

高 等 学 校

令和 6 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	2
IV	研究の方法	3
V	研究の内容	4
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、個別最適な学びと協働的な学びを一体的に充実させるための授業改善 ～学習者の自立を促す指導方法～

I 研究主題設定の理由

高校部会テーマである、『全ての生徒の資質・能力を育成する、個別最適な学びと協働的な学びの実現に向けた授業改善』～各教科の見方・考え方を働かせた探究的な学習の実現～に基づき、以下のとおり検討を行った。

「高等学校学習指導要領」（以下「学習指導要領」という。）では、「主体的・対話的で深い学びの実現に向けた授業改善」が示され、教科の目標は、「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」の三つの柱で整理された。

『令和の日本型学校教育』の構築を目指して～全ての子どもたちの可能性を引き出す、個別最適な学びと、協働的な学びの実現～（答申）」（中央教育審議会 令和3年1月26日）（以下「答申」という。）においては、資質・能力を確実に習得させるための指導の個別化と、学習が最適となるよう調整する学習の個性化を、教師の視点から整理した概念が個に応じた指導であり、この個に応じた指導を学習者視点から整理した概念が個別最適な学びであることが示され、個別最適な学びを進めるためには、主体的に学習を調整できるよう促していくことが求められている。また、「東京都教育ビジョン（第5次）」（東京都教育委員会 令和6年3月）では、子供が自ら学び方を選択し、自立した学習者になることを目指した授業づくりの研究が掲げられている。

以上のことを踏まえ、本研究では、生徒が主体的に学習を調整することができるよう、学習者の自立を促す指導方法の検討が必要であると考えた。研究員所属校における現状を踏まえ、生徒自身が問題解決の過程を振り返って考察を深められる指導法や、自身の学習の状況を振り返り、自立して学習を調整できるようになる指導法の検討、また、数学的な活動を行う際に他者と考えを共有し深めることができるよう、効果的・効率的に協働的な学びを実現できるような授業形態の工夫に課題があると考えた。そこで、この課題の解決に向け、本研究の研究主題を、「数学的な見方・考え方を働かせた、個別最適な学びと協働的な学びを一体的に充実させるための授業改善～学習者の自立を促す指導方法～」と設定した。

II 研究の視点

1 数学科における個別最適な学びについて

答申では、「子供が自らの学習の状況を把握し、主体的に学習を調整することができるよう促していくことが求められる」と述べられている。また、「学習指導要領の趣旨の実現に向けた個別最適な学びと協働的な学びの一体的な充実に関する参考資料」（文部科学省初等中等教育局教育課程課 令和3年3月）では、『個に応じた指導』に当たっては、『指導の個別化』と『学習の個性化』という二つの側面を踏まえるとともに、ICTの活用も含め、児童生徒が主体的に学習を進められるよう、それぞれの児童生徒が自分にふさわしい学習方法を模索するような態度を育てることが大切である」と述べられている。

これらを踏まえ、本研究では、指導の個別化と学習の個性化の場面を通して、生徒自身の学習の調整につながる授業改善について検討することとした。

2 数学科における協働的な学びについて

答申では、「他者と協働しながら、あらゆる他者を価値のある存在として尊重し、様々な社会的な変化を乗り越え、持続可能な社会の創り手となることができるよう、必要な資質・能力を育成する『協働的な学び』を充実することも重要である。」と述べている。また、「高等学校学習指導要領解説数学編理数編」（以下「解説」という。）では、「問題解決の過程を振り返って、評価・改善しようとする態度を育成するためには、協働的な活動を通して、生徒同士の多様な考えを認め合うことも重要である。」と述べている。

これらを踏まえて本研究では、数学的活動を通して他者と考えを共有し、深めることができる協働的な学びを実現するための授業形態の工夫について検討することとした。

3 個別最適な学びと協働的な学びの一体的な充実について

答申では、「地域・学校や児童生徒の実情を踏まえながら、授業の中で『個別最適な学び』の成果を『協働的な学び』に生かし、さらにその成果を『個別最適な学び』に還元するなど、『個別最適な学び』と『協働的な学び』を一体的に充実し、『主体的・対話的で深い学び』の実現に向けた授業改善につなげていくことが必要である。」としている。また、解説では、主体的・対話的で深い学びの実現について、「1回1回の授業で全ての学びが実現されるものではなく、単元や題材など内容や時間のまとまりの中で、学習を見通し振り返る場面をどこに設定するか、グループなどで対話する場面をどこに設定するか、生徒が考える場面と教師が教える場面とをどのように組み立てるかを考え、実現を図っていくものである。」としている。

これらを踏まえて本研究では、1回の授業だけでなく、単元のまとまりを通して一体的な充実を図る授業改善について検討することとした。

Ⅲ 研究の仮説

学習指導要領における数学科の目標は「数学的活動」を通して、「数学的に考える資質・能力」を育成することである。本研究では、個別最適な学びと、協働的な学びを一体的に充実させ、主体的・対話的で深い学びの実現に向けた授業改善を図ることで、数学的に考える資質・能力を育成する必要があると考え、以下の仮説を設定した。

- (1) 問題解決の過程を振り返ったり、自らの学習状況を把握したりする学習活動を行うことで、生徒一人一人が自分に適した課題や学び方を見付けて取り組む個別最適な学びを実現させることで、数学的に考える資質・能力を育成することができる。
- (2) 日常生活や社会の事象を数学的に捉える教材を活用し、共同での活動や多様な意見を共有しつつ合意形成を図る活動等を取り入れることで協働的な学びを実現させ、数学的に考える資質・能力を育成することができる。
- (3) デジタル機器を効率的かつ目的に応じて活用することで、個別最適な学びと協働的な学びをより一体的に充実させることができる。

