

# 学科必修科目「スケッチと製図」の実践

Practice Report of Department Compulsory Subject "Sketch and Drafting"

川森重弘

Shigehiro Kawamori

玉川大学工学部エンジニアリングデザイン学科, 194-8610 東京都町田市玉川学園6-1-1  
 Department of Engineering, College of Engineering Design, Tamagawa University,  
 6-1-1 Tamagawagakuen Machida-shi Tokyo 194-8610

## Abstract

The efforts that was made for the 6 years from 2016 to this year of the compulsory subject "Sketch and Drafting" were introduced. As for sketches, students worked to be able to draw 3D drawings freehand. Regarding drafting, it was thought that almost students were able to learn the rules for basic drafting in accordance with the JIS standard by repeatedly doing the exercise book.

Keywords: sketches, 3D drawings freehand, drafting, JIS standard, the exercise book

## 1. はじめに

玉川大学工学部エンジニアリングデザイン学科は、卒業後、ものづくりやデザインの分野で広く活躍することができる人材を育成すべく、2015年に開設した学科である。そのために、ものづくりに必要な自然科学や工学の基礎知識をベースに、「21世紀のものづくり」である3DCADやデジタルマシンを用いた「デジタルモノづくり」の技術と形や色などを決める「デザイン」のセンスを持った人材を育成することを目指している。エンジニアリングデザイン学科のイメージ図<sup>1)</sup>を図1に示す。

まず、1年次に学科必修科目である「導入ゼミ」にて、「デジタルモノづくり」に必要な3DCADやデジタルツールの基本的なスキルを修得させる。その後、2年次の学科必修科目「スケッチと製図」において、「自分でほしいのもの」のアイデアやひらめきをカタチにするために必要なフリーハンドでのスケッチやデザイン（機械設計）の基礎を実習により修得させる。2年次から自分の将来をイメージして3つのプログラムである「商品・デザインプログラム」、「デジタルものづくりプログラム」および「ロボットプログラム」の各プログラムに必要な科目を履修する。

このことから、本稿で紹介する「スケッチと製図」はエンジニアリングデザイン学科が求める人材育成のための基盤となる科目の一つであることがわかる。

本稿では、2016年度～本年度までの6年間行ってきた「スケッチと製図」の取り組みについて紹介する。

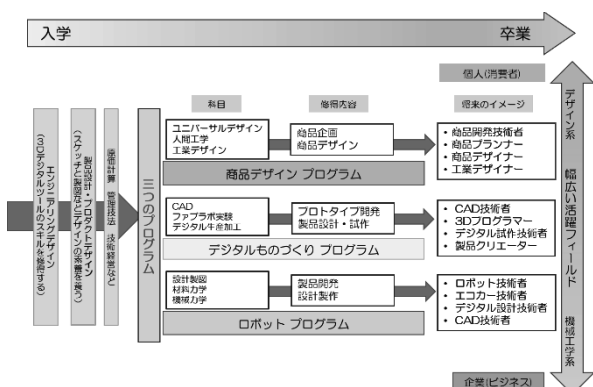


図1 エンジニアリングデザイン学科のイメージ図<sup>1)</sup>

## 2. 授業の概要

表1に「スケッチと製図」の各回の授業テーマを示す。

表1 「スケッチと製図」の各回の授業テーマ

	テーマ
第1回目	ガイダンス, 「線の種類」および「線の練習」
第2回目	機械製図と「第三角法」, 「第三角法」を用いた図面の作成
第3回目	「等角図」, 「寸法の表し方」および「寸法記入の練習」
第4回目	「等角図⇔投影図」, 「第三角法」を用いた図面の作成
第5回目	35° 楕円, 「曲線を含む等角図⇒投影図」, 「内接円と外接円」
第6回目	「曲線を含む投影図⇒等角図」, 「円や円弧の寸法の表し方」
第7回目	「第三角法」を用いた曲線を含む図面の作成
第8回目	円や曲線を含むサンプル (C型チャンネル) の実測作図
第9回目	円や曲線を含むサンプル (C型チャンネル) の実測作図
第10回目	円や曲線を含むサンプル (L型チャンネル) の実測作図
第11回目	円や曲線を含むサンプル (L型チャンネル) の実測作図
第12回目	ねじ製図 (おねじ)
第13回目	ねじ製図 (めねじ, おねじとめねじの組合せ)
第14回目	寸法公差とはめあい
第15回目	定期試験

