

中学校数学科における思考力・判断力・表現力を  
育成する学習指導

—思考過程を表現し伝えあう活動を通して—

増山由貴子・山口陽弘

群馬大学教育実践研究 別刷

第39号 227～234頁 2022

群馬大学共同教育学部 附属教育実践センター



# 中学校数学科における思考力・判断力・表現力を 育成する学習指導

—思考過程を表現し伝えあう活動を通して—

増山由貴子<sup>1)</sup>・山口陽弘<sup>2)</sup>

1) 桐生市立清流中学校

2) 群馬大学大学院教育学研究科教職リーダー講座

## Cultivating Students' Ability to Think, Reason, and Represent Their Views in Mathematics Education at Junior High School: Through Activities in Which Students are Engaged to Express and Convey Their Thinking Processes

Yukiko MASUYAMA<sup>1)</sup> Akihiro YAMAGUCHI<sup>2)</sup>

1) Seiryu Junior High School

2) Program for Leadership in Education, Graduate School of Education, Gunma University

キーワード：教職大学院，中学校数学科教育，思考力，表現力，表現力

Keywords: Program for Leadership in Education, Mathematics Education at Junior High School,  
Ability to Think, Reason, and Represent

(提出年月日：2021年10月24日)

### 1 問題

#### (1) 生徒における課題

中学校数学における平成30年度全国学力・学習状況調査を検討したところ、「数学A（主として知識）」に関しては全国・勤務校ともに4領域で高い正答率を示し、7割近い結果となった。しかし「数学B（活用）」に関しては、勤務校での結果は、全国を少し上回ったにとどまり、平均正答率は5割ほどで、定着された知識・技能が十分活用できているとは言えないと考えた。さらに生徒が自身の考えを数学的な表現を用いて説明する問題に対しては、正答率が半分を下回り、特に無解答率が高い結果がみられるという課題があった。

#### (2) 教師における課題

同じく中学校数学科の全国学力学習状況調査学校質問紙の回答結果を見ると、9割以上の教師が習得・活用及び探究の学習過程を見通した指導方法の改善及び工夫を行っていると答えている。しかし生徒の回答を見ると、自分の考えがうまく伝わるよう資料や文章、話の組立てなどを工夫して発表していたと答えたのは5割ほどであった。要するに、教師が指導の段階で改善したことが、生徒には十分達成されておらず、両者に乖離がみられるのである。

第一著者自身の授業実践を振り返ってみても、スキル重視（技能の習得）の授業を重点に行い、生徒が数や図形の性質を見いだす場面や、数学的表現を用いて自分の考えを説明して、伝えあう場面を設ける時間が少なかったと反省している。

結果的に生徒は、計算等の数学的なスキルは身につけられることは多かったが、深いレベルでの概念的な理解が深まらず、思考力等が不十分であった。以上のような問題意識のもとに本実践研究を行った。

## 2 目指す生徒像

以上を踏まえ、本研究では問題に対し自分の考えを持ち、その思考過程を説明し伝え合う活動を通して、さらに自分の考えを深めたり広げたりすることを生徒に促す。そして、これらの活動を振り返ることで、自らの学びとそこから得られた新たな課題を自覚化することが「思考力・判断力・表現力」の育成につながる考えた。

よって、本実践研究における目指す生徒像を「数学的表現を用いて思考過程を説明できる生徒」とする。

## 3 本研究の手立て

藤村ほか(2018)は、特定の手続き的知識・スキルを適用して解決する「できる学力」と、多様な解決方法が可能な非定型問題を解決する「わかる学力」に区分している。さらに、「できる学力」の向上は、関連づけの対象としての知識・スキルを増加させることで「わかる学力」がさらに向上し、一方で「わかる学力」の向上は学習の文脈を豊かにし、知識・スキルの有用

性を認識させることで「できる学力」の形成につながると述べている。

ここから筆者らは、「できる学力」と「わかる学力」は「学力の両輪」として相互補完的・促進的な関係にあると考える。その上で本研究では以下に示す、4点を手立てとして取り入れ、「できる学力」と「わかる学力」の相互促進的な向上を目指す。これを研究構想図にまとめたのが図1である。

