

公立はこだて未来大学 2015 年度 システム情報科学実習 グループ報告書

Future University-Hakodate 2015 System Information Science Practice Group Report

プロジェクト名

FabLab 函館: 新しいモノづくりを支える活動拠点／コンテンツ／支援システムの創出

Project Name

FabLab Hakodate: Launching active facility/ contents/ support system for new fabrication

グループ名

グループ C(システム構築)

Group Name

Group C(System Architecture)

プロジェクト番号/Project No.

16-C

プロジェクトリーダー/Project Leader

1013011 相馬友成 Tomonari Soma

グループリーダ/Group Leader

1013043 会津慎弥 Shinya Aizu

グループメンバ/Group Member

1013190 石田聖弥 Masaya Ishida

1013107 蛭名真紀 Maki Ebina

1013058 成田佳加 Yoshika Narita

1013038 増田太一 Taichi Masuda

1013248 村田亘 Wataru Murata

1013063 若宮奈々 Nana Wakamiya

指導教員

塚田浩二 美馬のゆり 角 康之 迎山和司 木塚あゆみ 沖真帆

Advisor

Koji Tsukada Noyuri Mima Yasuyuki Sumi Kazushi Mukaiyama Ayumi Kiduka Maho Oki

提出日

2016 年 1 月 20 日

Date of Submission

January 20, 2016

概要

日本語の概要を書く。我々のプロジェクトでは新しいモノづくりを支える活動拠点、コンテンツ、支援システムを創出することを目標とした、函館市民向けの FabLab Hakodate β として活動する。昨年度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いた。しかし、FabLab を運営するために必要な条件である FabLab 定義のうち、「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」と「世界の FabLab と連携して活動すること」を満たすことができなかった。そのため、学内外に「FabLab Hakodate β 」と称し設立させた。今年度は昨年と同様に「技術習得」「技術共有」と共に、初心者でも扱えるようなコンテンツや工作機器の「マニュアル作成」、独自のモノづくりを行えるファブの魅力を市民に伝えるための「対外展示」、および「システムの提案」に取り組む。また、いきなり世界の FabLab との連携を試みるのではなく、「国内の FabLab との情報共有」も考える。「技術習得」としては、デジタル工作機器の使用法やデータ作成等のファブ技術を 4 つのグループ (3D-FAB, 2D-FAB, 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製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。「マニュアルの作成」としては、工作機器の使用法や作品の制作方法を、市民にもわかるよう作成する。「システムの提案」としては、どのように製作工程を現すと、皆が同じように作品を作れるようになるかを考えると共に、活動を支えるシステムはないか考える。「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こだて国際科学祭、Human Interface Symposium での短期出展を行い、FabLab の魅力を市民に体験してもらおうと共に、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。「国内の FabLab との情報共有」としては、Web 上で公開されている作品を参考にしたり、作品行程を載せてみたり、また国内の他の FabLab に見学に行き情報共有を目指す。以上のことを踏まえ、中長期的な運営体制の構築を目指す。

キーワード デジタル工作機器、函館、ファブ、FabLab

(文責: 石田聖弥)

Abstract

Abstract in English. Abstract in English. Our project aims to launch activities facility, contents, support system for fabrication and active as FabLab Hakodate β for citizens in Hakodate. In the Last year our project aims to launch “FabLab” - a digital fabrication facility. However, we did not fulfill FabLab definition to management, “to open for citizen at least once a week” and “to active with FabLab in the world”. So, we established “fabLab Hakodate β ”. In this year, we set some challenges: “skill-acquiring”, “skill-sharing”, “making manual”, “public exhibition”, “system proposal”. And all so we set “information-sharing with FabLab in Japan”. 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 “making manual”, we plan to how to use digital machine tools and create for citizen. As “system proposal”, we think how reveal fabrication process, everyone will be able to create in the same way. And all so we proposal supporting system. 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”. Finally, as “information-sharing with FabLab”, we try to create contents on web and upload our contents or process. In addition, we will try to visit FabLab in Japan for sharing information.

Keyword Digital machine tools, Hakodate, Fab FabLab

(文責: 石田聖弥)

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	従来例	1
1.4	昨年度の問題点	2
1.5	本プロジェクトの課題設定	2
第 2 章	前期での活動について	3
2.1	4 つの班での活動	3
2.1.1	3D 班	3
2.1.2	2D 班	4
2.1.3	Craft 班	5
2.1.4	E-fab 班	6
2.2	対外イベントでの活動	7
2.2.1	オープンキャンパス	7
2.2.2	はこだて国際科学祭	8
2.2.3	Human Interface Symposium	8
第 3 章	本グループについて	11
3.1	本グループの背景	11
3.2	本グループの目的	11
3.3	本グループの課題設定	11
第 4 章	成果物について	13
4.1	データ作成支援システム	13
4.1.1	背景	13
4.1.2	目的	13
4.1.3	システム概要	13
4.1.4	類似サービスとの違い	15
4.1.5	システムの詳細	16
4.1.6.1	iPad	16
4.1.6.2	Web	21
4.1.6	今後の展望	21
4.2	3D プリンタのエラー通知システム	22
4.2.1	背景	22
4.2.2	目的	23
4.2.3	システム概要	23
4.2.4	システムの詳細	23

4.2.4.1	印刷中に印刷物が移動する場合	23
4.2.4.2	ノズルにフィラメントが詰まる場合	24
4.2.4.3	通知方法	25
4.3	今後の展望	25
第 5 章	課題解決のプロセス	27
5.1	データ作成支援システム	27
5.1.1	各メンバーの動き	27
5.1.1.1	増田太一	27
5.1.1.2	会津慎弥	28
5.1.1.3	若宮奈々	29
5.1.1.4	蛭名真紀	32
5.2	エラー検知システム	33
5.2.1	各メンバーの動き	33
5.2.1.1	成田佳加	33
5.2.1.2	石田聖弥	36
5.2.1.3	村田亘	37
第 6 章	結果	40
6.1	データ作成支援システム	40
6.2	エラー検知システム	41
第 7 章	活動のまとめと展望	42
	参考文献	43

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

現在、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ている。関連して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かつ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からアナログ工作機器までを備え、一般ユーザが手軽に利用できる市民開放型工房ネットワーク「FabLab」は、その中核を担う施設として注目されている。2015 年現在、世界 50 ヶ国以上/347 ヶ所以上で開設されており [1]、日本でも、鎌倉／渋谷／筑波／大分等の様々な都市で運営されている。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。

本プロジェクトでは、未来大の工房に導入された多数のデジタル工作機器を用いた「ファブ時代のモノづくり技術（以下、ファブ技術）」を習得し、作品製作やワークショップ等を通して人に「伝える」ことで、技術を深く理解して伝達できる「Fab Master」としての素養を身につける。また、对外展示や学内外での FabLab の運用を行い、ファブ文化の浸透を図る。2 年目の今年度は、ファブ技術の技術習得や FabLab 運営に加えて、「高度なオリジナルコンテンツ／マニュアルの制作」や「FabLab での活動を支えるシステム提案」に注力することで、世界の FabLab ネットワークへ貢献し中長期的な運用を目指す。

（文責: 会津慎弥）

1.2 本プロジェクトの目的

私たちのプロジェクトでの最終的な目的はデジタル工作機械を駆使して、(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 を設立し、運営していくことである。

（文責: 会津慎弥）

1.3 従来例

昨年度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指して活動した。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」の魅力を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た。「FabLab Hakodate」の創出に向けて、我々は「技術習得」「技術共有」「对外展示」「試験運用」に取り組んだ。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) に分かれて習得した。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した。技術共有としては、機器利用のための「マニュアル」や作品製作のための「インストラクション」を

FabLab Hakodate: Launching active facility/ contents/ support system for new fabrication
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た。 対外展示としては、昨年 夏季休暇中に本学のオープンキャンパスやはこだて国際科学祭での短期出展を行い、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た。 最後に試験運用としては、 昨年秋学期に学内外に 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した。

(文責: 会津慎弥)

1.4 昨年度の問題点

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ができなかった。これは今現在 5 つある必要条件のうち 2 つ満たされておらず、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、昨年度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なかった。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かった。また Fab 文化を函館に根付かせるためには中・長期的に FabLab を運用していかなければならなかった。

(文責: 会津慎弥)

1.5 本プロジェクトの課題設定

今年で 2 年目となる本プロジェクトは、以下の 5 つの課題を設定した。

- 作品制作を通した実践経験/工作機械の技術の向上
- 作品制作の共有方法の確立
- 対外展示を通した Fab 文化の浸透
- 工作機械のマニュアル作成
- モノづくりを支援するためのシステム開発

上記の課題を解決していく為には様々なデジタル工作機械を使いこなしていき、それらを利用した記録を作っていく事に加え全体での経験の共有が大切であると考えた。そこでプロジェクト内で 3D 班, 2D 班, Craft 班, E-Fab 班の 4 つに分かれて活動し、技術を多方面から習得し、全体にフィードバックしていく事にした。その後、FabLabHakodate β として運営していくための FabLab 運営班, ファブ技術を駆使した作品制作を行うコンテンツ制作班, モノづくりを支援するためのシステム開発班の 3 つに分かれて活動する。

(文責: 会津慎弥)

第 2 章 前期での活動について

2.1 4 つの班での活動

2.1.1 3D 班

3D 班は 3D プリンタや、3D スキャナの技術習得と作品試作を行うグループである。本プロジェクトの目標である「FabLab Hakodate の試験運用」を達成するためには、3D に関連する工作機械を使いこなし、複数の CAD ソフトの使い方やそれらの基礎知識を知っている必要がある。従って、3D に関連する特定のデジタル工作機器の使い方と 3D 技術の習得、向上を課題とした。また、試験運用をする上で一般ユーザが利用するためには、使用者がデジタル工作機器の使い方を理解する必要があるため、それらの機器のマニュアルの作成/改善を課題とした。

本グループではまず、今年度から新たに 2 台の 3D プリンタが導入されたためその初期設定を行った。その後、CAD ソフトである 123D Design をインストールし、モデリングの練習を行った。その成果として完成した 3D モデルを 3D プリンタを用いて出力実験を行った。昨年度のマニュアルを元に出力を試みたが、ソフトウェアのバージョンが異なったため、マニュアルを改善した。そして、モデリングの練習と出力を繰り返し、3D 技術の習得、その際に発生した 3D プリンタの不具合を対処・メンバー内で共有をした。また、CAD ソフトの特徴から効率的に 3D モデルを作成するため、Sculptris などの CAD ソフトをインストールし、モデリング技術を高めた。出力が完成した作品に着色するため、エアスプレーを用いた。3D スキャナのスキャンの実験を行い、マニュアルの作成をした。学んだ 3D 技術を活かして、本プロジェクトの他の 3 つの班や他のプロジェクトから、3D 技術について、作品制作のお手伝いなど様々な面で活動した。3D 技術の認知度の向上として、対外展示用に子供向けに 3D パズルを作成した。使用した 3D プリンタは Makerbot Replicator 2X, 3D スキャナは Makerbot Digitizer であった。

3D 班は複数の CAD ソフトのインストールを行い、各 CAD ソフトごとに扱いやすいモデルの形状があることを理解した。次に、各自作成するものに合った CAD ソフトを使い、モデル作成における技術習得を行った。印刷する際にフィラメントを溶かすときの適当な温度とプラットホームの適当な温度があり、印刷の時間を短縮するために作品の内部構造を変えるなどの工夫を身につけることができた。

前期の活動として、3D に関連する特定のデジタル工作機器の使い方と 3D 技術の習得、3D に関連するデジタル工作機械のマニュアル作成/改善の 2 つを課題として活動に取り組んだ。その結果、3D プリンタで物体を出力する技術や 3D プリンタの仕様などに関する情報の獲得、CAD ソフトによるモデリング技術の向上、3D プリンタの使用中に発生した不具合に対する情報の獲得、次回へ繋げるためのマニュアル制作、などの成果を得ることができた。

今後は、前期に行えなかったプロジェクトの課題である、ワークショップや対外展示を通した市民への FabLab の魅力の伝達、の 2 つを本グループとしての視点から取り組み、さらなる成果を得る必要がある。そして、得た物全体にフィードバックや記録をすることで、プロジェクトへ貢献していく予定である。

(文責: 石田聖弥)

2.1.2 2D 班

2D 班はレーザーカッターを活用した技術習得及び作品制作を行うグループである。レーザーカッターとはプラスチックや木材、皮革やガラスにレーザー光線を使用して彫刻、カット加工を施すことが出来るデジタル工作機器である。Adobe Illustrator を用いたレーザーカッターのカッティングデータの制作、そのデータを基に材料の彫刻や切り出し、そこから得た知識の共有を主な活動としていた。

本プロジェクトでは、函館市民への貢献をするべく夏に数回の対外展示を予定していた。その対外展示を成功させるために自分たち自身がデジタル工作機器を扱うことができ、かつ、人に教えられるようになることが不可欠であると考え、そのスキルを身につけるべく前期は以下の課題を設定した。

- レーザーカッター講習終了証発行への挑戦
- レーザーカッターで初歩的なキーホルダーなどの 2 次元的な作品の制作
- レーザーカッターではめ込み (噛み合わせ) を用いた 3 次元的な作品の制作
- マニュアル制作
- カッティングプロッターで初歩的なシール制作
- 食品用レーザーカッターを用いての彫刻

課題設定の狙いは、レーザーカッターの加工技術を基礎から段階を踏みながら課題を設定し、スキルアップを図ることであった。

1. レーザーカッターの操作や注意事項を確認し、Adobe Illustrator を用いたデータの作成方法を学ぶことによって、今後のスムーズな技術習得のための基礎を固める。
2. 簡単な 2 次元的な作品から初め、徐々にはめ込みや組み合わせを必要とする作品へと難易度を上げていくことによって無理のない技術習得を試みる。
3. 他グループとの連携で、多人数で 1 つの作品を設計するノウハウを学ぶ。
4. 得た知識をマニュアル化することによって他人へ技術や知識を伝達するスキルを身につける。

