

中学校技術科金属加工学習における教材開発

－金属材料の特徴を踏まえた加工方法に着目して－

世良啓太

(奈良教育大学 技術教育講座 (技術教育・機械・金属加工))

河添久美

(元奈良教育大学 技術教育講座 教員)

Development of Teaching Material on the Metal Working Section
in the Department of Technology Education:
Focusing on the Working Process Considering the Properties of Metallic Materials

Keita SERA

(Department of Technology Education, Nara University of Education)

Hisami KAWAZOE

(Former Department of Technology Education, Nara University of Education)

要旨：2017年に告示された新しい学習指導要領を背景として、中学校技術・家庭科技術分野「A.材料と加工の技術」における金属加工学習に焦点を当て、金属材料の特徴と適切な加工方法について実践的・体験的に学習することの出来る製作教材の開発及び試行的実践を行った。まず、製作工程については、中学1年生で多く取り上げられている木材を活用した題材の製作工程を概ね踏襲し、「設計・構想」、「けがき」、「切断」、「部品加工」、「仕上げ」とした。その上で、金属材料の特徴及び適した加工方法を取り扱うために、「切断」において金切りばさみや糸鋸、弓鋸といった複数の工具を用いることとした。また、「部品加工」において熱処理及び塑性加工を取り入れることとして、本研究では製作教材として「シューホーン製作」の開発を試みた。大学生を対象とする試行的実践を行った結果、少ない製作工程で金属材料の特徴や加工方法を取り扱うことができおり、実践対象者からは肯定的なコメントが得られた。

キーワード：中学校技術・家庭科技術分野 Technology, Technology and Home Economics

金属加工 Metal Working

教材開発 Develop Teaching Material

1. はじめに

2017年3月に告示された新しい学習指導要領では各教科等の特質に応じた「見方・考え方」を習得して働かせることが掲げられている¹⁾。我が国の普通教育としての技術教育は、中学校技術・家庭科技術分野（以下、技術科）の3年間のみであり、技術の見方・考え方に気付き、習得し、働かせることを、いかに3年間の中で体系的に学習させていくのが重要視されている。中学1年生は3年間の中で、技術について初めて学ぶ学年であり、実践アプローチの開発を行うことは喫緊の課題である。

技術科の学習内容は4内容（「A.材料と加工の技術」、「B.生物育成の技術」、「C.エネルギー変換の技術」、「D.情報の技術」）で構成されており、どの学年にどの学習内容を当てはめるといったカリキュラムについては各学校の裁量とされているが²⁾、全日本中学校技術・家庭科研究会研究調査部が平成26年度に実施した「中学校技術・家庭科に関する第3回全国アンケート調査【技術分野】調査報告書」

によると、「材料と加工の技術」については回答者の91.8%が1年生の学習に位置づけており、主として扱う材料については木材が98.4%を占めていることが報告されている³⁾。しかし、新学習指導要領解説技術・家庭編では、「材料と加工の技術」の見方・考え方について「(中略)材料の組織、成分、特性や、組み合わせる材料の構造、加工の特性等にも配慮し、材料の製造方法や、必要な形状・寸法への成形方法等を最適化すること」と示されており⁴⁾、木材だけではなく、金属やプラスチックといった他材料についても実践的・体験的な活動を行い、生徒が学習内容を俯瞰して材料の特徴に応じた適切な加工方法があることに気付けるような題材が求められよう。

金属を扱う題材については、ステンレス鋼を用いた「フライ返し製作」⁵⁾やアルミニウムを主材料とする「傘立ての製作」⁶⁾などが開発されているものの、その多くが技術科の内容に「金属加工領域」が明確に位置づけられていた時に開発されたものであり、現在の学校現場に導入した場合には、製作に割く時間数が多く、他材料を取り扱う授業時数を圧迫することが危惧される。そこで、本研究では

「材料と加工の技術」における見方・考え方に着目して、製作工程がなるべく少ない上で、材料としての特徴、それに適した加工方法を実践的・体験的に学習することのできる題材に向けた製作教材を開発し、大学生を対象とした実践を試みた。次章では、製作教材の内容について示す。

2. 開発した製作教材の内容本文について

前章で示した背景及び課題に対応した題材に向けた製作教材の開発に向けて、製作工程及び取り扱う内容について検討を行った。以下に具体的な内容を示す。

2. 1. 製作工程

まず、開発する製作教材にどのような製作工程を取り入れるかについての検討を行い、学校現場で多く扱われている木材を主とした題材の製作工程を概ね踏襲することとした。T社教科書の学習内容に基づき⁷⁾、本研究で開発する製作教材では金属の「構想・設計」、「けがき」、「切断」、「部品加工」、「仕上げ」を主として製作工程に援用することとした。加えて、「切断」及び「部品加工」において金属の特徴を踏まえた加工方法を取り入れることとした。

