

三面図による立体把握の過程に関する研究 —八戸工業大学建築工学科学生を事例として—

環境計画学部門 宮腰研究室
M05406 田名部 加織

1. 研究の背景と目的

設計図面は、平行投影法の中の正投影法を用いて紙面に表現したものである。この方法で立体を完全に表現するには、1方向では不十分であり最大6方向からの投影図が必要となる。複数の図面の関係を理解するためには、投影法とその解釈を習得しなければ、設計者と製作者間の情報伝達が出来ない。このため、技術者は、立体を把握し2次元の図面を描くための投影法の習得や図面間の関係を理解する必要がある。八戸工業大学建築工学科学生は、これらを理解して図面を描いているかを、学生が実際に描いた図面を見てみると、誤った図面を描いてしまう図面が多々見られた。

本研究では、八戸工業大学建築工学科学生の立体を把握し理解する能力（以下立体把握能力）に着目し、立体把握能力の現状及び誤った立体把握をしている学生の把握の仕方を探る。その上で、認知心理学をベースにし、立体把握をする過程で間違いが生じやすい部分とその原因を探ることを目的とする。

2. 研究の方法

本研究では、以下の方法にて調査・分析を行う。

1) 三面図による立体把握調査

学生の立体把握能力について調査し、立体把握能力の現状を明らかにする。

2) 段階ごとの立体把握の仮定

1) の調査の中で、学生が考える過程のどの段階で立体把握の仕方に誤りが生じるかを探る。そのため、1) の調査を、過程の中で誤りが起こりそうな、図相互の関係を理解する段階、正確に立体を把握する段階、何面かを数える段階の順に仮定する。仮定したフローを図1に示す。

3) 模型による立体把握調査

2) で仮定した図相互の関係を理解する段階、正確に立体を把握する段階について、模型を見て図を描かせる調査を行う。

4) 面による立体把握調査

2) で仮定した何面かを数える段階について、立体図から面数を数える調査を行う。

5) 誤りが生じやすい部分とその原因の考察

1)、3)、4) の結果をふまえ、認知心理学による誤りの分類をスリップとミスティクに分け、先の調査の中での誤りが起こる原因を探った。以下にスリップとミスティクの定義を示す。

スリップ：あまり意識せずに行った行為によって生じやすいミス。

ミスティク：意識的によく考えることによって生じやすいミス。

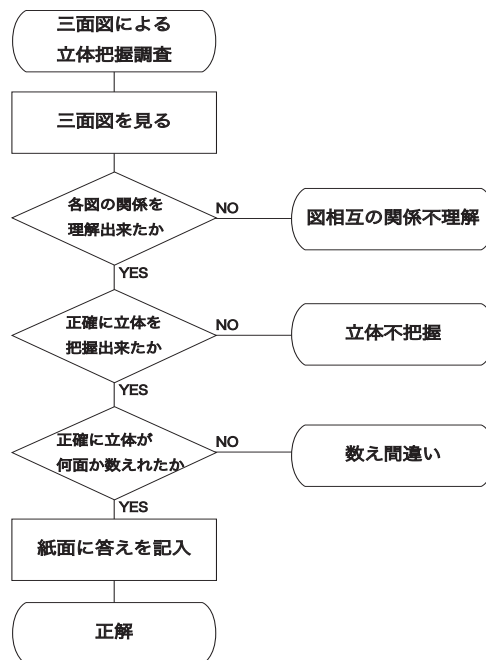


図1. 三面図問題を考える過程

3. 調査対象とした学生

三面図による立体把握調査で被験者とした八戸工業大学建築工学科学生の概要は、表1に示すとおりである。学生の特徴として、工業高校出身者と普通高校出身者半々で構成されている。

模型による立体把握調査、面による立体把握調査で分析対象とした学生は、三面図による立体把握調査の中で正解率が高かった学生7名と、正解率が低かった学生9名の計16名とした。

