

# 中学校数学 図形領域のカリキュラム提案

—高等学校入試作図に関する問題の分析を通して—

Junior high school mathematics curriculum proposal in the graphic domain  
Through analysis of problems related to high school entrance exam drawings

島内 啓介<sup>1)</sup>

Keisuke SHIMANOUCHI

## 概要

中学校1年生で指導する「角の二等分線」「線分の垂直二等分線」「垂線」の基本作図に関しては多くの生徒が知識や技能は身に付けているが、身に付けた知識や技能を十分に活かしていない実態がある。事実、高校入試の直前にはあわてて作図の学習をやり直すような実態がある。また、作図の学習は単に作図する技能ということではなく、他の図形の内容と様々な関連があり、作図を関連させた指導を行うことで、数学の楽しさや知識や技能を活用することを体感できるのではないかと考える。そこで、過去から現在に至るまでの作図指導の状況と全国の高等学校で出題される作図に関する問題を分析することを通して、作図を踏まえた図形領域の指導に関するカリキュラムの提案を行っていききたい。

キーワード：作図，作図の意味，高校入試，知識及び技能の活用，カリキュラム提案

## Abstract

Many students have acquired knowledge and skills regarding the basic drawing of “horn bisectors”, “vertical bisectors of line segments”, and “perpendicular lines” that are taught in the first grade of junior high school. There is a fact that the knowledge and skills are not fully utilized. In fact, just before the high school entrance exam, there is a rush to redo the learning of drawing. In addition, learning to draw is not just a skill to draw, but it has various relations with the contents of other figures, and by giving guidance related to drawing, it is possible to utilize the fun, knowledge and skills of mathematics. I think you can experience it. Therefore, I would like to propose a curriculum for teaching the graphic domain based on drawing by analyzing the situation of drawing guidance from the past to the present and the problems related to drawing that are given at high schools nationwide.

**Keywords:** Drawing, Meaning of drawing, High school entrance exam, Utilization of knowledge and skills, Curriculum proposal

## 目次

- 1 はじめに
- 2 研究の方法
- 3 学習指導要領の変遷

---

<sup>1)</sup> 共栄大学 教育学部

- 4 実際の指導に関して
  - 4.1 小学校3年生
  - 4.2 小学校4年生
  - 4.3 小学校5年生
  - 4.4 小学校6年生
  - 4.5 中学校1年生
  - 4.6 実際の指導
- 5 高校入試問題
  - 5.1 作図の技能の定着を確認する問題
  - 5.2 作図で書かれた直線等の意味を問う問題
  - 5.3 作図の知識だけでは解決せず、他の図形の知識等を活用しながら作図を完成させる問題
- 6 作図に関するカリキュラム提案
  - 6.1 中学校1年生への提案
  - 6.2 中学校2年生への提案
  - 6.3 中学校3年生への提案
  - 6.4 指導時間数について
- 7 まとめ

## 1. はじめに

2017年に告示された学習指導要領は中学校において2021年度から全面実施となる。今回の改訂の大きな特徴として、生徒に身に付けさせる資質・能力を3つの大きな柱で表し、個別の知識及び技能を身に付け、それらを活用して思考力、判断力、表現力を育成すること、学びに向かう力を涵養することが求められている。中でも、知識及び技能を活用していくことに関しては、国際調査の結果等を踏まえて必要性は指摘されてきている。その中で、中学校数学においては、各種学力調査等の結果からも基本的な知識及び技能の定着に関しても十分でない生徒が一定数存在するような状態であることが指摘されている。一方、高等学校入試問題に目を向けてみると新傾向の問題として実生活の中での課題を解決しようとする問題などが多くなっている。実際、数学で学習したことは実生活の様々な場面で活用されたりしているが、それを実感しづらいことは事実であり、特に数学に苦手意識を持っている生徒にとって「数学を活用する」ということは自分には関係ないと考えている場合が多い。しかし、実生活の中で活用する場面は少なくとも、数学で学習した知識及び技能を他の数学の場面で問題解決に活かすことは日常行っている学習活動である。

その中で今回は「作図」に関して考えてみたい。中学校で学習する基本的な作図は大きく分類して「角の二等分線」、「線分の垂直二等分線」、「垂線」の3種類であり、それぞれを作図すること自体はほとんどの生徒が定着している。筆者自身が中学校現場で指導していた際を振り返ってもそうであった。しかし、作図の技能は定着しているものの作図の意味や作図を活用していくこと自体は不十分な理解である場合が多い。実際2016年度に実施された全国学力・学習状況調査<sup>[1]</sup>の数学Aの問題において「垂線」の作図方法に関する出題があるが、全国の平均正答率は31.1%と非常に低い数値となっている。調査の報告書においても垂線の作図方法に課題があると指摘されている。この点は現在の中学校数学のカリキュラムにも問題があるように感じている。「作図」の学習は中学校1年生で学習した後、以降学習する機会は少なく、高校入試前になりあわてて学習をするような状況にある。多くの中学校3年生は高校入試の直前となってあわてて作図の方法や作図を活用する問題などを解き直しするなどの実態が多くみられる。中学校での図形学習全体を考えた際に、もっと作図と関連させることで効果的に指導が可能となり、獲得した知識及び技能を活用させること

ができるのではないかと考えている。獲得した知識及び技能を他の学習に応用するスタイルを他の領域の指導にも活かせるのでは考えている。

そこで、本稿では、まず図形の学習の歴史の変遷、特に作図に関する学習には過去からどのような変遷があったのか、また、毎年のように中学校3年生が直面する高校入試の作図の問題はどのような問題なのか、さらに、義務教育段階で指導される作図に関する内容はどのように変遷しているか等を確認し、「作図」の学習で得た知識や技能を効果的に活用していく中学校図形指導の新たなカリキュラムを提案していくことにする。

