

神戸大学 大学教育研究センター 大学教育研究年報  
第1号 (1992年度) 1993年3月発行 : 23-27

## 「図学」授業内容の改革－1992年度実施のシラバス－

竹山 和彦 大野 隆造  
村上 晋一 小高 直樹

## 「図学」授業内容の改革

— 1992年度実施のシラバス —

工学部 教授 竹山和彦  
工学部 助教授 大野隆造  
発達科学部 教授 村上晋一  
発達科学部 助教授 小高直樹

日本の大学で「図学」という名の科目は画法幾何学を中心とした授業である(註1)。画法幾何学には元來手書きという概念は含まれていない。しかし、従来、コンパス、定規類を用いて手書きで図を作成することが主流であり、必然的に製図実習を伴ってきた。またその製図技術の修得がこの科目に期待されてきたといっても過言ではない。しかし近年、計算機技術の発展により作画技術、設計・製造技術の革新が進み、図学教育も変化しつつある(註2)。一方、大学の教育課程の編成には基礎的アカデミック能力の育成が要請されるが、従来の基礎的アカデミック能力すなわち、読み、書き、話す、算数能力に加えて、

現在はプログラミング能力が要求されようとしている。このことに関連して、我々は従来から文科系の学生に対して前期半年間図学の授業、後期半年間コンピュータ・グラフィクスの授業を実施して来た。しかし工科系の学生に対しては、受講生の数が多く、情報処理装置の整備が不十分であるので、まだ実施に至っていないのが現状である。

神戸大学では1992年工学部の大幅な改組を行い、教育課程の改革を実施した(註3)。図学は従来一般教育科目として総花的な内容で一年間の授業とされていたが(註4)、今回の改革で専門基礎科目として位置づけられて半年で実施することになった。この改革に当たって我々は前述の要請を踏まえて半年間で何をどの様に教えるのかを討議し、成案を得て1992年度実施した。

授業の開講に当たって、目的、内容、学習経過、評価方法を学生に示すことが必要である。そのために授業計画(シラバス)を作成し、講義全体の流れと毎回の授業の位置づけを周知させなければならない。以下は我々が1992年度実施した授業のシラバスであるが(註5)、その特徴は先ず最初に、学生が、立体とその座標及びそれらの投影の関係を、直感的に理解しやすい軸測投影、斜投影から入り、次いで正投影(一対の直投影)を導入し、図形の回転、画面の変換(副投影)、平行投影変換、中心投影、中心投影変換と一貫して物体の尺度と投影図の尺度の関係を述べ、その間に切断や実形、多面体や曲面を適当に配置したことにある。従って曲面も曲面の方程式から、どの様に図化していくかの観点から論じ、図化と製作とは関連があることを納得させるよう配慮している。授業内容の改革の一事例として目的、内容、学習順序等につ

き報告する。

科目名 図学

担当教官 竹山和彦、大野隆造

### 《履修の目的》

図学は立体図形を平面上に描く手段すなわち図法の研究と、得られた図法により平面図形・空間図形の幾何的問題を導き出し解決する学問である。ここでは図法すなわち従来から発展してきた各種の投影図法、投影図の性質、投影図による図形の解析について正確な知識を与えると共に、投影図の電子計算機処理について基礎知識を与えることを目的とする。

### 《授業の形式》

講義。OHPを使用し、プリントを配布する。教科書は使用しない。適宜参考図書を参照する。

### 《履修の評価》

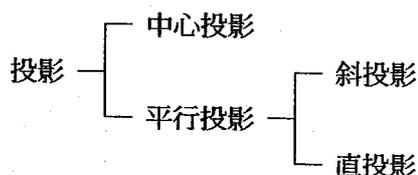
毎回講義後に実施する演習問題と期末試験の成績によって評価する

### 《講義概要》

#### 第1週 「各種投影法、平行投影の基本」

投影法の定義 投影中心、物体、画面、投影線

投影法の分類 中心投影、平行投影  
(直投影、斜投影)



立体（3次元直交座標軸）と画面（2次元の平面）の関係（3種類）

幾何学 空間の物体（平面幾何、立体幾何、解析幾何、微分幾何）

平行投影（アフィン幾何）

中心投影（射影幾何）

### 平行投影の性質

1. 直線の投影は直線である（投影の基本的性質）
2. 同じ直線上の線分の比は平行投影によって変わらない（均等目盛りの尺で測定できる）
3. 平行2直線は平行投影によって平行2直線に投影される
4. 平行な2線分の比は平行投影によって変わらない（同じ方向の平行線は同じ均等目盛りの尺で測定できる）
5. 画面に平行な平面図形の平行投影は元の図形に合同である（実形）

