

高等学校

平成 30 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	3
III	研究仮説	4
IV	研究方法	4
V	研究内容	6
VI	研究の成果	21
VII	今後の課題	23

研究主題	数学的な見方・考え方を働かせ、数学的活動を通して、深い学びを実現するための授業改善と学習評価
------	---

I 研究主題設定の理由

1 背景

「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、「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。(中略) こうした変化の一つとして、進化した人工知能 (AI) が様々な判断を行ったり、身近な物の働きがインターネット経由で最適化されたりする IoT が広がるなど、Society5.0 とも呼ばれる新たな時代の到来が、社会や生活を大きく変えていくとの予測もなされている。また、情報化やグローバル化が進展する社会においては、多様な事象が複雑さを増し、変化の先行きを見通すことが一層難しくなっている。(中略) このような時代にあって、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が求められている。」と述べられている。

2 これからの時代に求められる「資質・能力」の育成

「幼稚園、小学校、中学校、高等学校及び特別支援学校の学習指導要領等の改善及び必要な方策等について(答申)」(中央教育審議会 平成 28 年 12 月 21 日 (以下、「答申」と表記。))では、「「生きる力」をより具体化し、教育課程全体を通して育成を目指す資質・能力を、ア「何を理解しているか、何ができるか(生きて働く「知識・技能」の習得)」、イ「理解していること・できることをどう使うか(未知の状況にも対応できる「思考力・判断力・表現力等」の育成)」、ウ「どのように社会・世界と関わり、よりよい人生を送るか(学びを人生や社会に生かそうとする「学びに向かう力・人間性等」の涵養)」の三つの柱」に整理することが提言された。

また、解説では、主体的・対話的で深い学びの実現に向けた授業改善をするために、「単元など内容や時間のまとまりを見通して、その中で育む資質・能力の育成に向けて、数学的活動を通して、生徒の主体的・対話的で深い学びの実現を図るようにすること。その際、数学的な見方・考え方を働かせながら、日常の事象や社会の事象を数理的に捉え、数学の問題を見だし、問題を自立的、協働的に解決し、学習の過程を振り返り、概念を形成するなどの学習の充実を図ること。」と述べられ、これからの時代に求められる「資質・能力」を育成するためには、各教科・科目等の特質に応じた見方・考え方を働かせ「深い学び」を実現させ

る授業改善が求められている。

3 授業改善と学習評価における現状と課題について

「算数・数学ワーキンググループにおける審議の取りまとめについて（報告）」（平成 28 年 8 月 26 日（以下、「報告」と表記。）」では、「高等学校では、「数学の学習に対する意欲が高くないこと」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。」と述べられている。また、平成 30 年度全国学力・学習状況調査の結果から、「事象を数学的に解釈し、問題解決の方法を数学的に説明することに課題がある。」、「数学的な結果を事象に即して解釈することを通して、成り立つ事柄を判断し、その理由を数学的な表現を用いて説明することに課題がある。」ことが明らかになった。さらに、答申では、「学ぶことと自分の人生や社会とのつながりを実感しながら、自らの能力を引き出し、学習したことを活用して、生活や社会の中で出会う課題の解決に主体的に生かしていくという面から見た学力には、課題があることが分かる。」が挙げられており、数学において育成を目指す資質・能力が十分に身に付いていないことが示された。

このような現状を受け、本研究では、「グラフや表、立式における数学的な表現が適切にできるよう発問や学習活動の工夫をすること」、「習得した知識・技能を活用することができるよう授業改善し、評価方法を工夫すること」、「自己の学習活動を振り返る手だてを工夫すること」を課題と捉えた。

4 高等学校数学科における主題設定について

本研究では、数学科における資質・能力、すなわち「知識及び技能」、「思考力、判断力、表現力等」、「学びに向かう力、人間性等の涵養^{かんよう}」を、以下の通り定義した。

- ・原理・法則を体系的に理解したり、数学的に処理したりするための知識及び技能
- ・論理的な思考力、多様な考えに対し事象の本質や他の事象との関係を認識した判断力、数学的で簡潔・明瞭・的確な表現力
- ・数学を活用し、粘り強く考え、問題解決を通し考察を深めようとする態度

また、解説の「高等学校数学科の目標をなす資質・能力の三つの柱は、数学的な見方・考え方と数学的活動に相互に関連をもたせながら、全体として育成されることに配慮することが必要である。」という視点や、『深い学び』の視点に関して、各教科等の学びの深まりの鍵となるのが『見方・考え方』である。各教科等の特質に応じた物事を捉える視点や考え方である『見方・考え方』を、習得・活用・探究という学びの過程の中で働かせることを通じて、より質の高い深い学びにつなげることが重要である。」という視点から、「深い学び」の実現のための数学的な見方・考え方と数学的活動に主眼を置いた。

そこで、研究主題を「数学的な見方・考え方を働かせ、数学的活動を通して、深い学びを実現するための授業改善と学習評価」とし、数学科における資質・能力を育成するために、特に「深い学び」に重点を置き、授業改善と学習評価についての研究を行うこととした。

Ⅱ 研究の視点

1 数学科における「主体的・対話的で深い学び」

答申では、「子供たちが、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、これからの時代に求められる資質・能力を身に付け、生涯にわたって能動的に学び続けることができるようにするため、子供たちが『どのように学ぶか』という学びの質を重視した改善を図っていくこと」が求められている。さらに、学びの質を高めていくためには、「主体的・対話的で深い学び」の実現に向けて、授業改善に向けた取組を活性化していくことが重要であると述べている。

また、答申では、数学科における「主体的・対話的で深い学び」は、「児童・生徒自らが、問題の解決に向けて見通しをもち、粘り強く取り組み、問題解決の過程を振り返り、よりよく解決したり、新たな問いを見いだしたりする（主体的な学び）」、「事象を数学的な表現を用いて論理的に説明したり、よりよい考えや事柄の本質について話し合い、よりよい考えに高めたり事柄の本質を明らかにする（対話的な学び）」、「数学に関わる事象や、日常生活や社会に関わる事象について数学的な見方・考え方を働かせ、数学的活動を通じて、新しい概念を形成したり、よりよい方法を見いだしたりするなど、新たな知識・技能を身に付けてそれらを統合し、思考、態度が変容する（深い学び）」と述べられている。

これらを踏まえて本研究では、これからの時代に求められる資質・能力を育成するために、「主体的な学び」、「対話的な学び」、「深い学び」の視点から授業改善の取組を検討することとした。

2 数学的な見方・考え方

主体的・対話的で深い学びの実現に向けた授業改善を進めるに当たっては、解説では、「深い学びの鍵として『見方・考え方』を働かせることが重要になるとしている。各教科等の『見方・考え方』は、『どのような視点で物事を捉え、どのような考え方で思考していくのか』というその教科等ならではの物事を捉える視点や考え方である。各教科等を学ぶ本質的な意義の中核をなすものであり、教科等の学習と社会をつなぐものであることから、生徒が学習や人生において『見方・考え方』を自在に働かせることができるようにする」とも述べられている。

「数学的な見方・考え方」については、「解説」では、「事象を数量や図形及びそれらの関係などに着目して捉え、論理的、統合的、発展的、体系的に考えること」であると述べられており、さらに、「数学の学習では、『数学的な見方・考え方』を働かせながら、知識及び技能を習得したり、知識及び技能を活用して探究したりすることにより、知識は生きて働くものとなり、技能の習熟・熟達につながるとともに、より広い領域や複雑な事象の問題を解決するための思考力、判断力、表現力等や、自らの学びを振り返って次の学びに向かおうとする力などが育成される。また、このような学習を通じて『数学的な見方・考え方』が更に確かで豊かなものになっていくと考えられる。」とも述べられている。

これらを踏まえて本研究では、「数学的な見方・考え方」を働かせ、「深い学び」を実現さ

せるための授業改善の取組を検討することとした。

3 学習評価の充実

答申では、「学習評価は、学校における教育活動に関し、生徒の学習状況を評価するものである。『生徒にどういった力が身に付いたか』という学習の成果を的確に捉え、教師が指導の改善を図るとともに、生徒自身が自らの学習を振り返って次の学習に向かうことができるようにするためにも、学習評価の在り方は重要であり、教育課程や学習・指導方法の改善と一貫性のある取組を進めることが求められている。」と述べられている。評価に当たっては、いわゆる評価のための評価に終わることなく、教師が生徒のよい点や進歩の状況などを積極的に評価し、生徒が学習したことの意義や価値を実感できるようにすることで、自分自身の目標や課題をもって学習を進めていけるようにすることが大切である。

