

## 「三平方の定理」の発展的学習における指導法の提案

岩田恵司<sup>1</sup>, 山路健祐<sup>2</sup>, 加藤由香<sup>3</sup>, 森川勝介<sup>4</sup>, 平川正夫<sup>4</sup>

学習者が基礎・基本を認識するためには、それを活用する「発展的学習」が必要である。本論文では、課題に即した既習内容の選択的想起に着目し、三平方の定理の発展的学習に関する教材開発に試みた。また実践においては、数学的内容を深め、より明確にするため、ティーム・ティーチングを効果的に活用した。

<キーワード>教材開発, 基礎的・基本的な内容, 発展的学習, 選択的想起, 三平方の定理, ティーム・ティーチング

### 1. はじめに

教育の最大の目的は、人格の形成にある。心身ともに健全で、豊かな人間性をもった人を育成するには、その基盤として、必要な知識や技能を確実に身につけることが重要となる。学校教育では、子どもの発達段階に合わせ、大量の記憶や多くの知識・技能を身につけることができるような指導が必要とされる。特に数学は、系統的に多くの知識を習得し、その知識を基盤として、数学的な見方や考え方を身につけていく教科である。そのため、基本的に学ばなければならない知識や技能は、この時期に、最大限習得する必要がある。そのための時間の確保や環境整備について、配慮する事が重要である。新学習指導要領での指導時間数・指導内容の大幅な削減は、この目的と、ともすれば相容れないことである。この点において、新教育課程実践にあたって、基礎学力低下等を危惧する声がある。

学習指導要領では、その定める内容を、「基礎的・基本的な内容」に厳選したとしている。授業実践にあたっては、この基礎的・基本的な内容の習得を、学習者の立場に立って考え

ることが重要となる。学習者の立場に立つとは、学習者自ら基礎的・基本的な内容を活用することを意味している。学習者は、基礎的・基本的な内容とされている事柄を、新しい課題解決の場において活用して初めて認識ができるのである。そのため、基礎・基本を用いて課題解決する学習の場（＝発展的学習の場）が必要なのである。

発展的学習において大切なことは、既習内容の中から課題に即した既習内容を選択的に想起できるかである。本論文では、この「選択的想起」に焦点をあてた。

学習場面では、「見通しをもつ」「筋道立てる」などのことが、課題解決においては大切であるとされている。このことを具体的に考えると、学習者が学習課題に対して、課題解決をするにたる既習内容を、まず選択的に想起することが、「見通しをもつ」「筋道立てることにつながるのである。

また、「選択的想起」に関わる指導者の指導助言のあり方は、発展的学習の場合に、特に留意する必要がある。このような場合、学習者の実態によっては選択的想起を学習者にゆ

<sup>1</sup>岐阜大学教育学部

<sup>2</sup>岐阜大学大学院教育学研究科

<sup>3</sup>土岐市立肥田中学校

<sup>4</sup>岐阜市立加納中学校

だねるのではなく、指導者がそれを行い、課題解決の中で、既習内容を位置付けることも意義ある取り扱いといえる。なぜなら、このような指導においても、学習者は基礎的・基本的な学習内容を繰り返し学習することになり、また活用して、課題解決に取り組んだ学習経験をもつことになるからである。発展的な学習内容の取り扱いでは、学習者の興味関心に偏った取り組みではなく、指導者が意図的に場面設定をし、効率的に学習内容を達成することが必要不可欠になる。

## 2. 教材開発にあたって

本論文では、中学校第3学年 図形領域「三平方の定理」の発展的学習に関する教材開発に試みた。本教材開発の目的は、以下の3点である。

### (1) 三平方の定理の理解

数学的内容を理解するという事は、内容そのものの理解だけではなく、その内容に関連づけて、新たな疑問をもつことでもある。

三平方の定理においては、特に直角三角形の場合にのみ成り立つが、直角三角形ではない一般の三角形ではどうなるであろうか、という意識の中で、三平方の定理をとらえることが、三平方の定理の理解である。

### (2) 面積の関係に着目した三平方の定理の証明

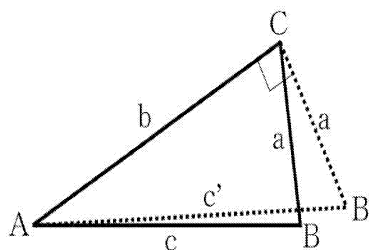
三平方の定理の証明方法は多様にある。どの証明も、既習内容を活用して進めていくが、その中で「等積変形という既習内容をうまく活用できないだろうか」という視点で考えてみる。等積変形を使って証明することは、 $a^2 + b^2 = c^2$  という辺の関係を面積の関係で見ることである。 $a^2 + b^2 = c^2$  という式を面積の関係で見ると、「直角を挟む2辺のそれぞれを一辺とする正方形の面積の和が、斜辺を一辺とする正方形の面積に等しい」ということを意味している。これにより、等積変形や図形

を回す操作（回転移動）を既習内容として活用し、定理を証明することが学習内容である。

### (3) 三平方の定理の一般化

直角三角形以外の三角形では、3辺の関係を直角三角形を作って三平方の定理を適用する。そして $\angle C$ が鋭角の場合には、 $a^2 + b^2 > c^2$ 、 $\angle C$ が鈍角の場合には、 $a^2 + b^2 < c^2$ を得ることができる。