設定した課題から、私たちは最初に連絡先の交換を行った。次にレーザーカッターの修了証を作成することで 2D 班が多く利用するレーザーカッターの利用方法や利用の際の注意点などを学んだ。次に、レーザーカッターのデータを作成するために使用する AdobeIllustrator の初歩的な使い方について学び、自らがデザインしたアクリル板のキーホルダーを製作した。その後、レーザーカッターで「FabLabHakodate」の立体ロゴの部品を出力したり、学外に持ち出し可能な小型 co2 レーザーカッターで食品に彫刻を施し、技術習得をしていった。また、小型 co2 レーザーカッターは、既存のマニュアルが作成された時と異なるデータ入力ソフトを利用するため、マニュアルのデータ作成部分の修正を行った。

設定された課題を解決するために行われた個人/グループ内での活動により、2D 班では次の結果が得られた。レーザーカッターの使用技術の向上と、全員のレーザーカッター修了証の取得や FAB 刻印の取得/小型 co2 レーザーカッターの技術習得、新たなマニュアル作成/各レーザーカッターを使用した制作活動におけるノウハウの学習。以上のことは、各機材に対してメンバーを振り分け、効率的に技術習得を行い、またそれらを共有することでなし得た事である。作品制作においては、幾度の観察/考察を繰り返し、意見を伝え合う事を通して得た結果であり、より精度の高い作品制作につながった。

2.1.3 Craft 班

Craft 班はレジン加工や CNC ミシンを使用して作品製作を行う。ほかの班とは違い、デジタル工作機器の CNC ミシンの他に、はさみやカッター等のアナログ工作器具も使用する。レジンとは、樹脂のことであり、様々な素材の表面をコーティングする際に使用する。生花や食品といったものを加工することも可能である。レジン加工を施すことで、ものを加工した状態のまま保存できるという特徴がある。CNC ミシンとは、一般的なミシンの機能の他に、パソコンで作成したイラストをそのまま布に刺繍できる機能を持つミシンである。従来、イラストを刺繍することは手で縫うことが多く、時間がかかるうえに思い通りの仕上がりにならないことがある。しかし、CNC ミシンを使用することにより、思い通りのイラストを刺繍することが短時間で出来るようになる。この機能を活用することで、今までは再現が困難で手間がかかるような複雑なイラストを刺繍することや、大量に同じイラストを用いた作品を短時間で作成することが可能になる。我々は、レジンと CNC ミシンを使用したモノづくりを通して、技術力の向上や、蓄積される知識や経験をもとに、人に伝える能力の向上を目的とし、同時に以下の 3 つを課題とした。

- アクリル版などを切断・彫刻するために、レーザーカッターの講習を受け使用技術やデータ作成するときのソフトの使い方を学ぶ
- レジンを塗るには慣れが必要であるため、平面や凹凸のあるものの表面、食品等のレジン加工の技術を習得する
- デジタル工作機械の基礎技術の習得として、CNC ミシンと専用ソフトの使用方法や特徴を学ぶ

上記の 3 つの課題を解決するため、それぞれの課題に対しての活動を行った。

1 つ目の課題解決として、レーザーカッター講習を受けレーザーカッターの使用法を学んだあと、イラストレーターを使ってキーホルダーにしたい形や、名札のデータ作成、ステンドグラスのデータ作成を行い、レーザーカッターを用いてデータを出力した。

2 つ目の課題解決として、ビスケット、グミなどの食品や、一つ目の課題解決に用いたレーザーカッターで出力したキーホルダーや名札をはじめとするアクリル板に UV レジンでコーティング加工をした。平面や凸凹面を持つ、様々な物にレジンを塗り練習を失敗しながらも何度も行った。

3 つ目の課題解決には、まず CNC ミシンを利用するために専用制御ソフトをインストールした。Windows8 に対応していないようだったので、専用制御ソフトをインストールできるパソコンを用意し、インストールを行った。パソコンに専用制御ソフトをインストールしたあとは画像データを CNC ミシンに出力させる環境を整え、画像データを作成し、出力する練習を行い、最終的にはプロジェクトメンバー全員分の刺繍入りバンダナを作成した。

以上の課題設定と課題解決プロセスから、以下の 3 つの結果を得ることができた。

- レーザーカッターの使用法、データ作成方法に関する知識と技術
- レジン加工に関する技術
- CNC ミシンと専用ソフトの使用法や特徴に関する知識と技術

後期はこれらの結果を活かし、新たな班で活動していく。

2.1.4 E-fab 班

E-fab 班は電子工作を中心に技術を習得するグループである。Fablab を函館に創出することを目的とした我々のプロジェクトを進める上で電子工作はあらゆる作品に動作をつける為に必要とし、センサなどを使ったインタラクティブな作品を制作するにも必要不可欠である。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ということが現状である。E-fab 班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を学び技術習得を目的とする。主に習得する内容として Arduino、基板加工機、はんだ付けを学ぶ。Arduino とは小型のマイコンで、LED やセンサ、モータなどの部品を取り付けプログラミングすることで動作のある作品を作り出すことを可能にする。基板加工機は銅版を彫り、複雑な回路をもった電子基板を出力することができ、はんだ付けをすることによってその基板に部品を繋げる。このように習得した技術を応用、共有することによって更なる向上を図る。技術の習得」と「作品製作を通した実践経験/技術の向上」に取り組んだ。

小型のマイコンである Arduino では LED やモータ、センサといった部品を状況に応じて制御できるようにプログラミングできることを課題とし、基板加工機では制御する為の CAD ソフト DesignPro とその中で取り扱うデータを作成することができる CAD ソフト EAGLE の使用方法を学ぶことを課題とした。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主な目標とした。さらに、「ワークショップ/Web 上でのドキュメント共有を通した伝達技術の向上」の一貫でワークショップ内容の決定、プロトタイプ制作、ワークショップ体験中に使用するマニュアルを作成することも課題とした。

E-fab 班として行った活動は、基板の回路を描写することできる CAD ソフト EAGLE をダウンロードし、基板回路データ作成の一連の流れを習得した。更に作成したデータを DesignPro というソフトを使用して読み込み、基板加工機を制御して銅版を使った電子基板を出力した。出力した基板にピンヘッダを始めとした部品をはんだ付けの練習をグループメンバー全体で行った。他にも、Arduino を使い、装置を制御するためのプログラミングの書き込みを行った。また、他の班と合作の際には、内部の装置としてモータや 7 セグメント LED、LED マトリックスを制御した。班としての作品は Carduino というラジコンを製作した。また、Carduino を操作するためのコントローラとして Android アプリを開発した。さらに、Carduino の製作過程が記されているマニュアル作成も行った。

結果として、Eagle や基盤加工機の使い方を習得し、回路データを作成することができるようになった。また、電子部品のはんだ付けする技術も習得できた。さらに、マニュアルを作成したことで、他人にわかりやすく伝える技術を得ることができた。

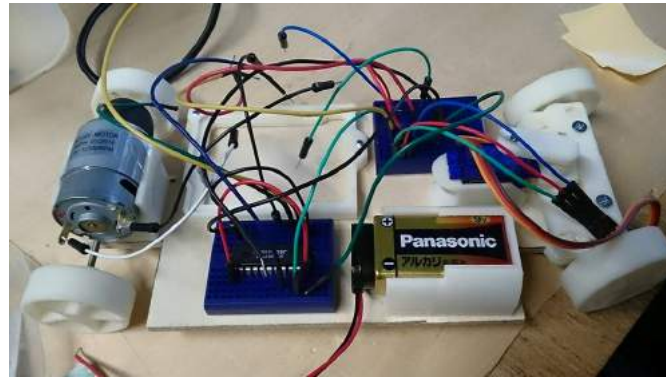


図 2.1 Carduino

(文責: 会津慎弥)

2.2 対外イベントでの活動

2.2.1 オープンキャンパス

オープンキャンパスとは、入学を希望している高校生やその保護者の方が大学まで足を運び、大学への関心を高めてもらうイベントの一つである。そこで、FabLab Hakodate β では高校生を対象に「FabLab を知ってもらうこと」「モノづくりの楽しさを知ってもらうこと」を目的にワークショップを企画した。以下がワークショップの企画内容である。

- ワークショップについてのポスターの展示
- ワークショップについての映像の放送
- 過去に製作した作品の展示
- デジタル工作機器のデモ展示
- レジンを用いたキーホルダーの作成
- カントリーマアムに粉砂糖でアート

デジタル工作機器として、3D プリンタ、食品用レーザーカッター、UV ライトを展示した。3D プリンタでは高さ 3cm ほどのパンダのフィギュアを印刷し、食品用レーザーカッターではあらかじめ用意したデータから参加者にデータを選んでもらい、えびみりんに彫刻した。UV ライトでは、用意したお菓子にレジンを塗りキーホルダーの作成体験を行った。また、カントリーマアムの上に型を乗せて粉砂糖をふりかける、チョコパイアートのような体験を行った。

今回のワークショップは今年度の FabLab Hakodate β における初めてのワークショップということもあり反省点が多く見られ、特に時間配分を見直す必要があった。また、デジタル工作機器を長時間使うため、3D プリンタ、食品用レーザーカッター、UV ライトの不調が見られた。30 分以上ワークショップに参加してくれる方も多かったため、滞在時間に対応したワークショップの企画が必要であると考えた。良かった点としては、参加者をワークショップにしっかり案内できたこと、見る機会のあまり無いデジタル工作機器の説明を分かりやすいようにできたことである。また、オープンキャンパスの場合なので、大学の雰囲気伝え、高校生の質問にも答えられた。以上を今後のワークショップの参考にした。

アンケートで「FabLab を知っているか」の質問に対して、80% の参加者から「知らない」という

回答を得た。また、「今回のワークショップにどのくらい満足したか」という質問に対して、96%の参加者から「非常に満足した」という回答を得た。このことから、今回の目的である、「FabLabを知ってもらうこと」「モノづくりの楽しさを知ってもらうこと」の2点を達成したと考える。

(文責: 村田亘)

2.2.2 はこだて国際科学祭

はこだて国際科学祭では、五稜郭タワーのアトリウムにて子供とその保護者を対象とした3日間のワークショップを開催した。ワークショップでは以下の活動を行った。

- 3D プリンタを使ってクマなどの簡単ですぐに完成するマスコットを作って見せる。(希望があればそれをキーホルダーにして配る)
- はこだて国際科学祭のポスターに描いてある鹿や環境問題にまつわるアイコンのデータから好きなものをお菓子里に小型 co2 レーザーカッターで彫刻して配る。
- インクジェットプリンターを使ってはこだて国際科学祭にまつわるものや FabLab Hakodate β にまつわるもののボディシールを作成し、配る。
- 万華鏡制作体験をしてもらう。(2日目のみ)

ワークショップを通して、参加してくれた人々にデジタル工作機器を紹介した。また、1番人が来ると予想した2日目には体験型ワークショップとして万華鏡制作を行った。万華鏡の外枠はMDFを切り出して作成し、鏡やアクリル板を切り出して作成したパーツを内側の部品として使用するためにあらかじめ用意しておいた。当日は、参加してくれた人々と一緒に部品を組み合わせ、ビーズやマスキングテープで個性的なものに仕上げてもらった。3日間のワークショップを通して活動の紹介を十分にすることができたため、ワークショップに参加してくれた人から新たな活動の依頼があり、プロジェクトの活動の場を広げることにつながった。

(文責: 若宮奈々)

2.2.3 Human Interface Symposium

Human Interface Symposium (以下 HIS) とは、ヒューマンインタフェースの分野に関わる国内の研究者が集まる学会である。毎年開催されている HIS が、今年の9月1日から4日までの4日間ははこだて未来大学にて開催された。本学での開催にあたり、FabLabHakodate β として研究者や学生、大学教員である学会参加者を対象としたワークショップを企画した。以下がワークショップの企画内容である。

- 過去に制作した作品の展示
- 活動内容をまとめたポスターの展示
- FabLabHakodate β の紹介動画の放送
- デジタル工作機器のデモ展示
- 3DCAD 体験
- 記念品の作成

また今回のワークショップのメイン企画として 3DCAD 体験を行った。簡単かつシンプルなサイコロの 3D データを事前に準備しておき、参加者にモデリングの説明をしながら事前準備されたデータをアレンジさせた。作成されたデータは、実際に 3D プリンタで出力して参加者にプレゼントした。



図 2.2 3DCAD 体験風景

体験型ワークショップである 3DCAD 体験は比較的長い時間がかかるため、学会の講演と講演の間の短い時間でも FabLabHakodate β やデジタル工作機器を使用したモノづくりについて知ってもらえるように記念品として独自のネームタグの作成をした。ネームタグには木・ケース付き・アクリルの三種類を用意し、それぞれに HIS のロゴ、FabLab のマーク、ネームタグ作成希望者の名前が入っている。このネームタグは全てレーザーカッターや 3D プリンタで作成されている。



図 2.3 ネームタグ

希望者には三種類のネームタグから 1 つ好きな種類を選んでもらい、名前を名簿に書かせた。名簿に名前を記入後に作成を始めるので約 10 分ほど待ってもらい、その間に FabLab についてやデジタル工作機器についての説明を行った。

実施したワークショップの参加者は約 250 人であり、多くの人に参加・体験をしてもらうことができた。しかし学会参加者の中には研究や普段からデジタル工作機器を使用している方が何人かおり、一部のプロジェクトメンバーよりも機材に詳しく知識不足が目立ってしまう場合があった。また 3DCAD 体験では、モデリング体験に要する時間が長いため参加者が少なかった。学会の合間という時間がない中でも独自のネームタグを製作することができ、多くの人に FabLab について宣伝することができたことから HIS 参加者に対応した企画内容であったと考える。

(文責: 蛭名真紀)

第 3 章 本グループについて

3.1 本グループの背景

FabLab は、比較的安価ではあるが基本的な機能を備えたプロ仕様の NC(Numerically Controlled:数値制御式) 工作機械を備えている [2]。2 次元, 3 次元のパーツを作り出すことができるレーザーカッターや 3D プリンタなどがある。これらの NC 工作機械と CAD/CAM ソフトウェアを利用して、誰でもアイデアをすばやく具現化することができる。しかし、これらの Fab 技術を利用しても不便な点が多数存在する。例えば、NC 工作機械や CAD/CAM ソフトウェアは初めて利用する人々にとって覚えることが多く、扱うのが難しいこと。Fab 技術でパーツを作り出した一方、人の手で組み立てなければいけないことなどがある。これらの問題を解決するためには、新たなシステムを構築し、モノづくりを支援する必要がある。先行事例として、FabNavi というものがある。このシステムは、モノづくりの組み立て過程を記録し、Web 上で共有して、机上で再現できる。机上の作業の様子をカメラで記録し、プロジェクターで実寸大で投影するなど、誰でも簡単に作ったパーツの組み立てができるようになるシステムである。このように、モノづくりを支援するシステムを構築し利用してもらうことでモノづくりを簡単にし、よりデジタルファブ리케이션を発展させることができる。

