

## 研究ノート

# 技術科教員による材料加工技術を生かした教材開発

永野玖実<sup>1)</sup>・道法浩孝<sup>2)</sup>\*

### 要旨

中学校技術・家庭技術分野の教員は、技術分野の各内容を適切に指導できるように、各内容に対応した基礎学問に基づいて教員自身がその技術を身につけているが、その指導力及び題材・教材の選定に不安を抱えている。市販教材は簡便であるものの、生活と技術のかかわりを考えることが困難であるとの指摘がある。一方で教員自身が開発する教材は、題材や指導のねらいを反映し、目の前の生徒に即した最適な教材になり得る。本研究では、このような状況を考慮し、教員が多様な材料加工技術を生かせること、生活に関連した題材に即した指導が行えること、生徒の学習内容に対する興味・関心・知的好奇心を喚起できること、視覚的・体験的理解を促すわかりやすい教材であることの4点を踏まえ材料加工の技術を活用した教材開発を行った。開発した教材は、ピアノ教材、エアコン教材、自動車教材、及び整流子モータ教材の4つである。上記のような教材を開発することにより、教員自身の技術、適切な工具・機器等の管理力、教材の選定力、問題解決能力等の向上等が見込まれ、教員の指導力の向上によって生徒の学習効果が上がることが期待される。

キーワード： 技術・家庭技術分野、材料と加工の技術、教材開発、教員の指導力向上

我が国における中学校技術・家庭技術分野（以後、技術科と表記）の教員は、学習指導要領に定められている技術科の各内容（材料と加工の技術、生物育成の技術、エネルギー変換の技術、情報の技術）を適切に指導することが求められている。そのためには、各内容に対応した基礎学問に基づいて教員自身がその技術を身につける必要がある。しかし、山本ら（2003）によると、製作題材の選定、工具の指導及び生徒のつまずきに対する指導等に苦慮している技術科教員は多い。谷田ら（2017）による技術科教員の課題意識の調査結果においても、技術科教員の課題意識が高い項目には「適切な題材・教材を選択・設定すること」、「授業で扱う工具・機器の管理」が挙げられた。このことは、技術科教員は自身が大学等で学んできた知識・技術を十分に活用することができていないことにも原因があると考えられる。

また、生活と密接に関連している技術科における目標として、技術と生活や社会、環境との関わりについて理解を深めることが挙げられる（文部科学省

2017）。しかし、安東（1993）は、安易な実習題材の選択が生徒に生活と技術のかかわりについて考える余地を与えていないと指摘している。例えば、教材会社のカタログ等から製作題材を選択する例が見られる（山本ら 2003）。この指摘は、市販教材等の利用に限らず、生徒が生活と技術とのかかわりを考えられるような題材を設定することの重要性を示唆している。

上記のような課題に対して、藤川（2021）は指導者である教員による教材開発の意義について、「学習のねらいを定めた人がつくる教材」、「使う人がつくる教材」及び「日頃から生徒と関わり、生徒の状況を最もよく知る人がつくる教材」が最適な教材であると指摘し、さらに手づくりの教材に込められた指導者の熱意は生徒に必ず伝わると述べている。このことから、技術科教員が、自身が身につけた知識・技術を活用して自ら指導内容に適した教材開発を行うことにより、工具・機器等の管理、指導力の向上及び技術科の目標を反映した適切な教材開発を行う研鑽につながると考えられる。そこで本研究では、山本ら（2003）及び谷田ら（2017）の指摘する教員の課題意識を受け、技術科教員の指導力等の向上を図ることを目的として、藤川（2021）の指摘するよい教材の条件を踏まえた、多様な材料、工具・機器

