日文 教授用資料

中学校数学 ICT活用 実践事例集 vol.1

Information and Communication Technology

1年　平面図形
「ボロノイ図」を題材とした作図の指導 …… 2
●大阪府大阪市立瓜破中学校　大迫 裕也

2年　合同の証明
テキストカードを並べよう …… 7
●兵庫県尼崎市立中央中学校　富田 学

2年　三角形と四角形
条件を変えても成り立つ性質を見いだそう … 11
●岡山県玉野市立宇野中学校　森 裕司

本資料は、一般社団法人教科書協会「教科書発行者行動規範」に則り、配布を許可されているものです。

日文の実践事例、教科情報
詳しくはWebへ!
日文 検索

※本冊子掲載QRコードのリンク先コンテンツは予告なく変更または削除する場合があります。
※QRコードは、株式会社デンソーウェーブの登録商標です。

日本文教出版

1年　平面図形

「ボロノイ図」を題材とした作図の指導

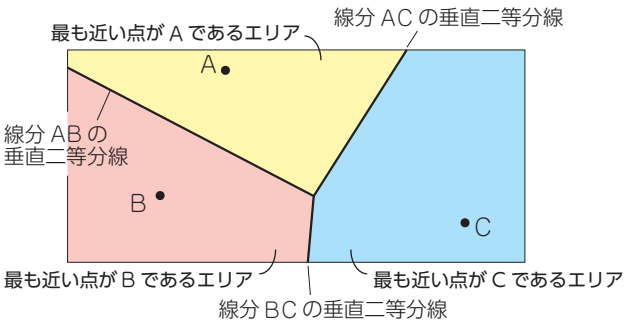
●大阪府大阪市立瓜破中学校　大迫 裕也

1　主題設定の理由

本校は、包括的かつ協働的な学校安全の推進を目標とし、避難所開設や災害時の集団下校、防災訓練などの様々な活動を行ってきた。その結果、SPS（セーフティプロモーションスクール）に指定されたことがある。そのきっかけとなったのは、2011年3月11日の東日本大震災だ。近年では、2018年6月18日に大阪府北部地震があり、本校でも地震の揺れを感じた。いつ何時、地震が我々を襲ってくるかわからない。だからこそ、日ごろから防災・減災への意識を持ち、生徒らへも伝えていかなければならないのではないだろうか。

そこで今回は、本校の防災への取り組みの1つである集団下校に注目し、集団下校における集合・解散場所が、本当に自宅から最短であるのか（避難場所として数学的に優れているか）を、ボロノイ図を用いて検討してみることにした。

ボロノイ図とは、複数の点が配置された平面を、どの点に最も近いかによって分割した図のことである。学区割りを決めたり、新規店舗を構える場所を決めたりするときなどに使われている、実用性の高い図である。



地図上の距離と実際の道路の距離（道のり）が建物などの関係から一致しないことは明らかであるが、今回は建物などを考慮せず、「最短」であるかどうかを“数学的に”検討し考察することを目的としている。

南海トラフ巨大地震がいつ発生してもおかしくない今だからこそ、自らの命を守り生き抜く力と、学んだことを用いて未来へ繋げる力を培っていきたいと思い、この主題を設定した。

2　ICTを用いた指導の工夫

数学の授業の中でも、ICTに向いている分野と、そうでない分野があると考えられる。向いている分野としては、関数や図形、データの活用などが挙げられるが、今回は図形分野での活用について取り上げたい。

ICT機器を活用するにあたり、その必要性と利便性が従来の指導より高いと感じられない限り、多くの先生方は指導の際に使用しないのではないかと思われる。そこで、今回は「ボロノイ図」を題材としてICTを活用した実践を紹介したい。

まず、授業で使用するソフトの紹介からさせていただく。この実践で使用したものはGeoGebraだ。その理由は次の3つである。

1つ目は、フリーソフトで誰もが自由に利用できること。特に大阪市では、生徒一人ひとりに学習者用の端末を貸与しているが、その端末にプリインストールされているため、使用のハードルが低いのも大きい。

2つ目は、操作性が簡易で初心者でも使いやすいこと。

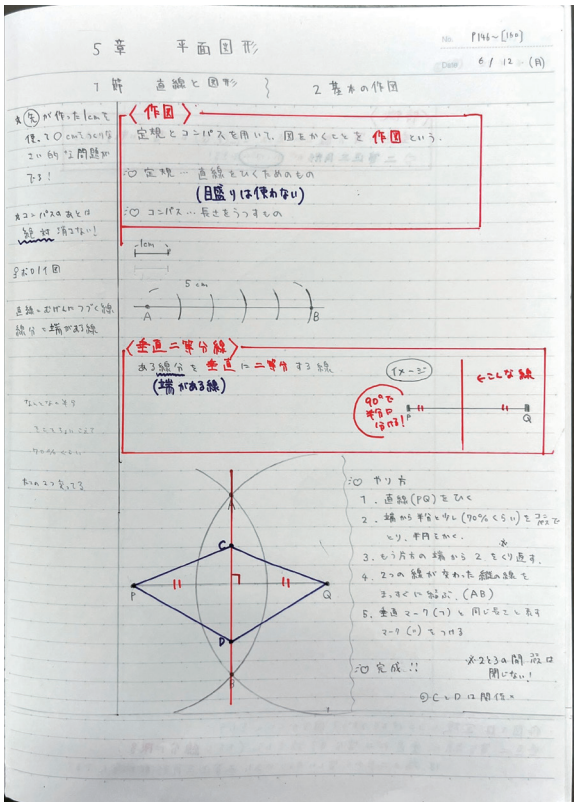
3つ目は、ボロノイ図を作成するための関数が組み込まれていること。Voronoi(A,B,C)のように数式を入力すれば、リアルタイムでボロノイ図を作成してくれる。点を増やして、括弧内に点に対応するアルファベットを入力するだけで、直観的にボロノイ図を理解することができるというところに魅力を感じた。

授業の構成は全3回である。

第1時は、「垂直二等分線の作図」の指導である。この内容については、従来通りの指導で構わないと感じる。ただし、のちに「ボロノイ図」を作る際、2点A、Bからの距離が等しい点の集まりが線分ABの垂直二等分線を作るということを用いて、自宅から最短距離にある集合・解散場所がどこか調べさせるため、その指導は丁寧に行いたい。例えばコンパスを用いて、垂直二等分線上の適当な点Pと

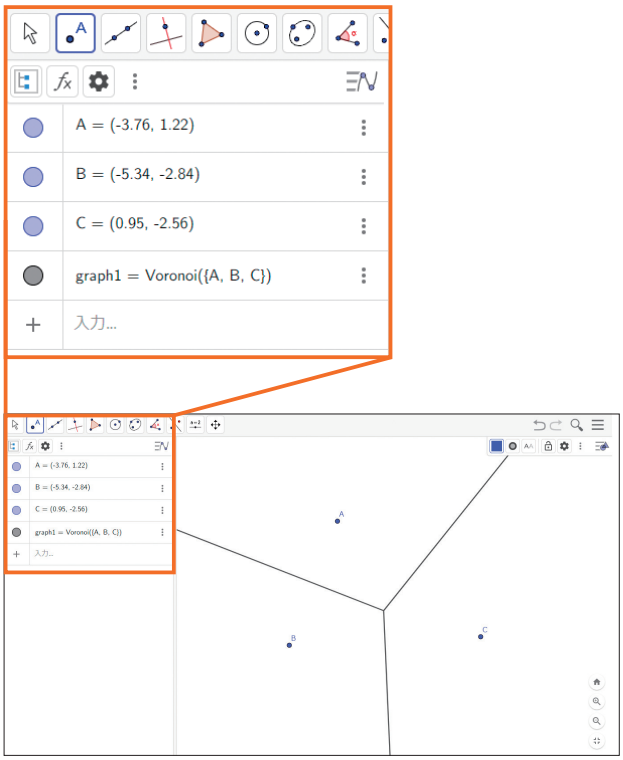
点Ａまでの距離、点Ｐと点Ｂまでの距離が一致することを実践させるなどして、証明とまではいかなくとも理解させる必要はあるかと思われる。

