

公立はこだて未来大学 2014 年度 システム情報科学実習
グループ報告書

Future University-Hakodate 2014 System Information Science Practice
Group Report

プロジェクト名

FabLab 函館：市民参加型モノづくり拠点の創出

Project Name

FabLab Hakodate: Launching a digital fabrication facility for citizens

グループ名

グループ C(E-Fab)

Group Name

Group C(E-Fab)

プロジェクト番号/**Project No.**

21-C

プロジェクトリーダー/**Project Leader**

1011245 恒川拓哉 Takuya Tunekawa

グループリーダー/**Group Leader**

1012073 高橋政伸 Masanobu Takahashi

グループメンバ/**Group Member**

1012072 崎野隼平 Junpei Sakino

1012078 皆澤聖 Satoshi Minasawa

1012147 太田啓介 Keisuke Ota

指導教員

塚田浩二, 美馬のゆり, 迎山和司, 木塚あゆみ, 沖真帆

Advisor

Koji Tsukada Noyuri Mima Kazushi Mukaeyama Ayumi Kiduka Maho Oki

提出日

2015 年 1 月 14 日

Date of Submission

Jan 14, 2015

概要

我々のプロジェクトでは市民参加型モノづくり工房である「FabLab」を函館に創出することを目標として活動する。これにより、3D プリンタ等のデジタル工作機器を用いて独自のモノづくりを行える「ファブ」の魅力が市民が手軽に体験でき、既存の FabLab ネットワークと連携した新たなコミュニティを構築できると考える。「FabLab Hakodate」の創出に向けて、我々は「技術習得」「技術共有」「対外展示」「試験運用」に取り組む。技術習得としては、デジタル工作機器の制御やデータ作成等のファブ技術を4つのグループ(3D, 2D, E-Fab, Craft)に分かれて習得する。さらに、グループ間で連携した作品制作を通して、実践的技術の向上を目指す。技術共有としては、機器利用のための「マニュアル」や作品制作のための「インストラクション」を web サービス上で公開すると共に、ワークショップ等を開催してその活用に努める。対外展示としては、夏季休暇中に本学のオープンキャンパスやほだて国際科学祭での短期展覧を行い、FabLab の魅力を市民に体験してもらうと共に、今後の運営形態やワークショップ体験等のフィードバックを得る。最後に試験運用としては、秋学期に学内外に FabLab Hakodate β を設立し、定期的なワークショップ開催を行うと共に、中長期的な運営体制の構築を目指す。

キーワード パーソナル・ファブリケーション, ファブ, FabLab, デジタル工作機器

(文責: 皆澤聖)

Abstract

Our project aims to launch “FabLab” - a digital fabrication facility for citizens - in Hakodate. We believe that the FabLab helps citizens experience new manufacturing technologies using digital machine tools (“Fab” technologies) and form a new community by cooperating with the existing FabLab network. Toward launching “FabLab Hakodate”, we set 4 challenges: “skill-acquiring”, “skill-sharing”, “public exhibition” and “trial operation”. As “skill-acquiring”, we were divided into 4 groups (3D, 2D, E-Fab and Craft) to acquire the usage of digital machine tools effectively. In addition, we aimed to improve these skills by creating original works while collaborating with other groups. As “skill-sharing”, we plan to publish manuals of digital machine tools and instructions of our original works on the web services. We also plan to organize workshops using these manuals and instructions. As “public exhibition”, we plan to exhibit our activities at public events, such as “Open Campus” and “Hakodate International Scientific Festival” in August. Our aim is to support citizens to feel the attraction of “FabLab”. We also try to obtain feedbacks on the future management of FabLab Hakodate and adequate contents of the workshops. Finally, as “trial operation”, we will launch “FabLab Hakodate β ” in autumn and organize workshops regularly. We will try to establish operation teams and systems toward the long-term management.

Keyword Personal fabrication, Fab, FabLab, Digital machine tools

(文責: 崎野隼平)

目次

第 1 章	本プロジェクトについて	1
1.1	本プロジェクトの背景	1
1.2	本プロジェクトの目的	1
1.3	本プロジェクトの課題設定	1
第 2 章	本グループの概要	3
2.1	本グループの背景	3
2.2	本グループの課題設定	3
第 3 章	課題解決のプロセス	5
3.1	技術習得の課題解決のプロセス	5
3.2	各メンバーの動き	5
3.2.1	高橋政伸	5
3.2.2	崎野隼平	6
3.2.3	皆澤聖	8
3.2.4	太田啓介	10
3.3	データ共有の課題解決のプロセス	10
3.4	各メンバーの動き	11
3.4.1	高橋政伸	11
3.4.2	崎野隼平	12
3.4.3	皆澤聖	13
3.4.4	太田啓介	13
3.5	対外展示の課題解決のプロセス	14
3.6	各メンバーの動き	14
3.6.1	高橋政伸	14
3.6.2	崎野隼平	15
3.6.3	皆澤聖	15
3.6.4	太田啓介	16
3.7	β 運営の課題解決のプロセス	16
3.8	各メンバーの動き	17
3.8.1	高橋政伸	17
3.8.2	崎野隼平	17
3.8.3	皆澤聖	17
3.8.4	太田啓介	18
第 4 章	結果	19
4.1	プロジェクトの結果	19
第 5 章	活動のまとめと展望	20

第 1 章 本プロジェクトについて

1.1 本プロジェクトの背景

デジタル工作機械の低価格化が進むと共に、これらの機材で出力可能なデータを世界規模で共有するサービスが次々と登場し、一般ユーザ自身が気軽にモノづくりに携わるパーソナルでソーシャルなファブ리케이션時代の到来が期待されている。特に、標準的なデジタル工作機器を備え、一般ユーザが手軽に利用できる市民開放型工房「FabLab」は、その中核を担う施設として注目されており。2014 年現在、世界 50 ヶ国/200 ヶ所以上で開設されている。FabLab ネットワークはデジタル工作機器を駆使したモノづくりの先端コミュニティであると共に、地域性を活かした制作活動が行われており、情報共有/地域貢献の意味からも参加する意義は大きい。一方、未来大の工房にもこうしたデジタル工作機器が多数導入されており、FabLab として運用できる潜在的な可能性はあるが、こうした機材を総合的に活用できる人材は非常に少なかった。本プロジェクトでは、こうした「ファブ時代のモノづくり技術」を総合的に身に着けると共に、ドキュメント製作やワークショップ等を通して人に「伝える」経験を重ねることで、技術を深く理解して伝達できる「Fab Master」となることを目指す。さらに、オープンキャンパスや科学祭での短期出展を経て、秋学期には学内外で FabLab を創立し、中長期的な運用を目指す。

