

高等学校

平成25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	2
III	研究の仮説	2
IV	研究の方法	3
V	研究の内容	5
VI	研究の成果	21
VII	今後の課題	24

研究主題	「思考力・判断力・表現力等を育む数学的活動を活性化させる 学習評価の在り方」
-------------	---

I 研究主題設定の理由

近年の理数教育の国際的な通用性が問われる中で、我が国の子供たちには、全国学力・学習状況調査*1（平成 25 年 4 月国立教育政策研究所）や特定の課題に関する調査（数学的な表現形式を用いた論理的な思考）*2（平成 23 年 2 月国立教育政策研究所）から、「式の意味を理解すること」、「一定の事柄が成り立つ理由や予想した事柄を数学的な表現を用いて説明すること」、「数学的な表現形式を用いた論理的な思考」などに課題があることが明らかとされた。

これらの課題に対して、高等学校学習指導要領*3（平成 21 年 3 月文部科学省告示）では、言語活動の充実や思考力・判断力・表現力等の育成が一層重視され、東京都教育ビジョン（第 3 次）*4（平成 25 年 4 月東京都教育委員会）には、「これからの社会を生き抜くために必要なことは、知識・技能の習得はもとより、習得した知識・技能を活用し、課題を発見する力や、知識・技能を活用して課題を解決するために必要な思考力・判断力・表現力、新たな価値を生み出す創造力等を身に付けることである」と課題解決に向けた方策が示された。

また、学習評価に目を向けてみると、「児童生徒の学習評価の在り方について」*5（平成 22 年 3 月文部科学省報告）では、高等学校の学習評価が、ペーパーテストを中心とした成績を算出するための評価にとどまる場合が多く、観点別学習状況の評価を推進していくことが求められている。その後の教科基礎調査研究（1 年次）（平成 24 年度東京都教職員研修センター紀要第 12 号）*6によれば「思考力・判断力・表現力等の育成について学習指導の取組が見られる一方、ペーパーテストに重点を置いて評価をする割合が高い」という指摘も挙げられている。

さて、今年度の教育研究員の全体テーマは、「学習指導要領に対応した授業の在り方について」であり、上で述べたように、生徒の思考力・判断力・表現力等に課題があること、思考力・判断力・表現力等を育む授業を充実させるために必要な学習評価の在り方に課題があることを鑑み、高等学校部会のテーマを「思考力・判断力・表現力等を育む学習活動を活性化させる学習評価の在り方」として設定されたと推察できる。

そこで、高等学校数学部会では、「思考力・判断力・表現力等を育む学習活動」において、「根拠を明らかにし筋道を立てて体系的に考えることや、言葉や数、式、図、表、グラフなどの相互の関連を理解するとともに、それらを適切に用いて問題を解決したり、自分の考えを分かりやすく説明したり、互いに自分の考えを表現し伝え合ったりする」ための指導を充実することが重要であると考えた。さらに、思考力・判断力・表現力等の育成を図るために、思考力・判断力・表現力等を観点ごとに評価することで課題を把握し、指導と評価の一体化を繰り返し実現し、授業における数学的活動や言語活動を充実させていく必要があると考え、研究の主題を「思考力・判断力・表現力等を育む数学的活動を活性化させる学習評価の在り方」として、研究に取り組むことにした。

Ⅱ 研究の視点

平成 20 年中央教育審議会答申*7において、思考力・判断力・表現力を育成するためには、

- ① 体験から感じ取ったことを表現する。
- ② 事実を正確に理解し伝達する。
- ③ 概念・法則・意図などを解釈し、説明したり活用したりする。
- ④ 情報を分析・評価し、論述する。
- ⑤ 課題について、構想を立てて実践し、評価・改善する。
- ⑥ 互いの考えを伝え合い、自らの考えや集団の考えを発展させる。

などの学習活動が重要であり、このような活動を各教科等で行うことが不可欠であるとしている。さらに、高等学校学習指導要領解説数学編*8において、重視すべき数学的活動は、

- ① 自ら課題を見だし、解決するための構想を立て、考察・処理し、その過程を振り返って得られた結果の意義を考えたり、それを発展させたりすること
 - ② 学習した内容を生活と関連付け、具体的な事象の考察に活用すること
 - ③ 自らの考えを数学的に表現し根拠を明らかにして説明したり、議論したりすること
- であり、これら重視すべき活動の基盤に言語活動があるとしている。また、言語活動の充実に関する指導事例集においても「生徒が学習した数学を積極的に活用して数学的論拠に基づいて適切に判断することができるよう、数学における基本的な概念などの理解を深めるとともに、事象を数学的に考察・処理し、その過程を振り返って得られた結果の意義を考えたり、自らの考えを数学的に表現し根拠を明らかにして説明したり議論したりする学習活動を充実する」と示している。

これらを踏まえ、本部会では、学習評価の在り方を実践研究して、これをもとに、思考力・判断力・表現力等の育成を目的とした数学的活動や言語活動の充実を図り、数学的活動をさらに活性化させるという視点に立つこととした。

Ⅲ 研究の仮説

本部会で、思考力・判断力・表現力等の育成を図る指導と評価の実践的研究するに当たり、現状で、学習評価がペーパーテストに重点を置いている割合が高く、指導と評価の一体化が十分に行われていないとの課題を鑑みて、

- ・ワークシートを取り入れた指導実践と評価の在り方の研究
- ・生徒が身に付けた知識や技能を活用した課題解決学習の実践と評価の在り方の研究

の二つの取組を行うことで、思考力・判断力・表現力等の育成及び数学的活動を活性化させることができるのではないかと仮説を立てた。

そこで、本部会では、

① 授業において生徒に授業内容やポイント等のまとめを、ワークシートを用いて継続的に記録・蓄積させる。

② ワークシートを分析・評価し、その後の授業改善につなげる。

これら①②を繰り返し、**継続的な記録・蓄積→分析・評価→指導の改善** が図られ、これまで十分な効果が上がらなかった指導と評価の一体化が進み、生徒の思考力・判断力・表現力等が育成され、数学的活動が更に活性化されると考え、仮説を「ワークシート等に学習活動を継続的に記録し、これらの記録から思考力・判断力・表現力等の観点ごとに学習状況を評価して、課題を把握する。それらを基に学習指導の改善を繰り返し図っていくことで、生徒の思考力・判断力・表現力等が育成され、数学的活動を活性化できる」と立てた。

IV 研究の方法

「ワークシート等に学習活動を継続的に記録し、これらの記録から思考力・判断力・表現力等の観点ごとに学習状況を評価して、課題を把握する。それらを基に学習指導の改善を繰り返し図っていくことで、生徒の思考力・判断力・表現力等を育成し、数学的活動を活性化する」ために、研究を以下のように進めた。

1 アンケート調査の実施

本研究では、研究員の勤務校である全日制普通科、定時制普通科、エンカレッジスクール、チャレンジスクールにおいて、生徒に事前のアンケート調査を行う。この結果を教科基礎調査研究と比較・分析することで、生徒の数学学習に関する意識や、授業中の学習活動上の課題について、勤務校の傾向を把握した。このアンケート調査を、評価の在り方の実践研究の有用性を検証する指標とする。

2 思考力・判断力・表現力等を育む学習活動を活性化させる学習評価の取組

(1) ワークシートを取り入れた取組

昨年度の教育研究員高等学校数学部会の実践事例「振り返りシート」を参考に、授業の内容や学習活動を記述したものを継続的に評価・追跡し、指導や授業改善につなげる実践を研究員全員で行った。なお、ワークシートは複数時間を一枚のシートに記入するような様式を原則とし、段階的な評価規準をワークシート内に明示することで、生徒あるいは教員同士でも評価規準を共有できるものとした。各研究員はワークシートを各学校の生徒の実態や自らの授業スタイル、単元指導計画に応じて手直しをして実践するとともに、今年度は研究員同士でワークシートを見せ合うことでお互いの評価を検証し、授業や評価の改善を図る取組も行うこととした。

◆学習まとめシート 1年 組 番号 () 氏名: _____

○ねらい

学習した内容を自分の言葉でまとめ、理解度を自己評価することにより、
学習内容の定着や表現する力を身に付けることを目標としています。

評価	授業者からの評価について
5	今までの知識や経験、取組事項に関連させながら記述している。
4	レベル3に加えて、学習内容のポイントや考え方を根拠立てて説明している。
3	レベル2に加えて、学習のポイントや考え方を自分の言葉で表現している。
2	学習内容を項目立てることができる。さらに、理解度を具体的に記述している。
1	レベル2に達していない程度の表現で記述している。

▼記入方法

①「学習テーマ」「学習内容」「理解度」「今後の学習に向けて」「自己評価」を記入する。
※学習内容には、「何を学んだのか、自分ができるようになったこと、授業のポイント」を書く。

② 授業の感想については、「今後の学習に向けて」の欄に記入すること。
理解度：自己評価をA～Dの4段階で記入する。(※成績には関係ありませんので素直な気持ちで書くように)
(A:よく理解している B:理解している C:もう少し努力が必要 D:かなり努力が必要)

