

技術専攻の学生に向けた授業「金属加工」の授業・実習実践

Class Practice of the Lecture and Practice of “Metalwork” Lesson Practice for Technology Education Students

北村 一浩

愛知教育大学技術教育講座

Kazuhiro Kitamura

Department of Technology Education, Aichi University of Education

キーワード：金属加工，授業実践，機械工学

Keywords: metalwork, class practice, mechanical engineering

1. はじめに

本稿は、技術専攻の大学生に対する「金属加工」の授業・実習実践を通して見えてきた効果的な教材の構成と展開を報告するものである。

さて、本学中等教育教員養成課程・技術専攻では中学校技術・家庭科技術分野（以下、技術科）で求められる幅広い分野の知識を習得するため、木材加工，金属加工，機械，電気，栽培，情報，技術科教育学の幅広い専門科目をまんべんなく履修するカリキュラムになっている。

金属加工の科目は、「金属加工法Ⅰ」（1年生後期・必修）、「金属加工実習Ⅰ」（1年生前期・必修）、「金属加工法Ⅱ」（2年生後期・必修）、「金属加工実習Ⅱ」（2年生後期・選択）、「金属加工法Ⅲ」（3年生後期・選択）、「金属加工演習」（4年生前期・選択）、「製図Ⅱ」（2年生後期・選択）の7科目となっている。本論文では、その中で、担当している「金属加工法Ⅱ」の授業と「金属加工実習Ⅱ」の実習について報告する。

「金属加工法Ⅱ」では、1年次に開設されている「金属加工法Ⅰ」でおこなわれている金属の基礎的内容（金属の結晶構造，金属の拡散，平衡状態図の読み方，鋼の状態図，鋼材についての製造方法，鋼材の熱処理方法，鋼材の分類と性質，金属の応力とひずみの関係，塑性加工，鋳造，材料の評価方法（繰り返し変形と疲労，クリープ，衝撃強さ，摩耗，硬さ測定），材料各論（アルミニウムおよびアルミニウム合金，マグネシウムおよびマグネシウム合金，アモロファスおよび準結晶，金属間化合物）をふまえて授業をおこなっている。

「金属加工実習Ⅱ」は、1年次に開設されている「金属加工実習Ⅰ」でおこなわれている金属の

板金加工（四角く浅い皿状の器，ブックエンド，キーホルダー，自由課題）をふまえた実習を行っている。現在本学技術専攻の学生に向けて行っている具体的な全体授業・実習計画を2章で示す。

2. 全体授業・実習計画

「金属加工法Ⅱ」全体の授業計画を表1に示す。授業は15回で以下の内容について授業を行う。また、実践している授業の詳しい内容を3章に示す。「金属加工法Ⅱ」の授業では、旋盤加工，フライス加工，研削加工，鋳造，塑性加工，溶接など，幅広い内容となるように工夫をしている。

表1 授業全体計画

時間	学習内容
1	機械工作法概説（1）
2	機械工作法概説（2）
3	機械工作法概説（3）
4	機械工作法概説（4）
5	切削加工：旋削
6	切削加工：フライス削り
7	切削加工：その他の切削加工
8	切削理論（1）

9	切削理論 (2)
10	研削加工 (1)
11	研削加工 (2)
12	鋳造
13	塑性加工
14	溶接
15	全体のまとめ

8	ジャッキの4個のパーツを旋盤で製作する (2)
9	ジャッキの4個のパーツを旋盤で製作する (3)
10	ジャッキの4個のパーツを旋盤で製作する (4)
11	ジャッキの4個のパーツを旋盤で製作する (5)
12	ジャッキの4個のパーツを旋盤で製作する (6)
13	ジャッキの4個のパーツを旋盤で製作する (7)
14	ジャッキの4個のパーツを組み立てる
15	全体のまとめ

「金属加工実習 II」全体の実習計画を表2に示す。実習は15回で以下の内容について実習を行う。また、実践している実習の詳しい内容を3章に示す。「金属加工実習 II」の実習では、はじめに金属加工実習の歴史と必要性を扱い、その後実習として「ミニジャッキの製作」をおこなう。実習では、旋盤加工を中心に、穴あけ加工、ネジ切り、研磨などをおこない、ミニジャッキを完成させる。ミニジャッキの製図を図1から図4に示す。

