

Ⅲ 授業研究会の成果還元と課題について（報告）

旭野高等学校 中澤 統真 大府東高等学校 田中 伸一 豊田北高等学校 加藤 圭介
時習館高等学校 安藤 卓巳 豊橋東高等学校 中西 悦子

1 本研究について

昨年度から、科学研究費助成事業「高等学校数学科の『授業研究コミュニティ』の成長を促す理論とシステムの構築」と連携する形で研究を進めている。研究内容は以下の通りである。

- ①「教え込み型の授業」から脱却し、資質・能力を育むために「数学的活動を重視した授業」への改善を図る。
- ②子どもの学び方に着目して、理想（指導案）と実際（授業）との乖離の要因を「how to learn 型」の授業研究会を通して追究する。
- ③「授業研究コミュニティ」の持続可能で自立的な質的向上と、「授業研究コミュニティ」の量的拡大を図る。

これらの3点について、研究員の授業実践を通して研究成果をまとめ、成果を広く還元していくことが本研究の目的である。

2 授業研究の進め方

今年度は授業研究会を6月と11月に実施した。それぞれ、オンラインによる指導案検討会も活用しながら、次の通りに進めた。

<事前> 指導案検討会を複数回実施し、参加者全員で授業をつくり上げる。

- (1) 研究授業実施2カ月前 : 指導案（第一案）作成 → 指導案検討会（対面による実施）
- (2) 研究授業実施1カ月前 : 指導案（第二案）作成 → 指導案検討会（オンラインで実施）
- (3) 研究授業実施2週間前 : 指導案（第三案）作成 → 指導案検討会（対面による実施）
- (4) 研究授業実施1週間前 : 指導案（最終版）作成 → 参観者へ事前配付

<当日> 生徒の学びに着目して授業観察をし、指導案と授業との乖離の要因を追究する。

- (1) 事前打ち合わせ（授業で観察する生徒を分担、確認する）
- (2) 授業参観（生徒観察）
- (3) 業後協議会
 - ・授業者による授業の振り返り【全体協議】
 - ・観察生徒についての報告及び質疑応答を含めた研究協議【班別協議】
 - ・大学教員による指導・助言【全体協議】

<事後> 生徒の振り返りシートや参観者の振り返りシートを基に、反省点と課題をまとめる。

- (1) 授業者による反省（生徒アンケートを踏まえて）
- (2) 参観者より振り返りシート提出
- (3) まとめ

3 指導案作成時の留意事項

学習指導案には、必ず「単元観」「生徒観」「教材観」を記載し、また単元全体の計画と研究授業の前時と次時の指導計画も綿密に作成した。このことによって、本時のねらいや、単元全体を俯瞰した中で本時の意味付けが明らかになり、指導案検討会の中でそのことについても十分に議論ができる

ようになる。また、授業者及び授業者の勤務校における「育てたい生徒像」「育成したい資質・能力」を明確にし、生徒の実態を細かく把握することで、授業計画における「指導上の留意点」や「発問に対して想定される生徒の反応」等についても事前に議論ができる。このように、学習指導案を綿密に作成することで、「理想（指導案）と実際（授業）との乖離の要因追究」が可能になる。今年度も、以下の項目立てを基本に指導案を作成した。

1	日時	2	学級	3	単元名	4	単元観	5	生徒観	6	教材観
7	単元の目標と評価規準			8	単元の指導計画と評価計画						
9	前時のねらい	10	前時の指導計画	11	本時のねらい	12	本時の指導計画				
13	次時のねらい	14	次時の指導計画	15	板書計画						

4 当日の学習指導案

当日のために用意した学習指導案は、「8 今後について」の後に掲載する。

5 指導案検討会で議論したこと

前頁で示した通り、複数回の指導案検討会を経て、学習指導案をブラッシュアップしながら最終的な学習指導案を作成した。以下に、検討会の中で指導案を練り直すポイントとなった部分や、時間をかけて議論した内容の一部を記載する。

(1) 第一回授業研究会にて

- ・導入において、生徒に深く考えさせたいのであれば、自力解決の時間が5分では足りない。どこまでを自力解決させたいのか、本時のねらいを基に考える必要がある。速やかにグループ協議へ移行したいのであれば、考え方の方針だけ立てさせるに止めておくようにする。
- ・評価規準については、一回の授業で3観点の全てを見取る必要はなく、本時のねらいを達成できたかどうかという視点で考えることが大事である。単元を通して、三つの観点をバランスよく見取ることができるとよい。
- ・授業のねらいをよく考える必要がある。ねらいが明確であって、はじめて授業展開について議論ができる。また、限られた時間の中で、どこまでを生徒に考えさせるのかについても、ねらいや生徒の実態と照らし合わせて事前に考えておく必要がある。