鋭角三角形 ( $0^\circ < \angle C < 90^\circ$ ) の場合  
直角三角形を作って、3辺の関係を調べてみよう。

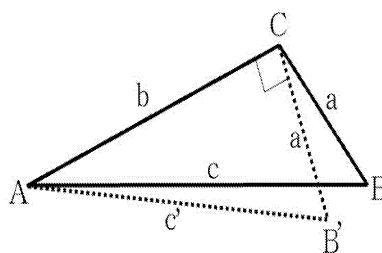


$$a^2 + b^2 = (c')^2$$

$$c' > c \text{ より } a^2 + b^2 > c^2$$

【図1】

鈍角三角形 ( $90^\circ < \angle C < 180^\circ$ ) の場合  
直角三角形を作って、3辺の関係を調べてみよう。



$$a^2 + b^2 = (c')^2$$

$$c' < c \text{ より } a^2 + b^2 < c^2$$

【図2】

更に、面積の関係に置きかえることによって、 $a^2 + b^2$  と  $c^2$  との面積の差に着目し、差の

計量が可能になるのである。差の表現は、高等学校数学 I の余弦定理につながる学習内容である。中学校の発展的学習として扱う学習内容は、余弦定理ではなく、面積の等積変形を三平方の定理の証明方法と同じように取り扱うことによって、 $a^2 + b^2$  と  $c^2$  との差の計量が可能であることなのである。従って、余弦定理の式化は、学習者に求めず指導者が行うこととした。

### 3. 学習過程

学習指導要領には、「三平方の定理」の單元について、以下のように書かれている。

- (2) 三平方の定理について理解し、それを用いることができるようにする。
- ア 三平方の定理を見だし、それを証明できることを知ること。
- イ 三平方の定理の意味を理解し、それを利用できること。

本論文では「(1) 等積変形を利用した三平方の定理の証明をする場面」「(2) 三平方の定理の一般化として、余弦定理を導く場面（三平方の定理の拡張）」の2つの場面設定をした。

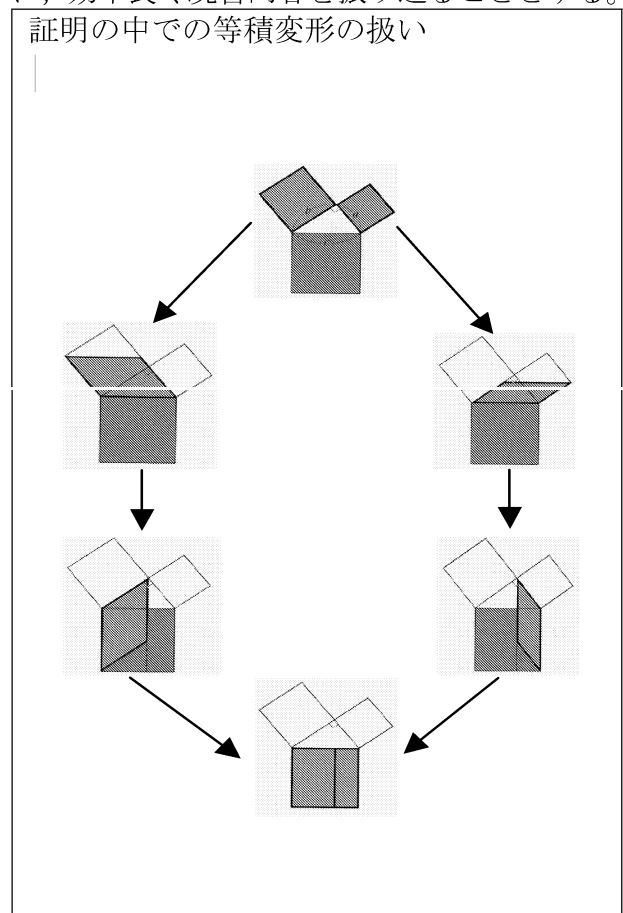
#### (1) 等積変形を利用した三平方の定理の証明をする場面

この学習のねらいは、「①等積変形，図形を回す操作（回転移動）を使うことにより，等積変形や図形を回す操作（回転移動）が，基礎的・基本的な内容であると学習者自身が認識できること。」「②論証の意義を理解すること。」である。

①等積変形，図形を回す操作（回転移動）を使うことにより，等積変形や図形を回す操作（回転移動）が，基礎的・基本的な内容であると学習者自身が認識できること。

平行線の性質から等積変形を利用し，正方形や三角形の面積に着目して証明を行う。等積変形が基礎的・基本的な内容である。そのため，既習内容が想起できない学習者には，

等積変形の復習が必要である。しかし，このとき中学校第2学年と同じように等積変形の学習をするのではなく，学習課題を解決していく中で，繰り返し学習するように配慮した。こうして，限られた時間の中で効率良く振り返り，本来時間をかけるべき内容に充分時間をかけて取り組むことが大切である。この場合には，等積変形について，あらかじめ指導者がシミュレーションなど視覚から訴えるものを用意しておく。そして，それを用いて平行線間の距離と面積の関係が，基礎的・基本的な内容であると認識できるとともに，効率良く既習内容を振り返ることとする。



【図3】

②論証の意義を理解すること。

三平方の定理の証明はすでに行われている。定理の証明方法は一通りではなく，いろいろな方法を用いて可能であることを知ること

意図している。

## (2) 三平方の定理の拡張

ここでは、「指導者と学習者が一緒になって問題解決に取り組む場面」として取り扱う。課題化していく中では、鋭角三角形、鈍角三角形の場合で、3辺の関係が本質的に異なることを理解した上で、この学習で取り扱う三角形は、鋭角三角形の場合に限って扱い余弦定理を導くこととした。

また、証明は三平方の定理の証明で用いた等積変形を繰り返し活用するとともに、(1)との学習のつながりも明確となるよう指導する。

## 4. 指導の実際

### (1) 実践と指導法の改善にあたって

発展的学習の場は、数学的な見方や考え方を深める場であると同時に、基礎的・基本的な内容を繰り返し学習する場でもある。そのため、選択数学の時間ではなく、全員が取り組める必修の時間における課題学習として、本実践対象を設定した。

