思考を数学的に表現する意欲を高める中学校数学科の指導に関する研究
－生徒同士が既有の知識・技能を比較し、共通点を認め合う活動を通して－

山口市立小郡中学校　教諭　大持　友之

1　研究の意図

(1) 研究の背景

「中学校学習指導要領解説　数学編」（平成20年）では、「生徒が数学的活動それ自体に楽しみを見いだしたり自分自身の知的成長を楽しみに数学的活動に主体的に取り組んだりできるようになり，学習の状況に応じて自分なりに自信を持って遂行できるようにすることが大切である」*1と示されている。

学習指導要領改訂に伴う学習指導の改善により、2012年のPISA調査結果では、日本の生徒は数学的リテラシーにおいてOECD加盟国中２位という好成績を収め、学力の向上が見られた。また、数学に対する動機付けや自己信念に関する調査において、肯定的な回答が増え、学習意欲に関しても改善傾向が見られた。しかし、これらの日本の指標値は、依然としてOECD平均を下回っており、数学の基本問題や応用問題を解く自分の能力に対して自信がもてず、数学に対する不安を抱えているという分析がなされている。

(2) 研究テーマ設定の理由

「平成27年度全国学力・学習状況調査報告書」（平成27年）では、ある記述問題の無解答率が47.3％であったことや、数学的に説明することに対する生徒の苦手意識が高いことが示されている。原籍校の生徒においても同様の傾向が見られたが、無解答の中には、一度書いた解答を全て消してしまっているものもあった。無解答であった生徒の中にも、自分なりに解法を考えていた生徒がいることがうかがえ、恐れずに自分の考えを表現しようとする生徒の育成が重要であると考えた。

これまで、授業で机間指導をしている際、教師が近くを通ると、自分の書いた解答を手で隠す生徒や、正答を出せているのに途中過程を記述できていない生徒がしばしば見られた。しかし、その生徒の考え方が正しいことを教師が伝えると、生徒は安心した表情になり、隠していた解答を教師に見せて確認してもらおうとしたり、途中過程を書いてみようとしたりすることがあった。このことから、数学に対して不安を抱えている生徒に対し、考えの正しさを他者が認めて自信をもたせ、自分の思考を数学的に表現する意欲を喚起させることが大切であると考えた。

国立教育政策研究所の「生徒指導リーフ」（平成27年）では、人から認められたという自己に対する肯定的な評価が、自信の持続につながると示されている。また、国立教育政策研究所の「OECD生徒の学習到達度調査～2012年調査国際結果の要約～」（平成25年）では、日本の生徒の場合、数学における自己効力感と数学的リテラシーとの相関には、正の関係があると述べている。

以上のことから、授業において生徒が互いの数学に関する知識・技能の正しさを認め合い、安心感を実感することで、数学に対する自信が高まり、思考を数学的に表現する意欲を喚起できると考えた。

(3) 研究の仮説

以上のことを踏まえ、研究の仮説を「中学校数学科の学習指導において、生徒同士が互いの数学に関する既有の知識・技能を比較し、共通点を認め合う活動をすることにより、数学に対する自信が高まり、思考を数学的に表現する意欲を高めることができる」とし、授業実践を通して検証を行うこととした。

2　研究の内容

(1) 本研究における「思考を数学的に表現する意欲」

「教育課程企画特別部会における論点整理について（報告）」（平成27年）では、学習意欲を行動的側面・感情的側面・認知的側面の三つの側面で示している。本研究では、主に行動的側面に焦点を当て、「思考を数学的に表現する意欲」を、生徒が図や式などを使って自分の考えを表現しようとする行動として捉え、授業中における生徒の活動状況や記述テストの結果から変容を見取ることにした。

(2) 本研究における「数学に対する自信」

本研究では、「数学に対する自信」を、数学の課題に対して解決の方法を説明できるという予期及び確信と捉え、自分の考えを説明することができるかを問うアンケートの結果や生徒の感想などから変容を見取ることにした。

(3) 共通点を認め合う活動

これまで、生徒が提出したノートやワークを点検する際、解けなかった問題の答えに×印だけを付けて提出しているものが見られた。しかし、途中の過程を見てみると、使うべき公式を正しく使っているものや問題解決の筋道が正しいものがあり、正解・不正解だけで学びを終わらせていることを残念に思うことがあった。このように、思考の過程の中に生徒の知識・技能の正しさが隠れていることは多く、このことを生徒に気付かせることが、数学に対する自信の高まりや理解の深まりにつながると考える。

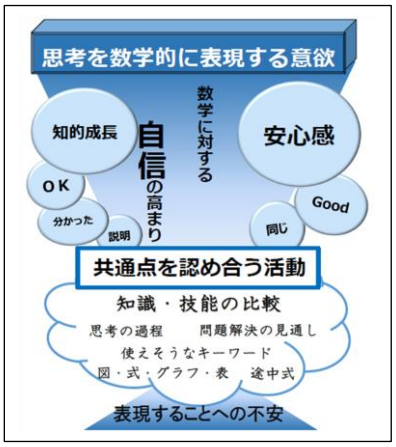


図１　研究のイメージ

そこで、本研究では、生徒は自分が出した答えだけでなく、「計算結果と途中式」「図への書き込みと問題解決に使えそうなキーワード」など、思考の過程や問題解決の見通しを比較し、自他の考え方の共通点を共有することを重視した「共通点を認め合う活動」を設定する。共通点を認め合う活動には、次のような効果があると考える。まず、自他の考え方の共通点を共有することで、生徒は自分の思考の過程で用いた数学に関する既有の知識・技能がどこまで正しいのかを確認し、思考の過程の正しい部分が認められたという安心感を実感できる。さらに、思考の過程の正しい部分と間違っている部分が明確になり、自分のつまずきを発見できる。そうすることで、焦点を絞って相手の説明を聞いて不足を補い、個に応じた知的成長が可能になる。教師が生徒の考えを認めるという１対１の対応だけではなく、生徒同士が考えの正しさを認め合うことによって、より多くの生徒の数学に対する自信が高まり、思考を数学的に表現する意欲が高まると考える（**図１**）。