エンジニアリングデザイン学科の2年生必修科目である「スケッチと製図」は、春・秋学期開講である。春学期は、2年1組の学生のため水曜日3, 4, 5 時限, 秋学期は、2年2組の学生のため水曜日6, 7, 8 時限に行っている。そのほかに通常の開講期に単位取得できなかった3, 4年生や他学科の学生が数名受講するときがある。受講人数は、20~30名である。スタッフは、最初の2016年春学期から、私の他に、本学工学部機械工学科OGで非常勤の角野理絵先生および古館佳子先生の合計3名で担当している。

授業目標は、「フリーハンドで基本的な立体図形を描けるようになること」と「JIS製図法に則った、わかりやすい図面を描けるようになること」としている。また、単位取得のルールとして、次の3条件を満たすことを必要条件としている。

- 条件1: 全授業の3/4以上出席していること  
原則として全出席 (よほどの理由がない限り休まないこと)
- 条件2: 毎回出題される課題を完成させ、全て提出していること
- 条件3: 提出課題と試験の両方の成績を総合的に判断し、合格レベルにあること

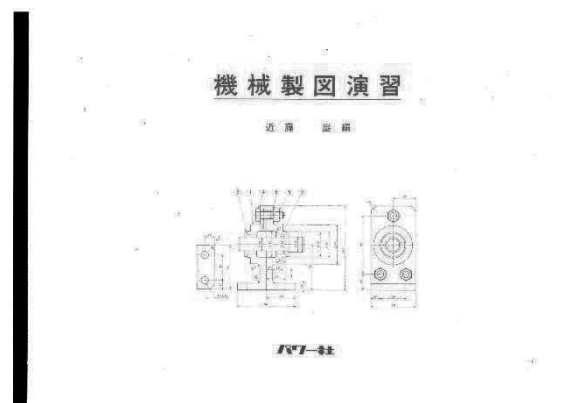


図2 指定テキスト「機械製図演習」表紙

使用テキストとして、「近藤 巖 編: 機械製図演習, パワー社」(図2)を受講者全員に購入させている。以下このテキストを「演習帳」と呼ぶこととする。演習帳は、授業中の課題や宿題として利用している。また、図3で示す製図用具も購入させている。両方とも教科書販売として玉川学園購買部を通してしている。

製図用具は、STAEDTLER (ステッドラー) 日本社と3人の授業担当者とは打ち合わせをして、授業に必要な用具のみを選定し、ステッドラー日本社に製図用具一式「玉川オリジナル」として、図3のようにケースにまとめていただいた。また、2年前(2019年度)までは、大学8号館新館の製図室にて授業を行っていたが、そこにはドラフター(製図台)があったため、製図のための平行線、垂線や斜線を描くのに、定規は必要なかったが、2020年度からは、STREAM Ha112019にて授業を行うことになり、ドラフターがないため、前述した線を描くのに必要な三角定規2つ(図3(b))を購入させている。

本授業では、製図用具(図3(b))として、三角定規の他、0.3mmおよび0.7mmのシャープペンシル各1本、コンパス1本、替え芯、円定規、字消し板、消しゴムを使用している。ほとんどの受講生は製図用具一式を購入するが、用具の一部を既に所持している学生は、必要な用具のみ単品で購入しても良いことにしている。

(a)



(b)