課題学習においては、数学的な見方や考え方が身につく、自らの力で課題解決できる学習者も存在すれば、指導者の援助なしには課題解決できない学習者も存在する。様々な力をもった学習者が集まる学習集団が対象となるため、この内容を課題学習で取り扱うことは、困難さを伴う。しかし、このような学習集団の中で、切磋琢磨し、課題解決をはかろうと努力することも、重要な学習活動である。そのため授業形態はチーム・ティーチングで行うこととした。

### 発展的学習におけるチーム・ティーチングの活用

チーム・ティーチングは、基礎的・基本的な内容の習熟において、習熟度別学習などで活用されることが多い。しかし、T1、T2の役割を考えることで、内容によっては、発展的学習において活用することも、効果的であ

る。本実践では、授業を進める指導者T1のほかに、数学的内容について学習者に共感的な立場からT1に接するT2をおいた。2人の教師のやりとりを通して、学習者が、問題解決の糸口を見つけやすい環境を作れるように試みた。

T2はT1の補助をするのだが、最大の役割は、数学的内容を深めたり、明確にしたりすることである。学習者にとって、新しい数学的内容は未知のものである。そのため、発展的学習において、その内容を学習者自身から引き出すことは難しい。このことから、T2は学習者に共感的な姿勢で望む必要があり、学習者の反応を、常に観察しなければならない。学習者が行き詰まっているときには、その個所を、T2がT1に質問することで、学習者の考えのよりどころを導くこととなる。また、T1の意図を問いただし、数学的な根拠を明確にすることもできる。このように、T2の存在は、大変重要である。しかし、学習者の思考の妨げにならないよう配慮した発問が求められる。一方、学習者が納得した部分については、T2の共感的な態度がより大切である。それは、T2の共感的態度が、学習者の喜びをよりいっそう深めることとなるからである。

どのような場合にあっても、T2は学習者の共感的立場に立ち、学習者に安心感を与えることが重要である。

### 少人数指導の活用

三平方の定理の拡張の場面は、第1時の内容を受けて、より発展的に考えていく場面である。ここでは、「ひとりの力で解いていきたい」と思う生徒と、「先生に教えてほしい」と思う生徒とに大きく分けられると考える。このような場面において、生徒の実態に応じて、それぞれが課題に対して追究していくために必要な環境を整えることが大切である。そこで、第2時では、課題を意識させるまでを一斉授業で行い、課題追究の場面では、自己選

択による少人数学習の形態を用いることとする。本実践では、クラスを自分で追究を進めていく集団（セルフコース）と、教師の援助を受けながら追究を進めていく集団（アドバイスコース）に分け、少人数指導を行う。セルフコースでの教師の役割としては、生徒の追究を見守ると共に、必要に応じて追究の方向の修正や、より発展的に考えることを促す助言を行うことである。アドバイスコースでは、教師が段階を踏んで指導を行い、一步一步生徒の学びが進んでいけるようにする。また、生徒の課題追究の一助となるように、シミュレーションをいつでも見ることができるようにする。

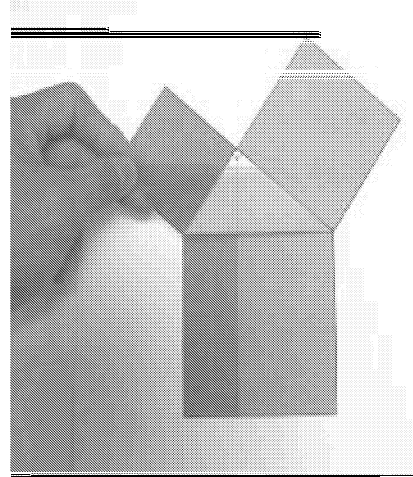
このような形態をとり、生徒の学習環境を整えることで、発展的な学習の中で、生徒一人一人の学習内容に対する理解が高まると考える。

### 発展的学習における補助教材の工夫

#### ① セロハンの活用

本実践で行う「面積の関係に着目した三平方の定理の証明」は、生徒にとって考えの方向を見いだすことが困難な内容と考える。なぜなら、「形が違うが面積は等しいことからどのような考え方を使ったらよいか」という教師の発問から、既習内容である「等積変形」の考え方を想起できても、2つの正方形の面積が等しくなることを、等積変形を用いることで直接導き出せるのではなく、(i) 等積変形 → (ii) 回転移動 → (iii) 等積変形というステップを踏むことによって導き出せるものだからである。

そこで、本実践では、補助教材として三平方の定理の証明の過程で着目する平行四辺形のセロハン（図4）と、プリントを用意し、生徒がそれらを用いて実際に動かしながら考えていけるようにした。



【図4：授業で用いたセロハン】

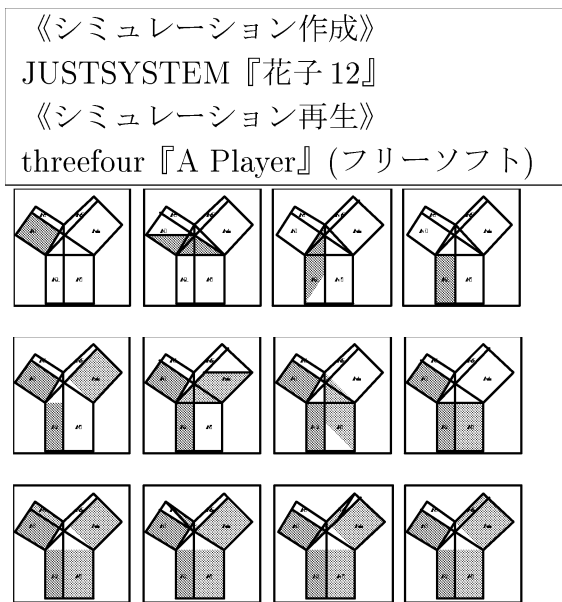
平行四辺形のセロハンを実際にいろいろあてはめて考えることで、等積変形や回転移動を想起することができ、セロハンをよりどころとして、どのように等積変形や回転移動を行えばよいかと考えるの方向を見いだすことができる。

