

高等学 校

令和 4 年度

教育研究員研究報告書

数 学

東京都教育委員会

目 次

| | | |
|-----|-----------|----|
| I | 研究主題設定の理由 | 1 |
| II | 研究の視点 | 1 |
| III | 研究の仮説 | 3 |
| IV | 研究の方法 | 3 |
| V | 研究の内容 | 5 |
| VI | 研究の成果 | 14 |
| VII | 今後の課題 | 16 |

| | |
|------|--|
| 研究主題 | 数学的な見方・考え方を働かせた数学的活動を通して、 数学を活用する資質・能力を育成する指導法と評価法の 研究・開発 |
|------|--|

I 研究主題設定の理由

令和4年度から「高等学校学習指導要領」（文部科学省 平成30年3月）が新たに年次進行で実施され、「主体的・対話的で深い学び」の実現に向けた授業改善と、指導と評価の一体化が進められている。各教科等の目標は、「知識及び技能」、「思考力、判断力、表現力等」、「学びに向かう力、人間性等」の三つの柱で再整理された。「高等学校学習指導要領解説数学編理数編」（文部科学省 平成30年7月）（以下、「解説」と表記）では、Society5.0と呼ばれる新たな時代が到来し、情報化やグローバル化が急速に進展する社会となり、予測困難な時代を迎えるとされ、学校教育には、子供たちが様々な変化に積極的に向き合い、他者と協働して課題を解決していくことや、様々な情報を見極め、知識の概念的な理解を実現し、情報を再構成するなどして新たな価値につなげていくこと、複雑な状況変化の中で目的を再構築することができるようにすること等が求められている。また、全国学力・学習状況調査等の結果から、高等学校において、「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。これらの課題に適切に対応できるよう、高等学校における数学教育では、数学的な知識や技能の「量」だけでなく、どのようにしてそれらの知識や技能を身に付けたのかなど、学習の「質」を問う必要がある。それは、様々な場面で身に付けた知識や技能を活用しようとするときに、それらを身に付けたときの学習の「質」が影響するからである。高等学校数学科では、数学の学習を単に知識や技能等の内容の習得にとどめるのではなく、数学的活動を重視して創造性の基礎を養い、全ての高校生の人間形成に資する数学教育を意図している。

また、指導と評価の一体化を推進するため、観点別学習状況の評価の観点についても、「知識・技能」、「思考・判断・表現」、「主体的に学習に取り組む態度」の3観点に整理して示し、特に、「主体的に学習に取り組む態度」については、知識及び技能を獲得したり、思考力、判断力、表現力等を身に付けたりすることに向けた粘り強い取組を行う中で、自らの学習を調整しようとしているかどうかを含めて評価することとしている。

以上のことから、本研究では、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と、自らの学習を調整する態度を改善すべき課題とし、研究主題を「数学的な見方・考え方を働かせた数学的活動を通して、数学を活用する資質・能力を育成する指導法と評価法の研究・開発」とした。

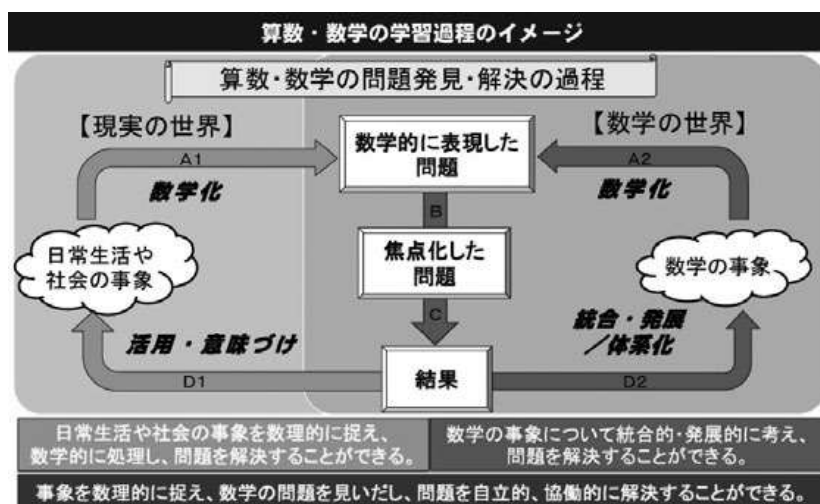
II 研究の視点

1 事象を数学的に捉え、問題を見いだせる教材の工夫について

解説では、数学的活動の一層の充実として、「生徒が、目的意識をもって事象を数学化して自ら問題を設定し、その解決のために新しい概念や原理・法則を見いだしたり学んだりすることで、概念や原理・法則に支えられた知識及び技能を習得したり、思考力、判断力、表現力等を身に付けたり、統合的・発展的、体系的に考えて深い学びを実現したりすることが可能となる」と述べている。これらを踏まえて本研究では、事象を数学的に捉え、問題を見いだせる教材の工夫を検討することとした。

2 問題解決の過程で論理的に考察させる活動を重視した授業改善について

解説では、数学的活動として捉える問題発見・解決の過程は二つある。「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」とイメージ図を用いて説明されている。



【図1】 算数・数学の学習過程のイメージ図

さらに、数学の学習過程において、「生徒が目的意識をもって遂行できるようにすること、各場面で言語活動を充実し、それぞれの過程や結果を振り返り、評価・改善することができるようにすることが大切である」と述べている。これらを踏まえて本研究では、【図1】の左側の【現実の世界】におけるA1からD1の過程を授業に取り入れ、これらの過程の中で、論理的に考察し説明する場面や協働して問題解決をする場面、話合いの結果を発表する場面を授業に取り入れた授業改善を検討することとした。

3 問題解決の過程における学習評価の改善について

「小学校、中学校、高等学校及び特別支援学校学校等における児童生徒の学習評価及び指導要録の改善について(通知)」(文部科学省 平成31年3月)(以下、「改善等通知」と表記)では、指導と評価の一体化を推進する観点から、観点別学習状況の評価の観点について、「知