## 2. 研究の方法

研究の方法として、まずは、学習指導要領の作図に関連する内容の変遷をまとめる。義務教育段階において作図指導の内容や学年ごとの関連などについて確認していく。あわせて、2020年2月から3月に実施された全国の公立高等学校の学力検査問題の中で出題された作図に関する問いについて傾向についてまとめる。さらに、現在全国で使用されている教科書において、作図に関する指導がどのような計画のもとで実施されているかをまとめていくことにする。

なお、今回の公立高等学校の学力検査問題の調査に当たっては、「2021年受験用全国高校入試問題正解（特装版）数学」（旺文社編）を使用した。また、調査対象となる学力検査問題は、各都道府県で、多くの中学校3年生が受検するいわゆる一般選抜で課される検査問題とした。

## 3. 学習指導要領の変遷

2016年告示の学習指導要領<sup>[2]</sup>では、知識及び技能を身に付けることとして「角の二等分線、線分の垂直二等分線、垂線などの基本的な作図の方法を理解すること。」思考力・判断力、表現力等を身に付けることとして、「図形の性質に着目し、基本的な作図の方法を考察し表現すること」と「基本的な作図や図形の移動を具体的な場面で活用すること」とされている。では、過去の取扱いを以下の通り簡単に確認する。

1958年の学習指導要領では図形領域の第1学年で「平行線」「角の二等分線」「垂線」「線分の垂直二等分線」の作図を扱うことになっている。なお中学校数学指導書（1959）<sup>[3]</sup>には「作図の工夫の際には、図形の性質に着目させること」としている。2017年のものとの違いは「平行線」を扱うことが異なっており、さらに作図の学習を通して三角形や四角形の決定条件まで理解させることが求められている。

1968年の学習指導要領では、図形領域の第1学年で、「一つの直線に平行な直線」「角の二等分線」「線分の垂直二等分線」「円」などがある条件を満たす点の集合であることとそれらの作図を行うこととして「垂線」含めて作図を扱うことになっている。中学校指導書数学編（1970）<sup>[4]</sup>では「作図の互いの関連を考え、統一的な見方で作図を理解させることが必要である」とされている。

ここまでで「平行線」の作図に関しても中学校で扱うことになっているという違いはあるが、それ以外は現在の作図の指導と大きく異なる形ではないことがわかる。

1977年の学習指導要領では図形領域を第1学年で取り扱い、与えられた条件を満たす図形を作図する能力を伸ばす目的で扱う内容としては「角の二等分線」「線分の垂直二等分線」「垂線」などの基本的な作図がある。中学校指導書数学編（1978）<sup>[5]</sup>では、「線分の二等分線、角の二等分線も、それぞれ条件を満たす点の集合とみられる」ことを指摘している。以降平成元年改訂以降の学習指導要領を確認したが、ほぼ同じ内容となっている。

以上のことから、基本の作図である「角の二等分線」「線分の垂直二等分線」「垂線」に関しては長らく中

学校1年生での指導内容として取り扱われており、さらに作図の技能だけでなく、相互の関連や条件を満たす点の集合としての指導が必要であることが一貫して指導されてきていることがわかる。

ここで、自身の指導を振り返ってみても作図の技能に関しての指導は徹底していたと考えるが、条件を満たす点の集合であることに關しては、やや不足していたこともあるかもしれないということがいえる。

#### 4. 実際の指導に関して

作図に關しての指導として義務教育段階でどのようになっているのか系統性などを確認する。勿論、作図の指導は図形領域の大切な指導項目の1つであり、図形の様々な内容と関連しているが、今回は作図する能力や技能に特化した系統性を確認する。

##### 4.1 小学校3年生

小学校学習指導要領解説算数編（以下「算数解説書」と呼ぶ。）<sup>[6]</sup>では、知識及び技能を身に付けることとして「二等辺三角形、正三角形などについて知り、作図などを通してそれらの関係に次第に着目すること」とある。中学校では普通であるコンパスを用いて二等辺三角形、正三角形を作図していく。ただし、三角形を直接作図するのではなく、円の性質（半径）を利用しての作図となっている。さらに、折り紙を使って正三角形を作図する方法（図1及び図2）も紹介されている。折り紙を用いる内容は、例えば最初に折れ目をつけることは、将来、指導する垂直二等分線であり、他に中学校での図形の内容と関連することも多く、中学校での指導場面に活かせることも多い作図と考えている。実際本学の初等算数の講義において取り扱うこともあり、多くの図形の性質について学習可能な教材である。

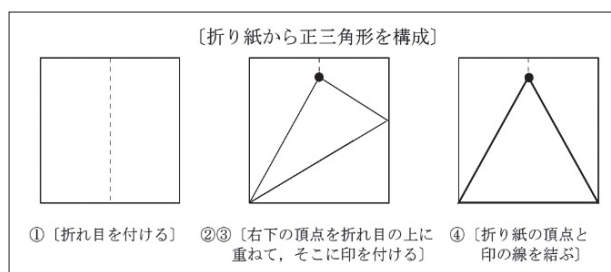


図1 折り紙を利用した作図

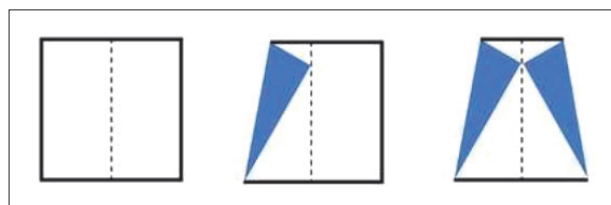


図2 折り紙を利用した作図

##### 4.2 小学校4年生

算数解説書<sup>[7]</sup>では、知識及び技能を身に付けることとして「直線の平行や垂直の關係について理解すること」とある。直線の平行や垂直の位置關係について理解していけばよい内容になっているが、図3<sup>[8]</sup>にあるように、三角定規を用いた平行線の作図について指導する。また、分度器を用いて角の大きさを計量することや角を作図することについても指導していく。「平行」「垂直」「角」などの指導を行うことで、図形を構成する要素について着目して図形を考察し直すことは今後の学習に大きなかわりがある内容である。

