

デジタルファブリケーションと Arduino マイコンを用いた 製品開発プロセスを疑似体験する PBL の試み

Project Based Learning to Experience Manufacture Development Process Using Digital Fabrication and Arduino Microcontroller Board

松原 裕之^{*1}

Hiroyuki MATSUBARA^{*1}

^{*1} 福岡工業大学

^{*1} Fukuoka Institute of Technology

Email: h-matsubara@fit.ac.jp

あらまし：ものづくりの製品開発プロセスの一つである試作は、短期間の繰り返しが重要であり、デジタルファブリケーション機器、例えば 3D プリンタ、レーザ加工機、カッティングプロッタ、などを活用してきた。本報告では、電機メーカーの製品開発プロセスのフローを半期 16 週の期間の学生実験で疑似体験させる PBL の試みを述べる。製品開発プロセスの試作とその評価を繰り返せるように、回路試作は Arduino マイコンとブレッドボードを活用し、筐体設計（外装）はデジタルファブリケーションを用いた。教育実践の結果、学生たちの製品開発の完成度が高まったが、納期直前の時間外の作業も増大した。

キーワード：Project Based Learning (PBL), インターンシップ, Arduino, デジタルファブリケーション

1. はじめに

ラピッドプロトタイピングの一つとして、CAD で生成したデジタルデータを元に製造する手法をデジタルファブリケーション⁽¹⁾という。近年、大学等の教育現場の「ものづくり」において、3D プリンタやレーザカッタなどのデジタルファブリケーションが普及してきた。既報告⁽²⁾において、組込み分野の学生実験に Verilog HDL で開発できる CPLD 学習ボードに対して、デジタルファブリケーションを取り入れた Project Based Learning (PBL) の実施例について述べている。本報告では、組み込み環境をラピッドプロトタイピングに適した Arduino micro 互換機に変更し、PBL の期間を半期 16 週に拡張し、プロジェクト管理を強化した PBL の実施について述べる。

表 1 PBL の実施スケジュール(2017 年度以降)

	3限目(13:00-14:30)	4限目(14:40-16:10)
1週目	ガイダンス	
2週目	チームビルディング	新人研修(Arduino)
3週目	新人研修(職種毎)	
4週目	職種毎の作業	
5週目	中間発表 (投票と順位発表)	
6週目	KWS 振り返りの KPT	職種毎の作業
7週目	職種毎の作業	
8週目	職種毎の作業	
9週目	職種毎の作業	
10週目	最終発表 (投票と順位発表)	
11週目	KWS 振り返りの KPT	職種毎の作業
12週目	職種毎の作業	
13週目	職種毎の作業	
14週目	真の最終発表 (投票と順位発表)	
15週目	ドキュメントレビュー	KWS 振り返りの KPT
16週目	納品作業	

2. 製品開発プロセスを疑似体験させる PBL

2.1 PBL の概要

著者は電機メーカー在籍時の組み込み分野のプロジェクト開発の経験をベースに、学生実験においてその製品開発プロセス⁽³⁾を 7~9 週間の限られた期間で疑似体験できる PBL を開発してきた。4~5 名から構成されるチームのメンバにリーダー職、技術職、デザイナー職、などの一職種を履修生に割り当てプロジェクト開発を疑似体験させる。PBL の履修を通じて、プログラム開発だけでなく、筐体設計、進捗管理、納品、プロジェクトの振り返り、までを実施している。なお、科目の成績評価は発表会のプレゼンテーション 30%、納品時のレポート一式の提出 70% であり、製品開発の成功の有無やその完成度等は一切関与しない。製品開発の失敗を許容している。

2.2 PBL の実施体制

2006~2016 年度では、必修科目として学部 3 年生 80~100 名を 3~4 グループに分けた。PBL は 7~9 週の期間で年間 3~4 回実施⁽³⁾してきた。2017 年度以降、3 年選択科目「システム開発応用」となったため、履修意欲が高い履修生 40~50 名を 2 グループに分け、年間 2 回実施している。PBL の実施スケジュールは半期 16 週に長期化しており、その詳細を表 1 に示す。1 チームは 4 名からなり、職種は、リーダー兼営業職、デザイナー職、技術職、FAE 職(技術営業職)をそれぞれ担当させる。概ね 5 チームに対して、製品開発プロセスを新人研修から体験させる。3 回の発表会で各チームの製品開発の売り上げの収入や人件費等の支出を算出して、プロジェクト開発における品質・コスト・納期(QCD)を意識させる。発表後の振り返り(KWS 振り返りの KPT)では、プロジェクト活動の問題点の抽出や課題を設定させる。16 週

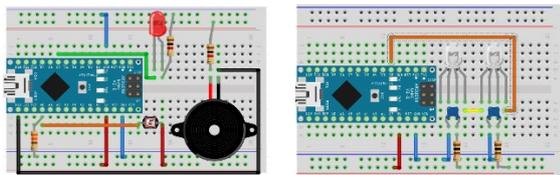


図2 部品配置(左:オルゴール, 右:フルカラーLED)

