

京都教育大学

令和6年度 修了論文

ビリヤードを題材とした 一次関数の教材開発及び授業実践

京都教育大学 大学院連合教職実践研究科

教職実践専攻 教科研究開発高度化系

教科学習探究コース 数理自然・技術プログラム

千年原 匠

指導教員：熊崎 耕太 教授
吉安 徹 教授

目次

第1章 はじめに.....	1
1.1 研究背景	1
1.2 研究目的	2
1.3 研究方法	3
第2章 一次関数の教科書比較.....	3
2.1 教科書比較.....	3
2.2 一次関数の利用における教科書比較	4
2.3 ビリヤードを用いた教材開発	5
2.4 教材の概要.....	5
第3章 教材を用いた教育実践.....	10
3.1 教育実践の概要	10
3.2 教育実践の授業構成	11
3.3 教育実践の結果と分析	12
第4章 終わりに	17
引用・参考文献	20
巻末資料	21

第1章 はじめに

1.1 研究背景

「近年顕著となってきたのは、知識・情報・技術をめぐる変化の早さが加速度的となり、情報化やグローバル化といった社会的変化が、人間の予測を超えて進展するようになってきている」。これは、中央教育審議会答申（平成28年12月）が示したものである。また、中学校の新学習指導要領解説総則編（平成29年7月）には次のように示されている。「今の子供たちやこれから誕生する子供たちが、成人して社会で活躍する頃には、我が国は厳しい挑戦の時代を迎えていると予想される。生産年齢人口の減少、グローバル化の進展や絶え間ない技術革新等により、社会構造や雇用環境は大きく、また急速に変化しており、予測が困難な時代となっている。」上記のように、これからの社会的変化は加速度的に変化し、先を予測ことが徐々に困難になっていくと予想される。このような社会の変化に対応できるように、中学校の新学習指導要領解説総則編（平成29年7月）では「急激な少子高齢化が進む中で成熟社会を迎えた我が国にあっては、一人一人が持続可能な社会の担い手として、その多様性を原動力とし、質的な豊かさを伴った個人と社会の成長につながる新たな価値を生み出していく」ことを求めている。

これからの子どもに必要な力は以前までも「生きる力」として捉えられてきた。これまでは生きる力の育成に向けて「知識・技能」、「思考力・判断力・表現力等」、「学びに向かう力、人間性等」の三本柱で育ててきた。これらの観点だけでなく、「予測できない変化に対して主体的に向き合って関わり、その過程を通して自らの可能性を発揮し、よりよい社会と幸福な人生の創り手となっていく」ことが求められている。（中央教育審議会答申（平成28年12月））このように、予測することが困難となるこれからの社会を生き抜くための「生きる力」をこれまでの観点に加え、新しい視点で捉え直すことが必要になる。

以上のように、子どもたちがこれからの社会を生き抜くためには、社会の著しい変化に対応しつつ、主体的に向き合って課題解決できる力を身につけることが今日の学校教育に求められる指導であると考え。そのような力を身につけるためには授業を「主体的・対話的で深い学び」という観点から見直す必要があると考える。文部科学省は「主体的な学び」、「対話

的な学び」、「深い学び」を次のように述べている。「主体的な学び」とは、自ら学ぶことに対して興味・関心を持ち、自己のキャリア形成の方向性と関連付けながら、見通しを持って粘り強く取り組み、自己の学習活動を振り返って次につなげるものと定義している。「対話的な学び」とは、子供同士の協働、教職員や地域の人との対話、先哲の考え方を手掛かりに考えること等を通じ、自己の考えを広げ深めるものと定義している。「深い学び」とは、習得・活用・探究という学びの過程の中で、各教科等の特質に応じた「見方・考え方」を働かせながら、知識を相互に関連付けてより深く理解したり、情報を精査して考えを形成したり、問題を見いだして解決策を考えたり、思いや考えを基に創造したりすることに向かうことと定義している。これらのような「主体的・対話的で深い学び」の実現によって、学校教育における質の高い学びを実現し、学習内容を深く理解し、資質・能力を身に付け、生涯にわたって能動的に学び続けるようにすること」ができる。（文部科学省、主体的・対話的で深い学びの実現（「アクティブ・ラーニング」の視点からの授業改善）について（イメージ）（平成27年10月））

これらのことより、これからの社会を子どもたちが生きるために必要な力は社会の著しい変化に対応しつつ、主体的に向き合って課題解決できる「生きる力」であり、今日の学校教育において求められていることはそのような力を育成できるような「主体的・対話的で深い学び」の実現に向けた授業を行うことである。

1.2 研究目的

私は、今年度で教職大学院を卒業し、来年度から大阪府の中学校教諭として数学を指導するために、教材開発の準備を行う。教材開発をするにあたって、上記のように「主体的・対話的で深い学び」の実現を目標として教材開発をする必要がある。そのため、「主体的に取り組むことができる数学の教材開発」をテーマに研究を行う。主体的・対話的で深い学びを実現するためには、課題を子どもたちがどう捉えるかが最も必要な要因の一つだと考える。教師が出した課題を解くということは、受動的に与えられた課題である。そのため、主体的・対話的で深い学びの実現には遠く及ばないと考える。課題解決をするにあたって、子どもたちが「解決したい」と感じたとき、その課題は能動的な課題となる。つまり、「自分事の課題」と子どもたちが捉えることができれば、より主体的・対話的な学びにつながり、深い学びになると

考える。また、教職大学院1回生のときに、「数学が苦手な生徒に配慮した授業づくり」について研究していた。これも踏まえて、数学が苦手な生徒にも主体的・対話的で深い学びにつながるような教材開発を行う。

以上より、来年度から大阪府の中学校教諭として数学を指導するために、「主体的・対話的で深い学び」の実現につながるように「自分事の課題として主体的に取り組むことができる数学の教材開発」を研究する。

1.3 研究方法

まず、教科書出版社7社の数学科の教科書を対象に一つの単元における生徒への質問や発問、課題内容、進め方などを比較し、相違点をまとめる。次に、その相違点からグループ分けを行い、各グループのメリット・デメリットをまとめる。

次に、メリット・デメリットを踏まえてその単元の学習指導案を作成する。このとき、その時間において最も効果的な中心発問は何か、中心発問を考えるための補助質問は必要なのか、どのタイミングで中心発問を提示するのかということを考える。そして、発問の推敲を行い、その単元の学習指導案の完成版を作成する。

