

要 旨

問題の中の情報と既習の知識や技能を関係付ける力の育成を目指し、学習スキルを意識して問題解決に取り組ませる学習指導の在り方を探った。例題の解決において、学習スキルを使って考えたり使った学習スキルを確認したりする活動に取り組ませることで、学習スキルを「どう使えばよいのか」に対する知識を獲得させ、使うことの有効性を感じさせること（＝学習スキルの獲得度を上げることとする）ができた。それにより、自分で学習スキルを使って問題に働き掛け、問題の中の情報と既習の知識や技能をつなげていく生徒が増えた。

〈キーワード〉 ①学習スキル ②獲得度 ③問題の中の情報と既習の知識や技能を関係付ける力

1 研究の目標

問題の中の情報と既習の知識や技能を関係付ける力を育成するために、学習スキルを意識して問題解決に取り組ませる学習指導の在り方を探る。

2 目標設定の趣旨

中央教育審議会は、「教育課程企画特別部会 論点整理」において、子供に育成すべき資質・能力の1つの柱として、「知っていること・できることをどう使うか」を挙げ、知識・技能を適切に組み合わせ、それらを活用しながら問題を解決していくために必要となる思考力の育成が重要であると述べている。中学校学習指導要領解説数学編においては、数学的に考える力を育むとともに、数学を適切に活用するために、その方法を身に付ける必要があると示されている。

平成27年度佐賀県小・中学校学習状況調査 [12月調査] のWeb 報告書を見ると、活用に関する問題の正答率は、中学1年生48.1%、中学2年生45.1%であり、中学1年生では設問5問中2問で、中学2年生では5問中3問で、おおむね達成の基準を下回っていた。

これまでの自分の授業実践を振り返ってみると、知識や技能を活用する問題においては、情報と知識や技能をつなげながら説明し、黒板で解き方を示す方法を取っていた。これにより、生徒は、数値を変えただけの例題に近い問題は自力で解くことができるが、目新しい問題では、解決に必要な知識や技能を習得しているにも関わらず、問題にどう対応してよいか分からないという状況が見られた。このことは、テストでの無解答にもつながっていたと考えられる。自力解決とまではいなくても、新しい問題に出会ったときに自分なりに解決に向けて取り組ませたいと考える。

布川和彦は、問題解決の過程を、「問題場面の理解が変容することで、自分の持っている算数・数学の知識と問題場面との接点を探っていくこと」⁽¹⁾とし、問題場面の理解の変容を促すために、生徒が自分で問題に働き掛けていくことが必要であると述べている。問題に働き掛け、新しい関係性に気付いたり補助的な問いを見付けたりしていくことで、問題の中の情報と既習の知識や技能がつながり解決に近付いていくことになる。このことを踏まえ、生徒が新しい問題に出会ったときに自ら解決に向けて取り組むようになるには、問題の中の情報と既習の知識や技能を関係付ける力の育成が必要であると考えた。この力を本研究における思考力と捉える。

市川伸一は、問題を解決することができるかは、「状況を図に表し、それを使って考える」「定義に立ち返って考える」などの学習スキルを習得しているかに影響しているとした。市川が示した学習スキルと同一と考えられるものに、方略やストラテジーがあり、それらはいくつかの文献でその有効性が証明されている。ポリアは、問題を解くときの問いや注意をリストにして示しており、「学生が手

近な問題を解くのを助けること」⁽²⁾、「学生が将来自分で問題を解く能力を養うこと」⁽³⁾につながると述べている。

熊倉茂樹は、「問題に何かしらの情報が含まれていると考え、それを引き出すことで解決主体の数学的知識の想起を促し、情報と知識の結び付きを作るための媒介としてストラテジーが機能している」⁽⁴⁾と述べており、学習スキルが、問題の中の情報と既習の知識や技能をつなげるものとして生徒が自分で問題に働き掛けるための道具になり得ることを示している。

しかし、現状では、学習スキルは、教師が問題の解き方を説明したり助言を与えたりする際には使われているが、生徒が自分で問題を解決しようとする場面では、そのほとんどが自発的には使われていないと感じる。生徒が学習スキルを使っているときは、無意識的であり、解き方としてそのまま覚えていく状態であると考えられる。

三宮真智子は、学習スキルについて、学習者自身が自発的に利用しない理由として、①「いつ・どのような場面で使えるのか」という適用条件の知識、②使いこなす技能、③使うことの有効性の実感が、学習者に足りないことを述べている。このことは、生徒が、学習スキルについて「どんな時に使えて」「どう使えばよいのか」に対する知識をもっていて、使うことに有効性を感じていれば、自発的に使って問題に働き掛けるようになることを示している。しかし、学習スキルを自分で選択して使えるには、長い期間での積み重ねが必要である。そこで、まずは、学習スキルの使い方が分かり、「学習スキルを使ってよかった」と感じる経験をもたせることが必要であると考えた。そのために、問題解決の際に、学習スキルを意識して取り組ませることとする。今まで無意識的に使われていたものを学習スキルとして捉えさせるために、一覧表にして提示する。例題の解決において、その中の学習スキルを使って考えたり、使った学習スキルを確認したりする活動に取り組ませる。それらの活動を通して、学習スキルを「どう使えばよいのか」に対する知識を獲得し、使うことの有効性を感じさせることができると考える。これを、学習スキルの獲得度を上げることとする。これにより、問題にどう対応してよいか分からない生徒が、学習スキルを使って問題に働き掛けるようになり、問題の中の情報と既習の知識や技能をつなげ、自ら解決に向けて取り組んでいくことができると考える。

