

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 A(3D)

**Group Name**

Group A(3D)

プロジェクト番号/Project No.

21-A

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

1012040 山口慧悟 Keigo Yamaguchi

グループメンバ/Group Member

1012024 葛西皓大 Kodai Kasai

1012032 谷口雅秀 Masahide Taniguchi

1012158 新山大翔 Hiroto Niiyama

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。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の魅力が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。最後に試験運用としては、秋学期に学内外にFabLab Hakodate  $\beta$  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: 谷口雅秀)

# 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  $\beta$ ” 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: 谷口雅秀)

# 目次

<b>第 1 章</b>	<b>本プロジェクトについて</b>	<b>1</b>
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
<b>第 2 章</b>	<b>本グループの概要</b>	<b>3</b>
2.1	本グループの背景 . . . . .	3
2.2	本グループの課題の設定 . . . . .	3
<b>第 3 章</b>	<b>課題解決のプロセス</b>	<b>5</b>
3.1	技術習得の課題解決のプロセス . . . . .	5
3.1.1	各メンバーの動き . . . . .	5
3.2	データ共有の課題解決のプロセス . . . . .	11
3.2.1	各メンバーの動き . . . . .	11
3.3	対外展示の課題解決のプロセス . . . . .	13
3.3.1	各メンバーの動き . . . . .	13
3.4	$\beta$ 運営の課題解決のプロセス . . . . .	15
3.4.1	各メンバーの動き . . . . .	16
<b>第 4 章</b>	<b>結果</b>	<b>20</b>
<b>第 5 章</b>	<b>活動のまとめと展望</b>	<b>21</b>

# 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があるが、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「FabMaster」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(or FabCafe) を創立し、中長期的な運用を目指す。

(文責: 葛西皓大)

## 1.2 本プロジェクトの目的

私達のプロジェクト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: 葛西皓大)

## 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 を使用してもらう為に、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「FabLabHakodate  $\beta$ 」の運営

(文責: 新山大翔)

## 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、3D 班として 3D プリンタや 3D CAD ソフトを利用して、立体物の造形を中心に活動するグループである。前期では技術習得／作品制作を目的として、後期では前期で行った技術習得／作品制作と、新たに作品の世界的共有／FabLab Hakodate  $\beta$  の運用を目的として、活動を行った。3D プリンタとは、3D の物体を造形するために、ABS 樹脂や PLA 樹脂を高温に熱し、溶かして積層し、立体物を製作するプリンタのことである。3D CAD ソフトとは 3D の物体の設計図を作成するソフトである。それらを利用して、思い通りの立体物を出力するために、3D プリンタに関する知識と 3D CAD ソフトを使用したモデリング技術の向上、3D プリンタや 3DCAD ソフトなどの知識を人々に伝える技術の向上、製作物をネットワークを介して世界共有すること、などを目的としている。

(文責: 山口慧悟)

### 2.2 本グループの課題の設定

プロジェクト全体で設定された課題のうち、主に「デジタル工作機器／データ作成の基礎技術の習得」と「作品製作を通じた実践経験/技術の向上」に対し、3D グループの視点から取り組んだ。具体的な課題とその解決の過程で習得した技術、課題に関連する講義は以下の物である。

前期では、プロジェクトの目的である「FabLab の設立と運営」に必要な技術と伝達能力を持つ「Fab Master」になる為に、3D プリンタや 3D CAD ソフトに関する基礎技術の習得と情報伝達技術の向上を課題とした。さらに、他グループと連携した作品製作を行うことで、多人数での実践的な開発のノウハウの習得も課題とした。

後期では、プロジェクトの目的である「FabLab の設立と運営」のため、前期に習得した技術を使って、制作した作品の共有や FabLab Hakodate  $\beta$  の運用を目的として、FabLab Hakodate  $\beta$  の運営への参加やワークショップの企画と運営などを課題を設定した。

(文責: 谷口雅秀)

課題	習得技術	関連する講義
3D プリンタや CAD ソフトに関する基礎技術の習得, 3D プリンタや CAD ソフトを利用した作品製作/技術の向上	特定の 3D プリンタの構造や基本的な使い方, 細かい設定方法などの知識, 様々な CAD ソフトの特徴と使い方	ロボットと科学技術, 環境と産業
3D プリンタや CAD ソフトの運用方法を教えることによる伝達技術の向上	人に技術を伝えるための情報伝達技術	Communication1,2,3,4
他グループと連携した作品製作	多人数での開発スキル	情報マネジメント論
3D プリンタの不具合への対処	3D プリンタの不具合への対処	情報マネジメント論, 実験・調査データ解析
活動の過程で作成した制作物のシェア	人に技術を伝えるための情報伝達技術とデータ共有サービスに関する知識	科学技術リテラシ, 情報デザイン, Communication1,2,3,4
FabLab Hakodate β 運営への参加	人に技術を伝えるための情報伝達技術と CAD ソフトの使い方や 3D プリンタの構造	Communication1,2,3,4, モデル化と要求開発
ワークショップの企画と運営	人に技術を伝えるための情報伝達技術	Communication1,2,3,4, 起業家としての自立, プロジェクトマネジメント

