

改訂教育課程における製図教育の実態

——立体図形の作図能力——

大 國 博 昭*

Hiroaki OGUNI

Actual Conditions of the Drawing Education in Revised Curriculum

——Students' Ability to Describe Pictorial Projection Drawing——

I はじめに

現行の学習指導要領は、小学校では昭和55年度から、中学校では昭和56年度から完全実施されて今日に至っている。従前の学習指導要領においては、中学校「技術・家庭」・男子向き（以下、技術科と略記する）の指導内容の中に、「製図」の領域・内容が設けられていた。

三次元の物体を二次元である平面上に、立体図形として表現するとき用いる投影法に基づく等角図又はキャビネット図などの⁽¹⁾、いわゆる立体的投影図は機械の機構や構造の説明図、あるいは製作品の構想図や見取図などに広く用いられているとともに、製作図として必要な図面の作成の基本になる正投影法についての学習での根元をなすものである。

このような投影図やその図法については、中学校・第1学年の初めに、「製図」領域で「立体のかきあらし方」、「製作図のかき方」などの内容として教授・学習するように計画されていた。そのような従前の学習指導要領に基づいて教授・学習がなされていた時期に、筆者は、中学校における製図学習を、抵抗なく効果的に展開するための指導方法を検討する目的で、立方体、直方体の単体並びにそれらを組み合わせた複合立体を対象物に、その図形を①イメージしながら、②スケッチによって、の二つの異なる条件で立体的に描く方法について、学問的に系統だった学習がほとんど未経験である中学校入学時の生徒を対象にして調査を行なった。そして生徒の図法に見られる経験的傾向や作図能力の実態及び学習後の変容について調べ、考察を加えた⁽²⁾。更に、生徒の立体の把握機能や投影図の選択傾向の実態を、また、立体の一面に設けられた刺激面が描画活動の際にどのような影響を与えるのか、一種の条件効果の問題などをとり

あげ、描画図形の実際からその分析を試みた⁽³⁾。

それらの結果について要点のみ示すと、およそ次のようであった。

1 立体を平面上に立体図形としてフリーハンドで描く際に、イメージ及びスケッチによるいずれの場合にも、学習前においても、立体の単体図形を描く能力は比較的高いことがわかった。その反面で、面や辺の平行・垂直関係の認識・表現能力に不十分なもの、更には、それが甚だ困難で、対象としている立体の概念すら確立されていない、と推察されるような図形例が複合立体の描画場面を中心にみられた。

2 特に、これが複合立体をイメージによって描画する場面になると、立体相互の位置関係の把握の困難性も加わって、立体の全体構造及びその図形の構成の上で、より一層困難性を高める条件となった。しかし、学習後においては、このような立体の構成状態や描画条件によって生ずる、図形の表現活動の難易度の差があまり見られなかった。従って、学習前において比較的困難とされた問題に対しても、学習効果をみることができた。

3 学習の前・後のいずれの場合にも、単体の立体図形をイメージによって描画する方が、複合立体をスケッチ図にする場合に比べて通過率がよい傾向がみられた。

4 学習前においては、立体図形の描画の際に、特定の投影図による傾向がみられた。

5 立体を正面上方からみた図形として描き、一側面の形を欠いた図形の作図が、スケッチによる場面で多くみられ、又、立方体の透視図が、スケッチによる場面で、学習後にみられ、注目された。

6 複合立体図形の構成に関しては、イメージによる場面とスケッチによる場面の両場面で、しかも、全ての図法において、立方体が直方体の図形に優先して構成される傾向がみられた。

* 島根大学教育学部技術研究室

7 刺激面を、図形の可視面の一つに選択したものが、全体では、学習前の場合に70%、学習後に87%あり、高い比率で条件効果が認められた。

8 作図全般にわたって、立体図形を描く場合に、正規の図形構成順序に従って描かれているものは、比較的少なく、正しい作図方法による指導の必要性が、学習後の結果との関係から示唆された。

以上みてきたことから、この時期での生徒の作図に対する経験的傾向は、未だ固定化されておらず、能力的にも大きな可能性が示されたと言える。

こうした生徒の実態をよく把握、分析した上で、製図学習の正しい指導がなされることが必要であろうし、同時に、立体的な感覚や空間の想像能力を養い、発展させるための教育が重要である、と結論づけていた。

しかし、今回の学習指導要領の改訂によって、「製図」は領域としては設けず、その内容については、他領域の内容と関連させて取り扱うこととなった。

従って、本稿では、従前の学習指導要領に基づいて、「製図」の学習を行なった生徒の、立体の把握と表現能力の実態を踏えながら、①現行の学習指導要領における製図教育の現状を分析しながら、それとの関連において、②小学校算数および中学校数学の「図形」領域における指導内容を概観しながら、技術科の「製図」に係わる学習内容との関連を明らかにし、③新学習指導要領に基づいて、「製図」の学習を行なった生徒の、立体の把握と表現能力の実態の分析を行うなかで、今後の「製図」教育の方向性について考察を加えようとするものである。

II 製図教育の現状

はじめにも述べたが、今回の教育課程の基準の改訂により、教科における授業時数が削減されたこともあって、教科内容が、いわゆる精選によって再構成された。

「製図」は領域としては設けず、その内容については、「木材加工」、「金属加工」など、他の領域の内容と関連して取り扱うこととなり、集約化された。

そのために、指導計画作成上の留意点⁽⁴⁾として、次のように述べている。

一つには、領域の配列順序は、各領域相互の関連を十分考慮して決める必要がある。すなわち、「木材加工」と「金属加工」のいずれを先行して学習させるかによって製図に関する内容の取り扱い方が変わるし、「機械」や「電気」の製作学習を円滑に進めるためには、「木材加工」や「金属加工」の学習を先行させる必要がある、

としている。

ここで、「製図」教育の内容及びその取扱いについて、従前の学習指導要領に基づくものと、現行の学習指導要領に基づくものとを比較対照したものを表1⁽⁵⁾に示す。

このように、学習指導要領に示された内容を指導するのに要する授業時数の一例を、市販の学習指導書⁽⁶⁾⁽⁷⁾から一部を抽出して作成したものを示すと、表2のようである。

上掲の表2に示す配当時間と、表1に示された内容からみても、従前の学習指導要領に基づく場合には、第1学年の1学期に、他の領域に先行して、J I S製図通則に基づく設計・製図の基礎的・基本的事項をかなりの内容にわたって、しかも多くの時間を配当して指導していたことが分かる。

他方、現行学習指導要領に基づく場合には、製図に係わる内容は大幅に集約化され、「立体を 図示する 方法」や「製作図のかき方」の指導に当てる時間も激減しているのが実情である。表1中にも記述したように、現行指導要領では、「金属加工」の内容の取扱いについて、製図に係わる内容の指導では、「木材加工」での指導内容と、むだな重複をさけるように指示している。これを受けた形で、表2中の時間配当も「金属加工」では、「構想図のかき方」、「製作図のかき方」からは削除されている。

こうした状況の中で、中学校の実践現場では、「製図」の教授・学習はどのようになされているだろうか。

新教育課程が完全実施された年度の、昭和56年11月に「新教育課程での技術教育の実態」を調べる目的で、島根県公立中学校122校の教員を対象とした調査を、筆者らは行なった。その結果の一部⁽⁸⁾をここに引用する。

それによると、(1)「斜投影図や等角投影図による構想図のかき方の指導を行う内容」については、①「木材加工1」の領域で行なっている学校が51%で最も多く、②「木材加工1」と「金属加工1」、③「木材加工1、2」と「金属加工1、2」の複数領域にわたって指導している学校がそれぞれ14%、④「木材加工1、2」で行なっている学校10%などとなっており、⑤「金属加工1」の領域で扱っている学校は、わずか2%であった。

また、(2)「それらの指導のために配当する授業時数」では、①4時間を配当と②6時間を配当している学校が各々16%、③10時間を配当している学校が9%などとなっている。多いところでは、10時間以上を配当している学校が39%にも及んでおり、従って、平均配当時間は、9.5時間になっている。