(文責: 高橋政伸)

1.2 本プロジェクトの目的

私達のプロジェクトでの最終的な目的はデジタル工作機器を駆使して「(ほぼ)あらゆるものを作ることができる」市民開放型工房「FabLab」を函館に設立し運営していくことである。

(文責: 太田啓介)

1.3 本プロジェクトの課題設定

FabLab を創出するための条件として以下の 5 つが FabLab 憲章 (<http://FabLabjapan.org/fab-charter/>) によって定められている。

1. 世界のファブラボ標準機材を最低限揃えていること
2. ウェブ環境を活用して、ものづくり知識やデザイン等の共有をしていること
3. 少なくとも週 1 日は、無料で市民に一般公開されていること
4. ファブラボ憲章を印刷して掲示していること
5. 世界の FabLab と連携して活動すること

初年度の今年は 1, 2, 3, 4 についての解決を目標にした。

1 つ目は、未来大学工房を使用する事で条件を満たせると考えた。そこで、工房内にあるデジタル工作機器の使用方法を学ぶ必要があると考えた。2 つ目は現在様々なインターネット上に展開され

FabLab Hakodate: Launching a digital fabrication facility for citizens

ている Fab データ共有サービスを利用することによって達成できると考えた。3つ目は、一般市民に FabLab を使用してもらうために、FabLab を知ってもらう必要があると考えた。4つ目は、実際に FabLab 憲章を掲示した上で FabLab を運営することで解決できると考えた。

以上を踏まえて以下の4つの課題を設定した。

1. デジタル工作機器/データ作成の基礎技術の習得
2. web 上での作品制作の手順/データの共有
3. 対外展示を通じた市民への FabLab の魅力の伝達
4. 試験運用とする「FabLab Hakodate β 」の運営

(文責: 崎野隼平)

第 2 章 本グループの概要

2.1 本グループの背景

当グループは E-fab 班として電子工作を中心に技術を習得するグループである。電子工作はセンサやアクチュエータなどを使ったインタラクティブな作品を制作するには必要不可欠である。さらに技術を学びそれを共有することも FabLab を構築する上では必須事項である。しかしながら、電子工作は一般的には馴染みがなく、学習する機会も限られているのが現状である。我々のグループではこの電子工作を専門とし、電子基板の作成やマイコンへのプログラミング等の技術習得を目的とする。具体的には、「Arduino」を用いたマイコンプログラミング、「EAGLE」を用いた電子基板設計、基板加工機を用いた電子基板制作、はんだ付けを用いた電子基板実装を行う。図 1 は基板加工機である。



図 1. 基板加工機

Arduino とは小型のマイコンで、LED やセンサ、モーターなどの部品を取り付けて、プログラミングすることでインタラクティブに動作する作品を作り出すことを可能にする。基板加工機は銅板に配線パターンを切削加工することで、複雑な回路をもった電子基板を出力することができる。最後に、はんだ付けをすることによってその基板に部品を接続する。

(文責: 皆澤聖)

2.2 本グループの課題設定

一年を通して我々は「デジタル工作機器/データ作成の基礎技術の習得」と「作品制作を通じた実践経験/技術の向上/技術の伝達」「習得した技術を生かした対外展示」に取り組んだ。小型のマイコンである Arduino では LED やモーター、センサといった部品を状況に応じて電氣的に接続したり、プログラミングして制御できるようになることを課題とし、基板加工機では専用の制御ソフト「Design Pro」と回路図や基板配線図を作成するための電子回路用 CAD「EAGLE」の使用方法を学ぶことを課題とした。図 2 は EAGLE で作成した基板配線データをガーバーデータに変換し、Design Pro で読み込んだ切削用データ外観を示す。

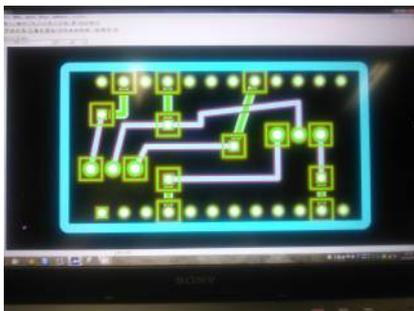


図 2. 基板切削用のデータ

また、基板加工機で出力した基板に部品を接続するためのはんだ付けの技術習得も目標とした。さらに、「ワークショップ/web 上でのドキュメント共有を通じた伝達技術の向上」の一貫でワークショップの実施や作品を制作するためのマニュアルを作成して web 上で共有をすることも課題とした。

(文責: 太田啓介)

第 3 章 課題解決のプロセス

3.1 技術習得の課題解決のプロセス

上記に設定した課題より，当グループでは最初に GoogleDrive の設定を行い，メンバーの間で情報できる環境を整えた．次に電子回路／基板設計用 CAD「EAGLE」をダウンロードし，回路図/配線図のデータ作成の一連の流れを習得した．EAGLE は基板サイズを一定以下で非商用用途であれば，無償で利用でき，世界中で幅広く利用されているソフトウェアである．さらに作成したデータを基板加工機の制御用ソフト「Design Pro」にて読み込み，基板加工機で銅板を切削して電子基板を出力した．さらに，出力した基板にピンヘッダ／抵抗／LED などの様々な電子部品をはんだ付けする練習をグループメンバー全体で行った．他にも Arduino を用いて様々なセンサ／アクチュエータを扱うためのプログラミングに取り組んだ．また，他の班と合作で制作した作品において，電子的な制御部分を全て担当し，例えばモーターや 7 セグメント LED，LED マトリクス等を制御するための電子基板を作成し，Arduino を用いて制御用プログラムを実装した．

(文責: 皆澤聖)

3.2 各メンバーの動き

3.2.1 高橋政伸

LED マトリクスの制御に最適化した Arduino 互換機である Dotsduino(ドッツデュイーノ) を用いて，電光掲示板のように時間を表示するための電子基板のはんだ付けとプログラミングを行った．また 2D 班と連携して Dotsduino をアクリルケースに格納した「電光デジタル時計」を制作した．図 3 に電光デジタル時計の外観を示す．