IV 研究の方法

本研究の仮説を検証するために、以下の方法で研究を行う。

1 意識調査の実施

研究員所属校において、日頃の数学の学習に対しての意識を把握したり、学習活動を振り返らせたりすることを目的として、事前意識調査を実施する。

また、単元全体を通して、生徒の変容を把握したり、仮説を検証したりすることを目的として、事後意識調査を実施する。

なお、意識調査の項目は、「VI 研究の成果」で示す。

2 学習指導計画の作成

- (1) 問題解決の過程を振り返ったり、生徒自らが学習状況を把握したりする活動
- (2) 自分に適した課題や学び方を見付けるために習熟の度合いに応じた課題に取り組む活動
- (3) 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、協働での活動や多様な意見を共有しつつ合意形成を図る活動
- (4) 授業時間を効率的に活用したり、他者と考えを共有したりする個別最適な学びと協働的な学びを一体的に充実させるデジタル機器の効果的活用

以上の活動やデジタル機器の活用について、単元や題材など内容や時間のまとまりの中で設定し、「指導の個別化」と「学習の個性化」の具体化により、生徒の学びのイメージを上げ、そうして上げた学びを、「協働的な学び」において生かして「深い学び」につなげるよう単元を見通して組み合わせる指導計画を作成する。

3 検証授業等の実施

「2 学習指導計画の作成」の内容に基づいた授業実践を、研究員所属校である中等教育学校1校、全日制普通科高等学校2校において行う。

指導計画において、単元の指導と評価の計画の欄に、「指導の個別化」、「学習の個性化」、「協働的な学び」について、その授業で特に重視する項目を示す。

また、生徒が学習状況を把握し、自分に適した課題や学び方を見付け、取り組む学習の調整を授業の目的に応じて行うために、各授業において振り返りシートを記入させる。

4 成果と課題

本研究の主題である「数学的な見方・考え方を働かせた、個別最適な学びと協働的な学びを一体的に充実させるための授業改善 ～学習者の自立を促す指導方法～」について、事前意識調査と事後意識調査の差を分析し、成果と今後の課題を整理する。

V 研究の内容

1 研究構想図

共通テーマ 「全ての生徒たちの可能性を引き出す、個別最適な学びと、協働的な学びの実現」

高校部会テーマ

全ての生徒の資質・能力を育成する、個別最適な学びと協働的な学びの実現に向けた授業改善
～各教科の見方・考え方を働かせた探究的な学習の実現～

数学科における「資質・能力」について

- (1) 数学における基本的な概念や原理・法則を体系的に理解するとともに、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
- (2) 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
- (3) 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

高校部会テーマにおける現状と課題

【現状】

- (1) 問題解決の過程及び自身の学習状況の省察・分析が十分とは言えず、自身の学習の調整に生かせていない。
- (2) 数学的活動の際に、他者と考えを共有し、深める場面が少ない。

【課題】

- (1) 「問題解決の過程」及び「自身の学習」の振り返りを効果的に行う必要がある。
- (2) 協働的な学びを実現するための授業形態を工夫する必要がある。

研究主題

数学的な見方・考え方を働かせた、個別最適な学びと協働的な学びを一体的に充実させるための授業改善
～学習者の自立を促す指導方法～

仮 説

- (1) 問題解決の過程を振り返ったり、自らの学習状況を把握したりする学習活動を行うことで、生徒一人一人が自分に適した課題や学び方を見つけて取り組む個別最適な学びを実現させることで、数学的に考える資質・能力を育成することができる。
- (2) 日常生活や社会の事象を数学的に捉える教材を活用し、共同での活動や多様な意見を共有しつつ合意形成を図る活動等を取り入れることで協働的な学びを実現させ、数学的に考える資質・能力を育成することができる。
- (3) デジタル機器を効率的かつ目的に応じて活用することで、個別最適な学びと協働的な学びをより一体的に充実させることができる。

研究方法

〔具体的方策〕

- (1) 問題解決の過程を振り返り、自らが学習状況を把握するための振り返りシートの活用
- (2) 自分に適した課題や学び方を見付けるための習熟の度合いに応じた課題の提供
- (3) 協働での活動や多様な意見を共有するため、デジタル機器を活用し他者との考えを共有
- (4) 個別最適・協働的な学びの一体的な充実に向け、デジタル機器を用いた授業の効率化

〔検証方法〕

アンケート結果やワークシートの記述内容等を分析することで、以下について検証する。

- (1) 学習状況の適切な把握や効果的な指導の充実に向けた振り返りができていたか
- (2) 自分に適した課題や学び方を見付けることができていたか
- (3) 協働的な学びの充実が図れたか
- (4) デジタル機器を用いることで、数学的に考える資質・能力を育成できたか

2 実践事例 検証授業Ⅰ（中等教育学校 第5学年）

(1) 教科・科目・単元名

ア 教科・科目 数学・数学B

イ 単元名 第2章 統計的な推測 第1節 確率分布

(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 数学における基本的な概念や原理・法則を体系的に理解するとともに、数学と社会生活との関わり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 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。

ウ 数学のよさを認識し数学を活用しようとする態度、粘り強く柔軟に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

