

ものづくり基礎実習内容の変更と改善

著者	太田 信二郎, 永田 照三, 戎 俊男, 大石 武則, 深見 智茂, 津島 一平, 水野 隆
雑誌名	技術報告
巻	24
ページ	37-40
発行年	2019-03-20
出版者	静岡大学技術部
URL	http://doi.org/10.14945/00026798

ものづくり基礎実習内容の変更と改善

○太田 信二郎*1、永田 照三*1、戎 俊男*1、大石 武則*1、深見 智茂*1、津島 一平*1、水野 隆*2
(静岡大学 技術部 教育研究第一部門*1、ものづくり部門*2)

1. はじめに

静岡大学工学部に入学したすべての1年生は工学基礎実習（前期に開講）及び創造教育実習（後期に開講）という2つの実習を受講する。2つの実習は科目名こそ異なるものの、1年を通じて連続的に学習を進める内容となっている。受講生らはロボットを教材として用いながら工学に関連する基礎知識や基礎技術や、チームワーク力といった、社会から求められる力の習得を目指す。

実習で用いるロボット教材のマイコンはParallax社のBASIC Stamp2を2006年の実習開講当初より使用している。このマイコンはBASICインタープリターを内蔵し、プログラミング経験の乏しい人でも制御しやすいものであった。一方で、教育目的に開発されたマイコンであり、関連する情報量が限られていた。そこで、数年前よりマイコンの変更を検討し、本年度から、新たなマイコンとしてArduino UNOを利用することとした。マイコンの変更に伴い各種実習内容の変更やそれに伴うテキストの改定などを実習担当教職員で行った。マイコンの変更以外にも毎年の実習を続ける中で、実習担当者は学生の理解度や質の変化を踏まえて常に改善を行ってきた。ここでは改善の一端を紹介する。

2. 実習の概要

「工学基礎実習」と「創造教育実習」の連続する2つのものづくり基礎実習は（1）知る（2）作る（3）創るという3つのタームに分けて学習を進める。一つ目の「知る」では、ブレッドボード上に論理ICなどを配置・配線し、基礎的なデジタル回路を学んだり、三輪型ロボット教材を利用してプログラミングを学んだりする。二つ目の「作る」では卓上ボール盤を使って樹脂材料への穴あけ加工やプリント基板へのはんだ付け、アルミニウム合金の板材や棒材への加工を行い基礎的な加工に関して学ぶ。最後の「創る」では、それまでに習得した知識や技術を使って、与えられたテーマに沿ったロボットをチームで自由に設計・製作し、その出来栄を競い合う。

