

三面図を元にした立体把握能力の調査研究

宮 腰 直 幸*

The Research of the Ability that Recognizing the Form in The trihedral Figure

Naoyuki MIYAKOSHI*

Abstract

This study investigated the ability of recognizing the stereo of the student who studies the architecture. The trihedral figure was used for the investigation. As the result, the ability of recognizing the stereo is improved, as the school year is higher. And, the oblique plane is difficult to be recognized. The stereo is easy to be recognized of that the sketch is described. It is important to describe the sketch for the stereo recognition. There is the relation on the stereo recognition with the result of the design practice.

Key words: solid, trihedral figure, design drawing

1. はじめに

設計図面を描く上で正確に立体を把握し、描画することは重要である。設計図面は、3次元立体として存在しているものを、平面に2次元図形として抽象化し、表現したものである。このため1つの図だけでは表現が不可能な部分を、複数の図を用いることで表現する。正しい図面を作成するためには、これら複数の図の関係を理解する必要がある。実務において正しく的確な図が描かれていなければ作業の停滞が発生し、さらには間違った製品や建物が製作される可能性がある。このことから正しく図面を描くには立体形状の把握は重要な役割を果たすといえる。

筆者は本年4月より建築工学科において、建築設計Ⅰおよび建築設計Ⅱといった設計演習の科目を担当している。これらの演習の中で幾人かの学生が階段や柱・梁を描く際、断面形状の理解に苦心していたことから、学生の立体把

握能力に着目し、これらの能力と設計関連科目の成績などを比較する調査を行った。

2. 調査方法

調査は建築工学科の各学年に対して筆記形式で行った。三面図(平面図, 正面図, 側面図)を示し、図によって表現された物体がいくつの面から構成されるかを回答する。問題は3問出題した。また、回答者によっては問題の意味が分からない場合が考えられることから、例として三面図と立体のアイソメ図、および面数を数えた数値を記入した図を問題用紙に示した(図1)。問題用紙には面数を答えるほか、考える際のスケッチなどを必要に応じて余白に記入するよう指示した。回答時間は指定しなかったが、各学年ともおよそ30分程度で回答を終えた。調査は9月上旬、後期の開始時に行った。

問題は

設問A: すべて線が実線で示されているもの(図2)

設問B: 一部が点線で示されており、見えない

平成16年12月17日受理

* 建築工学科・講師

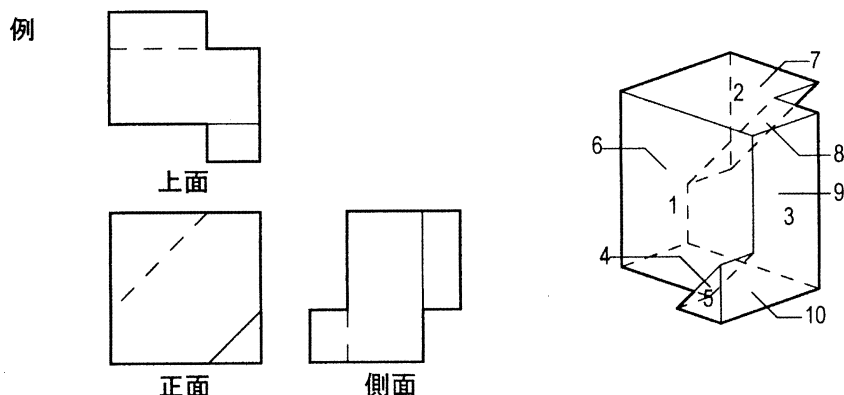


図1 問題と回答例

側に凹凸の部分があるもの（図3）

設問 C：一部が点線で示されており，内部を貫通しているもの（図4）

の3問を出題した。この問題の形式は社団法人日本パーソナルコンピュータソフトウェア協会による CAD 利用技術者試験において出題される問題と同じ形式であり，立体把握能力に対する問題としては適当であると考えられる。これらの問題は

