

第5章 学びを深める数学科アクティブ・ラーニングの実践 [中学校数学科]

1 基本的な考え方

中央教育審議会「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）」（以下「答申」という。）（平成28年12月21日）は、教育基本法が目指す教育の目的に基づき、未来の社会の在り方を見据えながら、学校教育を通じて子供たちに育てたい姿を描くとすれば、以下のような在り方が考えられるとしている。

「・社会的・職業的に自立した人間として、我が国や郷土が育んできた伝統や文化に立脚した広い視野を持ち、理想を実現しようとする高い志や意欲を持って、主体的に学びに向かい、必要な情報を判断し、自ら知識を深めて個性や能力を伸ばし、人生を切り拓いていくことができること。

- ・対話や議論を通じて、自分の考えを根拠とともに伝えとともに、他者の考えを理解し、自分の考えを広げ深めたり、集団としての考えを発展させたり、他者への思いやりを持って多様な人々と協働したりしていくことができること。
- ・変化の激しい社会の中でも、感性を豊かに働かせながら、よりよい人生や社会の在り方を考え、試行錯誤しながら問題を発見・解決し、新たな価値を創造していくとともに、新たな問題の発見・解決につなげていくことができること。」（p. 13）

これらの記述から、アクティブ・ラーニング（以下「AL」という。）を通して育てるべき資質・能力として「主体」「協働」「創造」という3つのキーワードを取り上げることができる。田中（2016）は、ALを「課題の発見・解決に向けた主体的・協働的・創造的な学びであり、習得・活用・探究という学習プロセスに沿って自らの考えを広げ深める対話を通して、多様な汎用的能力を育てる学習方法である」と定義している。更に『『主体的・協働的・創造的な学び』とは、つまり、子どもたちが自ら進んで、友だちと協力して、考えや作品・パフォーマンスを創造して学ぶということ』と考へ「主体的・協働的・創造的な学習によって多様な汎用的能力を自ら進んで身につける子どもを育てるためには、自分の学習状況を客観的にとらえることで達成感を得させたり、自己改善を促したりして次の目標を考えさせることが必要であり、それには自己評価がとても効果的」と説明している。自己評価をさせるには、授業や学習活動の目標を、教員が明確に意識して伝え自覚させる必要があり、本研究では、意識的に自己評価活動を組み込み「主体的・協働的・創造的な学び」を日常的に重ねることが、学びを深めることにつながると考へた。

また、数学科における課題として、平成23年に実施された国際教育到達度評価学会（IEA）の国際数学・理科教育動向調査（TIMSS）の質問紙調査結果では、国際平均に比べて、日本の中学生は数学を学ぶ楽しさや、実社会との関連に対して肯定的な回答をする割合が低いなど学習意欲面で課題があり、小学校から中学校に移行すると、数学の学習に対し肯定的な回答をする生徒の割合が低下する傾向にある。更に、全国学力・学習状況調査等の結果から、中学校では「数学的な表現を用いた理由の説明」に課題があることなどが指摘されており、本研究ではこれらの課題の克服に向けた授業づくりに取り組んでいく。

2 研究目的及び仮説

以上の点から、本研究は、習得・活用・探究という学習プロセスの中で主体的・協働的・創造的な学びを意識した授業づくりを、後述の田中（2016）「アクティブ・ラーニングの学習レベル

表」を参考に計画的に進めるとともに、生徒の学習状況を把握し、学びがどう深まったかを見るため、アンケートの事前・事後調査を実施し、その効果を検証する。また、自己評価の結果を生徒にフィードバックしながら、生徒の更なる自己評価活動を促すとともに、教科の目標を達成し、資質・能力を育てることを目的とする。

仮説：習得・活用・探究という学習プロセスの中で、問題発見・解決を念頭に置いた主体的・協働的・創造的な学びを続けながら自己評価活動を行うことにより、生徒の学びの深まりが以下のように変容する。

- (1) 主体力、協働力、創造力、決定力、解決力、成長力の自己評価が高まる。^(注1)
- (2) 数学の学習に関する意識の自己評価が高まる。
- (3) 数学が苦手な生徒の数学観が肯定的に変化する。

3 研究方法

本研究は、県立青翔中学校1年生40名を対象に、下記の(1)に基づき(2)～(6)の取組を実施した。なお、県立青翔中学校は、奈良県初の公立中高一貫校として2014年4月に開校された各学年1クラスの学校である。指定研究員は教職経験18年目で、同校に勤務し現在2年目を迎えている。

(1) 先行研究の調査

先行研究に基づき、主体的な学習を促す鍵となるモチベーションについて整理するとともに、習得・活用・探究の学習レベルを示し、本研究の理論的枠組を明らかにする。

(2) 「数学の学習に関する意識調査」の実施（4月、11月）

数学の学習意識の変容を見るアンケート調査用紙（資料1参照）を開発し、生徒の自己意識の現状把握と学習経過による意識の変容を見る。

(3) アクティブ・ラーニング自己評価シート中学校版の実施（5月、6月、10月、11月）

自分の学習状況を客観的に捉えさせることで達成感を得たり、自己改善をうながしたりして次の目標を考えさせることができるように、自己評価活動を取り入れ、フィードバックを行う。

(4) 授業づくり ①「日常的に協働学習を実施」

日常の授業において、適宜、ペア学習やグループ学習を実施する。

(5) 授業づくり ②「オープンエンドアプローチ」

オープンエンドアプローチ^(注2)に基づく授業展開を実施する。少し背伸びして、手を伸ばせば届きそうな所に課題を設定し、数学が得意な生徒もそうでない生徒も、共に参加できる授業づくりをデザインする。

1学期：「規則性の発見！ 基石の数を求める！」

授業実施後は、福岡県教育センターが平成27年2月に発表した授業観察シート及び生徒アンケートを利用し、教員と生徒が授業の評価を行う。

(6) 授業づくり ③「学びを深める課題学習とルーブリックの活用」

2学期：夏のミッション「数の秘密を調べよ」 レポート課題のプレゼンテーション

レポートの評価に使う独自のルーブリック^(注3)（資料2参照）を作成し、評価の観点を事前に生徒に示すことでやる気を引き出し、探究活動や発表の様子を教員や生徒同士が相互に評価する。

4 研究内容

(1) 先行研究から

スーザンA. アンブローズ他、栗田佳代子 訳 (2014) 「大学における『学びの場』づくり よりよいティーチングのための7つの原理」と、gaccoTM 公開講座「Interactive Teaching (2015) 東京大学 大学総合教育研究センター」の内容を基に、授業づくりのポイントとなる学習のモチベーションについて以下に整理するとともに、田中 (2016)の習得・活用・探究の学習レベルを示す。

ア モチベーションについて

生徒が学びたいと思わなければ、ALの視点からの授業づくりは成立しない。したがって授業づくりでは、まず、学習者のモチベーションの向上を図ることが重要である。

学習の動機付け、すなわち「モチベーション」を高める3つの要素は「目標の主観的価値」「予期」「環境」であり、図1は、その関係を図式化したものである。

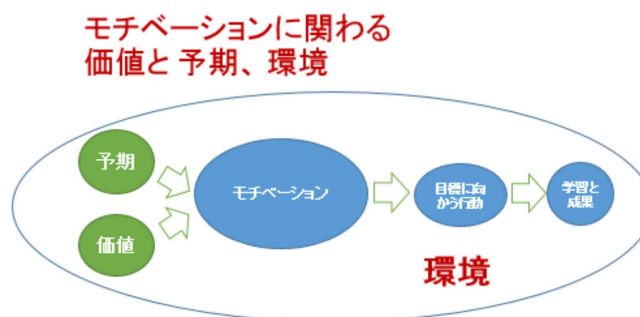


図1 学習と成果に対する価値と予期と環境の影響
(Interactive Teaching (2015)、東京大学から、一部改変)

(ア) 目標の主観的価値(subjective value)を高める

目標の主観的価値は、その人にとっての目標の重要性のことであり、その価値を高める方法はいろいろある。例えば苦勞して問題が解けた、やった、できたという達成感は「達成価値」、問題を考えることそれ自身が楽しいと思うことは「内発的価値」、数学と日常の関わりや数学の実社会での使われ方を知るといった数学の有用性を知ることや、先生に褒めてもらいたい、よい成績を取れば大学に進学できるといった努力や成果に対する外発的報酬を望むことは「道具的価値」、と呼ばれる。授業で取り扱う教材が面白いあるいは、この教材は自分にとって関連性があるものと生徒自身が考えれば、それを習得することに価値を見だし、深い学びにつながる行動をとることが期待できる。

