様　式　Ｃ－１９、Ｆ－１９－１、Ｚ－１９　（共通）

科研費
KAKENHI

科学研究費助成事業　　研究成果報告書

令和　４年　６月１３日現在

機関番号：３６２０１
研究種目：基盤研究(C)（一般）
研究期間：2018～2021
課題番号：１８Ｋ０２６１４

研究課題名（和文）視点「図の変数性・定数性」による中学校図形の論証指導法のモデル化

研究課題名（英文）Modeling of the teaching method of junior high school geometric reasoning from the viewpoint "variability and constantity of geometric figures"

研究代表者

風間　喜美江（KAZAMA, Kimie）

四国学院大学・文学部・教授

研究者番号：００５５２３７４

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費）　　3,200,000円

研究成果の概要（和文）：　本研究目的は,「図形論証指導上の教師の問題点を克服した新しい指導法のモデルを作り，教師にその指導法を提案する」ことにある。そのために、関数指導法と視点「順序思考・俯瞰思考」の考察、図形命題で扱う「変数性・定数性」の視点を導入した証明の教材開発等を行い、実証的に示すことにした。その結果，適切な課題は「軌跡」と特定し，教材開発，教師発問の工夫「おや？結果の予想は？なぜ成り立つのか？」から，「条件に合う図を作る活動の設定」「予想結果を説明する工夫」に基づいた図形論証指導法モデルを作成し，その検証として中２，中３での新たな実験授業案の作成，授業実施を通し，そのモデル化の妥当性を明らかにした。

研究成果の学術的意義や社会的意義
　図形の論証指導については長い歴史とさまざまな試論にも関わらず，学校現場では指導法が確立されていない。その結果，指導はルーチンワークに終始し，教師自身が証明することの価値を見出していない。指導上の教師のこの問題点を克服し，新しい指導法の提案とそのモデル化を行い，図形論証指導法の確立を見いだすことができた。具体的には，中１から中２への図形学習の移行をスムースにし，中２から中３、さらに高へ、生徒の「図」の捉え方を変えさせる新しい指導法を提案し，授業で活用できるモデルを作ることができた。

研究成果の概要（英文）：This purpose is to "prepare a model of a new teaching method that overcomes the teaching problems in junior high school geometric reasoning, and propose it to mathematics teachers."
For it, we could empirically show it, by considering the function teaching method and the global viewpoint "order thinking/bird's-eye view thinking" and by developing teaching materials for proof in which the viewpoint of "variable/constant" of function is introduced in order to handle geometric propositions. As the result, we identified the "locus" as the appropriate task, and, through doing the teaching material development and thinking out teacher's questioning, we made the geometric reasoning teaching method model that is based on “ingenuity to explain expected results” and “setting activities to create diagrams that meet the conditions”. And for its verification, we made new experimental lesson plans in the grade 2 and 3 and conducted those to verify the validity of the modeling. We could do it.

研究分野：数学教育

キーワード：図形の論証指導　図の変数性・定数性　順序思考・俯瞰思考　証明　指導法のモデル化

１．研究の背景

図形の論証指導法は戦前から今日まで研究が進められたが，実効性のある結果を見出せずその指導法に教師は苦慮している．昭和 30 年代も直観幾何から論証幾何へのスムースな移行を狙い直観幾何の指導について大きく論じられた[1]が，確たる成果は得られなかった．「証明ができる生徒は 30%である」という言葉が中学生の論証学習の実態[2]をよく示している．

具体例から見る．図を添えずに命題「長方形は台形である」が正しいかどうかの判断とその理由を求めた調査問題の正答率は，中２:23.5%，中３:18.4%（中２年生 383 名，中３年生 388 名）であった．さらに,「正しくない」と判断した理由として「形が違う，平行線の組数が違う（１組と 2 組）」を少なからずの生徒があげた[3]．このことは次の２つを示している．