表 2.1 本グループで設定された課題



## 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

まず，グループ内での情報共有のため Skype と GoogleDrive の環境を構築した．次に，123d design（図 3.1），Inventor Fusion（図 3.1）などの CAD ソフトをインストールし，モデリングの練習をした．さらに，練習の成果として出来上がった 3D モデルを 3D プリンタを用いて出力実験し，実験過程で発生した不具合に対処した．この際，主に使用した 3D プリンタは MakerBot Replicator 2X（図 3.1）である．モデリングと出力を繰り返し立体物の作成についての技術をある程度得たのち，他グループと共同での作品設計を行った．その後，設計された作品の 3D プリンタ部分を作成するために，3D スキャナ（図 3.1）を用いてのモデリングと 3D プリンタによる出力を行った．後期では前期で培った知識をもとに様々な作品を設計／出力した．また，前期でよく発生していた 3D プリンタの不調も，3D プリンタの扱いを習熟したため，出力の失敗が大幅に減った．また，不調が発生した場合でもすぐに対処することができるようになった．

（文責: 葛西皓大）

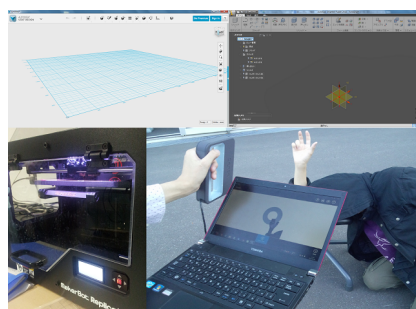


図 3.1 左上：123d design 右上：Inventor Fusion 左下：Makerbot Replicator 2X 右下：3D スキャナ

#### 3.1.1 各メンバーの動き

##### 3.1.1.1 山口慧悟

前期では，初めに，123D Design をインストールし，モデリング技術の向上を目指した．そのためにマグカップのモデルを設計（図 3.2）し，Cube の機能や精度を確認する為に出力した．実際に Cube により出力されたマグカップは底面が粗く，フィラメントが剥がれている所が多かったが，水を入れても漏れ出すことはなかった（図 3.2）．次に，Inventor Fusion2013 R1 をインストールし，モデリング技術のさらなる向上のためにイヤホンホルダーを設計（図 3.2）した後，MakerBot Replicator 2X の機能や精度を確認する為に出力した．こちらは Cube とは違い，底面がとてもきれいに仕上がった（図 3.2）．理由として Cube は専用の糊を利用して土台にフィラメントを定着させているのに対して，こちらはカプトンテープと呼ばれる定着の良い，ツルツルとしたシートを利用していることにあると考えた（図 3.3）．また，出力の過程で MakerBot Replicator 2X のヘッドのパーツを破損させてしまった（図 3.3）．破損したパーツについて，Web 上で調べ，サポー

トセンター BRULE に対処法を訊き、得た情報を元に分解、補修を行った（図 3.3）。MakerBot Replicator 2X の使用中に発生した不具合についても同様に調査し、消耗品の交換や設定の見直しを行うなど、発生した不具合への対処を行った。例えば、印刷中に突然ノズルが移動し限界より前に出ようとしてしまうことや、印刷中にノズルが迷ったような挙動をした後、その際にできたフィラメントの塊に引っかかってしまうことなどが確認された。他グループと連携した製作活動を行う際には、グループ間のパイプとして、各グループと連絡を取り、機能や日程を話し合い、各グループに指示を出した。進捗に合わせて随時機能を変更したり、期日を設けることで、作品制作が滞りなく行われるように工夫した。さらに、Sense 3D Scanner という 3D スキャナを利用して、自分の手をスキャンし、そのモデルを修正、MakerBot Replicator 2X で印刷をした。それを他の班と組み合わせることにより、「永遠に時を刻む砂時計」を完成させた。後期では、Blender と呼ばれる 3D CG ソフトのインストールを行った。このソフトは、3D CG ソフトでは珍しく、標準で 3D プリンタで出力できる形式でデータを出力することが可能である。また、3DCG ソフトであるため、3D CAD ソフトとは違った、より自由な造形が可能であると考えられる。しかし、123D Design とは違い、直感で操作できるインターフェースではなかったため、サイトを参考にしてモデルの製作を進めた。（Blender 入門 (2.7 版)<http://www.blender3d.biz/>）。利用した印象としては、123D Design や Inventor Fusion と違って、すべての面を三角形／四角形で表現するため、より複雑な曲面を作るのに適しており、フィギュアやミニチュアを製作するのに適していると思われた。また、Cube 用の糊を格納するための、本体に装着できるアタッチメントを製作した。ここでは、形が単純であるため、123D Design を利用した。糊や固定箇所大きさを実際に計測し、サイズが合うようにモデルデータを製作した。しかし、実際に印刷してみると、大きさに違いが出る事が確認された。これは、3D プリンタは印刷する時にフィラメントを加熱して溶解させ、それを積層させて立体物を作り出すため、フィラメントの温度が下がる際に縮まり、モデルデータどおりに出力されないことが原因だと考えられる。そのため、プロトタイプを作成し、複数回のサイズ調整などの改良を加えることで、完成に至った。

（文責: 山口慧悟）

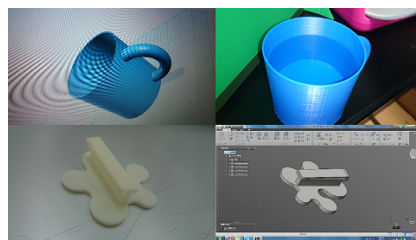


図 3.2 左上：マグカップのモデル 右上：水の入ったカップ 左下：綺麗に仕上がった底面 右下：イヤホンホルダーのモデル

#### 3.1.1.2 谷口雅秀

前期ではまず最初に、メンバー全員で共有するためのフォルダを GoogleDrive 上に作成し、各メンバーの SkypeID を登録した。次に 123d design をインストールし、モデリングの練習をした。練習の成果としてルービックキューブのモデルを設計することに成功し、より正確な設計を目指して上位ソフトである Inventor Fusion をインストールした。再び練習した結果、1/10 mm 単位で設計された iPhone ケースのモデリング（図 3.4）に成功した。ここで、3D プリンタによる出力を試みたが、機械の特性上の問題によりサイズが変わってしまい、実際に使用可能なケースを作るの