(2) 第二回授業研究会にて

- ・「正弦定理の証明」は、生徒に考えさせるためにはよい題材である。生徒にとって、定理を証明することの必然性は何か、証明することによって生徒が実感する数学のよさ（証明の意味）は何かを考え、そのための導入時の発問や、生徒に対する問いかけをよく練る必要がある。
- ・正弦定理の証明を考えるときに生徒が描く図を可能な限り予測し、それぞれにどのような声かけをすべきか、また全体で共有するものはどれにするかについて考えなければならない。生徒の思考する道筋を細かく考えることで、必要な発問を精選していけるとよい。
- ・配付プリントにどこまでの情報を載せるかをよく考える必要がある。「正弦定理を証明しよう」や「 $\triangle ABC$ の外接円の半径を R とすると」等が記載されていると、生徒の「やってみたい」という気持ちを引き出す前に、授業で何をやるのかが分かってしまう。その結果、生徒にとってはただ与えられた問題を解くことと変わらなくなってしまう。
- ・指導案には、「直角三角形」「鈍角三角形」の場合についても生徒に考えさせる展開が記載されている。焦点を絞って、鋭角三角形で考えられたらよしとしてはどうか。

- ・正弦定理の証明を単元の最後（10時間目）に行う意図を共有したい。生徒の実態に合わせるという視点に加えて、生徒に身に付けさせたい資質・能力や、単元を通してどのような生徒の変容を期待するかを説明してほしい。

いずれの検討会でも、「本時のねらい」についての議論が白熱した。授業者にとっての「育てたい生徒像」「育成したい資質・能力」「単元構想からの本時の位置付け」「単元で身に付けさせたい力」「単元の面白さ」などを基に、参加者同士で教材観をぶつけ合いながら協議が進んでいった。また、用意する発問と、それに対する生徒の反応を参加者も交えて予想することで、指導案（理想）は参加者全員で練り上げたものという認識が生まれた。そのため、授業参観時には自然と生徒の反応や思考の深まりについて観察することができるようになった。

6 業後の検討会にて

(1) 第一回授業研究会にて

授業者の自評及び、授業を参観した先生方からは「生徒が主体的に学習に取り組んでいた」「時間いっぱいまで試行錯誤していた」等、生徒が熱心に思考していた点について評価する意見や感想が多かった。また、ふだん数学が苦手な生徒であっても、仲間と協働することで、自分の考えを整理しながら発言している様子が見られた。このように、生徒の実態に合わせて上手に問題設定を行ったり、協働学習を取り入れたりした点が、生徒の主体的な学びを促し、生徒が最後まで試行錯誤しながら思考したことにつながった。一方で、生徒へ声かけするタイミングについては、もう少し考える必要があるといった指摘もあった。一見、全員が前向きに取り組んでいるように見えても、思考している途中で声かけをされた生徒たちは、それによって思考を止めてしまっていることがある。今回の授業でも、あるグループの生徒たちが思考を止めてしまった場面が見られた。

協議内容の中で、授業改善の手だてとして重要だと考える3点を以下に記載する。

- ① ICTの効果的な利用について考えるきっかけとしてほしい。本授業は、解答に至る途中の過程を考えさせることがテーマであったため、導入時にICTを利用して複雑なグラフを描かせ、解答のイメージを生徒たちに掴ませた。それにより、意図した生徒の活動（考えさせたいこと）に時間を十分割くことができた。生徒たちに思考させる時間を十分に確保したければ、このようなICTの活用の仕方もある。一方で、生徒は解答を先に得るため、最後まで解ききる力を身に付けさせたい場合や、自分たちで見通しをもたせたい場合には、今回の使い方は適切ではない。よって、まずは授業のねらいがあって、授業で何を重視するのかを明確にし、ICTをどのタイミングで、どのような意図をもって活用するのかを、よく考える必要がある。
- ② 事前検討会では、授業のまとめにおける「物理とのつながり（光の屈折）」に触れたときの生徒の盛り上がりを期待したが、実際の生徒の反応は予想に反して薄かった。この原因は何かを考えた方がよい。授業のねらいが「日常生活や社会の事象を数理的に捉え数学的考察に活用することができる」であるが、生徒たちは「どうやって微分するか。最小値をどう求めるか」ということに興味関心をもっていったため、生徒たちが知りたいことと授業者が驚かせたいことに乖離があったと考えることが妥当ではないか。
- ③ これからの時代に大切なのは、計算力より「道筋を考える力」であると思う。今回のようにICTを上手く活用し、授業の大半を計算に費やさない工夫をすることはよかった。しかし、使うタイミングはどうだったか。あるグループはDesmosを使って「 $x=2$ 」と分かると、途端にモチベーションが下がっていた。答えが分かることにより必ずしも、もやもやした気持ちが晴れるわけではない。