・「形が違う」という生徒は「台形」や「長方形」の自身が持つイメージ・形状の違いで判断していること
・「平行線の組数が違う」は「台形は 1 組の対辺が平行な四角形である」という定義を論理的に推論できないこと

例えば，小２の三角形導入の学習指導の要諦は,「いろいろな形や位置の三角形の図を提示する」,「(提示された図が）３本の直線に囲まれた（定義に従った）図であることを確かめさせる」の２つである．これは図形で用いられる図について次の２つのことを含意する．

①図は，定義に従った概念を表すための，形状を利用した図形の表記法のひとつである．
②図は図形ではない．図形は概念であり，無数の図をもつ．添え図はその代表例である．

「添え図に学習者は縛られてしまい，定義に従った様々な台形を想像できない実態がある」ことを数学教育者 E.Fischbein も述べている[4]．図形学習では図示は必要不可欠で，それが良くも悪くも学習者に働き，問題を惹起する．筆者らはここを研究の出発点とした.中１までの直観幾何に相当する学習では,眼前にある「図」がもつ辺の長さや角の大きさで真偽を判断するため，その「図」そのものが思考の対象である．それに対し，中２からの論証幾何の学習では定義，公理，条件を根拠に探求され，概念のみが思考の対象であって，眼前の「図」の役割は思考の補助にすぎない.図の捉え方の質的な違い,すなわち,思考の対象から補助へと図の役割を変えることが解決の手がかりになると筆者らは考えた．

２．研究の目的と研究の独自性

(1)　研究の目的

図形の論証指導については長い歴史とさまざまな試論にも関わらず，現場では指導法が確立されていない．その結果，指導はルーチンワークに終始し，教師自身が証明することの価値を見出していない．指導上の教師のこの問題点を克服するために，本研究は次のこと目的とする．

・図形論証上の教師の問題点を克服するために新しい指導法の提案とそのモデル化を行い，図形論証指導法の確立を行う．

(2)　研究の独自性

論証ができるためには形状に捕らわれずに概念的制約のみに従って図を見ることが必要不可欠である.本研究の目的は，中１から中２への図形学習の移行をスムースにし，生徒の「図」の捉え方を変えさせる新しい指導法を提案し，実践を通して具体化し，指導のモデルを作ることである．その具体化のために本研究では独自性をもつ次の［A］［B］を着想した.

［A：図の関数的見方および図の変数性と定数性］

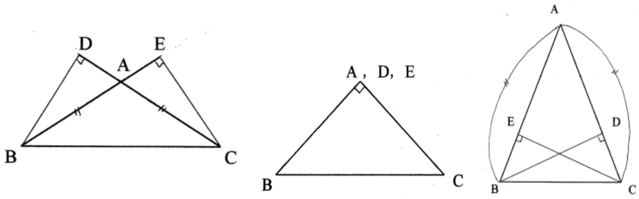
“「ひとつの図形には無数の図がある」ことを生徒に捉えさせる”を考えた．その指導方針には，作業活動「（条件にあう）たくさんの作図をする」が求められる．幸いにして，飯島康之氏が開発したソフト GC/html5[5]は作図や図の移動が容易に自由にできる．情報端末上で点や線や角を指で動かすと，それに伴って，指定した条件を保ったままの図が，いろいろ現れ変わる．この情報端末上で起きる事象「点や直線や角を指で動かし自由に決めると,それぞれ,ひとつの図が決まる」ことから筆者らは指導法上の２つの視点を見出した．

①指を動かし点･直線･角を自由に決める（図の独立変数性）とひとつの図が決まる（図の従属変数性）ことから，性質の間の論理的因果関係が情報端末上に現れる．
②指を動かしてできた多様な図の通覧・比較から，多様な図に現れた性質には図によって変わる性質(図の変数性)とどの図にも共通にある性質（図の定数性）がある，ことが分かる．