表 1 製図の扱いについての従前学習指導要領と現行との対比

従前の学習指導要領	現行の学習指導要領
<p>男子向きの第1学年で学習する「製図」領域として位置づけられていた。</p> <p>1 目標</p> <p>「製図」領域としての目標は示さずに、男子向きの学年別の目標として、次のように示している。</p> <p>〔第1学年〕の目標</p> <p>(1) 図面の製図と続図を通して、投影法について理解させ、製作意図を的確に表現する能力を養う。(「製図」に対応する目標)</p> <p>(2) 主として板材で構成する木製品の設計と製作を通して、……(以下略)〔木材加工〕に対応する目標)</p> <p>(3) 主として板金で構成する金属製品の設計と製作を通して、……(以下略)〔金属加工〕に対応する目標)</p> <p>2 内容</p> <p>A 製図</p> <p>(1) 立体を図示する方法について指導する。</p> <p>ア 立体を斜投影法や等角投影法によって図示する方法を知ること。</p> <p>イ 直方体などの立体を斜投影法や等角投影法によって図示できること。</p> <p>ウ 立体を第一角法によって図示する方法を知ること。</p> <p>エ 立体を第三角法によって図示する方法を知ること。</p> <p>オ 第一角法と第三角法の違いを考えること。</p> <p>カ 立体を第三角法によって図示する場合の正面の選び方を考えること。</p> <p>キ 直方体の組み合わせによって構成された立体を第三角法によって図示できること。</p> <p>ク 第三角法によって図示された立体の投影図をもとにして、その立体を斜投影法や等角投影法によって図示できること。</p> <p>ケ 斜投影法や等角投影法によって図示された立体の投影図をもとにして、その立体を等三角法によって図示できること。</p> <p>(2) 製図用具の使用法について指導する。(ア～ウの指導事項は省略)</p> <p>(3) 製作図のかき方について指導する。(ア～クの指導事項は省略)</p> <p>(4) 図面と生活との関係について指導する。(ア、イの指導事項は省略)</p> <p>B 木材加工</p> <p>(1) 主として板材で構成する木製品の設計について指導する。</p> <p>ア スケッチによる構想表示の方法を知ること。</p> <p>イ 製作品の使用目的に即して機能、材料、構造、費用などの設計の要素を考慮し、製作品の構想図をかくことができること。</p> <p>ウ (省略)</p> <p>エ 構想図をもとにして、製作図を第三角法でかくことができること。</p> <p>オ (省略)</p> <p>〔以下の指導項目・事項は省略〕</p> <p>C 金属加工</p> <p>(1) 主として板金で構成する金属製品の設計について指導する。</p> <p>ア 模型による構想表示の方法を知ること。</p>	<p>「製図」領域として独立させずに、「木材加工」、「金属加工」領域に整理統合されている。</p> <p>1 目標</p> <p>「技術系列」、「家庭系列」別、学年別に示さずに、各領域ごとに示し、「木材加工」、「金属加工」の領域目標の中で、次のように示している。</p> <p>〔木材加工〕の目標</p> <p>(1) 簡単な木製品の設計と製作を通して、木材の特徴と加工法との関係について理解させ、製作意図に従って製作品をまとめる能力を養う。(〔木材加工1〕の目標に対応)</p> <p>(2) 木製品の設計と製作を通して、荷重と材料及び構造との関係について理解させ、使用目的や使用条件に即して製作品をまとめる能力を伸ばす。(〔木材加工2〕の目標に対応)</p> <p>〔金属加工〕の目標</p> <p>(1) 〔木材加工〕の目標の文中の木材を、金属と読み替えるのみなので省略する。</p> <p>(2) 金属製品の設計と製作を通して、金属材料の性質と構造との……(以下〔木材加工〕の2)に同じ)</p> <p>2 内容</p> <p>〔木材加工1〕</p> <p>(1) 木製品の設計について、次の事項を指導する。</p> <p>ア 製作に必要な構想表示の方法を知ること。</p> <p>イ 使用目的に即して製作品の構想を具体化し、斜投影図や等角投影図によって構想図をかくことができること。</p> <p>〔以下の指導項目・事項は省略〕</p> <p>〔木材加工2〕</p> <p>(1) 木製品の設計について、次の事項を指導する。</p> <p>ア 使用目的や使用条件に即して、製作品の構想図による表示ができること。</p> <p>イ (省略)</p> <p>ウ 構想図をもとにして、製作図を第三角法でかくことができること。</p> <p>(2) (省略)</p> <p>(3) (省略)</p> <p>ウ 製作図に基づいて、組立てが的確にできること。</p> <p>〔金属加工1〕</p> <p>(1) 金属製品の設計について、次の事項を指導する。</p> <p>ア 製作に必要な構想表示の方法を知ること。</p> <p>イ 使用目的に即して製作品の構想を具体化し、斜投影図や等角投影図によって構想図をかくことができること。</p> <p>〔以下の指導項目・事項は省略〕</p> <p>〔金属加工2〕</p> <p>(1) 金属製品の設計について、次の事項を指導する。</p> <p>ア 使用目的や使用条件に即して、製作品の構想図による表示ができること。</p> <p>イ (省略)</p> <p>ウ 構想図をもとにして、製作図を第三角法でかくことができること。</p> <p>〔以下の指導項目・事項は省略〕</p> <p>尚、内容の取扱いについて、〔金属加工1〕の(1)のア及びイ並びに〔金属加工2〕の1)のウについては、〔木材加工1〕の(1)のア及びイ並びに〔木材加工2〕の(1)のウとの関連を考慮し</p>

従前の学習指導要領	現行の学習指導要領
イ、ウ（省略） エ 構想模型をもとにして、組立図を第三角法でかくことができること。 オ 組立図をもとにして、ふち折りしろや仕上げしろを考慮して展開図をかくことができること。 〔以下の指導項目・事項は省略〕 〔第2学年〕の目標	て、むだな重複をしないように指導する必要がある、としている。つまり、製図に関する内容は、両領域における内容と密接に関連をとりながら、むだな重複をさけるようにして指導する、ということである。 また、領域を取り扱う標準の学年を示すとともに、履修順序を明確にしている。それによると、〔木材加工1〕は第1学年、〔木材加工2〕、〔金属加工1〕は第1学年又は第2学年、〔金属加工2〕は第2学年で取り扱うことを標準とする、としている。
従前の学習指導要領による〔第2学年〕の目標 目標は、「木材加工」に対応するものとしては、(1)主として角材で構成する木製品の設計と製作を通して、……（以下省略）となっており、「金属加工」に対応するものとしては、(2)主として棒材で構成する金属製品の設計と製作を通して、……（以下省略）となっていて、取り上げる題材を異にするのみで、基本的には第1学年の目標と同じである。 内容についても、目標にあげられていることを受けて、取り上げられている題材が、板材⇒角材、板金⇒棒材になっているが、設計・製図に係わる指導項目・事項は、第1学年のそれとほぼ同じである。 第2学年では、ほかに「機械」、「電気」の2領域があるので、それぞれの領域に対応する目標及び内容が示されており、「機械」領域の内容では (1) 動く模型または生活用品の設計と製作を通して、機械のしくみについて指導する。 〔途中の指導項目・事項は省略〕 (4) 機械の整備の方法について指導する。 ア、イ（省略） ウ 機械部品のスケッチの方法を知る。 などとなっており、機械の機構や機械要素についての指導を通して、設計・製図の指導がなされるようになってきている。	

表2 「製図」の内容構成とその指導に配当する授業時数

〔従前の学習指導要領による場合〕		〔現行の学習指導要領による場合〕		
〔製図〕	40～45単位時間		A案	B案
I 立体のかきあらし方	……………19	〔木材加工2〕	35	20
2. 立体のいろいろなかきあらし方	……………(3)	I 設計	16	8
3. 斜投影法	……………(3)	⑤ 構想のまとめ	(2)	(1)
4. 等角投影法	……………(3)	⑥ 製作図のかき方	(4)	(2)
5. 正投影法	……………(3)	⑦ 製作図	(6)	(2)
(2) 第三角法による投影図のまとめ方	……………(3)	〔金属加工1〕	35	20
(3) 第一角法による投影図のまとめ方	……………(4)	I 設計	16	8
II 製作図のかき方	……………24	⑤ 構想のまとめ	(2)	(0,5)
III 図面と生活	……………2	⑥ 構想図	(6)	(4)
		〔金属加工2〕	35	20
		I 設計	14	5
〔木材加工1〕	A案 B案	⑤ 構想のまとめ	(1)	(0,5)
I 設計	20 10	⑥ 製作図	(6)	(2)
⑤ 構想のまとめ	(2) (1)			
⑥ 構想図のかき方	(6) (3)			
⑦ 構想図	(4) (2)			