図 3.3 左上：カプトンテープ 左下：破損した部品 右：補修した部品

に時間を要した（図 3.4）。その過程で、カプトンテープの損傷や台座のズレなどの 3D プリンタに関する不具合が発生したため、他メンバーとともに対応し、問題を解決した。その後、他グループと連携した作品制作に参加し、砂時計を支えた人の手を模した台座が 30 秒毎に半回転するという装置について、砂時計の台座となる部分を担当した。具体的には、3D スキャナを使ってグループメンバーの手をスキャンした後、データを修正し、3D プリンタを使用して出力した。その後、作成した物体を削るなどして調整し、他グループが製作した部品と合成した（図 3.4）。後期ではワークショップ関連の作業を多く進めた。オープンキャンパスでは、3D スキャナを用いて来場者の姿を撮影し、得られた 3D データをその場で小型の胸像（図 3.4）として出力するというワークショップを行った。来場者の回転率を上げるため、3D スキャナでの撮影から完成品の引き渡しまでの手順を工夫し、練習を重ねることで来場者一人あたりにかかる時間を短縮した。結果として当初予想されていた受け入れ可能な来場者数を大幅に超え、数十人の来場者を対象にワークショップを行うことが出来た。その後ハロウィンで開催されたワークショップでは、周囲に森のような影を投影するランプシェード（図 3.5）を制作したが、開催場所変更などの問題により使用されなかった。また、イカボプロジェクトのメンバーがイカボの設計図を元に模型を作る目的で FabLab Hakodate β を訪れた。筆者は利用者とともに模型の作成方法を検討し、印刷の方法を教えるとともに設計図のモデリングに参加した。モデリングには前期にも使用した Inventor Fusion を使用し、他のメンバーとも協力しイカボの模型用 3D モデルを完成させた（図 3.5）。しかし、プリンタの性能不足が原因で印刷に失敗し続け、今に至る。

（文責: 谷口雅秀）

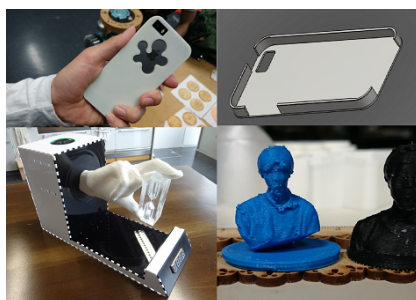


図 3.4 左上：iPhone ケースモデル 右上：iPhone ケース 左下：永遠に時を刻む砂時計 右下：ワークショップで作成した胸像

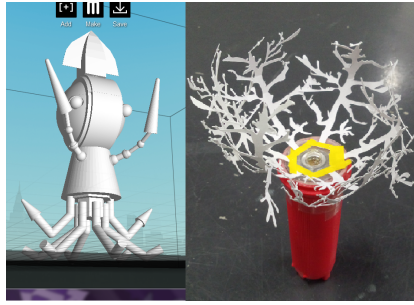


図 3.5 左：ランプシェード 右：イカボの 3D モデル

### 3.1.1.3 葛西皓大

前期では、複数の円を用いてはこだて未来のロゴを模した平面データを作成し、それを押し出すことでクッキーの型（図 3.6）や迷路（図 3.6）を製作した。その時初めて縦横 100 mm を超える大きなモデルの印刷を試みたが、失敗した。失敗の原因は土台からフィラメントが剥がれるというものだった（図 3.6）。何度も同じ原因で失敗するので、原因究明のため、少しずつ印刷する条件を変えながら試行を重ねた結果、土台の温度設定が原因だと判明した。土台の温度は初期設定では摂氏 110 °C に設定されていたが、それを摂氏 120 °C に変更するとフィラメントが土台から剥がれることが無くなった。3D プリンタの不具合がほぼ無くなったので、Craft 班、E-Fab 班と協力して「テクノ手芸コースター」を作成した。まず私が五稜郭の上空写真を元に高さ 15 mm の五稜郭を模した型を作成し、Craft 班がその型に様々な色のデコレーションボールを詰め、コップを置くとコースターの LED ライトが光る機能を持った基板を E-Fab 班がコースターに取り付け完成させた（図 3.6）。オープンキャンパスでは 3D プリンターの特徴を未来大に来た一般の人々に伝えるために、3D プリンターを動かしながら説明を行った。3D プリンターを生で見たことがある人が一人もいなかったもので、どのような仕組みでモデルが出力されるのかといった部分を重点的に説明した。後期では、ワークショップを行う前提で、それに利用するモノを制作していた。未来祭では、3D スキャナを用いて来場者の 3D モデルを作成し、それを 3D プリンター出力してプレゼントするというワークショップを考えた。プレゼントする出力物の案として、胸像とメダルの 2 つが出た。メダルの場合、人のモデル部分とメダル部分を結合してから出力しないといけないので、簡単に結合させる方法を考えたが、胸像のほうが見栄えが良く、簡単に出力できる胸像が採用された。ハロウィンのワークショップではハロウィンでお馴染みのジャック・オ・ランタンを作成した（図 3.7）。これは今まで作ってきた物体と違い、シワや顔、ヘタなどの細かい部分を再現しなければならなかった。そのため今まで使ってきた Inventor Fusion では作成が困難なため、人や植物などの 3D モデルを作るのに適している Blender という CAD ソフトを使用した。しかしこのソフトでは自分の思うように制作することができなかった。試行錯誤しているうちに Inventor Fusion で簡単に制作する方法を考案できたので、結局 Inventor Fusion で制作した。制作したジャック・オ・ランタンは 1 つではなく、しわやヘタの大きさを変えたものや顔のデザインを変えたものなど、多くのジャック・オ・ランタンを制作した。また、その中でライトを光らせると見栄えが良くなるのではないかと思い、電子工作班に依頼をして装置を中に取り付けてもらった（図 3.7）。光らせる上で底に穴を開けると都合が良い為、底に穴を開けたものも制作した。また、ハロウィンを彷彿とさせるコウモリやお化けのクッキーの型を製作してほしいと CRAFT 班から依頼があったため、こちらも制作した。更に、これまで使い込んできた 3D プリンターのマニュアルも作成した。3D プリンターの情報インターネット上にあまりなく、私達はほぼ手探りで 3D プリンターの知識を得

