

キーボード付き micro:bit を用いたプログラミング学習装置の 製作による統合的な技術教育の提案

* 水谷 好成, ** 武井 眞澄

Proposal of Integrated Technical Education by Manufacturing a Device That Combine micro:bit
and Keyboard for Programming Learning

MIZUTANI Yoshinari and TAKEI Masumi

要 旨

視覚障害のある者とのコミュニケーションに用いられている点字／指点字を学習するために開発した micro:bit 制御型学習装置において考案した7ビットキーボードは、micro:bit のプログラミング学習用の拡張周辺装置として活用できる。標準入力である A・B ボタンの2ビットに7ビットを加えることで入力できる情報量を増やしたプログラミング学習装置になる。このキーボードを含めた学習装置の製作工程には、フライス盤による穴あけ加工、アクリル板の切断・曲げ加工などの機械工作、ハンダ付けによる電気配線工作のような様々な工作技術が多数含まれている。製作物の使用を前提とした加工実習であれば、最終ゴールをイメージしやすくなり、実習をする目的をわかりやすくすることができる。学習で使用する装置の製作加工から製作物を活用した学習までを一連の学習とすることによって、効果的で統合的な学習方法を提案できる。

Key words : 技術教育, プログラミング学習, 材料加工, micro:bit, 指点字

1 はじめに

技術教育においては、製品の設計・製作をできるようになるために多くの技術や知識を教えるとともに、様々な製作加工技能を身につけさせることが重要である。座学で知識を教えるだけでなく、理論的な知識をもとに実習をとおして反復練習させて、知識と関連付けた技能として定着させることが必要である。しかし、教えずにはならない学習内容の多様性に比べて、知識や技能を習得させるための学習時間数を十分に確保することは難しい。そのため、複数の技術に関する学

習を融合させた様々な教材が開発されている(松本ら, 2013;川添ら, 2019)。ICTの進歩と普及によって様々な安価で扱い易いマイクロコンピュータボードが開発され、技術教育においても、それらを用いた新しい多くの学習方法が提案・実践されている。micro:bit¹⁾は世界的に普及しているマイコンボードの一つで、理解しやすいブロックプログラミングができるため小学校の学習でも用いられている。多くのセンサと無線機能を有し、V2.0以降はマイク・スピーカー機能が標準装備され、活用の可能性はさらに高まっている。このマイコンボードを活用した教育実践は、プログラミ

* 宮城教育大学教職大学院

** 宮城教育大学教育学部

ング学習の必修化と連動して様々な実践事例が報告されるようになった。著者等の開発した点字／指点字学習装置も、その応用実践の一つである(水谷・千葉ら, 2020a; 水谷・千葉ら, 2020b)。micro:bitには標準外部入出力の3端子があるが、応用実践をするためには標準の入出力端子だけでは不足している。6ビットの点字情報は端子数が不足して入力できなかつたため、拡張変換コネクタを介して入力可能な端子数を増やし、6ビット入力ができるキーボードを拡張装置として接続する方法で指点字学習装置を実現した。さらにスペースキー(以下SP)を加え、7ビットキーボードに改良して、指点字学習装置の実用性を向上させた(水谷ら, 2021)。この点字入力用キーボードを7ビットの数値入力装置として活用すれば、LEDマトリクスのような標準的に使用されている機能を有したままでプログラミング学習の要素を増やすことができる。さらに、このキーボード付きのmicro:bitの学習装置の製作工程が様々な機械・電気工作の学習要素を含んでいることに着目し、自身が使用する学習装置を自身で製作させることで、加工実習に取り組む意欲を向上できないか考えた。本論文では、micro:bitに数値入力キーボードを付加したプログラミング学習装置を提案するとともに、電気・機械の加工技術の実習を組み合わせ合わせた統合的な技術教育を提案する。技術やものづくりを学ぶ学生に対するカリキュラム上の講義・実験実習で十分に扱われていなかった加工に関する知識や技能を習得させるために、学習装置を製作する加工実習とプログラミング学習を融合する学習を検討した。