次に、(3)「構想図をもとにして、製作図を第三角法でかく指導を行う内容」については、①「木材加工2」の領域で行っている学校が55%で最も多く、②「木材加工1」で行っている学校15%、③「木材加工1, 2」と金属加工1, 2」及び「木材加工2」と「金属加工2」の複数領域にわたって指導している学校が各々8%などとなっている。また、(4)「それらの指導に配当する授業時

数」では、①4時間を配当している学校24%、②6時間を配当している学校16%、③10時間を配当している学校14%などとなっている。ここでも10時間以上を配当している学校が28%有り、平均配当時間は、約7時間になっている。

島根県下の中学校では、技術系列と家庭系列との、いわゆる「相互乗り入れ」による選択領域は、「電気1」

が最も多く68%、次いで「木材加工1」の25%であった。また、その場合の配当授業時数は、20～25時間を当てている学校が、男女別学の場合86%、男女共学の場合77%と最も多い。この調査結果から推測すれば、「木材加工1」での配当授業時数は、表2のB案に近いことが考えられ、表中の数値と比較するとき、前述の島根県下の中学校での製図関係の内容の指導への配当授業時数はいくらか多い値を示している。その理由の一つには、新教育課程が実施された初年度にこの調査が行われたために、移行的な年間授業計画が一部の学校で採用されていたことが考えられよう。

だがしかし、従前の学習指導要領に比べて、教授・学習の内容が集約化されたこともさることながら、配当する授業時数が削減されたことは事実で、こうした教育状況の中で、教授・学習が行われねばならない実態からして、教師、生徒にとって大きな負担となっていることは見逃せない。

それを裏付けるかのように、多くの教師が、要約次のように訴えている。

従前に比べて、①尺度、線の種類、寸法記入などの詳細な事項にまで学習が及ばないので、②当然の結果として、正確などに欠ける。③製図に基づいて製作するのが、加工学習のあり方であるのだが、正しく図法を理解させることが困難である。構想がたてられ、ある程度のもので描ければ、それでよいとせねばならぬだろう。④学習指導要領に述べている、製図能力や読図能力を養うことなどの、目標を達成することは不可能に近い。⑤従って、現状では、時間が十分にとれないので、実際の製作品を題材にして、加工学習の一貫として位置づけ、製作に必要な最小限度の知識、技能の習得にとどめざるを得ない。など、すでに、現在の教育の実態を危惧するところまで追い込まれている。

技術科の、特に、加工学習において広く支持されているプロジェクト学習方式は、計画の段階である、計画の立案（構想のまとめ）のところから既に不十分な状態に陥っており、その後の学習はもはや成立し得ていないのである。

そうした現実の中で、現場教師たちは、これら当面の課題を解決し、製図教育を中学校教育の中に、きちんと位置づけるために、要約次のような提言をしている。すなわち、①従前のように、第1学年あるいは第2学年に「製図」領域を設けて、製図の基礎的・基本的事項をしっかりと指導できる時間を確保し、②その上で、斜投影図、等角投影図と第三角法による製作図について並行して、学年・領域にとらわれずに指導した方がよい。③製

図学習は、この教科の基盤をなすものと思われる。製図の基礎的・基本的事項を、しっかりと指導しておけば、その後の指導がしやすく、そうでないと、特に加工学習の段階で失敗する。④授業の実践面からのみではなく、広く生活に必要な技術の、また、科学技術の基本的な成立要素としての重要性、⑤製図教育の今一つの目標である、立体的・空間的観念を養うという立場からの主張など、製図教育の充実に向けての熱意と要望の強いものを感じる。

現行の教育課程の基準では、「製図」教育の教授・学習のための時間数が十分に保証されていない。がしかし、この現実を見過すことの無責任は許されまいだろう。

今後の教育課程改善の重要な課題であろう。

当面は、こうした現状を十分に把握した上で、「木材加工」、「金属加工」に共通する製図に係わる基礎的・基本的な内容については、指導方法を工夫することなどと合わせて、両領域内で指導時数を調整して配当し、教授・学習がきちんと行えるように、指導計画の中に位置づけることが重要であろう。

その際に、問題になるのは、家庭系列の領域との、いわゆる“相互乗り入れ”である。そのことによる事情から、先の指導計画が影響されないように、十分な配慮をすることが求められる。

III 小学校算数・中学校数学との関連

技術科の指導計画作成上の留意点として、一つには、領域の配列順序は、各領域相互の関連を十分考慮して決める必要がある、と記述されていることを前章で述べた。

その二つには⁽⁹⁾、関係教科の指導計画と十分連絡を図り、効果的な指導が行われるような領域の配列を工夫する必要がある。すなわち、「木材加工」、「金属加工」における製図に関する内容や「機械」、「電気」などの領域は、数学科や理科における指導事項と密接な関連を図り、それらと並行して学習させたり、それらで習得された知識や技能を基礎として技術・家庭科では発展的に取り扱ったりするように考慮することが大切である、と述べている。(傍点筆者)

ここでは、技術科の製図に係わる内容と、小学校算数科および中学校数学科における「図形」領域との関連について考察してみる。

3.1 小学校算数の「図形」領域との関連

立体を斜投影図や等角投影図によって図示する方法の指導が、「木材加工1」の領域内容として、中学校第1学年で取り扱うことを標準としていることから、これらの学習事項に最も関連の深い既習の知識・技能としては、主に、小学校算数教科の「図形」の領域内容の学習から習得されたものといえよう。

小学校算数教科における「図形」領域のねらいと内容を概観してみると⁽¹⁰⁾、この領域では図形概念や空間概念を育成することを目標としている。図形指導のねらいとするところを大きさ、形、位置の三つの観点からとらえている。

まず大きさについて、いろいろな図形（平面図形、立体図形）が基本的な図形によって構成されていることを見だし、その基本的な図形の諸性質を知ることによって、いろいろな図形を分析することができるようにすることが、この領域の主要なねらいの一つである、としている。

次に、形については、まず、具体的なものの形から始めて、基本的な図形の形を理解し、漸次抽象的な図形概念にまで発展させていくことが大切である、としている。更に、この形を分析する観点として、合同、相似、ある条件を満たす形など、いろいろな関係や条件があることに留意点を求めている。また、立体図形が基本的な平面図形により、どのように構成されているかなど、図形の構成や構図の観察を通して、幾何学的な構成に着目させることが大切である、としている。（傍点筆者）

図形の位置についての観点では、平面や空間にあるものの位置をいかに表現するかということが一つのねらいである。また、合同な二つの図形の相対的な位置をどの

ように言い表すかということや、直線や平面についての位置関係（平行、垂直など）を知ることが大切である、としている。（傍点筆者）

これらのねらいを達成するために、どのような内容が構成されているのか、第4学年以降について、指導する「図形」領域の内容を表3⁽¹¹⁾に示しながら、各学年を追って概観してみる。各学年の目標については、それを受けて内容のところで、より具体化されているので省略する。

この表中には記載されていないが、「図形や空間」について、すでに1学年で、「ものの形についての観察や構成などの具体的な操作を通して、図形や空間についての理解の基礎となる経験を豊かにする。」としている。しかしながら、小学校においては、「具体物の観察、いろいろな図形の構成・分解、実証的な方法による図形の性質の発見など、感覚にうったえて操作しながら、次第に図形や空間の概念に親しみ、漸次、それらを体得していくのが望ましい。図形や空間は抽象的なものであるが、抽象の過程に十分な配慮を加え⁽¹²⁾」図形や空間に対する指導が行われるべきである、としている。

このように、「図形」の指導内容は、各学年間で密接な関連をもっているが、それぞれ学年が進むにつれて、漸次、それらの認識が深められ、図形を分析する着眼点も段階的に多様化・深化されている。

このようにとらえるとき、取り扱われる図形、図形を分析する観点などの段階からして、前章で述べられた、「立体のかきあらわし方」に関連する学習事項と深く係わるのが、この第4学年での構成内容である。この学年では、基本的な立体図形として立方体及び直方体の理解、それらの基本立体に関連して、直線や平面の平行及

