建築の設計製図教育についての図法幾何学あるいは図学教育

Graphic Education Based on Descriptive Geometry for Architectural Design Education

加藤 道夫 Michio KATO

概要

本研究は、建築の設計教育との関連から図学教育について3つの側面から分析した。第1は、過去の図学教育、特に烏口使用に由来する心情的拒否反応である。第2は設計の実務との直接関連の欠如である。第3は特定の基準にのみ従った製図技法の教育は、創造教育の妨げになるというものである。以上の3つの側面からの分析の結果をまとめると以下のようなになる。1) 心情的拒否反応については、負の遺産として真摯に受け止め、今後の教育の中で払拭していかなければならない。2) 設計の実務との直接関連の欠如については、設計と図的表現の関係が改めて考えられねばならない。3) 創造教育の阻害という観点からは、図法幾何学が立体の特殊な捉え方にすぎないことを認識し、多元的な見方を導入する方向で教育プログラムを再編することが求められる。

キーワード：

設計・製図教育／図学教育／図学論

Abstract

Graphic education based on descriptive geometry is analyzed on following three aspects, i.e., 1) psychological refusal, 2) lack of direct relations between graphic education and practical design process, and 3) obstructions of creative design education. The conclusions are as follows. 1) On psychological refusal we have to adapt the past education as a negative inheritance sincerely. We must respond in the education from now on. 2) On the lack of relations between graphic education and practical design process we must rethink relations between graphic representation and design. 3) On obstructions of creative design education we must recognize descriptive geometry as a particular way of thinking 3 dimensional objects. We should introduce plural views into graphic education.

Keywords : design education / graphic education / theory on descriptive geometry

1. はじめに

大学設置基準の変更は、専門基礎とか一般教養といった従来の前期課程教育の科目に与えてきたカリキュラムの拘束を自由化した。これによって、図学教育も従来の拘束から自由化され、教育内容の検討が求められている。

一方で、図学教育は、工学系の設計製図教育の基礎という位置づけを与えられてきた経緯がある。しかし、時代の変化とともに、専門基礎、すなわち建築設計教育の基礎としての観点からも、これまでの（図法幾何学に基づいた）図学教育の必要性に疑問があがっている。ここでは、建築の設計教育との関連から図学教育不要論について検討することで、今後の図学教育を考える一助としたい。

2. 建築における図学教育不要論

建築設計教育における図学教育不要論は、概ね次の3つに分類することができるであろう。

第1は、過去の図学教育、特に製図教育における烏口製図に代表される図学教育に対する体験的、心理的嫌悪感に由来するもので、これをここでは「心情的拒否反応」と呼ぶことにする。

第2は、設計の方法が変化し、現行の図学教育、特に図法幾何学教育は時代遅れであるというものである。ここでは、こうした立場を「設計実務との直接的関連の欠如」と呼ぶこととする。

第3は、特定の基準のみに従った製図技法の教育は、人間が本来備えている才能や資質の発展を阻害し、創造教育の妨げになるという立場である。ここでは、こうした立場を「創造教育の阻害」と呼ぶこととする。

以下、この分類にしたがって図学不要論を検討することとする。

3. 心情的拒否反応

日本の図学教育は、その導入時から「図法幾何学」と

いう理論体系と「図学製図」というプラクティスが一体のものであった。烏口による美しい製図の必要性は、後述するように、19世紀においては必然であったが、それはあくまで立体の可視化が社会的に求められたからであり^[1]、決して図法幾何学の作図プロセスの可視化が求められたわけではなかった。建築においては、立体表現の手段として必要とされたのである。それがいつの間にか図学製図のプレゼンテーション化へと拡張され、学生に意味もわからず、図法幾何学の作図プロセスを烏口で描かせるという本末転倒の教育体系を生み出してしまった(図1)^[2]。これに対する嫌悪感が、いわゆる図学嫌いを生みだし、図学教育批判の原因となっていることは否定できない。これは、図学教育に携わってきた我々が真摯に引き受けるべき問題であろう。

この点は、モンジュの『図法幾何学』の継承という点からいえる。この書の1811年版にはアシェットがつけた「陰影法理論」と「透視図法の理論」に関する補遺が含まれている^[3]。

