

高等学校数学科における協同的探究学習による思考
活性型興味とわかる学力の向上を目指した授業開発
と効果の検討

メタデータ	言語: jpn 出版者: 公開日: 2021-04-20 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 久保, 雅央 メールアドレス: 所属:
URL	https://doi.org/10.14945/00028174

高等学校数学科における協同的探究学習による思考活性型興味 とわかる学力の向上を目指した授業開発と効果の検討

久保 雅央

1. 問題の所在と目的

(1) 数学に対する興味の低さ

近年、高等学校における数学教育では、数学の学習に対する興味が低いことが様々な調査から明らかになっている。PISA 調査(2003, 2012)によると、数学に対する興味・関心は他の国に比べて明らかに低い傾向にあり、特に「数学で学ぶ内容に興味がある」と肯定的に回答した日本の高校1年生は2003年において32.5%で、OECD平均は53.1%と20.6ポイント下回っている。また、2012年の同項目において肯定的な回答をした日本の高校1年生は37.8%だったのに対し、OECD平均は53.1%と15.3ポイント下回っている。この9年間でOECD平均との差は縮まっているが、依然としてその差は大きく、日本の数学教育の大きな課題であるといえるだろう。

(2) 数学に対する思考活性型興味

数学に対する興味を高める先行研究には様々なものがある。例えば、犬塚・佐宗・中村(2019)は、数学嫌いを抑制するために集団授業で学習者同士の意見交換の機会を設けることが有効であると指摘した。また相馬(1992)は、1つの問題に対して、生徒の多様な見方や考え方を取り上げることで、学習意欲を喚起し、問題解決能力を養うことにつながると述べた。しかし、数学に対する興味について考えた時、「問題が解けたから楽しい」という興味と「色々な知識がつながっていて楽しい」という興味では、興味の深さが異なるだろう。田中・市川(2017)は、興味の深さについて「時間的持続」「内容本質性」「価値随伴性」の3つの軸があるという「鼎様相モデル」を提唱し、「価値随伴性」は、感情にのみうったえる形で喚起される興味に比べ、学習内容に内在する価値の認知を伴ったより深い興味であるとした。田中(2015)は、「価値随伴性」を軸にした理科の興味を分類する尺度を作成し、浅い興味として「実験体験型興味」「驚き発見型興味」「達成感情型興味」、深い興味として「知識獲得型興味」「思考活性型興味」「日常関連型興味」の因子を抽出し、深い興味を有する生徒は、意味理解方略を用い、積極的に学習を行う傾向にあると指摘した。このことは、深い興味の低さが「数学で学ぶ内容に興味がありません」という数学教育の課題であり、「思考活性型興味」等の深い興味を向上させる指導法が必要であることを示している。

「思考活性型興味」を高める研究として、寺沢・町(2019)は理科に対する「思考活性型興味」について、オープンエンドのパフォーマンス課題と議論を組み合わせることで高まる可能性を示したが、数学における「思考活性型興味」に焦点を当てた研究の蓄積は十分とはいえない。

(3) わかる学力の低さ

また日本の数学教育の課題として、手続き的な問題は解けるが、思考の伴う問題については相対的に解けないという点が指摘されている。PISA 調査(2003, 2012)によると、解法がひとつに定まる定型問題の正答率が高いが、多様な解決方法が可能な非定型問題の正答率は相対的に低い傾向にあった。2003年の調査では、公開されている定型問題について、日本の生徒の正答率がOECD

の平均正答率よりも5%以上高かったのは、23問のうち18問で78.2%を占めているのに対して、非定型問題では8問のうち3問の37.5%であった。また2012年の調査では、非定型問題に分類可能な問題は少ないが、同様の方法で分類し比較・検討した結果、定型問題は11問のうち7問の63.6%に対して、非定型問題では2問のうち1問の50.0%であった。

この点について藤村(2012)は、学力について認知心理学の視点から、一定の手続きを適用して定型問題を解決する「できる学力」と、自分自身で多様な知識を関連づけ、非定型問題の解決を導いたり、諸事象を深く理解したりする「わかる学力」に区別した。そして、日本の生徒の特徴として、定型問題を解決する「できる学力」は高いが、非定型問題を解決・探究する「わかる学力」が相対的に低い傾向にあると指摘した。高等学校学習指導要領(2018)においても、知識の暗記や反復のみではなく、知識同士を関連づけ、活用する「深い学び」が重視されており、この「わかる学力」の低さは高等学校の数学科でも課題といえる。

