

デジタルファブリケーションによる社会実装教育と 振り返りプロセスを可視化する PBL 教材

Educational Materials for Social Implementation Education Using Digital Fabrication and Visualization of the Reflection Process

松原 裕之

Hiroyuki MATSUBARA

福岡工業大学

Fukuoka Institute of Technology

Email: h-matsubara@fit.ac.jp

あらまし：デジタルファブリケーション技術を活用し、設備が限定された大学等の学生実験環境下で、モノづくりの社会実装プロセスを体験できる PBL 教材を開発した。本報告では、従来の学生実験における社会実装教育の課題を踏まえ、教育手法の構築と体系化に取り組んだ。具体的には、PBL における学生の開発プロジェクトを振り返り、「現状維持」、「問題点」、「課題」などの観点から管理要因の分類と可視化を試みた。その結果、社会実装型 PBL の教育現場での有効性が示唆された。

キーワード：デジタルファブリケーション、社会実装教育、組込み開発、振り返りプロセス

1. はじめに

デジタルファブリケーション⁽¹⁾は、CAD 等で生成したデジタルデータを元に 3D プリンタやレーザーカッターなどの機器で製造する手法である。近年、大学等の教育現場やモノづくり活動において、デジタルファブリケーションは広く導入されている。既報告⁽²⁾は、組込み技術を学ぶ学生実験において、デジタルファブリケーションを活用したプロジェクト型学習 (Project Based Learning: PBL) を実践した教育実践を述べている。組込み開発のプラットフォーム(図 1)として、ラピッドプロトotypingに適したブレッドボードと Arduino micro 互換機を採用し、機器の外装をデジタルファブリケーションで製造した。

本報告では、前述⁽²⁾の組込み開発のプラットフォームを用いて組込み機器の開発(図 2)を体験する社会実装型 PBL(以下、PBL 教材)を述べる。社会実装教育は、学生が自らのアイデアを社会課題の解決や現実社会への応用に活かすためのエンジニアリングデザイン教育の一つである。PBL 教材では、学生は開発プロジェクトを通じて試作と検証を繰り返しながら、組込み機器を開発する。学生は成果物の社会的意義や実用性を意識して設計と開発を行う。単なる技術習得にとどまらず、社会に価値を提供する力の育成を目指している。

さらに、本報告は PBL 教材において学生たちが取り組んだ開発プロジェクトの振り返りプロセスから得られた所見を言語化し、現状維持(Keep)、問題点(Problem)、課題(Try)等の分類で管理要因の状況や欠落を可視化し、開発プロジェクトそのものの良否を推定する試みについても述べる。

2. 組込み機器を開発する社会実装型 PBL

福岡工業大学情報工学部情報システム工学科の 3 年次選択科目「システム開発応用」⁽²⁾で実施している

社会実装型 PBL の実践概要を述べる。PBL は表 1 に示す半期(16 週)で構成される。1 チーム 4 名(リーダー兼営業職、デザイナー職、技術職、FAE 職(技術営業職))で編成される。履修者 40~50 名を前期と後期で分割し、各期 5~6 チームが製品開発プロセスを体験する。3 回の発表会では、学生の成績評価には

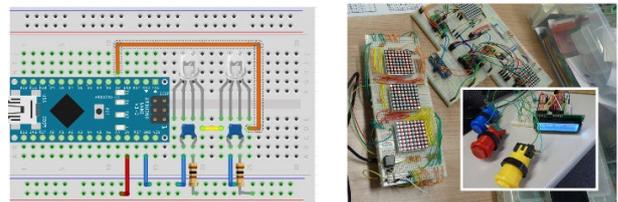


図 1 プラットフォーム(左)と電子部品の実装例(右)



図 2 組込み機器の外装の開発例

表 1 PBL の実施スケジュール(2024 年度)

実施週	3限目 (13:00-14:30)	4限目 (14:40-16:10)	実験時間外の残業(当日 16:20以降、翌日以降)
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)	・自宅等のPCで24時間作業可能なこと:
3週目	新人研修(職種毎)		個人週報・プログラミング・ドキュメント作成
4週目	職種毎の作業		・リーダー職が自宅等で作業可能なこと:
5週目	中間発表(1回目の投票と順位発表)		個人週報・チーム週報・課題管理等の進捗報告
6週目	KWS振り返りのKPT	職種毎の作業	プレゼンテーション(発表会)のスライド作成
7週目	職種毎の作業		・主に実験室(大学)でしか作業できないこと:
8週目	職種毎の作業		筐体製作・デジタルファブリケーション(レーザー加工、3Dプリント等)
9週目	職種毎の作業		
10週目	最終発表(2回目の投票と順位発表)		
11週目	KWS振り返りのKPT		
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(3回目の投票と順位発表)		
15週目	デザインレビュー KWS振り返りのKPT		
16週目	納品(レポート、採点フィードバック)		