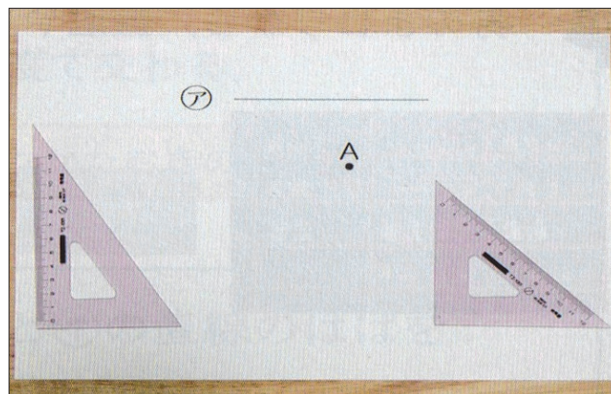


図3 三角定規を用いた平行線の作図



### 4.3 小学校5年生

算数解説書<sup>[9]</sup>では、知識及び技能を身に付けることとして「図形の形や大きさが決まる要素について理解するとともに、図形の合同について理解すること」とある。図形が決定することについて考察する際に、例えば三角形の3つの辺の長さ、3つの角の大きさの全ての要素を確認することなく、図4のようにすれば三角形が決定することを三角形の作図を通して確認していく。

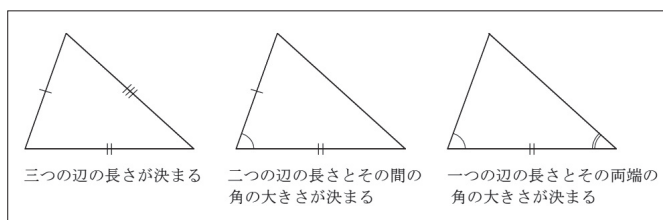


図4 三角形の決定

このことは、中学校2年生で学習する三角形の合同条件やそれを用いての図形の論証指導にもつながる内容である。特にこの部分は多くの中学生が苦手とする内容でもあり、この段階からの適切な指導が重要となる。

### 4.4 小学校6年生

算数解説書<sup>[10]</sup>では、知識及び技能を身に付けることとして「縮図や拡大図について理解すること。対称な図形について理解すること」とある。6年生の内容において作図することは縮図や拡大図を描くことが中心となるが、対称性を理解することが中学校の作図の学習と密接な関連がある。特に線対称な図形(図5)については、特に「線分の垂直二等分線」と密接な関連があり、図5は「線分の垂直二等分線」ともいえる図である。勿論、「垂線」や「角の二等分線」とも関連はある。

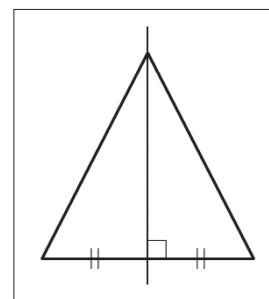


図5 線対称な図形

ここまで小学校での作図に関する内容を確認したが、勿論中学校で指導するコンパスと定規のみを用いて作図することは指導していないが、要素に注目することや図形同士の関連を考えることなど中学校での作図の内容に直結するものが数多くあることを確認した。

### 4.5 中学校1年生

中学校学習指導要領解説数学編(以下「数学解説書」と呼ぶ。)<sup>[11]</sup>では、知識及び技能を身に付けることとして「角の二等分線(図6)、線分の垂直二等分線(図7)、垂線(図8)などの基本的な作図の方法を理解すること」とあわせて「基本的な作図の方法を考察し表現することとそれを具体的な場面で活用すること」が求められている。

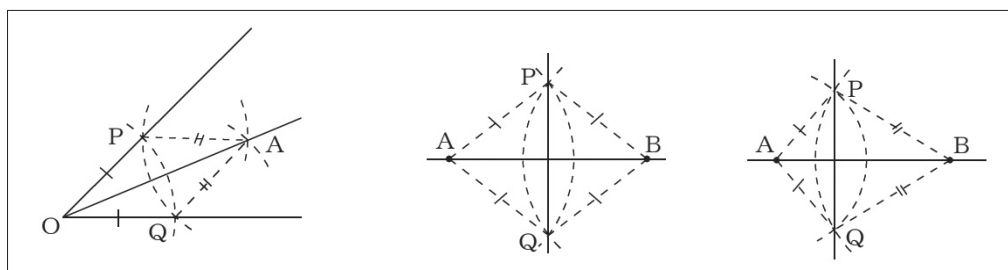


図6 角の二等分線

図7 線分の垂直二等分線

図8 垂線

この場面でコンパスと定規を用いて作図について指導し、作図の技能を習得させる。さらに、それぞれの図形が持つ意味例えば、角の二等分線は図6でいう半直線OPとOQの2つの直線から等距離にある点の集

