

<数学科>

日常生活や社会の事象と数学の事象を関連付けて考察する生徒の育成

～第3学年「標本調査」の授業実践を通して～

大垣市立興文中学校 教諭 三上 巧

【概要】

学習指導要領では、予測困難な社会を生き抜くためにも、学習内容を人生や社会の在り方と結び付けて深く理解し、生涯にわたって能動的に学び続けることが求められている。また、急速に発展する情報化社会における背景からも、学校教育における「データの活用」に関する重要性は高まってきている。そこで、「題材設定と、指導計画の工夫」「ICTを活用した、単位時間の指導過程の工夫」を視点に授業改善を行うことで、日常生活や社会の事象と数学の事象を関連付けて考察する生徒の育成を目指した。

研究実践においては、生徒の思考の流れを明確にした指導計画を作成した上で、一単位時間の役割に応じて、生徒がそれぞれの調査の有用性を実感できる学習題材を設定すること、効率よくデータを処理するために、タブレット端末を活用した協働的な学びを授業に位置付けることが、特に効果的であったといえる。本実践を通して、「数学の世界」と「現実の世界」とを関連付けて思考し、実社会との関わりを意識する生徒の姿を生み出すことができ、本研究で目指す生徒の育成につながった。

1 主題設定の理由

(1) 生徒の実態から

令和4年度全国学力・学習状況調査「生徒質問紙」における、本校生徒の数学を学ぶことに対する意識は以下のようなものである。

「数学の勉強は好きですか」の問いに「当てはまる」と答えた生徒は30.2%で、全国平均の29.9%を上回っている。また、「数学の問題の解き方が分からないときは、あきらめずにいろいろな方法を考えますか」の問いに対する「当てはまる」の割合は46.2%で、全国平均35.2%を大幅に上回った。

その一方で、「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いますか」「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ますか」の問いに対する「当てはまる」の割合はそれぞれ36.8%、11.3%となっており、それぞれの全国平均40.7%、16.4%を大きく下回る結果となった。

このことから、本校の生徒は、「数学の世界」における学びに対して、粘り強く主体的に向かうことができる一方で、「数学の世界」と「現実の世界」とを関連付けて思考し、実社会との関わりを意識する点に弱さがあることが分かった。

(2) 学習指導要領の改訂や社会情勢から

学習指導要領が改訂され、令和3年度より全面的に実施された。予測困難な社会を生き抜くためにも、学習内容を人生や社会の在り方と結び付けて深く理解し、生涯にわたって能動的に学び続けることが求められている。

また、近年の人工知能(AI)の急速な発展やビッグデータの活用など、情報化社会において「データの活用」は、新たな価値創造や社会的課題の解決のためのツールとして近年定着しつつある。こうした社会背景からも、学校教育における「データの活用」に関する重要性は高まってきていると考えられる。

中学校学習指導要領解説数学編においても、次のように記述されている。

2 数学科改訂の趣旨及び要点 より

中学校数学科においては、数学的に考える資質・能力を育成する観点から、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を意図して数学的活動の一層の充実を図った。また、社会生活などの様々な場面において、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したりすることが求められている。

(3)数学科の内容の改善③内容の充実 より
急速に発展しつつある情報化社会においては、多くの人が、様々なデータを手にすることができるようになっており、データを用いて問題解決する場面も多く見られるようになってきている。そこで、データを用いて問題解決するために必要な基本的な方法を理解し、これを用いてデータの傾向を捉え説明することを通して、問題解決する力を養うことができるようにする必要がある。

生徒たちの実生活においても、「顧客満足度 No. 1」や、「5段階評価で平均4.8点」といった様々なデータがあふれ、それを基に商品やサービスの善し悪しを判断する場面は少なくない。