影響しないが、売上や人件費等の収支を算出し、品質、コスト、納期(QCD)を意識したプロジェクト運営を行う。発表翌週には振り返りプロセスとしてKWS 振り返りの KPT (Keep, Problem, Try) を実施し、チームの振り返りと課題管理を行う。16週目には成果物の納品を行う。学習支援として教員1名とSA2名が助言を行い、学外に設置したVPSサーバ上のグループウェア(Group Session)のファイル管理と掲示板機能を用いた週報提出やチーム毎の課題管理も実施している。本取り組みにより、実践的な開発体験とプロジェクト管理能力の向上を図っている。

3. 組込み開発と筐体設計

技術職の電子回路学習の効率化を目的として、ラピッドプロトタイピングに適したArduino IDE環境を活用した教材を開発した。本教材では、図1に示すブレッドボード上に配置可能なType-C接続のArduino Micro 3.0互換機(約300円)を採用し、コストを抑えつつ実践的な学習を可能とした。教材一式は、電子部品の配置図および制御プログラムから構成され、グループウェア上で提供している。これにより、新人技術者がハードウェアとソフトウェアの基礎を効率的に習得できる環境を実現した。

デジタルファブリケーション環境を活用した筐体設計および試作手法の高度化を目的とし、カッティングプロッタ(ローランドDG社SV-8)、レーザーカッター(オーレーザ社HAJIME CL1 PLUS)、3Dプリンタ(FlashForge社Adventurer 5M Pro)を整備した。デザイナー職の担当する外装設計は、MakerCaseおよびAdobe Illustratorを用いて2D展開図から詳細設計を行った。3Dプリンタでは白色PLAフィラメントを用い、TinkercadやFusion 360による3Dモデリングデータを基に試作を行った。これらの環境整備により、迅速かつ多様な試作が可能となった。

4. プロジェクト活動の振り返りと管理要因

KPT⁽³⁾はアジャイル開発の振り返り手法として開発され、プロジェクト活動を「現状維持(Keep)」、「問題点(Problem)」、「課題(Try)」の3種類に分類してブレインストーミングを行う。各メンバーはKPTの所見(以下、KPT所見)を言語化し、チーム内で共有する。2008年、ソニー株式会社の花原により提唱された図3に示すKWS振り返り⁽⁴⁾では、KPT所見に重み付けができるよう、従来のリスト形式から2軸(効果・容易性、影響・緊急性)に拡張した。チーム内で「本音を熱く語り合える」コミュニケーションが促進され、振り返りプロセスが可視化された。

KWS 振り返りの KPT 実施手順は以下の通りである。まず、メンバーは各自の KPT 所見を付箋紙に一件一葉で記入し、2軸が引かれた模造紙に配置する。Problem では右上(影響大・緊急性高)に重要な問題が集まり、Keep と Try では効果が高く実施しやすい所見が集まる。最後にチームで合意形成を行い、現状維持(Keep)、問題点(Problem)、課題(Try)等の分類

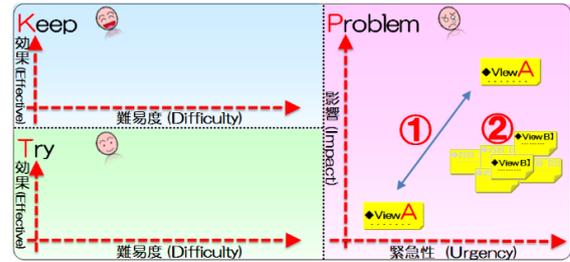


図3 KWS 振り返りの KPT

表2 合意形成した KPT 所見の記述

分類	KPT 所見の記述例
Keep 現状維持	①技術職と FAE 職が上手く仕事を分担して行っていた。②制御回路を全体的に簡略化して納期に間に合わせた。
Problem 問題点	③全体の作業手順が曖昧で、課題点への着手が遅れた。④製品の設計が曖昧で必要とする材料の調達が遅れてしまった。
Try 課題(管理要因)	⑤事前に技術職と仕事量の打ち合わせをして仕事を分担する。⑥デザイナーの作業が遅れているためチームで協力し合って進める。

表3 Problem 所見の管理要因の推定

「連絡のママさが欠いており、リーダーへの報告が少なかった」	
管理要因の例	理由
1. 情報伝達	作業者同士の情報の伝達不足
2. 職場状況	職場の習慣・組織風土の問題だった
3. 教育訓練	従業員に対する指導の不十分
4. 確認	進捗状況を確認するための体制の欠落

で管理要因の状況や欠落を可視化する。Try で抽出された概ね 2~5 の課題をチームの解決すべき課題管理とする。PBL では KPT を計 3 回実施し、開発と設計の実用性や社会的意義を学生に都度意識させる。表3にある Problem 所見の管理要因の推定例を示す。

5. おわりに

本報告では、デジタルファブリケーションによる社会実装教育と振り返りプロセスを可視化する PBL 教材について述べた。今後の課題は、KPT 所見の管理要因から開発プロジェクトそのものの良否を推定する試みである。

謝辞

本研究の一部は JSPS 科研費 21K02914 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 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”, JSiSE2021, pp.267-268, C6-2 (2021)
- (3) 松原裕之, 花原雪州: “KWS 振り返りの KPT による PBL の内省の見える化とその分析”, 電気学会論文誌 A, Vol. 137, No.9, pp.522-528 (2018)