

公立はこだて未来大学 2018 年度 システム情報科学実習  
グループ報告書

Future University Hakodate 2018 System Information Science Practice

Group Report

プロジェクト名

Fab Live : 学び, 作り, 魅せるファブ

Project Name

Fab Live : Learning, making, fascinating Fab

グループ名

メイク班

Group Name

Make Group

プロジェクト番号/Project No.

22

プロジェクトリーダー/Project Leader

1016017 晴山京汰 Kyota Hareyama

グループリーダー/Group Leader

1015045 蝦名壺成 Issei Ebina

グループメンバー/Group Member

1015045 蝦名壺成 Issei Ebina

1015051 倉茂雄人 Yuto Kurashige

1016017 晴山京汰 Kyota Hareyama

指導教員

塚田浩二 美馬のゆり 角康之

Advisor

Koji Tsukada Noyuri Mima Yasuyuki Sumi

提出日

2019 年 1 月 16 日

Date of Submission

Jan. 16, 2019

## 概要

Fab 文化の発展を目指し、昨年度 (2014 2017 年度) までに「はこだてみらい館」に「FabLab Hakodate  $\beta$ 」の拠点の確保や函館市内でワークショップを行う等の Fab の広報活動を続けてきた。今年度の我々の目的はさらなる Fab 文化の発展のため、この拠点で活用できる新しい魅力的な Fab コンテンツ・カリキュラムを制作する。また、各要素を魅力的に見せる記録方法を考案し、それらはワークショップを通して制作物を世に発信することを目標とした。メイク班はプロジェクト内で分かれた3つの班のうちの1つである。メイク班では「ピタゴラキット」と「フィラメントカラーミキサー」を制作した。ピタゴラキットは少ない種類のパーツでピタゴラコースを組み立てる事が出来るキットである。また自分でパーツを設計しオリジナルパーツを生成することで自分だけのコースを作る事が出来る。既存のデジタル工作機械を使用し作品制作をする事で Fab 技術の発展に貢献したいと考えている。フィラメントカラーミキサーは 3D プリンターを使用した際発生するプラスチック端材を複数色混ぜ合わせてオリジナルのフィラメントを生成する事が出来る装置である。既存のデジタル工作機械の補助となる機材を制作し Fab 技術の発展に貢献したいと考えている。

(\*文責:晴山京汰)

## Abstract

We aim to develop Fab culture, securing the foundation of "Fablub Hakodate beta" of "Hakodate Miraikan" and holding a workshop in Hakodate city by last year, etc. We continue to do a lot of activities and Fab publicity activities (2014 - 2017) I came. The goal of this fiscal year is to create a new attractive Fab content curriculum that can be used at this base to further develop Fab culture and distribute production to the world through workshops and recipes. Fab technology has continued to make great progress and development until now, but its existence is not so popular among general users who are not so familiar with information science. For that reason, the makeup group aims to contribute to the development and dissemination of Fab technology by producing works using existing Fab technology and new fab equipment. In the makeup group, we will create "Pitagora marble machine kit" which can be assembled with few kinds of parts as a work. Through workshops such as open campus and Hakodate science festival, we hope to spread Fab culture in general by having a wide range of children and adults experience. In addition, we produce "auxiliary filament color mixer" which produces unique color filaments by mixing multiple colors of plastic end materials generated when using a 3D printer, thereby producing equipment that will be an auxiliary for existing digital machine tools, and Fab I would like to contribute to the development of technology.

(\*Responsibility for wording: Kyota Hareyama)

## 目次

<b>1</b>	<b>はじめに</b>	<b>1</b>
1.1	背景	1
1.2	目的	1
1.3	従来例	1
1.4	問題点と解決方法	1
<b>2</b>	<b>メイク班概要</b>	<b>2</b>
2.1	問題の設定	2
2.2	課題の設定	2
2.3	到達目標	3
2.4	課題の割り当て	3
<b>3</b>	<b>課題解決のプロセス</b>	<b>3</b>
3.1	各人の役割	3
3.2	制作物の概要	4
<b>4</b>	<b>制作物</b>	<b>5</b>
4.1	ピタゴラキット	5
4.1.1	生成過程	5
4.1.2	汎用性の実現	5
4.1.3	拡張性の実現	8
4.1.4	Arduino を用いたエレクトリックユニット	11
4.2	プラスチックカラーミキサー	14
4.2.1	FelFil について	15
4.2.2	制作プロセス	15
4.3	ランプシェード及びランプシェードを用いたワークショップ	21
4.3.1	ワークショップ	22
4.3.2	ランプシェードの設計	23
<b>5</b>	<b>まとめ</b>	<b>26</b>
5.1	メイク班の成果	26
5.1.1	ピタゴラキット	26
5.1.2	カラーフィラメントミキサー	26
5.1.3	ランプシェード作成ワークショップ	26
5.2	今後の課題	27
5.2.1	ピタゴラキット	27
5.2.2	カラーフィラメントミキサー	27
5.2.3	ランプシェード作成ワークショップ	27
<b>6</b>	<b>参考文献</b>	<b>28</b>
<b>7</b>	<b>付録</b>	<b>28</b>

# 1 はじめに

## 1.1 背景

Fab文化とは「自分たちの使うものを、生活者自身がつくる文化」である。その実現を目指す場の1つとしてFabLabがあり、日本には16ヶ所、世界には100ヶ国1000ヶ所以上に広がっている。Fab文化の発展を目指し、昨年度(2014-2017年～)までに「はこだてみらい館」に「FabLab Hakodate  $\beta$ 」の拠点の確保や函館市内でワークショップを行うなど、数多くの活動とFab広報活動を続けてきた。我々はさらなるFab文化の発展のために、新しい魅力的なFabコンテンツ・カリキュラムの構築と各要素を魅力的に見せる記録方法を考案し、ワークショップ等での情報収集が必要だと考えた。

(\*文責:晴山京汰)

## 1.2 目的

本プロジェクトの目的は2つある。1つ目に魅力的なコンテンツ・カリキュラムを制作することである。2つ目にFab技術を用いた作品を魅力的に見せる記録方法を考案することである。最終的に、ワークショップやレシピ化を通して制作物を発信し、Fab文化の発展を目指す。また、教育やFab技術の専門家からのフィードバックを通じて品質を向上させる。

(\*文責:晴山京汰)

## 1.3 従来例

2017年度のFablab函館のプロジェクトでは、カガク班、アート班、ハック班の3班が活動してきた。設定した課題に対して各班で解決に取り組んできた。カガク班の課題は「利用者の知識不足」であり、課題解決のため学研の「ものしくみ研究室」と連携し、モノづくりに必要な知識を学ぶための新しいカリキュラムの制作と既存のカリキュラムの改善を行った。アート班の課題は「Fabの特性を生かしたモノづくりが行われていない」というものであり、解決のためにFabの特性を活かした魅力的な作品のレシピ化を行った。ハック班の課題は「制作物の表現の幅の狭さ」と「Fabを利用するために必要な特別な技術」だった。ハック班はこの課題を解決するため新しいFab機材の制作を行った。

(\*文責:蝦名壺成)

## 1.4 問題点と解決方法

昨年度までのFabLabプロジェクトと今年度FabLabプロジェクトを遂行するにあたって、以下のようない問題点があげられた。

- (1) 物を作る際に必要な知識が利用者に不足している。
  - (2) Illustrator や IncScape などのベクタレイヤソフトを使うためには特別な技術を必要とする。
  - (3) 「Fabの特性」を活かしたものづくりが行われていない。
  - (4) Fab自体が一般にあまり知られていない。
  - (5) 作品の制作過程を美しくわかりやすく見せる手法が明確に確立されていない。
- また、我々はコンテンツに必要な要件として、以下の3つが必要であると考えた。

- Fabの特性の理解

- 表現の多様性の提示
- 魅せ方の新たな手法やシステムの提示

問題点(1)～(4)を解決することと、コンテンツに必要な要件を取り入れるため、以下の3つの分野に分かれて課題解決に取り組もうと考えた。

- 教育
- 作品制作
- 映像制作

この3つの分野から作品制作を進める上で、3つの班に分かれる必要があった。我々は「カガク班」「メイク班」「メディア班」の3班に分かれて活動に取り組んだ。それぞれの班で上記問題を解決するための具体策は以下の通りである。