共通点を認め合う活動がスムーズに展開できるように、以下の三つの手だてを講じることにした。

ア　活動における聞き手の意識付け

一般に、人と話をする際、聞き手の反応の仕方で話しやすさは変わる。そのため、自分の考えを説明することに自信をもたせるには、まず、聞き手がしっかり聞くことが大切であると考える。そこで、相手の説明を聞いて、納得できる部分があったときは、うなずきや「Good」というジェスチャーなど、肯定的な反応を返すことを生徒に意識させることで、説明しやすい雰囲気をつくるようにした（**図２**）。

図２　肯定的な反応を示す様子

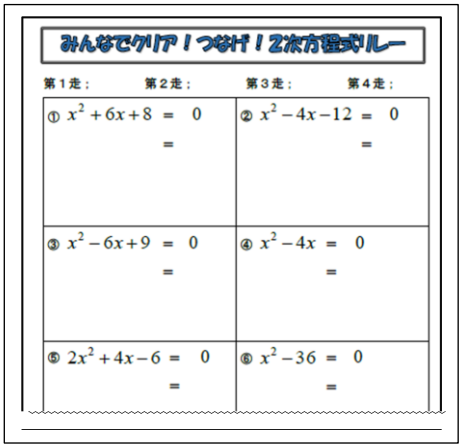
イ　様々なツールを載せたワークシート

数学は図・式・グラフ・数学の用語など、自分の考えを表現するためのツールが多く存在する。この数学の利点を生かし、様々なツールを載せたワークシートを用いることで、数学が苦手な生徒も、自分の考えを少しでも相手に伝えることができるようにし、生徒同士がそれぞれの考えを拾い上げることができるようにした。

共通点を認め合う活動では、自分の考えが認められたという安心感を生徒が実感できるように、ワークシートに書いた考えのうち、自他ともに同じであった部分又は相手を納得させることができた部分に「Good」を記入させる。また、授業の中で自分のつまずきを解決することができたことを実感させるために、相手の考えを聞いて理解できた部分には「ＯＫ」を記入させる。一つずつ確認しながら「Good」や「ＯＫ」を書くという行為は、自分の知的成長を実感し、自信の高まりにつながると考える。また、類題等に取り組む際、ワークシートに書かれた「Good」や「ＯＫ」を頼りに、つまずきやすい部分に注意して問題を解くことができ、自分の苦手克服の手助けとなると考える。

ウ　４人組リレーによる確認問題

授業開始後の５分間を使って、その日の授業につながる既習事項を生徒が復習するための確認問題を、４人組のリレー形式で行うことにした。基本問題を中心とした確認問題プリント（**図３**）を４人に１枚配り、１人１問ずつ解き方を口に出しながら問題を解く。それに対して、残りの３人の生徒は、解き方が正しければ「いいねぇ」「すばらしい」などの肯定的な反応を示し、間違っているときにはヒントを出す。解き終えたら、プリントを次の生徒に渡し、解答者を代わる。


みんなでクリア！つなげ！2次方程式リレー

第１走：　第２走：　第３走：　第４走：

① $x^2+6x+8=0$ ＝	② $x^2-4x-12=0$ ＝
③ $x^2-6x+9=0$ ＝	④ $x^2-4x=0$ ＝
⑤ $2x^2+4x-6=0$ ＝	⑥ $x^2-36=0$ ＝

図３　確認問題プリント（４人組リレー）

少人数での活動のため、数学が苦手な生徒も活動に参加しやすく、自分の考えを説明することに対する苦手意識を軽減できると考える。

(4) 授業実践

原籍校第３学年134人を対象として、二つの単元で授業実践を行った。

ア　自分の考えを説明することに関する生徒の意識調査（６月）

生徒の実態把握のため、６月に事前アンケートを実施した。結果を**図４**に示す。「①数学の学習内容の理解度」「②③日常生活における自分の考えを説明することに対する自信」を問う質問に対し、肯定的な回答が６～７割を占めていた。一方、「④⑤数学の授業における自分の考えを説明することに対する自信」を問う質問に対する肯定的な回答は、４割足らず

に留まっており、生徒は数学的に説明することに対して苦手意識をもっていることがうかがえた。

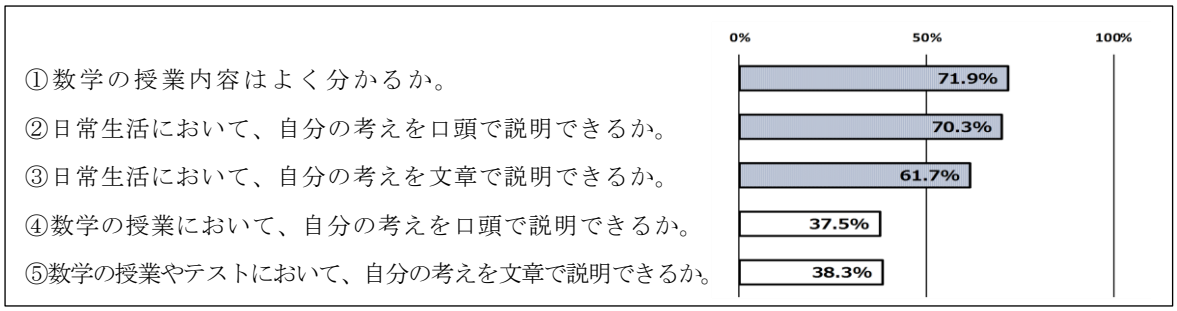


図４　事前アンケートにおける肯定的な回答の割合（６月実施）

イ　授業実践１（二次方程式）

(ｱ) 単元について

本単元では、二次方程式について理解し、それを用いて考察することができるようになることをねらいとしている。既習の方程式では解決できなかった問題も、二次方程式を用いることで解決できるようになるなど、生徒が方程式の有用性を実感できる単元である。