2 プログラミング学習装置としての指点字学習装置の検討

視覚障害のある者とのコミュニケーションに用いられる「点字」は3行×2列の6点の組み合わせで表現する6ビット情報である。点字を刻印する点字タイプライターでは点字を左右の各3本的手指に割り当ててキータイピングする。送信者と受信者が手指を重ねて、このタイピング方法で指に触れて伝える方法が「指点字」(図1(c))であり、視覚に加えて聴覚にも障害が重複している場合にリアルタイム性の高い情報伝達手段として用いられる(武井ら, 2021)。著者等が開発したmicro:bit制御の指点字学習装置は、6ビットキーボード入力の結果を5×5のLEDマトリクスで、カナ文字・数字・アルファベットとして表示する。micro:bitには様々なセンサが組み込まれているが、外部入力スイッチの数は多くはない。標準仕様では2つのボタンスイッチによる2ビット入力(0~3)しかできず、外部入出力端子P0~P2を用いてタクトスイッチを接続しても3ビット入力(0~7)しか追加できない。これに対して、指点字学習用キーボードを使えば、6ビット(0~63)情報を同時入力でき、SPキーを加えれば7ビット(0~127)情報の入力が可能になる。micro:bitの拡張用の外部入出力端子はLED表示やA・Bのボタン入力など複数の用途に割り当てられているため、端子の選択に注意が必要である。指点字学習装置の7ビットキーボードでは、5×5のLEDマトリクス表示およびA・Bボタンなどの通常用いられ

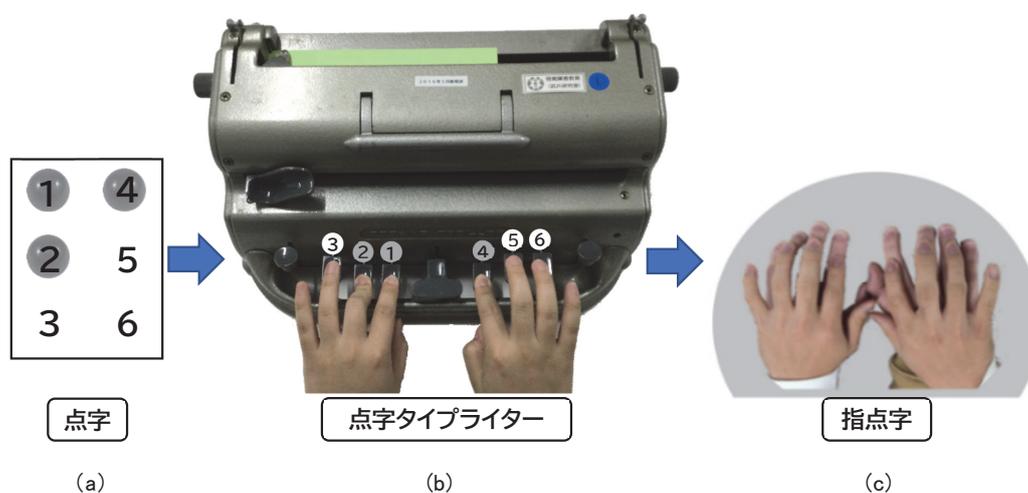


図1 点字の表記例(「え」と点字タイプライター及び指点字での指の配置

ている機能を残したままで、外部入力要素を増やしたマイコンボードの構成に改良できたことになる。この改良によってコンピュータの文字コードの基本である7ビットのASCIIコードが入力できるようになり、これまではできなかった学習の提案も可能になる。さらに、指点字学習装置では6ビットの1回入力力で清音(50音)を入力し、2回の6ビット入力を組み合わせる方法によって濁音・半濁音・拗音・拗濁音・数字・アルファベットなどの入力も可能にしている。このアルゴリズムを利用すれば、7ビット(0~127)を超える情報も入力可能になり、桁数の大きな数値入力を用いてできる学習のバリエーションを増やすことができる。指点字学習装置ではBluetoothの無線通信機能を用い、グループごとに相互通信機能を利用した学習を可能にしている(水谷・千葉ら, 2020)。この方法を用いれば、グループ別の双方向性のあるプログラミング学習の提案も行いやすい。

3 加工技術学習としての指点字学習装置の検討

micro:bit制御の指点字学習装置の機能確認だけであれば装置の個数は少なくとも良いが、装置の実用性を検証する多人数を対象にした実践においては多数の装置を用意しなくてはならない。研修の方法によって人数は異なるが、盲ろう者のための通訳介助員の養成講習(三科ら, 2022)では20人ほどの受講生が対象であり、受講生数に応じた学習装置を用意する必要があった。講習後も装置を持ち帰って反復練習させることが望ましいが、装置を貸し出すと他の研修や授業などで使用する学習装置が不足する。研修のアフターフォローを考慮した講習を継続的に実施するためには、研修人数に対応できる数の装置を効率よく製作する必要があった。そのため、加工精度が高く、比較的短時間で同じ品質の装置を製作する方法を検討した。工作機械を組み込んだ製作工程を見直して整理した結果、技術教育を学ぶ学生に習得させたい機械・電気加工技術の加工要素が多数含まれていた。そこで、指点字学習装置をプログラミング学習装置として製作させることで、プログラミング学習と機械・電気工作を組み合わせた融合的な学習ができないかと考えた。