- 問題点(1)をカガク班が担当する。
- 問題点(2)(3)(4)をメイク班が担当する。
- 問題点(5)をメディア班が担当する。

制作したコンテンツについては、教育やFab技術の専門家からのフィードバックを通じて品質を向上させる。さらにワークショップを通じて制作したコンテンツの評価と改善を行う。

(\*文責:晴山京汰)

## 2 メイク班概要

### 2.1 問題の設定

本グループはデジタル工作機械、通称「Fab 機材」と、それらを用いたモノづくりについて着目した。Fab 機材を用いたモノづくりは自分に必要なものを利用者自身で制作することができ大変便利ではあるが、

- 未だに一般に Fab の存在は知られていない。
- 既存の Fab 機材を補助・拡張する機材があまり存在しない。

という問題があった。これらの問題によって幅広い層の人たちに手軽に Fab 機材を用いたモノづくりを行うことができない可能性がある。

(\*文責:蝦名壺成)

### 2.2 課題の設定

2.1 節で挙げた問題を解決するために以下の制作を行った。

- 既存の Fab 機材を用いた作品
- Fab 機材の機能を補助する新たな Fab 機材

(\*文責:蝦名壺成)

## 2.3 到達目標

2.2 節で挙げた制作を行うにあたって、各制作物ごとに以下の点を目標に設定した。共通・既存の Fab 機材の仕組み、使用方法の理解既存の Fab 機材を用いた作品

- 現在制作されている他作品の調査
- 実現可能なプロトタイプの完成
- 作品を使ったワークショップの開催、参加者からフィードバックの収集

Fab 機材の機能の補助する新たな機材

- 既存の Fab 機材の機能、種類の調査
- 既存の Fab 機材のどの部分を補助可能かの考察
- 稼働可能なプロトタイプ制作

(\*文責:蝦名壺成)

## 2.4 課題の割り当て

本グループでは課題解決を各制作物ごとに一人ずつ担当を決定し、一人には中立的な立場で各制作物のアイデア出し、修正、定義づけなどの補助に加え、制作を円滑に行うためにスケジュール管理や資料作成などの事務的作業を主に行うサポート担当を担った。担当の割り当ては以下のように行った。

- (1) Fab 作品制作担当：晴山京汰
- (2) Fab 機材制作担当：倉茂雄人
- (3) サポート・ワークショップ担当：蝦名壺成

二人を制作担当とし、一人はサポートとして、中立的な立場で各制作物のアイデア出し、修正、定義づけなどの補助に加え、制作を円滑に行うためにスケジュール管理や資料作成などの事務的作業を主に担当する。またサポートに加えワークショップの企画や実行、必要物品の調達・制作、全体の指揮も同時に行った。

(\*文責:蝦名壺成)

## 3 課題解決のプロセス

### 3.1 各人の役割

制作において、基本的には制作担当が個人で作業を行い、その作業経過を班内で共有するという形式で活動を行った。

- 蝦名壺成 (班リーダー)
  - (1) 各担当の制作進捗状況の聞き出し
  - (2) 問題点の分析、解決策の候補提案
  - (3) スケジュール管理
  - (4) 資料作成
  - (5) アイデアの考案補助
  - (6) ワークショップの企画・指導・実行

- 倉茂雄人 (副リーダー)
  - (1) 他班へ技術的知識の提供
  - (2) 既存の Fab 機材の機能・機構の分析
  - (3) 新たな Fab 機材のアイデアの考案
  - (4) 作品制作
- 晴山京汰 (書記)
  - (1) 他 Fab 作品の調査、分析
  - (2) Fab 作品のアイデアの考案
  - (3) 作品制作

(\*文責:蝦名壺成)

### 3.2 制作物の概要

本グループの制作物は以下の3つである。

- ピタゴラキット (Fab 機材を用いた作品)

このキットは各種レールやパーツを組み合わせることでオリジナルのピタゴラ装置を制作できるといったものである。キットのパーツは MDF (中密度繊維版 Medium Density Fiberboard) をレーザーカッターで切り出して作られたものである。またこのパーツは Adobe Illustrator や IncScape などのベクターレイヤソフトのデジタルデータに基づいて作られているため、パーツの増産やカスタマイズなどが容易であるという特徴がある。
- プラスチックカラーミキサー (新たな Fab 機材)

この機材は 3 D プリンターを使用した際に出てくる補助材やプラスチックの端材を再利用して、任意の色のフィラメントを生成することができる機材である。仕組みとしては補助材やプラスチック端材をミキサーに投入し、設定した配色バランスで混ぜ合わせ、加熱加工を市販のフィラメント生成器 (FelFil) で行う、といったものである。
- ランプシェード作成ワークショップ

このワークショップは一般人にもデジタル工作機械の利用方法や特徴、利点などを理解してもらい、FabLab や Fab 文化に興味を喚起することを目的に行った。ワークショップは精密に切断することが可能なカッティングプロッターを用いたランプシェードの制作を主に行った。

(\*文責:蝦名壺成)

## 4 制作物

### 4.1 ピタゴラキット

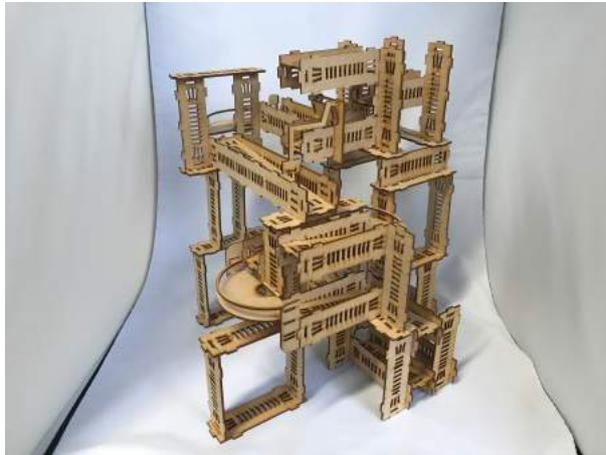


図1 ピタゴラキット

全国の FabLab にはレーザーカッター や 3D プリンタなどの Fab 機材が置かれており、デジタルデータがあれば容易にデジタル工作が行える。これらの機材の特徴として、「複雑な形状を形成可能」「増産可能」などが挙げられる。また、デジタルデータはパーツを必要としている者に簡単に共有することが出来る。私たちはこれらの特徴を活かして何か作品を作ることは出来ないかと考え、ピタゴラキットの制作を提案した。ピタゴラキットは2種類の基本パーツ(図1)のみで様々なピタゴラコースを組み立てることが出来、自分好みのパーツを設計・生成することができる。パーツ設計は Adobe Illustrator などのベクターレイヤーソフトを使用し、パーツ材料は MDF 材(中密度繊維板:medium density fiberboard)2.5mm を使用した。また、切断は Universal Laser Systems 社の「ミドルクラスレーザー加工機」を使用した。

(\*文責:晴山京汰)

#### 4.1.1 生成過程

ここでは、パーツを生成するまでの手順を説明する。まず Illustrator などのベクターレイヤーソフトを使いデジタルデータを作成する。次にレーザーカッターに接続された PC にデジタルデータをインポートする。最後にレーザーカッターに材料をセットし切断を行う。レーザーカッターで切断された物のことを単純に「パーツ」、複数個パーツが存在し組み立てが出来る状態の複合体を「ピタゴラキット」と呼ぶことにする。

(\*文責:晴山京汰)

#### 4.1.2 汎用性の実現

ピタゴラキットのパーツの種類と用途について説明する。今回制作したピタゴラキットは基本パーツ(図2)が2種類存在し、これらのパーツを組み立てることでレールや柱(図3,4)を作る事が出来る。