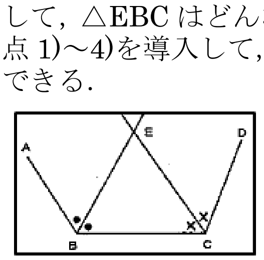
関数では，定義域上で独立変数ｘを変化させると従属変数ｙも値域上で変化する．その変化の中にある不変なもの,すなわち,ｘとｙとの関係を見つけ,その関係を式で表す．そして，表・グラフ・式などの多角的な面からその関係の考察が行われる[6]．

図形指導の実態はどうであろうか．下の命題の指導は最右図に対してだけ証明して終わる.この場合,頂角Ａの大きさにより３つの証明が必要で，その吟味をせず多くは指導が終わる．

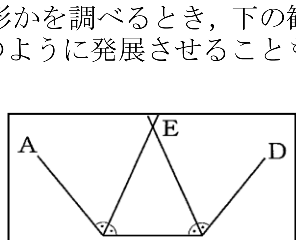
AB=AC の△ABC の点 B，C から辺(直線)AC，AB へ垂線をひき，AC，AB との交点をそれぞれ D，E とする。BD＝CE となることを証明せよ。



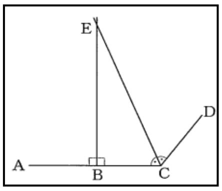
関数指導と同様に，頂角Ａの角度(ｘ)を変えると上記３つの図を含めたいろいろな図(ｙ)が存在し，ｘ，ｙが変わる中で「変わらないものは何か」を問うことより,証明に必要な関係の存在が明らかになる.さらに，図アのような図形 ABCD（∠BCD＝130°に固定)で∠ABC と∠BCD の二等分線の交点をＥとして，△EBC はどんな図形かを調べるとき，下の観点 1)～4)を導入して，次のように発展させることもできる．



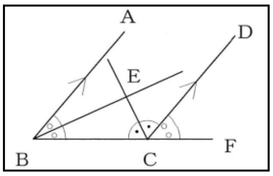
図ア



図イ



図ウ



図エ

1)頂点 B，C，D を固定し線分 AB を動かし，いろいろな△EBC を考える．(図ア～エなど)
2)線分 AB が動くと何が変わるか，変わらないものは何かを考える．
3)上記 2)をもとに，どんな条件で二等辺三角形 EBC(図イ)となるかを考える．∠ABC が決まると二等辺三角形 EBC が決まる，その理由を押さえる．(図ウ，エも同様)
4)(発展として)どんなとき△EBC が正三角形になるかを考えさせる．(逆問題の考察)

飯島康之氏が開発したソフト GC/html5 を使えば，上記の指導例はより効果的になり，教師の使いやすい新しい指導法として確立でき，この指導法に適した教材開発も可能となる．

［B：順序思考と俯瞰思考］

思考活動を条件に従ってつくられた図，ひとつひとつにあたって，どんな事柄が成り立つかを調べようとする活動を順序思考と呼び，順序思考の活動からすべての図について成り立つ事柄とその理由を洞察しようとする活動を俯瞰思考と呼ぶ．

［観点 A（図の関数性,変数性,定数性）と視点 B（順序思考,俯瞰思考）の統合］

論証幾何への新しい指導法を可能とするために観点 A と視点 B を統合する．図１はその過程を表したものである．順序思考から洞察を求め，洞察を一般化する俯瞰思考から言葉の説明が自ずと生まれる．証明とする学習は教師の指導の下で行う．

洞察･抽出を促す順序思考の発問や教材開発を工夫し，俯瞰思考の場面でも不十分であれば柔軟に順序思考に戻り論証指導が効果的にできる．

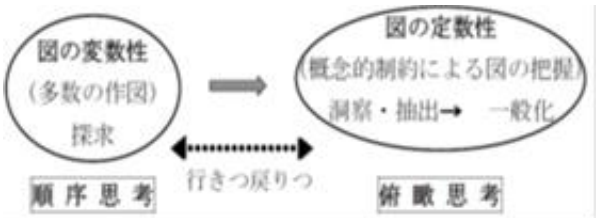


図１：調査問題及び実施授業課題

３．研究の方法

本研究は図形命題を関数として捉え，図をかく図形命題の図の活用，情報端末活用による授業実施の実証的な研究である．教師は教材開発・指導法において，動的な幾何に関する指導目標，論証の順序思考から俯瞰的な思考の指導目標で指導指針をもち，指導の具体化が容易になる．主に次の①～④の４つの枠組みで行い，それらを明らかにした．