#### ② シミュレーションの活用

本実践では、「等積変形を利用した三平方の定理の証明をする場面」と「三平方の定理の拡張の場面」において、動的・視覚的なシミュレーションを用いる。シミュレーションを用いることで、平行線間の距離と面積の関係が、基礎的・基本的な内容であると認識できるとともに、効率良く既習内容を振り返ることができる。また、シミュレーションを通して、本時の学習内容を振り返ることができ、生徒たちの学習内容に対する理解が深まる。

シミュレーションを作成するにあたり工夫した点は、再生を自由にコントロールできるようにしたことである。これによって等積変形の部分について繰り返し動かして見せること等が可能となり、平行線間と面積の関係について認識しやすくなる。

なお、シミュレーションの作成と再生にあたり、以下のソフトを用いた。



【図5：授業で用いたシミュレーション】

(2) 実践の概要

①実践対象

中学校第3学年 (全時数 2時間)

②実践時期

平成15年2月21日(金) 5・6時限

③指導計画

資料1

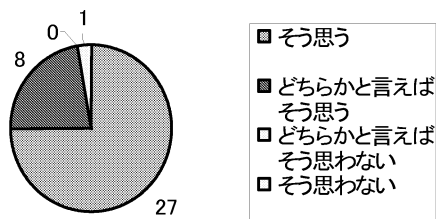
5. 指導法と補助教材の効果の考察

(1) 補助教材についての考察

教師の発問により、等積変形を課題解決に向けて選択的に想起できた生徒は3人で、仲間や教師の助言を受け、理解できた生徒は10人であった。

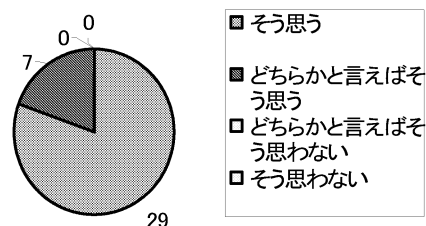
本実践では、補助教材としてセロハンを用いた。授業では、多くの生徒がプリントの図形にセロハンを色々と当てはめてみる活動を通して、考えの方向性を見いだせていた。

セロハンを使って考えていくと、どのように考えていくか見通しがもてた。



【図6】

実際に、回したり、ずらしたりしながら考えていくとわかりやすかった。



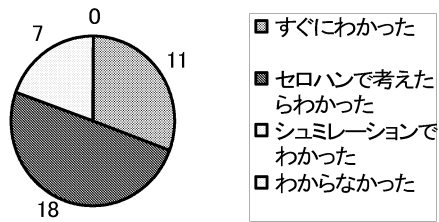
【図7】

このように、セロハンを用いて追究を進めることで、等積変形や回転移動をどのように用いて問題を解決していけばよいかということを見いだすことができた。そして、第1時、第2時の学習課題を解決していく中で、等積変形や回転移動を繰り返し学習し、基礎的・基本的な内容について、理解が深まった。したがって、抽象化が進む中学校数学の中においても、具体物を用いた活動を行うことによって、生徒の学習内容に対する理解が深まると考えられる。

また、第1時の最後に、本時行った三平方の定理の証明をシミュレーションにより提示した。

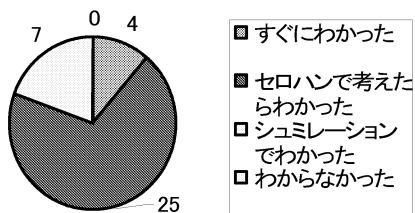
このことによって、生徒たちが本時の学習を振り返ることができ、学習内容の理解を確かなものにする事ができた。また、動的・視覚的なシミュレーションを提示することは、内容の理解が不明確であった生徒に対して有効であった。

「等積変形」を使って考えればよいことに、いつ気づきましたか。



【図 8】

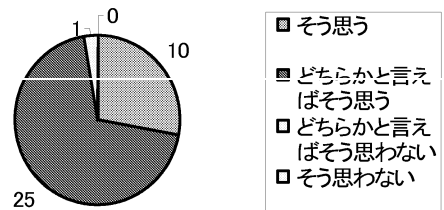
「回転移動」を使って考えればよいことに、いつ気づきましたか。



【図 9】

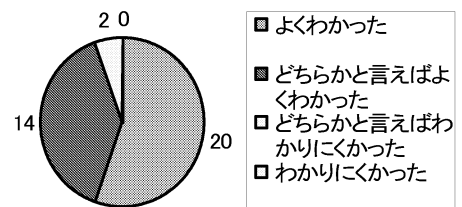
答える」などを行い、数学的内容を明確にし、学習者の解決の足場を作ることができた。授業後に行ったアンケートの結果からも、今回のティーム・ティーチングの効果が窺える。