(イ) 予期(expectancy)を高める

同時に課題に対して見通しがもてるかどうかも重要である。課題が難しすぎて、どのように考えていけばよいか、見通しがもてなければモチベーションは上がらない。また、課題が易しすぎても同様の結果となるだろう。生徒の状況をよく把握して到達段階を設定し、達成できない生徒にはスモールステップの目標を用意することも大切である。また、生徒自身が課題に対する見通しをもてると同時に、Goalに向かって粘り強く最後まで努力を続けることができる強い意志や信念をもてるようにすることが必要であり「自分はこの課題を絶対にクリアできる」「必ず正解にたどり着いてみせるぞ」というように、自分に自信がもてるように工夫することが大切である。

(ウ) 環境の醸成

価値と予期は、教室という環境の中で相互に作用し合う。教室が協働学習の場として機能していれば、モチベーションは高まる。「この課題をクリアしたい」「友人と協力して問題を解決したい」、そう願う気持ちがモチベーションをつくっていく。

イ 本研究における学習と成果の視点

価値、予期、環境が相互作用して目標に向かう行動を生み出す。また、田中（2016）は、習得・活用・探究の学習レベルと学校教育を通じて子どもに育てたい主体性、協働性、創造性の関係を表1にまとめた。本研究はこれらの理論に基づき、習得・活用・探究という学習プロセスの中で、問題発見・解決を念頭に置いた授業づくりを進め、その効果を検証する。

表1 アクティブ・ラーニングの学習レベル表

レベル	主体性	協働性	創造性
レベル3 探究学習 関与度・高 困難度・高	教師による一斉指導は部分的で、学習課題・内容・方法の自己決定を含む主体的な活動を児童生徒に委ねている。	班の中だけでなく班をつないで学習を深めたり、地域連携や学校間学習、海外交流などにおいて相手と協力したりすることができている。	高度な発見をしたり、優れた作品を完成させたりして、知的な創造活動に意欲的に取り組んでいる。
レベル2 活用学習 関与度・中 困難度・中	教師の一斉指導に導かれて、児童生徒の主体的な活動が多様に展開している。活用を図る学習活動を導入し活用問題の解決に取り組んでいる。	作品の協働制作や討論会、プレゼンテーション、発表会、模擬裁判や模擬議会などにおいて、役割分担を明確にして、組織としてコミュニケーション活動ができている。	レポートや論文などの作品制作や数理的処理・科学的考察などの問題解決に取り組んでいる。学習成果の発表や意見表明、討論などをして新しい考えを持っている。
レベル1 習得学習 関与度・低 困難度・低	単元内で、教師の一斉指導が中心であるが、習得場面においてまとまった時間を取って児童生徒の自立解決や班での協働解決を促している。	班の中で分担を決めて、学習課題にそって調べたり発表したりすることができている。また、評価規準に沿って互いにアドバイスをして作品や意見を練り上げている。	思考プロセスを文章化したり、本時のまとめを書いたりしている。思考を活性化する学習ツールを使って自分の考えを明確にしている。

(参考・引用文献(2) アクティブ・ラーニング 実践の手引き 教育開発研究所 p.36から引用)

(2) 本研究の概要

通常授業は表1を参考にして、レベル1の習得学習を中心に、適宜、協働学習の技法を取り入れて進めた。また、6月中旬には、単元の終わりに3時間程度のレベル2の活用学習を実施し、その学習を更に深めるために、夏期休業中にレポート課題を設定した。ルーブリックを先に示した上で、9月末～11月中旬に、レベル2からレベル3への移行を促す探究的な学びとして、レポート課題を協働で発表する探究学習の時間を計8時間程度行った。本研究の概要は表2に示す。

表2 本研究の概要

実施概要	実施期間等
(1) 「数学の学習に関する意識調査」の実施	4月中旬及び11月下旬に実施
(2) 「アクティブ・ラーニング自己評価シート」の実施	5月上旬、6月下旬、10月下旬、11月中旬に実施
(3) 授業づくり①「日常的に協働学習を実施」 レベル1 習得学習～レベル2 活用学習	4月から11月末まで 日常の授業の中で随時、実施
(4) 授業づくり②「オープンエンドアプローチ」 レベル2 活用学習	6月15日、16日、17日の計3時間
(5) 授業づくり③「学びを深める課題学習とルーブリックの活用」 レベル2 活用学習～レベル3 探究学習	夏の課題レポートに基づく2学期の探究学習 9月末～11月中旬の8時間程度（放課後を含む）

ア 授業づくり①「日常的に協働学習を実施」レベル1～レベル2

日常の授業は、講義形式で学ぶだけでなく、課題に応じた協働学習を適宜取り入れ、学びの場づくりを意識して進められた。なお、本研究における協働学習は技法1から技法5に分類される。（資料3参照）

イ 授業づくり②「オープンエンドアプローチ」レベル2

単元の終わりに習得した知識を活用する活用学習を実践した。まず、前時に2時間程度、教科書の基石を数える基本的な問題にチャレンジさせ、基石を要領よく数えるには、規則性を見付け出す必要があること、また、一般化することでnの式に表せることなどを学び、前提となる知識を習得させた。それを受けて、本時は6月17日に実施した（資料4参照）。

(7) 本時の特徴

①本時は問題を3題用意し、問題を「ミッション」と呼ぶことで、注意を引き付けるようにした(図2)。

②一つの答えに対して、何通りもの数え方があるため、速く答えが求められた生徒は、思考を深めるように、他の数え方がないかを追究していた。

③数学的思考がストップしてしまった場合、一人1回に限り、4種類あるヒントカードの内の一つを見ることができるよう工夫した(図3)。班の4人が、それぞれ考え方の異なるヒントカードを見て、班に戻ってきたことを想定し、異なる考え方を説明し合うことで、生徒の学びが深まるように工夫した。

④タブレットPCと電子黒板を用いて、班の考え方を全体に共有した。

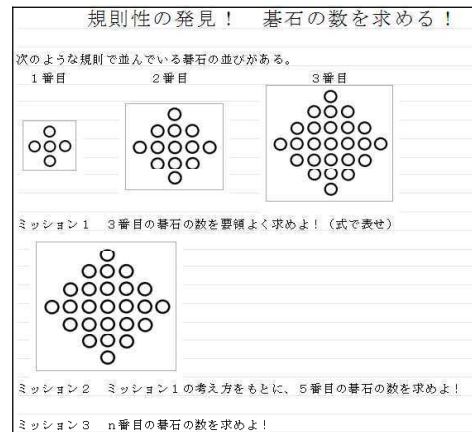


図2 授業づくり②のプリント

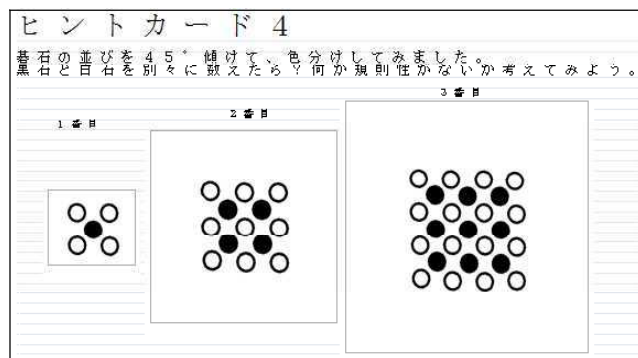
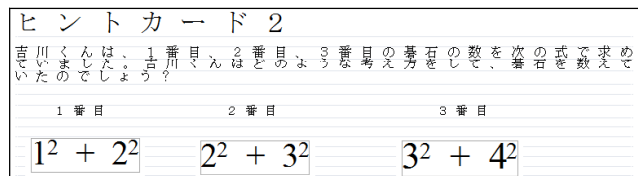
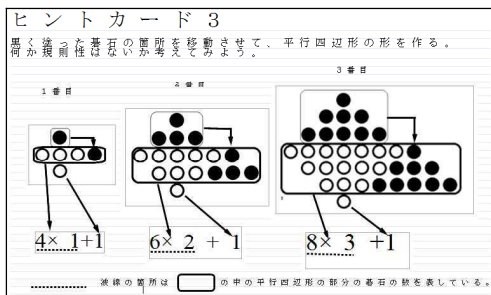
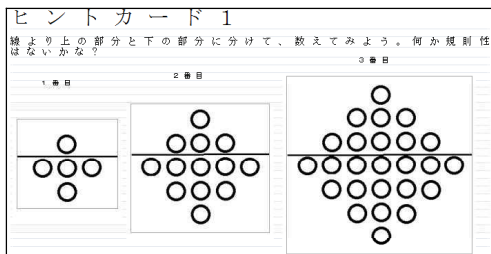