図 3. 電光デジタル時計

この作品はパソコンからシリアル通信で現在時刻を設定することで正確な時間を表示することができる。私の担当箇所は、Dotsduino の組立て、及び Arduino を用いたデジタル時計のプログラミングである。Dotsduino の組立てはオンラインマニュアル [1] を参考に行ったが、1 回目ははんだ付けが甘く失敗してしまった。その原因は、主に銅箔浮きやイモ付けハンダ [2] にあることを突き止めた。制作時にマニュアルを見て感じたこととして、写真が小さく部品の配置が分かりづらい点であった。IC の向きや、基板の向きは重要なので今後私がマニュアルを作成する時には配慮しようと考えた。2 回目は 1 回目の失敗に注意しながら丁寧にはんだ付けを行い、Dotsduino を完成させた。次に Dotsduino 上で動くデジタル時計を Arduino の開発環境を用いてプログラミングした。この際、(Dots.h)(DateTime.h)(DateTimeStrings.h) の 3 つのライブラリを使用した。表示方法に関してはパターンエディタ [3] を参考にした。数字のパターンは、8 × 8 の表示域でも見やすいように、縦 8 × 横 3 の数字フォントを独自に設計した。今後の課題としてはこれまでの反省点（はんだ付けの失敗、見づらい部品の配置図、ソースコードの説明不足）を踏まえて、デジタル時計制作のための分かりやすいマニュアルを作成していきたい。

(文責: 高橋政伸)

3.2.2 崎野隼平

習得した技術としては、EAGLE による回路設計、基板加工機での基板加工、はんだ付け、Arduino を用いたプログラミングである。前期は主にはんだ付けとプログラミングの技術を習得した。これらの技術を習得するために 2D 班、3D 班、E-fab 班の 3 班合同で制作した作品が「永遠に時を刻む砂時計」(以下 砂時計)である。この作品は、「3 分経過すると音が鳴り自動的に砂時計を持つ手が回転し、回転した回数を 7 セグメント LED に表示する」ことで、永遠に砂時計を動作させ続けることができる。各班の役割分担としては、2D 班は主に Adobe Illustrator で作品の外装部分の設計とレーザーカッターで切り出し、及び切り出された部品の組み立てを行った。3D 班は砂時計を保持する手をハンドスキャナーで読み取り、3D CAD ソフト (Autodesk 123D Design) に取り込み修正した上で、3D プリンターで出力を行った。E-fab 班は EAGLE で回路設計をし、その作成したデータを基板加工機で出力することで基板の制作を行った。また基板にはんだ付けを行い、Arduino 用のプログラムを作成して書き込んだ。このように 3 班の技術を集結することで砂時計を完成することができた。E-fab 班の分担の中で私が関わった作業は、主にはんだ付けとプログラミングである。砂時計を制作する際に使用した電子部品は、圧電スピーカー、7 セグメント LED、サーボモーターである。特に、7 セグメント LED はこの作品で初めて扱ったため、基本的な接続方法やプログラミング方法を調査した上で、手が回転した回数をカウントして表示するプログラムを実装した。これにより 7 セグメント LED を扱う技術を身に付け、プログラミングの技術の向上にも繋がった。また他の班員が作成した基板に、はんだ付けを行うことで、技術も身に付けることができた。図 4 に砂時計の回路、図 5 に完成した作品を示す。

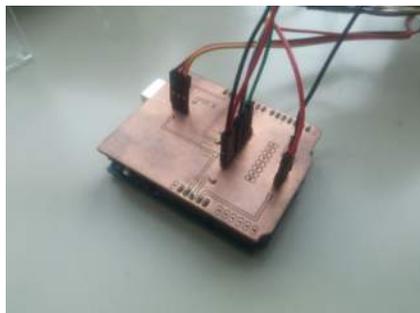


図 4. 砂時計の回路



図 5. 永遠に時を刻む砂時計

後期は前期で習得した技術に加え、EAGLEによる回路設計、基板加工機での基板加工の技術を身に着けることにした。その際 27 個の 5mmLED を立方体上に $3 \times 3 \times 3$ に配置し、LED の足同士を直接はんだ付けをすることで立体の LED マトリクス「LED Cube」を制作した。図 6 は $3 \times 3 \times 3$ の LED Cube である。この作品は LED を正確にはんだ付けした上で、各 LED を Arduino と接続するための基板を設計／出力し、プログラミングした様々なパターンで点灯させることになる。このように、習得すべき技術を全て身に着けることができる作品であると考えた。作品の制作にあたり、当初は 3mm の LED を用いて、 $2 \times 2 \times 2$ のかなり小さいバージョンのプロトタイプを作成した (図 7)。



図 6. 完成した LED Cube

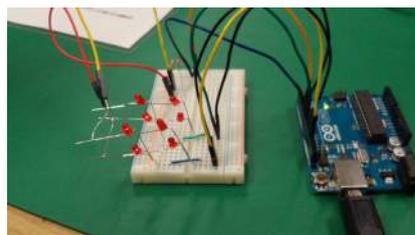


図 7. $2 \times 2 \times 2$ のプロトタイプ

この小型プロトタイプを制作して、実際にプログラムを書き込んで動作を確認したところ「迫力がない」、「小さすぎて動きが見辛い」といった問題が判明したため、5mmLED で作成することにした。またプログラミングをしている際に、ダイナミック点灯という方式で、制御するための Arduino のピン数を抑えて LED を点灯させられることを学習した。ダイナミック点灯とは、LED のアノードとカソード側をともにマイコンの出力ピンにつなぎ、時系列で LED を一つずつ点灯させる方式である。ここで、点灯周期を十分早く (例: 10ms) することで、人間の目には全ての LED が一斉に点灯／消灯しているように見える。ここでは、まずブレッドボード上で正常に動作することを確認してから EAGLE で回路を設計した。この際、EAGLE の経験不足を補うために、ソフトウェアの使用方法や回路を設計する方法、基板加工機の使用方法を共有し、基板を出力することに成功した。その後、動作には支障をきたさない余分な配線に気が付いた。基板加工機を動作させるためのソフトウェアである Design Pro で余分な線を削除することは出来たが、次回はこの経験を活かして設計段階から改良に取り組んでいきたい。

(文責: 崎野隼平)

