論理的に考察し，表現する力を高める算数授業の一考察―小学校第６学年「幾何学的作図の素地的な学習」を通して―

【実践研究】

論理的に考察し，表現する力を高める算数授業の一考察

―小学校第６学年「幾何学的作図の素地的な学習」を通して―

新城　喬之

Consideration of a Math Class that e Enhances the Ability to Consider and Express Logically In the Sixth Grade of Elementary school, In the Fundamental Learning of Geometric Drawing

SHINJO Takayuki

要　約

近年の全国学力・学習状況調査や沖縄県学力到達度調査の結果から，本県の小学校算数科・中学校数学科の図形領域において「図形の構成要素や性質に着目して，論理的に考察し数学的に表現する力」に課題があることが明らかとなった。そこで，本研究では令和２・３年度，小学校第６学年の児童に「中学校のかけ橋」小単元「図形」(全３時間)の学習を通して，中学校数学の幾何学的作図の素地的な学習を体験させる授業を行った。その結果，児童の授業中の発言やノート記述，授業後の振り返りから，小学校６年間で学習した図形の定義や性質，作図の方法を振り返りながら，論理的に考察し表現する児童の様相が見られた。このような児童の変容から，本県の小学校算数科の図形領域において「４つの授業改善の方向性」が明らかとなった。

キーワード：論理的に考察・表現する，幾何学的作図，中学校数学科

１．はじめに

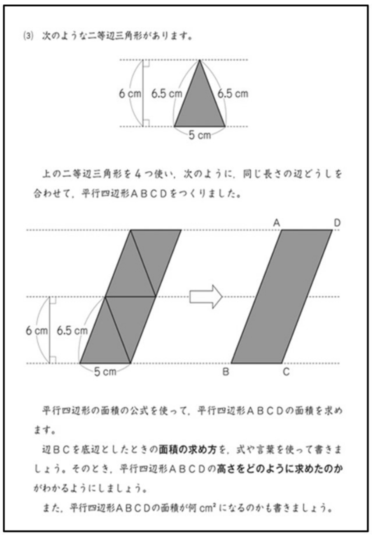
学習指導要領総則(2018)では，各教科の目標や内容が，資質・能力の観点から再整理された。特に「内容」に関しては，育成を目指す「知識及び技能」「思考力，判断力，表現力等」がより明確となり，それらを育成するための学習過程の改善を図ることが期待されている。また，これに伴い，小学校算数科(上学年)においては，内容の系統性や発展性の全体を中学校数学科との接続も視野に入れ，領域構成を従前の「A 数と計算」「B 量と測定」,「C 図形」及び「D 数量関係」から「A 数と計算」「B 図形」「C 変化と関係」及び「D データの活用」へと変更された。「B 図形」では，図形の概念の理解や図形の構成の仕方や図形の性質についての考察に加え，図形の特徴を計量的に捉えて考察するという視点から，基本的な平面図形や立体図形の計量などが内容に含まれた。これにより，図形を構成する要素に着目して，図形の性質を考察する領域としての「B 図形」の位置付けを明確にしている。

中学校学習指導要領解説数学編(文部科学省，2018：45,47)では，図形指導の意義について「図形の性質や関係を直観的に捉え，数学的な推論により論理的に考察し表現する力は，中学校数学科に限らず，いろいろな分野での学習や活動において重要な役割を果たす」と記している。また，中学校の「B 図形」の領域の土台となる小学校算数科においては「図形について主に直観的な取り扱いをしている」とあり「図形を直観的に捉えることは，図形の本質的な性質や関係を見抜くことであり，論理的に考察し表現する力に裏打ちされていることが必要であるとともに，論理的に考察し表現する力を先導する働きをすることもある」と小学校算数科においても，論理的に考察し表現することが必要であることを指摘している。さらに，小学校学習指導要領解説算数科編(文部科学省 2018：34)では，算数科において育成を目指す資質・能力とそのために必要な①から⑧の指導内容で，②図形概念の形成と基本的な図形の性質の理解において「図形の学習を通して，前提となる条件を明らかにして筋道立てて考える等，論理的な

思考の進め方を知り，それを用いることができるようにするとともに，その過程を通して数学的な見方・考え方の育成を図る」と記している。つまり，小学校算数科「B 図形」領域においても，中学校数学科同様，図形の学習を通して論理的に考察し表現する力を育成することが重要である。

２．全国学力・学習状況調査や沖縄県学力調査，先行研究から指摘される問題

図形を論理的に考察し表現することは，「D 変化と関係」領域における「割合」の学習と同様，児童にとっては理解が難しく課題が見られる。全国学力・学習状況調査報告書（国立教育政策研究所：2021）において，本県の小学校算数・中学校数学で特に正答率が低かった設問は，次の３問である。


(3) 次のような二等辺三角形があります。

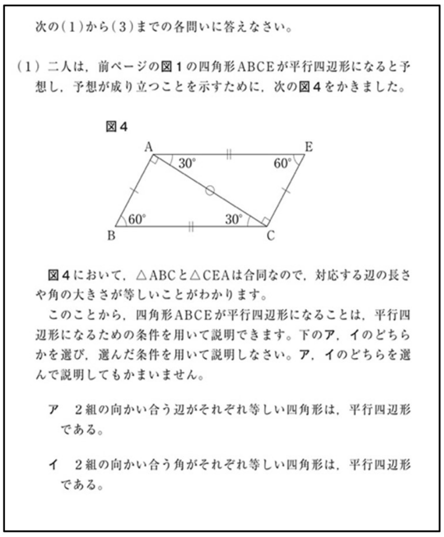
上の二等辺三角形を４つ使い，次のように，同じ長さの辺どうしを合わせて，平行四辺形ＡＢＣＤをつくりました。

平行四辺形の面積の公式を使って，平行四辺形ＡＢＣＤの面積を求めます。

辺ＢＣを底辺としたときの**面積の求め方**を，式や言葉を使って書きましょう。そのとき，平行四辺形ＡＢＣＤの**高さをどのように求めたのかがわかるように**しましょう。

また，平行四辺形ＡＢＣＤの面積が何 cm² になるのかも書きましょう。

図１　算数　設問２（３）


次の（１）から（３）までの各問いに答えなさい。

（１）二人は，前ページの**図１**の四角形ABCEが平行四辺形になると予想し，予想が成り立つことを示すために，次の**図４**をかきました。

図４

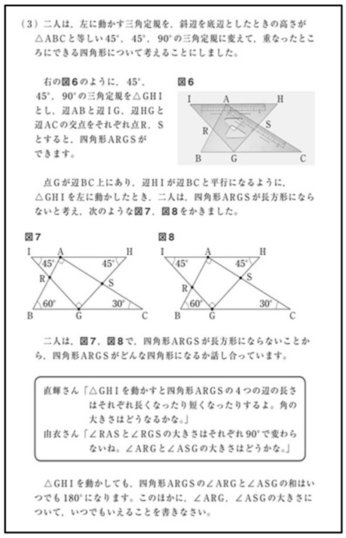
図４において，△ABCと△CEAは合同なので，対応する辺の長さや角の大きさが等しいことがわかります。

このことから，四角形ABCEが平行四辺形になることは，平行四辺形になるための条件を用いて説明できます。下の**ア**，**イ**のどちらかを選び，選んだ条件を用いて説明しなさい。**ア**，**イ**のどちらを選んで説明してもかまいません。