さらに、日常生活に関連した内容、それを再現するための実験器具を作成する。これは、自分事の課題としてより捉えやすくするためである。ただし、教室内でできること、実験をするときにどの子どもが実験しても再現性が高いこと、手軽に作成することができること等を配慮した実験器具を作成する。

最後に、実際に授業を行い子どもたちにアンケートをさせる。そこで得た結果をもとに、自分事の課題として課題解決に取り組むことができたのか、主体的・対話的で深い学びに繋がったのか、数学的な学びの効果が期待できたのかを分析する。

第2章 一次関数の教科書比較

2.1 教科書比較

中学校第2学年「一次関数」の単元において教科書比較を行う。一次関数を選んだ理由と

して、関数を学ぶ必要性や関数の楽しさを伝えたいと考えたためである。関数を学ぶことで、実際に調べきれないことを、関数を用いてある事象の結果を予測することができる。このような考え方は、これから直面する様々な事象を解決する上で必要な考え方であると考ええる。また、未知の事象を、関数を用いて自ら推測し、推測と事象の結果が一致することの楽しさや不一致だったときのズレを調べ、再度推測して解決することの楽しさが関数の楽しさであると考ええる。以上より、今回は一次関数について教科書比較を行う。

2.2 一次関数の利用における教科書比較

単元「一次関数」の利用で扱われている問題について教科書比較を行う。啓林館、数研出版、大日本図書、東京書籍、学校図書、日本文教出版、教育出版、以上 7 社を比較し、大きく次のような分野に分けられる。

- ・水量の変化
- ・動く物体と時間・距離の変化
- ・図形の変化
- ・温度変化
- ・値段の変化

どの出版社においても「図形の変化」を取り扱っていた。また、「動く物体と時間・距離の変化」は、教育出版は章末問題で出題していたが、他の出版社では展開部で出題していた。また、啓林館以外が「温度変化」を取り扱っていた。このことから、「図形の変化」、「動く物体と時間・距離の変化」、「温度変化」を各出版社が重要視していることがわかる。これらに共通していることは、生徒が導いた答えを検証することが難しい点だと考える。例えば、「動く物体と時間・距離の変化」について、人が歩くスピードとその時間、歩く距離の答えが正しいかどうかを実際に検証することは難しい。また、「温度変化」について、計算して求めることができるが、それが正しいかを実際に検証することは難しい。

以上より、各出版社は実際に検証することが難しい問題を中心に出題していることがわかった。

2.3 ビリヤードを用いた教材開発

一次関数の利用に関する教科書比較より、「ビリヤード」を題材とした教材開発を行う。ビリヤードを題材にした理由は三点ある。

一点目は、視覚的情報をより多くし、生徒たちがイメージしやすくなるようにするためである。ビリヤードのボールをまっすぐ弾くと、直線で動く。この動きを一次関数として見做しやすい。実際にこの動きを再現することで、視覚的情報を得ることができると思う。

二点目は、生徒が予測したことが正しいかどうかの検証がしやすいからである。教科書で取り扱っている内容は、答えを導き出すことはできるが、それが本当に予測通りになるかを視覚的に確認することは難しい。例えば、ダムの水量的変化や山の高低による温度変化は、実際に検証することが困難である。なぜなら、その学校の地域によって検証できるかどうか左右されてしまう題材だからである。そこで、ビリヤードを用いると地域に左右されず教室で行うことができるため、検証しやすいと考える。

三点目は、実験を通して自分事の課題として生徒が取り組めるようにしたいからである。各教科書出版社の題材は、生徒にとって受動的に捉えてしまうことが多いと考える。原因として、教師が解き方、考え方を説明し、生徒はその通りに解くという過程で取り組むからだと考える。このような課題を「自分事の課題」として生徒が取り組むには、生徒自身が「解きたい」と感じる必要があると考える。そのための方法の一つとして、生徒自身で実験しながら課題解決をすることが必要だと考える。実験を通して課題解決をすることで、教師は実験方法を説明するだけで、解法は生徒たちで考えることとなる。そうすることで、「教師に解かされている」という気持ちから「自ら解いている」という気持ちになりやすくなる。そこで、ビリヤードを題材とした課題を考えた。「ビリヤード」という生徒にとって比較的認識しやすい題材にすることと実験を通して課題解決をすることによって、自分ごとの課題につながると考えた。

以上より、「ビリヤード」を題材とした教材開発を行う。

2.4 教材の概要

今回の教材は福岡県行橋市立仲津中学校、福羽延生教諭の課題学習の指導「ビリヤードの

達人になろう！」を参考に教材開発を行なった。準備物は発射台、ビー玉、A3サイズの方眼紙、壁である。

まず、教材を使用する上で配慮する点は以下のとおりである。

- ① 発射台の板はできるだけ薄いものにする
- ② 発射台の真ん中の棒を引くラインを決めておく
- ③ アクリル板を抑えながら打つ
- ④ ボールはビー玉にする
- ⑤ アクリル板のボールを発射する位置に線を入れる

①について、発射台の板を薄くすることで、よりビリヤードの玉のような動きを再現することができ、ビー玉を壁のあるポイントに飛ばしやすくなる。そのため、発射台の板はできるだけ薄くする必要がある。

②・③について、真ん中の棒を引くラインを決めることやアクリル板を抑えながら打つことで、だれがボールを打っても同じ結果が得られるようになる。そうすることで、ボールの軌道の再現性が高くなり、生徒がその結果をもとに課題解決に取り組むことができる。また、発射台を簡易的に作成している分壊れやすくなっているため、②・③の配慮が必要になる。

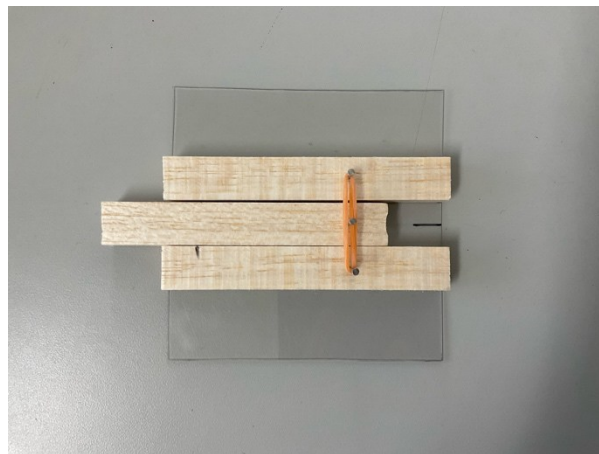


図1 発射台

④について、ビー玉のような軽いボールにすることで、壁に跳ね返ったあとのボールの威

力がほとんど落ちないため、できるだけ数学的に正しい軌道を再現することができる。

⑤について、発射する点と壁にあてる点を結ぶと直線にかくことができる。アクリル板に直線にかくことで、直線に重ねると壁にあてる点をねらいやすくなる。そうすることで、よりスムーズに実験ができ、実験することや思考することに時間を使うことができる。