Ⅲ 研究仮説

本部会では、高等学校数学部会主題である、「数学的な見方・考え方を働かせ、数学的活動を通して、深い学びを実現するための授業改善と学習評価」を実現するために、以下のことを考えた。

なお、本研究では「解説」に則り、数学的な見方・考え方とは「事象を、数量や図形及びそれらの関係などに着目して多面的に捉え、論理的、統合的、発展的、体系的に考えること」と位置付けた。また、数学的活動とは「事象を数理的に捉え、数学の問題を見だし、問題を自立的、協働的に解決する過程のこと」と位置付けた。

- (1) 授業において、数学的な見方・考え方を働かせるような課題を設定し、問題解決に向けた主体的な学習意欲を引き出す展開を行うことで、深い学びが実現できるのではないか。
- (2) 問題解決の過程において、自立的活動と協働的活動を繰り返させ、その結果が個に返ることで、思考の深まりが促され、深い学びが実現できるのではないか。
- (3) 学習評価において、問題解決の過程を振り返って、生徒自らが学習状況を把握したり、新たな自己課題を見いだしたりする学習評価を取り入れることで、個々の資質・能力の変容が促され、深い学びが実現できるのではないか。

これらを受け、「数学的な見方・考え方を働かせ、自立的・協働的に問題解決の過程を繰り返す授業や学習評価の改善を図ることで深い学びを実現できる」という仮説を設定した。

Ⅳ 研究方法

本研究の仮説である「数学的な見方・考え方を働かせ、自立的・協働的に問題解決の過程を繰り返す授業や学習評価の改善を図ることで深い学びを実現できる」ということを検証するために、以下に示すとおり研究を行う。

1 学習指導計画の作成

(1) 課題設定の工夫

既習事項を発展させて考えることができるような課題や、複数の解答が考えられる課題など数学的な見方・考え方を働かせて問題解決をする課題を生徒の実態・習得状況に応じて設定する。

(2) 導入や発問の工夫

受動的に知識を習得するだけでなく、能動的に生徒自らが考え、思考を深められるような導入の設定と、発問を工夫する。

(3) 活動形態の工夫

まずは個人で考え、次にペアワークやグループワークで他者に自分の考えを伝えたり、他者の考えを聞いたりすることで思考を深め、また、それを自分にフィードバックするサイクルを作れるような、対話的活動を取り入れる。

(4) 学習評価の工夫

振り返りシートや小テスト等を活用することで、生徒の点数や定着度だけに固執せず、生徒が自己の習得状況を把握し、次の学習につなげることができるような学習評価を取り入れる。

2 検証授業

1の内容に基づいた授業実践を、全日制工業科高等学校1校、全日制普通科高等学校1校、昼夜間定時制普通科高等学校1校において行う。検証授業Ⅰでは「数学的な根拠を基に予想を立て」、「ペアワーク」により理解が深まったかを、検証授業Ⅱでは「新たな数の存在に気付く」、「他者との学び合い」により理解が深まったかを、検証授業Ⅲでは複数解答を「グループで考え」、それを「他者に説明する」ことにより理解が深まったかを検証する。さらに全ての検証授業において、具体的な仮説に基づいて、「教材、課題の工夫」「展開、活動の工夫」「学習評価の工夫」について、振り返りシートでデータを取る。また、自由記述欄を設定し、生徒の習得状況を教師も生徒もより具体的に把握できるようにする。

3 振り返りシート・ワークシート・小テストの記述内容等の分析

長期的・継続的に振り返りシートを記入させ、その内容を点数化して比較するとともに、記述内容についても分析する。

4 成果と課題

本研究で取り扱った「数学的な見方・考え方を働かせ、数学的活動を通して、深い学びを実現するための授業改善と学習評価」の実践結果について、その成果と課題を整理する。

V 研究内容

1 研究構想図

全体テーマ 『主体的・対話的で深い学び』の実現に向けた授業改善」

高校部会テーマ

「これからの時代に求められる『資質・能力』を育むための授業改善と学習評価の充実」

各教科等における「資質・能力」とは

- ・原理・法則を体系的に理解したり、数学的に処理したりするための知識・技能
- ・論理的な思考力、多様な考えに対し事象の本質や他の事象との関係を認識した判断力、数学的で簡潔・明瞭・的確な表現力
- ・数学を活用し、粘り強く考え、問題解決を通し考察を深めようとする態度

高校部会テーマにおける現状と課題

【現状】①グラフや表の作成や立式における、数学的な表現が十分ではない。

②習得した知識・技能を活用することが十分ではない。

③生徒自らが学習した内容の振り返りが十分ではない。

【課題】①グラフや表の作成や、立式における数学的な表現が適切にできるよう発問や学習活動を工夫する必要がある。

②習得した知識・技能を活用することができるよう授業改善し、評価方法を工夫する必要がある。

③自己の学習活動を振り返る手だてを工夫する必要がある。

【テーマ設定のための着眼点】

深い学びのための数学的活動

高等学校数学部会主題

数学的な見方・考え方を働かせ、数学的活動を通して、深い学びを実現するための

授業改善と学習評価

仮 説

数学的な見方・考え方を働かせ、自立的・協働的に問題解決の過程を繰り返す授業や学習評価の改善を図ることで深い学びを実現できる。

具体的方策

- 教材、課題の工夫：数学的な見方・考え方を働かせないと解けない課題や生徒が自ら学ぼうとする姿勢や意欲を促す課題を設定し、授業における導入や発問を工夫する。
- 展開、活動の工夫：個人思考・ペアワーク・グループワーク・グループでの発表等の対話的活動を授業に取り入れる。
- 学習評価の工夫：長期的・継続的に生徒の学びの習得状況を把握するために、学習状況を把握する自己評価を取り入れる。

検証方法

生徒の思考や態度の変容を長期的・継続的に考察するために、振り返りシート、ワークシート、小テスト等を開発し、実施した評価の記述内容や数値化した自己評価を分析し、研究成果の有用性を検証する。

2 実践事例 検証授業Ⅰ

(「数学的な根拠を基に予想を立て」、「ペアワーク」により理解が深まったかを検証する。)

教科名	数学	科目名	数学Ⅱ	学年	2 学年
-----	----	-----	-----	----	------

(1) 単元(題材)名、使用教材(教科書・副教材)

ア 単元名 第1章 第1節 整式・分数式の計算

イ 使用教材 「改訂新数学Ⅱ」(東京書籍)、「ニューファースト改訂新数学Ⅱ」(東京書籍)

(2) 単元(題材)の目標

- ・整式の乗法・除法及び分数式の四則計算について理解することができる。
- ・パスカルの三角形を用いて式の展開ができる。
- ・分数と同様に分数式の約分や通分、四則計算ができる。

(3) 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
<ul style="list-style-type: none"> ・3次式の展開・因数分解の公式を利用できる。 ・パスカルの三角形を利用して式を展開することができる。 ・分数式の四則計算ができる。 	<ul style="list-style-type: none"> ・パスカルの三角形を予想する際、自分の考えを根拠とともに説明することができる。 ・分数式を分数と同じように考え、約分や通分をすることができる。 	<ul style="list-style-type: none"> ・3乗に関わる展開の公式を自ら導こうとする。 ・各項の次数の変化を文字ごとに着目して粘り強く考えようとする。