生徒たちは自分たちで考えたいと思っている。時間はかかるが、授業者が「いかに待てるか」が大切になる。生徒も教師も我慢が必要である。

(2) 第二回授業研究会にて

「正弦定理が成り立つことを証明してみよう」という発問で、生徒が主体的に取り組めるのかという心配もあったが、生徒たちは時間いっぱいまで試行錯誤しながら証明しようとしていた。ただ、班によって活動の様子や、考察が深まる様子には差があったのも事実である。活発に自分の考えを発言できている班もあれば、手が止まったまま協議が始まらない班もあった。よって、授業者が様子を見ながら声かけをしたが、班によってはそれが協議を進めていくためには効果的ではない場面もあった。そのため、生徒や班へ声かけするタイミングや、班によって声かけする内容なども研究協議の中で議題になった。また、指導案検討会から「正弦定理の証明をどこで行うのがよいのか」という議論がなされたが、業後の検討会においてもその質疑・応答がなされた。

協議内容の中で、授業改善の手だてとして重要だと考える4点を以下に記載する。

- ① 正弦定理の証明をどこで行うかは、よく考えなければいけない。生徒に考えさせるときに、生徒がもっている知識（証明する材料）が変われば、展開も当然変わってくる。今回は、三角比の学習が一通り済んだ状態であったため、生徒がもっている知識が多くあり、生徒の思考もさまざまな方向へ向かい、授業の焦点がぼやけてしまった。また、「正弦定理」「余弦定理」「面積」等をどのように学習してきたかで、生徒の証明に対する考察（着手）が変わってくるので、そこまでを考慮して指導案（授業案）を検討する必要がある。今回「単元のまとめ」としての位置付けであるのならば、直角三角形の定義や三角比の定義を確認してから行ってもよかった。
- ② ICTを使うことのメリットばかりが強調されるが、使い次第では生徒にとって深い学びにならないこともある。今回は、それぞれの班が試行錯誤した思考の過程を、うまく全体共有できていなかった。生徒の思考したことを「可視化（言語化）できる」ことや「共有化できる」ことは、ICTを活用することの大きなメリットである。
- ③ 今回の授業は、先生が正弦定理の証明を見せるのではなく、探究的に証明を扱ったことはよかった。しかし、授業の導入時に先生が「証明しよう」といったときに、「嫌だなあ」とつぶやいたり、表情を曇らせたりした生徒がいた。授業の「最初の問いかけ」（仕掛け）が一番のポイントだった。証明が嫌だと思っている生徒に、証明することの「よさ」を伝えるにはどうしたらよいだろうか。生徒に考えてみたいと思わせるような発問、考えてみたいと思わせるきっかけはどうつくればよいか。今回の授業では、習熟度等に合わせて班ごとに違うことをやらせてもよかったかもしれない。
- ④ 生徒の表情を見ていると、教師のヒントの出し方やタイミングについてはよく考える必要があることが分かった。声かけによって救われた班もあれば、全く効果がなかった班もある。あるいは、考えがまとまりかけていたのに、ヒントを出すことによって手が止まってしまった班もある。よって、全体で声かけするのではなく、机間指導しながら、それぞれの班に対して、臨機応変に適切だと思われる声かけをしていくことも必要である。

7 今年度の取組を通して

2回の授業研究会を通して、研究員が行う授業がどのように変容したかを以下に記載する。

- ・生徒に「与えすぎない」ことをかなり意識するようになった。入試演習の授業においても、自分が話す時間が10分にも満たない場合もあった。
- ・生徒の思考を止めることなく、どうやったら思考を広げることができるだろうかと意識するように

なった。その影響もあり、生徒は自ら考えるようになり、一つの解答が導き出せたら終わりとするのではなく、別のアプローチの仕方はないかなど再び考え始め、ペアやグループで議論して共有することが習慣として定着してきている。

- ・「ねらい」の位置付けの大切さ、「導入部分」の大切さを学んだ。同じ指導案でも、授業中の生徒の様子（授業中の変容）をよく観察し、全体への問いの投げかけ方、タイミング等はいくらでも工夫ができると思った。
- ・自分の授業について、わざと間を置いて問いかけをしてみたり、なるべく生徒の考えを生かした授業展開をしたりする方法をとった。生徒たちは、自分たちで解決していく感覚を得ていたと思う。リフレクション記録からも、充実した活動につながっていることが分かった。時間が足りなくなることも多いが、毎回の授業でなくても、単元のポイントとなる部分でそういった活動ができるよう、単元計画を練っていく必要があると思っている。
- ・できる限り指名をせずに、自由に発言させるようにした。このことで、学級全員が授業に参加している雰囲気ができ、生徒たちは分かることの喜びを素直に表現するようになった。
- ・数学が苦手な生徒がほとんどであるが、覚えるだけの授業にはせずに、できる限り「なぜ」を解決する授業を行うようにしている。生徒の中にも徐々に「なぜ」と学習内容に疑問をもつ者も出てきている。
- ・先生が答えを言うのではなく、生徒自身が考えることの大切さを学んだため、生徒が考えたくなるような発問を増やした。また、何を一番に考えさせたいのか、授業内のどの部分に時間を使うべきかを事前に検討する時間が増えた。しかし、授業時間の制限もあり、生徒の考える時間が不十分のまま誘導してしまうケースもあり、今後の課題と考えている。
- ・生徒は教えられる時間よりも、考えている時間の方が深く学んでいることに気付いた。生徒が必然的に考えるような発問を増やし、生徒が主体的に取り組む様子が見られるようになった。

