

研究紀要 第34集

基礎的技術の習得過程とその指導

〔1〕

—技術・家庭科における製図—

1962

新潟県立教育研究所

## ま え が き

学力と学習指導の問題は、いつの時代においても、学校教育の中心的な課題であり、切実な問題であるが、戦後の世界諸国の対立や、科学の急速な発達に伴ない、今日児童生徒の学力を向上させようとする志向は、現代という新しい特殊な歴史的時点において、一つの世界的動きとなっている。わが国最近の教育課程の改訂にも、この点が伺えるのである。

戦前の知識本位の学習、戦後の経験学習、最近の系統学習と、学習指導も目まぐるしく変遷しているが、この辺でもう一度、学習指導というものを、教育の根本に立ちかえて考えてみる必要があるのではなからうか。

さらに本県児童生徒の学力の現状をみると、毎年行なわれる全国学力調査ではおおむね全国水準を下まわっており、教育関係者のあらゆる面でのたゆみない努力にもかかわらず、それが学習効果としてじゅうぶんなみりを結ばないありさまである。これを打開し、本県児童生徒の学力向上を策する道として、直接学習指導そのものの改善をはかることは、諸他の施策とともに、一つの有力な、むしろ教育実践においては本質的な道であると考えられる。

これらの点にかんがみ、当研究所は数年来この学力と学習指導の問題をとりあげ、その研究を進めてきた次第である。すなわち、この研究は、研究紀要第 24 集にまとめた高校進学学力検査の検討をきっかけに、全教科にわたり、全所員をあげての、当研究所のもっとも中心的な研究課題となったのである。

さてこれまでわたしどもが考えてきたことを略述するならば、一 学力を向上するということは、単に知識を多く覚えるということではなく、人間の能力を培育する、教育の本質に深く根ざしたものでなければならぬであろう。今日ある教科は、それぞれ歴史的伝統の上に成立しており、それが人間形成における教育的機能を考える時、そこに培われる各教科の学力というものの特質が考えられる。その上に立って始めてそうした学力を向上させる学習指導というものが考えられなければならないであろう。

わたしどもの研究は一応このような考えの上で、昭和 36 年度は各教科それぞれその特質において独自の計画をたて、おのおのその研究を進めてきた。ただその間、常に所員全員で研究討議を行ない共同思考を重ねつつ、教科のうちだけの狭い視野におちいらぬよう留意してきた。こうして本年度研究のおおよその方向は、各教科とも児童生徒の側の研究で、いわば児童生徒が教材の内容を自分のものとして理解し、習得してゆく、その過程を分析するという仕事になった。ただその内容方法については各教科独自のものであることはいうまでもない。

ここに刊行する技術・家庭科の報告書は、以上述べてきたような趣旨にもとづいて、技術・家庭科における製図の基礎的技術の習得過程の研究の第一次報告である。

なおこの研究は、それぞれ研究協力校の絶大な協力のもとに遂行されたもので、学校長始め直接間接に協力いただいた職員各位ならびに児童生徒諸君に対し心から感謝の意を表すしだいである。

昭和 37 年 9 月 10 日

新潟県立教育研究所長 小林 正直

# 目 次

I 研究計画の概要	1
1 研究の趣旨	1
(1) 学力観の立場から	2
(2) 学習指導の立場から	7
(3) 研究の動向から	8
2 研究主題について	9
(1) 基礎的技術	9
(2) 基礎的技術の習得過程と指導	10
(3) 研究の対象と内容	11
3 研究の目的	12
4 研究の方法	12
II 製図の基礎的技術習得に関する実態調査	15
1 調査の目的	15
2 調査の内容と方法	15
(1) 学習指導要領に示された製図の内容	15
(2) 製図の基礎的技術の論理的習得構造	20
(3) この研究調査でとりあげる内容	37
(4) 調査問題作成の観点	38
(5) 調査の対象と期日	38
3 調査結果とその考察	38
(1) 問題別の結果とその考察	39
(2) 調査結果の総合的考察	85
III むすび	90

# I 研究計画の概要

## 1 研究の趣旨

昭和35年度から本研究所でとりあげている学力と学習指導に関する共同研究は、「本県児童生徒の学力を伸ばすには、学習指導をどのように改善したらよいか。」ということがその中心的な内容であり、学力を形成する中核的な地位を占めるところの「学習指導」そのものをとりあげて、これを内面的に掘り下げて行こうと考えてきたのである。

昭和36年度は、各教科別に研究を進める段階にはいったわけであるが、この研究は、こうした共同研究のねらいにそって、先に発表した研究紀要第24集「学力と学習指導—職業・家庭科編」1960年、研究集録「技術・家庭科における基礎的技術の習得過程とその指導」1961年、に続く一連の研究であり、今後3か年の継続研究としてここにとりあげたものである。

この研究紀要は、この研究の第一年次の研究結果を、中間報告書としてまとめたものである。したがって、この研究の現段階においては、直接学習指導そのものをとりあげるといふより、むしろ真の学力を培う望ましい学習指導の仮説をうちたてる基礎作業として、まず生徒の側から学力の形成過程—学習内容としての生産技術を習得する過程—を分析し、その様相を明らかにしようとしたものであって、具体的には技術科の学習内容(製図分野)を生徒が自分のものにしてゆく習得の過程、いわばその際の心的過程を明らかにし、そこに真の学力を育成する学習指導上の重要な契機をつかもうとつとめたものである。

この研究結果は、現場の明日からの学習指導にただちに役立つものとは考えていない。さらに、第2年次、3年次の研究を経てはじめて「学習指導の改善」という最終的な課題の解決に到達できるであろうことを予想しているわけである。したがって、この研究は、技術・家庭科学習の望ましい指導過程(仮説)ができて、これを授業の場で検証する第2年次以降においてはじめて現場の実践の改善に役立つものとなり得るであろうと考えている。

しかし、「研究は、今直接生徒の学習に生かされないかもしれない。しかしこれは教育の基底的な研究であり、教師の糧となりやがて生徒に還元される」という言葉によって、この研究紀要の弁解に充てようとは考えていない。われわれはこの研究を始めるにあたって、われわれの研究は何のためのものであろうか、それは生徒の生産技術的経験を拡充深化し、生徒の技術的能力を培い、生徒の幸福を実現してやることができるものであろう、ということを常に考えながら研究を進めてきた。

すなわち、毎日生徒に接して営まれる教育実践と深く結びついた研究であるかどうかと、たえず反省をしてきた。

新学制になり(昭和22年)、「職業科」が必修教科として発足して以来、「職業・家庭科」を経て昭和37年度より「技術・家庭科」として新発足することになったが、この間教育界においては、教科の性格や内容についての理論的研究がその中心的な課題であった。

今日なお、この教科の性格論や内容論に、ひいては中学校の技術教育のあり方に問題が残されている。もちろんわれわれは、こうした理論研究の重要性はじゅうぶん認めているが、少なくとも教育実践の場にあるわれわれとしては、もっと現場的な課題意識のもとに、地についた教育実践が問題にされるべきではないかと考えてきた。いうならば単なる「何を」の研究にとどまる段階でなくて、「何故にいかにするか」

というその段階で教育が問題にされなければならない。

「何故に」という実証的、科学的根拠に立って、「いかにして」という方法的な指導の場を対象としたところの研究は、何をにおいてもわれわれが取り組まねばならない研究分野であろう。われわれが学習指導の研究といってもその分野はかなり広い。そこでわれわれは、「いかにするか」という学習指導の方法的な研究への準備段階として、「何故に」という実証的な段階の研究をまずとりあげたのである。

「これこれのことは、このような場においてはこのような傾向が多い」。故に、「これこれの指導はいつ、このような場で、このようにしてやれば、このような力となろう」という、学習指導の場における主体と客体の関係的構造が明らかになるならば、教師は「こうあるためには(学力)、何を(内容)いつ、どこで(環境)、何故に(生徒の模態)、どのようにしてやればよいか(指導・学習)」ということがはっきりするであろう。

これらの点が究明されない限り、いつまでも学習指導の改善は進展しないであろう。したがって学習指導は、各教師個人の勘や経験によって行なわれ、力動的な展開は困難であり、学習指導の科学化、一般化はいつまでも期待できないことになる。これこそ現場の教師に課せられた研究の場であるといえよう。

以上のような問題意識にたつて、技術・家庭科における学習指導の改善をめざしつつ、その研究への準備段階として、前述したように「何故に」という面の研究領域をとりあげたのである。

研究の主題やその設定の理由、具体的な研究の方法は後述するのでご検討願いたい。

われわれの研究は、まことにささやかなものであり、研究の方法も厳密さに欠け、推論にしても何かと問題は多いであろう。したがってこの程度の研究から学習指導のとびらを完全にあげるとか、学習指導の全般を云々しようとはもちろん考えていない。

また、この研究から直ちに学習指導上のある問題点についての結論がでるとも考えていない。われわれの研究は、いうならば学習指導上のある一部分について、すなわち「何故に」という視点で生徒の側に立って、技術の習得過程の一般的な傾向について多少わかる程度かも知れない。

ただ、この研究を通して願っていることは、このような学習指導への改善研究が、現場教師に大きく期待されている研究として、また、同じ教育現場の仲間として共に開拓し、共に研究推進がなされるならば何よりの喜びと考えている。

この研究は、技術・家庭科の学力の効果的な育成のために、生徒に習得される基礎的技術を能力化するような習得過程を指導との関連において明らかにし、究極には指導理論の構成と指導法の樹立を意図している。ところで、このような研究をとりあげた理由はどこにあるか、一応略述したが、さらに技術・家庭科の学力観、学習指導、教育研究の動向の三つの観点から、この研究の趣旨をよりいっそう明確にしたいと考える。

## (1) 学力観の立場から

この研究は、われわれの考える学力や学習指導に対する見解と、県下中学校の生徒の学力や、現実に行なわれている各学校の学習指導の実態を考えあわせてみたところにその出発点がある。したがって、技術・家庭科学力の向上のために、学習指導法の研究をとりあげるとき、われわれがどのような学力観に立って、どのような学力の形成を意図しているかという問題は、この研究の基点でもあり、この研究

の質的な性格にもかかわる重要な問題である。

なお、この教科は、生産技術教育の立場から戦後に誕生した新しい教科であり、いまだにその性格や目標、および教育内容上に多くの問題が残されている。こうしたことから特ここにおいて、われわれの基本的な学力観にふれておく必要があろうと考える。以下技術教育の変遷のあとをたどりながら学力観についてふれ、この研究の基本態度をよりはっきりさせたいと考える。

## 1 技術教育の変遷と学力

いま、家庭科はしばらくおき、技術(家庭)科について考えるわけであるが、過去の技術教育は普通教育と対立する、単なる手労働と勤労愛好の精神教育とにむすびつけられた職業的技能教育に発し、「実業教育」・「職業教育」という用語の示すように、職業準備教育としての性格が強かった。また、これを性格や内容からその傾向をみると、(1)実業教育的立場、(2)作業教育的立場、(3)職業指導的立場などそれぞれ特色はあったが、全般的にいてそこでねらう学力は、低次な特定の技能の習得と勤労愛好の態度育成にあったといつてよからう。

それが近年になり、現代に生活する人々にとって現代の生産技術の基本に関する理解をもつことは、一般教養として欠くことのできないものであるという考え方が強まり、職業・家庭科を経て今回改訂の技術・家庭科にいたり、ようよう、普通教育としていかなる進路を選ぶ生徒であろうと現代の生産技術を理解し、活用する能力や近代技術に対処する態度を育成するということがその中心的なねらいとなった。

学校教育では、達成しようとする学力の発達が目標として設定されるのが普通であるから、ここであらためて、「職業科から技術・家庭科へ」の歩みにそつて、中学校の技術教育をふり返つてみて、その性格や目標の規定の仕方の経緯から、その学力観の検討を試みることにしよう。

(1) 新学制の中学校において職業科は必修教科として位置づけられ発足したが、教科内容の構成そのものは戦前のそれと全く同一な、農業、商業、工業、水産、家庭を総括したにすぎず、実質的には特定の職業についての専門的知識、技能の習得の方向であった。それは、けっきょく一般教育の教科としての職業科の性格、目標が明確にされなかつたことにあるといえよう。

(2) そうした職業科の性格、目標の規定がはっきり示されたのは、昭和24年5月の文部省通達である。

「必修教科としての職業科は、特定の職業についての専門的な知識や技術の教育をするのではなく、全生徒に社会に必要な各種の職業についての基礎的な知識技能の啓発を主眼とする」と規定し、職業科のもつ一般教育的意義を明らかにした。ここにおいて、職業準備的な、特定の職業の知識、技能の習得という目標(学力)から、社会に必要な各種職業についての基礎的知識・技能の啓発という目標(学力)へと発展したのである。

しかし、これも学習内容の面では、職業指導的色彩が強く、啓発的経験——試行課程——を与えることを主眼とする、要するに各種の職業的経験を課し、個人の興味、関心、適性能力を啓発するという方向にそつていった。

(3) 職業指導的トライアウト・コースの行過ぎはまもなく是正された。そして昭和26年12月にはじめて職業・家庭科の学習指導要領がだされた。ところがこの指導要領は、はじめから性格、目標、内容についていろいろな論議があり、1年とわずかにして中央産業教育審議会により、その性格や目標と、つづいてその教育内容について批判的な建議がなされる結果にいたつた。そして改訂されたのが

昭和32年度から実施の学習指導要領である。

・「職業・家庭科の目標は、家庭および社会の一員として、その家庭や社会の発展のために力を合わせることの意義を自覚し、それに必要な知識・技能・態度を身につけ、みずからの能力に応じた分野を受け持って、その力をじゅうぶんに発揮するようになる」……とする昭和26年度学習指導要領。

・「日本の国民経済および国民生活に対する一般的な理解を養うとともに、共働的な労働を重視して技術的・実践的な態度を養うことを理想とし、そのための手段となる基礎的な技術や基本的な活動は国民経済や国民生活の改善向上に役立つものをもってしなければならない」……とする中産案の建議案。

・「職業・家庭科の目標は、われわれの生活に必要な知識・技能・態度を身につけ、家庭および社会の一員として、その家庭や社会の発展のために力を合わせることの意義を自覚し、みずからの能力に応じた分野を受け持って、その力をじゅうぶんに発揮し、職業生活・家庭生活の改善向上を図るようにならせることにある」……昭和32年度改訂学習指導要領。

以上の3案にみられる教科の性格や目標についての見解から、それぞれ達成しようとする学力とそのねらいがうかがい得るものと思う。(注1)

中学校における技術教育は、以上のようにめまぐるしくその性格や目標(学力)が変転して、戦後10年間に5回も変更のうきめをたどってきた。さてわれわれがここで問題にしようとすることは、そうした実情のなかであって、現場はどのようにこれらを受けとめ、どのような学力観にたって毎日の授業を進めてきたかということである。思えばこの変転期における現場の研究方向は、変転する教科の性格や目標、内容の論議に明けくれて、生徒の身につけてやるべき学力の研究まで手がとどかなかったというのが実情だったともいえる。

産業教育振興法による研究指定校が、技術教育の先進校として各地で研究成果を発表してきたが、その内実には指導計画づくりと、施設設備の充実に追いまわされ、学習指導の改善的研究はあまり見当らなかったようだ。たしかに、先進校においては、その時々々の学習指導要領の改訂に即応して、これを忠実に受けとめ、教育計画に望ましい学力育成の設計図は描かれていた。しかし、日々の学習にまでそれが反映され、生徒の学力として現実化されていたかという点、実は疑問がある。いかに目標が改変されても、内実には10年1日の如く、職業準備教育的な「技能」習得の実践であって、たんに定型的な一定の手法——やりかただけを習得させる方向ではなかったろうか。(注2)

なるほどその間、内容面では一般教育における技術教養教科としての観点で、職業準備の専門的内容から——「実生活に役立つ仕事」中心へと内容編成も変ってきた。さらに進めて、教育的に意味のある仕事(代表的なプロジェクト)だけを重点的に学習させようとする方向に発展し、方法的にも、職業分析にもとづく効果的な学習指導法の研究もみられるようになった。しかし、いぜんとして技能習得中心の学力観からぬけ出し得なかったとみてよからう。

これは、知識、技能の要素的学力観ともよぶべきものであって、技能、技術的知識や社会的経済的知識のそれぞれを要素的に分析し、それを習得させるという形態である。

もちろん、終始、勤労愛好の態度育成に徹した実践は残っていた。

さてわれわれは、一応こうした中学校の技術教育の変遷の過程をよくみつめ、その反省のうえに立つてこの研究の方向を見誤らないようにつとめてきた。

われわれの研究は、基礎的技術の習得という側面から学力形成の過程を明らかにしようとするねらい

をもつものであるが、基本的にどのような学力を想定しているのか。このことを明確にするのが実はこの論稿の課題であるわけで、したがって、われわれが基本的な点でそのよりどころとしている技術・家庭科の学習指導要領についてつきに検討してみなければならない。

「職業・家庭科は日本の国民経済・国民生活の改善向上に役立つ〈基礎的技術〉の習得をめざすべきである」という中産審の建議が、今日の技術・家庭科の学力(目標)の基点となつたとみてよからう。もちろん、科学技術教育の立場からも職業・家庭科は注目をあび、技術・家庭科へと発展したことはいうまでもない。

それではつきに技術・家庭科の学力について試みることにしよう。

## 2 技術(家庭)科の学力

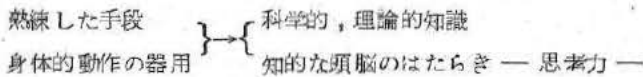
### (1) 科学技術教育的視点からみた技術・家庭科の学力

科学が急速に進み、技術がたえず革新されていく今後の産業社会においては、青少年にいかなる知識や技術能力が要求されているか。

- 1. 労働・生産の性格 — たえず変化していく。
  - 労働者の職能 — 根本的に変わっていく。
  - 筋肉労働 — 知的労働

こうした変化に対処できる技術的な適応能力が必要である。

- 2. 生産の方法・組織 — 高度化し、新しい技術の基礎的知識が要求される。
- 3. 科学や技術についての知識の必要が増大し、新たな判断能力と行動のしかたが要求される。



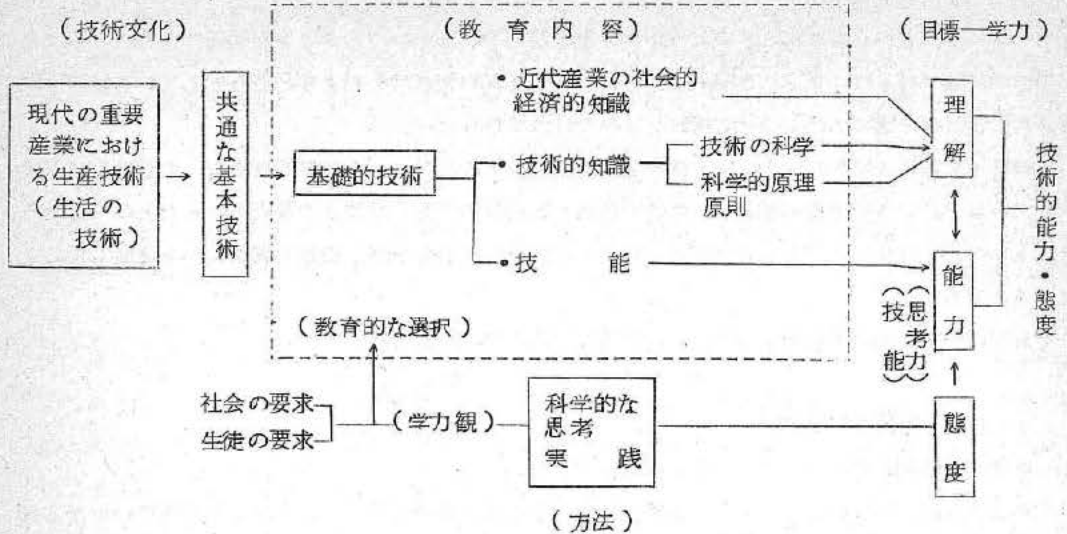
以上のことからわかるように、科学と技術が急速に進展するにつれ、そこで必要とされる技術や能力は根本的に変わってきた。こうした新しい技術の時代に対応する技術教育は、たんに技能習熟の訓練だけでは不可能であって、科学や技術についての理論的知識の習得がより重要になってきた。(注3)

### (2) 学習指導要領にみられる技術・家庭科の学力

中学校の技術教育は、一般普通教育として現代生活に必要な諸能力を養い、併せて将来分業としての職業教育を受ける素地を培い、かくして現代人としての人格形成をめざすものといつてよい。いわば、未発達な生徒の生産技術的な諸能力を育て、今日の人間として必要な豊富な経験をもたせることである。このように技術教育は新しい技術革新の時代に即応して、科学、技術についての知識と能力の水準を高めていく目的をもっている。技術(家庭)科はこうした目的を達成する教科である。では技術・家庭科の学習指導要領においては、どのような知識と能力の育成をめざしているのだろうか。その目標を分析することによりめざす学力について検討してみよう。



— 技術（家庭）科の目標（学力）について —



技術（家庭）科の学力について、図式的にその構成要素やその関連を示したが、実はそれらは現実の社会によって規定されてくるものであり、教育観の相違によってもそれぞれの強調のしかたがらがってくるのである。たとえば、現状維持の保守的傾向をもつならば、批判力が発達することは強調されないし、指示に忠実にしたがう態度が発達し、技能の熟練することが重視されるということになる。（注4）

技術・家庭科学習指導要領にみられる学力は必ずしもこの図式と一致しないが、いま、技術（家庭）科の目標について考えた場合、「基礎的技術」の習得という目標が中核になるということについては誰も異論はないであろう。

人類の既有的の経験（生産技術文化）を教育的に組織だて、教育内容として厳選された「基礎的技術」これを習得させるという形でこの教科の学習が行なわれるということも事実である。

したがって、そこでめざす学力の発達のすがたは、特定の技能の習得でもなく、勤労愛好の態度育成の強調される方向でもない。

基本のねらいは、「基礎的技術」の習得であり、技術的な能力の発達のすがたである。「技術科の基本目標が基礎的技術の習得にある以上、技術科で生徒の身につけてやる学力とは技術的学力である。いかえれば、自己の欲求を充足するために事物の客観的法則を目的的につかって物を生産する能力である。（物を生産するために客観的法則性を意識的に適用して仕事のやれる、そういう総合的な有能さとしての能力が、技術的能力というものであって、）それは技術的知識だけから成り立つものではない。ましてや、客観的法則性の認識をふくまない、あれやこれやの現象的な知識を物の生産や人間の労働にもっていても、それをもって技術的学力とはなしえない」（注5.）といわれるが、全くそのとおりである。

われわれは、基礎的技術は技術的知識と技能とからなりたっていると考えるが、知識の個個に習得されたものや、たんに身についた要素的技能そのものが即学力とはいえない。それらが実践的生産学習を通して一体的に身につくその過程でつかわれるであろうところの技術的能力が実は学力なのであろう。したがって、習得された学力は個人のなかに生きて働く力として、人格を形成するものでなければならない。

また、技術（家庭）科の目標は、基礎的技術の習得という基本目標のほか、近代技術の社会的な諸

関係の理解や技術的、実践的態度の面も重要な側面としてあげられている。

技術（家庭）科の目標（学力）としてあげられているこれらの各側面を、学習の場でどのように統合し、技術的な能力・態度にまで高めるか、すなわちどのようにしてそれらの学力を形成するか、またどのように形成されるのか、ということの究明が実はこの研究の最終目標なのである。

さて、われわれは以上のような目標観、学力観にたつて、その学力の形成の過程を確かめようとするわけであるが、この研究では、そのせまり方として「基礎的技術の習得」という観点から、技術（家庭）科学力の形成過程を明らかにしようとするものである。具体的にいうなら基礎的技術の構成要素である技能や技術的知識を、どのような形でどのような習得のさせかたをしたら、真の技術が習得され技術的能力が形成されるのか、いわばこの点を生徒の側にたつてその習得の様態や過程をみてゆこうとするものである。その際、技術的な知識の理解や要素的な技能が、別々なものとして生徒の身につく様態をとらえる方向ではなく、実践的な生産学習を通して一体的に身につく様態をとらえ、指導との関係において究明したいと考えている。

## (2) 学習指導の立場から

### 1 職業・家庭科における学習指導の現状

いま、技術（家庭）科の学力についてみてきたが、この学力が真に生徒の身につき生きて働く力となるための必要なくふうをどうするか、そこに学習指導の問題がある。

では、今まで現実に展開されていた職業・家庭科の学習指導は、はたしてどのようなものであったらうか。そこにみられる指導上の問題点についてつきにあげてみよう。

- (1) 技術を固定的、形式的なものとしてとらえ、特定の技術を内容としその習熟に中心をおく指導で、生徒の問題意識の構成というような考慮ははられていない。
- (2) 生活の技術に中心をおき、多面的な技能の習得が重点となり、技術やその基礎となる技術的知識の系統的な理解への筋道が弱い。

教材にもよるが、特に電気・機械の分野においては、もはやたんなる手先の器用さや熟練だけでは解決できず、なんとしても電気や機械についての科学的な知識を習得させ、それを生産や生活に活用するという思考の発達ということが重要となった。

- (3) 理論的な学習と実習（生産的実践）とが分離した形で学習がなされている。  
実習は — 要素的な技能の習熟、一定の固定的手法による製作、操作訓練  
理論学習は — 知識のつめこみ  
理論と実践、知識と技能の一体的なものとして学習させる過程はどうあるべきかの追求がたりない。
- (4) 実習は各教科で学習してきたことがらを技術的学力へむかって結集し、総合し系統的な学習活動に組織立てるくふうがなされていない。その反面、関連する他教科においても学習した知識、技能が、職業・家庭科の学習に活用されるよう意図的な配慮がなされていない。
- (5) 技術学習は、科学的な理論のうらづけとともに、操作、製作の数格な規格とその過程が大切である。しかるに実習の段どりや運び方、作業動作の指導についてはあまり考慮ははられていない。  
これらの問題点は、いわばこの教科のわかさからくる目標、内容、方法論などが確立されていなかったことにもよるが、指導技術・方法の科学的実証の不足を示すものである。われわれはこのような現状

から、技術の指導の教育科学的な理論と実践の体系を樹立したいと念願し、基礎的技術の習得、その指導に関する研究と取り組んだしだいである。

## 2 技術・家庭科の学習指導

技術・家庭科の学習は、実践的な活動を通して基礎的技術に関する知識と技能を習得するという形でおこなわれる。このことは前に述べたとおりであるが、教科の目標が基礎的技術を習得させるとともに近代技術の理解とこれに対処する態度能力を育成するにあるとすれば、技能の習得のための練習といったことに中心をおくよりも、目的物を一定の計画に従って製作したり操作したりする実践過程において論理的な思考の陶冶と実践的な能力の育成をはかるといった学習指導が実は重要となってくる。

学習指導要領においては、問題解決のためのプロジェクトの作業を展開し、計画、設計、製図、製作評価の段階を一貫して指導するということが基本になっている。

従来技術学習では、基本的な考え方として、技術的知識を理解させることによってその結果が行動に生かされるという考えで、また反面知識と対立した意味で、技能とか行動を抽象して考えていたようである。そのそこには、知識と技能（行動）を二元論的にみる考え方があったからで、いまわれわれが技術の形成（基礎的技術の習得）を考える場合、それは具体的には行動としての技術そのものの形成であって、知識は行動的な知識であり、行動は知識的行動であるという、知識と行動（技能）は一つのものとして形成されるという考え方にたつべきものと考えている。

したがってわれわれの考える基礎的技術の習得の方法は、技術的な行動のないところに技術的知識の教育はなく、技術的知識のない技術的行動もないという一元的な考え方に立つての学習指導を予想しているのである。そこにおいて、基礎的技術の学習をすすめる場合、技能と技術的知識を学習の場でどう結びつけるかに学習指導上の大きな問題がある。

われわれの研究の課題もこの点にある。技術的な知識を理解する側面と、技能を習得するという側面との関係が学習の過程においてどのような関係にあるべきであろうか。どのような統一的関係にあったならば技術的能力を高めるという、いわゆる学力形成の方向に進むものかということである。この研究はこうした立場において、その両者の関係や一体的な習得過程の姿を生徒の側にとって明らかにしようとするものである。

### (3) 研究の動向から

中学校の技術教育における今までの研究動向は、どちらかといえば教科の性格、目標、その内容など教科の本質的理論面の研究がその主流となっていた。それはこの教科の性格が確立されず、たえず改変されてきたところのこの教科の特殊事情にもよるが、学習指導を担当する現場においても、指導計画案の作成と施設・設備の充実に追われ、学習指導そのものの改善研究の動向として、学力の形成過程そのものを明らかにし、日々の学習指導をどのように改善したらよいかの方向に進められている。

一般教育における技術教科として技術・家庭科が誕生し、技術教育の学習のすじみちが一応安定するに及んで、この教科の研究の関心もようやく学習指導の改善の方向にむいてきたとみてよからう。

当研究所の技術教育関係の研究の推移も技術教育の現状や問題点の分析調査・施設・設備の実態調査やその改善といった調査研究の方向から、「学習指導」の改善研究の方向に進められてきた。一中学校

このように研究の動向は，学習指導そのものに視点が向けられてきた。われわれもこの学力研究において，どのような学力がどのようにして形成されていくのかという，学力の本質的な形成過程を明らかにして学習指導の改善をはかろうとするものである。実は学力の質と量は多様であり，教科により特有の学力の構造をもっている。われわれはこの教科の学力の全体構造をよくみつめながら，具体的には基礎的技術の習得がどのようになされ，生徒の身についていくのか（学力の形成）を指導との関連において検証し，そこから学習指導上の問題点を明らかにして，学習指導をどう改善していくかの基礎資料をえようとこの研究をすすめてきたしである。

## 2 研究主題について

### (1) 基礎的技術について

基礎的技術とは何か，「中学校技術・家庭科指導書」では「現代の産業や日常生活を合理化し，能率化し，さらに改善し向上しようとする場合に，それに必要な近代技術のおもなものについての基礎となっている技術」とみている。

また，「職業・家庭科指導書」では，「自然科学や社会科学的基礎の明確なもので，わが国のおもな産業分野における技術の基礎をなし，またわれわれのふだんの生活を科学化，合理化するうえで役立つようなもの」と概念規定をしているが，必ずしも明確ではない。しかし大切なことは，基礎的技術といわれるものが技術教育の中へどのように位置づき，教育的にどのような働きをし，最終的には人間形成にどのように作用するものなのかということである。

この観点から考えると教育内容としての基礎的技術は，あらゆる生産技術の総体ではなく，わが国のおもな産業分野において必要な技術で，しかもそれらに共通的な要素をもつ技術で，これを教育的な観点から選定した，すなわち「基礎的技術」である，と考えてよからう。

