

タブレット端末を活用することによる家庭学習と授業を連携し 言語活動を充実させる高等学校数学科の授業づくり

— 数学的な見方・考え方を豊かで確かなものとするために —

内容の要約

中央教育審議会(平成28年12月)では、学びの質を高める ICT の活用方法についての実践的研究と成果の普及とともに、算数・数学科の授業においても ICT の積極的な活用が求められた。

本研究においては、生徒が一人1台のタブレット端末を活用し、「活用シート」「授業シート」「振り返りシート」を用いて家庭学習と授業を連携した。ICT の特性・強みを生かし、「言語活動を行う際の着眼点」を意識した授業を展開することで、生徒が新たな疑問や問いを発して考えを深めたり、対話や議論を進めたりする言語活動を充実させる高等学校数学科の授業づくりができた。

キーワード

一人1台のタブレット端末 「活用シート」 「授業シート」 「振り返りシート」
 家庭学習と授業の連携 「言語活動を行う際の着眼点」

目		次	
I	主題設定の理由	(1)	VI 研究の内容とその成果 (5)
II	研究の目標	(1)	1 本研究での ICT 環境 (5)
III	研究の仮説	(1)	2 質問紙調査(第1回)から見た生徒の数学科の学習に関する実態 (5)
IV	研究についての基本的な考え方	(2)	3 タブレット端末を活用することによる家庭学習と授業を連携する学習活動の流れ (5)
1	数学的な見方・考え方を豊かで確かなものとするとは	(2)	4 タブレット端末を活用することによる実証授業の実際 (7)
2	言語活動を充実させる高等学校数学科の授業	(2)	5 実証授業後の生徒の変容 (11)
3	ICT の特性・強みを生かした高等学校数学科の授業づくり	(3)	VII 研究のまとめと今後の課題 (12)
4	タブレット端末を用いて家庭学習と授業を連携させる工夫	(3)	1 研究のまとめ (12)
V	研究の進め方	(4)	2 今後の課題 (12)
1	研究の方法	(4)	文 献
2	研究の経過	(4)	

タブレット端末を活用することによる家庭学習と授業を連携し 言語活動を充実させる高等学校数学科の授業づくり

— 数学的な見方・考え方を豊かで確かなものとするために —

タブレット端末とシートを組み合わせて家庭学習と授業を連携



授業シート
*以下の解答を添削しなさい。
(解答例)
求める関数を
 $y = ax^2 + bx + c$ とおくと、

**「授業シート」
(デジタル)**
家庭学習および授業

言語活動を行う際の着眼点

- 理由や根拠を質問・説明する
- 比較・関連付けて質問・説明する
- 新たな視点から捉え直し質問・説明する

共有
考えをもつ

対話や議論
新たな疑問や問い

**「活用シート」
(紙)**
家庭学習



継続した
家庭学習と授業の連携

**「振り返りシート」
(紙)**
授業および家庭学習

ICTの特性・強みを生かした授業

- ICTの双方向性の活用 (クラス全体で情報のやりとり)
- ICTを活用した情報の蓄積・送受信 (タブレット端末の持ち帰り)
- ICTを活用した情報の整理・分析 (動的幾何ソフトの利用)

算数・数学科の授業におけるICTの活用

- ・ICTを活用して得られた結果から新たな疑問や問いを発して考えを深める
- ・ICTを効果的に活用して対話や議論を進める

中央教育審議会答申 (平成28年)

情報教育に関する研究

タブレット端末を活用することによる家庭学習と授業を連携し 言語活動を充実させる高等学校数学科の授業づくり

— 数学的な見方・考え方を豊かで確かなものとするために —

I 主 題 設 定 の 理 由

平成 28 年 12 月、中央教育審議会から出された「幼稚園、小学校、中学校、高等学校及び特別支援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、中教審答申という。)では、「ICTの特性・強みを、『主体的・対話的で深い学び』の実現につなげ、子供たちに情報技術を手段として活用できる力を育むためにも、学校において日常的にICTを活用できるような環境づくりとともに、学びの質を高めるICTの活用方法についての実践的研究と成果の普及が求められる」¹⁾と示された。

当センターでは、平成 30 年度情報教育に関する研究において、外国語科におけるタブレット端末を活用した家庭学習と授業との学びの連携についての研究を行った。家庭学習を授業での協働的な学びへとつなぎ、考えをため込み、広げ、整理したり、読んだことについて自分の考えを述べ合ったりする授業づくりを進めるうえで、言語活動を充実させるICTの活用が有効であることが示された。しかし、一つの教科・単元での研究であったことや、生徒の取組データをどのように活用していくのかといった課題が残された。

また、算数・数学科の授業におけるICTの活用について、中教審答申では、「ICTは積極的な活用が求められる一方で、ICTを活用して得られた結果から新たな疑問や問いを発して考えを深めたり、ICTを効果的に活用して対話や議論を進めたりすることができなければ、算数・数学の面白さなどを味わうことも、『数学的な見方・考え方』を豊かで確かなものとすることも難しい。ICTの活用に当たってはこの点に留意することが重要である」¹⁾と示された。

そこで本研究では、高等学校数学科において、ICTを用いて家庭学習と授業を効果的に連携させ、生徒の取組データを活用する方法を探る。そして、数学的な見方・考え方を豊かで確かなものとするための、言語活動を充実させる授業づくりを目指し、本主題を設定した。

II 研 究 の 目 標

家庭学習と授業においてタブレット端末を活用し、生徒の家庭学習における取組と授業を連携させる。そのことにより、数学的な見方・考え方を豊かで確かなものとするための、言語活動を充実させる高等学校数学科の授業づくりを目指す。

III 研 究 の 仮 説

家庭学習と授業をタブレット端末を活用して連携させ、生徒の家庭学習における取組と指導者の授業展開をつなげていく。そのことにより、思いや考えを伝え合う活動が活性化し、数学的な見方・考え方を豊かで確かなものとするための、言語活動を充実させる授業づくりができるだろう。