2024年2月1日受付；2024年2月29日受理

1) 高知大学大学院総合人間自然科学研究科 黒潮圏総合科学専攻  
〒780-8520 高知県高知市曙町2丁目5-1

2) 高知大学教育学部  
〒780-8520 高知県高知市曙町2丁目5-1

\*連絡責任者e-mail: doho@kochi-u.ac.jp

等を利用し、教員が身につけた材料加工技術を生かせる教材開発を行い、開発した教材の考察・検討を行った。

## 材料と方法

前章で示した目的に対し、本研究では、材料加工技術を生かした以下のような条件を満たす教材開発を行った。開発した教材は「材料と加工の技術」で扱うのではなく、「情報の技術」や「エネルギー変換の技術」等、技術科の他の内容で扱うことを想定した。

① 教員が多様な材料加工技術を生かせること

② 生活に関連した題材に即した指導が行えること

①は技術科教員の課題意識の高い項目（谷田ら 2017、山本ら 2003）に対し、種々の材料加工技術を用いることにより、技術の向上及び工具の適切な指導及び管理ができるようになることを意図している。②は技術科の目標を適切に反映した教材になることを意図している。

藤川（2021）は、良い教材の条件として、③学習内容に対する興味・関心を喚起することと知的好奇心を喚起することを備えた「おもしろい教材」であること、④実態としてイメージしにくい対象物を、視覚的・体感的に理解できる教材に代表される「わかりやすい教材」であると指摘している。そのため、①、②に加えて、③と④を考慮した教材であれば、生徒にとってよりよい教材となり得ると考える。

教員が自ら製作する教材には、実物の製品や市販教材にはない強みが必要である。例えば情報の技術における計測・制御のプログラミングにおいて教科書（田口ら 2017、竹野ら 2021）で扱われている製品及び教材は生活に根付いた技術を使用しており、洗練されたデザインのものも多い。一方でいずれもブラックボックス化されていて、構成要素が不明瞭であり、どのように動作しているのかが見えにくいという問題がある。例えば、エネルギー変換の技術において運動エネルギーの利用として提示されるモータも実物はどのような仕組みで動いているのか視覚的には理解し難い。この例は、良い教材の条件と照らし合わせると視覚的・体感的理解という点では最適ではない。すなわち、生活に関連した製品であることが一目でわかるような外観を持ち、構成要素や動作が明瞭になるような教材が望ましいと考える。

本研究では、①から④の条件を満たす技術科教材を、技術科教員が自らの材料加工の技術を生かして製作することにより、教材の質の向上及び教員の技術の向上が期待されると考え、木材・金属・プラスチック等を加工し、実際の外観に近いピアノ教材、エアコン教材、自動車教材、整流子モータ教材を製作した。これらは、生活との関わりを実感させることに加え、ブラックボックス化された動作等の仕組みを可視化する目的で開発した。ピアノ教材と自動車教材は、先行研究（道法・荒岡 2015、道法・貞方 2017）において計測・制御の仕組みの可視化という点で有用性が示され、④を満たしていると考えられる。一方で、先行研究（道法・荒岡 2015）における電子楽器教材は、タクトイルスイッチを鍵盤として音を出すことが可能であるが、教材を体験した生徒から「鍵盤の並びが異なる」と指摘を受けており、外観と教材の些細な違いが生徒の思考を逸らしてしまうと考えた。自動車教材は、プログラミング教材としてよく利用されているが、従来市販されている製品では、実社会の自動車とは異なる外観のものが多い。そのため、生活とのかかわりの深い車というよりも、プログラミングロボットというイメージが強く、日常生活とは切り離されてしまうと考えられる。このような観点から、生活との関連性を図ることやイメージの視覚化、生徒への第一印象となる部分として、教材の外観は重要な点であると考えられる。さらに、外観は材料加工技術によって工夫・改善が容易に行える部分であり、本研究の趣旨と一致する部分である。

## 結果

### ピアノ教材

ピアノ教材はPC-USB制御電子楽器教材（道法・荒岡 2015）を実際のグランドピアノに近い形に再現したものである。グランドピアノ型教材を図1に示す。図1の左上はグランドピアノの屋根のヒンジ部分、図1の右は突上棒部分を拡大したものである。屋根部分にはアクリル板を使用したプラスチック加工、突上棒部分には黄銅丸棒とアルミ板を使用した金属加工の技術を活用している。