教育内容としての選定上の観点からみた基礎的技術の規定は以上のほかに，

- 1 自然科学，社会科学的な基礎の明確なもの。
- 2 現代産業や国民生活を改善向上するに役立つ基礎となるもの。
- 3 近代産業についての一般的理解をあたえるための基礎となるもの。

といった観点からも選定されるものといえる。

また，技術教育の方法上の観点からの基礎的技術の規定は，(1)「技術」教育の対象であって，「技能」教育の対象ではない。(2)科学的，客観的法則を理解し，それを意識的に適用する立場に立つ技術。(3)総合的技術の教育であって，「要素的技術」の教育を対象とはしない。(注6)

これらの観点から選定された基礎的技術は，それはもはや職業準備のための技術教育ではなくて「人間形成のための技術教育」の立場の対象としての基礎的技術であるとする。

こうして選びだされた技術内容であるとするれば，あえて基礎的技術とよばなくとも，たんに「技術」とよんでもよく，また，「科学的技術」といってもなんらさしつかえないと考えている。しかし，技術・家庭科における基礎的技術とはこういうものだ，と一概に規定することはむずかしい。それぞれの技術分野により特有の内容と成立構造をもっている。したがって各分野ごとにそれぞれ具体的な形で

とらえることになろう。1例として、製図に関する基礎的技術を考えてみよう。

- 構想した物体を、一定の約束にもとづいて平面上に図形として正しく表現したり、読んだりする技術。ということになる。

さらに具体的に、木材加工、金属加工の工作において、つくろうとする物体を、構造、機能、材料などにもとづいて設計したものを工作図として描図（読図）の技術。

- 簡単な機械要素について描図（読図）の技術。

以上のような形でとらえることになる。

さらに教育内容としての基礎的技術をおさえるには、それを構成する要素としての技能と、科学の原理や法則、技術の科学、つまり技術的知識とを見定めることが必要になる。いわゆる経験的側面を構成する技能と、知識的側面を構成する技術的知識とを見定めることである。

この技能と技術的知識が、実践的活動（プロジェクト）を通して一体的に学習され、基礎的技術が習得されることになるのである。（技術教育における、技術と技能、および関係知識の関連、その教育的な機能などについては、研究紀要24集 学力と学習指導 職業・家庭科編参照のこと）

われわれの研究は、生徒の認識を感性的な技能の段階から、理論的に技術の科学によってうらづけられ、一段と高められた技術の段階にまでひきあげる過程にこそ教育的な意味があり、その高まる発展的過程を本質的な学力形成の過程からみて、明確にしたいと考えるのである。

## （2） 基礎的技術の習得過程と指導

すべて技術の習得は、技能的な経験から出発するとみてよかろう。器具、用具を使う技能的な経験を手がかりとして、それに便い方、手順の関連知識、さらに科学や技術的な知識の理論的うらづけが加わることにより、要素的な技能の段階から、総合的な技術へと高まってゆくものとする。知識としていかになすべきかを知っているといっても、それはまだなし得ることを意味しない。したがっていかに客観的な法則性の知識を物の生産についてもっていても、技能的行為を欠いては技術の習得へは進み得ないものである。このことは技術学習の特色であり、知的教科と同一に学力を論じられない根拠でもある。

したがって、技術の習得をめざすこの教育において、科学や技術の法則、知識の理解をぬきにして何かの製作の手法、やり方（技法）の習得が行なわれたとしてもそれは技術の学習とはなり得ない。同様に、生産の実践における技能的行為をぬきにして、いかに科学や技術に関する知識を理解させたとしてもそれも技術の学習とはいえないであろう。

この研究では、こうした観点から、経験的な側面を構成する技能と、知識的側面を構成する技術的知識とが一体として学習され基礎的技術が習得されるという立場で、いわゆる生徒の認識を感性的な技能の段階から、理論的に技術の科学によってうらづけられ、一段と高められた技術の習得にいたる過程を明らかにすることを目的とするものであるが、まず、技能や知識がどのような関係においてどのように習得したらよいか、またどのように身につけているのかの構造をみきわめ、つぎにそうした技術習得に至る過程をとらえるということになろう。われわれは前者を基礎的技術の習得構造とよび、後者を基礎的技術の習得過程とよぶことにする。

技術・家庭科において、生徒が習得すべき基礎的技術内容はすでに学習指導要領に教育的選択と配列の結果が示されている。他の教科のように体系順序は明確でないが一応身につけさせるべき基礎的技術の理論的な習得の体系（構造）は規定されているとみてよかろう。いま、そのようなめざす習得の構造に

生徒の技術習得の構造をできるだけ近づける過程を基礎的技術の習得過程とみるなら、それは同時に指導過程であるとみることでもできる。

われわれの研究も、生徒の側からどのような習得過程をたどるかみようとするものであるが、指導を離れて、生徒のあるがままの技術習得の過程をみるというのではなく、いわば、基礎的技術の習得内容(技能、技術的知識の関係)に即し、生徒の発達段階に即した望ましい習得過程の原型を確かめようとするものであって、これを裏がえせば望ましい指導過程についてみようとしているともいえる。

いま、教師のはたらきかけ(指導)の側から習得過程(指導過程)をみてるならば、生徒に習得させようとする基礎技術はどのようなものか、どのような構造(知識・技能)をもつか、それを習得させるためにどのような順序でどう組織したらよいか、どのような方法で提示し助言し指示するかなど、一応理論的にその過程を予想し(習得過程の仮説)指導することになる。しかしその過程はあくまでも教科の論理的な面が強く働いてくるであろう。生徒の習得過程は、こうした教師のはたらきかけのもとに進行する過程と考えるが、その習得過程は生徒個個により必ずしも同一ではない。生徒の性格、知能、環境など生活のちがいにそれぞれの見方、考え方、行動のしかたで、その技術教材にたち向って、これを自分のものにしてゆこうとする。われわれは、こうした生徒の側から習得の過程をできるだけ内容に即してつかみ、しかもその獲得傾向から、習得過程の基本型といったものをつかみたいのである。

また、生徒が技術教材にたちむかって自分のものにし、さらにより高い段階にすすむ過程でその生徒のちに働いている方はどのようなものなのか、などもつかむことによって指導の有力な手がかりをも捉えようと考えている。

これらの結果を、教師の指導の過程に反映させ、より生徒の生活の論理を尊重した指導過程を改善し(習得過程の仮説修正)、これを学習指導の場へ適用することにより、学習活動をより本質的な学力形成過程の方向に近づけたいと考えるものである。

### (3) 研究の対象・内容

この研究では、以上述べてきた趣旨で明らかのように、技術(家庭)科の基礎的技術の学習における習得過程について、その習得内容に即し、生徒の発達段階に即して具体化しその基本型を明らかにすることにねらいがある。しかし、技術(家庭)科における基礎的技術は、その基本的分野の各領域によりそれぞれの特質をもっている。すなわち、各領域はそれぞれ独自の組織と体系をもつ技術学(工学)を背景としてなりたっている。(注7)したがって基礎的技術の習得過程を明らかにするといっても、それぞれの特質によってちがってくる。

技術(家庭)科の基本分野は製図、木材加工、金属加工、栽培、機械、電気である。これらのうち今回は、製図分野における基礎的技術について、その習得過程を明らかにすることとした。今後、機械、電気、金属加工についてとりあげる予定であるが、つぎに製図分野をとりあげた理由について述べよう。

1. 研究の趣旨(1)でも述べたように、この教科の変遷は技術・家庭科にいたるまで絶えずその性格、目標が変更され、したがって内容も安定しなかった。そうしたこの教科のなかにあつて製図の分野については、基礎的技術の構成や具体的内容の設定は他の分野に比較してはやくその成立をみた。
2. 技術教育の教科である性格からして、学習指導上施設・設備の内容充実のちがいは、生徒の技術習得の構造に根本的な差異を生じさせる。その点、製図は、施設・設備の充実は経済的にも容易に内容的に差が少ない。

3. したがって、この分野の学習指導実践の現状は他の分野に比較して実践校の割合は高く、その実施経歴も長い。
4. 製図の基礎的技術の論理的習得構造は、割合にすっきりしていて分析しやすく、また発展的な系統性もとれやすい。したがって研究作業も比較的容易であると考えられた。
5. 製図は他の全分野に共通的に関連し、特に製作学習分野と関連が深くその学習上欠くことのできない基本内容である。

以上の理由によって、製図分野の基礎的技術の習得過程をとりあげることとした。

製図の基礎的技術は、「構想した物体を、一定の約束にもとづいて平面上に図形として正しく表現したり、読んだりする技術」ということになる。これを具体的にいえば、

(1) 物体(立体的)を、技術的な法則(画法幾何の技術学)にもとづいて平面上に図形として表現する力。

(2) 表現された図面をよみとる力。

(3) 構想した物体の構造、寸法、材料などを一定の約束にもとづき正確に図面に表わし、また他人の図面からそれらを読みとる力。

として発展的にわけてみることができる。

この研究紀要は、日時の関係で第一次作業の(1)、(2)の項を中心に、その習得過程についての中間報告書としてまとめたものである。

### 3 研究の目的

研究の趣旨で述べてきたように、「生徒の技術的な学力をのばすには学習指導をどのように改善したらよいか」という問題意識からとりあげたのがこの研究である。そのねらいとするところは、それぞれの項で一応ふれたが、あらためてこの研究の目的を要約して示すとつぎのようになる。

#### 目的

技術・家庭科における製図の「基礎的技術の習得過程」について、指導との関連で、教科の論理と生徒の発達段階に即した望ましい習得過程の基本型を明らかにし、製図分野の学習指導の改善の基礎資料を得ようとする。

#### 具体的目標

1. 製図の基礎的技術の習得内容の論理的構造からみて、生徒の意識化されている習得の様態を明らかにし、その問題点を明確にする。
2. 基礎的技術の習得の構造についての第1次結果をもとに、その習得過程の仮説を設定し、この過程で指導実践しつつその場でさらに習得過程上の問題点を追求する。
3. 習得過程の第2次仮説をたて、指導の場においてたしかめ、さらに過程と指導上の留意点を明らかにする。

### 4 研究の方法

この研究は、基礎的技術の習得過程の基本的な型を明らかにし、その学習指導を改善するにあるが、

その目的達成のための方法、手順はどのようにしたらよいであろうか。まず考えられる方法としては、指導の場において観察記録をとりつつその指導過程を問題にするやりかたがであろう。しかし、この方法は学習指導の場のいろいろな条件がからみあってきて、こうした集団の場で生徒の習得の様態やその過程をとらえるということは方法的にもむずかしい点が多いであろう。したがってわれわれはつぎに考えられる方法、すなわちはじめに基礎的技術習得過程の仮説を設定し、それにそって実験的な学習指導を実施しながらその場で仮説を修正しつつ、習得過程の原型を明らかにする方法、これをもとにしてこの研究をすすめようとするものである。

さて、研究の第1段階として、仮説を設定するための基礎資料を得ることを当面のねらいにおいて作業に着手したのである。生活や学習経験の結果、生徒に意識化されている技術習得の様態、構造をたしかめ、それを資料として習得過程の第1次仮説を設定することとした。しかる後に、これを学習指導の場へ適用しながら検証していく方法手順を考えている。

われわれは、この生徒の技術習得の様態をつかみ基礎資料を得る作業は、仮説設定のためにも、また仮説を学習指導の場に適用するときのためにも、重要かつ必要な作業過程であると考え、今回の第1次研究としてこれと取り組んできたのである。

以上、実施の手順と方法をまとめて項的に示すとつぎのようになる。

(1) 生活や学習経験の結果として生徒に意識化されている基礎的技術（製図分野）の習得構造、様態をつかむ。

- 製図の内容の論理的な習得構造を予想する。
- この予想した習得構造からみて、生徒の習得内容の構造化の様態を明らかにする。
- 診断的紙面調査による。

断片的な知識や技能の結果評価ではなく、習得過程のある時点における習得内容の意識化、構造化の様態をとらえるようにする。しかも段階的にとらえ、それを総合的に考察することによってある程度全体的な過程の様態もとらえられるようにする。

- 個人面接調査による。

診断的紙面調査ではみられなかった点、特に技能面の習得の様態や、紙面調査の反応の内面を追求するために実施。いけば習得過程の心理的側面を推察しようとするものである。

(2) (1)の基礎資料をもとにして、基礎的技術の習得過程について第1次仮説を設定し、学習指導の場へ適用しつつ、学習指導上の問題点と留意点を明らかにする。

- 診断的紙面調査を資料として、習得過程の論理的・心理的構造に即してその過程の第1次仮説を設定する。
- 仮説にそって指導計画案を構成し、意図的な実験的な指導を実施してその指導の場で習得過程上の問題点、指導上の留意点などをとらえつつ仮説を検証する。
- 観察・記述による、

事前テスト、事後テスト、面接法などによる判定も必要とならう。

(3) 習得過程の第2次仮説をたて、学習指導の場で検証する。



以上の研究計画にそって本年度は、製図の基礎的技術習得過程において、前述の(1)の事項を実施した。  
この紀要はその中間報告書である。

注 — 参考文献 —

- 注 (1) 細谷俊夫 中学校職業・家庭科から技術科へ 産業技術教育講座(2) 1958 医歯薬出版社  
 注 (2) 鈴木寿雄 技術・家庭科指導の基本視点 技術教育(5月号) 1960 国土社  
 注 (3) 長谷川淳 技術科における実践 教育科学(第4号) 1958 明治図書  
 注 (4) 沢田慶輔 新しい教育過程における学力観 文部時報(2月号) 1960  
 注 (5) 宮原誠一 技術科の学力一( )の中は筆者 技術教育(5月号) 1960 国土社  
 挿入—  
 注 (6) 産業教育研究連盟編 職業科指導事典 国土社  
 注 (7) 鈴木寿雄 中学校職業・家庭科における工業的教材

宮原誠一編 生産教育 1956 国土社

参 考 文 献 — 注に示したもののほか —

- 三枝博音 技術の哲学 1951 岩波書店  
 矢川徳光 ソヴェト教育学の展開 1952 春秋社  
 清原道寿 教育原理—産業教育の理解のために— 1953 立川図書  
 産業教育研究連盟 「職業・家庭科の展望」 1955 立川図書  
 宮原誠一 「教育学ノート」 1956 河出新書  
 清原道寿 「中学校の産業教育」 講座教育社会学 第7巻 1956 東洋館  
 勝田昌二 ソヴェトの総合技術教育 1956 東洋館  
 文部省 中学校学習指導要領職業・家庭科編 1951, 改訂版  
 文部省 中学校学習指導要領職業・家庭科編 1957, 改訂版  
 文部省 中学校学習指導要領技術・家庭科 1958  
 文部省 中学校職業・家庭科学習指導書 1957 開隆堂  
 文部省 中学校技術・家庭科指導書 1959 開隆堂

## Ⅱ 製図の基礎的技術習得に関する実態調査

### 1 調査の目的

この研究は、技術家庭科における基礎的技術（知識・技能）の習得過程を、指導・学習と関連させながら明らかにすることを目的とする。今回は、その第一次研究として、製図分野の基礎的技術の習得過程を対象にとりあげたものである。

この調査は、第一次研究の基礎資料を得る目的をもって実施したものであって、製図の基礎的技術習得過程に関する仮説設定のための予備調査的性格をもち、中学校生徒が、日常経験や技術学習において獲得した基礎的技術の習得のしくみ（深さ、ひろがり、発展的関連構造）はどのようなものであるか、また基礎的技術の習得にあたり、どのような見かた、考えかた、感じかたでこれらを自分のものになっているかなどを見ようとするものである。（これらをわれわれは習得構造という）いうならば、製図における基礎的技術の習得構造の実態をつかみたいのである。

さらに、この調査により、製図の基礎的技術習得の過程で予想される、指導・学習上の問題点なども明らかにしたいと考えている。

### 2 調査の内容と方法

われわれは以上の調査目的にそって、生徒が、日常経験または技術学習において獲得した、製図の基礎的技術の習得構造について、その実態をみきわめようとするならば、まず、われわれが予想する習得構造や、この調査の枠組、観点をはっきり見定めておく必要がある。

つぎに、この調査の枠組、観点ともなる製図に関する内容と、理論的な習得構造（教科の論理）について述べることにする。

#### (1) 学習指導要領に示された製図の内容

さて、製図学習は、生徒にどのような技術的能力を育てようとしているか、（技術・家庭科の学力参照）その能力を培うために学習内容としての基礎的技術内容はどのような視点から選定したらよいか、ということがまず問題になる。しかし、この学習内容については、すでに学習指導要領に示されていることでもあり、われわれとしては一応学習指導要領をそのまま肯定し、そこに示されている製図の内容とその学年的発展の構造をもとにこれを考察することとした。

#### ○ 学習指導要領と指導書に示されている内容

##### 中学1年の内容

学習指導要領に示された内容	指導書に示された内容	
	内	容
<p>ア 表示の方法</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ 図面の種類           <ul style="list-style-type: none"> <li>— スケッチによる表示 —</li> </ul> </li> <li>◦ 模型による表示</li> </ul>	<p>計画図 構想図，できあがりの予想図を含む 写生ふう自由に表示 — スケッチ — 投影図法的に表現する場合も同じ</p> <p>説明図 上に準ずる</p> <p>製作図 JIS製図通則の投影法により表示 — スケッチ —</p> <p>図形表示が困難な場合や表示効果の大きい場合用いる</p>	<p>◦ 図面による表示に重点をおく。</p>
<p>イ 製図用具の使用法</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ 製図板           <ul style="list-style-type: none"> <li>丁定規</li> <li>三角定規</li> </ul> </li> <li>◦ ものさし           <ul style="list-style-type: none"> <li>コンパス</li> <li>ディバイダ</li> </ul> </li> <li>◦ 鉛筆などの使用法</li> <li>◦ 用具の配置</li> </ul>	<p>用具の検査法，修正</p> <p>製図板と丁定規の組合せ方</p> <p>丁定規と三角定規の組合せ方</p> <p>削り方 — 線用，文字用 — かたさの使いわけ</p> <p>鉛筆と定規との関係</p> <p>鉛筆の運び方</p> <p>配置方法の研究</p>	<p>他の学習「ウ，エ」と組み合わせて使用法の練習</p> <p>一定の型に統一することなく</p>
<p>ウ 線と文字の使用法</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ 実線</li> <li>◦ 破線</li> <li>◦ 鎖線</li> <li>◦ アラビア数字</li> <li>◦ 漢字</li> <li>◦ かな</li> <li>◦ ローマ字</li> </ul>	<p>JIS製図通則による線，文字の規格の必要性</p> <p>まちがいやすい数字書体</p>	<p>「エ〜ク」の学習，その他で組み合わせて練習</p>

学習指導要領に示された内容	指導書に示された内容	
	内 容	指導上の留意点
エ 平面図法 <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 線分の二等分</li> <li>○ 垂線</li> <li>○ 平行線</li> <li>○ 線分の任意等分</li> <li>○ 角の二等分</li> <li>○ 正三角形</li> <li>○ 正方形</li> <li>○ 正五角形</li> <li>○ 正六角形</li> </ul>	数学の図形学習と関連 用具の能率的な使い方 正確な図形の描き方	重複のないように  むつかしい図法を抽象的に指導しない
オ 展開図 <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 三角柱</li> <li>○ 四角柱</li> <li>○ 三角すい</li> <li>○ 四角すい</li> <li>○ 円柱</li> <li>○ 円すい</li> </ul>	用具の使い方 正しい図形の描き方  すい体 円柱 円すい  ディバイダの使用法 円周、弧の長さを求めるとき 立体の投影から展開図を求め、実長を求める	薄板金加工と関連  → 重点的指導
カ 投影法 <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 第三角法</li> <li>○ 第一角法</li> </ul>	J I S 製図通則による投影法 第三角法 第一角法  平面図，正面図，側面図の関係位置 投影図と立体の相互関係 立体観念を養成	→ 重点的指導 → 第三角法の理解を助ける程度 他の基礎的事項と組み合わせる指導
キ 寸法の記入法 寸法線 寸法補助線 矢印	正確で使いやすい寸法の表示 正しい寸法の記入法	「木材加工，金属加工」の製図と関連し，実際の必要に即して指導

学習指導要領に示された内容	指導書に示された内容		
	内	容	指導上の留意点
寸法数字 各種記号 寸法基準線 角度の寸法 円弧の寸法 細部寸法 関連寸法 対象寸法			抽象的な指導はさける
ケ 工作図 用紙の大きさ 尺 度 図面の形式 図面の配置 作図の順序  ケ 図面と生活との関係 日常生活と図面 日常生活と日本工業規格	図面の形式 多品一葉式 一品一葉式 図面の配置 図形や標題欄の適切な配置	中学校では多品一葉式 「木材加工，金属加工」 の製図と関連し，実際の必要に即して指導	「ア～ク」までの学習と関連
「木材加工，金属加工」における 考案設計・製図	製作品の使用目的 目的に基いた機能，構造，材料の研究 構想 構想図 できあがり予想図 材料の研究 ← 材料の具備すべき工芸的性質 製品に即した材料の諸条件 これを満たす材料の選定	資料，参考品の集め う，調査研究 第三角法による表示	重点的指導

中学2年の内容

学習指導要領に示された内容	指導書に示された内容	
	内 容	指導上の留意点
<p>ア 工作図</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>◦組立図と部分図</li> <li>◦工作方法の表示法</li> <li>◦図面の整理法</li> </ul>	<p>第1学年で学習した設計、製図の内容                      工作に必要な組立図、部分組立図、部品図                      部品の仕上げの程度                      部品の仕上げ記号とかき方                      図面の使い方                      図面の整理法</p>	<p>「3機械」で学習する                      自転車、ミシンなどを用いて指導                      「2木材加工、金属加工」の学習と関連                      「カ図面と生活との関係」の学習と関連</p>
<p>イ 断面図</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>┌ 全断面図</li> <li>◦ ─ 半断面図</li> <li>└ 部分断面図</li> </ul>	<p>断面図とその内部の構造、形態の関係                      特徴と描き方</p>	<p>実際の必要に応じて指導し、特殊なものは取り扱わない</p>
<p>ウ 複写図・見取図</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ (複写図)                             <ul style="list-style-type: none"> <li>┌ トレースの方法</li> <li>├ トレースの順序</li> <li>├ 青写真</li> <li>└ フリーハンド</li> </ul> </li> <li>◦ (見取図)                             <ul style="list-style-type: none"> <li>┌ プリント</li> <li>├ 型取りによる</li> <li>├ スケッチの方法</li> <li>└ スケッチの順序</li> </ul> </li> </ul>	<p>目的                      作り方、用具                      トレース用紙                      トレース図の描き方、青写真                      見取図の描き方 — フリーハンド —                      見取図を描く(スケッチ)順序                      プリントの方法</p>	<p>→複写図、見取図について</p>
<p>エ 製図用具の使用法</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>◦パス</li> <li>◦ノギス</li> </ul>	<p>第1学年で学習した製図用具の使用法                      測定具パス、ノギスの使用法</p>	<p>機械の実測見取図を描かせるとき必要に応じて指導</p>
<p>オ 機械要素の略画法</p> <p>小ねじ                      ボルト                      ナット                      ばね                      歯車</p>	<p>基本的な機械要素の略画法</p>	<p>→日本工業規格によって指導</p>
<p>カ 図面と生産との関係</p>	<p>生産工程と図面の関係                      生産性向上のための標準化、単純化</p>	<p>「ア〜オ」までの学習と関連して指導</p>

以上の表は、学習指導要領、並びに指導書に示された製図に関する内容の一覧表であるが、

- 基礎的事項 生徒にすべて学習させることを必要とするもの
- 基礎的事項の範囲や程度等のめやす
- 「技術と生産との関係」の理解

学習指導要領では、以上三つの項目別にそれぞれの内容事項を明示していることがわかる。

しかし、ここに示された内容は、「この内容の各項目の組織や配列は、必ずしもそのまとめ方や指導の順序を示すものではない。」と内容選定の指針に述べてある。(中学校技術・家庭指導書8P)

したがって、これらの内容は発見的、全体的関連構造をもった組織に編成されていない。

理科の学習指導要領においては、内容の順やまとまりが、各学校の参考になるように一つの例示として示されている。その点技術・家庭科とは相違がある。

さてそれでは、われわれは示された内容をどのようなまとまりに仕組み、それぞれ発見的な関連性のある構造に編成したらよいであろうか。このことは、実はわれわれの研究の過程において、研究仮説を設定する立場から、また、この調査の枠組や観点を見定める意味においても、ここで、それらをはっきりさせておく必要がある。

## (2) 製図の内容の理論的習得構造

製図に関する内容、すなわち技術的知識、技能をどのような構造のまとまりとし、全体的な関連構造に編成するか、どのような系列で配列したならば、生徒が最も望ましい形で容易に製図の基礎的技術の習得が得られるか、ということは実は教育内容の組織編成の問題であり、指導計画の問題でもある。

しかし、ここにおいては、前述したようにわれわれの研究過程で、最初に予想する必要のある基礎的技術の習得構造の問題(仮説設定)として検討してゆくことにする。

つぎに、われわれの予想している製図の理論的習得構造(教科の論理)について述べることにする。

### 製図の基礎的技術の習得構造 — 教科の理論的構造 —

物体(立体)を平面上に図形(立体的)として表示する力

〔1〕立体的な物体と全体の形や構造などわかりやすく平面上に表示する方法としてつぎの方法があることを知り、その方法を理解し、かけるようになる。

・簡単な物体(立体)の表示

1. スケッチ —— 写生ふうに見取図がかかる
2. 透視図法 —— 原理を知りフリーハンドでかける

展開図

模型による 方法のあることに気づく

表示の方法

図面の種類……木材加工、金属加工の考案設計で指導

→簡単な立体図形の見取図をかいたり、よんだりする技能が基礎(小学校)

→薄板金の加工で指導

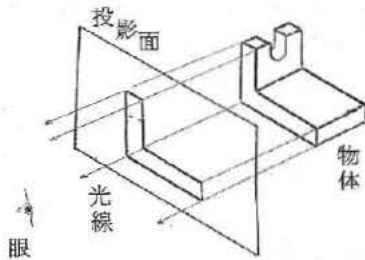
→3年総合実習で指導

・より合理的な表示

より合理的な表示方法がないか考えさせ、投影（平行）法のあることを気づく。

3. 平行投影の原理を理解する

・人の眼と物体との隔りが無限遠になったと仮定すると、光線は平行となり、図のような図形ができあがる



(図1)

・この投影像は、その物体（一部分）の大きさ（長さ）や形（角）をより正確にあらわしていることを理解する

・光線を切る平面（投影面）を光線に

直角においた場合 正投影図法 } ということ  
 斜めにおいた場合 斜投影図法 } を知る

4. 斜投影図法 — 平行投影の原理を適用して簡単な物体を斜投影図法によりフリーハンドでかける（角度 $30^\circ$ 奥行 $\frac{1}{2}$ の尺度でかく）

物体の外形を立体的に合理的によく表わすので見取図に多く用いられることを知り、方眼紙を利用フリーハンドでかく→用具三角定規（角度をとるに重点）を用いて自由にかける

透視図法との比較 — 発展

等角投影法は正投影法の系列に含まれるので正投影法の学習後に指導



正投影図法（第3角法）の読図評価に必要なため自由にかけるように指導



物体（立体）を一定の約束にもとづいて平面上に図形（平面図形）として表示する力

〔2〕 これまでの方法では、物体が平面上に具体的で立体的に表現されたが、その全体の形（角）や大きさ（長さ寸法）を正確に表わすにはまだ不適當であることに気づき、よりよい方法として正投影図法（第3角法、第1角法）のあることを知らせ、原理、法則、方法を理解させ、第3角法で物体を平面上に（平面図形）表現できるようにする

1. 正投（射）影の原理を理解する

平行投影，斜投影図法を手がかりにして，正投影の原理を理解させる

- 光線——物体に平行光線をあて，光線に直角な平面（投影面）にできる物体の像を作図する
- 物体 — 投影面 — 眼の関係
  - 物体 — 投影面（ガラスの面） — 眼…第3角法
  - 投影面 — 物体 — 眼…第1角法
- 物体 — 投影面の関係……物体の構成要素，点，線，面が投影面に平行，垂直，その他の関係

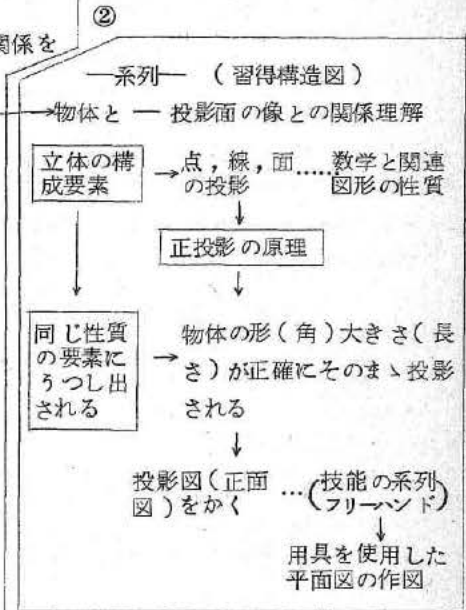
→ 重点的に指導  
→ 第3角法の理解を助ける程度に指導

2. 立方体，直方体，三角柱，円柱の物体の正面の投影だけを対象にして，正面図がかけられるようにし，物体と像との関係（投影の法則 — 文法 —）を理解させる

〔知識〕

- 物体の形をもっともよく表わす面を正面にする
- 物体の正面図を作図させ，投影面の像と物体との関係を考えつつ，つぎの投影の法則をつかむ

- 点 —— 点として投影
- 直線（線分）— 線，点として投影
  - 投影面と平行の位置 — 線（実長長さが保存されてうつる）
  - 投影面に平行でない位置 — 線（実長より短い）
  - 投影面に垂直な位置 — 点



曲線 — 線として投影 … 曲線・直線

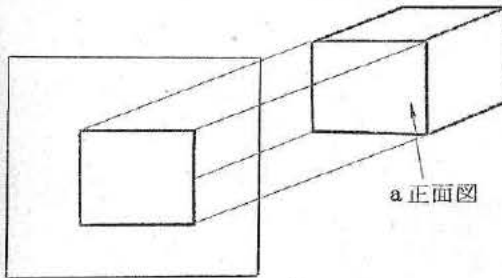
(円) 実長, 実形として投影される場合 (長さ形状がそのまま保存されてうつる)  
実長より短い直線として投影される場合

平面 — 平面, 直線として投影

投影面と平行の位置 — 面 (実形, 角, 長さがそのまま保存されてうつる)  
投影面と平行でない位置 — 面 (実物より小さい面, 角, 長さかわる)  
投影面に垂直な位置 — 線 (一辺の実長)