指点字学習装置はmicro:bitを搭載する制御部台座と指点字入力部のキーボードの2つに分けて製作され

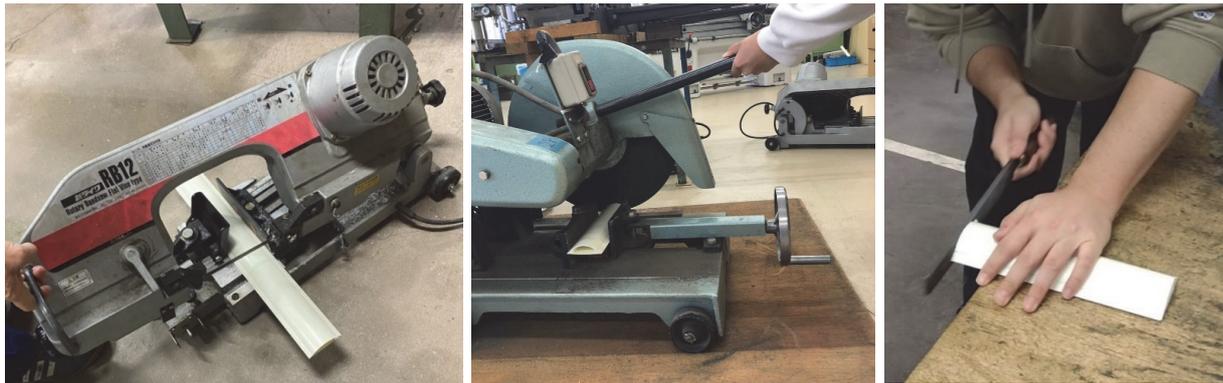
る。様々な加工実習指導をする教員を養成するためには、簡単で便利な工作機械の使用法とともに、学校現場で実際に指導する手作業の加工技術も組み合わせ習得させることが重要である。そこで、機械工作工程に手加工を組み込む製作手順を検討した。以下、プログラミング学習装置の製作工程において使用する工作機械や加工方法学習における注意点を含めて整理する。

3.1 キーボード製作加工

6ビット+SPの7ビットキーボードは、以下の1)~4)の手順で製作する。各工程で用いる工作機械・工具は以下ようになる。

- 1) モール(PVC)の切出しとやすりがけ(図2): 卓上横型バンドソー・高速カッター・やすり
- 2) スイッチキーの穴あけ(スイッチ用: 14mm角)・ケーブル用穴あけ加工(図3): 縦型フライス盤・バイス・クランプ
- 3) キーボードスイッチキーの取付け(図4(a・b))
- 4) 制御部とのコネクタケーブルの取付け(図4(c)): ハングゴテ、熱収縮チューブ用ヒートガン

キーボードの材料としては床や壁でケーブル配線に用いる幅が広くて長いモールを短く切断して利用する。手引き鋸で切り出すことも可能であるが、1)のモールを卓上横型バンドソー・高速カッターで切出す加工を組み入れた。工作機械を使用することで加工精度が高まることを実体験させたいと考え、短時間で精度の高い加工ができる卓上横型バンドソー(図2(a))または高速カッター(図2(b))で切断させた。切断後に切断部をやすりによる手加工(図2(c))で整える。2)のスイッチキーの穴あけ加工は、装置の試作段階で行っていたプラスチック用ホットナイフによる簡易的な加工方法では、加工精度が低くて多数の装置の製作には適さない。そこで、加工精度の高いフライス盤による加工に変更した。エンドミルと呼ばれる切削工具を取り付けて回転させ、バイスとクランプでテーブルに固定した加工素材を前後・左右方向に移動させて切削加工する(図3の上)。基礎的な切削加工機械のボール盤のように、回転するドリル刃(切削刃)を上下に移動させる加工法ではなく、エンドミル(切削刃)に対して加工素材を移動させて切削する点に特徴がある。フライス盤は現在の中学校の技術・家庭科の学習の実習