識・技能」、「思考・判断・表現」、「主体的に学習に取り組む態度」の3観点に整理し、その趣旨を表1のとおり示している。

表1 改善等通知で示された数学の評価の観点及びその趣旨

| 観点 | 趣旨 |
|---------------|--|
| 知識・技能 | <ul style="list-style-type: none"> ・数学における基本的な概念や原理・法則を体系的に理解している。 ・事象を数学化したり、数学的に解釈したり、数学的に表現・処理したりする技能を身に付けている。 |
| 思考・判断・表現 | <ul style="list-style-type: none"> ・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身に付けている。 |
| 主体的に学習に取り組む態度 | <ul style="list-style-type: none"> ・数学のよさを認識し積極的に数学を活用しようとしたり、粘り強く考え数学的論拠に基づいて判断したりしようとしている。 ・問題解決の過程を振り返って考察を深めたり、評価・改善しようとしたりしている。 |

『指導と評価の一体化』のための学習評価に関する参考資料」（国立教育政策研究所 令和3年8月）では、「主体的に学習に取り組む態度」に係る各教科等の評価の観点の趣旨に照らして、

- ① 知識及び技能を獲得したり、思考力、判断力、表現力等を身に付けたりすることに向けた粘り強い取組を行おうとしている側面
 - ② ①の粘り強い取組を行う中で、自らの学習を調整しようとする側面
- という二つの側面を評価することが求められる、と述べている。これらを踏まえて本研究では、問題解決の過程における「主体的に学習に取り組む態度」の評価から、学習評価の改善を検討することとした。

Ⅲ 研究の仮説

本研究では、以下の仮説を設定した。

- 1 日常生活や社会の事象を数学的に捉えることができる教材を活用し、論理的に考察し説明する場面や協働して問題解決をする場面、話し合いの結果を発表する場面を取り入れた授業を行うことで、数学を活用する資質・能力を育成することができる。
- 2 生徒用ルーブリックを活用することで、粘り強く考え数学的論拠に基づいて判断し、問題解決の過程を振り返って考察を深めたり、評価・改善したりしようとする態度を育成することができる。

Ⅳ 研究の方法

1 事前と事後の意識調査の実施と分析

検証授業の事前と事後に行う生徒の意識調査の結果を分析する。結果の分析については、ウィルコクソンの符号付順位和検定を用いる。

2 検証授業の準備

(1) 授業改善の工夫

ア 日常生活や社会の事象を数学的に捉える課題を設定した教材を活用する。

イ 過程全体を振り返って考察を深め評価・改善する場面を効果的に取り入れる。

ウ ア、イの活動の中で、論理的に考察し説明する場面や協働して問題解決をする場面、話し合いの結果を発表する場面を設定する。

エ ワークシートの中で生徒用ルーブリックを明示し共有することで、目的意識をもたせる。

(2) 学習評価の工夫

以下の観点を生徒用ルーブリックに基づき、それぞれ評価する。

ア 事象を数学化する場面は「知識・技能」の観点を評価する。

イ 論理的に考察し説明する場面は「思考・判断・表現」の観点を評価する。

ウ 問題発見・解決の過程を振り返って考察を深め評価・改善する場面は「主体的に学習に取り組む態度」の観点を評価する。

(3) 授業形態の工夫

事象の数学化や発表における相互評価の場面で一人1台端末を活用し、作業の効率化や情報共有の円滑化を図る。

3 検証授業の実施

研究員の勤務校である全日制普通科高等学校2校、全日制総合学科高等学校1校の各学校において、単元の最後に単元の既習内容を活用した「数学的な見方・考え方を働かせた数学的活動」を取り入れた検証授業を行う。学習指導案は同一のものを用いる。

4 ワークシートの記述内容の生徒用ルーブリックに基づいた評価と分析

ワークシートの記述内容を生徒用ルーブリックに基づき評価する。特に、「主体的に学習に取り組む態度」については、問題発見・解決の過程全体を二つの側面から評価する。生徒用ルーブリックについて、測定したい資質・能力を適切に評価できているか、教員にかかわらず同一の評価ができているか分析する。

5 成果と課題

本研究の「数学的な見方・考え方を働かせた数学的活動を通して、数学を活用する資質・能力を育成する指導法と評価法の研究・開発」の実践結果について、ワークシートの記述内容や生徒の活動の様子、意識調査等を基に成果と課題を整理する。

V 研究の内容

1 研究構想図

全体テーマ 「これからの社会を主体的・創造的に生き抜いていく子供の育成」

高校部会テーマ

「これからの社会を主体的・創造的に生き抜くために必要な『資質・能力』の育成に向けた授業改善と学習評価の充実について」

各教科等における「これからの社会を主体的・創造的に生き抜くために必要な『資質・能力』」

- ・ 数学的な見方・考え方を働かせ、事象を数学化したり、数学的に解釈したり、数学的に表現・処理したりする技能
- ・ 数学的活動を通して、事象を論理的に考察し、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
- ・ 問題解決に向けて、粘り強く考え数学的論拠に基づいて判断し、問題解決の過程を振り返って考察を

高校部会テーマにおける現状と課題

【現状】

- (1) 事象を式で数学的に表現させたり、問題解決のために数学を活用させたりする発問が足りない。
- (2) 数学を活用して事象を論理的に考察させる場面が少ない。
- (3) 問題解決に向けて、粘り強く考察させたり、振り返って評価・改善させたりする態度を身に付けさせる場面が少ない。

【課題】

- (1) 事象を数学的に捉え、問題を見いだせる教材の工夫が必要である。
- (2) 問題解決の過程において、論理的に考察させる活動を重視した授業に改善する必要がある。
- (3) 問題解決の過程を振り返って考察を深めさせたり、評価・改善に取り組みせたりする場面の態度を評価する必要がある。

高等学校数学部会主題

数学的な見方・考え方を働かせた数学的活動を通して、数学を活用する資質・能力を育成する指導法と評価法の研究・開発

仮 説

- (1) 日常生活や社会の事象を数学的に捉えることができる教材を活用し、論理的に考察し説明する場面や協働して問題解決をする場面、話し合いの結果を発表する場面を取り入れた授業を行うことで、数学を活用する資質・能力を育成することができる。
- (2) 生徒用ルーブリックを活用することで、粘り強く考え数学的論拠に基づいて判断し、問題解決の過程を振り返って考察を深めたり、評価・改善したりしようとする態度を育成することができる。