日付	学習テーマ・学習内容	今後の学習に向けて	理解度
例	<学習テーマ> 1次不等式(性質・解く) ①不等式では、両辺にマイナスをかけたり、割ったりすると不等号の向きが変わる。不等式を解くには、方程式のように文字は左辺に、数字は右辺にまとめる。(移項の場合は不等号の向きは変わらない) <数> の形にするときに、不等号の向きが変わるかどうかを要する。 ②「<」はOミナナメ、<=」はOミナナメに示す。	不等式の解き方は方程式と似ている部分が多かった。はじめは、「いつ不等号の向きが変わる」のかわからなかったが、たくさん問題を解くことで、わかるようになった。理解して、できるまで自分で問題を解くことが大切だと感じた。	B
①	<学習テーマ> ●学習内容 (何を学んだのか、自分ができるようになったこと、授業のポイント)	●今後の学習に向けて	理解度
12 /	非教員欄		
②	<学習テーマ> ●学習内容 (何を学んだのか、自分ができるようになったこと、授業のポイント)	●今後の学習に向けて	理解度
12 /	非教員欄		
③	<学習テーマ> ●学習内容 (何を学んだのか、自分ができるようになったこと、授業のポイント)	●今後の学習に向けて	理解度
/	非教員欄		
④	<学習テーマ> ●学習内容 (何を学んだのか、自分ができるようになったこと、授業のポイント)	●今後の学習に向けて	理解度
/	非教員欄		
⑤	<学習テーマ> ●学習内容 (何を学んだのか、自分ができるようになったこと、授業のポイント)	●今後の学習に向けて	理解度
/	非教員欄		
⑥	<学習テーマ> ●学習内容 (何を学んだのか、自分ができるようになったこと、授業のポイント)	●今後の学習に向けて	理解度
/	非教員欄		
⑦	<学習テーマ> ●学習内容 (何を学んだのか、自分ができるようになったこと、授業のポイント)	●今後の学習に向けて	理解度
/	非教員欄		

図 1 実践に使用したワークシートの例

(2) 習得した知識や技能を活用する課題解決学習を取り入れた取組

学習活動に、習得した知識や技能を活用する課題解決学習を計画する。話し合い活動の場面を通じて、自らの考えの根拠を明らかにして伝えたり、他者の考えを取り入れたりしながら自分の考えを深め、意見を伝え合うことで言語活動の充実を図る。学習活動をワークシートに記録し自己評価や他者評価を通じて、自らの学習状況や到達段階を理解する。教員は、評価によって得られた情報を基にした新しい課題を集団へ還元することを繰り返し図る実践を行うこととする。

3 検証授業

2の内容を取り入れた単元指導計画を作成し、これに基づいた授業実践と事後の評価を行うことで、仮説を検証する。

4 事後の意識調査

事後にもアンケート調査を行い、事前のアンケート調査結果と比較・分析して、生徒の意識にどのような変化が見られたか調査する。

5 成果と課題のまとめ

本研究が取り扱った「思考力・判断力・表現力等を育む数学的活動を活性化させる学習評価の在り方」の実践研究について、その成果と課題を整理する。

V 研究の内容

1 研究構想

全体テーマ **学習指導要領に対応した授業の在り方について**

高校部会テーマ

思考力・判断力・表現力等を育む学習活動を活性化させる学習評価の在り方

思考力・判断力・表現力等を育む学習活動とは

根拠を明らかにし筋道を立てて体系的に考えることや、言葉や数、式、図、表、グラフなどの相互の関連を理解し、それらを適切に用いて問題を解決したり、自分の考えを分かりやすく説明したり、互いに自分の考えを表現し伝え合ったりすることである。

「思考力・判断力・表現力の育成」と「学習評価の在り方」の現状と課題

【現状】我が国の高校生は思考力・判断力・表現力等に依然課題がある。思考力・判断力・表現力等の育成について学習指導の取組が見られる一方、ペーパーテストに重点を置いた評価をする割合が高いという報告がある。

【課題】数学的活動・言語活動の充実を図るとともに、指導と評価の一体化を繰り返し、効果的な評価を実施することが課題である。

数学部会主題

思考力・判断力・表現力等を育む数学的活動を活性化させる学習評価の在り方

仮説

ワークシート等に学習活動を継続的に記録し、これらの記録から思考力・判断力・表現力等の観点ごとに学習状況を評価し、課題を把握する。それらを基に学習指導の改善を繰り返し図っていくことで、生徒の思考力・判断力・表現力等が育成され、数学的活動を活性化できる。

具体的方策

- ① 生徒は、複数回分記録できるワークシートに学習内容やポイント等のまとめを継続的に行う。記述した内容の自己評価や教員による評価を蓄積しながら、自らの学習状況を振り返る活動を通じて、自らの学習到達段階を客観的に理解する。教員は、評価によって得られた情報や課題を基に学習指導の改善を繰り返し図る。
- ② 生徒は、習得した知識や技能を活用して課題解決学習を行う。話し合い活動の場面を通じて、自らの考えの根拠を明らかにして伝えたり、友達の考えを取り入れたりしながら自分の考えを深め、意見を伝え合うことで言語活動の充実を図る。学習活動をワークシート等に記録し自己評価や他者評価を通じて、自らの学習状況や到達段階を理解する。教員は、評価によって得られた情報を基にした新しい課題を集団へ還元することを繰り返し図る。

検証方法

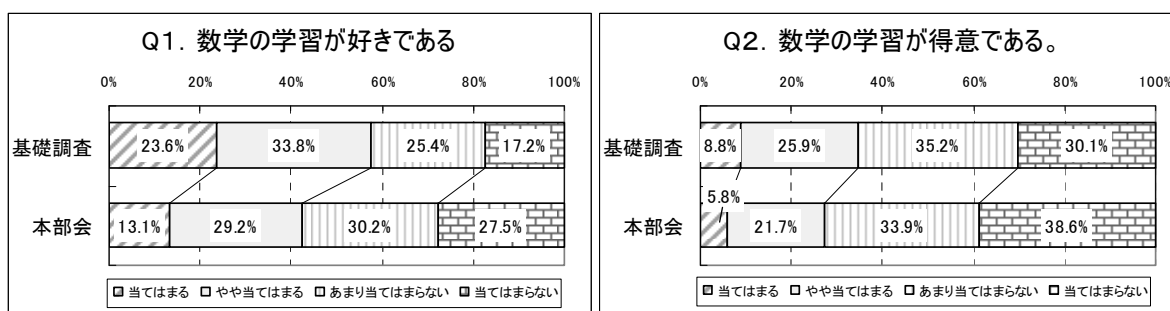
数学的活動をワークシートなどで継続的に記録する。ルーブリックを用いて生徒の記述した内容を段階的な基準で評価し、変容を考察する。また、数学的活動に関する事前・事後のアンケートを実施して結果を比較する。

自己評価等を通じて自らの学習状況を理解すること、また、生徒の記録・評価に基づき学習指導の改善を繰り返し図った結果、思考力・判断力・表現力等を育むことができたか、研究の有効性を検証する。アンケートと観察や発表、机間指導など授業中の見取りである評価とあわせ、研究成果の評価及び課題の考察を行う。

2 事前アンケート調査について

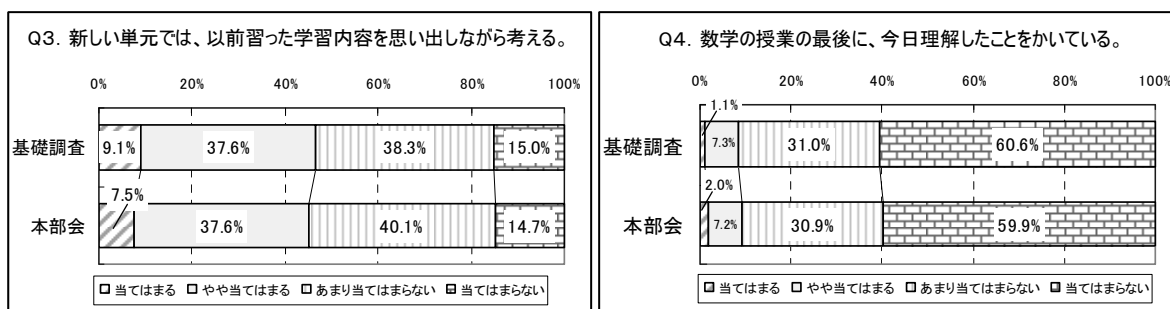
本部会では、各研究員の勤務校である、全日制普通科、定時制普通科、エンカレッジスクール、チャレンジスクールにおいて、生徒約 2800 名に対し、9月第一週に教科基礎調査研究と同様の項目で事前アンケート調査を行った。各研究員の勤務校における生徒の意識と、教科基礎調査研究との差異の把握を目的とし、アンケートの結果を、本部会の研究テーマを踏まえて学習意欲、ワークシート、グループ学習に関連する項目に焦点を当て、教科基礎調査研究と比較しながら以下のように分析した。