IV 研究についての基本的な考え方

1 数学的な見方・考え方を豊かで確かなものとするとは

高等学校学習指導要領(平成30年告示)解説数学編 理数編(以下、学習指導要領解説という。)では「数学的な見方・考え方」とは、「事象を、数量や図形およ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」²⁾であると示している。

本研究では、数学的な見方・考え方について、平成28年8月に中央教育審議会初等中等教育分科会教育課程部会算数・数学ワーキンググループから出された「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)」を基に表1に整理した。さらに、生徒がタブレット端末を活用し、家庭学習と授業を連携する中で、この表1の見方・考え方を積極的に働かせて問題を発見したり、解決したりする姿を表出させることを、数学的な見方・考え方を豊かで確かなものとする捉える。

表1 数学的な見方・考え方

数学的な見方	○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る	・数に着目する ・数で表現しようとする ・量に着目する ・図形に着目する ・数量や図形の関係に着目する
数学的な考え方	○論理的に考える	・帰納的に考えようとする ・順序よく考えようとする ・根拠を明らかにする
	○統合的・発展的に考える	・関連づける ・既習の事項と結びつける ・適用範囲を広げる
	○体系的に考える	・関連づける ・新たな視点から捉え直す

2 言語活動を充実させる高等学校数学科の授業

高等学校数学科の言語活動とは、学習指導要領解説によると、「思考力、判断力、表現力等を育成するため、数学的な表現を用いて簡潔・明瞭・的確に表現したり、数学的な表現を解釈したり、互いに自分の考えを表現し伝え合ったりするなど」²⁾とされている。

また、県教育委員会は「第Ⅱ期学ぶ力向上滋賀プラン～『読み解く力』の育成を通して～」(平成31年3月)の中で、生徒が「読み解く力」として発揮するプロセスの中で、「必要な情報を確かに取り出す」「情報を比較し、関連付けて整理する」「自分なりに解決し、知識を再構築する」という3点を挙げている(図1)。

本研究では、授業中の言語活動を充実させるための大切になる視点を、表1の数学的な見方・考え方を基にし、図1の県教育委員会の「読み解く力」イメージ図を参考にしながら、表2に「言語活動を行う際の着眼点」として整理した。生徒がこの着眼点を授業で繰り返し確認し、指導者が評価で確認することで、高等学校数学科での言語活動の充実を図り、数学的な見方・考え方を豊かで確かなものとしていく。

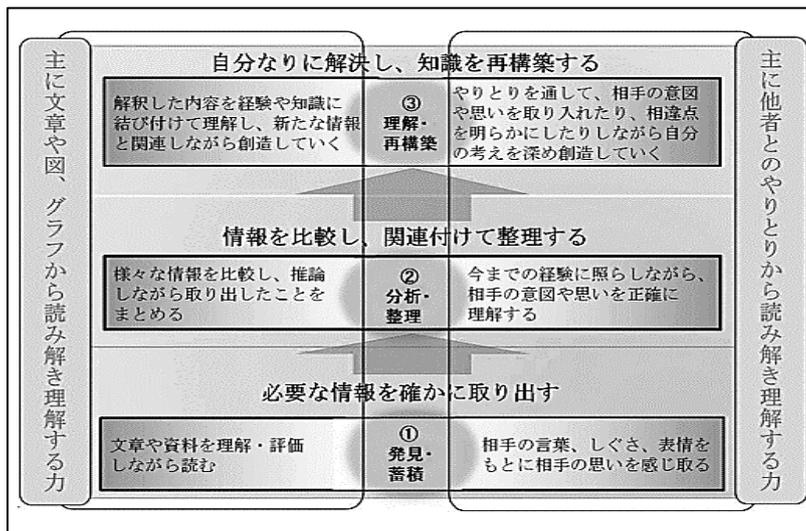


図1 「読み解く力」イメージ図

表2 言語活動を行う際の着眼点

言語活動を行う際の着眼点
①「理由や根拠を質問・説明する」
②「比較・関連付けて質問・説明する」
③「新たな視点から捉え直す質問・説明をする」

3 ICTの特性・強みを生かした高等学校数学科の授業づくり

「2020年代に向けた教育の情報化に関する懇談会(最終まとめ)」(平成28年7月)では、ICTの特性・強みが図2の三つに整理された。

- 多様で大量の情報を収集、整理・分析、まとめ、表現することなどができ、カスタマイズが容易であること
(観察・実験したデータなどを入力し、図やグラフ等を作成するなどを繰り返し行い試行錯誤すること)
- 時間や空間を問わずに、音声・画像・データ等を蓄積・送受信でき、時間的・空間的制約を超えること
(距離や時間を問わずに児童生徒の思考の過程や結果を可視化する)
- 距離に関わりなく相互に情報の発信・受信のやりとりができるという、双方向性を有すること
(教室やグループでの大勢の考えを距離を問わずに瞬時に共有すること)

図2 ICTの特性・強み

このICTの特性・強みを生かし、一人1台のタブレット端末を活用して、高等学校数学科の言語活動を充実させる授業づくりを行うために、本研究では授業において次の三つの点を重視する。

(1) ICTの双方向性の活用

クラス全体で相互に情報のやりとりをし、全体で考えを共有するために、タブレット端末のカメラ機能を用いて、家庭学習でのレポートを画像データ化し、共有フォルダに保存する。その後、互いのレポートを比較し、それを基に話し合いを行って結果をまとめ、タブレット端末や大型提示装置を用いて説明する。

(2) ICTを活用した情報の蓄積・送受信

タブレット端末を用いて、クラス全員のレポートを持ち帰り、グループ内でレポートの相互評価を行う。家庭学習ではグループ以外の生徒のレポートを参考にし、ルーブリックを用いた評価を行う。授業では、レポートの作成者や他の生徒とレポートの内容や互いの評価をタブレット端末に保存し、対話や議論を進める。その後の家庭学習では、授業で得られた意見を生かしながら、自らのレポートを修正する。

