Ｇ０３０３
報告 612

数学科における「個別最適な学び」と「協働的な学び」の授業の在り方を求めて

－GIGA 端末を活用した思考過程の見える化を通して－

寺井　淳（京都市総合教育センター研究課　研究員）

Key Words：思考過程の見える化，試行錯誤，根拠，共有

数学科の授業では，結果を求めること以上に，その過程を考えることが大切である。そのときに，自分が考えた方法だけではなく，他者が考えた方法を知り，比較することでよりよい方法を得ることができる。本研究では，多様な考え方ができる問いを設定することで，生徒が思考の過程に着目できるようにする。そして，他者と協働しながら，よりよい考え方を求めていく中で，「思考力，判断力，表現力等」を高めることを目指した。

そのために，授業の中での学びを蓄積し見直して使えるようにするとともに，式，図，表，グラフなど数学的な表現を関連付けて適切に使うように促すことで，生徒に試行錯誤して考えさせるようにした。そして，その考えをより確かにするための方法として，「思考過程の見える化」を授業に取り入れることにした。さらに，見える化した思考の過程を共有し，お互いの考え方を比較したり，他者の考え方を読み取ったりすることで，自分の考え方についての理解を深めるとともに，他者によりわかりやすく説明できるようになると考えた。

実践の結果，蓄積しておいた既習事項を使って，粘り強く問題に取り組む生徒が増えた。また，自分の考えを記述してそれをもとに説明しようとしたり，他者の考えを読み取ろうとしたりする意識の高まりも見られるようになった。

目　　次

＜研 究 担 当＞　寺井　　淳　　　（京都市総合教育センター研究課　研究員）

＜研究協力校＞　京都市立中京中学校
京都市立近衛中学校

＜研究協力員＞　華井　崇博　　　（京都市立中京中学校教諭）
小林　翔太　　　（京都市立近衛中学校教諭）

第１章　算数科・数学科の課題と研究の方向性について

第１節　算数科・数学科で求められている資質・能力

小学校学習指導要領(1)及び，中学校学習指導要領(2)では，算数科・数学科の目標として「知識及び技能」「思考力，　判断力，表現力等」「学びに向かう力，人間性等」の三つの柱に基づいて数学的に考える資質・能力を育成することを以下のように定めている。

数学的な見方・考え方を働かせ，数学的活動を通して，数学的に考える資質・能力を次のとおり育成することを目指す。

(1) 数量や図形などについての基礎的・基本的な概念や性質などを理解するとともに，日常の事象を数理的に処理する技能を身に付けるようにする。（知識及び技能）

(2) 日常の事象を数理的に捉え見通しをもち筋道を立てて考察する力，基礎的・基本的な数量や図形の性質などを見いだし統合的・発展的に考察する力，数学的な表現を用いて事象を簡潔・明瞭・的確に表したり目的に応じて柔軟に表したりする力を養う。（思考力，判断力，表現力等）

(3) 数学的活動の楽しさや数学のよさに気付き，学習を振り返ってよりよく 問題解決しようとする態度，算数で学んだことを生活や学習に活用しようとする態度を養う。（学びに向かう力，人間性等）

小学校　算数科の目標

数学的な見方・考え方を働かせ，数学的活動を通して，数学的に考える資質・能力を次のとおり育成することを目指す。

(1) 数量や図形などについての基礎的な概念や原理・法則などを理解するとともに，事象を数学化したり，数学的に解釈したり，数学的に表現・処理したりする技能を身に付けるようにする。（知識及び技能）

(2) 数学を活用して事象を論理的に考察する力，数量や図形などの性質を見いだし統合的・発展的に考察する力，数学的な表現を用いて事象を簡潔・明瞭・的確に表現する力を養う。（思考力，判断力，表現力等）

(3) 数学的活動の楽しさや数学のよさを実感して粘り強く考え，数学を生活や学習に生かそうとする態度，問題解決の過程を振り返って評価・改善しようとする態度を養う。（学びに向かう力，人間性等）

中学校　数学科の目標

このように，算数科・数学科の目標は示されている文言に多少の違いはあるが，目指す資質・能力は同じであり，算数科で育成された力を数学科でより発展的に育成していくことであるといえよう。ここで着目したいところは，共通で示された

数学的な見方・考え方を働かせ，数学的活動を通して数学的に考える資質・能力を次のとおり育成することを目指す

という文言である。これは，数学的に考える資質・能力を育成する上で，「数学的な見方・考え方を働かせた数学的活動」は必要な条件であるということである。では，「数学的な見方・考え方」と「数学的活動」とはどのようなことなのだろうか。

（１）数学的な見方・考え方とは

前提として，学習指導要領の総則では，各教科等の「見方・考え方」は，「どのような視点で物事を捉え，どのような考え方で思考していくのか」という教科等ならではの物事を捉える視点や考え方である，と示されている。では，算数科・数学科の教科においての「見方・考え方」はどのように捉えればよいのだろうか。小学校学習指導要領解説算数編(以下，学習指導要領算数編)と中学校学習指導要領解説数学編(以下，学習指導要領数学編)によると「数学的な見方・考え方」は右記のように整理することができる(3)(4)。重要なことは，問題を解けることだけが目的ではないということである。

小学校	中学校
事象を数量や図形及びそれらの関係についての概念等に着目してその特徴や本質を捉え，目的に応じて数，式，図，表，グラフ等を活用しつつ，	
根拠を基に筋道立てて考え，	論理的に考え，
問題解決の過程を振り返るなどして既習の知識及び技能を関連付けながら，統合的・発展的に考えること	

例として，中学校数学科の「多角形の内角の和を求める問題」で説明する。n 角形の内角の和は「180°×（n-2)」で求めることができると教えた場合，育まれる力は多角形の内角の和を求める公式

という知識及び技能でしかなく，数学的な見方・考え方を働かせているとはいえない。では，どのようなことが「数学的な見方・考え方」であるのか以下に述べる。

子どもたちは，小学校算数科で，どんな多角形の面積も三角形に分割することで求められることを学習している。このことが想起できれば，今回も，「三角形に分けてみてはどうか」という視点で，多角形を見ることができると考える。また，その際に今までの学習を生かし，「図や表にしてきまりを見つけてみればいいのではないか」という規則性に着目して捉える子どももいるかもしれない。この，「分割する」「規則性を見つける」ことのように，数学的な視点から事象を捉えることが数学的な見方といえるであろう。そして，この数学的な見方を働かせると，図 1-1 に示すような様々な考え方が出てくると予想できる。

これら異なる複数の考え方から共通点を見いだし，「三角形に分割して内角以外の角は除けばよい」という，一般化された考え方として捉え直す。これが統合的に考えることである。そして，「多角形の内角の和がわかれば，外角の和も求められるのではないだろうか」と発展的に考える。今まで学習した知識を生かし，図などに表しながら，統合的・発展的に考えていくことが数学的な考え方といえるだろう。数学的な見方・考え方を働かせながら，知識及び技能を習得したり，習得した知識及び技能を活用したりすることにより，生きて働く知識となり，技能の習熟・熟達につながる。そして，より広い領域や複雑な事象の問題を解決するための「思考力，判断力，表現力等」が育成される。

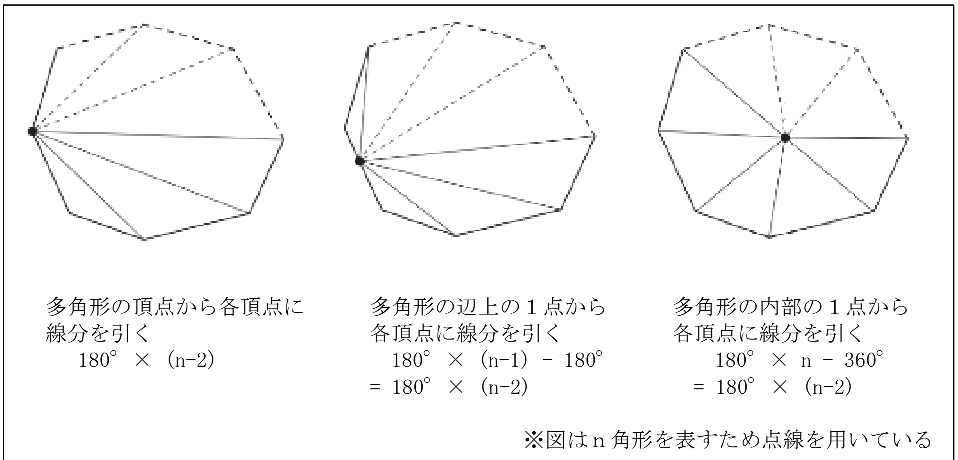


図 1-1　多角形の分割と内角の和の求め方

このように，数学的な見方・考え方を使って問題を解決することで，「思考力，判断力，表現力等」が育成され，理解が伴った多角形の内角の和の公式が，他の場面でも生きて働く知識及び技能として習得されるのである。数学的な見方・考え方を働かせた数学的活動は，数学的に考える資質・能力の育成につながるだけでなく，数学や他教科の学習，日常生活や社会において問題を論理的に解決していく場面などでも広く生かされるものになっていくのである。

（２）数学的活動とは

数学的活動とは，日常生活や社会の事象，数学の事象を数理的に捉えて，算数や数学の問題を見いだし，問題を自立的，協働的に解決する過程を遂行することである(5)。また数学的活動は，単に解を求める学習活動ではなく，問題解決の過程や結果を振り返り，得られた結果を捉え直したり，新たな問題を見いだしたりして，統合的・発展的に考える活動である。例えば，上記の数学的な見方・考え方の例として紹介した授業で考えると，「それぞれの多角形(四角形，五角形，六角形・・・)の一つの頂点から対角線をひき，できた三角形の数や内角の和を求めなさい」という問題であれば，それぞれの数を数えたり，内角の和を計算したりするだけの活動となる。問いを「多角形の内角の和を求めるにはどのように考えればよいのだろうか」としたり，「調べたことから共通して考えられることは何だろう」と追発問を行ったりすることで，問題解決の過程や得られた結果から共通点を見いだし，統合的・発展的に考えていくことができるのである。

数学的な見方・考え方と数学的活動は切り離して考えるものではない。数学的な見方・考え方が働く数学的活動にするためには，課題設定を工夫し，様々な意見交流，議論など対話的な学びが生まれる授業デザインが必要となるだろう。

第２節　算数科・数学科の課題とその要因

算数科・数学科で扱う内容は異なるが，数学的な見方・考え方が働く数学的活動を行っていくことで，教科の目標である数学的に考える資質・能力を育成していかなければならない。では，算数科・数学科それぞれで数学的に考える資質・能力は育成できているのだろうか。また，数学的な見方・考え方が働く数学的活動を取り入れた授業となっているのだろうか。算数科・数学科の現状と課題，その要因を示し，両研究で目指す方向性を述べる。

（１）算数科・数学科の課題

2018年に行われた OECDによる生徒の学習到達度調査(PISA)(6)の結果によると,数学的リテラシーは，OECD加盟国の中では１位であるとともに，IEAが進めているTIMMS2019(7)の結果も小学校５位，中学校４位という成績であった。この結果から我が国の算数科･数学科における一定の教育の成果があったといえるだろう。

表 1-1　令和３年度全国学力・学習状況調査一部抜粋

	分類	区分	対象問題数（問）	平均正答率（%）
小学校　算数	評価の観点	知識・技能	9	74.3
		思考・判断・表現	7	65.2
		主体的に学習に取り組む態度	0	
中学校　数学	評価の観点	数学への関心・意欲・態度	0	
		数学的な見方や考え方	7	41.5
		数学的な技能	3	77.9
		数量や図形などについての知識・理解	6	65.9