た。その為 3D プリンターの不具合に時間を取られてしまい、モデリングなどをする時間が大幅に減ってしまった。なので次年度のプロジェクトメンバーに残すマニュアルが必要だと考えた。このマニュアルがあれば 3D プリンターの不具合にある程度対処することができるようになっているので、モデリングや出力に多くの時間を割くことができる。

(文責: 葛西皓大)



図 3.6 左上:クッキー型 右上:迷路の 3D モデル 左下:フィラメントが剥がれた様子 右下:光るコースター



図 3.7 左上:ジャック・オ・ランタン・ 右:光るジャック・オ・ランタン

#### 3.1.1.4 新山大翔

3D プリンタの特性及び使用方法を学ぶほか、3D CAD ソフトを使用して 3D モデルを作成し、3D プリンタで出力することで知識を得たり、経験を積むことにした。この際、使用したソフトは CAD ソフトである 123 design と出力設定用ソフト Cube Software (図 3.8) と MakerWare (図 3.8) であった。初めに使用した 3D プリンタは Cube (図 3.8) であったが、この 3D プリンタは精度がそれほど良いものではなく、使用するフィラメントも互換性が低いため、作成するものは小型のものが中心となった。一方、Makerbot replicator 2X については Cube よりも精度が高く、使用するフィラメントについても比較互換性が高いものであり、頻繁に故障するものの、そのデメリットを凌ぐほどの性能だった。しかし、ある程度大きいものを出力する場合には、土台の温度低下により作成物に反りや歪みが発生することが多いため、なるべく大型モデルの出力を控えることにした。複数のパーツを組み合わせて大型の作品を作る際、パーツの接合に使用するためのネジを作成しようと考え、その実現に向けて努力し、実際に出力することに成功した(図 3.8)。しかし、出力方法が独自のものであったため、擦り合わせが必要であったほか、ネジ山の最適な角度がモデルのサイズによって変わってしまうと推測され、より確かな製法を考える必要があった。また、この製法を応用した作品を製作していたが、他の作業が優先されたため、この作品は出力実験中のままで、完成はしていない。最終的にねじは、それに要求される精度や強度を考えた場合、実用に向かないものであるため、作成は中止することにした。また、工房内の旋盤とフライス盤は送りハンドルの握り部分が欠損していたため、補修パーツを作成した(図 3.9)。実際にパーツを組み込んだ

## FabLab Hakodate: Launching a digital fabrication facility for citizens

ところ問題なく動作したが、その後これらの工作機械は使用されることがなかった為、耐久性は確認出来ていない。科学祭終了後は、ある程度の強度を持ち、実用性に優れたツールを作成しようと考え、その実現に向けて活動を行うと同時に、3Dプリンタで作成する際に失敗する確率を減らす為に、効果的な3Dプリンタの土台への定着方法を模索したほか、フィラメントを出力する時の適切な温度や、フィラメントの色により性質の違いについて調査を行った。その結果、确实とまではいえないものの、一定の効果がある出力方法を考え出すことができた。例えば、3Dプリンタの土台に印刷物を定着させる為に作っておくラフトというものがあるが、その形状を円形にすることによって、フィラメント樹脂の特性である、温度低下による反りを発生させにくくさせる方法や、フィラメントの色によって適する出力温度が微妙に異なるために、透明のフィラメントや白いフィラメントなど、フィラメントの色に合わせて、そのそれぞれに合わせた仕様の3Dモデルのデータを作っておく方法である。また、実用性に優れたツールの開発については、Arduinoというマイコンをより使いやすくする為のツールとして、ブレッドボード(半田付けを行わずに電子回路を作成することができる基盤)、単三乾電池を4本まで格納できるバッテリーケースをArduinoセットで固定できるキャリアを作成した。短時間で出力できるように、最低限の強度をもたせた構成にしており、Arduinoをねじで固定し、ブレッドボード及び単三乾電池はフィラメント樹脂の持つ弾性によって保持できるように設計した。だが、ブレッドボードはそれ自身の重さのため、フィラメント樹脂の弾性のみでは保持しきれず、固定用のバンドが必要となった。完成するまでの時間も3時間を越えるほどであり、より効率的な構造を考えていきたい。

(文責: 新山大翔)