### (1)「手立て1」 活用問題の工夫

生徒が、意欲的に活用問題の解決に取り組むためには、「この問題ならば解けそうだ」「この問題を解決したい」と感じる必要がある。そのため藤村は「わかる学力」を育成するために、子どもの学びが深まる第一段階としてしばしば「非定型問題」を設定・発問している。藤村の主張する「非定型問題」とは、子どもにとって身近な文脈で、比較的安易な数値を用いて、既習事項や日常経験からさまざまな方法を用いることで、ほとんどの子どもが課題解決でき、概念的理解や思考が広がったり、深まったりする問題のことである。そしてこの「非定型問題」は既に教科書に多く盛り込まれており、これらを十分検討して活用する(東京書籍(2016)『新しい数学1~3』など)。

以上のことから活用問題の工夫として①教科書を生かした問題、②生徒にとって身近な文脈で、解いてみたいと思う問題、③既習事項や日常経験をフルに使って、ほとんどの生徒が自分の考えをもてる問題、④多様な解決方法で、思考が深まったり、広がったりできるような問題の工夫を行う。

### (2)「手立て2」 図・表・式・グラフ等の活用

活用問題に取り組む場面で、生徒は解決方法の見通しがもてず、頭の中だけで思考して解決まで至らないことが多い。さらに、数学は答えさえ求められればよいという意識から、思考過程を書き残す意識があまりないことが多かった。

市川(2019)では、図表の活用が自分の問題解決の道具で非常に大事であるという「有効性の認知」と、問題を解決の場面で的確な図表へ変換するための「スキル」の両面を育成する必要があると述べている。

以上から、教師が図・表・式・グラフ等を使って解説する際は、その有用性を伝えて書き方の指導をしっかりと行う。問題解決の場面では、図・表・式・グラフ等を活用してどのように考えたかというその思考過程を、可

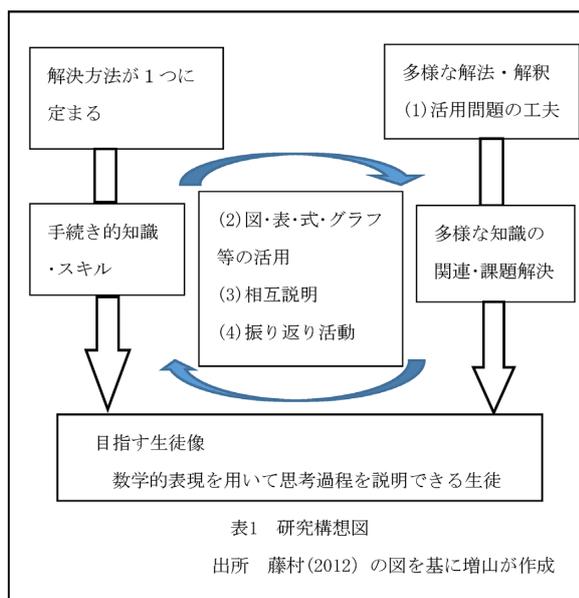


図1 本研究全体の研究構想図

視化させるためノートに書き残すよう指導していく。

### (3) 「手立て3」 相互説明

思考過程を他者に分かりやすく説明するには、問題を知らない他人を想定させ、図・表・式・グラフ等を使って相手に分かりやすく思考過程を伝える。そのことで自身の思考過程がより精緻化されて理解が深まる。

また、他者の考えを聞くことは、自分の考えをさらに広げることができる。また相互説明を行う際は、説明をする側と説明を聞く側それぞれに視点を示すことで、相互説明の意義も明確にさせる。この相互説明の具体的なやり方については、森田(2006)、山本(2019)にほぼ基づいて設定した。