一方で課題もある。令和３年度全国学力・学習状況調査報告書（小学校算数）(8)と令和３年度全国学力・学習状況調査報告書（中学校数学）(9)の結果を見てみよう。表 1-1 に示すように，「思考・判断・表現」と「数学的な見方や考え方」のポイントが他の観点に比べ低い。中学校における「数学的な見方や考え方」は，平成 20 年改訂の学習指導要領による評価観点であり，現在の「思考・判断・表現」に当たるだろう。この思考・判断・表現と数学的な見方や考え方の課題の多くは「求め方や理由を記述すること」「判断の理由を数学的な表現を用いて説明すること」などである。この課題は，平成 31 年度の以前の全国学力・学習状況調査でも同様であった。

以上に述べたように，PISAや全国学力調査の結果から「知識及び技能」はある程度高まってきているが，「思考力，判断力，表現力等」には依然として課題があることが示された。現在求められている三つの資質・能力は別々に育まれるものではなく，バランスよく学びが繰り返され，互いに関わりながら高まっていくことが目指されている。「思考力，判断力，表現力等」も，他の資質・能力と同等に学び方を工夫しながら伸ばしていくことが重要であると考える。では，なぜ「思考力，判断力，表現力等」に課題が生まれるのだろうか。その要因を以下に述べる。

（２）　「思考力，判断力，表現力等」の課題要因

①算数科・数学科の教科特性

算数と数学は一般化された考え方や公式を使えば，数が変わったとしても同じ解き方で解けるというよさがある。しかし，そのよさは課題にもなり得る。「速さ」の問題で例を挙げてみよう。問題文に出てくる数は，基本的に「速さ」「時間」「道のり」の三つである。その数をかけ算やわり算で組み合わせることによって「速さ」や「時間」などを求めることができる。しかし，どの組合せでどのように計算すればよいのか理解できない子どもも中にはいるだろう。指導者は解を求めるプロセスを考える活動は取り入れるが，理解ができない子どものことも考え，図 1-2 のように一般化された方法も紹介する。

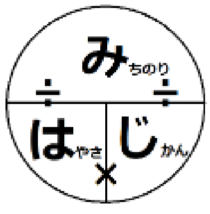


図 1-2　道のり・速さ
時間の関係図

$$ax^2 + bx + c = 0$$

$$x = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$$

図 1-3　解の公式

すると，問題の意味を考えるまでもなく，この図 1-2(p.3)に数を当てはめて解を出せてしまうのである。

中学校の二次方程式の問題でも同じことがいえるだろう。因数分解をすることで x の値を求めることができる。しかし，図 1-3(p.3)の解の公式を使うことで式変形の過程を考えずとも答えを求めることができてしまう。

このように，算数科・数学科の教科特性として，一般化して考えられるものや公式化されたものを使って簡単に答えを求めることができるよさがある。そして，繰り返し問題を解く練習をすることによって，手続きとしての「知識及び技能」を高めることもできるだろう。しかし，この方法では，なぜその答えになるのかを理解できるまで考えないため,「思考力，判断力，表現力等」を十分に伸ばしきれないという課題も生じさせてしまうのである。

②授業展開

現在の小学校の算数科の基本的な授業展開は，以下のように進められている。

①【課題把握】	課題把握を行い学習の見通しをもつ
②【自力解決】	自分の考えを式や図などにかき表して問題を解く
③【集団解決】	考えたことを全体で発表し，よりよい解決方法について話し合う
④【適応題】	学んだことを生かして問題を解き，本時を振り返る

下線部…思考，判断，表現の活動

それぞれの時間配分や授業の展開の仕方に差異があれども，中学校の数学科もほとんど同じである。このように授業展開の中には，しっかりと「思考力，判断力，表現力等」を培うための学習活動が設定されているのである。にもかかわらず，なぜ「思考力，判断力，表現力等」に課題が生まれるのだろうか。尾崎は表現力が身に付かない理由として表現者が限定的であることを述べている(10)(11)。集団解決で説明をする数人の子どものみ表現力が鍛えられ，他の子どもたちは発表者の考えに同調し「聞く」だけで，表現力は高まらないということである。さらに，筆者は思考力が高まらない理由として，指導者によって学習活動が制限され思考が働かない時間が多くあるからではないかと考える。学級には同じ学年とはいえ，個性や学力の面において多様な子どもが在籍している。しかし，授業となると全員が同じ課題に，しかも上記で示した活動過程で取り組むことになる。授業の 1 時間で，問題をすぐに解いてしまう子どももいれば，その 2 倍ほどの時間がかかってしまう子どももいる。そういった中，一定の流れで授業が展開されているのである。すると，学級の中で一定数の子どもたちが，十分に思考が働いていない状態で授業が進められていることとなる。

①十分に思考が働いていない
②表現者が限定的である

以上のことから「思考力，判断力，表現力等」が高まらない理由として，左記の 2 点に整理することができる。

次ページの図 1-4 は，四つの学力層(以下の囲み)がそれぞれどの場面で思考が働いたり，表現が行われたりするかを，筆者の経験をもとにイメージしたものである。縦軸は，問題を解いたり，なぜその解になったのかを主体的に考えたり，自分の考えを発表したりするなど，思考し判断し表現する活動を行っているかを表す。横軸は 1 時間の授業の時間経過を表している。

「①十分に思考が働いていない」理由について筆者の経験を踏まえて説明する。高位層は 1 時間の中

【高 位 層】	問題解決において様々な考え方や解決技能を習得しており，自分の考えを筋道立ててわかりやすく伝えることができる
【中 位 層】	問題解決においての考え方や解決技能を習得しているが，どの方法が良いかまでは十分に理解はできていない。自分の考えを伝えることができる
【中低位層】	四則演算はできるが，問題解決の方法が過去の学びと関連させることができず，解き方がわからない。助言やヒントなど支援することで問題を解くことができる。自分の考えを伝えることが難しい
【低 位 層】	四則演算や問題文の理解が難しく，指導者の個別の支援がなければ解にたどり着けない

で所々思考が低下している場面がある。思考の低下は，課題が早く終わることで，次の活動に移るまで

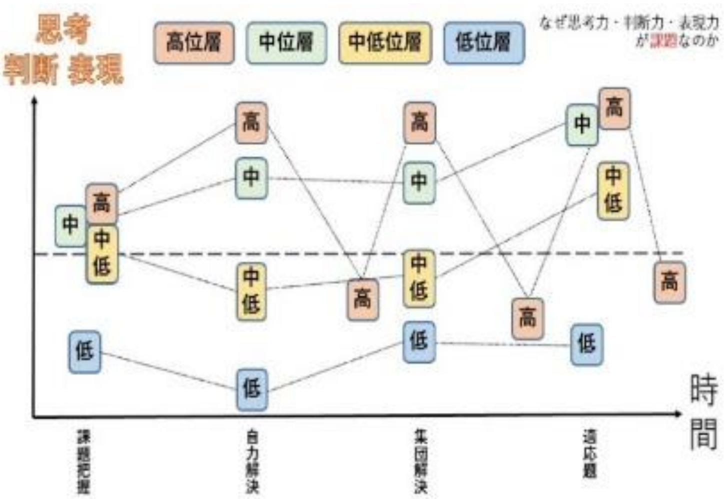


図 1-4　思考判断表現をしているかを視覚化したイメージ図
（筆者の経験則より）

の「待ち」の状態が主な要因である。また集団解決では，既に高位層の子どもは説明する力をもっており，友だちの話をただ聞いているだけという状態だと考えられる(12)。

次に，中低位層，低位層である。これらの層は，指導者の助言や個別の支援を要する子どもたちである。自力解決時には，指導者が子どもたちにヒントカードを渡したり，個別支援を行ったりするまでは，思考が十分に働き出さないのである。しかし，指導者は一人，もしくは支援指導者を入れても二人程度なので，支援できる人数に限界がある。そのため中低位層，低位層の子どもたちの思考力を十分に伸ばすことができているとはいえないだろう。また，自力解決の時間には限りがあるので，自分の考えをもたないまま集団解決の場面に移ってしまう。そのため，友だちの発表を聞くだけでわかったつもりとなり，実際には適応題などで問題が解けなかったり，答えは出せてもなぜそうなるのかを説明できなかったりするのである。

他にも，「思考力，判断力，表現力等」が高まらない理由は考えられる。筆者の経験をもとに上記の内容も含め以下に整理する。

①　「十分に思考が働いていない」

子ども　・題意が読み取れず思考が止まる(低位，中低位層)
・時間経過によって学んだことを忘れる(全層)
・思考する時間が短い(低位，中低位層)
・課題を解決した後，次の課題「待ち」になる(高位層)
指導者　・支援できる子どもの数に限界がある
・できる子どもを更に伸ばす視点の希薄さ
・形式的に問題が解けるようにする教え方

②「表現者が限定的である」

子ども　・限られた発表者以外は「聞く」のみで表現できない(全層)
・指導者の期待する考え方を求められ，発表しづらい(全層)
・人前で自分の意見を述べることに緊張する(全層)
指導者　・手を挙げる子どもを中心に授業を進める

これらが起こりうる原因には，一人一人の能力に適さない同一の学習活動や一斉授業による個別支援の限界，1 時間の中で指導しきるという時間的制約が考えられる。一人一人に合った学習活動を提供し，十分に思考する時間を与え，全員が発表し，説明し合う機会を設ければ「思考力，判断力，表現力等」は高められるかもしれない。しかし，この 1 時間という時間は変えられない。とすれば，授業の展開の仕方を工夫しなければ，「思考力，判断力，表現力等」を高めることは難しいであろう。

③「知識及び技能」に重点をおいたテストや受験

文部科学省の高大接続システム改革会議「最終報告」(13)で次のようなことが示された。

「学力の３要素」を踏まえた指導が十分浸透していないことが課題として指摘されており，その背景として，現状の大学入学者選抜では，知識の暗記・再生や暗記した解法パターンの適用の評価に偏りがちであること

つまり，高校の授業では大学受験を意識したことによる「知識及び技能」中心の授業を行っているのではないかと推測できる。

この課題は少しずつ改善されつつあるが，中学校でも同様であると考えられる。第６回学習指導基本調査 DATA BOOK(小学校・中学校版)[2016 年]によると，受験に役立つ力を学校の授業でも身に付けさせることを重視する傾向が年々強まっている(14)。実際に高校受験の数学では，解に至るまでの過程よりも結果のみを求める問題が多く，筆者の経験からも練習問題やテストでは立式と解のみを求める問題を多く出題する傾向があった。小学校においても単元テストで子どもたちが点数を取ることで学習意欲が少しでも高まればという気持ちがあるため，指導者は全ての解き方を網羅しなければならないという考え方になる。そのような実態や指導者の思いから，なぜそうなるのかを自立的に協働的にじっくりと考える時間や，問題を解く考え方がどのように生かせるのかということを考える時間よりも，問題を解けるようにすることに時間を費やすことも少なくない。

小学校算数科，中学校数学科においても今一度，授業の在り方を見直し，思考する時間の確保と考え方を共有する場面の工夫を行い，基礎的・基本的な「知識及び技能」の習得のみに偏らない授業展開が必要ではないだろうか。

第３節　研究の方向性

これまで述べてきたように，学級の中には様々な子どもたちが在籍しており，指導者によって固定化された学習展開や時間的な制約があるため，思考が十分に働かない「待ち」の状態や表現力を高めることのできない「聞く」だけの状態が多く生まれる。さらに，公式に数を当てはめて解を求めるのみの授業は，数学的な見方・考え方が働く数学的活動とはならない。そういった授業の在り方では，「思考力，判断力，表現力等」は高まらず，課題を生じさせることは容易に想像ができるだろう。そこで，指導者は主体的に活動に取り組むことのできる一人一人に合った学習活動や学習時間を提供し，児童生徒の思考を活性化させる授業をすることが必要となるだろう。また，自分の考えを他者と伝え合う活動を取り入れ，説明する力や表現する力を育成する必要があるだろう。これは，「令和３年度教育研究の方向性」で述べた「個別最適な学び」や「協働的な学び」が，算数科・数学科においても重要であるということである。