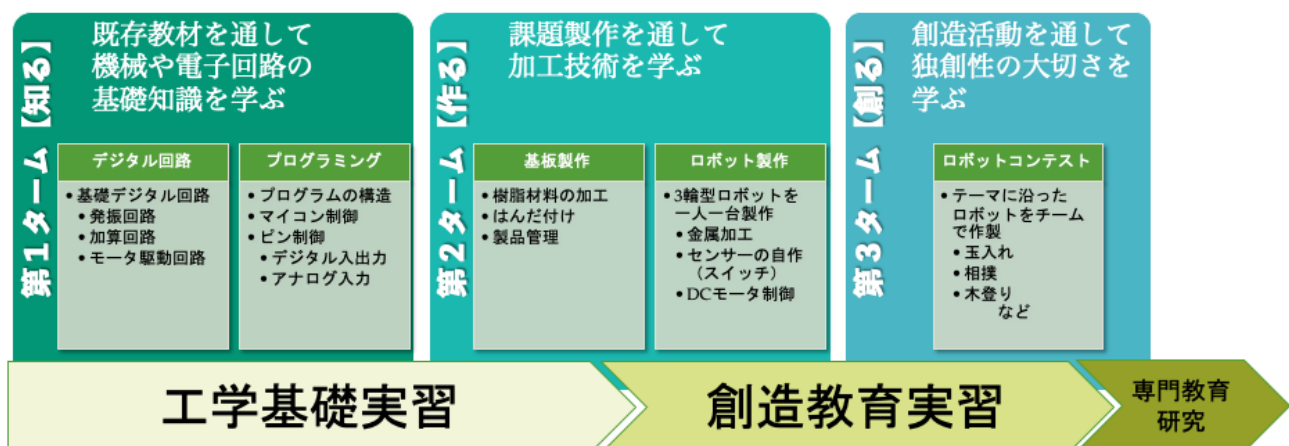


Fig.1. 実習構成の概念図

第1タームと第2タームでは、主に次世代ものづくり人材育成センター創造教育支援部門専任の教員2名と技術職員6名が主となり実習を進める。現状、実習運営上必要な技術職員数が不足しているため、不足分を補助として他の主業務を持つ技術職員に依頼している。特に、危険が伴う機械加工やはんだ付けを行う際には、併任の教員や補助の技術職員などの人員を増やし、安全に配慮している。

実習の受講者は工学部に入学したすべての1年生(定員550名)が対象であり、1回の講義当たり140名程度(クラス)を対象として行う。指導においては、実習内容によって1つのクラス全員を一度に指導する場合と、約48名程度の3つのグループに分割して指導する場合がある。また、グループは6つの班に分割し、8人で協力して実習内容を進めていく。最小単位となる班は、工学部を構成する5学科の学生が混在するように指導者側で年度初めに割り振りを行い、原則1年間の実習を通して変わらない。班での活動はチームワークやリーダーシップを養う場となり、実習において非常に重要な要素となる。

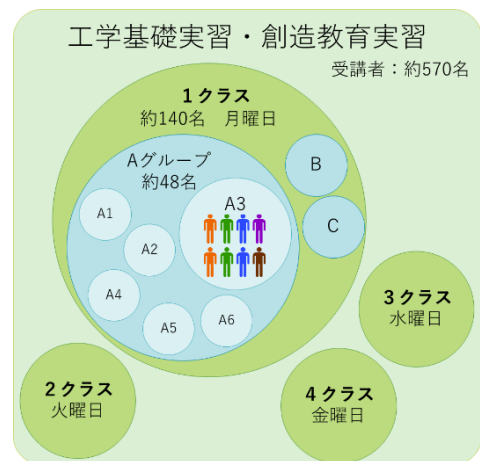


Fig.2. 受講者のグループ分けイメージ

3. マイコンの変更

3.1 BASIC Stamp2 での問題点

ロボットにとって頭脳となるマイコンは非常に重要な部品である。実習を始めた当初から、マイコンはParallax社のBASIC Stamp2 というPICを中心としたチップ型のものを利用してきた。このBASIC Stamp2は教育用に開発されたマイコンで、実習教材として非常に優れた製品である。一方、教育以外の用途での利用実績が少なく、開発者以外からの情報が少ない状態であった。また、開発から10年以上経過しており、将来的な供給の安定性にも不安がある状態であった。



Fig.3. BASIC Stamp2 搭載の実習基板

さらに性能面として、BASIC Stamp2は入出力ポートとして16本のデジタル入出力ピンを有しているが、アナログ入力ピンは有していない。そのため、アナログセンサーを利用しようとした場合、A/D変換器を別途導入する必要がある。電子回路の初心者である学生にとって、A/D変換は敷居が高く、実際、ロボット製作時にアナログセンサーを利用しようとしながら断念していく学生が多数存在していた。

ソフトウェア開発環境であるBASIC Stamp Editorは主にWindows用の開発環境のみが提供されており、Macの利用者は有志が開発(Parallax社公認)した開発環境を利用する必要があった。しかし、Macの開発環境はWindowsの開発環境と見た目が異なり、機能面での差もあった。また、Windows版の開発環境を利用していてもOSの言語設定が日本語の場合、フォントが詰まって表示され、視認性の悪さも見られた。OSによって開発環境が変わってしまったり、視認性が悪かったりすると、統一した指示が出しにくい、誤解を招きやすいといったような指導する上での不具合の原因となっていた。

さらに、プログラムに興味を持ち、実習に先立って勉強しようとしても、学生が所持するのはBASIC Stamp2のチップだけであり、直接コンピュータと接続することはできなかった。学生が自前のBASIC Stamp2を使用して学習するためには、BASIC Stamp2や通信用のRS-232Cコネクタを搭載する実習基板の製作を終える必要があり、学習を進めるのは難しい状態であった。また、作製した基板とコンピュータを接続するためにはUSBからRS-232Cへ信号を変換する必要もあり、学生にとって理解の難しい機器構成となっていた。