(a) 卓上横型バンドソー加工

(b) 高速カッター加工

(c) やすり加工

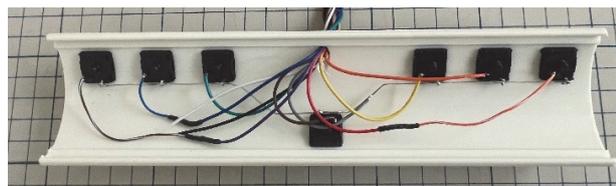
図2 加工作業(1)



図3 加工作業(2): フライス盤加工



(a) キースイッチの取付け



(b) キースイッチの配線(裏側)



(c) 完成したキーボード

図4 加工作業(3): キースイッチ加工

としてはあまり扱われてはいないが、機械加工では代表的な工作機械であり、工業高校の実習では指導されている。中学校の技術科教員の養成においても、適切に工作機械を使用することで加工精度が格段に向上することを経験させておくことは望ましい。曲面のあるモールに対する加工をするために、切削する部材を固定するバイスの効果的な使用方法についても学ばせる必要がある。3)のキースイッチには、触覚フィードバックを重視してメカニカルスイッチでクリック感のある Cherry MX 規格のスイッチを用いた。このスイッチは同一サイズで押下圧が異なるタイプやクリッ

ク感のないタイプも用意されている。そのため、利用者のニーズに基づいて、より使いやすいスイッチを選択させてカスタマイズすることもできる。キースイッチのコネクタの電気配線ではフラックスやハンダごてを適切に使用方法について学習させる。ハンダ付け加工は簡単ではあるが、スズメッキ線(単芯)を用いた立体的なハンダ付け加工であるため、プリント基板上のハンダ付けよりもやや難しい。ハンダ付けの接合部は熱収縮チューブを用いて絶縁し、専用のヒートガンで加工する。熱収縮チューブ以外の絶縁加工処理としては、絶縁ビニルテープで被覆する方法がある。

しかし、絶縁ビニルテープによる被覆は粘着部が経年劣化するため最適な加工方法ではない。熱収縮チューブの加工では、ハンダ付け前にケーブルを通していき、ハンダ付け後に加熱してチューブを収縮させる。ハンダ付け後に行う絶縁ビニルテープによる被覆とは作業手順が異なるので注意が必要であり、初心者が手順を間違いやすい作業の一つでもある。コネクタの本体制御部とのコネクタ接続においては、エッジコネクタ変換基板に合わせてコネクタ端子の取り外しや再取付けが必要になるため、コネクタの組み立て構造をよく理解しておく必要がある。コネクタケーブルは結束バンドで抜け止めをする。この結束バンドも工作でよく利用させる材料であり、様々な状況でも活用ができるので経験させたい学習要素の一つである。

3.2 制御部台座の製作

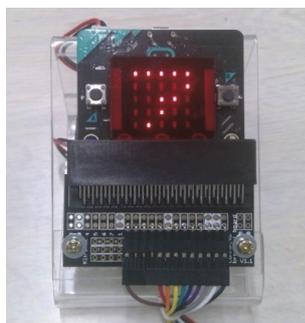
micro:bit を固定する制御部台座は、以下の 1) ～ 10) の手順で製作する。各工程で用いる工作機械・工具は以下のようになる。

- 1) アクリル板の切出し：プラスチックカッター（アクリルカッター）
- 2) アクリル板の穴あけ加工（ビス用）：フライス盤 [ボール盤でも代用可能]
- 3) アクリル板曲げ加工：アクリル板曲げヒータ
- 4) 電池ボックスのコネクタ端子加工取付け：精密圧着ペンチ
- 5) 電池ボックスの取付け（皿ねじ）
- 6) エッジコネクタ変換基板の加工：ハンダごて
- 7) ディスプレイ部赤透明アクリル板の加工：レーザーカッター
- 8) 赤透明のアクリル板の取付け