これは、筆者が行った授業で生徒がかいたノートである。



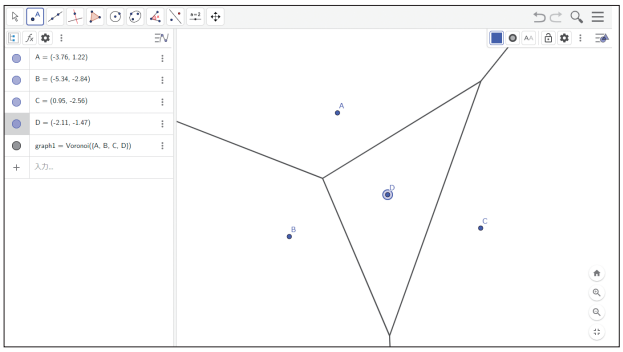
筆者の授業では、ノートはコーネル式を採用している。左側には縦長の欄を設けてメモを取らせる。授業の内容を思い出す際のヒントとなるキーワードなどをかくように指導している。右上の最も大きな領域は板書をかき写すところである。作図の授業で特に意識させているのは、自分の言葉で作図の方法をかかせるところである。どのようにしてかいたのか(なぜそうなるのか)がわからなければ、次の内容に進むことはできないし、課題の解決に必要だと気づいても手を動かして実際に解決することはできない。教科書の言葉だけではなく、自分が後でノートを見返してわかるように、もう一度再現できるように、できるだけ詳しくかくように指導している。一番下の欄には、まとめをかかせる。これも自分の言葉でかかせるようにしている。まとめを読んだだけで、その日に何を学ぶことができたのか、何が身につけられたのかを振り返ることができるように意識させてかかせている。

第２時は、「ボロノイ図」の指導である。ボロノイ図は、最も近い点同士を結んだ線分の垂直二等分線を組み合わせて作られた図であるから、第１時で学習したことを用いて作図させたい。このとき、タブレットで GeoGebra を操作させることで、ボロノイ図とはどのようなものかをイメージできるようにする。



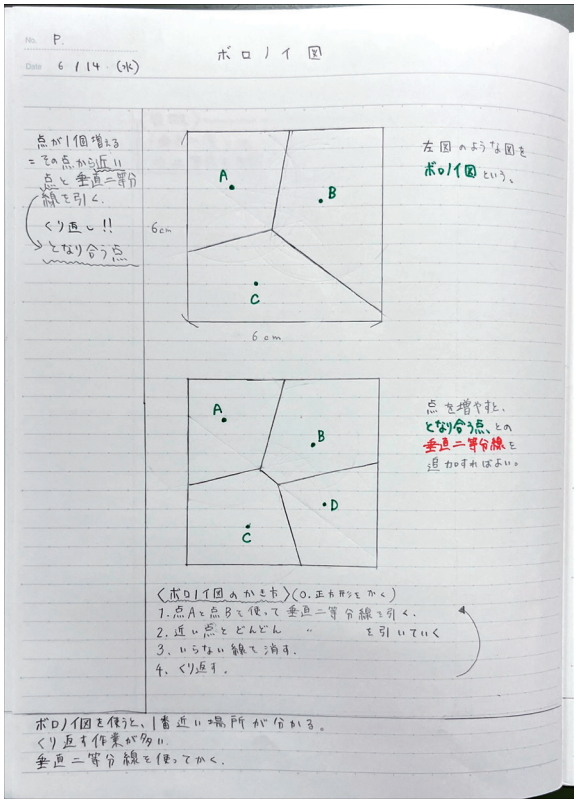
上図は、実際に生徒に３つの点で GeoGebra 上に作らせたボロノイ図である。ツールで３点Ａ、Ｂ、Ｃをとらせ、数式で Voronoi(A,B,C) と入力させる。この際、GeoGebra の特性上、関数の入力は大文字、小文字を問わないが、点の入力については大文字で入力しない限り、正しく出力されないことに注意が必要である。

そして、それぞれを分割している直線が垂直二等分線であることを説明したのち、実際にノートにかかせる。ノートには、１辺が 10cm 程度の正方形をかかせ、その内側に点を適当に取らせる。垂直二等分線の作図方法を振り返りながら作図をさせていく。３つの点の作図が済めば、次はもう１つ点を増やして４つの場合を考えさせる。



上図はさらに点をツールで追加し、関数にＤを追加させたものである。関数に入力する際は、先ほどの入力で graph1＝Voronoi({A,B,C}) となっているところに、Ｄを

追加させればよい。つまり、graph1＝Voronoi({A,B,C,D})と入力させる。そうすれば、生徒によって形は異なるがボロノイ図が出来上がる。これもノートに作図させる。



点が増えたとき、どのようにして分割すればよいかを自分の言葉でまとめさせ、第３時の作業の際、スムーズに行えるよう指導したい。

第３時は、集合・解散場所が適切であるかを確かめる。前時の復習を兼ねて、GeoGebra を用いてボロノイ図をもう一度作らせる。そして、どのようにして作図したのかを振り返り、グループに分かれさせる。

本時の展開では、校区の地図を用いてボロノイ図をかいていく。集団下校の集合・解散場所になっているのは、校区内のある程度広さのある場所であることが予想される。それらのおよそ真ん中あたりに点をとり、ボロノイ図を作成していく。そして、自宅から最も近いところが実際の集合・解散場所と一致するかを考えさせる。このとき、第１時で学んだ、垂直二等分線は２点から等しい距離の点の集まりであることを理由に、自宅がどの区画に存在するのかを考えさせ、その区画を作る点が最短の集合・解散場所であることに気づかせたい。

写真のように、１つの大きな地図を囲んでかき込ませていく。タブレットとノートをもとに、自分たちでどうすれば完成させることができるかを話し合わせながら取り組ませる。

3　授業の展開例

第２時

	学習活動	指導上の留意点
導入	●ボロノイ図について知る。	● GeoGebra を用いて、ボロノイ図のイメージを持たせる。
展開	● GeoGebra を用いて、点が３つのボロノイ図を作る。	●ツールで点を３つとらせ、数式で関数を入力させる。このとき、数式で入力する関数は大文字、小文字を問わないが、点は大文字でなければならないことに注意させる。
	●垂直二等分線の作図を用いて、点が３つのボロノイ図を作図する。	●ノートに実際に作図させる。 垂直二等分線どうしの交点の先は線を引く必要がないことを、

		GeoGebra を用いて理解させる。
	● GeoGebra を用いて、点が 4 つのボロノイ図を作る。	●ツールでさらに点を追加し、数式に入力事項を増やす。 このとき、点はどこに取らせても構わないが、3 点 A、B、C が作る三角形 ABC の内部に新たな点 D を取る方が、どのように垂直二等分線を引くかをイメージさせやすい。 また、点の入力の際は、大文字で入力させることに注意が必要である。
	●垂直二等分線の作図を用いて、点が 4 つのボロノイ図を作図する。	● 3 つまでは先ほどと同様に作業させ、4 つ目の点が加わることで、どこに境界ができるかをイメージさせてから作図させる。
	●タブレットを用いて、さらに点を増やすとどうなるかを試してみる。	●作図がスムーズにできた生徒には、同様の作業をタブレットで実施させ、点が増えるとどのようになっていくかを試させる。
終末	●ボロノイ図について学んだことをノートにまとめる。	●ボロノイ図が、垂直二等分線のどのような性質を利用した図かを意識させる。