表2 実習全体計画

時間	学習内容
1	金属加工の歴史を考察し、内容と必要性を検討する (1)
2	金属加工の歴史を考察し、内容と必要性を検討する (2)
3	切削理論、旋盤の仕組みを概観する (1)
4	切削理論、旋盤の仕組みを概観する (2)
5	ミニジャッキの製作図を描く (1)
6	ミニジャッキの製作図を描く (2)
7	ジャッキの4個のパーツを旋盤で製作する (1)

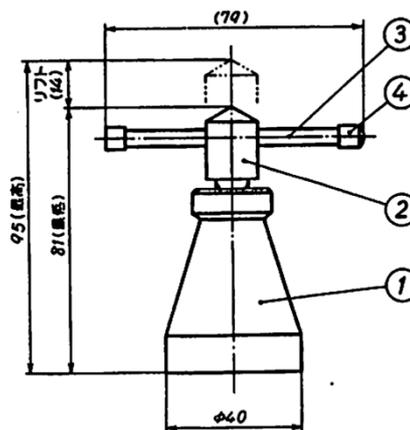


図1(a) ミニジャッキ部品1の製図

① 25/ (✓)

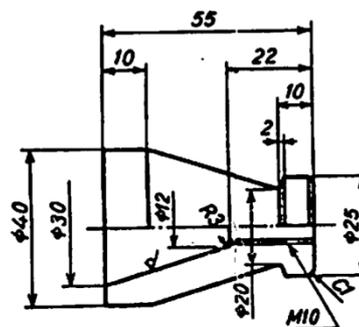


図1(b) ミニジャッキ部品1の製図

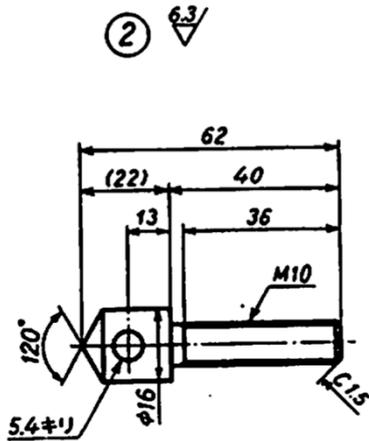


図2 ミニジャッキ部品2の製図

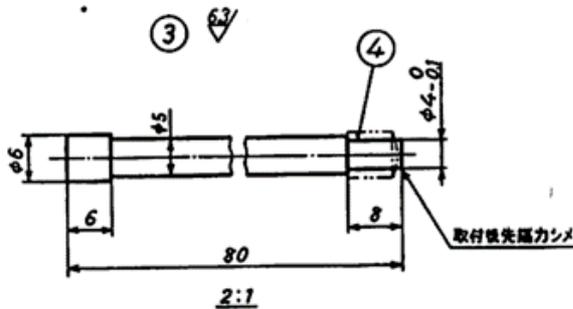


図3 ミニジャッキ部品3の製図

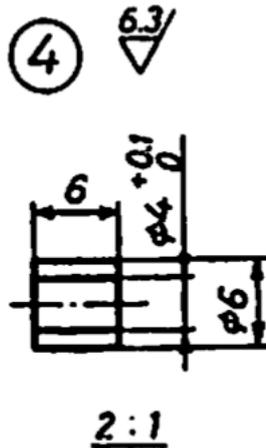


図4 ミニジャッキ部品4の製図

3. 実践している授業・実習の詳しい内容¹⁾

実践している授業・実習の詳しい内容を以下に示す。

3.1. 機械工作法概説 (授業)

第1回目から第4回目の授業内容を以下に示す。金属加工は一般的に機械加工と呼ばれるため、「機

械加工法」についての概説を行っている。はじめに、機械加工法とその目的を示し、次に機械工作法の分類を述べた。さらに、工具について扱った。

3.2. 切削加工：旋削 (授業)

図5に、一般的な旋盤の概要を示す。



図5 旋盤の写真

第5回目の授業内容を以下に示す。ここでは、旋盤について説明した。旋盤とは、主軸に固定(チャッキング)した工作物に回転する主(切削)運動と、工具(バイト)に直線送り運動を与え、所定の寸法にするために、工具を位置決め運動によって切り込み位置を調整して、切削を行う工作機械である¹⁾。授業では、旋盤の種類、旋盤の構造と各部の機能、旋盤作業の種類と特徴、バイト、切削条件などの内容を学習することができた。

3.3. 切削加工：フライス削り (授業)