以上のような配慮を行い、実験させる。

次に、活動内容は以下のとおりである。

- ① 方眼紙の上に発射する点と壁にあてる点を取り、その二点を結んで直線の式を立てる。

(図2 参照)

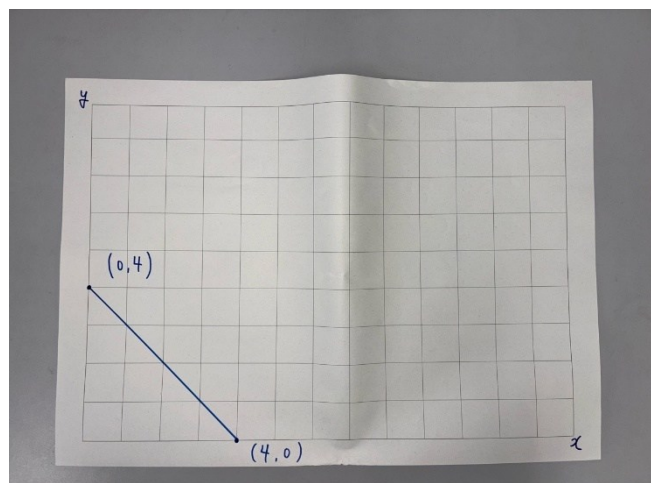


図2 ①

- ② 発射台と壁を設置する (図3 参照)