統計的な推測について、数学的活動を通して、その有用性を認識するとともに次の事項を身に付ける。

ア 知識及び技能

- ・ 確率変数と確率分布について理解すること
- ・ 二項分布と正規分布の性質や特徴について理解すること

イ 思考力、判断力、表現力等

- ・ 確率分布や標本分布の特徴を、確率変数の平均、分散、標準偏差などを用いて考察すること

ウ 主体的に学習に取り組む態度

- ・ 事象を統計的な推測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すること。
- ・ 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事

(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) 確率変数の変換公式を理解し、それを利用して、期待値、分散、標準偏差を求めることができる。	(ア) 確率変数の期待値、分散に関する公式を、その定義や既知の公式を用いて導くことができる。	(ア) 確率的な試行の結果を表すのに確率分布を用いることのよさに気づき、確率分布について積極的に考察しようとしている。
(イ) 独立な確率変数の積の期待値、和の分散を求めることができる。	(イ) 二項分布に従う確率変数の期待値、分散に関する公式を、その定義や既知の公式を用いて導くことができる。	(イ) 二項分布のグラフを用いて、確率変数の期待値、分散の意味を考察しようとしている。
(ウ) 連続的な確率変数について理解し、確率変数の確率、期待値、分散を求めることができる。	(ウ) 日常の身近な問題を統計的に処理するのに正規分布を利用することができる。	(ウ) 連続的な確率変数である正規分布に興味をもち、正規分布について積極的に考察しようとしている。

(エ) 標準正規分布に従う確率変数 Z についての確率を求めることができる。 (オ) 正規分布に従う確率変数 X を標準正規分布に従う確率変数 Z に変換して確率を求めることができる。 (カ) 二項分布を正規分布で近似して確率を求めることができる。		
--	--	--

(5) 単元の指導と評価の計画 (10 時間扱い)

※ 指→指導の個別化…生徒一人一人の特性や学習進度、学習到達度等に応じ、指導方法・教材や学習時間等の柔軟な提供・設定を行うこと

学→学習の個性化…教師が生徒一人一人に応じた学習活動や学習課題に取り組む機会を提供することで、生徒自身が、学習が最適となるよう調整すること

協→協働的な学び…協働での活動や多様な意見を共有しつつ合意形成を図る活動

	学習活動	指	学	協	評価規準 (評価方法)
第 1 時	確率的な試行の結果を表すのに確率分布を用いることのよさに気づき、確率分布について積極的に考察する。		○	○	ウ(ア) (提出物、行動観察)
第 2 時	確率変数の期待値、分散の定義に基づき、期待値、分散に関する公式を導く。	○			イ(ア) (提出物、行動観察)
第 3 時	確率変数の変換公式を導き、それを利用して期待値、分散、標準偏差を求める。	○		○	ア(ア) (提出物)
第 4 時	独立な確率変数の積の期待値、和の分散の公式を導き、それを利用して期待値、分散を求める。	○			ア(イ) (提出物)
第 5 時 (本時)	二項分布のグラフを用いて、確率変数の期待値、分散の意味を再考察する。		○	○	ウ(イ) (提出物、表計算ソフト、行動観察)
第 6 時	二項分布に従う確率変数の期待値、分散に関する公式を導き、それを利用して期待値、分散を求める。	○		○	ア(ウ) (提出物) イ(イ) (提出物、行動観察)
第 7 時	連続的な確率変数について理解し、確率変数の確率、期待値、分散を求める。		○	○	ア(エ) (提出物)
第 8 時	標準正規分布に従う確率変数 Z についての確率が求められる。	○			ア(オ) (提出物)
第 9 時	正規分布に従う確率変数 X を標準正規分布に従う確率変数 Z に変換して確率を求める。	○			ア(カ) (提出物)
第 10 時	二項分布を正規分布で近似して確率を求める。		○	○	イ(ウ) (提出物、行動観察) ウ(ウ) (提出物、行動観察)

(6) 本時 (全 10 時間中の 5 時間目)

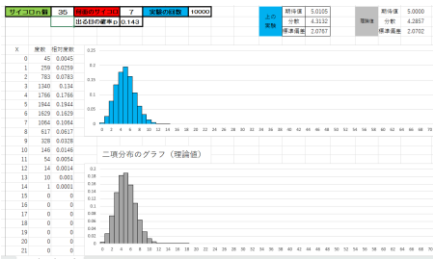
ア 本時の目標

二項分布のグラフを用いて、確率変数の期待値、分散の意味を再考察する。

イ 仮説に基づく本時のねらい

サイコロを転がすという日常的な事象を扱うことで、事象を数学的に捉えることができる。また、デジタル機器を効果的に活用して、他者と自分の考えを共有することで、個別最適な学びと協働的な学びを一体的に充実させ、自分の考えを深める。