しかしながら、生徒たちはこうしたデータがどのような意味をもつのか、どのような方法によって得られたものか、信頼性のあるデータであるといえるかどうか、などといった判断にまでは至っていない可能性が高いと考えられる。特に、インターネット上のデータに関しては、調査方法や対象が不透明なものもあり、それによって不利益を被ったり、トラブルに巻き込まれたりする危険性も含まれている。

このような生徒の実態や社会情勢の変化、生徒の実生活に即した問題等を鑑みて、第3学年「データの活用」領域における「標本調査」の授業実践を通して、日常生活や社会の事象と数学の事象と関連付けて考察する力の育成を目指そうと考え、本研究主題を設定し、次のような仮説を立てて実践を行った。

2 研究仮説

社会生活の場面において、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することができる学習題材を設定する。そして、生徒の思考の流れと一単位時間の役割を明確にした指導計画を作成した上で、タブレット端末を活用してデータを処理する「協働的な学び」を位置付けた授業を実践することで、日常生活や社会の事象と数学の事象を関連付けて考察する生徒を育成することができるであろう。

3 研究内容

研究内容(1)

題材設定と、指導計画の工夫

①社会生活の場面において、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す

ることができる学習題材を設定する。

②生徒の思考の流れと一単位時間の役割を明確にした指導計画を作成する。

③一単位時間の役割に応じて、生徒がそれぞれの調査の有用性を実感できる学習題材を設定する。

研究内容(2)

ICTを活用した、単位時間の指導過程の工夫

①タブレット端末を活用してデータを処理する「協働的な学び」を位置付けた授業を実践する。

4 研究実践

研究内容(1)

題材設定と、指導計画の工夫

①社会生活の場面において、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することができる学習題材を設定する。

中学校学習指導要領解説数学編では、目標及び内容の「標本調査を行い、母集団の傾向を推定し判断すること」について、次のことが示されている。

簡単な場合について、標本調査から母集団の傾向を推定し判断したことを説明できるようにする。指導に当たっては、日常生活や社会に関する問題を取り上げ、それを解決するために母集団を決めて、そこから標本を無作為に抽出して整理し、その結果を基に母集団の傾向を推定するという一連の活動を経験できるようにすることが重要である。

その具体例として、同解説では、『『自分の中学校の3年生の全生徒200人の、一日の睡眠時間は何時間くらいだろうか』について調べる場合の活動』が例示されている。

睡眠時間という題材は生徒にとって身近であり、母集団を決めることや標本調査の結果から母集団の傾向を推定するという一連の活動を体験することは容易である。しかし、社会生活の場面において、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したりすることにつながり、さらに生徒自身が追究への必然性を持ち、「解決したい」という高い課題意欲がもてる題材はないかを、模索することにした。

そこで、社会科での学びと、3年後に選挙権を得ることになる生徒たちの実態と関連付ける意味を込めて、「選挙における開票速報が報道される場面」を取り上げ、「開票作業開始後わずかな時間で『当選確実』と報道することができるのはなぜか」が、単元を貫く

課題となるように学習題材を設定した。また、教科書では第8章として扱う本単元を意図的に前倒して実施することで、より社会科の学習との関連性が図れるようにした。

②生徒の思考の流れと一単位時間の役割を明確にした指導計画を作成する。

単元を貫く課題を解決する過程で生じるであろう、生徒の疑問を整理し、思考の流れに連続性をもたせつつ一単位時間の役割を明確にして指導ができるよう、以下のような指導計画を作成した。

【第1時】

単元を貫く課題を設定し、標本調査の必要性を理解するとともに、標本の抽出方法や調査の仕方に着目して利点や問題点について考える。

(生み出したい生徒の思考)

- ・正確に報道するためにはすべての票を開票する必要があるけれど時間がかかるな。
- ・一部だけ開票すると、集まり方に偏りが出るなど、正確性に欠けるのではないかな。

【第2時】

全数調査と標本調査について理解し、標本を抽出する際に留意すべき点を把握する。

[用語]全数調査、標本調査、母集団、標本、無作為に抽出する

(生み出したい生徒の思考)