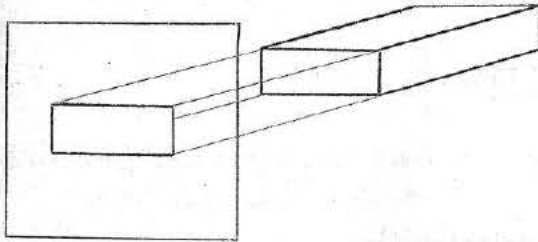
〔技能〕

• 立方体の投影図 (正面図) がかける



(図2)

• 直方体の投影図 (正面図) がかける



• 正面図に長さ(寸法)

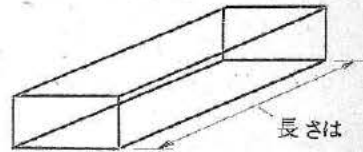
(図3)

を記入し, 奥行何mmの物体と説明すれば, この図だけで物体を表示できることを知る

- 立方体の正面図をかくと同様の見方, 考え方で自由にかけるようになる
- 製図用具を使用して, 平面図形のかき方, (垂線の引き方, 四角形のかき方) を身につける
- 基準線, 基点, のとり方を知り, 基点の位置のきめ方, 基準線  $XY$ ,  $X'Y'$  からの距離関係を理解する

→ 円柱の物体で別に指導するとよい (曲線, 円)

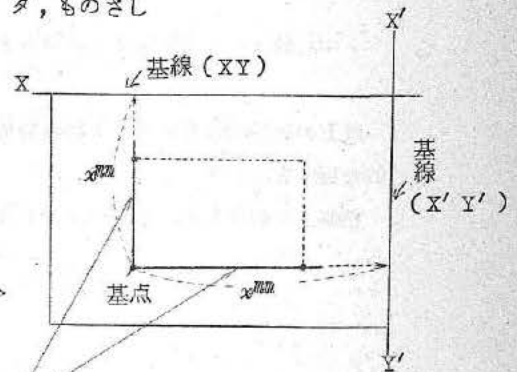
→ 平面図法は, 数学の図形学習とよく関連して重複のないように指導  
製図用具を使用した作図法に重点をおく



正面図の像 (図) に表現できないので, ことばで表示することになる

→ 立方体, 三角柱, 円柱も同様に表現できることを指導

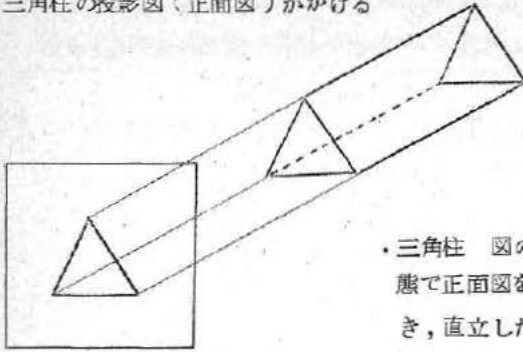
→ 製図用具の使用法, 鉛筆の使用法の熟練  
製図板, T定規, 三角定規, ディバイダ, ものさし



→ 基準線 工作図をかくとき (製図の順序など) の基準とする

→ 基準線を引いた用紙を用いること

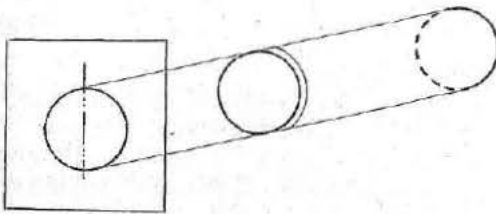
- 三角柱の投影図（正面図）がかける



(図4)

- 三角柱 図の状態  
で正面図をかき、  
直立した場合  
を消く

- 平面図法，正三角，角の2等分を理解する
- 投影面に斜めになっていても，面が垂直の関係であれば線として投影されることを理解する
- 円柱の投影図（正面図）がかける



(図5)

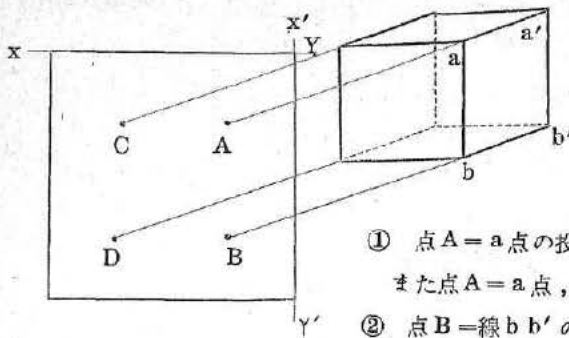
- 円柱，図の状態  
で正面図をかき、  
直立の場合を消く
- 中心線の 必要を知り、  
かけるようになる

→ 線の種類，使用法を指導（外形線と中心線  
外形線の  $\frac{1}{4}$  … 程度の内容）

以上の実践的過程において技術的知識と技能の一体的な習得をはかる

指導上の観点をあげるとつぎのようになる

① 点, 投影面に垂直な線



(図 6)

① 点  $A = a$  点の投影

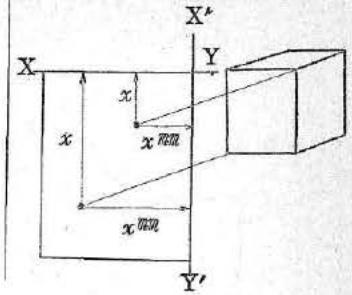
また点  $A = a$  点,  $a'$  点の投影

② 点  $B =$  線  $b b'$  の投影

(投影面に垂直)

点  $A =$  線  $a a'$  の投影

③ 点  $C, D$  についても同様にその関係を知る



点の位置, 距離をはっきりさせておく

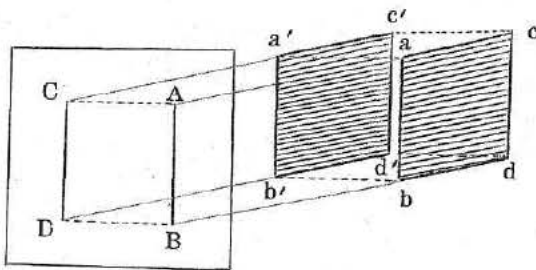
$XY$  軸より下  $10\text{ cm}$

$X' Y'$  軸より  $20\text{ cm}$  の距離

作図は距離をきめてかかせる

(空間の概念)

② 投影面に平行な線, 垂直な面

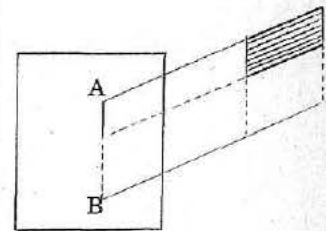


(図 7)

① 線  $AB =$  線  $a b$  の投影

また線  $AB =$  線  $a b, c d$  の投影

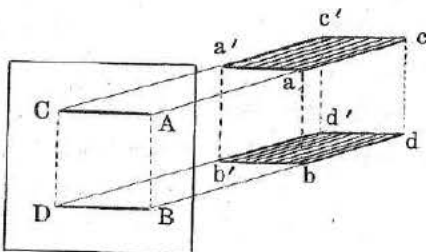
② 線  $AB =$  面  $a b c d$  の投影  
線  $CD =$  面  $a' b' c' d'$  の投影



線の投影は点

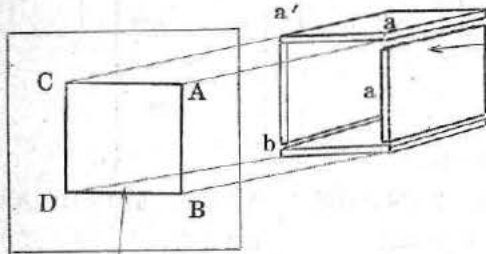
点の連続は線 ... (幾何図形)

③ 投影面に平行な線, 垂直な面



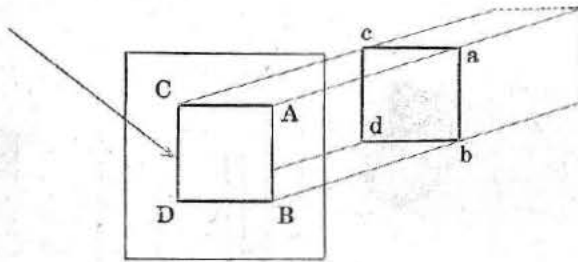
(図 8)

④ ②と③の結合



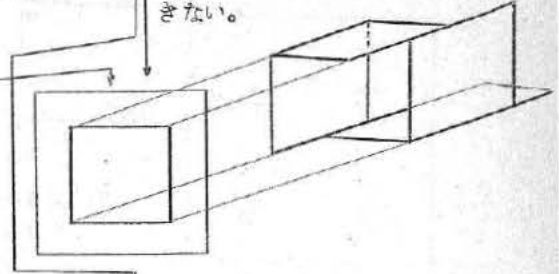
(図9)

両方の見方考え方で ⑤ 投影面に平行な面  
判断できる  
同一であることを知  
る



(図10)

こうした物体でも同じ射像となる  
したがって、この両者の判別はで  
きない。



したがってこの両者の比較から、  
平面図、側面図の必要な問題意識、  
動機づけとなるが、この指導場面で  
はふれないで(2)の項で指導するとよ  
い

ここではあくまでも、実物模型と  
の比較において、投影における点、  
線、面の位置、結合関係の見方考え  
方を指導する

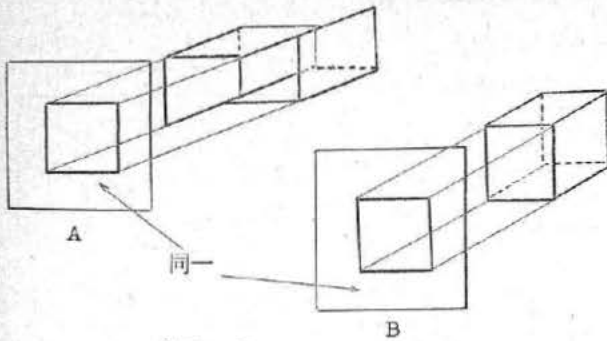
3. 第3角法(第1角法)における各投影面図の配置(図法)  
関係を理解する

物体の正面の投影図(正面図)だけでは、立体の全体を正  
確に表現するにはまだふじゅうぶんであり、その全体を表示  
するためにはいろいろな方向から物体を投影してその形を図  
形として表示し、それらを一平面上に関連的に配置する必要  
があることを知る。それらの図法(原理, 約束)を理解し、  
それによって簡単な物体を自由に表示できるようになる。

a 立体的な物体を正しく表現するには、正面の投影のほか  
に、平面の投影(平面図)と側面からの投影(側面図)が  
必要であることを知る。

→第3角法の原理

→三方向から投影(射)する必要の  
あることを指導



(図 11)

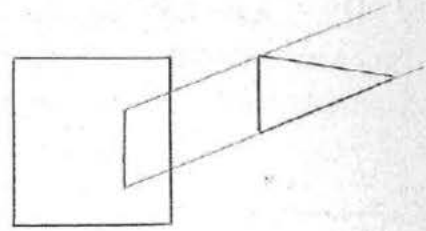
正面の投影だけでは、各平面図 A, Bとも同一となり、物体の裏形とそのちがいの判断はできない。しかし Bの物体は奥行(厚さ)何mmといえども物体の形は想像つくが、Aの場合はことばで説明したとしてもその形ははっきりつかめない。

その点、平面と、側面の投影図があれば、表現しようとする物体を正確に図形としてかき表わすことができる。

b 正面図、平面図および側面図とその配置の原則について理解する。(第3角法の原理、法則)

- 立体を互に直角な平面(ガラス)で包むには、6つの平面が必要であり、このすべての平面に物体を投影し、その形をガラスの平面にかいてみる、この場合、正面のガラスの面に投影された図を正面図というが、それぞれ立面図(正面図、背面図)平面図(上面図、下面図)側面図(右、左)の6つの図形ができる。このうち、互に平行な平面上の図形を省略して、ふつう3つの図形で1つの物体を図示することになっている。
- 互に直角な3平面(立画面、平画面、側画面)に投影した物体の図形(像)を、どのようにして同一平面上(製図用紙)に移すかを考えさせ、第3角法による投影図の配置の(約束)原則を理解する。

物体を3平面でかこみ → 投影し → 作図し → 2平面(平面図上方へ、側面図右わきへ)を90°回転する — この3つの図の— 平面上の配置図 — 第3角法による投影図である。



こうした三角形の面も(投影面に垂直)直線として投影され判別できないこと。

→円柱は、正面図、側面図(平面図)の二面があればよい。

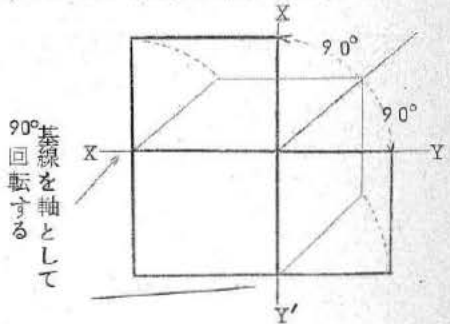
→投影面(代表する三つのガラス面)の90°回転する。



配置の原則

→投影図の省略

普通正面図、平面図および右側面図を採用。しかし必要に応じて参加する。

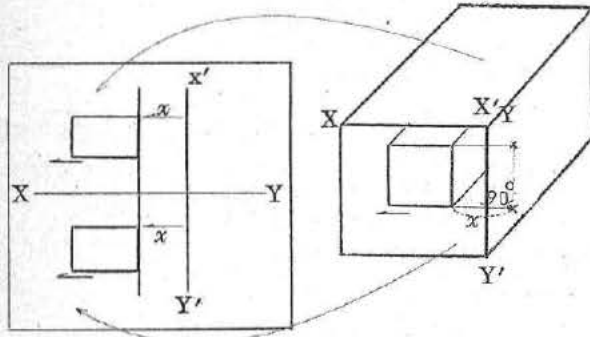


→第1角法では、平面図は下方へ、側面図は右わきへ回転する。第3角法との比較対象として指導

c 正面図, 平面図および側面図の関係について理解する

• 正面図と平面図(像)の関係

物体を側画面と垂直線上の位置において, 左に移動すれば, 正面図の像と平面図の像は平行して, 同時に, 同一距離だけ基線  $X'Y'$  より左の方に移動する。(側面図の像に変化はない)



(図 12)

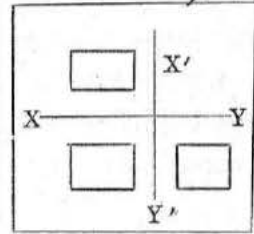
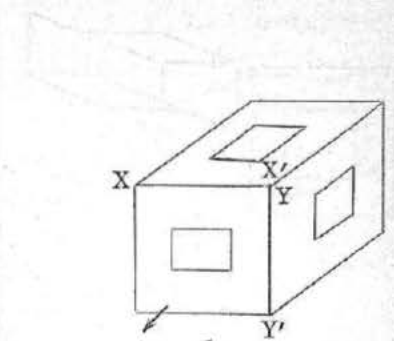
平面図, 正面図の像は一体的に同時に  $X$  距離左へ移動

• 正面図と側面図(像)の関係

物体を, 平面画と垂直線上の位置において, 下方に物体を移動すれば, 正面図と側面図の像は平行して, 同時に同一距離だけ基線  $XY$  より下方に移動する。(平面図の像に変化はない)

• 平面図と側面図(像)の関係

物体を立面画と垂直線上の位置において, 物体を立面画よりだんだん速くの方に移動すれば, 平面図と側面図の像は, 同時に正比例して平面図の像は基線  $XY$  より上方へ, 側面図の像は基線  $X'Y'$  より右の方へ, 同一距離を移動する。



左の投影図を見てもたえず上の図式を頭にながめる必要がある

• 各投影図の関係 —

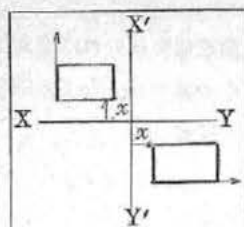
- 各投影図の点, 線, 面の結合関係 —
- 物体の表象 → 空間的位置 — 空間概念

③ — 系列 — (習得構造図)

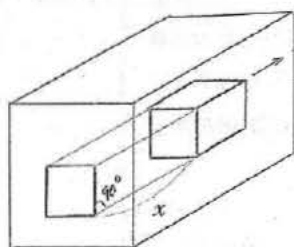
点, 線, 面の投影形(角), 大きさ(長さ)の正確な表示(移動)

- ↑ 物体と → 各投影画面の像との関係 —
- 投影画面の回転 → 図面の配置位置 (第一角法とのちがいは) → 各図面の像の相互関係

この関係理解を確実にする



(正面図の像に変化はない)

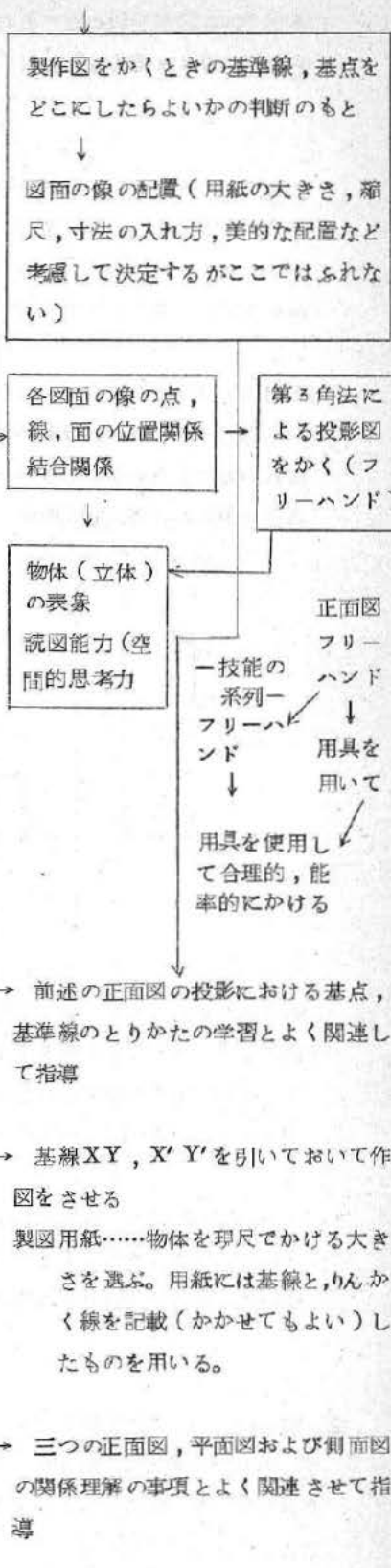


(図13)

d 簡単な物体(直方体)を第3角法による表現方法でかけるようにする。(フリーハンド→製図用具を使用して表現(製図)できる)

① 正面図のかき方 …… すでに学習済み, 各図面の配置関係から考えて, 用紙をどのへんにかくか, 基点の位置決定に指導の重点をおいてかけるようにする。

② 正面図を基準として平面図, 側面図のかき方  
 ・正面図を基準にして, 平面図の像の幅, 方向(位置)を決定する — 投影線を引く — (基線  $X'Y'$  と平行



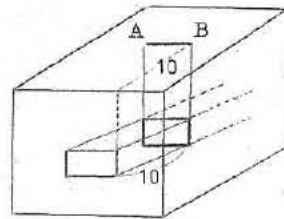
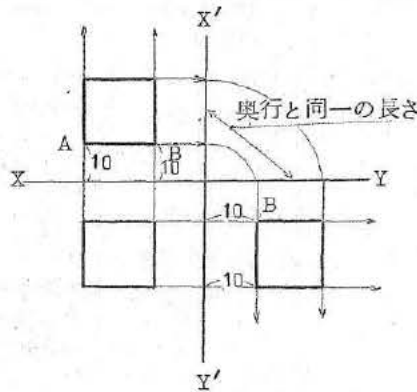


関係 — 正面図の幅と同一 — 正面図のかどから  
 平面図のほうに垂直に線を引く

→ T定規、三角定規を用いれば簡単に引けることと、その裏づけとなる原則を技能と関連づけて指導

• 正面図を基準にして、側面図の像の高さ、その位置方向を決定する — 投影線を引く — (基線XYと平行に — 正面図の高さと同一) — 正面図のかどから側面図のほうに水平に線を引く

• 平面図と側面図の関係を考えて、物体の空間的位置を決定し — (A点、B点の空間位置を決定) — 物体の奥行(長さ)をとる — 平面図上に長さA点~B点の空間的位置決定をとる



( 図 14 )

物体が(A点、B点)が、立画面より100mm向う側の位置にあれば、基線XYより100mm上方にA点、B点の位置が決定される、したがって側面図のB点は、基線X'Y'より100mm右側に位置決定する

平面図の奥行 — 側面図の幅と同一である — 別々に寸法をとらなくとも、平面図の奥行の長さを側面図に投影線を引いて移せばよいことになる

→ 平面図の奥行の長さをコンパスなどを用いて側面図に移すことの原則を理解した上での作図技能として指導

③ 簡単ないろいろな物体をフリーハンドでかき、正面図、平面図、側面図の合理的なかき方、線の引き方、用具を使用した場合の方法などを研究して、第3角法による表示方法に習熟する

1. カクレ線の現われない立体模型  
 ( 1.立方体, 直方体 )  
 ( 2.角にきり込みのある立体 )
2. カクレ線で表わす必要のある立体模型
3. 斜面をもつ立体模型
4. 円形の立体模型
5. いろいろ組みあわされた立体模型, 実物立体

易〜難への段階をふんで投影図の  
 書き方を練習する

- ④ ③においてフリーハンドでかいた物体の投影図(見  
 取図)を参考にして, 製図用具を使って正確な図面と  
 して製図することができるようになる

簡単な物体を第3角法による表示  
 フリーハンドによる表現

↓  
 用具を使用して表現

↓  
 用具の使用に習熟する

基礎的技術の関連的習得構造図

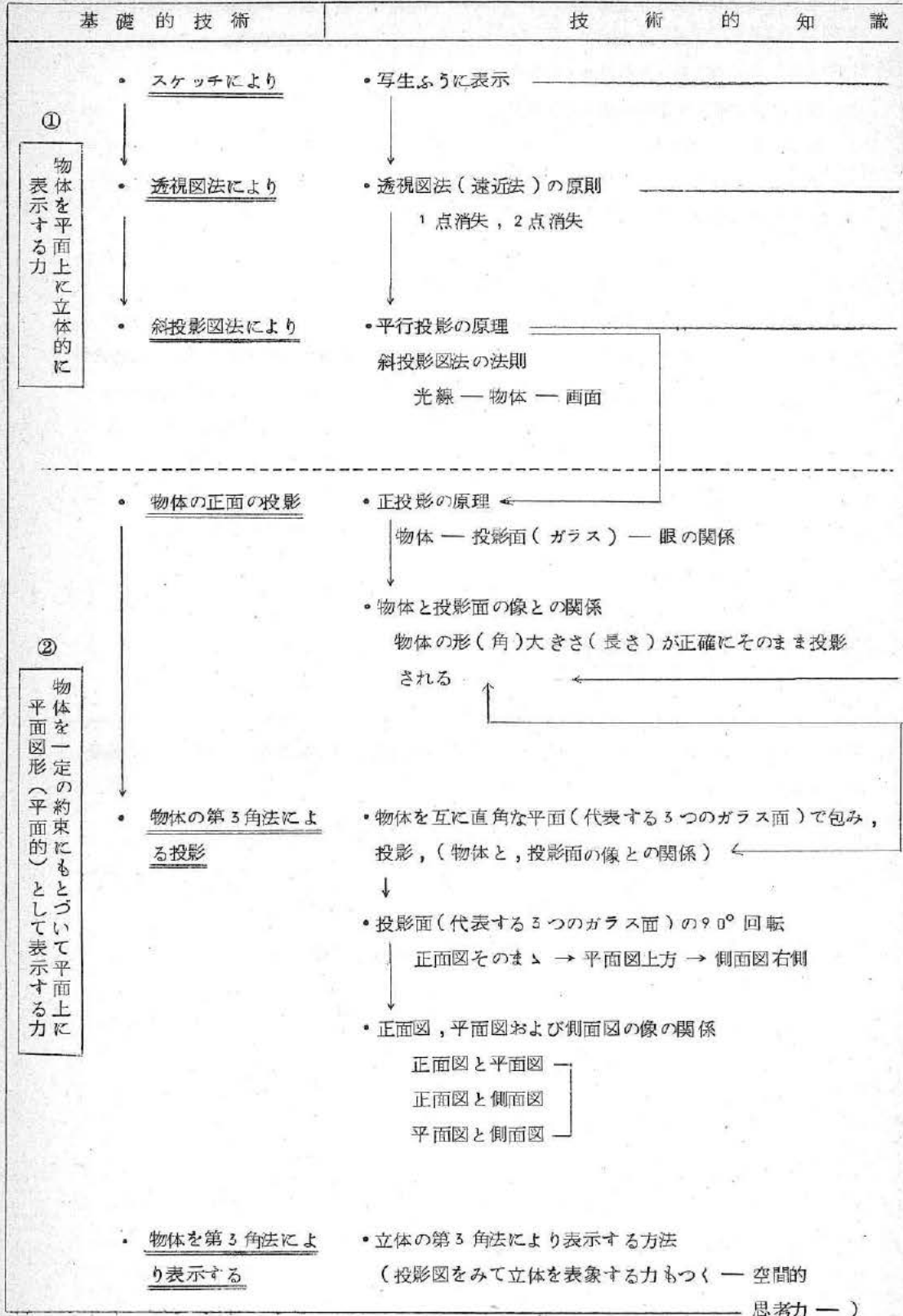
— 系列 — (次頁参照)

物体の構造, 寸法, 材料などを, 一定の約束( J I Sにもとづく製図法)にもとづいて図面  
 (工作図)に表現する能力

— 表現された図面(工作図)を正確によみとる能力 —

プロジェクトを設定して製図学習

木工, 金工の設計・製図と組み合わせて学習



(原理, 法則など技術学的関係知識)

→ 図工, 数学などの学習経験  
(自由見取図, 不等角投影図)

→ 図工, 数学学習経験  
(透視図による見取図)

→ 数学…合理的見取図として, 等角投影図, ななめ投影図  
投視図などの学習経験をもとに, 正しい原則にしたがっ  
てかけるようになる。  
(平面図法, 垂線, 平行線)



数学(図形の表現, 幾何学)画法幾何学  
立体の構成要素 点, 線, 面

↓  
投影(正)

↓  
点, 線(平行, 垂直関係), 面(角)がそれと同じ性質  
の要素にうつし出される。

平面図法 垂線, 平行線, 正方形, 正三角形

基線  $XY, X'Y'$

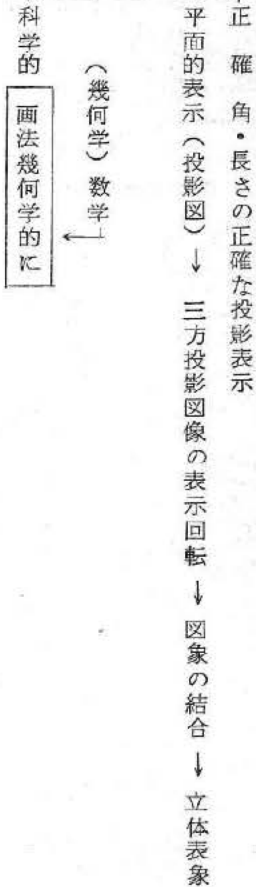
基線と投影面の像の関係……位置関係

立画面上の点, 線, 面は基線  $XY$  上に投影

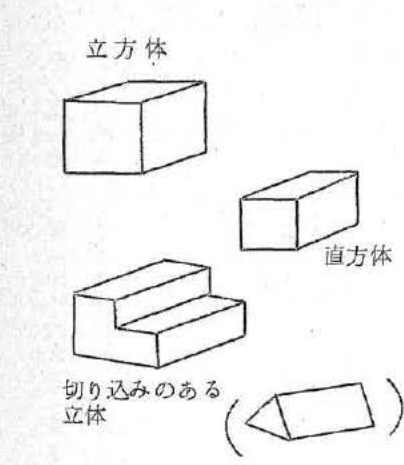
立画面上の線, 面がそのまゝ  $10\text{cm}$  向うに移動

- 正面図の像は変らない
- 平面図の像は, 基線  $XY$  より  $10\text{cm}$  上方に移動
- 側面図の像は, 基線  $X'Y'$  より  $10\text{cm}$  右側に移動

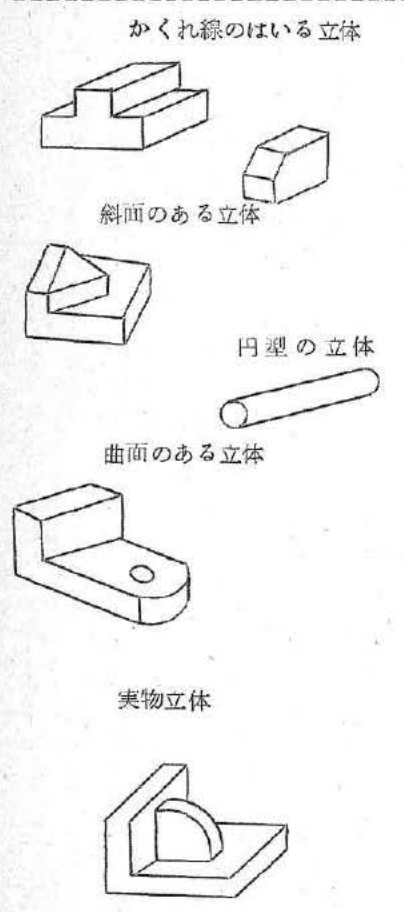
物体(立体)の構成要素 点, 線, 面の位置関係, 結合関係



作 図 ( 実 習 ) 例	技 能
---------------	-----



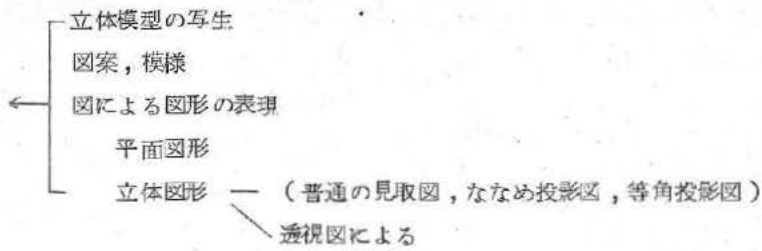
- スケッチ (フリーハンド)
  - 簡単な立体模型をフリーハンドでかきながら、次のことを理解し、
    - 透視図法の原理
    - 平行投影の原理
    - 斜投影法の法則
 抵抗なく、手ぎわよくかけるようになる
- 製図用具 T 定規、三角定規を補助的に用いて立体を図 ← 形表現することに習熟する。



- フリーハンド
  - 簡単な立体模型をフリーハンドでかきながら、正投影法の原理を知り物体と投影図象との関係 (点、線、面の投影) (立体の構成の性質の投影関係) を理解しつつ、表現技能を身につける
- 製図用具を用いて正確に能率的に投影面 (正面図を対象) をかけるようになる
- フリーハンドから
  - 製図用具を使用した方が気楽に、しかも手ぎわよくかけるようになる
    - 習熟 (知識と技能の一体的学習過程で)
  - フリーハンドで自由に表示できる
  - 製図用具を使用して正確にしかも手ぎわよくかけるようになる
    - (理論と実践の一致)