(4) 単元(題材)の指導と評価の計画(5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	・計算によって3次式の展開の公式を導く。			●	・3乗に関わる展開の公式を自ら導こうとする。 (ワークシートの記述)
第2時	・3次式の因数分解の公式を用いて因数分解をする。	●			・3次式の展開・因数分解の公式を利用できる。 (小テスト)
第3時(本時)	・パスカルの三角形を用いて各項の係数の求め方を学び、4次以上の式の展開をする。	●	●	●	<ul style="list-style-type: none"> ・パスカルの三角形を利用して、式を展開することができる。(ワークシートの記述) ・パスカルの三角形を予想する際、自分の考えを根拠とともに説明することができる。 (発表、ワークシートの記述) ・各項の次数の変化を文字ごとに着目して粘り強く考えようとする。(ワークシートの記述)
第4時	・分数式を分数と同様に捉え、約分や乗法・除法の計算をする。		●		<ul style="list-style-type: none"> ・分数式の四則計算ができる。 ・分数式を分数と同じように考え、約分や通分ができる。(ワークシートの記述)

第5時	・分数式を分数と同様に捉え、通分や加法・減法の計算をする。	●	・分数式の四則計算ができる。 ・分数式を分数と同じように考え、約分や通分ができる。(小テスト)
-----	-------------------------------	---	--

(5) 本時 (全5時間中の3時間目)

ア 本時の目標

- ・パスカルの三角形を利用して、式を展開することができる。
- ・パスカルの三角形を予想する際、自分の考えを根拠とともに説明することができる。
- ・各項の次数の変化を文字ごとに着目して粘り強く考えようとする。

イ 仮説に基づく本時のねらい

展開式やパスカルの三角形を予想する活動を通じて、数学的な見方・考え方を働かせ、自立的・協働的な問題解決及び振り返りを行うことで、深い学びを実現できる。

ウ 本時の展開

※対話的活動の記号一覧

個人 (○)、ペア (●)、グループ (◇)、発表 (◆)、予想される生徒の反応(☆)

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 10分	<ul style="list-style-type: none"> ・$(a+b)^1$、$(a+b)^2$、$(a+b)^3$ を展開する。 ・本時の学習により、$(a+b)^6$ の展開ができるようになることを知る。 	<ul style="list-style-type: none"> ・必要に応じて展開公式を教科書等にて確認させる。 ・展開①でパスカルの三角形を紹介する際に対応するよう板書する。 	
展開 ① 15分	<ul style="list-style-type: none"> ・$(a+b)^4$ の展開式を予想する。 ・$(a+b)^4$ を展開する。 ・$(a+b)^1 \sim (a+b)^4$ の展開式の係数を比べ、5行目を予想する。 <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 5px 0;"> <p>【教材、課題の工夫】【展開、活動の工夫】 パスカルの三角形の5行目を予想しよう。</p> $\begin{array}{ccccccc} & & & & 1 & & & & \\ & & & & & 1 & & & \\ & & & & 1 & 2 & 1 & & \\ & & & & 1 & 3 & 3 & 1 & \\ & & & & 1 & 4 & 6 & 4 & 1 \end{array}$ </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 5px 0;"> <p>【教材、課題の工夫】 数字が何個並ぶか考えよう。 どのような数字が並ぶか考えよう。 気付いたことをまとめよう。</p> </div>	<ul style="list-style-type: none"> ・$(a+b)^1$、$(a+b)^2$、$(a+b)^3$ の展開式の係数に着目させる。 	
	<ul style="list-style-type: none"> ○個人で規則性を考える。 ●ペアになり理由を含めて考察する。 ◆書画カメラで各ペアの解答を映しながら発表する。 ☆ S1: 正解を導いた。 S2: 数字の並ぶ個数は正しいが、正解を導いていない。 S3: 数字の並ぶ個数が間違っている。 <ul style="list-style-type: none"> ・$(a+b)^5$ を展開する。 	<ul style="list-style-type: none"> ・正解を導いたかどうかに関わらず、様々な規則性について、根拠をもって考えることの大切さを強調する。 <p>T1:理由を発表させる。 T2:理由を発表させる。 T3:パスカルの三角形から、数字が何個並ぶか考えさせる。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・$(a+b)^5$ の展開式を板書し、係数を確認する。 	<p>イ パスカルの三角形を予想する際、自分の考えを根拠とともに説明することができる。(生徒の発表、ワークシートの記述内容)</p>

<p>展開② 15分</p>	<ul style="list-style-type: none"> • $(a+b)^1 \sim (a+b)^5$ の展開式の係数、各項の次数の変化を a、b それぞれに着目して規則性を考察する。 ○個人で規則性を考える。 ●ペアになり理由を含めて考察する。 ◆書画カメラで各ペアの解答を映しながら発表する。 • $(a+b)^6$ を展開する。 	<ul style="list-style-type: none"> • 降べきの順、昇べきの順を意識させる。 • 生徒に板書させる。 • 早く終わった生徒には、次の問題に取り組ませる。 (1) $(a+b)^7$ (2) $(a+b)^8$ 	<p>ウ 各項の次数の変化を文 字ごとに着 目して粘り 強く考えよ うとする。 (ワークシ ートの記述 内容) ア パスカルの 三角形を利用 して、式を 展開すること ができる。 (ワークシ ートの記述 内容)</p>
<p>まとめ 10分</p>	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px;"> <p>【学習評価の工夫】 振り返りシートを記入する。</p> </div> <ul style="list-style-type: none"> • 振り返りシートに記入した内容を発表する。 	<ul style="list-style-type: none"> • ワークシート、振り返りシートを回収する。 	

(6) 本時の振り返り

既習事項の確認や予想したことをペアで説明し合う活動を取り入れることで生徒各自が自身の考えを深め、さらに、各自が学習の過程を振り返るよう工夫した。また、振り返りシートや小テストの解答状況の分析を行うことで、生徒の学習状況を評価するとともに、生徒の実態を考慮した教材の解釈や開発に生かした。

ア 具体的方策

$(a+b)^1 \sim (a+b)^4$ の展開式を見て、 $(a+b)^5$ の展開式の係数を予想することは生徒にとって難しいので、係数のみを取り出し、パスカルの三角形の値を予想する問題として示した。その際、生徒が数学的な見方・考え方を働かせて、値を予想しようとする意欲を促す発問を行った。また、パスカルの三角形の規則性を考察する過程の中で、対話的活動であるペアワークを取り入れた。生徒自らによる、学習した内容の振り返りが十分でない現状を踏まえ、授業の最後に振り返りシートの記入をさせ、長期的・継続的に生徒自身が習得状況を把握できるようにした。

イ 生徒の取組

本時のクラスは数学に対して苦手意識をもつ生徒が多いが、パスカルの三角形の5行目を個人で予想する活動では各自が主体的にワークシートに取り組んだ。次に、個人の予想を基にペアで理由を考察する活動を行った。苦手意識をもつ生徒が多いため、自分の予想に自信がもてず、またペアでの学習形態に慣れていない様子が見られた。そのため最初は話し合いが活発ではなかったが、ペアを組んでいる他の生徒の発言をワークシートに記述していくうちに、改めて自分自身で考察する様子が見られ、数学的な見方・考え方を働かせることができた。生徒たちは、対話的な学びによってパスカルの三角形を基に規則性を見いだすことができ、本時の最終目標である $(a+b)^6$ の展開式の係数と次数を考察する様子が見られ、数学的な見方・考え方を働かせた深い学びの実現につながった。

(7) 成果と課題

「教材、課題の工夫」(質問1)について、約8割の生徒が、パスカルの三角形の5行目を予想できなかったと回答した。生徒には提示した問題が難しかったため、主体的な取組に課題が残った。課題の提示方法の更なる工夫が必要であると考え。しかし、予想できなかったと回答した生徒の振り返りシートの中には「複数の規則性が考えられたため、ワークシートに記入できなかった」との記述が複数あった。パスカルの三角形の2行目、3行目、4行目と順に考察させた上で5行目を予想させたことで、実際には多くの生徒が「規則性」に注目しており、数学的な見方・考え方を働かそうとしていたことが考えられる。

「展開、活動の工夫」(質問2)について、約4割の生徒が「他者に説明されて理解した」と回答した。個人では規則性を発見することが難しい生徒も見られたが、対話的活動をすることで生徒自身の思考が深まったようだ。一方で、約2割の生徒が「自分は理解できたが、他者には説明できなかった」と回答しており、事象を数学的な表現を用いて論理的に説明することが課題である。

