

第73次印旛地区教育研究会
算数・数学研究部会（中学校）

数学的に説明する力を高める授業デザイン
～解き直しを重視した活動を通して～

日時：令和5年8月23日（水）
場所：ウイシュトンホテルユーカリ

四街道市立四街道西中学校
中村 和馬
大三川 浩平

1. 研究主題

数学的に説明する力を高める授業デザイン

～解き直しを重視した活動を通して～

2. 主題設定の理由

(1) 本校の教育目標の観点から

本校の学校教育目標は、「心身ともにたくましく、夢を抱き挑戦する生徒の育成」である。知・徳・体のバランスの取れた生徒の育成を目指し、生徒に夢や希望を持たせることで主体的に知・徳・体を身につけていく。特に学習面では、わからない問題や躓きやすい問題に関して、仲間と共に学び合うことを重視している。学び合いを行っていく中で、数学的な知識・技能や思考力・判断力・表現力は必要不可欠な能力である。以上のことから、数学的に表現する力、数学的に説明する力を高めることを目的とし、主題を設定した。

(2) 本校の実態から

本校は、全校生徒 511 名の中規模校であり、1 学年は 6 学級編成、2・3 学年は 5 学級となっている。学習面に関しては、本校では、2 分前学習としてドリル学習を取り組んでおり、数学的な知識・技能を習得できるように日頃から取り入れている。しかし、数学的な知識・技能や思考力・判断力・表現力に関しては全国平均・県平均を下回る結果となっている。特に、数学的な表現力については本校の生徒が苦手としている。課題解決に向けて筋道を立てて、知識・技能を知っているだけでなく、それを活用し表現する必要があると考える。また、記述問題は無解答の生徒もおり、基本的な計算問題やグラフの問題を解くことはできても、説明の仕方がわからずに無解答になってしまっているのではないかと考える。

事前アンケートでは、数学に関して“好き”や“どちらかと言えば好き”が半数を超えている。一方で、説明をする問題を苦手としている生徒は 8 割を超えている。その理由としては、「どう説明したらいいのかわからない」や「説明の方法を知らない」などが挙がっていた。また、「今後、数学の説明（理由、手順の説明）を記述する問題に取り組みたいと思いますか？」という質問には“思う”、“どちらかと言えば思う”が 7 割を超えており、苦手克服に向けて努力しようという意気込みがわかる。以前までの授業では、生徒一人一人の活動が担保できていないこと、説明の評価・改善する機会が少ないこと、他者意識の低い説明（読み手にわかりにくい表現や説明）になっていることが課題として挙げられる。

以上の実態から本校における数学的に説明する力を高めるためには、生徒が説明を記述する機会の確保、説明の評価・改善する機会の確保、再度問題に取り組むことで説明ができるという実感を持たせることが重要である。特に、数学が苦手な生徒においては説明ができている生徒の方法を真似したり、参考にしたりすることで、説明を書くことができるようになるのではないかと考える。数学が得意な生徒でも仲間と共有することで別解を考えるようになったり、数学的な表現（用語を利用した）が洗練されたりするのではないかと考える。

3. 研究の目標

学習者が数学的に説明する力をより高めるための授業デザインを明らかにする。

4. 研究の仮説

仮説 授業内で同じ説明を記述する問題を解き直し、生徒が互いに説明を評価・改善する機会を設ける授業を繰り返すことで、数学的に説明する力が高まるであろう。

5. 研究の方法・内容

(1) 本研究における定義づけ

・数学的に説明する力について

本研究では、数学的に説明する力について黒崎（2009）「論理的な説明の構成要素」と全国学力・学習状況調査での取り組みを参考にした。

黒崎（2009）は「論理的な説明の構成要素」として以下を挙げている。

- ① 数学的な言葉、数、式、図等の表現を用いること。
- ② 自分の考えの拠り所とする根拠（既習の知識、技能、考え方等）を明確にすること。
- ③ 拠り所とする既習の知識・技能をどのように用いて自分の考えをもったのか、推論のプロセスを「まず」「次に」「最後に」と説明すること。

これを踏まえて本校では、数学的に説明する力を「論理的な説明の構成要素」を満たす説明ができる力とすることにした。つまり、数学的な表現を用いて、論理的に説明をしていく力である。生徒の記述を分析する観点としても、「論理的な説明の構成要素」を参考にしていく。