そこで、本研究では、研究テーマ、研究課題を受け、学習スキルを意識して問題解決に取り組ませる学習指導を通して、問題の中の情報と既習の知識や技能を関係付ける力の育成を図ることとする。

3 研究の仮説

例題の解決において、学習スキルを使って考えたり使った学習スキルを確認したりする活動を行えば、学習スキルの獲得度が上がり、問題の中の情報と既習の知識や技能をつなげることができるようになるであろう。

4 研究方法

- (1) 思考の過程や思考力、学習スキル等に関する理論研究
- (2) 実態調査とその結果を基にした指導計画の作成
- (3) 授業実践及び考察、仮説の有効性の検証

5 研究内容

- (1) 思考の過程や思考力の育成、学習スキル等に関する文献や先行研究を基に理論研究を行う。
- (2) 生徒の実態を把握し、それを基に指導計画を作成する。
- (3) 授業実践を行い、ワークシートや小テストの結果を考察する。仮説の有効性を検証する。

6 研究の実際 1 (実践化への手立て)

(1) 文献等による理論研究

学習スキルを「どう使えばよいのか」に対する知識を獲得することについて、野中郁次郎・紺野登が示した知識創造のプロセスを示すSECIモデル(図1)に当てはめて考える。これまでの実践では、生徒にとって学習スキルは、使われている場面はあるが無意識的であり、言葉として表されていない状態(共同化)であった。学習スキルが、一覧表として示されることで形として表され(表出化)、それらを実際に使って考えたり、確認したりすることによって、一覧表で示されたことと経験が結び付くこと(連結化)になると捉える。そこから、その学習スキルを「どう使えばよいのか」に対する知識をもち、問題解決の場面に合わせて取り出せる状態(内面化)に進むと考えられる。

	共同化 (Socialization)	表出化 (Externalization)	連結化 (Combination)	内面化 (Internalization)
知識創造のプロセス	教師から生徒、親から子など、言葉ではなく共有される経験を通して受け継がれる知識としてある状態	誰にでも分かるように言語化された状態	すでにある知識と体系的に結び付き、再構成された状態	実験・経験を繰り返すことで、知識が自分自身のものとして取り入れられた状態
学習スキルについて 使い方に対する知識 を獲得するプロセス	学習スキルについて、教師の説明の中に出てきたり解き方として覚えていたり、使っている場面はあるが無意識的である。	学習スキルが一覧表として示されることで、形として表される。	問題解決の場面で実際に学習スキルを使って考えたり、確認したりすることで、一覧表で示されたことと経験が結び付く。	学習スキルを「どう使えばよいのか」に対する知識をもち、問題解決の場面に合わせて取り出せる。

図1 SECIモデル

(2) 具体的な手立て

ア 「数学の技」一覧表

学習スキルは、問題の中の情報と既習の知識や技能をつなげるものであり、それを使って問題に働き掛けることで、新しい関係性に気付いたり、補助的な問いを見付けたりしていくことができる。これらの観点から、6個の学習スキルを一覧表にまとめ、「数学の技」として、生徒に提示した(資料1)。一覧表に、「どんな時に使えるのか」、「どう使えばよいのか」を言葉で示すことで、生徒が自分で選んだり使ったりする際の指針となるようにしたと考えた。

問題を解くときに使える < 数学の技 >		
どんな時に使えるのか	数学の技	どう使えばよいのか
求めたい数量や証明したいことがらにたどり着く方法がよくわからないとき	①求めたいことから さかのぼる	求めたいことが分かるためには、その前に何が分ればよいのか、それが分かるためには、さらに何が分ればよいのか—というように、前に戻って考えていく。
(1) 問題から読み取れることを整理して答えやすくしたいとき (2) 図や場合の数を求めたいとき	②線や図で表す	(1) 問題から読み取れることを、絵や図、表などに表して整理する。または、もともとある図に書き込む。 (2) どのような場合があるかを、同じ場合が重ならないように樹形図などに表す。
問題から読み取れることや求めたい数量について、表されていることの意味がよくわからないとき	③別の表現で言い換える	よく分からない言葉について、もっと分かりやすい言い方ができないか考える。もともとの意味(定義)は月だつたか考える。
(1) はっきりしていない数量を求めたいとき (2) なぜそのような関係になるのかを説明したいとき	④文字を使って 関係を式に表す	(1) 求めたい数量を文字において、方程式をつくり、それを解く。数量の関係がよくわからないときがつかれないときは、「絵や図で表す」「規則性を見つける」「簡単な数に置き換える」を使う。 (2) 定まらない(はっきりしない)数量を文字において、関係を式に表す。それを整理することで、説明したいことを示す。
2つの数量がどのような関係なのかを知りたいとき	⑤規則性を見つける	2つの数量について図や表で表したのを見て、2つの数量がどのように変わっているのか、決まりを見つける。数がはっきりしていない場合は、「簡単な数に置き換える」(1)を使う。
計算方法や2つの数量の関係を調べたいが、数が複雑であったり、はっきりしていないとき	⑥簡単な数に置き換える	(1) 数量の関係を調べるときに、数がはっきりしていない場合は、片方の数が1、2、3…のときと考えていき、そこから「規則性を見つける」を使う。 (2) 計算方法を調べたいときに、数字が複雑であったりはっきりしていなかったりする場合、わかりやすい数に置き換えて考えてみる。それと同じことを、もとの数で行う。