### (4) 「手立て4」 振り返り活動

振り返り活動は、学んだ知識を整理し思考過程を再構成し、そこから新たな発見や課題を見つけることができる。しかし多くの授業での実際の場面では、ワンパターンの振り返り活動や授業時間内におさまらず、『おまけの時間』としての扱いになってしまっていることから、生徒は振り返りが重要な活動と実感できない。そのために、まず教師が振り返り活動の価値と必要性をしっかりと捉え、授業中に「振り返り活動」を位置づける。そして、教師は本時のめあてから生徒に授業を振り返らせる。その際、教師側から望ましい振り返りの視点を提示して記述させたり、適用問題に取り組ませたりする。さらに生徒の振り返りに対して、教師から机間指導などで個別にフィードバックを行う。その上で、机間指導をしたことで代表的な振り返りをしている生徒を抽出する。この抽出した何人かの振り返りについては全体で発表させ、振り返りの見本を例示し、それぞれの振り返りの質を高めさせる。この授業方針は梶浦(2019)が提案している方法にほぼ基づいて設定したが、多くの優れた教師が実施している方法である。

## 4 授業実践

本授業実践の対象は、桐生市内のS中学校の第2学年の3クラスであり、全103名(男子46名、女子57名)である。本実践は、第一著者が第2学年の担任教諭、また数学の教科担任として2020年度に実施した。この2020年度では、コロナウイルス蔓延の影響で、学校が4月当初から2ヶ月間の休校期間を経て6月から授業

の再開となった。このように教育活動にも様々な制限がある中で授業実践を行うことになった。付け加えると、2019年度の最後の3月も十分な授業ができなかったというかなり特殊な状況下で本実践研究は行われた。本実践では、休校期間も含めて、11月までに行った授業実践の様子を記述していく。

### (1) 休校期間(4月13日～5月31日)

4月のスタートから学校が休校になり、生徒の学習状況などを、教師が把握できないまま休校期間の課題を出すことになった。2ヶ月の休校期間を、生徒がどのように学習を進めるのかがとても重要になると考えた。そこで生徒の自主学習のすすめ(図2)を示したり、自主学習のチェックポイント(図3)を示したり

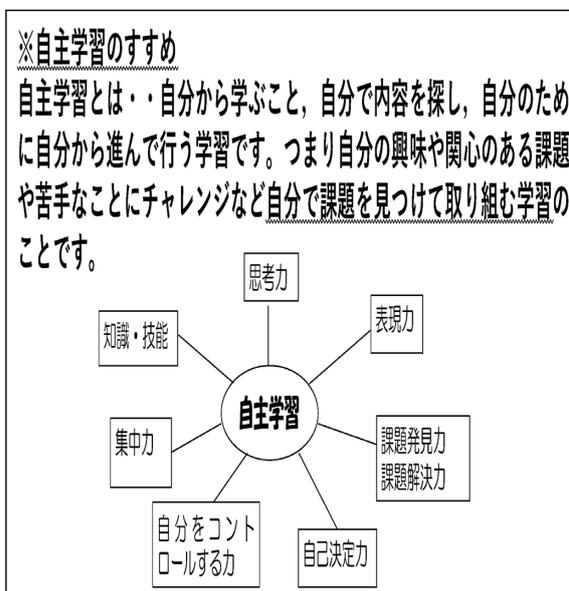


図2 自主学習のすすめ

### 自主学習チェックポイント

- 決まった時間に、決まった場所で勉強する。
- 学習計画をたて、その日の学習の内容を決めて学習を進め。
- 「ながら勉強」をせず、集中して勉強する。
- 間違い直しをするときは答えを写すだけでなく、なぜ間違えたのか考え繰り返し練習する。

### 選択コース

基礎コース(中1までの復習)  
発展コース(中2の予習)

図3 自主学習のチェックポイントと課題

した（なおチェックポイントだけではなく、自主学習を振り返るためのアンケート等も実施した）。

このアンケート等を元にして、学校が再開したときに良いスタートが切れるような自主学習課題を教師が設定した。その際、生徒には基礎コースと発展コースのどちらかを自分で選択させ、毎日1ページの自主学習に取り組みさせる試みを実施した（図4）。