・説明の種類について

全国学力・学習状況調査解説では、説明を三種類に分けている。

①事柄・事実の説明

成立すると予想される事実や事柄を、的確に捉え直し、前提とそれによって説明される結論の両方を数学的に表現する力。

②方法・手順の説明

事象についてのアプローチ方法や手順の説明する場面において、構想を立てたり、それを評価・改善したりする力。

③理由の説明

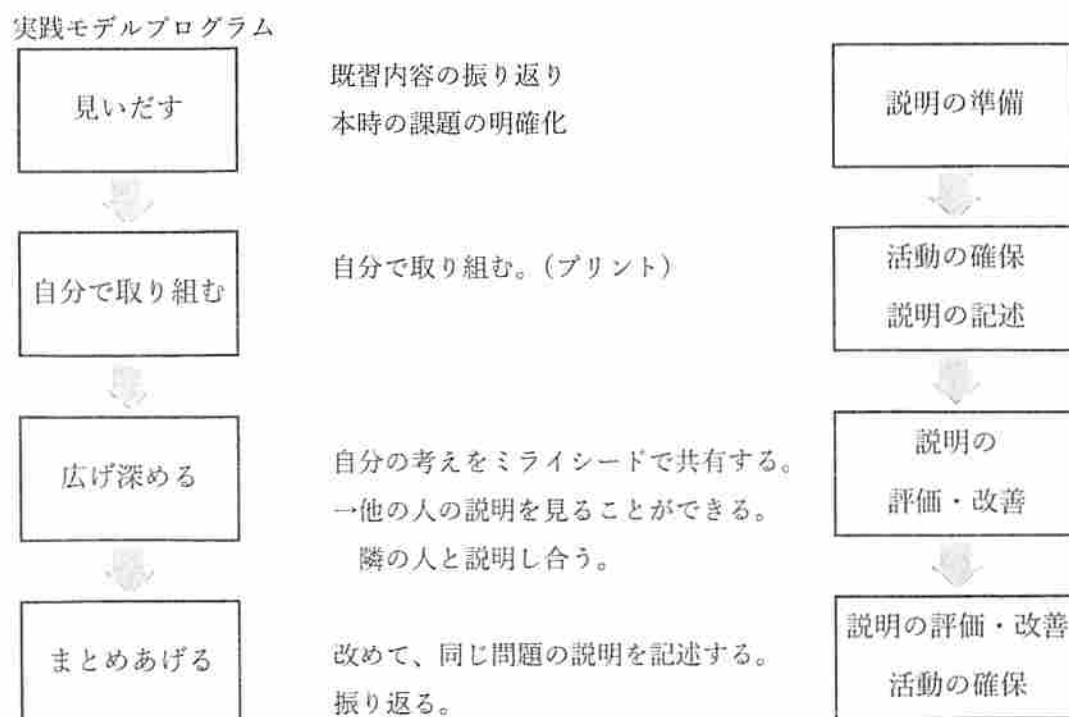
説明すべき事柄について、論理的に思考、表現をする力。

本研究では、②の方法・手順の説明を主に扱い、授業デザインを考えていくことにする。

(2) 研究の手立て

主題設定理由でも述べているように、数学的に説明する力を高めていく上で、指導の課題がある。それらを解決していくためのポイントは、生徒一人一人の説明をする活動の確保、説明を記述する機会の確保、説明を評価・改善する機会の確保である。このポイントを押さえるために、ICT とプリント学

習を活用し、「解き直し」による説明の評価・改善を企図した授業デザインを考えていく。下には実践モデルプログラムに沿いながら、本研究で行う授業デザインを示した。



実践モデルプログラムに沿いながら、授業内で説明問題を繰り返し解くようにしている。自分で取り組み、他の人の説明を参考にして、改めて説明を書くことができる。そうすることで、説明の評価・改善する機会を設け、生徒一人一人が取り組むことができるようにした。

・分析について

生徒の授業始めの説明と授業終わりの説明の変容を分析していく。分析の観点「論理的な説明の構成要素」をもとに考え、本授業デザインが生徒の変容にどのように関与したか考察していく。

6. 研究の実践

(1) 研究の実際

授業Ⅰ 単元「平行と合同」

研究対象：第2学年5クラス

ア 授業の概要

本時は、単元「平行と合同」における平行線の性質を使って角度を求める問題を題材として扱った。本題材は、補助線のかき方によって求め方が異なり、多様な意見が出ることが期待される。その求め方の説明を記述し、表現の洗練を企図した活動に取り組んだ。

実践モデルプログラムにおける「見いだす」の部分では、錯角や同位角などの振り返りを行い、本時の課題を確認した。「自分で取り組む」の部分では、まず求め方をそれぞれ考え、答えの確認まで行った。そこからプリントの授業始めの欄に説明の記述をした。「広げ深める」の部

分では、授業始めて記述した説明をタブレットで撮影し、それをミライシードのムーブノートを活用して全体で共有できるようにした。写真がそろった後は、自分の求め方に近い説明などを自由に見る時間を作った。そして、自分の説明に足りない表現などをメモさせるようにした。教師からは、数人の説明を取り上げて説明のポイントとして、「順序立てて説明すること（最初に、次になどの言葉を使ってもよい）」「数学的な表現を用いること」「他者を意識して説明すること」などを確認した。最後に「まとめあげる」の部分では、授業終わりの欄に改めて説明を記述した。また、授業始めと授業終わりの記述を比較しながら、授業の反省を行った。