(4) 協同的探究学習

「わかる学力」を高める方法の1つとして藤村(2012)は、「協同的探究学習」を提案した。協同的探究学習とは、子ども一人ひとりの継続的個別探究と、クラス全体での協同探究によって、「わかる学力」の向上を目的とした教授法である。「わかる学力」が向上するメカニズムは、各個人のもつ多様な既有知識が、個別探究過程と協同探究過程を経て、個人内、また個人間で関連づけられ、さらに再度の個別探究の機会があることで、再構造化されて本質が明確化していくというものである。また、協同的探究学習はその一部に解法が1つに限定されないオープンな問題と議論を取り入れているため、協同的探究学習により、「わかる学力」とともに「思考活性型興味」の向上も期待できる。そこで本研究では、「思考活性型興味」と「わかる学力」の向上を目指して、協同的探究学習を取り入れ、効果の検討を行うこととした。

(5) 本研究の目的

以上のことを踏まえ、本研究では、日本の高等学校数学教育の課題としてあげられている「数学に対する興味の低さ」と「数学の『わかる学力』の低さ」に対して、高等学校数学科において「思考活性型興味」と「わかる学力」を向上させるために協同的探究学習を取り入れた授業開発を行い、その効果を検討することを目的とする。

2. 本研究における協同的探究学習の学習過程

A 高等学校の生徒157名を対象に、7月上旬から下旬にかけて、数学Aの単元「平面図形」において、3時間(実践I, II, III)の授業を行った。授業では協同的探究学習の学習過程を基本(図1)に、各学習過程で以下の手立てを講じることとした。

(1) 確認問題

授業の導入時に、「個別探究I」に入る前に「確認問題」を設定した。藤村(2012)は、「確認問題」を設定していなかったが、本研究に

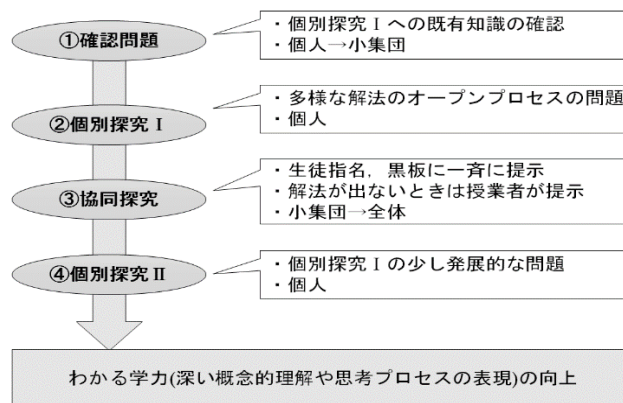


図1 本実践における協同的探究学習の学習過程

において、既存知識が中学段階のものであり、新しいことを学習するのに、「確認問題」により既習事項を確認共有する必要があったためである。

(2) 個別探究 I

「個別探究 I」について、藤村・橘(2018)は多様な解・解法・解釈などが可能な問題である非定型問題を用いたが、何に対して多様であるかが曖昧であった。島田(1995)は問題を、解答が正答か誤答か(不完全解答も含めて)のいずれであり、正答が1つしかないクローズドな問題と、正答がいく通りにもなるオープンな問題に分類した。さらに福永(2012)は、1つの問題に対し、複数の答えがある指導法をオープンエンドアプローチ、1つの問題に対して複数の解き方がある指導法をオープンプロセスアプローチ、1つの問題や式や量に対し、複数の問題ができる指導法をオープンプロブレムアプローチとまとめた。本研究では、これらの中から多様な解法のあるオープンプロセスの問題を取り上げることとした。