図3 4種類のヒントカード

(イ) 授業経過

a ミッション1

前時の簡単な復習後、自力解決の時間が4～5分与えられ、その後、タブレット上で協働学習が始まった(図4)。



図4 協働学習

b ミッション2

教員がヒントカードを提示し、ヒントカードは4種類あること、一人1枚に限り見てよいことを告げる。やがて最初の一人が遠慮がちにヒントカードに近づく。それから一人、また一人と、考えが先に進まなくなってしまう生徒がヒントカードに熱中していく。



図6 ヒントカードの活用

「私はヒントカード2を見たから、2以外のヒントカード見てきて」というようなやり取りがあったり、自力で解決しようと、ヒントカードを見ないで熱中している生徒もいる。

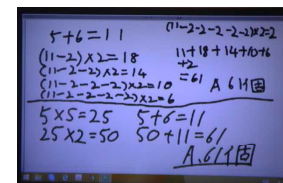


図5 解答例1

班別の解答は、電子黒板に送信され、送信されてきた解答一覧から教

員が適宜、解答を選択し、考え方を共有するようにファシリテートしていく。生徒がこのミッションに夢中になっていることが、よく見てとれた。

c ミッション3

教員が前時を振り返りながら、 n の式で表す利点について説明する。まず、最初の班がミッション3をクリアした。この解答（図9）は、筆者らが事前に想定していない解答であった。

(ウ) 思考力・判断力・表現力の育成場面（授業観察の記録から）

教員は、電子黒板上でクラス全体にこの考え方を紹介し、代表の生徒が考え方を説明した。

$$\{(3+3+1)^2-1\} \div 2+1 \rightarrow \{(n+n+1)^2-1\} \div 2+1$$

この解答は、事前に予想していなかった答えでもあり、基石の規則性をうまく捉えていた。この局面では、丁寧な板書をして、なぜこの式で基石の数が求められるのかを練り上げていけば、より深い学びにつながったと考えられる。

やってみたくなる課題の設定、見通しのもたせかたなど、随所に仕掛けがあり、教員の落ち着いた話しぶりや机間指導におけるファシリテーションも適切であった。ただ、集団解決に入った後での同じ説明の繰り返しは、思考活動の中断を促すことにつながるため、教員が説明を終えた後の集団解決の時間では、基本的に教員は見守り役となり、全体への発言や指示は控えるべきと感じた。

今回の授業では、ヒントカードがうまく機能していた。課題解決への見通しをもてなかった何人かの生徒が、ヒントカードを見ることで、思考を活性化させたり、他のヒントカードを見た人と意見交流することを通して、違う考え方を学んだり考えを共有したりしていた。ヒントカードは、協働学習の活性化につながった。生徒からは「自分たちはヒントカード1と3を見たから、ヒントカード2か4を見てほしい」など、積極的にコミュニケーションを図ろうとする態度が確認された。

ウ 授業づくり③「学びを深める課題学習とルーブリックの活用」

レベル2～レベル3

(7) 夏期休業中の課題の設定

1学期に学習した「数について」の学びを深めるため、数学科の課題学習との位置付けで、夏期休業中に数をテーマとした課題レポート（資料5参照）に取り組ませた。探究的な学びは、小学校で限定的な経験はあるが、自ら課題を設定し研究を進めていくことは、ほとんどの生徒が初めての経験であった。そこで自由課題とはせず、学びの方向性は示すこととし、生徒の思考が拡散してしまわないように配慮した。

「夏のミッション『数の秘密を調べよ』』と題し、数にまつわる5つのテーマ（「基石の数を数えてみよう」「17段目の秘密」「ぶどう算について」「素数について」「自らテーマを見付け、そのテーマを調べて、秘密を明らかにしよう」）を設定し、生徒の希望に合わせて各自がテーマを選

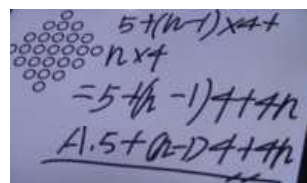


図7 一般化の誤答例

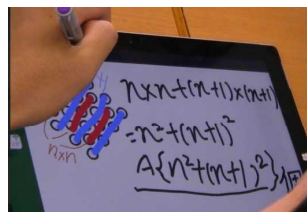


図8 解答例2

ヒントカードで一般化した班

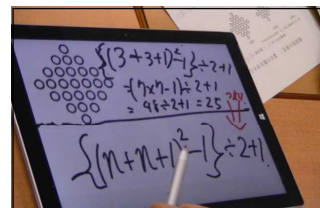
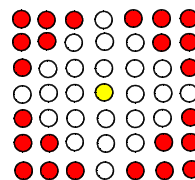


図9 解答例3

独自の考え方で一般化した班

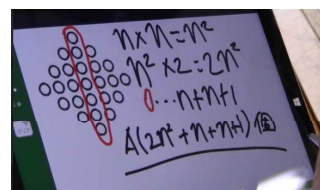


図10 解答例4

独自の考え方で一般化した別班

扱し、自由に研究させた。その際、レポート作成におけるルーブリックを事前に生徒に配付し、「何が評価されるのか」についての情報を事前に示すことで、生徒のラーニングアウトカム（学習成果）の向上を目指した。

(イ) 2学期の探究学習の概要

課題レポートは2学期初めに提出させ、ルーブリックに基づいてレポートを評価するとともに、2学期の探究学習に向けて、生徒の希望を尊重しながら、レポートの内容に沿って班分けを行った。班分け後、2学期に研究発表会を行うことを告知し、なぜこのような探究的な学びを行うのかをクラス全員に説明するとともに、発表時におけるルーブリックを再度生徒に示し、評価の観点を再確認した。2学期の探究学習は9月下旬より週に1、2時間のペースで進められた(表3)。

表3 課題学習「2学期の探究学習の概要」(9月末～11月中旬)

1時間目(授業)	課題の提示(Goalの明確化、なぜこれを学ぶかを知る)。ルーブリックを示し、発表の評価の観点を伝える。研究したいテーマごとに7班に分かれ、夏休みに各自作成した課題レポートについて班の中で発表する。1人5分～7分(タイムキーパーが時間を計る)。
2時間目(授業)	テーマごとに探究活動、まとめの方針、発表内容の概要を決定。各グループに分かれて、研究の方針と方向性について話し合い(紙にマッピング方式で書かせるなど)、役割分担をして課題に取り組む。
3時間目(授業)	原稿の下書き(調べ直し、計算チェック)。それぞれの研究を進めつつ、模造紙にポスターの下書きを始める。
4時間目 放課後(1)	研究と同時進行でポスターの下書きを仕上げる。
5時間目(授業)	ポスターの作成(完成は1班のみ)及び発表の練習に取り組む。
6時間目 放課後(2)	ポスター作成、発表準備等。
7・8時間目(授業)	3・4限目を用いて2時間連続で、各班のポスター発表を行う。ルーブリックを用いた教員評価と生徒による班ごとの相互評価を実施。

※いくつかの班はこれ以外にも、放課後自主的に残って作業をした。
 ※発表終了後は模造紙をクラス内に掲示し、自主的な学びを深めた。

(ウ) 2学期の探究学習における生徒の様子

当初2時間目までは戸惑っている班もあったが、一般的な研究の進め方を指導したことで、3時間目からは協力して意欲的に取り組むようになった。ある生徒がポスターを書いている間に、別の生徒はパソコンですべてのパターンを検証し、計算によって確かめる。また、別の生徒は表を作成するなど、手分けして主体的に課題に取り組んでいた(図11)。



図11 探究学習

学習中は、教員から研究内容等への口出しはあまりせず、できるだけ生徒が、自分で状況を判断し、自らの責任で課題を見付け、課題の克服に向け、意欲的に探究学習に取り組むように、配慮しながら研究を進めさせた(図12)。



図12 PCでデータを検証

(エ) 発表の様子

発表は、ポスターを教室の前に掲示し、口頭発表の形式で行った。手書きの模造紙が見えにくいことを考慮し、事前にポスターを画像データ化しておき、必要に応じて電子黒板を利用した。一班15分(10分発表、4分質疑応答、1分移動)とし、各7班が発表を行った。例えばぶどう算の秘密では、すべてのパターンを検証し