ア　２組の向かい合う辺がそれぞれ等しい四角形は，平行四辺形である。

イ　２組の向かい合う角がそれぞれ等しい四角形は，平行四辺形である。

図２　数学　設問９（１）


（３）二人は，左に動かす三角定規を，斜辺を底辺としたときの高さが△ABCと等しい45°，45°，90°の三角定規に変えて，重なったところにできる四角形について考えることにしました。

右の**図６**のように，45°，45°，90°の三角定規を△GHIとし，辺ABと辺IG，辺HGと辺ACの交点をそれぞれ点R，Sとすると，四角形ARGSができます。

図６

点Gが辺BC上にあり，辺HIが辺BCと平行になるように，△GHIを左に動かしたとき，二人は，四角形ARGSが長方形にならないと考え，次のような**図７**，**図８**をかきました。

図７　**図８**

二人は，**図７**，**図８**で，四角形ARGSが長方形にならないことから，四角形ARGSがどんな四角形になるか話し合っています。

直輝さん「△GHIを動かすと四角形ARGSの４つの辺の長さはそれぞれ長くなったり短くなったりするよ。角の大きさはどうなるかな。」
由衣さん「∠RASと∠RGSの大きさはそれぞれ90°で変わらないね。∠ARGと∠ASGの大きさはどうかな。」

△GHIを動かしても，四角形ARGSの∠ARGと∠ASGの和はいつでも180°になります。このほかに，∠ARG，∠ASGの大きさについて，いつでもいえることを書きなさい。

図３　数学　設問９（３）

算数の設問２（３）（図１）の「複数の図形を組み合わせた平行四辺形について，図形を構成する要素などに着目し，図形の構成の仕方を捉えて，面積の求め方と答えを記述できる」では，41.2% と最も正答率が低かった。また，中学校数学では，設問９（３）（図３）の「ある条件の下で，いつでも成り立つ図形の性質を見いだし，それを数学的に表現することができる」では，沖縄県は 20.4% と本調査問題の中で２番目に低い正答率だった。同じく設問９（１）（図２）「平行四辺形になるための条件を用いて，四角形が平行四辺形になることの理由を説明する」問題では，全国平均が 44.3% に対して，沖縄県は 33.4% と本調査問題の中で２番目に全国とのポイント差が大きかった。

全国学力・学習状況調査だけではなく , 沖縄県学力到達度調査結果（沖縄県教育庁義務教育課，H26,H27,H30,R3）においても図形学習の課題が指摘されている。（図形に関する内容だけを筆者が抜粋）

H26
- ひもの長さ円の形の関係性を「根拠」「結論」を用いて説明することに課題がある。（４年）
- 示された図形の構成要素について考えたり，図形の定義や性質を用いて判断したことを説明（記述）したりすることに課題がある。（５年）
- 拡大図と縮図の関係を理解し，説明することに課題がある。（６年）

H27
- 半径や直径，正三角形を関連づけて，答えを導くことに課題がある。（３年）
- ひし形の特徴を捉え，弁別することに課題がある。（正答率 19.6%）（４年）
- 図形の構成について，課題がある。（正答率 25%）（６年）

H30
- 最も正答率が低かった問題は平行四辺形を作図するために必要となる特徴を選択肢から選ぶ問題であった。（４年）
- 目的に応じて数学的に説明するような設問で，無解答率が高かった。（５年）

・目的に応じて数学的に説明するような設問で，無解答率が高かった。（６年）

R3　・柱体の展開図について理解し，図形を構成する要素に着目し辺の長さを求めることができるかどうかをみる設問で最も誤答率が高く，自分の考えを数学的に表現するような設問で無解答率が高くなる傾向が見られた。（６年）

先行研究において，松尾(2003)は図形教育固有の問題点を次のように指摘している。

・小学校高学年及び中学校１学年は小学校段階と中学校段階をつなぐ時期ではあるが，具体的な図形の表現を基にして，抽象的で論理的な思考を行う内容やインフォーマルな証明(説明)に関する内容が少なく，それらが適切な位置に配列されていないという問題点がある。図形においては，活用場面が少ないことから，学習してよかったと感動する機会もないし，なぜ学習しなければならないのかという疑問が生じることにもなる。

・図形の学習において，直観によりとらえた事柄を論理的に裏付けしていくという考え方が必要であるにもかかわらず，その片方が抜けていたり，両方のバランスがとれていなかったりするということである。

岡崎(2000)も「図形領域には，固有の難しさがある。(中略)図形領域における各単元は自己完結的で，それ以前の単元に遡って指導しにくい面がある。例えば，生徒が証明の理解に困難を示したとき，敢えてそれ以前の学習をふり返るとすれば，算数でのひし形や平行四辺形などの図形の学習，同じ単元の合同条件の学習のいずれか，あるいはその複合であろうが，いずれにしてもそれらと証明との直接的なつながりは不明瞭である」と数と計算領域の学習と比較しながら，図形領域固有の問題点を指摘している。

他にも，河端・松尾(2009)は国立大学附属小６年生の児童(38名)，中学１年生(166名)，２年生(164名)の生徒を対象に図形における質問紙調査を行い，その結果を次のようにまとめ，図形学習における問題点を指摘した。

・中学校の作図指導との接続を意識したコンパスの役割や円の定義に関する指導のねらいが十分に達成されていない可能性があること。中学１年生における作図指導で円の性質などを活用することを意識して小学校で指導が行われていない可能性がある。このことから，小学校算数科の図形指導から中学校数学科への適切な移行を促すことに関して，図形の作図指導前の図形の定義や性質の理解及び活用に関する指導に問題点がある。

・図形の作図指導の際に，根拠を基に作図手順を説明する指導が少ないことがわかった。(中略)よって，図形の作図指導前の図形の定義や性質の指導においても，問題点がある。

・作図手順の理由を考えることについて，生徒の印象に残るような指導がなされていないことがわかった。(中略)作図手順の理由を考えるという経験が生徒の印象に残っていないことになる。したがって，これは図形の作図指導，図形の証明指導における問題点である。

先行研究で指摘された図形学習における問題点や全国学力・学習状況調査，沖縄県学力到達度調査の結果からも，本県の児童生徒は図形領域に課題があり，その中でも「図形を考察する場面において，図形の構成要素や性質に着目して，論理的に説明すること」について特に課題があることが明らかとなった。

３．研究の方法と目的

全国学力・学習状況調査等から明らかになった本県児童の図形学習における課題や先行研究が指摘する問題点をふまえ，本研究では，まず令和２年度に第６学年小単元「中学校のかけ橋」(一松他，2021)を実践し，成果と課題を見いだす。そして，その成果と課題から授業改善案を見いだし，令和３年度，再度同小単元の授業を実践し，成果と課題を見いだす。最後に，令和２・３年度の２年間の授業実践の分