第6回目の授業内容を以下に示す。フライスとは、フランス語の転がり刃が語源であり、フライス盤は、主軸に固定したフライス工具に回転する主(切削)運動を、テーブルに固定した工作物に直線送り運動を与えて、主に平面や溝を切削する機械である¹⁾。授業では、フライス盤の種類と構造、フライス工具(種類、材料、名称)フライス切削、フライス盤作業と付属品などの内容を学習することができた。

3.4. 切削加工：その他の切削加工 (授業)

図6から図9に様々な切削加工機械の概要を示

す。

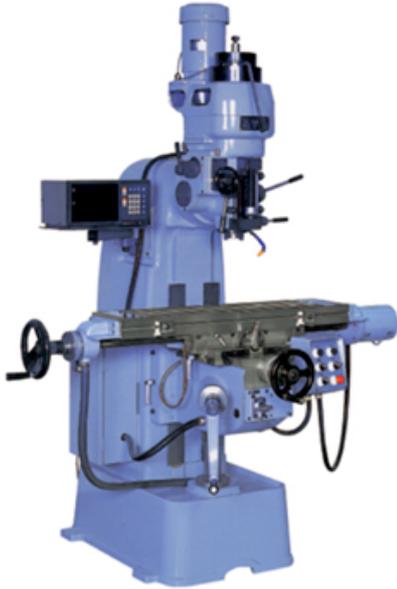


図6 フライス盤の写真



図7 ボール盤の写真



図8 形削り盤の写真

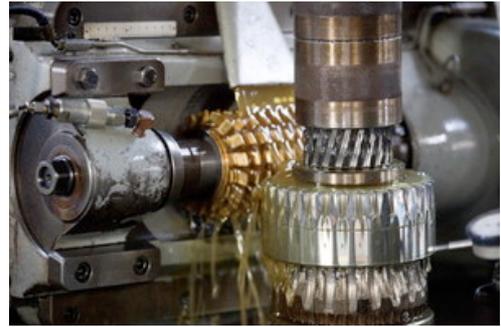


図9 歯切り盤の写真

また、第7回目の授業内容を以下に示す。ここでは、その他の切削加工について説明した。ボール盤、中ぐり盤、形削り盤、平削り盤、立て削り盤、金切りのご盤、歯切り盤、歯車仕上げ機械、彫刻機、心立て盤、転造機、ブローチ盤、ラップ盤、ホーニング盤、放電加工機、などの内容を学習することができた。

3.5. 切削原理（授業）

第8回目～第9回目の授業内容を以下に示す。一般的に、高硬度を有する切削工具を用いて工作物を所定の形状に加工する方法は、切削加工と呼称する。ここでは、切削原理について説明した。切削速度、送り、切り込み、切りくずのつき方、構成刃先、切削抵抗、切削工具、被削性、びびりなどの内容を学習することができた。

3.6. 研削加工（授業）

第10回の授業内容を以下に示す。研削とは、研削砥石を回転させ、工作物を加工することである¹⁾。研削砥石は固体と粒と結合剤で固められたものである。授業では、学生は研削盤の種類と構造、研削盤作業の種類と特徴、研削といしの種類と用途、自動定寸装置などの内容を学習することができた。

3.7. 鋳造（授業）

第12回目の授業内容を以下に示す。鋳造は、金属の加工方法のひとつであり、溶解した金属を、原型に作った鋳型に流し、その後金属が凝固することにより、原型通りの形状のものを作る加工方法である。エンジンのシリンダや、工作機械のベットやフレーム、軸受けやバルブなど幅広く使われている。授業では、学生は鋳物と原型、鋳型、

鋳物の種類と鋳造材料, 金属の溶解と鋳込みなどの内容を学習することができた。

3.8. 塑性加工 (授業)

第13回目の授業内容を以下に示す。塑性加工は, 材料に力を作用させて変形させ, 所定の形状に成型することを言う^り。授業では, 学生は鍛造, 熱間加工と冷間加工, 自由鍛造の設備と工具, 自由鍛造の基本作業, 型鍛造, 熱処理法などの内容を学習することができた。

3.9. 溶接 (授業)

第14回目の授業内容を以下に示す。溶接は, 金属の接合方法のひとつであり, 定義は, 「2個以上の部材を, 接合される部材間に連続性があるように, 熱, 圧力又はその両方によって一体にする操作」と定義されている^り。授業では, 金属の接合方法の種類, 溶接の利点と欠点, アーク溶接, ガス溶接, スポット溶接, ろう付けなどの内容を学習することができた。