屋根部分の加工に際して、まずは電子回路基板をグランドピアノ型に切断し、基板と同じ形で、鍵盤部分40 mmを除いて黒のアクリル板も切断した。曲

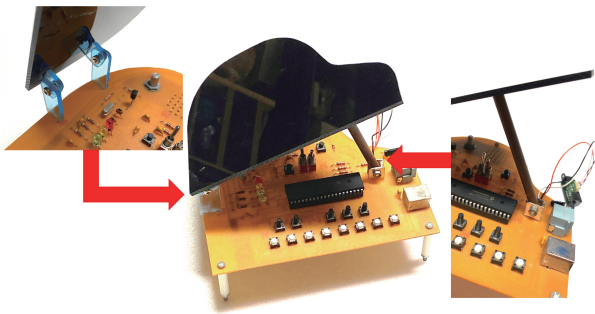


図 1. ピアノ教材 (図左: 屋根ヒンジ部分 図中央: 全体図 図右: 突上棒部分)  
Teaching material of piano (Left: Lid hinge part, Center: Overall view, Right: Lid prop part)

線部分はプラスチックカッターでの加工が困難なため、切断には卓上帯のご盤を用い、その後はやすりとサンドペーパーで切断面を滑らかに整えた。

ヒンジ部分は $15 \times 30$  mm及び $15 \times 15$  mmに切断した $t3$  (厚み 3 mm) のアクリル板を 2 枚作り、片端から 7.5 mm の部分に卓上ボール盤で穴を開けた。図 2 にヒンジ部分の部品図を示す。 $15 \times 30$  mm のアクリル板を基板に垂直に設置し、それと隣り合う位置で $15 \times 15$  mm に切断したアクリル板をピアノ型に切断した黒のアクリル板 (屋根部分) に接着した。さらにそれらをねじで接合し、上下に開閉できるようにした。

そのアクリル板を支えるための突上棒部分は、黄銅の $\phi 6$  (直径 6 mm) の丸棒を弓のこで切断し、片端に金属用のドリルを取り付けた卓上ボール盤で穴を開けた。図 3 にピアノ教材の突上棒部分の部品図を示す。 $t1$  のアルミ板の左右 7.5 mm の部分に穴を開け、両端から 15 mm の幅で折り返して、アルミ板と丸棒をねじで接合して、黄銅の支え棒が上下に動くようにした。

### エアコン教材

エアコン教材は風量制御シミュレーションを行う計測・制御システムを実現した教材であり、多様なシステムを構成可能なインタフェースボード (永野・道法 2021) に赤外線測距センサ及びモータ駆動回路を接続した構成になっている。

本教材は、ケース外装の加工、温度計部分の製作、ファンの製作、センサ・モータの設置台の製作に材料加工技術を利用した。エアコン教材を図 4 及び図

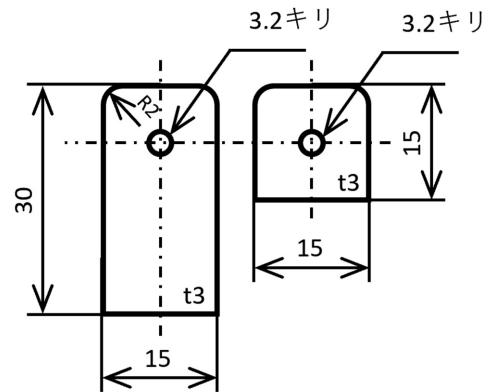


図 2. ピアノ教材ヒンジ部分の部品図  
(Parts drawing for the hinge part of teaching material of piano)