3.2.3 皆澤聖

前期の主な活動は基板を作成するための技術習得であった。その一環として EAGLE と基板加工機の基本的な技術を習得し、Arduino に接続するシールドの作成を行った。シールド基板は Arduino に直接重ねて接続することにより、ブレッドボードなどを使用せずに様々な部品を繋ぐことができる。さらに、3.2.2 でも説明された「永遠に時を刻む砂時計」においては、スピーカー、サーボモーター、7セグメント LED を接続するための基板を独自に設計／実装した。作業過程としては、EAGLE で回路図と配線図を作成し、基板加工機の制御ソフトである Design Pro を使用して基板加工機での加工を行った。配線図に関しては両面に基板を作成するため、二つの線をビアを用いて交差させる工夫をした。基板加工機の制御は難航した点はなかったが、作業中に操作ミスがあり、基準穴をあけるためのドリルの先端を削ってしまったため、加工開始点の設定を目視で判断したため位置合わせに少々苦労した。総合的には、基本的な基板については失敗も無く加工でき、はんだ付け後に各部品を問題なく動かすことができた。図 8 は完成した Arduino シールドの一例である。



図 8. Arduino シールド

後期では前述した基板加工に加え、電子工作と手芸を組み合わせる「テクノ手芸」に取り組んだ。テクノ手芸は、基本的な電子回路の設計と手芸の技術を組み合わせる点が特徴である。図 9 に示すように、親指と中指を接触させ、狐の形にすることで通電し、狐の目の位置にある 2 つの LED を光らせる「フォックスハンド」を作品を制作した。

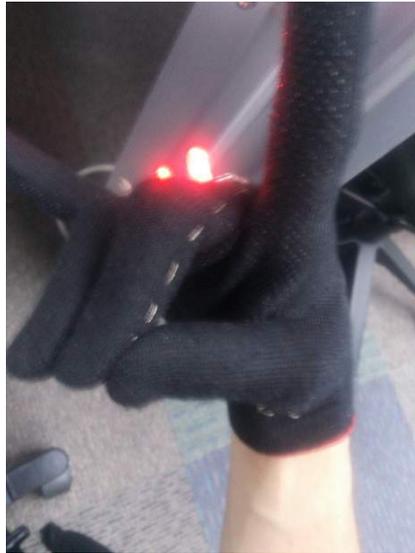


図 9. フォックスハンド

また、前期で習得した基板加工機を使用し、Arduino だけではなく Arduino Pro Mini に対応するシールドの作成も行った。このシールドに音声センサとサーボモーターを内蔵し、音声に反応してインタラクティブに回転する「ふりむくだるま」を作成した（図 10）。



図 10. ふりむくだるま

この装置は声や音をセンサが取得し、サーボモーターを動かすことによってだるまを 180 度回転させて、振り向くように見せることができる。このシールド作成では、これまでよりも細かいはんだ付けが多かったため、失敗して基板を破損してしまうことがあった。そこで、丁寧なはんだ付けを心がけることに加え、EAGLE で回路設計する際にはんだのパッドとその周辺を広くすることで、はんだ付けを遂行しやすくする改善を施した。その結果、はんだ付けがスムーズになったのは勿論、EAGLE による回路設計も素早く行うことができるようになった。

（文責: 皆澤聖）

3.2.4 太田啓介

前期、後期を通して対外展示のワークショップ用の「インタラクティブ・コースター」を制作した。このインタラクティブ・コースターとは、コップを上に乗せると、コースター下側に付いているタクトスイッチが押され、コースター上側についている LED が光り、外装の亚克力や乗っているコップ、その中の飲み物を明るく照らす動作をする（図 11）。



図 11. インタラクティブ・コースター

前期の段階の設計ではワークショップ参加者にとって制作難易度が高いという問題点があったため、電子部品の種類について調べ適切な部品を選定することで制作難易度を下げ、参加者にも作りやすい設計にすることができた。具体的には、当初ははんだ付けを参加者にしてもらおう予定だったのだが、難易度や安全性に配慮し、あらかじめソケットをはんだ付けしておき、参加者はそのソケットに部品を差し込むだけで組み立て可能な状態にした。これらの経験を通してはんだ付け、基板加工の技術はもちろん、他にも適切な部品選び、作りやすい設計、安全性などものづくりにおける幅広い技術を学ぶことができた。また後期ではマイコンである「BlendMicro」の制御の勉強している。この BlendMicro は Bluetooth モジュールを搭載した Arduino 派生のマイコンであり、フルカラー LED テープと組み合わせて壁掛け時計の制作を行っている。この壁掛け時計の制作には Java 言語やシリアル通信など今まで自分があまり触れてきていない領域の技術が必要となり、様々な技術についての勉強することを余儀なくされている。この作品は FabLab Hakodate β の運営が終了するまでに完成することを目標にしている。

(文責: 太田啓介)

3.3 データ共有の課題解決のプロセス

第 1 章でも説明した通り、FabLab ではデータを世界と共有することが重要である。そこでインターネットでの Fab データ共有サービスを利用した。技術習得の過程で様々な作品を制作してきたが、それをマニュアル化し、インターネットを介して共有することで FabLab の「web 環境を利用したものづくり知識やデザイン等の共有」が達成できると考えた。インターネットでの Fab 技

術の共有サイトには以下のようなものがある。

サイト名	サービス開始	説明	URL
Instructables	2005 年	6ヶ国語でサービス展開，10 万以上の作品の制作マニュアルを共有	http://www.instructables.com/ja/
gitFAB	2014 年	Mozilla によってサービス展開，モノづくりの知識やその背後にある部分までを共有	http://gitfab.org/
Thingiverse	2008 年	3D データなどのデータを共有することを中心とした共有サイト	http://www.thingiverse.com/
Shapeways	2007 年	3D データの公開から出力した物の注文もできる共有サイト	http://www.shapeways.com/

表 3.1 インターネットでの Fab 技術共有サイト

この中でも主に Instructables を中心に作品の公開，共有を行った。それらは <http://www.instructables.com/id/FabLabHakodate/> にまとめ閲覧できる。各メンバーは自分が制作した作品について，各作品がどのようなデジタル工作機器を利用したかを明記するようにした。さらにはどのような材料を利用したかについても型番も載せて公開することにした。加えて細かな説明が必要であったり，サイト内では説明が難しいような部分に関しては別途設計図や解説書の pdf ファイルを用意して公開した。完成したマニュアルに関しては一度プロジェクトメンバーで確認しあい，説明に関して足りない部分はないか，使用した画像は適切か等の話し合いを行い，その後教員がチェックをした後公開した。我々は Instructables では全 13 作品を公開し，約 2 箇月間で世界中から 2000 以上の views, 30 favorites, 27 comments のレスポンスを獲得した。特に公開した作品のいくつかは Instructables の運営 スタッフからの反応があり，スタッフのお気に入りの作品に選ばれた。さらにはこういった活動が認められ無償で私達のアカウントをプレミアムアカウントもして頂いた。