図2 ピタゴラキットの基本パーツ



図3 ピタゴラキット組立例（レール）



図4 ピタゴラキット組立例（柱）

柱は2種類の基本パーツで縦方向, 横方向, 奥行き方向(図5), どこでも連結できるように設計した. またパーツの穴の側面には高さ0.150mmの凸が3つある(図6). 穴の側面に凸を付けることで組み立て時, 不意に抜けなくなるように工夫した. 穴の規格を決める際にどの凸の数と凸の高さが良いのかを検証するため, 穴の規格表(図7)を作り試行した. 規格表の見方は表の上から下にかけて穴側面にある凸の数が増えて行く(3個, 4個, 5個, 6個の合計4種類). また, 左から右にかけて凸の高さが0.005mm

ずつ高くなっている (0.120mm, 0.125mm, 0.130mm, 0.135mm, 0.140mm, 0.145mm, 0.150mm の全7種類). この規格表にピタゴラパーツをはめて行き, どの穴が丁度良いか調べる. 規格表を用いたテストを行った結果, 凸の数は3つ, 凸の高さは0.150mmが丁度良いと判断した. しかし, MDF材は木材なので数回抜き外しすると木が削れて穴がゆるくなってしまう. また, レーザーカッターで切断されたパーツの穴はレーザーの出力方向によって裏表の抜き差し加減が変わってしまう. レーザーが照射される面(表)は非常に強い光が照射されるため, 裏面より少し多く削れてしまう. なので, 表面にパーツをはめたときは丁度よくはまるが, 裏面にパーツをはめるときは少し力が必要である. 複数回抜き差ししてもゆるくならない設計, 裏表でなるべく差のない抜き差し加減の設計を考慮した結果, 凸の個数を少なくすることで摩擦力を減らし, 凸の高さを高く設計することで安定した抜き差しが出来るような穴を作ることが出来た.



図5 縦方向, 横方向, 奥行き方向に連結可能なパーツ



図6 穴の仕組み

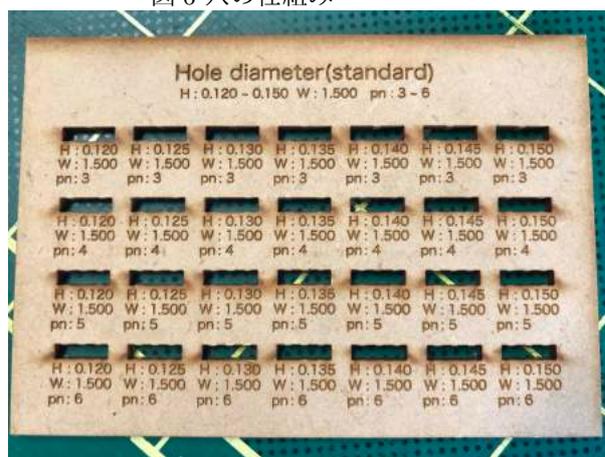


図7 穴の規格

(\*文責:晴山京汰)

### 4.1.3 拡張性の実現

ピタゴラキットは利用者自身がオリジナルのパーツを設計し、生成できるというメリットがある。ここでは、2種類の基本パーツで組み立てが不可能な場合や、自分の好きなパーツを作ってオリジナルコースを作りたいと思った場合について説明する。利用者が生成したオリジナルパーツの事を「拡張パーツ」と呼ぶことにする。では、FabLive活動中に制作した拡張パーツの例を4つ紹介する。1つ目に180度回転可能な「カーブパーツ(図8)」を設計した。このパーツは図8の赤丸の部分に柱を差し込むことで固定する。また、このユニット自体に傾斜はついていないので単体での使用は出来ない。その代わりに、レールと組み合わせて使う事でカーブパーツとしての機能を果たす(図9)。



図8 カーブパーツ

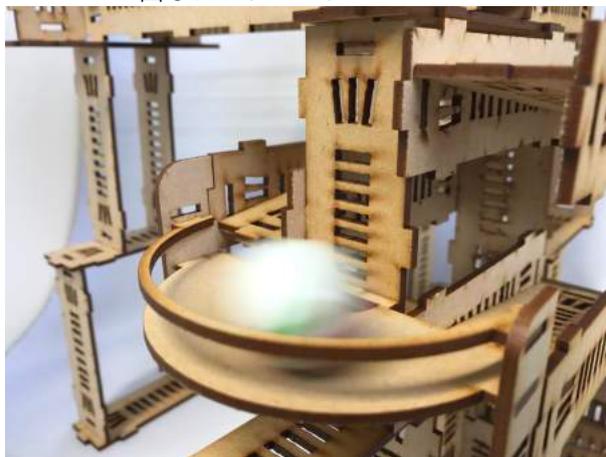


図9 カーブパーツ実装例

2つ目に2つのパーツを連結可能なパーツ「ピンパーツ(図10)」を設計した。用途例として、図11の様にパーツ同士を連結する場合や、ビー玉がレール外にはみ出ないようにするためのストッパー代わりにもなる。



図 10 ピンパーツ



図 11 ピンパーツ使用例

3つ目に「仕掛けパーツ (図 12)」を設計した. このパーツは初めに通ったビー玉はゲートによって遮断されてしまうが, 次に転がったビー玉が通ると遮断されていたゲートが開くという物である. 仕組みを図 13 に示す. 図 13 写真の左上にある数字はビー玉が転がっていく順番である. 図 13 写真 1 は, 仕掛けパーツ付きのレールを通ったビー玉はゲートによりビー玉が塞がれてしまう. 写真 2 は新たに別のビー玉がやってくる. 写真 3 は仕掛けパーツ付きのレールを通ることでゲートが開き, 塞がれていたビー玉が転がって行く. 写真 4 は通ったビー玉が再びゲートによって塞がれる. このサイクルをビー玉が上から転がる限り永遠に続く.

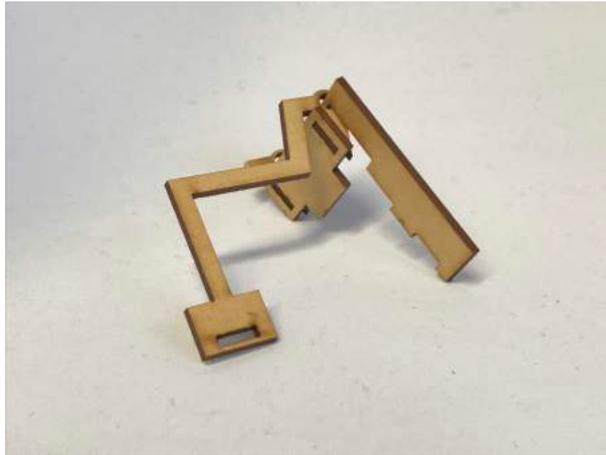


図 12 仕掛けパーツ

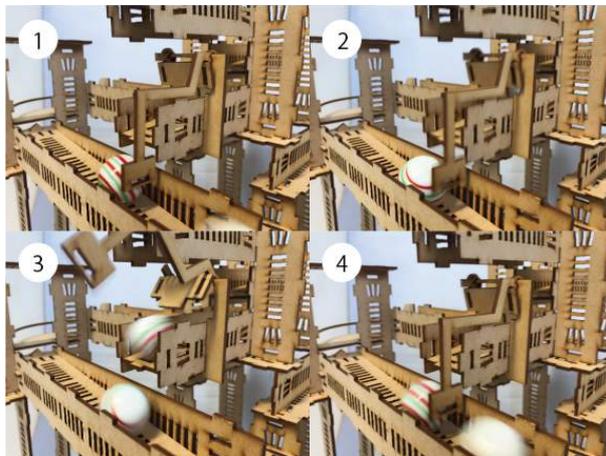


図 13 仕掛けパーツ使用例

最後の制作物として「リフトユニット (図 14)」を制作した。このユニットは下まで転がったビー玉を上までリフトさせる物である。図 14 に記した赤丸のハンドルを回すと噛み合ったギアと連動し、写真中央の大きな歯車を回すことが出来る。大きな歯車には 12 個の穴が空いており、その穴にビー玉を入れてハンドルを回すことでビー玉が上昇する。大きな歯車には穴の位置が異なる 3 種類の円盤が存在し、それらを組み合わせて 1 つのユニットとして使用する。図 14 では大きな歯車がどのように組み合わせるのかを示した。実際にこのユニットは 3 つの大きな歯車以外に小さな丸い円盤が使用されている。本来、大きな丸い歯車を 10 枚使用しなければならないのだが、それでは材料を大量に消費してしまうため、小さな円盤で代用している。図 16 はリフトユニットを側面から見た図である。大きな歯車 3 枚の穴の位置が異なるのは上昇しきったビー玉が自動的に排出させるためである。図 16 のように穴の位置を変えることで自動的にビー玉を排出させることが可能である。