研究方法

〔具体的方策〕

- (1) ア 事象を数学化するなど、生徒が事象を数学的に捉えることができる教材を作成する。
イ 論理的に考察するために、問題を自立的、協働的に解決する場面を取り入れる。
- (2) ア 生徒用ルーブリックや評価方法を生徒と共有し、生徒が自らの良い点や進歩の状況を積極的に評価できるようにする。
イ 自己評価と相互評価の分析を通じて、自らの学習を調整するよう促す。
ウ 評価計画に基づき、発言や行動の観察などにより活動中の評価を行う。

〔検証方法〕

- (1) ア 事象を数学化し、自ら問題を設定できたかどうか、ワークシートの記述内容から分析する。
イ 論理的に考察する力の育成ができたかどうか、ワークシートの記述内容から分析する。
ウ 数学を活用しようとする態度が変容したか、検証授業前後の意識調査の結果から分析する。
- (2) ア 生徒用ルーブリックの評価をワークシートの記述内容や意識調査の結果から分析する。
イ 粘り強い取組を行おうとしたかどうか、自らの学習を調整しようとしたかどうか、ワークシートの記述内容と意識調査の結果から分析する。
ウ 教師による観察の記録から分析する。

2 実践事例 検証授業（第9・10時）

(1) 教科・科目、単元名、使用教材（教科書）

ア 教科・科目 数学・数学A

イ 単元名 第1章 場合の数と確率

(2) 教科・科目の目標

数学的な見方・考え方を働かせ、数学的活動を通して、数学的に考える資質・能力を次のとおり育成することを目指す。

ア 知識及び技能

図形の性質、場合の数と確率についての基本的な概念や原理・法則を体系的に理解するとともに、数学と人間の活動の関係について認識を深め、事象を数学化したり、数学的に解釈したり、数学的に表現・処理したりする技能を身に付けるようにする。

イ 思考力、判断力、表現力等

図形の構成要素間関係などに着目し、図形の性質を見だし、論理的に考察する力、不確実な事象に着目し、確率の性質などに基づいて事象の起こりやすさを判断する力、数学と人間の活動との関わりに着目し、事象に数学の構造を見だし、数理的に考察する力を養う。

ウ 学びに向かう力、人間性等

数学のよさを認識し数学を活用しようとする態度、粘り強く考え数学的論拠に基づいて判断しようとする態度、問題解決の過程を振り返って考察を深めたり、評価・改善したりしようとする態度や創造性の基礎を養う。

(3) 単元の目標

ア 知識及び技能

- ・ 集合の要素の個数に関する基本的な関係や和の法則、積の法則などの数え上げの原則について理解することができる。
- ・ 具体的な事象を基に順列及び組合せの意味を理解し、順列の総数や組合せの総数を求めることができる。
- ・ 確率の意味や基本的法則についての理解を深め、それらを用いて事象の確率や期待値を求められることができる。
- ・ 独立な試行の意味を理解し、独立な試行の確率を求められることができる。
- ・ 条件付き確率の意味を理解し、簡単な場合について条件付き確率を求められることができる。

イ 思考力、判断力、表現力等

- ・ 事象の構造などに着目し、場合の数を求める方法を多面的に考察できる。
- ・ 確率の性質や法則に着目し、確率を求める方法を多面的に考察できる。

- ・ 確率の性質などに基づいて事象の起こりやすさを判断したり、期待値を意思決定に活用できる。

ウ 学びに向かう力、人間性等

- ・ 事象を確率の考えを用いて考察するよさを認識し、問題解決にそれらを活用しようとしたり、粘り強く考え数学的論拠に基づき判断したりすることができる。
- ・ 問題解決の過程を振り返って考察を深めたり、評価・改善したりすることができる。

(4) 単元の評価規準

| ア 知識・技能 | イ 思考・判断・表現 | ウ 主体的に学習に取り組む態度 |
|--|--|--|
| (ア) 集合の要素の個数に関する基本的な関係や和の法則、積の法則などの数え上げの原則について理解している。 (イ) 具体的な事象を基に順列及び組合せの意味を理解し、順列の総数や組合せの総数を求めている。 (ウ) 確率の意味や基本的法則について理解を深め、それらを用いて事象の確率や期待値を求めている。 (エ) 独立な試行の意味を理解し、独立な試行の確率を求めている。 (オ) 条件付き確率の意味を理解し、簡単な場合について条件付き確率を求めている。 | (ア) 事象の構造などに着目し、場合の数を求める方法を多面的に考察している。 (イ) 確率の性質や法則に着目し、確率を求める方法を多面的に考察している。 (ウ) 確率の性質などに基づいて事象の起こりやすさを判断したり、期待値を意思決定に活用したりしている。 | (ア) 事象を場合の数や確率の考えを用いて考察するよさを認識し、問題解決にそれらを活用しようとしたり、粘り強く考え数学的論拠に基づき判断しようとしたりしている。 (イ) 問題解決の過程を振り返って考察を深めたり、評価・改善したりしようとしている。 |