- ・標本調査を味噌汁の味見に例えて考えると、無作為に抽出することが大切だとわかったけれど、選挙の場面では候補者の出身地などで意図的に標本を抽出した方が平等なデータが取れるのではないかな。

【第3時】

作為抽出と無作為抽出による標本調査を行い、母集団の平均と比較することを通して、無作為抽出のよさが実感できる。

[用語]標本の大きさ、標本平均

(生み出したい生徒の思考)

- ・実験から、無作為抽出した平均値の方が真の値に近く、信頼性が高いデータが得られることが分かった。それでも誤差が生じるから、正確性という面で考えると全数調査が一番だと思う。

【第4時】

全数調査によって得られる値が必ずしも正確だといいきれず、標本調査によるデータが有効である場合があることを実感する。

(生み出したい生徒の思考)

- ・注意深く行った全数調査でも、人によって大きな誤差が生まれた。標本調査である程度真の値に近い値が得られる場合は、そちらを信頼性の高いデータと考えてもよいのではないかな。

【第5時】

選挙における開票速報を発表する場面を想定し、実際に標本調査を行う活動を通して、調査結果を的確に活用して母集団の傾向を推定し、判断することができる。

(生み出したい生徒の思考)

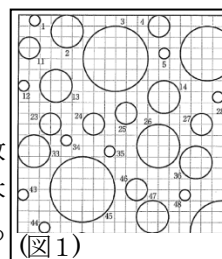
- ・10万票という大きな母集団の中で、わずか2%の開票率でも、標本調査を行うことで速く正確性のある結果を推定することができた。実際の選挙の場面では、事前の調査結果等を基に総合的に判断することで、速く信頼性の高い開票速報を報道しているのだろう。

③一単位時間の役割に応じて、生徒がそれぞれの調査の有用性を実感できる学習題材を設定する。

作成した指導計画に基づいて、選挙結果を開票する場面で、「立候補者の出身地や支持基盤に配慮して、意図的にバランスよく標本を抽出した方がよいのではないかな」という生徒の疑問に答えるため、【第3時】において、「意図的抽出と無作為抽出との比較」に焦点を当てた学習題材を設定した。(図1)

これは、大小様々な円が複数あり、その面積の平均値を標本調査によって推定するものである。生徒自身が真の値に近づけられるよう意図的に標本を抽出する場合とコンピュータによって無作為に抽出した場合とを比較する活動を通して、生徒の予想を覆して無作為抽出のよさが実感できる学習題材であると考えられる。

また、生徒たちの中に根付いている「全数調査は正確である」というイメージを払拭し、無作為抽出による標本調査の信頼性の高さが実感できるよう、【第4



【第3時】の学習題材

時】において、「全数調査と標本調査との比較」に焦点を当てた学習題材を設定した。(図2)

これは、表計算ソフトの乱数によって一定の割合で発生させた様々なひらがなの中から「の」の字だけを数え上げる作業を通して、全数調査には見落としや数え間違いといった問題点があることに気づき、後に行う標本調査から推定される結果の信頼性を実感できる学習題材であると考えた。

こ	す	あ	な	ち	あ	ん	の	る	い
て	し	お	ね	て	め	ぬ	お	も	こ
な	ち	わ	ぬ	の	ね	も	こ	る	し
ん	ん	む	め	わ	る	し	む	ん	こ
な	て	な	わ	あ	る	す	ぬ	す	る
も	ん	ぬ	う	る	の	お	る	も	の
り	せ	う	の	も	の	て	し	な	し
り	う	こ	ぬ	う	る	の	お	な	し
て	お	も	あ	わ	す	め	ん	し	あ
な	り	せ	も	わ	の	の	ち	な	も
ひ	か	か	ア	の	お	お	あ	す	い

(図2)

