

公開講座におけるプロトタイピング手法を用いた体験型教育の実践

辻 明典, 川上 博

徳島大学大学院ソシオテクノサイエンス研究部, 徳島大学名誉教授

1. はじめに

近年の社会構造の変化に伴い、新しい価値を見出すためのイノベーションの創出が教育現場においても求められている。本講座では、電子機器や家電製品に使用されるマイクロコントローラを用いたプロトタイプ（試作品）を製作し、受講者自らが開発過程を体験でき、さらに能動的に学習できる機会を提供している。講座の目標は、試作品の製作を通じて、高度化・複雑化が進む電子製品の基本原理や仕組みの理解を促し、新たなアイデアの創出や課題解決能力の向上、並びに分野横断的な思考を身に付けることである。本稿では、プロトタイピング手法について述べた後、これまでに取り組んだ講座を振り返り、今後の課題について述べる。

2. プロトタイピング手法

プロトタイピング手法とは、製品開発手法の一つで、開発の早期段階から実際に動作する試作品を用いて、製品モデルの作成と検証を反復することによって仕様検討や詳細設計を進める手法である[1]。近年、試作品の開発は、インターネットによる情報共有、オープンソース SW/HW の利用、並びに低価格な基板製造等によって、製作にかかる時間やコストを従来に比べ大幅に削減できる。そのため、個人でも特別な機器や設備がなくとも容易に開発を始められる状況にある[2]。

本講座ではプロトタイピング手法を講座に導入して、身近にある電子機器や家電製品に使用されるマイクロコントローラ（マイコン）を用いた試作品を講座の教材として使用した（図 1）。試作品は受講者の発案を基にして製作したオリジナルなものである。プロトタイピング手法における開発工程は大きく分けると 3 段階あり、①試作品の設計・製作、②ユーザによる試用・評価、③

ユーザ要求を取り入れ製品の改善、これらを短い期間に反復する。ここで、試作品を講座内容、ユーザを受講者、製品を講座の最終目標に置き換えると、授業改善のプロセスと捉えられる。講座では、受講者が開発過程を体験することによって、SW/HW 開発手法の理解、プログラミングの習得、電子回路・センサ回路技術の習得ができ、新たなアイデアや機能実現のための基礎知識を身に付けられる。また、オープンソース SW/HW (Arduino[3])の採用により、無償の開発環境を使用できるので自宅での自習学習も期待できる。

3. プロトタイピング手法を導入した体験型教育

これまでに、プロトタイピング手法を導入した公開講座（2012 年から 2015 年）を表 1 のとおり行った。講座の受講者は 20 代～70 代の一般社会人、全体では 60 代 70 代の受講者が多かった。ほとんどの受講者は、マイコン開発やプログラム経験のない未経験者のため、講座の進め方や情報提供に関して多くの試行錯誤を行った。次に、各実施年度における課題と対応について述べる。（2012 年）マイコンを用いた講座の初年度であ

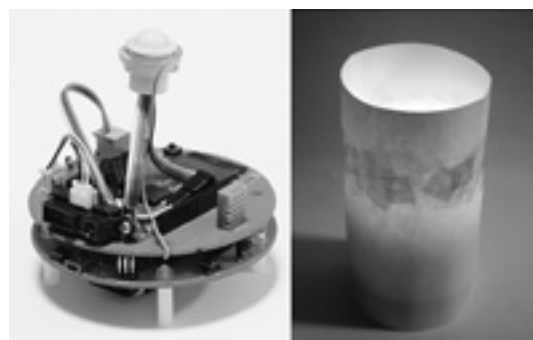


図 1 公開講座において製作したマイクロコントローラを用いた試作品の一例（阿波和紙を用いた LED ランタン, 2015 年）。温度・湿度センサを搭載し、熱中症の危険度合いを表すヒートインデックスや不快指数を光の色で表現する。

表 1. プロトタイピング手法を導入した公開講座の実施状況 (2012 年～2015 年)

実施年度	2012 年	2013 年	2014 年	2015 年
講座内容	マイコンの基礎	マイコンの基礎	自律型 2 輪ロボット	LED ランタン
実施回数	8 回	8 回	12 回 (6 回+6 回)	12 回 (6 回+6 回)
マイコンボード	LaunchPad	Arduino UNO	自作 Arduino 互換	自作 Arduino 互換
使用部品	LED, Tr., 光センサー, スイッチ, 圧電ブザー	LED, スイッチ, 光センサー, 圧電ブザー	LED, 赤外線, 光検出, サーボモータ, スピーカー, (無線)	LED, 温湿度, 光, 赤外線, 距離センサー, 液晶表示
開発環境	△ (専用 SW)	△ (Arduino, Processing)	○ (Arduino+Library)	○ (Arduino+Library)
プログラム	△ (専用 SW)	△ (マイコン依存)	○	◎ (サンプル提供)
回路製作 ブレッドボード	△	○	○ (オリジナル設計 基板)	○ (オリジナル設計 基板)
回路製作 半田付け	—	—	× (難易度高い)	—

る。市販のマイコン評価ボードを用いて、電子回路の試作を行うブレッドボードを中心に進めた。開発環境にマイコン特有のレジスタ記述を含んだため、受講者にとってはプログラムの理解が困難であった。また、回路製作も煩雑になり多くの作業時間を要した。(2013 年) 2012 年の結果を踏まえ、マイコンに Arduino を採用して使用部品を減らした。これにより、プログラムは理解しやすくなったが、マイコンのハードウェア (I/O, Timer, AD/DA 等) の理解を目指して講座内容を構成したため、マイコンをどのように応用するかといった目的やシステム全体の把握がしにくくなった。

(2014 年) 講座オリジナルの基板を設計して、ロボット製作という具体的な目標を設定した。ロボット製作は受講者の提案である。ものづくりを重視して、はじめて基板に部品を実装する半田付けを試みた。多くの受講生は完成できたが、部品取り付けの難易度が高かったため、限られた講座時間内に余裕を持って実施できなかった。(2015 年) さらに受講者からの要望を反映させ、LED を用いた講座オリジナル基板を設計した (図 1)。あらかじめ基板に部品を実装することで、最終目標が意識しやすくなり、直感的に課題に取り組めるようになった。また、これまでプログラムの練習を兼ねて一からプログラムを作成していたが、

サンプルプログラムを事前配付して、まずプログラムがどのように動くかを理解するよう改善を図った。以上、プロトタイピング手法の適用により、受講者の状況 (内容の理解度や進捗) を常に把握して、それに合わせ試作品の改良を行うことで、より実践的な講座の運用が可能となった。

4. まとめ

本稿では、プロトタイピング手法に基づく体験型教育の取り組みについて述べた。講座を実施して、情報の提供は本質的に重要なことに限定し、受講者が自ら考える時間を確保する必要があることがわかった。また、マイコンの適用分野は広いいため、大学の導入教育においても有効であると考えられる。課題として、開発過程において専門家による支援が必要なことが挙げられる。

参考文献

- [1] Brooks, F.P., Jr., “No Silver Bullet: Essence and Accidents of Software Engineering”, *Computer*, vol.20, no.4, pp.10-19, April 1987.
- [2] 辻 明典, “組み込みシステム応用に基づく実践的な教育研究支援”, 平成 25 年度大学カンファレンス in 徳島 予稿集, pp. 52-53, 2013.
- [3] Arduino, <http://www.arduino.cc/>