T2の発問の中に、自分でも同じように思っていたことがあった。



【図 10】

T2のつけたし説明はよくわかったか。



【図 11】

## (2) 指導形態についての考察

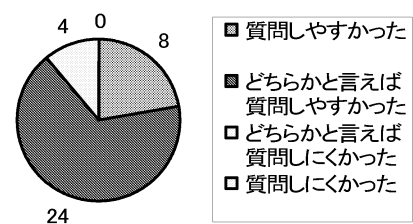
本実践では、ティーム・ティーチングを取り入れ、指導に当たった。T2は、自力解決できない子供に共感的な立場を取りつつ、T1に質問し、対話することで子供に解決の足場を作るよう工夫した。

具体的な場面として、第1時の等積変形を想起し、活用する場面があげられる。なぜなら、等積変形は第2学年の「平行と合同」の単元で扱っているが、必修の授業ではそれ以降活用する場面はなく、第2学年での学習では、三角形の等積変形を主に学習するにとどまっているからである。また、本時における証明では、等積変形 → 回転移動 → 等積変形 の操作の中で、等積変形の操作  $A = B$ ,  $C = D$  と回転移動による  $B = C$  を論理立てて説明する場面において躓く子供が多いと予想した。

このような場面でT2は、学習者の様子うかがいながら、「T1に質問する」、「T1の説明に付け足す」、「T1の発問に対して、T2が

また、ティーム・ティーチングで授業を行うことにより、個人追究の際に、教師が一人一人の生徒に接する時間が増え、生徒にとっても質問しやすい環境となり、生徒に安心感を与えることができた。

T-Tの授業の方が、一人の先生が行う授業より質問しやすかったですか。

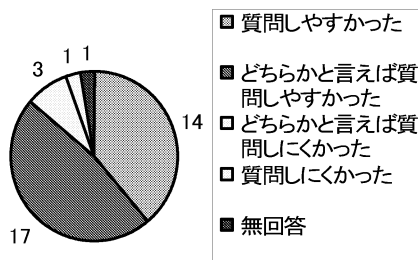


【図 12】

第2時では、鋭角三角形について  $c^2$  と  $a^2 + b^2$  の差を調べることに学習を焦点化した。次に、学習プリントを配布し、子供はそれを補助として課題に取り組んだ。

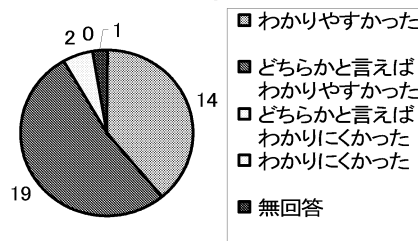
ここでは、子供たちの内容理解に大きな差がでると考え、自分で追究を進めていく集団（セルフコース）と、教師の援助を受けながら追究を進めていく集団（アドバイスコース）に分け少人数指導を行った。授業では、セルフコースが4人、アドバイスコースが32人になった。アドバイスコースでは、シミュレーションなどを用いて、学習の理解を図った。少人数学習でそれぞれのコースにあわせて必要に応じて補助教材を用いながら学習を進めることのできる環境を整えることで、子供たちの学習内容に対する理解が深まった。

少人数学習は質問しやすかったか。



【図13】

少人数学習は学習内容がわかりやすかったか。



【図14】

授業の考察でも述べたように、今回の学習で等積変形を選択的に想起できた生徒は少なかった。これは、必修での等積変形の扱いをさらに工夫する必要があることを示すものと捉えることができる。既習の学習内容を繰り返し活用できるような発展的な学習を位置づけていくとともに、学習内容を活用するということを視野に入れた必修での取り扱いの工夫が重要となる。

また、T-Tや少人数について、図12や図13からわかるように、肯定的な意見は多いものの、「どちらかといえば質問しやすかった」と答えた生徒が多かった。T2の役割の効果を高めるためには、年間を通して継続的な指導が必要である。それによって、数学に対するT2への信頼関係を築き、指導法としてより効果があると考えられる。教師同士のやりとりについても同様である。


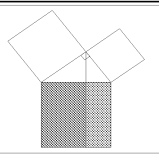
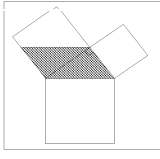
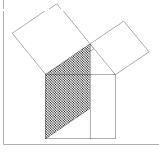
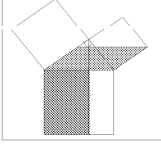
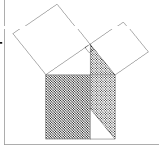
#### 引用・参考文献

- [1] 文部省, 1999, 「中学校学習指導要領解説—数学編—」, 大阪書籍株式会社.
- [2] 平岡忠・吉田稔ほか18名, 2002, 「中学校数学1～3」, 大日本図書株式会社.
- [3] 赤攝也・井上義夫ほか18名, 2001, 「新版 中学校数学1～3」, 大日本図書株式会社.


#### 6. 今後の課題

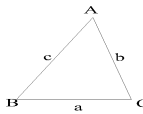
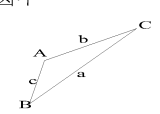
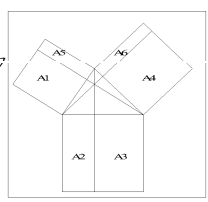
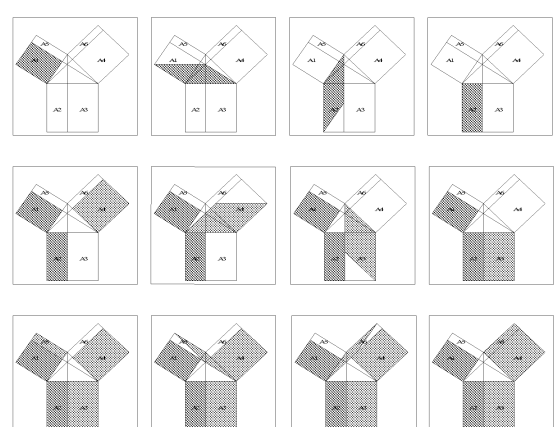