説明の記述に対する評価について、本授業では次のように考える。

授業 I 「平行と合同」

A：補助線の説明かつ平行線の錯角などの根拠となる記述が十分に説明できている。

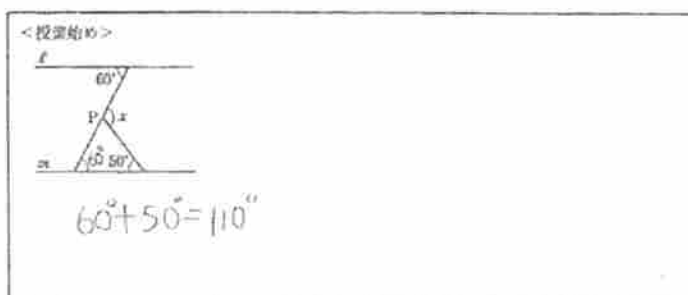
B：上記の説明についてどちらか一方が欠けている。数学的表現が不十分である。

C：答えのみの記載および無回答。Bに達しない説明。

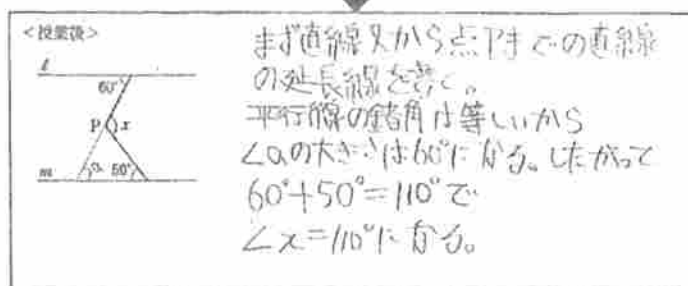
イ 生徒の記述と分析

生徒⑤の記述（評価 C⇒A）

※以下①、②、③は黒崎（2009）「論理的な説明の構成要素」と対応している。



- ①式を記述している。
なぜそのように立式をしたか説明がない。
図に補助線が書いてあるが、その説明がない。

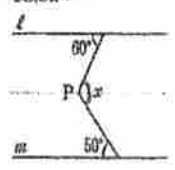


- ①式を記述している。
- ②平行線の性質を用いることを記述している。
- ③「まず」などと順序立てて記述している。

式のみを書いている説明から変容が見られた。 $60^\circ + 50^\circ = 110^\circ$ の式は三角形の外角の性質を用いているが、式のみになっている。曖昧な表現については、再度指導が必要である。生徒自身の思考が、式のみだったものから文章化することができている。

生徒④の記述 (評価 B⇒B)

<授業始め>



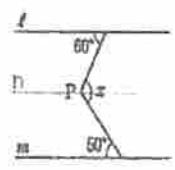
まず、 l と m に平行な線を引きます。
 $\angle x$ が半分になると、 60° と 50° のそれぞれの錯角になります。
 それを利用すると $\angle x$ の答えがでます。

$$60^\circ + 50^\circ = 110^\circ$$

$$\angle x = 110^\circ$$

- ①補助線の説明をしている。
どこを通る補助線か記述していない。「平行」「錯角」や式を用いている。
- ②錯角を使うという根拠を示しているが、平行線の性質については触れていない。
- ③「まず」と順序立てている。

<授業後>



まず、点Pを通り、直線 l , m に平行な直線 n を引き、直線 n とします。
 次は、直線 n に分けられた直線 l 側の角は 60° の錯角になり、直線 m 側の角は 50° の錯角になります。
 最後に、それぞれの錯角を足すと、 $\angle x$ になります。

$$\angle x = 60^\circ + 50^\circ$$

$$= 110^\circ$$

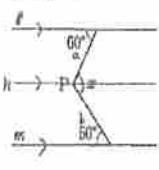
$$\angle x = 110^\circ$$

- ①補助線の説明が明確になっている。
- ②錯角を使うという根拠を示しているが、平行線の性質については触れていない。
- ③順序立てて説明している。

説明に対する評価はBで変化が無かったが、説明の表現に変容があった。補助線の説明に変容が見られ、より明確なものになっている。一方で、平行線の錯角は等しいという根拠が明らかでないため、指導が必要である。

生徒⑤の記述 (評価 B⇒A)

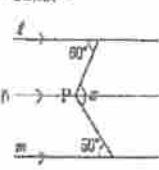
<授業始め>



点Pを通る直線 n を引いて直線 l と m に平行にする。
 錯角は等しいから
 $\angle x = 60^\circ + 50^\circ$ だから
 $\angle x = 60^\circ + 50^\circ$
 $= 110^\circ$
 だから
 $\angle x = 110^\circ$

- ①式を用いている。
補助線の説明をしている。
- ②錯角を使っていることを根拠に示している。
- ③「まず」などの言葉はないが、方法を順に説明している。

<授業後>



点Pを通る直線 n を引いて直線 l と m に平行にする。
 平行線の錯角は等しいから
 $\angle x = 60^\circ + 50^\circ$
 $= 110^\circ$
 だから
 $\angle x = 110^\circ$

- ①式を用いている。
補助線の説明をしている。
「平行線」の錯角という表現に変わった。
- ②平行線の錯角は等しいという根拠を述べている。
- ③「まず」と順序立てている。