表3 小学校算数教科の「図形」領域の内容の概要

〔第4学年〕	ウ 基本的な図形の簡単な性質を見だし、それを用いて図形を調べたり構成したりすること。
(1) 基本的な平面図形についての理解を深める。 ア 平行四辺形、台形、ひし形などについて知ること。 イ 直線の平行や垂直の関係を知ること。 (2) 基本的な立体図形について理解させるとともに、空間について簡単な考察ができるようにする。 ア 立方体及び直方体について理解すること。 イ 直方体に関連して、直線や平面の平行及び垂直を知ること。 ウ 空間にあるものの位置の表し方を知る。	エ 円周率の意味を知ること。（円周率としては3.14を用いる。） オ 円を基にして正多角形をかいたり、正多角形の基本的な性質を調べたりすること。
〔第5学年〕	〔第6学年〕
(1) 基本的な平面図形についての理解を一層深める。 ア 図形の合同及び頂点、辺、角などの対応について知ること。 イ 図形の形や大きさがきまる要素に漸次着目すること。	(1) 平面図形についての理解を一層深める。 ア 線対称及び点対称の意味を知り、対称性に着目して基本的な図形を考察すること。 イ 図形の形や大きさについての理解をまとめ、簡単な縮図や拡大図をよんだりかいたりすること。 ウ 基本的な図形の相互関係について調べること。 (2) 基本的な柱体（角柱及び円柱）及びすい体（角すい）を知り、それらを表したり作ったりすることができるようにする。

び垂直を知り、「ものの位置の言い表し方」は、三次元的・空間的な扱いがなされる。

また、この領域で扱われる内容は、「量と測定」の領域と特に深く関連している。(例えば、第4学年で扱われる直立体から縦、横、高さの三つの要素で直角座標として表わされる三次元空間に着目させ、第5学年で、直方体の体積が縦×横×高さの公式で与えられることを見いださせるなど。)

第5学年では、図形の合同及び頂点、辺、角などの対応について知ること、図形の形や大きさがきまる要素に漸次着目すること。また、図形の性質を見だし、図形を調べたり、構成(図をかく能力を伸ばすことを含んでいる)したりすること、となっている。

こうした学習事項は、例えば、製作品の構想図を、正確な作図でまとめる際に、その機能を決定する形状、大きさなどの重要な要素と深い係わりをもつ学習活動である。

第6学年では、図形の形や大きさについての理解をまとめ、簡単な縮図や拡大図をよんだりかいたりすること、図形の相互関係について調べること、となっている。

例えば、これらは、斜投影図法、等角投影図法及び正投影法による図形と、実物の実形・実寸法などの比率(尺度)と深く係わる学習事項である。

また、基本的な柱体及びすい体を知り、それらを表したり作ったりすることができるようにする。その際の、内容の取扱いについて、簡単な展開図や見取図をよんだりかいたりすること、簡単な場合についてその立面図又は平面図に当たるものをよんだりかいたりすることなどを取り扱うこと、としている。

これらの学習事項は、言うまでもなく、例えば、正投影法による製図の理論であり、一方では板金加工などで広く製作図として使用される展開図などと深く係わっている。

以上、小学校算数科の「図形」領域における内容構成を概観し、「製図」教育との関連を考察してきたのであるが、技術科の製図教育がねらいとするところの諸能力の育成と深い関連をもつことが改めて指摘された。

中学校教師が、小学校での関連教科の内容、生徒の学習能力の実態など、十分に把握した上で、製図教育の指導に当たることが望まれる。

今日、技術科の小・中・高校の一貫教育の実現が急務となっている段階で、小学校における「製図」教育の組織化を考える上で、一つの重要な視点となろう。

3.2 中学校数学科の「図形」領域との関連

次に、中学校での関連教科の一つである数学科の「図

形」領域の構成内容について概観してみることにする。ただし、技術科での「木材加工」、「金属加工」の領域で取り扱われる「斜投影図や等角投影図によって製作品の構想図をかくことができること」及び「構想図をもとにして、製作図を第三角法でかくことができること」などの、いわゆる空間図形についての指導内容は、その取扱いが、〔木材加工1〕は第1学年、〔金属加工1〕と〔木材加工2〕は第1学年又は第2学年で、〔金属加工2〕は第2学年で取り扱うことを標準とする、としている。従って、数学科の「図形」領域の内容についても、第2学年までにとどめておく。

表4⁽¹³⁾に中学校数学科の「図形」領域の構成内容の概要を示す。

中学校数学科の位置づけについて、「数学的な面における中学校の生徒の発達段階の特徴からいって、中学校では、題材は、日常的なものから理論的なものへと広がり、直観・帰納・演繹はそれぞれの役割を自覚しつつ分化が始まり、理論は局所的なものから体系化の方向に向かう⁽¹⁴⁾」とされている。こうした基本的な考え方の上にならって、中学校数学科における「図形」領域の目標を、次の2項目にまとめている⁽¹⁵⁾。

表4 中学校数学科の「図形」領域の内容の概要

〔第1学年〕

- (1) 図形をいろいろな操作を通して考察し、空間図形についての理解を深める。
 - ア 空間における直線や平面の位置の関係
 - イ 平面図形の運動による空間図形の構成
 - ウ 空間図形の切断、投影及び展開
- (2) 与えられた条件を満たす図形を作図する能力を伸ばす。
 - ア 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
 - イ 図形を条件を満たす点の集合とみること及び条件を満たす図形を作図すること。
- (3) 図形の計量についての能力を伸ばす。
 - ア 扇形の弧の長さ及面積
 - イ 柱体、すい体及び球の表面積と体積

〔第2学年〕

- (1) 平面図形の性質を見だし、これを平行線の性質や三角形の合同条件をもとにして確かめることができるようにする。
 - ア 平行移動、対称移動及び回転移動
 - イ 平行線の性質
 - ウ 三角形の合同条件
- (2) 図形の相似の概念を明らかにするとともに、三角形の合同条件や相似条件をもとにして、図形の性質を考察する能力を伸ばす。
 - ア 相似の意味と三角形の相似条件
 - イ 平行線の線分の比についての性質
 - ウ 三角形や平行四辺形の性質

- (1) 平面図形及び空間図形についての基礎的な概念や性質の理解を深め、それを応用する能力を伸ばす。
- (2) 図形に対する直観的な見方や考え方を伸ばすとともに、図形の性質の考察における数学的な推論の方法について理解させ、論理的な思考力を伸ばす。

前節で、小学校算数科の「図形」領域の内容を概観したのであるが、基本的な平面図形や空間図形の概念と性質などの一部分は取り扱われていた。中学校においては、これらの内容を系統的に取り扱い、小学校における学習を基礎にして、図形についての概念や性質の理解・認識を一層深めることを、指導の一つのねらいとしている。また、「図形に関するいろいろの問題を解決する際に作図することも含め、……(中略)……目的に応じて図形を正しく、しかも適切にかく能力⁽¹⁶⁾」を育成する必要がある。このことは、表4に示されている〔第1学年〕の(2)からも明らかである。そして、この学年での内容については、空間図形が主であり、ここでは、ア. 抽象化された直線や平面の空間における位置関係の考察、イ. 平面図形の空間における平行移動や回転移動による立体図形の構成、ウ. 空間図形の切断、投影及び展開など、「空間図形を考察する上で最も基本的なものであり、空間図形について分析的な見方をする際には欠くことのできないものである⁽¹⁷⁾。」

「平面図形の移動による空間図形の構成」の知識や技能の具体的な場面での応用は、構想図を描く場合などに、立体図形を構成する際の移動法と呼ばれる図法で、箱詰め法、接続法などとともに、広く応用される。

また、投影図、断面図及び展開図などによる空間図形の図表現は、「その図形のある重要な特性を適切に表したものであり、それによって処理をしたり、問題の解決を図ったりするのである。そのような表現の仕方には、それぞれ一定のきまりがあり、技術的な側面がある。中学校では、技術的な面や応用的な面に深入りするのではなく、必要とされる空間図形の特徴をどのように表現するかという面に焦点を当てて、指導することになる⁽¹⁸⁾。」

従って、技術的な面や応用的な面についての指導や学習は、技術科の「製図」に係わる内容を通して行われる必要がある。

第2学年では、「平行線の性質、三角形の合同条件や相似条件をもとにして、平面図形の性質を考察する能力を伸ばす」と示されているように、特に、この図形の領域において、演繹的な推論の意義や方法の理解についての指導を意識的に取り上げている。その主な理由づけとして、「図形に関する内容が、そのような推論を行う