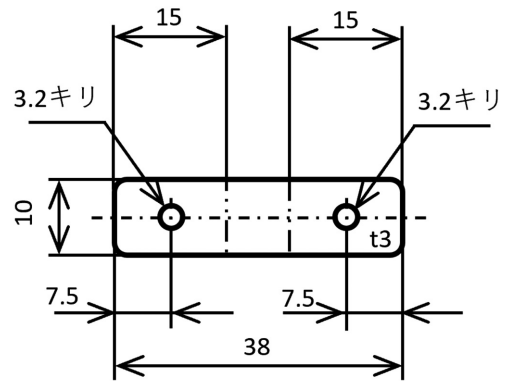


図 3. ピアノ教材突上棒部分の部品図  
(Parts drawing for the lid prop part of teaching material of piano)



図 4. エアコン教材の外観  
(Teaching material of air conditioner)

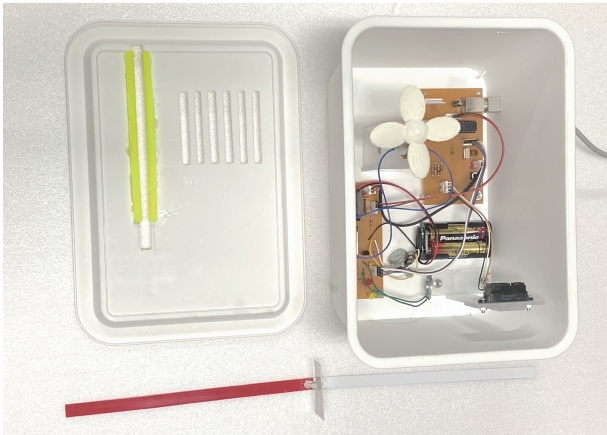


図5. エアコン教材の外観（蓋を外した状態）  
(Teaching material of air conditioner with lid removed)

5に示す。図5は蓋を外した状態である。

まずエアコン教材の外装は100円ショップで購入できる蓋つきのポリプロピレンケースをプラスチックカッターで加工を施した。具体的には、ファンを通して空気を外部に送り出す穴（制気口部）、温度計の表示部、USBケーブル接続部である。制気口部はファンの大きさに合わせ、5 mm×60 mmの穴を5 mmずつ間隔をあけて6本切り、60 mm四方のものとした。図6にエアコン教材の蓋部分の部品図を示す。USBケーブル接続部はケース右側面にUSB端子の形状に合わせて15 mm四方の穴を切り出している。

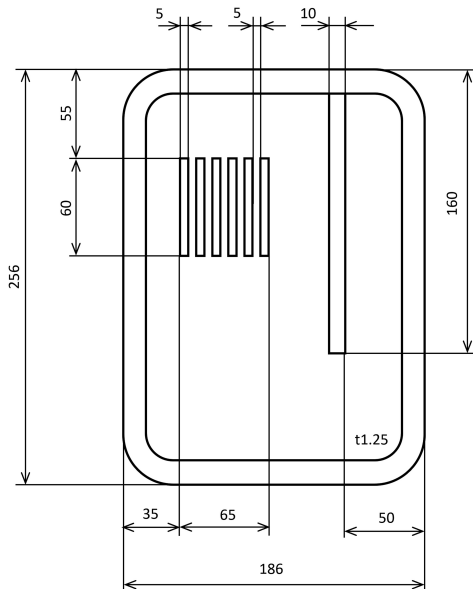


図6. エアコン教材の蓋部分の部品図  
(Parts drawing for the lid portion of the teaching material of air conditioner)

温度計部分は、エアコンに取り付けられているセンサーが検知する温度を可視化できるように赤と白の硬質塩化ビニル板を貼り合わせて温度計を模擬したものである。赤と白の接合部の裏に取り付けた板の位置を赤外線測距センサーで計測して、温度計に見立ててある。蓋の裏側に設置した可動式の温度計模擬表示部分が落下しないように蓋の裏には3Dプリンタで出力したL字の固定具を設置した。

またファンの部分も3Dプリンタで製作した。出力したファンを図7に示す。

センサー及びモータの固定台はt3の亚克力板をそれぞれの部品大きさに合わせて切断し、亚克力接着剤で接着した。それをねじでケースに固定した。モータがちょうど収まるようにRoland社製の切削加工機iModelaでt3の亚克力板を切削し、モータ固定台に接着した。図8、図9にセンサー固定台の正投影図及び写真を、図10、図11にモータ固定台の正投影図及び写真を示す。