第 3 時

	学習活動	指導上の留意点
導入	●本時のめあてを知る。	●本時のめあての " 最も近い " を確かめるためにボロノイ図を活用すればよいことに気づかせる。
	めあて「自宅から最も近い集合・解散場所を確かめよう」	
展開	●このめあてを達成するための見通しを持つ。	●ボロノイ図をかいた結果、どのようなことから最短と言えるのかを考えさせる。
	● GeoGebra を用いて、点が 4 つの場合のボロノイ図を作る。	●前時同様の図をもう一度確認し、ボロノイ図がどのような図であったかを振り返らせる。
	● 1 班 8 ～ 9 人程度に分かれ、地図をもらいボロノイ図をかいていく。	●班の人数が少なすぎると地図が大きく、進まないことが想像されるため、ある程度の多人数で作業させる。 地図上の鉛筆の線は細くて見えにくくなるため、最終的に残す線はペンでなぞらせる。 作業のはじめは点が少ない外側から順にかかせる。
	●ボロノイ図がかけたら、自宅から最も近い集合・解散場所を調べる。	●ボロノイ図によって分けられた領域のどこに自宅があるかを調べることで、最短の場所がわかることに気づかせる。
	●調べた結果をワークシートにかき、なぜそのようなことが起こるのかを考える。	●数学的な距離と現実的な距離（道のり）が一致しないのは、建物や道路など、様々な要因があることに気づかせる。 ワークシートには、一致するかどうかの選択肢とその理由をかく欄を設けておく。
終末	●ワークシートに学んだことをまとめる。	●感想だけにならないようにさせ、数学的な距離と現実世界の距離（道のり）の違いや、ボロノイ図について学んだことを自分のことばでまとめさせる。 このとき、できるだけ数学の言葉を用いてかかせる。

4　授業を終えて

第２時の授業では、ボロノイ図がどのようなものかについてしか触れることができず、何をどのように使うかをイメージさせにくいところもあった。次の時間には、それを用いてグループワークを行うことを意識させつつ、どうすればスムーズにかくことができるか、どのような性質があるかをしっかりと問いかけながら授業を行った。

生徒らの反応を見ていると、多くの生徒が作図自体には困ることもなくかくことができたように感じた。しかし、コンパスの扱いが苦手な生徒も少なくはなく、作業時間に差ができたため、短時間で作業を終わらせた生徒は手持無沙汰になる可能性は否めない。そのため、一人一台端末を用いて GeoGebra を使い、点を増やしていくとどのように図ができていくのかを考えさせる必要があった。

第３時の授業では、ボロノイ図を作成するのに大変時間を要した。１班８～９人ずつに分け、大きな地図に定規とコンパスで作図させたが、スムーズにかくことができる班とそうでない班に分かれ、授業終盤でのでき具合に大きな差が生まれてしまった。しかし、作図を通して、垂直二等分線の作図の理解は十分深めることができた。また、できあがったボロノイ図を使って、自宅から最短距離にある集合・解散場所を比較したとき、２点 P、Q の垂直二等分線上の任意の点は２点 P、Q から等しい距離にあることを再認識することができた。

そして、数学的に近いかどうかということと、現実世界での近さに違いがあることに気づくことができた。数学では、建物の大きさなどは考慮せず、全て直線で区分けすることができるが、現実は道路や建物など様々な要因があり、そのように分けることができない。したがって、数学的に最短と考えられるところが実際の集合・解散場所にはなっていないことが多いことがわかった。

右にワークシートの一例を示しておく。この授業自体は、集団下校が済んだのちに行ったため、ワークシートは、それを踏まえた形で用意した。実際の距離との違いについては、まとめの欄にかかせるように指導した。

授業を通して、数学的に考えることの楽しさを感じさせることができた。また、道路や建物の大きさを考慮しないことで日常の事象を作図の問題にした経験から、現実世界における課題の解決に数学を活用しようとする態度を養うきっかけとすることができた。

生徒らの感想にも、「他にも家から近いコンビニはどこになるのか調べてみたい。」や「数学で学んだことが生かせないか考えてみたい。」といった内容の文章が見られたので、日常生活との繋がりを意識づけることができたと考えられる。

本校は、第１学年が３クラスあり、あと２つグループワークを残しているクラスがある。あるクラスには、もう少し大きな地図を用意して、校区について考えさせる班を設けてはどうか。もう１つのクラスには、コンビニ（ローソン、セブンイレブン、ファミリーマートなど）についてボロノイ図を作成させる班を設けてはどうか。様々な事柄について調べられることを、実践を通して理解させられれば面白いのではないかと感じている。

作図

～ボロノイ図を使って、最も近い場所を探そう～

１年（　）組（　　）番　名前（　　）

【めあて】
ボロノイ図を用いて、最も近い防災班の集合・解散場所を知る

【内容】
・１班8～9人に分かれて、協力してボロノイ図を作図する
・作図の過程はすべて鉛筆（シャーペン）で書き、境界の線はペンでなぞる
・最も近い場所は、この前の解散場所と合致するかを確かめる

【集合・解散場所について】
あなたの家から最も近い集合・解散場所は

前回の場所と　　同じ　・　違う　　（当てはまる方を○で囲みましょう）

【振り返り】
１：全く分からない　２：あまり分からない　３：分かった　４：とてもよく分かった

・垂直二等分線の作図について　１　２　３　４

・ボロノイ図について　１　２　３　４

【まとめ】学んだことについて、まとめを書きましょう。

2年　合同の証明

テキストカードを並べよう

●兵庫県尼崎市立中央中学校　富田　学

1　活用のきっかけ

2年生で学習する合同の証明について、「どこから手を付けたらいいか分からない」「何を書けばいいか分からない」といった生徒の声を聞くことがある。回を重ねたり手順の多い証明の問題を進めていったりすると「証明が書けない」「書くことが多すぎて整理しきれない」という声もあがり、証明が苦手、または嫌いという生徒が多くなる。

また、兵庫県教育委員会が行った「つまずきポイント」の調査では、合同の証明を学習する際の「図形の性質や関係を言葉による表現から記号を用いて表すこと、図形の性質や関係が記号で表された情報を読み取ること」が課題として挙げられている。

これらのことから、まずは合同の証明を指導する際、その入り口のハードルを下げることが出来れば、その後の学習にも効果があるのではないかと考え、簡単なチャートを利用して手順を説明するほか、カードゲームを例に挙げて説明してきた。例えばカードゲームであれば、仮定や根拠を手札に見立て、それを何枚も準備することで合同条件を導き出すことができる、といったものである。

今回、合同の証明を初めて行う際や学習の初期段階においてロイロノート（正式な製品名は「ロイロノート・スクール」※）の活用が有効ではないかと考え、授業に取り入れた。

2　ICTの活用

ICT機器について、普段はほとんど提示用として使用しているが、ロイロノートの機能を利用するにあたって、次のような利点を考えた。

① 気軽に思いついたことを挙げることができる。
② 書き換えや追加が簡単にできる。
③ 並び替えやつながりを自由に変えることができる。
④ つまずきやレベルに応じた支援ができる。
⑤ 図やデータの送信や掲示が容易にできる。