(文責: 太田啓介)

3.4 各メンバーの動き

3.4.1 高橋政伸

対外展示のために作成した「震えるペンギン」(図 12) を Instructables に投稿し共有を行った。



図 12. 震えるペンギン

作品の説明としては、外見はフェルトで作成したぬいぐるみのペンギンであり、中身にはタクトスイッチ、ジャンプワイヤ、ボタン電池、振動モーターを使用した回路を仕込んでいる。ペンギンの両手に仕込んだタクトスイッチを同時に押すことで、本体が振動するため、見た目を楽しむだけでなく実際に触って体験をすることで、興味を持ってもらえるように設計をした。また、誰でも再現できるように配線図を電子回路 CAD「Fritzing」を用いて設計し投稿した。アップロードしてから約 2 箇月間で、閲覧数は「116 views」お気に入り数は「4 favorites」コメント数は「1 comments」を頂いている。今後は、実際にこのサイトを使用しながらのワークショップなども行うことで、作品共有スキルの向上と FabLab Hakodate の認知度向上を目指していきたい。

(文責: 高橋政伸)

3.4.2 崎野隼平

対外展示のために作成した LED Cube を Instructables に投稿することで共有を行った。私の他にも LED Cube を投稿している方は沢山いたが、大体の方がユニバーサル基板で作成していた。実際に EAGLE で回路を設計、基板加工機で銅板を加工し、出力した基板にはんだ付けをするといった少々手間がかかる工程を経て、手作りの基板で作品を制作してみたいという方向けで投稿した。文章だけでは伝わらない部分には写真を使用し解説し、基板を加工する際に必要なデータを添付し、さらに実際に動作している動画を youtube に投稿した上で、そのプログラムを GitHub に公開するなどといった工夫を施した。加えてプロジェクトメンバー全員でわかりにくい表現などが使われていないかなどを事前に検討し、修正を行ってブラッシュアップを進めた。投稿から約 2 箇月間で、閲覧数は「573 views」お気に入り数は「3 favorites」頂いておりコメントは、「Very nicely documented project! Thanks for including your files and even a video of the cube in action.」と、「So smart idea! Thanks for sharing :)」の 2 件を頂いている。プログラム、基板加工機で加工をする際に必要なデータ、作品の動画をアップロードしたことや、LED Cube を基板上にコンパクトになるように設計したことが好評であったとコメントから考えられる。現在の段階では投稿内容を見て実際に制作してみたという方はまだいないが、何れそのような方が出てきてくれたら幸いである。

3.4.3 皆澤聖

データ共有サービスの Instructables を使用してデータと作成方法をアップした。技術習得の項目にも記載したとおり、音声センサを利用して声を掛けるとこちらに振り向くだるまを作成した。この作品はマイコンの Arduino Pro mini を使用して音声センサとサーボモーターを制御しており、声や音をセンサが取得し、サーボモーターを動かす仕組みになっている。また、Arduino Pro mini に各装置を直接繋げるためのシールドを基板加工機を用いて作成した。外部のだるまはペイントソフトで描いたデータを画用紙に印刷し切り出して組み合わせた。この作品を作った主な目的としては、人の声に反応して動作するインタラクティブな装置を作成する事と、Arduino Pro mini に対応する基板のシールドを出力し完成させることである。Instructables には、この作品を完成させるまでの手順は勿論、Arduino のソースコードと基板加工機で出力する基板の CAD データ、だるまの外部の画像データもアップした。また、実際に声を掛けることによって動く実演動画を youtube に投稿し、Instructables で紹介した。作品の作成手順を投稿するにあたり、始めに使用する材料を一覧にし、作業一区切りごとにステップとして分けた。さらに、ステップごとの作業中の写真とステップ最後の画像を大きく掲示し、必要なデータを見やすくまとめて添付することに気をつけた。前述したとおり、プロジェクト内のメンバー全体で Instructables に投稿した内容を検討することによって、作品制作の手順や、データの掲載方法などブラッシュアップを行い、グループメンバーから指摘されたことを中心にレイアウトや言い回しを変更した。結果としてプロジェクト内で作成した作品の品質を揃えて web 上に共有することができた。アップロードしてから約 2 箇月間で、閲覧数は「157 views」お気に入り数は「2 favorites」コメント数は「1 comments」を頂いている。この web を通して作品をシェアするプロセスでは、作品を作るだけでなく、作る過程や途中の状況を記録することは非常に重要であり、作るまでの過程を他の人に見やすい形でまとめる事も欠かせない事である事を学んだ。今後は、自らの作品を作成するときは定期的に写真やデータを記録することは勿論、工夫した箇所や困難だった箇所を書き留めを行い、自分以外にも再現可能な形で情報共有を行っていきたい。

(文責: 皆澤聖)

3.4.4 太田啓介

ワークショップで使用したインタラクティブ・コースター、対外展示用の木製のタイムテーブルが書かれた看板に関するマニュアルを制作し、ウェブ上のものづくり共有サイト「Instructables」、[「gitFAB」](#)に投稿し共有を行った。また、マニュアル制作にあたりプロジェクトメンバーとのブラッシュアップを行い、誰にでもわかりやすいマニュアルを目指して制作を行った。プロジェクト内では普段から工作機器を使っているため、専門用語を説明しなくても伝わりやすいのだが、不特定多数の様々な人向けに説明をするためわかりやすい写真を入れたり言葉を選ぶ工夫をした。

(文責: 太田啓介)