【第4時】の学習題材

最後に、単元の出口として、【第5時】において、「全10万票の投票結果から、『当選確実』の開票速報を出す」という学習題材を設定した。これは、本単元での学びを生かして、与えられた条件の中で、速さと信頼性を兼ね備えた速報を出すための調査の仕方を考え、実際に標本調査を行う活動を通して、調査結果を的確に活用して母集団の傾向を推定し判断することをねらいとした学習題材である。

研究内容(2)

ICTを活用した、単位時間の指導過程の工夫

①タブレット端末を活用してデータを処理する「協働的な学び」を位置付けた授業を実践する。

中学校学習指導要領解説数学編では、第3学年の目標及び内容の「無作為に標本を取り出し、整理すること」について、次のことが示されている。

大量のデータを整理したり、大きな数値、端数のある数値を扱ったりする場合や、無作為抽出に必要な乱数を簡単に数多く得たい場合には、コンピュータなどを活用することが効果的である。

本研究実践においては、生徒自身がなるべく多くの標本調査を行い、効率よくデータを収集して分析することに重きを置き、【第3時】から【第5時】で調査を行う際に、表計算ソフトを活用し、生徒が各々のタブレット端末を用いて標本の抽出や調査結果の入力ができるようにした。また、このソフトの共有機能を活用することで、仲間の調査結果との共通点や相違点などをリアルタイムで分析する、「協働的な学び」につながると考えた。

授業実践

【第1時】の導入で、2016年東京都知事選挙において、開票作業開始時刻である午後8時とほぼ同時刻に「小池百合子氏当選確実」がテロップで報じら

れたテレビ画面を示した。すると生徒からは、次のような疑問の声が上がった。

「投票が締め切られたばかりなのに『当選』っておかしくない？」
 「先生、開票って、投票中から行われているんですか？」
 「絶対まだ開票が終わっていないのに、『確実』なんて言いきっていいの？」

社会科の授業で選挙制度について学習した直後であったことから、生徒たちの選挙に対する関心は高く、社会生活の場面における数学的な問題として、単元を貫く課題を設定することにつながることができた。

その後生徒たちは、保護者が体験した出口調査や、ニュースなどで報じられている電話による事前調査などといった、生活経験を交えながら意見を出し合い、「すべての票を開票しては時間がかかるため、一部を開票した結果から判断しているのではないか」という、標本調査の考えにつながる予想に至った。

一方で、そうした予想に対して、「特定の人への票が偏るかもしれないから、一部の開票結果だけで判断するのはよくないのではないか」「一部を開票するだけでは、信頼性のある情報といえないのではないか」などといった意見が出たことで、「速さ」と「信頼性」という視点から様々な調査について学んでいくという、単元全体の見通しをもたせることができた。以下は、本時を終えた生徒の振り返りである。

自分の中では、投票数全体が500票だと仮定して、その中からランダムに選んで数えればいいのかと思いました。しかし、その方法だと信頼性がなく、偏りができてしまうので、速さも信頼性もあるよい方法について、これからの学習の中で見付けたいと思いました。

【第2時】では、社会生活の場面から生まれた課題を、数学的に表現・処理して解決するために必要な知識及び技能を身に付けるために、教科書の学習題材を中心に授業を組み立てた。【第1時】で明確な課題意識をもたせることができたため、教科書の内容が単なる例示で終わることなく、何人もの生徒が、単元を貫く課題とつながって振り返りを記述していた。

調査というと少し固いイメージがあったけれど、味噌汁の味見や空港の手荷物検査など、身近なことで調査が行われていることが分かりました。味噌汁の例だと、よくかき混ぜる必要がある

と分かったけれど、選挙の場面でそれが通用するといえるのか疑問に思いました。

【第3時】においては、上記の生徒の振り返りを基にして、「選挙結果を標本調査によって推定する場合は、意図的に標本を抽出した方がよいのか」と投げかけることからスタートした。多くの生徒が「票の偏り」に着目し、意図的抽出を支持したこともあり、「意図的抽出と無作為抽出との比較」に対する必然性が生まれた。