ウ 本時の展開

時間	学習内容・学習活動	指導上の留意点	評価規準 (評価方法)
導入 5分	○ 10個のサイコロを同時に投げたとき、1の目がでるサイコロが何個くらいありそうか予想する。 ○ 予想を共有する。 S1: 1個から2個くらい S2: 1.6個くらい	- ワークシートを配布する。 - 小数第1位まで予想させる。 - 周囲の生徒と共有させる。S1、S2などの生徒を指名し、予想の根拠を全体で共有して、板書する。	
展開 35分	○ 表計算ソフト①を用いて、 10個のサイコロ同時に投げる実験を100回、1000回、5000回行う。 実験の回数が多くなればなるほど、グラフの形が大きく変わらないことから、期待値を予想する。  表計算ソフト① ○ 実験を踏まえて考察した期待値の理由を周囲の生徒と共有する。 ○ 表計算ソフト②を用いて、 次のア～エを満たすサイコロの個数とサイコロの面の種類の組合せを考え、グラフの特徴について考える。 ア 理論値の標準偏差≒0.5 イ 理論値の標準偏差≒2.0 ウ 理論値の標準偏差≒4.0 エ 理論値の期待値≒5.0 かつ標準偏差≒2.0 ○ 標準偏差とグラフの関係を考え、標準偏差から分布の散らばり具合が分かることを周囲の生徒と共有し理解を深める。  表計算ソフト②	- 学習支援アプリで表計算ソフト①を配布し、左の実験に取り組む。 - サイコロの個数は10個、サイコロの面数は6で固定する。 - 実験の回数のパラメーターを変更するように指示する。 - 導入で予想した期待値とのずれや実験を踏まえて考察した期待値の根拠を共有させる。 - 学習支援アプリで表計算ソフト②を配布し、左記ア～エを満たすサイコロの個数とサイコロの面の種類を選びグラフの形を調べさせる。さらに、グラフの形や標準偏差から読み取れることを考えさせる。 - 周囲の生徒と共有させる。 - 標準偏差が小さくなるのは、どのパラメーターをどう変化させたときかを、必要に応じて発問する。 - 標準偏差が小さいと、分布がある部分の近くに集中することに気付かせる。その部分が期待値であることを伝える。 - 習熟に応じて、データの分布の大部分が平均値(期待値)から±3倍の標準偏差の範囲内に収まることに気付かせる。 - 生徒の実態に応じて、標準偏差が小さく(大きく)なるのは、どのパラメーターをどう変化させるときに発問する。	ウ(イ) (表計算ソフト、行動観察)
まとめ 5分	○ 本時の振り返りをワークシートに記入させる。	実験を通して気付いたことや疑問に思ったことがあれば、記入させる。	ウ(イ) (提出物)

(7) 本時の振り返り

ア 具体的方策

本時では、表計算ソフトを活用し投げる回数やサイコロの個数・面の数を変更するだけで期待値やグラフなどを自動で計算してくれる試行を行った。生徒が個別で試行の結果を分析し、他者と考えを共有することで、自身の考えを深めさせた。

イ 生徒の取組

導入時に直感的な予想もあれば、 $10 \div 6 \div 1.6$ を根拠とした予想もあった。サイコロを投げる試行を行い、試行の結果やグラフの特徴から期待値について再度予想した。その後、周囲の生徒と共有したことで、多くの生徒が適切な予想ができた。次に、条件に適するようにサイコロの個数及び面数を変更し、グラフの形状に着目した。グラフの特徴から標準偏差について気付いたことを、周囲の生徒と共有することで、標準偏差の意味を再確認することができた。

(8) 成果と課題

サイコロの個数や面数の変更方法を改善しようとするなど、「問題解決の過程」や「自身の学習」を振り返り、自らの学び方を見付けようとする姿勢が見られた。

「日常生活や社会の事象を数学的に捉える教材」として、サイコロを取り上げ、10個のサイコロ同時に投げる実験を実施した。生徒の予想は直感的なものや既習事項に基づくものであったため、他者の考え及びその差異を授業展開に生かすことができた。また、サイコロ10個を10000回振ることは難しいが、デジタル機器を活用することで可能となった。その結果、生徒たちは様々な値でグラフの変化を視覚的に確認でき、気付く点も多岐にわたるようになり、学習の個別化を促進することができた。

3 実践事例 検証授業Ⅱ（第1学年）

(1) 教科・科目・単元名

ア 教科・科目 数学・数学Ⅰ

イ 単元名 第5章 データの分析

(2) 教科・科目の目標

検証授業Ⅰと同様

(3) 単元の目標

データの分析について、数学的活動を通して、その有用性を認識するとともに、次の事項を身に付ける。

ア 知識及び技能

- ・ 分散、標準偏差、散布図及び相関係数の意味やその用い方を理解すること
- ・ 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
- ・ 具体的な事象において仮説検定の考え方を理解すること

イ 思考力、判断力、表現力等

- ・ データの散らばり具合や傾向を数値化する方法を考察すること

- ・ 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

ウ 主体的に学習に取り組む態度

- ・ 事象をデータの分析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すること
- ・ 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

(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) 分散、標準偏差の定義とその意味を理解し、それらに関する公式を用いて、分散、標準偏差を求めることができる。 (イ) 相関係数の定義とその意味を理解し、定義に従って求めることができる。 (ウ) 仮説検定の考え方を理解し、具体的な事象に当てはめて考えることができる。	(ア) データの分布の仕方によって、適切な代表値について考察し判断する力が身に付いている。 (イ) データの中に他の値から極端にかけ離れた外れ値が含まれる場合について、外れ値の背景を探ることの利点を考察することができる。 (ウ) 散布図を作成し、二つの変量の間の相関を考察することができる。	(ア) 身近な統計における代表値の意味について考察しようとしている。 (イ) 相関の強弱を数値化する方法を考察しようとしている。 (ウ) 相関関係と因果関係の違いについて考察しようとしている。 (エ) 身近な事柄において、仮説検定の考え方を活用して判断しようとしている。