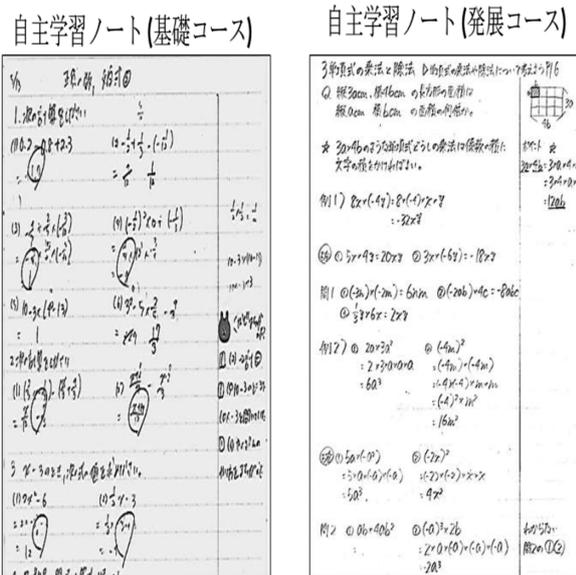


図4 自主学習のノート例

(2) 授業実践Ⅰ「式の計算」(6月)

単元計画10時間中の7時間目で、連続する数の整数の和についての性質を説明することを授業のねらいとして行った。授業の導入でカレンダーを提示し、横に並んだ3つの数の和にはどんな性質があるかを問いかけ、本時のめあて自体を、生徒に考えさせた（「手立て1」に対応）。

その際、一番小さい整数を文字nとした説明を全体で確認した後、自力解決として真ん中の数や一番大きい数を文字nとした方法で、思考過程をノートなどにできるだけ書かせることで説明を考えさせた（「手立て2」に対応）。

ペア説明では、説明するときのポイントと聞くときのポイントを教師の側で示してから行わせた（「手立て3」に対応）。

最後に、全体交流で2つの説明の共通点と違いを確認したことで、生徒は自分の言葉でまとめと振り返りを行うことができた（「手立て4」に対応）。

(3) 授業実践Ⅱ「1次関数」(10月)

単元計画18時間中の15時間目「1次関数の利用」で、具体的な事象を1次関数でとらえ、その解決方法を説明することを授業のねらいとして行った。本時では保冷バックに入れたペットボトルはどれくらい冷たい状態が保てるかを予想させ、その理由を考えさせた（「手立て1」に対応）。自力解決の場面では、根拠をもとにおよその時間を求められるよう表・グラフ・式を使って考えさせた（「手立て2」に対応）。

ペア説明では、数学が苦手な友達が理解できる説明を意識させ、答えのルーブリックを示し、聞く側に相手の説明を評価させた（「手立て3」に対応）。全体交流では代表生徒に発表させ、表・式・グラフのそれぞれの特徴を挙げさせた。振り返りでは、授業を通して分かったこと、気づいたこと等をワークシートに記入させた（「手立て4」に対応）。

(4) 授業実践Ⅲ「平行と合同」(11月)

単元計画16時間中の8時間目「平行線と角」で、平行線と折れ線の角の大きさの求め方を、図に書き加えた線や、根拠となる図形の性質を明らかにして説明すること（図5）を授業のねらいとして行った。

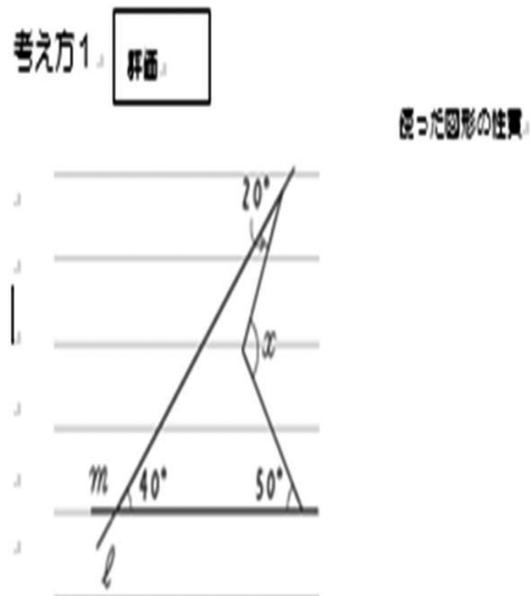


図5 本時の問題

授業の導入では前時の学習を振り返り、平行線がずれてくさび形に変化していく様子を、デジタル教材を使用してみせることで、求める角の大きさを視覚的に捉えさせることができた（「手立て1」に対応）。