合であることなどを学習し、学んだ作図の方法を具体的な場面で活用することなどを指導している。

では、この作図の指導を実際どれだけの時間を要して指導しているのかを現在使用されている教科書において各教科書会社が例示している指導時数を確認する。

#### 4.6 実際の指導

現在全国の中学校で使用されている平成28年検定済み教科書における中学校1年生の作図の内容の指導時数は(表1)のように例示されている。あくまでも例示であり、全国の学校が同じ時間数で指導しているとは限らないが、4時間から7.5時間までの幅があることがわかる。指導内容を考えるとここまで例示の幅があることはやや想定外である。自身の経験を考えて、やはり少なくとも作図の習熟や具体的な場面で活用することなどを考えても最低6時間程度は必要ではないかと考える。これまで作図指導の場面で他の教員が指導している場面を参観したこともないので、自身の経験のみで述べると、作図の技能自体は生徒の多くがすぐに理解しその技能を習得すると考える。しかし(図9)<sup>[19]</sup>のように、ある条件を満たす点の集合であることなどの指導では難しさもあるが、実生活の場面を想定できることで、子供は興味・関心を持って取り組むことができる内容であると考えている。

中学校2年生以降の図形の内容で作図を扱う場面は例えば3年生の円の接線の学習で接線を作図することが考えられるが、それ以外は「三角形の合同」「相似」の証明に代表される論証や三平方の定理、円等の学習になる。勿論それぞれの中学校で工夫して「作図」の要素を交えた指導を行っていることも考えられるが、現状作図の内容は中学校1年生で終了している実態が多いといわざるを得ない。そのようなことから前述した全国学力学習状況調査の正答率のような結果や高校入試前にあわてて作図の学習をし直していく必要が生じていくものと考えている。

#### 5. 高校入試問題

2020年2月から3月にかけて実施された公立高等学校の入試問題を確認すると47都道府県のうちで約75%にあたる35都道府県の問題に作図を課す出題があった。今回の集計には含めていないが、例えば東京都には学校ごとの独自の入試問題を課す都立学校がいくつか存在するが、それらの学校では全て作図の問題が出題されている。これらのことから作図の内容は中学校で学習する基本的な知識及び技能を確認することができ、さらにその知識及び技能を活用する(応用する)能力に関しても確認することができる内容であることから、多くで出題されているものと考えられる。作図の問題を確認していくと3つに集約できることがわかった。1つは「単純に作図の技能の定着を確認する問題」2つ目は「作図の意味、例えば角の二等分線が直線から等しい距離にある点の集合であることを理解できているかを問う問題」あるいは「複数の作図を組み合わせて作図を完成させる問題」3つ目は「作図の知識及び技能だけでは解決せず、他の図形の知識等を活用しながら作図を完成させる問題」に分類されているここでは、そのいくつかを紹介していく。

表1 指導時数例示

教科書会社	指導時数
東京書籍 <sup>[12]</sup>	7
新興出版社啓林館 <sup>[13]</sup>	4
教育出版 <sup>[14]</sup>	7.5
大日本図書 <sup>[15]</sup>	5
学校図書 <sup>[16]</sup>	7
日本文教出版 <sup>[17]</sup>	6
数研出版 <sup>[18]</sup>	5



図9 条件を満たす点の作図

### 5.1 作図の技能の定着を確認する問題

このパターンの出題は少ない。図10は岡山県<sup>[20]</sup>での出題であるが、単純に「点Aを通り、直線lに垂直な直線を定規とコンパスを用いて作図しなさい」という設問である。正答率は確認できていないが、恐らく多くの受検生が容易に解答することができた問いであると推測できる。他にも線分の垂直二等分線を作図する出題や、ここまで単純ではないが角を4等分する直線を作図させるような出題もあった。

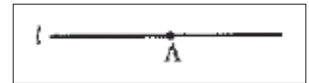


図10 岡山県

### 5.2 作図で書かれた直線等の意味を問う問題

最も出題が多いパターンである。図11は愛媛県<sup>[21]</sup>での出題である。「3点A, B, Cがあり、2点A, Bから等しい距離にある点のうち、点Cから最も近い点Pを作図する」という課題である。2点から距離が等しいとは何を作図すればよいか、今回は線分ABの垂直二等分線を作図し、さらに最も近いとは最短距離であるので点Cから垂線を作図していくことで正答が導き出される。単に作図する技能を問うだけでなく、作図の持つ意味を理解しているか、さらに複数の作図を組み合わせる必要がある問題である。なお、このパターンに関しては、それぞれの教科書においても、複数取り扱っている内容である。

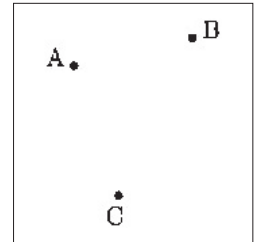


図11 愛媛県

### 5.3 作図の知識だけでは解決せず、他の図形の知識等を活用しながら作図を完成させる問題

出題数としては少ない。しかし、今回の作図のカリキュラムを提案することはここで紹介するような問題を生徒に取り組ませることで、数学の問題を考える楽しさを実感させたいという願いがある。図12は福井県<sup>[22]</sup>での出題であるが、「線分ABと線分ACがあり、 $\angle APB = 30^\circ$ となるような点Pを線分AC上に作図しなさい」という出題である。1年生でも $30^\circ$ の角度を作図することは学習しているはずである。正三角形を描き、内角の1つの二等分線を作図することで完成するが、この問いはそうではない。様々な方法は考えられるが、最も簡単だと思われるのが、線分ABを1辺とする正三角形ABOとなるように点OをABの上側にとる。次に点Oを中心に半径OA(OB)で円をかき、その円と線分ACとの交点Pとなる。これは円の中心角と円周角の定理を用いることで作図することができる方法である。円周角は3年生での学習内容であり、3年生で同じような経験をしていなければ作図することが難しい内容である。