(3) ICTを活用した情報の整理・分析

タブレット端末にインストールされた動的幾何ソフトを用いて、各自で図を動かし、図の数値とそれに基づいた計算結果を表に示すようにする。計算結果を表に整理することで、分析しやすくし、繰り返し図を変形させながら試行錯誤し、イメージしにくい定理や性質を予想、定式化する。具体的な数値と立てた予想を基に話し合うことで生徒が自信をもって話し合いに臨めるようにする。

4 タブレット端末を用いて家庭学習と授業を連携させる工夫

本研究では、家庭学習と授業の連携を「家庭学習における取組を、授業中での生徒同士の言語活動に生かすこと」と捉える。さらに、タブレット端末を用いて家庭学習と授業を連携させる授業づくりを行うために、当センターにおける平成27年度数学科教育に関する研究における成果を活用し、以下の3種類のシートを作成する(p.4の図3)。家庭学習と授業を連携する際には、単元の中で連携の効果が、ICTを活用した言語活動に有効に働く時間を設定し、シートを次のように使い分ける。

(1) 「活用シート」とは

家庭学習で自らの考えをもち、授業に備えるためのシートである。数学的な表現を用いて自分の考えを的確に記述するために、紙のシートとする。生徒は、教科書の例題などを参考にし、既習事項を活用して問題を解き、公式や定理の成り立ちや意味を確認したり、また、既習の知識や技能を活用してレポート課題で問題づくりを行ったりする。授業では、「活用シート」を用いて言語活動の充実を図る。

(2) 「授業シート」とは
家庭学習と授業を
連携させるために、
家庭学習や授業で用
いるものであり、共
有しやすく、繰り返
し試行錯誤できる
ICTの特性・強みを生
かしてデジタルのシー
トとする。自らの考
えと他の生徒の考え
を比較するために、「活用シート」の

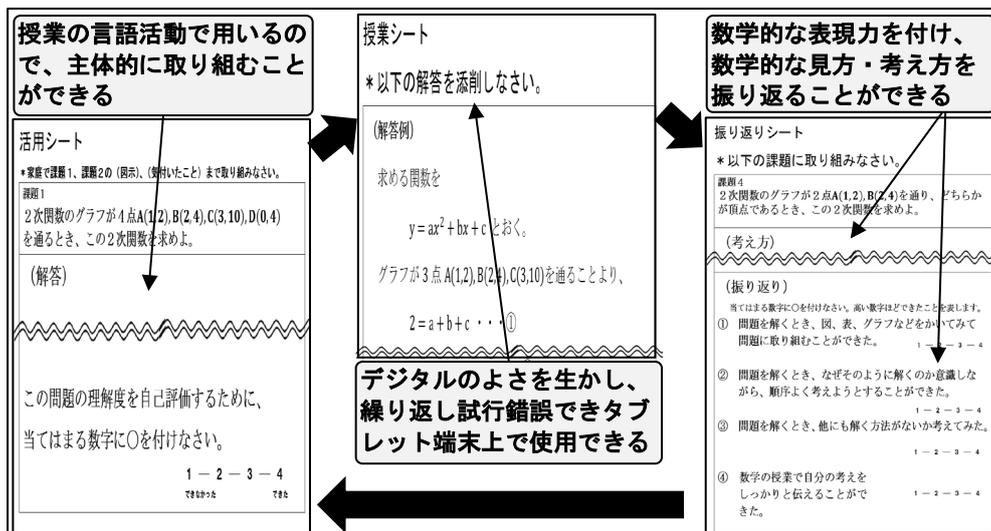


図3 3つのシートの利用の流れ

内容を画像データとしたシートや、デジタルコンテンツを用いて数値計算を行い定理を予想するシートとする。生徒の取組のねらいとしては、数学的な見方・考え方を豊かで確かなものとするための根拠として示し、必要な情報を抽出して活用できるようにする。

(3) 「振り返りシート」とは

授業で学習した計算手法や、定理の証明など学んだ内容を数学的な表現を用いて的確に記述するために、紙のシートとし、授業や家庭学習で用いる。また、2ページの表1を基にした質問項目に答えることで、自己の学びを見直し、数学的な見方・考え方を再び働かせる姿につながると考える。

V 研究の進め方

1 研究の方法

- (1) 研究協力校の第1学年を対象とし、教科は数学科とする。
- (2) 対象生徒の実態を把握するために、対象生徒への質問紙調査(第1回)を実施する。
- (3) 単元・授業の計画を立て、タブレット端末を活用するデジタルコンテンツを作成する。
- (4) タブレット端末を活用することによる家庭学習と授業を連携させた実証授業を実施する。
- (5) 実証授業の実施後、指導者からの聞き取りと、対象生徒への質問紙調査(第2回)を実施する。
- (6) 質問紙調査の結果や指導者からの聞き取りから、ICTを活用することによる数学的な見方・考え方を豊かで確かなものとするための言語活動を充実させる授業づくりが効果的であったかを検証する。

2 研究の経過

4月	研究構想	9月～11月	研究協力校での実証授業Ⅱ・Ⅲ
5月	研究推進計画の立案		質問紙調査(第2回)
6月	第1回専門・研究委員会 (研究構想、1学期の実証授業の検討)	11月	第3回専門・研究委員会 (研究の成果と課題の分析)
7月	質問紙調査(第1回)	11月～12月	研究論文原稿執筆
	研究協力校での実証授業Ⅰ	1月	研究発表準備
8月	第2回専門・研究委員会 (2学期の実証授業の検討)	2月	研究発表大会
		3月	研究のまとめ

VI 研究の内容とその成果

1 本研究でのICT環境

本研究では、家庭学習と授業を連携するために、一人1台のタブレット端末を家庭と学校で使用した。データ送受信のために、無線アクセスポイントを教室内に設置した。

デジタルコンテンツの作成には、簡易な操作で図形を動かすことができ、数量の表示もできる動的幾何ソフトGeoGebraを利用した。

2 質問紙調査(第1回)から見た生徒の数学科の学習に関する実態

(1) 情報教育に関する生徒の意識と実態

実証授業前に本研究の対象となる研究協力校2校に在学する第1学年生徒(189人)に質問紙調査(第1回)を実施し、生徒の意識と実態を把握した。

図4は研究協力校における質問紙調査(第1回)の結果である。質問項目①「家庭で学習したことを、その後の授業中での先生や生徒同士の話し合いに生かしている」という項目で、肯定的な回答をした生徒は48%であった。このことから生徒は、高等学校数学科の授業において、家庭学習で学んだことを授業の言語活動に生かせていないと感じていることが分かる。