(5) 単元の指導と評価の計画 (10 時間扱い)

| 時間 | 学習活動 | 評価の観点 | | | 評価規準 (評価方法など) |
|-----|--|-------|---|---|---------------------|
| | | ア | イ | ウ | |
| 第1時 | 5 事象と確率 ・ 確率の復習をする。 ・ 同様に確からしいという表現を正しく理解する。サイコロの全ての目の出方を列挙し、それを基に、目が奇数になる確率などの問題を演習する。 | ● | | | ア(ウ) (プリント、行動観察) |
| 第2時 | 5 事象と確率 ・ 基本的な事象の確率について学習する。 ・ 2個のサイコロを振る問題や2色の球がそれぞれ複数個入っている袋から同時に2個取り出す問題などを演習する。 | | ● | | イ(イ) (プリント、行動観察) |
| 第3時 | 6 確率の基本性質 ・ 集合の共通部分・和集合の考えを用いて、積事象・和事象をそれぞれ書き出し、確率を求める。 ・ 事象AとBが互いに排反である場合について理解し、排反事象の場合の確率を求める。 | ● | | | ア(ウ) (プリント、行動観察) |
| 第4時 | 6 確率の基本性質 ・ 補集合の考えを用いて余事象を書き出し、余事象の確率を求める。また、全事象の確率1から引くことを理解する。 | | ● | | イ(イ)(ウ) (プリント、行動観察) |
| 第5時 | 7 独立な事象と確率 ・ 2つの試行が独立である場合について、事象Aが起こり、かつ事象Bが起こる確率Pはそれぞれの積 $P(A) \times P(B)$ で求められることについて学習する。また、1枚の硬貨と1個のサイコロを同時に振る問題などで演習する。 | ● | | | ア(エ) (プリント、行動観察) |
| 第6時 | 7 独立な事象と確率 ・ 反復試行の確率を求めるに当たり、組合せCを用いる理由を理解する。 | | ● | | イ(ウ) (プリント、行動観察) |

| | | | | | |
|--------------|--|---|---|---|---|
| | ・同じ条件で硬貨を複数回振る問題などで演習する。 | | | | |
| 第7時 | 8 条件付き確率 ・条件付き確率の定義を理解し、アンケートについての問題などで演習する。 ・条件付き確率の定義を用いて、乗法定理を導く過程を理解し、くじ引きの問題などで演習する。 | ● | | | ア(オ) (プリント、行動観察) |
| 第8時 | 9 期待値 ・期待値とは何を表す値なのかを理解する。 ・サイコロを振る問題や、ゲームの参加料が損か得かを問う問題などで演習する。 | ● | ● | | ア(ウ) (行動観察) イ(ウ) (プリント、行動観察) |
| 第9時 (本時) | 9 期待値 ・「チャレンジしたくなるくじ引き屋」の賞金設定や当たりの本数などについて考察する。 ・個人でくじ引き屋の案を作成し、その後グループの中でよりよい案を選定する。 ・期待値を用いて、与えられた問題において事象を数理化する。 | ● | ● | | ア(ウ) (プリント・表計算ソフト等) イ(ウ) (プリント・行動観察) |
| 第10時 (本時) | 9 期待値 ・「チャレンジしたくなるくじ引き屋」の賞金設定や当たりの本数などについて考察する。 ・班ごとにプレゼンテーションを行い、発表班以外の生徒は評価とコメントを入力する。それを基に、個人で考案したくじ引き屋の案を再度見直し、改善する。 | | ● | ● | イ(ウ) (プリント・行動観察) ウ(ア)(イ) (行動観察・プリント) |

(6) 本時 (全10時間中の9・10時間目)

ア 本時の目標

- ・ 事象を数理化したり、数学的に解釈したり、数学的に表現・処理したりすることができる。
- ・ 不確実な事象に着目し、確率の性質などに基づいて事象の起こりやすさを判断する力、数学と人間の活動との関わりに着目し、事象に数学の構造を見だし、数理的に考察することができる。
- ・ 粘り強く考え数学的論拠に基づき判断したり、問題解決の過程を振り返って考察を深めたり、評価・改善したりしようとすることができる。

イ 仮説に基づく本時のねらい

事象を数理化し、問題発見・解決の過程を繰り返し実践することで、数学的な考察を行う力を身に付けさせる。その際、観点別学習状況の評価の項目に基づいた生徒用ルーブリックを活用し、振り返りを行うことで生徒の意欲を向上させ、主体的に学習に取り組む態度を育成する。

ウ 本時 (第9時) の展開

| 時間 | 学習内容・学習活動 | 指導上の留意点 | 評価規準・方法 |
|----------|--|--------------------------------------|---------|
| 導入 5分 | 「チャレンジしたくなるくじ引き屋」の設定とくじを作成するときのルールを確認する。 | 発問内容を生徒に明確に伝え、くじを作成するときのルールについて共有する。 | |

| | | | |
|------------|--|---|--|
| 展開① 15分 | 【個人での考察①】(5分) ヒントがない状態で、くじを作成する。 | 本時の目標を意識させるために、ルーブリックの共有を行う前に個人で考察をさせるように声掛けを行う。 | ア(ウ)確率の意味や基本的法則についての理解を深め、それらを用いて事象の確率や期待値を求めている。 (ワークシートの記述内容・表計算ソフトの内容) |
| | 【ルーブリックの共有①】(5分) ルーブリックⅠを共有する。 【個人での考察②】(5分) 個人で考えた初期段階の案を調整し、再作成する。(記述1、2、3、4) | ワークシートを配布し、「事象を数理化する」場面のルーブリックの内容を確認させることに注意する。 くじ引き屋の計算を行うための表計算ソフトを配布する。 | |
| 展開② 19分 | 【ルーブリックの共有②】(4分) ルーブリックⅡを共有する。 | 「論理的に考察し説明する」場面のルーブリックを確認することで、班別協議での論点を意識させるために、先にルーブリックを示す。 | イ(ウ)期待値を意思決定に活用している。 (ワークシートの記述内容・行動観察) |
| | 【班別協議】(15分) グループ(6～7名)において、自身の案を班で共有する。くじの改良を行う。(記述5) 表計算ソフトを活用し、発表用のファイルを作成する。 | 案を作成する際に、論理的根拠を明確にするように指示することに注意する。 | |
| まとめ 11分 | 【ワークシートのまとめ】(5分) 班で作成したくじについて説明する。(記述6) ワークシートをまとめ、自己評価を行う。 | ルーブリックⅠ、ルーブリックⅡの内容を確認させながら、ワークシートをまとめるように促す。 | |
| | 【次回の内容確認】(6分) 次回までにグループ発表用のスライドを準備し、提出することを確認する。 次回の注意事項を確認する。 | 次回用いるルーブリックを示し、次回の活動について生徒が目指す目標を可視化できるよう配慮する。 | |