本研究では算数科・数学科の課題やその要因を踏まえ，「思考力，判断力，表現力等」の資質・能力を伸ばすことに焦点を当て，「個別最適な学び」と「協働的な学び」の実現を目指した授業の在り方について研究を進めていく。算数科・数学科は教科として目指す資質・能力の方向性は同じである。その資質・能力を高めるために，授業展開の在り方や指導方法，子どもの学習の進め方について，それぞれ提案していく。

(1)文部科学省『小学校学習指導要領(平成 29 年告示)』2017.3　p.64
(2)文部科学省『中学校学習指導要領(平成 29 年告示)』2017.3　p.65
(3)文部科学省『小学校学習指導要領(平成 29 年告示)解説 算数編』2017.3　pp.22-23
(4)文部科学省『中学校学習指導要領(平成 29 年告示)解説 数学編』2017.3　p.21
(5)前項(3) p.72
(6)文部科学省『OECD 生徒の学習到達度調査 2018 年調査(PISA2018)のポイント』 p.12
(7)文部科学省『国際数学・理科教育動向調査(TIMSS2019)のポイント』 p.2
(8)国立教育政策研究所『令和３年度全国学力・学習状況調査報告書 小学校算数』 pp.8-10
(9)国立教育政策研究所『令和３年度全国学力・学習状況調査報告書 中学校数学』 pp.8-10
(10)尾崎正彦 『「書くっておもしろい！」表現力を鍛える算数授業のススメ』 東洋館 2011.2 pp.10-13

(11)尾崎正彦 『アクティブ・ラーニングでつくる算数の授業』 東洋館 2016.4 pp.28-29
(12)筑波大学附属小学校算数教育研究部 『筑波発　問題解決の算数授業』 2015 pp.11-12
(13)高大接続システム改革会議 「最終報告」 2016.3 p.4
https://www.mext.go.jp/component/b_menu/shingi/toushin/__icsFiles/afieldfile/2016/06/02/1369232_01_2.pdf 2022.2.25
(14)ベネッセ教育総合研究所 『第６回学習指導基本調査 DATA BOOK(小学校・中学校版)[2016 年]』 2017.3 p.7

第２章　思考力，判断力，表現力等の育成の方策

第１節　中学校数学科で目指す研究の方向性

第１章第２節（２）③において，中学校数学科では，「思考力，判断力，表現力等」の育成に関わる課題要因の一つとして，「知識及び技能」に重点を置いたテストや高校受験で出される問題の内容があることを述べた。筆者の経験からも，定期テストや単元テストでは,学んだ結果としての知識や技能を問う問題が多くなっていたことは否めない。日々の数学の授業で扱う問題にも同様の傾向があり，数学的な見方・考え方を働かせる数学的活動，すなわち思考したり説明したりする活動が十分に行われているとは言い難い現状がある。

また，1時間の授業の最後に，練習問題の答えを正しく求めることはできていても，なぜこの方法で正しい答えが求められるのかは説明できずにいる生徒を目にすることがよくある。このような生徒の多くは，例えば問題に含まれる数量関係等の条件や解決に用いた計算式の意味など，解決方法に関する理解が十分にはできないまま，その時間に扱った問題に用いた方法を機械的に当てはめて練習問題の解を導いているのである。同時に，指導者も，生徒が練習問題を解けたことに安心していることが多いのではないだろうか。このような授業を繰り返しているだけでは，育成を目指す数学的に考える力や表現する力を高められないことは明らかである。

中学校数学科の授業におけるこのような課題を改善するには，解決に至る過程を重視する授業への転換が必要である。そこで，本研究では，思考の過程を問う問題を設定し，これまでに学んだ知識や技能，数学的な見方・考え方などを駆使して取り組む数学的活動を通して，本時の目標に迫ることができる授業の在り方を模索・実践することとした。一人一人の生徒が問題の解決に向けて思考を働かせることはもとより，結果のみならず思考の過程を表現する学習活動を重視した授業を積み重ねる中で，学習指導要領で求められている「思考力，判断力，表現力等」を高めていきたいと考えている。とりわけ，本研究においては，解決の見通しをもち問題に含まれる条件や既習事項を根拠に論理的に考えを進めることができる力，数学的な表現を用いて思考の過程を簡潔・明瞭・的確に説明することができる力の育成を目指すこととした。

第２節　「思考過程の見える化」とは

前節で述べたように，本研究では「思考力，判断力，表現力等」を高めるために，問題の解決に至る過程を重視した授業実践に取り組む。これまでも，数学科の授業は，生徒が１時間の目標に迫るための問題解決に取り組み，その解決方法について学級全体で，時にはグループで話し合った後，練習問題を解いて学習内容の定着を図るというスタイルが一般的にとられてきた。このスタイルにも，一人一人が思考を働かせる場面があり，考えたことを説明する機会があることを踏まえると，決して数学的に考えたり表現したりする活動が軽視されていたわけではない。しかし一方で，限られた時間の中で扱わなければならない一定の学習内容があるため，数量や図形の概念の定着，問題の解き方に指導の重点を置かざるを得ない現状があることも事実である。結果として，生徒一人一人の思考の過程が表出され，十分に生かされることで思考が深まるような授業にはなり得ていなかったのではないだろうか。

そこで，本研究では，問題の解決に向けて試行錯誤しながら考えた過程を，言葉に加えて式や図，表，グラフなどを用いて数学的に表現し，それをもとにして更に思考を広げたり深めたりする学習活動（以下，「思考過程の見える化」）を取り入れた授業を構築し，実践に取り組むこととした。

ここでいう思考過程は，必ずしも正しい結果に至った過程だけを指すものではない。間違った答えに至ってしまった過程や結果に至る途中までの考えも含むものであり，これらを１時間の目標に迫ったり異なった視点からの思考を促したりすることに生かし，価値付けることが大切である。また，解決活動を進める中で考えたことについては，その考えが正しいことを示す根拠となる事柄も含めて，簡潔で，わかりやすく表現できるように指導していきたい。さらには，生徒が表現した思考の過程はグループや学級全体で適時に共有し，自分の考え方や表現の仕方を確かめたり，他者の考えや表現をこの後の学習に生かしたりすることでこそ，見える化することの価値を見いだすことができるのである。

ここまでに述べた「思考過程の見える化」は，１時間の学習過程における以下のような場面において有効ではないかと考えている。

〇解決の方法や結果の見通しを立てる場面
　例）解決活動に着手できない生徒が，他の生徒の見通しから解決活動に取り組むきっかけを得ることができる
〇解決活動を進める一人学びの場面
　例）思考の過程を表すことで，自分の考えを確かにしたり，他の方法を用いて多様に考えたりすることができる
〇各々が考えたことをもとに学びを深める場面
　例）自分の考えと他者の考えを比較したり関連付けたりする中で，よりよい方法を統合的・発展的に考えることができる
〇１時間の学習をまとめ，振り返る場面
　例）１時間の学び（知識や技能の定着を含む）を確かにし，次の学びに向けての意欲を高めることができる

毎時間の学習に「思考過程の見える化」を取り入れることが望ましいが，学習内容によっては取り入れることが難しい時間もあるだろう。また，50分という決められた時間の中で，練習問題に取り組む時間を十分に確保できなくなることも考えられる。単元の学習のどの時間に「思考過程の見える化」を取り入れることが効果的であるかを吟味したり，GIGA端末を活用することで問題場面の把握や考え方の共有等を効率的に行ったりすることで，できる限り多くの授業で「思考過程の見える化」を取り入れた実践を行い，資質・能力の育成を目指す上での有効性を検証していきたい。

次節では，「思考過程の見える化」を取り入れた授業展開の各場面における，具体的な手立てや支援について述べる。

第３節　「思考過程の見える化」を取り入れた授業展開における手立て

生徒は１時間の学習過程のそれぞれの場面で思考を働かせる。その思考の過程を見える化することで，自分自身の考えを深く理解し，根拠をもとに他者へ説明することができるようになるのではないかと考えている。しかし，思考の過程を見える化するためには，指導者による様々な手立てが必要である。本研究を進めるにあたり，次の四つの手立てを講じていく。このときに，蓄積や編集が容易であり視覚的に捉えやすくできるなどの特性があるGIGA端末を活用していくことで，「思考過程の見える化」をより効果のあるものにしていきたい。

（１）思考の過程に着目する

１点目は，思考の過程に着目できるように，問いの設定に工夫を加えることである。指導者が多様な考え方ができる問いや，結果が一つに決まらない問いを設定する。こうすることで，生徒が考えるときに結果が正しいかどうかだけではなく，結果に至るまでの途中の考え方，つまりは思考の過程に着目することができると考えている。

例えば，データの活用領域で，同じ資料をもとに問題の設定をするときでも，知識や技能を問うだけではなく，学んだ知識や技能から根拠を示して考える問いを設定する。図 2-1 のように二人の 50m 走のタイムを並べた一覧表を示し，その記録から，どちらか一人を選手として選ぶ場面を考える。このときに，「平均値を求めて選手を選びなさい」という問いにすると，全ての生徒が平均を計算して結果を求めることになる。これを，「どのように選手を選びますか」と問うことで，平均値だけでなく中央値や最頻値など，これまでの学びをもとに，選び方を様々に考えることができる問いにすることができる。このように，同じ場面であっても問いを工夫することで，結果に至る過程に着目させることができると考えた。

A選手　５０ｍ走		B選手　５０ｍ走	
番号	タイム（秒）	番号	タイム（秒）
1	7.5	1	7.4
2	7.6	2	7.7
3	7.4	3	7.5
4	7.1	4	7.3
5	7.4	5	7.5
6	7.7	6	7.8
7	7.2	7	7.3
8	7.3	8	7.5
9	7.4	9	7.6
10	7.2	10	7.3
11	7.6	11	7.7
12	7.1	12	7.2
13	7.4	13	7.4
14	7.7	14	7.7
15	7.4	15	7.5
16	7.3	16	7.5
17	7.6	17	7.7
18	7.3	18	7.4
19	7.3	19	7.6
20	7.5	20	7.6

図 2-1 タイム一覧表

生徒は，既習の知識や技能を覚えているかどうかで解を求めるのではなく，既習事項の中から何を使えば問題を解決できるかというところから考えることになる。また，解決活動を進める中で自分の考えを見直したり，異なる考え方を試したりするなど，試行錯誤しながら問題解決に向かうと考えている。

（２）学びを生かす

２点目は，毎時間の授業で，生徒がこれまでの学びを生かすことができるようにすることである。数学の授業では，生徒自身が考え方を選択して問題を解いていく。しかし，新たな問題の解決の見通しをもつ場面で，過去の学びと結び付けることができず，思考を進めることができない生徒もいる。

そこで，生徒自身が授業の中で学んだ考え方を蓄積し，いつでも取り出して使える「考え方ボックス」を作成する。GIGA 端末を活用して，図 2-2 のように学習支援ソフトを使って，学んだ考え方をそれぞれファイルにして保存する。これからの学習に生かすべく，自分自身が振り返りやすいようにまとめたものを，クラウド上の個人フォルダに蓄積していく。

新たな問題の解決に行き詰まった生徒は，「考え方ボックス」から解決に生かせそうな考え方を取り出し，自分の力で解決活動を進める。そうすることで，考えの根拠を明確にして解決を進めることができ，説明に生かすこともできる。