(2) 授業におけるICT活用の状況

質問項目②「パソコン、スマートフォン、タブレットなどを用いた学習は、自分の数学の理解に役に立つ」という項目に肯定的な回答をした生徒は75%となるが、「当てはまる」と答えた生徒は21%

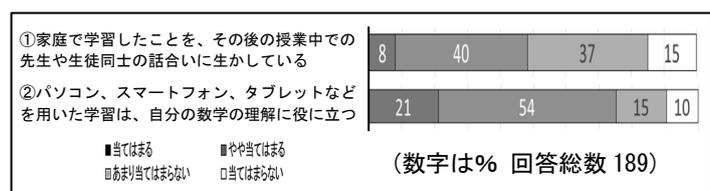


図4 研究協力校における質問紙調査(第1回)の結果

にとどまる。そして、「小学校や中学校の算数や数学の授業で、コンピュータを活用した授業を受けたことがありますか。ある人はどのような授業だったか書いてください」という自由記述の項目には、指導者が授業中に説明の補助として用いているという記述が多数を占め、「コンピュータを利用して生徒同士で言語活動を行った」と答えた回答は69件中3件(同様の内容を含む)であり、コンピュータが授業中の生徒の言語活動に積極的に用いられていないことが明らかとなった。

以上の結果を踏まえ、家庭学習や授業で一人1台のタブレット端末を用いた活動を単元の中に取り入れる。タブレット端末の活用にあたっては、生徒自身が操作し、得られた結果から新たな疑問や問いを発して対話や議論を進めたり、考えを深めたりできるようにする。そのために「活用シート」「授業シート」「振り返りシート」の内容を効果的につなげる授業を単元の中で設定し、言語活動を充実させる工夫をした。

3 タブレット端末を活用することによる家庭学習と授業を連携する学習活動の流れ

実証授業は、必修教科目「数学I」、領域として「二次関数」と「図形と計量」で行った。

「二次関数」は、関数概念の理解を深め、高等学校で学ぶ指数関数・対数関数、微分法、積分法の基礎となる領域である。単元は「二次関数の値の変化」で行い、指導計画を立てる(p.6の表3)。

「図形と計量」は、図形を定量的に扱う基礎を学び、三角関数、ベクトル、微分法、積分法の基礎となる領域である。単元は「図形への応用」で行い、指導計画を立てる(p.6の表4)。どちらの単元も生徒がイメージしにくい内容を含み、「二次関数の値の変化」ではグラフや定義域をタブレット端末

上で動かして考える活動や「図形への応用」ではタブレット端末上で図形を動かしながら定理を予想したり立体図形の切断面を考えたりする活動が考えられる。いずれもICTの特性・強みを生かしながら家庭学習と授業を連携することが効果的な単元であると考えている。

表3 「二次関数の値の変化」の学習活動の流れ

単元目標 ① $y = ax^2 + bx + c$ の最大値・最小値の存在は二次の係数 a の符号によって決まることを理解する ②定義域に制限のあるときや、場合分けのあるときの二次関数の最大値と最小値を求めることができる ③与えられた条件から、二次関数を決定することができる ④日常生活や社会の事象を数学的に表現し、他者と話し合うことで考察を深めることができる		
時	学習活動	言語活動につながるICTの活用
1	二次関数を平方完成して最大値・最小値を求める	
2	定義域に制限のあるときの二次関数の最大値・最小値を求める	
3	場合分けのある二次関数の最大値・最小値を求める	大型提示装置やタブレット端末上の動的幾何ソフトを用いて、二次関数のグラフや定義域を動かすことで、生徒が理由・根拠をもって説明することができる
4	最大・最小の応用問題を解く	大型提示装置やタブレット端末を用いて、変数の設定や、その条件における考えを共有し、比較・関連付けて説明することができる
5	放物線の頂点や軸から関数を決定する	
6	放物線上の3点から関数を決定する	
⑦	余分な条件を含む放物線上の4点から関数を決定する *既習事項を活用した発展的な問題に取り組み、タブレット端末や大型提示装置を用いて言語活動を充実させることにより、数学的な見方・考え方を豊かにする	大型提示装置やタブレット端末を用いて、立式や式変形における考えを共有し、比較・関連付けて説明することができる
⑧	単元のまとめの問題をつくり、相互評価を行う *既習事項を活用した問題づくりに取り組み、タブレット端末を用いてグループ内で発表し、互いに評価を行うことで言語活動を活発にする。また、評価を基にレポート課題を改善することで、数学的な見方・考え方を豊かにする	タブレット端末を用いて、全員の取組データを持ち帰り家庭学習で比較することで、自分のレポートを新たな視点から捉え直すことができる

○囲み数字は実証授業、*は本時のねらい

表4 「図形への応用」の学習活動の流れ

単元目標 ①正弦定理の証明を理解し、導くことができる ②余弦定理の証明を理解し、導くことができる ③正弦定理と余弦定理を用いて、平面図形や立体図形の計量を行うことができる		
時	学習活動	言語活動につながるICTの活用
①	鋭角の場合の正弦定理を予想し、定式化して証明する *計測や計算を通じて、実験的に正弦定理を予想する。計算結果を基にした言語活動により、図形の新たな性質を見だし、論理的に説明する力をつける	大型提示装置やタブレット端末上の動的幾何ソフトを用いて、外接円の直径、三角比の値、辺の長さのデータを整理・分析することで、生徒が理由・根拠をもって説明することができる
2	一般の正弦定理を証明する	
3	三平方の定理を用いて余弦定理の証明を理解する	
4	正弦定理および余弦定理の応用問題を解く	大型提示装置やタブレット端末を用いて、着目する条件や数学的な表現における考えを共有し、比較・関連付けて説明することができる
5	三角形の面積公式を求める	
6	多角形の面積を求める	
7	三角形の内接円の半径と面積を求める	
8	空間図形の応用問題を解く	大型提示装置やタブレット端末上の動的幾何ソフトを用いて、立体の切断面のデータを整理・分析することで生徒が理由・根拠をもって説明することができる
9	単元のまとめの問題をつくり、相互評価を行う	タブレット端末を用いて、全員の取組データを持ち帰り家庭学習で比較することで、自分のレポートを新たな視点から捉え直すことができる