のに適した素材であり、また、豊富な演習問題を提供し得ること、その推論の過程が視覚に訴える図形によって裏付けられることによる……⁽¹⁹⁾」とし、「一方、演繹的推論によって、図形の概念や性質が、……(中略)……体系的に整理されるというメリットもある⁽²⁰⁾」ことをあげ、更に、「生徒の発達段階からみても、このような推論の進め方に興味、関心をもち、そのような能力も高まってくる時期と考えられる⁽²¹⁾」からである。

その際に、「演繹的な推論をするためには、推論の根拠となる事柄を明確にしておかなければならない。その根拠とする事柄としては、平行線の性質、三角形の合同条件、三角形の相似条件などが考えられ、それらを基にして⁽²²⁾」「演繹的な推論によって、図形の性質を考察し、図形についての理解を深めるとともに、論理的な思考力を伸ばすことが、この学年における図形指導のねらいである⁽²³⁾。」

たしかに、ここで学習される図形の内容は、単面投影法、正投影法の理論を理解する上で重要な性質をもつものであり、又、理論の具体的な応用場面では、例えば、図形の移動などは、製作図での回転投影図、回転図示断面図などによって図表現する場合に、その根拠となる重要な基本的な事柄である。

「図形」の学習で習得された知識・図表現の能力、そして培われた論理的な思考力の基礎などが、「製図」学習での具体的な場面で適用され、応用されて十分に生かされることが期待されよう。

IV 立体の把握と表現活動の実態

4.1 調査

(1) 調査の対象

前回行なった調査を調査Ⅰとし、今回行なったものを調査Ⅱとする。

調査Ⅰの対象

グループⅠ；島根大学教育学部附属中学校 1年生
(男子生徒) 47名

グループⅡ；松江市立第3中学校 1年生
(男子生徒) 170名

調査Ⅱの対象 松江工業高等専門学校 電気工学科
第1学年の学生 41名

被験者の中学校での教育的背景は異なっており、調査Ⅰの被験者は、従前の学習指導要領に基づいて指導をうけている。従って、例えば、技術科の「製図」領域が表1に示された指導内容で構成されており、しかも表2に

示された授業時数が割当てられていた。また、調査が行われた学年段階は、「製図」について学問的に系統だった学習がほとんど未経験である、中学校へ入学時の、すなわち「立体のかきあらわし方（斜投影法・等角投影法）」についての学習の前と、その学習を終えた後とである。（以後、学習前、学習後と略記する）

一方、調査Ⅱの被験者は、現行学習指導要領が実施された翌年の昭和57年に中学校へ入学しているので、原則としては、表1及び表2に示された現行学習指導要領の構成内容及び配当時数に基づく指導を受けたものと考えられるが、第2節で述べた中学校の実態調査の結果が示す授業計画に基づいて指導を受けたとも考えられる。

調査Ⅱは、被験者が中学校を卒業した年の、昭和60年7月1日に実施された。

(2) 調査の目的

前述したように、今回の教育課程の改訂により、中学校での「製図」教育のあり方が大きく変革された。

今回の調査では、①被験者が現行学習指導要領に基づいて指導を受けていること、②被験者の発達段階が、調査Ⅰでは、中学校へ入学した段階であったのに対して、調査Ⅱでは、中学校の教育課程を終了した段階であったこと、の2つの新しい視点から、主として要約、次のような点を取りあげ、考察を試みようとした。

1. 三次元の対象物、ここでは基本立体（例えば、立方体、または直方体）を、単体及び複合立体の状態、平面上に立体図形として描くときに、その図表現の能力が、どのような作図図形として現われてくるのか。（立体の状態と課せられた条件による難易度）

2. その際に、イメージによって構成された立体像を図面上に図形として表現する場合と、実体を見取って描く、スケッチの場合とでは、投影図のどの種類が用いられるのか。また、その選択率に何らかの傾向がみられるかどうか。

3. 立体図形を描く際の、図形構成の順序及びその傾向

(3) 調査内容

調査内容は、調査Ⅰの場合とほとんど同じで、既に別の機会に報告されている⁽²⁴⁾ので、ここでは、〔問題1〕を例にとって示し、他の〔問題〕については、課題点のみについて示しておく。

〔問題1〕 縦、横、高さのそれぞれの長さが等しいサイコロのような形をした立体（立方体あるいは正六面体という）を、頭に浮かべながら、定規、コンパスなどを使わないで（フリーハンドで）、その形を図にかきあらわしなさい。

（注意）立体の形をかきあらわすときに、一辺ずつかいていって、図を完成させますが、自分が図を完成させるまでの順序を、一辺ずつかくごとに、かいていった順に各辺に1, 2, 3……と番号をつけて下さい。

〔問題2〕は直方体をイメージによって描く。（注意）事項も、〔問題1〕と同じ。「以下、同様のため、省略する。」

〔問題3〕は〔問題2〕で描いた直方体の上に、「問題1〕で描いた立方体を、面をそろえて（右端か左端に）積み重ねた状態の立体を、イメージによって描く。

この場合の直方体の縦の長さ（あるいは幅）と立方体の辺の長さは等しいものとする。

〔問題4〕は立方体の実物を見取って描くスケッチ。

〔問題5〕は直方体の実物を見取って描くスケッチ。

〔問題6〕は〔問題3〕の課題のように、複合された立体の実物を見取って描くスケッチ。

(4) 方法・手続

方法及び手続についても、調査Ⅰの場合とほとんど同じであるが、この項の扱いは、調査結果に密接に係わる要素を含んでいるので、その概要を示しておく。

課題ごとに、問題と注意書きが印刷された調査用紙を、被験者全員に、一人一枚ずつ配布する。その後、教師が問題を読み上げ、「注意事項」の説明を終えてから、被験者は作業に入る。約10分後に、これらを受取してから、次の課題へと移した。

調査用紙および立体模型の寸法は、次のとおりである。

調査用紙の大きさはB5判で、図形を描く部分の余白が約182×160mmである。

立体模型は、立方体が50×50×50mm、直方体が50×100×30mmで、六面が白色に塗装されたものである。

以下に、調査の実施に当たっての基本的態度を示しておく。

① 定規やコンパスの使用を許可しない。これは、辺の構成順位に特定の影響を与えないためである。例えば、定規を使って一直線を引く場合に、まず水平線から引き始めることが予想されよう。

② 消ゴムの使用を禁じた。このことは、構成順を示す番号数字の変更を防止するためである。

③ 問題を1から6の順に課すことによって、実物模型がイメージによる作図場面に与える影響を排除するよう配慮した。

④ スケッチに使用する立体模型は、被験者一人一人が自由に机の上に置けるようにした。これは、立体の位置関係を、予め条件づけないようにすることの理由によ

る。

4.2 結果および考察

調査 I における結果および考察については、既に別の機会に報告されているので⁽²⁵⁾⁽²⁶⁾、本稿では、調査 II における結果に重点をおき考察するが、これと比較対照する必要から、調査 I における、グループ I を対象にした結果の一部を示しながら参考にする。