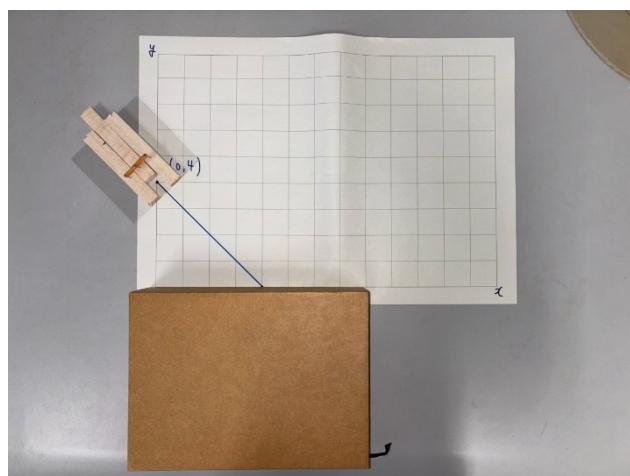


図3 ②

- ③ ビー玉を1個受け取り，ビー玉を壁に向かって打ち，壁に跳ね返った後のビー玉の軌道をギガ端末で撮影する．（図4 参照）



図4 ③

- ④ 撮影した動画からビー玉がどこを通ったか方眼紙に記録する．（図5 参照）

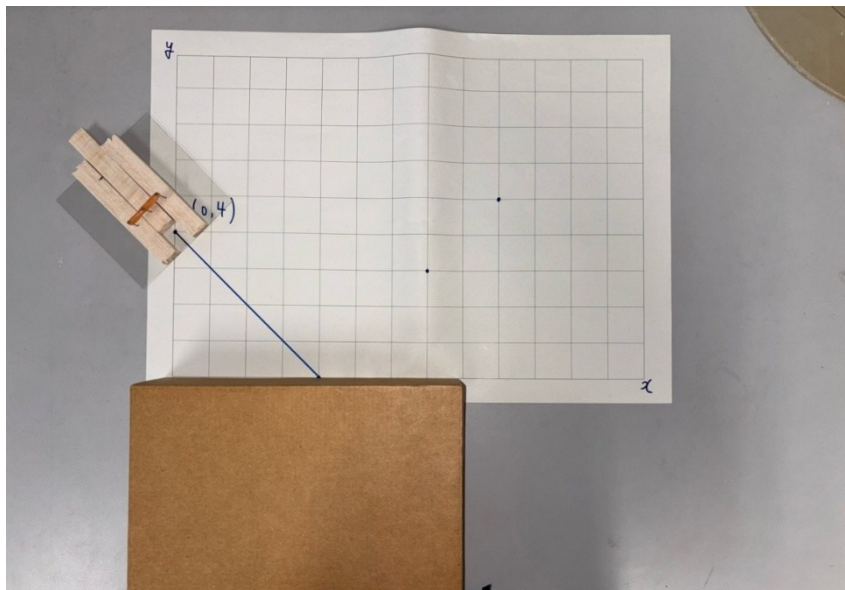


図5 ④

- ⑤ ③・④を何度も行い，ビー玉の軌跡を方眼紙に記入し，式を立てる（図6参照）

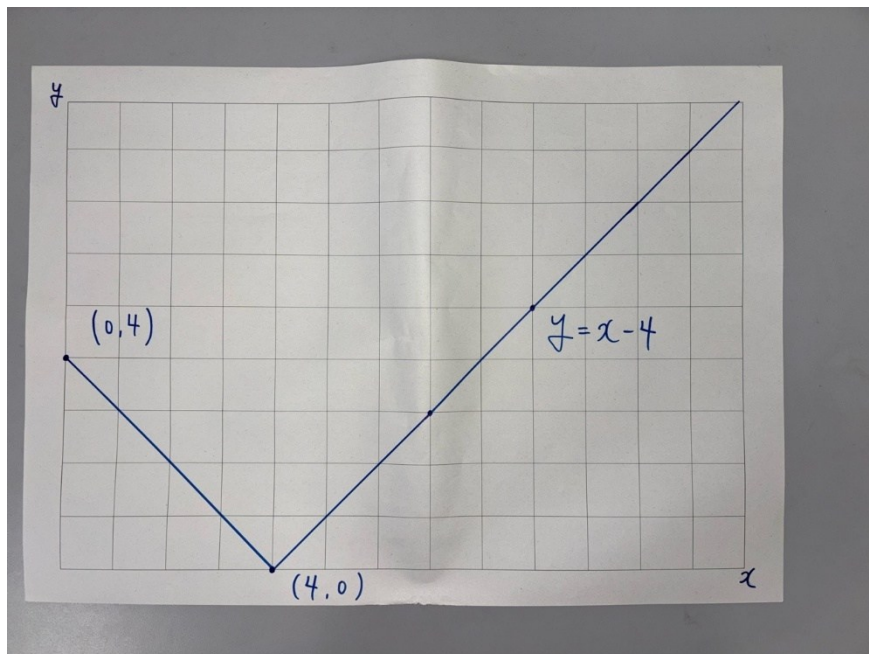


図6 ⑤

- ⑥ ビー玉を置く位置を決めた後に2個目のビー玉を受け取り，発射したビー玉が2個目のビー玉に当たるようにビー玉を置く。（図7参照）

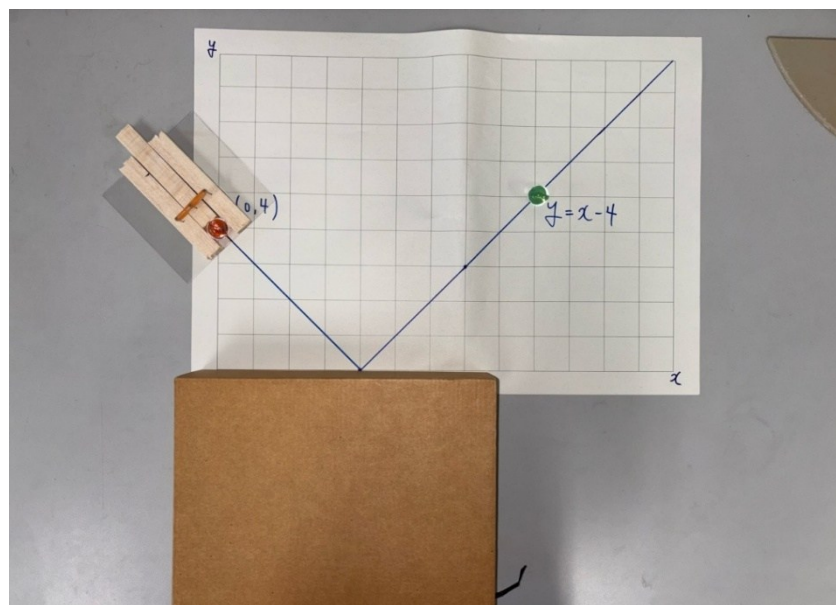


図7 ⑥

- ⑦ ⑥が正しいかを検証する．検証回数は1回のみ．

以上が活動内容である。

本教材の特徴は、グループで実験し、2 個目のビー玉を置く位置予測し、それが正しいかどうかを実際に検証できる点が特徴である。そうすることで、ある事象を一次関数で予測できることを体感することができ、より深い学びにつながると考える。

また、ビー玉を置く位置は各グループによって様々になる点も本教材の特徴である。そのため、なぜその点にビー玉を置いたのか、なぜ異なる点においてもビー玉をあてることができたのかを考える。これらのことから、その一次関数のグラフ上であれば、どこにビー玉をおいても当たることに気づき、一次関数を用いることで実際に確かめきれないことでも予測することができることを理解することができると思う。これらの活動から、一次関数の必要性をより深く理解することができると思う。

第3章 教材を用いた教育実践

3.1 教育実践の概要

本研究では中学校2年生59名（2・3・4組）を対象として50分の教育実践を行う。教育実践では、上記のビリヤードの教材を用いて行う。この教育実践では、一次関数について理解するだけでなく、事象を一次関数として捉え、一次関数を用いてボールの軌道を予測する力を育成する。また、グループで何度も実験を行い、主体的・対話的に課題解決に取り組む力も育成する。

また、学習する時期は一次関数の単元の学習を終えた後に教育実践を行うことを想定している。また、教育実践を行う授業形態としては、グループ活動中心で授業を行う。1グループ4人で行い、ビー玉を発射する人、ビー玉の動きをギガ端末で撮影する人、方眼紙に記録する人、打った後のビー玉を回収する人で役割を分担させる。そして、ビー玉を置く位置の予測や検証もグループで行うことを想定している。

3.2 教育実践の授業構成

導入では、ビリヤードについて説明し、本時の課題について理解させる。このとき、授業プリントを配布し、発射位置からビー玉を当てる点までの直線の式を立てさせ、グラフを記入させる。下の図のような二点を結ぶ直線の式は「 $y = -x + 4$ 」である。

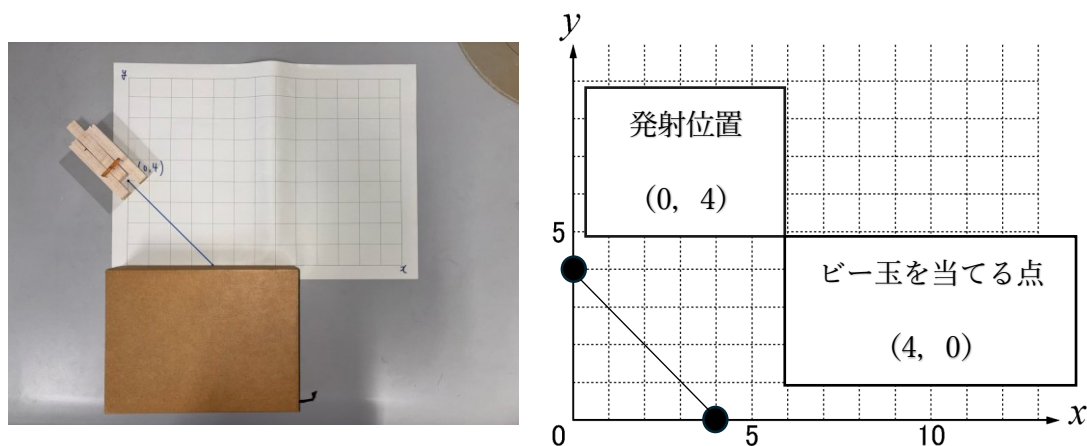


図8 発射位置とビー玉を当てる点

展開では、発射台、方眼紙、ビー玉1個、壁を渡す。そして、ビー玉を発射する練習を行い、ビー玉を発射する人、ビー玉の動きをギガ端末で撮影する人、方眼紙に記録する人、打った後のビー玉を回収する人で役割を分担させる。このとき、実験を行う上での注意点は、「乱暴に扱わない」「けがに気をつける」「壊れたときは報告する」の三点である。実験を行う上で第一に安全に実験を行うことが必要である。そのため、けががないような配慮として発射台の使い方や使うときに意識することを伝えることが大切である。また、授業時間に限りがあり、スムーズに実験が行えるように、壊れないように扱うことや壊れた時は教師に伝えるように指導する必要がある。