表1. 調査被験者の内訳（単位：人）

| 調査年月 | 2004年9月実施 | 2005年4月実施 | 2005年11月実施 | 2006年4月実施 |
|------------|-----------|-----------|------------|-----------|
| 調査対象者 | | | | |
| 2001年度 入学生 | 35 | | | |
| 2002年度 入学生 | 67 | 50 | 51 | |
| 2003年度 入学生 | 73 | 78 | 57 | 46 |
| 2004年度 入学生 | 75 | 108 | 95 | 101 |
| 2005年度 入学生 | | | | 58 |
| 2006年度 入学生 | | | | |
| 計 | 250 | 236 | 203 | 205 |

4. 三面図による立体把握調査

4-1. 調査方法

八戸工業大学建築工学科学生の立体把握能力の現状を明らかにするため、三面図による調査を2004年から2006年まで計4回、学年ごとに講義室にて実施した。

調査内容は、図2に示す3題の三面図を用いて行い、三面図によって表現された立体がいくつの面から構成されるかを30分程度で回答する形式とした。各設問の三面図から想像される正しい立体を図3に示す。また考える際に、必要に応じてスケッチを描くよう指示した。各設問の図は以下の特徴を持つ。

- 設問A: すべての輪郭が実線で示されているもの。
- 設問B: 輪郭の一部が点線で示されているもの。
- 設問C: 内部が貫通しているもの。

4-2. 調査結果と分析

4-2-1. 各調査の正解率

各調査の正解率を図4に示す。その結果、2004年9月の調査結果を除き、設問Aの正解率が高く、設問Cの正解率が低い。これらの結果から、設問の特徴により立体把握が容易なものと、困難であるものがあるということが分かる。設問Aでは、調査を重ねるごとに正解率が高くなっている傾向にある。

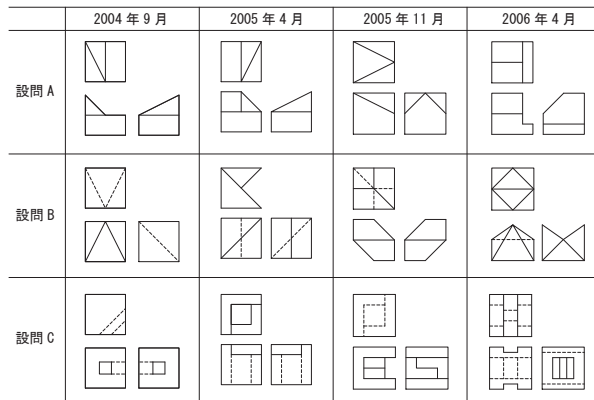


図2. 三面図による立体把握調査で用いた問題

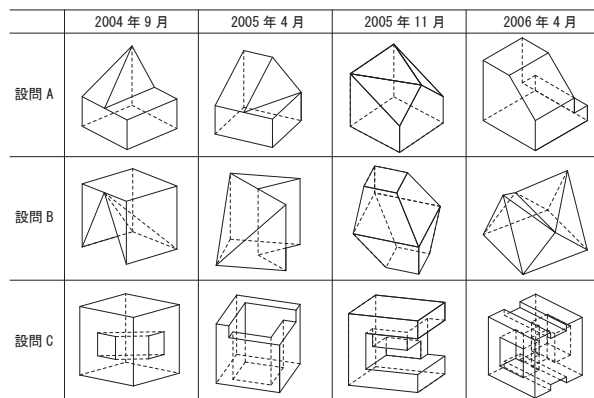


図3. 各設問から想像される立体

4-2-2. 各調査のスケッチを描いている学生

各調査のスケッチを描いている学生を図5に示す。その結果、すべての調査において、設問Aが他の設問よりも多くスケッチを描いている。これらの結果と正解率の結果を較べると、スケッチを多く描いている設問は、正解率も高くなっている傾向にある。

4-2-3. 各調査のスケッチ正解率

各調査のスケッチ正解率を図6に示す。その結果、2004年9月の調査では、設問Cの正解率が最も高く、2005年11月、2006年4月の調査では、設問Aの正解率が最も高い。これらの結果と正解率の結果を較べると、スケッチを正しく描いている設問は、正解率も高くなっている傾向にある。