前期では 3D 班, 2D 班, Craft 班, E-Fab 班の 4 つに分かれて活動し、技術を多方面から習得し、対外イベントを通して、技術を深く理解して伝達した。その経験を生かし本グループでは、「FabLab での活動を支えるシステム提案と構築」に注力することで、世界の FabLab ネットワークへ貢献し中長期的な運用を目指す。さらに FabLab や対外イベントで運用していくことで、ローカルコミュニティを育てつつ、世界のファブコミュニティへの発信を目指す。

(文責: 会津慎弥)

3.2 本グループの目的

本グループの目的は、FabLab での活動を支えるシステム提案と構築することで、世界の FabLab ネットワークへ貢献することである。さらに FabLab や対外イベントで運用していくことで、ローカルコミュニティを育てつつ、世界のファブコミュニティへの発信をする。

(文責: 会津慎弥)

3.3 本グループの課題設定

前期では使用機器別に 4 つの班に別れ「デジタル工作機器／データ作成の基礎技術の習得」と「作品製作を通した実践経験／技術の向上」に取り組んだ。後期では、前期に学んだことを活用し実際の問題に即したシステム提案／改良を行うこととなった。FabLab でのモノづくりやコミュニケーションを支援するシステムを構築するにあたり、次のことを課題として設定した。

必要技術の習得

開発が決定した機能を実装するために必要な技術や知識を身につける。

FabLab での実際の問題に即したシステム提案

前期の活動から FabLab でのモノづくりをする際の問題点やより良くできる点について確認し合い、開発すべきシステムのアイデアを持ち寄る。その後アイデアを絞り込み、必要技術や機能などを調査しまとめる。類似サービスとの違いを明確化し、システムの特徴を決定する。絞り込みまとめたシステム案を担当教員に提案する。

Fab 活動を支援するシステムの開発/実装

仕様書や開発設計書、スケジュール計画書を作成し開発を進める。一人ひとりの担当を決め、連携を図りつつ優先度の高い機能から順に実装する。最終発表ではシステムの公開をする。

運用/評価

完成したシステムの運用を行い評価する。評価から問題点や今後すべきことを見つけ、実行する。

(文責: 蛭名真紀)

第 4 章 成果物について

4.1 データ作成支援システム

4.1.1 背景

本プロジェクトは、夏の对外活動の一環として参加したはこだて国際科学祭において FabLab Hakodate β としてワークショップを開催した。そのワークショップでは、私たちがワークショップのためにあらかじめ用意しておいた、はこだて国際科学祭にまつわるイラストや FabLab Hakodate β のロゴなどのたくさんあるイラストデータの中から好きなものを選択してもらい、食品に彫刻をするという形式で進めていた。そのワークショップに参加していた何人かの人が自分の絵をお菓子に彫刻してみたいと求めてきた。しかし、その時に所持していたソフトウェア (Adobe Illustrator) では操作方法を知らない人には難しく、またデータを作成するには時間がかかってしまうため要望に応えることができなかった。本プロジェクトでは、Fab を支えるシステムの構築を目標としており、このような对外活動での経験から現段階のデータ作成方法を見つめ直した。前期の技術習得段階において使用していたソフトウェア (Adobe Illustrator, CorelDRAW) が一般的にレーザーカッターのデータ作成に使われているが、どちらも多機能であり描画は操作方法を熟知していなければ難しい。また、データの書き出しには様々な形式があり、レーザーカッターでは扱えない形式も含まれているため書き出しを間違えないためにもいくつかの事前知識を身につける必要がある。私たちシステム構築班は大きく分けてその 2 点に着目し、描画機能を厳選かつ簡略化すること、データの書き出しはレーザーカッターで扱える形式のみにすることで、小学生のようなドロー系のソフトウェアの操作を熟知していない人にも自分で作品を作成することが可能であり、作成から完成まで時間を費やさないような簡易データ作成システムを構築しようと考えた。

(文責: 若宮奈々)

4.1.2 目的

小学生が簡単に作品制作をするための小型 co2 レーザーカッターに対応したデータ作成支援システムの構築をする。

(文責: 若宮奈々)

4.1.3 システム概要

本システムは小学生のレーザーカッター用彫刻データの作成を支援するシステムである。描画機能を厳選して実装したので従来にデータ作成を行っていた Adobe Illustrator や CorelDRAW などのドローイングソフトと比べ操作が容易に行うことができる。本システムでは複雑な操作を必要とせずに作品を完成させるのが目的とする。また自身の作品は自動的に web ページにカテゴリ分けされ公開して共有したり、他人の作品を再編集したりすることで Fablab の理念を尊重しているシステム構成になっている。

作品を新規追加する場合

本システムの利用者がクライアントで本システムを起動し、トップ画面からゲストかログインを選択する。画面遷移後に新規作成ボタンを押し外形を円，正方形，長方形の中から選択すると描画画面に移動して描画ライブラリである ACEDrawing を用いてイラストを描画することが可能になる。描画画面ではペンツール，直線ツール，図形作成やテキスト入力などの機能が備わっている。イラストを描くのを仕損じた場合は消しゴム機能や戻る/進む機能を使うことにより，元のイラストに戻し作業を再開することが可能である。イラストが完成したら保存ボタンを押し作品のタイトルとカテゴリを選択する。その後決定ボタンを押すとサーバに送信される。描いたイラストをクライアント側で BASE64 に変換し，作成したユーザ ID，作品のタイトルと作品のカテゴリ ID と共に json でサーバに送信する。サーバに送られたイラストはバイナリ形式に変換されファイルシステムにより PNG 形式でファイルをサーバのハードディスクドライブに保存する。また，データベースに画像 ID，送信された作品のタイトル，作品のカテゴリ ID と画像の URL を保存する。その後，その画像でレーザーカッター彫刻を行いたい場合は PC で画像をダウンロードする必要がある。本システム専用の WEB ページを WEB ブラウザで読み込みサイドバーからコンテンツを選択しカテゴリ検索を行い目的の画像を見つけたらその画像を選択し，ダウンロードページから出力するサイズを選択しダウンロードをする。PC 側で画像データをダウンロードするときにサーバ内部でファイルを変換する。保存された PNG ファイルを ImageMagick を使用するためのライブラリである RMagick で読み込み，画像の形式をベクターファイルである SVG に変換する。その際に SVG データの下 1 ピクセル分が正しく出力されないので正しくデータを保つために下 1 ピクセル分を削除する。その後 PDF データに変換されレーザーカッターで使えるファイルになる。その後レーザーカッター彫刻用ソフトウェアにインポートしてレーザー彫刻を行う。

ユーザを新規登録する場合

ユーザを新規作成する場合クライアントでトップ画面からログインからユーザの新規作成ボタンを選択してユーザ ID，パスワードと確認用パスワードの 3 種類を入力し決定ボタンを押し送信する。サーバでは送信されたユーザ ID の一意性を確認する。一意であるならユーザ ID と安全性を保つためランダムな文字列「salt」と，salt とパスワードを組み合わせる文字列のハッシュコードである「hash」の 3 種類をデータベースに登録する。サーバ側で処理に成功した場合クライアントにユーザ ID を送信して，失敗した場合エラーメッセージを送信してクライアントに伝える。

他人の作品を再編集する場合

他人の作品を再編集したい場合はクライアントのトップ画面からゲストログインか自分のアカウントでログインを行い，遷移後の画面でカテゴリ検索を行う。カテゴリ検索はそのカテゴリに一致する今まで本システムで描画した画像の一覧が表示される。その画像一覧から再編集したい画像を選択し再編集後の外形を選び再編集を行う。再編集する画像を決定した場合，サーバに画像の ID をクエリに持ったリクエストをサーバに送信する。サーバはリクエストを受け取ったら画像の ID に紐づけられた保存されている PNG ファイルを取得し画像をバイナリ形式に変換した後 BASE64 に変換しクライアントに送信する。

自分の作品を再編集する場合

自分の作品を再編集する場合は自分のアカウントでログインを行う必要がある。クライアントの

トップ画面からログインボタンを押し自分のユーザ ID, パスワードを入力してログインをする。その後遷移した画面に自分の作品一覧が表示される。そこで再編集をしたい画像を選択し外形を選び再編集することができる。その後、サーバでユーザ ID でデータベースを検索し一致するユーザ ID を発見できたならパスワードに salt を付加し、そのハッシュ値と hash を比べ一致したならログインが成功したとみなす。セッション管理にはデータベースを利用して、ログインに成功した場合ランダムな文字列を生成してユーザ ID に対応づけて保存する。その後 cookie にランダムな文字列を設定してクライアントに送信する。クライアントではその cookie を保存しておきサーバと通信するときに送信する。この送信された文字列とユーザ ID と紐付けた文字列が一致した場合セッションを継続する。ログインに成功した場合クライアントに自分の作品の一覧を表示することができる。その中から再編集を行いたい画像を選択して手直しを行う。

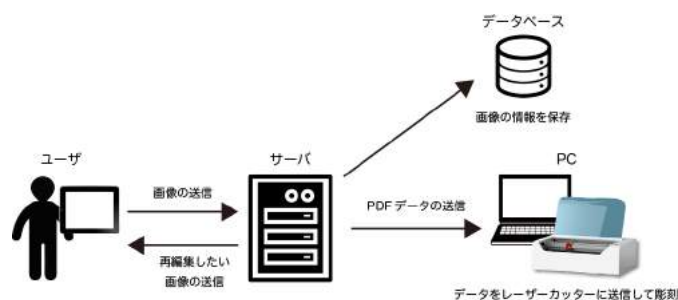


図 4.1 サーバとクライアントアプリの関係

(文責: 増田太一)

4.1.4 類似サービスとの違い

本システムと類似するサービスとして同じドローイングソフトウェアである Adobe Illustrator と Adobe Ideas の 2 つ挙げ、本システムとそれらとの差異を示す。

Adobe Illustrator

Adobe Illustrator は Adobe Systems が発売しているドローイングソフトウェアであり、描画機能のベクターツールが多機能かつ高性能であり、そのため、扱いこなすことができると高度な作品を作成する事が可能である。Adobe Illustrator は小学生には操作が複雑であり、実際に对外展示で行ったワークショップでも作品を制作することができなかった。機能が数多くありすぎて知識がない状態で作品を完成させる事が容易にはできない。本システムは Adobe Illustrator と比べ本システムの描画機能は基本操作しかないが誰にでも直感的に扱えるように設計されている。本システムではレーザーカッター用のデータ作成に必要な機能のみを厳選して備えて、他の機能を排除した。そのため小学生のようなドローイングソフトウェアに対する知識が無いような人にも簡単に扱いこなせるような設計になっている。

Adobe Ideas

Adobe Ideas は Adobe Systems が発売している iPad 用のペイント用アプリケーションである。本システムと同等に描画機能が簡略化されておりドローソフトウェアに対して慣れていなかったり知識が無くても簡単に扱う事ができる。しかし、Adobe Ideas には他人の作品を閲覧する機能が無く、他者の作品を閲覧する場合は Adobe に登録して WEB サイトで見なければならない。そのた

め、他人の作品を参考に自分の新たな作品を作り上げることげできない。本システムは自分の作品が完成した時点で自動的に WEB ページを通して共有され、いつでも閲覧可能な状態になる。そのため、ユーザ登録をしなくても他人の作品を閲覧することができるため他人の作品を参考にすることができる。また、画像をカテゴリ分けをしているので自分が探したい画像を見つけやすく設計してある。また、本システムでは他人の作品をダウンロードして再編集する事が可能であり他者の作品をより良いものに昇華させることもできる。

このように本システムは Adobe Illustrator と比べ描画が容易であり、Adobe Ideas と違い他者の作品を参考にして再編集を行うことで自分の作品を作成する事ができる。

(文責: 増田太一)

4.1.5 システムの詳細

4.1.6.1 iPad

本システムは iPad のアプリケーションを利用しユーザーがイラストを描き保存し、レーザーカッターに出力可能なデータへと変換するものである。ここでは主にユーザーが利用する iPad のアプリケーションと機能について説明する。

きつず FAB for レーザー

・アカウント追加機能

ID とパスワードを設定することで1つのアカウントを設定することができる。このアカウントはサーバ内のデータベースで管理されており、同じ ID 名のアカウントを複数作成することは不可能となりエラーが表示される。ID は英数字 3 ～ 10 桁、パスワード数字 4 から 8 桁で構成される。この条件を満たさずにアカウントを追加しようとする、エラーが表示され何の条件が満たされていないかを警告する。

・ログイン機能

登録しているアカウントまたはゲストとしてアカウントを持たずにログインをすることができる。メンバーとしてログインをする場合は、あらかじめ設定しておいた ID とパスワードを入力しログインする。ゲストとしてログインする場合はアカウントの作成は必要なく、何も入力せずに自動でログインされる。メンバーとゲストのどちらでログインしたかで、画面に表示されるアイコンとアカウント名が変更する。メンバーでログインした場合はアカウント名は ID が表示され、ゲストでログインした場合は Guest と表示される。このようにログイン法の違いによって、一部の機能は別動作をする。

・過去作品一覧機能

・描画機能

きつず FAB はレーザーカッターの彫刻にのみ対応しているため下地は白、描画されるイラストの色は黒のみを使用しており、任意の色に変更することはできない。描画機能としては UIView 拡張コンポーネントである ACEDrawingView を利用した。このライブラリは様々なペイント機能を提供しており、UI 部分は自由に設定することが可能である。このライブラリから以下の機能を