資料 1 指導展開

指導展開（第 1 時） 教師の働きかけ	予想される生徒の活動 (  部分は T2 の働きかけ )	留意点
<p>□問題提示</p> <p>T1:「今日は三平方の定理の別証明をしてみよう。<math>a, b, c</math> の関係を言ってみよう。」</p> <p>・図アを提示する。</p> <p>T1:「図において、正方形 AKHB と長方形 BEML の面積が等しくなることがわかっていて。形は違うが面積が等しいことから、どんな考え方をすれば等しくなることがはっきりするだろうか。」</p> <p>T1:「どのように等積変形を使えばよいだろうか。プリントに記入してみよう。」</p> <p>T1:プリント①配付</p> <p>T1:「さらに、このフィルムが考えるポイントになるよ。プリントの図形にあわせながら考えてごらん。」</p> <p>T1, T2: 机間指導</p> <p>T2:「図イでつまづいている生徒に対して平行四辺形のフィルムを使って、等積変形する方法を説明する。」</p> <p>T1:「図ウでつまづいている生徒に対しては机間指導においてどのように回転させたらよいか説明する。」</p> <p>T1:「では、黒板に貼られた図と平行四辺形のフィルムを使って正方形 AKHB と長方形 BEML の面積が等しくなるか説明してみよう。」</p> <p>T1:「正方形 ACGF と長方形 DCLM の面積が等しくなることを示すことができるだろうか。」</p> <p>T1:「正方形 ACGF と長方形 DCLM の面積が等しくなることを説明しよう。」</p> <p>T2:「明確にされていない説明において、問い返したり、補足説明をしたりする。」</p> <p>T1:「この時間に行った証明をシミュレーションでみてみよう。」</p> <p>T1:「この証明は、三平方の定理の証明方法の 1 つとして、『等積変形』と『回転移動』を使った。次の時間は、直角三角形以</p>	<p>図ア </p> <p>S:「<math>b^2 + c^2 = a^2</math> になる。」</p> <p>S:『等積変形』を使えば等しくなることがわかる。」</p> <p>S:「等積変形」を使いながら証明をプリントに記入し始める。</p> <p>図イ  図ウ </p> <p>S: 平行四辺形のフィルムを図に合わせてみる。</p> <p>S: 正方形 AKHB を、まず平行四辺形に等積変形する。</p> <p>S: 平行四辺形を点 B を回転の中心として、<math>270^\circ</math> 回転移動する。さらに移動した平行四辺形を長方形 BEML に等積変形する。</p> <p>S: 正方形 AKHB と長方形 BEML の面積が等しくなる証明と同様に行う。</p> <p>図エ  図オ </p> <p>S:「正方形 ACGF を、まず平行四辺形に等積変形する。次に平行四辺形を点 C を回転の中心として、<math>90^\circ</math> 回転移動する。さらに移動した平行四辺形を長方形 DCML に等積変形することができる。よって、正方形 AKHB の面積と正方形 BEML の面積の和が正方形 BEDC と等しくなるから、三平方の定理が成り立つ。」</p> <p>S: パソコンのシミュレーションを見る。</p> <p>S: 三平方の定理の別証明は、直角三角形以外の三角形でも活用できそうだ。</p>	<p>◇<math>a</math> が斜辺になっていることを助言する。</p> <p>◇気付かないときは、T2 がヒントを出す。</p> <p>◇図イのような等積変形を行うことができない生徒に対して T1 は HB と KA が平行になっていることを助言する。</p> <p>◇机間指導において T2 は図イでつまづいている生徒をつかむ。</p> <p>◇T2 は、図ウからさらに等積変形することを助言する。</p> <p>◇平行四辺形のフィルムを使って、回転移動でぴったり重なるということを確認させる。</p> <p>◇机間指導において正方形 AKHB と長方形 BEML で使った考え方を活用するよう助言する。</p> <p>◇等積変形や回転移動をどのように行ったかが全員に理解できるように T2 が補足説明を行う。</p> <p>◇パソコンのシミュレーションを使って直角三角形か</p>

指導展開 (第2時)

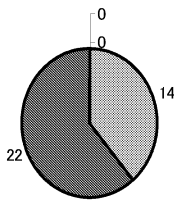
( 部分は T2 の働きかけ)