エ 本時(第10時)の展開

| 時間 | 学習内容・学習活動 | 指導上の留意点 | 評価規準・方法 |
|------------|--|---|--|
| 導入 2分 | 期待値について確認する。 本時の活動内容とルーブリックⅢを確認し、共有する。 | 「問題発見・解決の過程を振り返って考察を深めたり評価・改善したりしようとする」場面のルーブリックを示す。 | |
| 展開① 30分 | 【各班による発表】 班内で決定したくじの案について、1班2分の発表を行う。1等から任意の等級まで賞金・本数をどのように設定したか、くじ引き屋のコンセプトを説明する。 他の班の生徒は発表に対して、複数の項目について5段階で評価をする。集計用ソフトのアンケート機能を用いて、評価と感想を3分間で入力する。 | ルーブリックⅡの内容を振り返りながら、相互評価をするように促す。 発表を聞きながら気付いたことや感じたことを書き留めるように指示する。 集計用ソフトを使用することで、リアルタイムに集計結果を可視化する。 | イ(ウ)期待値を意思決定に活用している。 (ワークシートの記述内容・班による発表) ウ(ア)様々な事象や課題に向き合い、粘り強く行動し、課題の解決に向けて挑戦しようとしている。(ワークシートの記述内容・行動観察) |
| 展開② 10分 | 【個人での考察】 最もよいくじを提案したと思う班を選び、選んだ理由を説明する。(記述7) 他の班の発表や評価(集計用ソフト)を基に、自分の班のくじのよい点や改良すべき点を挙げ、理由を説明する。(記述8) | ルーブリックⅢを再度示し、確認しながら考察するように促す。 場合により教員PCや板書を用いて、集計用ソフトで集計された内容を提示する。 | ウ(イ)問題解決の過程を振り返って考察を深めたり、評価・改善したりしようとしている。(ワークシートの記述内容・行動観察) |
| まとめ 8分 | ルーブリックⅢについて自己評価を行う。 授業を振り返って、集計用ソフトを使用して意識調査を行う。 | 自己評価を行うために、ルーブリックⅢの内容を確認するように促す。 | |

ワークシート①

チャレンジしたくなるくじ引き屋 No. 1 _____組 _____番氏名_____

中央商店街の秋祭りで、くじ引き屋を出店することになりました。
 今年は、秋祭りに中高生をたくさん呼び込みたいため、商店街会長さんは高校生の太郎さんと花子さんに、くじ引き屋の企画を考えてほしいと依頼しました。

会長：「高校生ぐらいの若者たちがお小遣いで気軽に引けるくじがいいね。賞金は商品券にしよう。くじの総本数、各等のくじの本数、商品券の金額などの設定はお任せするよ。ただし、運営費 10 万円と学校への寄付金はぜひ確保したい。たくさん売れて、さらに利益が出るような賞金設定をお願いするよ。」

花子：「任せてください。高校生ぐらいの若者が『チャレンジしたくなるくじ引き屋』作りですね。」

太郎：「花子さん、一緒にくじを作るときのルールを確認しよう。」

【くじを作る時の6つのルール】

- ① お客さんは最大でも 1 万人しか入場できないため、くじの総本数は 1 万本以下とする。
- ② 各等の本数、賞金額は自由に決定する。③ 賞金は正の整数、はずれは 0 円とする。
- ④ 参加費は 1 回 200 円とする。⑤ 「運営費 10 万円＋学校への寄付」分の利益がでるようにする。
- ⑥ お客さんが損をする不当な賞金設定、本数設定はしない。

ルーブリック I (知識・技能／思考・判断・表現)

| | A 十分に満足できる | B おおむね満足できる | C 努力を要する | 自己 評価 | 教員 評価 |
|------------------|--|--|--------------------------------|----------|----------|
| 知識・ 技能 | ルールに従ったくじを作成し(記述1)、A欄とB欄に入る適切な数値を求めている。(記述2・3) | ルールに従ったくじを作成し(記述1)、A欄に入る適切な数値を求めている。(記述2) | ルールに従ったくじを作成している。(記述1) | | |
| 思考・ 判断・ 表現 | くじを作成し(記述1)、選んだ理由について、期待値や利益、運営費、寄付額を根拠にして論理的に説明している。(記述4) | くじを作成し(記述1)、選んだ理由について、期待値や利益を根拠にして論理的に説明している。(記述4) | くじを作成し(記述1)、選んだ理由を説明している。(記述4) | | |

記述1 表計算ソフトを用いてくじを作成し、一つ選びましょう。

| 等級 | 1等 | 2等 | 3等 | 4等 | 5等 | 6等 | 7等 | はずれ | 合計 |
|-------|----|----|----|----|----|----|----|-----|----|
| 賞金 | | | | | | | | | |
| 本数 | | | | | | | | | |
| 確率 | | | | | | | | | |
| 賞金×確率 | | | | | | | | | |

記述2 表計算ソフトのA欄(期待値)に入る数値を答えましょう。

記述3 表計算ソフトのB欄(利益)に入る数値を答えましょう。

記述4 記述1のくじを選んだ理由を説明しましょう。

ルーブリック II (思考・判断・表現)

| | A 十分に満足できる | B おおむね満足できる | C 努力を要する | 自己 評価 | 教員 評価 |
|------------------|--|--|------------------------------------|----------|----------|
| 思考・ 判断・ 表現 | 班で「くじ」を作成し(記述5)、選んだ理由について、期待値や利益、運営費、寄付額を根拠にして論理的に説明している。(記述6) | 班で「くじ」を作成し(記述5)、選んだ理由について、期待値や利益を根拠にして論理的に説明している。(記述6) | 班で「くじ」を作成し(記述5)、選んだ理由を説明している。(記述6) | | |

記述5 班で「くじ」を作成し1つ選びましょう。

| 等級 | 1等 | 2等 | 3等 | 4等 | 5等 | 6等 | 7等 | はずれ | 合計 |
|-------|------------|----|----|----|----|----|----|-----|----|
| 賞金 | | | | | | | | | |
| 本数 | | | | | | | | | |
| 確率 | | | | | | | | | |
| 賞金×確率 | | | | | | | | | |
| 期待値 | くじ1本あたりの利益 | | | | | | | | |