○囲み数字は実証授業、*は本時のねらい

4 タブレット端末を活用することによる実証授業の実際

(1) ICTの双方向性を活用する授業「二次関数の値の変化」第7時

本時は、ICTの特性・強みを生かし、双方向性を活用する基本的な授業の形と考えられる。ここでは、課題の工夫によって、言語活動を充実させる授業づくりを目指す。生徒は3点を与えられた場合、二次関数の一般形「 $y = ax^2 + bx + c$ 」に全ての点を代入して連立3元1次方程式を解くという解法を前時に学んでいる。課題の工夫としては、「4点目という余分な条件が与えられている」「すぐに計算せずに図で考えると、点Aが頂点であることがわかり、計算が速くなる」という2点が挙げられる。

授業の始まりに、タブレット端末のカメラ機能を活用し、図5の「活用シート」の家庭学習での取組を共有フォルダに保存する。授業の導入では、生徒は共有フォルダにある他の生徒の解答を見比べることで、自らの解答が正しいことを確認したり、多様な問題の解き方を確認したりする。

家庭学習では、多くの生徒は二次関数の一般形に3点のみを代入して計算していたが、一部の生徒は立式したにもかかわらず、最後まで使わない条件式を残して解答していた(図5)。授業ではこの点に着目して話し合いを行った。個人で考えをもった後、4人グループで「言語活動を行う際の着眼点」の「比較・関連付けて質問・説明する」ように指導者が促すと、タブレット端末の共有フォルダ内の解答を見せながら話し合う姿が見られた(図6)。その中で、「4点目を利用している解答と、全く利用していない解答がある」ことや「教科書の例題とよく似ているが、条件が多い。二次関数は何点が与えられると決定されるのか思い出そう」といった話し合いを行う姿が見られ、新たな疑問を発して考えを深めることにつながった。

次に指導者は、4人グループでの気づきを、「言語活動を行う際の着眼点」の「理由や根拠を質問・説明する」ように促すと、生徒から、「二次関数は3点の座標を与えられたら決定するので、計算しやすい3点を選んで計算すればよい」「数学では与えられた条件を全て使わなくてはいけないので、3点を選んで計算した後、4点目が得られた式を満たすか確認する必要がある」といった理由や根拠を基にした発言が出た。

その後、全員の生徒が、指導者からタブレット端末

活用シート

*家庭で課題1、課題2の(図示、(気付いたこと)まで取り組みなさい。

課題1
二次関数のグラフが4点A(1,2),B(2,4),C(3,10),D(0,4)を通るとき、この二次関数を求めよ。

(解答) 求める二次関数を $y = ax^2 + bx + c$ とおく

(1,2)を通るので $2 = a + b + c \dots ①$
 (2,4)を通るので $4 = 4a + 2b + c \dots ②$
 (3,10)を通るので $10 = 9a + 3b + c \dots ③$
 (0,4)を通るので $4 = c \dots ④$

②-①より $2 = 3a + b \dots ⑤$
 ③-②より $6 = 5a + b \dots ⑥$

⑤、⑥を解くと
 $2 = 4a \quad 2 = 6 + b$
 $a = 2 \quad b = -4$

④を代入すると
 $2 = 2 - 4 + c$
 $c = 4$

よって求める二次関数は
 $y = 2x^2 - 4x + 4$

この問題の理解度を自己評価するために、当てはまる数字に○を付けなさい。

1 — 2 — ③ — 4
できなかった できた

図5 「活用シート」(4点目を確認していない解答)



図6 話し合う活動の様子

授業シート

*以下の解答を添削しなさい。

(解答例)

求める関数を $y = ax^2 + bx + c$ とおく。

グラフが3点A(1,2),B(2,4),C(3,10)を通ることより、

$2 = a + b + c \dots ①$
 $4 = 4a + 2b + c \dots ②$
 $10 = 9a + 3b + c \dots ③$

②-①より
 $2 = 3a + b \dots ④$

③-②より
 $6 = 5a + b \dots ⑤$

④、⑤を解くと、 $a = 2, b = -4$
 これらを①に代入して、 $c = 4$
 よって $y = 2x^2 - 4x + 4$

(a ≠ 0)を確認する

点Dが式を満たすことを確認する

図7 「授業シート」(解答分析)

に送られた間違いを含む解答例である7ページ図7のデジタルの「授業シート」の解答分析に取り組み、解答を指導者へ送信した(図8)。

授業の展開では、「活用シート」の課題2(図9)の気付きの交流に4人グループで取り組み、「言語活動を行う際の着眼点」における、「新たな視点から捉え直す質問・説明をする」ことを意識し話し合いを行った。課題2は、課題1と同じ二次関数をグラフに表し考察する課題である。多くの生徒は家庭学習で、4点をグラフ上に表すことで点Aが二次関数の頂点であることに気付いたが、理由・根拠を明確にできていなかった。そこで、4人グループで話し合い、「言語活動を行う際の着眼点」の「理由や根拠を質問・説明することを確認することで、生徒は、点Aが頂点であることの根拠を、「点Aのx座標が1であり、点Bと点Dのx座標は点Aのx座標を対称の中心として同じy座標をとっているので、点Aは頂点になる」と「対称性」に気付くことができ、説明することができた。対話や議論を進めることで、同じ課題を新たな視点から捉え直し、二次関数の標準形「 $y = a(x - p)^2 + q$ 」を用いて解くことができた。