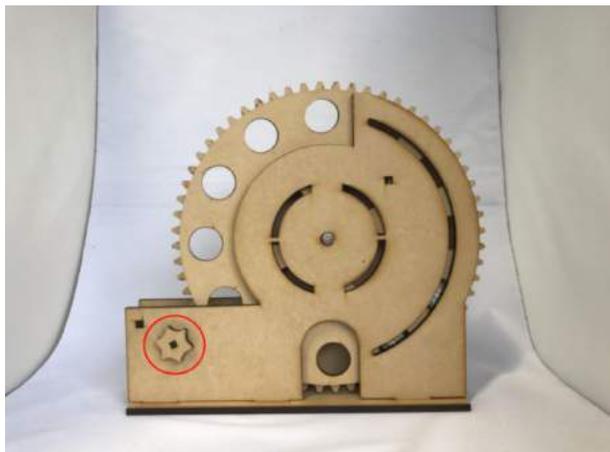


図 14 リフトユニット

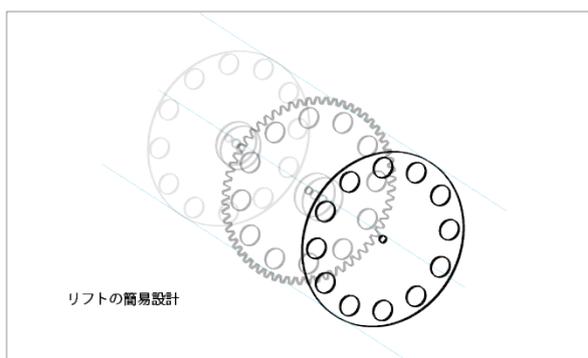


図 15 リフトの簡易設計図

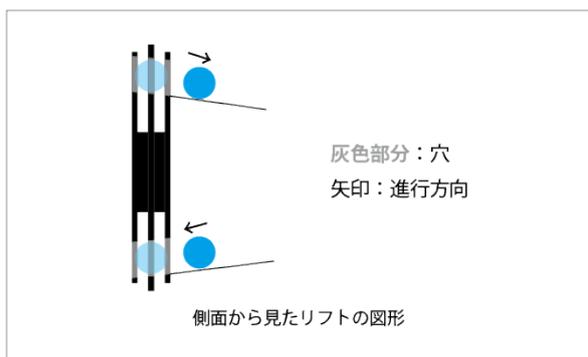


図 16 リフトの仕組み

(\*文責:晴山京汰)

#### 4.1.4 Arduino を用いたエレクトリックユニット

ここでは、仕掛けユニットとしてエレクトリックユニットを紹介する。エレクトリックユニットは Arduino や LED などを用いてビー玉が通過すると何かしらのエレクトリックなアクションを起こす仕掛けユニットである。今回はエレクトリックユニットの例として、「LED ユニット」を紹介する (図 17).

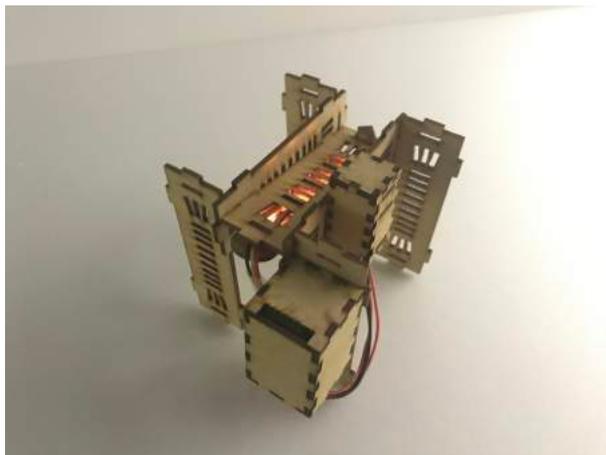


図 17 LED ユニット

LED ユニットはビー玉が通った道筋を LED が発光するユニットである。LED ユニットは Arduino のセンサや LEDなどを制御するモジュールとビー玉が通ったかを判定するモジュールとビー玉が通った道筋を発光させるモジュールの 3つのモジュールによって成り立っている。では、これらの物がどのような働きをしているのかを説明する。まずセンサモジュール (図 18) について紹介する。センサモジュールはビー玉が通ったか通っていないかを判断するモジュールである。センサにはフォトリフレクタを使用した。フォトリフレクタは赤外線を発光させ、帰ってきた赤外線の受光量を計測する。センサモジュールは基本パーツで組み立てられたレールの横側にはめれるように設計した。



図 18 センサモジュール

次に LED モジュール (図 19) について紹介する。LED モジュールはビー玉が通過した道筋を発光させるモジュールである。センサモジュールの赤外線受光量によって通過判定を行う。LED モジュールは NeoPixelLED4 つ分が収まるほどの板を用意し、基本パーツに合わせて作った複数個の穴に対して NeoPixel を専用のピンで固定する。専用のピンは基本パーツの位置に合わせて作られているので、基本パーツに組み合わせ可能となっている (図 20)。また、LED はセンサに反応しない場合は白く発光し、センサに反応した場合は、ビー玉が通った道筋を青色で発光させた。



図 19 LED モジュール

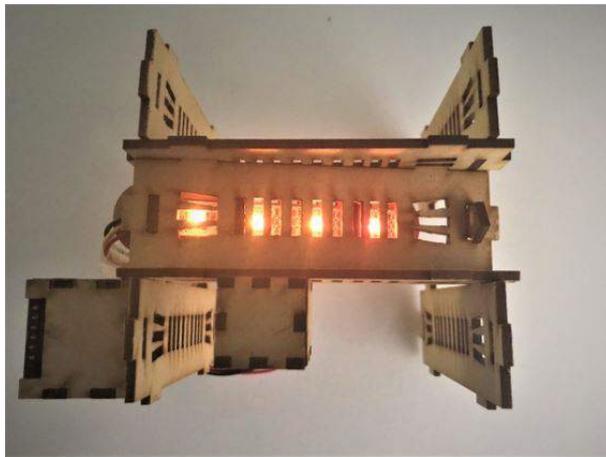


図 20 レールに取り付けた LED モジュール

最後に Arduino モジュールについて紹介する。Arduino モジュールはセンサと LED に対して制御を行っている。配線自体は難しいものではないが、小型化し、ピタゴラキットに装着できるようにするための方法を考えるのが難しかった。Arduino には様々な種類の物があり、大きいものから小さいものまで様々だ。今回はその中で小型な「ArduinoProMini」を使用した。また、ArduinoProMini 専用の基板を制作し小型化出来るように工夫した (図 21)。基板設計は AutoDesk 社の EAGLE を使用し、基板加工機は MITS ELECTRONICS 社の AutoLab を使用した。小型化したモジュールは外箱によってカバーされる (図 22)。また、外箱には 2 つの穴が空いている。ArduinoProMini にコードを書き込むための穴。そして、センサーモジュールや LED モジュールに接続する穴がある。これらを組み合わせることにより LED ユニットが完成する。