2. 2. 開発した製作教材の概要

前節で検討した製作工程及び技術科の分野目標を踏まえ、真鍮板を用いて使い勝手の良いシューホーン製作を行うこととした。そこで、製作工程を整理するとともに、製作に関わる教材や指導方法の検討を行った。以下に、製作工程とその具体的な内容を示す。なお、使用した金属材料は真鍮板($t=1\text{mm}$)とした。

2. 2. 1. 構想・設計

図1に示すように、一般的なシューホーンの原型は丸と直線で示すことができる。様々な大きさの実物サンプルを用意して使い勝手の良い大きさやデザインについて構想・設計を行わせた上で、厚みのある方眼工作用紙に製図を行わせる。

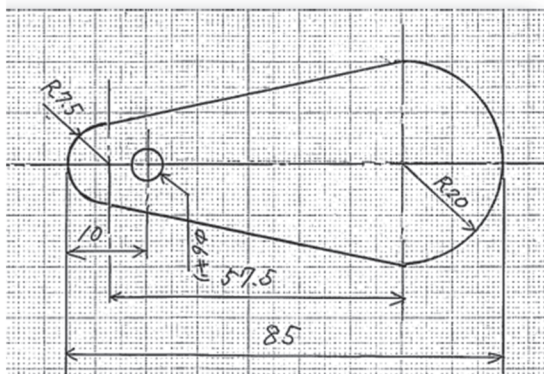


図1 部材の設計をした型紙

2. 2. 2. けがき

上記の設計通りに金属にけがきを行うために、ケガキ針、センターポンチ、コンパスを用意する。一方で、これらの工具は木材では扱わないため、多くの学校現場で数が揃っていないことが考えられる。そのような場合にはこれら工具の説明を口頭に留め、図2のように図1の型紙に合わせて油性ペンで印をつけさせることが考えられる。

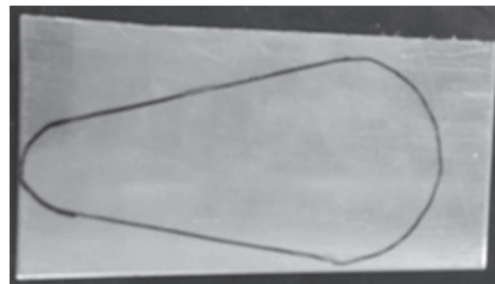


図2 切断する線をペンで書いた真鍮板

2. 2. 3. 切断

切断について、曲線は糸鋸もしくは金切りばさみ、直線は弓鋸を扱わせ、残りの切断については工具を選択させた上で切断させることとする。このことにより、工具によって加工精度や使い方が異なることや、目的に応じた道具の選択について理解を図ることが期待される。また、木材と比べて金属では繊維方向による加工方法の違いがないことを取り上げることで、材料の特徴の違いについても触れることができる。

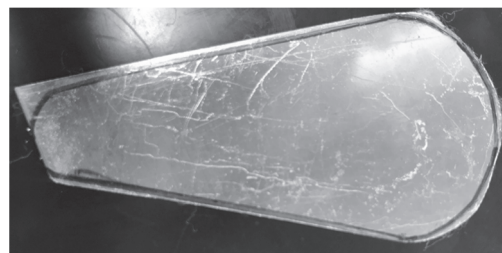


図3 切断した真鍮板

2. 2. 4. 部品加工

切断した真鍮板はやすりがけを行わせ、適した寸法まで修正させる。また、シューホーンを携帯できるように、図4のようにチェーンを通す穴を、ボール盤で穴あけさせる。穴をあける際には事前にセンターポンチでくぼみをつけさせる。

また、部品加工では、金属加工の代表的な1つである熱処理を取り入れる。これは金属材料に熱を加えることで組織が変化することを利用した加工方法の1つである。本研究で材料として選定した真鍮板は熱間鍛造性に優れており、熱した状態で力を加えることで容易に複雑な形状に加