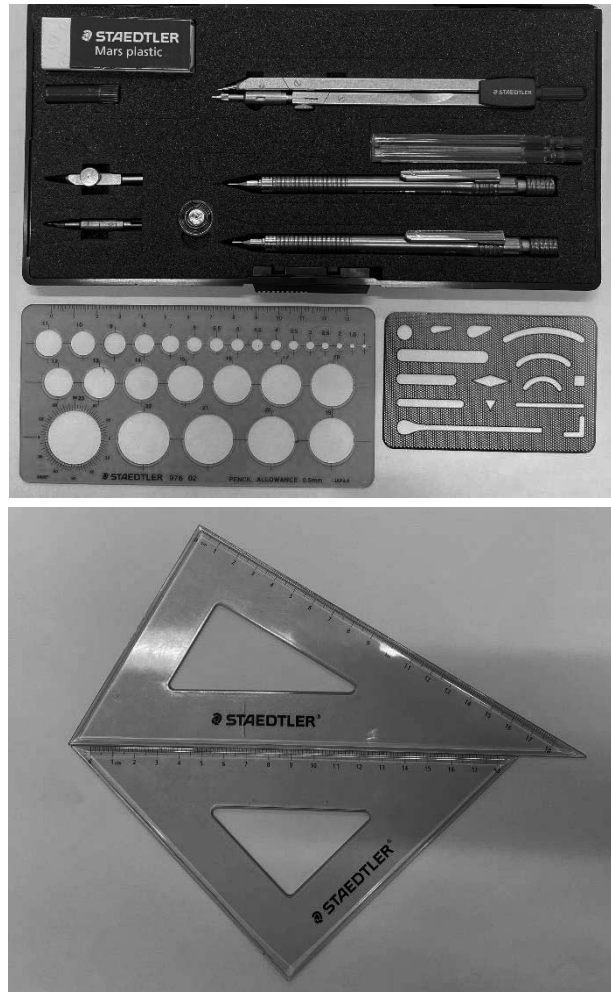


図3 授業で用いている製図用具一式  
(a)製図用具ケース外観 (b)製図用具

ここで、授業の概要を紹介する。表1に示すように、第1回目授業は、ガイドンスと演習帳を用いて「線の種類」の説明および製図用具を用いてそれらの線を描かせている。また、スケッチとして、フリーハンドにて「線の練習」を行っている。

第2回目は、機械製図で重要な「第三角法」の説明とサンプルとして配ったVブロックを実際に「第三角法」を用いて作図させている。また、スケッチとして、フリーハンドにて「線の練習」も行っている。

第3回目は、立体図(等角図)の書き方の説明とフリーハンドにて等角図を描かせている。また、作成した図に寸法を入れる必要があることから、「寸法の表し方」の説明および実際に寸法記入の練習をさせている。第4回目は、「等角図から投影図」および「投影図から等角図」の描き方を身に付けてもらうため、プリントを配り、フリーハンドにて描かせている。

第5回目は、等角図で表すときに、円が35°楕円になることの説明と、フリーハンドにて楕円の練習をさせている。また、プリントを配り、フリーハンドにて「曲線を含む等角図から投影図」の描き方を行っている。実際に曲線を含む図面を作図するうえで必要な「内接円と外接円」の描き方を理解させるため、配布したプリントを用い、主にコンパスにて「内接円と外接円」を描かせ、描き方を解説している。

第6回目は、プリントを配り、フリーハンドにて「曲線を含む投影図から等角図」の描き方をさせている。また、曲線を含む図面を作図するため、「円や円弧の寸法の表し方」を説明し、それを身に付けさせるため、演習帳の寸法記入の問題を実際に行っている。

第7回目は、第5回目および第6回目で修得した知識と技術を用いて、実際に製図用具を用いて、「第三角法を用いた曲線を含む図面」を描かせている。第8回目から第11回目は、実際に円や円弧を含むサンプル(C型およびL型)を一人ずつ配り、そのサンプルを等角図でA4のコピー用紙にフリーハンドで描かせ、サンプルの寸法を測ってその等角図に記入させている。その寸法記入した等角図のみを見ながら、実際に寸法入りの図面を描かせている。

第12回目および第13回目では、ねじ（おねじおよびめねじ）を機械製図ではどのように表すのかを理解させるため「ねじ製図」の説明と演習帳を用いて実際にねじを描かせている。第14回目では、実際のもを加工して作るときの寸法の範囲である「寸法公差」と軸が穴に挿入されるときそれぞれの寸法表し方である「はめあい」の説明をし、知識を身に付かせるため演習帳を行わせた。また、第15回目に定期試験を行うので、その出題傾向について簡単に説明している。