て、生徒に提示した(資料1)。一覧表に、「どんな時に使えるのか」、「どう使えばよいのか」を言葉で示すことで、生徒が自分で選んだり使ったりする際の指針となるようにしたと考えた。

資料1 「数学の技」一覧表

イ 学習スキルを使って考えたり使った学習スキルを確認したりする活動

例題を示し、与えられた条件や求めたいものについて押さえた後、一覧表の「どんな時に使えるのか」を参考に、どの学習スキルが使えるかを考えさせる。生徒が選んだ学習スキルを黒板に提示し、「どう使えばよいのか」を具体的に伝えながら、解決の見通しをもたせ、問題に取り組ませる。実際に学習スキルを使って考えることで、「どう使えばよいのか」に対する知識について、一覧表で示されたことと経験が結び付くことになる。問題解決を行った後、どの学習スキルをどう使って考えたかを、全体で振り返る。その中で、学習スキルを「どう使えばよいのか」に対する知識を確認し、使うことが問題解決に役立っていることを感じさせる。

(3) 生徒の思考力を高める数学科の学習過程

本研究での思考力を育成するために、学習スキルに着目した。生徒が、学習スキルを使って問題に働き掛けるようになることで、新しい関係性に気付いたり補助的な問いを見付けたりすることができ、問題の中の情報が既習の知識や技能とつながっていくと考える。そのために、例題の解決において、一覧表からどの学習スキルが使えるかを考えさせ、学習スキルを使って問題に取り組ませる。解決後に、学習スキルをどう使って考えたかを振り返らせる。それにより、学習スキルを「どう使えばよいのか」に対する知識を獲得させ、使うことの有効性を感じさせたいと考える（図2）。

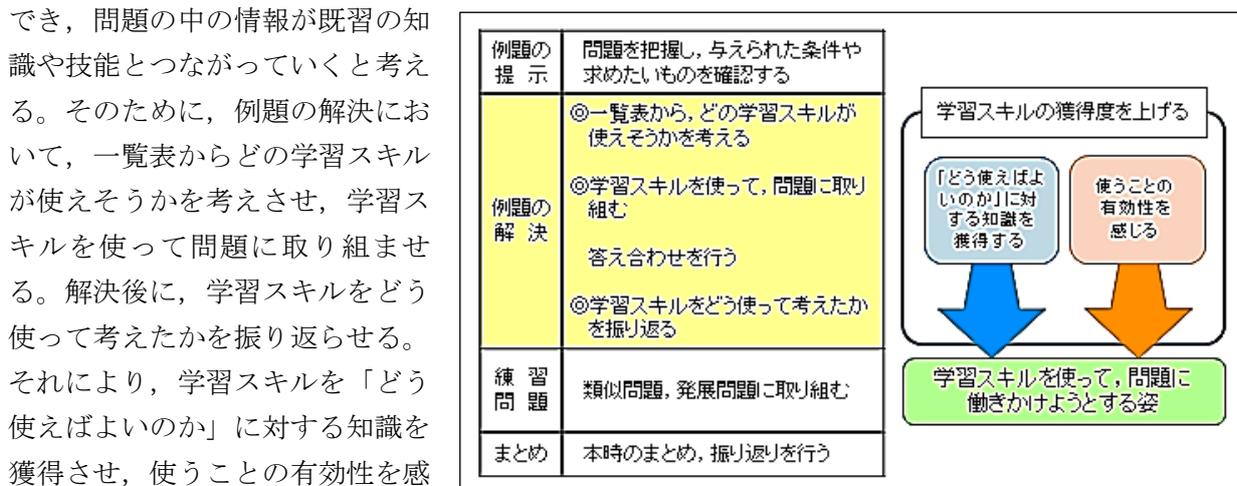


図2 生徒の思考力を高める学習過程

(4) 検証の視点

ア 学習スキルの獲得度の上昇について【検証の視点Ⅰ】

学習スキルを意識して問題解決に取り組んだことが、学習スキルの獲得度を上げることにつながったか。

イ 問題の中の情報と既習の知識や技能を関係付ける力の育成について【検証の視点Ⅱ】

自分で問題に取り組む際に、問題の中の情報と既習の知識や技能をつなげることができたか。

7 研究の実際2（授業実践を通しての結果）

(1) 授業の位置付け

第2学年の「図形と性質の証明」（全17時間）の第7時で検証授業を行い、直角三角形の合同条件を使って図形の性質を証明する問題について扱った。ここでは、仮定から結論が導かれるまでを筋道立てて説明するために、既習内容である平行線と角の性質などを根拠として使っていくことになる。三角形の合同条件を使った証明をすでに学習しているが、苦手意識をもっている生徒が多く事前テストからは、どのように証明を考えたらよいか分からないという様子が見られた。