た結果を表にまとめ、2つの数値が与えられた場合に、全部のマス
の数を求めることができる場合とそうではない場合があること
に気づき、連立方程式を用いてその秘密を解明していた（図13）。
各班の発表は、発表者、電子黒板の操作者、補足説明者など、そ
れぞれが独自に役割を決めており、中学1年生の発表とは思えな
いような出来栄であった。以下は、自ら課題を設定した円周率
班の発表の一部である（図14）。



図13 ぶどう算の秘密

a 自ら課題を設定した円周率班の発表の概要

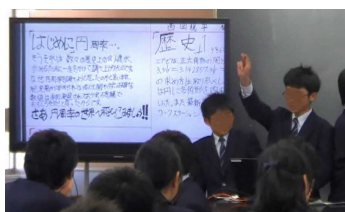


図14 円周率の秘密

S₁:「ではまず初めに、円周率、そう、それはどこまでも永遠に続く無
限の数値。それは、地球上、歴史上の数々の数学者たちが、自分の一生
をかけて調べあげ、創り上げてきた究極の数値です。

なぜ、私たちの班が円周率を調べようかと思ったのかといいますと、
それは、地球上、歴史上の数学者たちが、何度も、何度も失敗を繰り返
し、なお、完璧な数値が見つかっていないからです。また、何千年も前

の人々が目標にしてきた数値で、奥が深そうだと思ったからです。そして、我々も円周率の本当の真実を
知りたいと思ったからです。さあ、円周率の世界へ飛び込んでみましょう！」・・・(中略)・・・

S₂:「これからは、アルキメデスなども実践してきたと伝わる円を正多角形と正多角形ではさみうちする
取り尽くし法という方法で π を求めてみます。まず、最初に正十二角形を使って求めようと思います。(電
子黒板の画面を拡大：円の外側と内側に正十二角形が描かれている)正十二角形の内側の周は49.5cm、外
側の周が51.3cmでした。・・・(中略)・・・そしてこれを直径16cmで割ると、 $3.09 < \pi < 3.206$ で、誤差が0.116
という結果を出すことができました。続いて、正三十六角形を使ってもっと精度を上げようとしてみまし
た。この結果、同じく正三十六角形の内側の周が49.7cm、外側の周が50.3cmでした。これを円周率に直し
ますと、 $3.106 < \pi < 3.143$ という値を自らの実験で出すことができました。この誤差なんと・・・0.037とい
う極めてよい結果を出すことができました。 π の平均値が3.12くらいで、若干ずれてしまいましたが、そ
れでもこの間に3.141592が入っているので、この実験は成功と言えるでしょう。これより正十二角形から
正三十六角形へと角の数を増やすことで、精度をより上げることができるということが分かりました。」

S₃:「続いては正九十六角形です。これはアルキメデスが実際に使った多角形です(電子黒板の画面を拡大)。
ほとんど円ですよ。測るのは不可能です。測るためには0.1ミリメートル単位まで測らないと意味
がないからです。アルキメデスはこの正九十六角形を使い、 $3.14084 < \pi < 3.14286$ まで求めました。他には、
正四百六十一角形などを使って π を求めた人などもいるのです。これで実験の発表を終わります。」

S₃:「この実験を通して様々なことが分かりました。まず一つ目に、紀元前から様々な人々が様々な方法
を使って円周率を求めたということ。その中には幾つもの失敗があり、あきらめずにがんばった人たちに
感動しました。二つ目に、実際に円周率をアルキメデスがやった取り尽くし法という方法で求めたこと
です。正多角形の数を増やすことで、 π の精度をかなり上げることができました。三つ目に、正九十六角形
は作図可能だと分かりました。しかし昔の人の中には、正四百六十一角形を使った人もいました。どの
ようにすれば書けるのか不思議でなりません、これはただの入り口です。・・・(以下略)」

b 発表後の学びを深める質問タイム

発表後は毎回質問タイムが設けられ、円周率の班では、 360° は96で(整数値としては)割り
切れないので、正九十六角形を分度器を使ってどのように作図したのかという質問が出た。それ
に対し答えは、「正十二角形をまず書いて、多角形の辺の midpoint と円の中心を通る直線で円周を区

切っていくと正二十四角形が書け、それを更に長さを半分にとることで正四十八角形が取れ、更に長さを半分にとることで正九十六角形が書ける」というものであり、簡潔で分かりやすい説明であった。



図15 質問する様子

c 発表後の教員による振り返り

質問タイムの後は、適宜、教員による振り返りが実施された。

例えば、円周率の班の場合は、この班が最初は、ちゃぶ台の周りの長さを測ることから始めたこと、身の回りの円形のものに注目したことなどを紹介した。その後、いろいろと調べる過程で、取り尽くし法という方法を学び、この方法で実験を進めていくことにしたこと、正六角形、正十二角形、正三十六角形を実際に作図して、周囲の長ささと直径の長さとの関係から円周率を求めてみようとした取組であったことなどを振り返った。更に九十六角形は、何とか書けるレベルだが、厳密には円ではないが、ほとんど円と見ることができるとなどを再確認した。また、大学入試問題で「円周率が3.05より大きいことを証明しなさい。」という問題が出題されたことを紹介し、取り尽くし法との関連性に触れ、高校2年生で学習することを説明し、最後に発表者への賞賛を忘れなかった（資料6参照）。

5 研究結果と考察

(1) 授業づくり①～③の考察

教員が日常的に取り組み協働学習の技法を島智彦（2015）を参考に分けてみると、技法1から技法5（資料3参照）に分類された。なお、各回の授業評価（生徒評価並びに教員評価）は、福岡県教育センター（2015）「やってみよう！中学校の授業診断」を用いて集計した結果である。

ア 授業づくり①（日常の協働学習における教員及び生徒アンケート結果の考察）

ふだんの授業を通して、技法1～4を適宜使い分けしていくことで、常日頃から学びの環境づくりに努めた。また、コミュニケーションが苦手な生徒や自分の考えを表現することに不慣れた生徒にも、学んだことをアウトプットすることの重要性を伝えた。

(7) 日常的な授業の生徒評価

日常的な授業（技法1～2）の生徒評価を知るために、任意に日時を選びアンケートを実施した。その結果は図16のとおりである。この結果を見れば、過半数の生徒がこの授業に肯定的であり、一方で、見通しをもたせる工夫、考えを深めたり、学びを振り返ったりする時間、やる気にさせる声かけ（励ましや賞賛）などがやや不足していることが分かった。

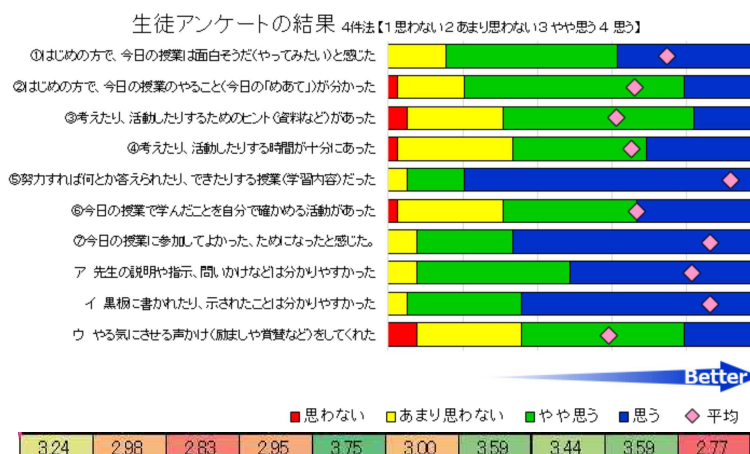


図16 授業づくり①（6/13）の生徒評価（数値は4件法の平均値）

（質問①、②は導入、③～⑤は展開、⑥、⑦は終末、アは説明、イは板書、ウは声かけに関する生徒評価を表す。平均値は左から①、②、・・・ウの順）

イ 授業づくり②

（オープンエンドアプローチの授業における教員及び生徒アンケート結果の考察）

本研究の授業づくり②（6月17日実施）における教員及び生徒の評価の結果を示す（図17）。折れ線グラフは、生徒の授業への「参加・集中」度を表しており、授業開始時点を3と評価し、その後、生徒の授業への「参加・集中」度がどのように変化したかを5名の教員（校長、教頭、指導主事、数学科主任、数学担当教諭）が5分間隔で見取っている。目の前の生徒が授業に集中しているかどうかは容易に見取ることができるため、他教科の教員にも授業観察してもらう場合には、有効な見取り方の一つと考えられる。

この折れ線グラフを見れば、授業の最初から最後まで生徒の集中がほとんど途切れなかったことが分かる（何度か評価が3に戻っているのは、教員が説明するために指示を出し、生徒の思考活動を一時的にストップさせたことによる）。また、生徒の評価から導入、展開、終末それぞれにおける授業の満足度が高かったこと、特に授業展開の初めの部分