8 今後について

来年度以降も引き続き、科学研究費助成事業「高等学校数学科の『授業研究コミュニティ』の成長を促す理論とシステムの構築」と連携する形で研究を進めていく予定である。また今年度の反省を踏まえ、「授業研究コミュニティ」の持続可能で自立的な質的向上と、「授業研究コミュニティ」の量的拡大を図るための方策を模索し、成果の普及・還元を積極的に行っていきたいと思っている。

数学科学習指導案

1 日 時 令和5年6月15日(木) 2限

2 学 級 第3学年8組39名(理系クラス)

3 単元名 数学Ⅲ 微分法の応用

4 単元観(微分法)

本単元は形式的な計算の習熟に重きを置きがちであるため、計算方法の暗記に偏らないように留意してこれまで指導したつもりである。しかし、関数を微分し、増減凹凸表からグラフを描くことはできても、微分の意味を理解できていない生徒が多い。そのため、導関数が因数分解できない場合や、簡単に正負がわからない場合は解けないと判断してしまうことが多い。微分することで任意の関数の増減が分かるという微分のよさをこの授業で再認識させ、本質的な理解を促したい。

5 生徒観

本校は地域から進学校として期待されており、「誇りある学校、希望を満たす学校、心のふるさとたる学校」を目指している。進路指導に力を入れており、生徒のほとんどが四年制大学への進学を希望している。本校には文系、理系が4クラスずつあり、更に習熟度別で応用、標準の各2クラスに分けている。今回授業を行う3年8組は理系応用クラスであり、数学に興味・関心をもつ生徒が多いが、論理的に思考することが苦手な生徒も多い。これらの原因として、教科書を早く終わらせるため、時間をとって問題を解く時間をあまり設けずに授業を進めてきたことや、生徒に与える課題の量が多く、生徒たちに分からない問題があるとすぐに解説を見てしまう習慣がついていることが考えられる。ふだんの授業では生徒同士での対話の機会を設けているものの、答えの確認や分からなかった部分を教え合うことに終始している。分からない問題に対して、どのようなアプローチをすべきかというような内容の話が見られないのが現状である。

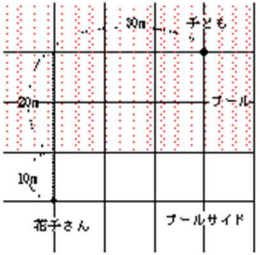
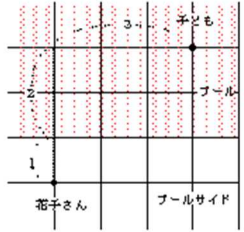
6 教材観

本時の目標は「微分について理解し、日常生活や社会の事象を数理的に捉え数学的考察に活用する」とした。生徒は数学Ⅲを一通り学習済みである。さらに深い学びをするため、物理との教科横断的な学習をしたいと考え、スネルの法則をフェルマーの原理を用いて数学的に証明することを背景としたパフォーマンス課題を実施する。生徒にとっては現実と結びついた事象を数学で考察することで微分のよさが実感できると考える。今回、導関数を求めることはできても、微分係数が0となる x を求めることが難しい問題を設定した。導関数がうまく変形できない中、試行錯誤しながら第2次導関数を求めたり、中間値の定理を用いたりして最小となる点が一つのみであることを生徒に気付かせたい。また、スネルの法則を紹介することで、問題の背景に光の屈折があることに興味関心をもたせ、現実の事象を数式化し、考察ができることのよさを実感させたい。