(ｲ) 単元計画（全９時間）

授業実践の主な学習活動と、共通点を認め合う活動の設定場面を、**表１**に示す。

表１　「二次方程式（日本文教出版中学数学３）」の単元計画

時	主な学習活動	共通点を認め合う活動の設定場面
1	事象を方程式で表し、二次方程式や方程式の解の意味を捉える。	・長方形の縦・横の長さを文字式で表し、確認する場面
2	因数分解を使った二次方程式の解き方を考える。	
3	式を $ax^2+bx+c=0$ の形に変形し、因数分解して解く。	・二次方程式の確認問題を解く場面（４人組リレー） ・式を $ax^2+bx+c=0$ の形に変形し、因数分解して解き、「方程式の解と途中式」を確認する場面
4	２数の関係を捉え、二次方程式を用いて問題解決する。	・二次方程式の確認問題を解く場面（４人組リレー） ・類題を解いた後、「文字の置き方と方程式」「方程式の解と途中式」「答え」を確認する場面
5	図形の中の数量関係を捉え、二次方程式を用いて問題解決する。	・二次方程式の確認問題を解く場面（４人組リレー） ・例題を解く際の「図への書き込みと立式した方程式」「方程式の解と途中式」「答え」を確認する場面 ・例題の別解として立式した方程式を確認する場面
6	式を平方の形に変形し、二次方程式を解く。	
7	二次方程式の解の公式を導く。解の公式を用いて二次方程式を解く。	
８・９	二次方程式を活用して、様々な問題を解決する。	

(ｳ) 授業実践１（第５時）の概要と実際

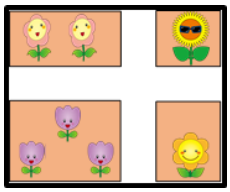
本単元第５時の授業実践の概要を、**表２**に示す。

４人組リレーで行った確認問題では、各グループから「いいねぇ」「すばらしい」という声が聞かれ、生徒全員が計算技能を認められる経験をした。数学が苦手な生徒にとって、安心感や自信につながる活動であり、協働的に学ぼうとする雰囲気で授業をスタートすることができた。花壇の道幅を求める課題では、「図への書き込みと立式した方程式」「方程式の解と途中式」「答え」を確認する場面、例題の別解として立式した方程式を確認する場面のように、小刻みに共通点を認め合う活動を設定することで、生徒が問題解決に用いた知識・技能の正しい部分を認められる機会を増やすようにした（**図５**）。数学が

苦手な生徒も、ワークシートの分かる部分はあきらめずに記入しており、問題解決の意欲を持続することができていた。

表２　授業実践１（第５時）の概要

ねらい	図形の中の数量関係を捉え、二次方程式をつくって問題解決することができる。
準備物	ワークシート、実物投影機、電子黒板

学習活動・学習内容	教師の支援・指導上の留意点
1　前時の復習をする。（５分） 共通点を認め合う活動 ・二次方程式の確認問題（４人組リレー）	○解き方が正しければ肯定的な反応をし、間違っていれば、解き方のヒントを出すように指示する。
2　【例題】課題を把握する。（２分） 縦が 10m、横が 12mの長方形の土地に、図のような同じ幅の道を縦と横につくり、花壇の面積を 80 ㎡にする。 ・求めるもの、条件を確認	
	 ４人組リレーに取り組む生徒
方程式をつくって、道幅を求めることができる。	
3　花壇の面積に注目して方程式をつくり、道幅を求める。（15分） 共通点を認め合う活動 ・図に条件を記入　・立式 $(10-x)(12-x)=80$ ・方程式を解く　・解の吟味	○「図への書き込みと立式した方程式」「方程式の解と途中式」「答え」を比較させ、自分の思考の過程がどこまで正しいかを確認させる。
4　道に注目して方程式をつくる。（10分） 共通点を認め合う活動 ・道の分け方を図示　・立式 ・式の意味を説明	○道の区切り方が同じ生徒同士で話合いをさせることで、自分の考えがどこまで正しいかを確認できるようにする。 【予想される式】 $12x+x(10-x)=40$　　$x(12-x)+x(10-x)+x^2=40$ $10x+x(12-x)=40$　　$12x+10x-x^2=40$
5　４で挙がった方程式の解法を確認する。（５分）	○実物投影機でそれぞれの解法を並列して電子黒板上に映し、どの方程式も $x^2-22x+40=0$ に式変形して解いていることを確認させることで、どの式も正しいことを実感できるようにする。
6　類題を個人で解く。（10分） ・解決の方針を図示　・立式 ・方程式を解く　・解の吟味	○解き方を指定しないことで、理解度の高い方法を自ら選択し、自分なりに解こうとする意欲を高める。 ○困っている生徒には、ワークシートのＯＫマークに注目することや、前時までのノートを見ることなどの指示を出すことで、自力で解決できるようにする。
7　本時の振り返りをする。（３分）	