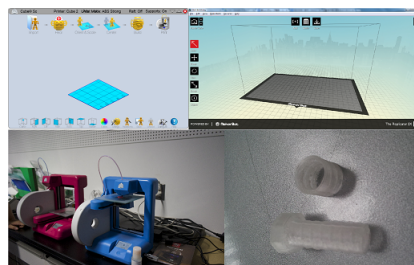


図 3.8 左上: cube software 右上: Maker Ware 左下: Cube 右下: ネジ

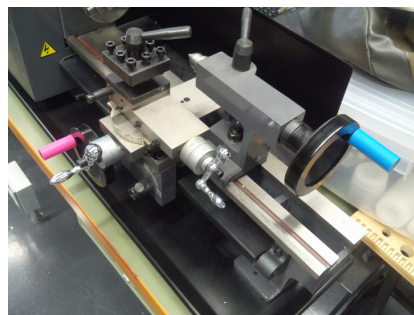


図 3.9 フライス盤修復パーツ

## 3.2 データ共有の課題解決のプロセス

第1章でも説明されている通り、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ファブデータ共有サービスを利用した。技術習得として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 のウェブ環境を利用したものづくり知識やデザイン等の共有ができていくという条件を満たすことができると考えた。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	<a href="http://www.instructables.com/ja/">http://www.instructables.com/ja/</a>
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	<a href="http://gitfab.org/">http://gitfab.org/</a>
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	<a href="http://www.thingiverse.com/">http://www.thingiverse.com/</a>
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	<a href="http://www.shapeways.com/">http://www.shapeways.com/</a>

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 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/> にてまとめて閲覧することができる。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同士で確認しあい、説明が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、その後教員のチェックを経た後公開した。我々は Instructables では全 13 作品を公開し、約二ヶ月間で世界中から 2000 以上のビュー、30 のフェイバリット、27 のコメント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にして頂くなどサービスも受けた。

(文責: 谷口雅秀)

### 3.2.1 各メンバーの動き

#### 3.2.1.1 山口慧悟

前期では、プロジェクト内のみで、サイトを利用して活動報告と共に、製作物のデータや、設計方法などを共有していた。Fablab では、データを世界と共有することが重要であり、後期では、プロジェクト内での共有に留まらず、世界と共有することを課題として活動を行った。10 月 11 日、12 日に行われた公立はこだて未来大学の学校祭で開催した、3D プリンタ胸像製作体験

(<http://www.instructables.com/id/Oneself-Bust-Statue/>) と、Cube に装着、糊格納用アタッチメントのモデルデータ (<http://www.thingiverse.com/thing:579047>) を共有した。前者の共有については、instructables で行い、掲載期間約 2 箇月で、177 views, 1 favorites, 1 comments であった。説明をできる限り簡潔に書き、わかりにくい部分には画像を用意し、一目見たら真似することが可能なように心がけた。また、教員のアドバイスを元に、製作したモデルデータを添付することで、個人で手軽に出力して、実際にどのようなものになるのかを簡単に確認できるようにした。後者の共有については、Thingiverse で行い、掲載期間約 2 箇月で、220 views, 27 download, 2 like であった。実際に使用している画像を用意することで、どのように使用するかをわかりやすくした。instructables は様々なデータ、画像、テキストが入力できるので、組み立ての手順などがある製作物やワークショップの方法などの共有に向いているが、Thingiverse はデータと画像のみしか投稿できないため、説明のいらぬ模型などの 3D データなどを気軽に共有することができるのがメリットであることが理解できた。

(文責: 山口慧悟)

### 3.2.1.2 谷口雅秀

作業の過程で得たモデルデータや制作ノウハウをインターネットに公開するため、作品制作する際は段階ごとに撮影した。公開する際に利用したサイトは Instructables, GitFab, Thingiverse である。Instructables と GitFab は制作に多くの手順が必要な物を公開する時に利用した。Thingiverse はモデルデータのみを公開すべき場合に利用した。公開した作品は「森のランプシェード」(Git Fab: <http://gitfab.org/fablab-hakodate-beta/forest-lampshade>), 新山から公開を委託された「Skeleton Dice」(Thingiverse: <http://www.thingiverse.com/thing:556799>), 同じく委託された「Arduino Battery Holder」(Thingiverse: <http://www.thingiverse.com/thing:556793>) である。また公開する際は、教員のアドバイスを参考に、逐一画像を使うことや専門用語を使わないような説明文を作成するなど、ものづくりに経験のない人でもわかりやすい説明を心がけて何度も投稿内容を修正した。結果として多くのフィードバックが公開したデータに寄せられた。森のランプシェードに関しては favorite が 2 件得られた。Skeleton Dice については 592 件の view と 24 件の Like と 18 件の Collect が得られ、106 回ダウンロードされた。「Arduino Battery Holder」については 382 件の view と 8 件の Like と 18 件の Collect が得られ、56 回ダウンロードされた。

(文責: 谷口雅秀)

### 3.2.1.3 葛西皓大

作品を制作するにあたって、シェアすることを考慮して制作過程が分かるように要所所でスクリーンショットを撮った。インターネット上でシェアする方法として、データシェアサービスである Instructables を利用した。そこで工夫した点として、専門家以外にもわかりやすいように、硬い文章を避けて出来るだけ柔らかい表現になるように心がけた。また、文章だけでは伝えることが難しい箇所は図を用いて説明し、できるだけ分かりやすく書いた。しかし心残りが 1 つあり、シェアするタイミングが遅れたことである。ハロウィンで使ってもらいたいジャック・オ・ランタン の 3D モデルをシェアしたのだが、ハロウィンが終わったあとに投稿したために、来年のハロウィンまで出番がない存在となってしまった。しかしその作品に関して、1 人からお気に入り登録してもらえたり、コメントしてもらうことができた。