実験中には、机間指導を通して個別に発射台の使い方やどのように撮影するのか等を指導する。また、配慮として数学が苦手な生徒もできるような役割に分担した。例えば、数式に表すことが苦手な生徒がビー玉を発射する役にする。そうすることで、ビー玉を積極的に何度も打ち出すようになり、課題解決に向かうことができると考える。この行動が主体的に課題解決に取り組む行動だと考える。また、方眼紙にビー玉が通った点を記録する役にする。そして、その記録した点をグループで共有するということは、自対話的に課題解決に取り組んで

いるということだと考える。これらのように、数学に対して苦手意識がある生徒も参加でき、主体的・対話的な学びにつながると考える。

最後に、実験を通してビー玉の軌跡を方眼紙にかき、その直線の式を求める。それを踏まえて2個目のボールを置く位置を決め、2個目のボールをセットする。全グループがセットできれば、一斉にビー玉を打ち、予測が正しいかの検証を行う。このとき、もしあてることができなければ、あてることができたグループの求めた式をクラスで共有し、それを踏まえてボールをセットして再度検証させる。これらの実験を通して、事象を一次関数として捉え、式やグラフで表す力、自ら課題解決に取り組もうとする力を育成することを目指す。

まとめでは、各グループが壁に跳ね返った後のビー玉の軌道を表す直線の式は何か、2個目のビー玉を置く位置、その点に置いた理由を共有する。壁に跳ね返った後の直線の式は「 $y = x - 4$ 」である。この活動を通して、ビー玉を置く位置が異なっても置いたビー玉にあてることができることを理解させる。それを踏まえて、どうして異なる点においても置いたビー玉にあてることができるのかを考えさせる。そうすることで、一次関数のグラフ上であればどの点においても数学的には置いたビー玉にあてることができることに気づかせる。そして、一次関数を用いることで、実際に確かめきれないことも予測することができるという一次関数のよさの理解につながると考える。

最後に、授業アンケートを実施する。アンケート内容は、「一次関数の教材・内容について」、「授業の意欲性」、「数学について」、「自由記述」の四項目である。一次関数の内容理解や数学や授業の意欲性を調査する内容を組み込む。

3.3 教育実践の結果と分析

まず、教育実践を行ったときの様子について述べる。3クラス行ったため、各クラスでの授業の様子について述べる。また、いずれも令和6年10月22日（火曜日）に実施し、各クラス5グループである。

2年3組 11：45～12：35

導入で本時の課題をパワーポイントで提示した。本時の課題で「ビー玉をどこにおけば壁に跳ね返ったビー玉にあたるのか。予想して表に書きましょう。」という問いを提示した。この

とき、生徒は課題の内容がわからなかったため、予想する生徒がほとんどいなかった。しかし、ビー玉が動く軌跡を予想する生徒は数名いた。その後、実験方法について説明した。このとき、言葉だけの説明であったため、一回で理解する生徒はほとんどおらず、実験方法で時間をかなり使った。その後は各グループで実験を積極的かつ楽しそうに取り組んでいた。また、壁に跳ね返った後のビー玉が通る点を打つが、式を立て、方眼紙にグラフを書くことができるグループは少なかった。そのため、二点を通る直線の式の立て方を説明すると、全グループが式を立て、グラフを書くことができた。ビー玉をセットして一斉にビー玉を打つと、3グループは成功した。失敗したグループの中に、式とビー玉を置く位置を求めることはできたが、一回であてることはできなかったグループがあった。まとめでは4グループが「 $y = x - 4$ 」と求めることができた。そのうち、3グループが同じ点にビー玉を置いていた。「なぜ異なる点においてもビー玉をあてることができたのか」という問いは、時間が足らず聞くことはできなかった。

2年2組 13：15～14：05

1回目の課題点である本時の問いと実験方法の説明を改善し、授業を行った。本時の問いについて、最初に発射位置から壁にあてる点までの直線の式とグラフをワークシートに記入させた後に、壁に跳ね返った後のビー玉が動く軌跡を予想させた。そうすることで、ほとんどの生徒が両方とも行うことができた。また、実験方法の説明の際に方眼紙をテレビに映し、壁と発射台を設置して説明を行った。これにより、各グループ1人以上の生徒が理解したため、スムーズに実験に取り組むことができた。このクラスでも積極的かつ楽しそうに取り組んでいた。特に、数学が苦手な生徒が積極的にギガ端末で撮影したり、ビー玉拾いを即座に行って何回も実験できるように協力していた。また、そのまま撮影するとビー玉が速すぎて点を打つことができないため、生徒自身がスローで再生できるように撮影していた。このクラスでも式を立て、方眼紙にグラフを書くことができるグループは少なかった。そのため、二点を通る直線の式の立て方を説明すると、全グループが式を立て、グラフを書くことができた。このクラスでは2グループがビー玉をあてることに成功した。他のグループは実験結果から「 $y = x - 4$ 」を得ることができず、ばらばらの点に置いていた。このクラスでも時間が足らず、なぜ異なる点においてもビー玉をあてることができたのかを聞くことはできなかった。

2年4組 14：15～15：05

2組と同様の導入・展開で授業を行った。4組ではほとんどのグループが生徒たちで課題解決に取り組んでいたため、助言をすることはほとんどなかった。具体的に、ビー玉の動きを撮影する際に、ビー玉を打つときと撮影するときのタイミングを合わせたり、全員でビー玉の動きを分析してビー玉が通る点を決めたりと、各グループが協力して課題解決に取り組んでいた。2・3組と同様に、式を立て、方眼紙にグラフを書くことができるグループは少なかった。そのため、二点を通る直線の式の立て方を説明すると、全グループが式を立て、グラフを書くことができた。このクラスでは4グループがビー玉をあてることに成功した。また、あてたグループのビー玉を置く位置がそれぞれ異なっていた。実験する時間が長くなってしまったため、このクラスも時間が足らず、なぜ異なる点においてもビー玉をあてることができたのかを聞くことはできなかった。

アンケートは、「4：大変あてはまる 3：ややあてはまる 2：あまりあてはまらない 1：あてはまらない」の4段階評価である。問1から問3までの設問と自由記述を設けている。各問に関して、帯グラフを作成し、分析を行っていく。また、生徒59人にアンケートを実施した。