( 技能的 — 用具使用法 など — 関係知識 )

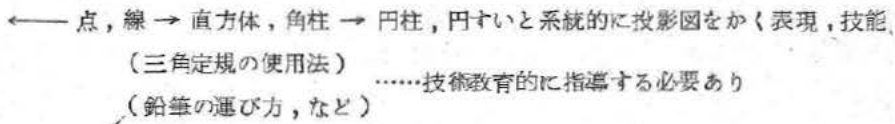
• 図工，数学で身につけた表現技能



× 断面図，展開図による

投影図による

• 数学で身につけた技能



• 平面図法

( 技能的 — 用具使用法 など — 関係知識 )

- 鉛筆の線用, 文字用の削り方, 使いわけ
  - 製図板とT定規の組合せ方
  - T定規と三角定規の組合せ方
  - 鉛筆とT定規の関係 鉛筆の運び方
- 
- 線の使用法  
外形線と投影の線 ( $\frac{1}{4}$  程度の差, 寸法線に利用) の区別の必要なことを知る
- 投影の原理的観点から用具を使用することの合理的なこと, 正確, 能率的にかけるところを知り用具の機能について理解する
  - 用具の使用に習熟する  
ものさし, デバイダ
  - 用紙の大きさ, 尺度  $\frac{1}{1}$
  - 線の使用法, 種類  
実線, 確線, 鎖線

### (3) この研究調査でとりあげる内容

中学校技術・家庭科における製図の基礎的技術の内容を、発展的、全体的な関連において考察し、これを構造づけてきたが、われわれはこれと呼んで — 習得構造（教科の論理的） — と名づけた。

しかし、これを製図の全体的な学習の過程という視点から見れば、製図の基礎的技術の習得過程（仮説）を示したものであるということもできよう。すなわち、基礎的技術の習得構造と習得過程とは、密接な関係をもつものであって、習得過程は、習得構造がつぎつぎと連続的、発展的に変容していく姿とみるわれわれの立場からすれば当然そういうことになる。

さて、ここに示した製図の基礎的技術の習得構造並びに習得過程は、いうならば、この教科論理とみてよい。

「国語には国語の体系、算数には算数の体系がある。そのすじ道を見捨てて国語の力、算数の力を育てることはできない。……しかし、この教科の論理を踏みはずさずしなやかにならなければ、子どもはどんどん太っていくというものではない。子どもは、ひとりひとり、その子どもの感じ方、考え方、行ない方をもっている。しかも、その感じ方、考え方、行ない方の底にはその子どもをして、そう感じ、そう考え、そう行なわせるような論理的なもの、すなわち生活の論理がはたらいている。この『生活の論理』で、『教科の論理』をたぐりよせることによってこそ子どもの学力がよりよく形成される」（東井義雄・学力をのばす論理）この指摘にみられる教科の論理と生活の論理の統一、この生活の論理は、いってみれば認識の論理であり、実在の意識への反映とみることができよう。

われわれの調査でとりあげるのも、こうした生徒の感じ方、考え方、行ない方についての様態、すなわち、実在の意識への反映の論理的構造、（生徒の側からみた習得構造ともいおう）をとらえようとするものである。その意図は、生徒がそう感じ、そう思い、そう考え、そう行なう生活の論理的、習得構造と、先にみた、教科の論理的、習得構造（仮説）を明らかにして、その両者のすじ道にそってこれをどう結合させるかということから、学力の向上と学習指導改善の方途をみい出したいと考えるものである。

さてそれでは、生活の論理的な、生徒の基礎的技術の習得構造は、何をもとにどうとらえたらよいであろうか。われわれは、その出発点のよりどころとして、やはり教科の論理的構造（製図の基礎的技術の論理的習得構造）によらざるを得ないと考えたのである。したがって、前項に示した製図の基礎的技術の習得構造並びに習得過程において、予想される困難な点が、まずこの調査の内容として問題になってくるであろう。問題になる習得構造はどこかを見つけ出し、その実態をみつめ、問題があれば何に起因しているのか、それと関連する、またその基礎になっている他の習得構造との結びつきはどうか、などが研究の中心的内容としてとりあげることになる。

こうした観点からこの調査でとりあげる内容をあげればつぎの如くである。

- 1は、物体（立体）を一方から投影し、その実形がそのまま — 形（角）、大きさ（長さ）が保存されて）平面上に図形としてうつし出されるということの理解と、これを一定の約束にもとづいて図面に表示するという力の習得構造とその過程。
- 2は、物体を互に直角なる平面（立面画、平画面、側画面）に投影し、これを—平面上に表示するという理解と、その場合の3平面の図象間の位置や、関係を知って図面として表現する力の習得構造とその過程。
- 3は、表現された図面を見て、3平面の像の位置関係、結合関係を理解して立体を表象するという



#### 力の習得構造とその過程

・4は、フリーハンドからだんだん用具を使用して合理的に図面を作成する技能の習熟過程である。しかし、第4の内容については、作業が主になるので、第1と2の内容をとりあげることにした。なお、これらの内容の中核となるものは、立体の構成要素である。点、線、面についての投影、その表示、さらに表示された点、線、面の位置関係・結合関係に関する生徒の見方、考え方、その行ない方について、その様態をとらえようとするにありと考へ、この研究をすすめてきたのである。

#### (4) 調査問題作成の観点

調査問題は、中学1年の製図に関する基礎的技術の理論的習得構造（前述2の(2)仮説により）にもとづいて、それぞれの習得構造はどのような様態において意識されているか、何が障害となって構造化されていないか、特に思考上の困難点はどこにあるのか、などをとらえられるように調査問題を作成した。

1. 診断的な調査であるためには、この教科の特質からみて実習作業の観察もあわせて実施する必要がある、ペーパーテストには限界がある。しかし、この調査ではできるだけそうした難点を補うような問題の作成につとめた。
2. ある教材を学習しようとするとき（問題場面で）、その足がかりとなる既存の経験や、学習経験、知識、技能はどのような様態にあるかみうるようくふうした。
3. 習得された技術（知識、技能）が、新たな問題場面でどのような適用のしかたをするか、その傾向などがみられるような問題とした。
4. また、それによって現在の習得度を推定したいと考えた。
5. 表面的な判断や、誤った考え方の固着状態を見られるよう考慮した。
6. 思考上の困難点がどこにあり、それが何に起因しているかつかめるようにした。
7. 問題相互の関連を考へて、個人ごとの技術習得の様態を類型的にみられるように考慮した。
8. 単なる知識でなく、実習を通して身についたものであるかどうか、判定できるような問題の作成につとめた。
9. それらは、どのような習得のしかたで身についたものか推定しうるよう考へた。
10. できるだけ作業をとり入れた問題に構成するようにつとめた。
11. 学年的な発達の様相がつかめるようにしたいと考えたが、今回はそこまでゆけなかった。

#### (5) 協力学校と調査対象学年・期日

学 校	新潟市立鳥屋野中学校	都市周辺小規模学校
	新潟市立白新中学校	都市大規模学校
学年・人数	中学校1年、2年、3年	各学年 100名
調査期日	昭和36年10月	

### 3 調査結果とその考察

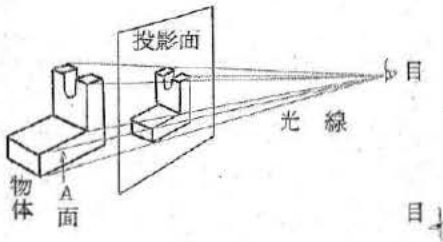
つぎにおいて、各調査問題をあげ、問題別の結果を示し、それぞれについて考察したのであるが、調査結果の集計はその問題の反応傾向について百分比であらわし、学年毎の誤答の傾向やその学年間の比較ができるようにした。また、何故にその解答を選んだかその理由について自由に記入させ、その結果を整理した。つぎに調査結果とその解説を述べることにする。

(1) 問題別の結果とその考察

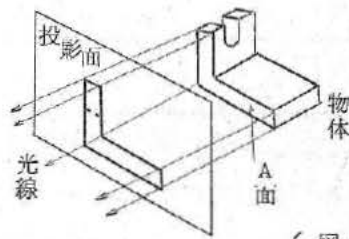
A 問題

[1] 立体(物体)を平面上に書き表わすには、人が眼で物体を見て、はいてくる光線を平面(投影面)で切ったとして、その投影面に映った像を書くことになる。その場合、光線の関係や平面のおき方によって映る像の書き取り方がちがう、いろいろな透視図法や、正投影図法などがうまれた。

つぎの図1は透視図法、図2は正投影図法の投影の原理をそれぞれ図示したものである。これらの図をみて、つぎの各問に答えなさい。



(図1)



(図2)

透視図法と正投影図法の投影の原理については、光線の性質や、光線と投影面の関係などがそれぞれ異なっています。それらの関係は、各図法ごとにどのようなになっているか。

下の表の関係事項のなかから、各図法に関係のある事項をえらびその番号を各図法の( )のなかに記入しなさい。

項目	図法	正投影 図法	透視 図法	選 択 肢
(イ) 光線の関係(性質)	( )	( )	( )	1 1点にあつまる 2 平行光線である 3 反射する 4 折れまがつてくる
(ロ) 光線の方向と投影面との関係	( )	( )	( )	5 垂直である 6 斜め 7 平行である 8 ある角度をもっている
物体と投影面の像との関係	(ハ) 立体の形の表現	( )	( )	9 物体と同じ大きさの立体像で表わされている 10 物体の立体の形を表わすには、このほかにいくつかの投影面を組み合わせる必要がある
	(ニ) 表現のしかた	( )	( )	11 物体によく似た立体的な像で表わされている 12 物体より必ず小さい像で表わす必要がある 13 目でみたよりも小さくかき表わす 14 目でみたとおりの形にかき表わす 15 目でみたとおりに、しかも物体と同じ大きさでかき表わす 16 目でそのようにみえたと予想し、その予想した形をかき表わす。同じ大きさとなる
(ホ) 物体のA面と投影面との関係	( )	( )	( )	17 一定のかたむきを必要とする 18 平行でなければならない 19 垂直でなければならない 20 斜めになっていてもよい

## B 結果とその考察

この問題は、正投影図法についていうならばその基礎になる投影の原理（正射影）について、生徒はどのような状態で理解しているか、透視図法と正投影図法を比較させながら、それらの理解の構造上の問題点をさぐろうとしたものである。

投影図法は、空間にある物体の位置、形状を正確に一平面上にかき表わす方法であるが、普通、目と物体上の各点を結ぶ直線が、かき表わす平面（投影面）と交わる点を、接続することによってその物体をかき表わす。

これを物体の投影射影という。その場合、光線の関係や、平面のおき方によって、物体の像のかき取り方がちがってくる。そこにいろいろな投影画法が考え出された。

### 「解答の結果」の整理

種別 項目	正 投 影 図 法							( 透 視 図 法 )					
	選択 学年	1	②	3	4	無答	その他	①	2	3	4	無答	その他
イ) 光線の関係	1	8.5	7.3.8	1.5.9	2.1	2.1	0	6.1.7	11.7	16.0	7.4	3.2	0
	2	5.7	8.1.2	9.4	2.8	0.9	0	6.6.0	7.5	15.1	9.4	1.0	1.0
	3	4.9	9.3.9	0	1.2	0	0	7.9.0	9.9	8.6	2.5	0	0
	平均	6.4	8.2.2	8.2	2.1	1.1	0	6.8.2	10.0	13.5	6.8	1.6	0.3
		⑤	6	7	8	無	他	5	6	7	⑧	無答	他
ロ) 光線の方向と投	1	3.0.9	3.2	5.5.3	6.4	4.2	0	10.6	9.6	7.5	6.1.7	10.6	0
	2	3.3.0	1.9	4.5.3	5.7	0.9	1.3.2	8.6	17.9	12.3	5.4.7	4.7	1.9
	3	4.4.4	—	4.3.2	9.9	2.5	0	4.9	11.1	8.6	7.1.7	3.7	0
	平均	3.5.6	1.8	4.8.0	7.1	2.5	5.0	8.2	13.2	9.6	6.1.9	6.4	0.7
		9	⑩	11	12	無	他	9	10	⑪	12	無答	他
ハ) 立体の形の表現	1	5.2.1	3.6.2	4.3	4.3	1.0	2.1	8.5	5.3	2.6.6	5.3.2	6.4	0
	2	4.4.5	3.4.9	7.5	7.5	4.7	0.9	9.4	5.7	3.0.2	5.0.0	3.8	0.9
	3	4.5.7	4.0.7	6.2	4.9	2.5	0	9.9	7.4	1.9.8	5.8.0	4.9	0
	平均	4.7.3	3.7.0	6.1	5.7	2.8	1.1	9.3	6.0	2.6.0	5.3.4	5.0	0.3
		13	14	15	⑬	無	他	13	⑭	15	16	無答	他
ニ) 表現のしかた	1	12.8	2.7.7	5.0.0	6.4	1.0	2.1	4.6.8	2.6.7	10.6	12.7	3.2	0
	2	6.6	2.9.2	4.8.2	11.3	1.9	2.8	5.5.9	2.6.4	7.5	9.4	2.8	0
	3	11.1	2.8.4	5.3.1	4.9	2.5	0	5.5.5	2.3.5	12.3	6.2	2.5	0
	平均	10.0	2.8.4	5.0.2	7.8	1.8	1.8	5.2.0	2.5.6	10.0	9.6	2.8	0
		17	⑯	19	20	無	他	17	18	19	⑰	無答	他
ヘ) 物体とのA面と投	1	13.8	6.7.0	13.9	1.1	2.1	2.1	4.0.4	7.5	2.0.0	2.7.7	4.4	0
	2	10.4	6.2.2	1.7.0	6.6	3.8	0	4.6.1	17.9	11.3	2.2.6	5.7	0.9
	3	7.4	7.2.8	1.3.7	1.2	4.9	0	5.0.6	1.9.8	8.6	1.7.3	3.7	0
	平均	10.7	6.6.9	1.4.9	3.2	3.6	0.7	4.3.8	1.4.9	13.5	2.2.8	4.7	0.3

- 人が目で物体を見た場合光線は目に集中する。この光線を平面で切ると(図1)のようになり、実際の物体に似た立体視のある像(図形)ができる。これが透視投影で、この画法を通称透視図法という。
- 人の目と物体の隔たりが無制限になったと仮定すると、物体の各点からの光線は平行になり、——物体に平行光線をあてると考えてもよい——この光線に垂直な平面でこの光線を切ると(図2)のようになり、平面に平行な位置にある物体の面(構成要素である点、線、面)の形(角)や、大きさ(長さ)がそのまま、平面の像(図形)に保存されてうつし出される。これを普通投影(正射影)と呼んでいるが、しかしこれだけ(図2)では立体を表示できないので、このほかに上あるいは横など別々の方向から投影して、図を作って1組で立体を表現する方法、これが正投影図法である。製図では主に正投影図法が使われるので、普通投影(図)法とか、単に投影と称する場合はこの正投影図法をさすことが多い。(ここでは投影(正射影)と、正投影図法とを一応区別して用語を使用する。)
- その他平面(投影面)を光線に斜めにおいた場合は斜投影図法——立体的表示——
- 等角投影図法 ——立体的表示——などがある。

ここでは、正投影図法の投影(正射影)の原理についての理解を中心にみよとしたわけであるが、前述したように、正投影図法は物体のある1面を投影面に平行な関係位置におき、投影面に垂直な平行光線をあてると、物体のその面(目と相対する面)の形が全くそれと同一の形(角)大きさ(長さ)の図形として射像できる、ということがこの図法の基本原理である。

- (イ) 光線の関係、性質——平行光線(平行光線をあてる)
  - (ロ) 光線と投影面の関係——垂直関係にある
- }この問題の中心のわらい
- (ハ) (物体と投影面の像との関係)——別の問題で更にくわしく追求する。
  - (ニ) 立体の形の表現——(図2)のほかにいくつかの投影の図を組み合わせで表現
  - (ホ) 表現のしかた——そのようにみえたと予想した形をかく——同じ大きさに投影
  - (ヘ) 物体のA面に平行な位置にある場合を基準として

以上の基本事項がどのような様相で理解され、意識化されているかを把握し、正投影図法および正投影の原理についての生徒の意識構造をよみとろうと考えた。

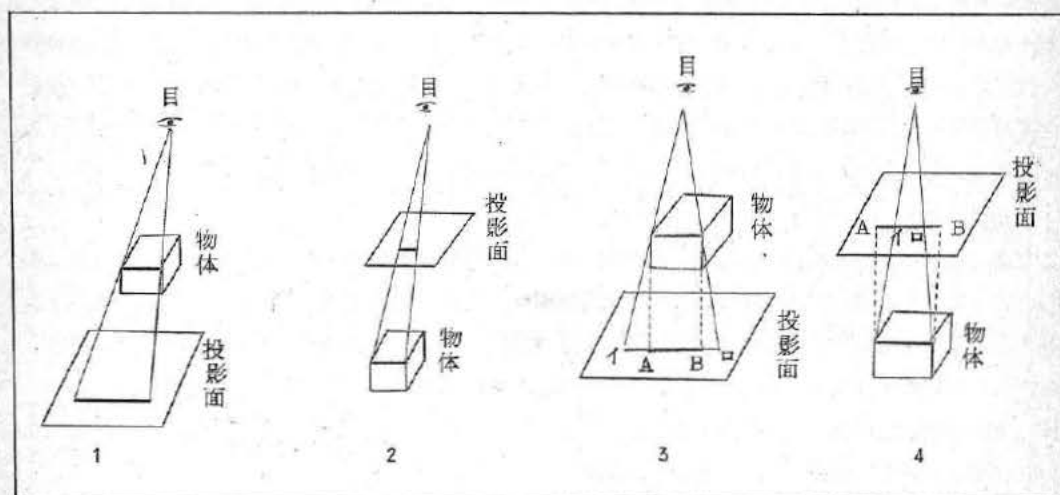
(イ)の光線の性質、関係(2平行光線である)についての反応の傾向は、1年では73.4%で、(3反射する)15.9%(1点にあつまる)8.5%にも反応の傾向が目立つところをみると、その理解のしかたに、日常経験的な目で物体をみて表示するという観念に左右されている傾向がみえる。透視図法とはちがう、という意識はもっているようであるが、光線は1点にあつまる、反射するという考え方をする者のいるところをみると、透視投影と正投影とを混同し、はっきり区別できない状態にあるようである。

2年81.2%、3年93.9%の正答率を示し、平行光線をあてて投影するという知的理解は、2年より3年へと一応安定してきている。

しかし、(ハ)の(物体と投影面の像との関係)表現のしかたについての反応をみると、予想した16の選択跡は意外に少なく、1年6.4%、2年11.3%、3年4.9%、15一目でみたとおりに、しかも物体と全く同じ大きさでかき表わす——に反応した生徒が1年50.0%、2年48.2%、3年53.1%、——14一目でみた通りの形にかき表わす——1年27.7%、2年29.2%、3年28.4%と1年と同様に日常経験的な理解構造が残っていると判断せざるを得ないようである。

平行光線の性質をつかって投影するという事象は、平行投影によって射影された像として、あくまでも目でそのように見たと予想し、その予想した形を図にかき表わすことであって、目でみた通りの形の影像をかくこととはちがう。「目でみた像をかく」ということは、透視図法でかくということである。投影図法の指導において「みてかく」とか「上から見た図をかく」という言葉の使い方が無意識のうちに案外多く用いられているのではないだろうか。こうした言葉の使い方をはっきりしないと概念の形成上に問題が生ずる。

「上からみた図をかく」といえば図Aの(1)、(2)の方法でかくことが、ほんとうの上からみた図である。



( 図 A )

しかし、正投影図法で、通称「上からみた図をかく」といっているのは、図における(3)のAB(線)(4)のCDの予想した投影の図(線)をかくことをさしているのであって、真にみた図(3)のイロ、(4)のハニ)をかくという事象をさしてはいない。したがって、正投影図法の指導では、「物体の上にある投影面に上から(正)投影した図をかく」、「下の投影面に、上から投影した図をかく」とははっきり区別して言葉を使用する必要があるといえよう。——投影するといえば図をかくことも含むから、正投影するといってもよい——

問の小問は、光線の方向と投影面の関係をどうみているかをたしかめたものである。集計表にみられるように、7の選択肢(平行である)に反応したものが、1年—55.3%、2年—45.3%、3年—43.2%、と高い率を示しているのに多くの反応を予想した5の選択肢(垂直である)には、1年—30.9%、2年—33.0%、3年—44.4%と3年を除いて、7に反応した率より相当低い結果になっている。問の問題における、正投影図法は平行光線をあてて投影するという意識が、問の問題に影響したものと考えられるが、正投影では「光線の方向に垂直の関係に投影面をおいて投影する」という関係法則が、確実に構造化されていないという生徒の実態が、ここに示されたものとみるべきであろう。

「正投影図法」といえば、生徒はまず正面図、平面図、側面図の三面図の配置された投影図を頭に思い浮べるらしい。したがって、この三面図の配置された投影図から、光線と投影面との関係を判断しようとするれば、いきおいつまずく生徒が多く出てくることであろう。——問題構成上の欠陥もあったようだが——

投影図法の学習指導は、現場の一般的傾向として、いきなり三方から投影するという第3角法から第1角法にもとづく学習にはいり、そこで物体の正投影（正射影）を理解させようとする学習過程が多いようである。

われわれの考えでは、生徒の発達段階および学習系列からみて、第3角法（第1角法）に入る前に、物体のある一方からの正投影（正射影）を確実に理解させる指導が、実は投影図法理解への重要な役割をもつものであると考えている。したがって、その過程で物体の正投影について

- ・物体——平行光線——投影面との関係
- ・物体——投影面——目の関係
- ・物体と——投影面の図象との関係・・・物体の構成要素である点、線、面が投影図にどのようにうつし出されるのかなど（数字との関連）

しっかりと理解させた上ではじめて、第3角法（第1角法）の学習にすすむことが大切であると考えられる。こうした学習過程上の問題は即技術習得構造上の問題でもあるが、光線の方向と、投影面の関係は平行である（平均48.0%）という、そうした生徒の意識構造であるとすれば、それは習得過程における問題であろう。

(4) は、立体の形の表現方法について透視図法と正投影図法のちがいを問題にしたわけであるが、これは、正投影図法の法則の理解からみて正投影（正射影）の原理の習得構造をみようとならったものである。

正投影図法について、正答10（物体の立体の形を表わすには、このほかにいくつかの投影面を組み合わせる必要がある）に1年—36.2%、2年—34.9%、3年—40.7%と反応を示したのに対し、9（物体と同じ大きさの立体像で表わされている）に反応した者が1年—52.1%、2年—44.5%、3年—45.7%と10の予想した正答率を上まわっている。

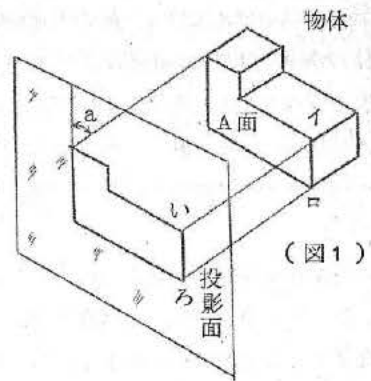
この結果について考えてみると、最初にある選択肢9を、物体と同じ大きさの（立体）像で表わされている、と選択肢を簡単に読解し（立体像という語句の解釈のしかた）同じ大きさの像と直観的に反応したのではないかという推測をする以外に解釈のしようがないようだが、それにしても、10の選択肢と比較してみれば、さほど困難を感じず問題でもないと思う。とにかくこのような誤答傾向が1、2、3年と平均して47.3%もあるということは、やはり基本的な正投影（正射影）の原則が、構造化されて身につけていないためではないだろうか。すなわち、立体をある条件下において正投影（正射影）した場合、投影面図にどのような図形として射像されるか。それらのはっきりしていれば、立体の形の表現は1投影面図だけでは立体の形を表示し得ないことが、おのずから了解できるはずである。

さてこうした理解傾向をもつ生徒は、いかに現象的に第3角法により投影図がかき得たとしても、それは立体を平面上にかき表わすという、基礎的な技術の習得構造が成立しているとはいえないであろう。

なお、この点について問題〔2〕で追求してみよう。

## A 問題と結果

[2] 正投影により図1のような投影図をかいた場合、実際の物体と投影面の関係、および物体と投影面の像との関係はどうなっているか、つぎの各問題においてそれらの関係を最もよく表わしていると思うものを、下の文章のなかからえらんで、その番号に○をつけないさい。なお、それらをえらんだわけを□のなかにかきなさい。しかしその他の考えに○をつけた人は自分の考えをかきなさい。



(イ) 物体のA面と、投影面の像の大きさの関係はどうなっているか。

1. 物体のA面より、像のほうが大きい。
2. 物体のA面より、像のほうが小さい。
3. 物体のA面と、像とは全く形も大きさも同じである。
4. 物体を投影面より遠くに離せば像は小さくなり、近くにもってくれば像は大きくなる。

(イ)の結果

学年 \ 問	1	2	③	4	5	無
1	5.3	8.5	72.4	9.6	3.2	1.0
2	7.5	4.7	72.8	11.3	2.8	0.9
3	2.5	1.2	91.3	5.0	0	0
平均	5.3	5.0	77.9	8.9	2.1	0.8

(ロ) 物体の1辺イーロの長さが、100mmあるとしたら、投影面の像の1辺いーろの長さはいくらになるか。

6. 200mm    7. 50mm    8. 100mm
9. 物体と投影面の距離が示されていないから長さはわからない。

(ロ)の結果

学年 \ 問	6	7	⑧	9	10	無
1	5.3	6.4	70.2	13.8	4.3	0
2	3.8	1.9	74.5	14.2	2.8	2.8
3	0	0	91.4	6.2	2.4	0
平均	3.2	2.8	77.9	11.8	3.2	1.1

(ハ) 物体のイ点から、投影面の像のい点までの距離が300mmあるとしたら、同じくロ点から3点までの距離はいくらになるか。

11. 600mm
12. 300mm
13. 150mm
14. わからない
15. その他の考え

(ハ)の結果

学年 \ 問	11	⑫	13	14	15	無
1	2.1	77.7	5.3	11.7	3.2	0
2	0.9	86.9	2.8	4.7	1.9	2.8
3	2.5	85.2	0	12.3	0	0
平均	1.8	83.3	2.8	9.3	1.8	1.0

(二) 投影する光線の方向と投影面の角度は、(図1の角 $\alpha$ )何度であるか。

16.  $90^\circ$

17.  $60^\circ$

18.  $180^\circ$

19. 投影面のおき方によってちがうからきまっていない。

20. その他の考え

(二)の結果

学年	16	17	18	19	20	無
1	70.2	9.6	3.2	8.5	7.4	1.1
2	61.4	13.2	2.8	15.1	4.7	2.8
3	81.5	6.2	0	1.2	11.1	0
平均	70.1	10.0	2.1	8.9	7.5	1.4

## B 結果の考察

[1]の問題において、正投影図法の基本である正投影(正射影)の原理について、その理解のしかたの一般的傾向をみてきたが、ここでは、具体的な立体の投影事象にもとづいて、更にその理解の様態をさぐるようとした。それはつぎの3つの観点から見てみようと思図したものである。

図1をみればわかるように、物体のA面を投影面に対して平行の状態において、平行光線をあてて投影したものである。(1)そうした関係事象をこの図を見て判断できるかどうか。(2)さらに、平行光線と投影面の関係はどうであるか。そうした場合、立体の形状はどのように投影面に射像されるか、立体と投影面の像との関係はどうか。……の判断傾向をみようとする。

こうした出題のねらいにより問題を作成した。

いま、図1のように、立体(L型直方体)を投影して、投影面に図のような射像がうつし出されたとすれば、この図から

- 物体のA面は投影面に対して平行の関係位置にある。
  - 投影面に垂直な関係にある平行光線をあて射像した。
- この条件が一つ変わっても、投影面の像は図1のようにならない。すなわちA面以外の面(一部分)も投影面にうつし出される。

以上の投影の原則、条件が判断でき得るであろう。——これは読図力をみる問題とも考えられるが、——したがって、これにより、

小問(イ)は、立体のA面と投影面の平行関係をどう判断したか。

小問(ロ)は、(二)において光線の性質(平行光線)、光線と投影面との関係(垂直)

小問(ハ)は、(イ)で、立体と像との関係、などについての生徒の関係理解をみようとした。

- 物体のA面と投影面は平行関係にある。

このことは問題[1]の(ホ)においても問い、結果(平行である)に反応、1年—67.0%、2年—62.2%、3年—72.8%となっている(図A参照)。それに比較して、この小問(イ)の結果は、正答率、1年—77.7%、2年86.9%、3年—85.2%となり、具体的な投影事象に則しては、生徒は容易に判断できるようである。しかし——(一定のかたむきを必要とする10.7%、垂直でなければならぬ14.9%)わからない9.8%——と誤答反応のあるところをみると指導上に問題点がなかったが検討してみる必要がある。

- 光線の性質、光線と投影面の垂直関係

このことについても問題[1]でその意識構造をみてきたが、結果、平行光線をあてて投影するとい



う知的理解は、2年～3年へと安定してきているが、やはり日常経験的な、目でみた通りの形に射像されると意識構造が残っているとみてきた。

ここでも小問問、(二)さらに(1)の結果を総合して判断すると、これと同じことがいえる。

平行光線をあてて射像するということが知的に記憶していたとしても、投影面に平行な物体……図より判断し……の1辺イ一ロは、投影面の像の1辺い一ろとどうい関係条件にあるのか、どのように射像されたのか—平行光線をあてる……それも投影面に垂直な平行光線をあてる、……1辺イ一ロの長さはどううつし出されるか……物体と投影面の距離に関係なく、立体の1辺イ一ロの実長がそのまま像のい一ろとしてうつし出される。したがってイ一ロが100mmあれば、像のい一ろも100mmとなる。さてこうした思考経路をたどって、総合的に判断して小問問のB(1年—70.2%, 2年—74.5%, 3年91.4%)に反応したのか、その点に問題があるようだが、ともかく、知的にわかっているということと、平行光線をあてて(ある条件のもとに)射像するという正投影の原理として理解することとはちがう。その間の関係はあくをとおしての理解にいたるということは容易でないようだ。

まして、それらの投影の原理を適用して物体を投影し、図に表示するとなれば、知識理解のほかに更に、技能の要素も加わってくるため、立体を正投影(正射影)する力としての、基礎的技術の習得構造を生徒の身につける(構造化する)ということはいっそう容易なことではない。

この時点における、製図の基礎的技術の習得構造を、ペーパーテストによってみようとすることは、なかなか困難であろうということは研究計画にも述べたとおりで問題はあろうがともかくこの調査問題の結果から