(1) 学習意欲について



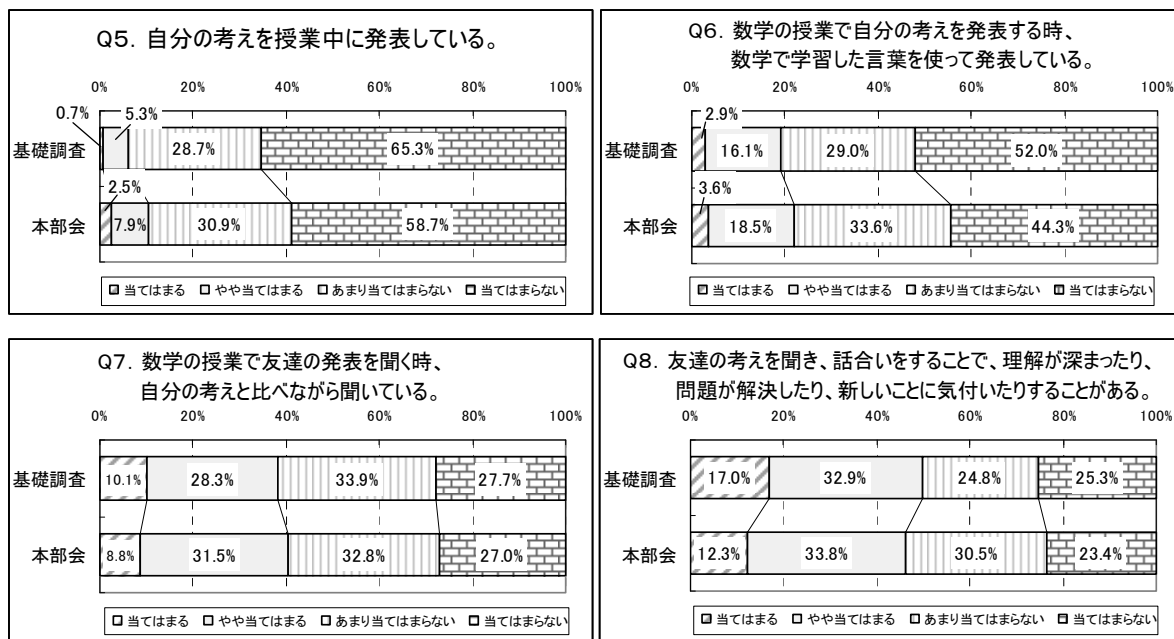
本部会が対象とする生徒たちにおいては、「数学の学習が好きである」は 40%強程度、「数学の学習が得意である」は 30%強程度である。教科基礎調査研究と比較すると、Q1では一15%程度の差があるが、各研究員の所属校が多様であることに起因するもので、誤差の範囲だと判断した。

(2) ワークシートについて



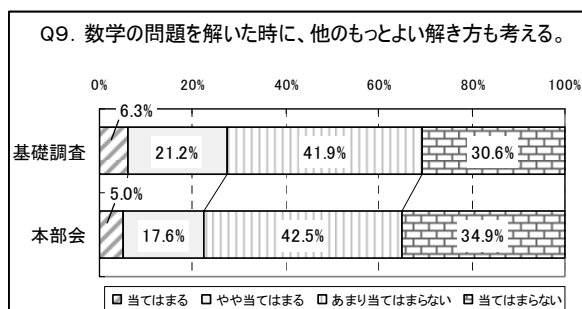
新しい単元を学習する際に、ノートや教科書を活用して既習事項を振り返る活動をしている生徒は本部会でも半数程度である。その日に行った授業に対し、理解した内容や公式等をまとめる活動をしている生徒は、教科基礎調査研究及び本部会において10%弱にとどまっている。このことは、思考力・判断力・表現力等を育成する観点において、課題の一つである。本部会では、平成24年度の既往研究である「振り返りシート」を参考にし、授業の内容や学習のポイントをまとめる活動を取り入れた。さらに、生徒が理解した内容等を自分なりの表現でまとめるとともに、授業の理解度等を自己評価し、教員がワークシートの記述を段階的な評価基準で評価する。教員がワークシートの記述内容を評価し、生徒一人一人に応じた指導をきめ細かく行うことで、生徒の学習内容をまとめるための思考力や、数学的な表現力の育成を図る。

(3) 課題解決学習としてのグループ学習について



数学の授業において発表している生徒の割合は極端に少なく、数学的な表現力の育成にも課題がある。一方で、自分の考えと比較しながら他者の発表を聞いたり、話し合う活動を通じて、自らの理解を深めたり、問題を解決したりする生徒は、45%程度いることが分かる。以上のことから、数学の授業における「グループ学習」は、自らの考えを深めたり、他者に発表する活動を通じて、言語活動や数学的活動の活性化に対し有効であることが推察される。

「他のもっとよい解き方も考える」が全体の20%弱程度であるが、生徒が他者の考えや意見を聞き、他の解法について考える場面を教員が設定することにより、生徒が学習課題を多角的に捉えられれば、この割合も上がるものとする。



以上のアンケート結果と分析から、

- ① ワークシートを活用して、評価と指導を繰り返し、学習内容をまとめるための思考力や、数学的な表現力の育成を図ること
- ② 課題解決学習として「グループ学習」を行い、自らの考えをまとめたり、他者に発表する活動を通じて評価と指導を繰り返し、言語活動や数学的活動の活性化を図ることを研究員8名で実践し、研究の有効性を検証する。

3 実践事例 検証授業 I

(ワークシートを用いた評価等を行い、思考力・判断力・表現力等の育成に対する取組)

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)

単元名：第5章 微分と積分「接線の方程式」

教科書：「数学Ⅱ」(東京書籍) 副教材：「サクシード数学Ⅱ」(数研出版)

(2) 単元 (題材) の指導目標

微分・積分の考えについて理解し、それらの有用性を認識するとともに、事象の考察に活用できるようにする。

(3) 評価の観点の趣旨

ア 関心・意欲・態度	イ 思考・判断・表現	ウ 数学的な技能	エ 知識・理解
微分・積分の考えの考え方に興味をもつとともに、それらを事象の考察に活用して数学的論拠に基づいて判断しようとする。	事象を数学的に考察し表現したり、思考の過程を振り返り多面的・発展的に考えたりすることなどを通して、微分・積分の考えにおける数学的な見方や考え方を身に付けている。	微分・積分の考えにおいて事象を数学的に表現・処理する仕方や推論の方法などの技能を身に付けている。	微分・積分の考えにおいて基本的な概念、原理・法則などを体系的に理解し、知識を身に付けている。

(4) 単元 (題材) の指導と評価の計画 (22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)
		関	思	技	知	
第1 ～ 5時	<ul style="list-style-type: none"> 微分係数 導関数 		●	●	●	関数の平均変化率の極限として、グラフの接線の傾きと関連付け、微分係数の図形的な意味を理解している (イ)。関数の平均変化率の極限として微分係数を求めることができる (ウ)。平均変化率について、図形的意味を含めて理解している (エ)。微分係数を関数の極限として捉え (イ)、導関数を定義し、定義に当てはめて計算できる (ウ)。
第6 ～ 7時	<ul style="list-style-type: none"> 接線 (本時) 		●	●	●	微分係数が接線の傾きを与えているという見方ができる (イ)。関数のグラフの接線の方程式を求めることができる (ウ)。通る1点と傾きを与えられるとき、直線が決定することを理解している (エ)。
第8 ～ 12時	<ul style="list-style-type: none"> 関数の増減と、極大・極小 関数の最大・最小 		●	●	●	ある点における導関数の値は接線の傾きに等しいという見方ができる (イ)。導関数を用いて、関数の極大・極小を調べ、グラフの概形を描くことができる (ウ)。微分方を用いて、関数のグラフを描き、(ウ)、その結果から関数の最大値・最小値を求め、具体的な事象の考察に活用しようとしている (ア)。

時間	学習活動	評価の観点				評価規準（評価方法など）
		関	思	技	知	
	・ 方程式・不等式への応用			●		微分法を用いて、関数のグラフを描き、その結果を方程式の解の個数を調べることや不等式の証明に応用できる（ウ）。
第13 ～ 22 時	・ 不定積分			●	●	微分法の逆演算として不定積分を導入し（エ）、整関数についての不定積分が計算できる（ウ）。
	・ 定積分			●	●	定積分の定義から面積が計算できる原理を理解しようとし（エ）、その計算ができる（ウ）。
	・ 定積分と面積		●	●		定積分の考えを応用して、直線や放物線など二つのグラフで囲まれた図形の実面積を求める原理を考察し（イ）、その面積を計算できる（ウ）。

（5）本時（22 時間中の 6 時間目）

ア 本時の目標

- ・ 微分係数が接線の傾きを与えることを理解する。
- ・ グラフ上に与えられた点における接線の方程式を求めることができる。
- ・ グラフ外の点からグラフへ引いた接線の方程式を求めることができる。