図7. 3Dプリンタで出力したファン（3D printed fan）

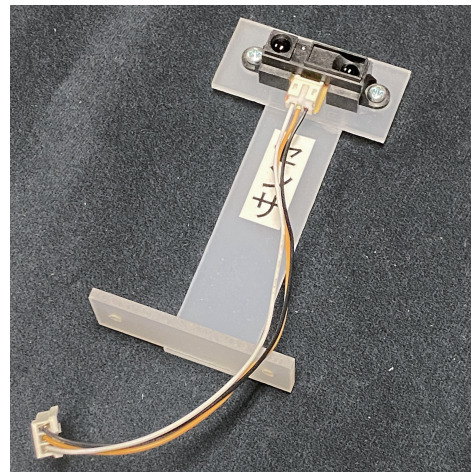


図8. センサ固定台（Sensor fixing base）

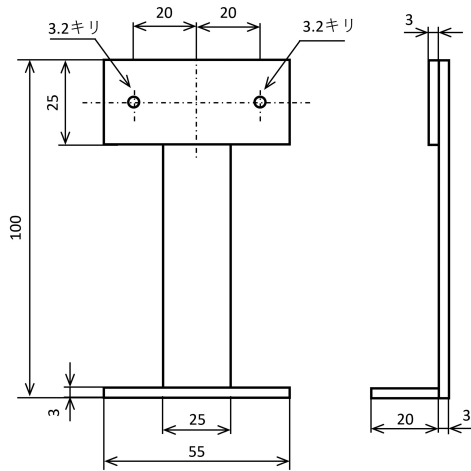


図9. センサ固定台の第三角法による正投影図  
(Orthographic projection of the sensor fixing base by the third angle method)



図10. モータ固定台 (Motor fixing base)

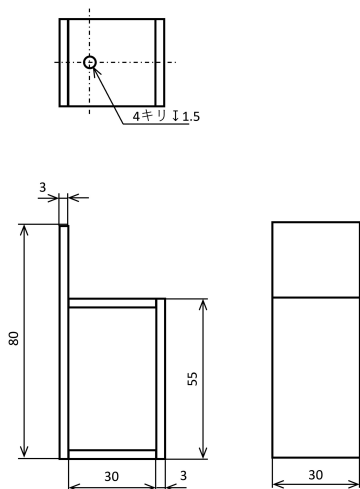


図11. モータ固定台の第三角法による正投影図  
(Orthographic projection of the motor fixing base by the third angle method)

### 自動車教材

図12に示す自動車教材は、木材などを加工し、実際の自動車の外観に近づけた。図13に自動車教材の第三角法による正投影図を示す。自動車の側面はt5の合板をのこぎりで必要量切り出し、曲線部のある外形を卓上帯のこ盤で切断した。通常のはのこぎりでは、外形の曲線を綺麗に切断することは困難だが、卓上帯のこ盤や糸のこ盤を使用することにより、曲線的な切断も可能となる。曲線部はやすりやサンドペーパーを用いてより滑らかに仕上げた。窓の部分は、ジグソーの刃先が入るように、卓上ボール盤で四隅に穴を開けてから切断した。先が細いジグソーを用いることにより、余分に切断することなく窓の部分をくり抜くことが可能である。のみや角のみ



図12. 自動車教材の外観  
(Teaching material of motor car)