FabLab Hakodate: Launching active facility/ contents/ support system for new fabrication アプリケーションの名前である「きっず FAB for レーザー」は本システムの対象が小学生であり、iPad 上の操作は対象者である小学生のみが行うことから命名された。子供たちによりモノづくりに興味と関心を持ってもらいたいという願いが含まれている。この「きっず FAB for レーザー」(以下きっず FAB)は iPad を横にした横長の画面で利用し、操作にはタッチペンを使用する。もちろん指での操作も可能だが、紙に描くときのようにイラストデータを作成できるようにするという目的があるため、タッチペンの使用が望ましい。全体的なレイアウトとして小学生で操作が理解しやすいように画像を多く使い、一目でどのような機能があるか、どのような操作をすれば自分がやりたいことができるのか分かるように配慮した。テーマカラーとして FabLab のマークに使用されている赤・青・緑を使用している。開発に使用した言語は Swift, 開発環境は Xcode7. 1 を使用しており、現在 iPad2 のみに対応している。また、サーバとの通信が必要なためネットワーク環境が整っていない場合は使用することはできず、エラーが表示される。次からはキッズ FAB の詳細な機能について説明していく。



図 4.2 きっず FAB for レーザー

用いて開発を行った。

【ペン】

初期設定となっているペイント機能である。鉛筆やクレヨンのようにタッチした部分に線や図を描くことが可能である。

【直線】

最初にタッチされた部分を起点、タッチが離れた場所を終点としてその2点間に直線を引くことができる。線の端は丸くなるように設定している。

【図形作成】

四角形・円を作成することができ、枠線のみ・塗りつぶしを選択することが可能である。四角または円を選択してから詳細にて枠線のみか塗りつぶしかを選択する。四角の場合、最初にタッチし

過去に作成し保存したイラストデータが一覧表示される。並び順は新着順となっており、サムネイルとタイトルが表示される。このイラストデータの表示はメンバーのみであり、ゲストでログインした場合はイラストデータが一覧表示されることはない。また、この過去作品が一覧されている画面がホーム画面となっている。



図 4.3 作品一覧

・ 概形選択機能

イラストデータを作成するにあたり、レーザーカッターを使用する対象物の概形を円・長方形・正方形から選択する。ここで選択された形に合わせて、描画可能範囲が変化する。理解しやすいように描画可能範囲の淵には赤線が描くように設定している。基本的に四角の描画可能範囲があり、その上から描画した線や図形が表示されない設定をした3種類の形のマスクを選択別に被せている。

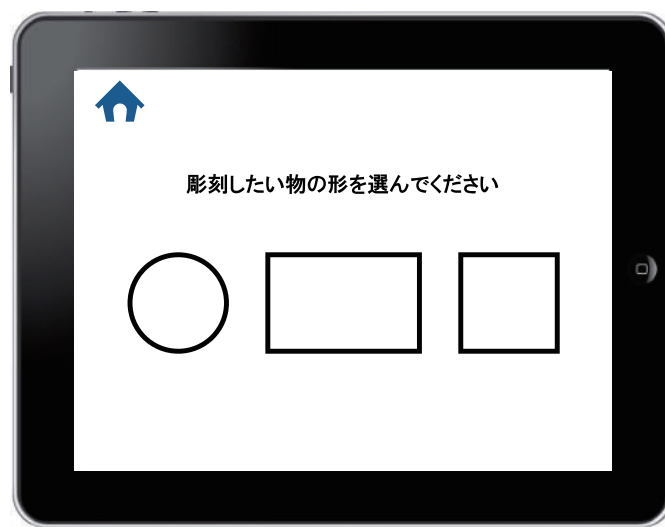


図 4.4 概形選択

た部分が左上の角となり、そのままタッチし続けて横と縦に動いた大きさを図形を描くことができる。円の場合は、最初にタッチした部分が左端と上端部分から直線を引いた時に交わる部分となり、そのままタッチし続けた左右上下への移動の大きさを直径が決まる。そのため正円を描いたり場所を調節することは難しい。

【テキスト入力】

選択された範囲内にテキストを表示させることができる。最初に図形作成時の四角を描くように操作して選択範囲を決める。選択範囲決定後に自動でキーパッドが表示されるので、テキストを入力する。改行などをせずにテキスト入力が続けた場合、選択範囲外にはみ出した文字は表示されないため適度に改行しなければならない。

【消しゴム】

描いていた線・図形・テキストを消すことができる。上から白で塗りつぶしている。黒地に白色として線を描く場合にも利用できる。

【太さ選択】

3段階から線の太さを選択することができる。太さ選択により調節可能なものは、ペンの太さ、直線の太さ、図形作成の枠線の太さ、テキストの文字の大きさ、消しゴムの太さである。最も細い太さは、現段階で一番小さいえびみりんレーザーカッターで彫刻する際にはっきり見ることができる最も細い線の太さに設定している。また現段階よりも細く設定した場合、データ変換時に不具合が起きる可能性がある。

【戻る/進む】

1つの前の段階に戻る、戻ってしまった段階から進むことができる。戻ることができる工程数に制限はなく、いつでも最初に戻ることもできる。また一番最初に戻ってしまっても最新の状態まで進むことも可能である。

【全消し】

・保存機能

作成したイラストをサーバ内のデータベースに保存する。保存する際にはタイトルとカテゴリを入力する。タイトルは1～15桁の文字を入力し、カテゴリは8つの中から選択する。未入力または条件に合わない、ネットワークに繋がっていない場合はエラーが表示され保存することはできない。ネットワークに繋がっており情報が全て入力され条件と一致している場合、サーバへID、タイトル、カテゴリ、イラストデータを送信する。イラストデータは描かれたデータを一度PNG形式に変換し、概形選択機能によって選ばれた形別に画像の切り取りを行う。その後BASE64に再度へ変換してサーバへと送信する。保存が問題なく完了した際には保存完了の表示を行う。保存をせずに画面移動すると作成されたイラストは削除されてしまう。そのため画面移動する際にはイラストデータを保存していないことを警告表示する。保存を選んだ際にはタイトル・カテゴリ入力画面へ移行し、保存しないことを選んだ場合はそのまま画面移動を行う。

・引用/再編集機能

過去作品一覧機能またはカテゴリ検索機能で選択したイラストデータを再編集することができる。

今まで描いてきたイラストを全て削除し、最初の何も描かれていない状態に戻ることができる。しかし一度全消し機能を使用した場合、戻る/進む機能を使用して全消し前の状態にすることはできない。そのため、全消しを一度選択すると警告として戻る/進む機能が使用できなくなることを表示する。その警告表示の OK を選択することによって全消し機能が実行される。

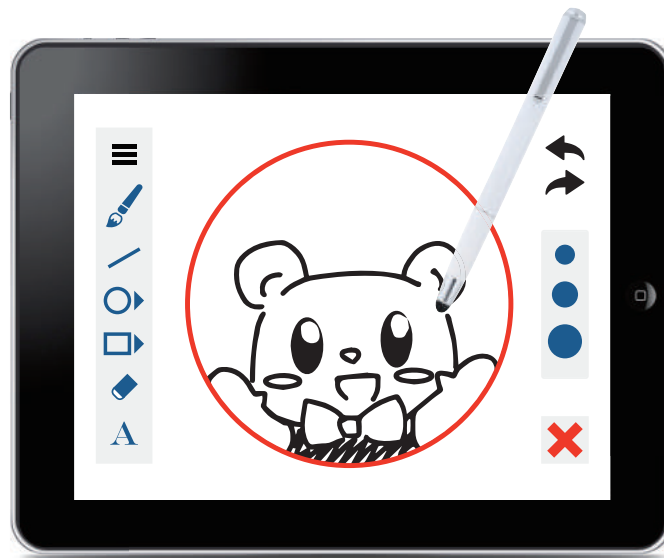


図 4.5 タッチペンでの描画

・カテゴリ検索機能

画像を保存した際に設定したカテゴリ別にイラストデータを検索することができる。8つのカテゴリ別に新着順にイラストデータのサムネイルとタイトルを表示する。作成したアカウント名は表示されないため、誰が描いたのか調べることはできない。カテゴリは分かりやすい画像を表示しており、選択すると画面の上中央にカテゴリ名と画像が表示される。このイラストデータのサムネイルはサーバにアクセスして取得しているため、ネットワークに繋がっていない、またはサーバに何らかの問題が起り接続不可能になった際には表示されない。自分や他の人の作品を見ることで新たなモノづくりに繋げることができる。



図 4.6 カテゴリ検索

新規にイラストを描く場合と同じように概形選択をしてから描画することとなる。選択する形によっては端の線や図形などが見切れた状態で表示される。引用したイラストデータにも消しゴムなどの描画機能を使用することは可能である。自分や他人のイラストデータを引用してアレンジを加えることで、新たな作品として生まれ変わらせることができる。

(文責: 蛭名真紀)

4.1.6.2 Web

本システムは、iPad でイラストデータを保存すると自動的に連携している web サイト上でフリーデータとして保存・共有される。その web サイトには以下の機能がある。

- 共有されているイラストデータをカテゴリー別に表示する。
- ログイン済みのユーザには自分の作品のみのマイページを表示する。
- イラストデータをサイズ別に PDF ファイルとしてダウンロードする。

共有されているデータがカテゴリー別に見れることで作品制作の参考にすることが可能であり、ダウンロード機能を使って、iPad で他の人の作品をダウンロードし、再編集することも可能である。また、サイズ別に PDF ファイルとしてダウンロードすることが可能であるため、彫刻したい材料に合わせたサイズでイラストデータをダウンロードし、そのまま小型 co2 レーザーカッターとつながっている PC の専用ソフトウェアでダウンロードしたイラストデータを読み込み、彫刻することが可能である。

(文責: 若宮奈々)

4.1.6 今後の展望

今後、「データ作成支援システム」では以下を行うことが望ましいと考られる。

テスト運用

本システムは、実際のターゲットである小学生を対象に運用を行っていない。そのため、対外イベントやワークショップなどで運用し、問題なく使用することができるかテストする必要がある。こちらが想定した働きをしているかを確認することはもちろん、高負荷時の反応や耐久性、各種操作へのレスポンスに要する時間及び単位時間当たりの処理性能、誤操作・入力ミスへの対応とエラー処理、復旧などの手順、対障害性などのテスト項目を作成し、問題性の有無を判定することも必要である。実際に稼働させることで、ターゲット・運用者ともにシステムの有用性を確認すると共に、アンケートやテスト項目のチェックを行い更なる改良を目指していく。現在、2016 年 1 月に蔦屋書店で予定されているワークショップにて運用テストを行うことが計画されている。

ソースコードの修正

現在のソースコードは実装を第一に考え記述されているため、最適化されているとは言い難く、メモリ効率も良いと言える状態ではない。テスト運用を行った際に発見された問題点やバグ、不足している部分も含め、ソースコードの最適化を目指し修正していく必要がある。また、コーディング規約を明確に定めることなく記述されているため、統一性がなく可読性や保守性が高いとは言えない。開発者ではない第三者が見ても理解しやすいものに修正していくことが望ましい。以上を行

FabLab Hakodate: Launching active facility/ contents/ support system for new fabrication
うことでより完成度の高いシステムにすることができると考える。

未完成機能の追加

「データ作成支援システム」はログイン機能が備わっており、あらかじめ作成されていたアカウントでログインをすると過去に自分が作った作品の一覧が表示される。しかし、アカウント追加機能は実装されているがアカウント編集機能が追加されていない。一度 ID とパスワードを設定すると、後から変更することは不可能となっている。ID やパスワードを忘れてしまった場合には、再ログインすることは難しい。このことからアカウント編集画面と ID またはパスワードの問い合わせ画面を追加し、アカウント編集機能を追加する必要がある。

切断データへの対応

「データ作成支援システム」はレーザーカッターの彫刻用データ作成のみに対応しており、切断用データを作成することは現在不可能となっている。そのため、本システムを利用して制作できる作品の自由度が制限される形になってしまっている。この制限を解除するためにも切断データ作成への対応は必要不可欠である。

検索機能の充実

検索機能に更なる機能を追加したいと考えている。現在の検索機能では、カテゴリ別に新着順に表示されるのみである。今後は、人気順等への並び替え機能やタイトル検索などの充実した検索機能を追加したい。

対応機器の多様化

現在、「データ作成支援システム」の対応機器はレーザーカッターのみである。しかし、FabLab-Hakodate β には 3D プリンタなどの多種多様なデジタル工作機器が用意されている。将来的にこれらのデジタル工作機器に対応することで、多くの人のモノづくり支援が可能となり、今以上に全世界の FabLab ネットワークへの貢献ができる。

(文責: 蛭名真紀)

4.2 3D プリンタのエラー通知システム

4.2.1 背景

3D プリンタは 3DCAD データや 3DCG から立体物をつくり出すための造形装置のことである。3D のデータがあれば、そのとおりの形を造形することができるため、誰もが自分の考えたデザインを簡単に形づくることが可能になる点から注目されている [3]。現段階ではフィラメントの残量を自動で検知し、スマートフォンに通知する機能や、3D プリンタのプラットフォーム内に内蔵されたカメラから、スマートフォン等を用いて造形の進捗等を確認することができるものはあるが [4]、起きたエラーそのものを検知する機能は備わっていない。私たちは前期の技術習得や夏の対外展示で 3D プリンタを利用した際、以下の二つの状態（以下エラーと記述する）に遭遇することが多々あった。

- 印刷中にプラットフォームから印刷物が剥がれてしまい、正常に印刷を行うことができない

- フィラメントがノズルに詰まって出てこない

上記のエラーは、長時間出力しているときや对外展示の際にどうしても目を離さなければいけない時に見えないところで起こっているのに非常に困った。エラーに関しては自分で確認しないと気づくことができない。そのため気づくことができないと再試行までに時間がかかってしまうというのも難点であった。エラーを回避するためには印刷している時に常に監視する必要があるが、常に監視していることが必ずしもできるとは限らないし、常に監視しなければならないというのは非常に作業効率が悪い。

本プロジェクトでは、Fabを支えるシステムの構築を目標としているため、FabLab Hakodate β のデジタル工作機器の一つである 3D プリンタを利用し、カメラでの進捗確認だけでなく上記 2 つのエラーを検知し通知することで、利用者の作業効率の向上をはかるシステムを構築することを目指す。

(文責: 成田佳加)

4.2.2 目的

3D プリンタにはエラーを検知するシステムが備わっていない。そのことによる作業効率の悪さを改善するため、3D プリンタ利用者を対象にしたモノづくり場面における作業効率の向上を支援するシステムを構築する。