(5) 単元の指導計画と評価の計画（7時間扱い）

	学習活動	指	学	協	評価規準 (評価方法)
第1時	身近な統計における代表値の意味について考察する。	○		○	イ(ア) (提出物、行動観察) ウ(ア) (提出物、行動観察)
第2時	データの中に他の値から極端にかけ離れた外れ値が含まれる場合について、外れ値の背景を探ることの利点を考察する。	○		○	イ(イ) (提出物、行動観察)
第3時	分散、標準偏差の定義とその意味を理解し、それらに関する公式を用いて、分散、標準偏差を求める。	○		○	ア(ア) (提出物)
第4時	相関係数の定義とその意味を理解し、定義に従って求める。	○		○	ア(イ) (提出物) イ(ウ) (提出物、行動観察)
第5時 (本時)	相関の強弱を数値化する方法・相関関係と因果関係の違いについて考察しようとする。		○	○	ウ(イ) (提出物、行動観察) ウ(ウ) (提出物、行動観察)
第6時	仮説検定の考え方を理解する。		○	○	ア(ウ) (提出物)
第7時	身近な事柄において、仮説検定の考え方を活用しようとする。	○		○	ウ(エ) (提出物、行動観察)

(6) 本時（全7時間中の第5時）

ア 本時の目標

相関の強弱を数値化する方法・相関関係と因果関係の違いについて考察しようとする態度を身に付ける。

イ 仮説に基づく本時のねらい

探究的なプロセスを意識し、考察する活動を取り入れることで、自身の学習を振り返る。日常生活の事象をテーマにし、デジタル機器を適切に利活用することで、個別最適な学びと協働的な学びの一体的な充実を実現する。

ウ 本時の展開

時間	学習内容・学習活動	指導上の留意点・配慮事項	評価規準 (評価方法)
導入 5分	○ 前時の学習内容である、相関係数の定義とその意味、計算方法について確認する。		
展開 40分	表計算ソフトを用いて提示するデータから、相関係数の算出をする。 ○ 相関係数の算出方法について、公式の確認と表計算ソフトの関数等について確認を行う。 ○ 関心のある2科目を選択し、相関係数を算出する。 ○ ペアになり、互いの計算を確認・考察する。 ○ 他の生徒と共同編集が可能なソフト（以下、「共同電子ノート」という。）に自身が算出した結果を記入する。 ○ 「正の相関」・「負の相関」を示す組み合わせをペアごとにそれぞれ予想し、算出する。 ○ 4人のグループで、「相関係数の強弱の基準」「サンプルサイズが変わると何がかわるか」「相関係数から分かること・分からないことは何か」を考察し、意見交換する。 ○ 相関関係と因果関係の違いについて考察、話し合い活動をする。	- 扱うデータは身近な各教科における考查の得点のサンプルデータ（生徒のデータではない）とする。 - 仮説を立てさせてから求めさせる。 - 共同電子ノートにある全員の結果や、4人で算出した結果を参考として考察させる。他者と様々な見方・考え方を共有することを目指す。	ウ(イ) (提出物、行動観察) ウ(リ) (提出物、行動観察)
まとめ 5分	○ サンプルサイズの少ないもの、多いものとの比較をする。 ○ 統計的な見方・考え方の留意点を確認する。 ○ 振り返りを行い、自身の課題を見付ける。	サンプルサイズにおける影響や因果関係の判断方法にも触れる。	

(7) 本時の振り返り

ア 具体的方策

検証データが示された表計算ソフトを配布し、まず生徒が個人で相関係数を求めた。算出した相関係数をペアで再計算し合い、共同電子ノートを用いて、それぞれの相関係数をクラス全体に共有し、班別協議を行った。

イ 生徒の取組

本時では、考查の得点のサンプルデータを基に、教科間における相関関係を予測、算出した。与えられた複数教科の得点データを基に、表計算ソフトを活用し、教科間の相関係数を求めた。その結果を生徒同士で計算し合い、お互いの相関係数の値について考察をした。また、各々の結果は共同電子ノートを用いてクラス全体で共有し、他の生徒の算出した相関係数も確認した。グループワークを通して相関係数の有用性や注意点に関する理解を深めた。

(8) 成果

データを基に、仮説を立て、検証し、考察する、探究的なプロセスを取り入れ、問題解決の過程を意識させた授業展開とした。考えた仮説とは全く異なる結果となる生徒も一定数見られた。問題解決の過程を重視することで、結果に対する考察を深めることにつながった。また、授業の最後に本時の振り返りを行い、自身の課題を明確にさせたことが、次の授業までに課題設定をする一助となった。

相関係数を求めるデータサンプルとして、各教科における考查の得点のサンプルデータを取り扱った。全生徒にとって身近なものであり、興味・関心をもつ生徒は多かった。また、生徒ごとに教科に対して興味の度合いの差もあり、様々な仮説が立ち、文系科目と理系科目の相関関係や相関係数の強弱の基準などについての見方・考え方を共有することができていた。

デジタル機器を活用することで、手計算では困難なビックデータの統計処理が可能となった。また、共同電子ノートを利用することで、各生徒が求めた結果や考え方を共有することが可能となった。

個人で取り組んだ結果をペアワークで確認することで、相関係数において誤って分散を使わないように強調することができた。また、データを共有することで、他者の考え方を同時に確認することができるため、話し合い活動で多角的に考察することができた。