イ 本時の展開

過程	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	3分	・ 本時のテーマを確認する。			
展開	37分	・ 例 1 を考える。	・ 具体的な問題を通して、接線の方程式を求める。		
		例 1 関数 $f(x) = x^2 - 4x + 4$ のグラフ上の点 $(3, 1)$ における接線の方程式を求めよ。			
		<ul style="list-style-type: none"> ・ 関数のグラフを描き、題意を把握する。 ・ 直線の方程式を確認する。 ・ 接線の傾きを考える。 ・ 接線の方程式を求める。 ・ 接線の方程式の公式をまとめる。 ・ 問 1 を解く。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 分かっていること、何が分かれば良いかを発問する。 ・ 直線の方程式を求めるために何が必要か、生徒に発問する。 ・ 微分係数の図形的意味を生徒に発問して確認する。 ・ 発問し、解答を確認する 	ウ【観察】 エ【観察】 イ【観察】 ウ【観察】	
例題 1 点 $A(3, 4)$ から曲線 $y = x^2 - 3x$ に引いた接線の方程式を求めよ。					
		<ul style="list-style-type: none"> ・ 例題 1 を考える。 ・ 例 1 との違いを考える。 ・ 接点を文字で表し、その点における接線が定点を通ると読み替える。 ・ 解答の確認をする。 ・ 問 3 を解く。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 例 1 との違いを発問する。 ・ 接点が $(a, a^2 - 3a)$ になることを確認する。 ・ 机間指導で、分からない生徒に個別指導をする。 ・ 発問し、解答を確認する。 	イ【観察】 イ【観察】 ウ【観察】	
まとめ	10分	・ 本時の確認をする。	・ ワークシートに記入させる。	イ【観察・ワークシート】	

(6) 本時の振り返り

本時は、接線の方程式を求める学習において、思考力・判断力・表現力等を育む数学的活動を活性化させる学習評価の在り方を意識し、意図的に発問を多く取り入れ、観察やワークシートによる評価から、言語活動の充実に着目して授業実践した。

9月からワークシートの記入を毎授業時10分程度行い、その授業のまとめを行うことで思考力・判断力・表現力等の育成や言語活動の充実に図っている。実践研究以前の授業では生徒への発問は一人1回程度だったが、事前アンケート結果「授業時に発表しているという生徒の割合が少ない」、「自分の考えと比較しながら他者の発表を聞く」及び「話し合う活動を通じて、自らの理解を深めたり、問題を解決したりする」ということを踏まえ、本時では一人に対して発問回数を2回程度行い、発問に対する回答に評価を加えて新たに発問・指導する学習活動を試みた。各生徒の応答は良く、各生徒に対しては思考力・判断力・表現力等を育むような数学的活動を行うことができた。一方、発問が抽象的な表現になると、発問の意図が分かりにくくなり、期待した評価と指導の一体化に結び付かない場面があった。「接線の傾きをどのように求めるのか」、「曲線外の点から引いた接線を求めるためにはどうすればよいか」などの質問が多かったため、評価と指導に時間がかかり、授業のリズムが悪かった。座席順に指名をすることや、指名してから発問をすることもあり、教室全体としての数学的活動を活性化させるための学習評価という点に関しては改善すべき点が多かった。

既習事項の確認の場面では、教科書を見直して振り返ることができた生徒が多かった一方で、自らのワークシートで確認しようとする生徒は少なかった。ワークシートの記入時間は、10分間の予定で計画していたが、実際には5分程度しか取ることができなかった。

日付	〈テーマ〉	〈今後に向けて〉	理解度
10/17	導関数の応用(接線)	数Ⅰのときは果ばり傾きを求める際は、微分を用いるので、丁寧に値を出していきたい。	A
〈学習内容〉	$y - f(a) = f'(a)(x - a)$ $y = f(x)$ 上の点 $(a, f(a))$ における接線の方程式 (P.190) 公式に (P.191) (例2) 接点を文字で表し、傾きを求め、方程式を解く \rightarrow 傾きを求める \rightarrow 方程式を解く \rightarrow 代入 \rightarrow 傾きを求める	〈コメント〉	3

図2. 当日、生徒が記入したワークシート

(7) 成果と課題

授業中の評価に加え、ワークシートを導入し、授業ごとの学習評価を行った。生徒の数学的活動を教員が評価し、まとめ方や記述の方法を指導することを通じて、個に応じた指導の充実につながり、思考力・判断力・表現力等が育成させる数学的活動を活性化することができた。生徒自身が学習活動を振り返り、



写真1. 生徒がワークシートを記入する様子

授業内容や思考、判断した内容をワークシートに記述する活動を長期間継続することで、表現力・言語活動の充実を図ることができた。例えば、学習内容の記述が公式を記述するだけであった者が、公式に自分なりに意味を書き加える者や、適用する場面も記述するなど、思考力・判断力・表現力等を育む数学的活動の活性化が見られた。授業中に疑問点を質問し、教員が口頭で説明した内容をノートにメモを取るなど、ワークシートに書くことを意識して授業に臨んでいる生徒が多くなった。その結果、授業への取組が良くなり、数学的活動を活性化させる学習評価としての成果があった。

また、生徒が記述したワークシートの評価を授業後に行うことで、生徒の理解度や授業で分かりにくかったところなどの改善点が見つかり、指導の改善を図り、次回の授業へ望むことができた。また、図3に例示したワークシートのように、生徒が自らの学習課題を把握するとともに、主体的な学習態度を記述している例もあった。

日付	11/2	〈テーマ〉 関数の最大・最小の応用	〈今後に向けて〉 次回から不等式の問題で 「符号の変換がまた大事になる と思う。たぶん導関数のグラフの凸凹 をやりがえり」の辺り頑張りたい!	理解度 A
〈学習内容〉	手前宿題プリントでは文字の値を代入して $x=2$ で極小値4になるのを $f(2)=0$ は $f(2)=4$ が考えられるから「残念(ω)」 図形の面積では微分可能な関数を 考えるのを早く始めるから始めよう!		〈コメント〉 次からは大丈夫だね!	3

図3. 生徒が記入したワークシート

課題としては、昨年の教育研究員の実践と同様、ワークシートに記入するための時間の確保である。毎時間10分程度の記入時間を確保するために、演習時間の確保が難しくなり、授業内容を理解はしていても、授業内で基礎・基本を定着させる学習時間の設定がしにくくなった。学習内容の定着のために宿題で補うことを考え実施していたが、宿題の取組状況に応じて、基礎・基本の定着に差がでてしまった。

今後もワークシートの書式を記入しやすくする工夫や記入の指導を行うとともに、記入時間確保のために授業中に扱う用語や例題の精選を図り、指導内容の厳選をすることが必要である。

4 実践事例 検証授業 II

(ワークシートを用いた評価等を行い、思考力・判断力・表現力等の育成に対する取組)

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)

単元名：第5章 第2節 対数関数

教科書：「高等学校数学II」(数研出版)、副教材：「サクシード数学II」(数研出版)

(2) 単元(題材)の指導目標

対数関数 $y = \log_a x$ について、そのグラフの概形を正しくかき、対数関数の性質について理解することができる。また、対数の含まれる方程式や不等式を解くことができるようにし、それらを具体的な事象の考察に活用できるようにする。

(3) 評価の観点の趣旨

ア 関心・意欲・態度	イ 思考・判断・表現	ウ 数学的な技能	エ 知識・理解
指数関数・対数関数の考えの考え方に関心をもつとともに、それらを事象の考察に活用して数学的論拠に基づいて判断しようとする。	事象を数学的に考察し表現したり、思考の過程を振り返り多面的・発展的に考えたりすることなどを通して、指数関数・対数関数の考えにおける数学的な見方や考え方を身に付けている。	指数関数・対数関数の考えにおいて事象を数学的に表現・処理する仕方や推論の方法などの技能を身に付けている。	指数関数・対数関数の考えにおいて基本的な概念、原理・法則などを体系的に理解し、知識を身に付けている。

(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)
		関	思	技	知	
第1 ～ 3時	・対数の定義		●	●		対数 $\log_a M$ が $M = a^p$ を満たす指数 p を表していることを理解し(イ)、指数表現と対数表現とを相互に書き換えることができる(ウ)。
	・対数とその性質			●	●	対数の定義と性質について理解し(エ)、様々な対数の値の計算ができる(ウ)。
	・底の変換公式		●	●		底の変換公式を等式として捉え(イ)、問題に応じて適切な底に変換することができる(ウ)。
第4 ～ 6時	・対数関数(本時)	●	●		●	対数関数のグラフの概形、特徴を理解しており(イ)、定点(1, 0)を通ることを理解している(エ)。
	・対数関数の性質		●	●		グラフを活用して大小関係や方程式・不等式を考察することができる(イ)。底に関する条件に注意し、対数関数を含む不等式を解くことができる(ウ)。
	・真数条件	●	●	●	●	対数の性質を用いる際に、真数が正であることに着目し(エ)、問題を解ける(ウ)。やや複雑な対数方程式、対数不等式に積極的に取り組もうとする(ア)。置換することで二次関数として捉え(イ)、最大・最小問題を処理できる(ウ)。

時間	学習活動	評価の観点				評価規準（評価方法など）
		関	思	技	知	
第7～8時	・常用対数			●	●	正の数を $a \times 10^n$ の形に表現して、対数の値を求めることができる（ウ）。 常用対数の有用性を理解している（エ）。 n 桁の数、小数首位が第 n 位の数を、不等式で評価することができる。（ウ） 常用対数を利用して、桁数の問題や小数首位問題などを解くことができる。（エ）