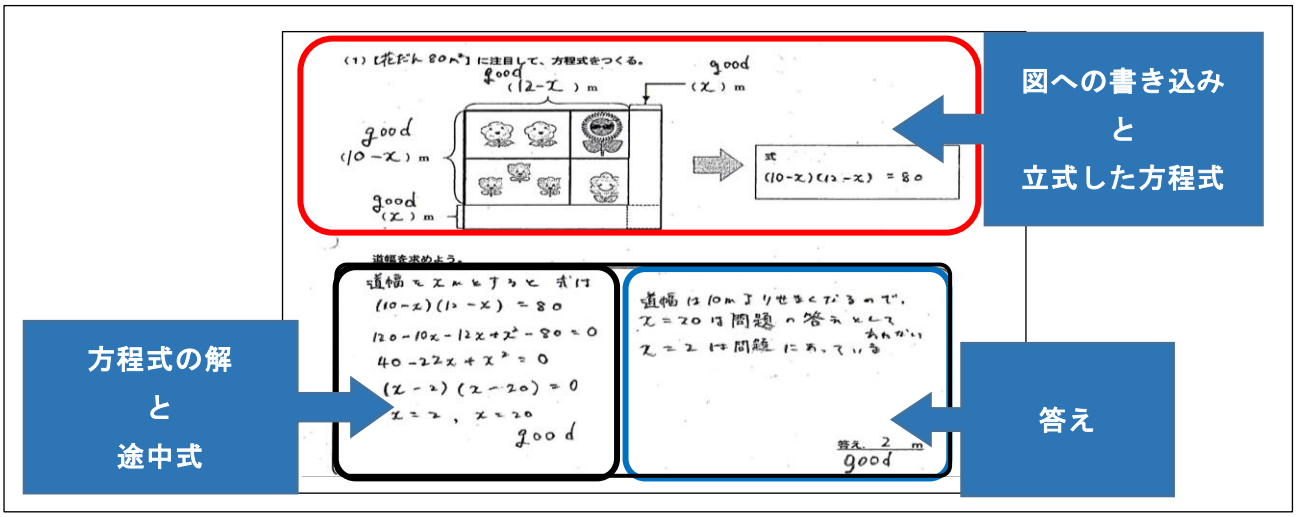


図５　花壇の道幅を求める課題のワークシート

(ｴ) 授業実践１の結果と考察

全ての生徒が、自分の数学に関する知識・技能が認められる経験ができるように「相手の間違いを指摘する前に、相手の考えがどこまで正しいかを認めること」を活動のルールとして生徒に伝え、授業実践をスタートした。第１時の授業では、縦の長さxｃｍ、周の長さ20ｃｍである長方形の横の長さを表す文字式を生徒に考えさせ、共通点を認め合う活動で確認をさせた。Ａさんが書いた式（$20-2x$）/2を見て、式$10-x$を書いたＢさんが戸惑う姿が見られた。すると、Ａさんは自分の考えの正しさを一方的に主張するのではなく、図を使った説明や式変形によって、自分たちが立てた式は同じになることを説明することで、Ｂさんの考えの正しさを伝えていた。Ｂさんにとって、式の形は違うが自分の考えが正しいことを実感できた場面であった。相手の考えの正しさを認めようとする姿勢がＡさんにあったからこそ、生まれた場面であると考える。第３時の二次方程式の解き方を学ぶ授業では、基礎・基本の定着を図るために、生徒同士で途中式を１行ずつ確認させ、ワークシートに「Good」「ＯＫ」を記入させた。計算の途中で行き詰まり、解を導くことができなかった生徒も、相手と一つずつ途中式を確認することで、納得しながら訂正していた（**図６**）。その後、類題に黙々と取り組む姿が見られた。解だけを確認するのではなく、途中式を丁寧に確認したことで、計算過程の正しい部分が認められ、自信を高めながら、理解を深めたと考える。

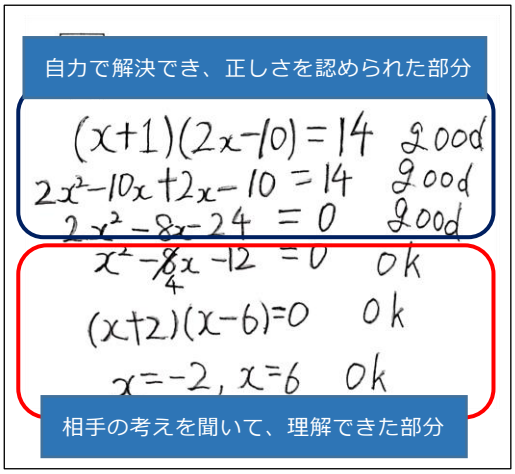


図６　途中式と方程式の解の確認

振り返りシートには、共通点を認め合う活動を通して、自分の考えが認められ、安心感を実感していることがうかがえる生徒の感想が多く見られた（**図７**）。また、自分の考えを説明することに対する自信を測るために行った事前・事後のアンケートでは、口頭での説明、記述での説明ともに肯定的な回答が２倍近くに増えた（**図８**）。このことから、共通点を認め合う活動が、生徒の数学に対する自信を高めるのに有効であったと考える。また、「自分がどこで間違っているかに気を付けて友だちの説明を聞いた」などの感想も見られた。共通点を認め合う活動が、それぞれの生徒のつまずきに気付く機会となり、生徒同士で説明し合う中で理解を深め、個に応じた知的成長につながる活動であったと考える。

- 友だちに説明することで、自分の考えがあっていたんだと安心した。
- 友だちと答え（式）が違っていて、説明したら「あぁ確かに」と言ってもらえて安心した。
- みんなが納得してくれて、間違っているという思いが消えた。

図７　授業実践１での生徒の感想

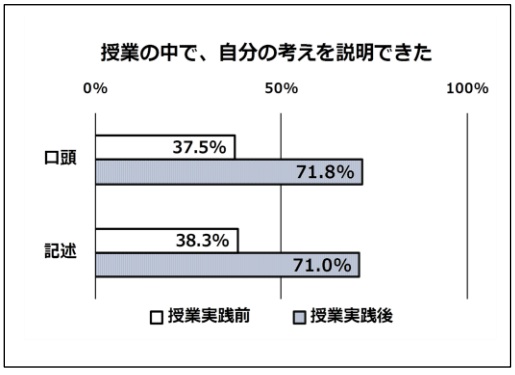


図８　考えを説明できた生徒の割合

また、思考を数学的に表現する意欲を見取るため、事前・事後に記述テストを実施した。６月は文字式の活用問題、７月は二次方程式の活用問題を出題した。解答をどれだけ書いているかという「解答量」によって意欲を、解答の正しさという

「解答の質」によって数学的に表現できているかを分析してみると、無解答率の減少（図９）、正答率の増加（図10）が見られた。しかし、期待する程の伸びではなかった。

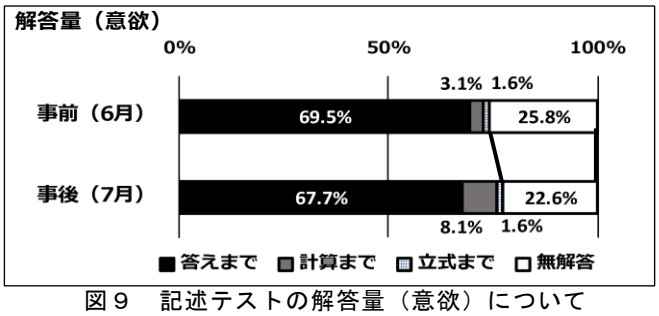


図９　記述テストの解答量（意欲）について

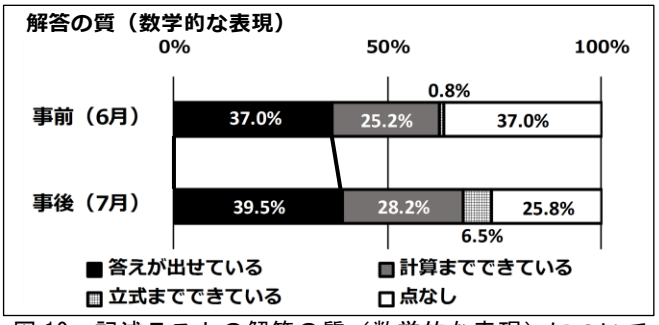


図 10　記述テストの解答の質（数学的な表現）について

これらの結果を次のように分析する。４人組リレーによる確認問題や二次方程式の解き方を学ぶ授業では、多くの生徒が自分の解き方を認められる経験ができており、二次方程式を解くための形式的な操作を説明することについては自信が高まり、意欲的に説明することができた。一方、二次方程式の活用の授業では、立式ができなかった生徒は相手の説明を聞くだけになってしまい、授業の中で安心感や数学に対する自信の高まりを実感できず、自分の考えを表現しようとする意欲につながらなかった。このことが、記述テストの結果に反映していると考える。