設問 A：凹凸部分が図面に実線で表現されていることから，一方向からのみ図形を想像するだけで面数を数えることが可能である（図5）。

設問 B：一方向からだけでは見えない部分に凹凸の部分があり，複数の方向から図形を想像する必要がある（図6）。

設問 C：表面からだけでは図形の内部が分からず，想像した図形を切断するなど内部まで考える必要がある（図7）

といった特徴を有しており，形状を把握するためには設問 C，設問 B，設問 A の順で図形に対して複雑な操作を想像する必要があると考えられる。

3. 関連する科目の内容

今回，立体把握能力との関連性を調査した科目は建築製図 I，建築製図 II，建築図法の基礎，

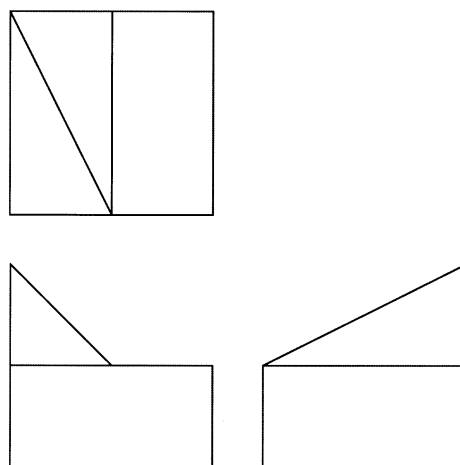


図2 設問 A

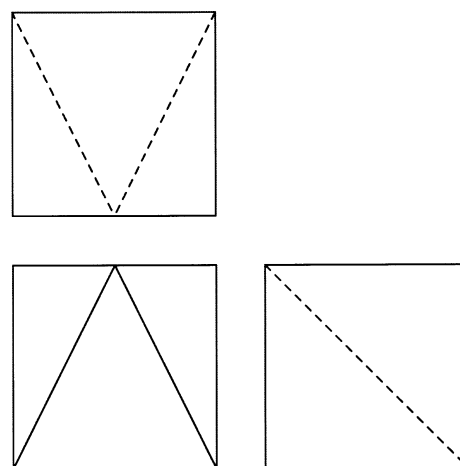


図3 設問 B

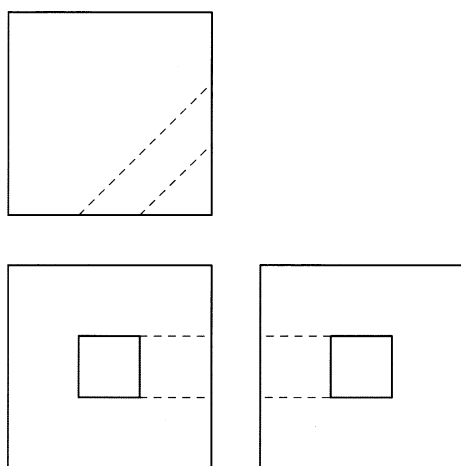


図4 設問C

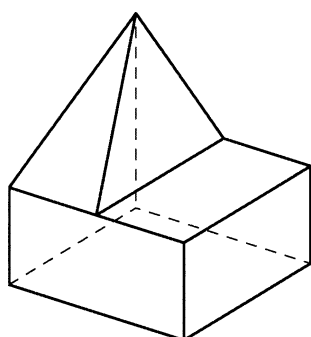


図5 設問A 解答

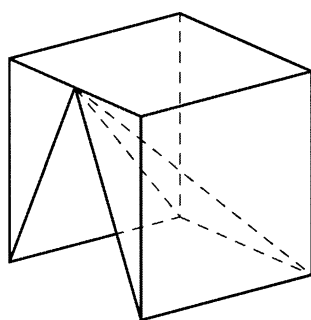


図6 設問B 解答

建築設計Iの4科目である。以下にそれぞれの科目の開講時期、必修/選択の別、目標を示す。

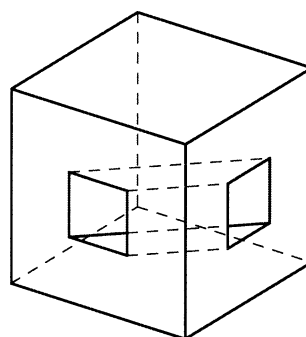


図7 設問C 解答

建築製図I（1学年前期・必修）

線・文字・建築各部の表記記号などの意味や描き方を実習し、これらを通して、建築の設計図面の表現に必要な製図法を習得し、建築物と図面との関係を理解することを目標とする。

建築製図II（1学年後期・必修）

居室の観察と実測および図面化により、居室を例とした建築空間の寸法と構成を理解し、建築設計図面の表現に必要な製図法の基礎を学習する。

建築図法の基礎（1学年後期・選択）

透視図を描くための図法について段階的に説明し、その演習をしながら、図法の習得を目指す。

建築設計1（2学年前期・必修）

建築設計のためのデザイントレーニングの第一段階として、建築計画の方法や空間構成手法の基礎的訓練を行うことを目標とする。

演習内容は、建築製図Iおよび建築製図IIでは図面のトレースを行い図面の描き方を習得し、建築設計Iでは建築計画と製図を行うことで空間の創造、表現を行う。建築図法の基礎では立体表現として透視図の描き方を学習する。以上の内容から、これらの演習の成績と調査結果を比較することが、立体把握能力について調査する上で適切であると考えた。