析，考察から「図形の構成要素や性質に着目して，論理的に考察し表現することができる力」を育成するための「授業改善の方向性」を明らかにすることを目的とする。

４．令和２年度の授業実践　（県内国立学校６年１クラス　28 名）＊児童の名前はすべて仮名

令和２年度，国立小学校６年生１クラス（28 名）で学校図書株式会社（一松他，2021）第６学年の最後の単元である「中学校のかけ橋」（表１）の小単元「図形」を通して，中学校数学の幾何学的作図の内容を体験させる実践を行った。他の教科書会社５社は，中学校で扱う幾何学的作図の内容を学習する単元はなく，あっても簡単に紹介する程度である。筆者は，本単元を実践することは，本県の児童生徒の課題である「図形の構成要素や性質に着目して，論理的に考察し表現することができる力」を育成するために有効だと考えた。その理由は，２つある。１つ目は，垂直な直線や平行な直線，角の二等分線を作図する学習を通して，６年間で学習した図形の定義や性質を再確認，理解することができる。２つ目は，作図に習熟する過程の中で「なぜ，この方法で垂直・平行な直線がかけるのか」「なぜ，角の二等分線がかけるのか」という問いを誘発し，図形の構成要素や性質に着目して，論理的に考察し，表現する「場」を作ることができると考えた。

以下，令和２年度の授業実践を考察し，成果と課題をふまえた授業改善の方向性を明らかにする。

表１　令和２年度　中学校の「かけ橋」単元計画

全（３時間）	学習活動	本時の目標
第１時	教科書のキャラクターが示す垂直な直線のかき方（ひし形）を考察し，なぜ，そのようなかき方で垂直な直線をかくことができるのかを考える。	既習の図形の定義や性質をもとに論理的に説明しながら，垂直な直線を作図することができる。
第２時	教科書のキャラクターが示す平行な直線のかき方（ひし形）を考察し，なぜ，そのようなかき方で平行な直線をかくことができるのかを考える。	既習の図形の定義や性質をもとに論理的に説明しながら，平行な直線を作図することができる。
第３時	教科書のキャラクターが示す角の二等分線のかき方（ひし形）を考察し，なぜ，そのようなかき方で角の二等分線をかくことができるのかを考える。	既習の図形の定義や性質をもとに論理的に説明しながら，角の二等分線を作図することができる。

第１時「垂直な直線をかこう」の導入で，三角定規を使うことを禁止し「直線Ａに対して，定規とコンパスのみで垂直な直線を作図する」ことを課題とした。多くの児童が作図に苦戦する中，サトシ（図４）やユイ（図５）は自力で垂直な直線をかいた。サトシは，二等辺三角形を作図することで，垂直な直線を作図する方法を見いだした。まず直線Ａの始点を中心点とし，点アを通る円をかくことで，辺Ａアを一辺とした二等辺三角形をかくために，点イを決めた。そして，点イを決めるために点アを中心点として辺Ａアと等しい長さの半径である２つ目の円をかいた。最後に，１つ目の円と２つ目の円の交点が点イであることを決め，点アと点イを通る直線をひき，この直線が直線Ａと垂直の関係になっていることを二等辺三角形に垂線を引いた場合にできる２つの直角三角形ができることを根拠に説明した。ユイは，中学校で学習する垂線の作図をもとに垂直な直線をかき，交わる２つの円の性質を利用して，垂線が通るもう１つの点を決めた。しかし，試行錯誤の結果，交わる２つの円の中に交点を見いだしたのであって「なぜ２つ

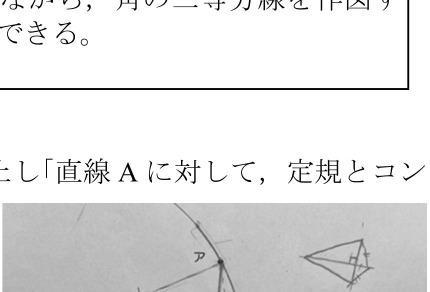


図４　サトシが作図した垂直な直線

の円をかいたら垂線を作図することができるのか」という図形の性質に着目した説明はできなかった。サトシのように自力で作図の方法を思いつく児童もいるが，多くの児童は「どうやって考えてよいかわからない」「試行錯誤の結果，どうにか垂直な直線がかけたが，なぜかけたのかは説明できない」と困惑していた。第２時の「平行な直線をかこう」第３時の「角の二等分線をかこう」でも，同様の課題が浮き彫りとなった。

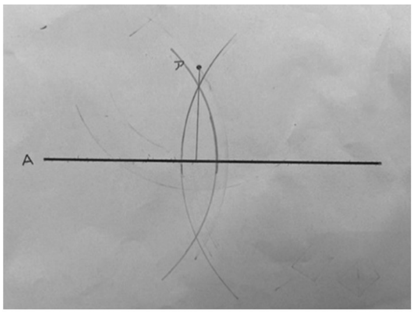


図５　ユイが作図した垂直な直線

（１）　令和２年度の授業実践から得た５つの授業改善案

以上の令和２年度の授業実践から，５つの授業改善案を見いだした。

① 第１時では，教師がコンパスと定規を使って，直線Ａに対する垂線の作図の仕方を録画し，動画で示す。録画した動画は何度も再生することができるため，全員が確実に作図できると考えた。

② 第１時「なぜ，先生が教えた方法で垂直な直線がかけるのか」という問いを児童から引き出すためには，児童が垂直な直線の作図に習熟することが大切である。そうすることで，児童の思考が技能から図形の性質に着目する視点へと移行すると考えた。

③ 第１時のねらいは「既習の図形の性質を活用して，垂線を引くことができ，それを論理的に説明できること」である。そのためには，教師が意図的に３つの円の半径の長さを変えてかくのはどうか。そうすることで，同じ半径の長さの円を３つかいた場合と半径の長さが違う場合とが対比され，「なぜ同じ半径の長さで円をかいた際には垂線が引けるのか」という問いが明確になると考えた。

④ 第１時，数名の児童が「ひし形は対角線が垂直に交わるから垂直といえる」と説明したが「なぜ，ひし形といえるのか」が説明されていなかった。この説明をするには，３つの円の半径の長さが等しいことから「４つの辺の長さも等しいといえるため，ひし形である」と根拠を示し，論理的に説明する必要がある。また，「なぜ〇〇といえるのか」という説明と同時に「なぜ〇〇といえないのか」と批判的に考察することも大切にしたい。

⑤ 第１時，既習の図形の性質を活用して垂直な直線をかいたことで，第２時では，図形の性質を活用して平行な直線を作図するという「めあて」を意識して取り組む児童が増えた。しかし，多くの児童は自力で作図することに，課題があった。一方，その中でもサトシは，平行な直線をかくことも自分なりに考え作図した（図６）。このサトシの作図方法が授業改善のアイディアを与えた。
１つは「直線Ａを底辺として平行四辺形が作図できないか」と焦点化して問い，図形の性質を活用することを導入の場面で示す。２つ目は前時の垂直な直線を引くために活用した，ひし形のかく場所を変えることで，平行四辺形を見いだす展開である。ひし形は作図した際，垂線を対称軸とした二等辺三角形が２つできる。その二等辺三角形を向い合わせるのではなく，横にかく。そうすることで，児童は平行四辺形が見えるのではないか，と考えた。