クラウド上に「考え方ボックス」を作成することで，既習事項をまとめて管理したり，簡単に取り出して使ったりすることができる。自分で名前を付けておけば，自分自身が見返して，使いやすいように整理することができ，解決方法の見通しをもつ場面や，他に方法がないか考えるときなどに活用することができると考えている。

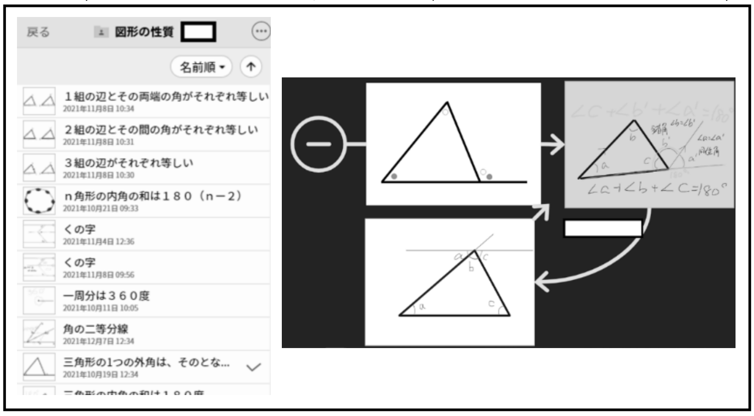


図 2-2 考え方ボックス

（３）数学的な表現を関連付ける

３点目は，式，図，表，グラフといった数学的な表現を関連付けて考えたり表したりすることを促す。数学の学習では，事象に含まれる数量関係を一般化して表せる式を用いて処理することが多くある。式には，値を当てはめて簡単に結果を求めることができるというよさがある一方で，題意に合った式をつくることができなかったり，値を正しく当てはめることができなかったりすると正しい結果を得ることができないなど，生徒にとっては抽象度が高く，意味理解に難しさがある。

そこで，思考の過程で，式だけではなく，図，表，グラフなども活用させることで，自分の考え方や根拠をより明確にし，解決方法についての理解を確かにすることができるようにしたいと考えた。

例えば，図 2-3 の一覧表をもとに，８月６日以降のダムの貯水量を予想するような問題を考えるとき，最初から式に表すことが難しい生徒も，表やグラフに表すことで考えを進めることができるのではないだろうか。図 2-4 の表からは変化がほぼ一定であることを読み取ることができる。その変化のきまりをもとに，表のわかっていない部分を書き加えていけば，求めたい日にちの貯水量を予想することができる。また，グラフで表すと図 2-5 のようにほぼ直線になることから，グラフを延ばせば求めることもできる。表で変化が一定であることや，グラフが直線になることから，貯水量は日数の一次関数であることが読み取れる。一次関数であることを利用すれば，表やグラフと関連付けて式に表すことができ，式に値を代入して解を求めることができるのである。

このように，式，図，表，グラフを関連付けて考えることで，根拠が伴った形で考え方についての理解を確かにしたり，他者にわかりやすく説明したりすることにつなげることができるのではないかと考えている。

日にち	貯水量（万㎥）
７月３１日	９７５
８月１日	９４８
８月２日	９２６
８月３日	９００
８月４日	８７３
８月５日	８５０

図 2-3 ダムの貯水量一覧表

x	０	１	２	３	４	５
y	９７５	９４８	９２６	９００	８７３	８５０

−２７　−２２　−２６　−２７　−２３

図 2-4 関係を表す表

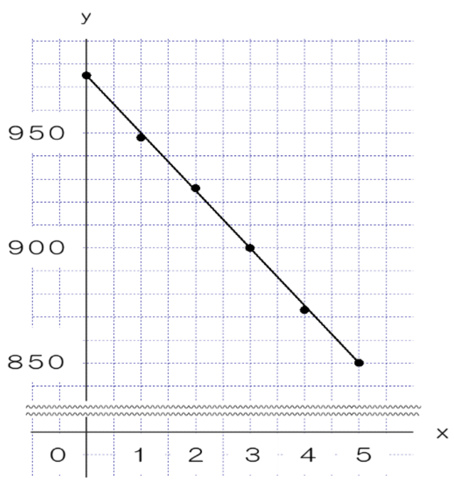


図 2-5 関係を表すグラフ

（４）考え方を共有する

４点目は，自力解決で考えたことを共有する場面を設定する。考えを伝え合う活動には，自分の考えを他者に説明することで，考えをより確かなものにする効果がある。さらには，他者の考え方についての説明を聞いたり，図やグラフなどを用いた記述から考えを読み取ったりすることで，新たな考える視点を獲得し，自分の考えを深めることにもなる。

例えば，本節（１）の図 2-1 の例でグラフを使って考えるときに，図 2-6 のように「ＡのグラフをＢのグラフに重ねることで，比較がしやすくなる」という生徒の気付きを全体で共有する。二つのグラフを横に並べて比較していた生徒にとっては，重ねるという方法を用いると比較しやすくなると実感し，二つのグラフを考察する際の新たな方法を獲得することができるのである。

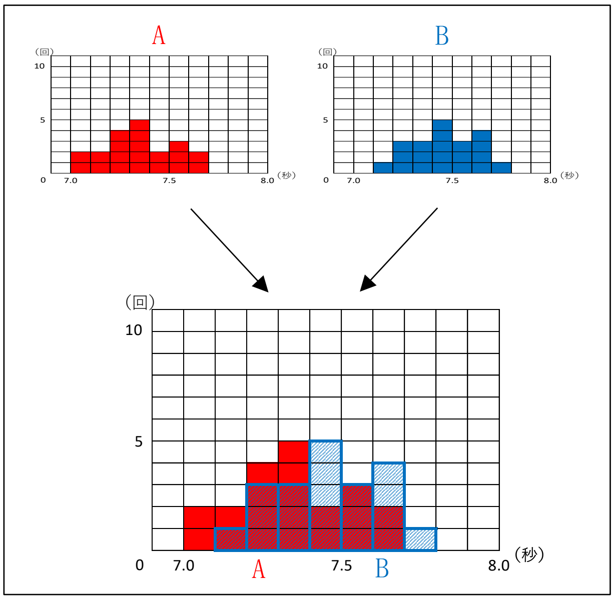


図 2-6 二つのグラフを重ねて考える

共有場面では，GIGA 端末を活用することで，効率的に考えたことが共有できる。他者の考えを視覚的に捉えることもでき，学習内容によっては複数の考え方を比較する中で，統合的・発展的に考えたり，よりよい考え方を見いだしたりすることもできる。自分の考えだけに終始するのではなく，思考の過程を他者と共有し協働的に学ぶことは，互いに新たな考え方を知ることができるだけではなく，その後の学習に生かすことができる数学的な見方・考え方を豊かにすることができる活動であると考えている。

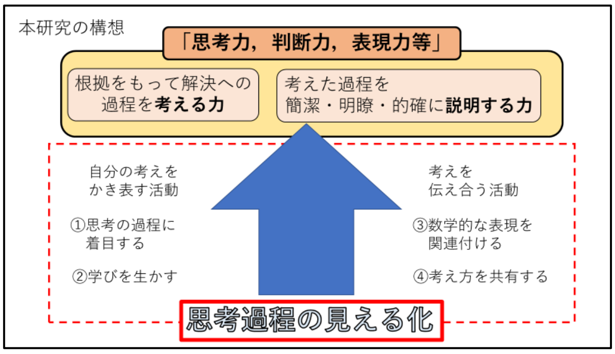


図 2-7 研究構想図

以上に述べたとおり，本節で示した四つの手立てを授業に取り入れ，自分の考えをかき表す活動や考えを伝え合う活動を通して「思考過程の見える化」を図り，焦点化した資質・能力の育成を目指したいと考える。本研究の構想を図 2-7 に示す。

第３章　実践の具体

本章では，第２章で述べた研究の方向性や授業展開における手立ての有効性を検証するために，Ａ校・Ｂ校２年生の図形領域及び関数領域の単元において取り組んだ，「思考過程の見える化」を取り入れた実践を紹介する。

第１節　根拠を明確にして角の大きさの求め方を考える　～２年生「図形の調べ方」の実践～

Ａ校において，「図形の調べ方」の中の「多角形の角」の単元で，１年生の図形領域の学習や本単元の前時までに学んできた図形の性質を使って，根拠を明確にして角の大きさの求め方を考える実践を行った。具体的には，図3-1のようなへこみのある四角形の∠ｘの大きさを求めるというものであるが，角の大きさを求めることが中心ではなく，「根拠を明確にして求め方を考えること」「多様に出てくることが予想される求め方を，考え方によって分類する活動」に重きを置いた。そのため，生徒に提示する問いは，「∠ｘの大きさを求めるだけではなく，根拠を明確にして角の大きさの求め方を考えましょう」と設定した。

（１）図と言葉を関連付けて説明する

自力解決の場面では，生徒は問われていることに沿う形で，図を見ながらノートに自分の考え方を記述したり，学習支援ソフトで共有した図に直接考え方をかき込んだりしながら考えた。中には様々な補助線を引きながら考えたり，考える過程で間違いに気付いて修正を加えたりするなど，試行錯誤して考える姿が見られた。指導者からは，「図を使って∠xの大きさを求める説明や考え方をかくこと」「できるだけ多くの方法で考えること」を伝えた。

考える過程で，考え方ボックスから自分が以前に使った考え方を取り出し，それをもとに考えたことをノートに記入し，学習支援ソフトの写真撮影機能を使って撮影し共有する生徒や，一つの方法で角度を求めることにとどまることなく，これまでの学びを生かして複数の考え方をまとめる生徒もいた。

ここでは生徒Ａの考え方（次ページの図3-2）と生徒Ｂの考え方（次ページの図3-3）について示す。どちらも補助線で二つの図形に分けているが，

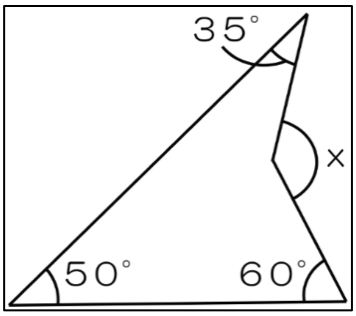


図 3-1 へこみのある四角形

図3-2は頂点を両端とする線分であり，図3-3は頂点を一端としてもう一方に延びた半直線である。この違いにより，異なる性質を使って角の求め方について説明した。

生徒Ａは図3-2とともに結果を求める式と，その式が成り立つ理由を記述した自分のノートを撮影し共有した。生徒Ａがノートにかいた式と説明を以下に示す。

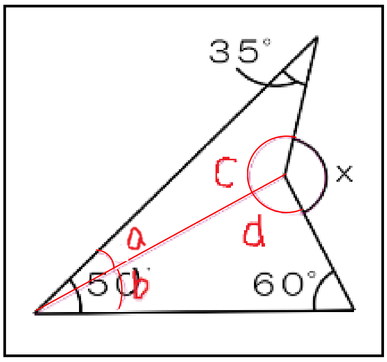


図 3-2 生徒Ａの考え方

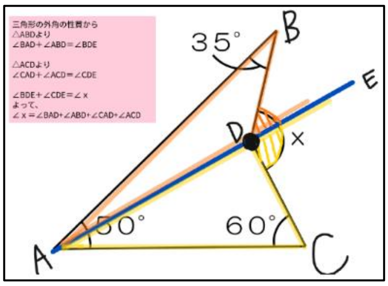


図 3-3 生徒Ｂの考え方

①x＝360－（c＋d）　x＝360－215　x＝145
この図形を図のように②直線（線分）を引いて２つの三角形がくっついてできていると見る。③三角形の内角は180゜だからこの図形の内角は360゜である。この図形の内角の和は
④35＋a＋b＋60＋c＋d＝360　a＋bは50なので
35＋50＋60＋c＋d＝360
⑤c＋d＝215
xは360－（c＋d）で求められるから　x＝145