表1. 回答数

学年	回答数
第4学年	35
第3学年	65
第2学年	73
第1学年	75
合計	248

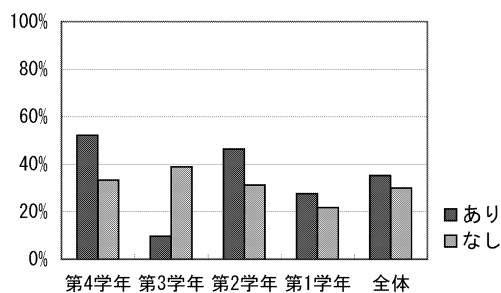


図11 設問B スケッチの有無と正解率

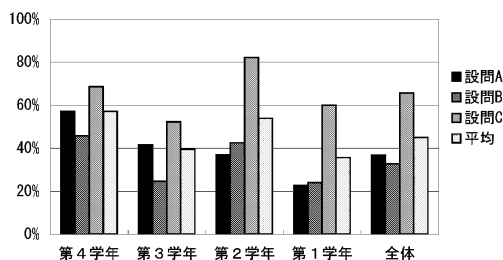


図8 正解率

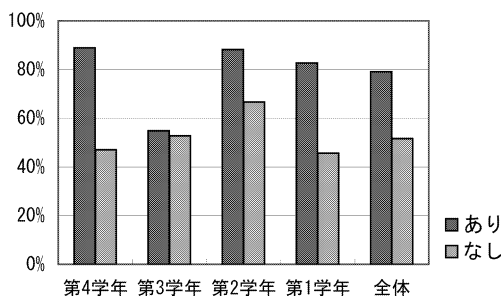


図12 設問C スケッチの有無と正解率

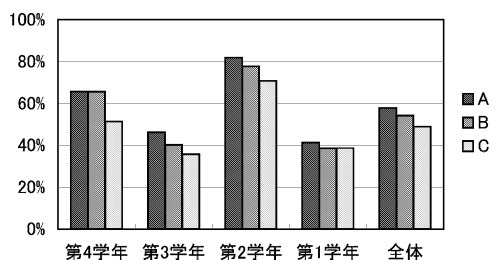


図9 正解率とスケッチの有無

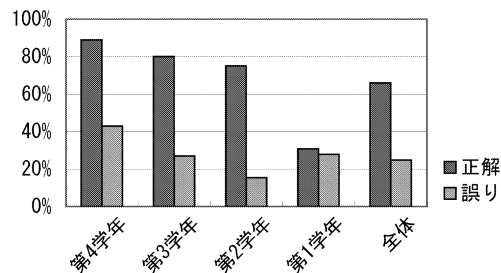


図13 設問A スケッチの正誤と問題の正解率

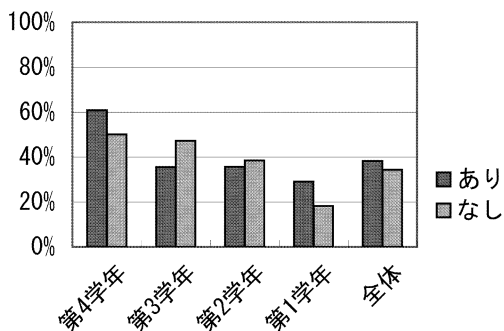


図10 設問A スケッチの有無と正解率

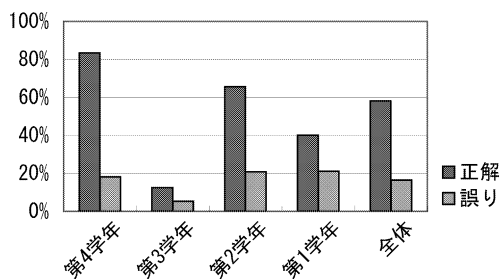


図14 設問B スケッチの正誤と問題の正解率

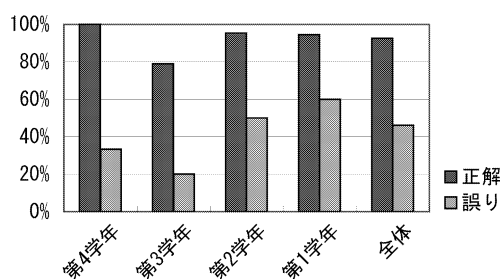


図 15 設問 C スケッチの正誤と問題の正解率

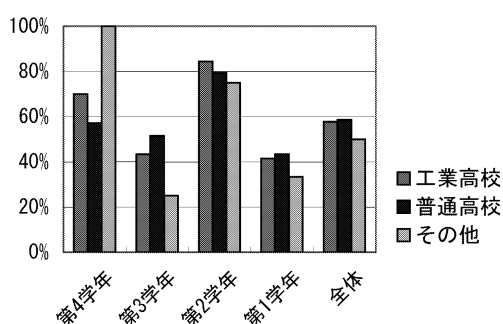


図 19 設問 A 出身高校とスケッチの有無

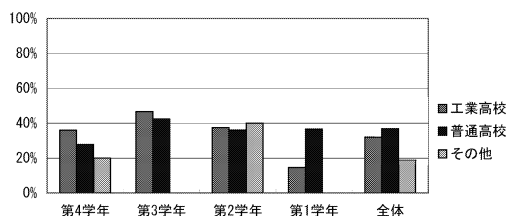


図 16 設問 A 出身高校と正解率

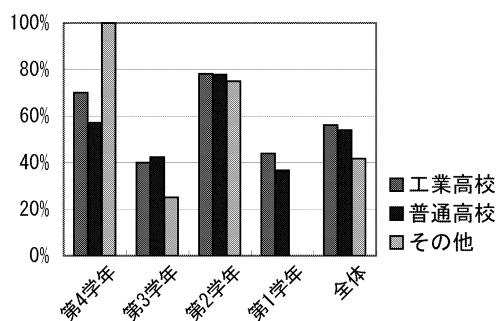


図 20 設問 B 出身高校とスケッチの有無

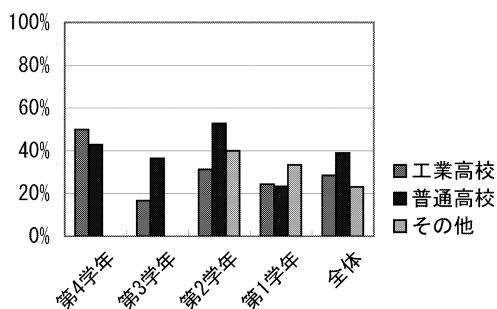


図 17 設問 B 出身高校と正解率

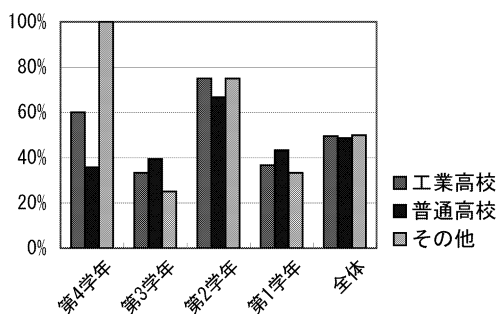


図 21 設問 C 出身高校とスケッチの有無

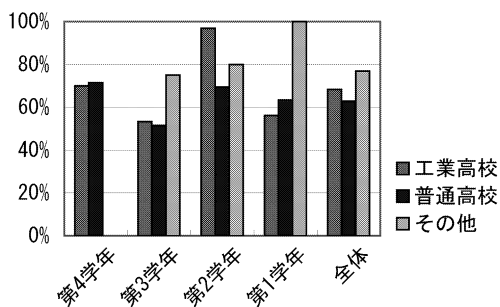


図 18 設問 C 出身高校と正解率

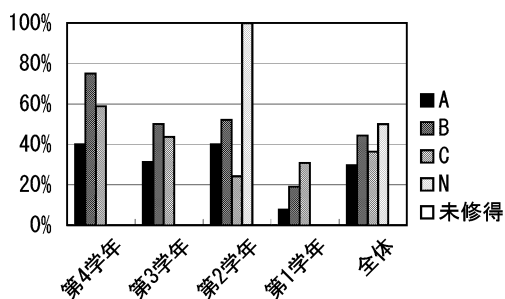