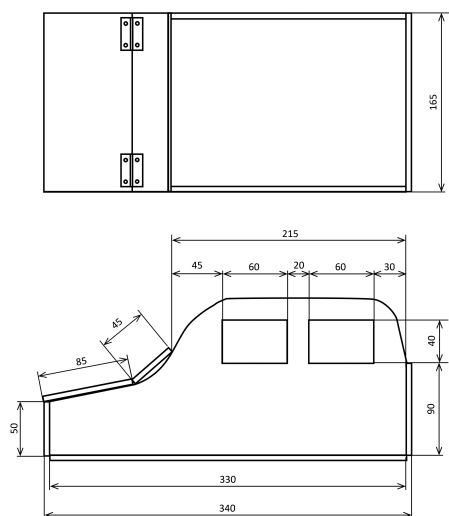


図13. 自動車教材外観の第三角法による正投影図  
(Orthographic projection of teaching material of motor car's appearance by the third angle method)

盤の使用も考えられるが、本研究においてはこの方法を用いた。

また配線を隠すことも兼ねて、座席シートをポリエチレンフォームにフェイクレザーを縫い付ける形で再現した。座席にぬいぐるみなどを乗せて走行させることが可能である。

後輪のタイヤはタミヤ社製のギアボックスを使用した。前輪は後輪と同じ長さになるように弓のこでφ3のアルミ棒を切断した。t5の合板を20mm×15mmに切断したものを接着して前輪と後輪の高さを合わせた。ギアボックスの軸と同じ高さになる15mmの位置に、3.2mmの穴を開け、軸受けを製作し、そこに切断したアルミ棒を穴に通して、両端にタイヤをつけた。

またセンサは、赤外線測距センサを車体下部に、光センサ(CdSセル)を自動車全面に設置している。赤外線測距センサ設置箇所には50mm×15mmのt5の合板を接着し、センサの取り付け穴に合わせて穴を開け、ねじで固定した。前輪及びセンサの設置箇所を図14に示す。

計測・制御基板は自動車のボンネット部分に収納し、車体前方に蝶番を取り付けてボンネット部分が開閉できるようになっている。車体前方の両端にLEDを取り付ける穴を開け、実際の自動車と同じ位置にライトがつくようにしている。

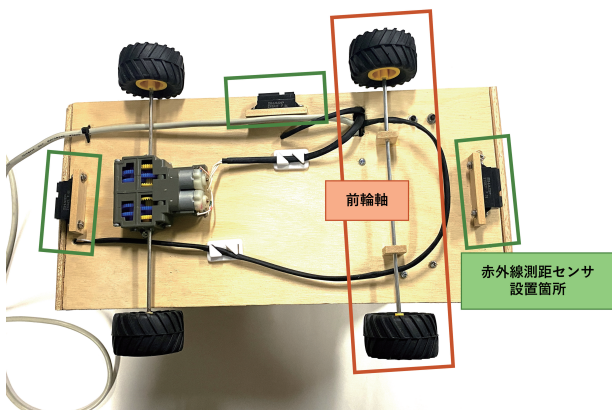


図14. センサ及び車輪の取り付け位置を示す自動車教材を下から見た外観

(View from below of motor car showing sensor and wheel mounting locations)

### 整流子モータ教材

図15に示す整流子モータはエネルギー変換または理科教材として適用可能な教材であるが、材料加工技術を駆使して製作している。φ3のアルミ棒にエナメル線を巻いて製作したコイルを固定した。エナメル線の両端にφ0.8の銅線をはんだづけし、アルミ棒に接着剤で固定し、整流子とした。また、コイルを支えるための台をt3の亚克力板で製作した。支え台の第三角法による正投影図を図16に示す。コイルは巻き数や相数を変えて実験できるように、ねじによって軸受部を着脱可能にし、コイルの取り換えを容易に行えるようにした。またブラシはt0.3の銅板を折り曲げて台にねじで固定した。銅板同士の間隔は、コイルの整流子部と接触するように調節した。

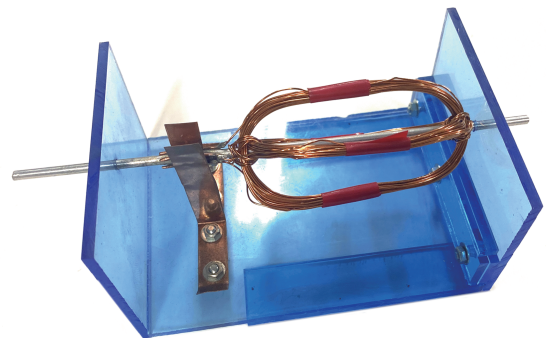


図15. 整流子モータの外観  
(Teaching material of commutator motor)