図 21 ArduinoProMini と専用基板

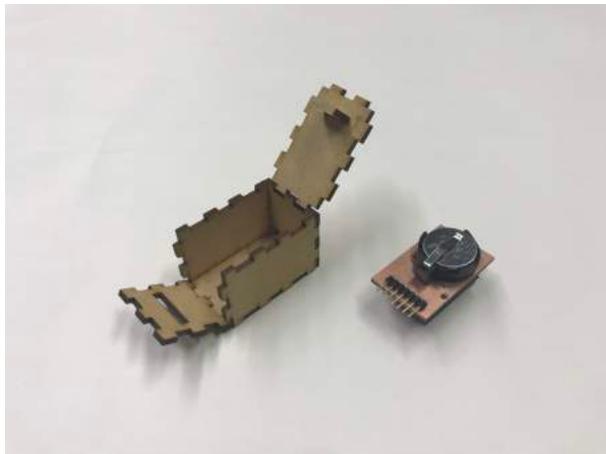


図 22 ArduinoProMini と専用基板を囲む外箱

(\*文責: 晴山京汰)

## 4.2 プラスチックカラーミキサー

私達は、既存の Fab 機材の機能補助を目的に、カラーフィラメントミキサー (以下カラーミキサー) を制作した (図 23)。3D プリンタの印刷で発生した、出力補助材や、失敗作を粉碎した、単色のプラスチック端材を複数種類用意し、それらをカラーミキサーのタンク部に入れる。また、コンピュータに繋がった制御回路よりタンク部内中央にある搬出機の搬出速度を決め、フィラメントを生成する機材, FelFil へ材料搬出をするものである。各タンクの搬出速度を変更することで FelFil より生成されるフィラメントの色を決めることが可能である。また生成中にプラスチックの搬出割合を変更することにより、市販では売られていない、グラデーションを有するフィラメントの作成も可能になる (図 24)。

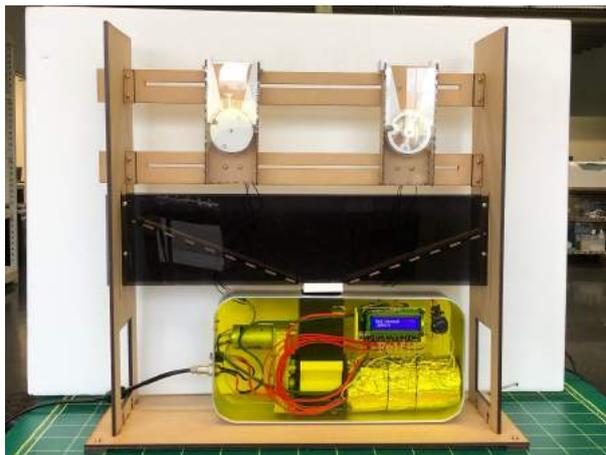


図 23 カラーフィラメントミキサー全体



図 24 本システムで作成したフィラメント。白と青のグラデーション（上）と赤と青のグラデーション（下）

(\*文責: 倉茂雄人)

#### 4.2.1 FelFil について

今回補助の対象としたのは、FelFil と呼ばれる、プラスチックを溶かし、フィラメントに加工する機材である。簡単な使用方法としては FelFil 上部に空いている穴より、溶かしたいプラスチックを搬入し、温度を設定し数分待機する。本体ヒータ温度が指定温度になり次第、回転搬出部の速度調整 GUI が表示され、速度を設定すると、フィラメントの生成を始めるというものである。

(\*文責: 倉茂雄人)

#### 4.2.2 制作プロセス

カラーミキサーは FelFil に材料搬入する前に使用する機材で、3D プリントをする際に出てくるラフト、サポート材や、失敗した出力物等の端材をコンピュータ制御で一定量ずつ FelFil に搬出していく機材である。簡単な構造図に関しては図 25 の通りである。材料タンクについては、ステッピングモータが 1 機ついており、それらは PC に Arduino が繋がれている。制御に関してはコンピュータからシリ

アル通信を使用してコマンドを実行している。  
カラーミキサーの特徴としては

- 搬入する材料を増やすことにより多くの色を作り出せる
- 全て改変可能なデータでできている
- コンピュータ制御で一定量ずつ材料を搬出できる

これらの特徴がある。 カラーミキサーを作成するにあたり、大きく分けて、材料タンク、電子回路とプログラム、メインフレームの制作を行った。

(\*文責: 倉茂雄人)

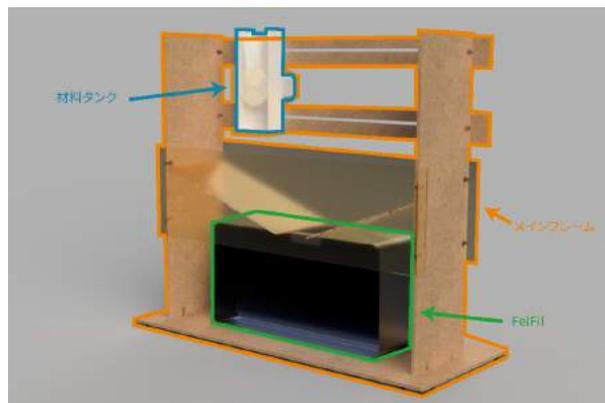


図 25 カラーフィラメントミキサーの構造図

**4.2.2.1 材料タンクの制作** タンクの大きめの仕様として、タンク上部から材料を投入、モータ接続された搬出機構を回転させて一定量ずつ材料をタンク下部に搬出する。材料タンクの試作として図 26 のようなものを制作しようとした。これは円を 4 つに区切り、その中に一定量の材料を溜め、回転させることで特定量ずつ搬出するものであった。実際に試運転すると、回転してすぐに搬出機構の両端より材料が漏れ出し、上部に溜められていたものまで下部に落ちていってしまった (図 27)。この問題を解決するために図 28 のように搬出機構を改良した。これは、材料を溜めるところを 2 つにして、左右対称にすることで、180 度前後回転すると材料を落とすことができるようになっている。この改良によって、前の搬出機構より上部から漏れる材料の量は減ったが、根本的な解決には至っていなかった。そこで、搬出機構上部の材料タンク部にも改造を施すことにした。今までの材料タンク部には搬出機構への材料搬入制限を設けていなかった。そのため想定外の場所で材料が漏れることがあった。そこで、搬出機構への材料搬入制限を設けることにより想定外の場所からの材料漏れを改善しようとした。それが図 29 のような材料を搬出機構に誘導する追加パーツである。このパーツにより上部材料タンクが溜められる材料の量が減少するが的確に搬出機構に材料を誘導しつつ、それ以外の場所に漏れない様にした。この改良の結果、材料が一定量ごとに搬出されるようになった。しかし、高い頻度で誘導用パーツと搬出機構の間に材料が挟まり、動作を止めてしまう事があった。また、搬出される材料が 10 g 前後と、FilFil が 1 分間に加工する材料の量、約 2 g より遥かに多い量を搬出しているため、修正が必要となった。搬出機構の搬出量の最適化については図 30 の通りになった。この溝で 1 回に 1.6 g 搬出する様になり、適量搬出を可能にした。誘導用パーツと搬出機構の間に材料が挟まる問題については、角取りや、スポンジ、フェルトを付けるなどの対策を試した。結果として、図 31 のようなスポンジを回転方

向に付けることにより材料が挟まる頻度が激減した。フェルトや角取りの対策では、挟まった材料を移動させる能力がないため、上手くいかなかったと考えられる。

(\*文責: 倉茂雄人)



図 26 初期設計時の材料タンク外観 (左: 前面, 右: 背面)



図 27 材料タンクの試運転

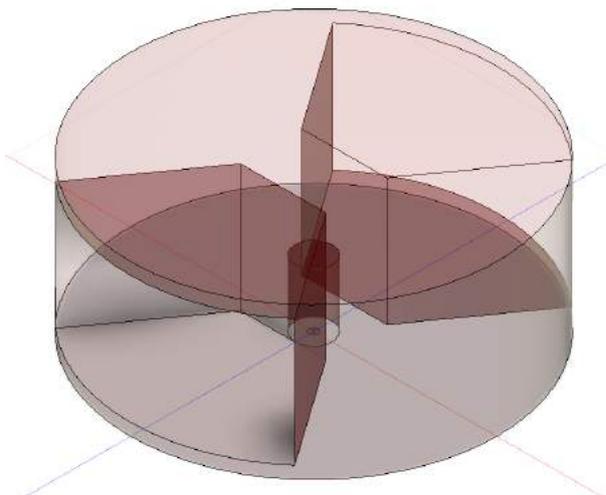


図 28 搬出機構プロトタイプ 1



図 29 材料を誘導する追加パーツ (赤線に囲まれた部分)