図 22 設問 A 建築製図 I の成績と正解率

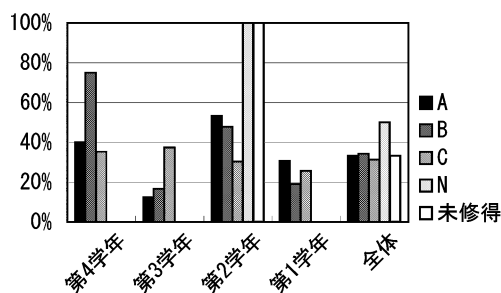


図 23 設問 B 建築製図 I の成績と正解率

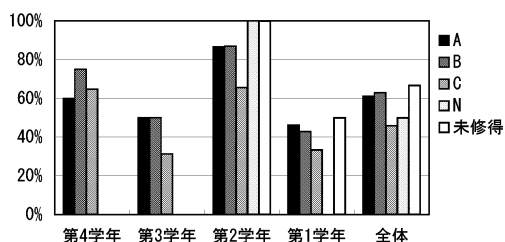


図 26 設問 B 建築製図 I の成績とスケッチの有無

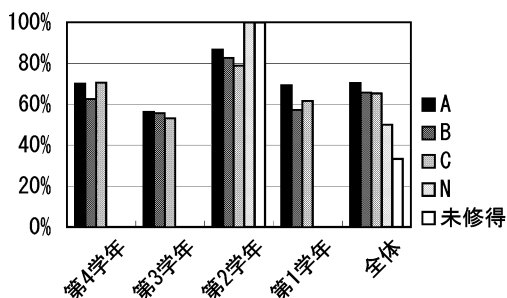


図 24 設問 C 建築製図 I の成績と正解率

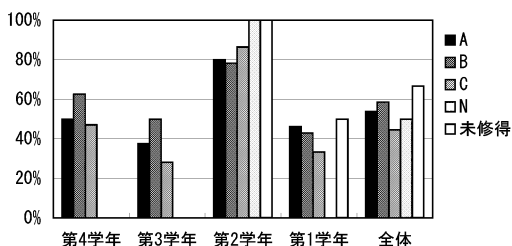


図 27 設問 C 建築製図 I の成績とスケッチの有無

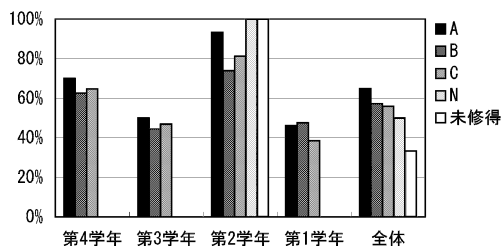


図 25 設問 A 建築製図 I の成績とスケッチの有無

4. 調査結果

4.1 回答数

回答数を表 1 に示す。第 4 学年は研究および就職活動で時間が取れず、学年全体に一斉調査が行えなかったため、個別に調査を行ったため回答数が少ない。

4.2 各設問の正解率

各学年の正解率を図 8 に示す。設問 A の正解

率は学年が上がるとともに上昇しているが、設問 B および設問 C に関しては学年と正解率の間に関係はなく、上位学年の方が成績が良いという傾向は見られない。どの学年においても設問 C の正解率が高く、設問 A および設問 B の正解率は設問 C に比べ低い。全体では 45.0% と半分以下の学生しか正確に立体を把握してない。

4.3 スケッチと正解率の比較

(1) スケッチの有無 (図 9)

立体把握の際、スケッチを描くことは、頭の中で漠然と考えているものを明示化することから重要であると考えられる。考察のためのスケッチの有無を調べたところ、設問 A では 55.3%、設問 B では 51.6%、設問 C では 47.5% がスケッチを描いていた。設問 A、設問 B、設問 C どの問題においても第 2 学年はスケッチを描いた回答者が多い。

(2) スケッチの有無と正解率 (図 10, 図 11, 図 12)

各問題に対するスケッチの有無と正解率を比

較した。第3学年の設問Aおよび設問Bの正解率はスケッチを描かない方が高いが、それ以外の学年、問題ではスケッチを描いている方が正解率は高い。第3学年の設問Bおよび設問Cを除くとスケッチを描いている場合の正解率は上級学年ほど高くなっている。