①②③に関しては、学習者側の利点として、紙やペンを使用して記入するよりはるかに気軽に取り組むことができること、間違えてもすぐに書き換えや追加の記入ができることが挙げられる。

④⑤に関しては、指導者側の利点として、人数に関わらず支援ができ、臨機応変に授業を行うことができることが挙げられる。また、視覚的な支援を生徒のタブレットに直接送信することができ、手元で確認することができるため、見落としや聞き落としを防ぐことができることも大きい。

3　単元について

三角形の合同の学習は、「ぴったりと重なり合うという直観的な理解から、対応する線分の長さや対応する角の大きさが等しいということに着目させ、合同条件に照らし合わして論理的に証明していくこと」を目標としている。

また、これまで学習した知識をまとめると同時に、それらの性質を図の中から発見し関連づけることが重要とされている。

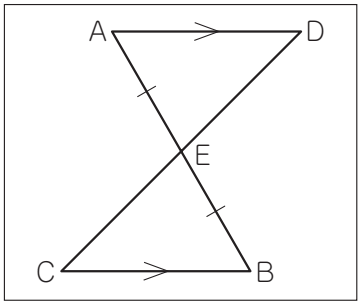
※ロイロノート・スクールは、株式会社LoiLoの登録商標または商標です。

4　実践例

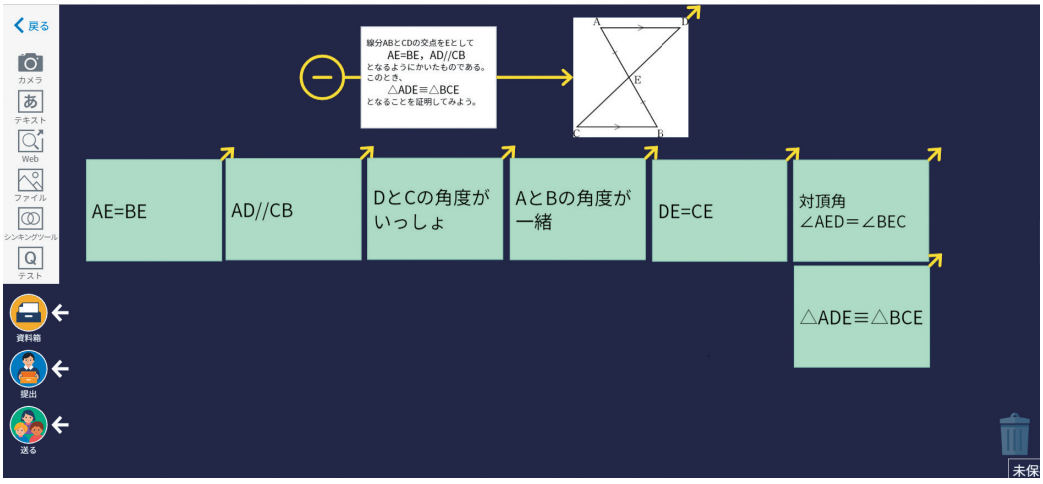
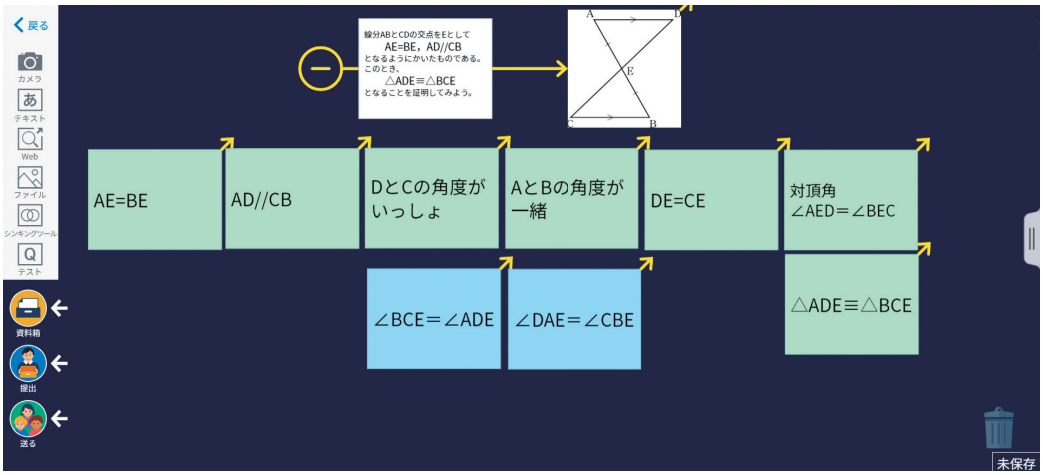
(1)　本時の課題

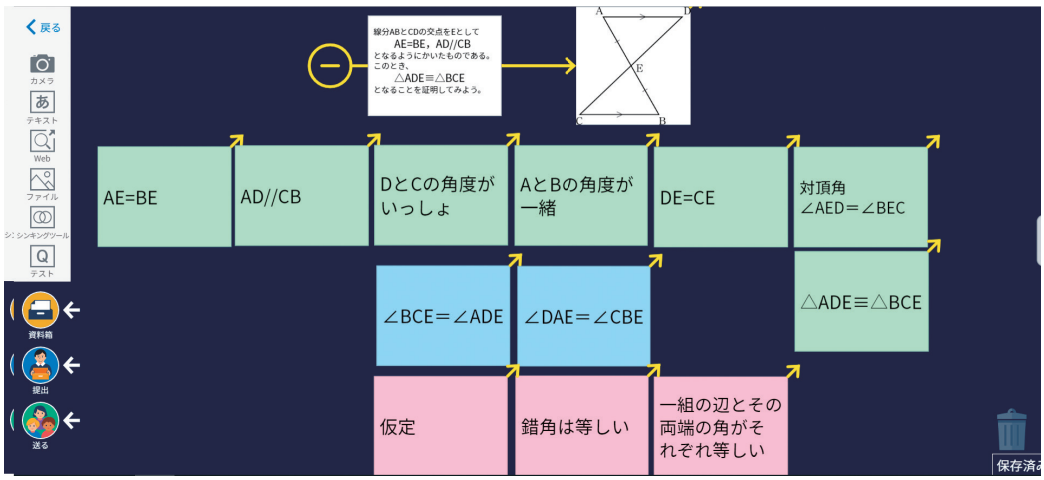
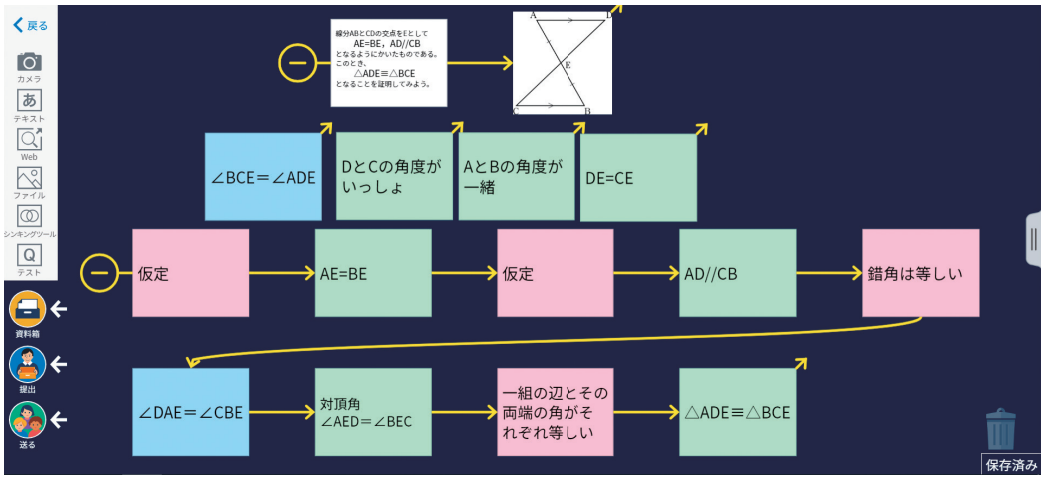
次の三角形の合同の証明を、問題文と図形をテキストカードにして、生徒に送信した。