① 先行研究の考察．関数指導法の考察から図形論証指導法を見出す研究，実態調査･分析
② 教材開発（情報端末の活用を含む）
③ 指導実践
④ 教材開発・指導法の妥当性と論証指導法のモデル化

４．研究成果

研究の方法３①～④に沿って,成果を述べる．

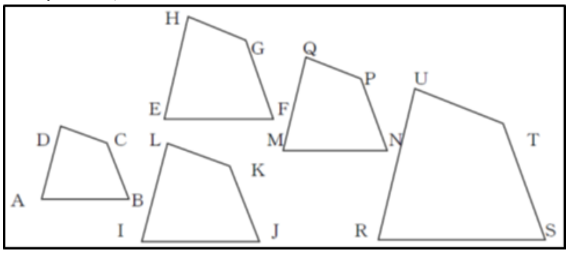
① 先行研究の考察．関数指導法の考察から図形論証指導法を見出す研究

先行研究文献は極めて少ないことが判明した．関数指導法の研究は，研究代表者が所属する都中数研関数員会との連携により図を動的に見る視点と静的に見る視点の指導を得た．それにより，教材開発に関連する教情報端末を活用した中３「相似の導入」実験授業にまで至り，生徒の反応はよかった．また他の図形研究授業の観察・考察も行った．教材自体の特性としては,小で順序思考,中は順序・俯瞰思考の両方を指導の中心に置くことが重要であることが判明した．また，研究のゴール的な目標の「図形論証指導のモデル化」は，教師が,「命題の意味と生徒の既習内容の関係をどれだけ意識できるか」(俯瞰思考）と「いきなり証明せよいわずに，どれだけ命題（条件）に添ういくつもの図を意識できるか」(順序思考）にかかっている．その両者の関係についての指導者の意識化が今後の研究の視点となることを見出した．これらの意識や気づきをまとめると２(2)の［観点 A （図の関数性,変数性,定数性）と視点 B （順序思考,俯瞰思考）の統合］も見いだせ図１のような関係になることが明らかになった．

② 教材開発（情報端末の活用を含む）及び③指導実践

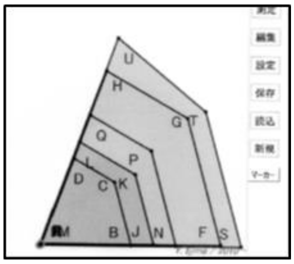
［事例１］中３相似概念を深める相似導入指導－図を重ねる・ICT 活用を通して－

次の 1)，2)の教材課題，流れで実施
1)導入（四角形，三角形などのいくつかの図を提示し）「この中で，似ているものはどれだろう.」を考えさせる．
2)問題「次の図の中から四角形 ABCD と相似な四角形を見つけなさい



（３～４人の班にタブレットを配布.ｱﾌﾟﾘは点 A,E,M･･･に触れるとその四角形が移動する.）
・図を重ねて角の大きさが等しいかを調べる．
・５つの四角形をすべて重ねる．
・角の大きさだけが等しければ相似なのか？
・どんな所に注目して調べればよいだろうか．
・定規を画面にあて測定結果を比べる．

など，活動・話し合いを重ね，どういう条件を満たせば相似となるか条件を考えるきっかけとした．



［授業考察］

本授業では，上の例 1)2)を含む幅の広い意味での「形」の相違を見出す視点から出発し，発問「どこが似ている」から相似な図形は「同じ形に見える図形」を導入した．さらに,多くの生徒は「対応する角の大きさが等しければ,対応する辺の比も等しい」という誤概念をもっており，その修正のために ICT を活用しタブレット上で