ウ　学習意欲に関する生徒の意識調査（10月）

授業実践２に向けて、共通点を認め合う活動によって高まった自信を、思考を数学的に表現する意欲の高まりにつなげるための授業の改善を図った。まず、数学における生徒の学習意欲が高まる条件を把握するために、事前アンケートを行った。「ほめられることと学習意欲」に関する質問では、「先生にほめられたとき」「友だちにほめられたとき」に学習意欲が高まると答えた生徒が、ともに８割を超えていた。この結果は、同時に行った記述テストの正答率で分けた習熟度別グループ間で差は見られなかった。「課題レベルと学習意欲」に関する質問では、習熟度別グループ間で、意欲が高まる条件が異なることがうかがえた。全体としては「見たことがない問題だが、自分の知識で解けそうなとき」に学習意欲が高まると答えた生徒が最も多かった（図11）。

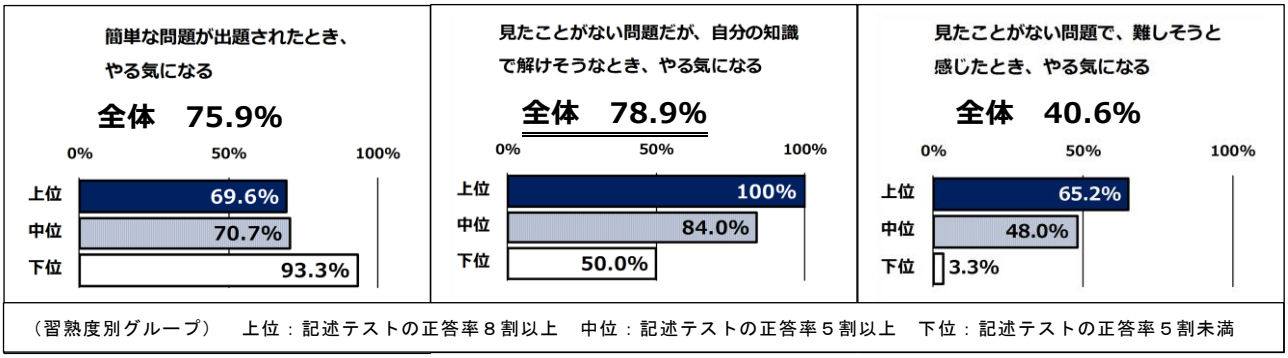


図 11　課題レベルと学習意欲に関する事前アンケート結果（全体・習熟度別）

エ　授業実践２（相似な図形）

(ｱ) 単元について

本単元は、図形の相似を理解し、それを図形の性質の考察や計量に用いる能力や、図形について見通しをもって論理的に考察し表現する能力を伸ばすことをねらいとしている。

事前アンケートにおいて、図形の証明を苦手としている生徒が５割を占めていたこと及

び数学における学習意欲に関する事前アンケート結果（**図11**）から、共通点を認め合う活動を設定することで、生徒が「自分の知識で問題が解けそうだ」と思えるようにすることが、数学的に表現する意欲を高めるために大切であると考えた。そこで、授業実践２では生徒が相似の証明を書く前、即ち、証明の見通しを立てる場面で共通点を認め合う活動を行うこととした（**表３**）。

表３　授業実践２に向けての改善点

	授業実践１ 7月実施（二次方程式）	**授業実践２** 10月実施（相似な図形）
導入	○二次方程式の確認問題を解く場面（４人組リレー）	○図形分野の確認問題を解く場面（４人組リレー）
	４人に１枚、問題プリントを配り、１人１問ずつ問題を解いていく。１人の生徒が解き方を言いながら問題を解くのに対し、残りの３人の生徒は肯定的な反応をしたり、ヒントを出したりしながら支援する。	
展開	解答を**書いた後**に設定 ○立式した場面　○方程式を解いた場面 ○方程式を用いて、答えを出した場面	証明を**書く前**に設定 ○条件を図示し、証明に使えそうなキーワードを表にまとめて、証明の見通しを確認する場面
	「図への書き込みと方程式」「方程式の解と途中式」「答え」を生徒同士で比較し、自力で解決できた部分に「Good」、相手の説明を聞いて理解できた部分に「ＯＫ」をワークシートに記入する。	「見付けた相似な三角形」「図への書き込み・証明に使えそうなキーワード・証明に使えそうな相似条件」を生徒同士で比較し、考えの正しい部分に「Good」、相手の説明を聞いて理解できた部分に「ＯＫ」をワークシートに記入する。

改善

(ｲ) 単元計画（全19時間）

授業実践の主な学習活動と、共通点を認め合う活動の設定場面を、**表４**に示す。

表４　「相似な図形　１節：相似な図形（日本文教出版中学数学３）」の単元計画（７時間／全 19 時間）

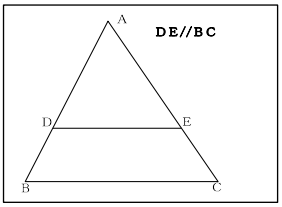
時	主な学習活動	共通点を認め合う活動の設定場面
1	相似の意味と相似な図形の性質を捉える。	
2	１点を中心として図形を拡大又は縮小し、相似な図形をかき、相似比、相似の位置、相似の中心について捉える。	・図形分野（角度）の確認問題を解く場面（４人組リレー）
3	三角形の相似条件の意味を捉える。三角形の相似条件を用いて、二つの三角形が相似であるかどうかを考える。	・図形分野（合同）の確認問題を解く場面（４人組リレー） ・図への書き込みと使えそうな相似条件を照らし合わせ、二つの三角形が相似であることを説明する場面
4	三角形の相似条件を用いて二つの三角形が相似であることを証明する。	・条件を図示し、証明に使えそうなキーワードを表にまとめて、証明の見通しを確認する場面
5	見出した図形の性質を、三角形の相似条件を用いて証明する。	・条件を図示し、証明に使えそうなキーワードを表にまとめて、証明の見通しを確認する場面
6	相似な図形の性質を活用して、身の回りの問題を解決する。	
7	縮図を用いて距離や高さを求める。	