9) エッジコネクタ変換基板の取付け（ナベ小ねじ）

10) 入力キーボードとのコネクタ接続

制御部台座の製作（図5）は手加工が主になる。制御部の筐体を用いるアクリル板の加工はレーザーカッターを用いる機械工作加工でもできるが、教育現場での加工を想定して、意図的にプラスチックカッターによる手加工をさせた。機械工作に慣れると、簡単に高い精度を出せる機械加工に頼りたくなるが、手加工の技能を習得していることが前提である。その意味でも、練習によって精度を出せる場合は手加工を選択するのが良いと考えた。薄いプラスチック板であれば、通常のカッターやハサミによる加工もできるが、厚いプラスチック板は専用のプラスチックカッターを使用する必要がある。プラスチックカッターによる切断では、独特な形状の刃で切断部を削って溝を作る。溝部分の機械的な曲げ強度が小さいことを利用して破断する加工法である。ガラス板の切出し加工で用いられる手法であるが、経験していないとわかり難い加工方法である。中学校の実習でも利用できる加工方法であるために、教員養成段階で実習経験をさせておくことが望ましい。定規を用いて丁寧に溝加工をする技術を学ぶことも重要な実習要素である。2) のビス用の穴あけ加工はボール盤を使用してもよいが、ここではキーボード製作と連動させてフライス盤加工で行った。3) のアクリル板の曲げ加工は素材が加熱で軟化する性質を利用しており、中学校の実習でも活用されている。アクリルが熱によって軟化する熱可塑性を有していることは経験させれば容易に理解できるため、経験させておきたい加工方法である。この加工実習では曲げ角度を調整できる機能を有した接触加熱型の曲げ加工機を用いた。目指す角度に曲げるためには角度固定するジグを



(a) 前面



(b) 側面

図5 アクリル板を筐体とする制御部台座

用いて角度合わせをする方法もある。やや厚いアクリル板の曲げ加工では赤外線を利用した非接触加熱方法も利用される。複数の加工方法や工具・ジグを併せて紹介することによって学習要素を増やすことができる。アクリル板の曲げ加工後、アクリル用接着剤で接着固定する。アクリル用接着剤による接合は、他の接着剤による接合と異なり、アクリル自体を融着させる。接合強度が高くなるとともに仕上がりもきれいになるが、作業に慣れないと接合面が汚くなるため多数回の練習が必要で、経験しないと難しさがわからない加工方法の一つである。

4) は micro:bit 用の電池ボックスの加工である。PH コネクタ端子が加工されている電池ボックスも市販されていたが、ON/OFF するスイッチが無いために、別途スイッチを付加する必要があった。そこで、バー式のスイッチがある電池ボックスに PH コネクタを圧着加工で取付ける方法で micro:bit に接続できるようにした。圧着加工はアルミのようなハンダ付け加工ができない部材を接合するときに用いられる。適切に加工できれば、ハンダ付け加工よりも電気接続性は高くなる。PH コネクタ端子の部品は小さいため、専用の精密圧着ペンチを用いて、端子銅線部とケーブル部固定の2回の圧着加工を丁寧に行う必要がある。リード線が細くて端子部品が小さいため、適切に加工しないと使用中に電気接触不良を起こす可能性があるため注意が必要である。6) は micro:bit のポート数を増やすためのエッジコネクタの変換基板加工である。7) は赤色 LED の視認性を良くするための赤透明のアクリル板の加工である。このカバーはサイズが小さくて精度の高い加工が必要であるため、レーザーカッターによって切出す加工法で製作した。手加工と機械加工を目的に応じて使い分けることも教えておく必要がある。

4 加工技術実習・情報技術実習としての検討

4.1 実習の実施と評価

令和3年度に本学の中等の技術教育専攻および初等の情報・ものづくりコースの学生4人を対象にして試行的な実習を実施して加工工程を精査した。その結果を基に、令和4年度には13人の学生を対象にし

て、工作機械の台数と対象学生の実習可能な時間帯に合わせて複数グループに分けて加工実習を行った。学年と専攻・コースなどの違いによって実習前の理解度や技能に差異が大きく、教育実習や病気等の要因でグループごとに説明や加工実習の進行速度を変えて、指導内容を調整した。過去に類似した加工実習の経験の有無によっても工作に要する時間は変わった。バンドソー・高速カッターからフライス盤加工までに要した時間は2～7時間、アクリル板加工は1～7時間で学生の基礎的なスキルによってバラツキはあったが、最も速い学生は3時間程度で製作が終了できた。令和4年度の実習完了後に、本学習の改善のためのアンケート調査を参加学生に対して実施した。実習時間の確保の関係で最後まで完了しなかった学生を除いて回収できた12人のアンケート結果を基に、加工実習の内容と意義を評価した。

4.2 機械加工実習に関する検討

学習装置の製作実習で使用した工作機械と工具を表1に示す。プラスチック材料加工が主となっている。表中の*印を付けた工作機械・工具は通常の方法加工の題材によっては扱われないが、機械・工具の使用法を知っていることが望ましいものである。設計・加工方法の選択によっても異なるが、鋸・鉋・やすり・玄翁のような限られた工具で製作できる木材加工(本棚)の事例と比較すると、本装置の製作で使用する工作機械・工具の数は多く、様々な工作経験をさせるという目的に適した題材である。