生徒⑤は成績上位の生徒である。根拠として授業終わりには、平行線の錯角は等しいという表現に変えている。文章の構造はあまり変わっていないが、表現の変容が見られた。

授業Ⅱ 単元「平方根」

研究対象：第3学年4クラス

ア 授業の概要

本時は、単元「平方根」における根号を含む数の乗法の解き方を考える問題を題材として扱った。本題材は、最初にそのまま計算し、素因数分解を利用して根号の中の数字を $a\sqrt{b}$ に変形する解き方と最初に $a\sqrt{b}$ に変形し、乗法を行う解き方を説明するものである。また、それぞれの解き方のよさを考え、容易にできる方を考えることも必要である。それらの求め方の説明を記述し、表現の洗練を企図した活動に取り組んだ。授業Ⅰと同様に、まず求め方を考え、説明の記述に移った。授業始めの記述をミライシードでクラス全体に共有し、自分の説明に足りない表現などを考えた。それらをもとに、教師から説明のポイントを指導し、改めて同じ問題の説明を記述した。最後に授業始めと授業終わりの説明を比較し、改善できたことなどを含めて、授業の反省を記入させた。

説明の記述に対する評価について、本授業では次のように考える。

授業Ⅱ「平方根」

- A：計算の方法を順序立てて述べている。かつ、 $a\sqrt{b}$ の形に変形するなどの数学的な表現を用いている。
- B：計算の方法を順序立てて述べているが、適切でない数学的な表現を用いている。
- C：式および答えのみの記載。無回答。Bに達しない説明。

イ 生徒の記述と分析

生徒②の記述（評価 C⇒A）

※以下①、②、③は黒崎（2009）「論理的な説明の構成要素」と対応している。

<授業始め>
 $\sqrt{12} \times \sqrt{20} = \sqrt{240}$
 $4\sqrt{15}$

- ①式を記述しているが、最終的な答えを記述できていない。
説明としては無解答に近い内容。

<授業後>
 まず、 $\sqrt{12} \times \sqrt{20}$ を $a\sqrt{b}$ の形にする。
 $\sqrt{12} = 2\sqrt{3}$ 、 $\sqrt{20} = 2\sqrt{5}$ 、 $\sqrt{12} \times \sqrt{20}$ の積は
 $2\sqrt{3} \times 2\sqrt{5} = 4 \times \sqrt{3 \times 5} = 4\sqrt{15}$
 したがって、 $\sqrt{12} \times \sqrt{20} = 4\sqrt{15}$ となる。
 A $4\sqrt{15}$

- ①式や「 $a\sqrt{b}$ の形にする」などの数学的表現を用いている。
- ②既習の知識を使って計算をしている。
- ③「まず」と順序立てている

授業始めは、説明として無解答に近いものであったが、授業後には計算の仕方を順序立てて述べている。数学的表現も加えられている。

生徒②の記述 (評価 B⇒A)

<授業前>
 素因数分解をする
 $\sqrt{12} \times \sqrt{30} = \sqrt{20} \times \sqrt{15}$
 計算する
 $2\sqrt{5} \times 2\sqrt{3} = 2 \times 2 \times \sqrt{3} \times 2 \times \sqrt{5}$
 $4 \times \sqrt{15}$
 答えは $4\sqrt{15}$

- ①式を用いて解答を記述している。素因数分解という言葉を使っているが、何のために素因数分解をするのか、記述が不十分。
- ②既習の知識を使って計算している。
- ③計算の順序を記述している。

<授業後>
 最初に、2つの数、素因数分解して、 $a\sqrt{b}$ の形に変形させる。
 $\sqrt{12} \times \sqrt{30} = 2\sqrt{3} \times 2\sqrt{15}$
 次に、それぞれ計算する。
 $2\sqrt{3} \times 2\sqrt{15} = 2 \times 2 \times \sqrt{3} \times \sqrt{15} = 4\sqrt{15}$
 答えは $4\sqrt{15}$ になる。

- ①式を用いて解答を記述している。素因数分解をして、 $a\sqrt{b}$ の形に変形するという記述に、変わっている。
- ②既習の知識を使って計算している。
- ③「最初に」「次に」と順序立てて述べている。

生徒本人の振り返りの中で、「素因数分解をする」のみの表現から「 $a\sqrt{b}$ の形に変形させる」が加わったことについて触れており、生徒自身がその変容に気づくことができていた。

生徒③の記述 (評価 B⇒B)

<授業前>
 $\sqrt{12} \times \sqrt{30}$ のふたつ、かけ算で計算して、その結果を計算する。
 $\sqrt{12} \times \sqrt{30} = \sqrt{360}$
 $\sqrt{360}$ の素因数分解して、 $a\sqrt{b}$ の形にする。
 $4\sqrt{15}$ A $4\sqrt{15}$

- ①式を用いている。素因数分解という表現を使っているが、何のために素因数分解をするのか、記述が不十分。
- ②既習の知識を使って計算している。
- ③「まず」など順序立てている。