開発したアプリの手軽な操作から誤概念を修正し，相似概念の基礎である拡大・縮小の意味を深める工夫をした．生徒の反応は極めてよく，タブレット操作を通して図に働きかける姿勢が見いだせた．

［事例２］中３中学校図形論証における軌跡の指導－ＩＣＴを活用した生徒の思考を揺さぶる教材の開発－

この授業実践は次の流れで研究を進めた．

1)　図形論証における軌跡の生徒の学習理解について，調査問題作成，調査実施し生徒の実態を明らかにする．

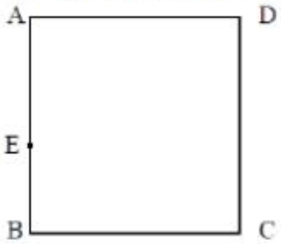
2)　1)の実態を踏まえ，実践授業を通し教材の妥当性を実証的に明らかにする．

1)　調査とその結果

・調査問題：図２

調査時間：15～20 分，対象：公立中３年(中２図形論証修了生徒) 111 名

正方形ＡＢＣＤがあります．点Ｅは辺 BA 上を点Ｂを出発し点Ａまで動く点です．点Ｆは辺DA上にあり，BE＝DF となる点です．また，点Ｐは線分ＥＦの中点です．



このことにもとづいて，次の①～④に答えなさい．

① 点Ｅが図の位置にあるとき，図に点Ｆをかき入れなさい．また，点Ｐもかき入れなさい．

② 点Ｅが点Ｂを出発し点Ａまで動いていくと点Ｆはどのように動きますか．点Ｆの動きを説明しなさい．

③ 点Ｅが点Ｂを出発し点Ａまで動いていくと点Ｐはどのように動きますか．また，なぜそのように動くのか，その理由を説明しなさい．

④ 点Ｇは辺ＤＣ上にありＢＥ＝ＤＧとなる点です．点Ｑは線分 EG の中点です．点Ｅが点Ｂを出発し点Ａまで動いていくと点Ｑはどのように動きますか．また，なぜそのように動くのか，その理由を説明しなさい．

図２：調査問題及び実施授業課題

・調査結果

設問①②

設問①「線分ＥＦと点Ｆ，Ｐ」をかき入れた生徒は 84%，設問②「点Ｆの動き」を始点Ｄ・終点Ａとして説明できた生徒は 70%である．これらの反応から生徒の多くは設問①の点Ｆの動きや設問②の課題を把握していると判断できる．

設問③

多くは命題の把握，点Ｐの動きの把握はできている．その証明については，自らの観点を見いだし，その意欲を示しており，あと少しの示唆で正しい証明にたどり着くと考えられるものが多かった．

設問④

点Ｅが点Ｂから点Ａまで動くときのＥＧの中点Ｑの動きを説明する．

【点Ｑの動きについて】

・点Ｑは不動であると判断	80(%)
・点Ｑは動くと判断	18(%)
･無回答	2(%)

【不動点の位置に触れた記述ついて】

・「２つの対角線の交点Ｏ」を示す	62(%)
・誤答	19(%)
・無回答	19(%)

【点Ｑの動きについての理由の証明】

設問③同様，生徒の意識は中２図形学習後の説明は証明と判断できるものが多く，証明としての考察を以下に述べる．

2%の生徒は｢四角形ＢＥＤＧが平行四辺形であることを正しく述べ，平行線の対角線は互いに他を二等分することから，点Ｑが正方形の対角線の交点と一致と一致する」正しい証明に至っていた．