(文責: 葛西皓大)



#### 3.2.1.4 新山大翔

作品の製作に全力を傾けた為、共有できるようなデータの構成まで手が回らず、製作過程や、作り方の説明、スクリーンショットのなどの掲載が難しかったため、データのみ掲載にとどめることにした。その際、データシェアサービスに掲載する方法が分りにくかった為、同3D班の一員である谷口に協力を依頼した。データはThingiverseと呼ばれるWebサイトに掲載されており、FabLabHakodateとしてSkeleton DiceとArduino Battery Holderをアップロードした。掲載期間約2箇月で、Skeleton Diceは22 Like, 18 Collectであり、Arduino Battery Holderは7 Like, 18 Collectだった。渡したデータは、幾多の試行錯誤を重ね、短時間で作成できるように、不要な部分はほとんど省き、かつ、作成に失敗しないような形状を目指したものである。また、単なる飾り物ではなく、実際に日常で使用できるような作品も共有しており、業務用でない3Dプリンターでも実用に耐えうるツールを作り出すことができることを広めることができたと考える。

(文責: 新山大翔)

### 3.3 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・未来祭・ハロウィンイベント以上4つのイベントで参加や企画を行った。対外展示内容として、自分たちが製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製作体験を時間制で交互に、クッキー彫刻体験を常設で行った。10月11, 12日の未来祭ではフェイスペイント体験、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、常設として3Dプリンタ胸像製作体験、以上4つのワークショップをおこなった。上記3つのイベントへの参加経験を活かし、10月31日に自主企画としてFabLab Hakodates 運営開始の宣伝を目的にハロウィンイベントを未来大学構内にて行った。昼の部では未来大生を対象にプチ仮装体験としてフェイスペイントと紙つけまつげの体験、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ティングマシンを用いてラテアート体験を行った。

(文責: 新山大翔)

#### 3.3.1 各メンバーの動き

##### 3.3.1.1 山口慧悟

オープンキャンパスでは、3Dプリンタと今まで3Dプリンタを用いて製作した物とを展示し、どのような機器で、どのような物が作れるのか、を伝えるために展示を行った。実際に製作物を手に取っていただけるような状態にし、素材や、出来栄をしっかりと見えるように展示を行い、3Dプリンタや製作物について、来て頂いた方と一対一で話せるようにスタッフを配置し、FabLabや3Dプリンタに興味を持ってもらえるように心がけた。未来祭では、3Dプリンタを利用したワークショップを開催した。最初は、3Dプリンタの出力に時間がかかるため、ワークショップに向かず、展示でしかイベントに参加できないと考えていた。しかし、欠点も含めてできる限り多くのこ

とを伝えることが大事だと考え、ワークショップを企画した。希望された方の胸像を 3D プリンタで製作するというワークショップであり、一人あたり 1 時間程度かかるものであった。3D スキャナで、希望者の肘より上の 3D モデルを作成し、3D CAD ソフト上で台座をつけて、30mm 程度の胸像として出力を行った。しかし実際には、撮影は 5 分程度で終了し、データを私たちが加工し、3D プリンタで 40 分～50 分間印刷していたので、参加者に体感的には少ない拘束時間で利用できるようにした。胸像を印刷しているところも展示になると考え 3D プリンタもブース内に配置し、胸像が出来上がっていく様子も見られるようにした。他にどのようなものが作れるかを知ってもらう為に製作物を隣に展示した。さらに、3D ハンドスキャナで撮影している様子を別のモニタで映し出すことで、どのようにデータが作られるかを見えるように工夫した。2 日間で 24 人の胸像を製作し、3D プリンタが止まっている時間がないほどの盛況であった。しかし、3D プリンタの印刷失敗などがあり、胸像の受け渡しが遅れてしまったり、後日受け渡しになってしまったケースもあり、今後同じようなワークショップを行う際は不測の事態についても考えておく必要があると感じた。また、時間がなく、3D データのみがほしいと言う方もおり、柔軟に対応する必要があると感じた。今回のワークショップでは、希望者は 3D ハンドスキャナでデータをとるために座っているだけで、実際に作業を行うことがなかったため、今後ワークショップを行う際は、希望者にも作業をしてもらい、より深く Fab 文化の理解ができるような企画を考える必要があるだろう。

(文責: 山口慧悟)

#### 3.3.1.2 谷口雅秀

オープンキャンパスで開催するワークショップの内容を決める話し合いに参加した結果、3D スキャナを用いて来場者の 3D モデルを作成し、それをその場で 3D プリンタで印刷し、来場者に渡すという内容に決定した。立案当時は一連の流れに大きな時間がかかり、オープンキャンパスの時間内ではあまり多くの来客者にワークショップを楽しんでもらえないことが懸念されたため、手順やモデルを単純化し必要な時間を短縮した。当日は予想以上の来場者が FabLab Hakodate β を訪れた。人数は多かったが予定通りの手順を踏み、無事に 3D モデルを出力できたため、多くの人から好評を得て、FabLab の魅力を伝えることが出来た。ハロウィンに開催したワークショップでは、雰囲気盛り上げるためのランプシェードを制作したが、開催場所が変更され影の写りにくい開けた場所での開催となったため使用されなかった。他にも、後片付けや準備に携わり、ペーパーカッターを使い簡易的なラテアートを作成するワークショップの手順を学び実践した。

(文責: 谷口雅秀)

