

中学校技術科における治具類を用いた金属加工の実践的研究

深川和良*・藤崎俊博**・坂田桂一***・本多満正****

(2015年10月27日 受理)

A Practical Study of Metalworking Using Jigs and Fixtures in Junior High School Technology Education

FUKAGAWA Kazuyoshi, FUJISAKI Toshihiro, SAKATA Keiichi and HONDA Mitsumasa

要約

技術・家庭科技術分野（以下、技術科）では金属加工の取り扱いが少なくなっている。そこで、現状に即した教材を開発した。現職教員からは、コスト、作業性、時数および製作品の活用面など好評であり、教育現場での活用が十分可能であると評価された。

本研究ではこの教材を用いた試行授業を行い、実践的な評価および問題点の抽出などをおこなった。生徒たちのアンケートから、治具を活用することで各種工具の作業性が向上したこと、またものづくりに対する考え方や姿勢の理解が見受けられ、その有用性が示された。

キーワード：技術科教育、金属加工、治具、試行授業

* 鹿児島大学教育学部 准教授

** 鹿児島県立鹿児島養護学校 教諭

*** 鹿児島大学教育学部 講師

**** 愛知教育大学 教授

1. 緒言

中学校の技術科教育においては、学校教育法施行規則の改正や学習指導要領の改訂のたびに実質的な授業時間の削減を伴い、学習の質、量の低下が危惧されている。特に、金属を主たる材料としたものづくりは木材加工に比して著しく減少している。この要因として、教材や備品の整備、授業時数、そして教員の専門性の不足等が指摘されているが¹⁾、これらを解決することは容易ではない。しかしながら、金属加工の学習は義務教育上望まれており、現行の学習指導要領やその解説においても、生活で利用されている材料として金属が取り上げられ、具体的に加工法やその仕組み、工具、機器の取り扱いや安全性の確保などを事例として指導内容に挙げている²⁾。

金属材料は、実際に身の回りにある製品に多く用いられ、リサイクル性も優れており、産業を支える材料である。しかしながら、我が国の骨格を成すものづくり産業においては、若者の入職者や従業者数が減少傾向であり、技能、技術力の維持、発展のためにも人材確保が喫緊の課題である³⁾。このようなことからものづくり産業は国に対し若者のものづくりに対する意識を高める必要性を訴えている。これに対して義務教育後の職業教育等については比較的対策が検討あるいは実施されているものの、これらの関連組織、機関を希望する若者がいない限り意味をなさない。すなわち生徒たちがものづくり産業に興味、関心を持ち、将来の選択肢の一つとして考える機会を設けるために、キャリア養成や探究をする活動を義務教育で取り組むことが重要である。また、先行調査では義務教育におけるものづくりの経験が、労働への関心を高めることに寄与すると指摘されている⁴⁾。このようなことから義務教育における金属加工の学習は意義がある。しかしながら、現在の技術科教育における「材料と加工に関する技術」の単元の大部分が木材加工に占められる傾向にあり、ニーズとの乖離が生じている。

そこで、本研究では現状でも扱いやすい金属加工の教材および授業開発に着手した。製作題材として移植ごてを採用、中学生に適した作業性を得るため治具類を開発し、現職教員からの評価も概ね好意的であった。今回は実践的な評価をするため、中学校において試行授業をおこない、生徒達からの作業性に関する評価等を得た。また作業性が改善されたことから、効率的な授業展開が可能となるため、単なる製作だけでなく、ものづくりにおいて重要である評価、工夫（改善）の段階を組み込み、製品特性の把握（評価）、目的に応じた具体的な目標の設定を踏まえて、構想、製作に至る授業を実施した。そこで、この授業が生徒達のものづくりにおける考え方や姿勢に対して与える影響も調査した。



図1 移植ごて
(接合はさじ部端から20mm 間隔)

2. 教材について

製作題材を移植ごととすることで効率的かつ効果的な授業が展開できると考えた⁵⁾。移植ごとを教材とした例⁶⁾はあるものの、実質男女別学であり、現在に比べると授業時数も余裕があった時期の実践である。現状で金属を主たる材料とする加工の授業展開を考えるなら、工具類の整備状況、少ない授業時数、加えて男女共学であることを考慮しなければならず、効率化や作業性改善のため治具類の開発が必要である。そこでC型クランプとアングル材を用いた授業に導入しやすい治具を製作し、実際に製作を経験した現職教員らから工程の効率や作業性が向上したとの評価を得た⁷⁾。