そこで、例題で、証明の構想や方針を立てる際に、「求めたいことからさかのぼる」、「絵や図で表す」スキルを使って考えさせる。それにより、合同であることを示さなければならない三角形の組や証明に必要な等しい辺や角を見付けやすくなる。例題を解決した後、使った学習スキルについて振り返らせる。これらの取組で、どのように証明を考えればよいか分からなかった生徒が、学習スキルを使って働き掛けるようになれば、見通しをもって証明を書くことができると考えた。

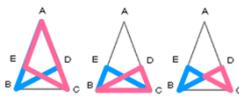
(2) 授業の実際

ア 単元名 図形の性質と証明

イ 本時の目標

直角三角形の合同条件を使って、図形の性質を証明することができる。

ウ 授業記録 (研究に関わる手立て 囲み)

学習活動と教師の働き掛け	生徒の反応
<p>○音声練習シートを使ったペア学習で、証明の根拠となる事柄を押さえる。</p> <p>○学習問題を知る。</p>	
<p>AB = ACの二等辺三角形ABCがあります。</p> <p>B, Cから、それぞれ、AC, ABに垂線BD, CEをひくとき、BE = CDであることを証明しなさい。</p>	
<p>○どのように証明すればいいのかを個人で考える。</p>	
<p>T: 証明をどう進めていけばいいのかわからなかった人は、どんなところでつまづいたのかな。</p> <p>T: 「数学の技」を使って考えることで、どの三角形を使えばいいのかわか合同条件を考えるヒントになるよ。</p>	<p>S: どの三角形を使えばいいのかわからなかった。</p> 
<p>○どの「数学の技」が使えるかを考える。</p>	
<p>T: どの数学の技が使えるか? 「どんな時に使えるか」を読んで考えるといいよ。</p> <p>T: 2番の「絵や図で表す」はすでに使っている人がいたね。他には?</p> <p>T: 1番の「求めたいことからさかのぼる」も使えるさうだね。</p>	<p>S: 2番!</p> <p>S: …1番?</p>
<p>○「数学の技」を使って、どのように証明すればいいのかを考える。</p>	
<p>T: 「絵や図で表す」を使っている人は、問題から分かっていること(仮定)を図にかき込んでいるね。まだできていない人はかき込んでおこう。</p> <p>T: 「求めたいことからさかのぼる」の求めたいことは何かな?</p> <p>T: どの三角形を使えばいいのかわからないという声があったけど、三角形の合同を示したら、どうしてBE = CDが言えるの?</p> <p>T: そうだね。合同な図形の性質が使えるね。3組の三角形の中で、どの三角形が合同であることを示してもBE = CDは言えそう?</p> <p>T: 使う三角形が少し絞られたね。では、図を見てみよう。書き込んだことを使えるのはどちらの三角形の組かな。△ABCは二等辺三角形だね。等しいのは辺だけ?</p> <p>T: 今書き込んだ角も使えるのは、どちらの三角形かな?</p> <p>T: 使う三角形が分かったね。考えやすいように三角形に色をつけておくといいね。これも「絵や図で表す」を使うことになるね。</p> <p>T: 合同が言えるためには、何が分かればいい?</p> <p>T: 仮定だけで合同条件がつかないね。図を見て、他にどの辺や角が等しいことが分かれば、△EBCと△DCBの合同が言えるのか考えてみよう。</p> <p>T: 結論が言えるために、何が言えればいいのかをさかのぼって考えていくことで、仮定から結論までつながったね。(構造図を見せる)</p>	<p>S: (仮定を図にかき込んでいく)</p> <p>S: BE = CD</p> <p>S: 対応する辺とか角が等しくなるから。合同な図形の性質が使える。</p> <p>S: …左の三角形以外! (結論であるBEとCDが含まれている三角形を使えばよいことに気付く)</p> <p>S: 底角も等しい。(図に印をかき込んでいく様子が見られる)</p> <p>S: 真ん中の三角形!</p> <p>S: (三角形に色を付ける)</p> <p>S: 合同条件に合う辺と角が分かればいい。</p> <p>S: (ほとんどの生徒が共通な辺BC = CBを見付けることができ、図に印をかき込んでいる)</p>
<p>○証明を書く。</p>	
<p>○使った「数学の技」について振り返る。</p>	
<p>T: 証明を考えるとき、「求めたいことからさかのぼる」を使うことは、結論が言えるために何が言えればいいのかというふうには、戻って考えていくことだね。どの三角形を使っていかが分かった人、そうやって考えることで、どの三角形の合同を示せばいいのかわかったね。(構造図を振り返る)</p> <p>T: 「絵や図で表す」を使うことは、分かっていることを図にかき込んだり、使う三角形に色をつけたりすることだね。分かっていることをはっきりさせることで、何を考えればいいのか分かりやすくなるね。</p>	 <p>全体で振り返りを行った後、生徒は、「学習スキルを使ったことでどうだったか」をワークシートに記入した(P28資料3)。</p>
<p>○練習問題を解く。</p>	
<p>○本時の学習のまとめをする。</p>	