(3) スケッチの正誤と正解率(図13, 図14, 図15)

スケッチを描いた学生の正解率では、すべての問題、学年においてスケッチを正しく描いた学生の正解率が誤ってスケッチを描いた学生の正解率を上回った。設問Bおよび設問Cでは上級学年になるに従い、スケッチを正しく画いた場合の正解率は向上し、スケッチを誤って描いた場合の正解率は低下している。

4.4 出身高校の別と正解率、スケッチの有無の比較

(1) 出身高校と正解率(図16, 図17, 図18)

設問Aおよび設問Bでは普通高校の出身者の正解率が高かったが、設問Cでは工業高校出身者の正解率が高くなっている。結果から出身高校の別による正解率の明確な違いは見られなかった。

(2) 出身高校とスケッチの有無(図19, 図20, 図21)

スケッチを描く能力と過去の経験の関連を調べるために、出身高校の別とスケッチの有無について調査した。工業高校と普通高校出身の学生の間にスケッチの有無について明確な違いは見られなかった。

4.5 各科目の成績と正解率、スケッチの有無の比較

(1) 建築製図Ⅰの成績と正解率(図22, 図23, 図24)

設問Cに関して、いずれの学年もA評価の学生の正解率が高い。第4学年および第3学年ではB評価の学生の方がA評価の学生の正解率を上回っている。全体では設問Cに関して成績

と正解率に関連が見られるが、設問Aおよび設問Bでは成績と正解率に関連は見られない。

(2) 建築製図Ⅰの成績とスケッチの有無(図25, 図26, 図27)

設問Aに関してはいずれの学年もA評価の学生の正解率が高く、全体では成績の順にスケッチを描いている学生が多い。設問Bおよび設問Cに関してもA評価、B評価の学生の正解率がC評価の学生の正解率を上回った。

(3) 建築製図Ⅱの成績と正解率(図28, 図29, 図30)

建築製図Ⅱは第1学年が履修中であるため、第2学年以上で調査を行った。設問Aおよび設問Bでは成績による正解率の違いは見られなかった。設問CではB評価の学生の正解率が高い。第3学年についてはA評価の学生に正解者がいなかった。

(4) 建築製図Ⅱの成績とスケッチの有無(図31, 図32, 図33)