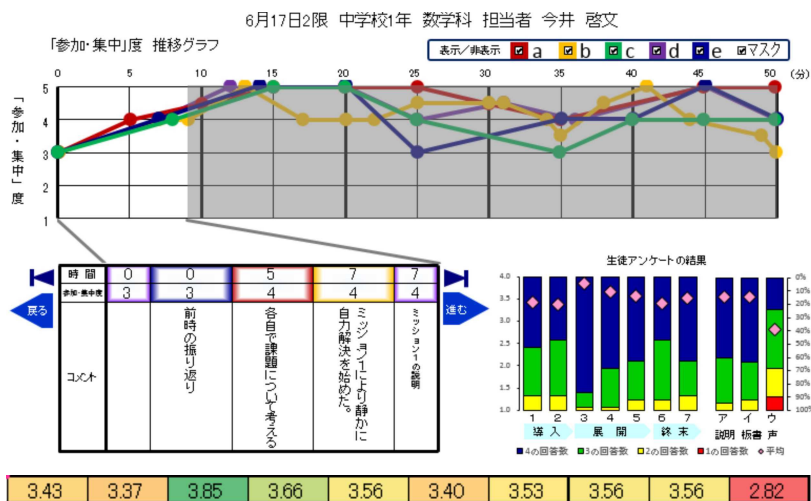


図17 授業づくり②（6/17）の教員及び生徒評価（数値は4件法の平均値）
（折れ線グラフは教員評価、棒グラフは図16と同様の生徒評価を表す。）

の満足度が高かったこと、依然としてやる気にさせる声かけを求めていることなどが分かった。

ウ 授業づくり③（探究学習における教員のルーブリック評価及び生徒アンケート結果の考察）

夏期休業中の課題レポートは、ルーブリック（資料2参照）に基づき教員が採点したが、2学期の探究学習に向けて再度、発表時のルーブリックを示した（表4）。その結果、生徒がグループ

表4 発表時に活用したルーブリック

				11月11日(金)3限4限						
				1	2	3	4	5	6	7
				17段目 B班	素数について	ブドウ算 A班	基石の並び方	17段目 A班	ブドウ算 B班	円周率
主体性 (表現力 ①)	Excellent S(優れている) S:5点	Good A(よい) A:3点	Developing B(改善の余地あり) B:1点	点	点	点	点	点	点	点
	今回のプレゼンテーションのテーマに関する内容を、よく理解しており、原稿を棒読みするだけでなく、他者に対して分かりやすい図、式、言葉等で、適切に説明している。			今回のプレゼンテーションのテーマに関する内容を、ほぼ理解しており、原稿を棒読みするだけでなく、他者に対して分かりやすい図、式、言葉等で、適切に説明しようとしている。	今回のプレゼンテーションのテーマに関する内容を、十分に理解が十分でなく、原稿の棒読みが目立ち、他者に対して分かりやすい言葉で、説明することがあまりできていない。	コメント	コメント	コメント	コメント	コメント
協働性 (表現力 ②)	Excellent S(優れている) S:5点	Good A(よい) A:3点	Developing B(改善の余地あり) B:1点	点	点	点	点	点	点	点
	今回のプレゼンテーションは、説得力があり、論理的で、分かりやすい発表であった。聴いていて、とても興味をもつことのできる発表であった。			今回のプレゼンテーションは、説得力がやや欠け、表現力がやや不足しており、あまり分かりやすい発表ではなかった。聴いていて、あまり興味をもつことのできる発表であった。	コメント	コメント	コメント	コメント	コメント	コメント
深い学び (表現力 ③)	Excellent S(優れている) S:5点	Good A(よい) A:3点	Developing B(改善の余地あり) B:1点	点	点	点	点	点	点	点
	今回のプレゼンテーションは、これまでに学習した数学の内容を活用した、より深い学びにつながっている発表内容であることが、とてもよく分かった。			今回のプレゼンテーションは、これまでに学習した数学の内容を活用した、より深い学びにつながっている発表内容であることが、イメージできた。	今回のプレゼンテーションは、これまでに学習した数学の内容を活用したより深い学びに、どのようにつながっているのかが、よく分からなかった。	コメント	コメント	コメント	コメント	コメント
『各班の発表を評価しよう』				合計点数						

※課題に対して「主体的に取り組めているか」、「協働的に取り組めているか」、「深い学びが育成されているか」という3つの基準で、自分の班及び各班の発表を評価し、気づいたことなどをコメント欄に記入しよう。

番 名前

リックを片手に、どのようにすればより評価されるかを確認しながら学習を進めている姿を随所に観察することができた。事前にループリックを提示したことは、探究学習を進める上で、目標の主観的価値（その人にとっての目標の重要性）や予期（課題への見通しや自己効力感）を高め、主体的、協働的な学びの場を醸成するきっかけをつくったと言える。また、発表後の教員の振り返りやまとめも、学びを深めることに役立った。

各班の発表は、参観した4名（校長、教頭、指導主事、担任教諭）が、表4のループリックに基づき評価を行うとともに、生徒同士は相互評価を行った。なお評価は、S：5点、A：3点、B：1点の3段階を基本としつつ、初めての相互評価という点を考慮し、今回は4点や2点の評価を付けることを許容した。ループリック評価は、比較的付けやすかったが、班の評価がそのまま個人の評価になることや、生徒の相互評価の結果を実際の成績にどのように反映していくかという点などが、今後の課題として明らかとなった。

(2) 1学期からの授業を振り返っての総括的な生徒評価

ア 授業の振り返り、生徒アンケートの結果

11月21日の授業後に、これまでの1年生の授業を振り返って、その評価を総括的に記入するように説明し、3回目の生徒アンケートを実施した。その結果が図18である。今回の協働学習、特に2学期の探究学習の成果もあり、導入、展開、終末のいずれにおいても、生徒の平均値は、3.2から3.6と高かった。特に「今日のめあてが分かった」「考えたり、活動したりする時間が十分にあった」「今日の授業に参加してよかった、ためになったと感じた。」などの項目の平均値が高かった。また、課題であった「やる気にさせる声かけ」は、平均値3.11とやや低いものの、改善の傾向が確認された。

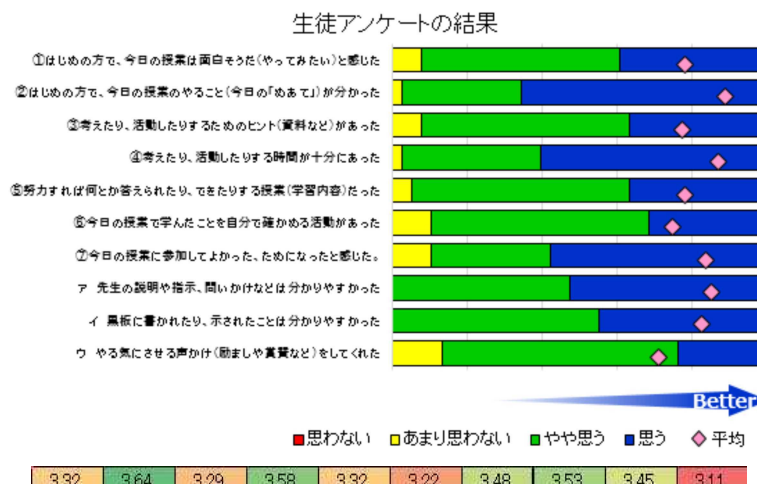


図18 これまでの授業の総括的な生徒評価（数値は4件法の平均値）
 (質問①、②は導入、③～⑤は展開、⑥、⑦は終末、アは説明、イは板書、ウは声かけに関する生徒評価を表す。平均値は左から①、②、・・・ウの順)

イ 「アクティブ・ラーニング自己評価シート中学校版」の実施

本研究では、田中（2016）が作成した「AL自己評価シート（中学校用）」「AL自己評価レーダーチャート作成ソフト（中学校用）」を用いて、第1回目は5月上旬、第2回目は6月下旬、第3回目は10月下旬、第4回目は11月中旬にアンケート調査を実施した。図19はその集計結果である。なお9月下旬には、2回目までの結果を個票にして各生徒にフィードバックし、個別面談による聞き取りを行った。