問1 「一次関数の教材・内容について」

- ①今回のビリヤードを用いた授業はわかりやすかったですか
- ②一次関数の性質を理解できましたか
- ③一次関数の性質を利用して、課題を解決することができましたか

図9はアンケート結果の帯グラフである。①～③について、ほとんどの生徒が3,4と回答していた。このことから、一次関数を学習するにあたって、ビリヤードを用いて一次関数を学習することの有効性は高いと思われる。また、実験の結果だけを知るだけでなく、なぜその結果になるのかを数学的に説明したことで、一次関数の性質をより深く理解できたため、このような結果になったと考える。

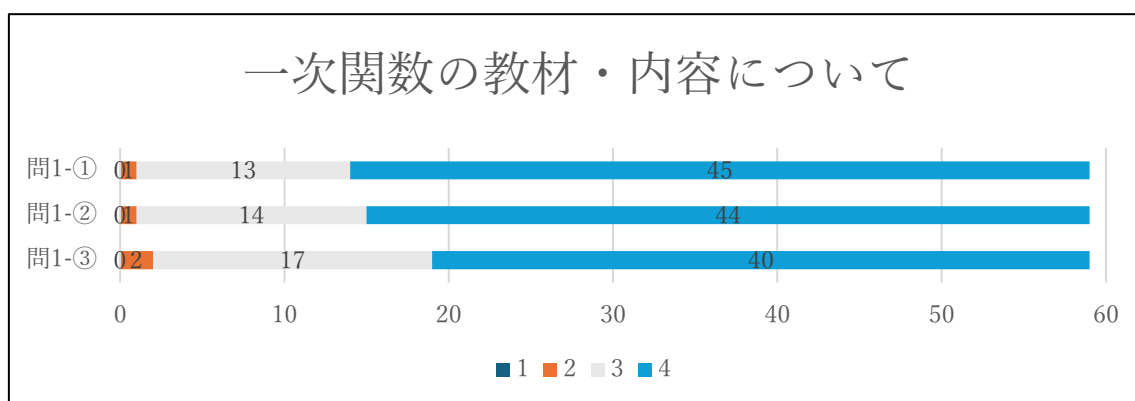


図9 問1 帯グラフ

問2 「授業の意欲性」

①進んで課題解決に取り組むことができましたか

②今回の授業を意欲的に取り組みましたか

図10はアンケート結果の帯グラフである。①、②について、ほとんどの生徒が4と回答していた。また、1,2と回答する生徒はいなかった。このことから、ビリヤードを用いた一次関数の授業は自分事の課題として取り組むことができる教材であると思われる。また、グループで協力し、実験を通して一次関数を学習することで、楽しみつつ興味・関心を持つことができたため、より意欲的に取り組めたと考える。

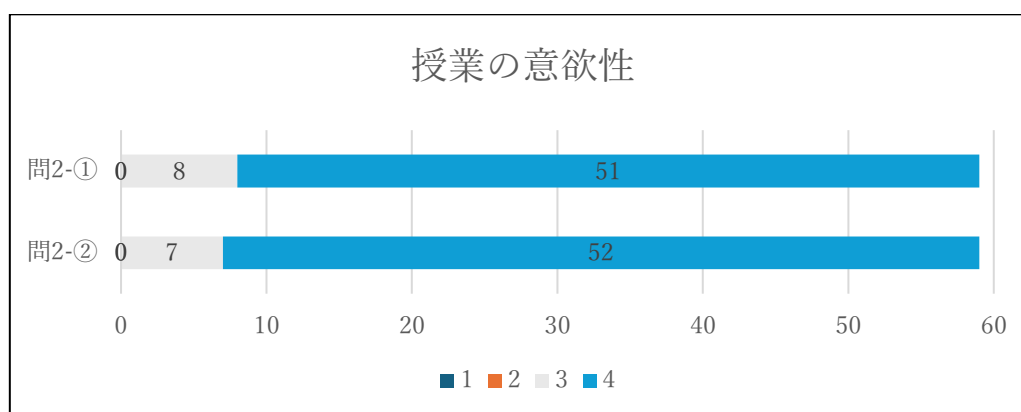


図10 問2 帯グラフ

問3 「数学について」

①数学に対して苦手意識がありますか

②今回の授業を通して、数学を身近に感じることができましたか

③今回の授業を通して、数学を学ぶ意欲が上がりましたか

図 11 はアンケート結果の帯グラフである。②、③について、ほとんどの生徒が 3,4 と回答しているが、①は、1,2 と回答した生徒は 25 人、3,4 と回答した生徒は 34 人と、数学に対して苦手意識がある生徒のほうが 9 人多い。また、①で 1,2 と回答した生徒も②、③ではほとんどの生徒が 3,4 と回答していることから、数学に対して苦手意識がある生徒も数学に対して意欲的に学習できたと思われる。また、①で 3,4 と回答した生徒も②、③ではほとんどの生徒が 3,4 と回答していることから、この教材は数学が苦手ではない生徒にとってもこの教材を取り組むことで数学を学ぶ意欲が上がりつつ、数学を身近に感じることができる教材であることがわかる。

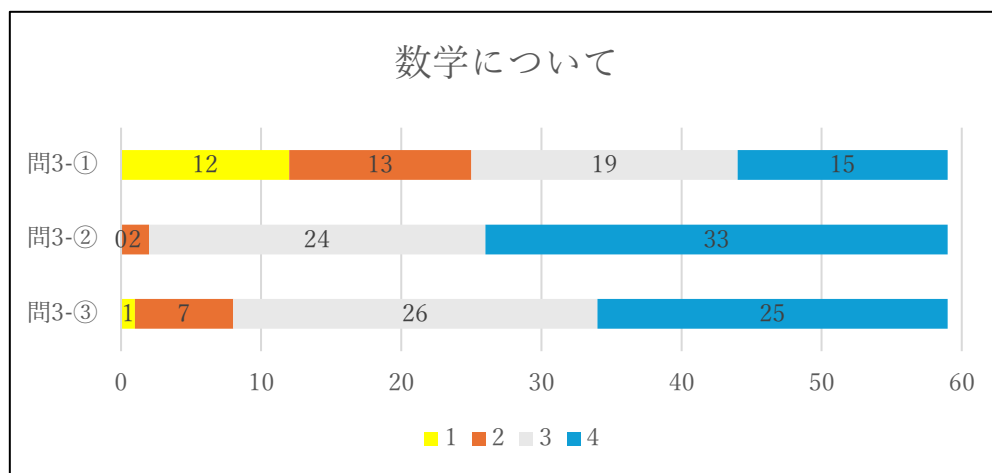


図 11 問3 帯グラフ

次に、アンケートの自由記述の分析を行う。自由記述では大きく次のように分類できた。
(複数回答しているため、実際の生徒数とは異なる。)