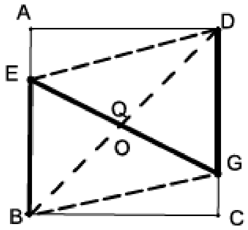


図３：証明の図

不十分な証明の多くは次のように多様である．

ア：点Ｅの始点・終点の位置，点Ｅの移動中の複数の図の観察から，ＥＧの中点Ｑが正方形の対角線の交点Ｏであることに気づき点Ｑは不動点と推測するが，証明はしていない

イ：正方形の面積を等分する直線ＥＧは正方形の中心Ｏを通るとするが，証明は示していない

ウ：△ＢＥＱ≡△ＦＧＱは証明するが，点Ｑが正方形の対角線上にあることは証明しない

など．無回答は 2%であった．

これらの生徒の反応から，設問④については，生徒の多くは，課題や点Ｑの動きは把握していると判断できる．証明については，｢不動点であること」をどう示すのか，その手法を知らないことから，論理的未熟さが目立つ．一方，証明を自らの観点で見いだし，迷いながらも意欲的な姿勢が感じられる．この設問④も，指導者の「数学の証明は，(設問④で言えば)点Ｑと正方形の対角線の交点Ｏは別々と考え，それが一致することを示さなければならない」というような指導や示唆により，正しい証明にたどり着くと考えられるものが多かった．

2)　1)の実態を踏まえた実践授業と生徒の反応

実験授業は図Ａの設問①～④に添い，公立中学校３年を対象に２時間で実施した．

設問③は「点Ｅが辺 BA 上をＢからＡまで動くとき，点Ｐはどのように動きますか．また，その理由も考えましょう.」に対し，タブレットを使いモニターに映して行わせた．１人が点Ｅを，１人が点Ｆを動かさせた結果，点Ｐの軌跡（図４のジグザク線）を得た．どうしてこうなったのかを探る動機をタブレットが与え，｢真っ直ぐなるはず」の理由を探すきっかけをもたらし，学び合い・探求の学習場面へと転換していった．

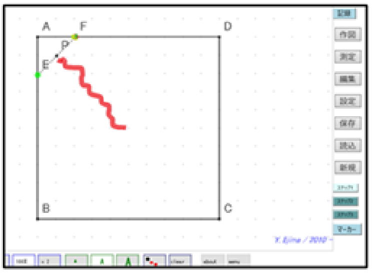


図４：設問③生徒タブレット画面例

設問④では，同様に２人が各自の点 E，F を動かす．多くの生徒は「点Ｐは動かない」
（調査問題の設問④では，線分 EG の中点を点Ｑとしたが，実践授業では線分EGの中点を点Pとして設定）と確信した．意欲的な学習姿勢が見られた．

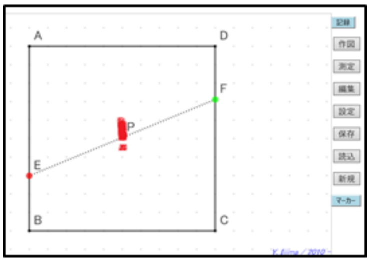


図５：設問④生徒タブレット画面例

［授業考察］
　生徒がもつ理的思考力を伸ばす図形指導として，「軌跡」をあげ，その指導の重要性を見出し，研究授業を通して，その可能性を考察した．まとめとして，次のことがいえる．
・図形のこれまでの学習には，「図形（結論）を予想する」「予想が証明すべき命題となる」ことを意識させる展開は少なかった．その結果，生徒は受け身の証明学習となり，「本当か？」「本当なら証明できるか？」という必要感までには至らない．「軌跡」の内容はそれに応える教材として期待できる．
・本研究の意図は，「証明ができる」をさらに進め，生徒の視点から「「何を根拠に考えるのか」を積み上げる繊細な論理の追求をする」生徒の姿勢を育成することである．未習の「軌跡」学習には筆者の予想以上の指導の難しさがあった．しかし，未経験な学習，一般校での実践にも係わらず，生徒のナイーブで積極的な反応，そして，いくつかの的確な発言があった．この教材の可能性は十分期待できる．
・「軌跡」の学習は図形を動的に捉える場でもあり，ICT の活用は学習・指導上で大きな役割をもつ．