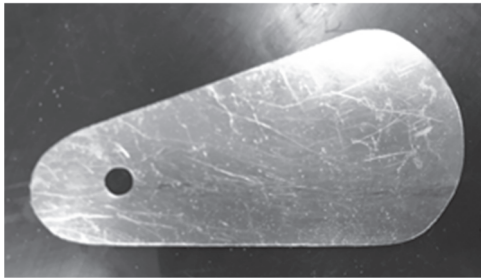


図4 やすりがけ及び穴あけ後

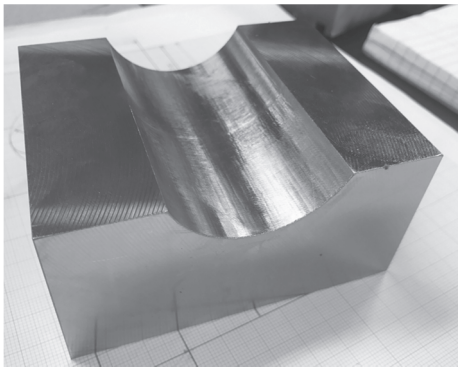


図5 鍛造に使用する金型

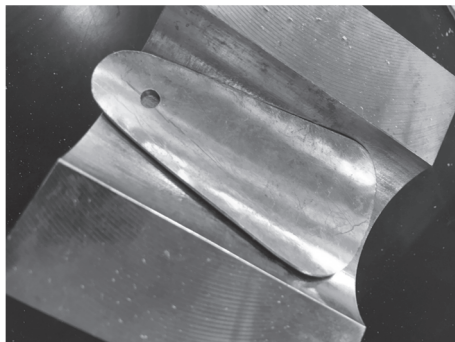


図6 鍛造による曲線部

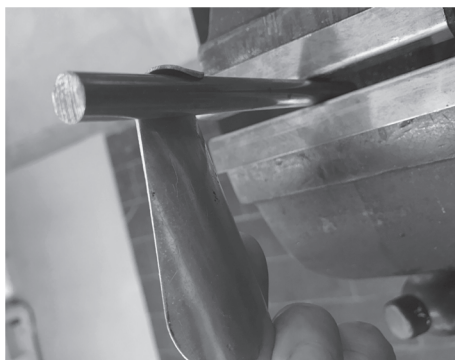


図7 持ち手の部分

工することができる。鍛造に使用する金型をフライス盤で作成した(図5)。また、材料そのものは1mmより厚い板材から冷間加工されて最終的に材料として1mmになっており、加工硬化をおこした状態である。このような状態で

ある真鍮板を600℃～800℃ほどの温度にガスバーナーで熱した後に、真鍮板を金型に合わせて木槌で叩くことによって、図6のように加工することができる。

同様に、鉄丸棒などを用いて持ち手の部分を図7のように加工させる。

2. 2. 5. 仕上げ

上記の製作工程で完成したシューホーンを紙やすりと研磨剤を用いて表面仕上げを行わせる。金属光沢などの木材との違いについて取り上げることができる。完成したシューホーンを図8に示す。完成後は、実際に使用させ、1mmの厚さの金属であっても、曲がることのないことを体験させた上で加工硬化について取り上げることができる。



図8 完成品の例

3. 試行的実践

3. 1. 実践対象

実践は、2018年前期に、技術教育講座の学生及び科目等履修生計8名を対象とする「講義名：金属工作実習」で行った。なお、実践対象者は「講義名：金属工作理論」において金属に関わる講義を受けており、シューホーンの製作に関わる原理や法則についてはある程度理解している学生が多いものの、金属を材料とした実習の経験がある者はいなかった。

3. 2. 実践の概要

実践は、「構想・設計」及び「けがき」を1時間、「切断」を1時間、「部品加工」2時間、「仕上げ」を1時間の計5時間で行った。

なお、「構想・設計」では自分に適したシューホーンの構想・設計が行えるように教員が様々な大きさの実物サンプルを用意し、各々に使用感を確かめさせた上で自分なりの構想・設計を行わせた。また、「けがき」では、実際の学校現場で金属用のけがきを行う工具が揃っていない事を

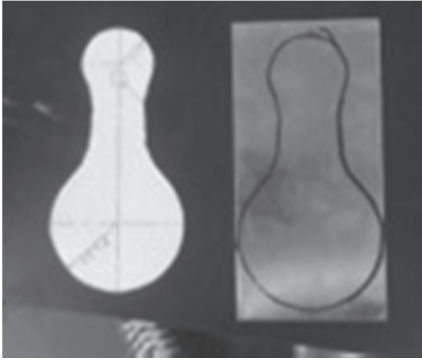


図9 設計されたシューホーンの一例



図10 熱間鍛造の様子



図11 研磨の様子



図12 完成されたシューホーン

想定し、本実践ではペンで切断線を書かせることとした。製作の様子を図9～11に示す。

「金属工作理論」の受講に関わらず、全ての学生が上記の作業工程と時間数で講義内にそれぞれのシューホーンを完成させることができた。学生が完成させたシューホーンを図12に示す。図12のように、完成品の大きさや形状は全て異なっており、実践対象者は各々の使い勝手に応じて大きさや形状を構想・設計することができていた。実践終了後、本教材の評価を行うために、シューホーン製作の振り返りを自由記述の形式で求めた。