これまでの学習では，へこみのない四角形の内角の和は360゜であることを学んでいる。しかし，へこみのある四角形については言及していない。生徒Ａは線分を引いて，二つの三角形に分割した（②）。そして三角形の内角の和が180゜であるということを根拠に，内角の和が二つの三角形の内角の和，つまり360゜であると考えた（③）。この事実をもとに式で表して，∠cと∠dの和が215゜であることを求めた（④⑤）。このようにして最初に示した結論（① x=145）が正しいことを説明した。

一方で生徒Ｂは，図3-3とともに説明と式を付箋に文字入力して共有した。付箋に書かれている説明と式を以下に示す。

⑥三角形の外角の性質から
⑦△ABDより　∠BAD+∠ABD=∠BDE
⑧△ACDより　∠CAD+∠ACD=∠CDE
　∠BDE+∠CDE=∠x
よって，　⑨∠x=∠BAD+∠ABD+∠CAD+∠ACD

生徒Ｂは四角形の各頂点をＡ，Ｂ，Ｃ，Ｄとし，頂点Ｄを通るように半直線AEを引いた。また，三角形の一つの外角は隣り合わない二つの内角の和に等しいという，三角形の外角の性質を根拠として考えた（⑥）。そして，外角の性質を使った∠xの求め方を式に表した（⑦⑧⑨）。

自力解決で生徒は，図3-2，図3-3のように頂点同士を結んで三角形を分割する方法や，辺を延長して三角形を分割する方法（図3-4），頂点同士を結んで新たに三角形をつくる方法（図3-5）など様々な方法で考えた。

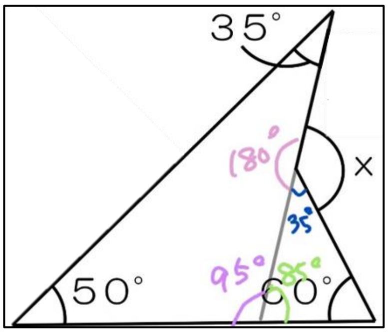


図 3-4 三角形を分割する方法

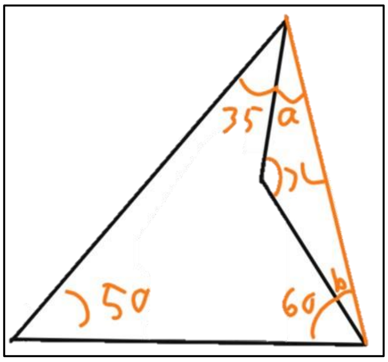


図 3-5 三角形をつくる方法

（２）考えを伝え合う

自力解決の後，次ページの図3-6のように自分の考えを伝え合う場面を設定した。生徒Ｃ，生徒Ｄは考えた補助線や式，説明などを加えた図をもとに，次のように交流を行った。生徒Ｃは次ページの図3-7のように辺を延長した補助線を引き，この図を用いて「三角形の一つの外角はその隣にない二つの内角の和に等しいから」と，三角形の外角の性質を根拠に説明した。一方で生徒Ｄは，次ページの図3-8のよう

に辺を延長した補助線を引き，角の大きさを書き込むなどして，「線を引くと三角形が二つできて，三角形の内角の和は180°だから」と，三角形の内角の和を根拠に説明した。

この二人の生徒は，どちらも同じような補助線の引き方をしている。しかし，生徒Ｃは三角形の外角の性質を使って説明し，生徒Ｄは三角形の内角の性質を使って説明している。補助線の引き方だけでは捉えられない考え方も，図への書き込みや，根拠となる性質を示すことで，異なった考え方であることを読み取ることができる。

このようにお互いの説明を聞き，説明に対して質問をしたり，他者からの指摘を受けて自分の考え方を修正したりする姿も見られた。記述したことをもとに友だちと考えを伝え合うことで，自分とは違う視点での考え方にも触れることができた。補助線の引き方によって多様に考えることができるので，自分の考えた方法だけで完結するのではなく，考え方を共有することを通して考える視点を広げたり，自分の考え方をよりよい方法へと見直したりすることにもつながったと考えられる。

図 3-6 自分の考えを伝え合う

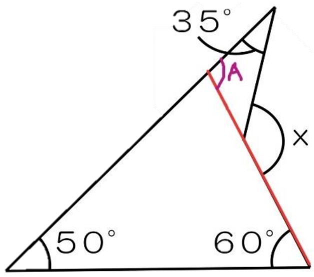


図 3-7 生徒Ｃの考え方

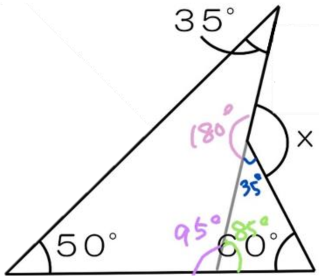


図 3-8 生徒Ｄの考え方

グループで交流した後，学習支援ソフトで全体共有した。そして，他者が提出した図や書き込みを見て，どのような考え方をしているのかを予想し，グループで伝え合う活動を行った（図3-9）。

グループでの交流の中で生徒は「直線で分けたら角が六つあって，個々の角の和が215°ってわかるから，360°から引くと求められる」と図を示しながら説明したり，「対頂角を使ってるのかな」「同位角とか錯角，対頂角とかいろいろ使ってる」と根拠を示して説明したりする姿が見られた。中には「145°っていうのは合ってるんだけど，何やってるのかな」という疑問の声もあったが，「そういうことか」「なるほど」「すごくわかりやすい」というように他者の考えを見て，自分とは異なる考え方に対して理解を深めた様子であった。その後，全体で交流し，説明の中で根拠となる事柄を指導者が板書して共有した。

これらの活動により，複数の考え方を比較することで，同じような線を引いても，根拠となる考え方やその説明が異なることに生徒が気付くことができる。そして，他者の説明を読み取ったり，聞いたりすることで，様々な視点で考えることができるのである。

この活動を通して補助線の引き方に着目したり，使われている性質に着目したりすることができた。生徒は結果が同じでも多様な考え方ができることや，同じような補助線を引いても考え方が異なることもあるということを知ることができた。また，自分の考え方の他者への伝え方を工夫し，考えた過程を簡潔・明瞭・的確に説明しようとする姿勢にもつながったと考えている。

図 3-9 他者の考え方を読み取る

（３）多様な視点で分類する

自力解決で考えた個人の考え方を全体で共有し，多様な考え方から共通点を見いだし，学習支援ソフトの思考ツールを使って分類・整理する活動を行った。生徒Ｅは，次ページの図3-10のように「平行線の性質，外角の性質，三角形の内角の和，四角形の内角の和」という平行線や図形の角の性質に着目して分類していた。一方生徒Ｆは，次ページの図3-11のように「平行線，二等分線，延長線，上の３つのうちのどの線も使っていないもの」という補助線の引き方に着目して分類した。こちらは図の中に補助線を引くことで角の性質を使えるようにするという視点で分類していることがわかる。

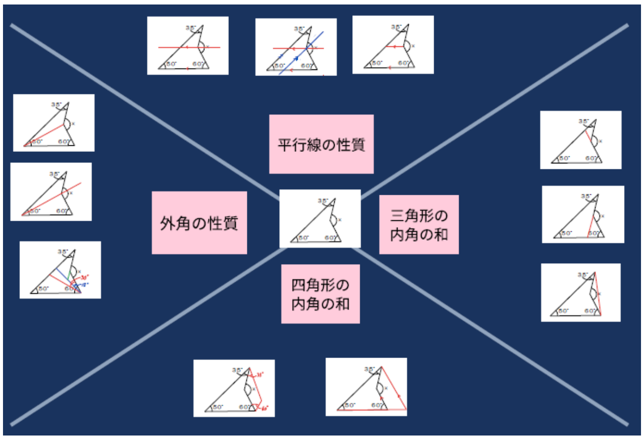


図 3-10 生徒Ｅが行った分類

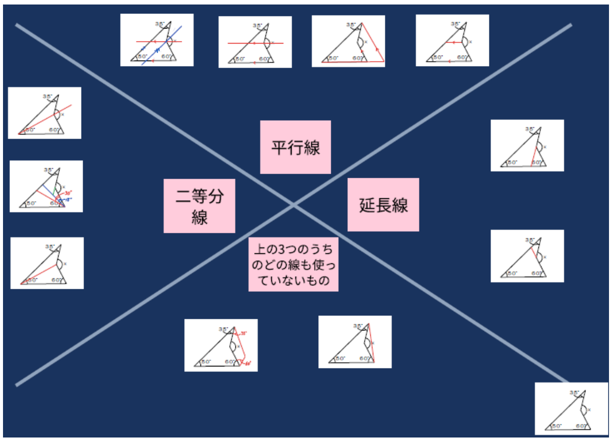


図 3-11 生徒Ｆが行った分類

この活動において，分類の仕方に正解はない。分類の仕方に共通点を見つけ，どのような視点で補助線を引くかということや，補助線を引いた結果，この単元で学習してきた平行線や多角形の性質を使えることに気付かせることがねらいである。こうすることで，新たな図形の性質を考えるときに，既習の図形の性質をもとに考えることができるようになる。

指導者からこの授業を通してどのような学びがあったかを問うと，生徒からは次のような反応があった。

・一つの図形でも①いろいろな方法がある
・②補助線の引き方でいろいろな方法が見つかった
・今までの③既習内容を使ったらいろんな求め方ができる
・今まで習ったことを④組み合わせることができる

一つの図形でも，また補助線の引き方によっても多様な考え方ができることに気付いた生徒がたくさんいた（①②）。また，既習事項を使ったり組み合わせたりすることで考えることができた生徒もいた（③④）。補助線を引いてみる，考え方ボックスで既習事項を確認するなど試行錯誤して考える姿が見られた。補助線の引き方を工夫することで既習の図形の性質を見いだし，それを根拠に説明できたことが述べられている。

また，分類・整理する活動を通して，次のようなことに着目した生徒もいた。

・⑤補助線にはいろいろなパターンがあって，それによって種類分けをすることができる
・項目の何がかぶっているかを考えることで⑥何を使って求めているかわかりやすくなっている
・⑦何を使ったかがわかりやすくなった

補助線の引き方という視点で分類ができたと感じる生徒（⑤）や，視点によって分類するよさに気付いた生徒（⑥），何を使ったか自分自身が見て理解しやすくなったと感じた生徒（⑦）もいたようである。分類・整理したことで，どのような性質を使った考え方であるのかが明確になったと考えられる。

これらの振り返りからは，新たな図形の性質を考えるときに既習の図形の性質を根拠に考えられるようになったことや，解決方法を図や式を用いて簡潔に表現し，説明することができるようになったことがうかがえる。図や式による表現を読み取る活動，解決方法を分類・整理する活動により，図形に関する見方・考え方についての理解を広げることができたと考えられる。

多様に考えることができる問いを設定したことで，生徒の思考が答えの求め方に向き，着眼点や考え方そのものを共有することで，思考の深まりが期待できる。つまり，先に述べた手立てを学習過程に取