第15回目は、定期試験を60分～90分行っている。

### 3. 授業内容とその取り組み

#### 3.1 「第三角法」を用いた作図

第2回目授業において、「第三角法」の説明および実際に「Vブロック」のサンプルを一人1個配り、「第三角法」<sup>2)</sup>を用いて、「Vブロック」の作図をさせている。図4に第三角法の投影・展開を示す。

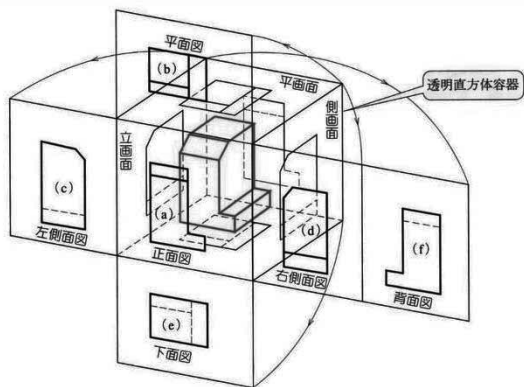


図4 第三角法の投影・展開<sup>2)</sup>

Vブロックの外観写真と第三角法を用いて、作図したVブロック図面（倍尺）を図5に示す。

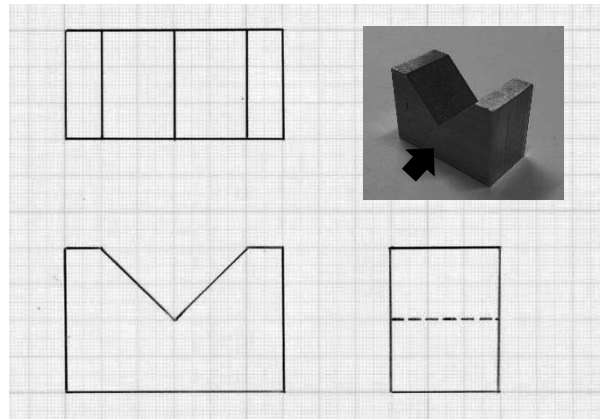


図5 Vブロックの外観と第三角法を用いた図面

Vブロックの外観写真の矢印の方向を正面図としたときの図である。この課題は、6年間毎学期行っている。ほとんどの受講生が作図できているが、毎回右側面図のかくれ線（破線）を忘れる学生が数名いる。隠れている線に気づかないようであり、その都度アドバイスすることで、次回からかくれ線を意識するようになる学生が多い。

#### 3.2 寸法の表し方

第3回目授業では、「寸法の表し方」を行っている。図6に寸法記入の方法<sup>2)</sup>を示す。

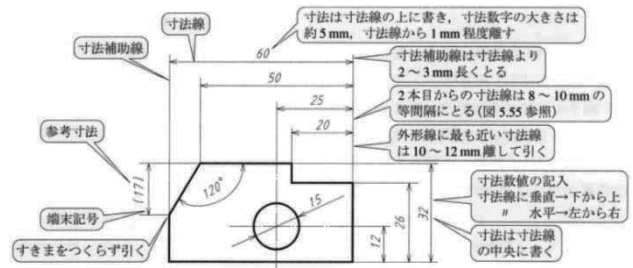


図6 寸法記入の方法<sup>2)</sup>

図に示すように、寸法記入には細かい規則があることがわかる。受講生には、上記の内容を含むプリントを配布し、内容を説明後、第2回目授業で作図した「Vブロック」に寸法を入れることを行わせている。もう一度「Vブロック」を配り、定規で寸法を測定させて図6に従い、寸法を入れている。その結果、間違いが多いのは、寸法（数字）の向きや倍尺で描いているためか寸法も2倍の大きさに行っていることである。2倍にする

と「Vブロック」のサンプルの2倍の大きさのものできることを説明することで、納得する学生が多い。次回の間違いは少ない傾向にある。寸法の向きは、授業回数が後半になっても間違える学生が数名いるため根気よく指導している。