- ①楽しくできた等の感想 (26 人)
- ②意欲の向上 (14 人)
- ③ビリヤードを用いて一次関数を学ぶことのわかりやすさ (15 人)
- ④数学を身近に感じた (11 人)
- ⑤その他 (18 人)

①、④について、「ビリヤードを用いることで楽しくできた」、「手作りの実験器具で実際に目で見ることができたので、数学を身近に感じることができました」という意見が多くみられた。これらのことから、「ビリヤード」という題材は生徒たちにとって親しみが持て、扱いやすい教材であると思われる。また、この授業を通して身の回りに隠れている数学を知ることができ、数学を身近に感じることをできたと考える。

③について「実験を行ったことで内容を理解できた」という記述が多くみられた。これは、課題を解決する過程で視覚的に情報を得ることで、数学的な理解をより深めることができたと考える。

②について、「ビリヤードなどで意欲的に取り組めた」、「数学を日常に取り入れていこうと思えるような授業だったと感じた」という意見が見られた。これらのことから、授業に対する意欲性だけでなく、今後の数学に対する意欲の向上につながったことがわかる。これらは、「ビリヤード」という題材を通して実験していくうちに自分事の課題として取り組むことができたからだと考える。また、親しみやすい題材に数学が隠れていたことで、数学に対してより身近に感じることをできたと考える。

これらのことから、ビリヤードを用いて一次関数を学習することは、授業を楽しみつつ数学を身近に感じながら取り組むことができたと思われる。これらのことにより、一次関数とビリヤードのつながりに興味・関心をもつ生徒が多く、その結果授業や今後の数学を学習することへの意欲向上につながったと考えられる。

第4章 終わりに

本研究では「自分事の課題として主体的に取り組むことができる数学の教材開発」をテーマに研究を行った。本研究成果を以下に述べる。

まず、一次関数の利用の教科書比較について、各出版社が「図形の変化」、「動く物体と時間・距離の変化」、「温度変化」についての問題を扱っていた。これらの問題は実際に確かめることが難しく、視覚的に情報を得ることが困難であるため、生徒は理解しがたいように感じた。このことを踏まえて、三点が達成できる教材を開発することに取り組んだ。

結果として、グループで協力して実験を行い、楽しみながら課題解決に取り組むことができていた。また、アンケートより数学を身近に感じるができる生徒もいた。さらに、実験

を通して数学的だけでなく実験結果からも理解することにつながったため、一次関数の性質を理解することがより容易になったと思われる。これらのことより、ビリヤード用いた一次関数の授業は主体的に課題解決に取り組み、一次関数の性質を学ぶことができるという点と身近なものを題材にすることで、数学を学ぶ意欲が高まるという点で有効性が高いものであると考える。

一方、実践を通じた改善点として時間が足りなかったことがあげられる。今回の実践では実験を踏まえて一次関数の性質を理解する流れであるため、かなり時間配分を細かく分割する必要があった。しかし、実際に実践をすると、生徒が実験方法を理解することに時間がかかることや実験時間が予想以上にかかったため、生徒から一次関数の性質を引き出すことができなかった。そのため、数学的な理解を学習するときは教師主体になった。改善方法として、導入から実験終了までの時間を厳守するために生徒への文言や実験時間を事前により深く推敲する必要があると考える。また、ギガ端末で撮影し、ビー玉の動きを観察したが、ビー玉が早すぎたため、撮影することが困難であった。その結果、実験時間を多く取らなければならなくなり、実験以降の時間が短くなってしまったことも改善点である。このことより、今回の授業をするにあたって、スローで撮影できる撮影器具を用意すると、より時間短縮して実験を行うことができると考える。

最後に、今回の実践を通して、生徒が自分事の課題として取り組むことができる教材開発を行うことができたと考える。要因の一つとして、生徒の実態に合わせた難易度で教材開発を行ったからだと考える。これから中学校教諭として生徒の実態に合わせつつ「主体的・対話的で深い学び」につながるような教材開発をこれからも続けていきたい。

謝辞

本研究に取り組んできた中で、多くの方々にご協力いただきました。この場をお借りしまして、感謝申し上げます。

指導教員である熊崎耕太先生は、教職大学院1回生のころから約2年間大変お世話になりました。研究するにあたって教材開発に向けた様々なご意見のおかげで研究を進めることができました。

また、教育実践を実施した中学校の教員の皆様には、教育実践に関して快くご協力していただきました。熊崎研究室の後輩の皆様にもご協力いただきました。

上記の皆様のご協力のもと、修了論文を作成することができました。今後とも感謝の意を忘れることなく、この経験を活かせるように、教育者として精進してまいります。

2024年1月9日

千年原 匠

引用・参考文献

- [1] 啓林館，未来へ広がる数学 2，株式会社新興出版社，2006，2016，2021
- [2] 数研出版，これからの数学 2，数研出版株式会社，2011，2016，2021
- [3] 大日本図書，数学の世界 2，大日本図書株式会社，2006，2011，2016，2021
- [4] 東京書籍，新しい数学 2，東京書籍株式会社，2006，2011，2016，2021
- [5] 学校図書，中学校数学 2，学校図書株式会社，2006，2011，2016，2021
- [6] 日本文教出版，中学数学 2，日本文教出版株式会社，2011，2016，2021
- [7] 教育出版，中学数学 2，教育出版株式会社 2006，2011，2016，2021
- [8] 文部科学省，新しい学習指導要領が目指す姿，2015，（取得日：2024 年 12 月 27 日，
https://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chukyo/chukyo3/siryo/attach/1364316.htm）
- [9] 文部科学省，これからの社会と教員に求められる資質能力，2009，（取得日：2024 年
12 月 27 日，https://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chukyo/chukyo3/siryo/attach/1346376.htm）
- [10] 文部科学省，中学校学習指導要領(平成 29 年告示)解説 数学編，2017，
（取得日：2024 年 12 月 27 日，https://www.mext.go.jp/component/a_menu/education/micro_detail/_icsFiles/afldfile/2019/03/18/1387018_004.pdf）
- [11] 文部科学省，算数・数学科において育成を目指す資質・能力の整理，2017，
（取得日：2024 年 12 月 27 日，https://www.mext.go.jp/component/b_menu/shingi/toushin/_icsFiles/afldfile/2017/01/10/1380902_3_2.pdf）
- [12] 栃木総合教育センター，「主体的・対話的で深い学び」が求められる背景，
（取得日：2024 年 12 月 27 日，https://www.tochigi-edu.ed.jp/center/cyosa/cyosakenkyu/h29_jyugyokaizen/pdf/h29_jyugyokaizen_01-1.pdf）
- [13] 文部科学省，主体的・対話的で深い学びの実現（「アクティブ・ラーニング」の視点
からの授業改善）について（イメージ），2017，（取得日：2024 年 12 月 27 日，
https://www.mext.go.jp/component/a_menu/education/micro_detail/_icsFiles/afldfile/2017/10/24/1397727_001.pdf）
- [14] 新興出版社啓林館，課題学習の指導（数学）「ビリヤード達人になろう！」，
（取得日：2024 年 12 月 27 日，<https://www.shinko-keirin.co.jp/keirinkan/jkadaimath/0109/index.htm>）