図8 「授業シート」に解答分析を書き込む姿

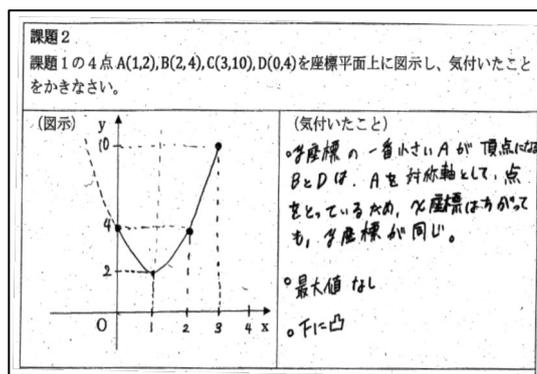


図9 「活用シート」の課題2の生徒の解答の一部

指導者は、タブレット端末のカメラ機能を活用して、生徒が授業で得た気づきを大型提示装置に提示し、生徒の説明を基にクラス全体に確認した。授業のまとめとして生徒は、「振り返りシート」で二次関数の標準形を用いた解答作成に家庭学習で取り組んだ。

このように本時では、タブレット端末と共有フォルダを用いて生徒一人ひとりの家庭学習を共有し、比較・関連付けて言語活動の充実を図ることができた。

(2) ICTを用いて情報の蓄積・送受信をする授業「二次関数の値の変化」第8時

生徒は家庭学習で、「活用シート」を用いて二次関数の最大値・最小値を求める問題づくりのレポート課題に取り組み(図10)、授業前にレポートを共有フォルダに保存した。その後指導者は、ループリックを基にレポートを評価し、生徒のグループ分けを行った。

指導者は、事前に図11と9ページの図12の観点の異なるループリックを生徒に提示して、問題づくりを行うことを説明した。これにより、生徒が目標を明確にし、意欲をもって課題に取り組み、教科書の例題同士の関係や構造を捉え直し、体系的に考える力を付けることをねらった。

課題1 次の問題における二次関数の係数や定義域を変更し、オリジナルな問題と解答例をつくりなさい。

問題 次の関数の最大値、最小値を求めよ。
 $y = -x^2 - 4x + 1$ ($0 \leq x \leq 3$)

図10 レポート課題の「活用シート」の一部

A	B	C	D
係数や定義域に文字を入れた、場合分けの必要な問題となっている。	係数や定義域を工夫することで、最大値や最小値が整数値をとるようにしたり、存在しないようにしたりするなどの問題となっている。	与えられた問題の係数や定義域の数値を変更している。	問題が数学的な意味をなしていない。

図11 作成した問題に対するループリック

生徒は、保存された全員のレポートをタブレット端末に入れて持ち帰り、それらを家庭学習で比較しながら自分が所属する4人グループの生徒のレポートを評価した。

また、生徒は、「言語活動を行う際の着眼点」を確認し、授業での言語活動を充実させる備えとするために、家庭学習で自らのレポートのプレゼンテーションの練習を行った。

授業の始めに指導者は、「言語活動を行う際の着眼点」の三つ全てを確認し、その後、生徒は互いにレポートのプレゼンテーションを行い、他の生徒の評価を行った(図13)。生徒からは「他の人からの質問によって自分の解答の間違いに気付いた」「クラスの中には難しい問題をつくっている人もいて、驚いた」「問題をつくることで、教科書の例題の配置の意味が分かった」という話合いを行う姿が見取れた。

プレゼンテーションにタブレット端末を用いることで、「タブレット端末のグラフを見てもらいながら説明したら、理解してもらえてよかった」「タブレット端末の描画機能を用いたら、説明しやすかった」という感想が聞かれた。その後、他の生徒からの評価を基に、自らのレポートがよりよいものになるように「振り返りシート」で自分のつくった問題を修正した。

図14は複数の指導者による授業前と授業後のルーブリックによる評価の比較である。授業後の「作成した問題に対する評価」も上がっているが、「解答例の数学的な記述に対する評価」のルーブリックの項目Aのポイントが特に大きく上がっていることがわかる。項目Aは、「説明が分かりやすく、範囲や条件を明確にした図やグラフと、式や言葉を関係付けて表現している」ことを基準としている。このことから、ルーブリックを用いてレポートを作成し、タブレット端末を活用して家庭学習でじっくりと他の生徒のレポートを評価し、授業中にプレゼンテーションを行い修正する授業は、言語活動を充実することにつながり、数学的な見方・考え方を働かせる授業であると考えられる。

A	B	C	D
説明がわかりやすく、範囲や条件を明確にした図やグラフと、式や言葉を関係付けて表現している。	説明がわかりやすく、図やグラフを利用して表現している。	説明において、式や言葉を用いて表現・処理している。	説明において、分かりにくい箇所や誤りが存在する。

図12 解答例の数学的な記述に対するルーブリック

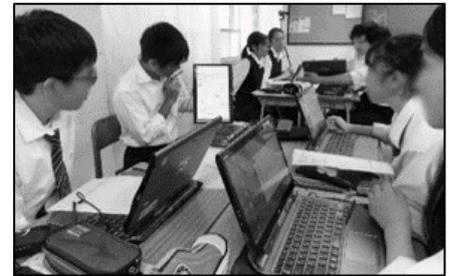


図13 プレゼンテーションの様子

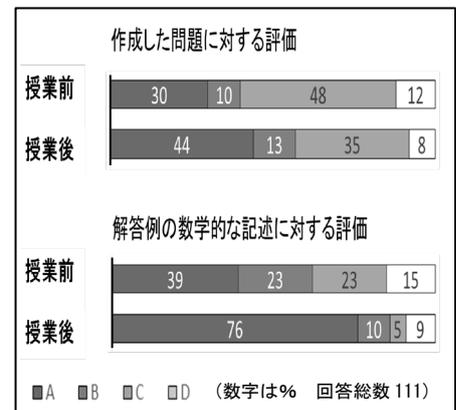


図14 ルーブリックによる評価の比較

(3) ICTを用いて、家庭学習での取組データを整理・分析し、活用する授業「図形への応用」第1時

正弦定理の証明を学ぶ際、教科書では、三角形とその外接円の図が登場し、鋭角、直角、鈍角の順に証明を学ぶ。本研究では、生徒がタブレット端末を家庭に持ち帰り、動的幾何ソフトを用いて数値実験を行うことで、理由・根拠を明確にし、予想を立てながら、正弦定理を理解できるようにした。