「学習評価の工夫」(質問3)について、自分の課題を把握できた生徒が約半数おり、約3割の生徒は、振り返りシートの自由記述欄に「既習事項の復習が大切であることに気付いた」などと記述していることから、新たな課題を見いだすことができたようだ。その一方で、自分の課題を把握していない生徒も約半数おり、このような生徒に対して、対話的活動を通して自己の理解度を確認させると共に、振り返りシートを活用して自己分析をするなどの継続的な指導が必要であると考え。

振り返りシートの質問内容

質問 1	数学的な見方・考え方を働かせて、主体的に問題に取り組むことができましたか。(具体的方策「教材、課題の工夫」に関して)		単位 (%)
	1	解法を予想し、自ら進んで問題に取り組んだ。	22.2
	2	解法は予想しなかったが、問題には取り組んだ。	11.1
	3	周りの生徒に促されて、問題に取り組んだ。	22.2
	4	問題に取り組まなかった。	44.5
質問 2	他者と協働で取り組んだ問題に関して、自ら理解し、他者に伝えることができましたか。(具体的方策「展開、活動の工夫」に関して)		単位 (%)
	1	自分は理解でき、他者にも説明できた。	11.1
	2	自分は理解できたが、他者には説明できなかった。	22.2
	3	自分は理解できなかったが、他者に説明されて理解した。	44.5
	4	自分は理解できなかったし、他者に説明されても理解できなかった。	22.2
質問 3	本日の授業内容全体を通して考えた時、自己の学習状況を把握できましたか。(具体的方策「学習評価の工夫」に関して)		単位 (%)
	1	自分の課題を把握し、それに適した学習に取り組もうと思う。	33.3
	2	自分の課題を把握することができた。	11.1
	3	自分の課題を把握できなかった。	44.5
	4	自分の課題を把握しようとしなかった。	11.1

3 実践事例 検証授業Ⅱ

(「新たな数の存在に気付き」、「他者との学び合い」により理解が深まったかを検証する。)

教科名	数学	科目名	数学Ⅱ	学年	2 学年
-----	----	-----	-----	----	------

(1) 単元（題材）名 使用教材（教科書・副教材）

ア 単元名 第4章 第2節 対数関数

イ 使用教材 「数学Ⅱ」（東京書籍）、「ニュースコープ数学Ⅱ」（東京書籍）

(2) 単元（題材）の目標

- ・対数関数に対して、意欲的に取り組もうとしている。
- ・対数関数のグラフを数学的に考察し、かくことができる。
- ・対数関数の性質や公式を理解し、計算問題を解くことができる。

(3) 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
<ul style="list-style-type: none"> ・対数関数の性質や公式、問題の解法などを理解する。対数関数のグラフをかくことができる。 ・大小比較や方程式・不等式等の計算問題を解くことができる。 	<ul style="list-style-type: none"> ・対数関数のグラフを考察することができる。 	<ul style="list-style-type: none"> ・対数関数に対して、既習事項を活用し粘り強く問題解決に取り組もうとする。

(4) 単元（題材）の指導と評価の計画（8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 (本時)	・指数関数のグラフから対数の定義を理解し、記号 \log を用いた値を求める演習をする。	●		●	<ul style="list-style-type: none"> ・「$y = a^x \Leftrightarrow x = \log_a y$」の定義から、対数の値を求めることができる。(発問に対する発言、机間指導時の観察、プリントの記述内容) ・対数に対して、主体的に取り組もうとしている。(発問に対する発言、机間指導時の観察)
第2時	・具体的な値の代入と証明により、対数の性質を明らかにし、計算問題に活用する。	●			<ul style="list-style-type: none"> ・対数の性質を理解し、それを用いて、対数の四則演算を計算できる。(発問に対する発言、机間指導時の観察、プリントの記述内容)
第3時	・証明により底の変換公式を理解する。また、計算問題に活用する。	●			<ul style="list-style-type: none"> ・対数の底の変換公式を理解し、対数の計算ができる。(発問に対する発言、机間指導時の観察、プリントの記述内容)
第4時	<ul style="list-style-type: none"> ・具体的な値を求め、グラフを正確にかく。 ・指数関数との関連を理解し、グラフの概形から対数の大小関係を考察する。 	●	●		<ul style="list-style-type: none"> ・対数関数のグラフがかける。(机間指導時の観察、プリントの記述内容) ・対数関数のグラフの概形を考察できる。(発問に対する発言、机間指導時の観察、プリントの記述内容)

第5時	・対数方程式、対数不等式の解法を理解し、演習をする。	●		・対数関数を含む方程式や不等式を解くことができる。(発問に対する発言、机間指導時の観察、プリントの記述の内容)
第6時	・対数を含む方程式を2次方程式に帰着し、考察する。	●		・対数関数を含む発展的な方程式を解くことができる。(発問に対する発言、机間指導時の観察、プリントの記述内容)
第7時	・常用対数表を活用し、桁数などの計算問題に活用する。	●		・常用対数の計算ができる。(発問に対する発言、机間指導時の観察、プリントの記述内容)
第8時	・日常生活に関わる具体的な事象に対し、常用対数を用いて問題解決する。		●	・主体的に対数を事象の考察に活用しようとしている。(机間指導時の観察、プリントの記述内容)

(5) 本時 (全8時間中の1時間目)

ア 本時の目標

- ・対数の計算に意欲的に取り組むことができる。
- ・対数の定義を理解し、対数の値を求めることができる。

イ 仮説に基づく本時のねらい

指数関数のグラフから対数の定義を学ぶことで、数学的な見方・考え方が働き、対数の成り立ちを理解することができる。また、問題演習に主体的・協働的に取り組み、対話的な学習と振り返り学習を取り入れることにより、より一層の深い学びを実現できる。

ウ 本時の展開

※対話的活動の記号一覧

個人 (○)、ペア (●)、グループ (◇)、発表 (◆)、予想される生徒の反応(☆)

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 15分	○復習の解説を聞き、 <u>問1～3</u> に取り組む。	・指数関数のグラフに x, y の値を書き込ませ、ICT 機器を活用した視覚的な確認もさせる。	ウ 既習事項を活用し粘り強く問題解決に取り組んでいるか。 (発問に対する発言、机間指導時の観察、プリントの記述内容)
	<p>【教材・課題の工夫】<u>問1</u> 指数関数$y = 2^x$に対して、「$y = 2$」としたとき、xの値を求めよ。</p> <p><u>問2</u> 指数関数$y = 2^x$に対して、「$y = 8$」としたとき、xの値を求めよ。</p> <p><u>問3</u> 指数関数$y = 2^x$に対して、「$y = 6$」としたとき、xの値を求めよ。</p>	<p>◆自分の考え(予想)を発表する。</p> <p>・<u>問3</u>が現状の知識では表現できないことを知る。</p> <p>・「対数」の定義を理解する。</p> <p>・<u>問3</u>の解答を記入する。</p>	

<p>展開 ① 15 分</p>	<p>○●◇<u>確認問題 1、2</u>を周りの生徒と協力したり、教え合ったり、解答を見たりしながら、解き進めていく。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ 1人席とグループ席(2～6人)を設定し、自由に座らせる。 ・ 机間指導を行いながら、適宜助言や解説を行う。必要に応じて、板書を行う。グループ間の情報共有も促し、理解が深まるような指導を行う。 	<p>ウ 既習事項を活用し粘り強く問題解決に取り組んでいるか。 (発問に対する発言、机間指導時の観察、プリントの記述内容)</p>
<p>展開 ② 12 分</p>	<p>・ <u>確認問題 1</u>については、各自、又は生徒同士で相互に答え合わせを行う。問題によっては、解答を見て理解する。</p>	<p>☆<u>確認問題 2</u>については、「$\log_a^m a^n = \frac{n}{m}$」に気付く生徒がいるかどうか注視する。</p>	

【展開・活動の工夫】

確認問題 1 対数の定義の確認

(1) 次の等式を $\log_a M = p$ の形にかけ。(i) $4^2 = 16$ (ii) $2^{-1} = \frac{1}{2}$ (iii) $27^{\frac{1}{3}} = \frac{1}{3}$

(2) 次の等式を $a^p = M$ の形にかけ。(i) $\log_8 16 = \frac{4}{3}$ (ii) $\log_{36} \frac{1}{6} = -\frac{1}{2}$