その「陰影法理論」において、立体の表現手段として「陰影の定め方が図法幾何学に対して重要な補足である」としているが、そこでは「陰影輪郭線のつくりかた」と「陰影のできる表面にあらわせねばならぬ陰影の濃淡の見つけ方」についてという双方の記述が見られる。前者は、正投影による幾何学的作図法であるが、後者はより広範な立体描法にかかわる記述である。また、「透視図法の理論」では、線遠近法以外に「諸物体の描

図における明暗・濃淡また色(大気)遠近法について」の項を設け、詳細な色彩表現やテクスチャー表現に関する記述が見られる。

すなわち、アシェットによる補遺が含まれる1811年版『図法幾何学』においては、正投影、線遠近法に加えて、幾何学的作図法に基づいた陰影輪郭線決定法を立体表現の手段としているが、これらはその一部にすぎない。立体表現の手段をより多様な側面から記述している。そこでは、陰影表現における陰影輪郭線の決定に代表される作図プロセスは立体表現手段にすぎず、その目的はあくまで立体表現にあり、作図プロセスを目的とはしていないのである。

4. 設計実務との直接的連関の欠如

近年のコンピュータの発展によって、従来の設計実務に求められた手描きの正確な製図技術は、必ずしも必須のものとはいえなくなった。実際、設計の現場ではCGやCADが導入され、多くの設計事務所では実施設計図や施工図はコンピュータによって描かれるし、プレゼンテーションドローイングもCGで描かれることが多くなった。確かに、CADによる設計図面作製は、修正が容易であるし、設計図面の水準が一定に保たれるという利点をもっている。コンピュータ導入により、所員に対する製図技法教育は短縮され、その結果、その時間を本来の設計行為そのものへ振り向けることができる。

更に、CADでは図法幾何学では取り扱えない曲面が利用できるという利点がある。近年の建築に見られる複雑な曲面からなる構成は、コンピュータの普及なくしては考えられない現象といえよう。

以上のようなコンピュータの普及は、従来の手描き製図不要論へとつながり、ひいては、図学不要論へと拡張されているのが現状である。

この背景には、図学=製図という短絡があることは否定できない。もちろん、図学教育は単なる製図技法の教育ではなく、立体の幾何学的理解を目標として含んでおり、図法幾何学は、考案当時は幾何学的理論性と実用性の双方を有した最先端の工学手段であった。しかし、幾何学という観点から見ると、図法幾何学の手法はその汎用性が限定されることや精度の限界等によって、他の手段に取って代わられ、設計の現場では、過去の遺物であるといわれても仕方がない状況に陥っている。

また、製図という側面から見ても、手描き作図を主たる手段として教育体系を構築してきた従来の図法幾何学教育にとって、コンピュータ導入によるCGへの移行

図1 アルベルト・サルトリスによる「トスカナ式柱頭の陰影」

は、その根幹を揺るがすものであるといわざるを得ない。

第2に、設計そのものの質の変化を図学不要論の要因として挙げることができる。機械設計ほど顕著ではないが、建築においてもその構成要素の標準化が進んでいる。設計はこうした既成の部品のアンサンブルとなり、個々の部品の形状やその幾何学的性質の理解は必ずしも必須とはいえないという事情がある。

ところで、こうした事情は、必ずしも現代に始まったことではない。その起源は少なくとも、19世紀初頭のフランスの国立美術学校であるエコール・デ・ボザールに遡ることができよう。ボザールの主導的指導者として名高いジュリアン・ガデに代表される「設計がカタログ化された構成要素とその定式化した組み合わせ」であるという考え方は、20世紀初頭までの建築設計教育の主流をなしていた。しかし、この時代にあつては、カタログ化された諸要素のアンサンブルを可視化する手段として、図法幾何学は必須であつた。更に、図法幾何学が可能にした、従来の方法に比べてはるかに容易な正投影による陰影表現は、平面図や断面図、立面図に奥行き情報を付与するという点で不可欠であつた。

こうした背景には、産業革命後に台頭した新たな富裕者層が建築のパトロンとなったという事情があるといわれている^[1]。すなわち、彼らは、従来のパトロンであつた貴族に比して、図面から建築という立体を頭の中でイメージする能力に欠けており、それを補う手段としての陰影表現が不可欠となったという事情である。

しかし、立体を2次元平面上に表示し可視化する技術に限れば、CGによるアニメーション表現や陰影表現の方がはるかに有効である。この意味で、立体の可視化手段としての有用性・効率性が、手描き製図をコンピュータへと移行させたといえる。