3.5 対外展示の課題解決のプロセス

FabLab を創出した際に多くの方に利用してもらうため、Fab 文化を函館に広める目的で対外展示を行った。対外展示として、オープンキャンパス・はこだて国際科学祭・未来大祭・ハロウィンイベント以上 4 つのイベントで展示を行った。対外展示内容として、自分たちが制作した作品の展示とワークショップの 2 つを並行した。作品展示では Fab 技術の可能性を感じてもらうこと、ワークショップでは気軽に Fab を体験してもらうことを目的とした。8 月 3 日に行われた FabLab として初の対外展示であるオープンキャンパスでは作品展示と並行してレーザーカッターを用いてクッキー彫刻体験を行った。8 月 24 日のはこだて国際科学祭では 2 種類の光るコースターの制作体験を時間制で交互に行い、クッキー彫刻体験を常設で行った。10 月 11, 12 日の未来大祭ではタトゥーシール体験、オリジナルケース名前入れ体験、クッキー彫刻体験の 3 つをローテーションで行い、常設として 3D プリンター胸像制作体験を行った。上記 3 つのイベントの経験を活かし、10 月 31 日に自主企画として FabLab Hakodate β 運営開始の宣伝を目的にハロウィンイベントを未来大校内にて行った。昼の部では未来大生を対象にプチ仮装体験としてタトゥーシールと紙つけまつけの体験、夜の部では一般の方の参加も可能にするため、事務と連携を行い食堂前にてカッピングマシンを用いてラテアート体験を行った。

(文責: 太田啓介)

3.6 各メンバーの動き

3.6.1 高橋政伸

オープンキャンパスでは、前述した電光デジタル時計を展示した。展示では、電光デジタル時計に時刻を表示して見せるだけでなく、時計に表示する文字をタブレットを用いて来場者にその場でデザインしてもらう体験も用意した。そして実際に、3~5 歳位の子供 2 名に体験してもらった。しかしテーマを絞らずに急に何か描くことは難しく、また操作も子供には難しかったため途中で飽きてしまった。従って、この展示では電子工作の楽しさを伝達することに繋がらず、また体験者数も少なかったため、認知度向上も微々たる結果となった。そこで、はこだて国際科学祭以降は、作品の展示と共にワークショップの運営を行った。具体的には前述したインタラクティブ・コースターの作成体験である。このワークショップではおよそ 10 名の来場者が参加し、「ワークショップは楽しかったですか？」というアンケートの集計結果では、全ての回答が「はい」という結果となった。このことから、ワークショップによってモノづくりの楽しさを参加者に伝えることができたと考えている。また、参加者にはワークショップの前後に FabLab についての説明を行ったため、FabLab の認知度向上にも繋がった。さらに、前述した震えるペンギンを展示し、見た目を楽しむだけでなく来場者に実際に触って興味を持ってもらえるようにした。幼稚園から小学校低学年の子供やその家族が手に取る事が多く、この作品を手に取る事により FabLab への興味、関心へ向けることができた。具体的には、作品を触った子供が FabLab に興味を持ち、ワークショップに参加する事例があった。よって、FabLab の宣伝に繋がったのは勿論、モノづくりの楽しさを伝えることができた。

(文責: 高橋政伸)

3.6.2 崎野隼平

対外展示では LED Cube を公開した。この作品を展示したイベントは、「はこだて国際科学祭」と「未来大祭」の2つである。はこだて国際科学祭では、3D プリンターの実演に人が流れてしまい LED Cube は目立たず、コメントも貰えなかった。目立たなかった原因は、プログラムが未完成で動作が地味であったことが原因であると考えた。そこで次の展示イベントの未来大祭では、前回より派手に動作するようにプログラムを改良した。しかし基板制作の進捗が遅れていたため、外装も完成しておらず前回同様ブレッドボード上で動作をさせていた。作品の配置場所としては、通りすがりの方にも目につく FabLab Hakodate β の看板付近である。その結果、耳が不自由な障害者の方には大変気に入っていただき作品の写真を撮ってもらった。また、ある子どもからはどのようにして動いているのかなどといった質問を受けた。こうしたことから、前回よりは好評であったと考える。しかし、ある親子連れの方からは「大学生なのだからもう少しプログラムを凝ってもいいのでは」という意見を頂いた。未来大祭を通して、作品についての賛否両論の意見を頂いたため LED Cube を見た方全員から好評をいただけるように、プログラムをもう一度初めから考え直した。改良したプログラムでは、点灯する LED の個数が徐々に増え、全ての LED が点灯し終わったら徐々に消灯していくというパターンを繰り返す。この作品をインターネット上の Fab 技術共有サイトに投稿したところ、好意的なコメントを頂いたことから (3.4.2 参照)、このパターンが好評であると考えられる。次回作品を展示する機会があれば、一般の方や学生の方から作品のフィードバックを得て、より一層 LED Cube の完成度を高めていきたい。

(文責: 崎野隼平)

3.6.3 皆澤聖

オープンキャンパスでは前述のとおり、作品展示、クッキー彫刻体験、3D プリンターの実演を行っていた。その中で自分が活動したこととしては、作品展示のブースで未来大学に訪れた高校生に作品の説明と各種デジタル工作機器の説明を行った。興味を持った学生に対して質問に答えるだけでなく、FabLab としての活動や、今までの成果といった内容も話すように心がけた。また説明も専門用語を使用せず、わかりやすく具体的な単語を用いた。その結果、何人かの学生はオープンキャンパスの作品展示を通して FabLab とデジタル工作機器に大きな興味を持つことができた。プロジェクトの最終発表では、オープンキャンパスで FabLab の対外展示に来ていた学生がプレゼンテーションを視聴し再びデジタル工作機器を見たいと申し出てきた。オープンキャンパスでは、クッキー彫刻体験のワークショップの運営と準備を助けることができないという反省点もあった。はこだて国際科学祭ではオープンキャンパスと同様、作品展示とクッキー彫刻体験のワークショップに加え、前述したインタラクティブ・コースターのワークショップを行った。はこだて国際科学祭は子供が多く集まったため、作品とデジタル工作機器を用いたモノづくりの楽しさを伝え、親や大人には FabLab についてを具体的に説明した。また、ワークショップのインタラクティブ・コースターについては、準備にも参加し、基板加工機を用いて基板を出力することと、LED や抵抗などをはんだ付けする作業も行った。この時、他のグループのメンバーにもはんだ付けの方法を伝えることにより、スムーズに作業を行うことができた。ワークショップ当日では、コースター完成までの手順を説明する担当をした。未来大祭では、顔にロゴ等を貼るタトゥーシールのワークショップを担当した。オープンキャンパスやはこだて国際科学祭では他の班の作業に関わることができ