<授業後>
 $\sqrt{12} \times \sqrt{30}$ を $a\sqrt{b}$ の形にする。
 $\sqrt{12} \times \sqrt{30}$
 次に、 $\sqrt{\quad}$ の外のものを a と、 $\sqrt{\quad}$ で計算する。
 $2 \times 2 \times \sqrt{3} \times \sqrt{15}$
 $4 \times \sqrt{15}$
 $4\sqrt{15}$

- ①式を用いている。「 $\sqrt{\quad}$ は $\sqrt{\quad}$ で計算します」などの表現は、適切でない。 $a\sqrt{b}$ の形にするという表現に変わっている。
- ②解く方法が変わり、活用する知識を記述している。
- ③「まず」など順序立てている。

授業始めと授業後の解き方が変化している。授業の振り返りでは、「意外と簡単に計算ができるのか」という記述があり、他の生徒の考えを参考に、この考えのよいところに気づけていた様子である。また、授業Iで学んだことを生かせたという記述もあった。一方で、不十分な表現もあり、そこは指導が必要である。

(2) 研究の考察

授業Ⅰ「平行と合同」 説明の変容のデータ 実施人数 148人

説明の評価 (始め⇒後)	人数	説明の評価 (始め⇒後)	人数	説明の評価 (始め⇒後)	人数
A⇒A	21	B⇒A	13	C⇒A	4
A⇒B	0	B⇒B	43	C⇒B	22
A⇒C	0	B⇒C	2	C⇒C	43

表は授業始めと授業終わりの説明の記述を評価し、その変容をまとめたものである。A⇒A、B⇒A、C⇒A、C⇒Bのように、説明の記述が十分にできている生徒や授業内で評価の上昇した生徒は60名で、全体の41%に相当する。それ以外にもB⇒Bの評価だが、表現の変容が見られた生徒がいた。

授業Ⅱ「平方根」 説明の変容のデータ実施人数 117人

説明の評価 (始め⇒後)	人数	説明の評価 (始め⇒後)	人数	説明の評価 (始め⇒後)	人数
A⇒A	23	B⇒A	23	C⇒A	12
A⇒B	0	B⇒B	35	C⇒B	9
A⇒C	0	B⇒C	0	C⇒C	15

A⇒A、B⇒A、C⇒A、C⇒Bのように、説明の記述が十分にできている生徒や授業内で評価の上昇した生徒は67名で、全体の57%に相当する。授業Ⅰに比べると、この割合が増えていることがわかる。授業Ⅰの内容を生かして、授業Ⅱに臨んだ生徒も見受けられた。

上記の通り今回の授業で、説明の表現に変容が見られる生徒がいた。授業後のアンケートからもわかるように、ICTを使ってより多くの人の説明に触れることができ、新たな気づきを得ていた。同じ問題に取り組む「解き直し」は、その気づきをもとに自身の説明を吟味し、評価・改善することのできる活動として、効果を発揮していたと考えられる。同じ問題に二度取り組むことから、生徒自身がその変容を意識しやすい。そのため、表現の内容が具体的になり、表現の洗練が成されているところがいくつかあった。最初は空欄で説明の仕方がわからない生徒もクラスの仲間の解き方や説明方法を参考にすることによって、2回目に解く際に手を動かして説明する様子が見られた。また、数学が得意な生徒でも数学的な表現に変容が見られた。一方で、変容の見られない生徒は、問題に対しての理解が浅いことや分析的に考えることができていないことが考えられる。

このような授業に取り組むことで、説明をすることへの関心や意欲が高まったこともアンケートから伺える。特に、「最初は慣れず、あまり書けなかったときに、他の人の考えがあると自分の考えたこととの反省点が見つかった。」や「他の人の考えが知れて、記述問題にも慣れることで記述することが少し好きになった。」など記述問題に対しての意欲が見られ、今後も取り組みたいと思

う生徒も 8 割を超えた。この授業デザインを繰り返し授業に組み込むことで、説明をするときのポイントや表現の仕方を定着させることができ、数学的に説明する力を高める授業デザインとしての有効性があると考えられる。

7. 研究のまとめ

(1) 研究の成果

- ・授業内で同じ説明を記述する問題を解き直し、生徒が互いに説明を評価・改善する機会を設ける授業を繰り返すことで、数学的に説明する力が高まった。
- ・2つの授業を実施したが、授業Ⅱの説明の際に「以前説明したポイントを押さえてできた」など前回の内容を覚えている生徒がおり、この授業デザインを繰り返し行うことも、数学的に説明する力を高めるための要因となった。
- ・タブレットで意見を共有することにより、別の解き方を知り、問題に対して多面的・多角的な見方ができるようになった生徒もいた。

(2) 今後の課題

- ・変容が見えない生徒（1回目と2回目が同じ文言）もいた。その生徒に対するアプローチ（机間指導や教え合い活動を行いながら助言）を考えていく必要がある。
- ・教員からも理想となる説明のモデルを準備し、提示する必要がある。（今回は子どもたち主導のもと解き方の共有をしたが、子どもたちの実態によっては教員からの提示が必要な場合がある。）