(文責: 成田佳加)

4.2.3 システム概要

本システムは、まず 3D プリンタに Web カメラと、フィラメントのケースに判定版とセンサを取り付ける。次に Web カメラが接続されているコンピュータのアプリケーションを起動し、アプリケーション内にエラーを検知した時に通知を受けるメールアドレスを打ち込む。テストメールが送信されるので、打ち込んだメールアドレスに間違いがないならアプリケーションの画面の誘導に従う。3D プリンタで印刷開始すると同時に、アプリケーションでスタートボタンを押すと、エラーを検知するためのプログラムが走り出す。3D プリンタが動き出してラフトが作成されるまでは 3D プリンタの近くにいたのが望ましいが、その後は離れた場所にいることが可能となる。通知を受けると印刷物の失敗に気づくことが出来るが、3D プリンタを止めるためには手動で行う必要があるため、3D プリンタの元に行き直接操作をする必要がある。

(文責: 石田聖弥)

4.2.4 システムの詳細

4.2.4.1 印刷中に印刷物が移動する場合

Processing, OpenCV, Web カメラを用いて印刷中に印刷物が移動するエラーの検知をする。Web カメラを 3D プリンタの正面に固定して設置し、画像処理を行う。検知には背景差分法を用いる。この手法は、観測画像と背景画像を比較することで、簡便に移動物体を検出する手法である [5]。また、固定カメラで移動物体を検出する場合に有効な手法である。固定カメラで撮影した映像

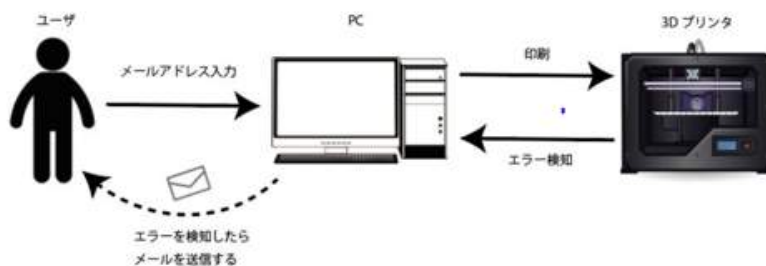


図 4.7 3D プリンタエラー通知システムの概要図

は、移動物体以外の背景領域に変化がなく、移動物体の検出がしやすい。この中でも、フレーム差分法という手法を用いる。これは、連続するフレームの前後の差分を計算し、移動物体を検出するものである。また、背景に変化がなく、物体と背景領域の色が異なることが必要である。フレーム 1, フレーム 2, フレーム 3 の順に画像を保存しているとすると、まずフレーム 1 を背景画像とし、フレーム 1 とフレーム 2 の差分を計算する。この次に、フレーム 2 を背景画像とし、フレーム 2 とフレーム 3 の差分を計算する。これを繰り返し、動体検出を行う。Processing でリアルタイムに Web カメラの映像をウィンドウに表示し、フレーム差分法で計算した差分をウィンドウに点で書き込み、輪郭抽出をする。その際ウィンドウに書き込んだ点の数 (ピクセルの数) を数え上げ、一定以上の個数だった場合にエラーと判断する。しかし、以上の手法では 2 つの問題点がある。1 つ目は、ノズルを移動物体として検出してしまうことである。2 つ目は、印刷物の大きさや形で、輪郭抽出をした際のピクセルの個数が大きく異なるため、印刷物によってエラーと判定する閾値が一定ではないことである。この 2 つの問題点は、背景差分を取る範囲にノズルが入らないようにし、高さを小さくすることで解決した。

(文責: 村田亘)

4.2.4.2 ノズルにフィラメントが詰まる場合

本システムでは 3D プリンタの印刷中にフィラメントが回ることと、フォトリフレクタという赤外線反射量をとる光センサをエラー検知に利用した。フィラメントケースの大きさに合わせて MDF で作ったベースの上に、赤外線を反射する白と反射しにくい黒を用いたアクリル板を交互に着けて判定板を作成し、フィラメントケースの側面に着けられるようにした。フィラメントケースは毎回違うものを使うので取り外し可能なものにした。使用言語は Arduino と Processing であり、正常に作動している場合はフォトリフレクタで得た値が白と黒のアクリル板に反応して定期的に値が変化する。事前に終了予定時間を入力しているので、その終了予定時間より前にフォトリフレクタで得た値が一定時間変わらなかった場合、回転が止まり、フィラメントが詰まっていると判断する検知方法を構築した。

(文責: 成田佳加)



図 4.8 フィラメント出力検知

4.2.4.3 通知方法

エラーの通知方法として、3D プリンタのエラーを検知すると、指定したメールアドレスにメールで通知する方法を採用した。Processing でアプリケーションを作成して、その中にメールアドレスを打ち込み、そのメールアドレスに間違いがないかテストメールが送信される。メールの送信については、JavaMail を使用している。テストメールが指定したメールアドレス先に受信されたら、そのメールアドレスにエラーの通知が受信される。もし間違いがあるならもう一度メールアドレスを打ち直して再度テストメールが送信される。3D プリンタが印刷を開始した時に画面内のスタートボタンを押すと、エラー検知のためのプログラムが走り出す。プログラムがエラーを検知すると信号が送られ、その信号を検知するとメールに、エラーについての文章を記載して送信される仕組みになっている。

(文責: 石田聖弥)

4.3 今後の展望

今後、「3D プリンタエラー通知システム」では以下のことを行うことが望ましいと考えられる。

- テスト運用

本システムは、3D プリンタ利用者を対象にしている。しかし、運用を行っていないため精度の確認や、様々な環境で正常にエラーを検知できるかが明らかではない。そこで、工房に本システムを取り入れ、アンケートを取る必要がある。質問項目は、印刷をする際の 3D プリンタの設定 (プラットフォームの温度、ノズルの温度、印刷の速さ) や、印刷物について (印刷物の大きさ、印刷の所要時間)、エラー検知の有無である。これを元に問題提起をし、改善をする。

- 精度の向上

印刷中に印刷物の移動を検知する際に、背景差分を取るとノズルの影を差分として認識し

てしまう問題がある。これは、実際には印刷物が移動していないにもかかわらず、エラーを検知する可能性がある。これを改善するために、3D プリンタ内に照明を設置し、影を減らす方法を提案している。

- 判定版の汎用化

フィラメントケースは、フィラメントの太さや量などで直径や形が異なる。そのため、今回作成した判定版が使用できるフィラメントケースは1通りである。これでは運用できる場合が限定されてしまうため、どのような形のフィラメントケースでも使用できる判定版を製作し、汎用性を高める必要があると考える。

- 印刷の失敗時の対処

利用者は印刷の失敗の通知を受け取ったら、迅速に3Dプリンタの操作をしなければならない。しかし、利用者が通知に気付かない場合や、手が離せない状況など、3Dプリンタの操作を迅速に出来ない場合に対処するため、システムの改善案が必要である。

- 印刷の正常終了時の対処

印刷が正常終了するとフィラメントケースの回転が止まりエラー検出、エラー通知をしてしまう。これに対処するために、3Dのデータを3Dプリンタで印刷するためのデータ変換時に表示される所要時間を用いる方法を提案している。しかし、表示される所要時間は目安なため、さらに改善が必要である。

- 機能の追加

エラー検知の他に、利用者にとって便利な機能を追加したいと考えている。現在では通知方法をメールではなくスマートフォンのアプリケーションにすることや、印刷の様子をリアルタイムで確認出来るような機能を提案している。

- 設置方法の改善

本システムは設置の面で、3Dプリンタ所持者であれば誰でも使用できるとは言い難い。FabLabネットワークに貢献するために、誰でも容易に設置できるようにする必要がある。

- 対応機種 of 汎用化

本システムは、MakerBot Replicator 2X 以外の機種で使えない可能性がある。なぜなら、3Dプリンタの機種によって印刷方法が異なるからである。例えば、MakerBot Replicator 2X はプラットフォームが上下しノズルは前後左右に動きながら印刷をするが、MakerBot Replicator Mini という機種ではプラットフォームは固定で、ノズルが前後左右・上下して印刷をする。よって、3Dプリンタの機種に依存しないシステムが必要となる。

(文責: 村田 亘)

第 5 章 課題解決のプロセス

5.1 データ作成支援システム

5.1.1 各メンバーの動き

5.1.1.1 増田太一

前期は基板作成技術と Bluetooth モジュールを搭載した Arduino の互換ボードである Blend-Micro のプログラミング技術を主に習得した。基板作成技術習得のためにボタン電池を電源とするタクトスイッチを押すと LED が点灯する光る名刺を作成した。フリーソフトの EAGLE を使用し、回路図と自分の名前を掘り出す基板の設計データを作成した。基板加工機で使用できるように DesignPro というソフトを用いてデータを編集した。そのデータ [6] を基に基板加工機で生基板を加工し基板を作成した。BlendMicro のプログラミングでは Arduino のシリアル通信を用いて外部から文字列を受信するプログラムを作成した。Bluetooth 通信に関しては RedBear 社のサイトにあるサンプルコードを参考にして Bluetooth の送受信を行い、LED を点滅させるプログラムを作成した。これより、BlendMicro のプログラミング技術を習得した。夏期休暇中には対外展示に展示するための LED が点灯するキーホルダーを作成した。基盤回路に関する知識が少なく回路で電池と LED を直につないでしまい電力をすぐに消費しきってしまうような設計になってしまった。マイコンで LED を制御する設計にするべきだと反省した。また夏期休暇はオープンキャンパスに参加した。オープンキャンパスでは Fablab の紹介動画を作成した。当日稼働させる機材を用いた動画と、3D で 3D モデルが出力する風景を早送りにした 2 つの動画を作成した。他のオープンキャンパスの準備が忙しく、動画を編集する時間がほとんどなく簡素な作りになってしまった。しかし、想像以上に好評をいただくことができたので安心した。また、HIS のような対外展示にも積極的に参加した。これらは初めての対外展示であったため、慣れていなく準備に不備がありやり直しがあつたり、行われていない準備などがあり想像以上に時間を取られてしまった。これらのことは今後イベントの準備を行うときに生かしていきたいと思う。また、蔦屋書店にて開かれたワークショップにも参加した。私は参加者が折った折り紙をレジン加工する担当だった。参加者は小学生やそれよりも幼い子が鶴や兜など折り紙をレジン加工してキーホルダーなどにした。また、参加者が画用紙に描いたイラストを元に作成した 3D データを出力した。参加者が紙に描いたかぼちゃのイラストを 3DCAD フリーソフトウェアである 123Design でモデリングを行い 3D モデルを作成を代行して、参加者の理想通りのモデルを作成することができたら 3D プリンタで出力を行う。出力している間に 3D プリンタの説明や過程の紹介などを行った。出力が完了したら別ブースで行っていたスノードーム作成を手伝った。

後期の活動はシステム構築班に所属して私は小学生用レーザーカッターデータ作成支援システムのサーバ構築を担当した。本プロジェクトで初めて WEB サーバを扱うことにあたり、今のままでは知識が足りずにどこから開発に着手すれば良いのか分からなかったためシステム管理方法論を受講したり、様々なサーバに関する本を借りたりして、WEB サーバを構築するための学習を積極的に行い知識を深めていった。これらにより Web サーバに必要な知識や Ruby と WEB フレームワークの Ruby on Rails の知識を得て実装に役立てた。実装の際にブラウザで通信テストを行ったが Swift との通信とは仕様が違い cookie を自動で送受信する処理を行うことができずに実装が遅れ

作業が停滞した。その問題の解決策を調べるため本やインターネットで情報を収集することで何度も試行錯誤を繰り返し作業を進めていった。そのため、HTTP 通信の仕組みをより深く学ぶことができた。データベース構築ではセキュリティのためにデータベースにパスワードを保存する際に平文では無く、暗号化して保存することを初めて知りそれまでの設計を変更してパスワードを暗号化して保存することにした。またサーバ構築の初期段階では SQLite でデータベースに画像のバイナリを保存する設計になっていたがそれをファイルシステムで保存したりデータベース管理システムを MySQL に変更したことやウェブアプリケーションフレームワークの MVC モデルをよく理解していなかったりと自身のサーバに関する知識不足から実装作業の無駄な部分が多々あり時間の浪費があったと考えられる。これを踏まえ、今後システムを開発する場合には設計段階でよく考えて構築して、効率よく作業を行えるようにしたい。開発以外の部分では、ポスターの文面を作成した。何度も文面を書き直しポスターの構成に合うよう心がけた。ポスターを作成することに携わったことが無かったためほとんどが周りのメンバーに頼りながらの作業になってしまった。次回からはより自分から動くように努めたい。私が開発に携わった小学生用レーザーカッターデータ作成支援システムはまだターゲットユーザである小学生を相手に稼働させていないので 1 月に行われるワークショップにて小学生を相手に動作させアンケートを元に改良を加えていきたい。

(文責: 増田太一)

5.1.1.2 会津慎弥

前期での作業は主に 2 つであった。1 つ目は、プリント基板を使った名札制作。2 つ目は、Carduino という Arduino を使ったオープンソースのラジコンカーを操作するための Arduino と Android 端末を Bluetooth 連携させる Android アプリを開発することであった。

プリント基板を使った名札制作では、ボタン電池を使い、タクトスイッチが押されると LED が光る名札を制作した。EAGLE でサンプルデータを用いて、電子部品の配置や名前の変更などの修正を行い、プリント基板の回路データを作成し、基板加工機で出力した基板に LED とタクトスイッチを付けた。

Android アプリ開発では、Web 上にあったサンプルソースコードを用いて Android Studio を使って開発した。ハードウェアは Bluetooth が搭載されている Arduino 派生ボードの BlendMicro を使った。Bluetooth 通信で Android 端末で文字列を入力し送信すると、文字列を BlendMicro に送り、その文字列によって Carduino を操作することができるアプリを開発した。以上の作業により、電子工作の技術習得をした。

夏の対外イベントでは、オープンキャンパス、はこだて国際科学祭に参加した。基盤加工機を工房から出すことができないなどの問題があり、E-fab としてのワークショップを開催することはできなかった。しかし、他班から他のデジタル工作機械の技術を教えてもらい、本プロジェクトの説明や 3D プリンタや小型レーザーカッターの実演をして、Fab Master としての素養を身につけた。