設問Aおよび設問Bでは成績の順にスケッチを描いた学生が多い。設問CではA評価およびB評価の学生の方がC評価の学生よりもスケッチを描いている。第4学年ではB評価の学生が最もスケッチを描いている。

(5) 建築設計Ⅰの成績と正解率(図34, 図35, 図36)

全体ではいずれの設問でも成績順に正解率が高くなっている。第4学年も同様に成績の順に正解率が高くなっている。第3学年はいずれの設問でも正解率がほぼ等しくなっている。

(6) 建築設計Ⅱの成績とスケッチの有無(図37, 図38, 図39)

正解率同様、A評価の学生のスケッチを描いている割合が高い。スケッチを描いている割合はおおよそ成績と同様となっている。

(7) 建築図法の基礎の成績と正解率(図40, 図41, 図42)

第4学年と第2学年では成績順に正解率が高くなっている。第3学年は正解率が低く、成績による違いもあまり見られない。

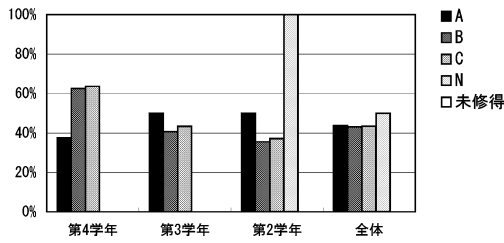


図 28 設問 A 建築製図 II の成績と正解率

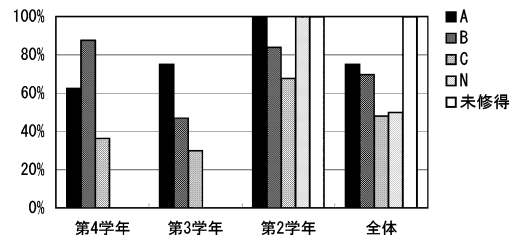


図 32 設問 B 建築製図 II の成績とスケッチの有無

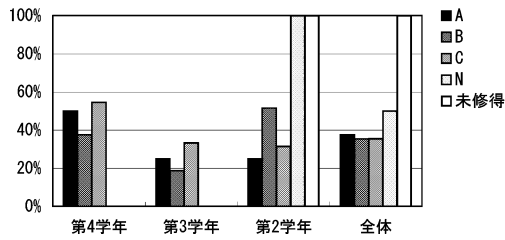


図 29 設問 B 建築製図 II の成績と正解率

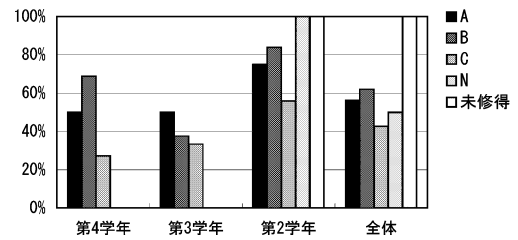


図 33 設問 C 建築製図 II の成績とスケッチの有無

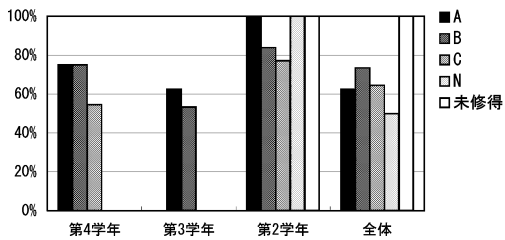


図 30 設問 C 建築製図 II の成績と正解率

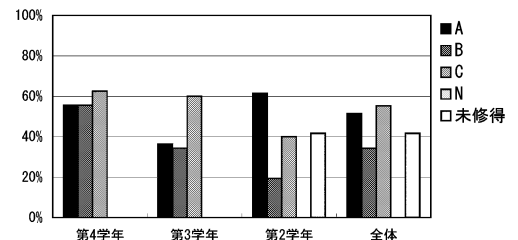


図 34 設問 A 建築設計 I の成績と正解率

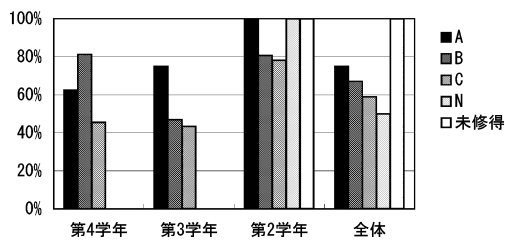


