

平成 27 年度
慶應義塾大学
学士論文

つくることを通じた学びから見る、
公共空間における工作機械の利用についての検討

環境情報学部 4 年
浅野義弘

指導教員 田中浩也准教授
2016 年 1 月 21 日

論文要旨

ファブラボの設置を皮切りに、デジタル・アナログの工作機械が導入された、ものづくりに触れることのできる施設（ファブ施設）が増加している。なかでも3Dプリンターを始めとしたデジタルファブリケーション機器は、試作と実験のサイクルにかかる時間が短いこと・数学や理科など多様な分野が関連することから教育分野での活用も見込まれている。2015年現在、大学を始めとして教育機関への導入が進んでいる最中だが、コストや指導者不足の問題が存在するため、ものをつくるスキルを学ぶ場としてファブ施設の価値が再度注目されている。

筆者は大学に入って初めてものづくりに触れた人間である。デジタル工作機械の持つ可能性に大きな衝撃を受け、自分の知らない世界が広がっていくのを肌で感じていた。ものづくりを通じた学びの効果を身近で感じた存在として、トップダウンではなくボトムアップ的にもものづくりへの関心を広げるアプローチが有用であると考えた。そこで本論では、いくつかのファブ施設に見られる開放的なつくりに着目し、不特定多数の人が行き交う公共の場の利用を検証し、関心を集めるための要素を抽出した。そこでの知見を踏まえ、ものづくりへの関心を集めるパブリックな工作機械を製作した。

目次

論文要旨	2
目次	3
第1章 研究背景	4
1-1. 構築主義	4
1-2. デジタルファブリケーションと学習	7
第2章 基本調査	11
2-1. 大学での学び	11
2-2. 学外での学び	19
2-3. 個人での学び	20
2-4. ファブ施設の空間性	22
2-5. 屋外を利用するメリット	25
2-6. 屋外空間についての考察	27
第3章 試作開発	29
3-1. Drawing Elephant Machine (FabX Project)	29
3-2. 声が聞こえちゃうよマシーン!	33
3-3. まちかどおもちゃ No.1 コロコロチーズの板	35
3-4. ふりかけプリンター LunchBot	39
3-5. 考察	42
第4章 実制作	43
4-1. 制作物の検討	43
4-2. 関連研究	44
4-3. 編み機の構造	46
4-4. 制作	49
4-5. 実施と反応	54
第5章 結論と今後の展望	57
謝辞	58
図引用	60
脚注	62

第1章. 研究背景

1-1. 構築主義

近年、アメリカを中心としてSTEM (Science・Technology・Engineering・Math) 分野を公教育で強化しようという動きが盛んである。将来の仕事やイノベーションにつながる具体的なスキルを身につけるため、座学一辺倒ではない実践的な学習が強調されるようになり、そこでは特にものをつくることによる学習が採用されている。ものをつくることを通じた学びについて、シーモア・パパートは「構築主義 (Constructionism)」という表現を掲げてこう分析する。

“心理学の構成主義の理論が教えるところにより、私たちは学習を知識の伝達ではなく、再構築としてとらえる見方をとります。そのうえで、私たちは取り扱いやすい容易な素材を用いて、有意義な成果物の構築を学習者が経験する活動こそ、もっとも効果的な学習であるとの考えに至りました。”

構成主義 (Constructivism) とは、ジャン・ピアジェに端を発する学習理論である。教育者が体系化された概念をただ指し示すだけでなく、学習者自身による具体的な体験を通じて知識を整理・再構成することで真理を獲得しようというものであり、構成という言葉には学習者の主体的な関わりが現れている。体験を重視する構成主義において教育者がなすべきことのひとつは、学習環境の充実、すなわち可能な体験の拡充であった。概念を具体化し学習者の体験や理解を促すものとして、フレーベルの恩物[1][2]やモンテッソーリの教具[3]が挙げられる。



図 1,2. フレーベルの恩物



図 3. モンテッソーリ教具

パパートも自身が幼児期に歯車と触れ親しんだことが後に数学的概念の構成に結びついたことを認めているが、その関係の普遍性については否定している。知識の構成には私的な感情の昂りが必要であり、たとえ全ての子供に歯車を与えたところで数学が学べるわけではない。必ずしも物と概念が一对一の関係にはならないという点において、旧来の構成主義の限界を指摘したのである。

コンピュータ科学者であったパパートはその特性を「普遍性を本質とし、模倣性を力とする」ものだと捉え、ここに構成主義の限界を打ち破る可能性を見出した。コンピュータの持つ創造性を用いれば、物理的な制約を飛び越え様々な概念を具体的な経験と結びつけることができると考えたのだ。