(iii) $\log_3 1 = 0$

(3) 次の値を求めよ。(i) $\log_2 32$ (ii) $\log_2 1$

【展開・活動の工夫】

確認問題 2 対数の値の計算

次の値を求めよ。(1) $\log_2 \frac{1}{2}$ (2) $\log_2 4\sqrt{2}$ (3) $\log_3 \sqrt[5]{81}$ (4) $\log_{\frac{1}{2}} 16$

(5) $\log_9 243$ (6) $\log_{\sqrt{2}} \frac{1}{32}$ (7) $\log_{10} \sqrt[3]{0.01}$ (8) $\log_{64} \frac{1}{256}$

	<p>○●◇板書を見て、<u>確認問題 2</u>の答え合わせを行う。</p> <p>◆質問をする。</p> <p>○●分からない問題の解く過程を、周囲の理解している生徒のところへ聞きに行く。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ <u>確認問題 2</u>について、生徒の様子を見ながら(全員を待つわけではない)解答のみを板書し、質疑応答の時間を設ける。 ・ 生徒の質疑に対して、「なぜ？」と逆に問いかけ、生徒の思考が深まる機会を意図的に設ける。 ・ 生徒からの質疑がない場合は、生徒の様子を見ながら、追加の問題を板書し、解かせる。 ・ 生徒の様子に合わせて、底に定義されない「1」や「負の数」を設定した問題を板書し、なぜ定義されていなかったのか、を考えさせる。 	<p>ア 対数の値を求めることができるか。(発問に対する発言、机間指導時の観察、プリントの記述内容)</p>
<p>ま と め 8 分</p>	<p>○本時の振り返りシート(小テスト含む。)を行う。</p> <div data-bbox="268 1106 1155 1375" style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>【学習評価の工夫】</p> <p>小テスト</p> <p>1 等式$3^2 = 9$を$\log_a M = p$の形にかけ。</p> <p>2 等式$\log_3 81 = 4$を$a^p = M$の形にかけ。</p> <p>3 次の値を求めよ。(i) $\log_2 32$ (ii) $\log_{\sqrt{5}} 25$ (iii) $\log_{\frac{1}{3}} 9$ (iv) $\log_3 \sqrt[6]{27}$</p> </div> <p>・ 本時の振り返りを記入する。</p>	<p>・ 10 分間で本時の振り返りシート(小テスト含む。)を行う。</p> <p>・ 7分経過したのち、解答を板書する。</p> <p>・ 本時の振り返りシート(小テスト含む)を回収する。</p>	<p>ア 対数の値を求めることができるか。(発問に対する発言、机間指導時の観察、プリントの記述内容)</p>

(6) 本時の振り返り

授業はプリントを用いて行い、教科書の例題や副教材の平易な問題等から抜粋した問題を扱った。授業の冒頭に本時の最終目標となる学習内容について説明し、ペアやグループなどを自由に作らせ(個人で取り組みたい生徒に対しては教員との対話も可)、対話的な活動での問題演習の時間を多く設けた。小単元に応じて小テストと振り返りを行わせ、既習事項の定着と学習内容の確認を行った。

ア 具体的方策

本時は対数の定義を指数関数のグラフを用いて行い、指数から対数、また、対数から指数

への書き換えや簡単な対数の値を求めるというものである。指数関数のグラフから x の値を求めさせ、既習の知識では表現できない新しい数の概念が必要になる場面を設定した。これにより、指数関数のグラフについて既習事項と新しい数の関連を考察させ、 y の値を予想させることで、数学的な見方・考え方を働かせて考えさせることができた。次に、対数の定義を用いる問題演習を行った。対話的・協働的な学習を促し、他者から教えられたり、他者に教えたりする経験をすることで、生徒個人のより一層の理解を深い学びへとつなげることができた。

最後に、小テストと本時の振り返りを実施し、理解できた部分と理解できなかった部分を明確にさせ、今後の授業への取組が更に主体的になるようにした。

イ 生徒の取組

本時の導入において、指数関数の復習から新たな数（対数）の発見をしたことで興味・関心が高まり、周囲との対話的・協働的な学習が一層活性化した。数学が得意ではない生徒も多くいたが、展開①、②において席が移動でき、誰にでも質問しやすい環境では、分からないことで取り組まなくなる生徒はおらず、誰かに聞いて理解するという状況が自然発生した。これにより、教える側も生徒の理解度を把握することができた。本時のまとめで行った振り返りシートにおける自由記述欄には、「友達と協力することで理解ができた」、「いつもより積極的に問題に取り組めた」の他、「新しい数や記号を用いることになるので、十分注意していきたい」といった感想がみられ、対数の定義の導入が適切にできたと考える。

(7) 成果と課題

「教材、課題の工夫」（質問1）について、単元の1時間目が検証授業であったこともあり、新しい概念の習得に関して意欲的だった生徒が約9割であり、対数の導入に、指数関数の既習事項を活用したことで、数学的な見方・考え方を働かせて考えさせることができ、課題設定が適切であったと考えられる。

「展開、活動の工夫」（質問2）について、日常的に互いに学び合う機会を多く設定しているため、対話的・協働的な学習に慣れており、分からないとき自然と周囲の人に質問したり、確認できる雰囲気であった。結果的には、取り組んだ問題を理解した生徒が9割を超えているが、そのうち他者に説明できる生徒の割合は4割弱となっており、理解した生徒のうち約半数は他者に説明できない状況であった。授業が進むにつれ単元の内容が高度になっていくという教科の特性を踏まえ、授業の内容を理解できても他者に説明ができない生徒の増加が予想されるので、既習事項の定着を図る取組を継続的に行っていく必要がある。

「学習評価の工夫」（質問3）について、「自分の課題を把握できなかった」と回答している生徒が約5%いるが、その生徒の多くは、指数関数における基礎基本の理解が不十分であったため、問3において個人で予想をすることができていなかった。さらに、振り返りシートの自由記述欄に「既習事項の復習に取り組みたい」などと記入している生徒は若干名しかおらず、自己分析ができていないことが分かった。

また、「自分の課題を把握しようとしなかった」生徒は約一割いたが、問3で予想することをせず、授業者の支援を待つ様子が見受けられた。振り返りシートの自由記述欄は何も書かずに白紙で提出している割合が高く、自分の学習状況を把握する習慣が身につけていないと

考えられる。振り返りシートに取り組む意義を確認しつつ、記入の仕方を継続的に指導し、自己の学習状況を分析することによって、各自の課題が見いだせるようにしていきたい。

振り返りシートの質問内容

質問 1	数学的な見方・考え方を働かせて、主体的に問題に取り組むことができましたか。(具体的方策「教材、課題の工夫」に関して)		単位 (%)
	1	解法を予想し、自ら進んで問題に取り組んだ。	51.4
	2	解法は予想しなかったが、問題には取り組んだ。	37.8
	3	周りの生徒に促されて、問題に取り組んだ。	5.4
	4	問題に取り組まなかった。	5.4
質問 2	他者と協働で取り組んだ問題に関して、自ら理解し、他者に伝えることができましたか。(具体的方策「展開、活動の工夫」に関して)		単位 (%)
	1	自分は理解でき、他者にも説明できた。	37.9
	2	自分は理解できたが、他者には説明できなかった。	43.2
	3	自分は理解できなかったが、他者に説明されて理解した。	10.8
	4	自分は理解できなかったし、他者に説明されても理解できなかった。	8.1
質問 3	本日の授業内容全体を通して考えた時、自己の学習状況を把握できましたか。(具体的方策「学習評価の工夫」に関して)		単位 (%)
	1	自分の課題を把握し、それに適した学習に取り組もうと思う。	29.7
	2	自分の課題を把握することができた。	51.4
	3	自分の課題を把握できなかった。	5.4
	4	自分の課題を把握しようとしなかった。	13.5

4 実践事例 検証授業Ⅲ

(複数解答を「グループで考え」、それを「他者に説明する」ことにより理解が深まったかを検証する。)

教科名	数学	科目名	数学B	学年	2年次以上
-----	----	-----	-----	----	-------

(1) 単元(題材)名、使用教材(教科書、副教材)

ア 単元名 第2章 第1節 平面上のベクトル

イ 使用教材「新編数学B」(東京書籍)