データの分類集計は、図 1 と図 3 に示す基本図形⁽²⁷⁾に基づいて行われた。その結果の一つが図 2 の各値である。

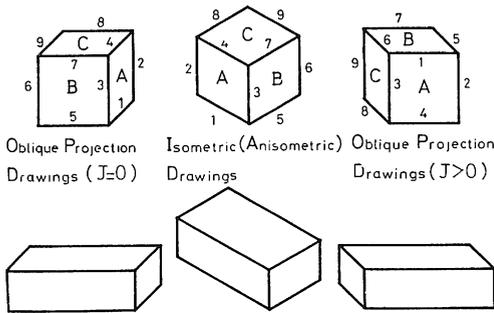


図 1 立方体・直方体の基本図形

尚、本稿では、等角図⁽²⁸⁾と不等角図⁽²⁹⁾は数値処理の上で区別せずに取り扱ったために、調査 I の結果も、同じ規準で再処理されている。

(1) 課題の難易度

全問題にわたって、「正描図」の度数を標識にして、各問題相互の正答頻度比（通過率）の差を、 χ^2 検定した結果を示したものが表 5-1 と表 5-2 である。

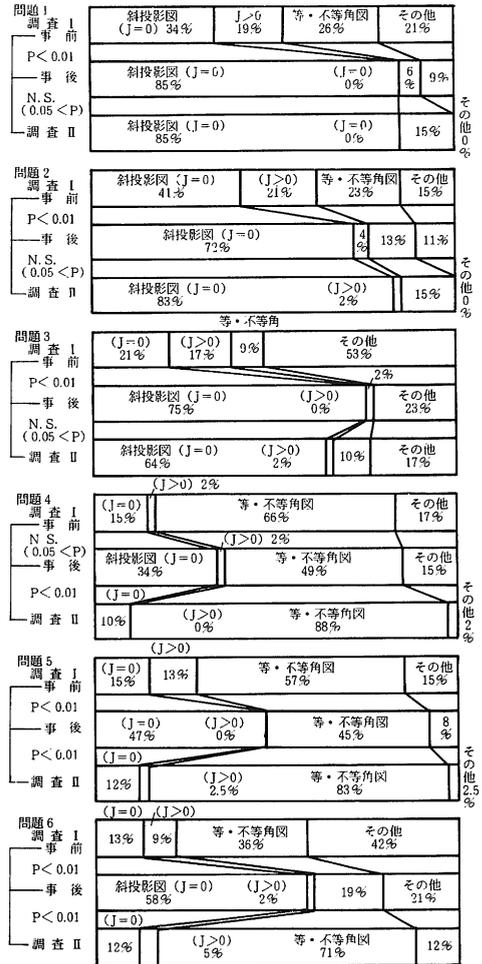
立体の状態及び条件別分析から、全体では、通過率に有意差が認められる。また、各問題間に関しては、通過率の高い上位 4 つの問題相互には、差の有意性は認められない。

通過率の高い上位 4 つの問題の結果からいえることは、調査 II の被験者の発達段階では、基本立体についての図形把握や図表現の能力は、既に形成されているといえる。又、複合立体をスケッチする能力の面でも、調査 I の被験者の、学習後の発達段階に比べて高いことがわかる。但し、この場合には、比較の対象である調査 I での被験者の側の、発達段階をも含めた、立体をスケッチする能力についての検討が必要である。検討の観点の一つとして、調査 I の結果から、「課題に言う立体図形が描けていないもの」などの立体図形のパターンに、その二、三の例を求めてみると、「視覚と描写とが一致し得てい

ないと解せるようなもの」、「対象としている立体が、互に垂直な正方形あるいは長方形の面によって構成される六面体であるという、その立体についての最も本質的な事柄についての認識の欠如によるものか」、そこに見られる図形には、例えば「一側面の完全な欠漏」したもので、「この種の結果は、児童の描画活動についての研究報告などにみられる結果とも共通する傾向がある。」こと、などが挙げられた。

たしかに、立体模型を机上に置いて、スケッチする場合に、その技法が未熟な段階では、被験者と対象物との相対的な位置関係によっては、三次元的な表現に、困難を伴うことがある。

事実、調査 I の結果から、「単体の立体図形をイメージによって図表現する方が、複合立体を見取ってスケッ



注) 1. 各投影図の値は、「正しい図形」のみを対象としたものである。
2. 「その他」の値は、「立体図形が描けていないもの」などを含む。

図 2 各種投影図の全図形に対する比率

チする場合に比べて通過率が高い。この傾向は学習前、学習後のいずれの結果からもみられた。」

ここに、「中学1年生段階での、生徒の立体感及びその表現能力の一面を見ることができると」のであって、こうしたことも、学習指導上の留意点とする必要があると、と指摘していた。

次に、上位4つの問題と下位2つの問題との間には、一部を除いて、いずれも有意差が認められており、下位2つの問題に対する通過率の低いことを示している。つまり、単体に比べて複合立体の場合に、立体図形の図表現に困難性がうかがわれ、特に、そのイメージによる場合には、そのことがより困難な条件となっている。

このことを、あきらかにするために、調査Iの学習前

表5-1 全問題の正描図の度数

()内%

問 題 番 号	1	2	4	5	6	3	計
正答率の順位	1	1	3	3	5	6	
正描図の度数	41 (100)	41 (100)	40 (98)	40 (98)	36 (88)	31 (76)	229 (93)
その他	0	0	1 (2)	1 (2)	5 (12)	10 (24)	17 (7)
計	41 (100)	41 (100)	41 (100)	41 (100)	41 (100)	41 (100)	246

備考；

全問題にわたって、正描図の度数を標識にして、問題間で通過率に差があるかどうかを X² 検定を行なった結果、1%水準で有意差が認められた。

表5-2 各問題間相互の正答頻度比の差の有意性検定結果

問題番号	1	2	4	5	6	3
1		0	1.012	1.012	5.325*	11.389**
2			1.012	1.012	5.325*	11.389**
4				0	2.877	8.505**
5					2.877	8.505**
6						2.040
3						

* は P<0.05, **は P<0.01を示す。

の結果（以下については図2も参照）とも重ねて比較してみると、通過率の数値とその順位に変動が見られるものの、ほとんど同じ傾向を示していることがわかる。

また、同じ難易度を、調査Iの学習後の結果からみても、全体的では5%水準で有意とならないが、各問題相互の有意差が、わずかに、上位2つの問題（問題1、問題5）と最下位の問題3との間でのみ、5%の水準で認

められていて、このようなことから、通過率の低い問題での学習による効果が一応認められたものの、なおこれらの通過率の低い問題には、形状の把握や図表現を困難にする条件のあることが、そこで既に指摘されていた。

このことを、通過率に限定して、その値が最下位の問題3を例にとって示してみれば、調査Iにおいては、グループIの学習前には、通過率がわずかに47%（ちなみにグループIIの学習前が37%）であったものが、学習後には77%まで高められており、明らかな学習効果とみるべきであろうが、未だその通過率は一般的には低い。

今回の調査IIでの通過率76%は、グループIの学習後のそれと、数値的には差のないことがわかる。

だがしかし、従前の学習指導要領に基づく指導を受けた中学1年生の発達段階においても、現行の指導要領に基づく指導を受け、中学校の課程を終了した段階においても、一般的にみた課題の難易度に照らして、複合された空間図形をイメージによって平面上に図表現する能力には、未だ不十分さがあるといえよう。

(2) 投影法の選択傾向

各問題に対して得られた立体図形のデータを、①右側面に見える斜投影図（J=0）、②等角・不等角図、③左側面に見える斜投影図（J>0）の種類に分類して示された基本図形の図1と図3に従って、分類・集計した結果は図2と図3に示すとおりである。

今、立体図形の作図の際に、立体の状態や作図場面における条件設定の差異によって、特定の投影図を用いる傾向が見られたかどうかを検討するために、X² 検定を行った。検定の結果から、全ての問題の結果について、投影法の選択傾向に1%水準で有意差が認められた。

ここでは、そうした結果を踏まえながら、投影図の選択率を各問題ごとに、「正しい図形」の度数を標識にしてグラフに表わし、X² 検定の結果と一緒に図2に示しておく。さらに、問題3と問題6に対する結果、つまり、立方体を直方体の上に積み重ねた状態のイメージによる場合と、実物を見取ってスケッチする場合の作図とを、基本図形とその選択度数によって示したものが図3である。