④　教材開発・指導法の妥当性と論証指導法のモデル化

　本研究の目的は，「図形論証指導上の教師の問題点を克服した新しい指導法のモデルを作り，教師にその指導法を提案する」ことにある．そのために，関数指導法と大局的視点「順序思考・俯瞰思考」の考察，図形命題で扱う「変数性・定数性」の視点を導入した証明の教材開発等を行い，実証的に示すことにした．
　その結果，適切な課題は「軌跡」と特定し，教材開発，教師の発問工夫などから，
・「おや？結果の予想は？どうしてそれが成り立つか？」
・「条件に合う図をつくる活動の設定」
・「条件に合う図を予想する」
・「予想結果の説明させる工夫」
に基づいた図形論証指導法モデルを作成することができた．このモデルは，軌跡に限らず多くの教材を生み出すことができるとともに，**２(2)図１**の順序思考・俯瞰思考・図の変数性・定数性を指導者が意識することにより図形論証指導が実施できることが明らかになった．また，それらはＩＣＴの活用によりより生かされることが判明した．
　その検証として中２，中３での新たな実験授業案の作成，次のような課題により授業実施を通し，そのモデル化の妥当性を明らかにすることができた．

［課題例］線分 ABに，∠ABC＝90°となる半直線BCをひきます．点 P は半直線BC上を点 B を出発しCの方向に動く点です．点 Q は A と P を結んだ線分 AP を一辺として，B と反対側につくる正三角形 APQ の頂点です．

①点 P を図 1(略)以外の位置にさらに 2 つかき，それぞれの場合で正三角形 APQ を作図しなさい．点 P を見わけるためにそれぞれをP1，P2，P3，点 Q を見わけるためにそれぞれを Q1，Q2，Q3 とします．

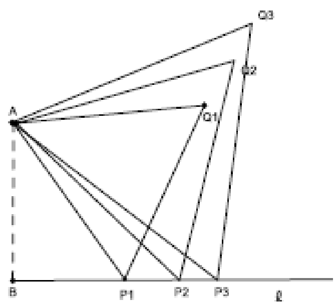


図６：条件からかいた図

②点 P が半直線ＢＣ上を B を出発しＣの方向に動いていくと，点 Q はどうように動きますか．また，その理由も考えましょう．

　ＩＣＴを利用し実施した上記課題は，単純な条件の中に生徒の思考を揺さぶり，思考プロセスを意識した教材開発，それを受けての教師の発問「おや？結果の予想は？どうしてそれが成り立つか？」によって生徒が追究する「条件に合う図をつくる活動の設定」「発問の工夫」「予想結果の説明させる工夫」に基づいた図形論証指導法モデルとなった．

【参考文献】
1)田中良運(1965)，戦時中の日本の教科書，日本数学教育会誌第 47 巻，日本数学教育学会,pp.19-21 他．
2)平成 27 年度全国学力・学習状況調査報告書(2015)他．
3)礒田正美･N.C.Whitman 他(1992)，van Hiele の思考水準による日米比較研究,第２５回論文発表会論文集，日本数学教育学会，pp.25-30．
4)E.Fischbein(1963),Concepele Figurale ，Editura Academici Repuiare Romine, pp. 457-473.
5)飯島康之(2015)，作図ツール GC/html5 の開発―HTML5＋JavaScript による教育用ソフト開発,科学教育研究 Vol. 39 No. 2, pp.161-175.
6)都中数研関数委員会風間喜美江他 10 名(2012),関数指導を極める，明治図書．

５．主な発表論文等

〔雑誌論文〕　計7件（うち査読付論文　5件／うち国際共著　0件／うちオープンアクセス　0件）

１．著者名 堀孝浩・風間喜美江・橋本三嗣	４．巻 102
２．論文標題 事象から命題を見つけ，その証明法を探究する図形論証指導～直接証明と間接証明～	５．発行年 2020年
３．雑誌名 日本数学教育学会第102回大会発表要旨集（茨城大会）	６．最初と最後の頁 206
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 －