図 31 設問 A 建築製図 II の成績とスケッチの有無

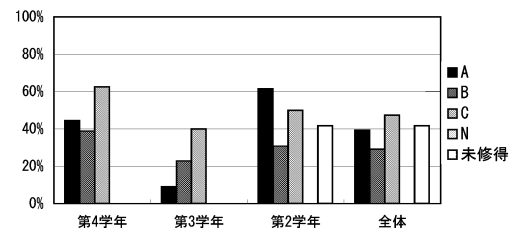


図 35 設問 B 建築設計 I の成績と正解率

三面図を元にした立体把握能力の調査研究（宮腰）

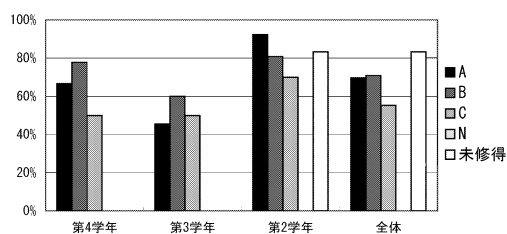


図 36 設問 C 建築設計 I の成績と正解率

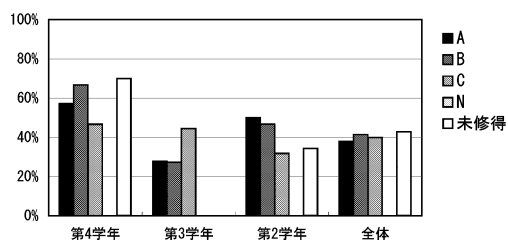


図 40 設問 A 建築図法の基礎の成績と正解率

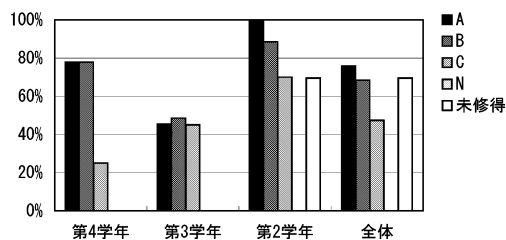


図 37 設問 A 建築設計 I の成績とスケッチの有無

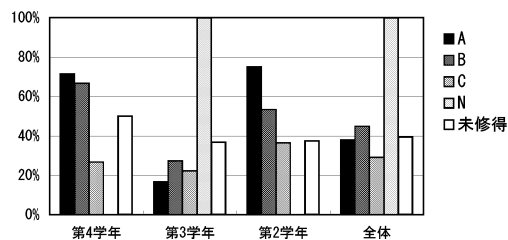


図 41 設問 B 建築図法の基礎の成績と正解率

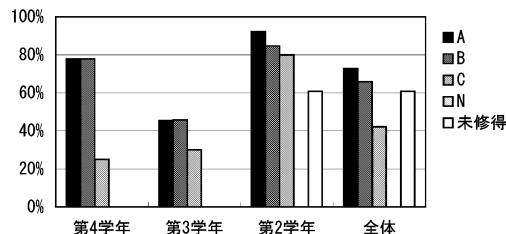


図 38 設問 B 建築設計 I の成績とスケッチの有無

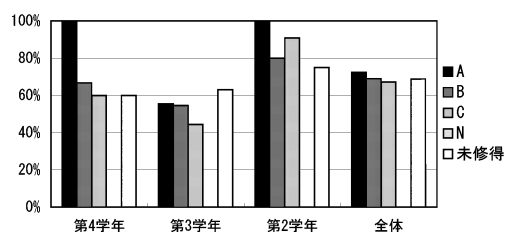


図 42 設問 C 建築図法の基礎の成績と正解率

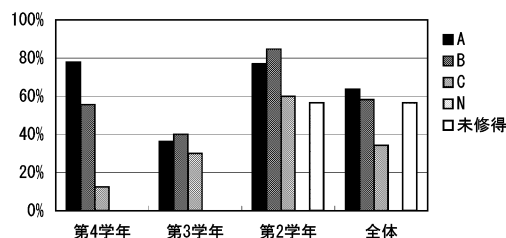


図 39 設問 C 建築設計 I の成績とスケッチの有無

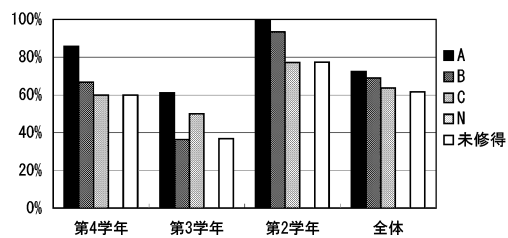


図 43 設問 A 建築図法の基礎の成績とスケッチの有無

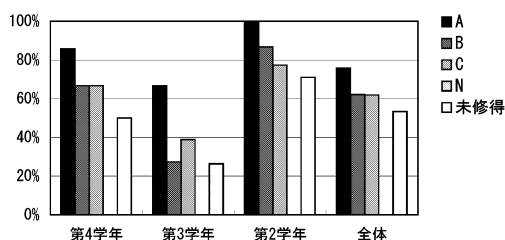


図44 設問B 建築図法の基礎の成績とスケッチの有無

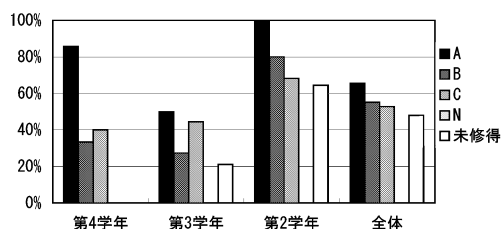


図45 設問C 建築図法の基礎の成績とスケッチの有無

(8) 建築図法の基礎の成績とスケッチの有無 (図43, 図44, 図45)