（5）本時（8時間中の4時間目）

ア 本時の目標

- ・指数関数との関連を考察しながら、対数関数のグラフの特徴を理解する。
- ・底の値が $a > 1$ の場合と $0 < a < 1$ の場合のグラフを比較し、対称性があることを理解する。

イ 本時の展開

過程	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	<ul style="list-style-type: none"> ・前回までの内容が記入済みのワークシートを各自受け取る。 ・ワークシートを用いて、対数の性質を確認する。 	<ul style="list-style-type: none"> ・底の値の範囲について、$a > 0$ かつ $a \neq 1$ であることを確認しておく。 ・真数は必ず正の数であることを確認しておく。 	観察 ワークシート
展開1	10分	<ul style="list-style-type: none"> ・$y = \log_2 x$ の式を、指数を用いた表現に変形する。 ・既習事項の指数関数の式 ($y = 2^x$) との違いについて理解する。 ・$y = 2^x$ の対応表を参考にして、$y = \log_2 x$ の対応表を作る。 	<ul style="list-style-type: none"> ・$y = \log_2 x$ と $y = 2^x$ が逆関数の関係となっているが、逆関数という用語には触れず、「x と y の立場が入れ替わる」という表現にとどめる。「逆関数」という用語に関しては、授業後半にて生徒の様子を見ながら余裕があれば触れていく。 ・対応表が完成したら、全員で数値を確認する。その際に、「x の値は必ず正であること」「単調に増加していること」「x の値が大きくなるにつれて、y の値の増え方は鈍くなること」の3点を確認する。 	観察 机間指導 発問 ワークシート
展開2	15分	$y = \log_2 x$ のグラフを調べてみよう。（教科書 p. 162～163）		
		<ul style="list-style-type: none"> ・ノートに対応表をプロットしていく形で $y = \log_2 x$ のグラフをかく。 ・同じ座標軸に、$y = 2^x$ のグラフを描き、二つのグラフの関係を考察し、ワークシートに記入する。 	<ul style="list-style-type: none"> ・グラフは大きめに書くように指導する。 ・必ず $(1, 0)$ を通り、y 軸が漸近線となることに触れておく。 ・底が $a > 1$ の場合は、グラフが右上がりになっていることを確認しておく。 ・いくつかの点を例にとりながら、$y = x$ について対称であることを確認する。 	観察 机間指導 発問 ・ワークシート 対数関数のグラフの概形、特徴を理解している。
		<ul style="list-style-type: none"> ・$y = \log_{\frac{1}{2}} x$ に対しても同様の手順でグラフを描く。 	<ul style="list-style-type: none"> ・$y = \left(\frac{1}{2}\right)^x$ の対応表を参考にして、対応表を作る。 	観察 机間指導 発問 ワークシート

過程	時間	学習内容・学習活動	指導上の留意点	評価規準・方法
展開3	15分	<ul style="list-style-type: none"> 同じ座標軸に、$y = \left(\frac{1}{2}\right)^x$ のグラフも描き、2つのグラフの関係を考察する。 	<ul style="list-style-type: none"> 必ず $(1, 0)$ と $(\frac{1}{2}, 1)$ を通り、y 軸が漸近線となることを確認する。 底が $0 < a < 1$ の場合は、グラフは右下がりになることを確認する。 いくつかの点を例にとりながら、$y=x$ について対称であることを確認する。 時間に余裕のある生徒には、本時の学習をワークシートに記入するよう促す。 	<ul style="list-style-type: none"> 対数関数のグラフの概形、特徴を理解している。 対数関数のグラフが定点 $(1, 0)$ を通ることを理解している。
まとめ	5分	<ul style="list-style-type: none"> ワークシートに本時の内容を記入する。 	<ul style="list-style-type: none"> 授業終了直前に、本時のまとめを行い、以下の3点を確認する。 <ol style="list-style-type: none"> y 軸を漸近線とし $(1, 0)$ と $(a, 1)$ を必ず通る。 底の値が $a > 1$ の場合は右上がりのグラフ(増加関数)となり、$0 < a < 1$ の場合では右下がりのグラフ(減少関数)となる。 $y = \log_a x$ のグラフと $y = a^x$ のグラフが直線 $y = x$ について対称である。 余裕があれば、逆関数についての解説を行う。 	観察 机間指導 発問 ワークシート

(6) 本時の振り返り

本時は、対数関数のグラフの性質について考察することを通じて、言語活動の充実を図るとともに、思考力・判断力・表現力の育成を図るための評価・指導を行った。

9月から研究員全員がそれぞれワークシートを導入し、約2か月間の実践研究を進める中で、

- ① ワークシートは小単位ごとの記入ではなく、毎回の授業ごとの記入の方が深く内容を記述することができる。
- ② ワークシートの記入時間を授業終了直前に限定すると、ペースの遅い生徒は記述内容が薄くなってしまった。

という2点の課題が浮き彫りになっていた。

そのため、11月以降の授業ではワークシートの記入時間を、授業終了直前に限定せずにつつでもよいという形式にして、気付いたことを気付いた段階ですぐに記入ができるような環境づくりを行った。授業内の学習活動において、「グラフを作成して気付いたことを、どんどんシートに書き込んでいこう」と指示し、グラフの作成という作業のなかでも思考力・判断力・表現力の育成を図れるよう工夫した。

本時の授業内においても、生徒は板書されたグラフをノートにただ書き写すのではなく、グラフを作成しながら様々な指数・対数の性質と合わせてグラフの特徴について考察をしていた。また、考察した内容をどのように式や文章で表現するかを考えている様子が多く見られた。授業後に回収したワークシートには、教科書や板書で示したポイント以外にも、対数関数のグラフの特徴を生徒自身の言葉で表現できていた。生徒間で表現力に差は見られるも

の、生徒が学習内容のポイントに気付いた時点で記入することで記述内容とともに理解が深まり、主体的に授業に取り組む

⑩ 11月25日	<学習テーマ> <u>対数関数</u> ●学習内容(何を学んだのか、自分ができるようになったこと、授業のポイント) $y = \log_a x \rightarrow x = a^y$ 指数関数 $y = a^x$ の $y = x$ の逆関数 ・y軸より必ずプラス側(y軸が漸近線) ・(1,0)を通る。・ $y = a^x$ と $y = \log_a x$ は $y = x$ の直線に関して対称である。 底が1より大きいグラフが増加していく 底が0と1の間グラフは減っていく	●今後の学習に向けて グラフをしっかり書けるように練習しよう 1に1グラフを書く練習もしていきなさい。	理解度 A
	※担当の先生より 特徴がつかめると、早く正確にグラフが描けるようになるよ。		

図4. 生徒が記入したワークシート

生徒が増加し、数学的活動も活性化された。取組はおおむね成功したと考える。

(7) 成果と課題

ワークシート導入以前は、生徒は自らの理解度について意識する場面は少なく、定期考査直前に学習内容が身に付いていないことを自覚する生徒が多かった。実際に、問題集などの家庭学習においても模範解答を丸写しするといった、主体的な学習活動にも課題が見られた。

ワークシートを活用した授業を開始してからは、前時までの学習内容の振り返りが一枚のシートで済むため、生徒にとっては復習事項の確認が容易になった。授業で生徒に説明する際の前提となる事柄を生徒が理解した上で授業が進められるため、授業内容を理解できたという実感を生徒がもちやすくなっている。また、定期考査前の授業外での自発的な学習の様子を観察すると、問題集の発展的な内容についても、主体的に取り組む生徒や粘り強く考える生徒が多く見られるようになった。これは、授業内にとどまらず、授業外においても思考力・判断力・表現力が育まれることにつながったといえ、これは大きな成果といえる。



写真2. ワークシートを活用して既習事項を確認している様子

そして、これは当初あまり意図していなかったのであるが、授業内容をまとめる活動を通じて、毎時の学習のポイントを各自が授業の中からつかみ取ろうという関心・意欲、授業に向けての高い集中力を引き出すことができた。

課題については、やはりワークシートの記入で思考に時間をかけるため、授業の進捗についてはどうしても他のクラスと比較すると遅くなってしまおうという点が一番に挙げられる。しかしながら、授業の定着度については他のクラスと定期考査の得点を比較しても遜色はないため、進捗に必要以上にこだわらず、各授業の定着度を上げることで生徒の負担感も軽減できるという捉え方をすれば、これはデメリットとは必ずしもいえない。

また、ワークシートの充実度が低い生徒についての支援の方法をどのようにすればよいかについても課題が残っている。授業内だけではそのような生徒を拾っていくことが時間的に難しく、提出後のワークシートにコメントを記す形での指導を行ったが、改善のスピードは満足いくものではなく、その間にクラス内での生徒の理解度が更に差が開いていくという状況があった。記述内容が充実している生徒のワークシートを紹介するなどして、定期考査対策の際に自身の学習に役立てることのできるワークシート作りを支援し、生徒の学習活動の底上げを図る方策を講じる必要がある。