(3) 協同探究

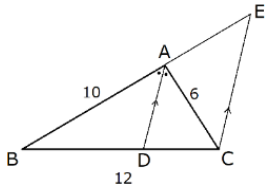
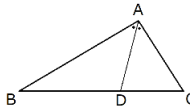
協同的探究学習において、多様な解の類似点や相違点を比較しながら、それらにどのようなつながりがあるのかを考える「協同探究」は重要な活動である。しかし、多様な考え方の取り上げ方のパターンには様々な形式が考えられ、それぞれには、長所や短所がある(相馬, 1992)。本研究では、それぞれの考え方を比較しやすいように、個別探究 I の机間指導の時に生徒を指名し、考え方を予め板書させることで、複数の生徒の考え方を一度に取り上げることができるようにした。また、個別探究 I で生徒から多様な解法が出てこない場合には、協同探究における議論を深めるのに必要な解法を授業者から提示した。

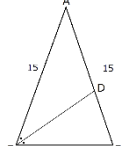
(4) 個別探究 II

実践 II では実践 I の考え、実践 III では実践 I, II の考えを用いて解くことのできる課題を設定し、学習した既存知識の活用が促されるようにした。また、「個別探究 II」では、「個別探究 I」よりも少し発展的な問題を作成したが、難易度をあげすぎないように注意した。

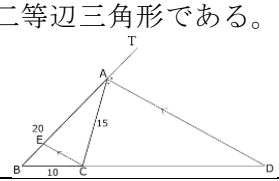
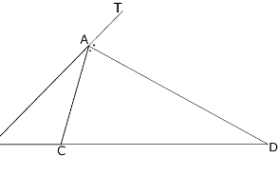
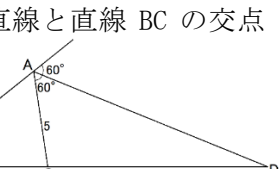
3. 実践

(1) 実践 I 「三角形の内角の二等分線の性質」の協同的探究学習の学習過程

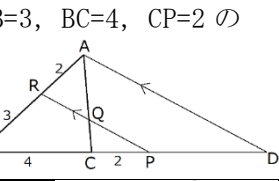
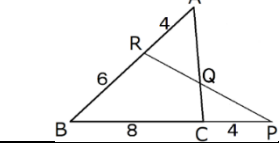
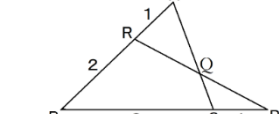
<p>①確認問題</p>	<p>図において、線分 AD と線分 EC は平行であり、$\triangle AEC$ は二等辺三角形である。 $AB=10$, $BC=12$, $AC=6$ のとき、 『BD:DC』 を求めよ。また、$\triangle AEC$ が二等辺三角形になることを説明せよ。</p>	
<p>②個別探究 I (導入問題)</p>	<p>$\triangle ABC$ の$\angle A$の二等分線と辺 BC の交点を D とする。このとき、 『AB:AC=BD:DC』 を説明せよ。また、色々な補助線を考え、別解を考えよ。</p>	
<p>③協同探究</p>	<p>出てきた答えを分類してみよう！その理由(タイトル)も書こう！</p>	

④個別探究Ⅱ (展開問題)	右図のように、 $AB=15$ 、 $AC=15$ 、 $BC=10$ の三角形において、 $\angle B$ の二等分線と辺 AC の交点を D とする。このとき、 $AD:DC$ を求めよ。また、その後、補助線を引いて成り立つ理由を説明せよ。	
------------------	--	---

(2) 実践Ⅱ「三角形の外角の二等分線の性質」の協同的探究学習の学習過程

①確認問題	図において、線分 AD と線分 EC は平行であり、 $\triangle AEC$ は二等辺三角形である。 $AB=20$ 、 $BC=10$ 、 $AC=15$ のとき、 『 $BD:DC$ 』 を求めよ。	
②個別探究Ⅰ (導入問題)	$\triangle ABC$ の $\angle A$ の外角の二等分線直線 BC の交点を D とする。このとき、 『 $AB:AC=BD:DC$ 』 を説明せよ。また、色々な補助線を考え、別解を考えよ。	
③協同探究	出てきた答えを分類してみよう！その理由(タイトル)も書こう！	
④個別探究Ⅱ (展開問題)	図のように、 $\angle A$ の外角がそれぞれ 60° になるような直線と直線 BC の交点を D とする。 $AB=8$ 、 $AC=5$ 、 $BC=7$ のとき、 (1) $BD:DC$ (2)線分 CD (3)線分 AD をそれぞれ求めよ。	