#### 3.3.1.3 葛西皓大

オープンキャンパスや未来祭で行ったワークショップに参加してもらった来場者の一部は粉末石膏造形の工法を採用している 3D プリンタは見たことあるが、Cube のような熱溶融積層造形の工法を採用した 3D プリンタ見るのは初めてと言っていた。なので熱で融解した樹脂を積み重ねて出来上がっていく仕組みの説明を重点的に説明した。その際、分かりやすく説明するために印刷の途中で失敗してしまったモデルと完成したモデルを比較しながら説明した。また、3D プリンタの良い面だけではなく悪い面についても包み隠さず説明したが、3D プリンタ自体に感動を覚えている人が多くいた為 3D プリンタの評価が下がることはあまりなかった。また、3D 班では来場者を 3D スキャナでスキャンし、スキャンしたデータを 3D プリンタで出力して胸像をプレゼントするというワークショップを行った。その胸像は準備段階では穴を開けてキーホルダー用に使われる金具を取り付けてボールチェーンを通し、キーホルダーにして来場者に渡そうとしていたが、穴を

胸像に開ける際 ABS 樹脂は固く、なおかつ割れやすいものであったため慎重に穴を開けなければならなかった。しかしそうすると 3D プリンタの出力時間と合わせてかなりの待ち時間がかかるため、今回はキーホルダー化を断念した。ワークショップ来場者の中には何度も訪れてくれる常連さんもいた。その方は私達が行ってきたモノづくりと同じようなことをやっており、様々な有益な情報を得ることができた。例えば函館には FabLab を欲している人たちが大勢いること、FabLab を設立するにはクラウドファンディングを用いれば良いなどの意見が聞けた。

(文責: 葛西皓大)

#### 3.3.1.4 新山大翔

8月に開催された、はこだて国際科学祭では開催期間中に FabLab のβ版として1日限りではあるが、五稜郭タワー内のアトリウムステージ分いっばいのスペースを確保し、出展することが叶った。当日は、3D プリンタの見本として Cube を展示した。出展中は休ませることなく稼働させてしまったが、故障は無く、モデルの作成に失敗することも無かった。その他、今までの作品もいくつか展示し、3D プリンタの性能や特徴を良く知ってもらえるような展示にした。3D プリンタに興味を持ち、集まってくれる人も多かったほか、今回の展示で初めて 3D プリンタを見たという人もおり、終了時間の間際まで、人が途切れることなく、大いに賑わい、大盛況の内に終了した。来てくれた人は、3D プリンタを使い様々なものを作成できることや、3D プリンタの値段に驚いていた。はこだて国際科学祭では、3D プリンタについて詳しく知る機会を作るとともに、FabLab の知名度を広める事に貢献できたと考える。科学祭に展示した 3D 作品としては、ツールとして扱うものよりは、オブジェとして飾れるようなデザイン性の高いものを扱ったほうが、来てくれる人に好印象を与えると考え、モデリングを行った。例えば、内部にパイプラインを走らせ、外枠を取り付けたスケルトンデザインのサイコロ (図 3.10) や、ボトルシップをモチーフとしたキャラベル船の模型等を用意した。

(文責: 新山大翔)

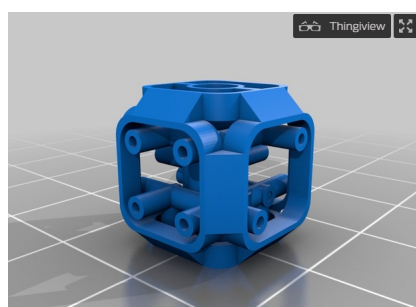


図 3.10 スケルトンデザインのサイコロ

## 3.4 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場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ー製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  $\beta$ はプロジェクト終了後も1/31まで通常運用や、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: 谷口雅秀)

### 3.4.1 各メンバーの動き

#### 3.4.1.1 山口慧悟

FabLab Hakodate  $\beta$ を運営して、3Dプリンタを利用したい人が2人で来た。一人は元々出来上がったモデルデータを持ち込み、印刷したいと利用した。こちらは主に谷口が担当した。もう一人は作りたいものがあるのみで、特に準備してきていなかった。なのでまず最初に123D Designをインストールするように指示を出し、簡単に操作方法について説明を行った。実際に自分も同じ操作を行い、視覚的にわかりやすい指導ができるように心がけた。その後に、具体的に作りたいものを聞き、どのようにすればよいかを指導した。疑問や、うまく製作できない部分について質問を受け、方法を探す手助けを行った。モデルデータの作り方について、できる限り技術のみを教えて、直接的な作り方を教えないように心がけた。そうした理由は、一人でモデルデータの製作をできるように成長させるためである。印刷するまでには至っていないが、印刷に必要なソフトをインストールさせ、手順について、説明は済ませた。

(文責: 山口慧悟)

#### 3.4.1.2 谷口雅秀

FabLab Hakodate  $\beta$ の運営に際して、二人の利用者を担当した。一人の利用者は学校で生徒が使っている学校推奨PCのパーツの3Dモデルを印刷する目的でFabLab Hakodate  $\beta$ を訪れた。印刷の手順を教えるとともに、モデルの調整方法などを教え、パーツの印刷という目的を利用者と共に達成した。二人目の利用者はイカボプロジェクトのメンバーであり、持参した設計図を元にイカボの模型を作成する目的でFabLab Hakodate  $\beta$ を訪れた。設計図の品質の問題もあり、模型の作成は困難なものであったが、他のメンバーとも協力してイカボのモデルデータをCADソフトを用いて設計するなどして完成させた。しかしながら、完成したモデルは複雑であり、球体関節を作成するための精度が足りないなどの理由により印刷は難航し、現在のところ模型は完成していない状態である。また、このイカボの模型を作る活動は利用者に代わって直接作品をつくってしまったため、これはFabLabの精神から逸脱する可能性があった。これについて他のメンバーと相談し、安易に作品制作を直接的に手伝わないう、反省した。