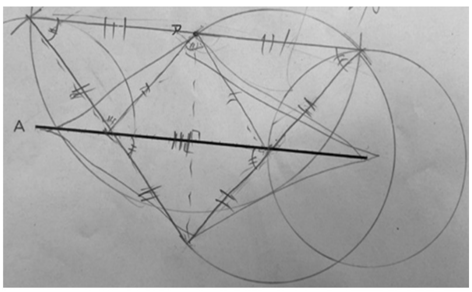


図６　サトシの平行な直線の作図

５．令和３年度の授業実践　（県内公立学校６年１クラス　27 名）＊児童の名前はすべて仮名

令和２年度の授業実践の成果と課題から得た５つの授業改善案をもとに，令和３年度の単元計画を考え，授業実践を行った。第１時～第３時における授業実践とその考察を述べる。

表２　令和３年度　中学校の「かけ橋」単元計画

全（３時間）	学習活動	本時の目標
第１時	教師が示す垂直な直線のかき方（ひし形）を考察し，なぜ，そのようなかき方で垂直な直線をかくことができるのかを考える。	既習の図形の定義や性質をもとに垂直な直線を作図し，論理的に説明することができる。
第２時	平行な直線のかき方を考え，なぜ，そのようなかき方で平行な直線をかくことができるのかを考える。	既習の図形の定義や性質をもとに平行な直線を作図し，論理的に説明することができる。
第３時	角の二等分線のかき方を考え，なぜ，そのようなかき方で角の二等分線をかくことができるのかを考える。	既習の図形の定義や性質をもとに角の二等分線を作図し，論理的に説明することができる。

（１）第１時「垂直な直線をかこう」の実践と考察

「点アをとって，直線 A に垂直な直線をかこう」と本時の課題を提示した。そして「もし，４年生だったらどのようにかくかな？」と問い既習の三角定規２つで作図する方法を引き出した。「実は中学校の数学では作図というのは，コンパスと定規だけしか使えません」と伝えると「どうやってかくの？」と児童は不安げな表情になった。「先生がコンパスと定規だけで垂直な直線をかく方法を教えるね」と伝え，作図動画（写真１）を見せた。一度では理解できない児童がいることが予想できたため，数回再生して動画を見せた。何度でも再生できることが，動画のよさである。不安そうな児童が数名いたため「１分間だけ近くの人と確認すると時間をあげます」と伝え，全員が垂直な直線を作図できるまで行った。

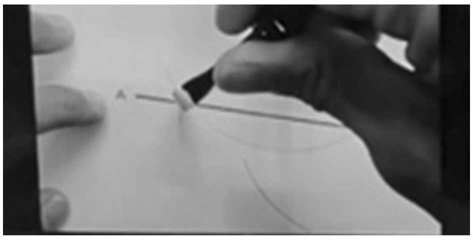


写真１　教師の作図動画

全員が作図できたことを確認した後，筆者は「この作図方法だったら 100 発 100 中で垂直な直線がかけますか」と児童に尋ねた。すると，再度作図して確認したり，プリント裏の白紙に任意で点アと直線 A をかき作図したりする児童もいた。

任意の点や直線をかいて作図したことで２つの良かった点がある。１つ目は作図の仕方が一般化されやすくなったことである。これまでの図形の作図（合同な図形の作図，線対称・点対称の作図）では，長さや角度が条件として提示されており，その条件にあったものを作図することが正答とされていた。しかし，本時の問題はそのような条件がないため，自分で決めなければならない。そうすると「点アを通って直線 A に垂直な直線」という活動は同じでも，一人ひとりが作図した垂直な直線は違った結果になる。

つまり，多様なデータがあるため，それらの共通点を見いだしながら，一般化する方向へと向かうことができる。２つ目は，教師が提示した作図方法以外で作図する子が現れたことである。自作した動画は半径が等しい３つの円をかくことで交点を決め，垂直な直線を作図した。しかし，任意の点アと直線 A を決めて自由に作図した際に「たこ形」をもとに垂直な直線を作図する子が現れた。ひし形ではなく「たこ形」が現れたことで，児童の中で「なぜ，ひし形ではないのに，垂線をかくことができたのか」という問いが生まれた。この問いは，さらに垂直な直線の作図の仕方を一般化するためのキーワードとなった。

一通り，全員が垂直な直線を作図した後「何回かこの授業をやったことがありますが，うまくかけない子がいます。その子の作図の仕方をやるから，なぜかけないのか考えてみてください」と伝え，筆者

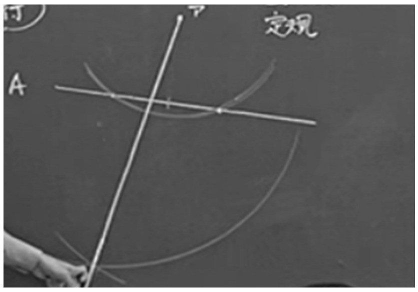


写真２　垂直ではない直線

が作図した（写真２）。そして，明らかに直線Ａに対して垂直な直線ではないことを確認し，再度「なぜ，同じように３つの円をかくように作図したのに，垂直な直線をかくことができないのか」と問うた。この問いは本時の一番の山場であり，図形の性質に着目させ，論理的に説明させたい場面であったが，先ほどまで意欲的に取り組んでいた児童の思考が一気に停滞した。昨年度の授業では「なぜ，この方法で垂直な直線が作図できるのかな」とできる理由を問うた。本時は逆に「できない理由」を問うことで，できる理由を引き出し，その２つの説明を対比させることで，図形の性質を深めるねらいがあったが，教師の予想と児童の思考には大きなズレがあった。

> 　ある児童が「円の半径の長さが違うのは分かったけど，どうして円の半径の長さが違うと垂直な直線をかくことができないのか，わからない」と呟いた。昨年度の実践でも「できる理由」の説明は多くの児童が理解していた。児童の実態から，まずは「なぜ，この方法で垂直な直線をかくことができるのか」を問い，円の性質に着目させることで，半径の長さが等しいから交点間の長さが等しくなることを確認する。そして「辺アイと辺アウの長さが等しくて…」と確認しながら，辺アイと辺アウを図にかきこむ。同じく辺イエと辺ウエも行うと，交点と交点を結ぶ辺が現れ，ひし形が自然と見えてくる展開とする。または，児童が自分なりに作図した際，点アがどこにあっても，直線Ａがどのような傾きでも垂直な直線がかけることを確認するために，黒板に作図してもよい。その際，児童に作図の仕方を指示させることで，コンパスの開き具合や円の半径が等しくなることを意識させる。そこで「どうして半径の長さにこだわるの？なぜ同じ円をかかせるの？」と教師が問い返すことで，児童は作図する際に無意識に行っていたことが顕在化され，意識化されると考える。４つの交点間の長さが等しいことが確認されると，児童は「なぜ，交点間の４つの辺の長さが等しいと垂直な直線を作図することができるのか」と自然と問いをもつだろう。もしこのような問いを児童がもたなければ，教師が問えばよい。
>
> 　このような思考過程をへて，児童は「４つの辺の長さが等しいということはひし形であることがわかり，ひし形は２つの対角線が垂直に交わる性質があるため，垂直な直線をかくことができる」と説明できるであろう。