自力解決の場面では、図形の性質や前時までの学習を確認（図6）してから問題解決の見通しを持たせた。

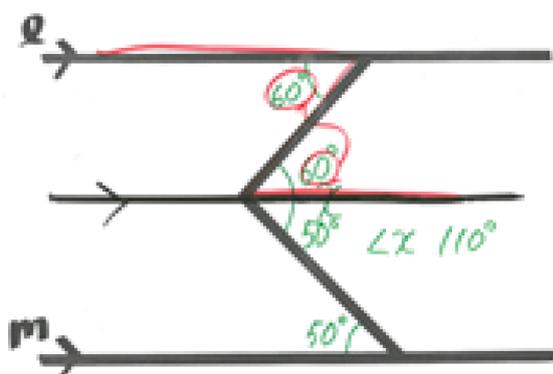


図6 既習事項の確認

さらに説明の仕方のルーブリック（図7）を示すことで、根拠となる図形の性質を使って考えていくことを意識させた（「手立て2」に対応）。

ポイント	評価
<ul style="list-style-type: none"> <li>○補助線の引き方</li> <li>○正しく図形の性質を使っている</li> <li>○スムーズな説明</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>A：聞く人が理解できる説明ができた。</li> <li>B：図形の性質を使って説明ができた。</li> <li>C：説明が不十分。</li> </ul>

図7 説明のポイントやルーブリック

ペア説明（図8）では、問題解決で使ったワークシート（図9）を用い、補助線を引いたところや根拠となる図形の性質を示して説明させ、聞き手に説明を評価させた（「手立て3」に対応）。



図8 ペア説明の様子

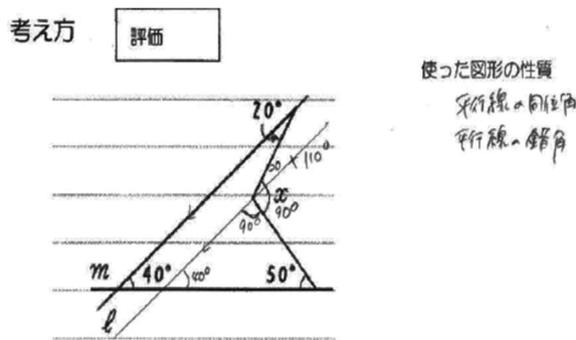


図9 生徒のワークシート

全体交流（図10）では代表の生徒に求め方を発表させ、気づいたこと等を交流させ、まとめでは凹四角形の大きさを具体的な数値でなくても求める方法を考えさせることができた。



図10 全体交流の様子

最後に適応問題に取り組み、本時の学習を振り返らせることができた（「手立て4」に対応）。これまでの実践を通して繰り返しペア説明を行ってきたので、ほぼ全員が説明できるようになってきた。さらに代表生徒の説明も「先生」としての役割を自覚した説明することで、心から「分かった」と発言した生徒の様子が見られた。

本授業における反省点としては、角の求め方を図形の性質のキーワードを使って口答説明できることを最終目的として終わってしまった。今後説明を書かせる活動や説明を読んで相手の考えを読む活動も取り入れ、証明の授業に繋げていく必要があった。

## 5 検証

### (1) 全国学力・学習状況調査

学習の成果を全国と比較するために全国学力・学習状況調査の過去の問題（H30数学B 1）を、2020年11月19日に実施した（表1）。

以下の表1に示したように、問題2（1）のような、考察すべき対象を明確に捉える必要のある問題や、問題3（2）のような、グラフから必要な情報を読み取り、事象を数学的に解釈することができるかどうかをみるような問題では、全国平均と比べて正答率が上回り、無解答率が下回った。

また問題3（3）のような、ダイアグラムを基に実生活の場面において、事象を数学的に解釈し、問題解決の方法を数学的に説明することができるかどうかをみる問題では、全国平均を大幅に上回った。答えの記述についても、数学が苦手な生徒に説明するような具体的な内容になっている生徒が多く見られ、生徒に一定の進展がみられた。