4 実践事例 検証授業Ⅲ（第1学年）

(1) 教科・科目・単元名

ア 教科・科目 数学・数学Ⅰ

イ 単元名 第2章 二次関数 第1節 関数とグラフ

(2) 教科・科目の目標

検証授業Ⅰと同様

(3) 単元の目標

二次関数について、数学的活動を通して、その有用性を認識するとともに、次の事項を身に付ける。

ア 知識及び技能

- ・ 二次関数の値の変化やグラフの特徴について理解すること

イ 思考力、判断力、表現力等

- ・ 二次関数の式とグラフとの関係について、コンピュータなどの情報機器を用いてグラフをかくなどして多面的に考察すること
- ・ 二つの数量の関係に着目し、日常の事象や社会の事象などを数学的に捉え、問題を解決したり、解決の過程を振り返って事象の数学的な特徴や他の事象との関係を考察したりすること

ウ 主体的に学習に取り組む態度

- ・ 事象を二次関数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すること

- ・ 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

(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) 二次関数のグラフの特徴を理解できる。 (イ) 二次関数のグラフをかくことができる。	(ア) 二次関数の式とグラフとの関係について、平行移動の考えを用いるなどして多面的に考察できる。	(ア) 問題解決の過程を振り返って改善しようとする。

(5) 単元の指導と評価の計画（12 時間扱い）

	学習活動	指	学	協	評価規準 (評価方法)
第 1 時	対応表を作成し、座標平面（目盛りあり）に二次関数 $y = ax^2$ のグラフをかく。	○		○	ア (イ) (小テスト)
第 2 時	二次関数 $y = ax^2$ のグラフの特徴を理解する。		○	○	ア (ア) (小テスト)
第 3 時	対応表を作成せずに、座標平面（目盛りなし）に二次関数 $y = ax^2$ のグラフをかく。	○		○	ア (ア) (小テスト)
第 4 時 (本時)	対応表を作成し、座標平面（目盛りあり）に二次関数 $y = ax^2 + q$ のグラフをかく。	○		○	ア (イ) (小テスト)
第 5 時	二次関数 $y = ax^2 + q$ のグラフを平行移動に着目して考察する。		○	○	イ (ア) (小テスト、提出物)
第 6 時	対応表を作成せずに、座標平面（目盛りなし）に二次関数 $y = ax^2 + q$ のグラフをかく。	○		○	ア (ア) (小テスト)
第 7 時	対応表を作成し、座標平面（目盛りあり）に二次関数 $y = a(x - p)^2$ のグラフをかく。	○		○	ア (イ) (小テスト)
第 8 時	二次関数 $y = a(x - p)^2$ のグラフを平行移動に着目して考察する。		○	○	イ (ア) (小テスト)
第 9 時	対応表を作成せずに、座標平面（目盛りなし）に二次関数 $y = a(x - p)^2$ のグラフをかく。	○		○	ア (ア) (小テスト)
第 10 時	2 つの関数を比較し、 x 軸方向と y 軸方向にどれだけ移動したか求める。	○		○	イ (ア) (小テスト、提出物)
第 11 時	二次関数 $y = a(x - p)^2 + q$ のグラフを平行移動に着目して考察する。		○		イ (ア) (小テスト、提出物)
第 12 時	対応表を作成せずに、座標平面（目盛りなし）に二次関数 $y = a(x - p)^2 + q$ のグラフをかく。	○		○	ア (ア) (小テスト) ウ (ア) (提出物、行動観察)

(6) 本時（全 12 時間中の 4 時間目）

ア 本時の目標

二次関数 $y = ax^2 + q$ のグラフをかくことができる。

イ 仮説に基づく本時のねらい

小テストを行い、自身の課題を把握し、学習を調整する態度を身に付ける。

デジタル機器を効果的に活用して、他者と考えを共有することで理解を深め、個別最適な学びと協働的な学びをより一体的に充実させる。

ウ 本時の展開

時間	学習内容・学習活動	指導上の留意点	評価規準 (評価方法)
導入 5 分	○ 本時の目標を確認する。	・ 前回の学習内容を振り返った上で本時の学習内容を説明する。	
展開 10 分	○ 二次関数 $y = ax^2 + q$ のかき方を確認する。	・ 説明時間の短縮や生徒が繰り返し説明を確認することで理解が深められるよう説明動画を作成する。 ・ 二次関数 $y = ax^2 + q$ と $y = ax^2$ のグラフが同じ形であることを説明する。	

展開 20 分	○ 班ごとに次のグラフをかく。 (1) $y = 2x^2 - 2$ (2) $y = x^2 + 2$ (3) $y = -2x^2 + 1$ (4) $y = -2x^2 - 2$ ○ 各班 1 名ずつ共同電子ノートに結果を入力する。	- 他者と考えを共有しながら、協働して問題を解く場面を設定する。 - 共同電子ノートにある他の班の解答を見て、自身の解答や考え方が正しいのか判断しながら学習調整することを目指す。	
まとめ 15 分	○ ワークシート裏面のテストを行う。 ○ 丸付けを行う。 ○ 振り返りを行い、自身の課題を見付ける。	- 全員が解き終わったら、ワークシートを回収する。 - 小テストの解説をする。二次関数 $y = ax^2 + q$ における q の符号や値により、y 軸方向に移動する方向や大きさが変わってくことを説明する。	ア(イ) (小テスト)