- 光線の性質——平行光線をあてる ——平均77.9%
- 物体のA面は、投影面に平行関係の位置にある。——平均83.3%
- 光線は投影面に垂直関係にある。——平均70.1%
- 投影面に平行な面、線は同じ形の像となる。——平均77.9%

推定していえることは、投影の原理について、断片的に単なる知識として記憶してはいるが、その間の関係をはあくするまでにはいたっていないというのがその実態であろう。

小問問(一)までの完全正答率、1年—45.7%, 2年—43.7%, 3年—51.6%という実態で、各問題別にみると、一応理解されていると思われる3年においてさえ、実際はその半数も、関係理解はなされていないという実情である。

いかに系統化が強調されたとしても、各事項をただ並列的に学習していったのでは、要素的知識を一時記憶し、やがて忘れていくだけであって、関係はあくの能力としての理解は発達せず、系統化は何の価値もないものになる。

物体(立体模型)を正投影(正射影)する、という学習過程において

- 物体の位置……立体のある面を投影面に平行関係(その形をもっともよく表わす面)を正面にすること空間の位置関係も一部含めて) } 正投影の条件
- 投影面に垂直な関係に平行光線をあてる
- 物体の構成要素である、点、線、面はどのように投影されるか } 正投影の法則
- 物体の点、線、面の性質は射像にどのように保存されてうつし出されるか } (文法)

これらの各事項間の関係をはあくする力としての理解が発達するような、そうした指導を、製図学習ではもっと強化する必要がある。

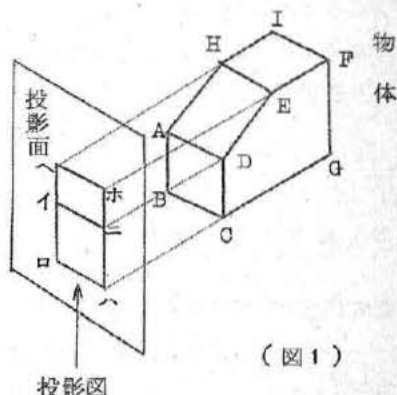
こうした製図の基本(画法幾何学)となる、立体を正投影(正射影)する力の構造化をおろそかにしておいて、いかに正投影図法(第3角法,第1角法)の指導をいそいでみても、立体を平面上にかき表わすという製図の基礎的技術能力の形成は、望み得ないというべきであろう。

### A 問 題

[ 3 ] 右の図は、斜面をもった立体(物体)を正投影したところをかき表わしたものであるが、立体の各辺は投影面にどのように投影されかき表わされているかそれぞれについて { } のなかから正しいと考えるものをえらびその番号に○をつけなさい。

なお、立体の各辺は投影図のどこに、どのように表示されているか、例(線  イ〜ロ , 点  ロ )のように  のなかにその符号をかき入れなさい。

(注) 立体および投影図の図形のかど、頂点を点と考え「点A, 点へ」とする。図形1辺を線分とみて「線AD, 線へホ」とする。



(イ) 投影面に平行な関係にある立体の1辺ADは

- 1. 実物と同じ長さ(実長)の線  として
- 2. 点  として
- 3. 実物の実長より短い線  として
- 4. その他

投影図に表わされている。

(ロ) 投影面に垂直な関係にある立体の1辺CGは、

- 5. 実物と同じ長さ(実長)の線  として
- 6. 点  として
- 7. 実物の実長より短い線  として
- 8. その他

投影図に表わされている。

(ハ) 投影面に垂直でも平行でもない立体の1辺DEは

- 9. 実物と同じ長さ(実長)の線  として
- 10. 点  として
- 11. 実物の実長より短い線  として
- 12. その他

投影図に表わされている。



を図の上で、系統的、座標的また動的に考える。

2. 図形の構成要素点、直線、平面の位置関係を、投影の原理によって表現し、(投影的な図形表現を用いて)だれにも図形の様子を正しくわかるようにする。

こうした数学科の図形学習を基本として、それとの関連において技術教科の製図学習が位置づけられ学習構造が組み立てられることになる。

ともかく、ここでは製図学習の結果、立体図形の性質、関係を投影(原理)によって、どのように投影面に表示できるか、についての生徒

の意識構造をみようとしたのであるが、調査の結果では、正答率は、期待したより低い。

投影面に平行な関係にある線分の投影は実長が表われるということは、投影の基本的機能であり(1年-66%, 2年-53.8%, 3年81.5%)この関係理解がはっきりしていないということは問題であろう。

図形を要素に分解する力が弱く、物体から点、線を抽象することに抵抗を感じたとと思われる傾向(問の反応1年-61.7%, 2年-54.7%, 3年-65.4%)もあるが、数学の図形学習において、そうした力の獲得に問題のあることを聞かない点から察すれば、やはり理解過程における問題というべきであろう。

この理解ならびにそれらの力の習得過程に問題があるとすれば、必ずしも技術(家庭)科のみではなく、やはり数学科の問題でもあるといえる。

数学科における投影図の学習は、物体の形や構造を図やことばで表わし、図形の性質、はたらき、関係についての特徴、などをより理解するためになされる。(把握学習)

技術(家庭)科では、物体の形、構造を図形としてとらえ、図形の性質、はたらき、関係を利用して正投影の理論により正確に、ありのままに物体を表示する方法(正投影図法)と技術を習得するための学習である。(応用学習)

立体図形の(構成要素点、線、面)性質、関係などが、投影によって(投影の条件、機能)どのように投影面にありのまま表示されるか、ということの学習内容は、数学科と技術科の両教科において、それぞれ上記の各ねらいから学習されるが、結果的には、その構造化は同一の性格のものとなるであろう。しかし、それだからといって、数学科で学習するから重複をさけ、製図学習から除いてもよいという内容ではない。製図の基礎的技術の習得構造上欠くことのできない、重要な土台石ともいうべき内容であると考えられる。

イ) "実長の線一ニとして"

学年	問	①	2	3	4	無	誤	他
1		66.0	6.4	8.5	10.6	3.2	5.3	0
2		53.8	0.9	1.0	0	0	21.7	22.6
3		81.5	0	2.5	0	0	2.4	13.6
平均		65.8	2.5	3.9	3.6	1.1	10.7	12.4

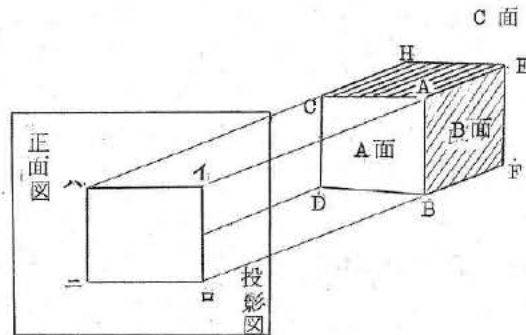
ロ) "点ハとして"

学年	問	5	⑥	7	8	無	誤	他
1		6.4	61.7	3.2	14.9	9.6	4.2	0
2		2.8	54.7	0	0	0	21.7	20.8
3		2.4	65.4	2.5	9.9	0	6.2	13.6
平均		3.9	60.1	1.8	7.8	11.0	11.4	4.0

ハ) "短い線一ホとして"

学年	問	9	10	⑪	12	無	誤	他
1		6.4	9.6	60.6	14.9	6.4	2.1	0
2		3.8	0	52.8	0.9	0	18.9	23.6
3		3.7	7.4	70.4	3.7	0	1.2	13.6
平均		4.6	5.5	60.5	6.4	2.1	8.2	12.9

数学科における指導過程では一般的に、点、線、面の投影を順次分析的に指導する傾向がみられるが、製図学習においては、あくまでも具体的な物体（立体模型）を素材にして、そのある面を正面にして、（投影面に平行な関係条件で）正投影し、描図するという実践的な作図学習の過程において、立体の構成要素である点、線、面の性質や関係がどのように保存されて投影面に射像されるかを考えさせ、（何が正しく表現され、何が表現されていないか） どのような約束でどのように表現するかしっかりつかませる必要がある。



( 図 B )

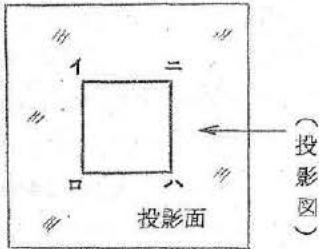
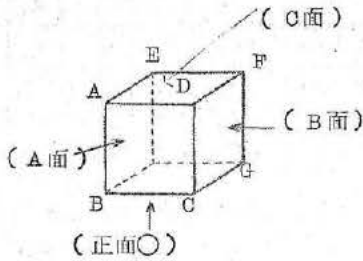
その場合、立体の正面（ひとつの面として）だけに注目させることはさけ、あくまでも立体的物体の投影という観点から、投影された正面図は（図B参照）単に立体の正面の投影とみるだけでなく、正面図の1辺一—ロは、物体のA正面の1辺A—Bの投影であると同時に、投影面に垂直な関係にある物体のB面の投影されたものでもある。といった関係もはつきりつかみ得るよう指導すべきである。

また、投影面に垂直な関係にある物体の1辺C—Hは、投影面に点ハとして投影され、そうした点の連続としてのC—Aは、投影図のハ—一（点の連続は線）の線分として投影される。それはA面とC面の結合点であり、この場合はA面とC面は垂直の関係にある（結合関係）といった関係が理解させ、立体の構成要素である点、線、面の結合関係、位置、方向関係もはつきり認識できるように指導する必要を強調したい。

それと同時に、立体の1辺A—Bは実長として一—ロにうつし出される（投影の機能、条件の理解）ことを思考させ、A面の実形、実長が正しく表現されること、同時にA面の向う側の背面の実形もわかる。しかし、A面、B面については、その1辺の実長しかわからず、ましてその実形はこの投影図だけでは表現でき得ない。という問題意識にまで導くべきであろう。（第3角法、第1角法へ発展）、さらに、問題に提出した（図1参照）ような斜面を含む立体模型の投影作業を課し、図形の性質、関係が正しく表示されるものとされないものの相違をみだし、立体のありのままの形や、その実長をどうしたら正確に一平面上に表現できるかを、生徒自ら考えるという方向へ指導を志向する過程は、実は、製図の基礎的技術習得過程の重要な一分節であろう。

A 問題，結果

[ 4 ]



( 図 1 )

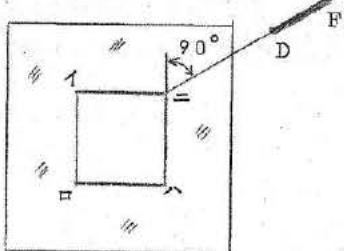
左の図において，下の投影図は，上の正方形の物体を○印のA面を正面にして，正投影したものです。

この図において，物体の各辺や，各面は投影図の像とどのような関係にあり，またどのようにかき表わされているか，つぎの各問についてそれぞれの関係図を参考にして，正しいと思う考え方を，下記の[ ]のなかの6つの考え方からえらんで，その番号に○をつけなさい。

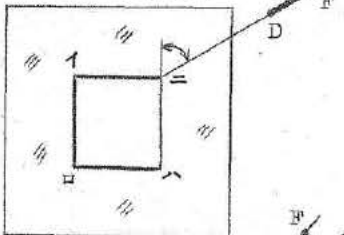
なお，それをえらんだわけをかきなさい。

- ( 註 )
- 1 投影図は現尺(1/1)でかき表わしたもとする。
  - 2 正方形(立体)のかどの頂点を点と考へ「点A」というように示す。3 図形の1辺を「線A B」というように示す。
  - 4 正方形(立体)の1面を「平面A B C D」またわ「A面」と示す。

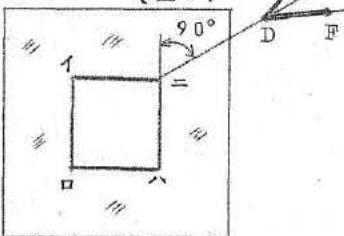
(1) 投影図の点ニは，物体の点Dおよび点Fとどんな関係にあるか。



( 図 1 )



( 図 2 )



( 図 3 )

1 投影図の点ニは，物体の点Dと点Fを投影したものである。

点ニと点Dおよび点Fは一直線上にある。

( 図 1 参照 )

2 点ニは，点Dを投影したものである。点Fは，他の平面図か側面図に投影される点で，この投影図の点ニとは関係がない。しかし点ニと点Dおよび点Fは一直線上にある。

( 図 2 参照 )

3 点ニは，点Dを投影したものである。点Fは，他の平面図か側面図に投影され，それをみなければ点ニ，点D，点Fは一直線上にあるかどうかわからない。( 図 3 参照 )

4 点ニは，点Dや点Fと関係はない。

5 よくわからない

6 その他の考え

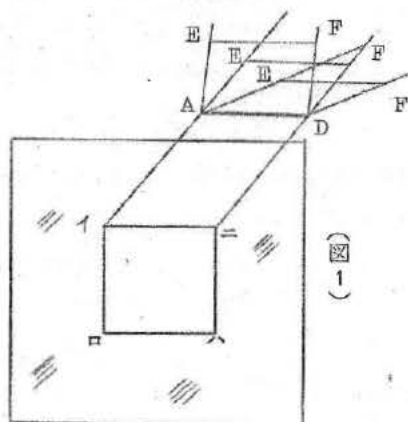
(イ)の結果(点の正投影)

学年 \ 問	1	②	3	4	5	6	無答	他
1	39.0	36.0	6.0	0	16.0	3.0	0	0
2	34.9	39.6	3.8	1.9	13.2	0.9	5.7	0
3	58.0	30.9	1.2	1.2	7.4	0	1.3	0
平均	43.0	36.0	4.0	1.0	12.5	1.0	2.5	0

(ロ)の結果(投影面に平行な線の正投影)

学年 \ 問	1	②	3	4	5	6	無答	他
1	18.0	48.0	19.0	0	14.0	1.0	0	0
2	2.8	48.1	24.5	5.7	11.3	1.9	5.7	0
3	6.2	72.8	13.6	0	7.4	0	0	0
平均	9.0	55.0	20.0	2.0	11.0	1.0	2.0	0

(ロ) 投影図の1辺(線)イーニは、物体の1辺(線)A-Dおよび1辺E-Fとどんな関係にあるか。

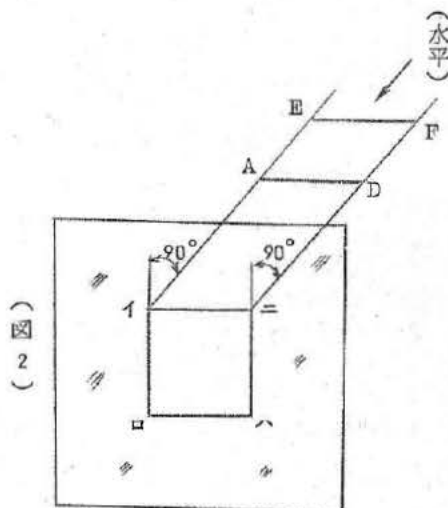


(図1)

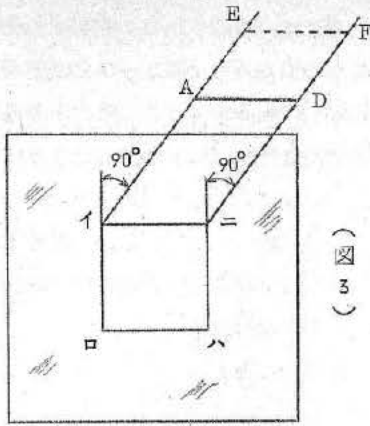
1 投影図の線イーニは、物体の線A-Dの投影されたものである。長さも全く同じ、しかし、線E-Fは他の平面図か側面図をみなければ、これらの線とどんな関係にあるかわからない(図1参照)

2 線イーニは、線A-Dと線E-Fを投影したものである。なお、線A-Dと線E-Fは、線イーニと同一水平面上にあって、3線ともびったり重なる関係にある。長さも全く同じである。

(図2参照)



(図2)



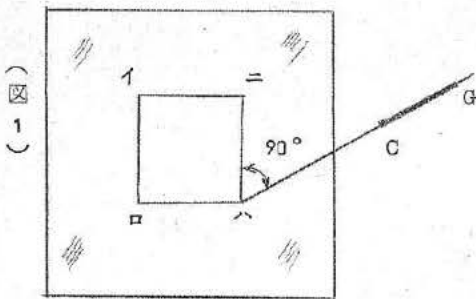
(図3)

3. 線1-2は、線A-Dを投影したものである。線E-Fは他の平面図か側面図に投影されるものであってこの投影図の線1-2とは関係がない。

(図3参照)

4. 線1-2は、線A-Dや線E-Fとは関係がない
5. わからない
6. その他の考え

イ) 投影図のかどの点ハは、物体の1辺(線)C-Gとどんな関係にあるか。



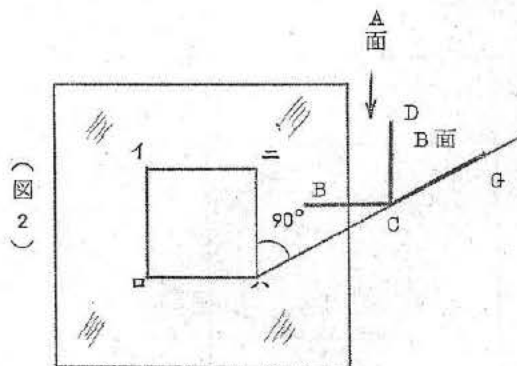
(図1)

1. 物体の線C-Gは、投影面に対して垂直の関係にある。したがって線C-Gは投影図に点ハとして投影される。

(図1参照)

2. 点ハは、物体のA面のかど、点Cの投影されたもので、線C-Gは他の平面図か側面図に投影されるもので、この投影図とは関係がない。

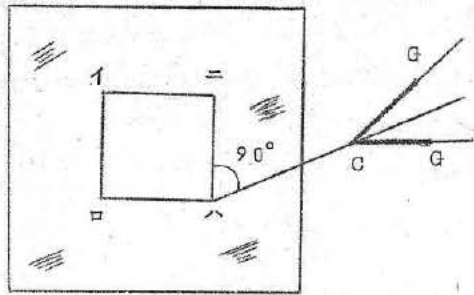
(図2参照)



(図2)



( 図 3 )



3. 点ハは、線C-dの1端点Cの投影されたものであるが、線C-dは投影面と垂直の関係にあるかどうか、他の平面図か側面図をみなければはっきりしたことはわからない。

( 図 3 参照 )

4. 点ハは、線C-Gと関係はない。

5. わからない

6. その他の考え

(ハ)の結果(投影面に垂直な線の正投影)

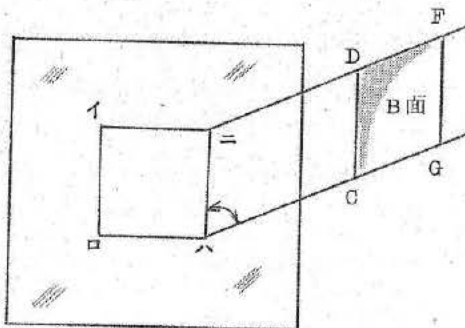
学年 \ 問	①	2	3	4	5	6	無答	他
1	33.0	33.0	12.0	1.5	20.0	1.5	0	0
2	47.2	14.2	6.6	4.7	18.9	0.9	7.5	0
3	53.1	22.2	7.4	1.2	14.9	1.2	0	0
平均	47.0	14.0	6.5	4.5	19.0	1.0	8.0	0

(ニ)の結果(投影面に垂直な面の正投影)

学年 \ 問	1	2	③	4	5	6	7	無答	他
1	18.0	17.0	27.0	21.0	1.0	14.0	0	2.0	0
2	13.2	8.5	25.5	28.2	1.9	14.2	1.9	6.6	0
3	18.5	14.8	33.4	16.0	2.5	14.8	0	0	0
平均	16.5	13.0	28.0	22.5	2.0	14.0	1.0	3.0	0

(ニ) 投影図の1辺(線)ハニと、物体のB面(平面CDFG)は、どんな関係にあるか。

( 図 1 )



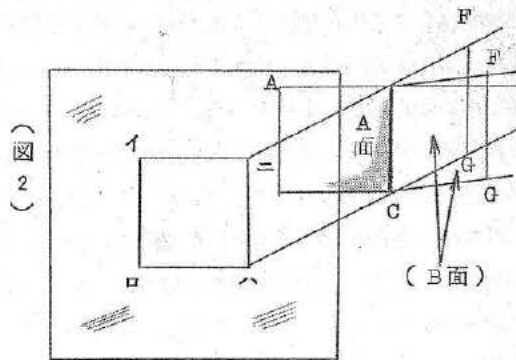
1. 投影図の線ハニは、物体のB面の1辺C-Dの投影されたものである。なお、B面は投影面に垂直の関係位置にある。

( 図 1 参照 )

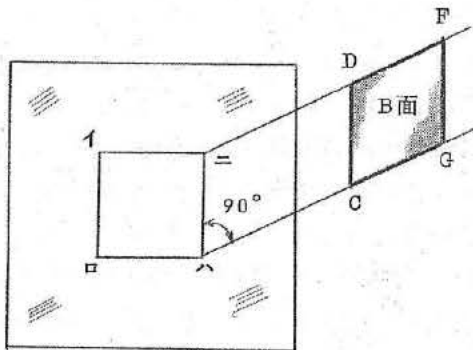
2. この投影図は、A面の投影図であるから線ハーニはあくまでもA面の1辺C-Dの投影されたものである。

B面は他の平面図か側面図に投影されるべきもので、この投影図とは関係がない、したがって、投影面と垂直かどうかはわからない。

(図2参照)



(図3)



3. B面と、投影面とは垂直の関係にある。したがって線ハニは、B面を投影したもので直線としてかき表わされている。

(図3参照)

4. 線C-Dは、A面とB面に共通な1辺であるから線ハニは、物体の1辺C-Dを投影したものである。

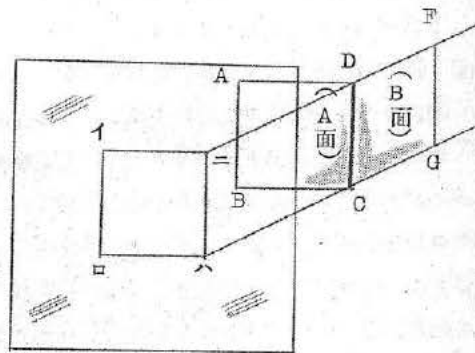
(図4参照)

5. 線ハニは、物体の1辺C-Dと関係はない。

6. わからない

7. その他の考え

(図4)



## B 結果の考察

この問題は、立方体の物体をある1面を正面にして正投影した具体的な場面において、物体の構成要素である点、線(投影面に平行な1辺、垂直の関係にある1辺)面(投影面に垂直な関係にある面)が正投影された場合、投影面にどのような図形として射像されるか、それらの事象について、生徒はどの

ような見方、考え方で理解し、投影するということの構造化がなされているか、などをさぐろうとしたものである。

問題の構成は、立方体の物体のA面(図A参照)を正面にして正投影した図(正面図)を示し、立体の構成要素点、線、面と射像された図形の要素点、線との投影関係の様態を問う形式にし、これにより、生徒の点、線、面の投影(正射影)についての一般的な考え方の傾向と、立体の要素点、線、面の位置関係、結合関係についての見方や、判断の傾向をつかみ、投影についての生徒の意識構造をとらえようと意図した。

問題の構成や、選択肢の表現上に難点があり、このねらいからそれた面もあったようだが、一応この調査の結果から、上記のような生徒の物の見方、考え方の一般的傾向を考察し、あわせて投影指導の問題点、留意点を推定しつぎに述べてみることにする。

図のように、立方体のA面を正面(投影面に平行)にし正投(射)影した場合、正投影の原理によりA面の実長、実形がそのまま(図形の性質が保存され)投影面に射像される。それと同時に立方体の性質上、A面と平行に相対する背面も全く重なって射像されていると考えてよいであろう。したがって、A面のかどD点と背面のかどF点は、投影面に垂直な一直線上(光線)にあり、射像図形の点ニと一致する。という判断は容易であろう。

さて、そうした判断へ、生徒はどのような思考過程をたどって到達するかは明らかでないが、とにかく、点ニと点Dおよび点Fは一直線上にあるということの関係は握については、80%(選択肢1-4 3.0%+2-3 6.0%)の生徒は意識しているといえる。

とにかく、物体の点Dと点Fの距離はわからないが、各位置、方向関係(空間概念)としてつかんでいるものとみてよからう。しからば、投(射)影するという観点から、物体の点Dと点Fの構成要素の関係をどうみているか。

- ① 投影面の点ニは、物体の点Dと点Fを投影したものである(1年-39.0%、2年-34.9%、3年-58.0%)平均36%
- ② 投影面の点ニは、物体の点Dを投影したもので、点Fは他の投影面に投影されこの射像の点ニと関係はないという考え方をするもの、(1年-36.0%、2年-39.6%、3年-30.9%)平均36%と生徒は以上二つの見方、考え方をする傾向がみられる。

同の投影面に平行な構成要素、線の投影については、線AD、線EFの位置、方向関係については、(1)の結果と同様(75%)で、一応意識構造は成立しているとみてよからう。

つぎに「投影する」という見方考え方の傾向について(1)、同の問題結果から考察すると、(1)の点の投影に比較して同線については、立体的な関係としてみる見方がしやすいのか生徒の反応率は増加している。1年(点)39.0% → (線)48.0%、2年(点)34.9% → (線)48.1%、3年(点)58.0% → 72.8%となる。これは、物体から点、線の構成要素を抽象する難易によるためかとも思われるが、とにかく生徒は「投影する」という事象のとらえ方は、一般的にあって平面的(表面的)で立体的な見方をする融通性に欠けているといえよう。

もちろん、立体の一方からの投影だけでは立体の構造は完全に表示でき得ない。がしかし、立方体の場合は、この一方からの投影図に、ことばで奥行100mmという表現を付記すれば、その物体の構造は完全に他人に伝達できる図面となるわけであって、そうした観点から、少くともある一方からの投影図だけを見て、その物体の構成要素である点、線、面の位置、方向、関係、結合関係の概略はつかみ得

るようであればならない。(これを立体的なみ方といおう)

この一方からの投影図は、なるほど立体を平面図形におきかえてうつし出しているが、それは、単にA面の一表面だけを表示したのではなく、立体としてのA面の実形の表示と共に、A面とB面(またC面)との位置、方向関係(垂直)ならびにその結合関係(1辺一対一で直角に結合)をも表示している。とみるべきである。(この投影図の限りにおいて)

それは、立体の構成要素である点、線、面などが、投影の平行性(平行光線)垂直性(光線と投影面の垂直関係)の機能によって、その位置、方向、長さ、結合関係、角などの性質が保存されてそのまま射像される。という投影の原理からそのことがいえるのである。

こうした原理を理解し、それを意識的に適用して、立体のどの面を正面にしてもこのように投影図として表示できる力、また、そのような見方から読図ができる力を養うという、この習得構造の成立をめざして、つぎの正投影図法(第1章角法)により立体を平面上に表示する能力としての、習得構造の成立をはかるといふことは、非常に困難であるといふべきであろう。

問題(1)~(4)の結果を総合して考えてみると、60%近くの生徒は、基本的な投(射)影についての習得構造は成立していないといっても過言ではなからう。

いうならば投影の原理(平行性、垂直性)と、立体の性質(点、線、面の位置関係、結合関係)との各関係に関連的に理解し、立体を平面図形として表示するという力の弱さを示すものである。また、その習得構造が、かかる状態にあるとするならば、実はその習得過程に問題点があったといふべきであろう。

さて、これらの習得構造は、さらに技能との関連において総合的にその構造の成立状態をみる必要があると考えているが、調査の方法上別の問題において分析的に考察し、また面接調査において更にくわしく追求することとした。

小問(1)と(2)において、投影図の射像と、物体の構成要素線、面との関連において 生徒の意識構造をみたわけであるが、反応の結果では

(1)の1に反応したもの、(1年-33.0%、2年-47.2%、3年-53.1%)平均47.0%で、これらは「投影する」という事象を、一応平面的にみず、立体的な見方をしている傾向の生徒といえる。1正面の投影図において、単に立体の正面Aの投影とみるだけでなく、それと関連する他の面(線)の関係表示のされた図面としてうけとめている。

(2)の3に反応(1年-27.0%、2年-25.5%、3年-33.4%)したのも、以上で述べたと同じ見方、考え方のできる生徒とみてよからう。しかし(1)の結果に比較してその率は低い。それは、問題の選択肢の設定に問題があったために、1に反応-16.5%、4に反応-22.5%と分散した結果によるが、しかしこれらの中には3の考え方に近い生徒の1部も含まれているとみれるから、もう少し高い率をみてよからう。それにしても、その意識構造は弱いとみるべきで、したがって一般的にいって、一方からの投影図をみて、その面(正面)とそれと結合している他の面の投影結果ともみれる判断力に欠け、立体的にうけとめる力の習得となっていないと考える。

いわば、生徒の発達段階からみて、このような関係判断のむずかしさを示すものといえよう。

## A 問題

[5] 物体の射像を図形としてかき表わすとき、それを正確にわかりやすく表わすために、約束によっていろいろな形状、太さの線を用います。表1は、製図で用いられる線の名称や、形状、太さを示した表です。これらの線は、それぞれに使いみちが約束できています。その使いみちはどのようにきめられているか、表1の用途のらん( )のなかに、下に示したそれぞれの使い方のなかから適当と思うものをえらび、その番号を記入しなさい。なお、三角定規を使って、実際の線を( )の上のあいたところにかきなさい。外形線の例にならってひくこと。

(表1)線の用途

用途による名称	形状	太さ	用途
外形線	実線	全線	( )
かくれ線	破線	半線	( )
破断線	不規則な実線	全線	( )
中心線	1点鎖線または実線	細線	( )
寸法線、寸法補助線、引出線	実線	細線	( )

1. 物体の中心軸、対称軸、穴の中心などを表わす。
2. 物体の見える部分の形状を表わす。
3. 寸法や説明などを記入するとき用いる。
4. 物体の破断箇所を表わす。
5. 物体の見えない部分の形状を表わす。

## B 結果とその考察

この問題は、線の種類と用途についての知識の再生を求めた問題であって、教科書にある内容をそのまま提出したものである。以下、これと類似した単なる知識の再生的な問題が二三提示されているが、これらの問題のねらいは、この調査に直接的な関連をもつものではなく、いわば、一般的な学力検査問題であって、単に知的に記憶している程度かそれとも、それらの知識が実際の場で使えるようになってるか、すなわち、生きて働く知識となっている状態との差異を判定する資料になればと考えて付加したものである。

1. ①外形線 (2)物体の見える部分の形状を表わす。

正答率(1年-87.2%, 2年-90.6%, 3年-94.0%)平均90.4%

誤答傾向は(4)の物体の破断箇所を表わすに反応(1年-3.2%, 2年-1.9%, 3年-4.0%)がめだち、その他の選択肢への反応は1%未満である。無答平均2.9%