(2) 単元(題材)の目標

- ・平面上のベクトルの概念を理解し、基本的な用語・記号を用いることができる。
- ・ベクトルの加法・減法・実数倍について理解し、それらの演算について数の演算と同様の法則が成り立つことを確かめることができる。
- ・ベクトルの成分表示について知り、ベクトルを実数を用いて表現できる。また、成分で表すことにより代数的な取扱いができる。
- ・ベクトルの内積について知り、その基本性質を理解することができる。
- ・ベクトルの平行・垂直についての条件を調べ、利用することができる。

(3) 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
<ul style="list-style-type: none"> ・ベクトルの加法・減法・実数倍について図形を用いて表現できる。 ・ベクトルの成分表示を用いて加法・減法・実数倍の計算ができる。 ・ベクトルの内積について、値を求めることができる。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ベクトルの合成・分解について、式を用いて表現できる。 ・ベクトルの内積の計算について、解決の方向性を選択できる。 ・ベクトルの平行・垂直について、式などで表現できる。 	<ul style="list-style-type: none"> ・与えられた式や場面に対し、既習事項や、周囲との相談を基に解決方法を探そうとする。

(4) 単元(題材)の指導と評価の計画(6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	・ベクトルの加法・減法・実数倍について、図を用いて表現する。	●			・ベクトルの加法・減法・実数倍について、図を用いて表現することができる。(発問に対する発言、プリントの記述内容)
第2時	・ベクトルの加法・減法を用いてベクトルの分解を行う。	●	●		・ベクトルの加法・減法を用いて、ベクトルの分解を行うことができる。(机間指導時の観察、プリントの記述内容)

第3時	・ベクトルを成分表示し、加法・減法・実数倍の計算を行う。	●		・ベクトルを成分表示し、加法・減法・実数倍の計算を行うことができる。(発問に対する発言、机間指導時の観察、プリントの記述内容)
第4時	・与えられた条件から、ベクトルの成分を計算する。	●	●	・与えられた条件から、ベクトルの成分を計算できる。(発問に対する発言、机間指導時の観察、プリントの記述内容)
第5時	・ベクトルの内積について定義を知る。 ・ベクトルの内積の計算を行う。 ・ベクトルの垂直条件について知る。	●		・余弦定理を利用して、ベクトルの内積の値を求めることができる。 ・ベクトルの内積の成分表示について、理解することができる。 ・ベクトルの内積の値から、ベクトルのなす角を求めることができる。(発問に対する発言、机間指導時の観察、プリントの記述内容)
第6時(本時)	・垂直なベクトルを計算から求める。		●	・ベクトルの垂直について式などで表現できる。 ・与えられた条件に対し、既習事項や、周囲との相談を基に解決方法を探そうとすることができる。(発問に対する発言、机間指導時の観察、プリントの記述内容)

(5) 本時(全6時間中の6時間目)

ア 本時の目標

- ・問題に対して、複数の解き方が存在する場合があることを理解することができる。
- ・複数存在する解き方のうち、一つ以上を理解することができる。

イ 仮説に基づく本時のねらい

問題に対して、各々の学習状況に応じた解法を学ぶことにより、生徒が自ら学ぼうとする意欲を高める。また、複数の解答方法を他者との話合いの中で学ぶなど、自己の学習を振り返るようにすることで、より一層の深い学びを実現できる。

ウ 本時の展開

※対話的活動の記号一覧

個人(○)、ペア(●)、グループ(◇)、発表(◆)、予想される生徒の反応(☆)

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 4分	<ul style="list-style-type: none"> ・出欠確認及び本時の授業内容についての説明を聞く。 ・教員が指定した3人1組の班に分かれる。 	<ul style="list-style-type: none"> ・本時の授業内容を説明する。 ・班の構成には、単位制高校であるため生徒の年次に考慮する。 	
展開 ① 18分	<ul style="list-style-type: none"> ・以下の問題と解法の方針ABCについて確認する。 <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-top: 10px;"> <p>【教材・課題の工夫】</p> <p>問</p> <p>$\vec{a} = (\sqrt{3}, 1)$と$\vec{b} = (x, y)$が垂直であり、$\vec{b} =2$であるとする。x, yの値を求めよ。</p> </div>	<ul style="list-style-type: none"> ・本時の授業プリントを配布する。 	

	<ul style="list-style-type: none"> ・ABCの解法に必要な知識として、以下の既習事項を覚えているか確認する。 A：前時に学んだベクトルの垂直条件 B：数学Ⅱで学んだ2直線の垂直条件 C：数学Ⅰで学んだ$\theta + 90^\circ$の三角比 ・各班で誰がどの解法を担当するか決める。 	<ul style="list-style-type: none"> ・3通りの解き方については、教員から定理の説明などはせず、生徒自らが覚えているかどうかの確認をさせるにとどめる。 	
	<p>【展開・活動の工夫】 各解法ごとにグループに分かれ、解法について学ぶ。 解法の方針 A：ベクトルの内積を用いた方法， B：直線の傾きを用いた方法 C：x軸とベクトルのなす角を用いた方法</p>		ウ 既習事項を用いて、問題を解決しようとする。周囲との相談により、問題を解決しようとする。(机間指導時の観察、プリントの記述内容)
	<ul style="list-style-type: none"> ・各解法担当者ごとにグループに分かれる。 ○自分が担当になった解法について考える。 ◇各グループ内で解法について相談し合う。 ○解答を確認し、理解する。 ◇班員に解法を説明する準備をする。 		
展開② 18分	<p>【展開・活動の工夫】 ◇各班に戻り、それぞれが学んだ解法について互いに教え合う。</p>		イ ベクトルの垂直について、様々な表現を用いて表すことができる。(机間指導時の観察)
	<ul style="list-style-type: none"> ◇各班内で、解法について各自の学んだ内容を説明する。また、他の生徒からの質問に答える。 ◇他の生徒が学んできた解答を理解する。 	<ul style="list-style-type: none"> ・生徒が自分の理解している内容を、相手に伝わるように文章や発話によって表現できているか観察し、必要に応じてヒントを与える。 ・班内での説明がうまくいかない場合、他の班に助力を求めることも可とする。 	
まとめ 5分	<p>【学習評価の工夫】 ○授業の振り返りシートを記入する。</p>		
	<ul style="list-style-type: none"> ・振り返りシートに記入した内容を発表する。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ワークシート、振り返りシートを回収する。 	

(6) 本時の振り返り

本時では、垂直なベクトルを題材に、複数の解答が考えられる問題を設定し、生徒同士で問題の答え合わせをしたり、教え合いをしたりした。また、授業の最後に授業内容の理解度

や他者への説明ができたかの振り返りシートを取り組ませた。

ア 具体的方策

展開①では、3通りの解法(①ベクトルの内積を用いた方法、②直線の傾きを用いた方法、③x軸とベクトルのなす角を用いた方法)が考えられる問題を扱った。事象を捉える視点や考え方を事前に与え、解法ごとにグループを分けて、各解法を確認させた。その際、解法に関するヒントを適宜与えるなど、対話的・協働的活動が活発になるようにした。解法をグループとしてお互いに助言をしながら学び、その後、展開②では元の班に戻ってから自分の学んだ解法について他者へ説明をすることを予告し、目的意識をもって取り組めるようにした。

イ 生徒の取組

展開①では解法毎のグループに分かれ、個人で解く時間を設けたが、既習事項が定着していない生徒が多く、教科書から必要な知識を探したり、それを理解するのに時間がかかったが、各解法の捉え方や考え方を示したことで、生徒の問題に対する関心を高められ、主体的に取り組むことができた。さらに、その後グループで解法を確認し合うことで分からないところを解決するなどして、問題への理解が深まり、解く速度が上がっていった。また、展開②では、授業の最初の班に戻り、それぞれが担当した解をグループ内の他のメンバーに伝えて共有した。自信をもって説明し、それに対する質問応答も活発に行われた。自分が担当した解法と他2種類の解法を比較し、数学的な見方・考え方の違いに興味を示す生徒もいた。