7 本時のねらい

微分について理解し、日常生活や社会の事象を数理的に捉え数学的考察に活用することができる。

8 本時の指導計画

時間	学習内容・学習活動 ○質問・発問・指示 S：生徒の反応・学習活動	指導上の留意点 ・留意点 T教師の手立て
<p>導入 (10分)</p>	<p>○今日は現実に関係する問題を解いてみよう。</p> <p>○スライドを見てください。この絵のように監視員が溺れている子どもを発見しました。最も速く子どもを助けるためにはどのような経路を通ればいいでしょうか？グループで予想してください。</p> <p>○いくつかのグループに予想を聞く。</p> <p>○みんなの予想の通り、走る距離を長くした方が速く子どものところに行けそうですね。では、もう少し条件を細かく設定して数学的にその予想が正しいことを確認しましょう。</p> <p>○プリント1枚目を配付する。</p> <div data-bbox="288 875 858 1339" style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>プールで監視員をしている花子さんは溺れている子どもを見つけた。花子さんと子どもの位置関係は下の図の通りであった。</p>  <p>花子さんは急いで飛び込み、子どもを救助することができた。</p> <p>その後、家に帰ってから最短時間で助けるにはどの地点でプールに飛び込めばよいかを考えることにした。計算を簡単にするために以下の条件で考えることにした。</p> </div>	<ul style="list-style-type: none"> ・1人1台タブレットを事前に準備する。 ・最短経路と最短時間の違いに気付いたグループがあれば全体場で共有し、気付かないようであればスライドで説明する。 <div data-bbox="887 875 1409 1339" style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>条件</p>  <p>図のように10mを1と考える。 走る速さは泳ぐ速さの2倍である。 加速度については考慮せず、等速で動くとする。 摩擦、空気抵抗は考慮しない。 同一平面上を移動すると考える。</p> <p>このとき、花子さんはどの地点でプールに飛び込むと、最短時間で子どものもとへ行けるだろうか？</p> </div>
<p>展開1 (15分)</p>	<p>S 1：花子さんがどう移動するか図をかき調べようとし、経過時間を数式で表そうとするが、どう表せばよいか分からない。</p> <p>S 2：速さと飛び込む位置を文字で表すことができるが、走る速さと泳ぐ速さを別の文字で置いている。</p> <p>S 3：うまく経過時間を立式し微分したが計算ミスをしている。</p> <p>S 4：微分することはできたが、その後の処理の仕方が分からない。</p>	<p>T 1：速さと飛び込む位置をうまく処理できていないグループには、条件が与えられてない数値は何か確認する。</p> <p>T 2：文字が多いと計算が煩雑になることを確認し、文字を減らせないか聞く。それでも分からない場合は、使っていない条件がないか確認する。</p> <p>T 3：グループの生徒と導関数を比較し確認するよう助言する。その際、変数の範囲を考慮できているか確認する。</p> <p>T 4：全グループが微分できたところで、全体にこの問題の一番難しいポイントがここであることを共有し、どう解くか試行錯誤するように指示する。</p>

<p>展開2 (30分)</p>	<p>○手が止まっているグループが多い場合は、できているグループの生徒にどのように解いているかロイロノートでプリントの画像データを用いて全体で共有する。</p> <p>S5: 導関数を通分し一つの分数にまとめることはできたが、分子が因数分解できない形であるため、そこからどうすればよいか分からない。</p> <p>S6: $y=f'(x)$のグラフを描くこうとするが分からない。</p> <p>S7: 第2次導関数を求めることはできたが、その後の処理の仕方が分からない。</p> <p>S8: 第2次導関数が$0 \leq x \leq 3$において常に正であることまで分かったが、その後の処理の仕方が分からない。</p> <p>S9: 中間値の定理から $f'(x)=0$ がただ一つの実数解をもつことを示すことができ、$f'(x)=0$ を満たす x を求めようとするが求めることができない。</p> <p>S10: 増減表を書き $x=2$ のときに最小になることを求めることができる。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・必要に応じて補足を行い、全体が理解できるようにする。 ・Desmosの利用を許可し示したいことが何かを逆方向からも考えさせる。 <p>T5: 導関数の正負でもとの関数の増減が分かることを確認する。導関数の分母が積の形になっていることから何が言えるか確認する。</p> <p>T6: グラフが描けない関数はどうすればグラフが描けるかを確認し、凹凸のためではなく、導関数の増減を求めるためにもう一度微分することに気付くよう助言する。また、どんなグラフになると予想できるか考えさせる。Desmosで正解を確認させる。</p> <p>T7: 導関数の増減を知るために微分したことを確認し、正負の判断するためにはどうすればよいか考えさせる。</p> <p>T8: 導関数のグラフの概形を考えさせる。ヒントとして$0 \leq x \leq 3$における最大値および最小値は何かなど聞く。そこから正負の考察ができないか質問する。</p> <p>T9: 導関数を因数分解することはできないが、平方根を含む方程式はどのように解いたかを確認する。</p> <p>T10: $f'(x)=0$ を満たす解は$0 \leq x \leq 3$においては$x=2$のみであったが、他に実数解はあるのかを質問する。</p>
<p>展開3 (10分)</p>	<p>○最後まで解けたグループにロイロノートでプリントの画像データを用いて全体に発表させる。</p> <p>○2枚目のプリントを配り今回の問題の背景に光の屈折があることを説明する。</p>	<p>T: 最後まで解けたグループがない場合はできたところまで説明してもらう。</p>
<p>まとめ</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・振り返りを記入する。 	

数学科学習指導案

1 日 時 令和5年11月1日(水) 5限

2 学 級 第1学年3組40名

3 単元名 数学I 第4章 図形と計量 第2節 三角形への応用

4 単元観(三角比)