その一方で、問題2（2）や問題3（3）のような、かなり難しい記述問題の無解答率は、全国よりむしろやや高くなってしまったのが反省点である。

表1 全国学力・学習状況調査問題の正答率（%）

H30数学B	2（1）	2（2）	3（2）	3（3）
全国	89.7	38.6	78.2	13.9
（無解答率）	4.3	24.3	6.7	32.7
本校	94.6	29.0	89.3	37.6
（無解答率）	1.1	30.1	4.3	37.6

### (2) 質問紙調査

「思考過程」に関わる質問項目を5項目、「説明活動」に関わる質問項目を6項目の計11項目を設け、1「あてはまらない」～4「あてはまる」の4段階で評定させた。調査は6月と11月に2回行った。1回目と2回目の差を検定したところ、「説明活動」に関わる質問事項で、友達に説明することが①好きである（ $t = -2.182$ ,  $p < .01$ ）、②数学の内容が分かる（ $t = -3.358$ ,  $p < .05$ ）、③自分の間違いに気付く（ $t = -4.703$ ,  $p < .01$ ）、④新たな事柄に気付く（ $t = -2.851$ ,  $p < .01$ ）の4項目で有意差が認められ、いずれも向上した（対応のあるt検定）。しかし、その一方で思考過程についての質問事項については、全体とし

て向上はしておらず、有意差はみられなかった。

さらに検証テストで行ったテスト結果4題を0点～8点満点で得点化し、学力テストと質問紙調査での思考過程、説明活動のどこに関係があるか相関係数をとった。その各相関係数を高い順に列挙すると、2回目思考.583 > 2回目説明.502 > 1回目説明.492 > 1回目思考.446の順となった。

上述のt検定の結果と、相関係数および生徒のデータを総合的に考察すると、1回目のアンケート段階では思考過程は重視していたとしても、説明活動の意識が低い生徒が全体には多かったことがわかる。それが授業の結果、2回目の調査の時点までで全体で説明活動の重要性は認識できるようになり、実際に説明活動はできるようになったことがみられる。

また、1回目の時点で説明活動まで重視している生徒を検討すると、1学期の初期の時点で同時にすでに思考過程の態度も十分身につけており、相対的に学力も高かったようである。2回目の実践後では、1回目で思考過程を重視していた生徒がさらに説明活動もできるようになったので、思考過程の態度と学力との間に高い相関が生まれたようである。

以上の結果から、下位層から上位層すべての生徒が説明活動に一定程度は、慣れていったとはいえる。しかしその一方で、実践の相互説明の場面では、しばしば自分の考えを説明するだけで終わってしまい、互いのやりとりが不十分だった部分があった。つまり、「説明活動」によって深い思考を促すようなレベルに、すべての生徒が達成されたかという点、そこまでは言えず、課題が残った。

その一方で、1学期の時点で思考過程も十分重視していた生徒は、それに説明活動が付け加わったために学力が確かに向上した。しかし、1学期の時点で思考過程を重視しておらず、実際にも不十分だった生徒は、説明活動はできるようになったものの、それにとってもなって思考過程まで、十分身につけさせることができなかつた。このような二極化があり、思考の苦手な下位層の生徒には、思考活動までは伸ばすことが十分できなかったようである。

### (3) 生徒の姿

比較的今回の実践の中で代表的であり、うまくいったケースとなる、成績の中位、上位の典型的な生徒を抽出して彼らのノートテイキングの状況を考察する。

授業実践スタート当初においては、数学の成績が中～上位層の生徒には、数学の問題は答えさえあっていればよいと考えている生徒が多く、さらに活用問題も思考過程を重視して取り組んでいる生徒は少なかったという課題があった。例えば成績の中位層の生徒Tは、1学期の頃は「答えは出たけど、どうやって説明するか分からない」と発言し、ノートは答えのみの記述で、ペアの説明活動も消極的であった。

しかし、表・式・グラフと言葉を使って思考過程をノートに記述することを繰り返すことで、ノートを見ただけで問題の解決を読み取れるような記述(図11)ができるようになり、ペア説明にも積極的に取り組めるようになった。質問紙調査では、思考過程と説明活動の両方の態度が上昇し総合計点も37点から40点となった。これは一定の成果であったといえよう。