2. ②かくれ線 (5)の物体の見えない部分の形状を表わす。

正答率(1年-88.3%, 2年-92.5%, 3年-96.5%)平均92.0%

誤答傾向は各選択肢とも1%程度の反応を示すのみ、無答3.0%

3. ③破断線 (4)物体の破断箇所を表わす。

正答率(1年-83.0%, 2年-88.8%, 3年-93.0%)平均86.5%

誤答傾向は、(1)-2.0%, (2)-2.5%, (3)-4.0%, (5)-1.2%で、破断線を寸法や説明などを記入するとき用いると考えているものがめだつ。無答3.8%

4. ④中心線 (1)物体の中心軸, 対称軸, 穴の中心などを表わす。

正答率(1年-83.0%, 2年-93.5%, 3年-94.0%)平均90.0%

誤答傾向は, 各選択肢とも2%程度の反応があった。無答2.8%

5. ⑤寸法線, 寸法補助線, 引出線 (3)寸法や説明などを記入するときに用いる。

正答率(1年-87.0%, 2年-93.5%, 3年-94.0%)平均90.0%

誤答傾向は, (4)に反応3.5%がめだつ

完全正答率, 1年-78.7%, 2年-84.0%, 3年-87.7%であった。

以上の結果からみられるように, こうした断片的な知識の再生を求める問題や, 教科書にある内容をそのまま提出したアザブメント, テストでは, 割合に高い正答率を示す。しかし, 同じ内容でも, 見方や問題形式を変えて出し, その内容を新しい場面に適用して解決を求めることになると正答率はぐんと低下してくる。さらに, 実習においてこれらを活用して使用する力と比較してみると, いっそうこの知識の習得度合いとは一致しない。

このような知識の習得上の欠陥は, どこからくるのであろうか。やはりそれらは, これらの関係知識を習得する過程に問題があったとみるべきであろう。こうした欠陥を除くために, 技術的關係知識を, 生徒が常に実践の場で自在に使用できるよう能力化するところの習得過程について, 学習指導との関連において, 今後よりはっきりさせていかなければならないと考えている。

## A 問題

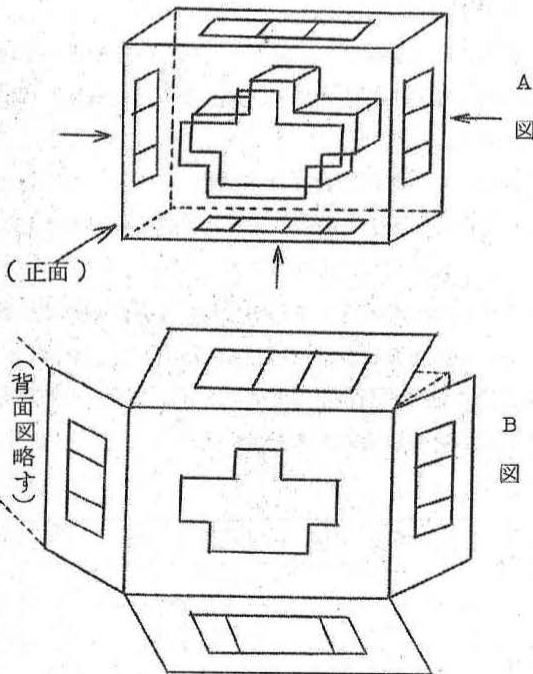
[6] 正投影図法における第3角法は, 物体と目の視点との間に投影面があって, それに物体が

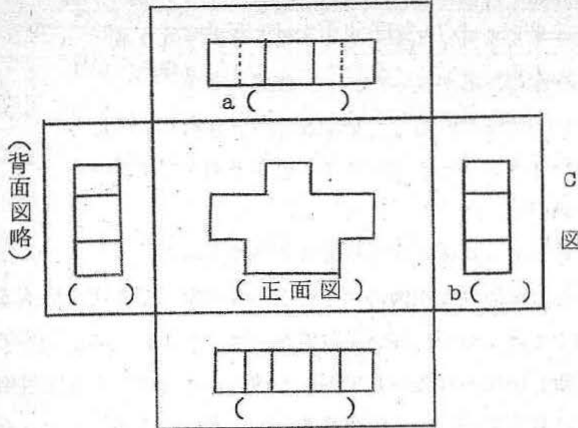
投影されるわけですから, 投影面はガラスの板のようなものでそれに物体の像をうつし, その形をかき投影図にしたと考えてよいでしょう。

(A図参照)

立方体の物体は, 6つの平面をもっていますから6つのガラスの面をかこみ, これに投影し(A図), それをB図のように広げるとC図のようになります。

(1) C図は, 第3角法における投影図の配置関係を示す図ということが出来ます。第3角法の投影図の配置をよく考えて, C図のなかのまだ図名のかいてない( )のなかに下記の語句のなかからそれぞれにがい当する図名をえらんで記入しなさい。





- |        |
|--------|
| 1 平面図  |
| 2 右側面図 |
| 3 左側面図 |
| 4 下面図  |

(ロ) 立体の物体を表わすのにC図の投影図全部を必要としません。ふつうこのうち2つないし3つの投影図があればじゅうぶん物体の形や大きさを知ることができます。

第3角法でふつう用いられる3つの投影図はどれとどれか、その図名をつぎの( )のなかにかきなさい。

1 ( ) 2 ( ) 3 ( )

### B 結果とその考察

正投影図法における第3角法の原理は、投影面によって分けられた空間の第3角に物体をおいて三方から投影し、(ガラスの板に投影し上からみた形)水平投影面と側投影面を、基線をもとに90°おこし(回転)ひとつの平面上に展開する。ということであろう。

- |                |                         |                   |
|----------------|-------------------------|-------------------|
| 1. 物体のおく位置     | ——— 第3角(第3象限)におき射影      | } 正射影の原理<br>と関連して |
| 2. 物体—投影面—目の関係 | —投影面は中間におく、透明板(ガラス)が必要  |                   |
| 3. 水平、側投影面の回転  | ——手前に(内)へ開く。            |                   |
| 4. 投影面の配置      | ———平面図は正面図の上、右側面図は右側に配置 |                   |

これらの事項が、それぞれ関連的に、しかも正射影の原理とも関連し、その関係は握がなされていなければ、少くとも第3角法の原理が理解されているとはいえないであろう。

しかし、この問題では、そうした理解の深さまでつかむというところへいかず、第3角法の投影図の配置とその名称について、知的にどの程度とらえているかをみる結果にとどまったが、これらの点については、さらに追調査や面接調査で総合的に生徒の思考の過程上の問題点をさぐってみる必要を感じている。いうならばこの調査は、その予備調査的役割をもつものと考えている。

#### 1 平面図

選択肢 学年	① 平面図	② 右側面図	③ 左側面図	④ 下面図	無 答
1	93.6	—	—	3.2	3.2
2	94.4	—	—	3.8	1.8
3	95.1	—	—	2.5	2.4
平均	94.3	—	—	3.2	2.5

## 2 右側面図

学年	選択肢	① 平面図	② 右側面図	③ 左側面図	④ 下面図	無 答
1		—	79.8	12.8	3.2	4.2
2		—	74.5	22.7	—	2.8
3		—	84.0	13.6	—	2.4
平均		—	79.0	16.7	1.1	3.2

## 3. 左側面図

学年	選択肢	① 平面図	② 右側面図	③ 左側面図	④ 下面図	無 答
1		—	14.9	79.8	—	5.3
2		—	21.7	75.4	1.9	1.0
3		—	13.6	81.5	2.4	2.5
平均		—	17.1	78.7	1.4	2.8

## 4. 下面図

学年	選択肢	① 平面図	② 右側面図	③ 左側面図	④ 下面図	無 答
1		1.1	—	1.0	89.4	8.5
2		3.8	—	0.9	94.4	0.9
3		3.7	—	2.5	91.4	2.4
平均		2.9	—	1.4	91.8	3.9

完全解答率 1年—76.6% , 2年—78.0% , 3年—79.0%

この結果にみられるように、平面図と側面図をまちがう生徒はさすがに一人もない。

下面図についての正答率が91%で、平面図の正答率(94.3%)と共に90%を越えている。しかし下面図と平面図の区別がはっきりしないもの約3.0%近くいるとみれる。また、下面図と右側面図をまちがえているもの1.4%いるが、これは何に起因するものかはっきりしたことはわからないが、興味ある点である。

右側面図(正答率79.0%)と右側面図(正答率78.7%)は同じ反応結果を示している。誤答傾向も両者同一の割合いで、同じ傾向を示している。これはやはり、第1角法と第3角法の混同によるもので、この両投影図法の図の配置が区別でき得ないとみてよい。

第3角法の原理の各事項を関係的に把握し、そのなかで投影面の配置の原則を理解していれば、問題場面であるつまづきを生じて、それをのり越える判断ができると思う。したがって指導においても第3角法(第1角法)の図の配置を断片的に指導するのではなく、第3角法の原理の各事項と関連的に指導しておけば、右側面図は正面図の右に、という記憶をしていなくとも図の配置はその原理からみて当然、右側面図は正面図の右へくるとい判断ができるようになるであろう。すなわち、生きて働く力としての知識の形において身につけておくよう指導しなければならないということである。

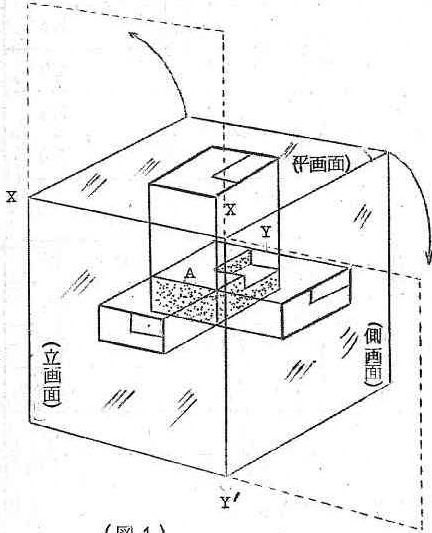


A 問題

[7] 正投影図法には第1角法と第3角法があります。

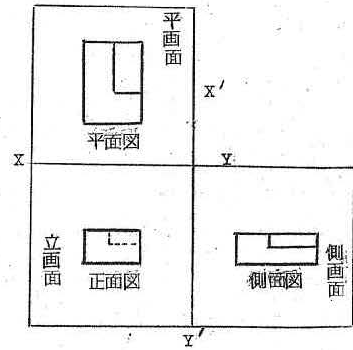
図1は、第3角法の原理による物体(A)の投影のしかたを示したものです。これではまだ、立体的物体(A)を1平面上に書き表わしたことはありません。

そこで図1において、立画面、平画面、側画面のそれぞれに物体を投影し、それをXYおよびX'Y'の基線を軸として90°回転させ、1平面になるようにひろげたものが図2です。これを正投影図法の第3角法による物体Aの投影図といいます。



(図1)

第3角法による物体の見方



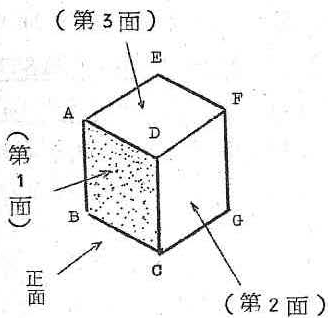
(図2)

第3角法による物体Aの投影図

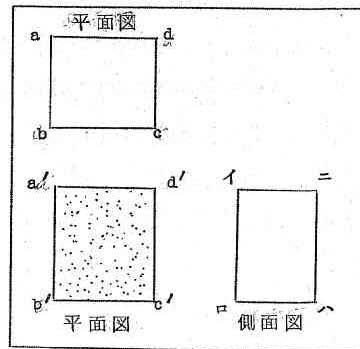
つぎの各問題に示された投影図を見て、それぞれの物体との関係について答えなさい。

(1) 下記の物体B(図3)の各点や、各辺および各面はどのように投影され、(図4)の投影図に、すなわち正面図、平面図、側面図にどのような点、線、面としてかき表わされているか、その関係を下の表の( )のなかに図4の各図をみて、かゝり当する点、線、面の文字を「例」にならって記入しなさい。

(物体B)



(図3)



(図4)

- [註] 1. 立体のかどの頂点を点と考え「点 A」というように示します。  
 2. 立体の辺を線と考え「線 AB」というように示します。  
 3. 立体の面 ABCDを、一平面と考え、図1 のように「第一面」というように示します。  
 4. 図4 の投影図もこれと同じように考えて、「点 a, 線 a b, 平面 a b c d」というように示しなさい。

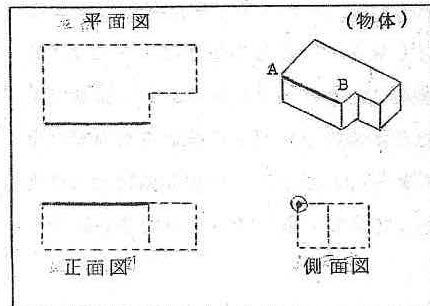
物 体	投影図	正 面 図	平 面 図	側 面 図
1. 点(かどの頂点)	A	(点 a')	(点 b)	(点 イ)
2. 点	D	(点 d')	1( )	2( )
3. 点	C	3( )	4( )	(点 ロ)
4. 点	G	5( )	(点 d)	6( )
5. 線(立体の辺)	AD	(線 a' d')	7( )	8( )
6. 線	CD	(線 c' d')	9( )	10( )
7. 線	CG	11( )	12( )	(線 ロハ)
8. 線	AB	13( )	(点 b)	14( )
9. 第1面(平面 ABCD)		(正面 a' b' c' d')	15( )	16( )
10. 第2面(平面 CDFG)		17( )	18( )	(平面 イロハニ)
11. 第3面(平面 ADPE)		19( )	(平面 a b c d)	20( )

回) 下記の各図において、それぞれの物体の1辺

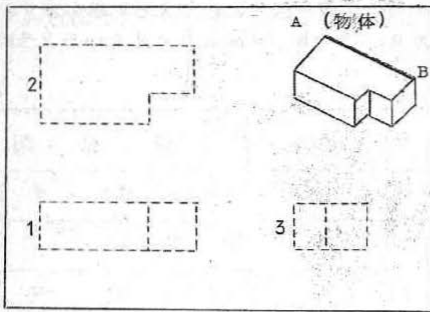
(線) ABの部分の投影は、どのように投影図にかき表わしたらよいか。破線でかいた投影図の上に、1辺 ABの投影される部分を実線、点(太くなぞる)でかき表わしなさい。

とくに点として投影される場所は、はっきり点をうちなおその点を(例)にならって○でかきこみなさい。

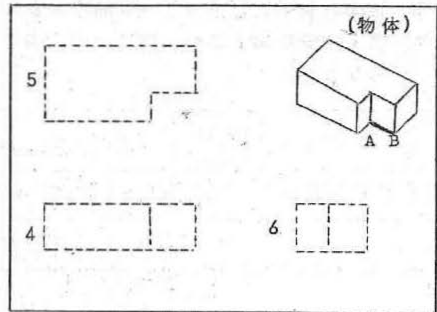
(例) 図1



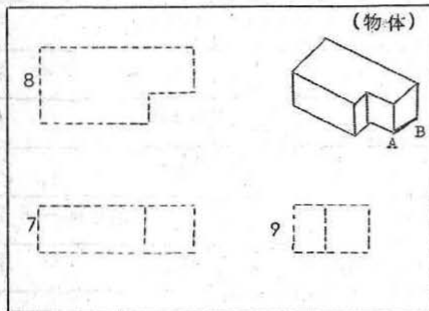
(問 1) 図



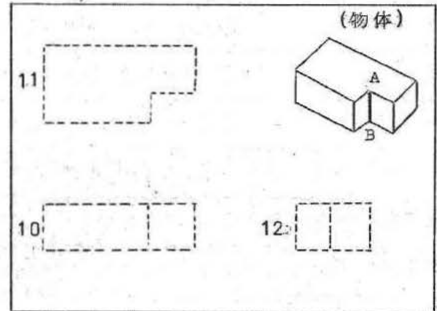
(問 2)



(問 3)

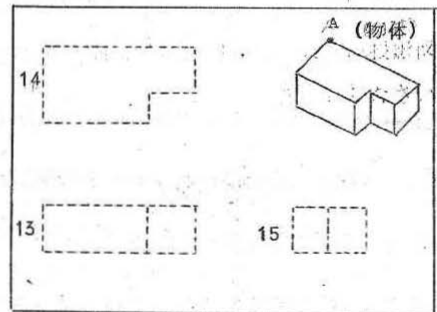


(問 4)

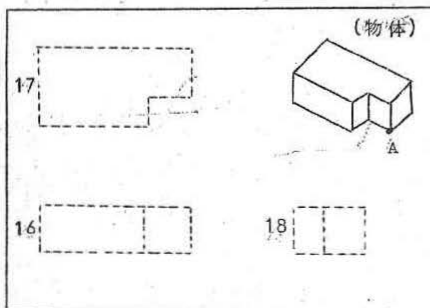


い) 下記の各図において、それぞれの物体のかど(点)Aの部分の投影は、どのように投影図にかき表わしたらよいか、破線でかいた投影図の上に点Aの投影される部分を点であらわしなさい。なお、点のはっきりうち、さらに点を○でかこみなさい。

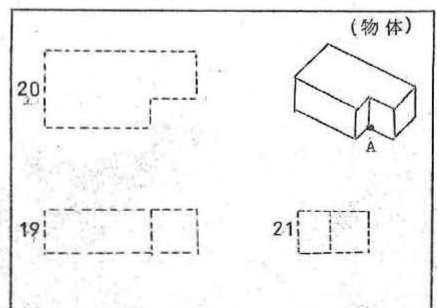
(問 5)



(問 6)

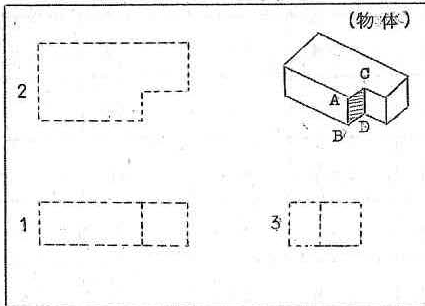


(問 7)

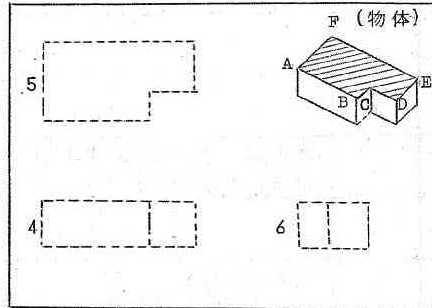


(二) 下記の各図において、それぞれの物体の斜線をひいた面(平面A B C D)の部分の投影は、どのように投影図にかき表わしたらよいか。破線でかいた投影図の上に、平面A B C Dの投影される部分をかき表わしなさい。

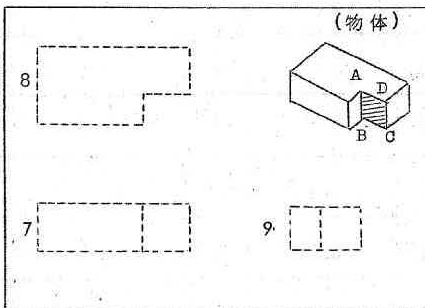
(問 8)



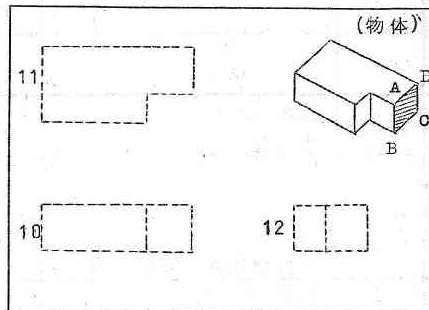
(問 9)



(問 10)



(問 11)



## B 結果とその考察

先の問題で、正投影において物体の構成要素である点、線、面の性質や関係がどのように保存されて投影面につし出されるか、また、どのような約束でどのように表現するかなどについて考えさせ、それらに対する生徒の意識構造を調査してきた。

この問題においては、投影図法の第3角法において、物体の構成要素である点、線、面の性質がそれぞれどのように投影されるのか、すなわち、正面図、平面図、側面図の三投影面にどのように、またどのような関係において投影され表示されるのか、などについて、生徒がどのように理解しているか、その意識構造をさぐる目的において、作業的な問題により考察したものである。さらに、その結果や誤答傾向から判断して、生徒が正面図、平面図、側面図の三面図に射像された像の点・線・面の要素をどのような関係においてとらえているか、すなわち、要素の結合関係をどのような見方、考え方をしているかもみようとしたものである。

問題はこれらの事項について、各投影図をみて、その符号を記入する問題形式に構成してある。下図の結果にみられるように、符号をえらび出すという困難も加わってか、正答率はあまりよくない。学年別の傾向は示さなかったが、全般的にみて、その傾向について述べるならば、つぎのことがいえよ

問題 番号	点線面	構成要素点，線，面 の位置	投影面	反 応 傾 向			備 考
				正 答	誤 答	無 答	
1	点～点	投影面に対し物体の正面 の点	平面図	68.6	28.9	2.5	
2	"	"	側面図	55.4	41.7	2.9	
3	"	"	正面図	70.4	26.1	3.5	
4	"	投影面に対し物体の背面 の点(みえない)	平面図	55.0	41.0	4.0	
5	"	"	正面図	59.3	36.1	4.6	
6	"	投影面に対し 物体の正面の点	側面図	67.5	25.7	6.8	(62.7)
8	線～点	投影面に対し垂直な線	側面図	48.9	42.9	8.2	
9	"	"	平面図	48.6	43.9	7.5	
11	"	"	正面図	53.2	38.6	8.2	(50.2)
7	線～線	投影面に対し 平行な物体の正面の線	平面図	62.9	30.8	6.3	
10	"	"	側面図	58.2	33.6	8.2	
12	"	投影面に対し 平行な物体の背面の線	平面図	50.7	39.6	9.7	
13	"	投影面に対し 平行な物体の正面の線	正面図	68.2	22.2	9.6	
14	"	投影面に対し 平行な物体の背面の線	側面図	60.4	26.8	12.9	(60.1)
15	面～線	投影面に対し垂直な面	平面図	46.4	38.9	14.7	
16	"	"	側面図	48.2	37.5	14.3	
17	"	"	正面図	48.2	38.2	13.6	
18	"	"	平面図	43.6	40.0	16.4	
19	"	"	正面図	42.9	41.1	16.0	
20	"	"	側面図	43.6	37.1	19.3	(45.5)

う。

物体の構成要素である点，線，面の要素別にその投影の理解の稼働をみると，

点は点として投影	平均62.7%
線は線として投影(投影面に平行)	平均60.1%
線は点として投影(投影面に垂直)	平均50.2%
面は線として投影(投影面に垂直)	平均45.5%

以上の正答率となり、その困難度は要素別によるちがいがみられる。

またこれを、各投影面別に比較してみると、正面図、平面図、側面図と順次正答率は低下している。物体の構成要素の投影は、例えば、正面図、平面図、側面図も同一の射像の原則によるわけで、そこにはなんらのちがいもないはずである。しかるに、こうした傾向が表われるということは、やはりその習得過程に問題があるとみるべきであろう。

正投影図法は、ある一つの物体を三方から射影して、像をえがくわけであるが、正面図はもとより、平面図、側面図にしても、物体の構成要素の射影の原則は同一である。しかし、物体を点、線、面の要素に分析して、それぞれが三投影面とどういう関係位置にあるか、というちがいによって、同一の構成要素であっても（点は変りない）各投影面への射像は、各々ちがってくる。例えば、正面図に平行な物体の1平面は正面図にはそのまま投影されるが、平面図、側面図に対しては垂直な関係の面となり、したがって1線分として投影されるというちがいがでてくる。しかし、それは物体の同一平面の投影であるということである。

さらに生徒の理解を困難にする点は、正面図を中心に平面図、側面図が90°回転されているため、投影図、すなわち三面図の各射像は、物体の構成要素のどの要素を射像したのか、というその各関係がどうも生徒には判断しにくいようだ。

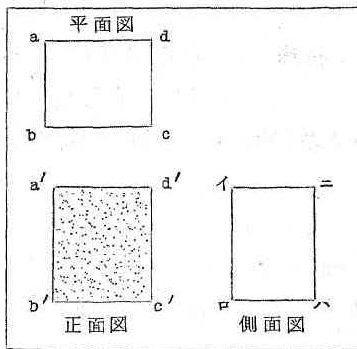
物体の構成要素と三投影面の各像の要素との結合関係が、うまくいかないということである。

生徒が投影図法を理解する過程上の困難点として、以上のことがあげられる。

物体（立体）や表現された図形をみて、それを構成要素の点、線、面に分析する力。

物体の構成要素と、投影画面との位置関係を判断する力、ひるがえって、三投影面の像の各要素の関連およびその結合関係を判断する力、これらの能力をどのように形成されていくかということすなわちそれらの形成過程をはっきりさせるということが今後の課題として残されているといえよう。

つぎに誤答傾向について考察してみよう。

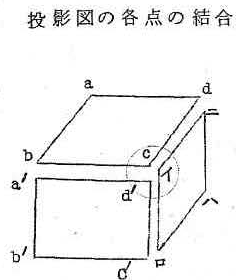


(投影図 図c)

左の投影図について、第3角法による点の結合関係を

示すならば図Dのようになる。

しかるに、点の投影ならびにその結合関係についての誤答の傾向をみると

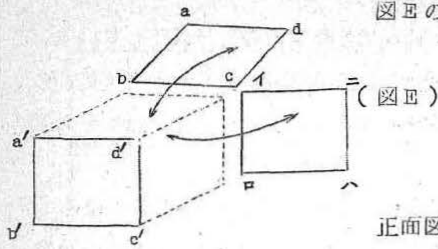


(図D)

(1) 点の投影とその結合（点の結合）

1. 正面図と平面図の点の結合……問①と④の結果より  
正面図d'と平面図cの結合を、d'とdの結合と誤って判断する傾向が強い。
2. 正面図と側面図の点の結合……問②と⑥の結果より  
正面図のd'と側面図1の結合をd'とニの結合と誤って判断する傾向。

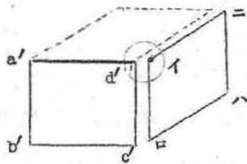
図Ⅱのような結合の関係判断をする傾向にあるとみることができる。



正面図の点の投影については、誤答といっても  $c'$  を  $c$  とした 'ダ  
ツシユ' を忘れた程度の誤答で問題はない……③と⑤の結果により

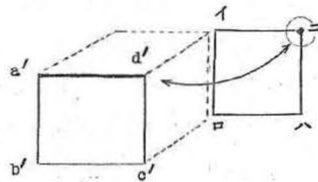
(2) 投影面に垂直な線の投影とその結合(線と点の結合)

3. 正面図と側面図に平行な線(物体の1辺AD)は、側面図に垂直な位置関係となり点として投影(側面図の線—1辺  $a' d'$ —と側面図の点Iの結合)
  - 側面図も線(1辺  $i, =$ )として投影されると誤って判断する。(線は線として投影される意識)
    - …… 問⑧の結果より
  - 正面図の線(1辺  $a' d'$ )と側面図の点Iの結合を、点  $=$  との結合に誤って判断する。(第1角法的判断)……問⑧の結果より



(正)

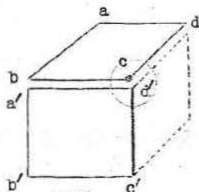
(図 7)



(誤)

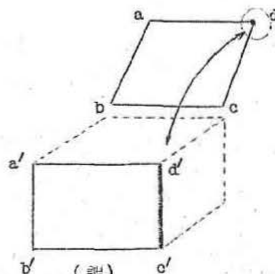
4. 正面図と側面図に平行な線(物体の1辺CD)は、側面図に垂直な位置関係となり点として投影(正面図の線—1辺  $c' d'$ —と側面図の点cの結合)
  - 側面図も線( $c, d$ )として投影されると誤って判断する(線は線として投影されるという意識)
    - ……問⑨の結果より
  - 正面図の線(1辺  $c' d'$ )と側面図の点cの結合を、点dとの結合に誤って判断する……問⑨の結果より

5. 側面図と側面図に平行な線(物体の1辺CG)は、側面図に垂直な位置関係にあり点として投影。
  - 側面図も線( $b' c'$ )として投影されると誤って判断する ……問⑩の結果より
  - 結合関係の誤答なし。



(正)

(図 9)



(誤)

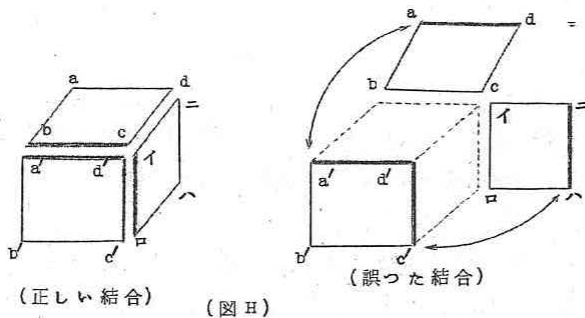
(3) 投影面に平行な線の投影とその結合(線と線の結合)

6. 正面図と平面図に平行な線(1辺AD)の投影とその結合

- ・正面図, 平面図とも線として投影されるという意識構造をもっている(誤答なし)
- ・正面図の線(1辺a'd')と平面図の線(1辺bc)の結合を, 平面図の1辺adの結合に誤って判断する。……問⑦の結果より

7. 正面図と側面図に平行な線(1辺DC)の投影とその結合

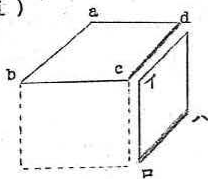
- ・正面図と側面図も線として投影されるという意識構造はもっている。
- ・正面図の線(1辺c'd')と側面図の線(1辺イロ)の結合を, 側面図の1辺ハニの結合に誤って判断する。(第1角法と混同)……問⑩の結果より 問⑭もこれと同様の誤答傾向にある。



- ・正面図に平行な線(1辺AB)の投影は一応の構造づけはなされているとみれる…問⑬の結果

8. 側面図と平面図に平行な線(1辺CG)の投影とその位置関係

(図i)



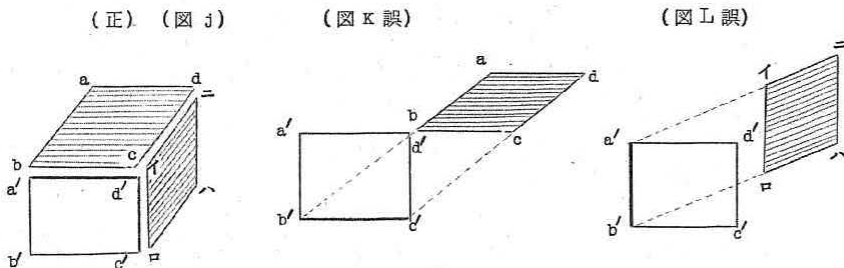
側面図の線(1辺ロハ)と平面図の線(1辺cd)の位置関係は平行関係にある。しかし結合はされないが平面図には重なり同一の線として投影される。こうした位置関係の理解は生徒につまづきを生ずる点のようだ。