記述6 班で選んだ理由を説明しましょう。(個人での作業)

【図2】 ワークシート①

ワークシート②

チャレンジしたくなるくじ引き屋 No. 2 ___組___番氏名_____

班ごとに発表しよう。

【各班の流れ説明】

- ① 1～2分で、班で作ったくじのコンセプトを説明する。その際、数学的・論理的な説明を心掛ける。
- ② 2～3分で、発表した班に対しての評価を行う。

ルーブリックⅢ（主体的に学習に取り組む態度）

| | A 十分に満足できる | B おおむね満足できる | C 努力を要する | 自己 評価 | 教員評価 | |
|----------------------------------|--|--|------------------------------------|----------|------|--|
| と組粘 するり 側行強 面おおい 取 | 選んだ理由について、期待値や利益、運営費、寄付額を根拠にして説明している。(記述7) | 選んだ理由について、期待値や利益を根拠にして説明している。(記述7) | 選んだ理由について説明している。(記述7) | | | |
| 側整自 面しらの よう学習 と習を調 す | 自分の班のくじのよい点や改善すべき点を挙げ、他の班から影響を受けたことを関連させながら、それぞれの理由を説明している。(記述8) | 自分の班のくじのよい点や改善すべき点を挙げ、それぞれの理由を説明している。(記述8) | 自分の班のくじのよい点や改善すべき点を挙げて説明している。(記述8) | | | |

記述7 最もよくくじを提案したと思う班を選び、選んだ理由を説明しましょう。

記述8 自分の班のくじのよい点や改善すべき点を挙げ、理由を説明しましょう。

【図3】 ワークシート②

(7) 本時の振り返り

ア 具体的方策

第9時では、ワークシート①を配布し、個人での考察を行った後に生徒用ルーブリックを提示した。その後、数学的活動の方針を周知した上で班別協議を行った。

第10時では、ワークシート②を配布し、生徒用ルーブリックの内容を確認した上で、各班の発表を行い、その発表内容や相互評価の結果を基に考察を深め、評価・改善する活動を行った。

イ 生徒の取組

第9時は、ヒントのない状態でくじを作成した後、ワークシート①の生徒用ルーブリックを確認し、再度くじの作成を行った。その後、班での協議を行い、さらに、発問に一番合うくじを選択させた。生徒は協議の時間を確保するため、表計算ソフトを活用した。

第10時は、ワークシート②を確認し、各班による発表会を行った。その後、最もよくくじを生徒に選択させ、さらに班のくじの改善を行った。また、集計ソフトを活用し、班の発表後すぐに、クラスの評価を確認できるように工夫した。

(8) 検証結果

ア 事象を数学化する場面の評価（記述1、記述2、記述3の評価）

生徒用ルーブリックに基づき、記述1、記述2、記述3の内容を「知識・技能」の観点から評価した。教員評価は、A評価が62.8%、B評価が17.7%、C評価が19.5%であり、B評価以上の生徒の割合が80.5%であった。8割以上の生徒が事象を数学化し、自ら課題

を設定できたと考えられる。A評価の割合が高いことから、生徒にとって検証授業の事象を数学化する課題は易し過ぎる、もしくは生徒用ルーブリックの基準が低い可能性があると考えられる。評価の割合のバランスを整えるために、生徒にとって適切な難易度の課題を作成すること、事象を数学化する場面を段階的に評価できる生徒用ルーブリックの基準を開発することが必要である。また、教員二人の評価が同一である割合は88.5%、異なっている割合は11.5%であった。事前に十分話し合い、評価の観点を理解した上で評価したことが、同一評価が高い割合につながったと考えられる。

生徒による自己評価は、A評価が68.1%、B評価が23.0%、C評価が8.9%であった。教員評価と比較すると自己を過大に評価している生徒が多い傾向にある。

イ 論理的に考察し説明する場面の評価（記述4、記述5、記述6の評価）

生徒用ルーブリックに基づき、記述4、記述5、記述6の内容を「思考・判断・表現」の観点から評価した。記述4の教員評価は、A評価が26.5%、B評価が23.9%、C評価が49.6%であり、B評価以上の生徒の割合が50.4%であった。また、記述5と記述6の教員評価は、A評価が29.6%、B評価が29.6%、C評価が40.8%であり、B評価以上の生徒の割合が59.2%であった。半数以上の生徒が論理的に考察し説明できたと考えられる。一方、C評価の生徒の割合が4割以上存在していることも明らかになった。これらの生徒は、論理的に考察したり説明したりすること自体に慣れていないことが推測される。さらに、記述4における教員2人の評価が同一である割合は75.2%、異なっている割合は24.8%であり、記述5と記述6における教員2人の評価が同一である割合は74.8%、異なっている割合は25.2%であった。評価基準の差を明確に提示してある生徒用ルーブリックではあるが、教員の解釈の仕方に誤差が生じたため、評価が異なっている割合が増えたと考えられる。評価者同士が両者の評価を調整する場面においても、教員によって生徒の記述内容の読み取りに違いがみられた。

記述4の生徒による自己評価は、A評価が54.9%、B評価が31.0%、C評価が14.1%であった。また、記述5と記述6の生徒による自己評価は、A評価が57.4%、B評価が35.7%、C評価が6.9%であった。教員評価と比較すると「思考・判断・表現」の視点においても自己を過大に評価している生徒が多い傾向にある。

ウ 問題発見・解決の過程を振り返って考察を深めたり、評価・改善したりしようとする場面の評価（記述7、記述8の評価）

生徒用ルーブリックに基づき、記述7、記述8の内容を評価した。記述7を①知識及び技能を獲得したり、思考力、判断力、表現力等を身に付けたりすることに向けた粘り強い取組を行おうとする側面、記述8を②自らの学習を調整しようとする側面として二つの側面から評価し、その二つの評価を基に「主体的に学習に取り組む態度」の観点を図2に基づいて評価した。例えば、①の側面がB評価、②の側面がA評価の場合には、「主体的に学