使用した各機械の使用経験の有無に対する質問では、過去に経験をしたことがない工作機械としては、フライス盤が最も多かった。75% (9人) が初めての経験で有り、2回目が16.7% (2人)、3回目以上が8.3% (1人) であった。フライス盤の操作難易度の質問に対しては、[やや難しかった] 75% (9人)、[やや簡単だった] 8.3% (1人)、[簡単だった] 16.7% (2人) となった。難しかった要素はハンドルの回転数を調整してエンドミルを横移動させる操作を挙げている回答が多かったが、慣れてしまえば簡単であったという感想を述べている者もいた。高速カッターの経験に対する質問では、[初めて] 58.3% (7人)、[2回目] 33.3% (4人)、[3回目以上] 8.3% (1人) であった。バンドソーは製作に使用しなかった学生が3人おり、

表1 製作実習で使用した工作機械と工具類

切断・切削加工
卓上横型バンドソー*
高速カッター*
縦型フライス盤*
レーザーカッター*
プラスチックカッター*
けがき針*
やすり
折り曲げ加工
アクリル板曲げヒータ*
接合関係工具
精密圧着ペンチ*
ハンダごて
ドライバ
ヒートガン (電気絶縁処理)

[初めて使う者] 7人, [2回目] 1人, [3回目以上] 1人であった。高速カッター・バンドソーは比較的簡単な工作機械であり, 金属加工実験実習や木材加工実習などで使用経験のある者がいた。

アクリル板加工を初めて経験した者は83.3% (10人) で2回目が16.7% (2人) であった。難易度に対しては, [簡単だった] 8.3% (1人), [やや簡単だった] 33.3% (4人), [やや難しかった] 50% (6人) であった。難しかった要素としては熱による曲げ加工でうまく曲げることができなかつた点と切断加工において定規に合わせて傷をつける操作が挙げられていた。作業は簡単であるが, 何度か経験をして作業に習熟しておく必要がある。アクリル板加工の切断は中学校技術の製作実習でも利用できる加工であり, 指導できる技能を身につけておくことが望ましい。

機械加工の楽しさに関しては, [とても感じた] 75% (9人), [やや感じた] 25% (3人) であり, 楽しさを感じながらも工作の楽しさを経験させる実習になったといえる。今回の加工実習が中学校技術や小学校のものづくりなどの指導で役立つかという点に関しては, [とても役立つ] 41.7% (5人), [やや役立つ] 50% (6人), [あまり役立たない] 8.3% (1人) であった。役立つと考えた要因としては, 「道具の説明の際に実際にどんな加工を行ったかを合わせて説明することで具体性をもって話すことができる。技術指導においては技術面に関しても得意になる必要があると感じており, 切削作業経験は役に立つと感じた。様々な加

工のための機器を扱ったことで何かを作るときに, どんな道具が必要で, どれだけの時間が必要かを考える。道具を安全に使用するための使い方を学ぶことができたので, 学校現場で指導する際も安全に使用できるように指導することができる。安全に楽しく使わせられるから, アドバイスができる。」などが挙げられていた。実際の製作指導では用いない加工経験であっても, 加工を経験していること自体に意義があると感じている学生が多かった。

本装置の製作工程においては, 本学の機械・電気技術に関する実習で扱うことができなかった加工方法が多く含まれているため, 補足的な加工実習として適した題材である。製作物をどのような手順で加工するかを考えながら加工に適した機械や工具を段階的に経験する実習は, 様々な加工技術の中から適切な加工技術を見出すスキル, 実用的な加工精度を実現する加工スキルを向上させる実習になっている。フライス盤によるキーボードのキースイッチ部の加工は, 3DモデリングマシンでCAD設計から機械制御で加工する方法にも展開できる。CAD学習はレーザーカッターによる自動機械加工実習と関連した学習として提案することができる。

4.3 プログラミング学習に関する検討

指点字学習装置は, 点字・指点字を介したコミュニケーションを目的として開発した学習装置であったが, 7ビットの入力キースイッチを備えたことで micro:bit の学習を有効にできる装置の要素が増えた。micro:bit の標準状態で使用できるのは A・B ボタンだけであるため, A・B・A+B (A と B の同時押し) の3状態のみとなる。SP キーを含めた7ビットキーボードにしたことで, 0~127の状態を選択できるようにしたのは大きな利点である。プログラミング学習の内容によって利用の仕方は様々なので, ここではいくつかの可能性を示す。