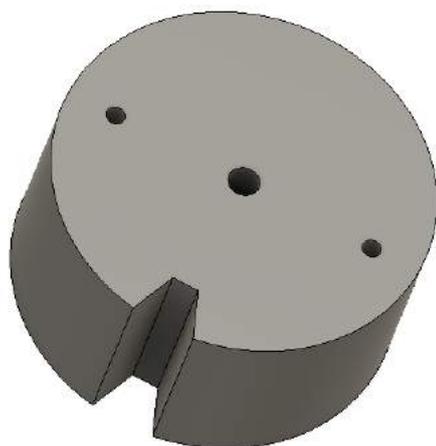


図 30 搬出機構最終型



図 31 スポンジを付けた誘導用パーツ

4.2.2.2 回路とプログラム 本機材は、角度が指定できるステッピングモータと、ArduinoUno をメインとした電子回路で制御することで機能している。ステッピングモータには 5V で駆動する、ST-42BYH1004-5013 (1 ステップ 0.9 度, 400 ステップ) を使用した。また、ステッピングモータを制御するドライバには DRV8835 を使用した。回路全体の動作については、

1. パソコンから Arduino にシリアル通信を使用してコマンド入力をする。
2. Arduino がコマンドを認識し、モータードライバ関連の初期化を行う。
3. 初期化終了後、利用者の任意のタイミングで作動コマンドを実行し、ステッピングモータを動かす。
4. 利用者の任意のタイミングで速度変更コマンドを実行し、ステッピングモータの速度を変更する。
5. 利用者の任意のタイミングで停止コマンドを実行しステッピングモータの動作を停止させる。

これらの機能を実装した。

はじめに、ステッピングモータの制御より行った。制御については、単純にステッピングモータを回すだけのもの回路自体は図 32 の通りである。単独での動作確認後、図 33 のような 2 つのステッピングモータが動作する回路に変更した。また、この時点でモータードライバ関連の回路と Arduino の電源を分離し、モータードライバには 5V6. 2A, Arduino にはパソコンからの USB バスパワーを給電した。これは、電源を 1 箇所からにした際に電力不足で再起動を繰り返すのを防ぐためである。プログラミングについては、いつでもステッピングモータの停止、速度変更ができる様にコードを作成した。入力については ArduinoIDE に付属するシリアルモニタを使用し、そこから文字列を Arduino に送信する仕組みを採用した。Arduino の方で送られてきた文字列の処理を図 34 の様に分けた。

(\*文責: 倉茂雄人)

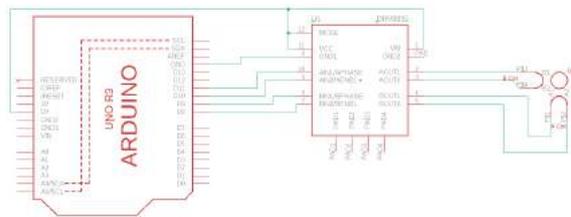


図 32 単体モータ用電子回路図

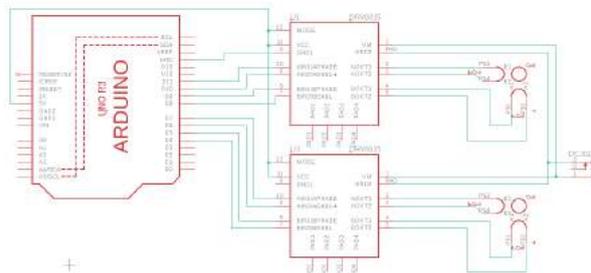


図 33 2 個のステッピングモータを制御する電子回路図

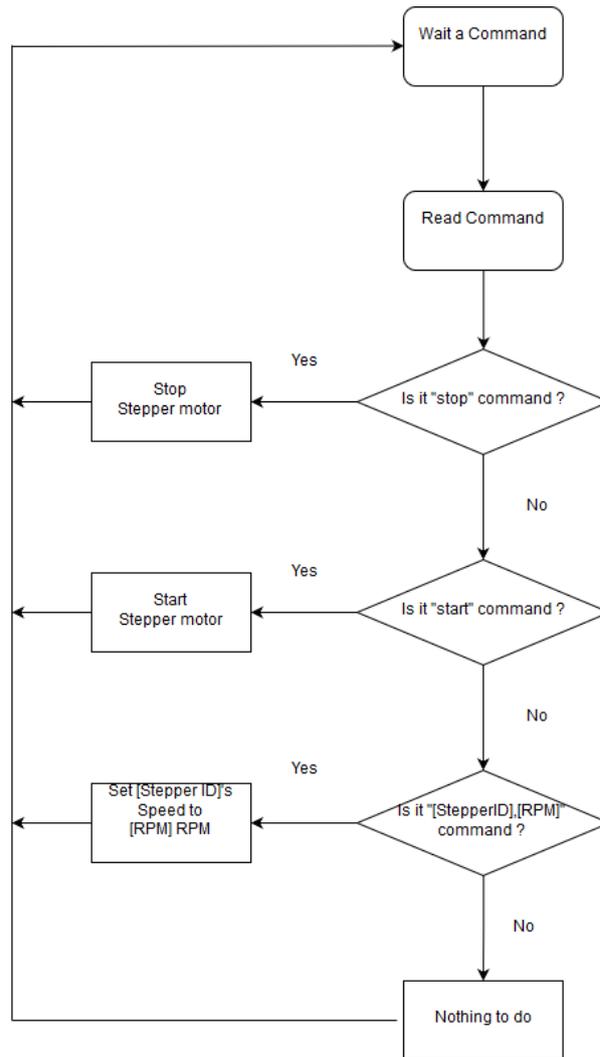


図 34 コマンドライン動作フローチャート図

**4.2.2.3 外装** 外装については, FelFil の横幅である 380mm に合わせて作成しようと考えた. 理由として, FelFil 自体, 左右に電源ケーブルや, フィラメント出力口があるため, それらを見やすくする目的があるためであった. その結果, 図 35 のような外装を設計した. しかし, これには問題があり, 材料を装置下部に搬出したあとに, FelFil の材料搬入口まで上げなければ行けないのである. 仮に, 材料を材料搬入口まで上げる機構を導入した場合, 機材全体の奥行きが長くなるため, この案は破棄された. その後, 図 36 のような外装に確定した. 素材には, 厚さ 2.5mm の中密度繊維板と厚さ 2mm のアクリル板, 加工にはレーザーカッターを使用した. この外装のメリットとしてはじめから材料タンクが 5 つ付いているわけではなく, 利用者が個々の環境にあったタンクの数をつけること, また位置を変えることが可能である. 更に, 奥行きが FelFil の奥行きである 110mm に 40mm ほどプラスし, 高さがある程度取ることにより, 奥行きが長くなることを防ぎつつ, 材料を下から上げる事なく FelFil の材料搬入口に入れることを可能にした

(\*文責: 倉茂雄人)

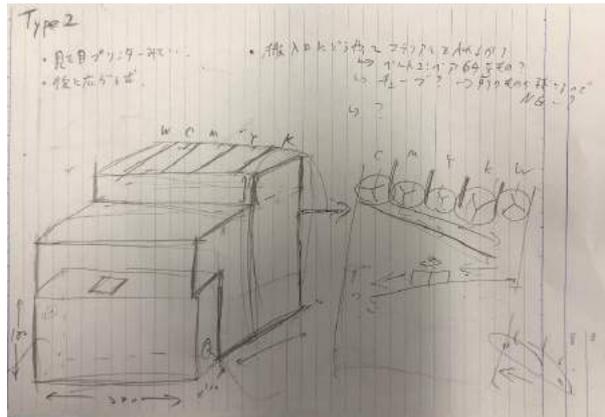


図 35 初期のカラーフィラメントミキサー外形図



図 36 完成時のカラーフィラメントミキサー外形図

#### 4.3 ランプシェード及びランプシェードを用いたワークショップ

現在 FabLab は世界に 1000 箇所以上, 国内に 14 か所存在しており, 各 Fablab で行われる様々な制作活動やワークショップが行われている。しかし未だ情報系や工学系を専門としていない一般人にとって FabLab やレーザーカッターなどのデジタル工作機械は依然未知の存在である。なので一般人にもデジタル工作機械の利用方法や特徴, 利点などを理解してもらい, FabLab や Fab 文化に興味を喚起することを目的にワークショップを行った。実際のワークショップの様子が図 38 である。ワークショップはデータに精密に切断することが可能なカッティングプロッターを用いたランプシェードの制作を主に行った。実際制作した作品は図 38 である。