教師の働きかけ	予想される生徒の活動	留意点
<p>T1: 「直角三角形のときは、<math>a^2 + b^2 = c^2</math>になる。直角三角形以外の三角形の3辺 <math>a, b, c</math> で <math>a^2</math> と <math>b^2 + c^2</math> の大小関係について調べよう。」</p> <p>T2: 「直角三角形以外の三角形とはどんな三角形のことを言うのか。」</p> <p>T1: 「<math>a^2</math> と <math>b^2 + c^2</math> とでは、どれだけの差があるのかを調べるにはどのような方法を使えばよいか。」</p> <p>T1: 「鋭角三角形について、<math>a^2</math> と <math>b^2 + c^2</math> では、どれだけの差があるのかを調べてみよう。」 ・図ウを提示する。</p> <p>T1: プリント①配付 T1: 「自ら追求したい人は1組に移動してください。わかるまで教えてもらいながら追求してみたい人はこのまま残ってください。」</p>	<p>図ア  図イ </p> <p>・鋭角三角形 <math>a^2 &lt; b^2 + c^2</math> 鈍角三角形 <math>a^2 &gt; b^2 + c^2</math></p> <p>S: 「前時に学習した『等積変形』を使えば調べられそう。」 S: 一般の三角形で行うのは、自信がない。</p> <p>図ウ </p> <p>(教室移動)</p>	<p>◇T2 は1つの角について生徒が着目するようT1に問い返す。</p> <p>◇T1 は式が成り立つ根拠を図で示す。</p> <p>◇T2 は「大小関係は明らかになったが、差がわからない。」ことをT1に問い返す。</p> <p>◇S は、自己選択において、教室を移動する。 ◇T1 は1組に移動</p>
<p>T1: 机間指導</p> <p>T2: パソコンのシミュレーションを使って指導</p> <p>T1: 「では、2組にもどってまとめをしましょう。」</p>	<p>S: 「等積変形」を使いながら証明をプリントに記入する。</p> <p>S: 「等積変形」や「回転移動」を使って、<math>A1 = A2</math>, <math>A3 = A4</math>, <math>A5 = A6</math> になる。</p> <p>S: <math>A5 + A6</math> が <math>a^2</math> と <math>b^2 + c^2</math> の差になる。</p> <p>(2組の教室に集合)</p>	<p>◇T1 はプリントに記入していない生徒に対して、線をかきこみながら助言する。 ◇T2 はパソコンのシミュレーションを見せながら <math>A1 = A2</math> になることに気付かない生徒に対して、どの長方形とどの長方形の面積が等しくなるのかを助言する。</p>
<p>T1: 「どれだけの差があるかを説明してみよう。」 T2: 「差はどの部分にあらわれるだろうか。」 T2: 「<math>A5 = A6</math> になるのはなぜか。」</p> <p>T1: 「調べた結果、<math>a^2 = b^2 + c^2 - 2 \times A6</math> になるね。<math>A6</math> の2倍が差になるね。」 T1: 「また、鈍角三角形は、高等学校で扱われるので今日は扱わない。今後興味があったら、調べてみておもしろいよ。」</p>	<p>S: パソコンのシミュレーションで証明をする。</p> 	<p>◇T2 は証明で補うところをT1に問い返す。</p> <p>◇T1 は <math>a^2 = A2 + A3 = A1 + A4</math> になることを補足する。</p> <p>◇どのような既習内容が活用できたか、学習内容についての振り返りを書かせる。</p>

資料2 アンケート結果

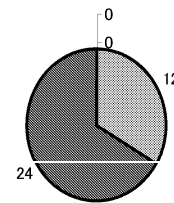
1. T-T についての質問項目

1①T-Tの授業の方が、ひとりの先生が行う授業よりも楽しかったか。



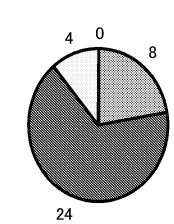
- 楽しかった
- どちらかと言えば楽しかった
- どちらかと言えば楽しくなかった
- 楽しくなかった

1②T-Tの授業の方が、ひとりの先生が行う授業よりもわかりやすかったか。



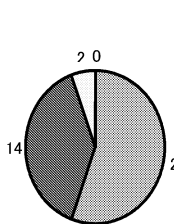
- わかりやすかった
- どちらかと言えばわかりやすかった
- どちらかと言えばわかりにくかった
- わかりにくかった

1③T-Tの授業の方が、ひとりの先生が行う授業よりも質問しやすかったですか。



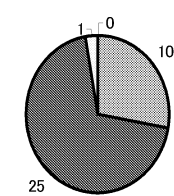
- 質問しやすかった
- どちらかと言えば質問しやすかった
- どちらかと言えば質問しにくかった
- 質問しにくかった

1④T2のつけたし説明はよくわかったか。



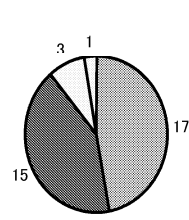
- よくわかった
- どちらかと言えばよくわかった
- どちらかと言えばわかりにくかった
- わかりにくかった

1⑤T2の発問の中に、自分でも同じように思っていたことがあった。



- そう思う
- どちらかと言えばそう思う
- どちらかと言えばそう思わない
- そう思わない

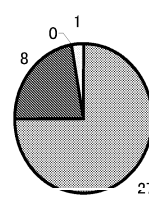
1⑥T-Tの授業は必要だと思ったか。



- 必要だと思った
- どちらかと言えば必要だと思った
- どちらかと言えば必要ないと思った
- 必要ないと思った

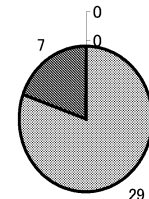
2. 教具についての質問項目

2①セロハンを使って考えていくと、どのように考えていくか見通しがもてた。



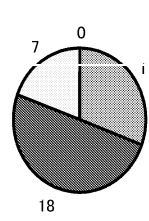
- そう思う
- どちらかと言えばそう思う
- どちらかと言えばそう思わない
- そう思わない

2②実際に、回したり、ずらしたりしながら考えていくとわかりやすかった。



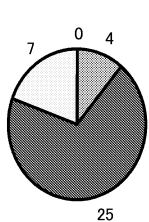
- そう思う
- どちらかと言えばそう思う
- どちらかと言えばそう思わない
- そう思わない

2③「等積変形」を使って考えればよいことに、いつ気づきましたか。



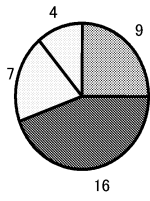
- すぐにわかった
- セロハンで考えたらわかった
- シュミレーションでわかった
- わからなかった

2④「回転移動」を使って考えればよいことに、いつ気づきましたか。



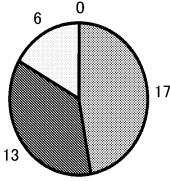
- すぐにわかった
- セロハンで考えたらわかった
- シュミレーションでわかった
- わからなかった

