全部足して、個数で割るやつ。
 T: そうですね。では、今回のゲームで役立つのは平均ですか? それとも実験の結果ですか?
 S4: 今回は、実験結果だと思う。平均も全く意味のないものではないけど、今回は何が一番出やすいのかだからそれぞれの出た回数が大事だと思う。
 T: では、平均はどのような場合に使うと効果的ですか?
 S2: たくさん数字があるときに、そのちょうど真ん中の数字を知りたいときとか?
 S8: そうかも。テストの平均点とかで使うもんね。
 S1: そうか。平均は真ん中の数字だから、確率とかの出やすさとは違うんだ。
 S2: 真ん中だから出やすいってわけじゃないのか……。むずかしい。

S4の下線部の発言に納得できた生徒もいたようであったが、平均と確率がどのように異なるのかという観点で生徒は迷っている様子であった。しかし、授業後の振り返りで、多くの生徒は、平均は真ん中だから出やすさとは違うというS1の発言から、「今日は、確率と平均の違いがなんとなく分かった。」「S1さんとS4さんの意見を聞いて、なんで平均で選んではいけないのか納得できた。」と書いていた。

Ⅱ 実践2日目 「データをもとに、数直線上のどこに止まりやすいか、根拠を明らかに説明しよう。」

前回の実践をふまえ、「どのように考えたらより正確に止まりやすい所を選ぶことができるか」について考えた。授業の導入から以下のような対話につながった。

S1: 平均では確実に予想することは難しいだろ。
 S8: じゃあ、みんなでさいころ振りまくって決める?
 S2: 誰が振るかで変わっちゃうから、あんまり意味ないんじゃない?
 S3: じゃあ、どうしようか。
 S5: どのパターンが出やすいか全部書いてみれば?
 S6: めっちゃ時間かかりそうだけど、それがいちばん早いかも。
 S1: よっしゃ。やってみるか。

S5の発言から、各班で手分けしてすべてのパターンを書き出すことになった。多くの生徒は右の図1のように、班員で書き出す数を割り振って行っていた。すべて書き出すことができた班では図2のようにまとめ、何が何回出たのかをまとめていた。活動の中で生徒は、データの規則性に少しずつ気づき、すらすらとパターンを求めていた。また、自分の収集したデータに誤りがないか周りの仲間と確認したり、一度作業を中断し、答え合わせする様子も見られた。また、数えやすいように工夫していたのが、右の図3である。図3のようにすべてのパターンを求めた生徒はさいころの目と和の規則に気づき、さいころが1減ったか増えたかに着目してノートにまとめた。これによって、数

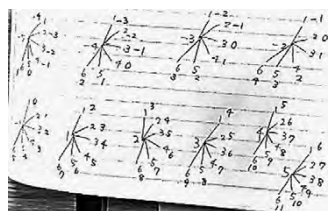


図1

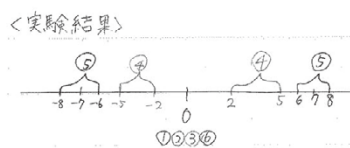


図2

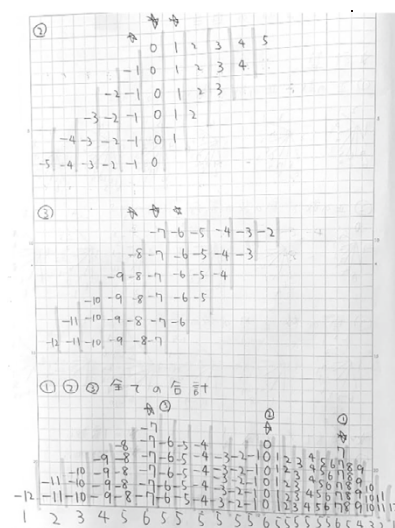


図3

直線上のどこに止まりやすいのかを表を縦に見ることで判断し、確率を求めていた。これらの様子から、全108種ものパターンの特徴に気が付き、パターンを整理し、実験で得られたデータとの整合性を確認している様子が見られた。