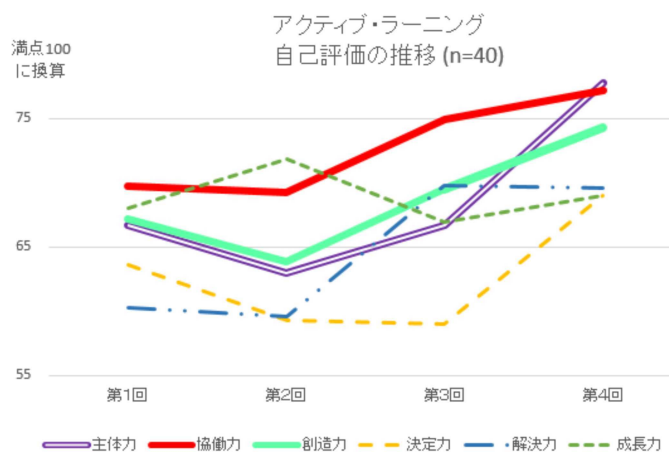


図19 AL自己評価の推移

個別インタビューでは、第2回目で自己評価が下がった理由として「自分はまだまだだ（目標に達していない）」ということが分かった」という理由が多かった。

4月当初から、授業の中で日常的に協働学習を実践していることもあり、協働力は順調に伸びていった。そして1学期末頃には、最初にした自己評価が甘かったということを知り、その結果、第2回目の自己評価結果は一樣に下がった。しかし、その後、目標への見通しをもたせながら協働学習を続け、よき学習環境をつくっていくことを通して、6つの力が少しずつ育成されてきていることが読みとれる（図19）。協働学習を続けることで協働力が高まり、探究的な学びを続けていく中で、主体力や創造力が育成され、解決力や決定力が伸び、自分の成長力を少しずつ感じ取っていく。「仮説（1）生徒の主体力、協働力、創造力、決定力、解決力、成長力の自己評価が高まる。」は支持された。

(3) 「数学の学習に関する意識調査」結果

ア 数学の学習意識の変容（4月下旬実施）

平成28年4月27日、県立青翔中学校の1年生39名、2年生38名、3年生39名及び県立青翔高校スーパーサイエンスクラス1年生（以下「SS高1」という。）40名、計156名を対象に「数学の学習に関する意識調査」を実施した。この質問紙は「算数・数学教育における問題解決学習の研究

表5 受講者の学びの意識尺度の因子分析結果(Promax回転後因子パターン)

質問項目	因子Ⅰ	因子Ⅱ	因子Ⅲ	因子Ⅳ	因子Ⅴ		
α係数	.89	.90	.82	.75	.78		
21 数学のテストでよい成績をとるとうれしい。	.92	-.07	-.15	.07	.05	【 数学的 思考・ 価値 】	
22 数学の授業で、分からなかったことが分かったときうれしい。	.67	-.08	.05	.16	.01		
23 数学の時間に、先生にほめられるとうれしい。	.67	.05	-.09	.03	.03		
20 数学の問題が解けるとうれしい。	.60	.09	.14	-.07	.00		
5 解き方や公式を覚えることは大切である。	.58	-.02	.06	-.09	.16		
3 条件を整理して、式を使ってあらわすことは重要である。	.51	-.15	.28	-.13	.19		
1 順序立てて考えることは、大切である。	.49	.08	.11	.18	.07		
4 解き方や公式の意味を理解することは大切である。	.45	-.02	-.35	.00	.63		
14 数学のテストをうけることは、自分の成長に役立つ。	.41	.11	.24	.02	.13		
25 今、数学の授業が好きだ。	.19	.88	.02	-.04	-.16		【 数学へ の好意 性 】
28 今、数学は得意な方だ。	-.17	.88	-.17	.05	.09		
13 数学を勉強していると楽しい。	.10	.84	.21	-.01	-.23		
26 小学校6年生までの算数より、数学の方が好きだ。	-.02	.80	-.06	-.07	-.02		
18 数学は、人の解けない問題を解くのが好きだ。	-.13	.56	.28	-.12	.06		
27 数学の授業の内容はよく分かる。	-.10	.50	-.03	.21	.34		
19 数学は、むずかしい問題ほどやりがいがある。	-.04	.48	-.01	-.10	.30		
17 わからないときには、納得がいくまで考える。	.02	.47	-.21	.17	.33		
12 数学は、将来自分がおとなになったとき、役に立つ。	.11	-.02	.81	-.01	-.18	【 数学の 有用性 】	
11 数学は、日常生活に役に立つ。	-.07	.01	.80	.12	-.11		
10 数学は、科学・技術や経済・社会の発展に貢献している。	-.06	.01	.58	.01	.21		
34 数学の授業は、ICT機器を使って視覚的に学びたい。	-.08	-.20	.48	.44	-.04		
16 新しい知識や解き方を身に付けたい。	.22	.16	.46	-.17	.14		
8 数学の、実世界での使われ方を理解することは、大切である。	.04	-.11	.44	.15	.30		
35 数学の授業は、友達と相談しながら学びたい。	.04	-.09	-.04	.76	.03	【 協働性 】	
32 数学は、ペアで勉強するのが好きだ。	.18	.13	-.04	.75	-.15		
29 数学は、グループで勉強するのが好きだ。	-.13	-.02	.25	.55	.07		
15 先生の説明を理解できるようになりたい。	.40	-.16	.00	-.11	.57	【 深い学 び 】	
7 創造的に考えることは大切である。	-.02	.04	.31	-.07	.51		
2 解いた結果が、いつでも成り立つかどうかを考えることは、大切である。	.04	.13	.17	-.03	.51		
6 問題の答の見当を付けることは、大切である。	-.08	.07	.29	.11	.37		
因子間相関		因子Ⅰ	因子Ⅱ	因子Ⅲ	因子Ⅳ	因子Ⅴ	
因子Ⅰ 数学的思考・価値	I	1.00	.48	.60	.27	.55	
因子Ⅱ 数学への好意性	II	.48	1.00	.59	.27	.54	
因子Ⅲ 数学の有用性	III	.60	.59	1.00	.40	.67	
因子Ⅳ 協働性	IV	.27	.27	.40	1.00	.38	
因子Ⅴ 深い学び	V	.55	.54	.67	.38	1.00	

(6) 高校生の数学の学習に関する意識調査」重松 敬一 嶋田 恵司 において開発された「数学の学習に関する意識調査」を参考に、当時の調査項目を再検討の上、作成（資料1参照）した。

「全くそう思わない」を1点、「そう思わない」を2点、「どちらかというと思わない」を3点、「どちらかというと思う」を4点、「そう思う」を5点、「非常にそう思う」を6点とし、数学の学びに関する学習意識37項目について、主因子法(SMC)による因子分析^(註4)を行った。その際、共通性の推定値が0.4未満の項目を分析から除外することとした。因子分析によって得られる因子は、数学の学習意識に関する下位概念であり、相互に正の相関が想定されるため、2回目以降の因子分析は、斜交回転の1つであるプロマックス回転を採用した。その結果、7項目（質問9、37、36、31、33、24、30）が順に分析から除外された。最終的に残った30項目から次の5因子構造が得られた。第一因子は【数学的思考・価値】に関する9項目、第二因子は【数学への好意性】に関する8項目、第三因子は【数学の有用性】に関する6項目、第四因子は【協働性】に関する3項目、第五因子は【深い学び】に関する4項目であった（表5）。

次に、学年及び校種別に、各質問項目における平均値を算出し、因子別に項目順序を並べ替え、折れ線グラフを作成した（図20）。図20を見れば、中1の生徒は、質問21「数学のテストでよい成績をとるとうれしい」、質問4「解き方や公式の意味を理解することは大切である」、質問15「先生の説明を理解できるようになりたい」など、数学の学習への前向きな意識が高く、逆に数学への好意性は、他の因子項目に比して平均値が低いという結果が読み取れた。