2⑤すべての三角形(直角三角形以外)の場合について、どうなるだろうと疑問がもてましたか。



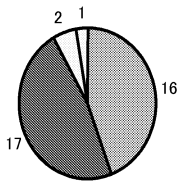
- もてた
- どちらかと言えばもてた
- どちらかと言えばもてなかった
- もてなかった

2⑥図形を使った説明はわかりやすかったか。



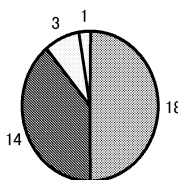
- わかりやすかった
- どちらかと言えばわかりやすかった
- どちらかと言えばわかりにくかった
- わかりにくかった

2⑦いろいろな証明の仕方を知って面白いと感じたか。



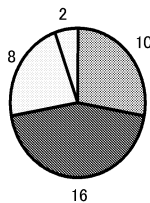
- 面白いと感じた
- どちらかと言えば面白いと感じた
- どちらかと言えば面白さを感じなかった
- 面白さを感じなかった

2⑧2時間連続の授業について、2回に分けるよりもわかりやすかったか。



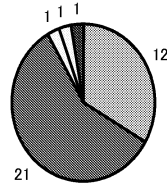
- わかりやすかった
- どちらかと言えばわかりやすかった
- どちらかと言えばわかりにくかった
- わかりにくかった

2⑨2時間連続の授業について、この学習内容だったら必要だと思ったか。



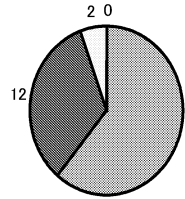
- 必要だと思った
- どちらかと言えば必要だと思った
- どちらかと言えば必要ないと思った
- 必要ないと思った

2⑩「三平方の定理の別証明」の学習内容は楽しかったか。



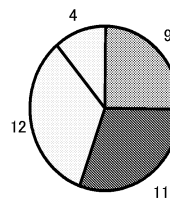
- 楽しかった
- どちらかと言えば楽しかった
- どちらかと言えば楽しなかった
- 楽しなかった
- 無回答

2⑪授業の中で使った「等積変形」は大切だと思ったか。



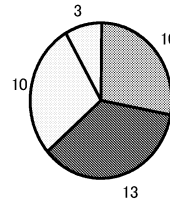
- 大切だと思った
- どちらかと言えば大切だと思った
- どちらかと言えば大切だと思わなかった
- 大切だと思わなかった

2⑫授業の中で使った「等積変形」は難しかったか。



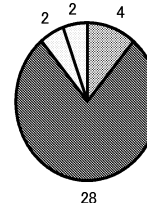
- 難しくなかった
- どちらかと言えば難しくなかった
- どちらかと言えば難しかった
- 難しかった

2⑬「等積変形」を行うときに、どこが高さなのかわかったか。



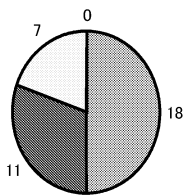
- すぐにわかった
- 少し考えたらわかった
- 時間をかけて考えたらわかった
- 教えてもらうまでわからなかった

2⑭1時間目の授業内容(直角三角形のみの場合)を使って2時間目の授業(すべての三角形の場合)を行うことは楽しかったか。



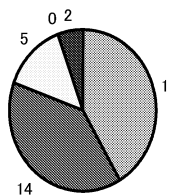
- 楽しかった
- どちらかと言えば楽しかった
- どちらかと言えば楽しなかった
- 楽しなかった

2⑤1時間目の授業内容(等積変形)を2時間目の図形についても使ってみようと思ったか。



- 使ってみようと思った
- 少し使ってみようと思った
- 使えるかどうか迷った
- 使えないと思った

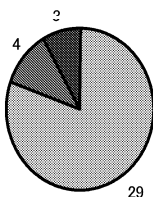
3③少人数学習は必要だと思ったか。



- 必要だと思った
- どちらかと言えば必要だと思った
- どちらかと言えば必要ないと思った
- 必要ないと思った
- 無回答

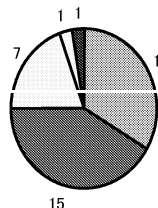
3. 少人数指導についての質問項目

\*あなたは、少人数学習になったとき何組にしましたか。



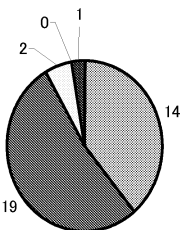
- 2組(アドバイスカラス)
- 1組(セルフクラス)
- 無回答

3④教室を分けることは必要だと思ったか。



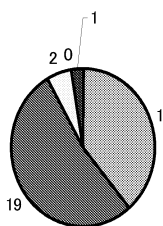
- 必要だと思った
- どちらかと言えば必要だと思った
- どちらかと言えば必要ないと思った
- 必要ないと思った
- 無回答

3①少人数学習は楽しかったか。



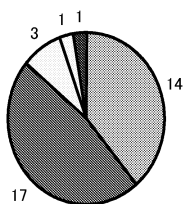
- 楽しかった
- どちらかと言えば楽しかった
- どちらかと言えば楽しくなかった
- 楽しくなかった
- 無回答

3⑤少人数学習は学習内容がわかりやすかったか。



- わかりやすかった
- どちらかと言えばわかりやすかった
- どちらかと言えばわかりにくかった
- わかりにくかった
- 無回答

3②少人数学習は質問しやすかったか。



- 質問しやすかった
- どちらかと言えば質問しやすかった
- どちらかと言えば質問しにくかった
- 質問しにくかった
- 無回答