建築専門科目別にみたスケッチ正解率では、建築図法の基礎の科目の単位を修得した学生が、他の科目よりも正解率が高いことから、基礎的な建築図法を修得することが立体把握能力の育成に有効であると考えられる。

出身高校種別にみたスケッチ正解率では、工業高校出身者の正解率と、普通高校出身者との差はほとんどみられない。また、学年により、工業高校出身者の正解率が高い学年と、普通高校出身者の正解率が高い学年がみられることから、出身高校種別によって差があるといえない。

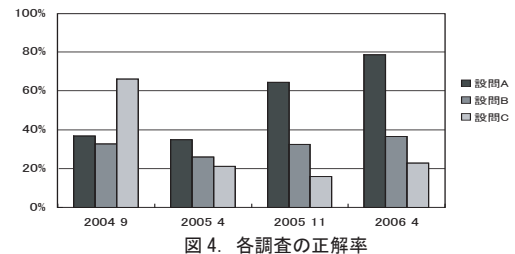


図4. 各調査の正解率

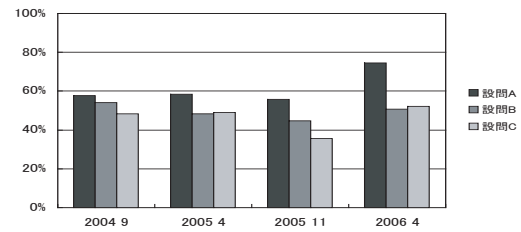


図5. 各調査のスケッチを描いている学生の正解率

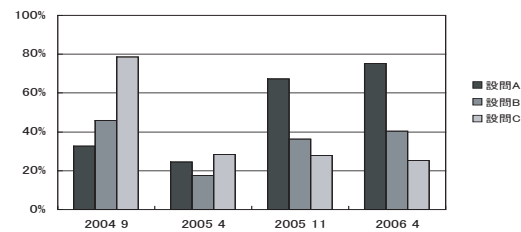


図6. 各調査のスケッチ正解率

5. 模型による立体把握調査

5-1. 調査方法

調査は、2005年12月、研究室にて被験者一人ずつ実施した。調査方法は、図8に示す6個の模型を用い、模型を見て図を描く形式とした。模型の正解の図を図9に示す。

模型の特徴として、内部が貫通しているもの、斜めの面をもつものの2種類を使用した。これらは、第3章の調査の中で、最も間違いが多かった三面図の特徴である。図の特徴として、図が2面で表現出来るもの、3面で表現できるもの、4面以上で表現できるものの3種類である。

5-2. 調査結果と分析

5-2-1. 模型ごとの正解率

学生の回答を、稜線の誤りがないか、図相互の関係に食違いがいいかどうか比較し、正しく描いている図を正解とした。各模型の正解率を図10に示す。

その結果、模型Aから模型Cまでの貫通部分を持つ模型の正解率は、模型Dから模型Fまでの斜めの面をもつ模型よりも低い結果となった。正解率が高かった学生、低かった学生ともに斜めの面を持つ模型の正解率が貫通部分を持つ模型よりも高い。このことから、模型の特徴により正確に表現出来るものと、困難であるものがあることが分かる。

5-2-2. 図相互の関係の理解

学生の回答を、図相互の関係に食違がなく模型通りに立体が把握出来る図を正解とした。図相互の理解の正解率を図11に示す。

その結果、図相互の関係を正しく表現しているかについても、模型正解率と同様に斜めの面を持つ模型の正解率が、貫通部分を持つ模型よりも高い。貫通部分を持つ模型の中でも、模型Aは正解率が100%となった。斜めの面を持つ模型は、すべての模型において、正解率が80%以上となり、正解率が高かった学生では、100%となった。

5-2-3. 稜線の正誤

学生の回答を、稜線不足、稜線多い、立体不把握などの稜線の誤りがないか比較し、正しく描いている図を正解とした。稜線の正解率を図12に示す。

その結果、模型正解率、図相互の関係と同様に斜めの面を持つ模型の正解率が、貫通部分を持つ模型よりも高い。稜線の誤りでは、稜線不足が最も多く、次に立体不把握、稜線多いの順となった。