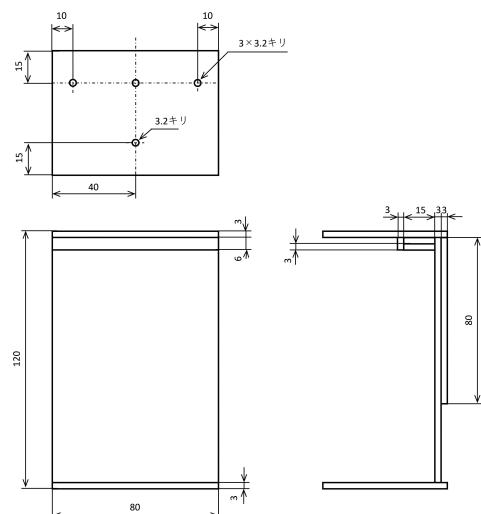


図16. 整流子モータ支え台の第三角法による正投影図  
(Orthographic projection of commutator motor support stand by the third angle method)

## 考察

本研究では、技術科教員が適切な工具・機器等の管理及び指導、適切な題材・教材の選択等に課題を抱えている点(谷田ら2017、山本ら2003)を考慮し、技術科教員の指導力等の向上を図ることを目的として、材料加工技術を生かせる教材開発を行った。開発した教材は、藤川(2021)によるよい教材の条件を踏まえ、教員が多様な材料加工技術を生かせること、生活に関連した題材に即した指導が行えること、生徒の学習内容に対する興味・関心・知的好奇心を喚起できること、視覚的・体感的理解を促すわかりやすい教材であることの4点を重視した。

開発した教材及び利用した材料、材料加工技術を表1に示す。このように1つの教材の製作に複数の材料及び材料加工技術を活用することができた。市販教材等を購入すれば、加工に要する手間や時間を削減できる反面、教員の有する技術を活用することなく、最適とは言い難い教材で授業を行うことになる。一方、本研究で開発したような、種々の材料を組み合わせ、様々な工具・機器等を利用して生徒にとって最適な教材を生み出そうとする力は、材料の特性についての理解及び特性に応じた加工技能の習得など教員自身の技術の向上が見込まれるだけでなく、教材の選定力、あるいは従来の教材の問題点を見だし、自らよりよいものを設計・製作していくという技術科の目指す本質的なねらいを実現することにつながると考えられる。また、工具・機器等の

適切な使用、管理を行うとともに、自身の体験から丁寧な指導が必要な点はどこか等に気づくことにより教員の指導力が総合的に向上し、生徒の学習効果が上がることが期待される。教員が自作した質の高い教材が直接的に生徒の学習効果を高める点は、藤川(2021)が述べる教材開発の意義と通ずるものでもある。

今後、技術科教員が学校及び生徒の実態に即した教材を構想し、材料加工技術を用いて開発することによる効果について、授業実践を通して客観的な指標に基づく評価を行っていく必要がある。

## 引用文献

- 安東茂樹. 1993. 「生徒の自学能力を高める技術科教育」, 明治図書, 東京.
- 藤川聡. 2021. 第Ⅲ章 教材開発の視点. 安東茂樹・原田信一・藤川聡(編著)「新編技術科教材論」, 竹谷出版, 京都, pp.57-74.
- 道法浩孝・荒岡斉子. 2015. 技術科教育におけるPC-USB制御電子楽器教材の開発. 日本産業技術教育学会誌57: 21-31.
- 道法浩孝・貞方優輝. 2017. PCがホスト機能を担うプログラムによる計測・制御教材の開発. 日本産業技術教育学会誌59: 167-177.
- 田口浩継ら64名. 2017. 「新編 新しい技術・家庭技術分野 未来を創る Technology」, 東京書籍, 東京.