図形の性質を計量的に考える場合に基本となるのは、辺の長さや角の大きさを測り、それらの相互関係を調べることである。この単元では正弦及び余弦、正接を定義し、線分の長さや角の大きさ、面積などを求める。三角形の辺と角に成り立つ基本的な関係を、正弦定理や余弦定理を用いて、三角形の辺や角の計量に活用することは重要である。また、正弦定理や余弦定理はただ公式を暗記するだけで終わってしまう場合が多く、その証明を考える機会は重要だと考える。今回は三角比の総まとめの授業として「正弦定理の証明」を考えることで、より深い学びにつなげることを目指す。

5 生徒観

本校生徒の多くは、国公立大学への進学を目指しており、数学の授業への意欲も高い。今回授業を行う1年3組は明るく元気な生徒が多く、数学が苦手な生徒でも積極的に意見を言い合い、前向きに学習に取り組む様子が見られる。ふだんからグループで考えて取り組む時間を多く設けており、生徒たちは周りとは協力して思考することに慣れている。

6 教材観

本時の目標は、生徒自身が既習の三角比の知識や考え方をを用いて、正弦定理の証明を行えるようになることである。前時までの授業において、正弦定理や余弦定理を活用して辺の長さや角度を求めることができるようになっている。しかし、授業で正弦定理の証明を扱っていないため、生徒たちは正弦定理の公式を覚えて使いこなしているだけである。そのため、「証明せよ」と言われても、どこから手を付けたらよいか分からず、手が動かない生徒が多いことが予想される。これらのことから、授業の導入時には個人で考える時間を設けるが、早い段階で4～5人のグループで思考させるようにする。グループごとにタブレット端末を用意し、Microsoft OneNoteを起動させ、ある程度考え方がまとまったグループからタッチペンで解答を記述させ、それをプロジェクターで投影することで、生徒の考え方を適宜共有しながら、活動を充実させる。

7 単元の目標と評価規準

(1) 単元目標

三角比の意味やその基本的な性質について理解し、三角比を用いた計量を行うなど、三角比を事象の考察に活用できるようにする。また、正弦定理や余弦定理について理解し、それらを適切に用いて三角形の辺や角を求められるようにし、あわせて三角形の面積も求められるようにする。また、これらを空間図形も含むさまざまな事象に活用できるようにする。

(2) 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
学習に即した具体的な評価規準	<p>①鋭角の三角比の意味と相互関係について理解している。</p> <p>②三角比を鈍角まで拡張する意義を理解し、鋭角の三角比の値を用いて鈍角の三角比の値を求める方法を理解している。</p> <p>③正弦定理や余弦定理について三角形の決定条件や三平方の定理と関連付けて理解し、三角形の辺の長さや角の大きさなどを求めることができる。</p>	<p>①三角比の性質を用いて、定理や公式を導くことができる。</p> <p>②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ができる。</p>	<p>①三角比やそれに関わる定理や公式を導くことやそれらを活用した問題解決において、粘り強く考え、数学的論拠に基づいて判断しようとしている。</p> <p>②日常生活の事象を、三角比を用いて解決しようとしている。</p>

8 単元指導計画と評価計画

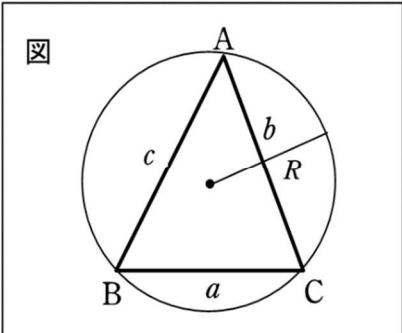
時	目標	学習内容・学習活動	評価規準（評価方法）
1	三角比の定義を理解し、具体的な事象における長さを求めることができる。	<ul style="list-style-type: none"> ・直角三角形において正弦・余弦・正接を求める。 ・日常生活の事象における長さを、三角比を用いて求める。 	ア①ウ②（ワークシートへの記述の観察） イ②（取り組み態度の観察）
2	三角比の相互関係を理解でき、それらを活用して他の値を求めることができる。	<ul style="list-style-type: none"> ・三角比の相互関係を利用して、三角比の1つの値がわかっているとき、残りの2つの値を求める。 ・ある角の三角比を別の三角比で表す。 	ア①（ワークシートへの記述の観察） ウ①（取り組み態度の観察）
3 4	鋭角の三角比を鈍角に拡張し、鈍角の三角比を理解することができる。	<ul style="list-style-type: none"> ・鈍角の三角比の定義を理解する。 ・鈍角の三角比を鋭角の三角比で表す。 ・正接を用いて、座標平面上の直線とx軸の正の向きとのなす角を求める。 	ア②（ワークシートへの記述の観察） イ①（取り組み態度の観察）
5 6	正弦定理と余弦定理を活用し、辺の長さや角度を求めることができる。	<ul style="list-style-type: none"> ・正弦定理を用いて、三角形の外接円の半径や辺の長さを求める。 ・余弦定理を用いて、三角形の辺の長さや角の大きさを求める。 ・正弦定理、余弦定理のうち適切なものを判断し、種々の量を求めることができる。 	ア③（ワークシートへの記述の観察） ウ①（取り組み態度の観察）