なかったため、当日担当外のワークショップの運営に参加できなかった。しかし、未来大祭ではクッキー彫刻体験の一連の流れを学び、自ら行えるようにすることは勿論、自分の担当のタトゥーシールの使用方法を他のメンバーに伝達した。ハロウィンワークショップでは、未来大祭同様のタトゥーシールに加えペーパーカッターを使ったラテアート体験に参加した。

(文責: 皆澤聖)

3.6.4 太田啓介

対外展示では作品展示とワークショップを平行して行ったが、事前準備において主にワークショップの準備をする役割を担った。ワークショップを行うにあたり人数や機材の配置、具体的なワークショップ内容やタイムテーブルなど様々な内容を決定した。また、電子工作のワークショップであるインタラクティブ・コースターの制作について専門的な視点から企画した。2回目以降の対外展示については過去の展示で得たアンケート等のデータを用いて、どのようなワークショップを行いたいのか、今回のワークショップではどのような点が良かったか／悪かったかなどを分析して、より良いものにするため様々な試行錯誤を行った。対外展示中にはワークショップの運営だけでなく、来客者への作品展示についての説明も必要である。作品の説明は制作した人が説明するのが来客者にとってわかりやすいことが多いのだが、必ずしも制作した本人が説明できるわけではなく、近くにいるメンバーが代わりに説明を行うケースも多い。その際、作品の特徴や制作者が工夫した点などをうまく説明できないことがあったため、メンバー内での情報の共有が大事であると感じ、その後の体外展示では情報共有に配慮した。

(文責: 太田啓介)

3.7 β 運営の課題解決のプロセス

当プロジェクトの現状では大学の工房の設備を利用しているため、その利用規則上、工房を一般の人々が利用できず、FabLab Hakodate を発足させることが困難である。しかし、将来的に FabLab Hakodate の円滑な運営を実現するために、運営体制の構築や利用者への宣伝活動は必須である。そこで我々は対象を学生・教職員に限定し、FabLab を「FabLab Hakodate β 」として試験的に運用することによって、FabLab Hakodate の発足に備えている。FabLab Hakodate β は 10 月半ばから毎週水 / 金曜日の放課後 (18:00 ~ 20:00) に 3 階工房にて学内関係者限定で運営を行った。大学が定めた工房の利用規約に準じた利用手続きは煩雑であり、利用者の負担になるため、本プロジェクトで独自に SNS・メールを利用した事前予約制度を制定し、登録を代行することによって手続きの簡略化を行った。運営は当プロジェクトのメンバーが行い、利用者へ材料の提供、機材の説明やデータ作成のサポートを行っている。機材の利用は無料だが、FabLab の精神に基づきユーザ制作物のデータは原則として運営側が保管し、適宜 web 上でシェアする方針とした。宣伝活動は Twitter, Facebook などの SNS を利用し、活動内容や作品紹介、イベント告知などの発信を行っている。なお、イベントとして 10/31 にはハロウィンをテーマとしたワークショップを開催した。昼休みにはモノづくりの関心が薄い人を対象に、FabLab でできることを知ってもらうため、自作のタトゥーシールと紙つけまつげの仮装グッズを配布した。放課後は FabLab を体験してもらうため、Adobe illustrator とペーパーカッターを使ったラテアートのワークショップを行った。FabLab Hakodate β はプロジェクト終了後も 1/31 まで通常運用、不定期のワーク

ショップ開催を続けていく予定である。

(文責: 崎野隼平)

3.8 各メンバーの動き

3.8.1 高橋政伸

自分が担当した日には FabLab Hakodate β の電子工作の利用者がいなかったため、その原因と対策を考えた。原因は、電子工作を行う際の敷居が高いことであると考えた。その対策を2つ考案した。1つ目は、FabLab の紹介PVを作成し、公開することである。動画内で電子工作が手軽に行えることを宣伝することで、電子工作の敷居を下げるるとともに FabLab に対する敷居も下げることが出来るだろう。2つ目は、簡単に制作できる作品のワークショップを開くことである。具体的には電子工作と手芸を組み合わせたテクノ手芸が挙げられる。LED と布素材を使用したランタンやキーホルダーであれば興味が無かった人たちに興味を持ってもらいつつ、技術も身につけてもらえるのではないだろうか。最後に、FabLab はもっと市民に開かれていることが大事である。大人や子供、様々な年齢層の人たちが気軽に作品作りができるような敷居の低い FabLab を作りたいと考えている。

(文責: 高橋政伸)

3.8.2 崎野隼平

塚田先生が担当する2年知能システムコースの講義である情報処理演習2で FabLab Hakodate β の宣伝活動の手伝いを行った。この講義は Arduino を用いて電子工作をする講義である。最終課題でインタラクティブな装置を作成するという課題が出題されるため、FabLab で EAGLE を使用して回路を設計する手伝いができることや、基板加工機を利用して基板を作成することが出来るということなどを宣伝した。言葉だけでは伝わらないため、Fablab で作成した作品例として LED Cube を取り上げた。また、プロジェクト学習最終発表会のアンケートで「FabLab Hakodate β を知っていましたか?」という質問項目を作成した。この項目は「はい」か「いいえ」の2択であるが、「はい」と選択した方に「どこで知りましたか?」という項目を別途用意してある。「はい」と選択した方と「いいえ」と選択した方を比較すると、「いいえ」と選択した方が若干多かった。「どこで知りましたか?」という項目に対しコメントを幾つか頂いているが、「塚田先生の講義で FabLab を知った」というコメントが4件あった。コメントの件数から一定の宣伝効果が得られたと考えられる。 β 版を開始してから E-fab 班の利用者は未だ来たことは無いが、情報処理演習2の最終課題で電子工作を行う際に「EAGLE で回路を設計したい」、「基板を作成したい」といった学生もいたため、是非利用して欲しいと考えている。

(文責: 崎野隼平)

3.8.3 皆澤聖

FabLab Hakodate β を運営するにあたり、未来大学内の生徒により多く FabLab を知ってもらうために、プロジェクト担当の塚田先生の講義内で FabLab Hakodate β の宣伝を行った。具体的