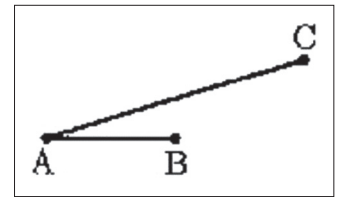


図12 福井県

また、作図の問題は多くが単独の問題として出題されている事例がほとんどであるが、図13にある福岡県<sup>[23]</sup>の出題では、1つの大問(大問数は6)として出題されている。角の二等分線の作図方法がなぜ正しいのかを会話文をもとに考え、判断させる出題であり、三角形の合同の関係と関連させている。本稿の趣旨もこの出題のように作図を単独で考えるのではなく、他の図形の内容と関連させることにある。例えば、このような出題が増えることで単に作図するだけでなく、作図方法を説明することも必要であることも改めて認識してほしいと考える。

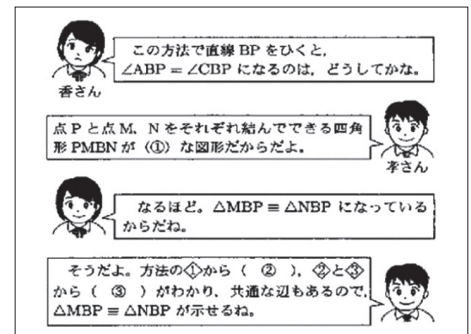


図13 福岡県

## 6. 作図に関するカリキュラム提案

以上のことを踏まえて、作図の学習に関するカリキュラム提案を行っていく。ただし、学習指導要領の内容を逸脱することや難しい学習を实践することが目的ではない。あくまでも学習指導要領の範疇であり、図形の学習の楽しさや「考える」ことの楽しさや作図を学習することを通して、図形に関する知識及び技能を改めて見直すきっかけとなしてほしいということが大前提である。なお今回の提案は作図の学習に関する提案ということで平面図形の学習に関してのみ行っていく。

### 6.1 中学校1年生への提案

1年生での学習は以下(表2)<sup>[24]</sup>のようになっている。

表2 中学校1年生の内容

<p>平面図形について、数学的活動を通して、次の事項を身に付けることができるよう指導する。</p> <p>ア 次のような知識及び技能を身に付けること。</p> <p>(7) 角の二等分線、線分の垂直二等分線、垂線などの基本的な作図の方法を理解すること。</p> <p>(4) 平行移動、対称移動及び回転移動について理解すること。</p> <p>イ 次のような思考力、判断力、表現力等を身に付けること。</p> <p>(7) 図形の性質に着目し、基本的な作図の方法を考察し表現すること。</p> <p>(4) 図形の移動に着目し、二つの図形の関係について考察し表現すること。</p> <p>(7) 基本的な作図や図形の移動を具体的な場面で活用すること。</p>
---

これまで述べてきた通り、基本的な作図の技能に関しては中学校1年生で完結している。そこで、可能な限り1年生での学習においては様々な「作図の場面を経験させること」と「経験した学習が今後の数学の学習に活用できること」を考えたい。

その一つが、例えば三角形の外心、内心、重心、垂心を作図させる<sup>[25]</sup>こと(図14)である。現在使用されている各教科書会社の内容を確認してみる。勿論、外心、内心、重心、垂心などの用語は記述されていないが図14のように本

文中に垂心の作図の問いがある教科書会社が2社あった。この時点では垂心というよりは、図14であれば辺BCを底辺と考えた際の高さという感覚であると考えられる。

なお、発展的な内容として外接円の中心である外

心、内接円の中心である内接円を扱っている会社が5社あり、中には外心や内心を作図させる問いを設定している教科書会社もあった。

この内容に取り組むことの目的の1つは、「生徒の主体的に学ぼうとする意欲」の向上につながると考える。例えば、三角形の3つの角の二等分線が三角形の内部の1点で必ず交わることは一見すると不思議である。これがどんな三角形でも成立するのか誰もが確かめたくなるのではないだろうか。事実、筆者自身が中学校現場で勤務した際の生徒の反応は必ず「本当か」ということで生徒自身が様々な三角形を描き、必ず1点で

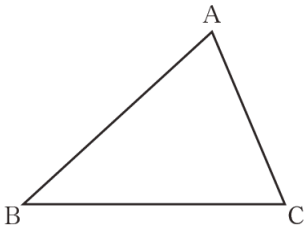
<p><b>問 3</b> 右の図のような△ABCをかき、 頂点Aから辺BCへの垂線、 頂点Bから辺CAへの垂線を、 それぞれ作図しなさい。</p>	
--	---

図14 三角形の垂心を作図させる問



交わることを確認していた。こうすることで作図の技能の向上にもつながることは勿論、さらに自身が指導してきた生徒のように生徒自ら「どんな三角形でも作図できるのか」という問いを持って取り組むことにつながるものになるはずである。

さらに、それぞれの作図は、今後の数学の学習の系統性を考えた際に、例えば3年生で学習する中点連結定理や高等学校での外心、内心等の学習にも通ずる内容である。繰り返し学習を行うことができることがもう1つの目的である。できれば単に作図の習熟だけでなく、様々な図形の考察を行うことができればと考えている。