(7) 本時の振り返り

ア 具体的方策

生徒が繰り返し説明を確認することで理解が深められるよう説明動画を作成し、二次関数 $y = ax^2 + q$ のグラフのかき方を説明した。個人での演習時間、班での演習時間を設定し、共同電子ノートで解答を共有することで理解を深めた。最後に小テストを実施し、自身の課題を発見した。

イ 生徒の取組

x の値を関数に代入し、 y の値を求めることで対応表を作成した。その対応表から関数を通る点を座標平面に打ち、点を結ぶことで二次関数 $y = ax^2 + q$ のグラフをかいた。その後、班ごとに割り当てられた関数の図示に取り組んだ。各班で相談しながら導き出した結果は、共同電子ノートでクラス全体に共有し、他の班がかいたグラフを確認した。問題解決の過程の振り返りを行い、学習の調整を図った。

(8) 成果

黒板では図示するのに時間がかかる二次関数 $y = ax^2 + q$ のグラフを、デジタル機器の活用で、短時間での図示が可能となり、授業時間の効率化を図ることができた。その結果、協働的に問題を解決する場面設定と振り返りの場面設定が可能となった。

共同電子ノートで他の班がかいたグラフを確認し、自身の解答について改善を図ろうとする様子が見られた。また、小テストで明確になった自身の課題を把握し、間違いを直すだけでなく、数字を入れ替えるとどうなるかなど学習を深めようとする態度が見られた。

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 1 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（1：当てはまる、2：どちらかといえば当てはまる、3：どちらかといえば当てはまらない、4：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 1 意識調査の質問項目

項目	質問項目
1	（数学の学習の仕方について質問します。）数学の問題に取り組んだとき、何が分かり、何が分からなかったのか、振り返って考えようとしていますか。
2	（数学の学習の仕方について質問します。）数学の問題を解くとき、必要に応じて友達や先生に聞いたり、教科書や ICT 端末を使ったりするなど自分に適する学び方を選択することができていますか。
3	（数学の授業について質問します。）数学の知識や技能を日常生活や社会の場面に利用することがあります。
4	（数学の授業について質問します。）他者と協力して問題を解決したり、互いの考えを出し合ったりする活動を行うことがありますか。
5	（数学の授業について質問します。）他者と協力して問題を解決したり、互いの考えを出し合ったりする活動は、自分自身の学習の改善に役立ったと思いますか。
6	（数学の授業について質問します。）自力で解決する時間をとることは、他者と協力して問題を解決したり、互いの考えを出し合ったりする活動に役立ったと思いますか。
7	（数学の授業について質問します。）5 と 6 の活動を効果的に行うために ICT 端末が役に立っていますか。
8	数学の授業を通して知識・技能は身に付いたと感じますか。
9	数学の授業を通して思考力・判断力・表現力は身に付いたと感じますか。
10	数学の授業を通して主体的に学びに向かう態度は身に付いたと感じますか。

(2) 意識調査の結果の分析 1

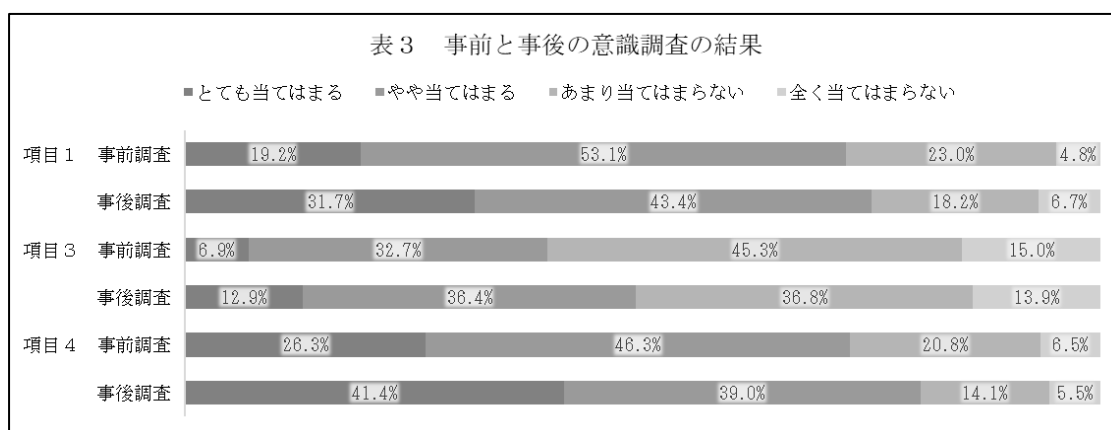
表 2 は、事前と事後の結果について要約統計量を算出し、t 検定を行った結果である。項目 1、3、4 において、統計上有意味な差が観測された。なお、数値が低くなっていることは良化していることを意味している。

表 2 t 検定の結果 ※ $p < .05$ ※※ $p < .01$

項目	事前		事後		p
	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差	
1	2.13	0.60	2.00	0.77	$p = .011^*$
3	2.69	0.67	2.52	0.78	$p = .002^{**}$
4	2.08	0.73	1.84	0.75	$p < .001^{**}$

(3) 意識調査の結果の分析 2

表 3 は、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。



(4) 意識調査の結果の考察

項目1に対して、事前と事後の結果に有意な差がみられ、平均値が2.13から2.00と良化した。また、最高値1で回答の割合が19.2%から31.7%へ12.5ポイント上昇した。この結果から、「数学の学習において、生徒自身が振り返りを行うようになった」ことが示された。