(3) 考察

ア 【検証の視点Ⅰ】「学習スキルの獲得度の上昇」について

例題において、学習スキルを意識して問題解決に取り組んだことが、学習スキルの獲得度を上げることにつながったかを検証した。ここでの獲得度を上げるとは、学習スキルを「どう使えばよいのか」に対する知識を獲得すること、使うことの有効性を感じることを表している。本時の問題解決において、必要である「求めたいことからさかのぼる」、「絵や図で表す」スキルについて、表1のように考えた。

表1 本時における「求めたいことからさかのぼる」、「絵や図で表す」スキルについて

	どんな学習スキルか	本時の学習においてどう使うか	使うことのよさ	「どう使えばよいのか」に対する知識を獲得することで、どのような姿が見られるか
求めたいことからさかのぼる	求めたいことが分かるにはその前に何が分かればよいのか、それが分かるためには更に何が分かればよいのか、というように前に戻って考えていく。	結論を言うためには、どの三角形の組が合同であることを示せばよいのかを考え、更にその三角形の組が合同であることを言うためには、どの等しい辺や角を示せばよいのかを考えていく。	仮定から結論までの道筋を考えやすくなる。	<ul style="list-style-type: none"> どの三角形の組が合同であることを示せばよいのか分かっている。 仮定から結論までの道筋が繋がっている。
絵や図で表す	問題から読み取れることを、絵や図、表などに表して整理する。または、対象の図にかき込む。	説明の図に、仮定をかき込んだり、使う三角形の組に色を付けたりして、分かっていることをはっきりさせる。	分かっていることがはっきりすることで、仮定以外で三角形の合同を示すのに必要な等しい辺や角が見付けやすくなる。証明が図の中で整理される。	<ul style="list-style-type: none"> 図に仮定がかき込まれている。 仮定以外で三角形の合同を示すのに必要な等しい辺や角を見付けることができている。

このことから、その学習スキルを「どう使えばよいのか」に対する知識を獲得したかについて、事前テストと練習問題のワークシートの記述等を比較することで検証を行った。使い方に対する知識を獲得することで見られる姿をAとB、獲得していない姿をCとして基準を定め、比較した(図3)。今回の検証では、事前テストの段階で、2つの学習スキルについて、使い方に対する知識をすでに獲得していると考えられる生徒(4名)は対象から外し、そうでない生徒(27名)を対象とした。

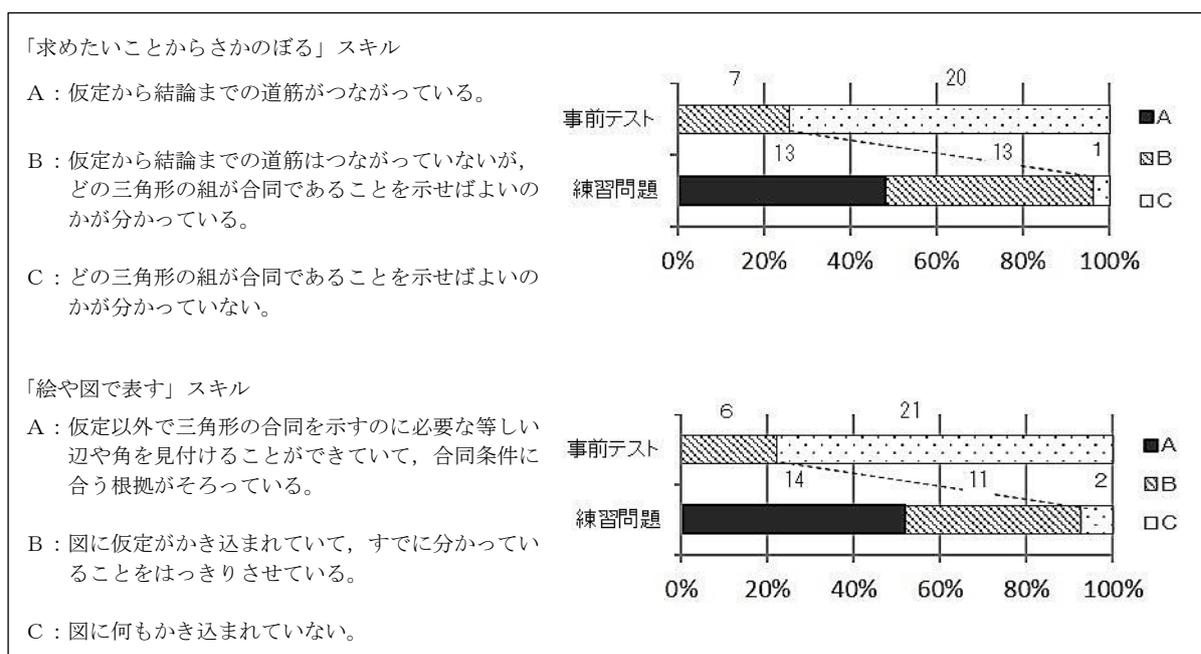
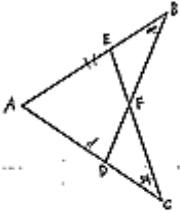
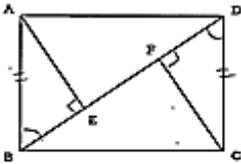