## 6.2 中学校2年生への提案

2年生では多くの平面図形に関する内容を指導する。その中で「図形の合同の内容」(表3)<sup>[26]</sup>に関して提案したい。

表3 中学校2年生の「図形の合同」の内容

<p>図形の合同について、数学的活動を通して、次の事項を身に付けることができるよう指導する。</p> <p>ア 次のような知識及び技能を身に付けること。</p> <p>(7) 平面図形の合同の意味及び三角形の合同条件について理解すること。</p> <p>(イ) 証明の必要性と意味及びその方法について理解すること。</p> <p>イ 次のような思考力、判断力、表現力等を身に付けること。</p> <p>(7) 三角形の合同条件などを基にして三角形や平行四辺形の基本的な性質を論理的に確かめたり、証明を読んで新たな性質を見いだしたりすること。</p> <p>(イ) 三角形や平行四辺形の基本的な性質などを具体的な場面で活用すること。</p>
---

ここでは、「三角形の合同条件」や「三角形の合同を活用した証明」、「平行四辺形の性質」などの内容を指導するが、いずれも図形の作図と関連させることができる。三角形の合同条件については4.3で述べたことを想起させることで、明確に理解することが可能となるし、三角形の合同条件を活用した証明指導(図15)<sup>[27]</sup>においては、角の二等分線の作図をもとに証明の基本の指導を行うような教科書記載もある。

また、二等辺三角形の性質について考察する場面では、線分の垂直二等分線(図16)<sup>[28]</sup>と関連させた指導を行うことが効果的である。さらに平行四辺形になるための条件を指導する場面(図17)<sup>[29]</sup>でも、操作を伴う活動で学習効果を高めることが可能となる。これらは、いずれも現在も教科書にも記載されている内容である。

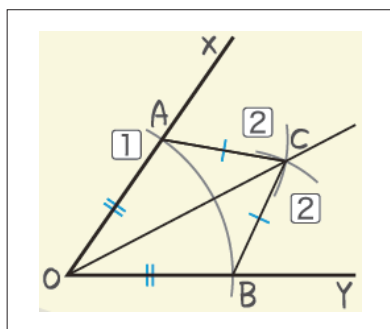


図15 合同条件の証明指導

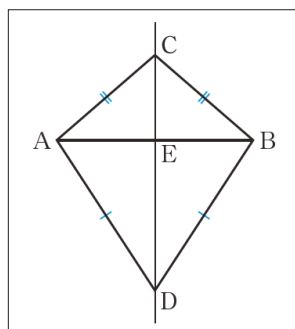


図16 垂直二等分線

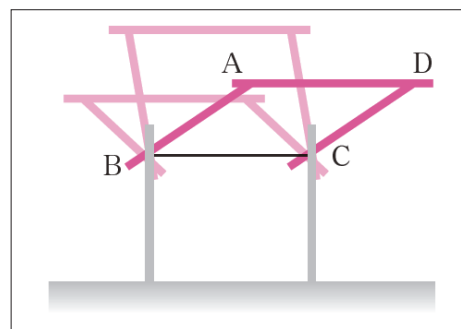


図17 平行四辺形になるための条件の指導

その中で特に平行四辺形の指導の場面は効果的であると考えている。生徒の立場になると、平行四辺形の

学習の場面では「平行四辺形の性質」や「平行四辺形になるための条件」を図形の性質や合同条件を使って論証していくことが実際の指導では多いのではないだろうか。これは論理的に確認をしたことになり、表3にあるような必要な資質・能力であるといえる。しかし中学校2年生になると、数学の学習に苦手意識を持っている生徒も一定数存在し、さらに論証そのものに苦手意識を抱いている生徒も多い。そこで図18のような平行四辺形ABCDを実際作図することを提案したい。指導では学習をした「平行四辺形になるための条件」を改めて確認することを目的として実践することが可能である。例えば、「対角線がそれぞれの中点で交わる四角形は平行四辺形である」ことを用いて平行四辺形ABCDを作図するためにはどうすればよいかを考えていくことになる。そのためには線分ACの中点はどのように作図したのかなどの1年生で学習した作図の内容を想起させることが必要であり、平行四辺形ABCDを作図できることで、学習した内容の確認にもつながる。

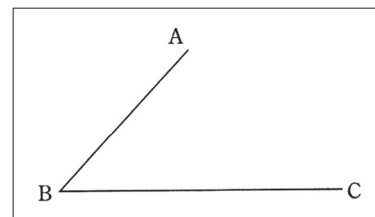


図18 平行四辺形の作図

さらに、5つある平行四辺形になるための条件の全てを使って作図できることを生徒が描いた平行四辺形を基に作図方法を説明する場面を設定することで、より深い学習へとつなげることができると考えている。

### 6.3 中学校3年生への提案

3年生では多くの内容に関して指導するが、円周角と中心角の関係(表4)<sup>[30]</sup>に関して提案したい。

表4 中学校3年生の「円周角と中心角の関係」の内容

<p>円周角と中心角の関係について、数学的活動を通して、次の事項を身に付けることができるよう指導する。</p> <p>ア 次のような知識及び技能を身に付けること。</p> <p>(ア) 円周角と中心角の関係を理解し、それが証明できることを知ること。</p> <p>イ 次のような思考力、判断力、表現力等を身に付けること。</p> <p>(イ) 円周角と中心角の関係を見いだすこと。</p> <p>(イ) 円周角と中心角の関係を具体的な場面で活用すること。</p>
---

3年生では大別すると、「相似」「円周角と中心角の関係」「三平方の定理」を指導するが、円周角と中心角の関係に関しての内容を、中学校の平面図形に関する指導の総まとめとして位置づけることを提案したい。現在の教科書を確認すると全ての教科書会社が「三平方の定理」の指導が最後に位置付けられている。(標本調査の内容は除く)