表1. 本研究で開発した教材に用いた材料及び工具・機器等  
(Materials and tools/equipment used for teaching materials developed in this study)

教材	扱う材料	扱う工具・機器等
ピアノ教材	アクリル板 (t3), 黄銅丸棒 ( $\phi 6$ ), アルミ板 (t1), 紙フェノール銅張積層基板	卓上帯のご盤, 弓のこ, 卓上ボール盤, やすり, サンドペーパー, アクリル接着剤
エアコン教材	ポリプロピレンケース, アクリル板, 塩化ビニル板 (t0.1), ABS樹脂	プラスチックカッター, 卓上丸のご盤, 卓上ボール盤, 3Dプリンタ, 切削加工機, アクリル接着剤
自動車教材	合板 (t5), ポリエチレンフォーム, フェイクレザー, 蝶番, アルミ棒 ( $\phi 3$ )	のこぎり, 弓のこ, 卓上帯のご盤, きり, 卓上ボール盤, やすり, サンドペーパー, げんのう, 瞬間接着剤
整流子モータ教材	アルミ棒 ( $\phi 3$ ), 銅板 (t0.3), アクリル板, 銅線	弓のこ, プラスチックカッター, 卓上丸のご盤, 卓上ボール盤, アクリル接着剤

- 竹野英敏ら118名. 2021. 「技術・家庭[技術分野]」, 開隆堂出版, 東京.
- 永野玖実・道法浩孝. 2021. コンピュータとインタフェースについての指導に配慮した多様なシステムを構成可能な計測・制御教材の開発. 日本産業技術教育学会誌63: 197-206.
- 文部科学省. 2017. 「中学校学習指導要領（平成29年告示）解説 技術・家庭編」, 開隆堂出版, 東京.
- 谷田親彦・島田和典・室伏春樹・田口浩継・安孫子啓. 2017. 技術科教員の資質能力と省察の環境に対する課題意識. 日本産業技術教育学会誌59: 79-87.
- 山本利一・牧野亮哉・青木統・吉川雄二・高橋研一. 2003. 技術科担当新採用教員が抱える教科指導の課題. 日本産業技術教育学会誌45: 47-53.

#### **Development of teaching materials utilizing materials processing technology by teachers of technology education**

Kumi Nagano<sup>1)</sup>, Hiroataka Doho<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> Kuroshio Science Program,  
Graduate School of Integrated  
Arts and Sciences,  
Kochi University, 2-5-1 Akebono-cho,  
Kochi, Kochi 780-8520, Japan

<sup>2)</sup> Faculty of Education,  
Kochi University, 2-5-1 Akebono-cho,  
Kochi, Kochi 780-8520, Japan

#### **Abstract**

Teachers of technology education in junior high school have acquired their own skills based on the basic studies corresponding to each content area so that they can teach each content area appropriately, but they are concerned about their teaching skills and the selection of subjects and teaching materials. Although commercially

available teaching materials are easy to use, it is pointed out that it is difficult to consider the relationship between life and technology. On the other hand, teaching materials developed by teachers themselves reflect the subject matter and teaching aims, and can be the most suitable teaching materials for the students. In this study, we developed teaching materials that utilize various materials processing technology based on the following four points: (1) teachers can make use of various materials processing technology, (2) teaching materials can be adapted to subjects related to daily life, (3) teaching materials can arouse students' interest, concern, and intellectual curiosity toward what they learn, and (4) teaching materials are easy to understand and promote visual and experiential understanding. The teaching materials developed were the piano, the air conditioner, the motor car, and the commutator motor teaching material. The development of the above teaching materials is expected to improve the teachers' own skills, ability to manage appropriate tools and equipment, ability to select teaching materials, and problem-solving ability, and is expected to improve the effectiveness of students' learning by improving the teachers' teaching skills.

Key words: technology education, materials and processing technology, development of teaching materials, improvement of teachers' teaching skills