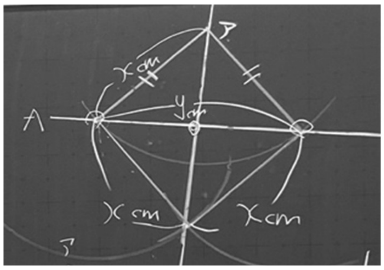


写真３　ひし形をもとに作図

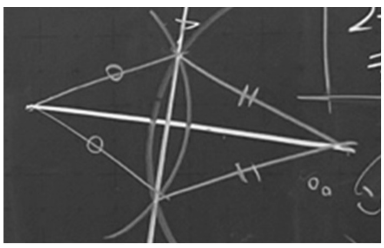


写真４　たこ形をもとに作図

　筆者が「なぜ，この作図の方法では，垂直な直線をかくことができないのか」と問うたことで，児童が混乱したことは先述した。その混乱した状態をおさめるために「ひし形を作図すれば，ひし形の性質を活用し，垂直な直線を作図することができる」（写真３）と筆者は説明した。筆者が意図的に特殊な事例（ひし形の活用）だけ垂直な直線が作図できるとまとめたことで，「ひし形ではなくても垂直な直線がかける」（写真４）と任意の点アと直線Ａをもとに自由に作図して垂直な直線をかいたタクの反論を引き出すことができた。タクの反論により「ひし形ではないのに，垂直な直線を作図することができるのは，なぜか？」と新たな問いが生まれたところで本時は終了した。
授業終了後，タクと筆者は「なぜ，たこ形でも垂直な直線をかくことができたのか」を話し合った。その話し合いに数名が参加し，ひし形とた

こ形の図形の共通点は「線対称な図形」であることが明らかとなった。また，その根拠が線対称な図形は対応する点を結んだ直線と対称の軸が垂直に交わるという性質まで考えることができた。

昨年度の実践では，導入から児童が任意に設定した直線に対して，垂直な直線をかくことを課題としたが，全員が同じ課題に取り組んでいないため，全員の問いとなる課題を作り出すことが難しかった。また，問いがないため，全体での話し合いでも，同じ課題意識を共有することが難しかった。
本時では，全員が動画通りの垂直な直線の作図したことで，課題が共有された。そして，課題が共有されたからこそ，次々に新たな問いが生まれ，学びが深まったと考えられる。

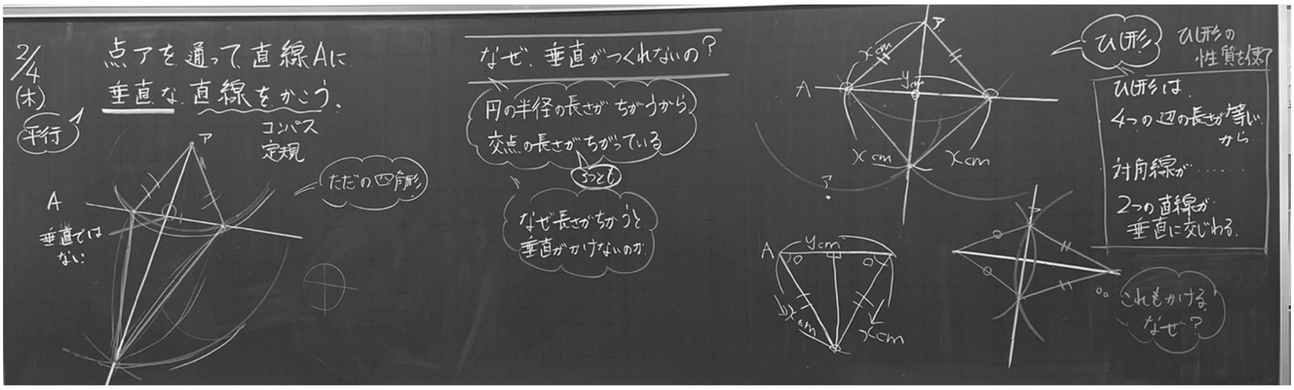


写真５　第１時の板書

（２）　第２時「平行な直線をかこう」の授業実践と考察

前時の児童の振り返りには「定規とコンパスで垂直な直線がかけると思わなかったので，かくことができて嬉しかった」という記述が多くあった。一方「なぜ，定規とコンパスで作図することができたのか」と図形の性質を活用して説明している記述は数名しかいなかった。つまり，多くの児童は前時の目標を達成していなかったのである。このような児童の実態をふまえ，前時のまとめから導入した。

「もう一度ききます。なぜ，円を３つかくと点アを通り直線Ａに垂直な直線を引くことができたのかな？」と問いかけた。児童は前時同様「言葉で説明するのは難しい」と呟きながらも，ペアやグループの仲間と対話を通して理解できるように努めた。全体でもう一度確認した際に，ある児童が「４つの交点を直線で結ぶと，ひし形ができる。そのできたひし形は４等分されると合同な直角三角形が４つできる。円の中心は360°なので，それを４等分すると90°になるから，垂直といえる」（写真６）と説明した。

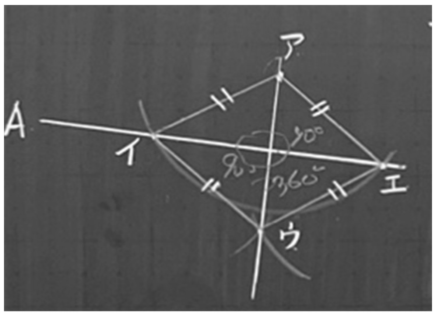


写真６　ひし形の性質の説明

多くの児童が納得していたが，この説明に関して筆者から訂正した。この説明は，直線Ａと点アを通る直線が「垂直の関係である」ことを前提に説明していることであり，今問われていることは「なぜ垂直の関係になるのか」が問われているのである。このように，まだ根拠が示されていないことを使って説明することが小学校の図形学習ではよく見られる。そのため，教師は「今問われていることは何か」「前提となっていることは何か」と適宜確認することが，図形の指導では必要だと考える。

そこで「つまり，三角定規を使わない場合は，どのように考えることで垂直な直線をかくことができたのか」と問うた。そして「円やひし形の性質を活用することで，定規とコンパスで作図することができ

た」とまとめた。「では，今日は点アを通る，直線Ａに対して平行な直線をかきましょう」と本時の課題を提示した。すると，ある児童が「これも，図形の性質を使えば，かけるのかなぁ」と呟いた。この呟きを取り上げ「平行が図形の性質としてある図形には何があるだろう？」と問いかけた。すると「平行四辺形」「ひし形」「正方形」「長方形」「台形」が発表された。意図的に「平行四辺形」だけを取り上げ「この中に平行四辺形が見えますか？」と問いかけた。

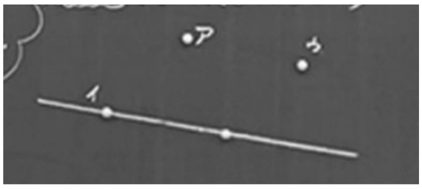


写真７　ひし形の見通しをもつ

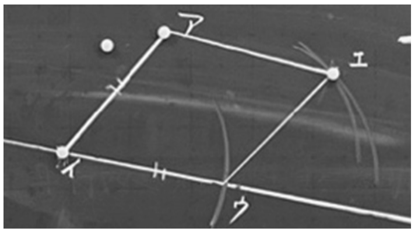


写真８　ミキの作図

ところが，多くの児童は首を傾げていた。ここで「点アがここだとしたら，点イはどのあたり？点ウは？点エは？」と問いかけながら４つの点がどのあたりにくるのか，見通しをもたせた上で（写真７）自力思考に入った。児童の声に耳を傾けると「平行四辺形を作図したら，平行な直線がかけることはわかった。でも，なぜかけるのか」と作図できた理由に対して，問いをもつ児童が多かった。その中でも「ミキ（写真８）の説明はとてもわかりやすい」と多くの子が推薦したため，全体での話し合いではミキを指名した。教師用のコンパスは操作が難しいため，説明はミキにしてもらい，その説明通りに筆者がコンパスと定規を使って作図する形の共同発表とした。