(7) 成果と課題

「教材、課題の工夫」(質問1)について、7割の生徒が解法を予想し、自ら進んで問題に取り組んだと回答している。これは、授業開始時に、授業後半では他者に教える役になることを最初に知らせ、目的意識をもたせたことや、グループで話し合いながら解答を学ぶことが、主体的に学習に向かう姿勢や意欲につながったと考えられる。

「展開、活動の工夫」(質問2)について、半数の生徒が自分の担当した解法について理解し、他者への説明ができたと答えているが、最終的にはほぼ全員が理解できるという結果になった。これは、展開①に加え、展開②でも他の生徒に解法を教え、他者からの質問に答えるなど、対話的・協働的な活動を実施することで、自身の理解が不明確だった部分に気付くなど、自身の学習を振り返ることができ、深い学びになったと考えられる。

「学習評価の工夫」(質問3)について、自分の課題を把握することのできた生徒が8割いた。これは、対話的・協働的な活動を通して、自身の学習を振り返ったことが、課題の把握につながったと考えられる。また、自由記述欄から、8割の生徒が担当以外の解法も理解したと書いており、多くの生徒が複数の解法を理解したことが分かった。その中には、自分の解法と他の解法を比較している生徒もいた。一方で、自身の担当した解法は理解できなかったが、他の解法は説明を受けて理解できたと答えている生徒もおり、対話的活動で解答を比較することで、数学的な見方・考え方を働かせて学ぶことができたものと考えられる。さらに、半数の生徒が、3つ全ての解法を理解することができなかったことも分かった。この原因として、時間配分が適切でなかったことが考えられる。既習事項を考慮した教材の工夫や授業プリント、グループワークでの対話の促し方などに、より一層の改善が求められる。

振り返りシートの質問内容

質問 1	数学的な見方・考え方を働かせて、主体的に問題に取り組むことができましたか。(具体的方策「教材、課題の工夫」に関して)		単位 (%)
	1	解法を予想し、自ら進んで問題に取り組んだ。	71.4
	2	解法は予想しなかったが、問題には取り組んだ。	28.6
	3	周りの生徒に促されて、問題に取り組んだ。	0.0
	4	問題に取り組まなかった。	0.0
質問 2	他者と協働で取り組んだ問題に関して、自ら理解し、他者に伝えることができましたか。(具体的方策「展開、活動の工夫」に関して)		単位 (%)
	1	自分は理解でき、他者にも説明できた。	50.0
	2	自分は理解できたが、他者には説明できなかった。	21.4
	3	自分は理解できなかったが、他者に説明されて理解した。	28.6
	4	自分は理解できなかったし、他者に説明されても理解できなかった。	0.0
質問 3	本日の授業内容全体を通して考えた時、自己の学習状況を把握できましたか。(具体的方策「学習評価の工夫」に関して)		単位 (%)
	1	自分の課題を把握し、それに適した学習に取り組もうと思う。	53.8
	2	自分の課題を把握することができた。	30.8
	3	自分の課題を把握できなかった。	15.4
	4	自分の課題を把握しようとしなかった。	0.0

VI 研究の成果

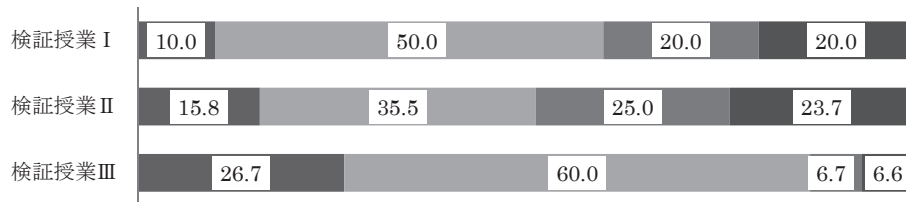
本研究では、これからの時代に求められる資質・能力を育むために「数学的な見方・考え方を働かせ、自立的・協働的に問題解決の過程を繰り返す授業や学習評価の改善を図ることで深い学びを実現できる。」という仮説を設定した。この実現のために、①「教材、課題の工夫」、②「展開、活動の工夫」、③「学習評価の工夫」という三つの具体的方策を取り入れ、生徒の思考や態度の変容を長期的・継続的に考察するために、振り返りシート、ワークシート、小テスト等を実施し、評価の記述内容や数値化した自己評価を分析し、その結果を活用しながら授業改善を行ってきた。

(1) 授業アンケートについて

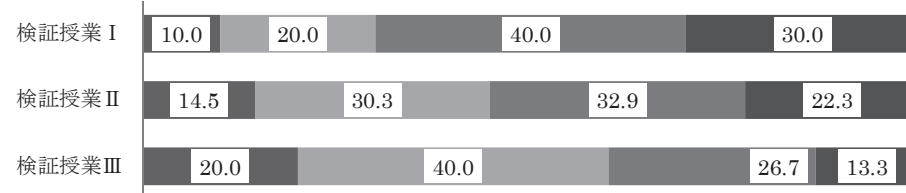
本研究の仮説について、先の検証方法で長期的・継続的に取り組むことで成果を検証するため、授業アンケートを11月末から12月初めに実施した。このアンケートは、本研究を実施する前の授業と比べて、「数学的な見方・考え方を働かせるようになったのか」、「自分の考えを他者に伝えることができるようになったのか」、「自己の課題を見いだせるようになったのか」など、1回の授業では見えにくい変容を問う形式になっている。

以下、授業アンケートの質問とその回答をグラフで示したものである。上から順に検証授業Ⅰ、検証授業Ⅱ、検証授業Ⅲにおける結果であり、数値は割合を示している。

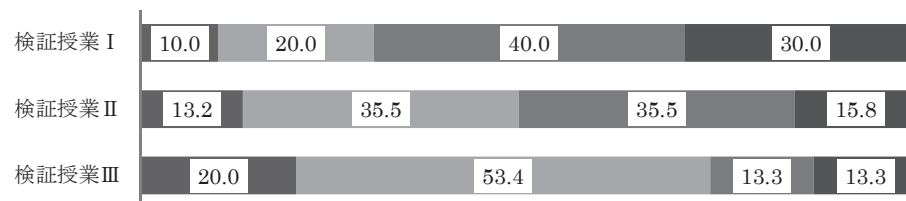
質問1 以前に比べて、基本的な問題が解けるようになった。



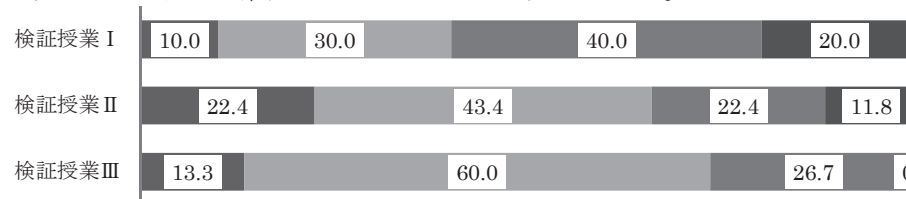
質問2 問題を見たときに、どのような解き方をすれば良いか予想するようになった。



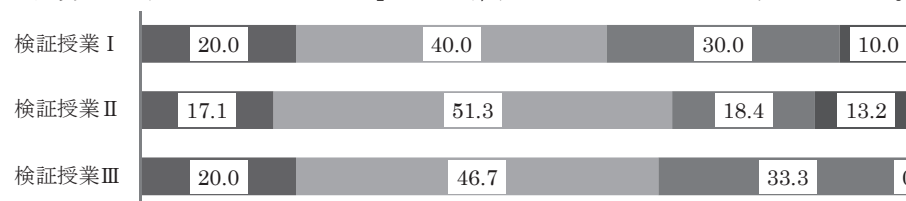
質問3 自分の考えを相手に伝えることができるようになった。



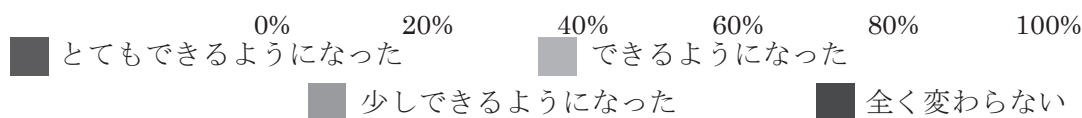
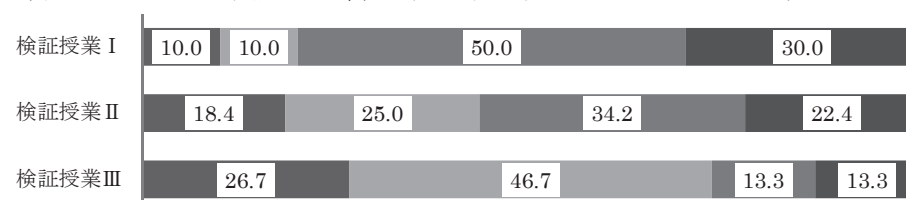
質問4 相手の説明を理解することができるようになった。



