

図学教育の実践について

図学担当非常勤講師 井村 俊一

EDUCATION ON GRAPHIC SCIENCE

IMURA Toshikazu

1. はじめに

図学の講義目的は平成6年度からの新カリキュラムの実施を境として、その以前と以後とは、変更した。以前は、工学部の機械系1クラス。土木、化学系1クラス。計2クラスを前期に開講していた。クラスごとの受講学生の専攻は、ほぼ限られていたので、例えば機械系クラスでは、特に工業製図の基礎的素養の涵養を意識して、伝統的な画法幾何学（いわゆるモンジュ図学）の正投象を主として解説し、土木、化学系クラスでは、専門の特徴を考慮して、正投象に加えて単面投象である斜投象、軸測投象、透視投象までを概説してきた。もちろん、両クラスでは、その時々レベルのCG、CAD等コンピュータ使用の図形処理の話題もできるだけ紹介してきた。もっとも、時間数（15週）の関係上、十分に解説できなかったことも多々あったが。受講登録人数は所属学科からの科目指定などがあつた機械系では150名前後、指定がなかった土木、化学系では170名前後、時には200名を越えることもあつた。講義項目と時間数の関係で、図学（図形科学）の講義のある多くの大学で行われているような、講義と演習を組み合わせた内容の授業を、その演習（作図実習）の部分を講義時間外で行うように学生に指示せざるをえなかった。図学では定規とコンパスでの作図練習は図学教育の重要な部分を占めているにもかかわらず。新カリキュラム実施以後では、受講学生は理科系優先で前期と後期、各1クラスの開講となり、受講学生の所属は従来の機械系、土木、化学系に加えて、電気電

子系も含めた工学部全般、理学部の数学、生物、医学部の保健学科と広範囲になり、それに加えて時代の流れ、即ち図形処理におけるコンピュータとそのソフトの急速な発展と低価格化が進展した。このような時代に適合するために講義目標とその内容を精選する必要がでてきた。そのために他大学の図学教育の形態を調べると、伝統的図法幾何学を主体とした従来形から、割当時間の関係もあるが、図法幾何学の基礎に、計算機幾何学の内容を加え、それによるプログラミング教育とコンピュータの実習を組み合わせる形、いいかえれば、図形情報処理教育の導入科目と位置づけする形、図形処理のプログラミング教育、CG、CADとその実習のみの形（この形態は普通、教養教育のカリキュラム内ではなくて、専門学科のカリキュラムで行われている例が多い）、それぞれ各大学ごとの事情、例えば設備や時間数などの条件に応じて多様化していた。筆者は、新カリキュラムにおいて、教養的教育目標を主眼とした、広義の図形教育を目指し、そのために必要なエッセンスを検討し、実践した。

2. 図学教育の基本的事項

伝統的画法幾何学は、現在でも図形教育の基本であるという認識は変わらないが、教養教育としては画法幾何学の内容を図法ごとに幾何学的に整理（ユークリッド幾何学、アフィン幾何学、射影幾何学、微分幾何学、位相幾何学等）したり、図的表現の方法の歴史的展開の解説、以前は省略していた平面図学の補充もかねて

プロポーションと秩序という項目で、ルート矩形や黄金矩形の図形の解説、美術や自然界に見られる造形美の話題、いろいろな幾何学による図法の構成と、錯視、錯覚の存在等、認知心理学的話題、CG、CADなどコンピュータ関連項目については実習できないので、それらのデモンストレーションビデオの上映とその簡単な解説などを中心として構成した。

3. 図学教育の内容とねらい

シラバスの内容は、3次元図形を2次元に表現(変換)する図的表現の歴史として、旧石器時代の後期のフランス、スペインの洞窟や岩陰に残されている壁画などから、古代エジプトの墓石画などの描写の特徴からルネッサンス期に完成された透視図法、おそらくは工学的必要性からの軸測投象や斜投象の開発。日本における絵巻物に現れる経験による軸測投象や斜投象の吹き抜け屋台の図法。各種図法の幾何学原理。例えば、工業製図を前提とした正投象(複面投象)には、ユークリッド幾何学の合同変換。軸測投象、斜投象には、アフィン幾何学のアフィン変換。透視投象には射影幾何学における射影変換のように、各種図法を変換の概念から統一的に説明する。特に、ユークリッドから、アフィン、そして射影と背骨にあたる幾何学が変わるごとに、図形の長さや角度といった定量的概念が無くなり、射影幾何学にいたっては、位置の関係のみが主なる対象の図形認識の立場からは位置の幾何学といってもよい形になる。つまり、量的概念が規定されない3次元図形の2次元変換での図法(単面投象)の妥当性には、人間の図形認識の仕組みが深く関与し、錯視、錯覚の知見を踏まえて、当然、見ておかしくない図形を描く。幾何学理論にいかにか合致していても目で見て不自然な図形は排除される。つまり、単面投象の図法には経験からくるノウハウが深く関わるのである。ここでは学問と実用をちよびり味わってもらうのがひとつのねらいである。このような前提を基にして、正投象の画法幾何学的詳細の作図法。単面投象(斜投象、軸測投象、中心投象の透視投象)の作図法の解説へと進み、最後に現代企業での実務上の3次元CADによる設計デザインのビデオの上映、フラクタル幾

何学に“ゆらぎ”を組み合わせる出来る自然界の形の理解と造形例のビデオの上映、赤色と緑色のフィルター眼鏡を使った伝統的な立体視のアナグリフの説明と図の紹介。現代ホログラフィ、一時大流行したランダムドット・ステレオグラムなどの話題等。できるかぎり先端的図形処理の話題に言及して学生の興味を引くのもねらいである。