巻末資料

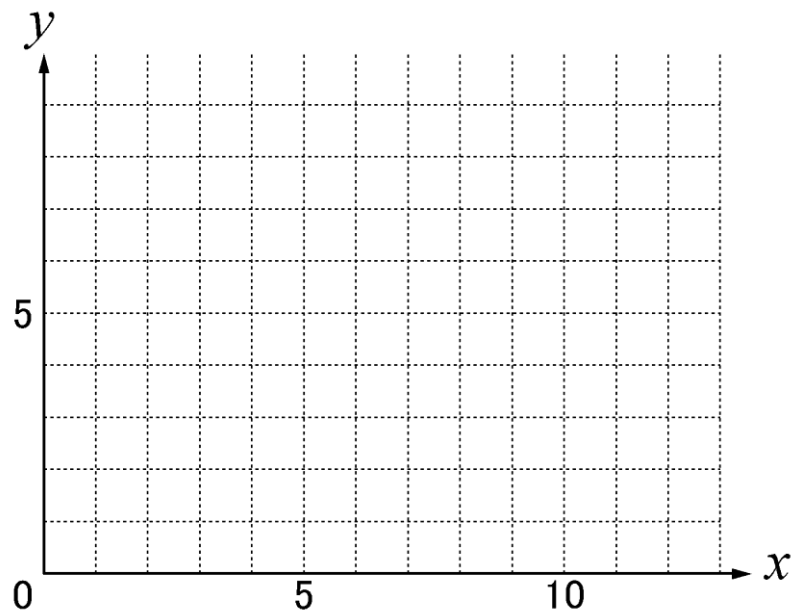
	学習内容・指導内容	主な発問 (◆)・指示 (◇) / 子どもの反応 (・)	支援 (●)・評価 (■)	準備物
導入	① ビリヤードの説明を聞く. 5分			
展開	ビリヤードをマスターしよう ② 発射台の使い方を説明を聞き、発射する練習をする. 3分 ③ 壁に1回跳ね返った後にボールを当てるにはどうすれば良いかを考える. 5分 ④ 壁に跳ね返ったボールの軌跡の式を立てる. 15分			●壁に跳ね返った後のボールの軌跡をグループで話し合い、予想する. ●ボールを発射する人、発射したボールを受け止める人、ボールの動きを撮影する人、ボールがどの格子点を通じたのかを記録する人を決める. ●発射台の棒をどこまで引くのかの印をつける. ■事象を一次関数として捉え、式やグラフで表す<思考力・判断力・表現力等/プリント> ■自ら課題解決に取り組もうとしている<学びに向かう力、人間性

	⑤ ②で求めた式を基に， ボールを設置する。 2分 ⑥ 一斉にボールを打ち出す 10分	◇求めた式から，ボールを設置する位置を決めましょう。 ◇ボールを打ちましょう。 ◇ボールをどの点に置きましたか。 ・ (7,3) ・ (8,4) ・ (9,5) ◇どうしてその点に置きましたか ・ ずっとその点を通っていたから ・ (0,4)と(8,4) は $x = 4$ で線対象になっているから ◆なぜ，異なる点においてもボールを当てることができたのでしょうか。 ・ ②で求めた直線上の点だから ・ たまたま	等/プリント，机間指導 > ●上手くいった班が出した式を聞く →上手くいかなかった班は式を見直し，もう一度行う	
まとめ	⑦ 授業アンケートを書く。 5分 合計 45分		■一次関数の性質を理解する． <知識及び技能/プリント>	

ビリヤードをマスターしよう

問. 発射位置が $(0, 4)$, 壁にあてる点が $(4, 0)$ のとき, ビー玉をどこに置けば壁に跳ね返ったビー玉をあてることができるでしょうか. ただし, 置く場所は $y > 2$ とする.

(1) ビー玉を置く位置を予想して表に書きましょう.



(2) 次の問いを答えましょう.

- ① 発射位置から壁までの直線の式を立て, 方眼紙に直線を書く
- ② 壁に跳ね返った後のビー玉の軌道を表した直線の式
- ③ ビー玉を置く場所とその場所に置く理由

授業アンケート

問1から問3に関して、4段階評価でひとつに○をしてください。

4：大変あてはまる 3：ややあてはまる 2：あまりあてはまらない 1：あてはまらない

問1 一次関数の教材・内容について

- | | |
|---------------------------------|---------|
| ① 今回のビリヤードを用いた授業はわかりやすかったですか | 4・3・2・1 |
| ② 一次関数の性質を理解できましたか | 4・3・2・1 |
| ③ 一次関数の性質を利用して、課題を解決することができましたか | 4・3・2・1 |

問2 授業の意欲性

- | | |
|-------------------------|---------|
| ① 進んで課題解決に取り組むことができましたか | 4・3・2・1 |
| ② 今回の授業を意欲的に取り組みましたか | 4・3・2・1 |

問3 数学について

- | | |
|--------------------------------|---------|
| ① 数学に対して苦手意識がありますか | 4・3・2・1 |
| ② 今回の授業を通して、数学を身近に感じることができましたか | 4・3・2・1 |
| ③ 今回の授業を通して、数学を学ぶ意欲が上がりましたか | 4・3・2・1 |

授業の感想などを自由に記述してください

(例) 授業の○○な点がわかりやすかった。○○な点はわかりにくかった。

○○すれば、わかりやすくなると思う。 など