質問5 自分が「何がわからないか」を理解することができるようになった。



質問6 難しいと思った問題にも諦めずに取り組むことができるようになった。



(2) 授業アンケート結果による検証

質問1では、全ての検証授業を行ったクラスにおいて、8割以上の生徒が、本研究を実施する前に比べて基本的な問題が解けるようになったと回答した。数学的な見方・考え方を働かせる上で、基礎・基本の知識の定着は必要不可欠であり、この回答結果から、既習事項の定着が図られたことが伺える。

質問2では、3校全てで、7割以上の生徒が「数学的な見方・考え方を働かせ、問題について予想したり、取り組んだりするようになった」と回答した。検証授業での振り返りシートの質問1の1の回答が2割（検証授業Ⅰ）、5割（検証授業Ⅱ）、7割（検証授業Ⅲ）であったことに比べて著しく増加しており、先の具体的な方策3点を継続して取り組んだ成果と考えられる。

質問3では、3校全てで、7割以上の生徒が自分の意見を相手に伝えることができるようになったと回答した。一方で、質問4では、検証授業Ⅱのみ、検証授業での振り返りシートの質問2の4に比べ、「全く変わらない」と答えた生徒が増加した。これは、単元の内容の難易度が高くなり、厳しい結果になったと考えられる。教科の特性上、科目によってはこのようなことは避けられず、指導の工夫が必要である。

質問5では、3校全てで、6割以上の生徒が自己分析できたと回答した。検証授業での振り返りシートの質問3の1、2に比べ増加しており、授業後に振り返りシートを繰り返し実施したことでの成果と言える。

質問6では、本部会で定義した資質・能力の「学びに向かう力・人間性等の涵養」について、数学を活用し、粘り強く考え、問題解決を通し考察を深めようとする態度とし、この点について3校全てにおいて、本研究前の授業に比べ7割以上が諦めずに取り組むようになったと回答した。先の具体的な方策3点を継続して取り組んだ成果と考えられる。

VII 今後の課題

1 数学的な見方・考え方を働かせ、深い学びを実現することについて

新学習指導要領高等学校数学科では、「数学的な見方・考え方」については、「事象を数量や図形及びそれらの関係などに着目して捉え、論理的、統合的・発展的、体系的に考えること」とある。「数学的な見方・考え方」について、高等学校では、小学校算数科、中学校数学科に「体系的」が追加されており、様々な場面で数学を活用するには知識等を体系的に理解しておくことが欠かせない。数学的な見方・考え方を働かせる課題設定に当たっては、既習事項を体系的に組み立てていく数学の考え方を重視する問題設定が考えられる。また、質問1について、検証授業Ⅰ～Ⅲの回答を平均すると約7割の生徒が「とてもできるようになった」「できるようになった」と回答したが、質問2では、平均すると約半分の生徒が先と同レベルの回答をしており、基礎・基本の事項の定着だけでは、必ずしも「数学的な見方・考え方」を働かせて考えることにはつながらないことが伺える。これより、既習事項との関係性に着目した「見方・考え方」を働かせる発問をしたり、粘り強く「見方・考え方」を働かせる活動に取り組ませたりする必要がある。また、生徒の思考を促す発問をタイミングよく投

げ掛けることも必要である。よって、担当している生徒の実態を十分把握すること、また教員自身のより深い教材研究が不可欠である。さらに、生徒の実態によっては、「なぜ数学的な見方・考え方が必要なのか」や「どのような場面で数学的な見方・考え方をを使うのか」などと具体的に指導することも必要である。本研究における成果からも、単発で「数学的な見方・考え方が身に付くような課題を設定すればよいのではなく、「数学的な見方・考え方を働かせることを習慣付けさせるための継続的な指導が必要である。

また、平成32年度からの「大学入学共通テスト」の実施に先立ち、昨年11月に新テストのプレテストが実施され、事象をより日常生活と関連した問題設定で、「数学的な見方・考え方が働くような質問形式になり、答えを導くための過程を重要視した問題が増えた。例えば、「数学Ⅰ・A」では、二次関数の問題でコンピュータのグラフ表示ソフトを用いた学習場面、三角比の問題で建築基準法に示されている階段の基準から階段の踏面について考察、正弦定理の学習場面において2人の生徒の証明を構想するなど、グラフや図、表から情報を読み取り、焦点化して数学的に表現し、解決することが求められる問題になっており、「数学的な見方・考え方を重視していると言える。このことから、生徒が既習事項の知識・技能と関連させ数学的な見方・考え方を働かせたり、事象を数理的に捉えたり、既習事項と新たな知識を相互に関連付けてより深く理解することができるように、教員自身も学習内容の背景等について理解を深めつつ指導方法を見直すなど、不断の授業改善が必要である。

2 対話的な学びについて

検証授業Ⅰ～Ⅲでは、生徒一人一人の学習実態に合わせ、ペアワーク、グループワークなどの対話的活動を取り入れ、これを継続的に実施することで、授業アンケートの質問3、4で肯定的な回答を得ることができたが、以下の3点の課題が残った。

1点目は、授業での個人活動とグループ活動（もしくはペア活動）の時間配分である。検証授業Ⅰ～Ⅲのどの授業においても、対話的活動、すなわち他者と協力して取り組む時間が多くとられるため、個人で思考する時間が少なくなってしまう。対話的活動の質をより高めるためには、個人で十分に思考することが不可欠である。

2点目は、対話的活動の形骸化である。検証授業Ⅲでは、グループワークでの話し合いの内容が理解できずにいる生徒が、他者のノートやワークシートの内容をそのまま自分のワークシートに書き写してしまう等の様子が見受けられた。生徒同士の対話だけでは、疑問点が解決しない事態も起こるということである。

3点目は、単元の難易度が高くなると、対話的活動が低調になってしまうことである。特に、数学Ⅱ、数学Ⅲの関数が扱われている単元や、数学Ⅰなどの既習事項を十分理解していることが必要な科目については、特に課題である。

限られた授業時間で有意義な学びを実現するため、反転学習のような予習に重きを置いた学習形態にしたり、発問の工夫や授業の時間配分を工夫したりするなど、指導方法の見直しを検討する必要がある。新学習指導要領高等学校数学科では、「主体的・対話的で深い学び」を実現させるため、数学的活動の一層の充実が求められている。「数学的な見方・考え方を働かせて「深い学び」につなげるため、対話的な活動が活性化できるよう、教員がファシリテーターの役割を果たすための力を身に付けることが必要である。

平成 30 年度 教育研究員名簿

高等学校・数学

学 校 名	職 名	氏 名
東京都立江北高等学校	教 諭	嶋本 未希
東京都立足立工業高等学校	教 諭	○ 西川 真吾
東京都立浅草高等学校	教 諭	萩原 左近
東京都立小石川中等教育学校	主任教諭	前田 徹
東京都立中央ろう学校	主任教諭	遠田 将人
東京都立総合工科高等学校	教 諭	渡辺 恭介
東京都立練馬工業高等学校	教 諭	◎ 佐々木 啓丞
東京都立富士森高等学校	主任教諭	須田 雄介
東京都立立川国際中等教育学校	主任教諭	長谷川 裕子

◎ 世話人 ○ 副世話人

〔担当〕 東京都教育庁指導部高等学校教育指導課
指導主事 福田 由紀子

平成 30 年度

教育研究員研究報告書
高等学校・数学

東京都教育委員会印刷物登録
平成 30 年度 第 135 号

平成 31 年 3 月 発行

編集・発行 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
印刷会社 康印刷株式会社