１．著者名 風間喜美江	４．巻 53
２．論文標題 「図の変数性・定数性」による図形論証指導モデル－生徒の思考を揺さぶる教材の開発－	５．発行年 2020年
３．雑誌名 第53回秋期研究大会発表収録，日本数学教育学会	６．最初と最後の頁 273－276
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 －

１．著者名 風間喜美江	４．巻 32
２．論文標題 中高一貫した図形論指導をはかる教材開発－課題「軌跡」がもつより深い論証指導の可能性を探る－，	５．発行年 2020年
３．雑誌名 日本教材学会第３2回研究発表大会研究発表要旨集	６．最初と最後の頁 .92－95
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 －

１．著者名 風間喜美江	４．巻 52
２．論文標題 〈なわばり問題〉と線分の垂直二等分線の作図の論理的俯瞰－論理的判断への移行をめざす「順序思考・俯瞰思考」の意識化－	５．発行年 2019年
３．雑誌名 日本数学教育学会　秋期研究大会発表収録	６．最初と最後の頁 403,406
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 －

１．著者名 風間喜美江	４．巻 31
２．論文標題 「順序思考・俯瞰思考」による図形の論証教材開発－具体的課題から見いだす教材開発・指導モデルの作成－	５．発行年 2019年
３．雑誌名 日本教材学会第３１回研究発表大会研究発表要旨集	６．最初と最後の頁 70,71
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 －

１．著者名 風間喜美江・山本恵悟・今宮一貴	４．巻 １０１
２．論文標題 図形概念を深める相似導入指導－図を重ねる・ICT活用を通して－	５．発行年 2019年
３．雑誌名 日本数学教育学会第101回大会発表要旨集（沖縄大会）	６．最初と最後の頁 268，268
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 －

１．著者名 風間喜美江・橋本是浩	４．巻 51
２．論文標題 与えられた問題の逆問題を見いだす図形論証指導	５．発行年 2018年
３．雑誌名 秋期研究大会発表収録，日本数学教育学会	６．最初と最後の頁 389-392
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 －

〔学会発表〕　計3件（うち招待講演　0件／うち国際学会　0件）

１．発表者名 橋本三嗣・風間喜美江
２．発表標題 探究的な学習活動を促す図形の論証指導－中高一貫指導に焦点をあてて－
３．学会等名 全国数学教育学会第５１回研究発表会（広島大学）
４．発表年 2019年

1．発表者名 堀孝浩
2．発表標題 その結論に導く多様な仮定を調べる空間図形の指導
3．学会等名 第100回全国算数・数学研究全国(東京)大会
4．発表年 2018年

1．発表者名 今宮一貴・山本恵悟・風間喜美江
2．発表標題 数学的な思考力・表現力の育成　３年相似な図形
3．学会等名 東京都足立区中研数学部
4．発表年 2018年

〔図書〕　計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

－

6．研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	橋本　是浩 (HASHIMOTO Yoshihiro) (00030479)	大阪教育大学・教育学部・名誉教授 (14403)	
研究分担者	佐竹　郁夫 (SATAKE Ikuo) (80243161)	香川大学・教育学部・教授 (16201)	2020.4研究分担者辞退

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究協力者	荊木　聡 (IBARAGI Satoshi) (90881954)	園田学園女子大学・人間教育学部・准教授 (34516)	

６．研究組織（つづき）

	氏名 （ローマ字氏名） （研究者番号）	所属研究機関・部局・職 （機関番号）	備考
研究協力者	堀　孝浩 (HORI Takahiro)	東京都中野区立緑野中学校・副校長	
研究協力者	橋本　三嗣 (HASHIMOTO Mistugu)	広島大学附属中。高等学校・教諭	

７．科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕　計0件

８．本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関