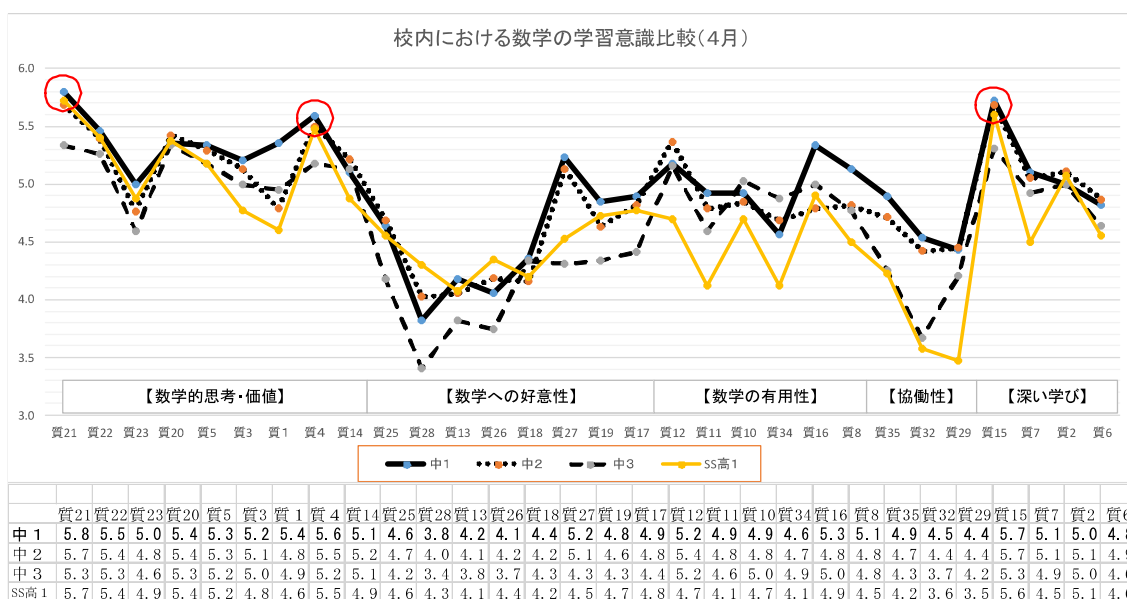
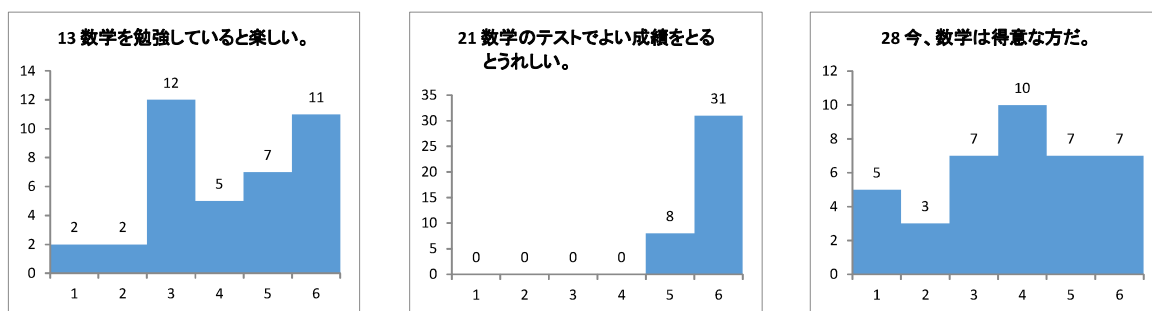


図20 校内における数学の学習意識比較(4月)

質問21「数学のテストでよい成績をとるとうれしい」という気持ちが非常に強い反面、質問13「数学を勉強していると楽しい」に対して否定的な回答の生徒が16名いる。加えて、質問28「今、数学は得意な方だ」に対して、否定的な回答の生徒が15名おり、数学の学習意識は高いが、苦手意識をもっている生徒が少なからずいるということが分かった（図21）。

これらのデータから、数学の学習意識を高めるには「数学的思考・価値」「数学への好意性」「数学の有用性」や「深い学び」を高めていく取組が必要であることが示唆された。また「協働性」については、他の因子との関連性がそれほど高くなく、数学の有用性を理解させるとともに、学びを深めていく協働学習を進めていくことで、どのような教育的効果や課題があるかを注視し

ていく必要があることが分かった。



縦軸：人、横軸：段階 1全くそう思わない、6とてもそう思う

図21 中1生徒の学習意識(4月)

イ 数学の学習意識の変容(11月下旬実施)

次に11月30日、中1、中2の生徒78名に、再度、前述の数学の学習に関する意識調査を行った。その結果を示す(図22)。

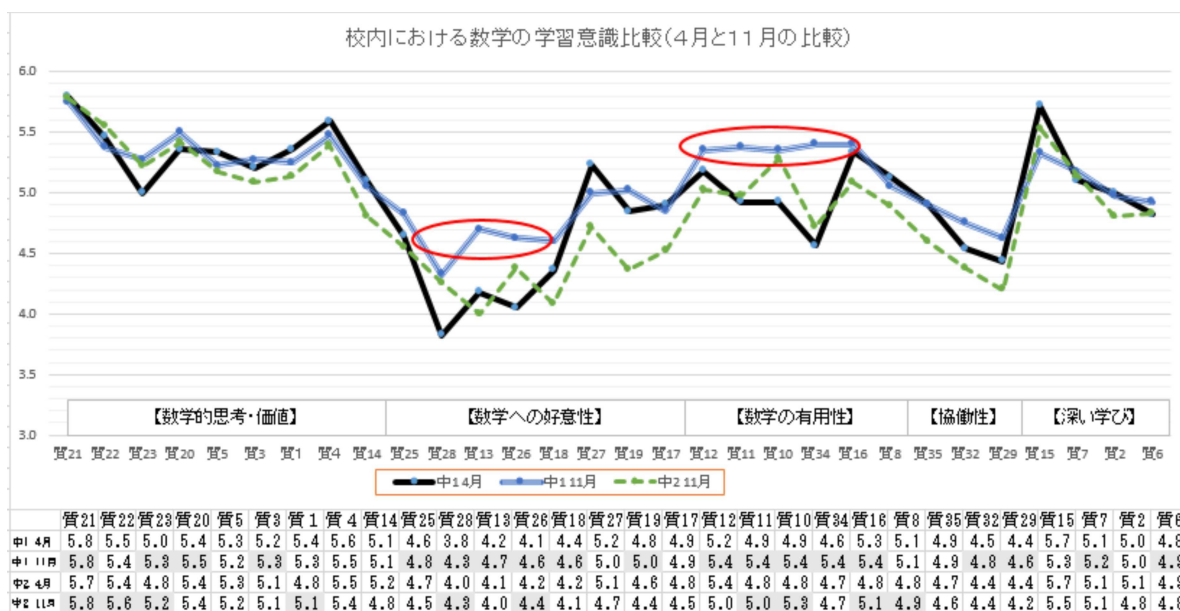


図22 11月実施：数学の学習意識調査(反転は上昇項目)

この結果によれば、中1の「数学への好意性」や「数学の有用性」に肯定的な意識の変容が見られた。一方、日常的な協働学習(技法1、2)が中心の中2の意識は横ばい状態であった。4月の中1の意識が、様々な授業を通して11月に肯定的に変容したことは、今回の取組の一定の成果と言える。一方、中2の意識が横ばい状態であったことは、中3やSS高1の4月の意識が、中1に比して低下傾向にあることと合わせて考えると、学習意識を向上させるには協働学習を進めるだけでは十分ではないということが推察される。

今回の結果を見れば、授業等の学習活動を通して「数学を学ぶ価値」「数学への好意性」や「数学の有用性」を感じさせる取組が大切であるということがよく分かる。筆者らの16年前の研究(重松敬一、嶋田恵司(2000))では「数学を学ぶ価値」や「有用性」を生徒が感じてくれるような授業が必要であるとの研究成果が得られており、今回の結果はそれを改めて裏付ける結果となった。「仮説(2) 数学の学習に関する意識の自己評価が高まる。」は支持された。

最後に「(3) 数学が苦手な生徒の数学観が肯定的に変化する。」について検証してみる。図22のデータを、数学が苦手な生徒12名だけに限定してグラフを作成し直した(図23)。

このグラフをみれば、数学の苦手な生徒の「数学的思考・価値」「数学への好意性」「数学の有用性」がそれぞれ顕著に伸びていることが分かる。「仮説(3) 数学が苦手な生徒の数学観が肯定的に変化する。」は支持された。