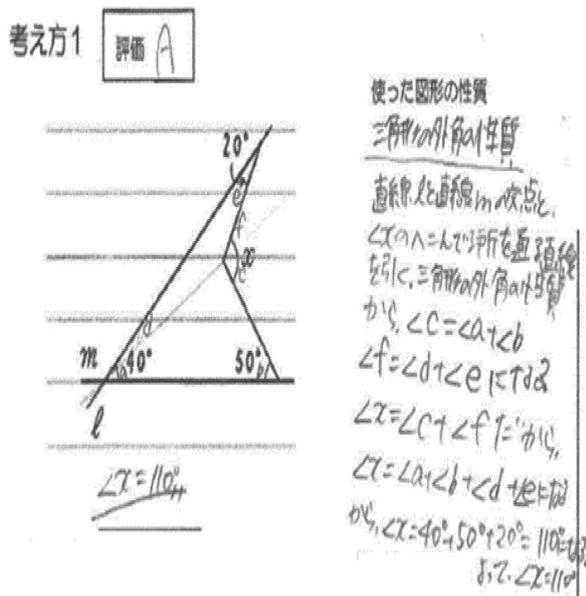


図11 生徒Tのノートの記述の様子

成績上位層の生徒Mは、1回目の質問紙調査では思考過程の態度面は高かったが、その求め方は自分さえ分かればよいという考えをもっていた。説明活動では「友達に説明しても理解してもらえない」等相手を非難する発言をしていたが、2学期に入り「友達に説明することで問題の理解が深まった」と発言するように変化した。さらに全体交流での説明では、筋道立った分かりやすい説明ができるようになってきたので、授業後にその理由を尋ねたところ「自分の説明を推敲してから全体に発表した」と聞き手を意識した説明を

考えられるようになった。ノートをもても、思考過程を記述しながら考えられるようになり、本実践において、特に上位層に記述力の大きな向上がみられたことがうかがえる。

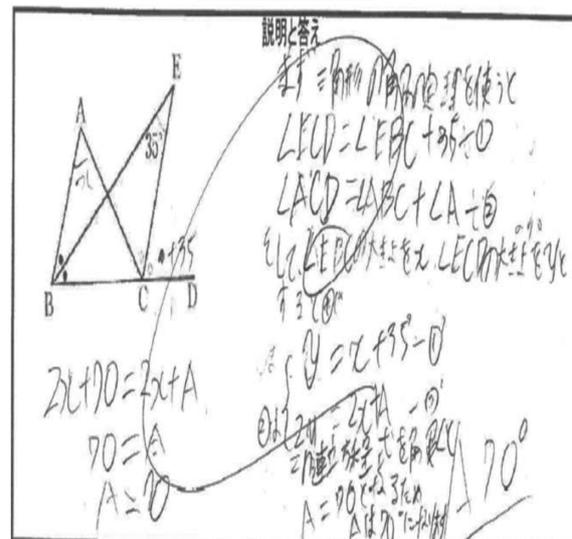
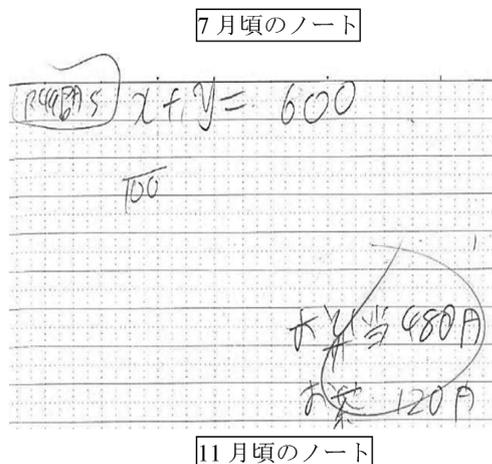