図3 「求めたいことからさかのぼる」、「絵や図で表す」スキルを「どう使えばよいのか」に対する知識の獲得

その結果、学習スキルを「どう使えばよいのか」に対する知識を獲得した生徒が、「求めたいことからさかのぼる」スキルについては7人から26人、「絵や図で表す」スキルについては6人から25人に増加した。また、CからA、CからB、BからAというように、事前テストよりも練習問題の方が上がっていた生徒は、「求めたいことからさかのぼる」スキルが24人、「絵や図で表す」スキルが24人であり、記述に変容が見られた（資料2）。

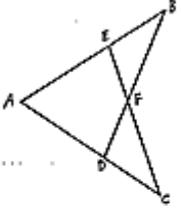
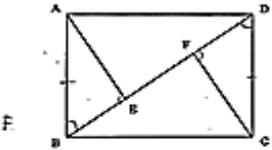
生徒Aの記述

事前テスト	練習問題
 <p> $\angle ACE = \angle ABD$ $CE = BD$ $\triangle BEF \cong \triangle CDF$ 仮定より $\angle ACE = \angle ABD$ </p>	 <p> $\triangle ABE \cong \triangle CDF$ $AE \perp BD, CF \perp AC$ $\angle AEB = \angle CDF = 90^\circ$ 長方形 ABCD より $AB = CD$ 錯角が等しいから $\angle ABE = \angle CDF$ (A, A, A) より $\triangle ABE \cong \triangle CDF$ 合同な図形より対応する辺が等しいから $BE = DF$ </p>

生徒Aは、事前テストでは、仮定を図にかき込んではいませんが、どの三角形の組が合同であることを示せばよいのかが分かっていないため、それ以上進めることができていなかった。しかし、練習問題では、「求めたいことからさかのぼる」スキルを使うことで、どの三角形の組が合同であることを

示せばよいのかが分かっており、記述に誤りはあるが（錯角が等しいでは不十分）、仮定から結論までの道筋がつながっている。

生徒Bの記述

事前テスト	練習問題
 <p> $\triangle ACE \cong \triangle BDF$ より 仮定より $AB = AC$ $\angle ACE = \angle ABD$ 対頂角が等しいから $\angle AEF = \angle BFC$ (A, A, A) より 1つ辺と2つの角がそれぞれ等しいから $\triangle ACE \cong \triangle BDF$ 対応する辺の長さは等しいから $CE = BD$ </p>	 <p> $\triangle ABE \cong \triangle CDF$ $BD \perp AC, AC \perp BD$ $\angle AEB = \angle CDF = 90^\circ$ 長方形 ABCD より $AB = CD$ 対頂角が等しいから $\angle ABE = \angle CDF$ (A, A, A) より $\triangle ABE \cong \triangle CDF$ 合同な図形より対応する辺が等しいから $BE = DF$ </p>

生徒Bは、事前テストでは、どの三角形の組が合同であることを示せばよいのかは分かっているが、図にかき込みがないため、仮定以外で合同を示すのに必要な等しい角を正しく見付けることができていなかった。しかし、練習問題では、「絵や図で表す」スキルを使うことで、仮定以外の等しい辺

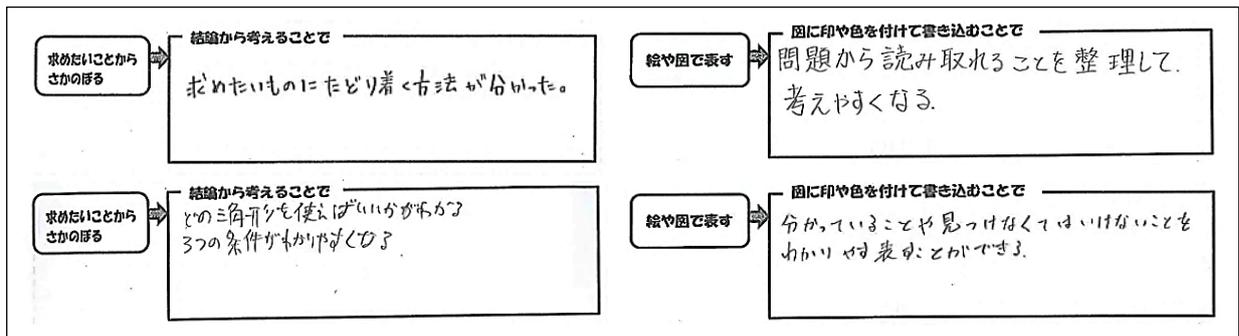
や角を見付け、合同条件に合う根拠をそろえることができています。

資料2 事前テストと練習問題における生徒の記述の変容

学習スキルを使うことの有効性を感じたかについては、例題の解決後に「学習スキルを使ったことでどうだったか」をワークシートに記述させることで検証を行った。ワークシートの記述を、図4のように、有効性を感じている記述を◎と○、そうでない記述を△として3つに分類すると、27人中26人の生徒に、2つの学習スキルを使うことの有効性を感じている記述が見られた（資料3）。

◎：その学習スキルを使うことよさが、自分の言葉で示されている。
 ○：その学習スキルを使うことよさを具体的に示すことはできていないが、「わかりやすくなった」など有効性を感じていると見られる記述がある。
 △：有効性を感じる言葉がない。または何も書いていない。