指点字学習装置では, キーボードに点字用のキー割り当てをしたが, プログラムを修正することで, 2進数→10進数変換の学習に利用できるようになる。1~7のキースイッチとして利用する方法もある。無線通信機能を利用した学習を行う場合, 学習者ごとに無線通信チャンネルを割り当てる必要がある。通常はプログラム内でチャンネル指定をするが, A・B ボタンスイッ

チと7ビットキーボードを使うことで無線チャンネルを設定変更する機能を付加できる。図6は、初期値を0として通信しないモードとして、6ビットキーでチャンネルを選択し、SPでリセットする手順の例である。この方法であれば、個人モードを0として、1～63のグループを設定できる。2人1組とした場合126人に対応できるので、100人規模以下の授業に対応可能である。A・Bボタンスイッチに7ビットキーボードを加えることで活用方法を増やすことができた。

情報技術に関する学習には、Visual Basic や Scratch, Python, C言語などを用いてPCのみで実施できる学習とPCおよびmicro:bitやArduinoのような小型マイコンを用いて様々な機器を制御する学習がある。micro:bitは各種のセンサ機能およびLEDマトリクスと音出力機能を有しているが、3ビット以上の情報入力が難しいという制約があった。これに対して、7ビットキー入力装置の付加によって2進数の考え方を学習要素として取り入れやすくなり、0～127の条件設定が可能になったことでプログラミング

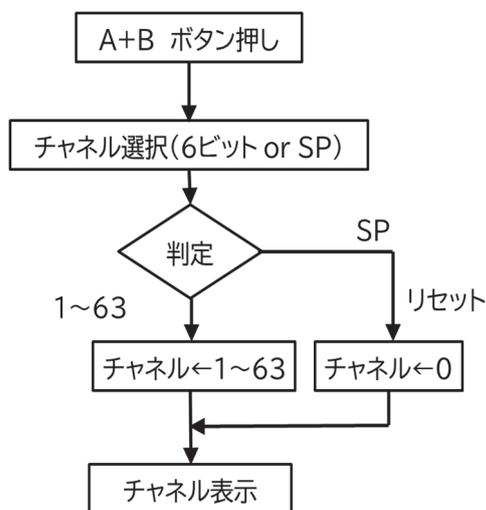


図6 通信チャンネル設定手順例

学習として扱える課題を増やすことができた。さらに、機械加工実習と組み合わせたことによって、目的に応じて入力装置を製作する学習に発展させることができた。7ビット入力キーボード加工実習の発展として、8ビットキーボードを製作すれば「ド・レ・ミ・ファ・ソ・ラ・シ・ド」の1オクターブの音階に割り当てることができる。図7はキーを押すとLEDが点灯して該当する音を選択することができるようにした8ビットキーボードである。micro:bitを用いた音楽の指導教材としても活用できる発展的な学習の事例であり、本研究で提案した加工実習後の卒業研究において製作された。加工実習経験をさせたことで、基本的な製作加工は1時間程度で可能であった。様々な加工実習を経験させて、図7のような入力装置例を示し、「ものづくり教材演習」の自由課題において、タッチ式の静電容量型スイッチとプログラミング学習を融合させて取り組ませた。その結果、タッチ式キーボードで演奏する簡易電子楽器、360°サーボモータを用いたオリジナルロボットカーと無線型コントローラ、0～9の数値キーとリセットキーを有したキーロック解除装置、タイマー時間を設定できるタッチ式タイマーという加工技術を活用した発展的な作品が製作された。本論文で示した実習以外で経験させたレーザーカッターを利用する学生もあり、機械加工実習とプログラミング学習の融合によって生まれた作品といえる。

5 融合的な技術関連実習としての検討

使用目的を明確にした装置の加工実習は、製作のモチベーションが明確になるので実習に取り組みやすいと考えられる。「実際に利用する装置の加工実習は実習の題材として、実習に取り組む意識の向上に有効だと思いますか」という質問に対しては、[有効]