たとえば、彼の開発したプログラミング言語 LOGO では、画面内のタートルと呼ばれるアイコンを操作して自由に幾何学的な形状を描くことができる[4]。LOGO の命令文はタートルを中心にした相対的なものであるため、操作者はタートルと一体化したような感覚を持ちながらプログラミングを行う。グラフィック表示による素早いフィードバックを得ながら試行錯誤することで、数学における角度や距離の絶対量、またはプログラミングにおける繰り返しの概念などを直感的に理解することができる。

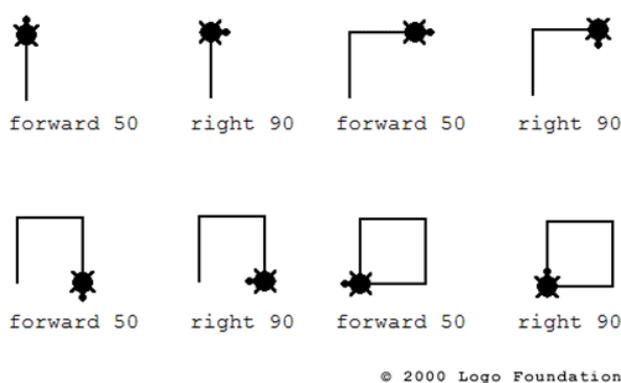


図 4. LOGO で描く模様の一例

また、そもそも LOGO で制御するタートルは物理的な形を持つロボットであったが、多くの学習者に広げるためグラフィックに置き換えられたという歴史がある。その歴史を遡るように、パパートの後継者であるミッチェル・レズニックたちのグループは、LEGO 社と協働で LOGO ベースの言語で制御可能なロボットキット「LEGO Mindstorms」シリーズを開発し[5]、物理的な体験を伴う学習キットとして広く一般に流通させた。

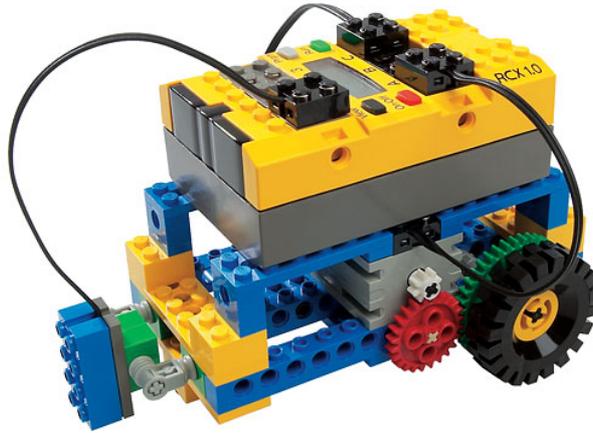


図 5. LEGO Mindstorms で製作したロボット

このようなツールを用いながら、あらかじめ具体化された概念に触れるだけでなく、学習者自身が他人と共有可能な物の制作を通じてアイデアを形にする（=構築する）ことこそ、構築主義の目指すところである。

1-2. デジタルファブリケーションと学習

3D プリンターやレーザーカッターといったデジタル工作機械を用いたものづくりを、広くデジタルファブリケーションと呼ぶ。この言葉はここ数年で日本でも一般的になったが、その拡大の端緒はニール・ガーシェンフェド率いる MIT Center for Bits and Atoms が、デジタル工作機械を備えた市民包摂型工房、すなわちファブラボの設置に取り組んだことである。2002 年に初めて設置されてからその数は加速度的に増えていき、2015 年 12 月時点で世界に 565 箇所、日本国内でも 15 箇所に設置されている。[注 1]

ガーシェンフェドは工作機械を手にした一般市民が作るものの性質や、ファブラボにおける技術の進化に関心を寄せていたが、同時に工作機械のある空間で起こる技術習得のあり方に驚くこととなる。彼は自身が受け持つ講義、「How to make almost anything」で起こったことを以下のように表現している。[注 2]

“最後に驚いたのは、学生たちの学習能力だった。この講座は知的なピラミッドのようなものを形成した。(中略)新しい技術を習得した学生が、まるで伝道者のように熱心に他の学生にマシンの使い方を教えるのだ。自分のプロジェクトに新しいスキルが必要なときは、仲間からそれを教わり、そのスキルがさらに他の学生に伝わる。こうして、学生が作業をしながら書き残した資料は、そのまま膨大な指導マニュアルになった。”

講義で扱う工作機械があまりに広範囲に及び、また機材の個数という物理的制約もあるため、全てを教員が一括して教えることは不可能である。そこで必要に駆られて、あるいは教えることへの純粋な好奇心から、受講する側であるはずの学生自身が自らスキルを伝えるようになる。ガーシェンフェルドはこの学習スタイルを「あらかじめ用意されたカリキュラムを教える従来の”ジャストインケース(万が一に備える)教育モデル”」から「具体的に必要が生じたときだけ教える”ジャストインタイム”教育モデル」への変容だと説いた。工作機械はそれ自体が使いこなすことを要求する教材であり、複数人が結びついた協調的な学びを促す傾向を持っている。工作機械を用いたものづくりは、おもいがけず工房を単なる作業空間から学習の場に変容させたのである。