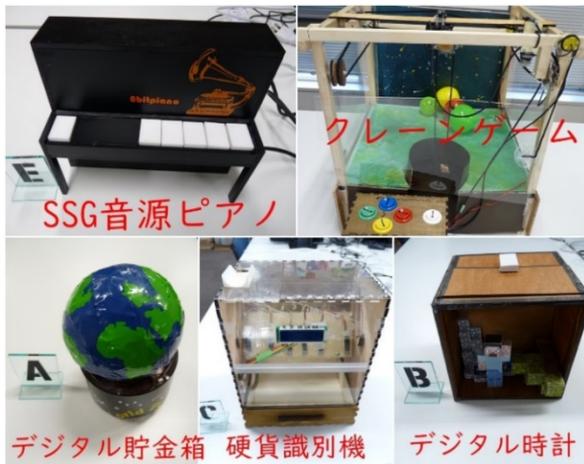


図3 2018年度前期の製品開発の例

目は、データやドキュメントの納品作業である。

学習支援として、1名の担当教員に加え、2名のSAが開発支援、デジタルファブリケーションのアドバイスを都度、実施した。学外のグループウェアを活用して、講義時間外の週報やプロジェクトの課題管理を各チームのリーダー職や担当教員が実施した。

2.3 Arduino マイコンの開発環境

組み込み環境をラピッドプロトタイピングに適した Arduino IDE 環境に変更し、ブレッドボードに配置できる Arduino micro 3.0 互換機(@300円)とした。主に技術職の新人研修の題材として、ブレッドボード上の電子部品の部品配置(図2)や制御プログラムからなる教材一式を開発して提供した。

2.4 デジタルファブリケーション

・カッティングプロッタ ローランド DG 社 SV-8
最大 A4 の横幅サイズの 10 色のカッティングシートを切断するプロッタを 3 台準備した。主な用途は、筐体のデザイン、塗装用のマスキング、などである。

・レーザーカッター オーレーザ社 Hajime CL1
加工のワークサイズが 500mmx300mm まで、厚さ 5mm までの合板、アクリル板等の素材の切断や彫刻ができる。外装設計では、フリーの Web サイトの MakerCase で 6 面の箱の展開図を作成し、得られた SVG データから Adobe Illustrator で詳細を設計する。

・3D プリンタ Flash Forge 社 Adventure 3 他
フィラメントの素材は原則、白色の PLA として、Autodesk 社の Thinkercad や Fusion360 等によるモデリングデータをデザイナー職や FAE 職に準備させた。また、複数チームの 3D プリントの要求が同時に発生することを見越して、4 台利用可とした。印刷後、必要に応じてボスカや水性塗料で着色する。

2.5 その他の特記事項

2015 年度以前の外装設計は、デザイナー職が折り紙、廃材の段ボール、0.8mm 厚のボール紙、などの工作資材を活用していた。現在もその目的が合理的であれば、従来通りのペーパークラフトや紙粘土の実装、デジタルファブリケーションの併用も許可している。

木工加工において、レーザ加工機のワークサイズを超える場合は、手ノコ(ゼットソー)やドリルなどのハンドツール、テーブルソー、電動ドリルなどによる木工加工も許可している。製品開発に不足している電子部品、金具、木材、塗料、等を近くのホームセンタ、100円ショップ等で立て替えて外部調達することを許可している。1チーム当たりの外部調達の上限は 3,000 円としている。

3. 実践結果と考察

2018 年度前期の全 5 チームの製品開発の写真を図 3 に示す。図 3 左上はレーザ加工機で黒色と白色のアクリル板を切断加工して、SSG 音源ピアノを実装した例、右上はハンドツールで木材等を加工したクレーンゲームの筐体である。左下のデジタル貯金箱は地球儀を 3D プリンタで印刷し、カッティングシートを貼り付けた実装。中下は 6 種類の硬貨選別をアクリル板の精密加工を繰り返して実装した硬貨識別機、右下はラワン板をレーザ加工後、水性塗料で着色してデザインしたデジタル時計である。

考察を述べる。導入した Arduino とデジタルファブリケーションで試行錯誤が短時間で出来るようになった。履修生達の所望する製品開発が容易に設計できるようになった。履修生達の商品開発に対する満足度も向上した。一方、1週の実験時間の 3 時間では、CAD 設計もデジタルファブリケーションの時間も不足がちであった。各発表会の直前において、履修生や SA の時間外の対応工数が増加した。

4. まとめ

組込み分野の学生実験にデジタルファブリケーションと Arduino マイコンを取り入れた PBL の試みについて述べた。今後の課題は、履修生の製品開発やデジタルファブリケーションの対応工数を削減するため、引き続き、作業時間や精度などが一目で理解できるレシピ集などの教材を作成することである。

謝辞

本研究の一部は JSPS 科研費 21K02914 と 2020 年度福岡工業大学総合研究機構研究員の助成を受けた。

参考文献

- (1) 田中浩也: “FabLife —デジタルファブリケーションから生まれる「つくりかたの未来」”, オライリージャパン, 東京 (2012)
- (2) 松原裕之: “デジタルファブリケーションと CPLD 学習ボードを用いた商品開発プロセスを疑似体験する PBL の試み”, JSiSE2017, pp.177-188, G2-4 (2017)
- (3) 松原裕之: “メーカーの開発プロセスを適用した組込み分野の教育プログラム”, 情報処理学会論文誌, Vol. 55, No.2, pp.1037-1047 (2014)