習に取り組む態度」の評価をAとした。

② 自らの学習を調整しようとする側面

| | | | |
|---|---|---|---|
| A | B | A | A |
| B | B | B | A |
| C | C | C | C |
| | C | B | A |

① 粘り強い取組を行おうとする側面

【図4】 二つの側面から「主体的に学習に取り組む態度」を評価

粘り強い取組を行おうとする側面を評価する記述7の教員評価は、A評価が19.0%、B評価が43.1%、C評価が37.9%であり、B評価以上の生徒の割合が62.1%であった。また、自らの学習を調整しようとする側面を評価する記述8の教員評価は、A評価が25.9%、B評価が45.7%、C評価が28.4%であり、B評価以上の生徒の割合が71.6%であった。このことより、「主体的に学習に取り組む態度」の教員評価は、A評価が31.9%、B評価が39.7%、C評価が28.4%であり、B評価以上の生徒の割合が71.6%であった。7割以上の生徒の「主体的に学習に取り組む態度」が高く評価できたと考えられる。記述7において、A評価の割合が低いことから、生徒用ルーブリックの基準が高かった可能性がある。

「主体的に学習に取り組む態度」の教員評価では、ABCそれぞれで明確な基準を設定したことにより、「主体的に学習に取り組む態度」を適切に評価できたと考えられる。また、記述7における教員二人の評価が同一である割合は84.5%、異なっている割合は15.5%であった。記述4や記述6と比較して、記述7では評価のばらつきが小さく、教員評価がB評価に集中したため、教員評価が同一である割合が高くなったと考えられる。一方、記述8における教員二人の評価が同一である割合は80.2%、異なっている割合は19.8%であった。読み取りやすい記述内容ではあったが、生徒の記述量が多かったために、教員によって読み取り方に多少の誤差が生じたと考えられる。

記述7の生徒による自己評価は、A評価が58.6%、B評価が36.2%、C評価が5.2%であった。また、記述8の生徒による自己評価は、A評価が58.6%、B評価が33.6%、C評価が7.8%であった。このことから、「主体的に学習に取り組む態度」の生徒による自己評価は、A評価が65.5%、B評価が25.9%、C評価が8.6%であった。教員評価と比較すると自己を過大に評価している生徒が多い傾向にある。

VI 研究の成果

1 意識調査の結果の分析と考察

(1) 意識調査の質問項目の作成

意識調査の質問項目は表2のとおりである。検証授業の事前と事後で意識調査を4件法（4：当てはまる、3：どちらかといえば当てはまる、2：どちらかといえば当てはまらない、1：当てはまらない）で実施した。質問項目の作成に当たっては、「平成27年度高等学校学習指導要領実施状況調査生徒質問紙調査（数学Ⅰ）」を参考にした。

表2 意識調査の質問項目

| 質問項目 | 質問項目 |
|------|---|
| 1 | 数学の学習は大切だと思いますか。 |
| 2 | 数学の授業で学習したことを、普通の生活の中で活用できないか考えますか。 |
| 3 | 数学の授業で身に付けたことを、日常生活の問題において、数式、図、表、グラフなどを用いて考えたことがありますか。 |
| 4 | 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。 |
| 5 | 数学の問題を考えると、自分や友達にとって分かりやすいように言葉や、数、式、図、表、グラフなどを用いて考察していますか。 |
| 6 | 数学を学習すれば、論理的に（数学的な根拠を基に）考えることができるようになると思いますか。 |
| 7 | 数学の授業で、自分の考えを、根拠を明らかにし筋道立てて説明し伝え合い、まとめることがありますか。 |
| 8 | 数学の授業で、与えられた課題の解決に向けて、自分で考え、自ら取り組んでいますか。 |
| 9 | 数学の授業で他者との間で話し合う活動を通じて、自分の考えを深めたり、広げたりすることができていますか。 |
| 10 | 数学の授業で、他者のよい点や改善点等を積極的に評価したことがありますか。 |
| 11 | 数学の授業で、授業内の各活動におけるルーブリック（評価の基準）が明確化・共有化されたほうが、学習への意識が変わると思いますか。 |
| 12 | 学習した内容について、分かった点や、よく分からなかった点を見直し、次の学習につなげることができていますか。 |
| 13 | 数学の授業で、他者からの意見を取り入れ、数学を学習したことの意義や価値を実感できることがありますか。 |
| 14 | 数学の授業で、学習の中でPC・タブレットなどのICT機器を使うのは勉強の役に立つと思いますか。 |
| 15 | 数学の授業で、ICT機器を積極的に利用していこうと思いますか。 |

(2) 意識調査の結果の分析 1

表3は、統計分析ソフトを用いて、事前と事後の結果について要約統計量を算出し、ウィルコクソンの符号付順位和検定を行った結果である。質問項目2、7、14、15に対して、意識の向上に有意な差がみられた。

表3 ウィルコクソンの符号付順位和検定の結果 * $p < .05$, ** $p < .01$

| 質問項目 | 平均値 (n=108) | | 中央値 (n=108) | | 平均ランク (n=108) | | post-pre (n=108) | | |
|------|----------------|-------|----------------|-------|------------------|------|---------------------|----|------|
| | 事前 | 事後 | 事前 | 事後 | 事前 | 事後 | Z値 | p値 | 効果量 |
| 2 | 2.380 | 2.769 | 2.000 | 3.000 | 1.35 | 1.65 | 3.903 | ** | .266 |
| 7 | 2.556 | 2.787 | 3.000 | 3.000 | 1.42 | 1.58 | 2.300 | * | .157 |
| 14 | 2.972 | 3.213 | 3.000 | 3.000 | 1.40 | 1.60 | 2.308 | * | .157 |
| 15 | 2.694 | 3.000 | 3.000 | 3.000 | 1.38 | 1.63 | 3.243 | ** | .221 |