以下、教材について示す。

2.1 使用材料

試行授業に用いた材料および要した費用は以下の通りである。

- (1) SPCC 鋼板 (0.6×150×100) : 33.4円/枚 (一人分)

0.6t×914×1829から108枚を切断、また接合用の下穴 (φ4.2) を加工済。

- (2) 農業ビニールハウス用鋼管 (180) : 19.1円/本 (一人分)

φ19×1t×1400から8本を切断、また管端つぶしおよび接合用の下穴 (φ4.2) を加工済。

- (3) プラインドリベット

(リベット径φ4.0, フランジ部/アルミニウム, シャフト部/スチール) : 7.4円/2本 (一人分)

合計 : 一人当たり 約60円

なお上記のように、試行授業の時間の都合上、今回は穴加工を授業内の工程から省くため一部加工済の半完成品を用いた。

2.2 工具、治具および作業方法⁷⁾

- (1) 切断 (金切りばさみ)

運動能力、体格などの差が作業性に影響を与えないようにしなければならない。そこで金切りばさみによる押し切りを可能にするため図2のように金切りばさみを作業台に固定している。これにより、上刃と下刃のクリアランス調整も意識して作業しやすくなる。今回は240mmサイズの直刃を用意した。曲率が小さい形状の場合は柳刃に交換してもよい。なお、切り落とした際、切断片が上方に飛び跳ねることがあるため、必ず保護メガネを着用させる。この切断片の飛散は、切断片が切断時に金切りばさみのかなめなどに引っかかり、弾性変形するためである。これは切断片を切断時に逐次折り曲げていけば防ぐこともできるが、保護メガネの着用は必須とする。加えて、材料の切断面や角も鋭利になっているので切創防止のため軍手は必ず着用する。材料の割れ防止、また金切りばさみの柄 (腕) とアングルの間で手を挟ま



図2 金切りばさみおよび治具

ないためにも、切断時は刃先まで使わず切断する。

(2) 曲げ加工

図3のように50Aの鋼管を適当な長さ（今回は130mm程度）に切断したものをC型クランプにて作業台に固定した。これにさじ部を押しつけ滑らかに曲げたり、ハンマ等で叩くことにより成形していく。この治具は鉛直方向からの力に対してはC型クランプの効果により保持されるが、それ以外の方向では鋼管が回転する恐れがあるので成形が困難になる。こちらも保護メガネおよび被加工材を持つ手は軍手を必ず着用をする。



図3 曲げ加工用治具

(3) 接合（ハンドドリベッター）

入手しやすい片手式横形のリベッターを採用した。図4のようにノーズピースが上向きになるように設置している。ブラインドリベットは上から差し込むように取り付け。リベット切断後のシャフトは、ノーズピースの反対側から下へ落ちる。押し切り同様、自重を利用することで容易に接合が可能である。なお、移植ごての穴加工精度、作業性および接合強度の関係から、フランジ部がアルミニウム、シャフトがスチール、リベット径がφ4.0のブラインドリベットを用いている⁵⁾。リベッティングの際はまれにリベット頭部などが切断されて飛んでくることがあるので、こちらも保護メガネの着用は必ずおこなう。また、ハンドルを押す際、ハンドルを握りこまず手のひらで押すようにすれば良いが、握りこむ場合はハンドルとアングルの間に手を挟む恐れもあるため軍手も着用する。



図4 ハンドドリベッターおよび治具

(4) 治具

C型クランプは、作業台の甲板厚さを40mmとし、よく重ねて用いられているコンパネ材の厚さ10mm程度も考慮したことから、最大口開き75mmのサイズを用いている。アングル材（30×30, 2mm厚、穴あき）は金切りばさみとハンドドリベッターのどちらでも用いることができるよう約150mmの長さとした。これらでボルト（M6×35）2本を使用し工具を挟み込む。ただし、金切りばさみはそのままでは下刃が台にあたり刃元まで刃が開かないので、適当な板（今回は約12mm厚）をアングルと台の間に設置し干渉を防いでいる。