一方、19世紀末以降、建築の大衆化が進むにつれ、建築の立体表現への要求が増大する一方、建設する建物の増大は、設計者自らが時間をかけて図面を描くということをも不可能にした。その結果、プレゼンテーションドローイングを専門に描くレンダラーという職種が分離し、設計とドローイングの分業化が進んだ^[4]。このあたりから、特に設計者を中心にドラフトマンを単なる技術者として不当に評価する伝統が芽生え、今日の製図教育の軽視へとつながっている点是否定できない。

図学が直接関わる製図を設計に比して低く見るという考え方である^[5]。おそらく、図学軽視論の背景にはこうした差別意識が根底にあり、これが図学不要論の第3の

背景を構成すると考える。

このように見るなら、設計手段としての（図学に基づいた）製図教育と設計教育の間には、単に技術の進歩に製図教育が対応していないというプラクティカルな要因以外に、製図と設計の間に階級的差別が存在し、この差別が、図学不要論の背景にあることは否定できない。設計実務そのものの中に潜在する差別意識が、製図を軽視し、ひいては、図学不要論を構成するのである。

5. 創造教育の障害

図学教育、特に図法幾何学教育は、立体を扱うが、その考え方は、点、直線、平面という階層化された幾何学構造を前提とする立体把握の一つの見方にすぎない。また、その表現手段を幾何学的な投影法に依存している。こうした一面的見方を設計製図教育の初めの段階で教育することは、空間設計という自由な創造行為を阻害するものであるというのが、この論者の立場である。

建築においてはデザイナーの一部にこうした考え方を持つ人が多い。その極論は以下のようなものである。そもそも、建築において重要なのは空間であつて、空間とは立体の幾何学的形状だけに依存するのではない。光の効果や素材などが相まって空間性を生み出している。したがって、その空間性を感性的に捉える訓練がまず必要であり、その幾何学的形状をあらわすための投影法に基づいた製図技法は、単なる技術にすぎず、本質ではない。そのようなものは、大学で教える必要はなく、いろいろな図面を見ていれば、自然と身につくものである。もちろん、こうした人々も最終的に建築を建設する際には投影法に基づいた製図が必要なことを否定してはいない。しかし、それは最終的な設計図面作製段階やプレゼンテーション手段、建設手段として必要なのであつて、設計というプロセスには正確な投影法に基づいた製図は必ずしも必須のものではなく、空間イメージを表現するスケッチやラフな（必ずしも幾何学的に正確とはいえない）模型製作の方がはるかに重要であるというのである。

この指摘は二つの要素を含んでいる。第1は、幾何学的投影法に基づく製図教育が大学で必要であるか否か、第2に、必要であるとしてもどの段階で教育すべきかである。

こうした批判を理解するには、従来の設計製図教育の伝統的方法を知る必要があろう。一般に、建築設計製図教育では、まず、初めに「コピー」と呼ばれる課題を充ててきている。この課題は、デザイン課題ではなく、過

去の建築を実例にして、その平面図、立面図、断面図、透視図を描くことで、建築の製図法を習得することを目的としている。一般には、有名建築家の作品が実例に選ばれることが多い。出題者の狙いは、製図技法の習得だけでなく、その過程で立体と図面の対応関係の理解や、対象そのものの建築的理解を促すことにあり、更に、その空間の感性的把握も含んでいる。すなわち、良き実例に触れて、それを製図という行為を通じて理解することで、「見えども見えず」である建築の本質へ少しでも近づこうというものである。したがって、「コピー＝単なる製図技法の習得」という図式的考えは、短絡的に過ぎ、公正な判断とはいえない。

しかしながら、建築とは多様な世界であり、わずかの実例を見ることでその全体像を把握することは困難であるから、その実例が学生に及ぼす潜在的効果が、彼らの建築感を拘束するという指摘には一理ある。モダニズム建築という共同幻想を共有する時代にあっては、課題選択が問題となることはなかったが、現在のような建築そのものが多様化し、さまざまな考え方が併存する時代にあっては、コピーという課題の弊害が問題視されるのももっともである。

話が建築課題にそれてしまったように思われるかもしれないが、建築設計の基礎教育として図法幾何学や投影法の必要性の議論の背景にもまったく同種の問題があるように思われる。すなわち、建築設計という行為が共有された一つの価値体系の中で行われる時代にあっては、その基礎教育はその体系の中で位置づけが容易である。しかし、現在のような状況においては、多様な見方、多元性こそが重要なのであって、そこから何を選択するかは、教育の与え手ではなく、受け手にゆだねられるべきであるという考え方を否定することはできないだろう。