図 37 ワークショップの様子

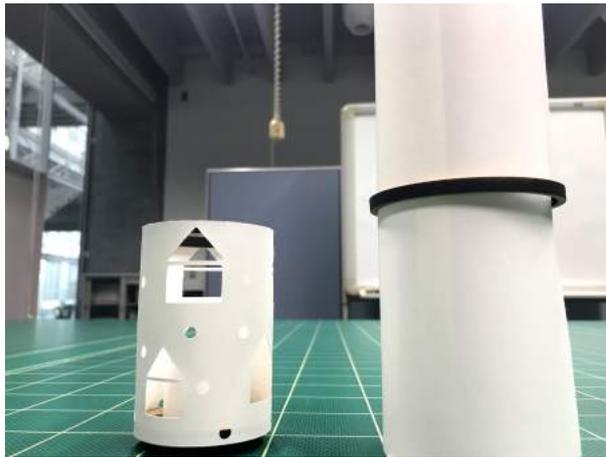


図 38 ランプシェード

#### 4.3.1 ワークショップ

**4.3.1.1 目的** ランプシェードを用いたワークショップ（以下本 WS とする）はレーザーカッターや 3D プリンター、カッティングプロッターなどのデジタル工作機械の使用用途や特徴、利点などの理解や FabLab や Fab 文化、また多くの Fab 機材を所持している本校への興味を喚起することを目的に行った。

(\*文責: 蝦名壺成)

**4.3.1.2 企画概要** 本 WS は本校の実際の授業で行われているカッティングプロッターを用いたランプシェード制作を行った。本 WS の全体の流れは

1. 事前アンケート
2. ガイダンス
3. 工房紹介・見学
4. 制作活動
5. 事後アンケート

となっている。初めに参加者に対し未来大や Fab, 本プロジェクトの今年度の活動内容についての簡単なガイダンスを行い、次に多数の工作機械が設置されている本校の工房の見学を行った。(図 40) 見学終了後ランプシェード制作に移った。制作活動の流れとしてはまず事前に用意したスケッチ用紙に参加者がランプシェードの図柄を手書きで描写してもらう。次にそのスケッチを元にプロジェクトメンバーがベクターレイヤーソフトである Adobe Illustrator にてデータを作成、祖データをグラフテック株式会社の小型カッティングマシン silhouette CAMEO3 (図 39) に読み込ませケント紙を切断し、ケント紙とスタンドパーツを組み立てて LED を実際に点灯させるという流れになっている。なお、WS 開始前、終了後に Fab についてのどの程度知識があるか、また WS を通じてどの程度興味を持ったかの調査を行うための 5 段階評価のアンケートを行った。



図 39 カuttingプロッター:silhouette CAMEO3



図 40 見学の様子

(\*文責: 蝦名壺成)

**4.3.1.3 参加者** 参加者は本校に興味関心がある, また進学を予定している遺愛女子高等学校生徒とし, 参加人数は本 WS の進行を円滑に行うことを考慮し, 最大 9 名とした. ワークショップ当日の参加人数は 9 人だった.

(\*文責: 蝦名壺成)

#### 4.3.2 ランプシェードの設計

WS の制作物の題材としてカuttingプロッターとレーザーカッターを用いたランプシェードに決定した. 題材としてランプシェードを選んだ理由としては, 本校の情報デザインコースでの授業にてランプシェードを用いた講義があり, それを簡易的に体験してもらうことで Fab 機材を用いた制作活動とともに参加者に Fab 技術だけでなくデジタル工作機械を多く取り揃えている本校にも興味関心を喚起させることができるからである. ワークショップで制作するランプシェードを我々が設計した. 構成はレーザーカッターで切断された MDF 材のスタンド (図 41) とカuttingプロッターでカットされたケント紙 (図 42), そして市販の LED キャンدلライトで構成された内スタンド (図 43 左) と筒状にした未加工ケント紙の内側にカuttingプロッターでカットされたケント紙 (図 44) を貼った外スタンド (図 43 右) で構成されている. 内スタンドを外スタンドの中に入れて使用することで内スタンドに描かれた模様と外スタンドに描かれた模様が組み合わさって映し出されるといったものである.

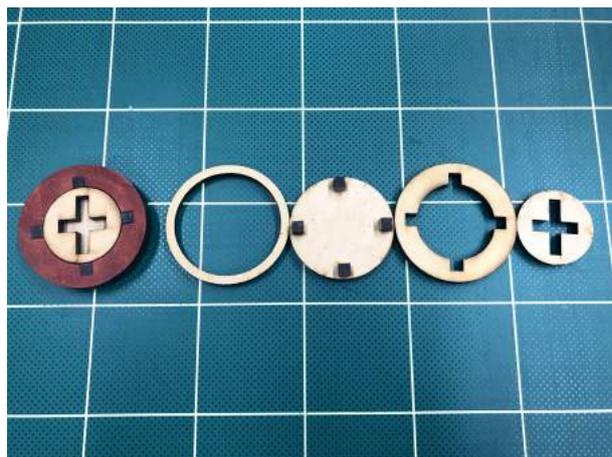


図 41 MDF で作成した内スタンド用パーツ

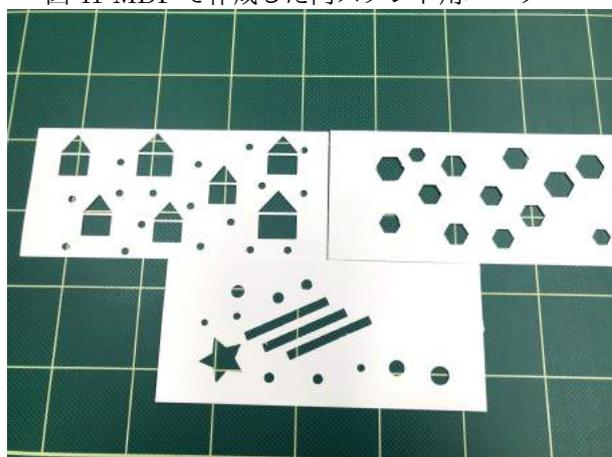


図 42 ケント紙で作成された内スタンド用のシェード例



図 43 ランプシェード (左内スタンド 右外スタンド)

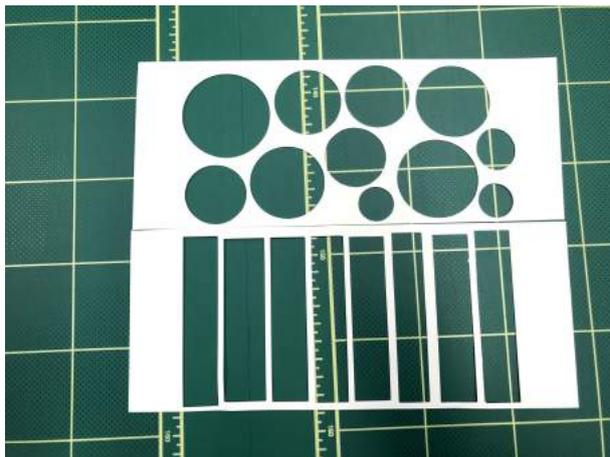


図 44 ケント紙で作成された外スタンド用のシェード例

(\*文責: 蝦名壺成)