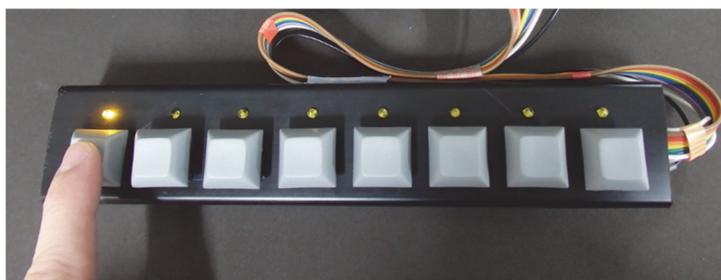


図7 音楽用音階に適用した8ビットキーボード

66.7% (8人), [やや有効] 25% (3人), [あまり有効でない] 8.3% (1人)であった。また,「機械加工の楽しさを感じましたか」という質問に対しては,[とても感じた] 75% (9人), [やや感じた] 25% (3人)であった。実習に取り組む意識の向上に変化がない者もいたが,全体としては意識の変化に良い影響は出ており,加工実習自体に対しては全員が楽しさを感じ,実習自体に対して肯定的であった。実習全体への自由記述において,以下のような回答が得られた。「こういう機械があるということを知っていたり,その使い方をわかっていることと,できることは別だから,やはり一度はやってみるということは大事だと感じた。」「最初は使ったことのない機械だったので不安でしたが,行っていくうちに楽しくなってきました。安全性と自分で上手に加工できたときに達成感が生まれるし,使う人のことも考えながら行えるものでした。」参加者個々のとらえ方は異なったが,感想の中から様々な機械加工を実際に経験させたことによる学習効果があったと考えられる。

加工に使用する機器の台数の関係で多人数の実習を行うことは難しかったため,学部の授業で経験してきた加工実習を補足する学習として経験させた。卒業研究や教材開発の演習において学んだ加工技術を用いた学生もおり,教員養成の仕上げとする卒業研究や教材開発演習などの学習活動に有効であったと考えられる。複数の加工技術を組み合わせた学習と製作した装置を利用する学習を組み合わせることで,タッチスイッチを自作して組み合わせる作品の製作学習に展開できた。加工実習やプログラミング学習の本質は,想定した製品を作るために必要な技術を習得することにある。製作するキーボードの種類やレーザーカッターによる加工実習の組み込みのような工作機械の設定やプログラミング学習との関連付け方法など,検討・改善できる余地は多く残されている。しかし,学習の進め方として,加工実習が想定する製品を作るためのものであり,製品を機能させるためにプログラムを作るという過程をイメージさせる学習を実現する手掛かりを得ることができた。製作加工から製作物を活用した学習までを一連の学習として取り組ませることによって様々な学習要素を融合させることができ,効果的な学習方法となる可能性を示すことができた。

付記

本研究では,水谷が学習に関する全体設計を行い,装置の製作工程の設計・検討と論文執筆は著者全員で担当した。機械加工においては加藤敏氏の協力をいただいた。記して感謝申し上げる。なお,本論文に関して開示すべき利益相反関連事項はない。

注

- 1) micro:bit : <https://microbit.org/ja/> (アクセス確認:2022/09/23)

参考文献

- 川添久美・世良啓太・谷口義昭(2019)技術教育における機械・金属加工分野の教材開発,次世代教員養成研修センター研究紀要,5:327-331.
- 松本金矢・古市裕太・中西康雅(2013)技術教育のための総合的な材料加工教材の提案,三重大学教育学部附属教育実践総合センター紀要,33:45-50.
- 三科聡子・武井眞澄・水谷好成(2022)無線通信機能を有した指点字学習装置の活用を検討-盲ろう通訳・介助員養成講習等での使用を踏まえて-,宮城教育大学情報能力活用機構研究紀要,2:97-102.
- 水谷好成・千葉翔平・武井眞澄(2020a)盲ろう者のコミュニケーション補助のための指点字学習装置の検討,第63回日本産業技術教育学会全国大会,p.165.
- 水谷好成・千葉翔平・武井眞澄(2020b)micro:bitを用いた無線型指点字学習装置の基本機能の検討,第38回日本産業技術教育学会東北支部大会講演論文集,1-2.
- 水谷好成・武井眞澄・福士丈生・千葉翔平(2021)micro:bitを用いた暗眼者用指点字学習装置の開発,日本産業技術教育学会第64回全国大会講演要旨集,p.152.
- 水谷好成・武井眞澄・福士丈生・野田佳澄(2021)micro:bitを用いた視覚障害者用サイモンゲームの検討,宮城教育大学技術科研究報告,23:38-39.
- 武井眞澄・水谷好成・岩本正敏(2021)盲ろう者支援のための指点字学習用キーボードの開発,第39回日本産業技術教育学会東北支部大会講演論文集,49-50.