8. 主要引用参考文献

黒崎東洋郎 説明力を育成する算数の授業実践研究 日本数学教育学会誌（2009）

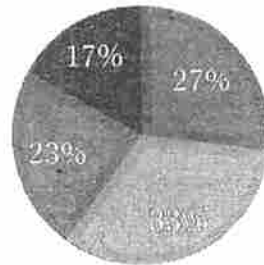
千葉県教育委員会「思考し、表現する力」を高める実践モデルプログラム

令和4年度 全国学力・学習状況調査 解説資料 国立教育政策 研究所教育課程研究センター

真味豐

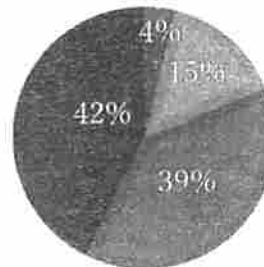
数学は好きですか？

■好き ■どちらかと言えば好き ■どちらかと言えば嫌い ■嫌い



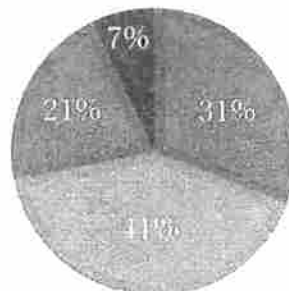
数学の説明（理由、手順・方法の説明）を記述する問題は、得意ですか？

■得意 ■どちらかと言えば得意 ■どちらかと言えば苦手 ■苦手



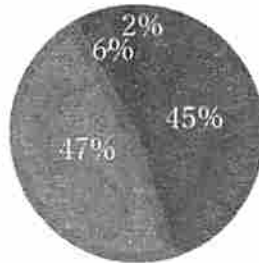
今後、数学の説明（理由、手順の説明）を記述する問題に取り組みたいと思いますか？

■思う ■どちらかと言えば思う ■どちらかと言えば思わない ■思わない



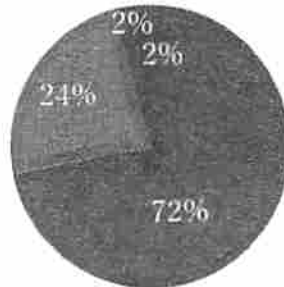
今回の授業で説明する力が高まったと思うか？

■思う ■どちらかと言えば思う ■どちらかと言えば思わない ■思わない



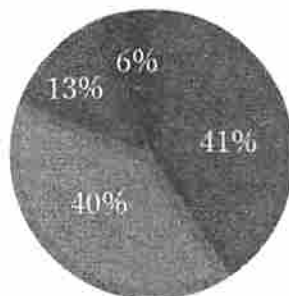
今回の授業でのように、「説明を書く→他の人の説明を見る→改めて説明を書く」の流れは説明する力を高めるために効果的だと思いますか？

■思う ■どちらかと言えば思う ■どちらかと言えば思わない ■思わない



今後数学の説明（理由、手順の説明）を記述する問題に取り組みたいと思いますか？

■思う ■どちらかと言えば思う ■どちらかと言えば思わない ■思わない



資料1「授業Ⅰ 学習プリント」

<p>学習課題 <input style="width: 100%;" type="text"/></p> <p>Q 右の図で $\ell \parallel m$ のとき、$\angle x$ の大きさを求めてみましょう。</p> <div style="text-align: center;"> </div>	<p>○求める方法を説明しよう！</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;"> <p><授業中></p> </div> <div style="text-align: center; font-size: 2em;">↓</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p><授業後></p> </div> <p>○授業始めに記述した自分の説明と他の人の説明を比べて、足りないところはありますか？</p> <p>○授業の反省</p>
<p><考え></p> <div style="text-align: center;"> </div>	

資料2「授業Ⅱ 学習プリント」

<p>学習課題 <input style="width: 100%;" type="text"/></p> <p>Q $\sqrt{12}$、$\sqrt{20}$ を計算し、その結果方を説明しなさい。</p>	<p>○求める方法を説明しよう！</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;"> <p><授業中></p> </div> <div style="text-align: center; font-size: 2em;">↓</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p><授業後></p> </div> <p>○授業始めに記述した自分の説明と他の人の説明を比べて、足りないところはありますか？</p> <p>○授業の反省</p>
<p><考え></p>	

資料2「年間指導計画と授業Iの位置付け」

4章 図形の性質の調べ方を考えよう【平行と合同】(東京書籍)