図4 学習スキルを使うことの有効性を感じているかについての基準



資料3 「学習スキルを使ったことでどうだったか」についての記述

有効性の実感と「どう使えばよいのか」に対する知識の獲得を合わせて示すと、使い方に対する知識の獲得がAかBで、有効性の実感が◎か○である生徒は、「求めたいことからさかのぼる」スキルが25人、「絵や図で表す」スキルが24人であった（図5）。

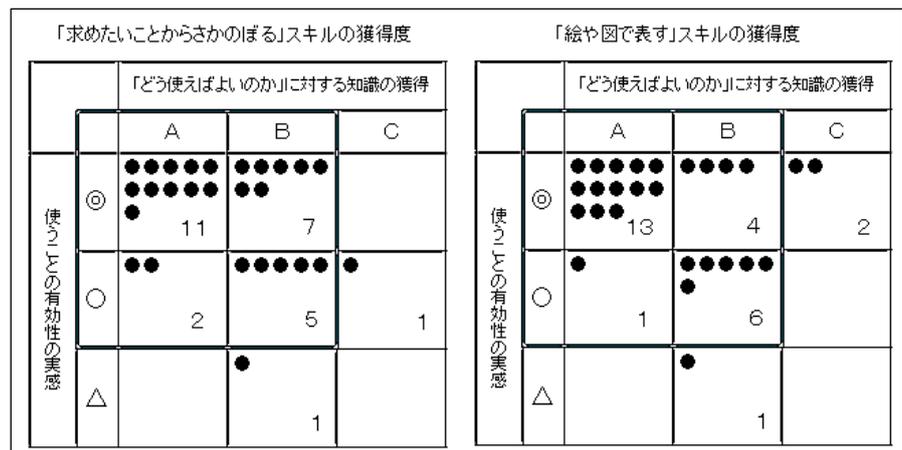


図5 「求めたいことからさかのぼる」、「絵や図で表す」スキルの獲得度

これは、対象生徒の約9割に当たる。このことから、多くの生徒にとって、学習スキルを意識して問題解決に取り組んだことは、学習スキルの獲得度を上げることにつながったと言える。

また、振り返りシートの記述から獲得度を上げた生徒が、練習問題で学習スキルを使って考えたことで、有効性の実感を更に深めることになったと考えられる（資料4）。

絵や図であらわすことで、問題の肉づきを整理して、わかりやすく持っせし、けつろんから考えることで、求めたいものが考えやすくなった。これからも「数学の技」を使ってがんばりたい。

資料4 生徒の振り返りシートの記述

今回対象外とした生徒は、今までの証明の学習の中で2つの学習スキルをすでに獲得しているのではないかと考え、検証から外していたが、振り返りシートからそれを裏付ける記述が見られた（資料5）。これらの生徒にとっても、学習スキルを意識して使ったことは、自分がどのように考えていたかを確認することになり、別の場面でも学習スキルを使って問題に働き掛けることにつながると考える。

かつうにかつていいるこじが「数学の技」らしいたうたのてすくはがしぬん。

資料5 生徒の振り返りシートの記述

イ 【検証の視点Ⅱ】「問題の中の情報と既習の知識や技能を関係付ける力の育成」について

問題の中の情報と既習の知識や技能をつなげることができたかについて事前と事後のテストで、証明の中に既習の知識をどのくらい根拠として使えていたかで検証を行った。事前テストでは3つ事後テストでは4つの既習の知識を使って証明を書くことになる（資料6）。

事前と事後のテストで記述を比較すると、既習の知識を1つも使えなかった生徒が25人から7人に減っていることが分かる（表2）。事後テストでは、20人の生徒が、既習の知識を根拠として使って証明を記述しており、事前テストの記述に比べて、根拠として使った数に増加が見られた（資料7）。

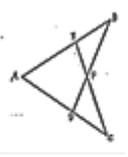
このことは学習スキルを使って問題に働き掛けるようになったことで、問題の中の情報と既習の知識や技能をつなげることができたことを示している。

また、既習の知識を正しく使って証明の記述ができなかった生徒についても、事前テストでは白紙であった解答が、事後テストでは図のかき込みや証明の記述が見られるようになっていた。

振返りシートの記術からも、前向きな気持ちを感じることができた（資料8）。問題にどう対応していいか分からなかった生徒にとって、学習スキルを使って問題に働き掛けたことが、解決に向けて取り組んでいこうとする姿勢につながったと言える。

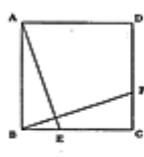
事前テスト

(証明)
 $\triangle ABD$ と $\triangle ACE$ で
 仮定より
 $AB=AC \dots \textcircled{1}$
 $\angle ACE=\angle ABD \dots \textcircled{2}$
共通な角なので
 $\angle BAD=\angle CAE \dots \textcircled{3}$
 $\textcircled{1}\textcircled{2}\textcircled{3}$ より
1組の辺とその両端の角がそれぞれ等しいので、
 $\triangle ABD \cong \triangle ACE$
合同な図形では対応する辺の長さは等しいので
 $CE=BD$