(3) 実践Ⅲ「メネラウスの定理」の協同的探究学習の学習過程

①確認問題	図において、線分 AD と線分 RP は平行である。 $AR=2$ 、 $RB=3$ 、 $BC=4$ 、 $CP=2$ のとき、 (1) $BP:PD$ (2) $CQ:QA$ を求めよ。	
②個別探究Ⅰ (導入問題)	図において、 $AR=4$ 、 $RB=6$ 、 $BC=8$ 、 $CP=4$ のとき、 『 $CQ:QA$ 』 を求めよ。また、別の方法で求めよ。	
③協同探究	まとめ(補助線のコツを見つけよう！)	
④個別探究Ⅱ (展開問題)	図のように、 $AR=1$ 、 $RB=2$ 、 $BC=3$ 、 $CP=1$ のとき、 (1) $CQ:QA$ (2) $RQ:QP$ について、それぞれ補助線を引いて求めよ。	

4. 実践Ⅰ, Ⅱ, Ⅲの効果測定方法

(1) 数学に対する興味への効果

田中(2015)の「理科に対する興味尺度」において、抽出された6因子のうち、「実験体験型興味」を除いた5因子の質問項目の内容を「数学に対する興味尺度」に変更して、内容の一部修正・追加を行い、全25の質問項目から成る「数学に対する興味尺度」を作成した(表1)。「実験体験型興味」を除いたのは、数学で実験を行うことがほとんどないためである。大学院生、大学教員の2名で質問項目の内容を検討したことから、尺度について一定の表面的妥当性は確保されたと考

えた。25項目の内訳は、日常関連8項目、達成感情4項目、知識獲得4項目、思考活性6項目、驚き発見3項目である。A高等学校1年生4クラス(153名)に対して、実践前の6月、実践後7月の計2回調査を行い、数学の勉強のどのような所がおもしろいと思うかについて、各質問項目の内容があてはまるかを、「1. そう思わない」から「5. そう思う」の中から5件法で解答を求め、1～5点を配点した。それぞれの因子項目得点の平均値により、効果の検討を行った。

表1 「数学に対する興味尺度」の因子別質問項目(一部)

因子	質問項目	
日常関連 (8項目)	1. 自分の生活とつながっているから	等
	11. 身近で起こっていることと関係があるから	
達成感情 (4項目)	2. わかるようになった時うれしいから	等
	21. 自分で答えを見つけ出した時うれしいから	
知識獲得 (4項目)	12. 新しいことを学べるから	等
	22. 自分の知っていることが増えるから	
思考活性 (6項目)	14. 自分でじっくり考えられるから	等
	18. 色々な知識がつながっていることがわかるから	
驚き発見 (3項目)	19. 「あっ」と驚くことがあるから	等
	24. 知って意外だと思うことがあるから	

(2) 「わかる学力」への効果

実践Ⅲにおいて、協同探究による「わかる学力」への効果の検討を行うために、個別探究Ⅰの後に、協同探究を行う2クラス(介入群76名)と、協同探究を行わない2クラス(対照群77名)を設定し、個別探究Ⅱの展開問題において基本問題と応用問題を出題し、両群の間でそれらの正答率に差があるかを検討した。基本問題としては、導入問題の数字を変えたのみの問題、応用問題としては、補助線を少し工夫しなければ解答を求めることが難しい問題を設定した。

5. 結果と考察

(1) 数学に対する興味への効果

各因子における α 係数は、それぞれ $\alpha=.93, .94, .89, .88, .82$ と十分な内的整合性が確保されていたため尺度として採用することにした。実践前後の各因子項目の得点の平均値を比較するため、対応のある t 検定を行った(表2)。その結果、実践後の「思考活性型興味」が有意に向上したことが示された($t(149)=2.01, p<.05$)。一方、他の因子については、実践前後で得点差は検出されなかった。