5 実践事例 検証授業 Ⅲ

(習得した知識や技能を活用する課題解決学習を取り入れた思考力・判断力・表現力等の育成に対する取組)

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)

単元名：微分と積分

教科書：「新編数学Ⅱ」(東京書籍) 副教材：「新課程 Study-Up ノート数学Ⅱ」(数研出版)

(2) 単元(題材)の指導目標

具体的な事象の考察を通して、微分・積分の考えを理解し、それをを用いて関数の値の変化を調べることや面積を求めることができるようにする。

(3) 評価の観点の趣旨

ア 関心・意欲・態度	イ 思考・判断・表現	ウ 数学的な技能	エ 知識・理解
微分・積分の考えの考え方に関心をもつとともに、それらを事象の考察に活用して数学的論拠に基づいて判断しようとする。	事象を数学的に考察し表現したり、思考の過程を振り返り多面的・発展的に考えたりすることなどを通して、微分・積分の考えにおける数学的な見方や考え方を身に付けている。	微分・積分の考えにおいて事象を数学的に表現・処理する仕方や推論の方法などの技能を身に付けている。	微分・積分の考えにおいて基本的な概念、原理・法則などを体系的に理解し、知識を身に付けている。

(4) 単元(題材)の指導と評価の計画(全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)
		関	思	技	知	
第1時	・平均変化率	●			●	速さに関する事象を通して、平均変化率に興味をもち、 x の変化量に対する y の変化量の割合の考察に活用しようとしている(ア)。平均変化率が、2点を通る直線の傾きに等しいことを理解する(エ)。
第2 ～ 3時	・微分係数(本時)		●	●	●	x の変化量を限りなく0に近づけたときの平均変化率が、ある時刻での瞬間の速さであることを通して、微分係数を多面的に見ることができる(イ)。関数の平均変化率の極限值として、微分係数を求めることができる(ウ)。グラフの接線の傾きと対比して、微分係数の図形的な意味を理解する。(エ)
第4時	・導関数		●	●		微分係数を関数的に捉え、導関数の定義を考察することができる。導関数の公式を用いて、いろいろな関数の導関数を求めることができる(ウ)。
第5 ～ 6時	・導関数の計算			●		導関数の定数倍・和・差の公式を用いて、簡単な整関数の導関数を計算することができる(ウ)。

(5) 本時（6時間中の2時間目）

ア 本時の目標

- ・ x の変化量を限りなく 0 に近づけたときの平均変化率が、ある時刻での瞬間の速さであることを通して、微分係数を多面的に見ることができる。
- ・ グラフの接線の傾きと対比して、微分係数の図形的な意味を理解する。

イ 本時の展開

過程	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	<ul style="list-style-type: none"> ・ 二次関数のグラフを見ながら、x の値が a から b まで変化するときの平均変化率は、 $\frac{y \text{ の増加量}}{x \text{ の増加量}} = \frac{f(b) - f(a)}{b - a}$ から求まることを確認する。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ ICT 機器（関数グラフソフト：GRAPES）を活用し、前時の内容 $y=4.9x^2$ のグラフを提示し、平均変化率の式の意味を理解させる。 	
展開1	10分	<ul style="list-style-type: none"> ・ 学習課題「平均変化率と微分係数」について、平均変化率の考えを基に、瞬間の速さについて考察していく。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 1 班当たり 6 名程度の生活班を 1 グループとし、ワークシートや必要な道具を配布する。 	
		Q1 東京スカイツリーのとっぺんからボールを落としたら、地面に到達するまで約何秒かかる？		
		<ul style="list-style-type: none"> ・ 「自由落下する物体の x 秒後の位置は、おおよそ $y=4.9x^2$ になる」ことを利用する。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 電卓を用いて計算するよう指示する。 	
展開2 (グループ学習)	20分	Q2 ボールが東京スカイツリーのとっぺんから地面に到達するまでの平均の速さは、約時速何 km？		
		<ul style="list-style-type: none"> ・ 「平均の速さ」について、平均変化率や Q 1 利用して考える。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ グループ内で積極的に意見を言えるように支援する [机間指導]。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 自分の考えを他者に発表している。【観察】
		Q3 ボールが地面に到達する「瞬間の速さ」は、約時速何 km？ 瞬間ってどういうときのこと？		
		<ul style="list-style-type: none"> ・ 「瞬間の速さ」について考える。 ・ グループで話し合いをする。 ・ 瞬間の速さ（微分係数）をどのように考えたのか、他のグループの発表をきく。 ・ Q 3 ができたグループは Q 4 の問題に取り組む。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 「瞬間の速さ」をどのように考えたかを発表用紙に記入させる。 ・ 「瞬間の速さ」を求めるためには、経過時間 x (秒) の範囲を小さくすることに気付かせる [机間指導]。 ・ 話し合いの状況や時間を見て、2 グループ程度、発表させる。時間が無い場合は、教員が各グループの考えを紹介する。 	<ul style="list-style-type: none"> イ【観察・発表】 ウ【ワークシート】
まとめ	10分	<ul style="list-style-type: none"> ・ 平均の速さにおける経過時間 x (秒) の範囲を小さくすると、瞬間の速さに近づいていくことを理解する。 ・ 平均の速さと瞬間の速さの違いを二次関数のグラフで確認する。 ・ 「ワークシート」を記入する。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 極限値の記号 \lim を紹介する。 ・ 未習の用語が出てくるが、微分係数、極限値の詳しい説明は、次回の授業で行うことを予告する。 	<ul style="list-style-type: none"> エ【観察】 イ【ワークシート】



写真3. グループで課題について取り組む様子

ウ ワークシート

数学Ⅰ(クラス)5章 微分と積分 微分係数と導関数(ワークシート②)

月 日 ()実施 2年()組()番 氏名()

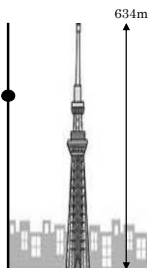
班対抗！何班が優勝か！？

理科や物理でいうと、「平均変化率」＝「平均の速さ」、数学では、「変化の割合」＝「平均変化率」
物体を鉛直方向に自然落下させるとき、落下する距離 $y(m)$ は経過時間 $x(秒)$ の関数で、 x と y の
間には、 $y = f(x) = 4.9x^2$ の関係があることが知られている。単位時間の落下距離は増えるから、
落下する速さも刻一刻と速くなる。果たして……。

Q1 東京スカイツリー（634m）のてっぺんからボールを落としたら、地面に到達するまで約何秒かかる？

※小数点以下は四捨五入でOK！

理由（数学だから式で書こうね。）



約 秒

Q2 ボールが東京スカイツリーのてっぺんから地面に到達するまでの平均の速さは、約時速何 km？ ※小数点以下は四捨五入でOK！

理由（数学だから式で書こうね。）

約 km

Q3 ボールが地面に到達する（ぶつかると？熱れる？）瞬間の速さは、約時速何 km か？
「瞬間」という時のことを言うのか？どうやって求められるだろう！？

理由（数学だから式で書こうね。この問題は言葉で説明を書いてもいいよ！）

※小数点以下は四捨五入でOK！

約 km

Q4 Q3で求めた瞬間の速さを、下のBからEの速さと比較し、遅い順に並べなさい。

A	Q3で求めた瞬間の速さ	？(km/時)
B	ウサイン・ボルトの平均の速さ	100m 9秒58
C	新幹線の最高速度	320(km/時)
D	アンパンマンの飛び速さ	7.9(km/秒)
E	F1の最高速度	400(km/時)

答え 遅い順に、並べなさい。

遅い

速い

--	--	--	--	--

(6) 本時の振り返り

本時は、瞬間の速さを求めることを通じて、言語活動の活性化を図るとともに、思考力・判断力・表現力の育成を図るための学習評価の在り方について授業実践を行った。

1次関数や2次関数などの関数学習における変化の割合について、この単元では平均変化率と定義し、「平均の速さを基に、瞬間の速さをどう考えるか」について、日常生活の身近な事象を用い習得した知識や技能を活用した課題解決学習を設定した。

導入部分のワークシートQ1では、東京スカイツリー（634m）のてっぺんからボールを落としたら、地面まで何秒かかるかを求めた。はじめに「落下時間を予想する」活動を行い、「5秒」「30秒」「60秒」など様々な答えが出た。 $y = 4.9x^2$ を利用して計算すると約11秒かかることが分かり、求める過程において生徒たちの主体的な取組が見られた。

$$\begin{aligned}
 634 &= 4.9x^2 \\
 x^2 &= \frac{634}{4.9} = 129.3 \\
 x &= \pm\sqrt{129} \\
 x &= \sqrt{129} = 11.37 \approx 11
 \end{aligned}$$

図5. 生徒が記入した授業ワークシート(Q1)