4. 学生の受講状況や態度

新カリキュラムになってからは前期受講登録人数は90~130名前後、後期は、80~90名前後で推移し(シラバス上の適正最大人数90名)、平成9年度は前期125名、後期は46名。特に後期は初めて50名をきった少数受講人数の気楽さから、画法幾何学を主体とした補助的役割の教科書を離れて、講義内容にできるだけ沿った各種プリントを配付し、理解の一助とした試みをしている。例えば、正投象の展開には折り紙の原理を使ったプリントの配付。アナグリフによる立体視では参考図の回覧で実地に体験してもらう。折り紙による一部正多面体の構成。美術等各種図録の回覧などである。受講学生の反応は概ね良好である。受講人数が多いことと、プリント配付時に欠席した学生の毎講義時のプリント要求に対する対応の煩わしさから、プリント配付を止めてしまって、板書による一方的な講義形態に終始していた、以前の講義に対して、大いに反省している。

5. 試験結果

試験は、定規、コンパスを使用する作図を主体とした筆記試験を課している。基本的な問題しか出題していない。平成9年度前期までは、毎学期ほぼ受講学生の10%の学生が零点に近い点数であった。通常100名を越える人数と正味講義時間の確保を理由として毎講義時に出席をとっていなかったのが推測しかできないが基本的問題に的外れな解答をしているところから講義に殆ど出席しなかった学生であると思われる。出席状況がよく、常に講義室前列で受講していて顔と名前を覚えている学生は、例外なく満点に近い点数をとって

いることから“学生にとって講義内容が難しい”ということが原因ではないと考えている。

6. 学生による授業評価

一定の書式に則った、学生による授業評価は実施していないが、定期試験の際、学生に筆記試験用紙の裏側に本授業に対する要望、感想、批判等を書くようにと指示を与えている。冗談に、なるべく悪口が望ましい。書いてあれば内容の如何を問わず、一定の点数を与えるとしている。その感想の両極端を紹介すると、図形処理の広範囲なアプローチ方法の内容解説に賛意を示してくれ、興味を持ち、自分でもいろいろ試してみたいという授業に対しての肯定的な反応。ただ、その感想を吟味すると小学、中学、高校における図形を扱う古典的幾何学の知識不足が浮かび上がってくる。この種の幾何学が高校以下の学習内容から除かれてから久しいことが原因である。一方では、3次元CADのデモンストレーションビデオの解説知識から、図法幾何学の種々の手法は、方法としては相違するが計算機幾何学に基づく、CADソフトにブラックボックスとして内包されている。だから、コンピュータの実習に習熟すれば図学の学習の必要性が無くなるのでは！少数とはいえ辛辣な意見。これらの意見を参考にすると、やはり効果的な授業の為には、一定の設問をもった形式の授業評価の必要性を痛感し、その準備をしている。

7. 反省と今後の展望

反省の一部は既にその時々に触れてきたが、図学講義は旧カリキュラムにおいて教養部の科目とはいえ、受講学生の専門学科の特徴を踏まえた専門基礎教育という立場で講義してきた。新カリキュラムに移行するにあたり、そのような立場を継続するのも一つの立場かと思いを巡らしたが、ここは教養教育の役割のうち、
① 常に、論理的一貫性を保って思考する態度の涵養。
② 現実の問題と理論の総合的見地に立った思考の教育。
③ 思考の柔軟さの重要性。の3つのコンセプトに的を絞り、図形を命題として図学講義の再構成を試みた。

①では図法の根幹を3種の幾何学におき、論理の一貫性を保持し、②の総合的見地からの思考教育では、透視投象、斜投象、軸測投象を材料に理論的に正しくとも、図法では不可の例を挙げ、経験によるノウハウの重要性を示し、手書き製図を基本として作られたJIS規格と、3次元CADによって作成された図面での真実なる表現の製図が規則上規格外になる不可思議な実際例を解説し、③の思考の柔軟さの涵養には、フラクタル幾何学における対数次元の考え方を概説し、従来自明と考えられていた整数次元の思考から、小数次元の存在を理解させ且つ、従来1次元と考えられていた曲線に平面を充填する2次元のペアノ曲線の例を取り上げることにより、対数次元の考え方が整数次元より次元の本質を示していることを理解させ、従来の既成概念を打破する。伝統的な図法幾何学の精選した基本的事項に絞った解説に加えて上記の内容を15週の中に展開するねらいは、講義方法の試行錯誤による時間数不足等で達成されていないと、大いに反省している。また、正投象の解説で、現在採用している第1角法による説明を、工業製図の日本における標準規格である、第3角法での解説に変えることも検討課題である。このことは従来、図学教育では、モンジュ図学の伝統による、投象概念の自然な解釈から、第1角法が論理的にも適当であると考えた多数の図学教官の一人として第1角法にこだわってきた。しかし、受講生の大多数が工学部所属の学生で、いずれは工業製図に関わることを考慮して、第3角法による説明への切替を現在、肯定的に検討している。また、如何にコンピュータ時代とはいいながら人間の手による作業（手書き作図ないし製図）をすべて放棄してよいものかと、筆者自身、種々の状況を検討しながら、思いあぐねている。

8. おわりに

担当の図学の授業のささやかな教育実践に対して、大言壮語的に報告してきた、恥ずかしいかぎりですが、頭に描いた教育への思いと実践との乖離に筆者の努力不足を痛感しているが、それでも、高校教育までに出会わなかった内容の事柄の説明に対する学生の真剣な驚きの反応に気を良くし、消化不良気味の盛り沢山な