### 3.3 フリーハンドでの「投影図⇔等角図」

スケッチとして、第1回目授業から第3回目授業では「線の練習」<sup>3)</sup>も行っている。線は、0.3mm および0.7mmの製図用シャープペンシルを用いて、水平線、垂直線、平行線、斜線の練習をフリーハンドで行い、水平線と垂直線は、実線、破線、一点鎖線の3種類行っている。その練習を踏まえ、第4回目授業では、「等角図(立体図)から投影図(平面図)」<sup>4)</sup>と「投影図から等角図」<sup>4)</sup>のプリントを配布しフリーハンドで描かせている。

一例として、図7にフリーハンド用「等角図から投影図」<sup>4)</sup>プリントを示す。毎学期、空間把握能力が伴わない学生が必ず数名いる。その受講生に対しては、何度も指導することで改善を試みているが、なかなか短期間では難しいのが実態である。

次の立体図(等角図)で示した投影図(平面図)を空白に書き、図を完成させなさい。  
ただし、太さは、等角図の目盛り1マス分を3割程度のマス分として書きなさい。  
フリーハンドにて書くこと。

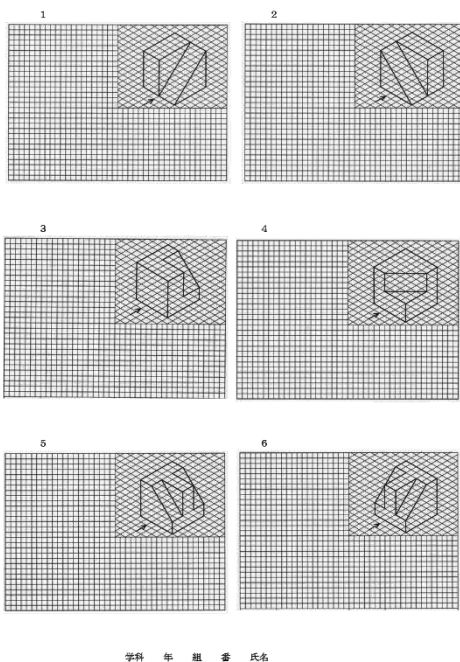


図7 フリーハンド用「等角図から投影図」プリント<sup>4)</sup>

### 3.4 曲線を含む「投影図⇔等角図」

投影図では、円であるが等角図になるとその円は「35°楕円」で表す。第5回目授業では、その説明と実際に「35°楕円」を描かせている。応用編として、図8<sup>3)</sup>に示す円柱の練習をフリーハンドでさせることで、楕円の描き方を修得させるのに努めている。

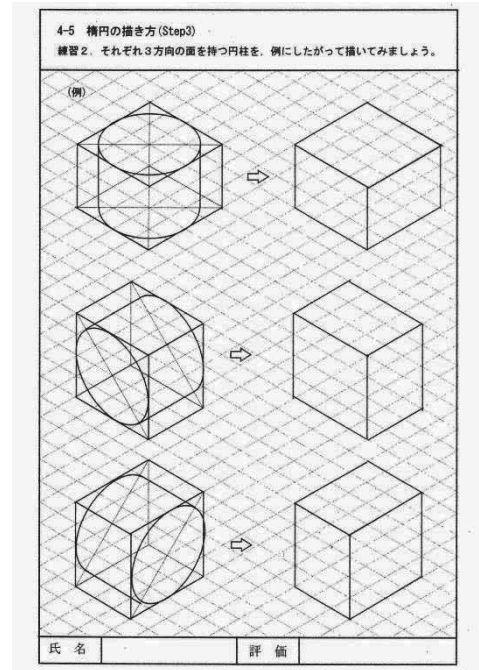


図8 楕円の描き方(Step3)<sup>3)</sup>

それを踏まえ、第5回目・第6回目授業では、曲線を含む「等角図から投影図」<sup>5)</sup>と「投影図から等角図」<sup>5)</sup>のプリントを配布しフリーハンドで描かせている。その一例を図9に示す。