ウ 実践3日目 「課題に関して分かったこと・気づいたことについてまとめよう。」

これまでの実践を通して分かったことを班ごとにホワイトボードに記入し、クラス内で共有した。生徒は、「平均と確率の違いがなんとなく分かった」や「平均をどんな場面で使うといいか分かった」と書いていた。そこで、S2は「やっぱり、平均と確率の違いがいまいち分からないな」と発言し、議論が深まった。実践1日目と同じような話の繰り返しにはなっていたが、生徒から出た疑問について、クラス内の複数の生徒が懸命に説明している姿が見られた。実践1日目で、「さいころを振って一番多く出たから」という理由で数値を選んでいていた生徒が、他の生徒の考えを聞きながら、パターンを書き出し、実験のデータと比較しながら最も止まる可能性が高い数値を選んでいて授業の振り返りでは、「全部書き出すのは大変だったけど、全部書き出してみるとわかることもあった」と述べる生徒が過半数であった。

5 成果と課題

正の数・負の数の利用の導入としてデータを整理し活用することは、一定の効果があったと言える。個人の作業ではなく、学習班を主として学習を進めたため、自ずと対話が生まれ深い学びになったと考える。本研究は、多くの生徒が自らデータを活用するうえでの視点について考えるきっかけとなった。

実践1日目の生徒の発言から、与えられた仮平均に関する課題に取り組むだけでなく、実際に確率に関する実験を行いデータ収集することでより意欲的に取り組むとともに、2つのさいころの出る目の和を予想し、実際に試行してみるという過程から、平均と確率の双方における理解が深まったと考えられる。生徒が自分自身で収集したデータを自分の班のメンバーと分析し、その後、他の班の意見を聞き、比較検討することで、データの整理の仕方や分析結果の違いについて深く考えることができた。また、本研究は平均との差異や仮平均の有用性についても、生徒が自ら考え試行することができた。平均値が近いから確率も高いと安易に判断するのではなく、実験のデータと比較しながら最も出やすい出目の組み合わせを考える姿が見られ、実験後の生徒の対話でも、平均と確率の差異について実験を繰り返しながら考える姿があった。さらに、得られたデータを他の班と比較することによってデータの偏りや信ぴょう性についても考えが深まった。また、実践2日目では、今まで実験で得られたデータから予想していた班が、これまでとやり方を大きく変え、実験せずに出る目の組み合わせを書き出し、仮想のデータを自ら工夫して収集し、仮想のデータを根拠に予想しようとしていた。これにより、同じようなデータでも視点が異なると分析結果が変わることや、どのような条件で実験したのかによってデータが変わってくることを多くの生徒が実感することができた。また、データを収集する際に、自分自身が収集したデータ全体の量に目を向け、より正確なデータを得ようとする姿も見られた。

一方で、今回はデータの量を制限するためにさいころを用いて研究を行った。第1学年正の数・負の数の利用の課題としては適切であったとすることもできるが、現代のような情報社会においては不十分とも言える。また、今回は生徒の実験の中からデータを収集する方法であったため、班ごとにデータの正確さや量に差が出てしまった。この差をより少なく正確なものにするための工夫が足りず、活発に意見交換をしながら取り組むことができる班と個人の作業が中心となり、ただただ正の数・負の数の計算をし、仮平均を求めるだけの班が出てしまった。また、学習内容ではない確率に関することばかり考えてしまい、確率と平均の違いについて悩む生徒もいた。確率と平均の双方について、考えることができる反面、余計に困惑する場合もあることを考慮し、学習形態や課題の提示方法などを吟味する必要性を感じた。

6 引用・参考文献

文部科学省. (2018). 中学校学習指導要領(平成29年告示)解説数学編. 日本文教出版.

文部科学省. (2018). 6 Society5.0に向けた人材育成について.

(https://www.mext.go.jp/component/a_menu/education/detail/_icsFiles/afieldfile/2018/11/19/1411060_02_1.pdf
2022年1月25日最終確認)

堀口晃一. (2013). 『活用力』を育成する問題解決的な学習指導－『資料の活用』学習で、PPDACサイクルを取り入れて、教育実践研究, 第23集, 97～102.