表2 数学に対する興味への効果

因子名	時期		t 値
	実践前	実践後	
日常関連	2.84(.88)	2.79(.95)	0.73
達成感情	4.03(1.08)	4.02(1.00)	0.09
知識獲得	3.28(.96)	3.40(1.02)	1.53
思考活性	3.22(.88)	3.37(.91)	2.01*
驚き発見	3.23(.99)	3.28(1.03)	0.49

注) 数値は平均値とSD(括弧内)

* $p<.05$

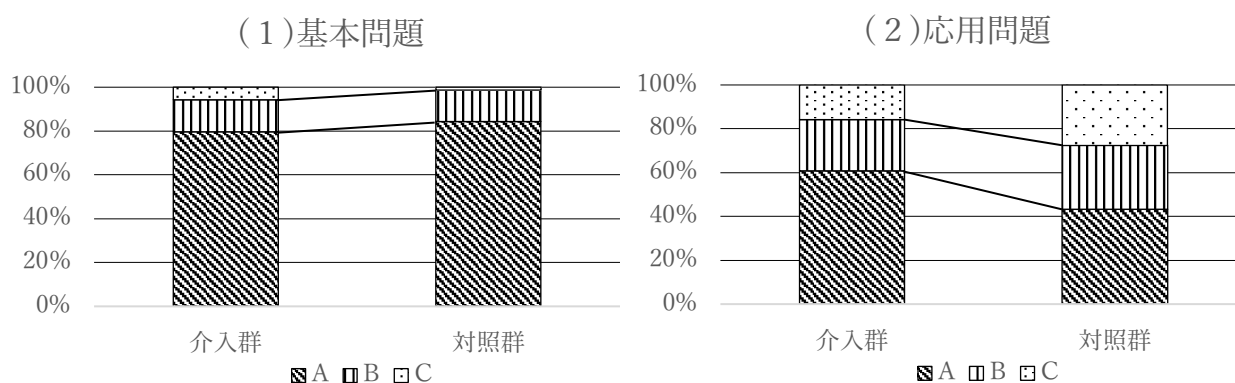


図2 「わかる学力」への効果

(2) 「わかる学力」への効果

実践Ⅲにおける個別探究Ⅱの基本問題・応用問題について、ルーブリック(A:正答, B:解を求められる補助線を引いている, C:白紙または関係のない線を引いている)を作成し、評価した(図2)。その結果, 基本問題では, 介入群はAが55名, Bが10名, Cが4名だったのに対し, 対照群はAが64名, Bが11名, Cが1名であった。また, 応用問題では, 介入群はAが42名, Bが16名, Cが11名だったのに対し, 対照群はAが33名, Bが22名, Cが21名であった。両群の3段階評価(A, B, C)の出現度数の偏りを検討するために, 基本問題と応用問題それぞれについて, χ^2 検定を行った結果, 基本問題では $\chi^2(2)=2.20$, *n.s.*で有意差が認められなかったが, 応用問題では $\chi^2(2)=4.83$, $p<.10$ で有意傾向が見られ, 残差分析の結果, 介入群のA評価が対照群のA評価より多いことが示された($p<.05$)。

(3) 考察

本研究では, 協同的探究学習を取り入れた授業を高等学校で行い, 「思考活性型興味」が向上したことを示した。また実践Ⅲにおいて, 協同的探究学習の有無で「わかる学力」への効果を検証した結果, 基本問題では, 協同的探究学習の効果は検出されなかったが, 応用問題では, 協同探究を行ったクラスの方が, A評価が多い傾向にあることを示した。これは, 協同的探究学習により多様な解法を比較し, 自分の考えと他者の考えを関連づけることで, 考える楽しさやより深い理解につながったためだろう。本研究は, 日本の数学教育の課題である, 「数学に対する興味」と「わかる学力」の向上において一定の効果を示した。これは, 日本の高等学校の数学における授業改善に一つの示唆を与えることができるだろう。

●主要・参考文献

- ・田中瑛津子(2015). 理科に対する興味の分類-意味理解方略と学習行動との関連に着目して-教育心理学研究, 63, 23-36
- ・藤村宣之・橘春菜(2018). 協同的探究学習で育む「わかる学力」-豊かな学びと育ちを支えるために- ミネルヴァ書房