軸測投影の概念（投影図はすべて画面上の座標軸によって描かれる）

ポルケの定理（見取図や説明図が正確な投影であることが保証される）

正面軸測投影（見取図や説明図によく利用される）

〔演習問題〕平面図、立面図を与えて軸測図を描く

#### 第2週 「正投影法の基本、点・直線の投影、図形の回転」

正投影の定義（直交した2平面を画面として、それぞれに直投影した図を2平面の交線を軸（基線）として回転し一平面に重ね合わせた一対の直投影（平面図、立面図）をいう）

点の投影、空間の象限（直交する2画面は空間を4分象限に分割する。各象限の点の表れ方に注意させる）

正投影の基本定理（点の一对の直投影を結ぶ直線を投影連結線という。投影連結線は基線に直交する）

側面図（直交する2画面のそれぞれに直交する画面を設けると空間は8分象限に分割される。この画面に直投影した図を側面図という）

実用製図における図面配置 1角法、3角法

直線の投影 いろいろな直線、直線の跡点、実長と傾角

図形の回転（画面に垂直な直線を軸として図形を回転する）

〔演習問題〕与えられた実長と傾角を持つ線分を与えられた位置に描く

### 第3週 「平面の投影、副投影（座標軸の変換）、等測投影」

平面の投影、平面の跡線と傾角、3垂線の定理、いろいろな平面

副投影、副面図

直線の副投影 実長、傾角、点形図

〔演習問題〕立方体を対角線の方角から見た図（等測投影の導入）

### 第4週 「平面による平面の切断」

平面上の点、直線

空間の2平面、2平面の交線、平面と直線の交点

〔演習問題〕等測図により、3角形と直線の交点を求める

### 第5週 「直角の投影、平面の実形」

直角の投影、平面の垂線、平面の傾角と実形

〔演習問題〕与えられた点から直線に垂線を下ろす

### 第6週 「平面で囲まれた立体」

多面体（定義）、角錐と角柱、正多面体

多面体の投影、平面との交わり（切断）、直線との交わり、相貫、展開

〔演習問題〕正12面体の作図

### 第7週 「曲線、曲面（2次曲面）」

曲線、曲面、可展面、いろいろな曲面

曲面の投影、平面との交わり（切断）、直線との交わり、相貫、接平面、法線

〔演習問題〕双曲放物面の作図

### 第8週 「これまでのまとめと演習」

### 第9週 「平行投影の座標処理」

計算による投影図の描き方、回転マトリクス、投影マトリクス

〔演習問題〕正投影図で与えられた立方体を与えられた方向からみる図を副投影によって描き、回転マトリクスを導き出し、数値計算する

### 第10週 「陰影、陰影は投影そのものである」

平行光線による陰影、発散光線による陰影、逆光線による幾何問題の解法

〔演習問題〕三つ折れ衝立に投ずる平面図形の影

### 第11週 「中心投影の性質、正投影と中心投影の関係」

中心投影の性質  
透視図法、直接法、3平面法  
〔演習問題〕与えられた立体を直接法で描く

第12週 「直線の透視図に沿って寸法を測定する」

測点・測尺法、測円  
1点透視図、距離点

2点透視図、測点、対点

〔演習問題〕与えられた立体を測点法で描き、陰影を施す

第13週 「透視図法の一般化」

3点透視図

〔演習問題〕与えられた立体を与えられた視点・方向により3点透視図を描く

第14週 「計算による透視図、写真測量の基礎」

数直線の中心投影、射影座標、透視図変換マトリクス

写真の解析

〔演習問題〕与えられた写真を解析する

第15週 「期末試験」

参考図書

- 1) PAL, I., Descriptive Geometry with Three-Dimensional Figures, 1966
- 2) Hohenberg, F. (増田祥三訳)、技術における構成幾何学、日本評論社、1969
- 3) 田中太三郎、ステレオグラフ立体幾何、科学新興社、1964
- 4) PAL, I. (増田、竹山、小川、岡本訳)、ステレオ・グラフィックス (理工学モ

デルに見る立体幾何)、日本評論社、1983

5) 佐々木重夫、解析幾何学、養賢堂、1959

6) 矢野健太郎、解析幾何学、朝倉書店、1961

7) 坪郷勉、変換の幾何学、槇書店、1974

註

(註1) 日本数学会編、数学辞典(第2版)、岩波書店(1968)によれば、画法幾何学は次のように定義されている。

「実用科学の要請により、適当な規則の下で3次元空間の図形を平面上に表現する方法を考える学問である。」

(註2) Ryan, D. L., CAD/CAE Descriptive Geometry, CRC Press, 1992 は次のように述べている。

'Modern descriptive geometry is a mixture of plane geometry (mathematics), third quadrant orthogonal projection (engineering drawing), and high-speed communication methods (digital computing)'

(註3) 神戸大学工学部では従来の11学科を改組し次の5学科に編成した( )中は旧学科名を表わす)。建設学科(建築学、土木工学、環境計画学)、電気電子工学(電気工学、電子工学)、機械工学(機械工学、生産機械工学)、応用化学(工業化学、化学工学)、情報知能工学(計測工学、システム工学) 図学は建設学科と電気電子工学科の専門基礎科目、図学演習は建設学科の専門基礎科目として位置づけられている。以下に建設学科のカリキュラムについて新旧対照して示す。

	学科	学年	期	科目名
新 カリ キュ ラム	建 築 学 科	1	前 後	図学、造形演習Ⅰ 図学演習、造形演習Ⅱ
		2	前 後	設計実習Ⅰ 設計実習Ⅱ、デザイン演習
		3	前 後	建築設計演習Ⅰ 建築設計演習Ⅱ
		4	前 後	建築設計演習Ⅲ
旧 カリ キュ ラム	建 環 境 学 計 画 学 科	1	前 後	図学C 図学実習 図学C 図学実習
		2	前 後	造形演習Ⅰ、設計演習Ⅰ
		3	前 後	造形演習Ⅱ、設計演習Ⅱ 造形演習Ⅲ、設計演習Ⅰ
		4	前 後	設計演習Ⅱ
	土 木 工 学 科	1	前 後	図学C、図学実習 図学C、図学実習
		2	前 後	基礎製図法
		3	前 後	構造物設計及演習
		4	前 後	

(註4) 従来の図学の授業内容は、神戸大学カリキュラム委員会、一般教育調査資料、第13号(1966)に詳しい。

(註5) このシラバスは学生に配布したものではない。また第1週及び第2週は内容を多少とも示すためやや詳細に記述してある。

1992年度は授業時間数の関係で第10週の陰影に関する部分を省略し、図学に継続して開かれる図学演習で取り扱った。