この観点から見ると、設計の基礎教育という立場から、多元性が求められてしかるべきである。もちろん、図法幾何学や投影法を教育することを否定するわけではない。しかしながら、それが対象の理解の一つのあり方にすぎないという点はより強調されねばならない。

具体的に多元的な図学教育がいかなるべきかについては、残念ながら現在のところ一般則はないが、一つの方法として、過去の建築の図的表現のさまざまな実例に触れながら、その図の目的と表現手法の関係の多様性を教授することが考えられる。そもそも、現在のような投影法に基づいた図的表現法が確立したのは18ないしは19世紀にすぎず、これに類する表現法に限ってみてもルネサンスより以前に遡ることはできないのだから、ま

た、その図的表現手法に限っても、3次元の空間座標系の2次元表示法に留まることなく、要素間のさまざまな関係の表現法、例えば、要素間の包含関係の表現や、連結の表現、配列の表現も含んだ教育がなされても良いと考える。

6. 今後の図学教育に向けて—結びに変えて

建築の設計教育との関連から図学不要論を取りあげ、その背景を見るとともにそこに内在する図学教育あるいは製図教育にかかわる諸問題を概観してきた。

それらは次の3つに要約されるであろう。

1) 「心情的拒否反応」については、過去の図学教育の負の遺産として真摯に受け止め、今後の図学教育の実践の中でその払拭に努めることが必要である。

2) 「設計の実務との直接的連関の欠如」に関しては、図法幾何学成立当時の状況と現在の状況が全く異なっていることを認識すべきである。一方で、設計とその図的表現である製図の関係が改めて考えられねばならない。製図教育が、単なる技術の習得ではなく、思考のツールとしての重要性を持つこと、更にいえば、ツールのあり方が設計行為そのものを左右するという重要性を認識することが求められる。

3) 「創造教育の阻害」という観点からは、従来の図法幾何学が立体の一つの見方にすぎないということを認識し、多元的な見方を導入する方向で教育プログラムを再検討することが求められる。

以上の認識の上で建築における設計教育の基礎となるべき図学教育はどのような方向をめざすのであろうか？以下に私見を述べたい。

まず、前提となるのは、図がthinking toolとして今後とも有用であるという認識である。これは、visual thinkingへとつながるもので、言語的理解と相互補完的役割を担うものであって、図は言語には置き換えられないということである。そこで考えられるひとつの方向は設計に伴うvisual thinkingのtoolに特化するというものである。そこでは、1) 手描きのスケッチ、2) 模型、3) CGまたはCADという3種の手法の習熟が求められよう。そのためには、これらの技法を習得するための基礎的知識が必要である。

手描きスケッチについては、量的表現も可能な軸測図についての知識が必要となろう。更に建築においては、対象を対峙的に捉えるのではなく、空間的に捉えるという立場から透視図についての幾何学的知識が必要となる。ここで、注意すべきは、そこで求められるのは、幾

何学的正確さよりも設計の発想と対応したスピードであるという点である。なぜなら、正確さは、必要に応じて他の手段で代用できるからである。こうした技法の習熟の上で描かれたスケッチは、設計を進める上で有効なツールとなろう。

模型については様々な方法があるが、少なくとも展開についての知識が必要となろう。

CGやCADについては、コンピュータにおける立体表現と色彩表現についての基礎知識が必要である。

ところで、visual thinkingの方法は、その時代、地域、用途によってさまざまな可能性がありうるであろう。したがって、その方法を必ずしも一義的に定めることはできないし、どれが最良であるかという判断はできないというのが第2の前提である。

第3の前提は、描かれた図は、時代、地域、用途の違いが反映されているはずであるから、図を見ることでその考え方を知ることができるというものである。

そうであるとすれば、visual thinkingを図を通じてthinkingするメタ図学を考えることができるであろう。これが第2の方向性である。

ここでは、古代、中世、近世、現代から各1例を挙げて説明する。古代ローマの「ヴェッティの家の壁画」^[6]