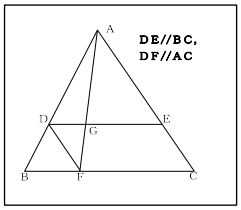
(ｳ) 授業実践２（第４時）の概要と実際

本単元第４時の授業実践の概要を、**表５**に示す。

表５　授業実践２（第４時）の概要

ねらい	相似な三角形を見付け、証明することができる。
準備物	ワークシート、実物投影機、電子黒板

学習活動・学習内容	教師の支援・指導上の留意点
1　ペアで相似条件を確認する。　（１分）	○覚えていない相似条件は、相手から聞いて復唱させる。
全員が相似な三角形の証明ができるようになろう。	
2　【例題】△ＡＤＥ∽△ＡＢＣを証明する。 （1）証明の見通しを立てる。(15分) ・図への記入 ・キーワード ・相似条件 	○実物投影機でワークシートを電子黒板上に映し、全体で証明をする。 全体で例題の証明をしている場面

（２）全体で証明を確認する。	○証明の仕方が一通りではないことを確認させ、自分の考えで証明してみようとすることが大切であることを伝える。
3 【類題】提示された図から、相似な三角形の組を探す。（５分） 共通点を認め合う活動  	○確認しやすいように、小さい方の三角形を赤、大きい方の三角形を青で色付けさせ、生徒同士で確認させる。 相似な三角形を指で差しながら確認している様子
4 （ア）△ＧＤＦ∽△ＧＥＡ （イ）△ＧＤＦ∽△ＦＣＡ のうち一つを選択し、証明する。（25分） （１）証明の見通しを立てる。 共通点を認め合う活動 ・図への記入 ・キーワード ・相似条件 （２）証明を書く。 （３）グループで証明の確認をする。 （４）証明の振り返りをする。	○３分間、個人で考えた後、図に書き込んだマークの位置が同じ生徒同士で証明の見通しを確認させる。 証明の見通しの正しい部分を認め合う生徒
	○証明をする上で、良かった点やより良い証明にするために気を付けたい点をワークシートに記入させることで、自己の理解度を確認させる。
5 証明の振り返りを全体で共有する。（２分）	○（ア）（イ）の代表生徒の証明を実物投影機で提示し、振り返りでの気付きを発表させることで、証明のポイントを押さえる。
6 本時の振り返りをする。（２分）	○ワークシートを回収し、生徒の良い考え方や知的成長が見られた部分にコメントを書く。

生徒が相似な三角形を証明する初めての授業であり、事前アンケートにおいて、証明問題に苦手意識があると多くの生徒が答えていたことから、本時のめあてを「全員が相似な三角形の証明ができるようになろう」とした。自分だけが理解を深めるのではなく、相手の考えの正しい部分を認め、互いに理解を深めていくことを生徒に意識させて共通点を認め合う活動を行うことで、証明問題に対する苦手意識を軽減させたいと考えた。

授業開始直後、隣同士で三つの相似条件を口に出しながら確認させた。覚えていない相似条件については、相手からヒントをもらったり、教科書を見たりしながら、全員の生徒が確認することができた。この活動を通して、授業の序盤から教室全体に活気が生まれ、協働的に学習しようとする雰囲気を高めることができた。

まず、例題のワークシートを実物投影機で電子黒板上に映し、生徒から挙がった証明に使えそうなキーワードを図や表にまとめながら、生徒と一緒に証明を完成させた。「証明の見通しの立て方」「ワークシートの使い方」「証明の流れ」を生徒に確認させることで、その後の授業をスムーズに展開できた。

次に、類題の図形の中にある相似な三角形を確認する場面で、共通点を認め合う活動を行った。ほとんどの生徒が相似な三角形を見付けることができ、ワークシートに「Good」を記入することができた。図形を見る視点の正しさを相手に認められた場面であった。例題で扱った三角形以外に六つの相似な三角形があることを確認した後、難易度の異なる二つを取り上げ、どちらか一つを生徒に個人で選択させて証明の見通しをワークシートにまとめさせた。その後、「図」「証明に使えそうなキーワード」「相似条件」の三つの視点で、証明の見通しを確認する共通点を認め合う活動を行った。ワークシートの「図」「証明に使えそうなキーワード」「相似条件」のそれぞれに「Check!」と書いた枠を設けたこ

とで、共通点を認め合う活動の進め方が生徒に明確に伝わっていた（図12）。また、この三つの視点で証明の見通しを確認させたことで、数学の用語を覚えていない生徒も、図への書き込みの正しさを認められ、自分の考えが間違っていないことを実感している様子がうかがえた。見通しを確認した後の個人で証明を書く場面では、約８割の生徒が自分なりに証明を書き進めることができていた。