### 3.5 円や曲線を含むサンプルの実測作図

第6回目・第7回目にて、「円や円弧の寸法の表し方」についてプリント<sup>2)</sup>を配り説明し、実際に製図用具を用いて、円や円弧を含む作図をやらせている。毎学期、円や円弧の寸法の入れ方を把握できない学生や円がどの位置にあるかの「位置寸法」を入れていない学生が多い。何度も作図をさせることで修得できることから、第8回目から11回目においては、数種の形状の穴の位置が異なるサンプルを一人ずつ渡し、そのスケッチをさせた後、寸法を測りスケッチに記入後、それを基に

製図用具を用いて「第三角法」にて作図をさせている。用いた2つのサンプル，C型サンプルおよびL型サンプルの外観写真を図10に示す。

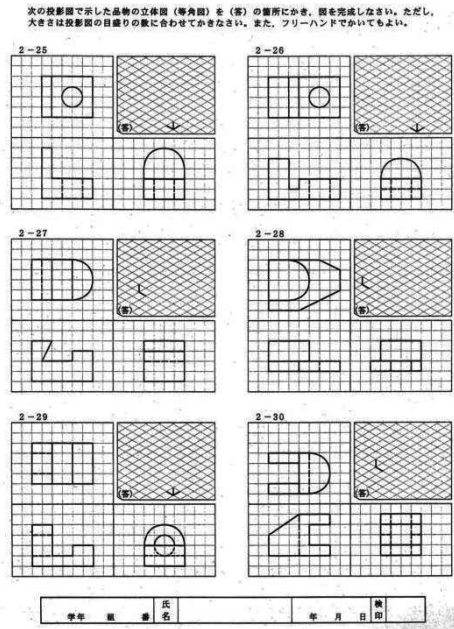


図9 曲線を含む「投影図から等角図」プリント<sup>5)</sup>



図10 C型(上)およびL型(下)チャンネル外観写真

図10より、英数字が書いてある向きが正面図

としている。両方の作図ともスケッチに記入した寸法間違いや寸法不足の学生が多い。また、数種の穴や溝の大きさや形状を把握できていない学生が多いのも毎学期の傾向である。また、必要な面(正面図や平面図)の数を把握できていない学生も多い。そこで、いずれの実測作図においても図11を示して穴の形状の描き方や寸法の入れ方を説明し、再度作図させている。2回目の作図では、理解していない学生も数名いるが、理解度が格段に向上している。