FabLab Hakodate: Launching a digital fabrication facility for citizens

には、センサ工学と情報処理演習 2 の講義にて、FabLab Hakodate β の宣伝用のチラシを配り、その後学生へ向けたスライドを用いて 15 分程のプレゼンテーションを行った。センサ工学では FabLab Hakodate β の宣伝は勿論、センサを用いた作品の紹介やその他テクノ手芸の内容なども説明し、情報処理演習 2 では電子工作や Arduino を使った作品作り、EAGLE を使用した回路設計も紹介した。その結果、最終報告のアンケートでは「FabLab Hakodate β をどこで知ったか」という質問に、講義にて紹介があったという回答が 4 件集まった。また授業の課題製作のための作品作りを FabLab で行いたいという意見もあった。したがって、大きな宣伝効果はなかったものの、授業に効果的に FabLab Hakodate β を利用することもできることや、FabLab の有用性を説明することができた。その他、最終発表後に FabLab を利用し基板加工機や電子工作を通じた作品作りを行いたいと考えている学生の意見を聞き、作品を作るために必要な資料、機材の使い方をまとめて提供した。また、具体的に作成したい案を持っている学生への新たな案や、プロトタイプの作成の手助けを行った。

(文責: 皆澤聖)

3.8.4 太田啓介

ハロウィンの對外展示以降 FabLab Hakodate β として週に 2 回のペースで運営を行ったのだが、その中で電子工作を目的とした利用者はいなかった。理由として、電子工作の敷居が他のものづくりよりも高いことや、手軽に電子工作を行うことができる FabLab の強みが FabLab の利用手続きの大変さによって消されてしまっていることなどが考えられる。また普段から工房を利用していることで気づいた問題点として、基板加工機は操作やデータの作成が難しいため、初心者が電子工作を敬遠してしまうのではないかといったものもある。このような様々な原因があり、電子工作を目的として FabLab Hakodate β を利用していただくには多くの課題があることがわかった。この問題を解決するために電子工作の敷居を下げするためのワークショップを定期的に行うこと、電子工作に興味をもってもらうために作品を制作し紹介するなどの対策をしていくことが必要であると感じた。

(文責: 太田啓介)

第 4 章 結果

4.1 プロジェクトの結果

FabLab を函館に設立するというプロジェクト全体の目標を達成するために前述した課題をグループ内で設定した。その課題を解決する活動を行った結果、以下の結果が得られた。

- 基板データ回路図／配線図を作成する技術と基板加工機を制御するソフトの知識
- Arduino を用いたセンサ／アクチュエータ／電子部品を制御する技術
- はんだ付けのスキル
- オンライン／オフラインでの情報共有能力と多人数での合作能力の向上
- グローバルな範囲での情報共有、伝達方法技術の向上
- FabLab を運営した際のユーザへのコミュニケーション技術の向上

前期では基板加工機の使用方法や Arduino によるプログラミング、はんだ付けの技術を中心に学んだ。それにより基本的な知識や技術を習得することができた。また、不具合やはんだ付けの失敗があった時の対処法なども実践の中で習得することができた。最終的には、各個人の得意としているプログラミングやはんだ付け、基板加工機の取り扱う能力をそれぞれが発揮し、お互いに知識や技術を教え合うことにより多くの知識をグループメンバーで共有することができた。また、制作した作品をネットワークを通じて世界に発信することで、FabLab の理念であるオープンソース化、情報の共有の方法を学ぶことができた。さらには夏季休暇からの対外展示、10 月以降の FabLab Hakodate β の運営によって学内のユーザとのコミュニケーション技術を身につけることができた。

(文責: 皆澤聖)

第 5 章 活動のまとめと展望

前期は、基板加工機や EAGLE の基礎技術習得、Arduino を用いた作品制作とそれに伴う電子回路設計やはんだ付けの技術向上、他グループと連携した作品制作、対外展示に向けたマニュアル制作を課題とし活動した。その結果前期では、基板加工機や EAGLE の使用に関する知識と注意事項、電子回路設計やはんだ付けの技術、Arduino を用いたセンサ／アクチュエータ／電子部品を制御する技術の習得、多人数で 1 つの作品を設計するノウハウ、技術や知識の伝達技術を習得することができた。また後期では、対外展示を積極的に行い、オープンキャンパス、はこだて国際科学祭、未来大祭、ハロウィンワークショップの 4 つを行った。さらに、FabLab Hakodate β の試験運用を 10 月 11 日から行った。その結果後期では、対外展示を行うことにより、運用のノウハウの蓄積や函館市民に対する宣伝、認知度を向上をすることができた。そして前期終了時点での展望として述べていた「制作した作品のマニュアルを作り web で共有すること」、「対外展示を通して函館での FabLab の認知度の向上」「FabLab Hakodate β の試験運用」を成し遂げることができた。今後の活動の展望として、FabLab を実際に運用するための必要条件となる FabLab 憲章を全て満たす活動をしなければならない。これは今現在 5 つある必要条件のうち 2 つ満たさず、1 つ目に「少なくとも週に 1 回は、無料で市民に一般開放されていること」、2 つ目に「世界の FabLab と連携して活動すること」である。1 つ目の「少なくとも週に 1 回は、無料で市民に一般開放されていること」について、現在の活動形態では未来大学の教職員、学生以外の方が工房 (FabLab Hakodate β) の設備を利用することができていない。これは大学関係者以外が工房を利用するためのルールが定まっていないことが理由で、今後教員や事務と連携をとることにより市民の方の利用を可能にするルールを定め、解決しようと考えている。2 つ目の「世界の FabLab と連携して活動すること」について、現在は他の FabLab との交流が少なく、連携しているとは言えない。これは、世界 FabLab 会議などの世界の FabLab が集まるような場所に参加することや作品をたくさん作り、積極的に web でシェアすることで解決しようと考えている。このように FabLab を函館に作るには今年度では完璧には創出することができなかった。また FabLab という文化を函館に根付かせるためには来年度、再来年度以降と中・長期的に FabLab 運用できるように引き継ぎ等に配慮したい。

(文責: 皆澤聖)

参考文献

- [1] なんでも作っちゃう、かも, "Dotsduino (ドッツデュイーノ) ハンダづけ", <http://arms22.blog91.fc2.com/?tag=Dotsduino>, 2014/07/18 参照.
- [2] NOSESEIKI, "はんだづけ基礎講座 web 版", <http://www.noseseiki.com/kisokouza/>, 2014/07/23 参照.
- [3] hi-rom. comI, "Dotsduino Designer", http://hi-rom.com/labs/arduino/dotsduino/Dotsduino_Designer.html, 2014/07/23 参照.