線分 AB と CD の交点を E として
　　AE＝BE，AD∥CB
となるようにかいたものである。
このとき、
　　△ADE≡△BCE
となることを証明してみよう。



(2)　実践した様子

学習内容	留意点
問題文や図を見て、思いついたことを１つずつ「テキストカード」に書いて貼り付けよう	
 ●等しいと考えた辺や角、問題文中に書かれていることなど、思いつくままにテキストカードに記入し、１つのことに対して１枚のテキストカードを作成させた。	●「思いついたこと」は、すべて緑色テキストカードで貼り付ける。 ●仮定や根拠、定義や定理、対応する頂点の順などにはこだわらない。
対応する順番を考えよう	
 ●生徒の言葉で表現されているテキストカードを、数学の記号やイコールなどを使って表現させ、∠ や ＝ などの記号の使い方を復習しながら訂正したテキストカードを作成させた。	●「書き換えたこと」は、青色テキストカードで貼り付けている。 ※∠BCE＝∠ADE のカードは、本来は「△ADE≡△BCE」との対応から右辺と左辺を逆に書くべきだが、今回は許容した。

学習内容	留意点
根拠を考えよう	
 ●これまでに学習した図形の性質と自分で挙げた（見つけた）性質を照らし合わさせ、根拠となる定義や定理を復習しながらテキストカードを追加した。	●「根拠」はすべて桃色テキストカードで貼り付けている。
三角形の合同条件と照らし合わせてテキストカードをつなごう	
 ●証明に必要なカードを選び、証明の流れの順番に矢印を繋いでいる。仮定のテキストカードは複製して 2 枚使用している。 ●最後にテキストカードの整理を行い、完成とした。	●証明をする際に、挙がっている条件をすべて使うわけではないことを押さえる。 ●根拠の次に角や辺が来るように指示し、証明の大まかな流れを捉えさせている。

＜準備物＞

（指導者）　指導者用タブレット、プロジェクタ、スクリーン

（学習者）　タブレット、タッチペン

5　実践を振り返って

指導にあたっては、次のような場面で困難を感じた。

〇正解を考えず、思いついたことを挙げることが苦手。

〇随所で支援が必要である。

どうしても「正解を書かないといけない」という思いがあるようで、「思いつくまま」ということに抵抗がある生徒が少なからずいた。「間違ってもよい」「証明に利用しないことでもよい」という声掛けを数回行って授業を進めた。

テキストの追加や複製、色の変更はすぐにできていたが、平行記号の入力の仕方がわからなかったり、∠などの数学記号への変換がすぐにできなかったりして、それらに関する質問も多く、支援が必要であった。

今回の方法で合同の証明に取り組んだ生徒からは「楽しく書くことができた」「間違えても(文字を)消さなくていいので便利」「後で考えをまとめることができてよかった」などの感想があった。また、タイピングに慣れていない生徒はペンツールを使い、テキストカードに直接記入する姿も見られた。

6　改善・今後の展開

①　お助けカードの作成・更新

今回の授業では「なんとなく対応しているかな」という直観で挙げた事柄を根拠となるように説明することが困難であると感じた。そのため、これまでに学習した平行線と角や多角形の角、三角形の合同条件などをすぐに振り返ることができるヒント集『お助けカード』を作成した。教科書やノートなどで振り返ることが難しい生徒のためにも、すぐに手元で確認ができるカードが有効ではないかと考えられる。

また、二等辺三角形、直角三角形、平行四辺形と学習を進めていくと新たな定義や定理も出てくるため、カードの内容を随時更新していく必要がある。

②　評価方法の検討

生徒の「やってみよう」という意欲を育成することが目的であり、評価は想定していない。

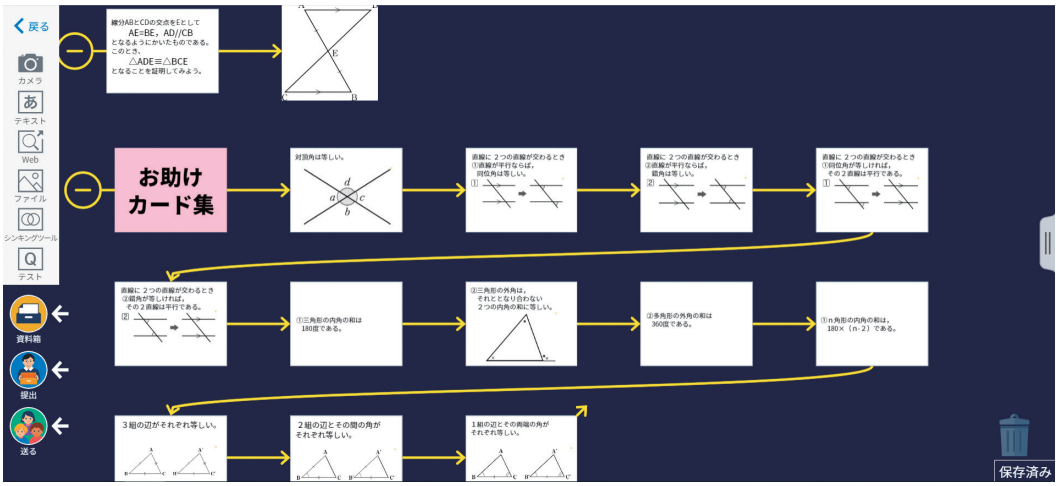
今回の方法で証明の問題を出題した場合であれば、矢印でつないだテキストを提出させ、その矢印が妥当か、各テキストに書かれている内容が正しいか、根拠は適切か、などを基準として評価をすることが考えられる。

今回は、三角形の合同の証明の入り口として考えたが、どの証明に関しても利用が可能である。繰り返し利用することで、「対応する辺や角を考える」「根拠を挙げる」「証明の流れを整理する」といった証明の問題を解くことに対して、何をすればよいか分からないという苦手意識をもつ生徒を減らしていきたい。また、思考の整理や証明の流れの定着にも効果があるのでないかと考える。今後、生徒自身が思考の整理の為にこの実践を生かしていって欲しい。

参考文献

・兵庫県教育委員会(平成 29 年 3 月)「ひょうごつまずきポイント指導事例集」
http://www.hyogo-c.ed.jp/~gimu-bo2/tmzk/index.html

・兵庫県教育委員会(平成 28 年 3 月)「つまずきポイントの整理と系統性」
http://www.hyogo-c.ed.jp/~gimu-bo/tumazuki/tumazuki.htm



2年　三角形と四角形

条件を変えても成り立つ性質を見いだそう

●岡山県玉野市立宇野中学校　森　裕司

1　はじめに

合同な図形の証明は、多くの生徒が苦手としている学習内容です。その原因として、例えば、結論となる相等関係を証明する過程で記述しているなど、何が「仮定」で、何が「常に成り立つことと認められた事柄」で、何が「結論」なのかの区別がついていないことが考えられます。