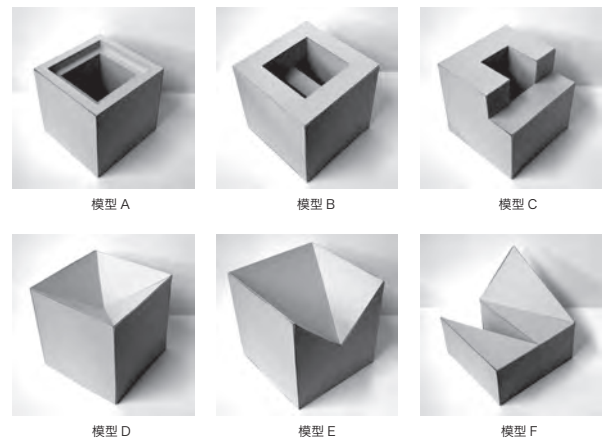


図8. 調査に用いた模型

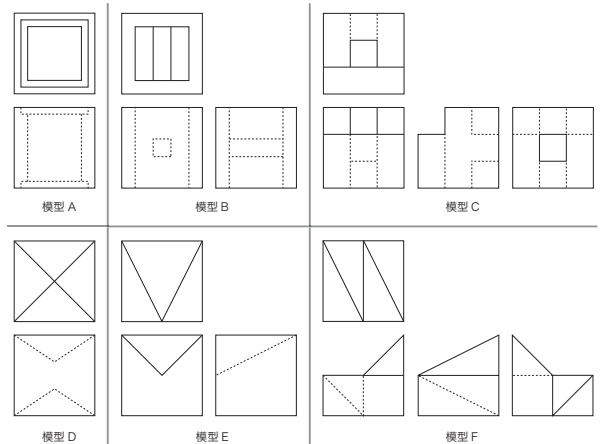


図9. 正解の図

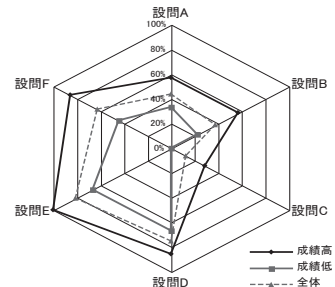


図10. 模型正解率

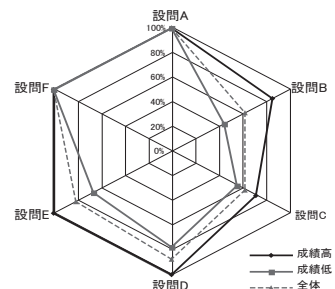


図11. 図相互の理解

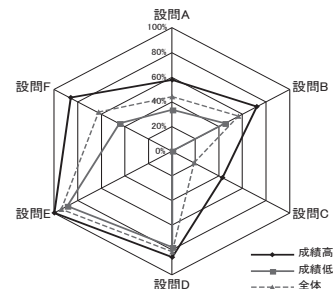


図12. 稜線の正解率

6. 面による立体把握調査

6-1. 調査方法

調査は、2006年4月、研究室にて被験者一人ずつ実施した。調査方法は、設問Aから設問Fまでの6個の立体図を用いて行い、立体図が何面で構成されているかを解答する形式とした。図13に各設問の特徴を示す。

6-2. 調査結果と分析

図の特徴別にみた正解率を図14に示す。その結果、三面図にしたとき、すべての面が実線で表される立体図の正解率が最も高く、貫通部分を持つ立体図の正解率が最も低い。正解率が高かった学生と低かった学生については、輪郭の一部が点線で表される立体図、貫通部分を持つ立体図では、正解率が高かった学生の正解率が最も高い。