しかし、円周角の内容においては、基本は円周角と中心角の関係を中心とした角の大きさの関係を指導する。相似な図形を考察する際に「2組の角がそれぞれ等しい三角形は相似である」ことを活用することが圧倒的に多い。角の関係を考察する点では円周角の内容と関連が強いといえる。また、半円の弧に対する円周角は90°であることを指導することを考えれば、三平方の定理との関連も大きいといえる。このような理由で平面学習の総まとめとして提案をする。特に作図の内容との関連でいえば、例えば円の学習では接線の学習(図19)<sup>[31]</sup>を行う場面で、作図と関連させて指導を行うことは可能である。また、5.3で述べたような入試問題にも対応させた問いを取り組むことで、生徒は中学校3年間で学習した角の大きさについて改めて確認することが可能となる。

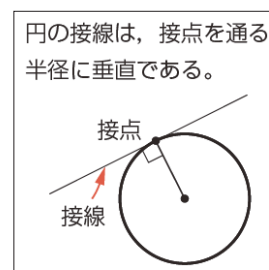


図19 接線の作図

また、現在も教科書に掲載されている内容であるが図20<sup>[32]</sup>の内容などは、作図と関連させると良い内容といえる。ただし、単に作図するというだけでなく、なぜ直線APが接線となるのか、2本の接線が等

しくなるのはなぜかなどを明確にする指導を行うことが必要である。この指導によって、改めて基本の作図の技能や図形の証明などを確認することも可能となる。

また、3年生に関しては中点連結定理の指導(図21)<sup>[33]</sup>では、是非作図を活用することを推奨したい。実際の指導では、平行の関係や長さの関係ばかりを指導する傾向があるが、各辺の中点はどのように見つければよいか(垂直二等分線)や、ここでは三角形DEFをかくことになっているが、AD, BE, CFを結べば、1点で交わりそれが重心となる。6.1のような指導があれば、ここで活用が可能となる。

生徒の立場では、単に線分の長さを求めたりするだけの学習が、作図をする具体的な学習となり、より実感を伴った学習になるものと考えられる。

#### 6.4 指導時間数について

各学年への提案を行ったが、新たな内容を実施するとなると時間数との関連が生じてくる。1年生の提案に関しては、提案した全てを実践するとなると3時間程度の時間増が必要となると考えられる。しかし、表1にあるように事前に設定されている時間数には幅があり、7社を平均すると6時間程度になり、現在の作図の利用の内容を整理して授業実践を行えば、十分指導可能な時間といえる。また、一部の内容は家庭学習の課題として取り扱うことも可能になるのではないだろうか。

2年生に関しては、現在の平行四辺形になるための条件の指導が、その性質の証明に使われていることが多く、証明と作図とを効果的に組み合わせることで指導は可能になると考えられる。

さらに3年生に関しては、図形学習の総まとめとしての提案であり、3年間の総復習の時間を活用すれば十分指導可能である。

### 7. まとめ

カリキュラム提案ということで、高等学校入試問題や教科書での扱い、過去の自身の実践を踏まえながら述べてきた。勿論、高校入試をクリアすることが目的ではなく、「作図」が重要なのは、獲得した知識及び技能を活用して思考力・判断力・表現力を育成することに適しているからである。また、入試問題の作図の種類を大別したが、「作図の意味を理解できているかを問うこと」や「複数の作図を組み合わせることで作図を完成させること」だけでなく、「作図の知識・技能だけでは解決せず、他の図形の知識等を活用しながら作図を完成させる問第」に授業で取り組んでいくことが今回の提案の柱である。

志水(2020)<sup>[33]</sup>は兼ねてから提唱してきた「学力の樹」モデルの学力の捉え方を2017年告示の学習指導

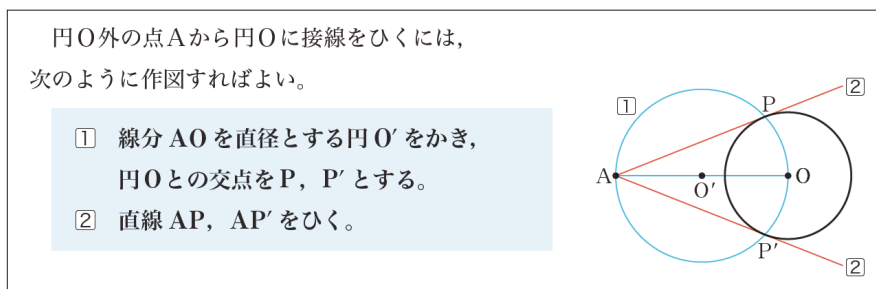


図20 作図の活用

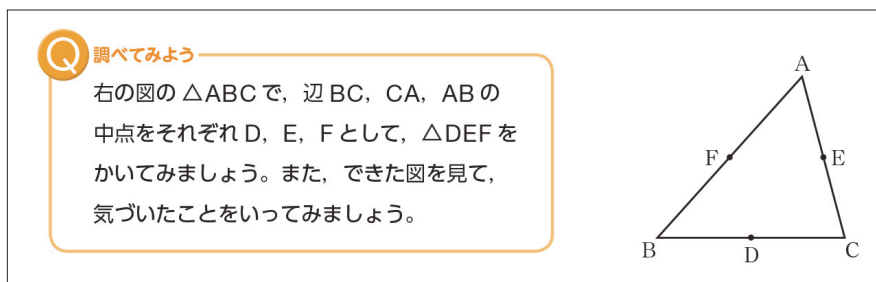


図21 中点連結定理の指導場面

要領の資質・能力にあわせて、改めて述べている。それによると「A学力（葉）」（知識・技能）,「B学力（幹）」（思考力・判断力・表現力）,「C学力（根）」（学びに向かう力・人間性）が学力を構成する3つの要素であり、学力を捉えていく際に特にC学力（根）が重要であると指摘している。