**4.3.2.1 制作過程** 初めにスタンドにピンを指しそれでケント紙を支えるタイプを制作した(図 45)。しかしサイズがかなり大きくなる点や LED ライトを設置する際にスタンド外す手間がかかる点、ケント紙をピンから抜き差しするたびにケント紙の耐久度が落ち劣化しやすくなる点から改良を試みた。その結果完成したスタンドが図 42 のものである。このスタンドはケント紙の接着方法があらかじめ筒状にしたケント紙に木工用ボンドでの接着に変更し、またスタンドの底部分が個別で取り外しが可能となっているため、底部分に LED ライトを設置しそこにかぶせるのみなのでケント紙の劣化を防ぐことができ、結果的にスタンド全体のデザインの洗練と耐久度の増強がなされた。しかし問題点としてスタンド 1 のみで使用した際 LED ライトが小型で明度が低いため、壁や天井などに模様が写しづらいというのが挙げられた。そのために制作されたのがスタンド 2 である。これはスタンド 1 にかぶせることで光と収束させランプシェードの模様を楽しむことができる、また筒の片側に別の模様が描かれているため 2 つの模様の組み合わせも楽しむことが可能となった。



図 45 試作スタンド

(\*文責: 蝦名壺成)

## 5 まとめ

### 5.1 メイク班の成果

#### 5.1.1 ピタゴラキット

ピタゴラキットは、基本パーツを初めに拡張パーツやエレクトリックパーツなど様々なパーツを設計してきた。また、函館国際科学祭やオープンキャンパスでの展示やワークショップでは沢山の方々にピタゴラキットで遊んで頂き、Fabについて知ってもらうことが出来ただろう。

(\*文責: 晴山京汰)

#### 5.1.2 カラーフィラメントミキサー

カラーフィラメントミキサーについては、外装データ、プログラムが改変可能な形式にしたことで、利用者が個々の環境にあわせてカスタマイズ可能な Fab 機材になった。また、この機材で作成したフィラメントについても独特な色やグラデーションのあるものを従来の手法より簡単に作成することが可能となった。これにより、造形物とともに色も作ることが可能になり、3D プリンタを使った表現の幅が広がったと言えるであろう。

(\*文責: 倉茂雄人)

#### 5.1.3 ランプシェード作成ワークショップ

ワークショップは9人と予定していた最大人数が参加した。また見学の際実際機材が稼働している様子も見せることでより直接的に理解度を深めることができた。また制作活動では Fab の一連の流れを体験してもらうために参加者自ら図案の考案からはじめた。加えて時間的制約を考慮しデータ制作や機器の操作をプロジェクトメンバーが行っている実際の作業様子を参加者に見せることでより詳しく活動の様子を知ってもらうことができた。ワークショップの前後に実施した5段階評価アンケートでは以下の結果が得られた。

- Fab についての理解している 0人→9人
- レーザーカッター ある程度理解 0人→7人 他人に説明可能 0人→1人
- 3Dプリンター ある程度理解 3人→8人 他人に説明可能 0人→1人
- カッティングプロッター ある程度理解 0人→8人 他人に説明可能 0人→1人

このように本WSに参加したことにより Fab や各デジタル工作機械にの理解度が深まったことは明らかであるので、当初の目的であった、「FabLab や Fab 文化への興味関心の喚起」が十分達成できたと考えられる。

(\*文責: 蝦名壺成)

## 5.2 今後の課題

### 5.2.1 ピタゴラキット

1年間の活動の中で基本パーツについて2つの問題点があった。1つ目に、パーツ数が多い事。2つ目に穴が割れてしまう事。この二つがある。今あるピタゴラキットをさらに大きく組み立てようとする、柱を組み立てるために基本パーツを大量に消費してしまう。これは根本的な基本パーツの設計を作り直す必要がある。また、数回パーツを抜き差しすると穴が割れてはまらなくなってしまう事がある。これは穴側面にある突起の幅を変えたり位置を変えたりすることで改善するだろう。筆者は、全国にデジタルデータをシェアし様々な人たちにピタゴラキットで遊んでもらう事。そしてパーツ不足時や、自分の好きなパーツを付け足したい時にオリジナルパーツを作ってもらこの過程を、新しいブロック遊びとして提案したい。

(\*文責: 晴山京汰)

### 5.2.2 カラーフィラメントミキサー

搬出機構について、まだ2mm以下のプラスチック片では動作に支障が出る場合がある。そのため、2mm以下のプラスチック片が混ざっていても動作する搬出機構の開発が必須である。具体的には材料タンクで使用されている部品の精度を高めること、また、材料誘導用パーツの改良が上げられる。更に、今回の機材では電源を2箇所から取っている。コマンド実行とロジック動作用のパソコンからの電源、ステッピングモータの動作用の外部電源である。これらを1つの電源にすることで配線を単純にすることができる。また、ステッピングモータの制御をパソコンからのコマンド入力で行っていたが、これでは、一部の利用者にとって操作がし辛いと考える。そのため、極力コマンドを使わずに、いくつかのボタンのみで操作できるインターフェースが必要と考えている。

(\*文責: 倉茂雄人)

### 5.2.3 ランプシェード作成ワークショップ

今回行ったワークショップについて、何点が改善点が見つかった。まず一つは機材不具合時の対処である。今回カッティングプロッターは不具合が発生した際のことを考え本使用分とは別に迅速に取り換えるために予備機も用意していた。しかしWS中にカッティングプロッターに不具合が発生した際、予備機を使わず原因究明に時間を割いてしまったためWSの時間が延びてしまった。またOSやillustratorのバージョンの違いによる不具合を考慮しておらず、不具合が発生した際に対処に手間がかかってしまった。しかしWS自体は効果があったため開催場所や参加者の対象を変えて行うことでさらに目的に貢献することが可能であると考えられる。

(\*文責: 蝦名壺成)

## 参考文献

[1] <http://fablabjapan.org/>

(\*文責:蝦名壺成)

## 付録

メイク班各メンバーのフィードバック 蝦名壺成

- 後期では、主に遺愛女子高校のワークショップや、最終発表のプレゼンテーションの業務を行っていた。ワークショップではデザインコース生のメンバーを中心にどんな内容にするかを考え、それにふさわしい制作物を用意したと言える。その結果、遺愛女子高校の生徒の評判もよく、本プロジェクトや大学のアピールにも大いに貢献したと言える。また、最終発表のプレゼンテーション準備に関しては、他グループのメンバーと共に円滑に作業や発表を行えるようにたち振る舞っていた。その結果、大きなトラブル等なく発表会を終えることができた。(倉茂雄人)
- 前期後期共に中間業務や最終業務や遺愛ワークショップの企画など様々な業務を行っていました。メイク班の中核と言える存在でした。また、プロジェクトのムードメーカーで、プロジェクトの雰囲気も彼のおかげで良い空気を作り出すことが出来ました。(晴山京汰)

倉茂雄人

- プロジェクト内で自分の作業もある中で他メンバーへの技術的情報の提供や進捗確認などのタスクマネジメントを積極的に行っていた。個人の作業も多々トラブルがあった中でも冷静に一つずつ対処していき結果的に完成させることができていた。(蝦名壺成)
- プロジェクトリーダーとして1年間こなしてきましたが、イベントの報告やタイムスケジュールの管理等をしていただいたのが倉茂さんです。今回のプロジェクトでキーパーソンとなる方でした。(晴山京汰)

晴山京汰

- プロジェクト全体のリーダーとしての責務も全うし、かつ自分自身のプロジェクト内の個人作業をしっかりと行っていた。プロジェクト時間外でも作業を行い、試行錯誤を繰り返し満足のゆくまで作品のブラッシュアップを適宜行っていた。(蝦名壺成)
- 後期では前記と同様にプロジェクトのリーダーとメイク班にて、Fab 機材を活用したものづくりを行っていた。ものづくりに関しては、電子回路を含む構造の開発に着手していた。その中で様々な問題が発生していたが、専門の担当教員や専門書を駆使し機能実装を行っていた。プロジェクトのリーダーとしてはスケジュールリング等をプロジェクトサブリーダーやグループリーダーとともに管理しつつ、担当教員とのコミュニケーションを絶やさず行っていた。(倉茂雄人)

(\*文責:蝦名壺成)