誤答傾向は, 側面図の1辺ロハと平面図の1辺bcの位置関係(bcに投影)と誤る生徒が多い。……問⑫の結果より

(4) 面の投影とその結合(面と線の結合)

9. 側面図に平行な面(面CDFG)平面図に平行な面(面ADFE)の正面図への投影とその結合関係……問⑰⑱の結果より(正答率45%)

それについて予想した誤答の傾向は, 図Kと図Lの投影のしかたとその結合関係が多いであろうと考



えていたが, 誤答の大部分は未解答か, ABCDとした不明の解答が多かった。図Kと図Lの誤答の一つもなかったことは予想外である。



10. 正面図に平行な面(面A B C D), 側面図に平行な面(面C D F G)の平面図への投影とその結合関係……問⑮⑯の結果(正答率45%)

11. 正面図に平行な面(面A B C D)平面図に平行な面(面A D F E)の側面図への投影とその結合関係……問⑰⑱の結果(正答率46%)

以上の1011についても9と同様の誤答傾向であり,その全部がわからない生徒である。すなわち54%の生徒は投影面に垂直な面の投影についての意識構造は全然成立していないとみてもまちがいではないであろう。

さて,以上の問題において,その結合関係や位置関係についてはさらにことばによって(直角,平行,垂直など)解答する方法を併用しなかったため,その関係は握の真の様態をつかむことはできなかった点残念であるが,ともかく結果を総合的に考察してみると,物体の構成要素である点の投影と,投影面に平行な関係の線の投影については,60%~63%の正答率を示している。この生徒は,一応正しく理解しているとみてよいだろう。また,その結合関係(第3角法による)についても,正しく構造づけがなされているとみてよからう。

しかし,投影面に垂直な関係にある線の投影になると,その正答率は50%に低下している。

このことから,第3角法的な結合関係についての生徒の理解の実態は,実は50%程度であると判談せざるを得ないのである。

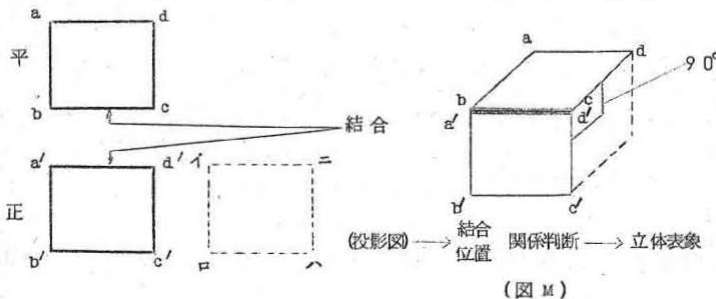
正面図と平面図,正面図と側面図といった二投影面の射像の結合と(特に二投影図に平行な線について)その位置関係の判断は容易にできる状態にあるようだ。しかし,三投影面を総合的にみて,物体の構成要素の結合,位置関係を判断し,立体的表象をするということになるとそのつまづきは,増大してくる。

現場の製図指導の実態は,どちらかといえば物体の面の要素を中心に投影指導がなされているとみてきたが,投影面に垂直な関係の面の投影についてみると予想外に理解されていない。

(正答率45.5%)このことは,いったい何に起因するとみるべきであろうか。このことについては,つぎの面接調査において,さらにくわしく検討してみたいと考えているが,ともかくこうした生徒の意識構造にあるところをみると,やはりその習得過程に問題があるとみるべきであろう。

投影図法の指導は,主として物体の構成要素である面を対象にして,その投影を指導する傾向にあることは,たしかに適切であり,指導上問題とすべき点はない,しかし,面と面の位置関係や結合関係を面の投影指導と関連づけて指導しないと,たとえば正面図の射像と他の投影面の像との関係は,それぞれ別個のものとして理解する傾向となり,それらが立体的に一つの物体として結びついてこないのではなかろうか。

投影面に平行な物体の表面については,各投影面毎に,部分的にその投影法を理解し,正しく表現はできるけれども,それらの各投影図(三面図)を結合して立体的に組み立てていくという判断過程は



どうも円滑に進行しないようである。

左の図のように,平面図の射像の面a b c dは,正面図に垂直な位置にあり,その投影は正面図の面a b c dの

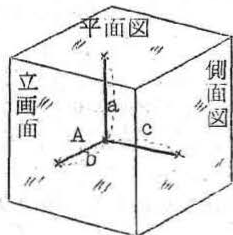
1辺(線)  $a'd'$  となる。それと同様に正面図の像の面  $d'b'c'd'$  は、平面図に垂直であるから平面図に線として投影されるが、実は平面図の像の1辺  $bc$  と同一なのである。すなわち、両投影面の像の1辺  $a'd'$ 、 $bc$  は、物体の同じ1辺をそれぞれの投影面に射像し、表示したもので、いわゆる結合線(点)である。なおその両面の位置、結合関係は直角の関係である。という判断過程をたどるのが一般的であろう。こうした動的な見方、考え方がとれるように指導しなければ、表面的には投影図はかけるが、立体の表象となるとどうしても不確実となるであろう。以上の結果からみて、こうした指導上の考慮が欠けているのではないかと考える。

小問(1)、(2)、(3)の結果については問題が具体的な作業方式によるため正答率は(1)に比較して高い。しかし、だいたい(1)の問題結果と同様の傾向にある。したがってその考察は省略する。

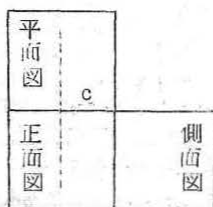
### A 問題とその結果

[ 8 ] 各種立体を第3角法でかき表わすには、立体の構成要素である点や線(1辺)および面の投影が基礎になります。つぎの問題は、その点や線、面が、各投影面にどのように、またどのような関係で投影されるかを考えてもらう問題です。線や、面が投影面に対して平行か垂直か、またその他の関係条件のちがいで、それぞれ投影の像は変わってきます。そうしたいろいろな場面の線、平面の投影のしかたをよく考えて、実際にかいてもらいます。

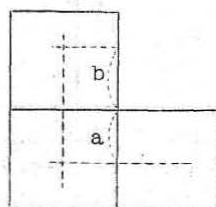
( A 点の位置 )



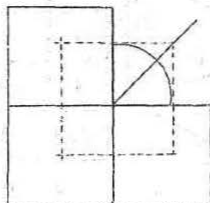
(1)位置をきめる



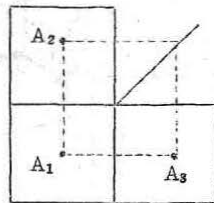
(2)正面図, 平面図をかく



(3)平面図から側面図へ



(4)でき上がり



( 図 1 )

上の図の1は、点を第3角法によりかき表わしたもので、またその順序を図示したものです。直線の投影もその両端の点を投影し、それを結べばよいわけですから、点の投影と変わりありません。上の点の投影図のかき方を参考にしてつぎの点、線、面の投影図をかいて下さい。

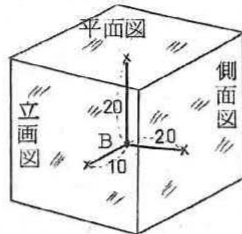
みなさんは、でき上がりの図をかげばよろしいこととなりますが、でき上がるまでにつけたしるしや線はむりに消さなくてもよろしいです。投影された点、線（外形線）は太く、投影線は細かくかくこと。

(イ) 点Bの投影図をかきなさい。

点Bの位置は、図2のように、平面図の下方20mm、立面面のおこう10mm、側画面より20mmのところにあります。

⑨ 完全正答率…三問とも完全に正答としたものの%…

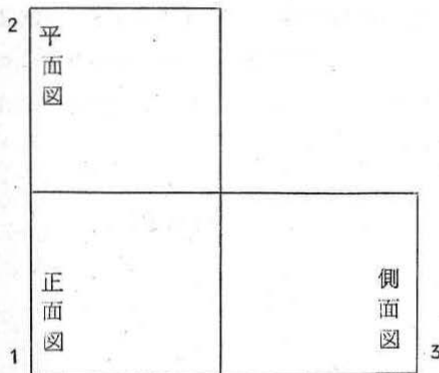
(図2)



2 平面図

学年	正答	誤答	無答
1	420	566	1.4
2	800	65	13.5
3	720	246	3.4
平均	620	292	8.8

完全正答率	
1年	37.6%
2年	73.8%
3年	63.4%



1 正面図

学年	正答	誤答	無答
1	490	496	1.4
2	785	95	12.0
3	700	266	3.4
平均	66.0	285	5.5

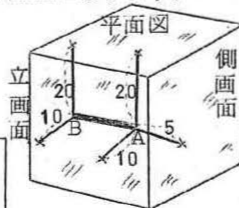
3 側面図

学年	正答	誤答	無答
1	430	556	1.4
2	760	110	13.0
3	670	296	3.4
平均	620	32.1	5.9

(ロ) 直線AB（長さ15mm）の投影図をかきなさい。

直線ABの位置は、立面面と平面面に平行な直線で、その1端A点は図3のように平面図の下方20mm、立面面のおこう側10mm、側画面より5mmの位置にあります。

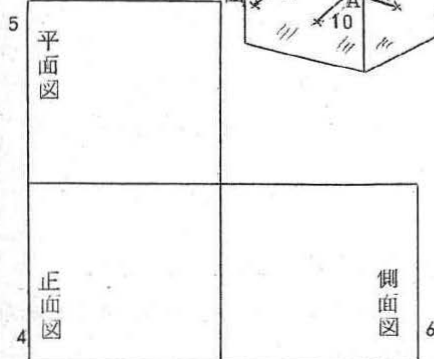
(図3)



5 平面図

学年	正答	誤答	無答
1	200	726	7.4
2	560	210	23.0
3	540	415	4.5
平均	432	45.4	11.6

完全正答率	
1年	10.9%
2年	45.7%
3年	43.9%



4 正面図

学年	正答	誤答	無答
1	200	726	7.4
2	530	260	21.0
3	460	49.5	4.5
平均	425	46.5	11.0

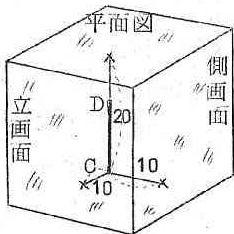
6 側面図

学年	正答	誤答	無答
1	300	583	11.7
2	520	25.5	22.5
3	590	3.3	8.0
平均	470	39.0	14.0

イ) 直線CD (長さ15mm) の投影図をかきなさい。

直線CDの位置は、図4のように立面、側面に平行な直線で、その1端C点は、平画面の下方20mm、立面のむこう側10mm、側面より10mmのところにあります。

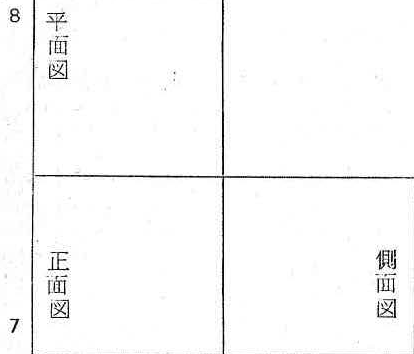
(図4)



8 平面図

学年	正答	誤答	無答
1	460	50.8	32
2	580	260	160
3	630	290	80
平均	550	353	9.7

完全正答率	
1年	20.7%
2年	37.3%
3年	57.3%



7 正面図

学年	正答	誤答	無答
1	31.0	69.0	0
2	450	360	190
3	630	290	80
平均	460	450	9.0

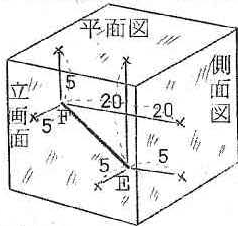
9 側面図

学年	正答	誤答	無答
1	24.5	71.2	4.3
2	40.0	42.0	18.0
3	62.0	30.0	8.0
平均	41.0	48.0	11.0

ロ) 直線EFの投影図をかきなさい。

直線EFは、立面に平行な直線ですが、他の投影面には傾斜した関係にあります。直線の両端のE、F点は各画面からの位置はつぎのとおりです。

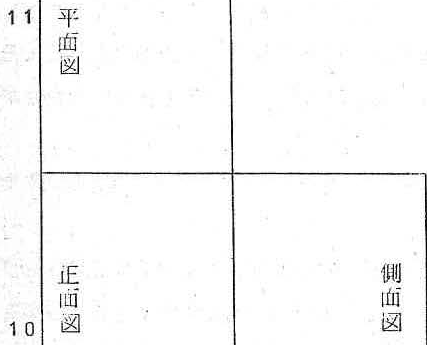
(図5)



11 平面図

学年	正答	誤答	無答
1	265	60.7	128
2	460	20.0	340
3	555	29.7	148
平均	425	37.0	20.5

完全正答率	
1年	23.4%
2年	37.3%
3年	51.2%



10 正面図

学年	正答	無答	無答
1	340	53.2	128
2	495	17.5	330
3	60.0	24.1	15.9
平均	47.0	32.0	21.0

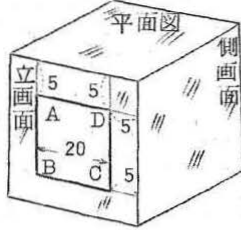
12 側面図

学年	正答	誤答	無答
1	28.0	55.0	17.0
2	42.0	24.0	34.0
3	53.5	30.6	15.9
平均	40.5	37.2	22.5

(例) 正方形 ABCD (1 辺 20 mm の面) の投影図をかきなさい。

正方形 ABCD の位置は、立画面上にあって、基線よりおのおの 5 mm 離れた位置にあります。

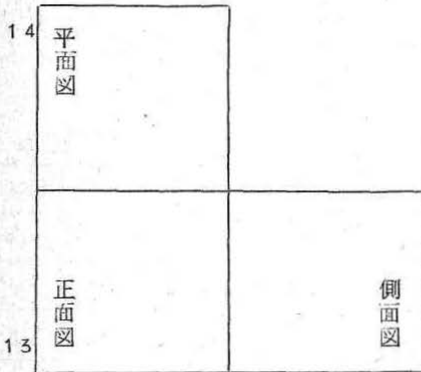
(6 図)



14 平面図

学年	正答	誤答	無答
1	23.5	53.1	13.4
2	34.0	36.0	30.0
3	37.0	53.5	29.5
平均	31.0	41.0	27.0

完全正答率	
1 年	22.3%
2 年	34.5%
3 年	34.4%



13 正面図

学年	正答	誤答	無答
1	67.0	18.1	14.9
2	64.0	7.0	29.0
3	76.5	3.0	20.5
平均	69.0	9.5	21.5

15 側面図

学年	正答	誤答	無答
1	22.0	50.3	27.7
2	34.0	36.0	30.0
3	37.0	31.2	31.8
平均	31.0	39.2	29.8

## B 結果の考察

この問題は、数学科における投影図法の指導内容とも考えられる問題内容である。この問題のねらいは、空間にある点、線、面について投影図法で平面上に写し出した場合どのような形で、またどのような関係位置において表示されるのか、これらのことについて生徒の習得様態をみようとしたものである。いうならば、空間的な位置関係は各投影図にどのような関係配置において表示されるのか。長さ、空間位置を指定しておいて記述させたもので、投影図法における正面図、平面図、側面図の相互関係の理解と表示技能の習得の様態をみたものである。

ただ、ことわっておきたいことは、われわれはこうした形態の内容を製図学習に直接もちこもうと考えて出題したものではない。これらは実は数学科に期待したい内容領域と考えている。数学科における投影法の指導は、立体的概念を深めることをねらいとしているが、それであるならなおのことこうした点、線、面の投影について、具体的な物体の投影の指導と関連させて指導する必要がある。そこでその位置関係や結合関係をつかませ、さらに各正面図、平面図、側面図の関係についても技術的な観点から関連的に指導するという考慮を望みたい。

さて、問題を平面図、正面図、側面図のそれぞれの関係は握のしかたに中心をおいて問題の結果をみてみよう。

小問(1)点の投影についてその正しい関係位置において表示できる完全正答率(三面図の完全作図)(1年—37.6%, 2年—73.8%, 3年—63.4%)で1年はともかくとして他は予想以上の正答率を示した。2年の正答率の高かったのは数学科で投影図を学習した直後だった関係によるものと思う。

小問①正面図に平行な線の投影については、完全正答率（1年—10.9%、2年—45.7%、3年—43.9%）と低下し、特に1年は11%程度。図が複雑だった点に難点があったと思われるが、主因は基線からの位置決定につまづきがあったようだ。誤答傾向からそのことがうかがえる。

線の投影について的小問①、②、③の結果を総合的に考察してみると、①と比較してむづかしいと考えられる小問②（斜線の投影を含むため）の完全正答率が予想外に高かったのはどうしてだろうか。1年において①—10.9%、②—20.7%、③—23.4%と完全正答率が上昇していった点とともにその理由はどこにあるか、この調査ではその判断の資料はみあたらない。

小問②の面の投影における正面図の投影について平均正答率69.0%と高いにもかかわらず、それに比較して平面図と側面図の各正答率が31.0%という低さを示した。この結果から判断していえることは、やはり小問①でみたように基線とその投影の位置関係のは握がじゅうぶんでなく意識化されていないためと考える。

投影図法は、空間的概念を深める教育的な任務をもつとするならば、数学科においてはもちろんのこと製図学習においても、基線との関係において物体の位置をつかむように指導したい。

また、物体を正面図からだんだん離れたら平面図と側面図はいかなる相互関係においてそれぞれ基線より離れていくか（平面図、側面図からそれぞれ離れた場合も）ということをしかりと認識させておくことが大切であろう。

製図では表現上、基線をかかないのが普通であるからどうしてもそうした基線との関係において位置関係、結合関係をつかませる指導がおろそかになりがちである。

さて、こうした関係のは握は、投影図の描図力の習得上重要であるばかりでなく、図面から立体図形を再構成する（立体表象）能力を養うためにも基本となるものと考ええる。

具体的な立体を作図する過程において、こうした正面図、平面図および側面図の关系的は握をしかりつかませる指導は、製図学習においてぜひ強化していく必要があるろう。

こうした関係は握の学習の基礎として、この問題にみられる幾何学的な原則の理解内容は数学でじゅうぶん学習してもらいたいと考える。この問題のように点、線、面の順に分析的に指導することは方法的に問題があろうかと考えるが、ともかくこの内容領域において数学科と技術、家庭科の製図とが歩み寄り、技術教育の立場から協力しあう場であろうと考えている。

空間にある物体の形を平面上の図形としてあらわす方法の基礎としても（技術科）、空間的概念を深めることの基礎としても（数学科）こうした幾何学的な原則を理解させることは重要な指導過程と考える。

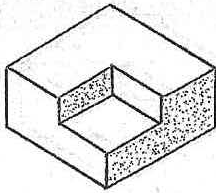
## A 問題とその結果

[9] 下記の見取図でかいた5つの物体を、それぞれの方眼紙を利用してフリーハンドでよろしいですから、正面図、平面図、側面図からなる投影図（第3角法で）をかいて下さい。

（前の問題の投影図のかき方を参考にして同じ要領でかいて下さい。三角定規を使用してもよい）



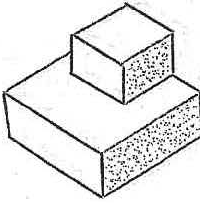
物体(4)



(4)の結果

学年	正答	誤							無答
		不明	正	正平	正側	平	平側	側	
1	49.0	19.0	—	8.5	7.5	9.6	4.2	2.2	—
2	54.7	9.4	1.9	13.3	—	13.3	0.9	0.9	5.6
3	84.4	4.9	—	6.1	1.1	1.1	2.4	—	—
平均	61.2	11.4	0.7	9.6	2.9	8.5	2.5	1.1	2.1

物体(5)



(5)の結果

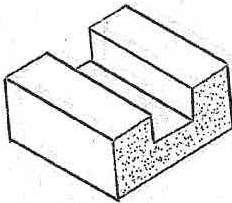
学年	正答	誤							無答
		不明	正	正平	正側	平	平側	側	
1	61.0	20.0	1.0	10.0	3.0	2.0	2.0	1.0	—
2	63.0	17.0	1.0	7.0	3.0	1.0	—	—	8.0
3	81.5	8.6	1.2	2.5	—	2.5	3.7	—	—
平均	68.0	16.0	1.2	6.5	2.5	1.5	1.5	0.5	2.5

A 問題とその結果

[10] 下記の見取図でかいた5つの物体を、それぞれの方眼紙を利用して、フリーハンドで、第3角法により投影図をかきなさい。かくれ線(みえない部分は破線でかく)を必要としますから注意しなさい。

(1)

物体(1)



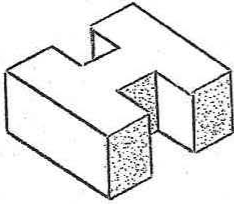
完全正答率	
1年	11.7%
2年	10.4%
3年	40.7%



## (1)の結果

学年	正 答	誤				答			
		不明	正	正・平	正・側	平	平・側	無答	
1	68.0	12.0	2.0	10.0	1.0	3.0	4.0	—	
2	61.0	5.0	2.0	15.0	3.0	7.5	3.5	3.0	
3	91.4	—	—	3.7	2.5	2.4	—	—	
平均	71.9	6.1	1.4	10.0	2.1	4.6	2.9	1.0	

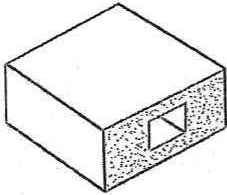
## 物体 (2)



## (2)の結果

学年	正答	誤				答			
		不明	正	正・平	正・側	平	平・側	無答	
1	65.0	8.0	2.0	9.0	2.0	4.0	10.0	—	
2	49.0	4.5	3.0	9.0	3.0	22.0	5.5	4.0	
3	88.9	—	—	7.4	—	1.2	2.5	—	
平均	65.8	4.3	1.8	8.5	1.8	10.0	6.4	1.4	

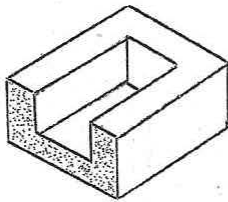
## 物体 (3)



## (3)の結果

学年	正答	誤				答			
		不明	正	正・平	正・側	平	平・側	側	無答
1	49.0	13.0	2.0	9.5	4.0	2.0	9.5	11.0	—
2	53.0	13.0	10.0	4.0	4.5	4.5	1.0	4.0	6.0
3	81.5	—	—	2.5	1.2	2.4	7.4	5.0	—
平均	59.8	9.3	4.6	5.3	3.6	3.2	5.7	6.4	2.1

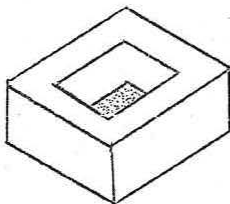
## 物体 (4)



## (4)の結果

学年	正答	誤				答			
		不明	正	正・平	正・側	平	平・側	側	無答
1	25.0	2.60	7.5	17.0	2.0	10.5	8.0	4.0	—
2	25.0	1.60	10.0	12.0	5.0	7.0	12.0	5.0	8.0
3	54.3	9.9	3.7	4.9	2.5	9.9	4.9	9.9	—
平均	33.5	1.74	7.5	11.7	3.2	8.9	8.9	6.0	2.9

## 物体 (5)



## (5)の結果

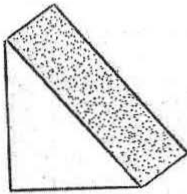
学年	正答	誤				答			
		不明	正	正・平	正・側	平	平・側	側	無答
1	51.0	13.0	—	6.5	1.0	22.0	4.5	2.0	—
2	45.0	10.0	3.5	3.0	1.0	26.5	3.0	—	8.0
3	61.7	3.7	—	5.0	3.7	25.9	—	—	—
平均	52.0	8.9	1.4	4.6	1.8	24.9	2.5	0.7	3.2

A 問題とその結果

[ 11 ] 下記の見取図でかいた，斜面をもつ5つの物体の投影図を第3角法でかきなさい。

(1)

物体 (1)

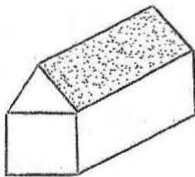


完全正答率	
1年	6.4%
2年	9.4%
3年	34.6%

(1)の結果

学年	正答	誤				答			
		不明	正	正・平	正・側	平	平・側	側	無答
1	73.5	11.0	7.5	5.0	2.0	1.0	—	—	—
2	72.0	2.5	3.0	4.0	11.0	—	1.0	2.0	4.5
3	97.0	—	1.5	—	1.5	—	—	—	—
平均	80.0	5.0	4.0	3.0	5.0	0.4	0.4	0.7	1.5

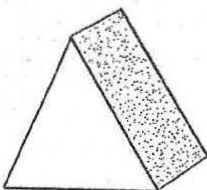
物体 (2)



(2)の結果

学年	正答	誤				答			
		不明	正	正・平	正・側	平	平・側	側	無答
1	42.0	19.5	5.0	8.5	1.0	6.0	17.0	1.0	—
2	36.0	9.5	14.0	6.5	3.5	4.5	16.0	4.5	5.5
3	53.0	1.5	2.0	9.0	6.0	6.0	21.0	1.5	—
平均	43.0	10.0	7.5	7.5	4.0	6.0	17.0	3.0	2.0

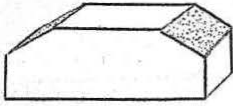
物体 (3)



(3)の結果

学年	正答	誤				答			
		不明	正	正・平	正・側	平	平・側	側	無答
1	63.0	20.0	5.5	6.5	3.0	1.0	—	1.0	—
2	61.0	1.5	5.5	1.5	21.0	—	1.5	1.5	6.5
3	83.0	2.5	3.5	2.5	7.0	—	—	1.5	—
平均	68.0	7.0	5.0	4.0	11.0	0.4	0.7	1.4	2.5

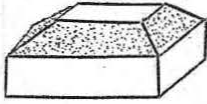
物体 (4)



(4)の結果

学年	正答	誤							無答
		不明	正	正平	正側	平	平側	側	
1	54.0	23.0	1.0	13.0	3.5	3.5	2.0	—	—
2	74.0	6.5	1.0	6.5	1.0	—	4.5	1.0	5.5
3	86.0	2.5	—	7.5	2.5	1.5	—	—	—
平均	71.0	11.0	0.8	9.0	2.0	1.5	2.5	0.2	2.0

物体 (5)



(5)の結果

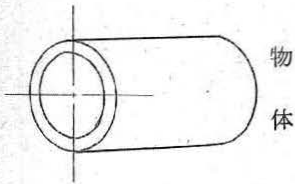
学年	正答	誤							無答
		不明	正	正平	正側	平	平側	側	
1	29.0	30.0	3.0	15.0	2.0	18.0	3.0	—	—
2	26.0	6.0	9.5	12.0	4.0	20.0	9.5	4.0	9.0
3	57.0	10.0	2.0	7.0	3.0	10.0	5.0	6.0	—
平均	36.0	15.0	5.0	12.0	3.0	16.0	6.5	3.0	3.5

A 問題とその結果

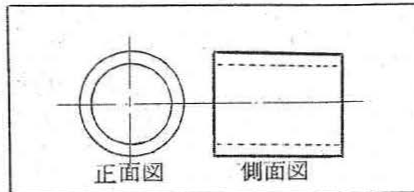
[ 1 2 ] 円形の物体, 管のような円形の物体の投影は, 正面図, 側面図 (平面図) の2つの投影図であらわすのがふつうである。この場合, 中心線をもとにしてかいていくことが大切である。

[ 例 ]

(例参照)

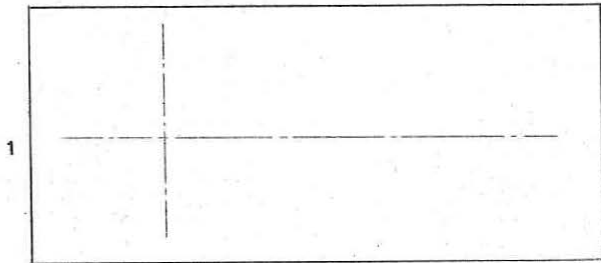
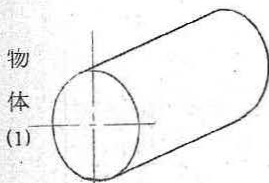


投影図



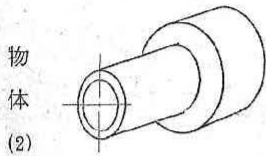
完全正答率	
1年	3.2%
2年	24.5%
3年	29.6%

つぎの見取図でかいた円管の物体を, 第3角法により投影図をかきなさい。



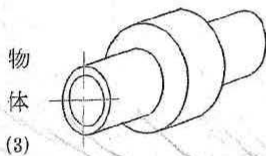
学 年	正 答	誤 答		
		不 明	正	正・側
1	79.8	1.0	5.3	13.9
2	94.4	3.7	1.9	—
3	96.6	1.1	2.3	—
平均	90.3	2.1	3.1	4.5

(2)の結果



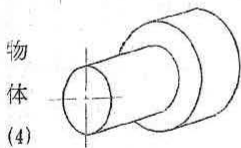
学年	正 答	誤 答		
		不 明	正	正・側
1	12.8	26.6	56.4	4.2
2	31.8	43.0	25.2	—
3	51.2	9.1	38.6	1.1
平均	31.5	27.3	39.5	1.7

(3)の結果



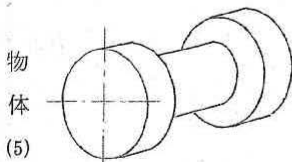
学年	正 答	誤 答		
		不 明	正	正・側
1	27.7	24.5	40.4	7.4
2	31.8	44.8	23.4	—
3	43.2	8.0	47.7	1.1
平均	34.0	27.0	36.0	3.0

(4)の結果



学年	正 答	誤 答		
		不 明	正	正・側
1	27.7	23.4	31.9	17.0
2	40.2	43.9	15.0	0.9
3	52.4	10.2	3.4	33.0
平均	40.2	27.0	16.9	15.9

(5)の結果



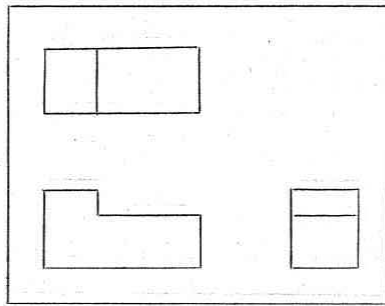
学年	正 答	誤 答		
		不 明	正	正・側
1	28.7	33.0	23.4	14.9
2	38.3	44.9	5.6	11.2
3	55.7	17.0	15.9	11.4
平均	40.5	32.5	14.5	12.5