後期での作業は主に 2 つであった。1 つ目は、グループリーダーとしてプロジェクトを管理すること。2 つ目は、データ作成支援システム開発であった。

グループリーダーとしての作業として、プロジェクトの進行や管理をした。プロジェクトは、アイデアの提案、システムの仕様決め、システム設計、実装の手順で進行した。アイデアの提案では、アイデア出しの方法として Fab の問題点でブレインストーミングをし、アイデアスケッチをした後、ハイライト法を用いてアイデアの絞り込みを行った。ハイライト法を用いた理由は、自分の出したアイデアが否定されると考えてしまうとアイデアを出しにくくなりがちのため、この方法を用

いることでアイデアを否定する場をなくした。これを繰り返し行い、開発するシステムを2つ決定した。次に、仕様決めを行った。それぞれのシステムどの言語、どの技術を使って、どのような機能を実装するかを決めた。この際に、タスク分けとタスクの分担を行った。タスクは、他のタスクの進行に左右されないように分け、メンバーの能力や、やりたい意志を尊重した上で分担した。次に設計を行った。設計では、画面レイアウト、処理フロー、データベース設計、サーバとの連携方法などを決め、メンバー間でシステム開発する上で必要な情報を共有した。最後に実装を行った。実装期間中には週1回プロジェクト時間中に進捗報告を行った。進捗報告では、現在の進捗状況、現在発生している問題点を報告させ、問題点を解決、または解決策を提案することで進捗を速めるようにサポートした。また、数人での開発のためGitを使った。その際、メンバーのほとんどはGitを知らなかったため、Gitの勉強会を行った。以上のプロセスでシステム開発を行った。

システム開発では、レーザーカッターのデータ作成を簡略化するシステムの開発に携わった。私はiPadアプリを開発し、主にサーバとの連携の処理を実装した。サーバとの連携を必要とする機能は、ログイン機能、共有されているデータのサムネイル表示、描画データの保存であった。本アプリはSwift言語で開発した。Swiftは最近バージョンアップをしたため、リソースが少なく、実装に苦労した。ログイン状況はCookieを用いて管理した。iPadからサーバにリクエストを送る際にCookieが付加されず、実装に苦労した。サーバとのデータの送受信、データをJson形式で受信した。サーバ側の開発者との情報共有が疎かで、Jsonデータの内容が不十分になったため、何度も連絡を取り合って情報を共有した。そのため、実装に時間がかかった。また、本アプリは2人で開発したため、ソースコードの共有が必要であった。そのため、GitHubを用いてソースコードを共有した。しかし、画面レイアウトはStoryboardを用いて開発したことにより、ソースコードのマージの際に必ず競合が発生したため、手作業でマージする部分があった。以上のことがあったが、本アプリのプロトタイプを完成させることができた。

プロジェクトマネジメントの反省は、最終発表前に2つのシステムのプロトタイプは完成したが、進捗やタスク管理が不足していたと考える。理由は進捗が遅れていた、大まかなタスクしか管理できていなかったからである。したがって、今後プロジェクトをマネジメントする場合は、進捗やタスクを不足なく管理したいと考える。本アプリの開発の反省は、開発以前のシステム設計が疎かになったことで、サーバとの連携が上手くいかず、実装に時間がかかってしまったと考える。今後チームで開発する場合は、システム設計を怠らずに情報共有に漏れがないようにしたい。

(文責: 会津慎弥)

5.1.1.3 若宮奈々

前期の技術習得段階では主にレーザーカッターやカッティングプロッターなどの技術を学ぶ2D班に所属していた。その班での活動ではまず、レーザーカッターを使った作品制作方法を学ぶためにレーザーカッター講習会の動画を見てライセンスを取得した。ライセンス取得後は、簡単な作品制作からデータ作成の基本となるルールや注意すべき点を学んだ。データ作成は、Adobe Illustratorを用いて行ったが描画に用いる線は切断線ならば極細線の赤にし、彫刻線ならば黒の線にするといった条件がついていた。また、赤や黒などの色はRGB設定であることも条件であった。そういった条件を覚えるためにさまざまな作品制作を行った。対外展示の際の看板になるようなFabLab Hakodate βの立体ロゴ制作では、制作に使える限られた厚みの材料を使って、いかに立体に見せるのかを班員全員で試行錯誤しながら試作品作りを繰り返した。文字を立体にするために、昨年先輩がデータを作成・共有していたMDF同士をはめ込む方法やMDFに細かい切り

込みを入れて湾曲の自由度を上げる方法を応用してパーツ毎を組み合わせるようにデータ作成を工夫した。FabLab のマークを立体にするために、サイズを少しずつ小さくした四角を円の中に入れて奥行きを感じるようにデータ作成を工夫した。完成した立体ロゴは、対外展示において看板として大活躍した。また、立体ロゴ制作に並行して、本プロジェクトで食品用として使用している小型 co2 レーザーカッターのマニュアル制作も行った。昨年作られたマニュアルをもとに、今年から使っている専用ソフトウェア (HARUKA) の操作方法、注意点などをまとめた。マニュアルを制作するために、使用している食品に最適な出力値を何度も試しながら模索した。また、出力位置のずれを防ぐための方法を昨年のマニュアルを参考に習得し、対外展示の場で活かした。前期の活動中に以下の対外展示を行い。私はそのすべての対外展示に参加し、活動した。

- オープンキャンパス
- はこだて国際科学祭
- HIS

オープンキャンパスでは、高校生を対象としたワークショップを開催した。ワークショップでは、3D プリンタでキーホルダーを作成して配ったり、お菓子のレジンに塗ってオリジナルのアクセサリを参加者に作ってもらったり、お菓子の小型 co2 レーザーカッターで彫刻して配ったりと、デジタル工作機器を利用した作品制作体験してもらいながら機器の紹介をした。私はあらかじめオープンキャンパスのために、公立はこだて未来大学にまつわるものや FabLab Hakodate β にまつわるもののデータを作成しておき、ワークショップに参加してくれた人々に好きなものを選んでもらってから小型 co2 レーザーカッターでお菓子のレジンに彫刻するという形式でレーザーカッターや FabLab のことを紹介した。参加してくれた人の中には初めから本プロジェクトのワークショップを目的として来てくれた人もいた。また、公立はこだて未来大学に進学希望の高校生の中には入学出来たら本プロジェクトに参加したいという学生もいた。

はこだて国際科学祭では、五稜郭タワーのアトリウムにて子供とその保護者を対象とした 3 日間のワークショップを開催した。3D プリンタを使ってクマなどの簡単ですぐに完成するマスコットを作ってみせ、希望があればそれをキーホルダーにして配ったり、はこだて国際科学祭のポスターに描いてある鹿や環境問題にまつわるアイコンのデータから好きなものをお菓子のレジンに小型 co2 レーザーカッターで彫刻して配ったりし、参加してくれた人々にデジタル工作機器を紹介した。また、1 番人が来ると予想した 2 日目には体験型ワークショップとして万華鏡制作を行った。万華鏡の部

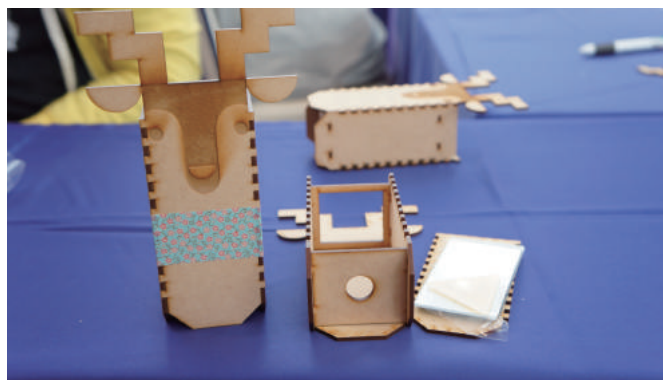


図 5.1 制作風景

品は MDF とアクリル板を切り出してあらかじめ作成し、ワークショップ当日はその部品と一緒に組み立てながら中身のビーズを好きなように選んでもらい最後にマスキングテープで好きなように

柄をつけてもらうことでオリジナル性を出した。万華鏡の外枠は、はこだて国際科学祭のモチーフとなっていた鹿にすることでイベント感も出した。また、このワークショップに参加してくれた人



図 5.2 万華鏡

から他のイベントでの作品制作依頼があり、ワークショップでの機器紹介や FabLab Hakodate β の紹介が活動の場を広げることにつながった。

公立はこだて未来大学で開催された学会 (HIS) では、学会の空き時間に立ち寄ってもらえるような研究者を対象とした簡単なワークショップを行った。そのワークショップでは、3D プリンタのモデルデータ作成・出力を実際に体験してもらったり、カッティングプロッターを用いて作った学会のロゴのシールを配ったり、自分の名前を入れられるネームタグをレーザーカッターで彫刻・切り出したものをキーホルダーにして配ったりし、デジタル工作機器を実際に見せながら紹介した。参加してくれた人々の中には FabLab に詳しい人も多く、主にこれからのデジタル工作機器の利用方法やより良いデータ作成方法について話しながらお互いに活動の紹介をした。今まで難しいと思っていたものへのレーザーカッターでの彫刻についても新しい考え方を教えてもらい、今後の参考にすることができた。

また、後期の活動が始まってすぐに蔦屋書店での対外展示もあり参加した。その対外展示では、子供とその保護者を対象とした体験型ワークショップを開催した。そのワークショップでは、スノードーム制作体験を行った。スノードームの中に入れるパーツは、MDF やアクリル板をレーザーカッターで切り出したものや 3D プリンタで出力したものを使った。また、当日は 3D プリンタのモデルデータ作成もその場でできるようにし、参加していた子供たちに紙に描いてもらった絵をもとに私たち FabLab Hakodate β のメンバーと一緒にモデルデータ作成を行い、出力したものをスノードームに入れたりもした。そうしたスノードーム制作をしながら 3D プリンタやレーザーカッターなどのデジタル工作機器の紹介を行った。

後期からは、FabLab でのモノづくりを支援するシステムを開発するシステム構築班に所属した。班での活動ではまず、FabLab でのモノづくりを支援するためにどんなシステムを開発し、どのように支援していくのかを班員全員で話し合った。そこで今までの技術習得段階での経験や今まで行ってきたワークショップでの経験をもとに大変だったことや感じたことをブレインストーミングし、洗い出した。そこから私たちは 2 つのことに着目した。一つは、3D プリンタの出力時における作業効率の悪さである。3D プリンタには出力中に何らかのエラーが発生してもそれ知らせるシステムは組み込まれていない。そのため、エラーが発生しても気付くことができず、失敗したまま出力をし続けることになってしまう。それを防ぐために活動中に 3D プリンタを使用するときは、3D プリンタから離れずに見守るようにしていたが、他の作業を行うことができなくなってしまうため作業効率が下がってしまうということである。もう一つは、レーザーカッターのデー

タ作成の難しさである。前期の対外展示の際に小型 co2 レーザーカッターを用いたワークショップをいくつか行っていたが、そのワークショップに参加してくれた何人かの人が自分でデータを作成し出力してみたいと申し込んできた。しかし、その時に使っていたデータ作成ツール (Adobe Illustrator) は操作方法を知らない人には扱うのが難しく、その要望に応えることができなかったという経験から感じたことである。私たちはその二つのことを解決するためのシステムを開発し、モノづくりを支援しようと考えた。そこから、3D プリンタのエラーを検知するシステムを開発する班とレーザーカッターのデータ作成を簡易にするシステムを開発する班の二つの班に分かれて活動した。私は、レーザーカッターデータ作成を簡易にするシステムを開発する班に所属した。その班ではさらに、クライアント側とサーバ構築側の二手に分かれそれぞれに開発・構築を進めた。私はサーバ構築側に所属し、主にデータベースの作成やサーバを通してファイル変換された画像データを表示する web サイト制作を行った。Web サイト制作では、前期の活動で小型 co2 レーザーカッターを使用していた経験を活かし、使用者がとる行動を考えながら実装した。

(文責: 若宮奈々)

5.1.1.4 蛸名真紀

前期では 2D 班に所属し、レーザーカッターやカッティングプロッタの技術習得に努めた。各デジタル工作機器を使用した作品を最低 1 つずつ制作した。また昨年度のプロジェクトに参加した先輩方に、ノウハウを教えて頂いたり機器を使用する上で疑問に思ったことを質問したりすることで技術の向上に努めた。その中でも特に食品用レーザーカッターの技術習得に力をいれた。えびみりんやクッキー等の焼き菓자에彫刻をし、それぞれの焼き菓자에最適なレーザー出力や設定を探り、対外イベントへの準備をした。また焼き菓자에彫刻するイラストデータを作成するために、独学で Adobe Illustrator の使用法を習得した。夏季休暇中は対外イベントに参加し、FabLab 文化の浸透という課題に取り組んだ。対外イベントの 1 つである HIS では、企画を考える段階から担当した。対象者は早い段階に決定したが、話し合いが始まった前期後半から実際にイベントが行われる 9 月までには時間があり、オープンキャンパスやほだて国際科学祭などのイベントも控えていた。そのため 2 つのイベントの準備に時間がかかり、HIS の準備が遅れてしまった。2 つのイベントで使用したものを使うことが決定していたので、新しく準備するものは少なかったが休暇中ということではなかなか準備をするメンバーが集まらず作業が予定よりも多くかかってしまった。HIS での展示・ワークショップは対象者が研究者や学生であることから高度なものや説明をした。一部知識不足が見られたが、成功を収めることができた。

後期からはシステム班となり、前期で得た知識・技術や体験から Fab 活動を支援するために必要なシステムについて考察し、アイデアをいくつか出した。開発が決定したデータ作成支援システムの対応機器としてレーザーカッターが設定されたので、システムが対応するデータの策定や必要な機能について話し合い際には前期に身につけた技術や知識が役立った。開発段階では、iPad のアプリケーションを実装することとなり、主に画面レイアウトの決定、描画機能、概形選択機能を担当した。実装が決定された機能をもとに画面レイアウトを考えた。ターゲットである小学生が特に説明をされずとも操作方法が分かるようにレイアウトを工夫した。コンテンツ班の一人に協力してもらい、テーマカラーを決めアイコンを作成した。今回 iPad のアプリケーションを開発するために、今まで学んだことのない Swift という言語を使用した。実装期間が短いため実装と並行して独学で進める他なかったが、無事にプロトタイプを完成させることができた。担当となった描画機能の実装は比較的早い段階にほぼ完成したが、概形選択で円を選択した際の四隅のデータを反映させ