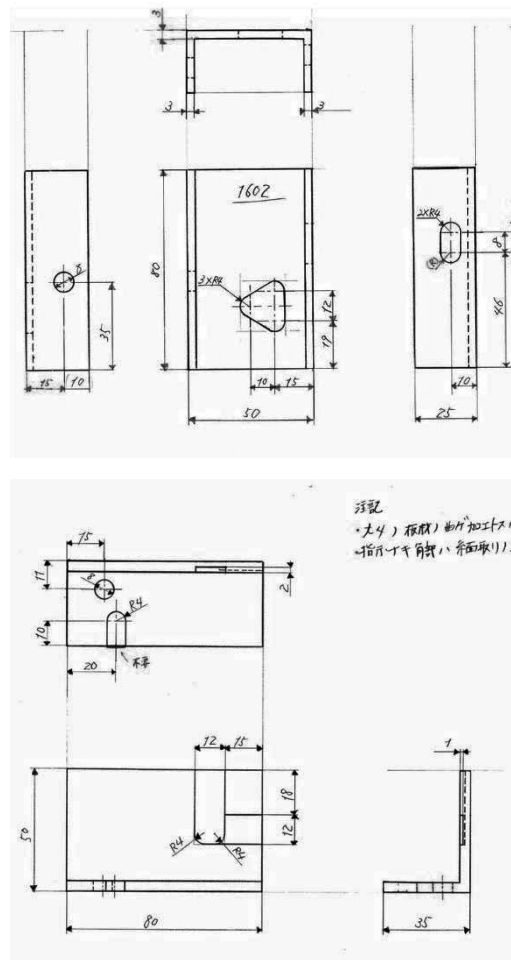


図11 C型(上)およびL型(下)チャンネル作図例

### 3.6 ねじ製図

第12回目および第13回目授業では、ねじ製図を行っている。図12の実際のM10六角ボルトを機械製図の略図法で示すと図13のようになる。

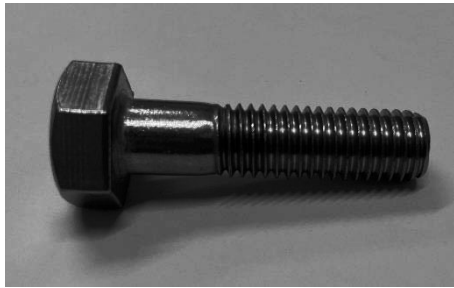


図12 六角ボルト (M10) の外観写真

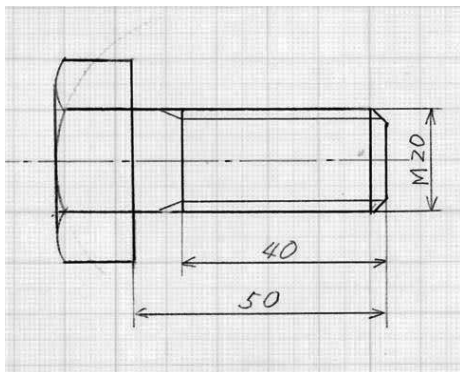


図13 略図法にて作図した六角ボルト (M20)

ギザギザのねじ部は、直線で表し、ねじ山部は太い実線、ねじ谷部は細い実線とし区別している。めねじの場合は、その逆になり、図14に示すように、おねじと締結したときにどこまでねじが入っているか判断できるようになっている。

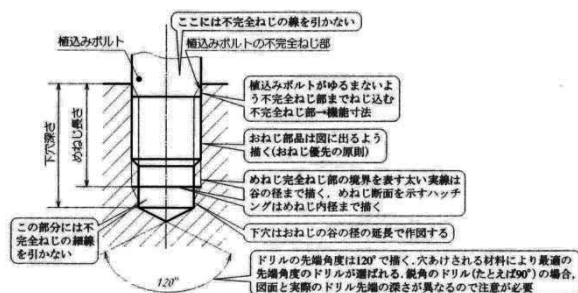


図14 おねじとめねじの組立図

実際の六角ボルトとナットを一人ずつ配り、演習帳のおねじとめねじの問題をやらせることで、知識を修得させるようにしているが、なかなか指示通り描けない学生が多い。理解していない学生には、できるまでやらせるように努めている。

### 3.7 寸法公差とはめあい

金属材料などを削って加工する「切削加工」にものづくりをする場合、その寸法は、用いる場所に合わせて、 $\mu\text{m}$  単位で精度良く寸法を仕上げることがあったり、あまり精度にこだわらない場所があったりする。その寸法の許容範囲を「寸法公差」という。また、図15のように穴に軸が入った部品を作製するとき、穴の寸法と軸の寸法がほとんど同じであれば、穴に軸が入らない。そのため、寸法公差は重要になる。穴と軸の互いの寸法許容差のことを「はめあい」という。

学生の理解度を深めるために、演習問題を行っている。数年前までは、寸法公差とはめあいは授業で行っていなかったが、3年生で履修する「工作実習」の担当者から、2年生で「はめあい」について理解をさせてほしいとの要望があったため、追加した。寸法公差の記号など、短時間で学生が完全に内容を修得することは難しいが、穴に軸を挿入するときは「はめあい」が重要であることだけでも知ってもらうことができるため、授業を行う価値があると考えた。