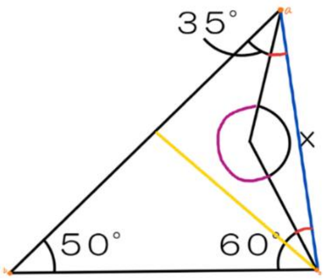


図 3-12 不必要な補助線がある

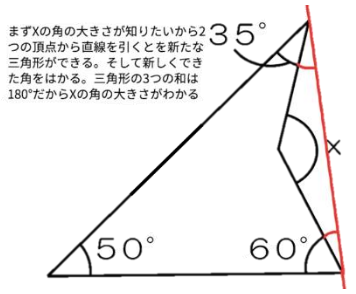


図 3-13 性質を活用していない

り入れ,「思考過程を見える化」する授業を積み重ねることが，数学的な思考力や表現力を高めていく可能性があることを感じられる実践となった。

しかし一方で，一部の生徒は自力解決では正しい答えを導くことができなかったり，答えには辿り着いたもののその求め方は説明できなかったりした。図3-12の生徒は，補助線や角を表すマークをかき込むなどして試行錯誤している様子はうかがえるが，不必要な補助線も入れていて説明が成り立たないことが考えられる。また図3-13の生徒は，説明の中に三角形を作って考えるという方針は書いているものの,「角を測る」という説明がされていることから，既習の性質等を活用した求め方ができていないと考えられる。この他にも，学び合いの場面では他の生徒の説明を聞くだけになっている生徒もいた。このような生徒たちへの支援として,「考え方ボックスの活用のさせ方」「考え方を共有する場面での手立て」など，より効果的な支援の在り方について更に検討が必要である。

第２節　事象の変化の傾向を読み取り説明する　～２年生「一次関数」の実践～

Ｂ校において「一次関数」の中の「一次関数の利用」の単元で，１年生の関数領域の学習や，本単元の前時までに学んできた一次関数の特徴を活用し，式，表，グラフなど数学的な表現を関連付けて考えることを想定した実践を行った。日常の事象の中には，数量の変化を値の変化として捉えて，数学の問題として考えることができる事象がある。二つの数量が伴って変わることから関数として考えられる事象もあり，関数として捉えることでわかっていることだけではなく，将来起こり得る事象を予測することができる。本実践は日常に近い場面を取り上げ，関数を利用して解決できる問いを考えた。

具体的には，下のような架空のタクシー会社の二つの料金プランを比較して考える問いを設定した。

タクシーの料金は初乗り料金と加算料金の合計で決まります。加算料金は距離に応じて一定の割合で増えると考えます。あるタクシー会社の料金は次のように設定されています。
　＜Ａプラン＞乗車距離が２ｋｍまでは初乗り料金700円，以後0.1kmあたり40円加算
利用者を増やすためにお得な料金プランを考えました。
　＜Ｂプラン＞乗車距離が1.5ｋｍまでは初乗り料金400円，以後0.1ｋｍあたり50円加算
Ｂプランは全ての利用者にとって本当にお得なプランでしょうか？

（１）式，表，グラフを用いて関数として考える

最初に指導者と生徒で次のようなやり取りを行った。

生徒Ｇ：①1.5kmまでやったら（Ｂプランがお得）
指導者：②２kmやったらどうですか。
生徒Ｇ：③２kmやったらＡかな。
生徒Ｈ：④Ｂ（プランのタクシー）に乗る。安いから。

生徒Ｇは問題を見て，1.5kmまでならＢプランがお得と判断した（①)。そこで指導者が②のように尋ねたところ，生徒ＧはＡプランがお得だと判断し，生徒ＨはＢプランがお得だと判断して意見が分かれた（③④)。生徒Ｈのように，何らかの理由から「安い」と判断して選んだと思われる生徒もいたが，生徒Ｇのように最初はＢプランがお得でも，途中からはＡプランがお得になると，漠然と考えて選んだ生徒もいた。２kmの時点では，どちらがお得かはっきりしていなくても，ほとんどの生徒は，最初はＢプランがお得で，途中からＡプランがお得という状況に変わるというイメージはできたようであった。さらに，指導者が「どこからＡプランが安くなるか，調べてもらおうと思うけど，どうやって考えたら

いいでしょうか」と問いかけることで，式，表，グラフで調べればよさそうだという見通しを全体で共有し，自力解決を行った。

距離が決まると料金がただ一つに決まるという関係から，料金は距離の関数である。指導者がグラフ用紙をファイル共有機能で共有して自力解決を行った。多くの生徒は，一次関数の単元の学習を生かし式をつくって値を代入することで料金を求めようと取り組み始めたが，式が複雑になるためにほとんどの生徒が正しい式で表すことができなかった。そこで多くの生徒が，表やグラフを作成して考え始めた。生徒Ｉは図3-14のように，距離をx，Ａプランの料金をy(A)，Ｂプランの料金をy(B)として表を作成して考えた。また，生徒Ｊは図3-15のように，共有されたグラフ用紙にグラフを手書き入力した。さらに，式をかき加えて，特徴やどのようなことが言えるかを考えた。

単元の学習で学んだ既習事項を活用し，最初からＡプラン，Ｂプランそれぞれの正しい式や表，グラフをかくことができる生徒もいたが，何度もかき直すことで，正しい式，表，グラフを作成する生徒が増えていった。自力解決をした後，グループで交流し，友だちにどのように考えればよいかを尋ねながら，自分の考え方を確認したり修正したりした。

その後，二つの関数の式，表，グラフを関連付けることで，単元で学んだ既習事項を根拠として説明するとともに，どの時点までＢプランが安くなるかを全体で確認した。

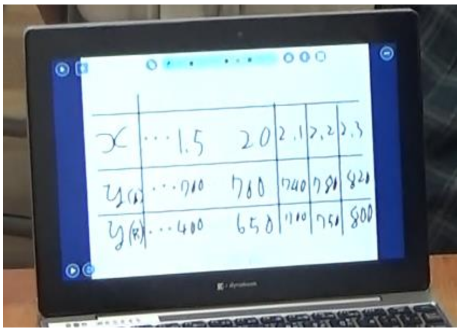


図 3-14 生徒Ｉの考え方

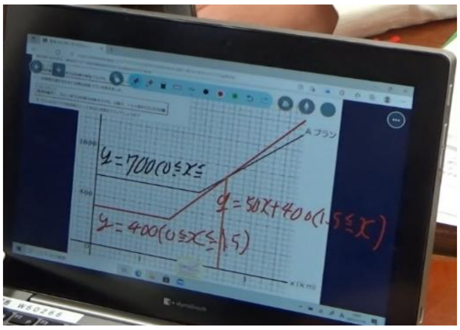
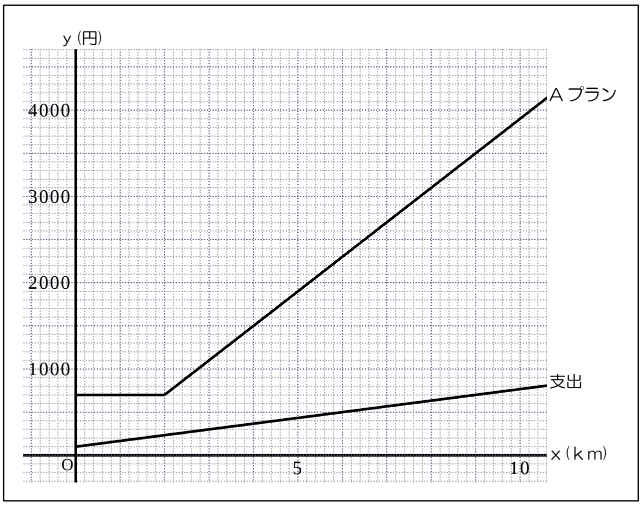


図 3-15 生徒Ｊの考え方

（２）条件に合った関数であることの理由を説明する

（１）の問いに対して，生徒は式，表，グラフを関連付けて二つのプランを比べた。次の時間には，多様な考え方ができる次のような問いを設定することで，新たな状況と理由を考えて説明することに重きを置いた授業展開を考えた。

右のグラフはＡプランの料金とタクシー会社の支出を表しています。Ａプランと比べてお得なＣプランを考えたいと思います。
　５ｋｍ未満がお得な「近距離利用者向け」
　８ｋｍ以上がお得な「遠距離利用者向け」
あなたならどのようなプランを提案しますか？
「近距離利用者向け」「遠距離利用者向け」のどちらかを選び，Ｃプランの内容とグラフをかいて説明しましょう。ただし，利用距離に関わらず必ず支出を上回り，会社にとっても利益が出るようなプランを考えましょう。



この問題に対する正解は一つではなく，多様に考えることができる。「５㎞未満がお得な近距離向け」「８㎞以上がお得な遠距離向け」という条件を付けることで，新たに考えるＣプランのグラフがＡプランのグラフとどこで交わればよいか，プラン内容を試行錯誤しながら考えた。作成の途中でグループの友だちに自分のプランを伝えたり，わからないことを質問したりして考えを進める生徒もいた。

生徒Ｋは図 3-16 のグラフで，乗車距離が５km未満の近距離のときにお得になるプランを考えた。「乗車距離が 3.6 kmまでは初乗り料金 500 円，以後 0.1km あたり 100 円加算」というプランを考え，以下のような説明を記述した。

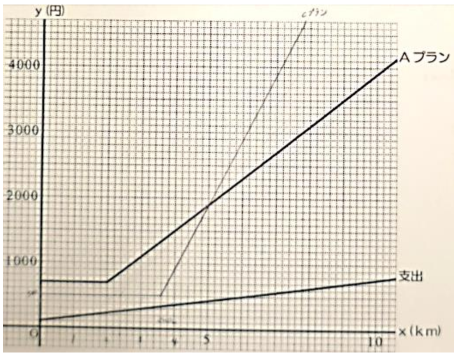


図 3-16 生徒Ｋが表したグラフ

> ①初乗り料金がワンコインで済ませられる 500 円で，②3.6 km以降は払うのをためらうような，でも安く感じるような 100 円。③５kmのときにＡプランと重なるので 5.1 km以降からＣプランが高くなるので 5.1 km未満のときにＣプランがお得。

生徒Ｋは，理由を考えて初乗り料金や加算料金を決めた（①②）。そして，５kmのときにグラフが交わることから近距離がお得なプランであることを示した（③）。

また生徒Ｌは図 3-17 のグラフで，乗車距離が８km以上の遠距離のときにお得になるプランを考えた。「乗車距離が３kmまでは初乗り料金 2000 円，以後 0.1km あたり 22 円加算」というプランを考え，以下のような説明を記述した。

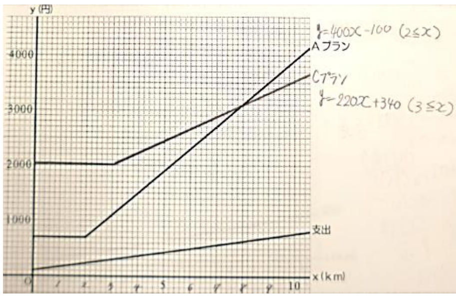


図 3-17 生徒Ｌが表したグラフ

> ④初乗り 2000 円で 3.0 km以後 22 円加算で⑤Ａプランの 8.0 kmのときとＣプランの 8.0 kmの料金が同じ(3100 円)になり，それ以後，Ｃプランがお得になるから。⑥それ以後 0.1 kmごとにＣプランが 18 円安くなっていく。(40-22)

生徒Ｌは初乗り料金と加算料金を決めて（④），グラフから料金が等しくなる距離を考えて（⑤），遠距離がお得なプランであることを示した上で，８km以降のＡプランとＣプランの差額を示した（⑥）。また，グラフと式を関連付けて表し，どの程度安くなるのかという説明をかき加えた。数学的な表現を関連付けることで，より説得力のある説明をすることにつながったと考えられる。

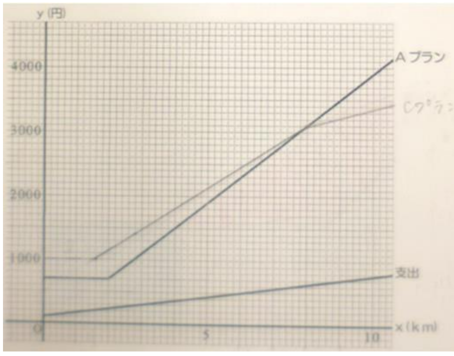


図 3-18 三つを組み合わせたグラフ

このように考える中で，実際に自分がタクシーに乗るとしたらどのぐらいの距離か，初乗り料金をいくらに設定すればお客さんが増えるのかなど，日常的な視点でより最適なプランを考える生徒もいた。各々が自分の考えを記入したワークシートは，学習支援ソフトのファイル共有機能で全体に共有した。