(3) 意識調査の結果の分析 2

表4は、ウィルコクソンの符号付順位和検定で有意差がみられた質問項目について、事前と事後の意識調査の結果を割合で示したものである。

表4 事前と事後の意識調査の結果

| | | ■ 当てはまる | ■ どちらかといえば当てはまる | ■ どちらかといえば当てはまらない | ■ 当てはまらない |
|---------|------|---------|-----------------|-------------------|-----------|
| 質問項目 2 | 事前調査 | 13.0% | 29.6% | 39.8% | 17.6% |
| | 事後調査 | 19.4% | 47.2% | 24.1% | 9.3% |
| 質問項目 7 | 事前調査 | 15.7% | 38.0% | 32.4% | 13.9% |
| | 事後調査 | 19.4% | 48.1% | 24.1% | 8.4% |
| 質問項目 14 | 事前調査 | 36.1% | 36.1% | 16.7% | 11.1% |
| | 事後調査 | 46.3% | 35.2% | 12.0% | 6.5% |
| 質問項目 15 | 事前調査 | 29.6% | 25.0% | 30.6% | 14.8% |
| | 事後調査 | 34.3% | 39.8% | 17.6% | 8.3% |

(4) 意識調査の結果の考察

質問項目 2 に対して、事前と事後の結果に有意な差がみられ、肯定的な回答の割合が 42.6%から 66.6%へ 24.0 ポイント上昇した。この結果から、「数学の授業で学習したことを、生徒自身が普段の生活の中で活用できないか考えるようになった」ことが示唆された。検証授業の中で、事象を式で数学的に表現すること、すなわち事象を数学化する活動を通して、生徒の意識が向上したと考えられる。

質問項目 7 に対して、事前と事後の結果に有意な差がみられ、肯定的な回答の割合が 53.7%から 67.5%へ 13.8 ポイント上昇した。この結果から、「数学の授業を通して、自分の考えをその根拠を明らかにしながら筋道立てて説明し伝え合うことで、生徒自身が自らの考えを深めるようになった」ことが示唆された。検証授業の中で、論理的に考察し説明する活動を通して、生徒の意識が向上したと考えられる。

質問項目 14 と 15 に対して、事前と事後の結果に有意な差がみられ、質問項目 14 では、肯定的な回答の割合が 72.2%から 81.5%へ 9.3 ポイント上昇した。また、質問項目 15 では、肯定的な回答の割合が 54.6%から 74.1%へ 19.5 ポイント上昇した。これらの結果から、「数学の授業において、生徒自身が P C ・ タブレットなどの I C T 機器を使うのは勉強に役立つと考えるようになった」、「I C T 機器を積極的に利用していかうと考えるようになった」ことが示唆された。検証授業の中で、一人 1 台端末を活用したことで、生徒の意識が向上したと考えられる。

2 研究の考察と結論

第一の仮説については、教員評価が B 評価以上である生徒の割合が、事象を数学化する場面の評価では 8 割を超え、論理的に考察し説明する場面の評価では 5 割を超えた。これらのこと及び意識調査の結果から、本研究で作成した教材を活用して論理的に考察する活動を取り入れた授業を行ったことで、数学を活用する資質・能力を育成できたと考えられる。第二

の仮説については、教員評価がB評価以上である生徒の割合が7割を超えていることから、生徒用ルーブリックの活用により生徒の態度が育成できたと考えられる。

VII 今後の課題

1 事象を数学化する活動について

検証結果から、事象を数学化する課題が易し過ぎる、もしくは生徒用ルーブリックの基準設定に関する検討が不十分なために生徒の実態を適切に評価できなかった。教科会等で生徒の実態を共有し適切な難易度の課題を作成することや、段階的に評価できる生徒用ルーブリックの基準を開発することが必要である。

2 事象を論理的に考察し説明する活動について

検証結果から、4割程度の生徒が論理的に考察することや、説明ができていないことが分かった。そのため、数学的な根拠を基に考察し説明をする場面を授業に取り入れてた年間授業計画の作成を行うなどの工夫が必要である。

3 問題発見・解決の過程を振り返って考察を深めたり、評価・改善したりしようとする活動について

意識調査から意識の向上に有意な差がみられなかったことから、生徒が主体的に学習に取り組む活動を意識していないことが分かった。そのため、授業の導入で、「主体的に学習に取り組む態度」の評価の観点の趣旨を生徒に十分に理解させたり、生徒用ルーブリックに明示し、生徒に意識させたりする指導を継続的に行う必要がある。

4 生徒用ルーブリックを活用した評価について

意識調査から意識の向上に有意な差がみられなかったことから、生徒用ルーブリックの活用が学習への意欲向上につながることは確認できなかった。評価規準の表現を工夫するなどして、生徒にとって学習効果が上がることが実感できる生徒用ルーブリックを、教科内で協議・検討し開発を進める必要がある。また、生徒の自己評価と教員評価のずれが大きく、生徒の自己評価の質的向上も課題である。

5 教員による評価について

教員による複数の視点による評価は、生徒に多くの記述を要求する設問ほど、教員評価の差が大きくなることが分かった。解決策として、同一の評価となるように評価規準を明確にすることを意識し作成した上で、事前に打合せや評価訓練を行い、共通理解の下、評価する必要がある。

令和4年度 教育研究員名簿

高等学校・数学

| 学 校 名 | 職 名 | 氏 名 |
|--------------|------|--------|
| 東京都立墨田川高等学校 | 主任教諭 | 中地 拓真 |
| 東京都立富士高等学校 | 主幹教諭 | ◎鳥谷 部光 |
| 東京都立調布北高等学校 | 主任教諭 | 市原 聖高 |
| 東京都立王子総合高等学校 | 主任教諭 | 野澤 勇一 |
| 東京都立日野高等学校 | 主任教諭 | 長岡 光一 |
| 東京都立翔陽高等学校 | 主任教諭 | 森崎 真由美 |

◎ 世話人

〔担当〕 東京都教育庁指導部高等学校教育指導課
課長代理 鈴木 健太

令和4年度
教育研究員研究報告書
高等学校・数学

令和5年3月

編 集 東京都教育庁指導部指導企画課
所 在 地 東京都新宿区西新宿二丁目8番1号
電話番号 (03) 5320-6849