② 誤答欄の正・側…正面図、側面図ともにまちがったもので内容不明の誤答とともに完全誤答である。

A 問題とその結果

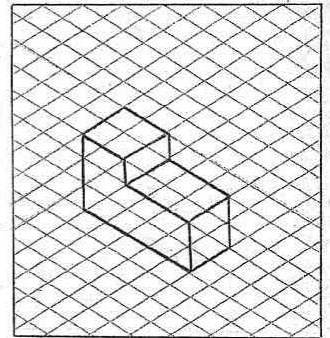
[ 13 ] 下の各投影図をよみとり，下の例を参考にしてそれぞれの等角グラフにその物体の見取図をかきなさい。

[ 例 ]

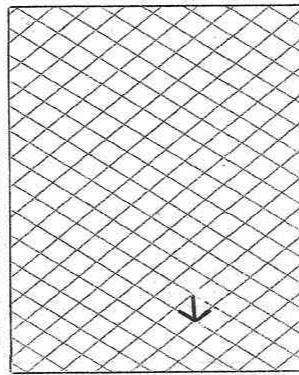
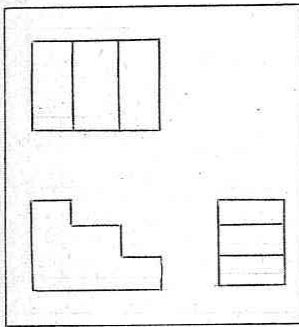


( 投影図 )

( 見取図 )



投影図(1)



等角グラフ 1

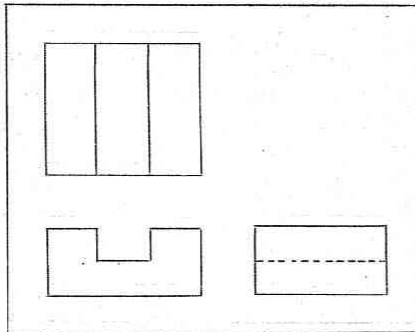
完全正答率

1 年	22.3%
2 年	36.8%
3 年	55.6%

投影図(1)の結果

学年	正 答	誤 答
1	63.8	36.2
2	87.7	12.3
3	77.7	22.3
平均	76.9	23.1

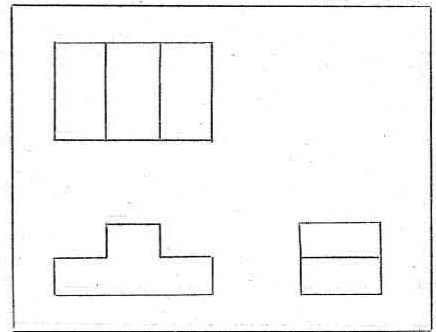
投影図(2)



(2)の結果

学 年	正 答	誤 答
1	46.8	53.2
2	65.1	34.9
3	84.0	16.0
平均	64.4	35.6

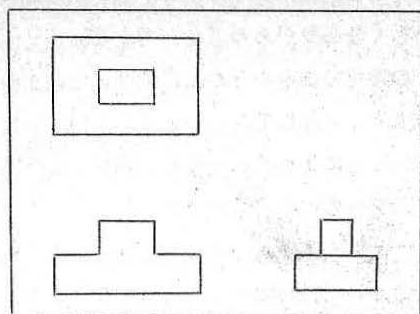
投影図(3)



(3)の結果

学 年	正 答	誤 答
1	54.3	45.7
2	66.9	33.1
3	84.0	16.0
平均	67.6	32.4

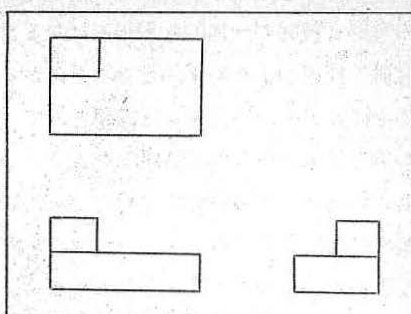
投影図(4)



(4)の結果

学年	正答	誤答
1	40.4	59.6
2	63.2	36.8
3	72.8	27.2
平均	58.4	41.6

投影図(5)



(5)の結果

学年	正答	誤答
1	43.6	56.4
2	50.0	50.0
3	74.1	25.9
平均	54.8	45.2

B 結果の考察 一問題 [ 9 ][ 10 ][ 11 ][ 12 ]と[ 13 ]について

問題[ 9 ]～[ 12 ]までについては、立体模型を投影図(第3角法)でかく技能(フリーハンド)の習得の様態をみようとしたものであり、また同時に生徒は、どういう条件下にある物体の要素が表現上困難を感じるかをつかみ、指導過程上の問題や教材選定上の留意点をみいだしたいと意図して出題したものである。なお、知識と技能の一体的な習得の様態をさぐる資料にもなればと考えて構成した。

技術学習は、容易なものからより複雑なものへと教材配列する必要があることはいうまでもないが、そうした観点で製図学習の教材としての実践活動(立体模型を製図する)の選定は製図の技術の内容構造に則したしかも易から難への系列で選定して配列する必要がある。その点をこの問題結果から検討してみることにしよう。

各問題の[ 9 ]から[ 12 ]までのそれぞれにおいて、同質の立体模型を五つずつ提示して投影図をかかせた。各問題内の五つの立体模型についてその表現の困難度は、それぞれの正答率を見てもらえばわかるのではぶくことにして、ここでは各問題毎にその五問題全部を正解答した、すなわち完全正答率を比較して生徒の投影描図の困難度のちがいをみてみよう。

各問題別、学年別完全正答率表

問題別	1 年	2 年	3 年
問題[ 9 ]	21.3 % ①	33.0 % ①	64.2 % ①
" [ 10 ]	11.7 % ②	10.4 % ②	40.7 % ②
" [ 11 ]	64 % ③	9.4 % ③	34.6 % ③
" [ 12 ]	32 % ④	24.5 % ④	29.6 % ④

左の表で明らかなように、素材としての立体模型はつぎのような順序にその困難度があるようだ。

- (1) カクレ線の表われない立体模型
- (2) カクレ線で表わす必要のある立体模型
- (3) 斜面をもつ立体模型
- (4) 円形の立体模型

という順にその困難度が加わっていくとみてよかるう。……完全正答率の結果では、例外として2年—[ 12 ]円の立体模型—24.5%で順位は②番にきている、これは調査実施上の時間設計のまずさに原因があったと思う……

学習の内容によって取りあげる素材を考えなければならないからいちようにはいえないがともかくこの

配列順序で、それぞれの立体模型をくふうして、それを素材に投影図の作図をさせつつ、その原理、法則の理解と技能の一体的な習得をはかるように過程をしくむ必要があるかと考える。

基礎的技術のより効果的な習得をはかるために、この素材の選定やその内容に則したとりあげ方、提示の順序などの問題は重要な課題とみて、さらに別の方法で検討してみたいと考えている。なお、全問題の個々についてその誤答傾向をみると、正面図平面図ともにまちがったもの（誤答の正平のらん）の誤答率の割合が高いのは、投影図法の習得の不確かさをものがたるものと思う。

製図の基礎指導においてこうした素材を使って投影図という実践過程を通して基本的な投影図法の指導がなされるべきであろう。製図指導の現状は必ずしもこうした方向にあるとはいえないようだ。指導時間の不足の問題もあろうが、こうした基本的な製図技術の指導過程を除いて、いかに実地的な工作図の製図が技能的にうまくかけても、発展的、基礎的な製図技術の習得は望み得ないであろう。

空間にある物体の形を平面上の図形としてあらわす技術の基礎として、こうした素材の表現作業の過程は重要な指導の過程であると考ええる。

#### 問題〔13〕について

この問題は、投影図をみて立体を表象し、等角投影法でそれを表現させる問題形式で、立体表象の力と等角投影図法の描図力の習得の様態をみたものである。

今回はこの立体表象の問題にふれるところまでゆかないのでここでは簡単にふれる程度にしておくが

〔13〕の・小問(1)の正答率は 1年—63.8%、2年—87.7%、3年—77.7%、平均—76.9%

問題〔9〕の(2)の # は 1年—69.0%、2年—70.0%、3年—92.0%、平均—76.0%

〔13〕の・小問(2)の正答率は 1年—46.8%、2年—65.1%、3年—84.0%、平均—64.4%

問題〔10〕の(1)の # は 1年—68.0%、2年—61.0%、3年—91.4%、平均—71.9%

〔13〕の・小問(3)の正答率は 1年—54.3%、2年—66.9%、3年—84.0%、平均—67.7%

問題〔9〕の(3)の # は 1年—65.0%、2年—69.5%、3年—91.5%、平均—74.5%

〔13〕の・小問(4)、(5)は省略するが、上の三つの問題は全く同一の立体模型を描図と読図の立場から比較したものである。この結果から明らかのように、小問(1)の場合を除いて全般的にいて描図より読図の困難性を示しているとみてよからう。一等角投影図の描図技能が問題になるが、完全正答率は（1年—22.3%、2年—36.8%、3年—55.6%）以上の結果で、これからみて各小問への影響は少なかつたものと思う。

読図能力の習得については、さらに別の方法でその細部を追求してみたいと考えている。

## (2) 調査結果の総合的考察

今回の研究調査は、製図の基礎的技術に関する「物体（立体）を技術的な法則（画法幾何の技術学）にもとづいて平面上に図形として表示する」この領域を中心としてその習得構造をみてきたわけであるが、いままで各問題別に考察してきた結果をここではさらに総合的に検討し、生徒の習得構造の様態と習得過程構成上の問題点、指導上の留意点などまとめてつぎに述べることにする。

製図における技術の基本的な能力は、物体（立体図形）を平面図形におきかえる力、平面図形から立体図形（物体）を再構成する（立体表象）力であるということができよう。

物体（立体図形）を→平面上に図形として置きかえる→一定の約束，方法で表示する。

表示されたものをみれば→物体（立体）の表象ができる…（読図）…  
 …これらは関連的一体的に習得されるものと考えるが、ここでは読図にふれない。

立体を→平面上に図形として置きかえ表示する。

この置きかえて表示する方法は、立体的に表示するもの（見取図……スケッチ写生風……透視図，斜投影図，等角（測）投影図）と平面的に表示するもの（正投（射）影→正投影図法による表示）に一応わけて、それらの関連的，発展的な習得構造と，調査結果にみられる生徒の意識構造の様態とを関係的に考察してみることにしよう。

### 1 立体的な表示から平面的表示〔正投影〕までの関連的習得構造について

#### 立体的な表示

- 見取図（写生風にスケッチ）……主観的で不正確  
 目に映ったままの像を平面上に描く。——  
 立体の表象容易だが物体の形（角）大きさ（長さ）構造の正確さは表現上保証されない。

—生徒の習得構造—

- 図工，数学科の学習経験で得た意識構造。

物体のもつ形，色の美しさを表現するもの。  
 物体から図形をとりだすため } としての図形的表示

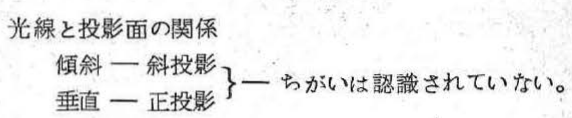
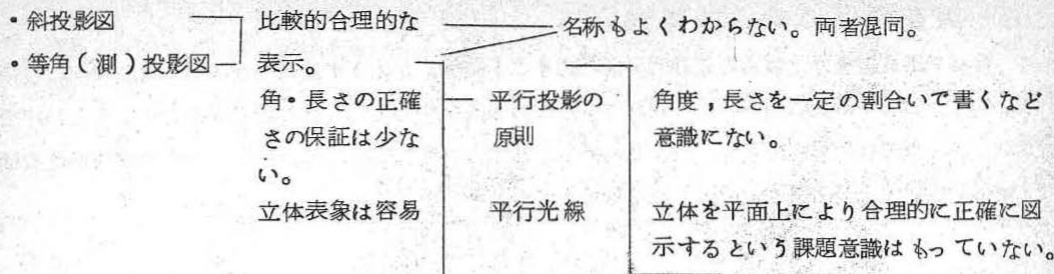
写生風に表面的にみた通りにかく，みた図をかくといったとらえかたである。

- 透視（投影）図……光線は目に集中  
 1点消失，2点消失

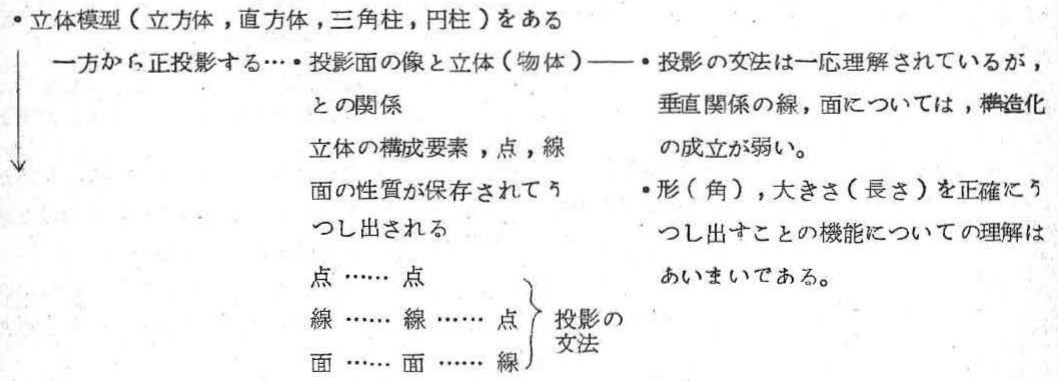
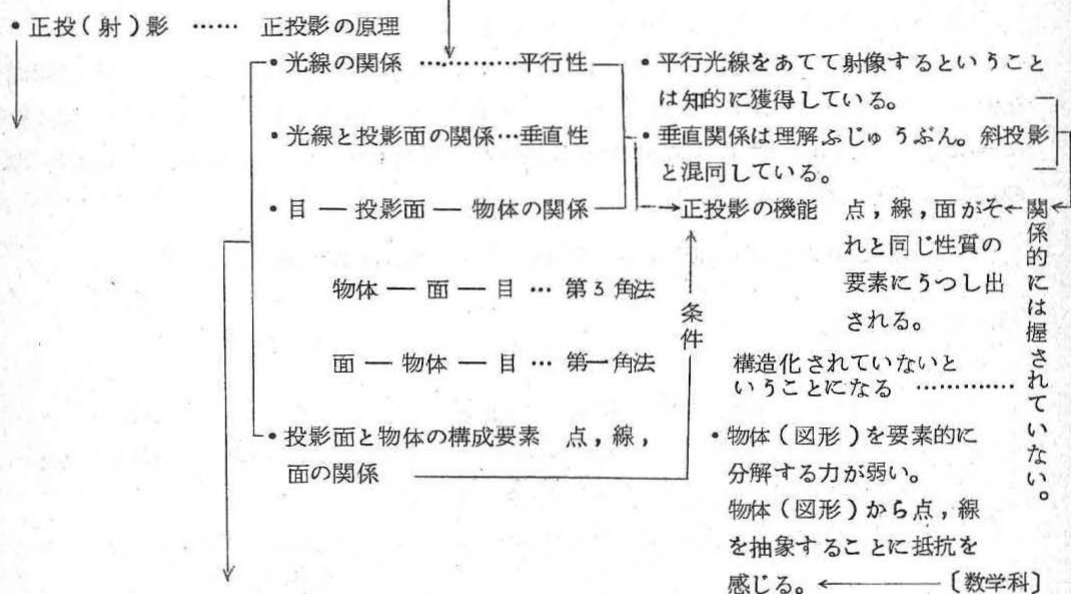
- 写生風な見取図をやや正確にかいたものといった意識構造光線や光線と図面の関係など意識にない。  
 斜投影図，等角投影図との混同，図法的なちがいがいなど理解していると思えない。

↓  
 主観的，感覚的なとらえかたをしている。





平面的(平面図形)な表示



- 立体の構成と位置関係、結合関係がどのように射像されるか。
- 立体の構成要素，点，線，面を抽象しその平行，垂直などの位置関係やどのように結合されているかの関係は握の力が弱い。

↓

ある一方からの正面図は，投影面に平行な位置の正面の実形を表わすと同時に他の面の位置関係，結合関係をも表わす。（表現できない場合もある）

- したがって，それらの関係を正確に表わすという意識で一方からの投影図をかく（例えば正面図）ということではできない。
- 表面的にその一方の正面をみてかいたという意識構造である。
- 正面図は正面図で，他の面との関係はないという認識のしかたである。
- 一方からの正面図をみて他の面の関係位置を判断する力はさらに弱い。

- 正投影図法による表示 ↓
- 物体のある一方（正面）の投影図だけで，立体の全体を正確に表現することはむづかしい。そのためによりよい方法として正投影図法があることを知る。

上記の内容について，生徒の習得構造はこうした（上記右）様態にあるとするならば，より高次な習得構造として再構成するための過程上の問題として，また指導上の問題としてどのような事項があげられるか，つぎに項目的にあげてみよう。

- 日常経験的な，目で物を見て表示するという観念に左右される傾向にある。
- 斜投影図法，等角投影図法は，投視図法との原則のちがいはつきりせず，単に写生風な見取図を図形的に正確にかいたものといった意識構造である。こうした表面的，見取図（写生風）的なつかみかたの表現方法に，平行投影の原理を導入して，物体の形状（角，長さ）構造をより正確に表示することのできることに気づくようにする。
- 主観的，感覚的な表示を — 客観的な技術的な表示へと高める。
- 表面的に見えた形状の，単なる表現でなく，立体を点，線，面の要素の結合，集合による構成物であるとみて，それらの関係の正確な表示，さらに内部の構造まで表わす方法として正投影を認識させる。
- 物体から図形をとり出し，点，線，面の要素に分解してみるといった物の見かた，とらえかたをさせる。数学科，美術科との関連をはかる。
- 正投影の機能によって，点，線，面の要素はそれと同じ性質が保存されてうつし出されることをしっかり認識させる。しかし，各要素を分析的に指導するのではなく，具体物（立体）の投影指導の過程において，点，線，面の投影（投影の文法）を習得させるようにする。
- 立体の構成要素である面を中心に，その位置関係，結合関係がどのように射像されるかという関係は握を確実にする。
- 立体的な物の形を一つの平面上に合理的に正確に図示するということの（先人の最大の悩みだった）悩みを，（課題意識）生徒に経験させ解決の意欲をもたせる。
- 学習は，技術をうけ入れると同時にそれを批判し，さらにより高い合理的な方法はないかとたえず

改善的な観点に立って思考するようにしむける。

- そこで得た法則，などの知識，技能を生かして，より高い技術を判断し習得する発展的過程とする。

美術，数学科の教科においては物体の形，大きさ構造など，技術的な観点から正確に表現するという技術教育的考慮は少ないように思う。物体のもつ形，色の美しさを表現し他人に伝えるにしても（美術科）物体から図形をとり出すための表示にしても（数学科），その教科のねらいからものをみると同時に，物を製作する対象としてみつめて技術的に正確に表現するという観点の指導も他教科に望みたい。

製作する目的の物体を正しく他人に伝えるためには，その形状，構造，寸法など正確に表現したものでなければならない。そのための表現技術としての見取図，スケッチである。みた通りにかくにしてもかかる観点から物を見つめてその通りにかくものでなければならない。

これが技術的な物のみかた，とらえ方であり，そこに初歩的な技術からより高い技術を求める要求が出てきて，だんだん客観的な法則性を見つけ出し体得し，技術は深められていくものである。

ともあれ，この内容領域で生徒の習得構造の成立をはかる中心は，投影の原理法則（文法）を理解しそれを意識的，目的的に適用して，立体のどの面を正面にしても投影図として表示できる力であるといえよう。

## 2 正投影図法による表示の習得構造について

物体を第3角法にもとづいて  
平面図形(平面的)として表示

- 物体の第3角法による投影 …… 正投影図法の原理

— 生徒の習得構造 —

- 物体を互に直角な平面（ガラス）で———かこみ，それぞれの方向で正投影し平面（ガラスの投影面）を90°回転し—平面上に各射像を表示する。

- 真上から見た図，真正面から見た図をを一定のきまりによって配置するという現象的なとらえ方。

- またそのように見てかいた図（スケッチした図）を展開図と同じようにひろげるという表面的なみかたの二通りがある。

- 物体と—各投影画面の関係 … 正面 平面 側面  
物体の正面と立画面は平行 ↓ ↓ ↓  
各投影画面と—射像の関係 画面 画面 図

…正投影の文法

点，線，面の投影

形（角），大きさ（長さ）の正確な表示。

- 投影画面の回転 — 図面の配置，位置関係 —  
正面図，平面図，側面図の配置は  
物体—投影面—目の関係のちがひ，回転  
のしかたのちがひは，第1角法と第3角  
法の図の配置のちがひとなる。

- 機械的に配置を記憶している。第1角法と第3角法を混同。

- とくに側面図の位置についてはあいまいである。

- 正面図，平面図，側面図（像）の相互関係

正面図と平面図の関係  
 正面図と側面図の関係  
 平面図と側面図の関係

この関係理解を  
 確実にする

そこで各画面の像の点，線，面の位置関係，結合関係をつかむ，またそれらの関係において表示する。

↑ 関連的に指導する

- 立体模型を第3角法で投影する。

- 投影図の作図法

正面図を基準として平面図，側面図のかきかた  
 図の配置，現尺で合理的な作図ができる。

フリーハンド  
 でかく。

- 関係的に理解していない。

正面図と側面図の位置がそろわなくてもよ  
 いと考えている。

- 作図の順序は合理的でない。

製図における正投影図法の学習の結果が，前記のような習得構造の様態において定着しやすい傾向にあるとすれば，それは学習上どのような点に問題があったのであろうか。投影図法についての生徒の意識構造は，いたって表面的に見た図をかくといった観念的な様態で成立しているものが相当数を占める現状である。これらはやはり，その習得の過程に多くの問題があったとみななければならない。その学習活動は，学力の形成過程としての本質にそっていなかったということになろう。つぎにそれらの問題点を项目的にあげてみよう。

- “三方から見た図をかき（三面図）一定のきまりによって配置する”といった表面的な現象的な指導の過程からは，物体を正確に投影する本質的な機能はつかませ得ない。
- このような個別的，表面的な認識の様態にあるということは，物体を透視図の見取図で表現するという意識構造から，何らの進歩もしていないとみてよからう。
- いかにもみた所の図がうまく描けても，その投影図を空間にある物体の構成要素，点，線，面の位置関係，結合関係の関連においてとらえられるような過程を用意しなければ，真の投影技術の習得は望み得ない。
- それは図学でやられているような点，線，面の投影を，順次に分析的に指導するという過程においてでなく，具体的な物体（立体模型，機械要素など）を投影図法によりかき表わすという実践的な作業学習の過程において，その位置関係，結合関係をしっかりとつかませるということであって，そうした過程を用意する必要がある。
- 製図学習において，正投影図法をまっ先に取りあげて指導する傾向がみられるが，この投影図法における三面図の配置関係の条件下において，光線の性質や光線と投影面，ならびに物体と射像との関係（投影の文法）などをつかませるということは，かえって混乱をまねく結果となる。したがってこれらの内容は正投（射）影の指導の場で確実に習得させる過程にしくみ，この投影図法の学習では，主として三面図の関係理解を中心に物体構成の位置関係，結合関係をは握させる過程にしくむべきで，このようにそれぞれ重点的，組織的な指導過程を用意するということが大切である。
- しかし，内容の系列を重んじいかに系統的に学習事項が配列されても，各事項をただ並列的に学習していったのでは習得構造は成立せず，断片的に記憶されていくのみでつぎの学習に生きて働か

ない。これでは系統化は何の意味もない。ある段階における内容の構造化への習得過程は、その最終的、全体的ねらいの構造化の過程にそい、しかも関連性をもつものでなければならない。

目的にそい物を表現（生産）する — 客観的法則を認識する → 客観的な法則を目的的につかって物を表現（生産）する。技術学習はこうした過程をたどるといえる。技術を学習するということは、客観的な法則の認識とともにその構成であるといってもよい。したがって、単に表面的な現象的な物の見かた、とらえかた、また行ないかたでは技術的能力の習得はでき得ないであろう。例えば製図学習において、単に物体の表面的な形体をとらえ、それをいかに上手に表示するかにとどまっていたら、その形状構造をより正確に表わすためにさらに科学的な方法はないかといった、技術追求の発展的な方向へのすじみちは生まれてこない。

よりよい技術を求める要求がでてきたときに教える（技術的客観的法則を学習する）、そこに技術習得の可能性が強まるもので、単に固定的、定形的な技能、現象的な知識の授与“*つめこみ*”の学習からは、技術を求める要求もでてこないし、より高い技術の習得もあり得ない。

人間が物を作りだそうとする創造精神が技術を生む根底である。よりよいものを作り出そうとする活動、そこで技術を生み、さらにより高い技術を求めてわれわれの先人が、現在の技術に到達した。われわれが技術学習で予想する望ましい技術習得の過程とは、少なくともこの技術の歴史的発展的過程にそいものであろうと考えている。

### III わ す び

この報告書は、第1項で述べた研究計画にしたがって研究をすすめ、昭和36年度来の研究の結果得られた成果をまとめたものである。それは第一次の研究の目的にしたがって、製図分野における基礎的技術を習得する過程のありかたを問題とし、生徒の基礎的技術習得の様態のは握に中心をおき、それをおして、学力の形成過程の本質にせまる習得過程の構成上の手がかりを得ようとしたものである。しかしこの第一次研究は、まだ進行の途上にありいまだ結論を得るに至っていない。したがってここでは現段階までにとらえた基礎的技術の習得の様態と問題点の概要、ならびに今後の残された課題や問題点をあげて結びとしたい。

われわれは、製図分野における基礎的技術については一応つぎのようにとらえてきた。

- (1) 物体(立体)を、技術的な法則(画法幾何の技術学)にもとづいて平面上に図形として表現する力。
- (2) 表現された図面をよみとる力。
- (3) 構想した物体の構造、寸法、材料などを一定の約束にもとづき正確に図面に表わし、また他人の図面からそれらを読みとる力。

今回は、(1)の基礎的技術に中心をおき研究をすすめてきたが、その研究経過として、まず生徒が、どのような形で基礎的技術を習得し、身につけているのかの実態を調査し、(紙面調査)つぎにそのような習得に至った過程上の問題点を指導との関連において検討してきた。

この研究においてわれわれが考えている基礎的技術の本質的な意味は、実践的行動としての技術的能力をさすものであり、それは技術的知識(技術の科学)と技能(行動)が一体的なものとして身につけ形成されされるものという考えかたに立っている。したがって学習の結果として生徒に意識化されている基礎的技術習得の様態をつかもうとすることは、いうならば技術的知識と技能がどのような様態において、いかなる関係に位置づき、意識構造が成立しているかをみようとするといいてもよい。われわれは、こうした生徒の習得構造の様態をさぐろうとしてきたわけであるが、その手順として、一応理論的に基礎的技術の習得構造を構想し(仮説)、その理論的構造からみて、生徒に意識化され構造づけされている基礎的技術はどのような様相にあるかを調査する方法、手順によって研究をすすめてきた。

さてその習得構造(仮説)は、習得内容(技術的知識、技能)の論理的性格や関係条件、また生徒の発達段階からみた心理的性格などを考慮し組み立てられるものであろう。われわれは、このような観点にたつて、具体的な物体(立体模型)の表示(生産的な形成)の実践を中核にすえ、技術的な知識(画法幾何の技術学、— 正射影、正投影図法 —)と技能(行動とその知識)の一体的、関連的な習得のしくみの構想(仮説)を立てたのである。(本文第2項参照)

つぎに、生活経験や学習の結果として意識化されている生徒の習得構造が、仮説の論理的構造からみてどのような様態にあるか、これを診断的な質問紙法によって調査した。

この調査は、製図の基礎的技術の習得の実態を、技術的法則(正投(射)影、正投影図法)をどのように認識し、それが技能との関連においてどのような様態で獲得されているかを中心の観点にすえてとらえようと調査してきた。そしてその調査結果を、関連的、総合的に考察することによって、その意識構造についてみられる問題とその傾向性を明らかにする。それとともに、その習得の過程で予想される

思考上の問題や、知識、技能の関連的習得の問題場面などを推定してきたのである。

しかし、習得過程そのものや、そこにおける思考上の問題をとりあげるということになると、どうしても面接による事例研究を行なう必要がある。また、技術教科の性格からして、単に知識、理解だけでなく、実践的、行動的な能力としての様態をみようとすると関係上特に必要と考えて、紙面調査の結果を一応類型的にとらえて、それらを代表する数人を抽出し、個人面接調査を実施し従断的研究を試みてきた。現在われわれの研究段階は、実はこの個人面接調査の実施中であって、まだ完全に完了していない。したがって今回の報告にはその成果を発表するまでに至らなかったが、とにかく、今までの面接調査の結果も参考にしつつ紙面調査の実施結果を基本にして、製図の基礎的技術としての — 立体を技術的な法則にもとづいて平面上に図形とし表現する力 — の習得構造や、その習得過程についての基礎資料をまとめるべく努力してきた。そしてここに、ふじゅうぶんながら一応まとめることができた。

しかし、製図の基礎的技術の習得過程の第一次仮説を設定するためには、さらに今後の面接作業を再検討し、知識と技能の一体的な習得構造の様態は握と、その過程上の問題点をもう一步深め追求しなければならぬと考えている。

つぎにこれからの研究課題と作業についてのべておきたい。

技術教育は技術という人間の行動能力を問題とする学習であって、この技術能力は、それを育てるところの知識、技能がいかなる関係において位置づき、どのように一体的なものとして習得されたならば能力が形成されるのか、という問題は実は、われわれのねらいである基礎的技術の習得構造とその過程の問題である。この知識と技能を別々に習得させて加えたら技術になるというようなものではない。あくまでも関連的一体的な過程においてこそ習得されるというべきものである。

われわれの研究もこうした観点ですすめてきたわけであるが、紙面調査の性格上、そうした本質的な習得構造や習得過程の問題点にまでせまることができなかつたことを反省している。

そこで今後は、①面接調査において実践的（生産）な行動場面を設定し、そこで作業の過程と質問の反応をみてそれを観察、記録をする方法を強化し、その結果と今までの成果を総合的に考察し、製図の基礎的技術の習得過程の第一次仮説を設定したい。②つぎにこの第一次仮説を実証する。③実証の結果習得過程の基本型が一応明らかになったら学習指導の場へ適用して、しだいに授業の研究へと計画をすすめたいと考えている。

結論の出ない段階ながら、一応中間報告とする。これをよんでいただきわれわれの今後の研究推進のためにご意見、ご批判をおよせいただければ幸いである。

筆をおくにあたり、研究に協力していただいた新潟市立鳥屋野中学校、白新中学校の校長先生を始め先生方に対し深い感謝の意を表します。

（研究担当者 林 勇）