（ミキ）平行四辺形をもとにしてかいたんですけど，平行四辺形は，向かい合っている辺の長さがいっしょなので，まず，点イを好きなところに決めます。辺の長さをいっしょにするために，点イと点アの長さをコンパスで測って，点アイの長さをもとに点ウを決めます。辺アイの向かい合う辺をつくるために，辺アイの長さをとって，点ウから円をひきます。そして，最後に辺イウと同じ長さをとって，交点エを作れば，平行四辺形ができると思うので，直線Aに平行な直線が作れたと思います。

平行四辺形（図７）以外にも，ひし形（図８）や長方形（図９）の定義と性質をもとに，平行な直線を作図する児童がいた。

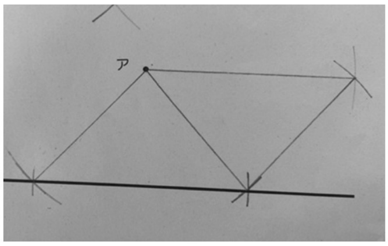


図７　平行四辺形をもとに作図

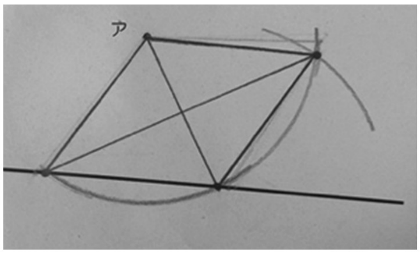


図８　ひし形をもとに作図

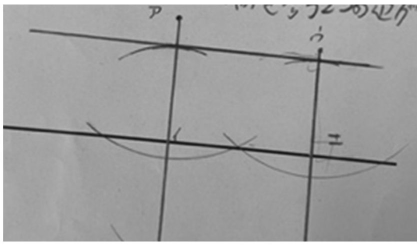


図９　長方形をもとに作図

以下，第２時終了後の児童の振り返りである。

アオ：作図をするときに，平行四辺形の特ちょうを思い出して，書いた。平行四辺形の特ちょうは，向かい合う２組の辺が平行。向かい合う角が同じ。向かい合う２組の辺も同じ。その中の，向かい合う辺が同じを使って，コンパスで書いた。すると，平行四辺形ができて，平行を作れる。

サキ：平行な直線を作図した。平行な直線がある図形の性質（長方形）を使えば，らくしょうにかけた。

カオ：平行な直線は，どうやってかくのかを知ることができた。平行な直線は平行四辺形の性質を使ってできるということがわかりました。ここでも，性質を使ってできるということがわかっ

て，よかったです。
ミカ：今日は平行にチャレンジしました。私は最初，垂直をかくときも悩んだけど，垂直を書く際に，〜の性質(〜は図形の名前)を意識するとわかりやすかったです。「平行」の性質がある図形を思いうかべながら意識してやると，とてもスムーズにできました。
タカ：平行をかくときも「何かの図形」(平行四辺形，長方形，正方形，ひし形(全て二組の辺が平行))を使って，かくと作図できます。ミキ：何においても，図形を利用するなど，き習をいかすことが大事だと思いました。例えば，垂直な直線はひし形，平行は平行四辺形です。
オト：ひし形や平行四辺形などの性質を使って作図すると，なぜこうなって，こうなるのかみたいなこと感じがよくわかった。
イト：平行な直線は，先生からの動画はなかったけど，垂直と同じように何かしらの図形を使うことはわかっていたから，平行四辺形を使って自分で考え，かくことができた。

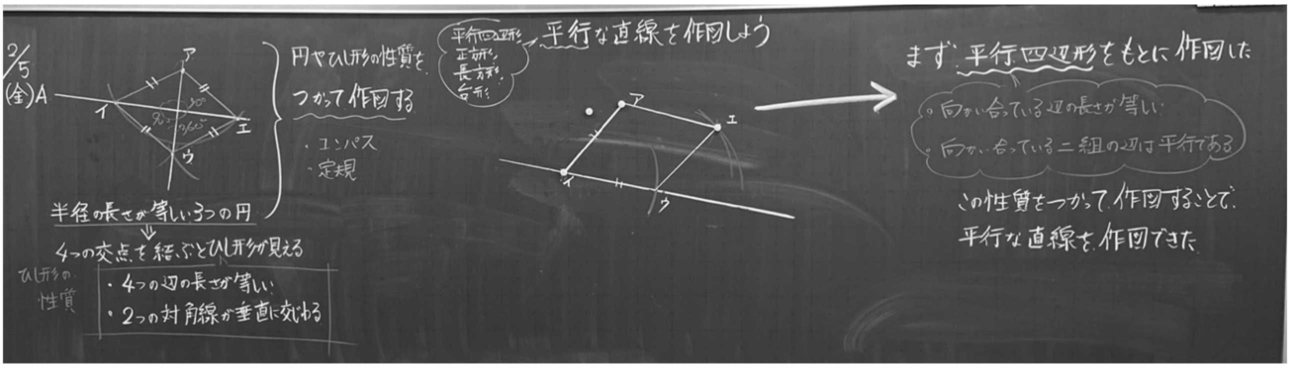


写真９　第２時の板書

授業における児童の発言やノート記述，授業後の振り返りから，第１時の「垂直な直線をかこう」の授業よりも，本時(第２時)の「平行な直線をかこう」の授業では，児童が図形の構成要素や性質に着目しながら，それらをもとに作図し，論理的に考察，表現しようとする姿があった。その理由は前時から「図形の性質に着目して，作図する」という見方・考え方が，児童の中に意識化されたためだと考える。一方，児童の中には，平行四辺形をかいたつもりが，実際の図は「ひし形」になっている子も(ミキも同様)複数名いた。図形の性質の共通点から，図形の包摂関係も同時に指導することで，より図形に対する見方・考え方が豊かになると考える。

（３）　第３時「角を二等分する直線を作図しよう」の考察

「角を二等分する直線を作図しよう」と問題を提示した。角を二等分する直線の意味や直線をコンパスと定規だけで作図することを確認すると「角は何度？」と呟きがあった。「何度だったら，二等分する直線がかけそう？」と問い返すと，児童は「90 度」「180 度」「360 度」と応えた。その中で 90 度を取り上げて，本時の課題とした。

筆者としては 180 度と 360 度は予想外だった。本時では取り上げなかったが，180 度の二等分線は垂直な直線となる。(前時の振り返りにもなる)また，360 度の二等分線は一直線になる。このような既習内容を確認する意味でも取り上げても良かったかもしれない。そうすることで「90 度の二等分線はかくことができるのか」という課題がさらに焦点化されただろう。いずれにしても，児童が見通しをもちやすい「特殊な例」を用いて課題に取り掛かろうとしたことは，共通している。小学校の算数授業では，特殊から一般化していく展開の方が，児童は論理的に考えやすい場面が多いと考える。