節	項	時	目標	学習活動
1	1 多角形の角の和の説明	1～3	n 角形の内角の和の求め方を、もとにしていることがらを明らかにして説明することができる。 n 角形の外角の和の求め方を、もとにしていることがらを明らかにして説明することができる。	<ul style="list-style-type: none"> ・n角形の内角の和の求め方を、多角形をどのように三角形に分けるか、また、いくつの三角形に分かれるかをもとにして説明する。 ・n角形の外角の和の求め方を、n角形の内角の和をもとにして説明する。
2	直線が交わってできる角の性質を調べよう	4	対頂角の意味を理解し、対頂角は等しいことを、論理的に筋道を立てて説明することができる。	<ul style="list-style-type: none"> ・算数で学習した三角形の内角の和が180°であることの説明を振り返り、何を根拠にしているかを考える。 ・対頂角の意味を知る。 ・対頂角は等しいことを、論理的に筋道を立てて説明する。 ・同位角、錯角の意味を知る。
	1 平行線と角		5	同位角、錯角の意味を理解し、平行線と錯角の関係を、論理的に筋道を立てて説明することができる。
		6	三角形の内角の和が 180° であることを、論理的に筋道を立てて説明することができる。	<ul style="list-style-type: none"> ・三角形の内角の和が180°であることを、平行線の性質をもとにして説明する。 ・三角形の外角は、となり合わない2つの内角の和に等しいことを見いだす。 ・三角形の内角、外角の性質や多角形の内角の和、外角の和の性質を利用して、角の大きさを求める。
	授業I	7	角の大きさの求め方を、補助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ができる。	<ul style="list-style-type: none"> ・平行線と折れ線の角の大きさの求め方を考え、図にかき加えた線や、根拠となる図形の性質を明らかにして説明する。
3	1 合同な図形の性質と表し方 2 三角形の合同条件 3 証明のすすめ方	8～15	平面図形の合同の意味と合同な図形の性質を理解する。 三角形の合同条件を理解する。 根拠となることがらを明らかにして、図形の性質を証明することができる。	<ul style="list-style-type: none"> ・しきつめ模様の特徴を図形の移動や合同の見方で観察する。 ・平面図形の合同の意味と表し方を知る。 ・合同な図形の性質を確認する。 ・根拠となることがらを明らかにして、図形の性質を証明する。

資料3 「年間指導計画と授業Ⅱの位置付け」

2章 数の世界をさらにひろげよう [平方根] (東京書籍)

節	項	時	目標	学習活動	
1 平方根	1 平方根	1 ～ 5	2乗して2になる数は、かぎりなく続く小数であり、根号を使って表すことを理解する。 平方根の意味を理解し、ある数の平方根を求めることができる。 平方根の大小関係を理解し、平方根の大小を不等号を使って表すことができる。 有理数、無理数の意味を理解し、これまで学んだ数を有理数と無理数に分類できる。	<ul style="list-style-type: none"> ・2乗して2になる数の近似値を求める。 ・平方根の意味を知る。 ・ある数の平方根を求める。 ・$\sqrt{a^2}$、$(\sqrt{a})^2$を、根号を使わずに表す。 ・平方根の大小を、不等号を使って表す。 ・有理数と無理数を合わせると、数直線上の点に対応する数をすべて表すことができることを知る。 	
2 根号をふくむ式の計算	1 根号をふくむ式の乗除	7	根号をふくむ式の乗法や除法の計算方法を理解する。	<ul style="list-style-type: none"> ・$\sqrt{a} \times \sqrt{b}$を$\sqrt{a \times b}$と計算してよいかどうかを、具体的な数や近似値を用いて考える。 ・$\sqrt{a} \times \sqrt{b} = \sqrt{a \times b}$となることを、論理的に説明する。 	
		8	根号のついた数を変形することができる。また、根号のついた数を変形して、近似値を求めることができる。	<ul style="list-style-type: none"> ・$a\sqrt{b}$を$\sqrt{a^2b}$の形に表したり、$\sqrt{a^2b}$を$a\sqrt{b}$の形に表したりする。 ・根号のついた数を変形して、近似値を求める。 	
		9	分母を有理化することの意味を理解し、ある数の分母を有理化することができる。	<ul style="list-style-type: none"> ・分母を有理化することの意味を知る。 ・ある数の分母を有理化する。 	
		授業Ⅱ	10 11	根号をふくむ式の乗法や除法の計算ができる。	<ul style="list-style-type: none"> ・根号をふくむ式の乗法や除法を、くふうして計算する。
	2 根号をふくむ式の加減	12	$\sqrt{a} + \sqrt{b}$ を $\sqrt{a+b}$ と計算できない理由を、近似値などを用いて考え、説明することができる。	<ul style="list-style-type: none"> ・$\sqrt{a} + \sqrt{b}$を$\sqrt{a+b}$と計算してよいかを、近似値や面積図を用いて考え、説明する。 	
		13	根号をふくむ式の加法や減法の計算ができる。	<ul style="list-style-type: none"> ・根号をふくむ式の加法や減法の計算をする。 	
3 根号をふくむ式のいろいろな計算		14	分配法則や乗法公式を利用して、根号をふくむ式を計算できる。また、根号をふくむ式の計算を使って、式の値を求めることができる。	<ul style="list-style-type: none"> ・分配法則や乗法公式を使って、根号をふくむ式を計算する。 ・根号をふくむ式の計算を使って、式の値を求める。 	