3. 3. 実践の振り返り

実践終了後の学生の自由記述の一例を以下に示す。「実習するにあたり、たくさんの実習を一緒に経験することが出来てよかった。例えば製図から始まり切断、穴あけ、やすりがけ、鍛造、表面仕上げまで網羅できてとても良い教材だと思った」、「全体を通して、金属の仕組みをよく知れる教材であると思った。熱を使った金属のおりまげ、光沢の性質を理解するために研磨紙で磨くことなど。そして、製作の楽しさを知ることができる教材であると思った。」のように、幅広い内容を1つの教材で取り扱えたことに関する肯定的なコメントが得られた。

また、「思っていたより簡単に出来た。金属を切る感覚はなかなか体験できるものではないので、良い機会となった。」、「金属の加工を扱うのは内容や設備的にも難しいんじゃないかと思っていたが、実際に靴べらの製作を行っていくと、作業的には難しいものもなく、その中で金属の特徴を確認もできたりすることができた。」のように、予想に反して金属加工が簡単に行えたことに関する肯定的なコメントが得られた。

さらに「材料を切ったり、曲げたりする工程では想像よりも簡単に、また木材とは違った質感、金属の性質を体験することができた。木槌でたたいて形を整えたあとに先生が『手で元に戻るかどうか力を加えてみて。』という一言はこれまでは単なる知識でしかなかった加工硬化が一気に自分のものになった瞬間でした。」、「全体を通して、金属の特徴を様々学べる良い教材だと思った。熱処理を通して、熱する前と熱した後では固さが全く違うことを体験でき、知識の定着を促すことができると思った。」のように、金属の特徴や加工方法の理解に関するコメントが得られた。

一方で、「ボール盤を使用する際の注意に念を押す必要があると思った。」や「切断面が思ったよりトゲトゲしていて、軍手など安全面の配慮についても重きを置く必要があると思った。」などのように安全指導に関するコメントが得られた。これは、本教材の実施にあたり安全指導を全面的に取り上げる場面が製作工程に取り入れられていなかったことが理由として考えられる。

4. まとめと今後の課題

新学習指導要領の改訂を背景として、本研究では技術科「内容 A.材料と加工の技術」の金属加工学習に焦点を当て、作業工程が少なく、なおかつ、金属の特徴と加工方法を取り扱える教材開発及び試行的な実践を行った。その結果、実践対象者から、本研究で開発した製作教材に対する肯定的なコメントを得ることができた。

一方で、安全指導に関するコメントも得られ、製作工程の前段階もしくは製作工程中において安全に関わる学習内容を取り入れる必要性が示唆された。

また、本研究では、実践対象者を大学生及び科目等履修生としたものであり、学校現場において導入するための課題について検討の余地が残されている。特に学校現場では、授業時数の不足もさる事ながら、工具や工作機械の劣化といった技術室の整備について課題が少なからず挙げられている。そのような背景や学校現場の状況を踏まえた上で、本教材のコストや使用する工具について再検討を行い、指導方法をより検討しながら、題材として完成させ、中学生を対象とする実践を試みる必要がある。そして、生徒の技術の見方・考え方などにどのように本教材が有効性を示すのか調査及び分析をしていく必要がある。これらについては今後の課題とする。

参考文献

- 1) 文部科学省(2017),「中学校学習指導要領解説技術・家庭編(平成 29 年 6 月告示)」, http://www.mext.go.jp/component/a_menu/education/micro_detail/_icsFiles/afieldfile/2018/05/07/1387018_9_1.pdf, pp.10(最終閲覧日 2018.11.30)
- 2) 前掲 1),p.10
- 3) 全日本中学校技術・家庭科研究会研究調査部・日本産業技術教育学会・公益社団法人 全国中学校産業教育教材振興協会(2014),「中学校 技術・家庭科に関する 第 3 回全国アンケート調査【技術分野】調査報告書」 <http://ajgika.ne.jp/doc/2015enquete.pdf>,p.9,p.15(最終閲覧日 2018.11.30)
- 4) 前掲 1),p.25
- 5) 寺石稔・安東茂樹(1985),「男女共修のための実習題材 -フライ返しの製作-」, 日本産業技術教育学会誌, 第 27 巻, 第 4 号, pp.1-5
- 6) 安東茂樹・寺石稔(1990),「金属加工領域における「傘立て」の題材開発とその実践」, 日本産業技術教育学会誌, 第 32 巻, 第 4 号, pp.269-275
- 7) 田口浩継・佐藤文子・金子佳代子・他 62 名(2015), 新編新しい技術・家庭技術分野 未来を創る Technology, 東京書籍株式会社, pp34-35