ず、正円の形に画像を切り取るように設定することが難しかった。その他にもデータ作成支援システム担当のメンバーと連携し、保存されたデータが正しく表示されるかテストを行った。複数人で一つのシステムを提案/開発し完成させることはほぼ初めてであったので、様々なことに苦労した。しかし、メンバーの協力もありシステムを作り上げることができ、素晴らしい経験をする事ができた。

前期に身につけた知識技術を活用し、レーザーカッターを使用した1つの作品を制作した。Quarto! というボードゲームの盤と駒を制作した。盤の下は引き出しになっており、普段ゲームをしない時には駒を収納することができる。盤には FabLab のマークを描き、側面には FabLabHakodate β と彫刻した。引き出しの底には Quarto! のゲームルールを彫刻してありルールが分からない場合には、引き出しを反転した状態でプレイすることで誰でもゲームをスムーズにすることができる。駒は透明アクリルと白・黒のアクリルを切断したものを接着したものである。高さや形が持ちやすいサイズになるように配慮した。展示やワークショップの合間などに参加者が何もせずに待機する時間をゲームをプレイしてもらうことで楽しく過ごしてもらえるようにという考えから制作した。後期に開催した蔦屋書店でのワークショップでは、空いてしまった時間を楽しく過ごすために活用することができた。蔦屋書店でのワークショップは企画立案段階には参加しなかったが、担当者から説明を詳しく受けて挑んだ。参加者に作業手順を説明しながら次の段階を考え行動することができた。何度か分からないこともあったが、周囲と連携することで無事ワークショップを成功させることができた。1月には再度蔦屋書店でワークショップを開き、後期に開発したシステムを利用する予定である。運用テストを行うので、エラーなどの不足の事態に備えて準備を万端にして臨みたい。

(文責: 蛭名真紀)

5.2 エラー検知システム

5.2.1 各メンバーの動き

5.2.1.1 成田佳加

前期技術習得段階では、はじめに昨年本プロジェクトの Craft 班だった先輩から UV レジンと CNC ミシンの使用方法を教えていただき、技術習得を行った。UV レジンは紫外線に反応して硬化するもので他のレジンよりも扱いが容易である。これを利用するために、レーザーカッターの技術習得も兼ねてアクリル板を切り出し、切り出したアクリル板にマスキングテープやマニキュアでアレンジを加え、その上からレジン加工をすることで名札や、キーホルダーなどの作品制作を行った。また、ビスケットなどのお菓子にもレジン加工することでブローチやアクセサリパーツとして作品制作を行った。CNC ミシンは通常のミシンの機能に加えてデータを転送することで自動的に刺繍を行う機能を兼ね備えたミシンであり、専用制御ソフトを利用してデータを CNC ミシンに送り、画像を出力するものである。最初は簡単に作成した三角形や丸などの図形の出力を行った。次に、対外展示などでプロジェクトメンバーが身に着けるためのバンダナ作成を行った。CNC ミシンを利用しようとしたが、昨年度からミシンの不調が問題となっていたため修理に出した。修理後はうまく刺繍ができるようになったので、FabLab Hakodate β のロゴの刺繍を行った。ロゴがきれいに出力できることがわかったので、バンダナ作成に CNC ミシンで出力した刺繍を利用することが決まった。刺繍の際には、様々な色のミシン糸を用いてどの色がバンダナの布に映えるのかを検討した。糸の色が決まったため、20 枚のバンダナへの刺繍を行い、作品を完成させた。Craft

班ではステンドグラスの作成も行ったため、バンダナ作成の終了後その作業に合流した。データの作成、切り出しはすでに終わっていたので、貼り付け作業から合流し、他のメンバーと作品を完成させた。技術習得を兼ねた作品制作の終了後は中間発表の発表準備に取り掛かり、スライドの作成、編集をプロジェクトメンバーと話し合いながら行った。



図 5.3 CNC ミシンでロゴと文字の刺繍

夏季休暇中には以下の 3 つの対外展示を行った。

- オープンキャンパス
- はこだて国際科学祭
- HIS

私は上記のオープンキャンパス、はこだて国際科学祭の 2 つの参加と、HIS の企画作成を行った。まず、オープンキャンパスでは高校生を対象にいくつかのワークショップを開催した。私は様子を見ながらワークショップの説明や前期成果物の説明を行いつつ、お菓子へのレジン加工のブースで作成方法についての説明を行った。乾かしている間の時間を使って大学についての話や、FabLab についての話をして Fab 文化の浸透に努めた。途中からはお菓子アートのワークショップブースの担当もし、説明をしながら交流を深め、モノづくりの楽しさを伝えられるよう努力した。二つ目のはこだて国際科学祭には 1 日だけ参加した。当日は万華鏡づくりのワークショップや、機材、作品の展示などを行った。万華鏡づくりは親子連れが多かったが、小さな子も積極的に作成に取り組んでくれたので一緒に作りながら説明を行った。五稜郭タワーで行っていたこともあり、滅多に見る機会のない機材に興味深げな方もいたので、モノづくりの面白さを知っていただける良い機会だと思い積極的に話しかけるように努めた。当日行ったフェイスペイントは私が先輩から直接引き継ぎ説明を受けたものだったので、そちらも積極的に行った。3 つ目の HIS は当日行くことができなかったが、事前準備や企画に積極的に取り組んだ。企画していくうえで認識の違いが生まれないように何度も話し合いを行い、しっかりと内容を詰めた。また、来場される方がどのような人が多いのか、どのようなものを求めているのかについても議論し、自分たちなりのアプローチ方法を確立した。それに伴い、プロジェクトの目的、イベントの目的も再確認した。HIS では、記念品の作成も取り入れ、Fab 文化の浸透を図った。どの対外展示の反省会でも思ったことをなるべく素直に発言するようにし、今後の活動に役立てられるようにした。対外展示は 1 週間おきくらいに立て続けに企画していたので一つ一つ確立した準備時間を設けることは難しかったが、夏休み中も学校に

通い、それぞれの対外展示の準備を積極的に行った。

後期はシステム構築班に所属し、FabLab でのモノづくりやコミュニケーションを支援するシステムの構築に努めた。前期の技術習得時や夏季休暇中の対外展示を通して必要と感じたシステムについて、スケジュール作成をきちんと行ったうえで案だしを行った。出た案の中からシステム構築班の活動として以下の二つのシステムの構築を行うことを決めた。

- データ作成支援システム
- 3D プリンタのエラー検知システム

上記二つの案について班全体である程度詰めた後、そこから二つのグループに分かれてシステム開発を行った。私は 3D プリンタのエラー通知システムの構築グループに所属し、3D プリンタのエラーの検知をするシステムの構築に取り組んだ。それまでワークショップで 3D プリンタが動いているところや誰かが操作しているところを見たことはあったので使い方は知ってはいたが、実際に自分で操作したことはなかったので、改めて 3D プリンタの使い方やどのようなことができるのかについて勉強するところから始まった。その過程で、これまで 3D プリンタでの立体物作成において、以下の二つの事態に遭遇することを知った。

- 印刷中にプラットフォームから印刷物ががれてしまう
- フィラメントがノズルに詰まって出てこない

上記のいずれかの状態が起こると正常に印刷を行うことができない。そこでそれらをエラー状態とし、私はフィラメント詰まり検知を中心に 3D プリンタのエラー検知システムの構築を行うことになった。まず、フィラメント詰まりの検知方法を考えるにあたり、正常に出力されているときは後ろにあるフィラメントケースが少しずつ回っているということがわかった。このことから、フィラメントケースが回ることを利用したシステム構築を行うことにした。はじめはフィラメントが出ているか出ていないかそのものを判定する、あるいは後ろのフィラメントケースが回っていることを Web カメラで撮影して動きを認識しようと考え、OpenCV の勉強を始めた。OpenCV は C++ での開発が適していると調べていく中でわかったので、今まで勉強することがなかったが、そこから C++ の勉強を始めた。今まで学んだことのない言語について短期間で、独学で学ばなければならなかったため非常に大変であった。しかしそれらの勉強をしつつ、検知方法について相談を繰り返す中で、画像認識よりもセンサを使ったほうが検知しやすいことがわかった。そこでフィラメントケースにダーツの的のような白黒交互になっている判定板をつけて回転によって値を変化させることにした。そこで用いたのがフォトリフレクタである。ライントレースを応用して、白黒の値の識別によってフォトリフレクタで値を得て、正常に回転していれば白と黒の値が一定時間ごとに交互に来るので、値が変わらなかった場合は回転が止まっていると判断できるのではないかと考えた。そこで使用言語を C++ ではなく Arduino と processing に変え、改めて動作確認のためにプログラムの作成に取り組んだ。フォトリフレクタはそれまで存在も知らなかったもので性質や使い方、どのくらいの距離で反応するか、どういうプログラムで動くのか、どういう回路を組み立てなければならぬのかなど学ばなければならぬことがたくさんあり、苦労した。プログラム作成の過程で、最初は Arduino と C++ の連携を考えたが行かず、考え方を換え、Arduino だけでプログラムを作成してみたところ正常に動作したのでそれを用いることにした。しかし、通知部分との連携を考えたところ、こちら側では Arduino と processing を用いたプログラムを作成しないとならなかったため、processing で動くようにプログラムを書き直した。こうして検知のためのプログラムを作成した。回路はいろいろなものを試したがうまくいかず何度も相談しながら対応する回路を探した。

同時にフォトリフレクタの性質とゆっくり回転するフィラメントケースの動きに対応するよう、判定部分を短いスパンで変化の値が出るように細めの判定部分を作成することにし、白と黒の亚克力板で判定板を作った。前期 E-FAB 班であったメンバーに協力してもらい Arduino のブレッドボード上に作った回路を基盤にもらい、判定板に並行してそれを置けるようにコンテンツ班のメンバーに協力してもらい基盤を置くための台を作成した。こうしてエラー検知システムとして完成させた。

10 月に行った蔦屋書店でのワークショップは、スノードームづくりをメインに行った。準備段階は運営班、コンテンツ班が行っていたので、私は前日に行った、流れの確認、作成方法の確認から合流した。当日は会場設営、BGM 探し、アナウンス原稿作成、来てくださった方々への対応、作り方説明を行った。3D プリンタで実際に出力したものを利用する方は時間がかかってしまったので折り紙をレジンで固めてキーホルダーを作る方法の説明をし、実際に一緒に行った。また、3D のデータ作成も事前にやり方を覚えたので、当日はそれを伝えられるように努力した。システムは完成しなかったため、運用することはできなかったが、今後運用する際により良いものにするため、観察を行った。

最終発表準備ではポスター制作に尽力した。今回の発表スタイルがポスターセッションだったので、各班でポスターを作成しなければならず、また、システム構築班は二つのシステムの構築を行っていたため、当初は別々のポスターを作成していた。そのため私は 3D プリンタのエラー検知システムについてのポスター作製に取り組んだ。形式を合わせるため、前期のポスターを参考にしながら割当たっている部分の文章作成と、配置調整などを行った。概要についての説明方法が難しく、様々なパターンのポスターを作って班員から意見をもらい、手直しを繰り返した。担当教員に見せたところシステム構築班のポスターを二つに分ける必要がないということになり、それまで作成したポスターはすべてお蔵入りになってしまったが、今回初めてイラストレーターを使いポスター制作をし、誰かに教えてもらうこともできなかったのが試行錯誤しながら取り組んだので、自分自身の力にはなった。また、教員からのアドバイスで全体ポスターを作成することになり、各班から 1 名ずつ、システム班からはデータ作成支援システムと 3D プリンタのエラー検知システムから 1 名ずつ担当することになり、私も作成する側に入った。まず、全体ポスターの構成についての話し合いから始まった。それだけで私たちのプロジェクトが何をやっているかわかるようにしなければならなかったため、担当者全員の認識を統一し、方向性をしっかりと定めたいと内容の作成に取り掛かった。文章をイラストレーターに組み込み、配置の調整やデザインなどは他の担当者がやってくれることになったので、私は構成を考え、文章を作成し、大体の配置図を作成することを行った。文章は英文も必要であったため、英文を考えることも行った。構成や文章のチェックなどは担当者同士で行った後、教員にも確認に行ったが、その際は積極的に教員のところに意見をもらいに行き、アドバイス内容を伝えながら、再度構成を考え、文章を作ることで、ポスター制作に貢献した。

(文責: 成田佳加)

5.2.1.2 石田聖弥

本プロジェクトの活動について、前期は 3D 班に所属し、3D に関連する特定のデジタル工作機器の使い方と 3D 技術の習得、向上を課題として取り組んだ。まず、今年度に新たに導入された 2 台の 3D プリンタの設定を行った。次に、モデリングを行うために CAD ソフトである 123D Design のインストールし、3D プリンターで出力するために簡単なネームプレートの作成を行っ

た。しかし技術習得を重ねる度に、123D Design は立方体や円柱などの基本的な図形を組み合わせることによってモデリングするソフトであり、例えば車のタイヤのような複雑かつ滑らかな曲線を作り出すには、難しいことを感じた。そこで、新しく CAD ソフトの Sculptris をインストールし、123D Design では扱いにくいモデルの作成、印刷を行い、CAD ソフトの種類によって扱いやすいモデルが異なることを理解した。出力する際に、2 つのフィラメントを使うことで 2 色印刷ができるが、サンプルの印刷だけに留まった。出力した作品に色をつけるため、エアスプレーの扱い方も理解した。また、3D スキャナーも使用し、実際にあるものをスキャナーを通してデータ化することが可能になったが、非常に環境に左右されることや複数回行う必要があるため、実際に使用する機会は少なかった。私は、CAD ソフトでモデルの作成を行うことで、3D プリンタについて多くのことを学ぶことができた。