3.10. 金属加工の歴史と必要性 (授業形式)

第1回目~第2回目の実習 (授業) 内容を以下に示す。工作機械は古代エジプトが起源といわれているが, 近代的な工作機械の発明は, 1770年代のイギリスである。その後ヨーロッパ各国で様々な工作機械が発明され, 19世紀後半までに機械の基礎が築かれ, 工作機械は現代の産業には欠かせないものとなっている。授業では工作機械の歴史と必要性について学生に詳しく説明した。

3.11. 切削理論と旋盤の仕組み (授業形式)

第3回目~第4回目の実習 (授業) 内容を以下に示す。切削理論では, 学生は, まず旋盤の仕組みと, 各部の名称, バイトの使い方などを学習し, 次に, バイトのすくい角と切削抵抗, 切りくずの形状の関係を学習した。

3.12. ミニジャッキの製作図の作製 (実習)

第5回目~第6回の実習内容を以下に示す。ミニジャッキは, 本体, 送りネジ, ハンドル, 軸の4個の部品からなっている。学生は, 方眼紙を用いて, それぞれの製作図を三角法で製図した。この実習により, 学生は三角法を用いた製図に慣れることができた。

3.13. ジャッキのパーツの作製 (実習)

第7回目~第13回目の実習内容を以下に示す。ミニジャッキの製作には, 本体, 送りねじ, ハンドル, 軸の4つの部品が必要である。全ての部品は, 真鍮を加工して製作した。

「本体」は, 外側を旋盤によりテーパ加工をおこなった。「本体」上部には送りネジをはめるための穴を, ボール盤を用いてあけた。あけた穴に, タップを用いて雌ネジを切った。「送りネジ」は, 旋盤により一部分を加工し, 雄ネジが切れるようにした。旋盤加工後, 旋盤加工を行った部分に対し, ダイスを使い, 雄ネジを切った。「ハンドル」は, 旋盤を用いて一部分を除いて加工を行い, 直径を細くした。「軸」は旋盤により直径を細くするとともに, ボール盤により穴をあけ, 部品を作製した。学生は, 旋盤, ボール盤, タップ, ダイスを用いて実習を行い, 基本的な使い方に慣れることができた。

3.14. ジャッキのパーツの組み立て (実習)

第14回目の実習内容を以下に示す。第7回目から13回目までで作製したミニジャッキのパーツを組み立て, ミニジャッキを完成させた。ここで留意することは, ジャッキのねじの部分がかみ合うかどうかである。かみ合いが悪い場合は, タップとダイスを用いて仕上げ加工をやり直すことで, スムーズにかみ合うようにする。本実習により, ねじの仕上げの作業に慣れることができた。

4. 金属加工法・実習と機械系科目との関係

「金属加工法Ⅱ」と「金属加工実習Ⅱ」の授業・実習内容は, 機械工学では, 「機械工作法」と「機械工作実習」に対応する。「金属加工法Ⅱ」および「金属加工実習Ⅱ」の授業・実習を行うことにより, 工学部・機械工学科の機械加工に対応する知識の定着を図ることができた。

5. まとめと今後の予定

技術専攻の, 2年後期の専門必修科目である「金属加工法Ⅱ」の授業内容は, 大学の機械工学科で行なわれている「機械工作法」の内容の一部である基礎的な内容を含んでいる。また, 「金属加工法Ⅱ」の実習と対応させることにより, 確実に内容が身につくような計画で授業を行っている。本授業により, 金属加工法の基礎的部分について, 授

業内容を確実に定着させることができた。今後は、授業内で毎回小テストを行い、学生の理解度の評価を行う予定である。

一方、2年後期の専門選択科目である「金属加工実習Ⅱ」の実習内容は、旋盤とボール盤、タップとダイスを使った、ミニジャッキの製作である。学生は本実習により、旋盤、ボール盤の使い方を実習することにより、機械加工の基礎を実習により学習するだけでなく、タップとダイスを用いたネジ加工についても実習内容を確実に定着させることができた。

6. 参考文献

- 1) 独立行政法人 高齢・障害・求職者雇用支援機構 職業能力開発総合大学校 基盤整備センター 編集 (1984), 一般社団法人 雇用問題研究会

(2017年 3月 5日受理)