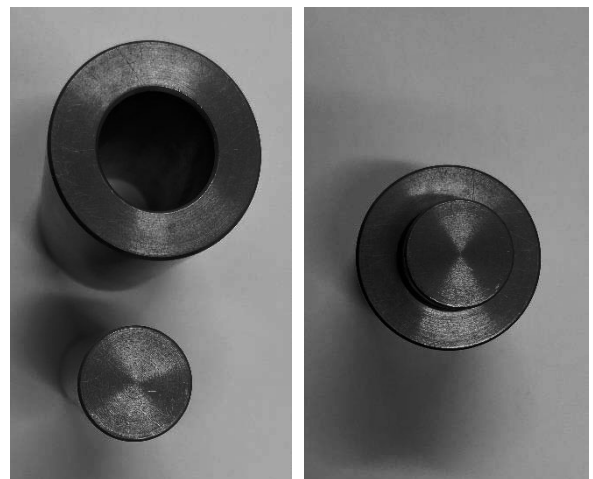


図15 挿入前の穴と軸 (左) および挿入後 (右)

### 3.8 定期試験

定期試験は、100点満点とし、60~90分で行っている。第13回目または第14回目の時におおまかにテストに必要な内容についてアナウンスしている。内容としては、「線の種類」や「記号の

意味」，フリーハンドで曲線を含む「投影図から等角図」を描くこと，また曲線を含む等角図から製図用具を用いて「第三角法」により投影図を作図する。また，ねじ製図の問題も行っている。

投影図の作図が60%ともっとも配点を高くしている。毎学期，大体の学生が80点以上をとっている。

#### 4. コロナ禍での授業の取り組み

コロナ禍のため，2020年度春学期は，すべてZoomによる遠隔授業を行った。初めての経験のため，対面授業に比べ，授業準備に大変苦労した記憶がある。角野理絵先生や古館佳子先生の多大なるご協力が無ければ，おそらく難しかったであろう。全体のおおまかな内容は対面授業の時と変わらないが，細かいところで遠隔でも理解してもらえるような課題を探りながら行った。また，定期試験を対面で受けさせることができなかったことは残念である。

2020年度の秋学期では，半分は対面授業ができたが，遠隔と対面の切り替えが難しかった。検温や消毒，教室の換気を徹底して行った。2021年度春学期は，すべて対面授業となったが，1名だけ対面辞退の学生がおり，ハイブリット授業を行う必要があった。1名のために遠隔授業用の資料づくりや授業中もその学生の対応をZoomにて行う必要があった。まじめな学生で救われたが，やはり対面授業に比べ，対面辞退の学生の理解度が低い印象があった。今後のため，ハイブリット授業の改善も必要であると考えます。

#### 5. まとめ

エンジニアリングデザイン学科が求める人材育成のための基盤となる科目の一つである必修科目「スケッチと製図」の2016年度～本年度までの6年間行ってきた取り組みについて紹介した。スケッチについては，フリーハンドで立体図が描けるようになることを心掛けた。製図については，

JIS規格に則った基本的な作図のためのルールを演習帳の問題を多く行うことでほとんどの学生に修得させることができたと自負している。その一番大きな要因は，6年間毎学期，履修生の理解度が異なること，また理解が難しい学生のタイプも異なるため，いかに理解してもらえるかを常に模索し，授業が終わるごとに毎回3人で1時間ほど授業の振り返りや内容の改善，次回の授業内容の取り決めを行ってきたことといえる。

6年間の蓄積から，かなり良い授業内容になっていると考えているが，「スケッチ」については，まだ改善の余地があることから今後検討していく所存である。

#### 謝辞

筆者と共に6年間「スケッチと製図」の指導を行い，学生の理解度向上のため実習の改善方法について多くのご助言をいただいた本学工学部エンジニアリングデザイン学科非常勤の角野理絵先生，古館佳子先生に深く感謝いたします。

#### 参考文献

- 1) 玉川大学工学部エンジニアリングデザイン学科パンフレット2022年度版
- 2) 植松育三・高谷芳明：初心者のための機械製図第4版，森北出版，(2015)
- 3) パワー社出版部：図面の描き方・フリーハンド演習，パワー社，(2009)
- 4) 兼元和美編：図面の描き方・基礎と演習，パワー社，(2010)
- 5) パワー社出版部編：基礎製図演習(1)，パワー社，(2009)

---

2021年12月28日原稿受付，2021年12月28日採録決定  
Received, December 28th, 2021; accepted, December 28th, 2021