また、与えられた条件であれば、どんな図でも結論とする相等関係は成り立ちます。このことが腑に落ちていない生徒が多くいるように感じます。

条件（仮定）は、意図的に決めた相等関係であり、結論は、与えられた条件において意図せず導かれる相等関係であることを生徒に実感させることが大切です。

このことに対する提案を含む授業例を本稿で紹介します。

2　仮定を理解するための代表する図の作図

証明の問題では、その問題とともに代表する図が示されている場合がほとんどです。その図に含まれる合同な２つの三角形の対応する辺の長さや角の大きさがすべて等しくなっています。そのことで、条件として等しくなっているのか、三角形の合同を証明した後に等しいことが示せるのかという論証の順序性の理解が難しくなっていると思われます。

このことへの有効な手立ては、与えられた条件の作図をすることです。そうすることで、意図的に相等関係にしたのか、意図せず相等関係になっているのかがはっきりします。この意図せず辺や角が相等関係になっている理由について、証明を通じて明確にしていることになります。

同じ条件を満たす幾つかの図形を個人で作図することは生徒にとっては困難ですが、作図をすることで、仮定と結論が明確になることが期待できます。

授業ではそれぞれの生徒がかいた図を見せ合い、帰納的に成り立ちそうな事柄を見いだす学習活動が有効です。しかし、理想を言えば、一人一人、同じ条件を満たす幾つかの図形から帰納的に見いだした事柄が成り立つかどうかを確認できるとよいでしょう。そうすることで、結論とする事柄がいつでも成り立ちそうなことが実感できます。

ICT を活用することで帰納的推論の学習場面の充実が図られ、演繹的推論の必要性を理解することにつながることが期待できます。

3　ICT を活用するポイント

次の二つの学習場面で、ICT の活用は有効です。

① 与えられた条件と結論を確認する場面

条件を満たす幾つかの図形から、いつでも成り立つ事柄を確認したり見いだしたりするときに活用します。

② 条件の一部を変えても成り立つ事柄を、図を通じて見いだす場面

証明された問題の条件（仮定）の一部を変えて、統合的・発展的に考察するときに活用します。

作図とともに ICT を併用することで、証明の必要性と意味の理解を深めることにつながります。さらには、証明をするためにかかれた図は、全ての代表として示されている図であることの理解も深まります。

4　授業の実践例

学習指導要領の第２学年Ｂ(2)「図形の合同」、単元「三角形と四角形」の小単元「三角形」において、二等辺三角形の定義や性質、直角三角形の合同条件を学習した後、小単元の後半で実施する授業です。

学習指導要領では、数学的活動として捉える問題発見・解決の過程において、「数学の世界」の解決の過程や結果を振り返って統合的・発展的に考察することを重視しています。その意味で、２時間続きの１時間目である問題を証明し、続く２時間目で、その問題の条件の一部を変えて統合的・発展的に考察し新たな性質を表現する学習は、ぜひ取り扱いたい内容です。

第１時（帰納的推論と演繹的な推論による証明）

本時のねらい：二等辺三角形の性質を用いて証明することができる。

評　価　規　準：証明の必要性と意味及びその方法について理解している。【知識】

三角形や平行四辺形の基本的な性質などを具体的な場面で活用することができる。【思考・判断・表現】

授業展開例と指導のポイント

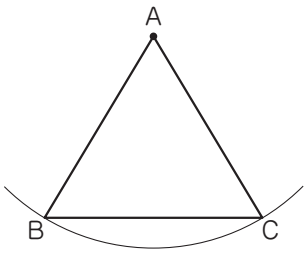
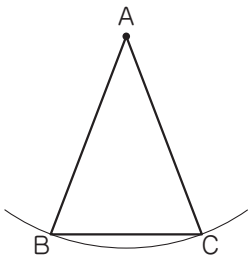
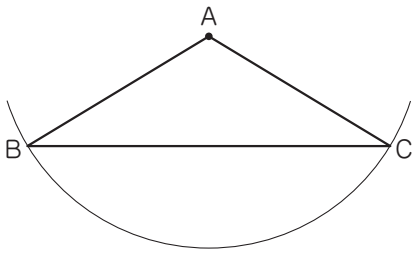
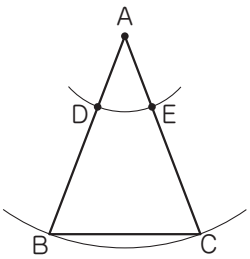
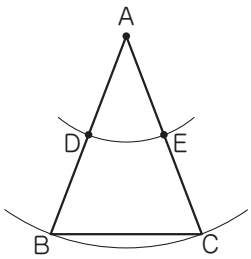
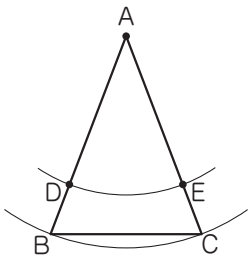
学習活動	指導上の留意点
1　問題の把握	

問題

AB＝AC である △ABC の辺 AB、AC 上に、AD＝AE となる点 D、E をそれぞれとり、C と D、B と E を結びます。このとき、＿＿＿＿＿＿＿＿を証明しましょう。

●学習課題を確認する。 ●最初に、下線部に入るものを考えることを把握する。	●図を示さずに問題文のみ提示する。 ●証明する対象を生徒に発見させようとすることで、帰納的推論の必要性を味わわせる。
2　仮定を満たす作図をする ●問題に示された図を、一人一つずつ作図する。学習班でいろいろな図になるように、役割分担をする。	●この活動の後に、それぞれの生徒の作図を学習班で持ち寄らせ、常に成り立ちそうなことを考えさせる。

ここがポイント　いろいろな図の「いろいろ」とは、場合分けに妥当性があるものにさせましょう。ここでは、二等辺三角形の頂角の大きさと点 D、E の位置を組み合わせて作図させましょう。

二等辺三角形の頂角の大きさに着目	頂角が**鋭角**で小さすぎない 	頂角が**鋭角**でとても小さい 	頂角の大きさが**直角**や**鈍角**である 
点D、Eの位置に着目	頂点 A 寄り 	辺 AB、AC の中点付近 	頂点 B、C 寄り 

●学習班でそれぞれの作図を持ち寄り、いつでも成り立ちそうなことを話し合う。

予想される生徒の考え

・DB＝EC になりそう

・BE＝CD になりそう

・BE と CD の交点を F とすると、△FBC は二等辺三角形（∠FBC＝∠FCB）になりそう。

●仮定と結論の混在を避けさせるため、問題の条件である AB＝AC や AD＝AE は含めないことを確認する。

●定規やコンパスを用いて等しい長さを見つけたり、分度器を使って等しい角を見つけたりと、計測により、成り立ちそうなことを考えさせる。

● DB＝EC のように、証明が不要なものについて確認し、みんなで取り組む学習課題を決める。

問題

AB＝AC である △ABC の辺 AB、AC 上に、AD＝AE となる点 D、E をそれぞれとり、C と D、B と E を結びます。このとき、BE＝CD であることを証明しましょう。

3　GeoGebra を用いることで、帰納的推論ではなく、演繹的推論をする必要があることを理解する。

●どのように図を変えても常に BE＝CD であることを確認する。

●何通りの場合を確認しても BE＝CD を示したことにはならないことを理解し、証明をする。

● GeoGebra で問題の条件を変えずに図を変形することは、図を何通りもかくのと同じであると気付かせる。

●証明の必要性を理解させた上で、証明に取り組ませる。

ここがポイント　GeoGebra の図が問題の条件の図でなくなることを防ぐために、スライダーなどの設定により動かせる部分に限定をかけましょう。連続的に動かすことで動かす辺の長さや角の大きさが変わっても関係が変わらないことを理解することができます。