夏期休暇中には FabLab の魅力を伝えるため、オープンキャンパス、はこだて国際科学祭と二つの対外イベントに参加した。オープンキャンパスでは高校生を対象にいくつかのワークショップを開催した。実際に 3D プリンタで印刷している様子を見せ、更に元のモデリングデータをディスプレイで展示し説明をした。印刷の完了した作品は興味を持ってくれた高校生に配布することで 3D プリンタの魅力と共に FabLab について知ってもらえた。はこだて国際科学祭では、観光客や市民の方を対象にいくつかのワークショップを行った。万華鏡を作るワークショップでは、小さい子どもに人気がありモノづくりに興味を持ってもらえ、簡単なアンケートではモノづくりを好きと答えてくれた割合が圧倒的に多かった。私は対外イベントを通して、FabLab の魅力を伝達することで、本プロジェクトに貢献した。

後期はシステム班に所属し、FabLab での活動を支えるシステム提案と構築を行った。システムを新たに構築するにあたって、班のメンバーでより良いシステムを構築するため、複数回ブレインストーミングを行った。ブレインストーミングでブレインストーミングによって生まれた意見を合わせることで、データ作成支援システム、3D プリンタのエラー検知システムが生まれた。

最終発表の準備については、ポスター制作に携わり、3D プリンタのエラー検知システム班のポスターのレイアウトや文章構成について考えた。発表当日は、3D プリンタとエラー検知システムを実際に動かしポスターセッションを行った。また、ディスプレイを置くことでより本システムについて理解してもらえるように努力した。

(文責: 石田聖弥)

5.2.1.3 村田亘

前期は、3D 班に所属し活動をした。始めに、CAD ソフトである 123D Design をインストールし、モデリングの練習を行った。しかし、マニュアルがなく応用的な操作方法が不明だったため、大学の情報ライブラリーから「脱! 2次元面白いほどかんたんにできる! 3D プリンター」を借り、再度モデリングの練習を行った。123D Design は基本的な図形を組み合わせる事に特化している CAD ソフトと考えた。そして、日常的に使用できる便利な作品の製作を目指した。また、大学の工房に MakerBot Replicator 2X という 3D プリンタが 2 台導入されたので、初期設定を行った。3D プリンタを使っている際に、印刷物が途中で剥がれてしまう印刷の失敗が多かったので、プラットフォームの温度調整と、プラットフォーム上の印刷する場所の移動で失敗を減らした。後期にシステム構築班に所属したいと考えていたため、OSS セミナーに参加した。OSS セミナーでは、ネットワーク、サーバ、開発・運用技術について学んだ。具体的には、サーバ構築・設定・サーバセキュリティについてや、Redmine, Subversion, CakePHP を用いた Web アプリケーションの

FabLab Hakodate: Launching active facility/ contents/ support system for new fabrication
開発について学んだ。中間報告書の提出のため、Tex についての講習に参加し、プロジェクトメンバーに講習内容を共有した。

FabLab Hakodate β が参加する夏季休暇中のイベントである、はこだて国際科学祭のワークショップの企画の考案に参加した。主に、材料や作り方などの調査をした。

夏季休暇中は、入学を希望している高校生やその保護者の方に大学への関心を高めてもらうイベントの一つである、オープンキャンパスでのワークショップに参加した。私は、今回のワークショップの目的の1つである「モノづくりの楽しさを知ってもらうこと」を達成するため、3D プリンタの説明と 3D データの作成方法を高校生でも理解できるように説明をした。

後期は、システム構築班に所属し活動をした。まず、システム構築班全員で構築するシステムのアイデア出しを行い、担当教員から評価をいただいた。そこで「データ作成支援システム」と「3D プリンタのエラー通知システム」の2つのシステムを構築することに決定した。私は前期の3D 班としての活動で 3D プリンタの印刷の失敗に悩まされた。3D プリンタには印刷の失敗を自動で検知する機能は備わっておらず、失敗しても印刷をし続ける。これには、印刷が失敗してから利用者が気付くまでの時間と、失敗してから出力されるフィラメントが無駄になるという問題がある。カメラが設置されている機種も存在するが、リアルタイムの映像を USB で接続されているコンピュータで監視できるのみであり、Web 配信のように離れている場所で確認出来るものではない。これらに対応するためには利用者が常に 3D プリンタの印刷の様子を見ている必要があり、非常に効率が悪い。そこで、私は前期の 3D 班の活動の中で印刷の失敗に遭遇した経験から、3D プリンタのエラー通知システムの開発の担当をした。そして、印刷中に印刷物が移動してしまうエラーと、フィラメントがノズルに詰まるエラーの2つのエラーの検知をし、エラーが検出された際には利用者にメールで通知をするシステムをメンバーと提案した。まず、フィラメントがノズルに詰まるエラーについて、大学の工房にある MakerBot Replicator 2X の調査をし、エラーの検知方法をメンバーと提案した。また、不明な点は教員にアドバイスをいただいた。利用者が本システムを使いやすいよう、アプリケーションを開発することにし、画面遷移図とシステムの流れを担当者と考えた。私は、3D プリンタの印刷中に印刷物が移動するエラーに対処した。印刷物の移動を確認するためには、印刷をしている様子を撮影する必要があると考え、Web カメラを設置し画像処理を用いることに決定した。画像処理の知識を増やすため、インターネット上で画像処理に関する論文などを読んでエラーの検知に有効な手法の調査をした。その結果、Hu モーメント不変量による類似度比較、背景差分法を用いた動体検出、機械学習の3つの手法を上げた。以上の3つの手法を OpenCV で試した。Hu モーメント不変量による類似度比較では、期待したような結果は得られなかった。機械学習を用いたエラー検知は有効だと考えたが、訓練データの収集で断念した。そして、背景差分法を用いた動体検出が最も効果的であると判断し、この手法を用いた。システム開発をしている際に、OpenCV やフレーム差分法、輪郭抽出、プログラムを用いた Web カメラの使い方の知識を身につけた。また、他メンバーからの質問に対応した際に、Arduino と Processing のシリアル通信や、使用したセンサと回路、JavaMail について学んだ。最後にメンバーがそれぞれ実装したシステムをまとめ、一つのシステムにした。メールアドレスの入力、2つのエラーの検知、利用者にメールを送るという流れを完成させた。しかし、テストをあまり行えなかったことから、3D プリンタの設定や周りの環境によってエラーと判定する閾値を確定できていない。タスクの分担は、今回対応するエラーが2つあるので1つずつを担当、アプリケーション担当の計3つに分けた。また、システム開発の際には、それぞれのメンバーの進捗確認を定期的に行い、状況把握をした。初めにメンバーの能力に合ったタスクを配分したつもりだったが、システム開発を始めてからタスクの量に差があることに気がついた。そのため、進捗に差が生まれてしまい、順調にシス

テム開発が進んだとは言い難かった。今後の複数人におけるシステム開発ではタスク分担とタスク管理について参考にしたい。

最終発表の準備ではポスター作成に携わり、ポスターの構成や文章を考えた。また、システム構築班のメンバーに添削をしてもらい、改善をした。最終発表の前には、メンバー間で手法や展望、システムの流れの共有を再度行った。発表では実際に 3D プリンタと本システムを動作させ、発表した。3D プリンタを利用したことのない方が多く見られたので、本システムについて理解しやすいように説明をした。

(文責: 村田亘)

第 6 章 結果

6.1 データ作成支援システム

プロジェクト全体として、またその中のシステム班として設定された課題を達成するためにデータ作成支援システムを構築した。成果としては、本システムのプロトタイプを完成させることができたことである。プロトタイプは完成したが、ターゲットである小学生に運用テストを行っていない。今後行われるワークショップにてテストを兼ねて本システムを利用することが決定している。運用テストに先立って、FabLab Hakodate β 内の主に高度なオリジナルコンテンツ作りに力を入れているコンテンツ班のメンバーに実際に使用してもらった。以下がコンテンツ班からの本システムを利用した感想である。

良かったこと

- 説明を特に受ける必要なく操作できる
- 他のペイントツールとほぼ同じような感覚で使用できた
- タッチペンで描くことで好きなように描けた
- 普段データ作成に使用している Adobe Illustrator よりも単純に使うことができてよかった

悪かったこと

- 描いたものの移動ができると思っていたができなかった
- 自分が決めた場所に円を作成することが難しい
- 複雑なデータを作成することには適さないと感じた

何も説明を受けずとも操作ができた、他のペイントツールと同じような感覚で使用できるというこの 2 点から、小学生でも操作を理解しやすいものになっているのではないかと考える。iPad にタッチペンで描くということは、紙に鉛筆やクレヨン等で絵を描くように直感的に自分の思うように絵を描けるように工夫した点であったので、意図通りに利用者に実感してもらうことができた。類似サービスとの違いも出すことができた。また、マイナスイメージの意見としては描画機能に関するものが多かった。簡単に利用できるようにするために複雑な操作が必要である機能は排除したのだが、図形の選択/移動機能は必要であるという意見を多くもらった。現在の描画機能では一度描いた図形や文字は再配置することはできない。一度で好きな場所に描くことは難しく、後から調節したい場合もあるということで、図形の選択/移動機能は追加する必要があるか、またどのように追加するのか話し合い決定しなければならない。複雑なデータ作成に適さないという点については、現在本システムはワークショップでの利用に対応しており、複雑なデータを作成する機会はないと考えている。また複雑なデータ作成を可能にした場合、ワークショップにて一人に時間をかけ過ぎてしまい多くの人に楽しんでもらうことができなくなる可能性がある。そのようなことを起こさないためにも、複雑なデータ作成が難しい現段階で維持したい。

コンテンツ班からの意見を踏まえて、運用テストを考えている 1 月までに改良、修正点を話し合いより良いシステムへとブラッシュアップしていきたい。また、本システムはターゲットだけが利用するのではなく、運用者も保存されたデータをダウンロードしレーザーカッターへ出力するとい

う利用の仕方をする。今回のコンテンツ班からの意見には運用者の利用法について述べるものが少なかったため、運用者目線からの意見を多く取れるようにワークショップでは回答法に気をつけた。本システムが開発だけで終了しないように、定期的にヒアリングを行うなどしてシステムの洗練・改良を継続させていくことが重要である。

(文責: 蛭名真紀)

6.2 エラー検知システム

本プロジェクトで設定されていた課題である「モノづくりを支援するためのシステム開発」を達成するため 3D プリンタのエラー通知システムを構築した。成果として、本システムのプロトタイプを完成させることが出来た。また、最終発表では 3D プリンタの利用者から以下のようなコメント・質問をいただいた。

- 3D プリンタから目を離しても印刷の失敗に気づけるので、所持している 3D プリンタにこのシステムを導入したい
- この機種以外のエラー検知はないのか
- 通知方法はメール以外にないのか
- リアルタイムの印刷状況の映像は見れないのか

今回対応したエラーは 3D プリンタの利用者であれば悩まされるエラーなので、実際に 3D プリンタを使っている方々からは、システムを導入したいという声が多くあった。その反面、今回私たちがエラーの検知を実現した機種は MakerBot Replicator 2X のみなので、他の機種ではエラーの検知はできないのかという声も多かった。3D プリンタの機種は多く存在するので、本システムの汎用化が求められている。しかし、機種によって印刷する際のノズルやプラットフォームの動きが異なるため、別の手法が必要になる可能性がある。通知方法についてはメールではなく、スマートフォンのアプリケーションなどで通知をする方法が良いのではないかというコメントがあった。今回私たちは、コンピュータとスマートフォンのどちらでも簡単に通知を確認できるという面で通知方法にメールを選択した。スマートフォンのアプリケーションを開発し、利用者にあった環境で通知を受け取れるシステムが望ましい。また、アプリケーションを作る際に、Web カメラで撮影している映像をライブ配信のように利用者が確認出来ると、利用者がさらに安心して 3D プリンタを利用できると考える。

最終発表のコメント・質問から、エラー検知の他に利用者が求めていることがわかった。これらを開発・改善し、さらに 3D プリンタ利用者のモノづくりの効率を上げることが必要である。

(文責: 村田亘)

第 7 章 活動のまとめと展望

システム班は fab を支援するシステムである 2D データ作成支援ツールと 3D プリンタのエラー検知システムの 2 つ構築した。活動としてはメンバー全員でシステムのアイデア出しを行って、それを元に話し合いを進めた。それぞれのシステムのコンセプトとして 2D データ作成支援ツールは子供向けワークショップを行った際に発生した「子供がパソコンソフトでデータを作るのは困難」という問題を解決するため、3D プリンタのエラー検知システムは 3D プリンターでたびたび発生するエラーで時間の浪費を抑えるように設定した。今後の展望としては 2D データ作成支援ツールは 2016 年 1 月に行われるワークショップで実際に運用し、アンケートを実施してレビューを元にシステムを改善する。また、レーザーカッターの彫刻用のデータ作成しかできないので他の fab 機材に対応させる。現段階では SVG データに変換するときにベクターのパスが正確に撮れていないので正確に取ることの 3 つが挙げられる。3D プリンタのエラー検知システムでは今はまだ運用していないので実際に工房に本システムを取り入れ、問題提起をし改善をする。円形のフィラメントケースにしか対応していないのでフィラメントケースの型を限定せず、円盤の汎用性を高める。システムのテストをするため、印刷が失敗する状況の収集の 3 つが挙げられる。

(文責: 増田太一)

参考文献

- [1] Fab Labs, ” WORLD MAP” , <https://www.fablabs.io/map> (Access 2015/07/15).
- [2] Fabien Eychenne, Fab Lab Overview 日本語版. <http://fablabjapan.org/wp/wp-content/uploads/FabLab%20Overview%20%E6%97%A5%E6%9C%AC%E8%AA%9E%E7%89%88.pdf> (Accessed:2015.12.18).
- [3] TOPPAN SOLUTION.WEB マガジン : 3D が切り拓く世界-活用が進む 3D プリンター. http://www.toppan.co.jp/solution/magazine/10/3d_1.html (Accessed:2015.12.02).
- [4] 3D CAD Data.com.3D プリンター 家庭用 -3D CAD DATA.com.<http://www.3d-caddata.com/news/category/3d-printer-personal> (Accessed:2015.12.16).
- [5] Matsuyama Laboratory. 照明変化に対して頑健な背景差分法.<http://vision.kuee.kyoto-u.ac.jp/CDVPRJ/REPORT98/node16.html> (Accessed:2015.12.19).
- [6] Red Bear Company. ” Red Bear Company Blend Micro” , <http://redbearlab.com/blendmicro/> (Accessed:2015.12.24)