この図中の度数は、いわゆる「正しい図形」のみを対象としたものであり、ここでも等角図と不等角図との度数は合併されている。

この図からも、次のような特徴的な結果の指摘ができる。

① 問題1、問題2、問題3のように、立体図形をイメージによって描く場合には、斜投影図（J=0）による率が非常に高い。

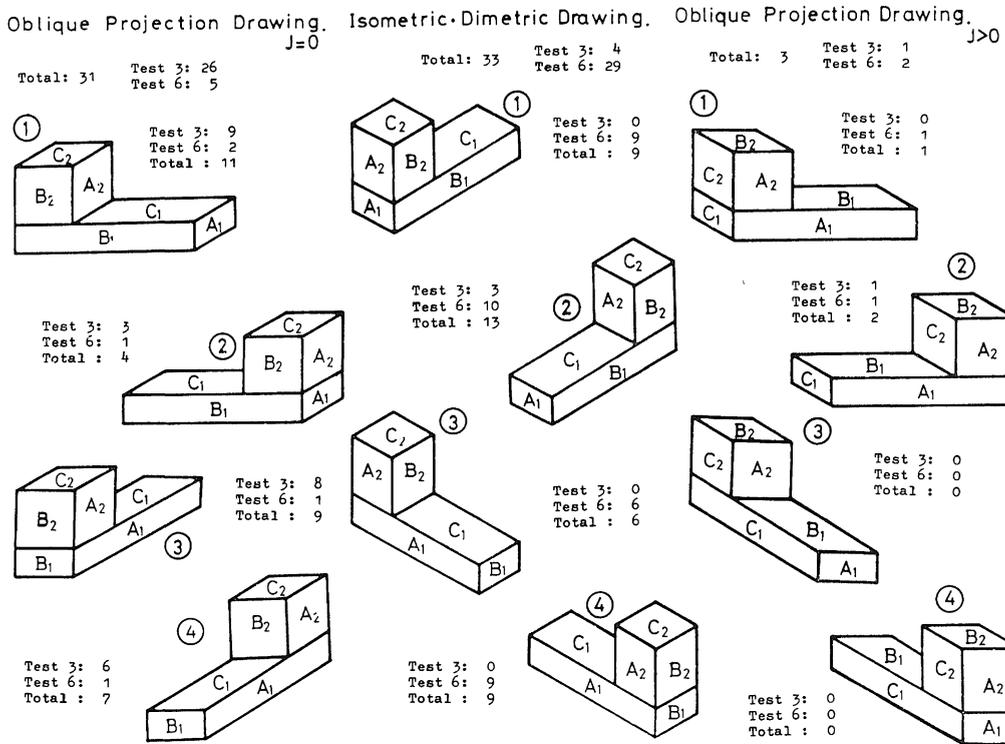


図3 複合立体の基本図形とその選択度数

② これに対して、問題4、問題5、問題6のように、立体の実物を見取ってスケッチする場合には、等角・不等角図による割合が圧倒的に高い比率を占めている。

これらの結果を、調査Iでの学習後の結果と比較対照してみると、前者の条件の場合には、全く同じ傾向がみられ、しかも、全図形に対してその占める比率の数値もほぼ等値で、投影図の選択傾向には、3つの問題のいずれについても5%水準で有意差が認められなかった。

他方の後者の条件の場合には、いささか傾向を異にしており、3つの問題のいずれについても1%水準で有意差が認められた。つまり、調査Iでの学習後の結果では、斜投影図(J=0)と等角・不等角図をほぼ同率で選択されており、「斜投影図、等角投影図による立体のあらわし方」の学習効果の影響が即効的に、そのまま明確に認められるのに対して、調査IIの結果からは、学習によって習得された知識や技能が、スケッチという活動場面で、実際の状況に即した作図法、つまり、等角・不等角図の選択と結合し、結果的にその比率を高めたものと推察される。ここに両者の特徴をみることができる。

次に、問題3と問題6に対する結果について、今少し

詳しくみてみる。(図3参照)

製図に用いる投影図においては、左側面に見える斜投影図(J>0)は一般に使用せず、斜投影図(J=0)による場合にも、図形①、図形②のように、対象物を横長に置いた状態に、更には、対象物を使用する状態、加工に当って最も多く利用する工程で、対象物を置く状態で描くのが原則である。

図中の度数から読み取れば、等角・不等角図によるものが最も多く、特に、問題6の場面で多く使用され、(29/41≒71%、調査Iの学習後では9/47≒19%以下同様に示す。)図形別でも、図形②(10例)、図形①(9例)、図形④(9例)、図形③(6例)など、全ての図形に平均している。

また、斜投影図(J=0)によるものも多く、特に、問題3の場面で多く使用されており、(26/41≒64%、35/47≒75%と問題6の場合にも27/47=58%)この投影図の場合にも、図形①(9例)、図形③(8例)、図形④(6例)、図形②(3例)の全ての図形パターンに及んでいる。

しかし、前述した、一般的に使用されない斜投影図(J>0)によったものは、問題3の場面で図形②の1

例、問題6の場面で図形①の1例と図形②の1例と、ごくわずかである。

これらのことは、従前の学習指導要領による場合にも現行の場合にも、中学校での一般的な「構想図のかき方」についての指導の展開が、先に示した斜投影図(J=0)の図形①、等角・不等角図の図形③に準じた図形を記載した教科書によって行われており、製作しようとするものの「構想図のかき方」の指導が、教科書では、本箱を一例にして、主として等角図をもとにして行われていたことによるものと推察される。

特に、調査Iの学習後では、問題3、問題6のいずれの場合にも斜投影図(J=0)の図形①によるものが圧倒的に多く、学習前と後での変容に最も顕著なものがみられたことに起因するもので、調査IIの結果からもいえることであるが、一つの学習効果とみるべきであろう。

(3) 立体図形の構成順序

立体図を描く場合に、作図の法則に従って描いてゆくと、意外に簡単に、しかも正確に描けるものである。

ここでは、単立体と複合立体の面(図形)構成の順序について、得られたデータに基づいて考察してみる。

本稿で扱われた課題に対して、斜投影図(J=0)で立体図形を作図する場合の図法の原則は、①正面図を実形にかき、②X軸(奥行きを示す線)を水平軸に45°傾けて、各頂点からひき、③X軸上での長さを実長の $\frac{1}{2}$ にして点をとる、④正面図形の各辺に平行に線をひき、平面・側面をかいて、図を完成させる、という順序になる。

前節(2)投影法の選択傾向で述べてきたように、この図法はイメージによって描く場面で主に使用されている。

構成順序で最も多い例を示すと、問題1の場合に、B(正面) \Rightarrow C(平面) \Rightarrow A(右側面)の順序で構成するものが26例 \div 74%あり、そのうち、図法の原則に従ったものが7例、それに準じたものが19例などとなっている。問題2の場合にも同順序のものが28例 \div 82%あり、そのうち、図法の原則に従ったものが7例、それに準じたものが23例などとなっている。

このように、単立体の作図の場合には、正面図を描いてから順次構成を進めるという構成順序になっており、一つの傾向とみることができる。

また、問題2の場合には、もう一つの原則、すなわち、対象物を横長に置いた状態に描くことに従った図が24例 \div 71%見られた。

問題3の場合には、面の構成順序は、多岐にわたって分散しており、むしろ、①立方体 \Rightarrow 直方体、②直方体 \Rightarrow 立方体といったように、立体ごとに構成が進められてい

る例が多い(表6参照)。このことは、問題6の場合にもいえる。

次に、等角・不等角図に関しては、図法の原則として、①3軸をきめ、②2側面をかき、③平面をかいて、図を完成させる、という順序になる。

この図法は、実物を見取ってスケッチする場面で多く使用されている。

この投影図を使った構成順序のうち、多いものの例を示すと、問題4の場合、B(右側面) \Rightarrow C(平面) \Rightarrow A(左側面)の順序のもの12例 \div 33%、A \Rightarrow B \Rightarrow C; 11例 \div 31%、C \Rightarrow B \Rightarrow A; 7例 \div 19%などとなっており、イメージによる作図場面ほどには構成順序での明確な傾向はみられない。

これを、3軸を基準にして図構成されたかどうかでみると、先ず初めに、3軸を決めているものが、12例(12/36 \div 33%)みられたが、その後の構成も原則に従って図が完成されたものは9例(25%)見られた。

問題5の場合、A(左側面) \Rightarrow B(右側面) \Rightarrow C(平面)の順序のもの13例(13/34 \div 38%)、A \Rightarrow C \Rightarrow B; 7例(21%)、C \Rightarrow A \Rightarrow B; 6例(18%)などとなっており、この場合にも構成順序での、はっきりした傾向はみられない。また、3軸を基準にして図構成されているものの例は、立方体の場合に比べて、その率は低く、9%

表6 投影図と複合立体図形の構成順序との関係

	問題3	問題6
〔斜投影図・J=0〕		
(1) 立方体 \Rightarrow 直方体	21	3
(2) 直方体 \Rightarrow 立方体	3	1
(3) 立方体・直方体が同時	2	1
小 計	26(84)	5(14)
〔斜投影図・J>0〕		
(1) 立方体 \Rightarrow 直方体		1
(2) 直方体 \Rightarrow 立方体	1	1
(3) 立方体・直方体が同時		
小 計	1(3)	2(5.5)
〔等角図・不等角図〕		
(1) 立方体 \Rightarrow 直方体	1	21
(2) 直方体 \Rightarrow 立方体	1	5
(3) 立方体・直方体が同時	2	3
小 計	4(13)	29(80.5)
正しく描けた図形の合計	31	36