円の面積の平均値を求め、表計算ソフトを活用してデータを入力していく中で、生徒たちからは「みんなの意図的抽出の結果が似ている」「無作為抽出の方が、平均値が小さい」「これを全部平均したら学級としての平均値が出せるんじゃない？」などという声が上がリ、自分の結果と仲間の結果を比較したり統合したりしようとする、「協働的な学び」を生み出すことができた。すべてのデータが出そろった時点で、それぞれの、学級全体の平均値と、真の平均値を伝え、無作為抽出による平均値が真の値と酷似する結果に驚きの声が上がった。

本時の学習の中心は、学習指導要領解説数学編に記されている「数学的に表現した問題」であったが、授業後の振り返りでは、社会における事象である「選挙の場面」と関連付けた記述が多くみられた。

今回の結果から、意図的に抽出するよりも無作為に抽出した方が、真の値に近くなることがわかりました。それでも真の値と誤差が出るということは、全数調査と比べて正確さが低いということなので、やっぱり選挙の開票速報の場面で正確さを取るなら全数調査をすべきだと思います。

今回の結果にかなり驚きました。第1時では、仲間が「ランダムに選んでその結果から報道している」と予想したときに、「それだと信頼性がなさすぎる」と考えていたからです。今回の結果から、無作為抽出の信頼性が分かったので、選挙の時もこのようにやっているのかなと思いました。

【第4時】においても、前時に生徒が着目した「標本調査と全数調査との結果の違い」に焦点を当てて授業を導入した。前時の実験結果によって、それまで生徒がもっていた「全数調査が一番正確である」というイメージがより一層強くなっていったからだ。しかし、生徒がこれまでの生活において実際に全数調査を行う場面はさほど多くないと考えられるため、生徒にとっては「全数調査の正確さを証明する」という名目で、前述の「の」の字を教え上げる学習題材を通

して授業を展開した。

全部で1600文字のひらがなの中から、「の」の字だけを数えるという、単純であるが根気が必要な作業に、生徒たちは黙々と取り組んだ。本時における個々の結果は、タブレット端末を利用して教師に提出し、学級全員の作業が終了するまで、結果が共有できないようにした。実際の「の」の字の数は81個であるが、正しく数えることができた生徒は全体の4分の1にも満たなかった。(図3)

「の」の字の数は 73	「の」の字の数は 98	「の」の字の数は 53	「の」の字の数は 73	不出
「の」の字の数は 67	「の」の字の数は 67	「の」の字の数は 67	不出	「の」の字の数は 62
「の」の字の数は 73	「の」の字の数は 73	「の」の字の数は 72	「の」の字の数は 93	「の」の字の数は 73

(図3)生徒が全数調査で数えた「の」の字の数

この結果を受けて、次に3200文字の中から「の」の字を数える作業を、標本調査によって行ったところ、学級全体としての結果が、真の値である119個と酷似することになり、生徒たちは、全数調査によって得られる値が必ずしも正確だといいきれず、標本調査によるデータが有効である場合があることを実感することができた。

今日の学習で、選挙速報を全数調査によって行っていると仮定して、「速さ」を重視して全数調査に取り組みました。しかし、真の値とはかなりかけ離れており、全数調査が正しいとは言いきれないと感じました。仲間の結果もかなりバラバラで、意外と信頼性は高くないのだと思いました。

前回の学習とつなげると、「無作為抽出による標本調査」がかなり信頼性の高い結果を出すことができます。大分、選挙速報のからくりが見えてきたような気がします。

【第5時】を単元の出口と捉え、これまでに学んだことを生かし、生徒自身が調査の方法を考え、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したりできるよう、次の題材を設定して授業を展開した。