事後テスト

(証明)
 $\triangle ABE$ と $\triangle CEF$ で
 仮定より
 $AE=BF \dots \textcircled{1}$
正方形の辺の長さは等しいので
 $AB=BC \dots \textcircled{2}$
正方形の角の大きさは等しいので
 $\angle ABE=\angle BCF=90^\circ \dots \textcircled{3}$
 $\textcircled{1}\textcircled{2}\textcircled{3}$ より
直角三角形の斜辺と他の1辺がそれぞれ等しいので、
 $\triangle ABE \cong \triangle CEF$
合同な図形では対応する辺の長さは等しいので
 $BE=CF$



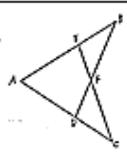
資料6 事前テストと事後テストの証明の記述

表2 生徒の記述で、証明の中に既習の知識を根拠として使っていた数

	0	1	2	3	4
事前テスト	25	2	0	0	
事後テスト	7	5	2	5	8

事前テスト

仮定より
 $\angle ACE=\angle ABD$
 $AB=AC \dots \textcircled{1}$
 $BE=CE \dots \textcircled{2}$
 2組の辺とその間の角がそれぞれ等しいので
両端等しいと両角等しいので
 $CE=BD$

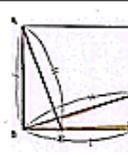


既習の知識を正しく根拠として使うことができていない

➔

事後テスト

(証明)
 $\triangle ABE \cong \triangle CEF$ ㉞
正方形だから
 $AB=BC \dots \textcircled{1}$
正方形だから
 $\angle ABE=\angle BCF=90^\circ \dots \textcircled{2}$
 仮定より
 $AE=BF \dots \textcircled{3}$
 $\textcircled{1}\textcircled{2}\textcircled{3}$ より
直角三角形の斜辺と他の1辺がそれぞれ等しいので
 $\triangle ABE \cong \triangle CEF$
合同な図形では対応する辺の長さは等しいので
 $BE=CF$



既習の知識を4つ根拠として使うことができています

資料7 事前テストと事後テストにおける生徒の記述の変容

ま、白の紙に証明を書くのはむずかしくて考えにくかったけど、
 技を使うことで分かりやすくなった。
もう少し理解を深め、できるようにになりたい。

前より解きやすくなったように感じたので良かった。
もう少しがんばろうと思った。

資料8 生徒の振返りシートの記述

8 研究のまとめと今後の課題

(1) 研究のまとめ

本研究では、問題の中の情報と既習の知識や技能を関係付ける力の育成を目指し、学習スキルを意識して問題解決に取り組ませる学習指導の在り方を探った。例題の解決において、学習スキルを使って考えたり使った学習スキルを確認したりする活動に取り組ませたことで、生徒は、学習スキルを「どう使えばよいのか」に対する知識を獲得し、使うことの有効性を感じる（＝学習スキルの獲得度を上げる）ことができた。その結果、自分で学習スキルを使って問題に働き掛け、問題の中の情報と既習の知識や技能をつなげていく生徒が増えた。また、問題にどう対応していいか分からなかった生徒に、解決に向けて取り組んでいこうとする姿勢が見られるようになった。

これらのことから、学習スキルを意識して問題解決に取り組ませる学習指導は、問題の中の情報と既習の知識や技能を関係付ける力を育成するのに有効であったと言える。

(2) 今後の課題

本研究の実践を通して、より多くの生徒が学習スキルを使って問題に働き掛けていくようになるために、今後は以下のことに取り組んでいきたい。

- ・単元に合わせ、学習スキルの獲得度を上げていくと共に、生徒が自分で選択して学習スキルを使っていくことができるように、「どんな時に使えるのか」に対する知識を獲得させていくこと
- ・学習スキルの一覧表について、内容や提示方法を考えていくこと
- ・学習スキルを使うことの有効性をより感じる学習指導法を探っていくこと

《引用文献》

- (1) 布川 和彦 「問題解決過程の研究と学習過程の探求」
『日本数学教育学会誌』 第87巻, 第4号
- (2)(3) G. ポリア 『いかにして問題をとくか』 昭和29年 丸善出版
- (4) 熊倉 茂樹 「数学教育におけるストラテジー指導に関する研究」 『数学教育研究』
第48巻, 第1号

《参考文献》

- ・中央教育審議会 「教育課程企画特別部会 論点整理」 平成27年
- ・文部科学省 『中学校学習指導要領解説数学編』 平成27年 東洋館出版社
- ・市川 伸一編著 『学習を支える認知カウンセリング』 1993年 ブレーン出版
- ・市川 伸一編著 『学ぶ意欲と学習スキルを育てる』 2004年 小学館出版
- ・三宮 真智子編著 『メタ認知 学習力を支える高次認知機能』 2008年 北大路書房
- ・野中 郁次郎・紺野 登 『知識創造の方法論』 2003年 東洋経済進法社
- ・芹沢 光雄 『いかにして問題をとくか 実践活用編』 2012年 丸善出版
- ・古藤 怜編著 『問題解決におけるストラテジーの指導』 1985年 明治図書
- ・石田 淳一等編著 『算数の問題解決ストラテジー』 昭和61年 東洋館出版社
- ・片桐 重雄 『数学的な考え方の具体化と指導』 2004年 明治図書