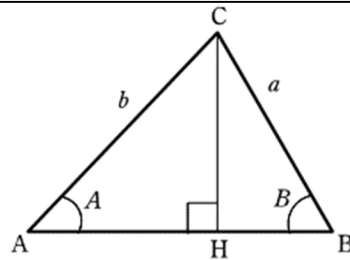
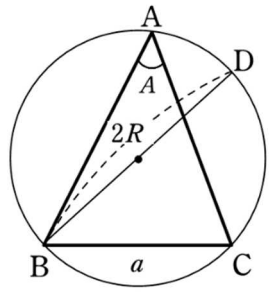
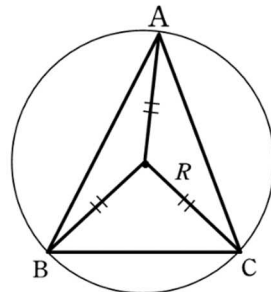
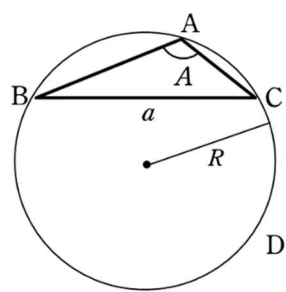
7	三角比を用いた三角形の面積の公式を理解し、円に内接する四角形の面積を求めることができる。	<ul style="list-style-type: none"> ・三角形の面積の公式を導く。 ・2辺とその間の角が与えられた三角形の面積を求める。 ・円に内接する四角形の面積を2つの三角形に分けて求める。 	ア③（ワークシートへの記述の観察） イ①（取り組み態度の観察）
8	三角形の内接円の半径と面積の関係を理解することができる。	<ul style="list-style-type: none"> ・三角形の内接円の半径と面積の関係を導く。 ・3辺が与えられた三角形の面積と内接円の半径を求める。 	ア③（ワークシートへの記述の観察） ウ①（取り組み態度の観察）
9	三角比を利用して、空間図形の体積を求めることができる。	<ul style="list-style-type: none"> ・空間図形から平面図形を取り出し、辺の長さや面積などを求める。 ・三角比を活用して、空間図形の体積を求める。 	ウ②（ワークシートへの記述の観察） イ②（取り組み態度の観察）
10 本 時	正弦定理の証明を行うことができる。	<ul style="list-style-type: none"> ・三角比を利用して、正弦定理を証明する。 	イ①（ワークシートへの記述の観察）

9 本時のねらい

正弦の定義に着目し、外接円の直径と直角三角形を関連付けて考察しながら、正弦定理を証明することができる。

10 本時の指導計画

時間	学習内容・学習活動 ○質問・発問・指示 S：生徒の反応・学習活動	指導上の留意点 ・留意点 T：教師のたて ◇評価規準（評価方法）
導入 5分	<ul style="list-style-type: none"> ○授業プリントを配付する。 ○正弦定理を確認させる。 	<ul style="list-style-type: none"> ・個人で確認させる。 ・図を描かせることで、図形を意識させる。
<p>正弦定理 △ABC の外接円の半径を R とすると、次が成り立つ。</p> $\frac{a}{\sin A} = \frac{b}{\sin B} = \frac{c}{\sin C} = 2R$		<p>図</p> 

<p>展開1 15分</p>	<p>○正弦定理の証明を考えさせる。</p> <p>S1：直角三角形における正弦の定義を用いて $\frac{a}{\sin A} = \frac{b}{\sin B}$ を証明する。</p>	<ul style="list-style-type: none"> まずは個人で考えさせる（3分） 5分後に机を動かしグループをつくる。タブレットでOneNoteを起動させ、正弦定理と図を描かせる。 角Aが鋭角の図を全体で共有し、板書する。 <p>T1：OneNoteに記入させ、全体で共有する。その後、外接円との関係性をどう示すのか考えさせる。</p>
<p>S1： 図より $\sin A = \frac{CH}{b}$ と $\sin B = \frac{CH}{a}$ が成り立つので $b\sin A = a\sin B$ より</p> $\frac{b}{\sin B} = \frac{a}{\sin A}$		
<p>S2：面積の公式を利用して証明する。</p>		<p>T2：S1と同様</p>
<p>S2：△ABCの面積をSとすると、</p> $S = \frac{1}{2}bc\sin A \text{ と } S = \frac{1}{2}ca\sin B \text{ より } \frac{a}{\sin A} = \frac{b}{\sin B}$		
<p>S3：余弦定理を利用しようとする。</p> <p>S4：△ABCの外接円を描き、$\frac{a}{\sin A} = 2R$ を証明しようとする。</p>		<p>T3：計算処理が煩雑になり、うまくいかないことを全体に共有する。</p> <p>T4：図1のように外接円の直径を図示している生徒がいたら、OneNoteに記入するように指示し、全体に共有する。図2はS7、図3はS8へ繋がるので、注視しておく。</p>
<p>図1  図2  図3 </p>		
<p>展開2 15分</p>	<p>○S4の考え方を全体で共有する。</p>	<ul style="list-style-type: none"> S4の生徒のグループのOneNoteを全体で共有する。$\frac{a}{\sin A} = 2R$ を示せばよいことを確認する。