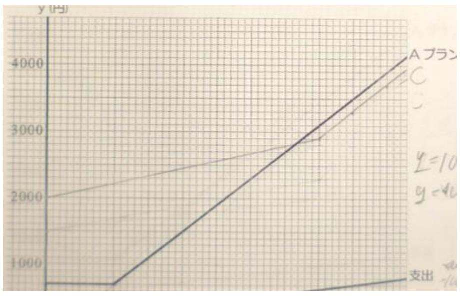


図 3-19 傾きが平行になるグラフ

自力解決を行った後，他の生徒のプランを読み取る活動を行った。自分のプランと比較したり，他者のプランを説明したりすることで，多様な考え方ができることを知ることになる。

生徒が考えたグラフには，図3-18のように傾きが異なる三つのグラフを組み合わせてかいたグラフや，図3-19のように途中から傾きが変わりＡプランと平行になるグラフなどもあった。一次関数の傾きや切片などの特徴に着目して複数のグラフを組み合わせるなど，様々に考えることができていた。

（３）振り返りからの分析

タクシー料金という生徒にとって身近な事象を取り上げ，一次関数の単元で学んだことを活用して新たな関数を考える活動を設定した。生徒の振り返りには次ページのような記述があった。

・①一次関数を表，グラフ，式で考えると見えなかったことが見えてきたり，本当に関数かが確かめられたりと，今まで当たり前にやってきたことが今回の授業で身近な問題を考える事であらためて関数が何なのか，そこから何が言えるのかなどが理解できたのでよかったです。
・今回のように②２つを比べるときはグラフが分かりやすかった。グラフや表，式など一次関数を表せるものには種類があるから分かりやすい方法で表すことが大切だなと思った。
・日常に近いところにも一次関数が使われているということが分かった。また，③今までは与えられた関係について調べることがほとんどだったけど，今回は自分たちで考えて関係をつくった。

これらの振り返りからは，一次関数の関係を表すときには表，式，グラフを関連付けて表すことが理解を促すことや（①），二つの関数を比べるときはグラフが効果的であると捉えていること（②）が読み取れる。式，表，グラフから適切な方法，使いやすい方法を選択することの大切さやよさを実感したようである。

また,自分でプランを考えるような問いは,思考を活性化することにつながったことが読み取れる(③)。事象と式，表，グラフを関連付けて考える問題に取り組むことで，二つの事象の変化の規則性や対応関係を根拠に，条件に合った関数をつくることができたと考えられる。そして式，表，グラフを用いて関数関係をつくる活動，その関係を説明したり読み取ったりする活動により，関数に関する見方・考え方を豊かにすることができたのではないだろうか。

しかし一方で，プランの内容は考えているが，グラフに表すことができなかった生徒や，プランの内容やグラフは記入しているが，プランの説明の記述が途中で止まっている生徒もいた。自力解決では自分の考えを十分に説明できなかったり，途中で行き詰まったりしたことが考えられる。このような生徒たちへの支援として，日々の授業の中で，数学的な表現を関連付けて考える活動や考え方を共有して説明し合う活動などを取り入れたが，それぞれの活動における効果的な手立てについて更に検討していく必要があると考えている。

第４章　研究の成果と課題

第１節　思考過程の見える化と生徒の変容

（１）考え方ボックスの活用

第３章で述べた実践の具体から，これまでの授業の在り方では見えにくい思考の過程を見える化することで，生徒たちが新たな考え方を獲得することにつながったと考えている。「思考過程の見える化」を取り入れた授業では，既習の知識や技能を活用して，思考の過程に着目する問題を解決することに取り組んだ。既習の知識や技能を活用することは，問題を筋道立てて考えていく上でも必要なことである。２年生の図形領域では，既習の図形の性質などを根拠に，筋道立てて説明する活動を取り入れた。また，毎時間の学びを考え方ボックスにまとめることで，既習の知識や技能をその後の授業でいつでも取り出せるようにしておいた。

生徒Mは，図 4-1 のように考え方ボックスを学習支援ソフトの付箋にまとめていた。そして，図 4-2 のように授業の中で思考する場面や自分の考え方をまとめる場面で，考え方ボックスから過去の考え方を取り出して活用していた。

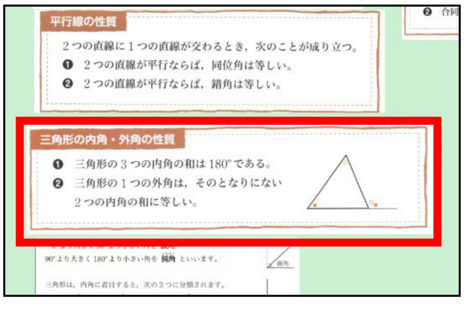


図 4-1 生徒Mの考え方ボックス

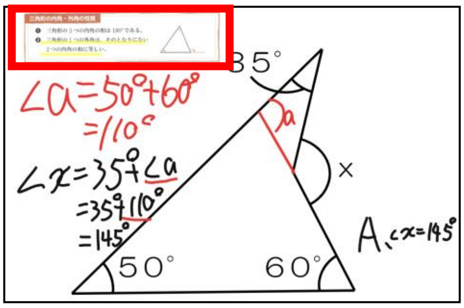


図 4-2 生徒Mの考え方ボックスの活

振り返りには次のように記述している。

・すでに習ったことを根拠にして証明すれば図形の性質を明らかにすることができると思う。

自力解決の場面で考え方ボックスを確認し，前ページの図4-2のように三角形の外角の性質を選択し根拠として使った。自力解決の場面で図に補助線を引いて式を記述し，集団解決の場面で他者に説明するときに，考え方ボックスにまとめておくことで活用することができたと実感している。考え方ボックスの活用が，新たな問題に対しても既習の知識を活用し，見通しをもって解決に取り組むための手立てとして有効であったことがうかがえる。

他にも以下のような記述が振り返りの中で見られた。

生徒Ｎ：①新たに補助線をひいて，錯角や同位角，三角形の合同条件など様々なヒントを使って解けることが分かった。また，数学は１つだけではなく，②他の解き方でも解ける問題もあるため，１つの考えに固執せずに柔軟な発想をもつことが大切だと思った。
生徒Ｏ：最初はこうなんじゃないかなという，不確かな感じで答えていたけど，単元を通して③ここところが等しい，だから合同だ，だから等しい，と道すじを明らかにして説明できるようになりました。④１年の作図の性質が分かっていないと等しい辺が見つけられないなどあるので，そことつながっているなと感じました。

生徒Ｎは，補助線を引くことで既習の知識や技能（ヒント）が使えるようになるということや（①），様々な考えに触れる中で多様に考えることの大切さを感じたようである（②）。生徒Ｏは，根拠をもとに筋道立てて説明することの大切さを学び（③），さらには，根拠を示したいときには以前の学びに立ち返ってみるとよいと感じたようである（④）。

これらの振り返りからは，根拠をもって解決への過程を考えることの大切さに気付き，解決の結果や知識及び技能を重視する傾向から，思考や表現の大切さにも目を向けるようになったと考えられる。

（２）数学的な表現を関連付けることを通して

本研究の実践では，数学的な表現を関連付けることで自分自身の理解を確かにし，他者にわかりやすく説明することができるようになり，今までは式のみで表すことが多かった生徒も図，表，グラフへ表現の方法を広げていけると考えた。図 4-3 は「問題を考えるときに，どの方法で考えることが多いですか」と，実践の前と後に問うたアンケートの結果である。

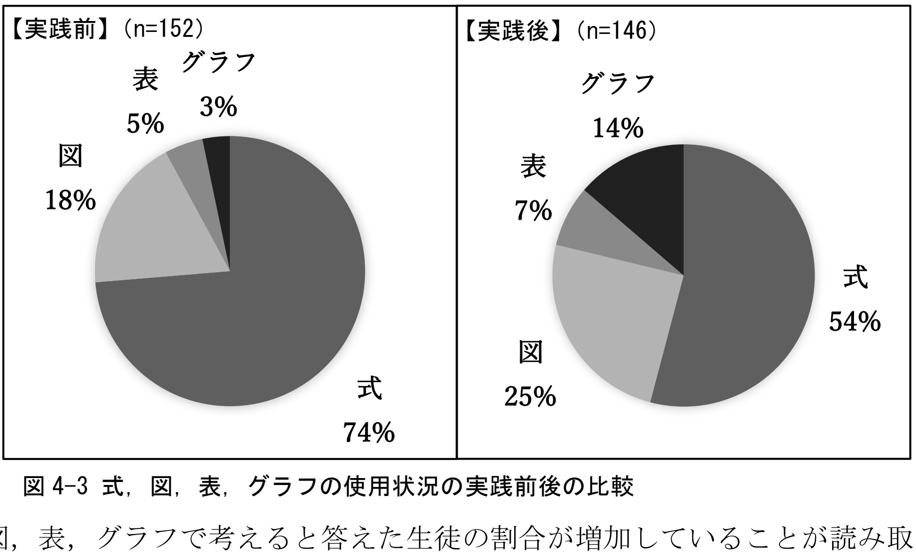


図 4-3 式，図，表，グラフの使用状況の実践前後の比較

この結果からは，実践後に図，表，グラフで考えると答えた生徒の割合が増加していることが読み取れる。本研究の実践を行ったのが図形領域と関数領域の単元であったため，図，表，グラフを使いやすい内容ではあったが，授業の中で指導者が意図的に図，表，グラフを用いて考えたり説明したりする場面を設定したことで，その有効性を実感した生徒も多かったのではないだろうか。では，どのような理由でこのような変化が生じたのか，単元の振り返りから考察する。

＜式から図へ変わった生徒＞
角度を求める時に，角同士の位置関係を使う様になった事や，また，①その関係を成立させる為に，図形に補助線を引く様になった
＜式からグラフへ変わった生徒＞
２つの式は y=ax+b の形に直してから，②グラフをかいて求めるという方法が１番良いが，分数などの場合は連立方程式として解くという方法で解ける。（原文ママ）

実践の前後比較で，式から図に変わった生徒の振り返りには，角の関係を表すために図形に補助線を引いて考えるようになったという内容の記述があった（①)。また，式からグラフに変わった生徒の振り返りには，２直線の交点を求める問題を例に挙げ，グラフで求める方法がよい場合と，解が分数になるときなど式で求める方法がよい場合があると記述されている（②)。単元の学びを通して，式だけでなく図やグラフで表すことのよさを実感していることが読み取れる。

表現方法が変わったと答える生徒がいた一方で，実践後も依然として半数以上の生徒が式で表すことが多いと答えていた。生徒の振り返りには次のような記述があった。

＜式のままで変わらなかった生徒＞
できるようになったのは，③２点を通る点を計算するときに，図も活用しつつ，計算してできたことで，ただ，計算するのもだけど，④図も見ながらだと少し簡単になったと思ったのでよかったと思います。単元を通してしっかり文，図をヒントに計算していくことです。

２点を通る直線の式を求めることができたという式のよさを実感した記述と（③)，図も見ながらだと少し簡単になったという記述があることから（④)，数学的な表現を関連付けて考えることで式のよさを実感したと考えられる。

このように式，図，表，グラフなど数学的な表現を自分自身で選択したり，関連付けたりすることで，各々のよさを実感するとともに，多様な表現方法を身に付けることで自分自身の理解も深まり，他者により伝わりやすい説明ができることにつながったと考えられる。