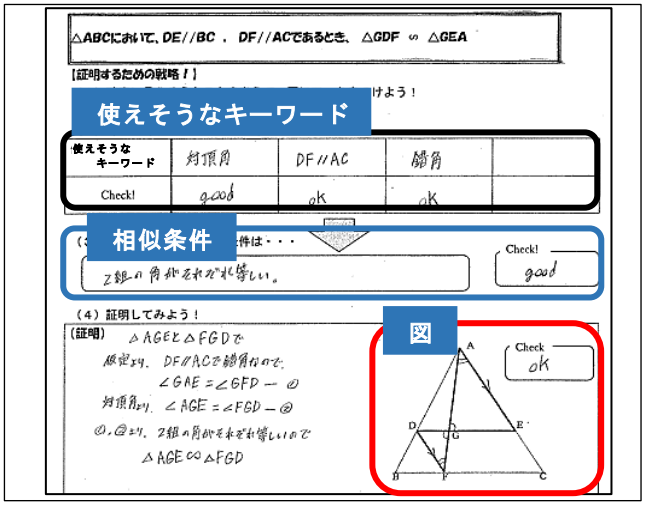


図 12　証明の見通しを立てるためのワークシート

(ｴ) 授業実践２の結果と考察

４人組リレーによる確認問題を行う場面や証明の見通しを確認する場面では、図にマークを付けたり、図を指で差したりしながら自分の考えを伝えようとする生徒の姿が、授業を重ねるごとに増えていった。それに伴い、各グループから自然と「いいねぇ」「Good」という声が聞こえるようになった。事後アンケートの自由記述欄に「いつもなら分からないで終わっていたが、証明に使えそうなキーワードを友だちと確認したので、一人でもできそうだと思えたから証明しようという気持ちが高まった」などの感想が多く見られた。このことから、自分の数学に関する知識・技能を証明の中で使うことができることを、より多くの生徒が自覚し、「自分で証明できそうだ」という自信を高め、「自分で証明してみよう」という意欲の高まりにつながったと考える。授業実践１では、生徒が解答を書いた後に共通点を認め合う活動を設定したのに対し、授業実践２では、生徒が証明を書く前の、証明の見通しを確認する場面に設定した効果であると考える。

(5) 研究の考察

ア　アンケート調査の結果

授業実践２の事前・事後に行ったアンケートの「学習形態と学習意欲」に関する質問では、「ペアやグループでの学習のとき、学習意欲が高まる・どちらかといえば高まる」と回答した生徒が増えており、一人や全体での学習と比べ、肯定的回答の伸びが最も大きかった（図13）。また、９割の生徒が「授業の中で自分の考えが認められたと感じる場面があった」と答えていることから、本研究の核となる共通点を認め合う活動は、活動の意図に沿った展開ができていたと考える。また、「自分の考えを説明することに対する自信」に関する質問では、約８割の生徒が、「授業の中で、自分の考えを説明することができた」と答えており、授業実践前よりも自分の考えを説明することができるようになったと感じている生徒が増えていた（図14）。これらのことから、共通点を認め合う活動が数学に対する自信につながったと考える。

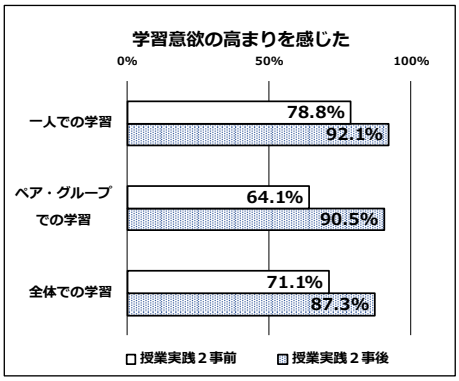


図 13　学習形態と学習意欲について

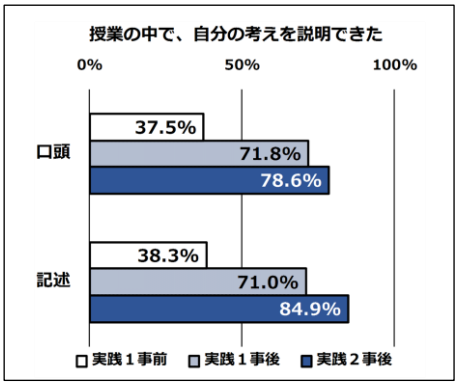


図 14　考えを説明できた生徒の割合

自由記述欄には、「できるところまで解いて、友だちに合っていると言われてうれしかった」などの感想も見られ、証明に苦手意識をもっていた生徒も、自分の考えが相手に伝わることで「自分の考えが認められた」という安心感を味わうことができた。また、「相似の証明が解けたので、今まで復習することを避けていた合同の証明もできる気がしてきた」など、自身の知的成長を実感しているような感想も見られた。このように、共通点を認め合う活動によって数学に対する自信が高まり、自分の考えを書いてみようという意欲の高まりにつながったことがうかがえた。

イ　記述テストの結果

授業実践２の事前・事後に記述テストを実施した。10月は三角形の合同に関する証明問題、11月は三角形の相似に関する証明問題を出題し、授業実践１と同様に解答量、解答の質の２点に注目して、思考を数学的に表現する意欲を見取った。解答量において、無解答の生徒が約1/3に減少し、証明を最後まで書いている生徒が２倍近くに増えており、自分の考えを書くことに前向きになった生徒が増えていることがうかがえた（図15）。解答の質においては、解答として０点である生徒が約1/3に減り、満点の生徒が５倍近くに増え、数学的な表現を正しく用いて証明できるようになった生徒が増えた（図16）。また、誤答や無解答であった生徒の解答用紙にも、図への書き込みが多数見られ、あきらめずに証明しようとする意欲がうかがえた（図17、図18）。解答の量・質ともに向上が見られ、思考を数学的に表現する意欲が高まったと考える。