項目3に対して、事前と事後の結果に有意な差がみられ、平均値が2.69から2.52と良化した。また、最高値1で回答の割合が6.9%から12.9%へ6.0ポイント上昇した。この結果から、「数学の授業を通して、日常生活や社会の場面を教材に取り入れることで、生徒自身の生活の中で数学化をするようになった」ことが示された。

項目4に対して、事前と事後の結果に有意な差がみられ、平均値が2.08から1.84と良化した。また、最高値1で回答の割合が26.3%から41.4%へ15.1ポイント上昇した。この結果から、「数学の授業において、他者と協力して問題を解決したり、互いの考えを出し合ったりする活動を行うようになった」ことが示された。

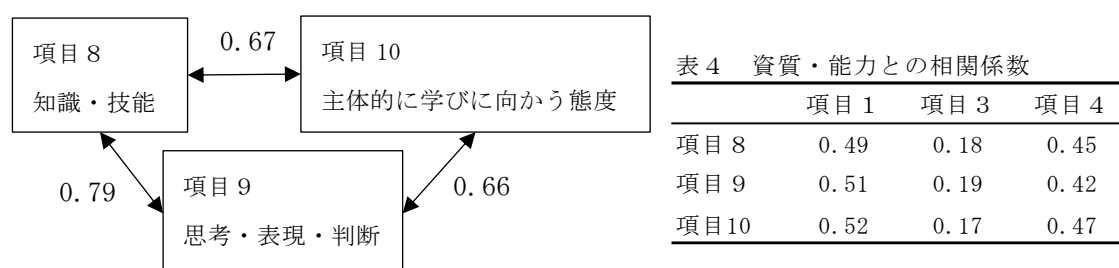


図1 資質・能力における相関係数

また、図1のように項目8、9、10はそれぞれ強い相関が見られた。このことから項目8、9、10は数学的に考える「資質・能力」であることが示された。表4のように項目8、9、10において、項目1、4と相関がみられた。また、項目3とは弱い相関が見られた。数学的な資質・能力を向上させるために、振り返り活動、日常生活や社会の事象を数学的に捉える教材、協働的な学びを授業に取り入れることが有効であると考えられる。

以上のことから、単元やまとまりの中で、個別最適な学びと協働的な学びを一体的に充実させた授業を行うことで数学的な資質・能力を向上し、学習者の自立を促すことが可能であるといえる。

VII 今後の課題

1 「個別最適な学び」の実現に向けた課題

- 意識調査の結果、自由記述の内容などから、デジタル機器の使用に慣れていない生徒について、多くの調査項目で改善が見られなかった。
- 生徒の習熟に応じた課題の質と量についての研究を深める必要がある。また、生徒の習熟を授業内で把握するためには、授業中の観察だけでは不十分で、工夫が必要である。
- 個に応じた課題の準備には、生徒の学習状況等の情報収集や生徒が課題を選択する方法の検討を含め、多くの時間がかかる。また、全員が一律に取り組まない課題の適切な評価方法について検討する必要がある。
- デジタル機器やアプリケーションの不具合の解消に時間がとられることにより、個別の指導の時間等が減少する場面があった。不具合により、学習意欲の低下にもつながる様子も見られたため、教員及び生徒のデジタル機器への対応力の向上が課題である。

2 「協働的な学び」の実現に向けた課題

- これまでの深い学びにつながる「一斉授業」も知識の習得のために必要不可欠であり、単元や年間の指導計画において、協働的な学びとの授業時間のバランスについては更に検討が必要である。
- 協働的な学びが充実できたかどうかを、生徒自身が振り返ることができる方法について検討する必要がある。
- デジタル機器を活用して協働的な学びを実現する際には、他者とのデータや教材の共有をスムーズに行う必要があり、教員及び生徒のデジタル機器や統合型学習支援サービスの使用方法の習熟をより高める必要がある。

3 個別最適な学びと協働的な学びの「一体的な充実」に向けた課題

- 学習の個性化は、生徒ごとに取り組む課題に違いが生じたり、習熟の度合いの差が広がったりすることもあり、授業における協働的な学びにつなげることが難しい一面もあるため、その手法について研究を深める必要がある。
- 単元ごとで「一体的な充実」ができるよう、指導計画について検討したが、日常生活や社会の事象を数学的に捉える教材の活用が難しい単元や、協働的な学びよりも個別最適な学びを優先したい単元もあった。単元ごとで検討しても、取組に偏りが生じるため、一体的な充実のためには、入学から卒業までを見通した指導計画の検討が必要である。
- 生徒の学習にとって効果的なデジタル機器の利活用や「一体的な充実」を目指した授業計画を進めるためには、教科を問わず学校全体で取り組む必要がある。

令和6年度 教育研究員名簿

高等学校・数学

学 校 名	職 名	氏 名
東京都立足立東高等学校	主任教諭	武 居 悠 太
東京都立八潮高等学校	教 諭	山 崎 貴 弘
東京都立墨田川高等学校	主任教諭	宇治川 雅 也
東京都立篠崎高等学校	教 諭	生天目 敦 貴
東京都立北園高等学校	主任教諭	横 山 威 信
東京都立立川国際中等教育学校	主幹教諭	◎秋 庭 慎 吾
東京都立田無工科高等学校	主任教諭	田 邊 嵩 章
東京都立羽村高等学校	主任教諭	藤 崎 晃 基

◎ 世話人

〔担当〕 東京都教育庁指導部高等学校教育指導課
指導主事 志村 大介

令和 6 年度
教育研究員研究報告書
高等学校・数学

令和 7 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