（３）自分の考えをかき表して，伝え合う活動を通して

自分自身の考え方を説明し，他者の考え方を読み取る活動について，以下の四つの設問について実践後に調査を行った（n=155)。

① 答えだけでなく，問題の解き方や考え方の説明をノートやワークシートにかいていますか
② 考えたことを友だちにわかりやすく説明しようとしていますか
③ 友だちの考え方や解決方法の説明を理解しようとして聞いていますか
④ 友だちの考え方を聞いた後で，自分の考え方と友だちの考え方を比べてどの方法が良いかを考えていますか

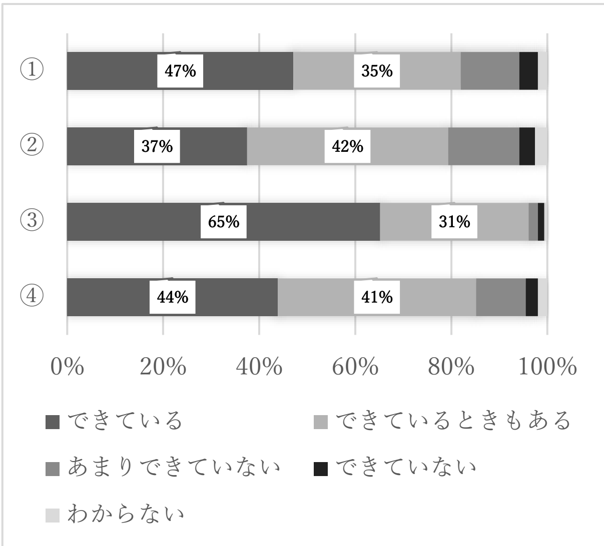


図 4-4 実践後の調査結果

①については82％の生徒が「できている」「できているときもある」という肯定的な回答をしている。結果のみを求めるのではなく，自分の考え方も含めて説明を記述できている生徒が多いことがうかがえる。②については79％の生徒が肯定的な回答をしている。自分で考えを

まとめるだけではなく，考えたことやまとめたことを他者に伝えるためによりわかりやすく工夫して説明する姿につながっている。③については96％の生徒が肯定的な回答をしている。ほとんどの生徒が他者の考えを聞き，読み取ろうとする姿勢ができたのではないかと考えられる。④については85％の生徒が肯定的な回答をしている。多様な考え方ができる問題で自分の考えと他者の考えを比較して，新たな視点を得たり，よりよい方法を考えたりすることができたのであろう。

全ての設問に対して80％前後の生徒が肯定的な回答をしており，多くの生徒が自分の考えをかき表す活動や考えを伝え合う活動ができたのではないかと考えられる。自分の考えを説明するためには，問題に対して自分の考えをもつこと，数学的な表現を用いて自分の考えをかくことが必要であり，自分の考えと他者の考えを比較してよりよい考え方を構築していくという，協働的な学びができつつある一つの指標といえるのではないだろうか。

ただ，この調査からは，説明を聞く姿勢ができている生徒より，自分が説明しようとする生徒の割合が低いことも読み取れる。生徒には自分の考えを説明することの意味を働きかけ続けるとともに，考え方を共有する場面で説明を促すための工夫についても検討していかなければならないと考えている。

（４）研究協力員への聞き取りより

実践を通して，研究協力員から次のような声があった。

- 思考の過程を問う問題を設定することで，身に付けてほしい日常に生きる力を見ることができたので効果が大きいことから今後も行う意味がある。式，表，グラフの使い分けや有用性を理解することにつながったと思う。
- 考え方ボックスを使用して提示したり例示したりすることにより，自分の思考の過程を確かな根拠として使うことができていたので，自信をもって論理展開できていた。何をしていいかわからない生徒に対して考えるきっかけになり，図形領域では有効，関数では発表するときに効果がある。自分でまとめたり作らせたりすることで学びがある。低位の生徒には与えてもよいと思う。
- グループ学び，集団解決の場面で，ICT を活用することで何度書いても，書いて消して試行錯誤できる。図を見せて直感的に指で指し示すことや，拡大や縮小，ポインタを使うなどが容易にできる。その場で書きながら説明したり消したりできる。その結果，質問の量も増えて対話が活発になった。他者の意見と自分の意見を比較して違いを認識し，批判的に見ることもできるのではないか。

自力解決や集団解決の場面で，生徒が自分の考えを表現するために，式，表，グラフを使ったり，GIGA端末を活用したりすることで，対話が活発になったという意見をもらうことができた。生徒が自分自身の考えについて理解を深めるとともに，他者の考え方から新たな視点を得ること，わかりやすい表現の仕方に触れることができるなど，「思考過程の見える化」を取り入れた授業が数学的な思考力や表現力の育成を図る一つの方策となり得る可能性を確認することができた。

第２節　課題と今後の展望

（１）実践を終えての課題

本研究の実践を通して，次のような三つの課題が見えてきた。

一つ目は，思考過程の見える化を取り入れた授業を積み重ねることの必要性である。実践の中では十分な表現ができていない生徒も見られたため，考えを表現する活動を継続して取り入れるとともに，表現するための手立てを講じて，今後も実践を行っていく必要があると感じた。

二つ目は，学びを生かして自立的に解決を進める活動を更に重視することである。自分の考えを表現するときに，指導者が指示するのではなく，自ら方法を選択して取り組むことができるようにすることが大切であり，そのためには日頃の実践の中で生徒に選択させる場面をつくることが指導者には求められる。

三つ目は，自分の考えを数学的に表現できるようにするための手立てを講じることである。「考え方ボックス」の作成や，「数学的な表現を関連付ける」ことを取り入れた実践を行ったが，表現する場面や共有する場面を継続して設定し，生徒が数学的な表現ができるようにしていくように促していくことが必要であると考える。

本研究では，２年生「図形の調べ方」「一次関数」の単元において実践を行った。図形領域・関数領域の他の単元においても，思考の過程に着目する問題を設定し，「思考過程の見える化」を取り入れることは可能であると考えている。また，今回実践を行えなかった領域でも実践を行い，その汎用性を検証したいと考えている。

第１章でも述べたように「思考力，判断力，表現力等」の課題は小中共通である。本研究では，中学校数学科の授業において「思考過程の見える化」を取り入れた実践を行ったが，小学校算数科で行っている取組を中学校数学科で取り入れるなど，小中をつないだ実践を行っていき，９年間を通じて資質・能力を育成していく必要があると考える。

（２）今後の展望

筆者自身の経験として，定期テストをはじめ従来の中学校のテストにおいては，知識や技能を問う問題が多く，性質や公式などを覚えていなければ解けないということがあった。また，生徒が学習場面で教科書を読む，授業の内容をノートにかき写すだけでは，知識や技能を覚えることができても意味理解にはつながっていないと感じていた。そこで，Ｂ校において図形の調べ方の単元テストで図4-5のような星形五角形の先端の角（∠a～∠e）の和が180°になることを説明する問題を設定した。図4-6のように，解答するときには単元中に作成した考え方ボックスを活用してもよいという条件で行った。図形の内側にある五角形に着目して多角形の内角の和や外角の和を使って解答する生徒，複数の三角形が重なっていることから三角形の内角と外角の性質を使う生徒，へこみのある四角形と三角形を組み合わせて使う生徒など，考え方ボックスから活用できる考え方を自分で選択して考える姿が見られた。

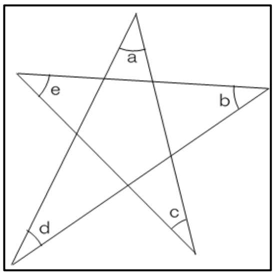


図 4-5 星形型五角形

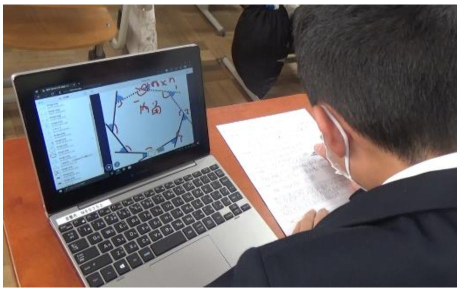


図 4-6 考え方ボックスを参考にする

今後は，定期テストにおいても，知識や技能をどのように活用するかを問う問題を取り入れることが必要だと考えている。授業展開とともに，テストにおいても思考の過程を問うことが，知識や技能を身に付けることに加えて思考や表現を重視することへと生徒の意識を変えていくことにつながるのではないだろうか。

Ａ校の一次関数の実践では多くの生徒が関数のプランを提案するときに，お得といえる理由を書いていた。中にはプランを提案するだけではなく，なぜそのように考えるに至ったのか，その動機も含めて記述したり，インターネットで検索して実際のタクシーの利用者はどのぐらいの距離を利用するのかを調べて，自分の考えとともに記述したりする生徒もいた。また，振り返りで次のような記述も見られた。

今回考えられたみんなのグラフで一次関数でないものもあったけどそれはどのような考えのもとそうなったか，一次関数でないなら何なのか。興味ある課題ができてよかった。これからも少しでも関数の世界を広めていきたい。

一次関数の学習を進めてきて，図4-7のような想定していなかった関数が出てきたために，どのような関数であるのかに興味をもったようである。このように，思考の過程に着目する問題を設定する中で，日常と関連付けて考えたり単元の学習内容を越えて考えたりするなど，自ら課題を見つけて取り組む姿が見られた。

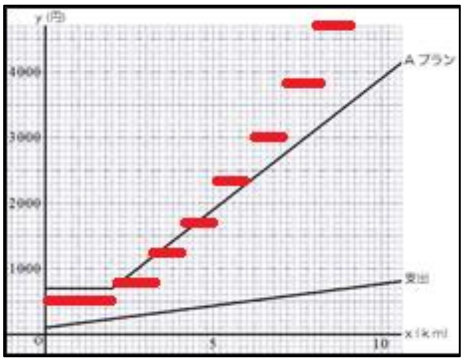


図 4-7 不連続な定数関数

第３章では，一授業での実践の具体を提示し，どのような姿勢や力を育むことができたのかを検証した。しかし，当然のことながら，本研究で育成を目指す資質・能力は，１時間の授業でその育成をなし得るものではない。単元の目標や学習内容を踏まえ，単元を通じて育てることができる資質・能力を具体化した上で，研究の方向性に沿った実践を模索することが必要である。

また，授業だけではなく，定期テストや単元テストから生徒への意識付けも必要となる。第１章で挙げた知識や技能を中心としたテストや，受験に対する課題へのアプローチとして「思考過程の見える化」を取り入れた授業の提案を行ったが，授業の中だけで行われたとしても，従来どおりの知識や技能を中心としたテストを行っていては，資質・能力が育まれたかを見取ることはできない。また，日々の数学の授業に反映させるという，指導者の意識を変えることが，生徒一人一人の資質・能力を育成する授業づくりには必要になるであろう。

おわりに

実践を通して感じたことは，生徒が筆者の予想を上回る発想をしたり，考える姿を示したりしてくれたことだった。これは指導者の働きかけももちろんあるが，それ以上に，生徒の学ぶ意欲が高いことにあると感じる。しかし，中にはどう考えればよいのか，何から手を付ければよいのかわからないといった困りを抱えた生徒もいる。そのような生徒が取り組めるきっかけをつくれるように，そしてどうすれば解決できるのかを考える一助として本研究を生かしていきたい。全ての生徒が思考し，表現し続ける授業を，これからも追究していきたいと考えている。

最後に，本研究の趣旨を理解し，協力してくださった京都市立中京中学校と京都市立近衛中学校の校長先生をはじめ，両校の研究協力員の先生方，温かく迎えてくださった教職員の皆様，そしていつも一生懸命に思考を働かせてくれた生徒たちに感謝の意を表したい。