図12 生徒Mのノートの記述の様子

## 6 考察

### (1) 本研究の成果

研究構想図に示した4つの手立てを導入することにより、ほとんどの生徒が活用問題に対し、諦めずに取り組み、分かったところまでは相手に説明しようとする姿が見られた。実践当初は説明活動に半数くらいしか取り組みなかったが、繰り返し実践を行うことでほとんどのペアで説明活動を行うことができるようになった。

1学期では、分からない問題は先生に質問するという生徒が多く見られたが、2学期になるにつれて、授

業やそれ以外の場面で自然と生徒同士の教え合いが行われるようになった。

特に中～上位層の生徒については、相手を意識した説明をすることで新たな事柄に気付いたり自分の間違えに気づいたりして理解を深めるといった態度が高まっていた。したがって、活用問題のような考えさせる問題を解く力がつき、学力も上がってきたといえる。

また、数学の授業の中だけでなく、他教科や道徳・学級活動等も、積極的に話し合い活動ができるようになり、授業の内容を深めることができた点も本実践の大きな成果であった。

一般に説明活動を重視した授業実践を行った結果、その重要性への認識と活動自体は身についたといえる。

## (2) 本研究の課題

本実践では思考過程を表現する方法として、表・式・グラフ等を使い、数学の苦手な生徒にも理解してもらえ説明を意識させ、相互説明を行わせた。それは相手に分かりやすい説明ではあったが、ノート等の説明の記述も、話し言葉のまま長く書いている生徒も特に学力下位層には多く見られた。したがって、相手のノートを読み取る活動を取り入れ、数学的表現を用いて簡潔にノートに記述する力も身につけさせる「足場かけ」の必要が、事前にあったことが第一の課題である。

また、相互説明では、自分の考えを説明するだけで終わってしまうこともかなり多かった。友達の答えを聞いて、質問や聞き返しをするなどの双方向のやりとりをする中で、友達や自分のやり方を吟味させ、さらに思考を深めさせたかったが、不十分であった点も第二の課題である。そのためには、まず教師が生徒の説明に対し、質問したり良い点を示したり、あるいは生徒の説明の中で優れたものをもっと取り上げることが必要であった。そのためにも、よいペアの見本を示しながら、全体に相互説明のやり方を促していくことをもっとするべきであった。

また、相互説明の活動が授業の中で時間がかかって

しまい、まとめや振り返りの時間が十分とれず、考えを深めることが出来ないことが多かった点も第三の課題である。

第四の課題は、特に成績の下位層の生徒には、思考過程を重視する態度を十分身につけさせることが難しかった点である。その場合には、むしろ基本的な知識・及び技能の習得も必要なことを実感した。彼らにとっては、説明活動にやや力点を置きすぎた授業であったのかもしれない。

今後は年間指導計画や単元計画を見直し、「分かる学力」「できる学力」のどちらをどの層の生徒に重点的に身につけさせるべきであるかを明確にしていく所存である。

## 参考・引用文献

- 市川伸一 (2008). 「教えて考えさせる授業」を創る 図書文化  
市川伸一 (編著) (2019). 教育心理学の実践ベース・アプローチ 実践しつつ研究を創出する 東京大学出版会  
梶浦真 (2019). アクティブラーニング時代の「振り返り指導」入門 —「主体的な深い学び」を実現する指導戦略— 教育報道出版社  
国立教育政策研究所 (2018). 全国学力・学習状況調査報告書  
東京書籍 (2016). 新編新しい数学1～3 東京書籍  
藤村宣之・橘春菜・名古屋大学教育学部附属中・高等学校 (編著) (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  
藤村宣之 (2012). 数学的・科学的リテラシーの心理学—子どもの学力はどう高まるか— 有斐閣  
山本博樹 (編著) (2019). 教師のための説明実践の心理学 ナカニシヤ出版  
文部科学省 (2017). 中学校学習指導要領解説 数学編 日本教出版  
森田和良 (2006). 科学的読解力を育てる説明活動のレポートリー 学事出版

(本論文は、第一著者の令和二年度群馬大学大学院教育学研究科課題研究論文の一部を、第二著者が抽出して、その要旨の表題を変更し、記述の不足部分を補って第二著者が加筆修正したものである。)

(ますやま ゆきこ・やまぐち あきひろ)