生徒は家庭学習において、直径10の場合の正弦の

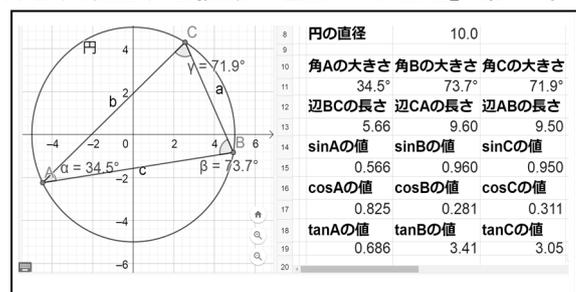


図15 動的幾何ソフトで作成した「授業シート①」

値と対辺の関係を求めるため、「授業シート①」を活用した(p.9の図15)。デジタルシートのよさを生かし、三角形の点を動かして2つの場合の値を「活用シート」にまとめてくる(図16)。

「授業シート①」は、左の円周上の点A、点B、点Cを自由に動かすことができ、それに伴って右の表中の角の大きさ、三角比、対辺の長さに変化するシートである。多くの生徒は、家庭学習で図16のような正弦と対辺の関係に気付くことができていた。

本時の授業の導入で指導者は、4人グループで「活用シート」の数値を比較しながら、円の直径と三角比の間に成り立つ予想について、「言語活動を行う際の着眼点」の「理由や根拠を質問・説明する」ことを用いて、話し合うように発問した。生徒からは「辺aの値がsinAの値の10倍になっている」「他の角と対辺についても同じことがいえる」という意見が出た。中には、タブレット端末を用いて少しでも他者に伝わるように工夫しながら正弦と対辺の関係について説明する生徒の姿も見られた(図17)。

授業の展開においては、比較のために4人グループでタブレット端末に入っている「授業シート②」(円の直径が20のもの)で数値実験を行った。生徒からは「直径が20の場合でも、直径が10の場合と同じことが成り立っている」という新たな気付きが出た。そこで、指導者は、「理由や根拠を質問・説明する」ことを意識しながら、「10や20が何を意味するのか」を4人グループで考える時間を取った。その結果、生徒から「(直径)×sinA = a」という予想を引き出すことができた。動的幾何ソフトを用いることで、家庭学習での取組データを整理・分析し、新たな視点から捉え直す言語活動につながったと考えられる。

次に、半径をRとして、直径が2Rであることを確認し、これをもとに生徒は予想の定式化を行い、正弦定理を「 $2R \times \sin A = a$ 」と表現した。ここで、指導者から、「これらの理由や根拠により正弦定理が成り立つとしてよいのか」という発問が行われた。生徒からは、「このままでは直径が10と20の場合にしか確認していないので、一般的に成り立つことの証明が必要である」との意見が出た。4人グループで証明の方法を考え、指導者からの発問によって三角比を考える際は、直角三角形をつくって「定義に戻って考える」ことの重要性を確認した。

角Aの大きさ	角Bの大きさ	角Cの大きさ
21.8°	20.5°	13.5°
辺a (辺BCの長さ)	辺b (辺CAの長さ)	辺c (辺ABの長さ)
3.91	3.51	6.93
sinAの値	sinBの値	sinCの値
0.371	0.351	0.693

気付いたこと

辺a, 辺b, 辺cの値はそれぞれ sinA, sinB, sinCの値を10倍したものである。

→ 辺aの値 $\xrightarrow{\times 10}$ sinAの値

図16 正弦定理を予想する「活用シート」の一部



図17 「授業シート①」を用いて説明する生徒

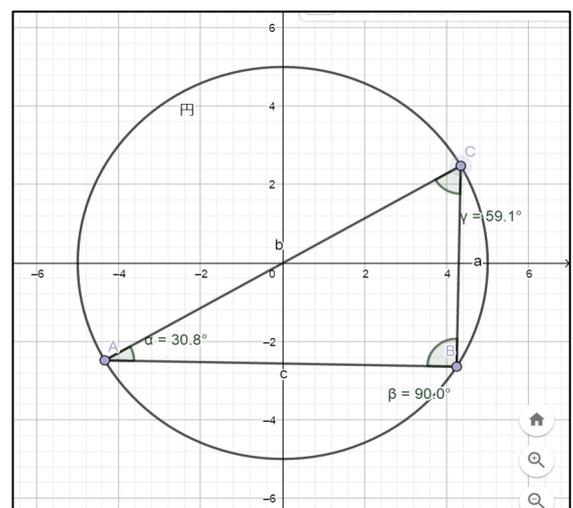


図18 「授業シート①」を利用した直角の図

ここで生徒は、実際に「授業シート①」をタブレット端末上で操作し、直角をつくることを考え始めた。多くの生徒が試行錯誤の結果、円の直径が円の中心を通るとき、直角三角形を作り出せることに気付く(p. 10の図18)、正弦定理の証明につなげることができた。

本時ではICTを活用した、整理・分析を行った。家庭学習での具体的な数値実験の結果を生徒が持ち寄り、帰納的に考えることで鋭角の場合の正弦定理の証明につなげることができた。生徒からは、「予想が本当なのか数値で確かめることができたので、自信をもって話し合いができた」「動かしながら説明することで、相手が理解してくれてうれしかった」との感想があり、ICTを活用して整理・分析を行い、自信をもって言語活動を行い、家庭学習の取組を授業に生かすことができたと考える。

授業の最後に、「振り返りシート」に本時で用いた数学的な見方・考え方を振り返り、授業で確認した証明を完成させる課題に取り組んだ(図19)。「振り返りシート」では、多くの生徒が正弦定理の証明を理解することができていた。

振り返りシート

課題5 $\sin A = \frac{a}{2R}$ を証明しなさい。

(証明)