3. 製作工程

(1) さじ部の製作

- ①けがき : さじ部の凸になる面に中心線を引き基準とする。握り部と接合するためのリベットの穴（φ4.2）は加工済なので、さじ部の刃先は下穴と反対側にしなけ



図5 切断



図6 やすりがけ



図7 曲げ加工



図8 接合

ればならないことに注意する。

- ②切断 : 図5に示すように金切りばさみで切断する。切断面はやすりがけにより滑らかに仕上げる。やすりがけは移植ごと使用時等に怪我しないためにも重要な作業である。しかし、曲げ加工や接合の工具が空いているようであれば、そちらを優先的に進めた方が効率が良く、また以降の工程において渋滞が起きた場合には時間を無駄にしないためにも、待機時間におこなってもよい。

- ③曲げ加工： 鋼管に押し当てるように手である程度形状を整える。その後適宜ハンマで成形する。

(2) さじ部と握り部の接合

さじ部と握り部をブラインドドリベットで接合する（図8参照）。ブラインドドリベットが差し込めないほどさじ部と握り部の下穴の位置にずれがある場合は、リーマで下穴を拡張し調整する。

4. 試行授業について

中学校1年生39名（男子生徒19名，女子生徒20名）を対象とした授業を実践した。1つのグループに4～5名配置し，8グループに分けている。

4.1 工具、治具類

主要な工具・治具類は次のとおりである。

- (1) 金切りばさみおよび治具一式：3組／グループ
(セット内容：金切りばさみ×1, C型クランプ×2, アングル×2, M6ボルト類×2)
- (2) 曲げ加工用治具：3組／グループ
(セット内容：50A 鋼管×1, C型クランプ×1)
- (3) 片手ハンマ：3本／グループ
- (4) やすり：4本／グループ
- (5) ハンドリベッターおよび治具一式：3組／教師用作業台
(セット内容：ハンドリベッター×1, C型クランプ×2, アングル×2, M6ボルト類×2)
- (6) リーマ：3本／教師用作業台
- (7) 軍手および保護メガネ：39セット
- (8) その他
ポット（土入り）：2ヶ／グループ

4.2 配置

図9のように各グループに4.1の工具類を用意した。金切りばさみおよび曲げ加工用の鋼管は作業時に密集しないよう千鳥状に配置している。なお、ハンドリベッターおよびリーマは教師用作業台に配置している。これは、保有数の少ないハンドリベッターを効率よく利用するためと、教師が集中して対応することができるようにするためである。また、このハンドリベッターは切断作業が終了したグループから金切りばさみ用の治具を流用している。これにより、工具に関わる治具数の節約を試みている。図10に配置の概要を示す。



図9 工具類配置

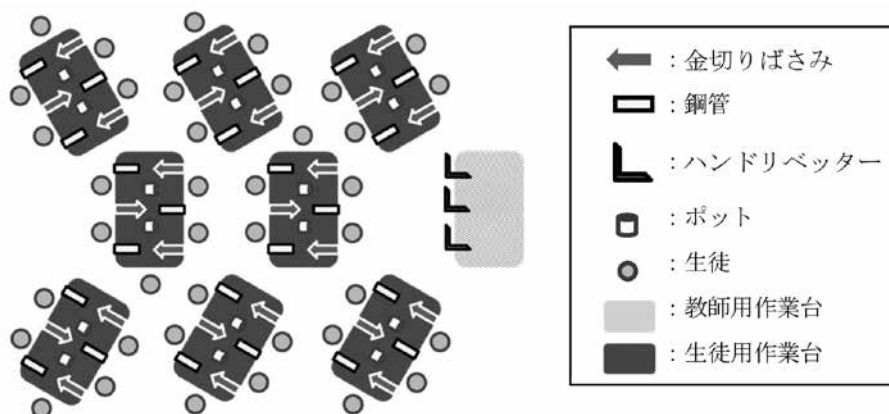


図10 配置概要

4.3 試行授業概要

試行授業の概要を表1に示す。本授業では生徒の観点から作業性の評価を得ること、また実際に製作品を使用する場面を想定し、目的に応じた製品を工夫・改善しながら製作する過程を含めた授業展開を試みることを目的とした。この際、目標を定量的に設定することで生徒が客観的な評価をしやすいうようにしている。このことから、1時間（50分授業）でも評価活動ができるよう、ポットと土を教室内に用意し実際に使用感を確認しながら評価および構想する場面を設定している。今回は、ポットに土を効率よく入れられる移植ごての製作を目的とした。導入時に、刺さりやすいが細長いため掬える土の量が少ない移植ごてと、幅広いため掬える量は