ワークシートQ2から、グループ学習の形態をとり、ボールが東京スカイツリーのてっぺんから地面に到達するまでの平均の速さを求めた。平均変化率の定義やQ1で求めた結果を利用することに気付いた班は、比較的スムーズに答えを導くことができた。話し合い活動が活性化している班では、他者の考えを聞き、自分の考えを深める場面が見られた。一方、「平均の速さとは何か」ということにつまずいた班もあり、話し合いにうまく入れない生徒や話し合い活動が進まない班もあった。その場合には、教師が机間指導の際に、平均変化率の意味や区

間の求め方などアドバイスやヒントを与えることで、グループ学習の話し合いが少しずつ活性化した。

ワークシート「Q3」では、ボールが地面に到達する瞬間の速さを求めた。

「瞬間の速さとは何か」、「瞬間の速さはどのようにして求めるのか」

について、構想の見通しが立たない

状況ながらも、時には「そうか」「なるほど」といった気付きや「いまの話で〇〇はわかるけど、△△ってどういうこと？」といったやり取りが飛び交い班全員で話し合う様子が見られた。

教師が話し合いの中に入り、理解度に応じた発問や生徒の考えを評価するやりとりを繰り返すことで、話し合い活動が活性化し、生徒自らが瞬間の速さについての考え方をつかみ取ることができた生徒もいた。

授業のまとめの時間において、多くの生徒が瞬間の速さの求め方について気付かない状況の中、一人の生徒が「時間の幅を0秒から11秒、10

秒から11秒、10.5秒から11秒、10.9秒から11秒、10.99999...秒から11秒とかにしたら、もっと瞬間の速さに近づくとと思う」という突然の発言があり、その瞬間、クラス全体が「あ、そういうことか」と共感することができた。「瞬間の速さ」について、 x の変化量を限りなく0に近づけたときの平均変化率を考察することに気付いた瞬間であった。

(7) 成果と課題

身近な問題を数学の問題として考察している生徒もおり、思考力や言語に関する能力の育成の契機が見られたことは大きな成果の一つであろう。生活と関連付けた課題学習の内容を設定することで、生徒の関心や意欲を高めることにつながった。また、机間指導の場面においては、生徒の疑問や質問を採り上げ、思考過程を整理することや見通しをもたせることで、指導と評価の一体化を実現することができた。課題解決に当たって生徒の主体的な活動や言語活動の充実を図ることができた。

今回、学校生活における生活班をグループ単位としたため、グループでの学習活動になかなか入れない生徒への配慮が挙げられる。個に応じた指導をさらに充実させるための工夫をして、主体的な学習態度を育成し、グループ学習だけでなく、数学的活動のさらなる活性化につなげる必要がある。

$$\frac{4.9 \times 11^2 - 4.9 \times 0^2}{11 - 0} = \frac{4.9 \times 11^2}{11} = \frac{592.9}{11} = 53.9$$

$$53.9 \times 60 = 3234$$

$$3234 \times 60 = 194040$$

$$194040 \div 1000 = 194.04$$

よって 約 194.0

図6. 生徒が記入した授業ワークシート(Q2)

① x が 10 秒から 11 秒まで $x = 6 \pm 33t$

$$\frac{4.9 \times 11^2 - 4.9 \times 10^2}{11 - 10} = 102.9 (\%) \approx 70.44 \%$$

② x が 10.5 秒から 11 秒まで

$$\frac{4.9 \times 11^2 - 4.9 \times (10.5)^2}{11 - 10.5} = 105.4 (\%) \approx 74.44 \%$$

③ x が 10.9 秒から 11 秒まで

$$\frac{4.9 \times 11^2 - 4.9 \times (10.9)^2}{11 - 10.9} = 107.3 (\%) \approx 86.78 \%$$

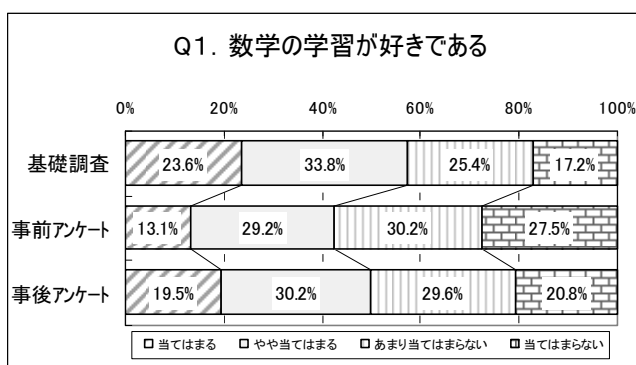
図7. 生徒が記入した授業ワークシート(Q3)

6 事後アンケートの分析

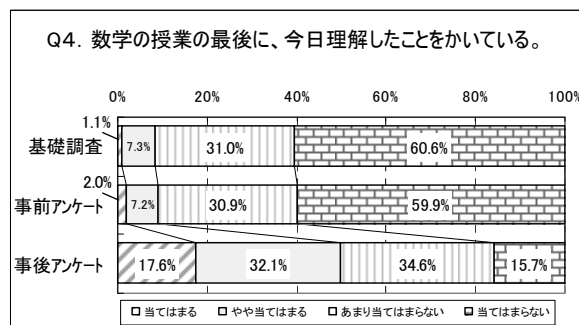
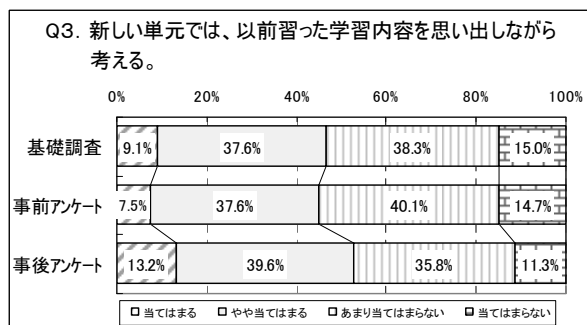
『ワークシートを活用し、学習内容をまとめるための思考力や、数学的な表現力の育成を図ること』『「グループ学習」を取り入れ、自らの考えをまとめたり、他者に発表する活動を通じて、言語活動や数学的活動の活性化を図ること』の二つの観点から検証授業を行った。その結果として、本部会の研究の有効性を検証するために、事前アンケートと同じ内容で12月の第二週に事後アンケートを行い、基礎調査研究との差異の把握である事前アンケートとともに、事後アンケートの結果を比較・分析した。