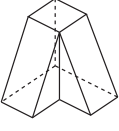
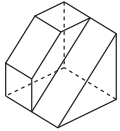
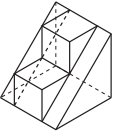
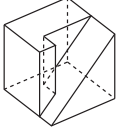
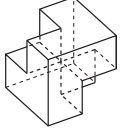
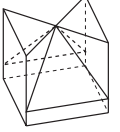
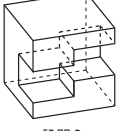
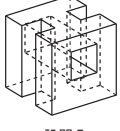
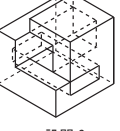
| 三面図の特徴 | 設問 | | |
|----------------|---|---|---|
| すべての輪郭が実線で表される |  |  |  |
| 輪郭の一部が点線で表される |  |  |  |
| 内部が貫通している |  |  |  |

図13. 設問の内容

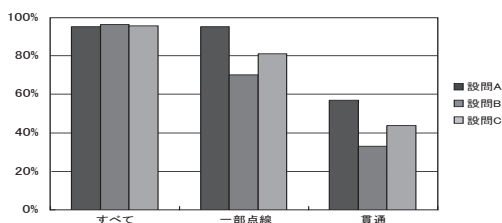


図14. 設問の特徴別による設問正解率

7. 各調査のまとめ

学生の立体把握能力の現状を探ったところ、以下の特徴が明らかとなった。

- (1) 三面図の特徴により立体把握をしやすい三面図、立体把握をしにくい三面図がある。
- (2) スケッチ能力は、三面図を把握する上で重要な要素となる。
- (3) 正しいスケッチ能力は、出身高校種別ではなく、大学入学後に身につけている。

次に、誤った立体把握をする学生の把握の仕方を探ったところ、以下の特徴が明らかとなった。

- (1) 正確に立体を把握する段階、何面かを数える段階で誤りが生じている。
- (2) 貫通部分を持つ立体では、正確に立体を把握出来ず、数え間違いも多い。
- (3) すべての輪郭が実線で示される三面図は、面の数え間違いが少ない。

8. 認知心理学から見た誤りの原因

調査の結果を認知心理学における誤りの分類にて分析すると、何面かを数える段階ではスリップが生じ、正確に立体を把握する段階ではミステイクが生じやすいと考えられる。スリップが生じる誤りは、注意して行えば誤りはなくなるが、ミステイクは、3次元立体から2次元平面への表現方法が身に付いていないため生じると考えられる。

9. 結論

本研究では、八戸工業大学建築工学科学生を対象に学生の立体把握能力に関し、立体把握能力の現状、及び誤った立体把握をしている学生の把握の仕方と、誤りが起こる原因を探った。

その結果、八戸工業大学建築工学科学生は、三面図の特徴により立体把握をしやすい三面図、しにくい三面図がある。立体把握がしやすい三面図は、すべての輪郭が実線で示されているものであり、しにくい三面図は、見えない部分に凹凸や斜めの面をもつものである。三面図の立体把握をする過程では、正確に立体を把握する段階、何面かを数える段階で誤りが生じている。これらの誤りを認知心理学から見ると、正確に立体を把握する段階ではミステイクが生じ、何面かを数える段階ではスリップが生じやすいと考えられる。

今後の展望として、ミステイクについての改善方法を探っていきたいと考える。

[既発表]

- 1) 田名部加織、宮腰直幸：学生の立体把握能力に関する調査について、日本建築学会東北支部研究報告会、計画系、第68号 pp.287-290 (2005.6)
- 2) 田名部加織、宮腰直幸：三面図を用いた学生の立体把握能力に関する調査-八戸工業大学建築工学科を事例として-、日本建築学会学術講演梗概集、E-1 建築計画 I、pp.635-636 (2005.9)
- 3) 田名部加織、宮腰直幸：模型を用いた学生の立体把握能力に関する調査について、日本建築学会東北支部研究報告会、計画系、第69号 pp.257-260 (2006.6)
- 4) 田名部加織、宮腰直幸：模型を用いた学生の立体把握能力に関する調査-八戸工業大学建築工学科を事例として-、日本建築学会学術講演梗概集、E-1 建築計画 I、pp.521-522 (2006.9)