(文責: 谷口雅秀)

#### 3.4.1.3 葛西皓大

ドラえもんの 3D モデルを作りたいという人が、FabLabHakodate  $\beta$  を利用しに来てくれた。その人は 3D モデリングについての知識が全くなかったので 3D CAD ソフトをインストールするところから説明した。その時に勧めたのは 3D CAD ソフトは初心者向けの 123d design であった。しかし私自身 123d design をあまり使わなかったもので、実際の操作に関しては山口に説明を任せて、私は横でアドバイスをしていた。また、未来大に多くの高校生が訪れた際、私達がプロジェクトの活動をしている工房にも来てくれた。その際、工房にあった機械の説明を各班でしたのだが、私は 3D プリンターについての説明を行った。ワークショップに来てくれた来場者の方々は 3D プリンターに興味を持ってくれたが、高校生の皆さんは説明をしたり、実際に 3D プリンターが動いている様子を見てもらっても無反応で少し戸惑った。しかし説明し終わった途端、高校生の皆さんが各々思っていたことを質問してくれたり、様々な反応をしてくれたので 3D プリンターの魅力を伝えることができたのではないかと考えた。

(文責: 葛西皓大)

#### 3.4.1.4 新山大翔

FabLabHakodate  $\beta$  の運営開始後、3D 班を訪れる人が複数現れた。中には 3D プリンターについて、モデルの作り方から教わる人もいた。自分は指導にはかかわらなかったが、FabLab のあり方について考えさせられる機会となった。FabLab は個人で 3D モデルを作り、3D プリンターを使う際の、手助け程度にとどめておくべきだと考える。FabLab でできること、やってくれることなどを明確にして伝えなければ、「こんな 3D モデルを作ってほしい」、このキャラクターを 3D プリンターでフィギュアを作ってほしい」など、作成を代替してくれるような場所だと誤解をされてしまう可能性がある。そのような依頼では、責任が作成物に対して付随するものであり、そのようなものを FabLab が作ることは間違っているし、ものづくりの手助けですらなくなってしまう。FabLabHakodate  $\beta$  の運営は、あくまで、個人の、作りたいという意欲を後押しし、その手助けをするような活動に留めておいたほうがよいと考える契機となった。

(文責: 新山大翔)

## 第 4 章 結果

プロジェクトの目的である「FabLab を函館に設立する」に従い、上記に示したような 7 つの課題を設定した。その課題解決に向けて活動し、以下の様な結果が得られた。

- 3D プリンタで物体を出力する技術の習得
- 3D プリンタの仕様や特性に関する知識やノウハウの獲得
- 3D プリンタの使用中に発生する不具合に関する知識やノウハウの獲得
- CAD ソフトによるモデリング技術や 3D プリンタで出力しやすい調節技術の向上
- 多人数で行う、グループ開発スキルの向上
- 作成した 3D モデルのシェア技術の習得

前期では課題の 1 つである伝達技術の向上については、十分な成果を上げることができなかったが、後期では、FabLab が開かれたことによって、来訪者に対し、3D CAD ソフトの基本的な操作方法や 3D モデルの作成技術を教えるなど、伝達技術の向上につながるような機会を得ることが多く、伝達技術を向上させることができた。3D CAD ソフトや 3D スキャナで設計し、作成したものを 3D プリンタを使用して実際に出力するなど、書物などから情報を得るよりは、実践的な活動が多く、印刷の状況などの反応を経験することによって、出力する手順や不具合についての実用性の高い情報を獲得した。さらに、Cube と MakerBot Replicator 2X などの 3D プリンタを運用し、様々な 3D CAD ソフトを利用することで、各種 3D プリンタや 3D CAD ソフトの持つ特性や性能の違いなどを理解することが出来た。また、他グループとの連携を通して、グループの取りまとめや、日程の調整、他グループの技術に合った機能の提案などのノウハウを蓄積することができた。

(文責: 葛西皓大)

## 第 5 章 活動のまとめと展望

前期の活動として、3D プリンタや 3D CAD ソフトに関する基礎技術の習得、3D プリンタや 3D CAD ソフトを利用した作品製作とそれに伴う技術の向上、3D プリンタや 3D CAD ソフトの運用方法を教えることによる伝達技術の向上、他のグループと連携した作品製作、3D プリンタの不具合への対処、の 5 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知識やノウハウの獲得、3D 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知識やノウハウの獲得、多人数での開発スキルの向上、などの成果を得ることができた。後期の活動として、私たちは对外展示を積極的に行い、オープンキャンパス、科学祭、未来祭、ハロウィンワークショップの 4 つを行った。さらに、FabLabHakodate  $\beta$  の試験運用を 10 月 11 日から行った。試験運用と共に、今まで製作したデータを WEB を介して世界中に共有した。その結果、对外展示を行うことにより、運用のノウハウや函館に対する宣伝、認知度の向上をすることができた。そして前期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」、「对外展示を通して函館での FabLab の認知向上」「FabLab Hakodate  $\beta$  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、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  $\beta$ ) 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 でシェアしていくことで解決しようと考えている。このように FabLab を試験的ではなく実際に創出するには、来年度再来年度もやらなければならないことがたくさんある。また Fab 文化を函館に根付かせるためには来年度、再来年度と中・長期的に FabLab を運用していかなければならない。

(文責: 山口慧悟)