図 1

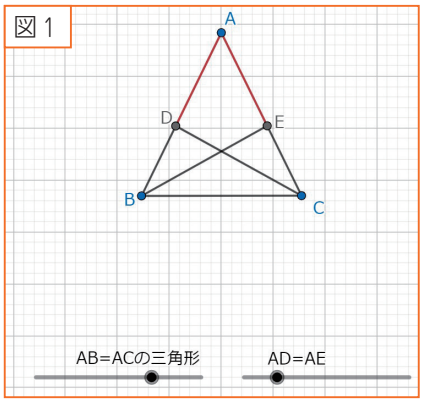


図 2

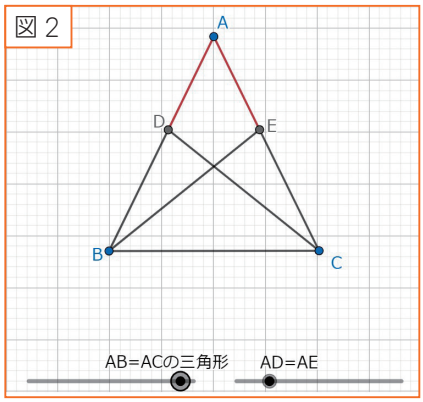


図 3

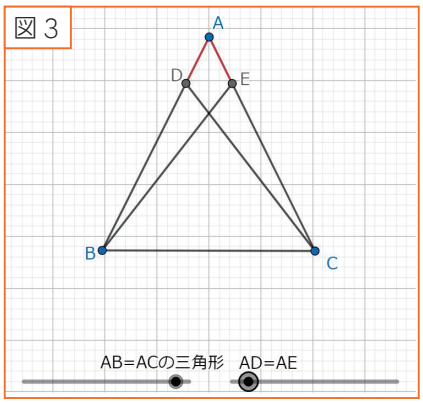


図 4

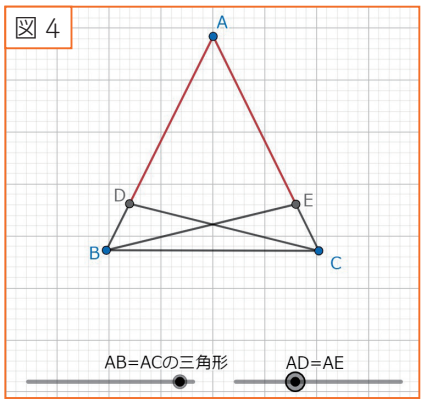
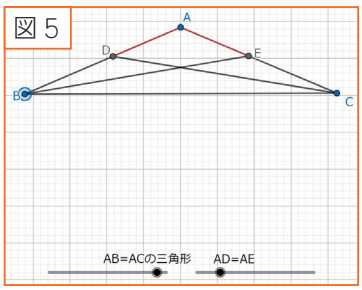


図 1 ⇔ 図 2　左側のスライダーを動かすと AB＝AC の関係を保ったまま AB と AC の長さを変えられます。

図 2 ⇔ 図 3 ⇔ 図 4　右側のスライダーを動かすと、AD＝AE の関係を保ったまま点 D、E の位置を変えられます。

図 2 ⇔ 図 5　頂点 B、C を動かすと AB＝AC の関係を保ったまま頂角の大きさを変えられます。

図 5



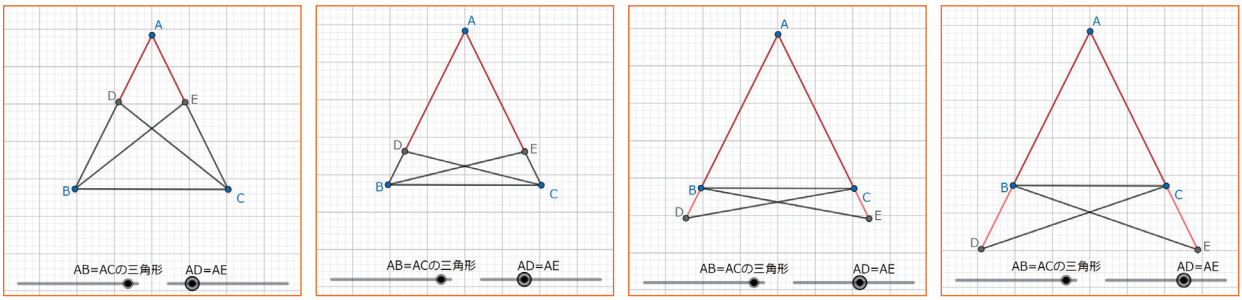
4　証明をする。 ● ICT の画面で、問題の条件を満たす図の一つを、代表する図として固定して証明をする。 ●証明ができた生徒は、図を変えても証明が変わらないことを確かめる。	●それぞれの生徒に自分が証明をするときに用いる代表する図を決めさせ、証明に取り組ませる。 ●代表する図が違っても証明が変わらないことから、証明の意味の理解を深めさせる。
5　本時のまとめ ●次時は、本時の証明の条件の一部を変える学習に取り組むことを知る。	

第 2 時（統合的・発展的な考察）

本時のねらい：証明に基づいて条件（仮定）の一部を変え、統合的・発展的に考察し表現することができる。

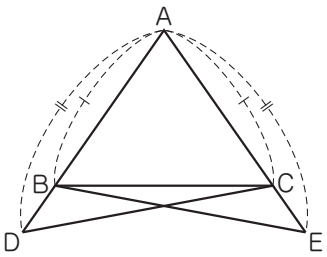
評　価　規　準：証明を読んで新たな性質を見いだし表現することができる。【思考・判断・表現】

授業展開例と指導のポイント

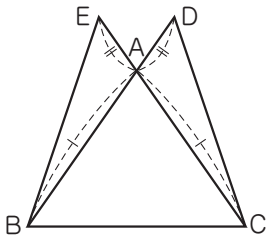
学習活動	指導上の留意点
1　前時の問題（証明）を振り返り、めあてを知る。	
問題づくり　AB＝AC である △ABC の（辺 AB、AC 上）に、AD＝AE となる点 D、E をそれぞれとり、C と D、B と E を結びます。このとき、（BE＝CD）であることを証明しましょう。	
●問題の（　　）の中の条件を変えても結論（　　）が変わらないかを調べる学習に取り組むことを知る。	●問題を確認させた後に、めあてを示す。
めあて　ある性質が成り立つ図形の条件の一部を変えたとき、その性質や証明が変化するかしないかを調べよう。	
2　条件の一部を変えても成り立つことを見いだす。 ● GeoGebra を用いて、図によってどの条件が変わるかを確認しながら、問題作りをする。	●本時では作図を行わず、ICT を活用した帰納的推論により考えさせる。
ここがポイント　点 D、E を AD＝AE のまま辺 AB、AC 上を動かしたり、二等辺三角形 ABC の形を変えたりしても、BE＝CD が成り立ちそうなことを確認する。  	
3　各自が作った問題を確認する。 ●辺 AB、AC の延長上に点 D、E を動かす場合、頂点 A 側と頂点 B、C 側の 2 通りがあることを確認する。	● 2 通りの問題が考えられる。個人学習の後に、同じ問題を作った生徒同士の班学習をすることを伝える。

4　証明をする。

問題づくり・パターン①



問題づくり・パターン②



●証明の方針の違いなどは適宜確認する。

●ワークシートや板書は、問題1(前時)と読み比べができるように、左右で対応するように書く。

●問題(前時)と2つのパターンとの共通点、相違点について生徒に考えさせる。

生徒の考えの例

・合同を示す三角形、結論BE＝CDも同じ

・根拠が「共通な角」が「対頂角が等しい」になった。

(板書例)