資料4「授業I 生徒の記述（一部抜粋）」

<授業始め> 2つの三角形の角度を示める。

① $60^\circ, 90^\circ, 30^\circ$
 ② $50^\circ, 90^\circ, 40^\circ$

$30 + 40 = 70$
 $180 - 70 = 110$

$\angle x = 110^\circ$ とする

<授業始め>

① $60^\circ, 90^\circ, 30^\circ$
 ② $50^\circ, 90^\circ, 40^\circ$

$30 + 40 = 70$
 $180 - 70 = 110$

$\angle x = 110^\circ$ とする

<授業後>

最初に、点Pにそれぞれにそれぞれに垂直な線をかき、次に2つの三角形の角度を示める。

① $60^\circ, 90^\circ, 30^\circ$ ② $50^\circ, 90^\circ, 40^\circ$

最後に、 30° と 40° を足して、 180° を引く

$30 + 40 = 70$ $180 - 70 = 110$ $\angle x = 110^\circ$

<授業後>

① $60^\circ, 90^\circ, 30^\circ$ ② $50^\circ, 90^\circ, 40^\circ$

$30 + 40 = 70$ $180 - 70 = 110$ $\angle x = 110^\circ$

<授業始め>

① $60^\circ, 90^\circ, 30^\circ$ ② $50^\circ, 90^\circ, 40^\circ$

$30 + 40 = 70$ $180 - 70 = 110$ $\angle x = 110^\circ$

<授業始め>

① $60^\circ, 90^\circ, 30^\circ$ ② $50^\circ, 90^\circ, 40^\circ$

$30 + 40 = 70$ $180 - 70 = 110$ $\angle x = 110^\circ$

<授業後>

① $60^\circ, 90^\circ, 30^\circ$ ② $50^\circ, 90^\circ, 40^\circ$

$30 + 40 = 70$ $180 - 70 = 110$ $\angle x = 110^\circ$

<授業後>

① $60^\circ, 90^\circ, 30^\circ$ ② $50^\circ, 90^\circ, 40^\circ$

$30 + 40 = 70$ $180 - 70 = 110$ $\angle x = 110^\circ$

<授業始め>

① $60^\circ, 90^\circ, 30^\circ$ ② $50^\circ, 90^\circ, 40^\circ$

$30 + 40 = 70$ $180 - 70 = 110$ $\angle x = 110^\circ$

<授業始め>

① $60^\circ, 90^\circ, 30^\circ$ ② $50^\circ, 90^\circ, 40^\circ$

$30 + 40 = 70$ $180 - 70 = 110$ $\angle x = 110^\circ$

<授業後>

① $60^\circ, 90^\circ, 30^\circ$ ② $50^\circ, 90^\circ, 40^\circ$

$30 + 40 = 70$ $180 - 70 = 110$ $\angle x = 110^\circ$

<授業後>

① $60^\circ, 90^\circ, 30^\circ$ ② $50^\circ, 90^\circ, 40^\circ$

$30 + 40 = 70$ $180 - 70 = 110$ $\angle x = 110^\circ$

鬼の友判も授業後のほうがまとめるのが難しく感じました。
どこが説明不足なのかでも理解できなかったので
よからな思いました。
雑にでも分かるような説明文を二枚がらも
書けたり川をど思いました。

自分への考えは少なく、
他人の説明の仕方や考え方を自分が初めに著して
説明よりもより良い説明文が完成した。
自分がやったこと、
次は取り入れることができた。

・ 求め方に色々な種類があった。
・ 説明は、初解の方をコピーペーストで説明するよりも難しい。
・ 順序をしっかりとつけていた。
・ 補助線に名前をつけて「何と、何と、何と、何と」といっている。
・ いっつも説明で「何と、何と」といっている。

他人の説明の仕方と比べて自分の説明に「何と、何と」
でなく見つけた。
授業後の説明で「何と、何と」に、簡潔に「何と、何と」
説明は「何と、何と」で「何と、何と」で「何と、何と」。

求める方法と説明するには
・ 何の補助線なのかを説明する
・ まず、次に何の言葉を入れる
とよりわかりやすく思いました。
授業始めは「まず、次に何と、何と、何と、何と」、授業後の何と
入れる。と、求める手順などがわかりやすくなりました。

資料6 「授業Ⅱ 授業の反省 (一部抜粋)」

一番最初の自分の説明が、実はわかってもらえなかった。他の色々の人の説明と違って、それをよく説明のいい場所とわかってもらえなかった。

自分の説明が、実はわかってもらえなかった。他の色々の人の説明と違って、それをよく説明のいい場所とわかってもらえなかった。

自分の説明が、実はわかってもらえなかった。他の色々の人の説明と違って、それをよく説明のいい場所とわかってもらえなかった。

順序をわかってもらえなかった。他の色々の人の説明と違って、それをよく説明のいい場所とわかってもらえなかった。

最初は何もわかってもらえなかった。自分の説明が、実はわかってもらえなかった。他の色々の人の説明と違って、それをよく説明のいい場所とわかってもらえなかった。

・簡単に、数が入さなくても、計算できる方法がありました。
・順序を表現する、私の説明には足りなかった、でも使えるようにしたいです。

・自分だけの説明に、友達と比較して足りなかった。他の色々の人の説明と違って、それをよく説明のいい場所とわかってもらえなかった。
・思えば、数学的表現も、素因数分解のやり方など。