注) 1. 表中の度数は、「正しく描けた図形」のみを対象としたものである。

2. 小計欄の()内の%は、正しく描けた図形の合計数を基準にして求められている。

弱であった。

このように、立体を単体で、イメージによって描く場面では、図法の原則に一応従って作図する傾向がみられ、直方体を描く場合にも、横長手に置いた状態に描くなど、原則に従った作図が多くみられた。

反面、実物を見取ってスケッチする場面では、図形の構成順序に明確な傾向がみられなかった。

3軸を基準にして図構成されているものが立方体では3割強みられたが、直方体では9%弱しかみられなかった。

次に、複合立体の図形の構成順序を、立方体と直方体との間の構成の優位性を基準にして考察してみる。

表6から明らかなように、まず立方体が構成され、次いで直方体が構成され、立体図形が完成されている。このように、上から下への構成順序は、問題3のように、イメージによって図形を描く場面でも、問題6のように、スケッチする場面にも、全く同じ傾向として認められる。その際に、立方体の図形を完全に構成し終えてから、直方体の面構成に進む場合が多い(問題3の場合; 11/22例, 問題6の場合; 8/24例)のであるが、しかし、立方体の一面から直方体の一面へ、または、その逆の場合や同時構成などの過程を経て、図形が完成される例も見られる。

そうした構成過程を分析して、指摘できることは、複合立体の場合に、図法の原則に従った図構成が、問題3でわずかに2例、準じたものが5例、問題6でもわずかに2例、準じたもの7例となっており、正しい作図方法が具体的な場面で十分に生かされているとはいえない。

こうした、作図活動の実態をよく把握し、分析した上で、製図学習の指導がなされることが必要で、今後の「製図」教育への示唆を与えるものといけよう。

V 摘 要

中学校において、現行学習指導要領が実施された、昭和56年度以降において、技術科における「製図」教育の指導が大きく変革されて今日に至っている。

そうした状況下での、現行の製図教育の現状の問題点ならびに課題点を把握し、分析、考察することによって、今後の「製図」教育の方向性について考究しようとした。その過程で、およそ次のようなことについて検討を加えた。

1° 新旧の学習指導要領に基づく製図教育の指導内容等について、比較検討を行なった。

2° その際に、製図教育の在り方の変容に起因する、幾

つかの問題点を、一つには指導内容とその取扱い及び指導に配当する授業時数等、いわば、教科運営の視点から捉え、他の視点は、現場教師の製図教育の現状に対する認識及び今後の製図教育に向けての意識において捉えている。

3° そうした、現状分析の結果、解決すべきさまざまな問題や課題が明らかにされ、それらの改善の方策を探り、今後の製図教育の充実に向けての検討が加えられた。

4° 技術科の「製図」の学習に係わる指導内容と小学校算数及び中学校数学の「図形」領域における指導内容との関連について考察を行なった。

その結果、両教科の学習の内容やねらいとするとところに密接な関連のあることが、いくつかの具体的な例示によって、改めて指摘された。

だが、技術科の指導計画作成上の留意点の中にあげられている、両教科が並行して行われることは、実際の指導の段階では、両教科の学習計画に、時期的なずれが生ずること、特に、製図関係の学習に配当される授業時数が少ないだけに、その実現が懸念される。

ただ、両教科で習得された知識や技能が、その後の学習面で、相乗的な効果を生み出すことが期待される。

5° 最後に、現行学習指導要領に基づいて、「製図」の学習を行なった生徒を被験者に、立方体、直方体の単体並びにそれらを組み合わせた複合立体を対象物に、その図形を①イメージしながら、②スケッチによって立体的に描く場面での、立体の把握、図表現の能力の実態を調べ、従前の学習指導要領に基づいて「製図」の学習を行なった生徒を被験者にして行なった調査の結果とを比較しながら考察を加えた。

その結果、いくつかの実態が明らかにされた。ここに特徴的な一、二例を示すと、

① 2つの立体を複合した空間図形を、イメージによって平面上に図表現する能力には、3割弱程度の者に不十分さが認められた。

② 立体図形を、イメージによって描く場面では、右側面に見える斜投影図による率が高いのに比べて、立体の実物を見取って、スケッチする場面では、等角・不等角図による比率が圧倒的に高い、ことなどの、分析結果が得られた。

以上、現行教育課程による「製図」教育の実情を把握、分析し、考察するとともに、現行学習指導要領に基づく「製図」学習の、今日的な問題および課題について、生徒の実態の把握、分析の過程を通して検討を加えてきた。このような結果を踏えて、今後の「製図」教育

の改善の緒を見出すべく、検討を続ける考えである。

注及び参考文献

- 1) 1984年の製図総則（Z 8310—1984）の改正により、これを受けて、JIS Z 8315—1984（製図に用いる投影法）も改正された。この規定によると、製図に用いる投影法と投影図の種類を、原則として、正投影法（正投影図）、等角投影法（等角図）、斜投影法（キャビネット図）によるものとし、特に、この斜投影法による場合に、投影図のうち、キャビネット図によることを規定している。本稿では、改正前の調査結果も扱っていることもあって、混乱を避ける必要から、敢えて改正前の用語に従っているが、今後、指導要領、指導書、教科書などの速やかな改訂が必要である。
- 2) 大國博昭：「中学校における製図学習の指導法について—立体的投影図法—」日本産業技術教育学会誌 18号, pp. 211—219（昭51）
- 3) 同上：「中学校における製図学習の指導法について（Ⅱ）—立体の把握と表現活動の実態—」日本産業技術教育学会誌 19巻, 2号, pp. 51—59（昭52）
- 4) 文部省：中学校指導書技術・家庭編, p.136(昭53)
- 5) 文部省：中学校学習指導要領 pp. 155—166(昭44) 及び中学校学習指導要領 pp. 81—84（昭52）をもとにして、筆者が作成。
- 6) 全国職業教育協会編：技術・家庭学習指導書一般編 I 男子向き 開隆堂出版, pp. 35—40（昭53）
- 7) 技術・家庭科研究会編：技術・家庭学習指導書〔上〕技術系列指導計画編 開隆堂出版, pp. 23—31（昭59）
- 8) 大國博昭, 西山昇：「新教育課程での技術教育の実態—島根県の教員を対象とした調査を中心にして—」日本産業技術教育学会中国支部第11回大会研究発表要旨集及び講演資料（昭57）
- 9) 前掲書(4), pp. 136—137
- 10) 文部省：小学校指導書算数編 大阪書籍, pp. 28—29から要約。
- 11) 同上書 pp. 155—174をもとにして筆者が作成。
- 12) 同上書, p.29
- 13) 文部省：中学校学習指導要領 pp. 33—41（昭52）をもとにして、筆者が作成。
- 14) 文部省：中学校指導書数学編 大日本図書, pp. 6—7
- 15) 同上書, p.77
- 16) 同上書, p.78
- 17) 同上書, p.87
- 18) 同上書, p.79
- 19) 同上書, p.80
- 20) 同上
- 21) 同上
- 22) 前掲書(4), p.95
- 23) 同上書, p.99
- 24) 前掲書(2)
- 25) 同上書
- 26) 前掲書(3)
- 27) 注(1)の製図に用いる投影法と投影図の種類の規定に基づいて分類するのが、正しいやり方であるが、本稿では、得られたデータを分類する必要性から、簡略的に、一般的な投影図の分類の仕方で行なった。
- 28) JIS Z 8114—1981（製図用語）の投影法に関する用語には、「等角投影によって対象物を描くとき、座標軸上の長さが実長になるような方法で描いた図。」と規定されている。
- 29) 同上の用語の規定によれば、不等角投影というのは、「3座標軸の投影の交角がすべて等しくないような軸測投影。」をいい、「これによって描いた図を不等角投影図という。」のであって、3座標軸の投影面に対する傾角によって、適正な縮み率を与えて描いた図をいうのであるが、本稿では、中学生程度の発達段階で、しかもフリーハント・スケッチによる図形を扱っているのだから、簡略的に扱った。