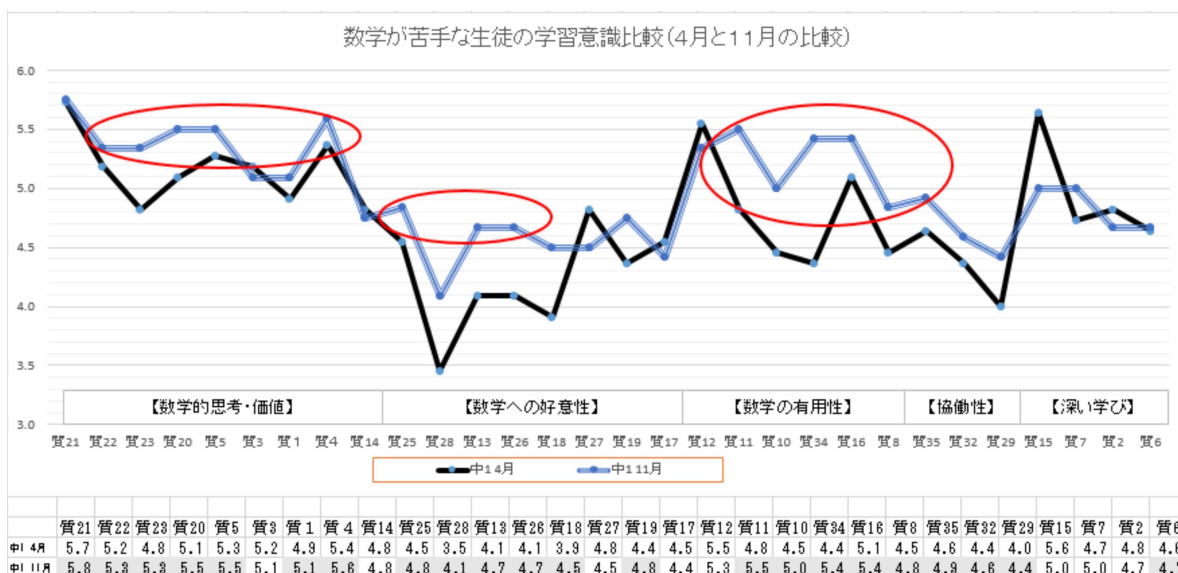


図23 11月実施：数学が苦手な生徒の学習意識調査(反転は上昇項目)

6 今後の課題

次期学習指導要領が目指す基本的な方向性の一つに、主体的・対話的で深い学び(アクティブ・ラーニング)の視点からの学習過程の改善が挙げられており、その方向性は一層推進される様子である。「高等学校におけるアクティブラーニングの視点に立った参加型授業に関する実態調査2015 第一次報告書」によれば「アクティブラーニングの視点に立った参加型授業」への取組において、数学は他の教科・科目に比べ取組状況は低いことが述べられており、数学科におけるアクティブ・ラーニングの視点に立った授業研究は急務と言える。

今回の取組を通して、生徒の意識は大きく変わったと実感することができた。ペア学習やグループ学習を実施したとき、以前はコミュニケーションがほとんど活発に行われることがなかった。しかし、本研究における取組後は、コミュニケーション活動も活発になり、自分の考えをはっきり主張できる生徒が多くなってきた。また、数学が苦手な生徒も調べ学習には熱心に取り組み、発表を通して自信をもつことができたのか、以前より意欲的に授業に取り組むようになった生徒もいる。アンケート結果からも意識の変化を読み取れるが、それ以上に日々の授業で、生徒の成長を強く感じることができているのは喜ばしいことである。しかしその一方で、課題も確認された。課題は以下の通りである。

- 調べ学習・探究学習に時間をとられ、昨年度より通常の授業進度が遅れている。
- 協働学習のなかで、コミュニケーションを上手にとれない生徒もおり、生徒個々への指導も必要であった。
- 協働学習を班で行ったが、深い学びができた班とそうでない班の差が大きく、深い学びができていない班にもっと適切な指導をするべきであった。

○中2では、協働学習を取り入れる時間が少なくなり、一斉の講義形式の時間が多くなった。

本研究において、中1と中2では、アクティブ・ラーニングの視点を取り入れた授業に、質的にも時間的にも差異が認められた。中1は、習得・活用・探究という学習プロセスの中で、問題発見・解決を念頭に置いた協働的な学びを続けながら自己評価活動を行ったが、中2は、自己評価活動までは行えなかった。また、中2は、一斉の講義形式の授業をベースに、適宜、協働学習の技法を取り入れて進めた（資料3参照）が、一斉の講義形式で授業を進めるクラスと協働学習の技法を取り入れて授業を進めるクラスで、徐々に授業の進度に差が生じ、協働学習の時間を確保することが次第に難しくなった。中2や中3の数学の学習意識（図20）を見て分かるように、学習内容が難しくなってくると必然的に理解できない部分が増え、学習意識に横ばいの傾向や低下傾向が認められることから、こうした課題の克服にどのように取り組むかが、次年度の研究課題となる。生徒の現状を把握し、身に付けさせたい力（Goal）を明確にして、家庭学習の内容等も踏まえた授業づくりを、いかにデザインしていくかがより大切になってくるだろう。

生徒は、自分ができないということを分からない状態から、できないことを自覚する状態にいたり、やがて意識すればできるようになるレベルに達し、プロサッカー選手の鮮やかなプレーのように、最終的には無意識のうちにできるようになっていく。その間、意識は高くなったり、低くなったり揺れ動きながら、子どもは成長していくと考えられる。その意味において、中1や中2の数学の学習意識が今後、どのように変容していくのかを継続して見ていくことが大切である。今後も継続して研究し、よりよい授業づくりを続けていきたい。

（注1） 田中（2016）は、学校教育を通じて子どもに育てたい資質・能力として、主体力、協働力、創造力、自己決定力、問題解決力、自己成長力の6つの力を規定した。

（注2） 正答が幾通りにも可能になるよう条件付けた問題を「オープンエンドの問題」というが、このオープンエンドの問題を課題として、その生徒の多様性を積極的に生かした授業を展開していくことを「オープンエンドアプローチ」という。

（注3）（rubric）ルーブリックは、ディスカッションやレポート、プレゼンテーションなど、児童生徒のパフォーマンスを、評価する評価方法をサポートする役割を担う。評価項目（評価軸）と評価尺度のマトリクスで構成されており、一つ一つのマス目には、評価基準が記入されている。

（注4） 因子分析とは、複数変数の変数相互の関係から、潜在的なファクター（因子）を求める手法である。項目間の相関係数を基に、複数の変数のうち相関が強いものに共通する基準を探し出す分析手法のことをいう。

参考・引用文献

（1）中央教育審議会教育課程企画特別部会（平成28年8月26日）「次期学習指導要領等に向けたこれまでの審議のまとめについて（報告）」

http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chukyo/chukyo3/004/gaiyou/1377051.htm

（2）田中博之（2016）『アクティブ・ラーニング実践の手引き－各教科等で取り組む「主体的・協働的な学び」』教育開発研究所 pp. 23-25、p. 36、pp. 110-113

<http://www.kyouiku-kaihatu.co.jp/class/cat/desc.html?bookid=000699>

（3）重松敬一、嶋田恵司（2000）「算数・数学教育における問題解決学習の研究（6）」奈良教

育大学教育学部附属教育実践研究指導センター

http://near.nara-edu.ac.jp/bitstream/10105/4179/1/CERT9_75-87.pdf

- (4) 嶋田恵司 (2016) 「アクティブ・ラーニングの視点からの授業づくり～授業力を高める取組の必要性～」奈良県立教育研究所

http://www.nps.ed.jp/nara-c/gakushi/kiyou/h27/01_kiyoushimada.pdf

- (5) スーザンA. アンブローズ他、栗田佳代子 訳 (2014) 「大学における「学びの場」づくり よりよいティーチングのための7つの原理」玉川大学出版部 pp.74-94

- (6) 米田重和 (2016) 『中学校数学科 アクティブ・ラーニングの教材&授業プラン』明治図書出版 pp.18-29

- (7) gaccoTM 公開講座「Interactive Teaching (2015) 東京大学 大学総合教育研究センター」

- (8) 福岡県教育センター研究紀要 (2015) 「やってみよう！中学校の授業診断」(授業観察シート及び授業アンケート)

http://www.educ.pref.fukuoka.jp/one_html3/pub/default.aspx?c_id=445&AspxAutoDetectCookieSupport=1

- (9) 島智彦 (2015) 「協同学習を取り入れた数学授業：導入期における授業設計と効果の検証」日本私学教育研究所紀要. 東京：日本私学教育研究所

http://www.shigaku.or.jp/old/kenkyu/kiyo51/kiyo51_06.pdf

- (10) 牛瀧文宏、佐藤悠 (2016) 「中学校数学科でのアクティブ・ラーニングにおける課題の発見に関する一考察」京都産業大学教職課程教育センター

https://ksurep.kyoto-su.ac.jp/dspace/bitstream/10965/1357/1/TPRB_11_1.pdf

- (11) 木村充、山辺恵理子、中原淳 (2015) 「高等学校におけるアクティブラーニングの視点に立った参加型授業に関する実態調査2015 第一次報告書」東京大学ー日本教育研究イノベーションセンター共同調査研究

<http://manabilab.jp/wp/wp-content/uploads/2015/12/1streport.pdf>