課題を理解したところで，しばらく自力思考の時間をとった。学級の 27 名中 20 名の児童が 90 度の二等分線を作図することができた。しかも，「なぜ，このように作図できたのか」と児童が自ら問いを発展させる姿も見られた。

その中で「正方形の性質」に着目し二等分線を作図していた，サチを指名した。正方形ではなく，ひし形やたこ形をもとに考えている児童も数名いたが，多くの児童がイメージしやすい正方形を選択した。また，この後の展開で「なぜ，この図は正方形と言えるのか」を話し合う中で「ひし形」が話題になると考えたからでもある。前時同様，児童が教師用のコンパスを使うのは難しいので，サチの指示通りに筆者が作図する共同作業（写真 10）とした。

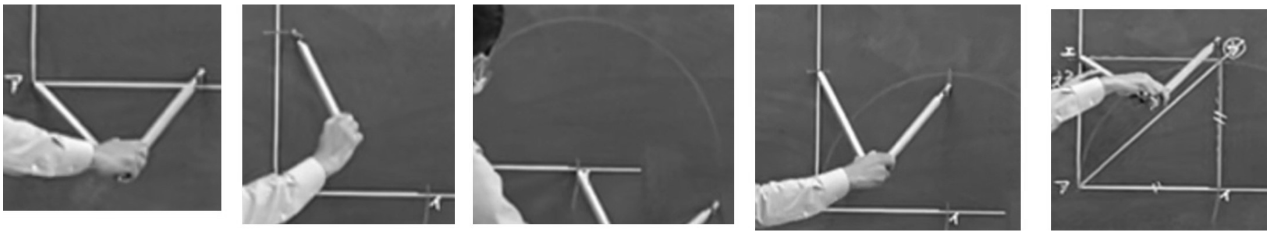


写真 10　サチの作図の仕方を板書する

サチは，定規とコンパスで筆者に正方形のかき方を指示しながら「４つの辺の長さが等しいから，正方形になり，正方形の対角線が二等分する直線となる」と説明した。多くの児童がその説明に頷いていた。ここで，筆者は「どうしてこの直線が正方形を二等分する直線と言えるの？」と児童に尋ねた。

（タケ）正方形を二等分すると合同な二等辺三角形が２つできるでしょ。三角形の角の和は 180 度だから，その一つの角は 90 度とわかっているので 180-90 ＝ 90　残りの２つの角は二等辺三角形なので同じ角の大きさになる。だから 90 ÷ 2 ＝ 45 になるので，90 度の角を二等分した 45 度とわかる。だから，正方形を二等分した直線といえます（写真 11）。

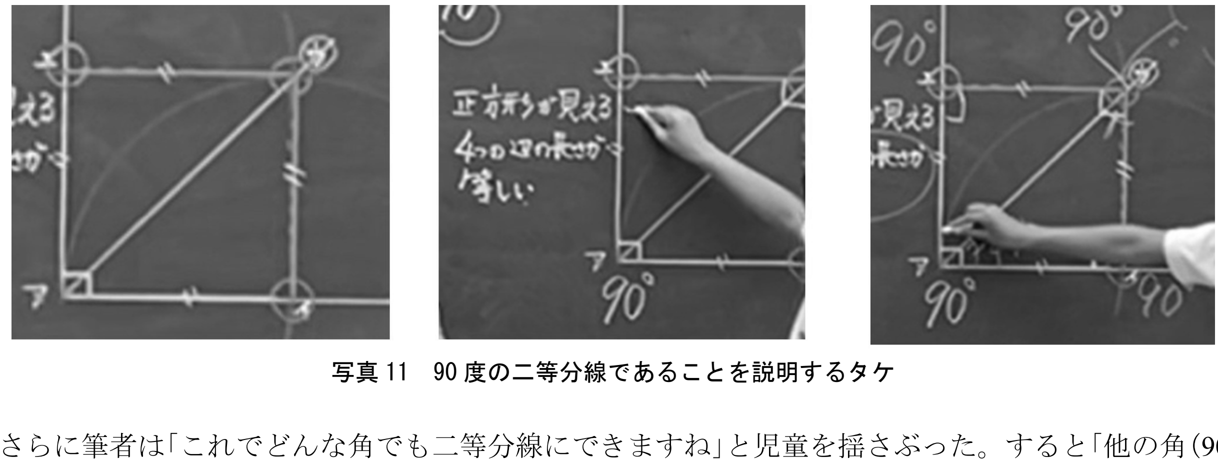


写真 11　90 度の二等分線であることを説明するタケ

さらに筆者は「これでどんな角でも二等分線にできますね」と児童を揺さぶった。すると「他の角（90°以外の角）でも二等分する直線がかけるか，やってみたい」という問いが生まれた。

授業の導入で特殊な課題（90 度の二等分線）を提示し，さらに筆者がその特殊な課題に対して「一般化できる」と断定したことで，児童が自ら「それ以外の角の二等分線はどのように作図するのか」と問いを発展させる姿を引き出すことができたと考える。

この後，児童は任意の角をつくり既習の知識や技能を活用して，角の二等分線を作図（27 名中 23 名が

作図)することができた(図 10)。

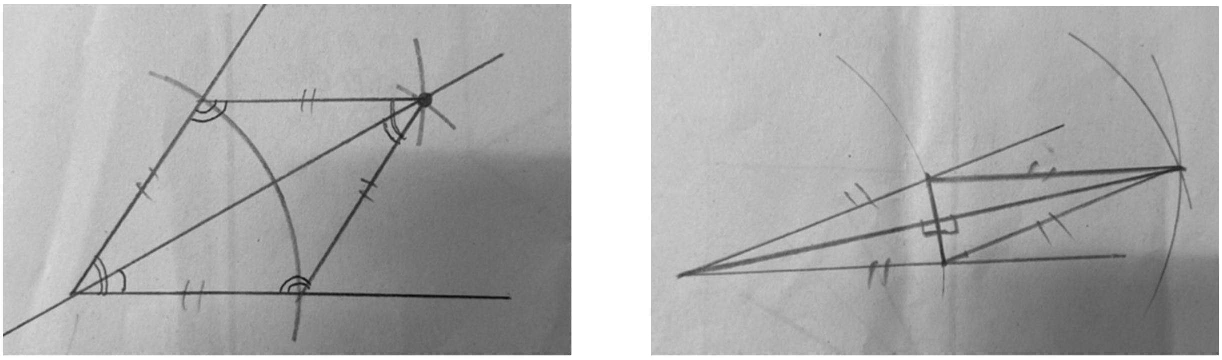


図 10　児童が自ら任意の角を作り，ひし形をもとに角の二等分線を作図

さらに，ルイは「90 度だったら，角の三等分線をかくことができる」と 90 度の角の三等分線を作図したものを見せながら，図形の構成要素や性質に着目し論理的に説明した(図 11)。

（ルイ）90 度を三等分したら一つの角度は 90 ÷ 3 ＝ 30 で 30 度になるでしょ。どうやって 30 度を作ろうか，考えたら正三角形が思いついて…正三角形は３つの角度がどれも 60 度だから，まず，正三角形をかいたら，60 度の角度が作れるでしょ。そして，その 60 度を半分にしたら，30 度になる。60 度を半分にするために，二等分線をかくときに使ったひし形をかいたら，30 度の角度を作ることができた。