3.2 Arduino UNO

BASIC Stamp2の問題点を解決するため、数年前より代替マイコンの検討を行い、今年度から新たなマイコンとしてArduino UNOを選定した。Arduino UNOはArduino Holdingから販売されているArduino製品のひとつである。オープンソースハードウェアの先駆者の製品であり、関連する情報は全て公開されており製品を複製したり、改造したりすることも許可されている。また、初心者や子供からマイコンの専門家まで世界中に多数の利用者がおり、その使用状況等も数多く公開されている。多くの情報が公開されていることは、学習意欲の高い学生にとって、自ら学ぶ機会を提供することにつながるため非常に重要である。



Fig.4. Arduino UNO

Arduino UNO には入出力ポートとして 14 本のデジタル入出力ピンと 6 本のアナログ入力ピン（デジタル入出力ピンとしても利用可能）がある。アナログ入力は 10bit の分解能で、アナログセンサーをそのまま接続することができるため、学生が利用できるセンサーの幅を広げられる。

Arduino のプログラム開発として統合開発環境(Arduino IDE)が提供されている。Arduino IDE は Windows だけでなく Mac や Linux 向けの環境も配布されており、どの OS 環境で利用しても同じように使用することができる。Visual Studio などの他の開発環境を利用している場合は、プラグインを導入して、普段使

ている開発環境に Arduino の開発環境を導入したり、別の開発環境（例えば Blockly Duino）でプログラムを作りながら、Arduino IDE を中間に挟む形で Arduino UNO と接続したりするなど多様な使い方もできる。

Arduino UNO はマイコンボードに USB ポートを搭載しており、USB ケーブル 1 本を接続するだけで利用できるため、購入したその日から利用することも可能である。

BASIC Stamp2 から Arduino UNO へのマイコン変更に伴い、指導内容に変更はないため、これまでの指導カリキュラムを踏襲しながら、個別の実習テーマの中で指導内容の調整が必要となった。

3.3 基板製作の変更点

以前はチップ型の BASIC Stamp2 を搭載するために（1）ウェットエッチング法を用いて感光基板に回路パターン之作製、（2）ボール盤による穴あけ加工、（3）はんだ付けによる電子部品の実装という手順で作製していた。Arduino UNO はそのまま利用できるマイコンボードであるので、Arduino UNO を利用する上で、前述の（1）～（3）の工程は必要ない。しかし、穴あけ加工やはんだ付けといった手を動かしての工作活動はエンジニアとして重要な経験となるため、実習内容の再検討を行った。

まず、ウェットエッチング法での基板製作は薬品を使用し、多量の銅廃液を生じるため、実習後に基板を製作したくても行いにくい内容であった。一方で近年、基板メーカーに個人が設計した回路情報を送り、少量でも安価に自作のプリント基板を製造することができる。そこで、実習用のプリント基板は外注し、電子部品のはんだ付けのみを行うこととした。Arduino のハードウェア機能の拡張は、Arduino ボードの上にシールドと呼ばれる基板を積層して行うため、ロボットとして自律動作する際に必要となる電源供給用のシールドを実習用の基板として新たに設計して実習に用いることにした。

また、穴あけ加工は回路製作に必要なブレッドボードと Arduino UNO を搭載する樹脂板へ行うこととした。これまでの実習の様子から、加工材料として金属板を主に扱っていたため、受講生たちがロボットを設計する段階になると、使ったことのある金属材料だけで筐体を構成しようとする傾向にあった。様々な材料を扱う経験が不足している学生にとって、樹脂材料も筐体の候補であることを体験させる良い経験となると予想される。

3.4 ロボット製作の変更点

これまで、筐体は金属（アルミニウム合金）を加工して作製していたため、指導者は受講生に危険が無いように多くの配慮を必要としていた。また、作業工程数が多く、実習時間が長くなりがちで、受講生の集中力を継続させることが難しかった。今回、実習基板の設計変更により、樹脂板上に必要な回路基板が搭載された状態となり、実習基板自体で十分な剛性を得られることから、これまで 2 枚のアルミニウム合金を利用して作製していた筐体の 1 枚を実習基板にそのまま置換えることとし、加工枚数を減らすことと