(図2)では、軸測図風の表現が見られるが、その上部と下部においては、奥行き方向の線の角度が異なっている。また、中世の教会建築を図示する『ヴィラルー・ド・オヌクール』の画帖^[7]に見られる「ランス大聖堂祭室内部観図」(図3)^[7]においても軸測図風の表現が見られる。しかし、そこでは円形平面は、楕円ではなく、円弧で表現されている。一方で、高さや平面方向距離は厳密な縮尺で描かれているといわれている^[7]。また、ルネサンス時代の建築家アンドレア・パッラディオによる「ペDESTAL, 柱, 各種のモールディグ」(図4)^[8]においても奥行き方向の線の角度が上部と下部で異なっている。しかしながら、手前の断面の位置に正確な高さ寸法が記載されており、線り型の形状を示すという点では正確な表現となっている。

また、エル・リシツキーによる「プロウンルーム」(1923年)(図5)^[9]では、見上げ、見下ろしによる軸測投影の複合表現が見られる。そこでは、各コーナーを囲む、床、壁面、天井を一体として捉え、見上げ、見下ろしの図法を使い分けることで、各コーナーごとに正確な軸測表現が見られる。しかも、一貫した投影では不可能な4つのコーナーを一枚の図に表現することに成功している。この図は、空間を床、壁面、天井といった面の和

として捉えるのではなく、コーナーの和として考える彼の空間感が反映されているといえる。このことは、彼の作品がコーナーをまたがって展示されていることから明らかである。

以上に取り上げた例は、建築総体を一貫した一つの投影法で表現するものではない。この意味で、従来の考え方では不正確あるいは未熟な表現と考えられてきた。しかしながら、これらの図は局所的には一貫した図といえる。従って、この図を一貫した部分の連合と考え、連合

図2 古代ローマの「ヴェッティの家の壁画」

図3 「ヴィラルー・ド・オヌスクールの画帖」に見られる「ランス大聖堂祭室内部観図」

の規則を別の形で与えることができれば、一貫した総体表現が可能なのと解釈することができる。しかも、日常の空間体験や建設過程においては、必ずしも、総体の同時的把握は必要ではないかもしれない。

こうした表現の実例の中に現在流布している一貫した投影法では捉えることが困難な thinking の形式を読みとることは、帰納的に図的表現法ないし、考え方の多様性を発見的に捉え直す試みといえる。

近年、建築分野で採用されつつある複雑な曲面や、フラクタル形状を発想、あるいは、実現するにあたって、従来の表現法の限界が指摘されており、新たな表現技術の考案が求められている。局所的解釈とその組み合わせ

図4 アンドレア・パッラディオによる「ペデスタル、柱、各種のモールディング」

図5 エル・リシツキーによる「ブラウンルーム」

という考え方は、こうした形状の人間の認識形式にもなじむものと考えられる。

更に、こうした図の解釈は、設計の発想法の転換にも役立つし、今後の図的表現法の発展にとっても有意義であろう。

このような事例検証を通じて、図学を新たに体系化しなおすことが、図学研究者の使命であるし、このような発想法を次の世代に伝え、その体系化を促すことが図学教育にとって重要な視点であると考ええる。

参考文献

- [1] C. Robinson, C. and J. Herschman : *Architecture Transformed*. The MIT Press, (1987).
- [2] L. Piazola : *Prima del Progetto Disegni della Formazione di Alberto Sartoris 1914-1926*. Sapiens edizioni, (1993).
- [3] モンジュ (山内一次訳) : 図法幾何学. 私家版, (1990).
- [4] C. Willis : *Drawing towards Metropolis*. The Metropolis of Tomorrow, Princeton Architectural Press, 148-184 (1986).
- [5] 森貞彦 : 清家正の思想. 図学研究, 71, 13-24 (1986).
- [6] ジュゼッピーナ・チェルッリ・イレッリ他編 : ポンペイの壁画. 岩波書店, (1991).
- [7] 藤本康雄 : ヴィラール・ド・オスクールの画帖に関する研究. 中央公論美術出版, (1991).
- [8] L. Puppi : *Palladio Drawings*. Rizzoli, (1990).
- [9] Muncipal Van Abbemuseum : *El Lissitzky 1890-1941*. Muncipal Van Abbemuseum, (1990).

図版出典

- 図1 : 参考文献 [2] pl. 31
 図2 : 参考文献 [6] pl. 58
 図3 : 参考文献 [7] 図版60
 図4 : 参考文献 [8] pl. 28
 図5 : 参考文献 [9] pl. 55-7

●2000年1月24日受付

かとう みちお
 東京大学総合文化研究科
 1954年、愛知県生まれ