5人の候補者(A氏,B氏,C氏,D氏,E氏)によって争われた選挙において、次の情報を基に、なるべく速く「当選確実」の速報を出す方法を考えよう。

- 全部で10万票(5000票×20枚分)のうち、開票率2%の時点で「当選確実」を判断する。
- 事前の調査によると、5人の中でも、A氏とB氏の争いになりそうである。

・集められた10万の票は、あらかじめ無作為に並べられている。

本来、開票作業と結果速報の報道とは別々に行われるものであるが、本時は学級の中で2つの役割を並行して行うことを生徒に伝え、「当選確実」と報道するまでの手順について考えさせることにした。

生徒たちは、「2%の標本の取り出し方」「事前調査の扱い方」などを視点に意見を出し合い、「2人1組で分担し、1枚辺り100票ずつ標本を抽出して調査すること」「事前調査から、A氏とB氏だけに絞って調査すること」などを学級の方向性として定め、実際に標本調査を開始した。

タブレット端末を用いて、標本を抽出して調査結果を入力、さらに学級全体の結果から「A氏の当選が確実である」と判断するまで、作業はわずか8分ほどで完了した。最後に真の値と比較して、自分たちが行った標本調査が「速さ」と「信頼性」を兼ね備えていたことを実感した生徒たちからは歓声が上がった。

今日の結果から、選挙速報のように、「速さ」も「正確さ」も必要な場面では、無作為による標本調査が有効で、事前の調査等と組み合わせることで、より「速さ」も「信頼性」も高めることができるのだと分かりました。全数調査も標本調査もメリット・デメリットがあるので、時と場合によって使い分けたり、どの方法が適しているのかを判断したりすることが大切だと思いました。

このような、毎時間の生徒の振り返りから分かるように、本単元での授業実践を通して、「数学の世界」と「現実の世界」とを関連付けて思考し、実社会との関わりを意識する生徒の姿を生み出すことができ、本研究で目指す生徒の育成につながったと考える。

その中でも、生徒の思考の流れを明確にした指導計画を作成した上で、一単位時間の役割に応じて、生徒が学ぶ必然性と有用性を実感できる学習題材を設定したことと、タブレット端末を活用した「協働的な学び」を授業に位置付けたことが、特に効果的であったといえる。

5 成果(○)と課題(●)

○本研究実践後、全国学力・学習状況調査と同様のアンケート調査を行ったところ、「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いますか」に対して「当てはまる」と回答した生徒の割合に大きな変化は見られなかったものの、「ど

ちらかといえば当てはまる」の割合が54.3%となり、4月の調査と比べて17.5%上昇した。

○同アンケートにおいて、「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ますか」に対する「当てはまる」の割合が14.7%となり、4月の調査から3.4%上昇した。

○本単元の次に実践した「相似と比」の授業の中で、次のような振り返りの記述が複数見られ、「データの活用」領域以外でも、実生活の中で見られる事象と数学の事象を関連付けて考察する姿が見られた。

マトリョーシカ人形の、一つ一つの人形は相似の関係にあると考えました。実際にサイズを測ってみると、高さや、胴の回りの長さの比がほぼ同じだったので、この考えは正しいと分かりました。

●【第5時】では、開票作業と報道のためのデータ収集が混在し、現実とは異なる場面設定であるため、生徒が誤った認識をもつ可能性がある。今後は、よりリアリティのある題材を考える必要がある。

●他学年、他領域においても、日常生活や社会の事象と数学の事象を関連付けた題材設定の効果を検証し、より汎用性のある研究にしていきたい。

6 参考資料

- ・数学教育学会誌 中西寛子「『全数調査と標本調査』に関する体験型学習の提案」(平成24年)
- ・東京学芸大学 国際算数数学授業研究プロジェクト 新井健使「標本調査：無作為抽出のよさと必要性を生み出す授業」(平成28年6月)
- ・文部科学省 中学校学習指導要領解説数学編 (平成29年告示)