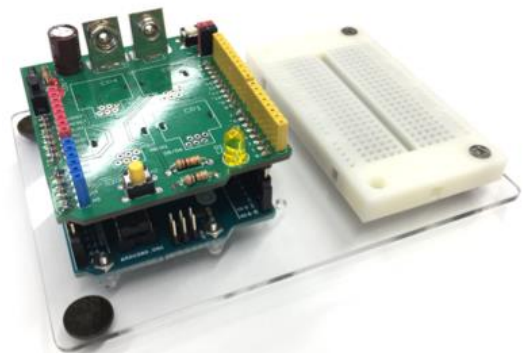


Fig.5. Arduino UNO 搭載の実習基板

した。以前の実習の金属板材加工で扱っていた、ケガキ、穴あけ、折り曲げといった作業は数を減らすだけで、すべて体験しながら、実習時間を短縮できる内容へ改善した。

4. Web を利用した学習

実習では授業時間内の製作や解答する課題のほかに、レポートなどの提出物も存在し、以前は全て紙媒体での提出を求めている。しかし、ペーパーレス化や学生や採点者の負荷低減のため、Web の活用を検討・導入してきた。例えば、プログラミング実習などにおいて作成したプログラムをプリントに記入させると誤転記する可能性があるため、プログラムを Web 提出できるシステムを構築した。また、危険性の高い実習ではテキスト等を参考に事前学習を行い、実習前に目的や手順といった内容を記したレポートの提出を求めている。しかし、毎実習直前に約 50 名の受講生の記載内容を確認する必要があり、レポート担当者にとって非常に負荷の大きい業務となっていた。そこで、この事前レポートを Web で解答可能な課題とし、一定の成績以上となるまで繰り返し課題を回答させることに変更した。事前レポートの目的である実習内容の事前把握は求められる習熟度になるまで繰り返し学習を求めることで、代替できている。さらに、学生の解答は自動的に採点されるため、レポート担当者は集計されたスコアや解答状況を確認するだけで、事前学習の状況が把握でき、負担を大幅に縮小することができる。

5. スチューデント EQ の導入

実習では単に技術や基礎知識の習得だけでなく、チームで働く力や創意工夫できる力といった社会へ出る際に求められる力（学士力や社会人基礎力とも呼ばれる力）の習得も求めている。最近では社会で求められる力の一つとして EQ（Emotional Quotient：心の知能指数）が注目を集めている。EQ とは「自分と相手の感情に目を向け、それをうまく調整することで問題解決やコミュニケーションに利用する能力」であり、意識して取り組むことで開発することのできる能力である。実習は約 8 人で 1 つの班を構成し行っており、他者との関係の中で EQ を発揮するのに絶好の機会である。そこで、学生が自身の行動量から EQ を評価するスチューデント EQ を実習に導入した。実習の中では、7 月頃と 12 月頃の 2 回スチューデント EQ を評価する課題に取り組み、評価内容の確認や自己開発に向けた目標設定などを指導する。これらの活動は日ごろの行動に意識を向け、PDCA サイクルを発揮する機会としても活用できている。

6. まとめ

工学基礎実習及び創造教育実習では、担当する教員と職員が一体となって、常に変化している学生や社会の状況を見ながら実習内容の改善に取り組んでいる。特に本年度は教材の中心となるマイコンの変更といった大変革の年であったが、学生にとってより良い授業となるよう様々な知恵を出しながら内容変更を進めることができた。今後は更にこれまでの変更内容を評価しながら、更なる改善を続けたい。

7. 謝辞

工学基礎実習及び創造教育実習に技術職員が積極的・主体的に携われる機会を提供していただいている工学部次世代ものづくり人材育成センター専任教員の東直人教授、生源寺類准教授に深く謝意を表します。

参考文献・引用文献

- [1] 静岡大学 工学部 次世代ものづくり人材育成センター：「工学基礎実習・創造教育実習」（2018）
- [2] Arduino 公式ホームページ：<https://www.arduino.cc/>
- [3] Parallax 社公式ホームページ：<https://www.parallax.com/>
- [4] 大学生協 学生 EQ センター：スチューデント EQ ハンドブック 第 3 版（2016）