今回の作図の指導に当てはめてみると、基本的な作図をする能力がA学力（葉）にあたる。現状このA学力（葉）のみで学習が終了している点を例えば1年生の提案内容を実践することでC学力（根）が向上するものと考えている。作図の技能は難しい内容ではないので、皆が作図することができることで、C学力（根）の向上には適しているものと考えている。さらに2年生や3年生の提案では、A学力（葉）とC学力（根）を繋げるB学力（幹）の向上をねらったものである。提案したカリキュラムでは1年生で確実に作図の技能を習得しており、作図に関しての内容は2,3年生になっても自信をもって臨むはずである。これがC学力（根）である。そこに新たに学習した知識や技能を習得する。これがA学力（葉）にあたる。この2つを繋ぐ内容が今回の提案した内容となる。これがB学力（幹）となる。今回のような提案を実践することで学力の向上につながるものと考えている。その際に今回は高校入試問題の状況も確認しながらの提案となったが、勿論中学校数学の指導は高校入試をクリアするために実践するのではない。5.2や5.3のような問題は授業の中で取り組むことで、生徒から多様な考えが出ることや、知識や技能の再確認にもつながる内容でもあり、授業改善につながるものと考えられる。是非、各中学校でも様々な作図の問題に取り組んでほしいと考えている。

今回は図形領域の作図に関する内容の提案であったが、今後は学習の定着状況が悪い関数領域に関しても提案を行っていきたい。

#### 参考・引用文献

- [1] 国立教育研究所, “平成28年度全国学力・学習状況調査報告書（中学校数学）”, 国立教育政策研究所, 2019年, pp.46-48
- [2] 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”, 日本文教出版, 2018, pp.162-163
- [3] 文部省, “中学校数学指導書”, 大日本図書, 1959, pp.78-83
- [4] 文部省, “中学校指導書数学編”, 大阪書籍, 1970, pp.86-89
- [5] 文部省, “中学校指導書数学編”, 大日本図書, 1978, pp.77-93
- [6] 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”, 日本文教出版, 2018, pp.158-162
- [7] 同上, pp.201-204
- [8] 藤井齊亮・真島秀行ほか76名, “新しい算数1”, 東京書籍株式会社, 2020年, P26
- [9] 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”, 日本文教出版, 2018, pp.248-254
- [10] 同上, pp.291-295
- [11] 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”, 日本文教出版, 2018, pp.74-76
- [12] 東京書籍, “平成28年度指導計画作成資料”入手先 <[https://ten.tokyo-shoseki.co.jp/text/chu\\_current/keikaku/](https://ten.tokyo-shoseki.co.jp/text/chu_current/keikaku/)>, (参照2020-09-25)
- [13] 新興出版社啓林館 “平成28年度指導計画作成資料”入手先 <<https://www.shinko-keirin.co.jp/keirinkan/chu/math/text/curriculum/>>, (参照2020-09-25)
- [14] 教育出版社, “平成28年度指導計画作成資料”入手先 <<https://www.kyoiku-shuppan.co.jp/textbook/chuu/sugaku/document/ducu1/m-index.html>>, (参照2020-09-25)
- [15] 大日本図書, “平成28年度指導計画作成資料”入手先 <<https://www.dainippon-tosho.co.jp/math/curriculum.html>>, (参照2020-09-25)
- [16] 学校図書, “平成28年度指導計画作成資料”入手先 <<https://gakuto.co.jp/kyokasyo/16c-sugaku/nenkan/>>, (参照2020-09-25)



- [17] 日本文教出版, “平成 28 年度指導計画作成資料” 入手先 〈<https://www.nichibun-g.co.jp/textbooks/c-sugaku/>〉, (参照 2020-09-25)
- [18] 数研出版, “平成 28 年度指導計画作成資料” 入手先 〈[https://www.chart.co.jp/goods/kyokasho/28chugaku/support/#content1\\_3](https://www.chart.co.jp/goods/kyokasho/28chugaku/support/#content1_3)〉, (参照 2020-09-25)
- [19] 藤井齊亮・俣野博ほか 38 名, “新編新しい数学 1”, 東京書籍株式会社, 2016 年, p.162
- [20] 旺文社, “2020 年受験用全国高校入試問題正解 (特装版) 数学”, 旺文社, 2019 年, p.85
- [21] 同上, p.95
- [22] 同上, p.50
- [23] 同上, p.59
- [24] 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”, 日本文教出版, 2018, p.74
- [25] 藤井齊亮・俣野博ほか 38 名, “新編新しい数学 1”, 東京書籍株式会社, 2016 年, p.155
- [26] 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”, 日本文教出版, 2018, p.110
- [27] 藤井齊亮・俣野博ほか 38 名, “新編新しい数学 2”, 東京書籍株式会社, 2016 年, p.112
- [28] 同上, p.128
- [29] 同上, p.141
- [30] 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”, 日本文教出版, 2018, p.147
- [31] 藤井齊亮・俣野博ほか 38 名, “新編新しい数学 3”, 東京書籍株式会社, 2016 年, p.171
- [32] 同上, p.139
- [33] 志水宏吉, “学力格差を克服する”, ちくま新書, 2020, pp.68-81