表1 試行授業の概要

段階	学習活動の項目	学習活動の内容、指導のポイント
導入 (10)	目標の確認	ポットに効率的に土を入れられる移植ごての製作を目的とする。
		細長い移植ごてと、幅広い移植ごてを用いて実際にポットの土を掬い、その作業性を評価する。
		数値目標は、実験で得られたポットが土で満杯になるまでの掬った回数を基準とし、これより少ない回数とする。
	加工方法の指導	押し切りの説明。金切りばさみの使い方については、特に上刃と下刃のクリアランスを小さくすること、刃に手を近づけないことを指導する。
		曲げ加工については、治具の特性上、垂直方向から加工力を加えることを指導する。
		ハンドリベッターについては教師が逐次対応。
		切断面が滑らかになるようにやすりがけをおこなうが、効率的におこなえるように適宜工程を調整するように指示する。
	安全指導	保護メガネ、軍手の着用をかならず指示する。
展開 (35)	構想	移植ごての評価から、それらの特徴を整理させ構想図を描かせる。さじ部は、安全面から鋭利な形状を避けるよう指導する。
	けがき	構想図を基に材料に形状をけがく。下穴の位置に注意する。
	切断	切断しづらい形状の場合は、まず粗切りをさせてもよい。
	やすりがけ	素手で切断面を触らないよう指示する。やすりがけの際、研削面が作業台から離れすぎると変形するので注意する。
	曲げ加工	ハンマではなく、被加工材を動かすことで打つ位置の調整をすることを意識させる。
	接合	下穴の修正は適宜リーマでおこなう。
終末 (5)	完成品評価	実際に土を掬い、何回でポットが満杯になったかを調べる。
	後片付け	切断片等は素手で触らせず、テーブル用のほうきなどで回収させる。



図 11 移植ごとの作業性の評価



図 12 作業の様子



図 13 さじ部機能の確認



図 14 製作品の評価



図 15 製作品例

多いがさじ部が長方形に近い形状のため刺さりづらくポットの直径より少し小さい程度の幅である移植ごてを用意した。そこで生徒たちは、それらの作業性を確認、特徴を把握し、目標を達成するための工夫・改善方法をワークシートに整理してから形状を構想し製作に至った。生徒達の話し合いの結果、幅広い移植ごてはポットに対して扱いづらいため比較対象から外し、目標は、細い移植ごてよりも効率よくポットを土で満杯にできる移植ごての製作とした。本授業では、導入時の実験で得られた満杯になるまで細い移植ごてが掬った回数である8回より少ない回数を目指すこととなった。作業方法はプロジェクターを用いて図や写真を交えながら説明し、必要に応じて保護メガネ、軍手の着用を促した。

5. 考察

作業性の評価は、切断、曲げ加工、接合に対して行い、4段階（1：とてもむずかしい、2：難しい、3：かんたん、4：とてもかんたん）で評価させた。表2に示すように、それぞれの平均点は、切断：2.9、曲げ加工：2.2、接合：2.8となり、曲げ加工を除き、おおむね良好であった。1月の実施ではあるが、このような結果から1年生でも十分に製作が可能であることがわかった。曲げ加工については、さじ部の中央部以外の成形時において鉛直方向以外から成形をしている生徒が多く、治具の付け直しが多発し作業性を悪化させていた。導入時の説明以外に、机間指導の際に修正を図るも打撃音が大きいため十分に伝わらなかった。作業音大きい環境では、より確実に伝わるよう作業を中断させ指示を与える必要がある。またこのような治具を用いる場合は、その特性および作業方法の理解を促すための工夫が必要である。生徒が理解しやすいよう、説明時に具体的に悪い例を示すことも有効と思われる。接合作業については、授業終盤で渋滞が生じたため、時間内に接合が終わらない生徒がいた。効率化を図ったが、ハンドリベッターの不足が露呈した形となった。各グループに1組の設置が必要である。ハンドリベッターはプレス成形品であれば1000円程度（筆者購入：2014年11月）で購入でき、板金加工における接合方法としても、治具を使えば扱いやすいので、他の製作題材への展開も可能である。積極的な整備を期待したい。なお、時間の関係上、やすりがけが他の作業に比べるとおろそかになりがちであった。怪我の原因になる可能性が高いのでしっかりとやすりがけをするように指導する必要がある。