問題(前時)＆問題づくり・パターン①

△ABEと△ACDにおいて

仮定から　AB＝AC　…①

AE＝AD　…②

共通の角だから　∠BAE＝∠CAD　…③

①、②、③より　2組の辺とその間の角がそれぞれ等しいので

△ABE≡△ACD

合同な図形の対応する辺の長さは等しいから

BE＝CD

問題づくり・パターン②

△ABEと△ACDにおいて

仮定から　AB＝AC　…①

AE＝AD　…②

対頂角は等しいから　∠BAE＝∠CAD　…③

①、②、③より　2組の辺とその間の角がそれぞれ等しいので

△ABE≡△ACD

合同な図形の対応する辺の長さは等しいから

BE＝CD

5　レポート課題を提示する。

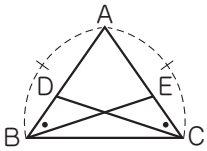
●家庭学習としてレポートに取り組む。

・「AB＝ACである△ABC」という仮定と、「BE＝CD」の結論は変えないことにする。

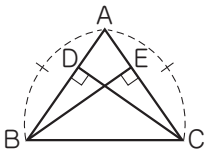
・「AD＝AE」の仮定は変えてよいこととする。

●家庭学習としてレポートに取り組む。

●次のような例が考えられる。



AB＝ACである△ABCの辺AB、AC上に∠ABE＝∠ACDとなる点D、Eをそれぞれとります。このとき、BE＝CDとなることを証明しなさい。



AB＝ACである△ABCの辺AB、ACに点C、Bからそれぞれ垂線をひき、その交点を点D、Eとします。このとき、BE＝CDとなることを証明しなさい。

6　本時の振り返りとまとめ

まとめ　証明を読み返し、結論が変わらないようにするための問題の条件をどう変えるかを考えよう。

5　おわりに(ICTを有効に活用するために)

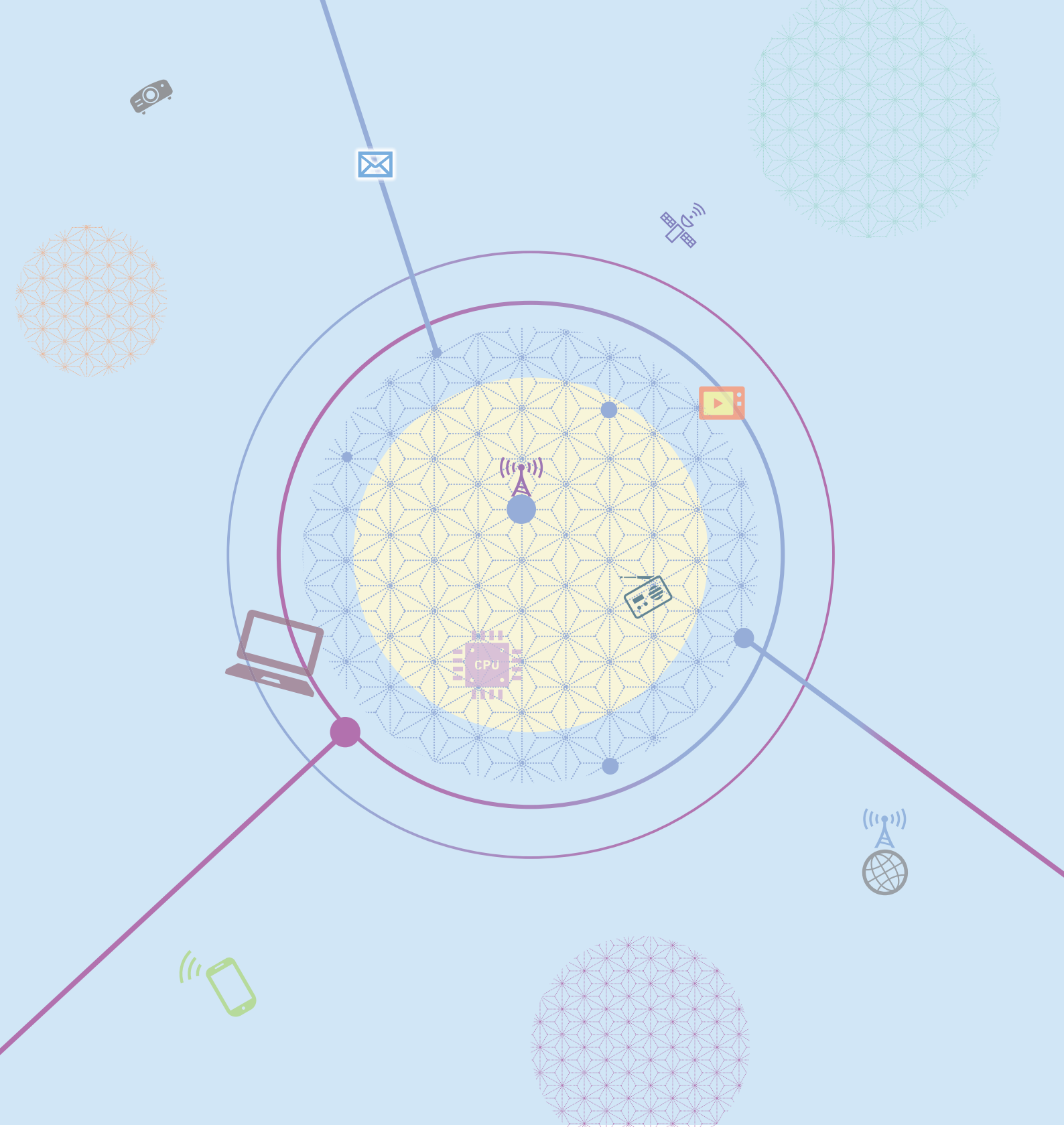
GeoGebraなどインタラクティブなデジタルコンテンツによるシミュレーションは、学習課題の事象を把握するために非常に有効な手立てです。その有効性を担保するために、本単元では作図をした上でGeoGebraを活用しました。デジタルコンテンツがより有効になるように、それぞれの単元において必要な観察や操作、実験などの活動をきちんと行う指導計画を立てることが重要です。

(参考・引用文献)

○中学校学習指導要領解説数学編(2017. 文部科学省)

○「指導と評価の一体化」のための学習評価に関する参考資料(2020. 文部科学省)

○算数・数学情報誌ROOT(日本文教出版)



中学校数学

ICT活用実践事例集 vol.1

日文 教授用資料

令和 5 年(2023 年)9 月 25 日発行

編集・発行人　佐々木秀樹

発行所　日本文教出版株式会社
〒558-0041　大阪市住吉区南住吉4-7-5
TEL：06-6692-1261

本書の無断転載・複製を禁じます。

CD33675

編集協力・デザイン：有限会社マイプラン

日本文教出版 株式会社
https://www.nichibun-g.co.jp/

大阪本社　〒558-0041　大阪市住吉区南住吉4-7-5
TEL:06-6692-1261　FAX:06-6606-5171

東京本社　〒165-0026　東京都中野区新井1-2-16
TEL:03-3389-4611　FAX:03-3389-4618

九州支社　〒810-0022　福岡市中央区薬院3-11-14
TEL:092-531-7696　FAX:092-521-3938

東海支社　〒461-0004　名古屋市東区葵1-13-18-7F•B
TEL:052-979-7260　FAX:052-979-7261

北海道出張所　〒001-0909　札幌市北区新琴似9-12-1-1
TEL:011-764-1201　FAX:011-764-0690