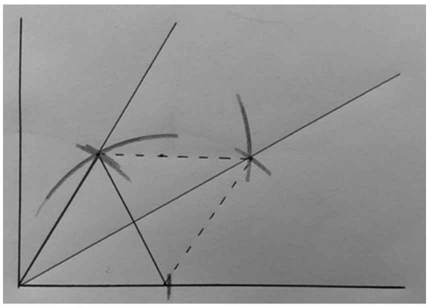


図 11　角の三等分線を作図

ルイの作図の仕方を整理するために「つまり，ルイはどんな図形のどのような性質を使って，90 度の三等分線をかいたの？」と尋ねた。「90 度を三等分するために，正三角形の性質とひし形の性質を使って作図した」と答えた。

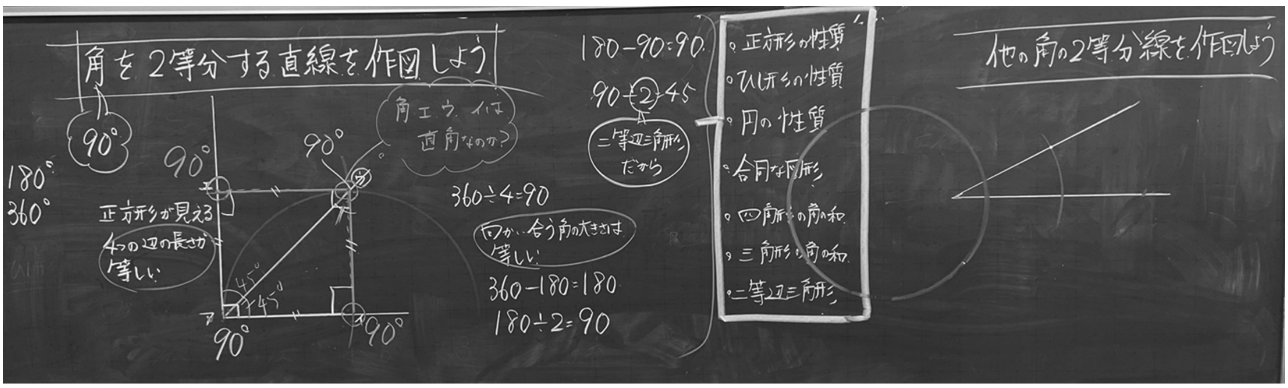


写真 12　第３時の板書

一般化された作図方法が確認された後「90 度の角の二等分線と他の角の二等分線の共通点は何か」とさらに一般化する発問を行ったらどうだったか。児童は「２つの合同な二等辺三角形」をもとに説明したり，「たこ形」も入れて一般化した場合は「２つの合同な三角形」をもとに説明したり，あるいは，線対称な図形をもとに説明したりしたかもしれない。いずれにしても，小学校６年間の学習で得た図形の定義や性質をもとに論理的に考察し，表現しようとする主体的な態度は，中学校数学「B 図形」学習の素地となる。一方，ルイのように，自ら，特殊な事例(90 度の三等分線)を用いて，課題解決の見通しをもとうとする姿は，本小単元の中で，初めて現れた児童の姿であり，筆者にとっては大きな発見だった。単元を通して「特殊から一般化」という思考過程を繰り返し行うことで，「特殊→一般化→新たな問い→自ら特殊な場面を設定」という，新たな児童の学びの変容・成長を見いだすことができた。

６．　図形指導における「４つの授業改善の方向性」(まとめ)

令和２・３年度の２年間の第６学年「中学校のかけ橋」(図形)における授業実践を通して，本県児童の小学校算数科図形領域の課題である「図形の構成要素や性質に着目して，論理的に考察し表現することができる力」を育成する「４つの授業改善の方向性」を明らかにすることができた。

① 中学校の学習内容を紹介する程度の 1 時間の扱いで行うよりも，本小単元のように３時間連続(垂直な直線・平行な直線・角の二等分線)で行うことで，単元の進行と共に，児童は「図形の構成要素や性質に着目し，論理的に考察し，表現しようとする態度」が高まると考える。

② 授業の導入で「なぜ，この作図方法で垂直な直線(平行な直線・角の二等分線)をかくことができるのか」と直接問うよりも，まずは，図形に十分に働きかける時間をとることで「なぜ，この方法で作図することができるのか」または「他の作図方法でもかくことはできないのか」と問いをもつことができると考える。

③ 特殊な事例(90°の角の二等分線をかこう等)で導入することで，児童がもっている既習の知識や経験が活用しやすくなる。そして，それらを足場として「だったら 90°以外の角の二等分線はどのようにかくのだろう」等，児童自ら一般化の方向性へ向かうことができると考える。

④ 本小単元で行った幾何学的学習の素地的な活動は，小学校６年間の図形学習の総まとめとして，また，中学 1 年の「作図」の足場を作る学習，中学２年の「証明」の学習の素地的な活動として，有効であると考える。

本研究は，図形の構成要素や図形の性質に着目し，図形を論理的に考察し表現する力を高めることに重点化した実践だった。このような図形領域で育みたい見方・考え方は，低学年から系統的・体験的に学習していることである。しかし，他領域と比べ図形領域は「○○に着目する」「▲▲と考える」という見方・考え方を系統的に指導する意識が希薄だと考える。

今後は，義務教育 9 年間を見通した「論理的に考察し，表現する力の育成」をテーマに低学年・高学年・中学校の系統的な図形指導の実践を積み重ねたい。そして，図形指導における新たな授業改善の方向性を明らかにしてきたいと考える。

【引用文献】

一松信　他 62 名，2021，『みんなと学ぶ小学校算数 6 年中学校へのかけ橋』学校図書株式会社

岡崎正和，2000，『中学 1 年生の図形の経験的認識と理論的認識へ高める作図の教授学的機能』上越教育大学研究紀要 15 号 29-38 頁

沖縄県教育庁義務教育課，H26,H27,H30,R3『沖縄県学力到達度調査結果』沖縄県教育委員会ＨＰ学校教育の充実学校教育関連データ学力向上関連資料

河端善登・松尾七重，2009,『小学校算数科と中学校数学科の図形領域における連続性を考慮した図形指導に関する研究 −図形指導の問題点−』千葉大学教育学部研究紀要第 57 巻 175–180 頁

国立教育政策研究所，2021，『全国学力・学習状況調査報告書【小学校 / 算数】』
国立教育政策研究所，2021，『全国学力・学習状況調査報告書【中学校 / 数学】』
国立教育政策研究所，2021，『全国学力・学習状況調査報告書【小学校 / 算数】小学校算数解答類型の考察』
国立教育政策研究所，2021，『全国学力・学習状況調査報告書【中学校 / 数学】中学校数学解答類型の考察』
松尾七重，2003，『小学校算数科における新しい図形教育のあり方』鳥取大学数学教育研究第５号 1–10 頁
文部科学省，2018，『学習指導要領総則』日本文教出版株式会社
文部科学省，2018，『中学校学習指導要領解説数学編』日本文教出版株式会社
文部科学省，2018，『小学校学習指導要領解説算数編』日本文教出版株式会社