(1) 学習意欲について

学習意欲については「数学の学習が好きである」の割合が増加しているものの、全体的に事前アンケートとの大きな増減は見られていない。

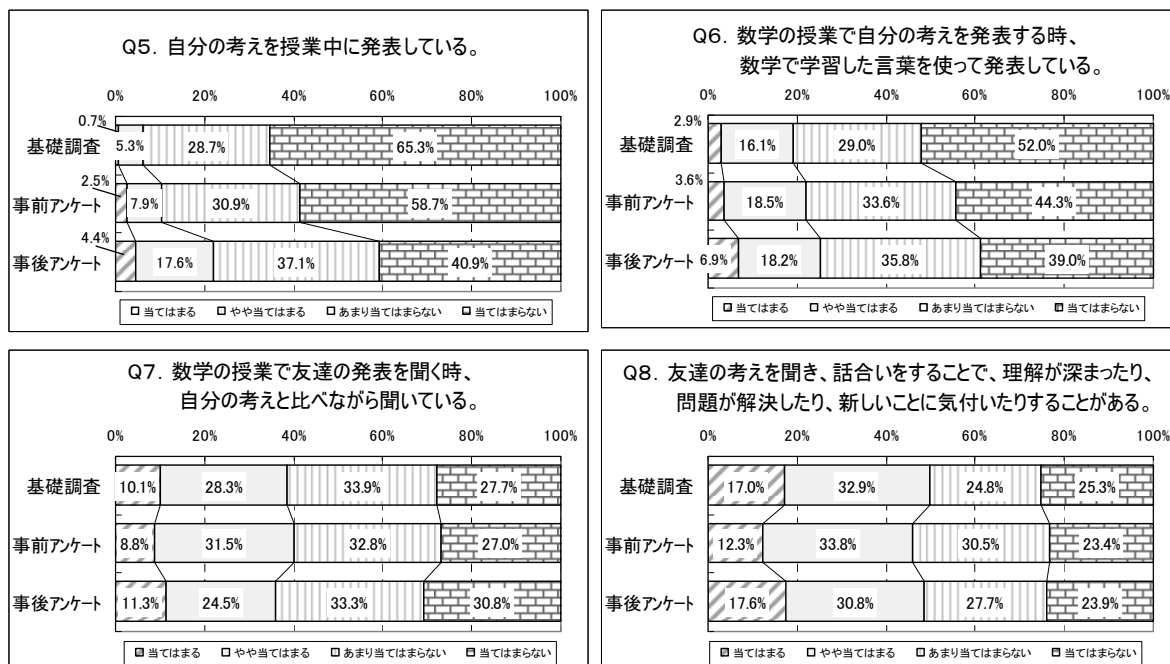


(2) ワークシートについて



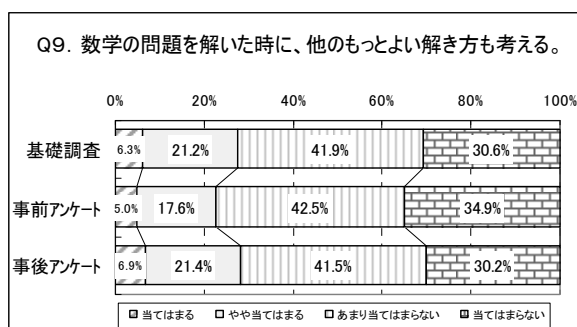
Q3から新しい単元を学習する際に、ノートや教科書以外に「ワークシート」を活用しながら授業に臨んだり、「ワークシート」が授業のまとめになっていることが分かる。ただし、増加している割合が少ないのは「ワークシート」の書き方に問題があることが、Q4から見受けられる。事前アンケートにおいては「当てはまる・やや当てはまる」の割合が9.2%だったのに対し、事後アンケートでは49.7%に伸びている。しかし、「ワークシート」を授業に取り入れているにも関わらず、「あまり当てはまらない・当てはまらない」の割合が50.3%もあるのは、「ワークシート」の書き方が成熟されていないためだと考えられる。授業中の「ワークシート」の取組においても、授業の最後に書く「ワークシート」においても、生徒が自ら進んで記入しているといった捉え方になっていない。教員が「ワークシート」を普段から活用し、生徒が授業のまとめを「ワークシート」に記入し、自らの記述を次の授業や家庭学習で参考にできれば、「ワークシート」の記述内容が充実し、理解度が深まることで、Q4の伸び率はさらに上がったであろう。

(3) 課題解決学習としてのグループ学習について



グループ学習において「自分の考えを授業中に発表している」生徒の割合は、検証授業の前と比較して10%強増加している。活発な生徒のいるグループや、リーダーシップのとれる生徒のいるグループでは、お互いに意見を出し合い、言語活動の活性化につながっている。その反面、おとなしい生徒が集まったグループでは教師が中に入り支援はするものの、なかなか意見を出し合うまでには到らずにいる。またグループ学習をする際に、課題に対する自分の意見をしっかり持つことが重要である。自分の意見を持っている生徒は、グループ学習によってパーセンテージも上がっているが、自分の意見を持たずにいる生徒は平行線であると考えられる。グループ学習は事前指導と、継続的な指導が必要であることが分かる。

「他のもっとよい解き方も考える」が全体の22.6%から28.3%へ、わずかであるが増加している。前述のグループ学習の活性化により、班員同士の活発な言語活動があれば、Q5～Q8との兼ね合いから、更に割合は上昇することが予想される。



VI 研究の成果

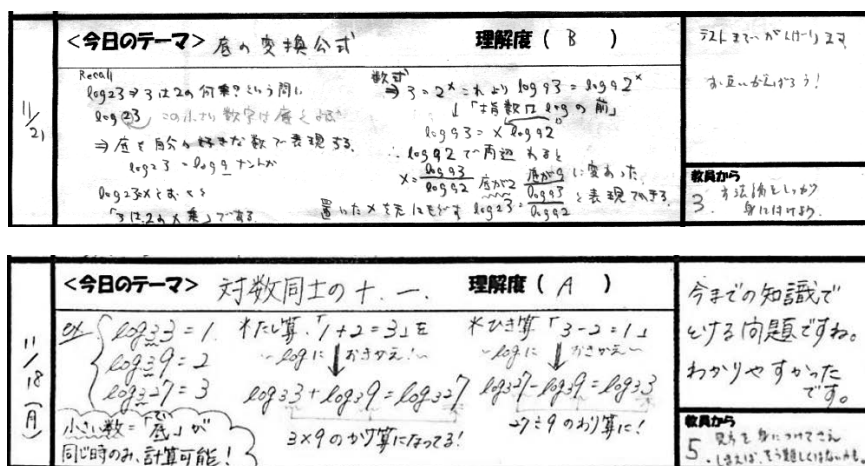
本学会では、思考力・判断力・表現力等を育む数学的活動を活性化させるための実践として、「ワークシートの活用」、「グループ学習と課題解決の過程を発表する活動」および「評価の在り方」について研究を行った結果、一定の共通した成果が見られた。

1 ワークシートについて

① 9月からの約4か月の間、生徒は授業ごとにワークシートに学習内容のまとめと理解度の自己評価を記入する活動を継続し、教員は記述日ごとに記述内容の段階的な規準による評価と、記述内容に対するコメントを付して生徒に返却する実践を継続した。実践開始当初、多くの生徒は何を書いたら良いのか判断できず、時間内にまとめきれなかったが、教員による評価及びまとめ方や書き方の指導を通じて、自ら学習内容のポイントを判断する力が育成された。そして、新しく学んだ数学の公式や定理に生徒自身が自分なりの解釈を記述したものや、新しい学習内容を既習事項と比較し、気付いた点を記述したものも見られ、全体的に記述内容が充実したものに変わってきた。さらに、ワークシートの記述が変容していく過程において、授業中の学習のポイントを聞き逃さまいとする生徒の主体的な学習態度が育成され、数学的活動の活性化が図られた。これらのことから、ワークシートに学習内容を記述する活動を通じて、記述内容をまとめるための思考力、学習のポイントを判断する力、自らの理解を表現するための数学的な表現力及び主体的な学習態度の育成が図られた。

② 生徒一人ひとりが記述した内容と自己評価を教員が分析することで、教員は生徒一人ひとりの学習課題と学習に対する意識が把握でき、ワークシートに課題解決のためのアドバイスや、記述内容をさらに充実させるためのアドバイス、主体的な学習態度に関する記述に対しては「この調子でがんばろう」といったコメントを返すなど、個に応じた指導の充実が図られた。また、「クラスのうち3割程度は新しい記号の見方が定着していない」「理解はしているが計算ミスが多く、演習量が課題である」などといった全体的な課題の傾向を把握することができ、指導と評価の一体化をさらに進めることができた。

更に、今年度の本部会ではこれら①②の実践の他、各学校で実践中のワークシートを月例会に持ち寄り、お互いに「段階的な評価規準で適切に評価できているか」「他の学校の実践の中で、勤務校に還元できる方策は何か」といった観点での協議を行う時間を設けた。協議で得た第三者の評価やコメントを指導と評価の一体化をさらに進める契機とし、勤務校での学習指導に還元する活動を繰り返し実践した。その結果、①、②の成果が更に実りあるものとなり、思考力・判断力・表現力が育成された。



切に評価することで、生徒が思考・判断した結果を他者に伝えたり、他者の発表を聞いたりする数学的活動がさらに活性化されること

の2点について確認することができた。このことから、各研究員の実践の中で、「生徒が思考・判断したことについて、ワークシートの記述及びグループ学習における言語活動を中心とする表現に係る活動と一体的に評価する」といった評価の在り方の妥当性を確認することができた。

VII 今後の課題

1 ワークシートを取り入れた思考力・判断力・表現力等の育成に対する取組

授業時間内にワークシートを記入する計画で実践を行ったため、演習量の不足が挙げられた。この課題は進学校において顕著に見られ、演習によってなされるはずの基礎・基本の定着に課題が残った。十分な演習量によって基礎的な知識・技能を確実に身に付けることで、単元の系統的な理解が深まるとともに、思考力・判断力・表現力等は更に育成できたであろう。こうした課題を解決するためには、1時間の授業の時間配分や、学習指導計画について更なる工夫が必要である。

2 習得した知識や技能を活用する課題解決学習を取り入れた思考力・判断力・表現力等の育成に対する取組

グループ学習の際、グループになかなか入り込めない生徒への配慮に課題が残った。この課題を解決するために、一定の基準を設けたレディネステスト等を実施し、かつ人間関係にも配慮した意図的なグループ分けが必要であろう。

【参考資料】

- * 1 国立教育政策研究所（2013）：全国学力・学習状況調査
- * 2 国立教育政策研究所（2011）：特定の課題に関する調査
- * 3 文部科学省（2009）：高等学校学習指導要領
- * 4 東京都教育委員会（2013）：東京都教育ビジョン（第3次）
- * 5 文部科学省（2010）：児童生徒の学習評価の在り方について（報告）
- * 6 東京都教育委員会（2012）：平成24年度東京都教職員研修センター紀要（第12号）
教科基礎調査研究（1年次）
- * 7 文部科学省（2008）：中央教育審議会答申
- * 8 文部科学省（2009）：高等学校学習指導要領解説 数学

平成25年度 教育研究員名簿

高等学校・数学

学 校 名	課 程	職 名	氏 名
都立小川高等学校	全日制	主任教諭	大田 俊一
都立墨田川高等学校	全日制	主任教諭	坂本 太一
都立足立東高等学校	全日制	主任教諭	佐村 純
都立稔ヶ丘高等学校	定時制	主任教諭	須江 大介
都立葛西南高等学校	全日制	教 諭	橋本 紘史
都立立川高等学校	定時制	教 諭	○肥田 成悦
都立南平高等学校	全日制	教 諭	村上 雄悟
都立立川高等学校	定時制	教 諭	◎吉崎 健太

◎ 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
課務担当係長 横田 雅博

平成25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25年度第193号〕

〔平成26年 3月〕

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) 5320-6836
印刷会社 昭和商事株式会社