保護具の着用については、インフルエンザの流行時期であったため、規則上すべての生徒がマスクを着用していることから、保護メガネの曇りが問題になった。特にゴーグルタイプ（1眼タイプ）の保護メガネは曇りが激しかったようである。感染防止のマスク着用が伴う場面も

想定する必要があるため、通気性の良いタイプ、あるいは曇り止めの効果を有するものを整備することが望ましい。

また、本授業においては、製作の前

表2 作業性評価

回答	1	2	3	4	平均
切断	0	12	18	9	2.9
曲げ加工	6	19	14	0	2.2
接合	0	8	16	2	2.8

に実際に既存の製品に対して使用感を調査したり、その性能を評価することで、具体的な目標を定め改善された製品作りの流れを設けたが、実際に自分たちが製作した製品が目標を達成することで大きなやりがい、達成感や喜びを感じていた。事後アンケートにて生徒たちにもものづくりで大事なことは何かということについて自由記述で問うたところ、具体的な目的・目標を理解すること、評価をしっかりとすること、改善や工夫すべき点を整理すること、見通しを立てることなどをものづくりや改善の重要なポイントとして挙げていた。このことから製作題材を道具にすることで効率よくものづくりのサイクルを実践し理解させることができたと言える。

道具はその機能を評価しやすいため数値目標も比較的設定しやすいものが多い。また道具の作業性などの評価項目も実際の活動を通すことで実感を伴って評価することができるため、設計や構想に反映させやすい。一方で道具は機能として強度が求められることが多いため、主要な材料としては金属が適切である。今回移植ごてを製作題材としたが、以前は技術科で金属を材料とした様々な道具を製作する機会が設けられていた。またこれらは実際に使用する場面も設定し、製作品の評価そして改善へ繋げる活動も可能であった。しかしながら、現状では金属を材料とするものづくり教育の実施は厳しい状況となっている。このような意味でも、本教材は一つの指針を示せたと考えている。

今回の授業はものづくりを進めるにあたって重要な設計、製図や工程等、あるいはねじ切りなどの加工は省く形となった。しかしながら難易度の低い作業方法で、効率的にものづくりの基本的な考え方、姿勢を身に着けることができた。このようなことから、本教材をものづくりを学ぶ導入的な位置づけとして活用することも有効である。

6. まとめ

現状の技術科の授業で実践しやすい金属加工の教材を開発し、試行授業をおこなった。得られた結果は以下のとおりである。

- ・開発した治具を用いた加工方法は、中学1年生でも十分対応できる作業性を有することを確認できた。
- ・本教材を用いることで、ものづくりで重要な評価や改善を学ばせることができた。

今後は授業計画へ反映させ、他内容との連携も含め、単なる作業性の向上にとどまらずものづくり教育の教材としての深化を試みていく。

最後に、試行授業について土屋雅宏教諭の協力を得た。記して謝意を表す。

参考文献

- 1) 堀端眞彦, 奈良県内中学校における金属加工領域の履修状況と工具・設備の調査研究, 教育実践研究指導センター研究紀要, 第7巻, pp.47-53, 1998
- 2) 文部科学省, 中学校学習指導要領解説技術・家庭編, 教育図書, 2008
- 3) 経済産業省, 厚生労働省, 文部科学省: 2015年版ものづくり白書, 2015
- 4) 土井康作, 児童生徒のものづくり経験の意識が器用感, 意欲, 技術観に及ぼす影響, 技術教育研究, 第57号, pp.50-59, 2001
- 5) 藤崎俊博, 深川和良, 中学校技術・家庭科技術分野の生物育成で扱う農具製作に関する研究, 日本産業技術教育学会九州支部論文集, 第22号, pp.31-37, 2015
- 6) 例えば, 技術・家庭科研究会, “技術・家庭学習指導書一般編 金属加工編”, pp.150-154, 1981
- 7) 深川和良, 他3名, 日本産業技術教育学会九州支部論文集, 第23号, 掲載予定, 2016