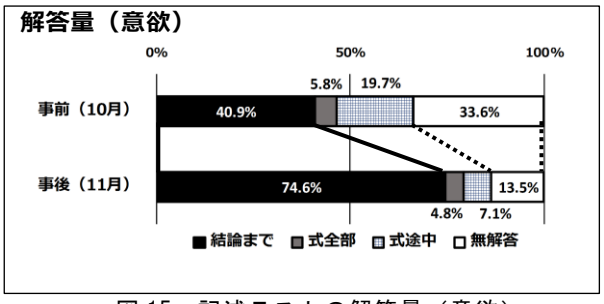


図 15　記述テストの解答量（意欲）

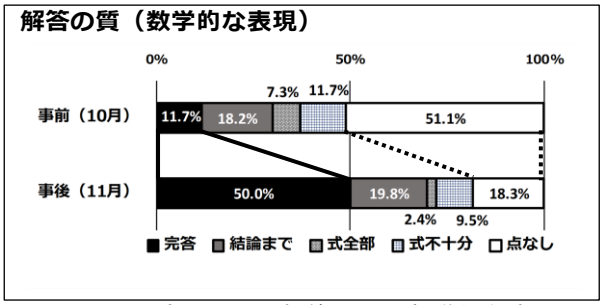


図 16　記述テストの解答の質（数学的な表現）

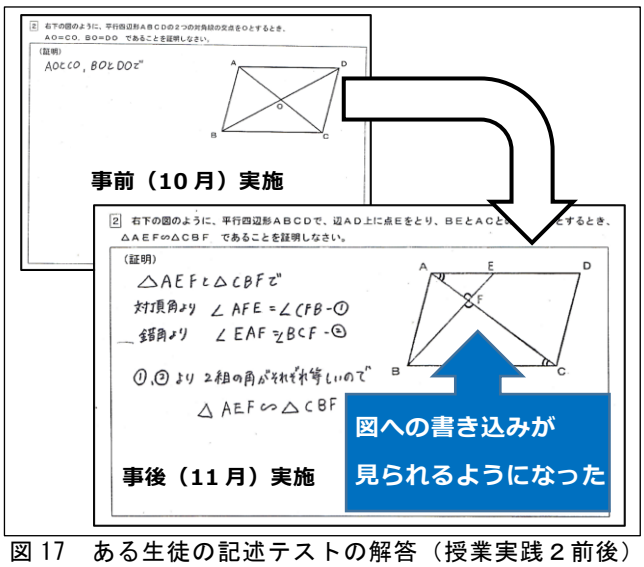


図 17　ある生徒の記述テストの解答（授業実践２前後）

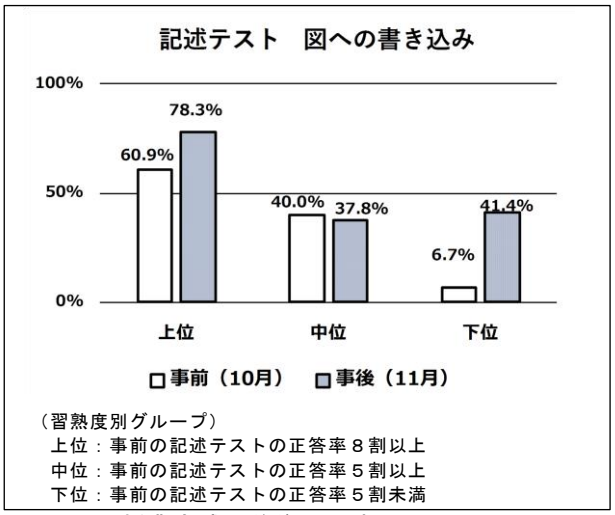


図 18　授業実践２前後の記述テストにおける図への書き込み（習熟度グループ別）

アンケート調査の結果及び記述テストの結果から、共通点を認め合う活動による効果について、次のように考える。共通点を認め合う活動において、生徒は図を指で差したり、「これ」「それ」などの指示語を使ったりしながら、自分なりの表現で自分の考えを相手に伝えた。そして、正しい部分を認められ、自分の数学に関する知識・技能を証明の中で使うことができる

ことを自覚できた。このことが、「口頭で説明することができた」と実感している生徒の増加につながったと考える。また、思考の過程の共通点を生徒同士で照らし合わせ、互いの考えを説明し合う中で、生徒は納得しながら、自分なりの表現を数学的な表現に変えることができた。数学が得意な生徒も、相手が納得できるように説明することで理解を深め、筋道の通ったより質の高い証明ができるようになった。このことが、「記述で説明することができた」と実感している生徒の増加や記述テストの解答量・解答の質の向上にもつながったと考える。

3　研究のまとめと今後の課題

(1) 研究のまとめ

本研究では、共通点を認め合う活動を行うことが、思考を数学的に表現する意欲を高めるために有効であるかを２回の授業実践を通して検証した。

図・式・表など、様々なツールを載せたワークシートを用いることで、生徒が思考の過程を表現しやすくし、生徒同士がそれぞれの考えを拾い上げることができるようにした。また、相手の説明をしっかり聞いて反応を返すことを生徒に意識させたり、基本問題を中心とした確認問題を４人組リレーで行わせたりすることで、生徒が自分の考えを説明しやすいように、雰囲気づくりをした。共通点を認め合う活動を通して、生徒は自分の思考の正しい部分を確認し、納得しながら自分なりの表現を数学的な表現に変えることができた。このことで、自分の考えを説明することに対する自信を高め、数学的な表現を用いて考えを表現する生徒が増えた。

以上のことから、生徒同士が互いの数学に関する既有の知識・技能を比較し、共通点を認め合う活動をすることは、生徒の数学に対する自信を高め、思考を数学的に表現する意欲を高めるのに有効であると考える。

(2) 今後の課題

２回の授業実践を通して、共通点を認め合う活動を設定するタイミングと生徒の自信や意欲の伸びとの間には、関係性があると考えられる。そのタイミングを考える際、授業で提示する課題に対して、生徒がどのような不安をもっているかを授業者が常に感じ取っておくことが重要である。「解き方が分からなくて不安」「表現の仕方が分からなくて不安」「自分の解き方が正しいか正しくないのか知りたくて不安」のように、生徒が抱く不安によって、生徒が考えを出す前、考えを出している途中、考えを出した後など、共通点を認め合う活動を適切な場面に設定することが大切である。

今後は授業で扱う課題と生徒の実態を照らし合わせ、授業展開のどの場面に「共通点を認め合う活動」を設定することが、より効果的であるかについて実践を通して追究していきたい。また、より多くの生徒が自分の考えを出せるように、共通点を認め合う活動の進め方やグループ形態についても、研究を深めていきたい。

【引用文献】

＊１　文部科学省、『中学校学習指導要領解説　数学編』、教育出版、2008、ｐ139

【参考文献】

・国立教育政策研究所、『OECD生徒の学習到達度調査～2012年調査国際結果の要約～』、2013
・文部科学省・国立教育政策研究所、『平成27年度全国学力・学習状況調査　報告書【中学校／数学】』、2015
・文部科学省・国立教育政策研究所、『平成27年度全国学力・学習状況調査　報告書【質問紙調査】』、2015
・中央教育審議会、『教育課程企画特別部会における論点整理について（報告）』、2015
・国立教育政策研究所、『生徒指導リーフ　Leaf.18』、生徒指導・進路指導研究センター、2015
・『教育科学／数学教育　2016年９月号（Ｎｏ．707）』、明治図書出版、2016