$0 < A < 90^\circ$ のとき
 $\triangle ABC$ の外接円の半径を R とする。
 円周角の定理より右図について
 $\angle A = \angle A'$
 $\angle BCA' = 90^\circ$ より $\triangle BCA'$ について
 $\sin A' = \frac{a}{2R}$
 $\sin A = \frac{a}{2R}$

(振り返り) 当てはまる数字に○を付けなさい。高い数字ほどできたことを表します。

① 問題を解くとき、図、表、グラフなどをかいてみて問題に取り組むことができた。 4 — 3 — 2 — 1
 ② 問題を解くとき、なぜそのように解くか意識しながら、順序よく考えようとした。 ④ — 3 — 2 — 1
 ③ 問題を解くとき、他にも解く方法がないか考えてみた。 4 — ③ — 2 — 1
 ④ 数学の授業で自分の考えをしっかりと伝えることができた。 ④ — 3 — 2 — 1

図19 証明をかくことを大切に「振り返りシート」

5 実証授業後の生徒の変容

研究協力校の生徒を対象に、質問紙調査(第2回)を11月初めに実施した。

数学的な見方・考え方の変容について、質問紙調査(第2回)の結果を図20に示す。

質問項目①は、数学的な見方の変容を捉えるものであり、質問項目②、③、④はそれぞれ数学的な考え方の「論理的に考える」「統合的・発展的に考える」「体系的に考える」に対応するものである。事前で肯定的な回答をしている割合は全体の過半数を超えていた。事後の上昇の割合はわずかであったが、これらの結果は授業でタブレット端末を活用し、「言語活動を行う際の着眼点」を確認する授業が、言語活動を充実させ、数学的な見方・考え方を豊かで確かなものとするに有効であることを表していると考えられる。

次に、質問項目「家庭で学習したことを、その後の授業中での教師や生徒同士の話し合いに生かしている」に肯定的な回答をした生徒は29ポイント増えた(図21)。また12ページの図22に示す質問項目「タブレット端末を用いて、家庭学習や授業中に他の生徒の取組

項目	事前	事後
① 数学の問題を解くとき、図、表、グラフなどをかいてみて考えようとしている	39 48 11	56 37 7
② 数学の問題を解くとき、なぜそのようにして解くか意識し、順序よく考えようとしている	29 53 15	37 49 12
③ 数学の問題を解くとき、今まで習った事柄と関連付けて考えようとしている	22 54 21	30 52 17
④ 数学の授業では、自ら問いを立てて考えることは自分の理解に役に立つ	26 49 23	36 47 15

■当てはまる □あまり当てはまらない ■やや当てはまる □当てはまらない (数字は% 回答総数 189)

図20 質問紙調査(第2回)の結果

項目	事前	事後
家庭で学習したことを、その後の授業中での教師や生徒同士の話し合いに生かしている	8 40 37 15	26 51 19 4

■当てはまる □あまり当てはまらない ■やや当てはまる □当てはまらない (数字は% 回答総数 189)

図21 家庭学習と授業における言語活動の連携

を共有することのよさはどんなところだと思いますか」の自由記述からは、生徒が家庭学習や授業でタブレット端末を用いることが効果的であることを実感している様子がうかがえた。

- ・取り組んだ家庭学習を自分だけがもっているのではなく、タブレット端末を通して他の人の取組も手元で見ることができるから、自分も説明しやすいし、相手の説明も理解しやすい。
- ・タブレット端末を使っている授業は、たくさんの情報を入れることができるので、いろいろな人の解答をすぐに見ることができて比較して考えることができた。
- ・手ではできない計算を自動的に表に表すことができ、解ける問題の幅が広がり、授業に対する意欲が高まった。

図22 「タブレット端末を用いた共有のよさ」に関する自由記述

Ⅶ 研究のまとめと今後の課題

1 研究のまとめ

- (1) 「活用シート」「授業シート」「振り返りシート」を用いた単元計画を立て、タブレット端末を持ち帰る授業づくりは、家庭学習と授業を連携させることに効果的であった。
- (2) 「言語活動を行う際の着眼点」である「理由や根拠を質問・説明する」「比較・関連付けて質問・説明する」「新たな視点から捉え直す質問・説明をする」を意識して活動することで、生徒が数学的な見方・考え方を働かせて話し合う、言語活動を充実させる授業づくりができた。

2 今後の課題

- (1) 本研究では、数学科の二つの単元で実施したが、他の単元においてもICTの活用が家庭学習と授業を連携し言語活動を充実させるために効果的であるか、検証をする必要がある。
- (2) 家庭学習と授業を連携させるために、生徒の家庭学習の取組データをより効果的に活用する方法をさらに研究する必要がある。

文 献

- 1) 文部科学省中央教育審議会「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)」、平成28年(2016年)
- 2) 文部科学省「高等学校学習指導要領解説数学編 理数編」、平成30年(2018年)
- 文部科学省中央教育審議会初等中等教育分科会教育課程部会算数・数学ワーキンググループ「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(2016年)
- 滋賀県教育委員会「第Ⅱ期 学ぶ力向上滋賀プラン～『読み解く力』の育成を通して～」、平成31年(2019年)
- 文部科学省「2020年代に向けた教育の情報化に関する懇談会(最終まとめ)」、平成28年(2016年)
- 滋賀県総合教育センター「学ぶ力の向上につながる高等学校数学科の主体的・協働的に学ぶ学習を取り入れた授業づくり」、平成28年(2016年)
- 滋賀県総合教育センター「一人1台のタブレット端末活用による家庭学習と授業との学びの連携」、平成31年(2019年)

トータルアドバイザー

国立大学法人滋賀大学教育学部講師 渡邊 慶子

専門委員

滋賀県立東大津高等学校教頭 鳴原 良裕

滋賀県教育委員会事務局高校教育課指導主事 比良 正仁

研究委員

滋賀県立高島高等学校教諭 足立麻莉奈

滋賀県立玉川高等学校教諭 大島 大二

研究協力校

滋賀県立高島高等学校

滋賀県立玉川高等学校