各学年でA評価学生のスケッチを描いている割合が高い。全体ではどの設問においても成績の順にスケッチを多く描いている。

5. 考 察

問題別の正解率で見ると、設問Aおよび設問Bの正解率が低いことが分かる。設問Aの図形は回転や切断といった複雑な操作を想像しなくても面数を数えることは可能であるが、内部を想像する必要のある設問Cよりも正解率が低い。設問Aおよび設問Bに共通してみられる図形的な特徴は、X、Y、Z軸に対して斜めの面を持つというものがあげられる。図46に学生の画いたスケッチの典型的な例を挙げる。これらのスケッチを見ると模様をつけた面について、認識が間違っていることが分かる。このことから学生の図形把握において、把握が難しいのは斜めに傾いた面であると考えられる。

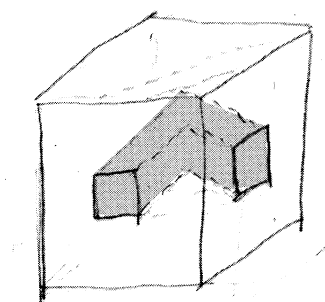
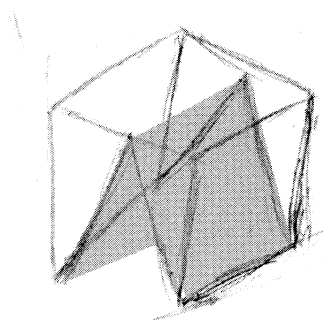
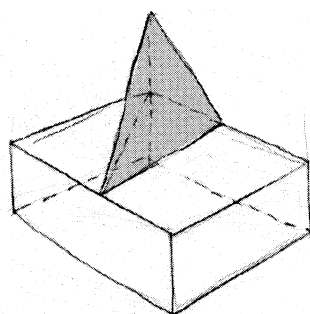


図46 誤った回答例

各設問の正解率を見ると、設問Aに関しては学年とともに正解率が上昇しているが、設問Bでは第3学年の正解率が落ち込み、設問Cでは第2学年の正解率が突出している。

学年の平均正解率では第4学年と第3学年、第2学年と第1学年がそれぞれ似た傾向を示している。ともに上級学年の方が正解率が高く、学年の推移とともに立体把握能力は向上していると考えられる。立体把握能力が経験の差異が過去の経験に由来すると仮定し、出身校の種別に

よって調査を行ったが、工業高校と普通高校の出身者の間で明確な差はなかった。よって学生の立体形状の把握能力は大学入学以降に向上したと考えられ、大学における講義および演習による影響が大きいと考えられる。

ほとんどの問題および学年において、スケッチを書いた学生の正解率は、スケッチを描かなかった学生の正解率を上回り、立体を把握するためにはスケッチを描けることが重要であると考えられる。また正しいスケッチを描いた学生の正解率は、誤ったスケッチを画いた学生よりも高いことから、正しいスケッチを描くことが立体の把握には重要であると思われる。

学生の立体把握能力と製図および設計科目の成績の比較では、いずれの科目においてもスケッチの有無と成績との間に関係が見られた。問題および学年によって差異はあるが、評価の高い学生ほどスケッチを描いている。特に建築設計の成績とスケッチの有無は全て設問において成績との関係が見られる。一方で建築製図Ⅰの成績とスケッチの有無は建築設計Ⅰの成績ほど明確な関連はなかった。建築設計Ⅰの内容は建築製図Ⅰに比べ、自分で空間を計画するという行為が加わっている。このことから自分で空

間を計画するという行為が立体把握能力を育成する上で有効であると考えることが出来る。

6. ま と め

建築工学科の学生を対象とした三面図による立体把握能力の調査を行った。立体把握能力はスケッチが描けることと関係があり、またスケッチを描く能力は製図および設計科目の成績とも関係があることが分かった。また立体把握能力は学年の進行とともに正解率も上がっている。一方で、斜面の理解が劣っており、製図および設計科目において課題内容を検討する上で、これらの点を考慮する必要があると思われる。今回の調査では各学年を半年ほど経過した学生の立体把握能力を調査したが、授業による学生の立体把握能力の変化を調査するため、継続して立体把握能力の変化を調査する必要があると思われる。また、立体把握能力に効果のある教育方法を明らかにするために、他の学部学科と比較し、建築工学科に所属する学生の立体把握の特徴を明らかにすることが必要であると考えられる。