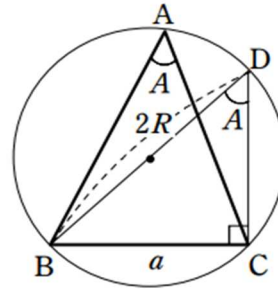
・図1をかいた生徒がいなければ、 $2R$ が外接円の直径であることをヒントとして与える。

S5：円周角の定理を利用して直径を斜辺とする直角三角形をつくり証明しようとする。

T5：OneNoteに記入するように指示しておく。

S5：図より $\triangle BCD$ において $\sin A = \frac{a}{2R}$

すなわち $\frac{a}{\sin A} = 2R$

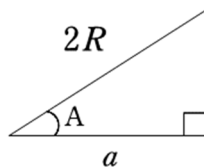


S6：正弦定理を式変形し、直角三角形をつくれればよいことに気付く。

T6：OneNoteに記入させ、状況に応じてヒントとして全体に共有する。

S6： $\frac{a}{\sin A} = 2R$

$\Leftrightarrow \sin A = \frac{a}{2R}$



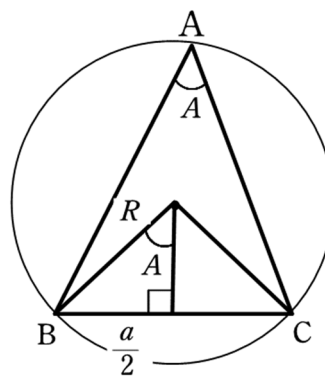
より図のようになればよい。

S7：中心角と円周角の関係を利用して証明しようとする。

T7：OneNoteに記入させ、別解として全体で共有する。

S7：図より $\sin A = \frac{\frac{a}{2}}{R}$

すなわち $\frac{a}{\sin A} = 2R$



・S5の考え方を見つけることができない場合、図1においてCとDを結ぶ補助線をヒントとして板書する。

<p>展開 35分</p>	<p>○S5の考え方を全体で共有し、これで証明が完了しているか考えさせる。</p> <p>S7：角が鋭角でない場合もあることに気付く。</p>	<p>・S5の生徒のグループのOneNoteを全体で共有する。</p> <p style="text-align: right;">◇評価：イ①（OneNoteの記述）</p> <p>T7：気付いた生徒がいれば全体に向けて発言させる。証明は教科書で確認させる。</p>
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;"> <p>S7：$A=90^\circ$ のとき</p> <p>図より $a=2R$ で</p> <p>$\sin A = \sin 90^\circ = 1$ であるから $\frac{a}{\sin A} = 2R$</p> <p>$90^\circ < A < 180^\circ$ のとき</p> <p>四角形 ABDC は円に内接するから</p> <p>$\sin D = \sin(180^\circ - A) = \sin A$</p> <p>$\triangle BCD$ において $\sin D = \frac{a}{2R}$ となるので $\frac{a}{\sin A} = 2R$</p> </div> <div style="width: 50%;"> </div> </div>		
<p>まとめ 10分</p>	<p>○本時のねらいを確認する。</p> <p>○振り返りを記入する。</p>	<p>・2008年佐賀大、2011年大分大、2013年岡山県立大の入試問題を紹介する。</p> <p style="text-align: right;">◇評価：イ①（振り返りの記述）</p>

11 本時の評価規準

評価項目【観点】	評価方法	十分満足できると判断できる状況	概ね満足できると判断できる状況
<p>三角比の性質を用いて、正弦定理を証明することができる。</p> <p style="text-align: center;">【思考力・判断力・表現力】</p>	<p>ワークシートへの記述の観察</p>	<p>正弦の定義や円周角の定理に着目し、鋭角三角形以外の場合についても考慮しながら、正弦定理を証明することができる。</p>	<p>正弦の定義や円周角の定理に着目し、正弦定理を証明することができる。</p>

(配付するワークシート)

数学 I 三角比

正弦定理

図

Blank rectangular box for student information.

【理解度】〔 A B C 〕

今日の授業を
ふりかえろう！

()組()番 名前()