さらに、コンピュータが可能にした画面内の創造力を画面外まで押し広げるという意味において、デジタルファブリケーションは構築主義的な学習と非常に相性が良い。PCでモデリングした橋のモデルを3Dプリンターで出力して実際の強度を試すなど、例をあげれば枚挙にいとまがない。数学や理科を中心とした様々な分野と接続するため、小学校から大学まで幅広い教育機関でデジタルファブリケーション機材が導入されるようになってきた。この変遷は、100ドルで購入できるノートパソコンを発展途上国の子供達に配布する **One Laptop Per Child (OLPC)** プロジェクト[6]を基にして、100ドルの工作機械を学習者が個人で利用できるようにする **One CNC Per Child (OCPC)** プロジェクト[7]が進行していることに象徴的だ。



図 6. OLPC プロジェクト

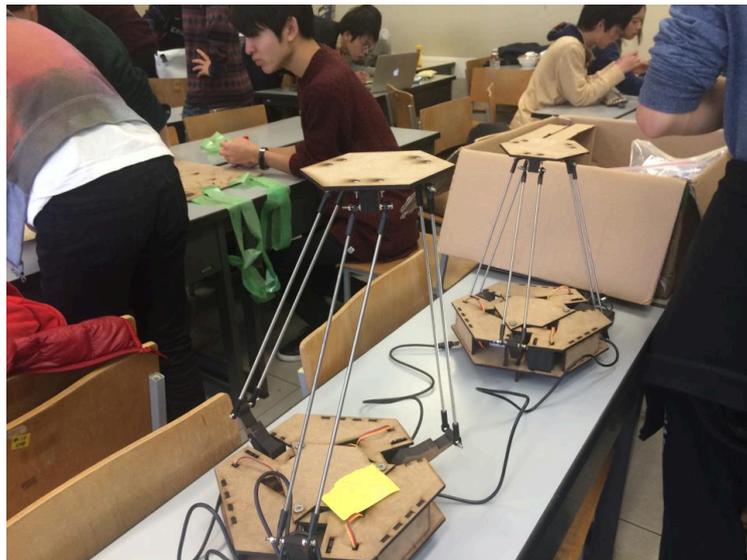


図 7. 100 ドル CNC マシンを授業で製作している様子

かつての教育思想家たちが理想としていた分野横断的な主体的学習は、コンピュータとデジタルファブリケーションが物理的な制約を取り払ったことで可能となった。実際に手を動かして試行錯誤しながらの学習を「ティンカリング (Tinkering = いじくりまわすこと)」と呼称することがあるが、理論と実践を行き来するスタイルは実用的な技術の習得にも相性が良い。STEM 分野での新しい教育手法としての需要とともに、デジタルファブリケーションを用いた学習は今後も拡大していくことが予想される。

本論文の目的は大きく分けて2つある。ひとつは、デジタルファブリケーションによって加速したものづくりを通じた学習の現状を捉えること。もうひとつは、今後の学習方法の進歩に繋がるための条件を、実践を通じて見つけ出すことである。これらはそれぞれ第2章と、第3章・第4章に対応している。

第 2 章 基礎調査

第 2 章では、筆者の身の回りの例と実践を交えながら、デジタルファブリケーションを学ぶ環境についてまとめ、そこからより効果的な学習に求められる要素を検討する。

2-1. 大学での学び

ここでは、学校でデジタルファブリケーションを学ぶ例として、その原点とも言える MIT の講義「How to make almost anything」と、慶應義塾大学湘南藤沢キャンパスでの例を取り上げる。

How to make almost anything

ガーシェンフェルドは MIT が保有する工作機械の使い方を習得するための講義「How to make almost anything」（以下、頭文字をとって HTMAA と記述）を MIT で開講した。扱うテーマは高度に専門化されたものではなく、「ほぼあらゆるものを作る」ために必要となるアイディエーションや各種ソフトウェア・工作機械の利用法など多岐にわたるものであった。そのため、HTMAA の内容は今現在でもデジタルファブリケーションを学ぶカリキュラムの雛形として参照されている。技術の全体を概観するためにも、2011 年当時の講義内容を以下に引用する。[注 3]

表 1. HTMAA のカリキュラム(2011 年度)

第 1 週	イントロダクション、デザインツールの紹介
第 2 週	造形 1 ペーパーカッターとレーザーカッター
第 3 週	実装 1 小型ミリングマシンと電子工作
第 4 週	造形 2 ウォータージェットカッター、ミリングマシン
第 5 週	マシンデザイン（ミリングマシンの自作）
第 6 週	実装 2 電子回路とプログラミング
第 7 週	造形 3 3D スキャナー、3D プリンター

第8週	実装3 入力デバイスとセンサー、ビジュアル表現
第9週	造形4 モールディング、キャストイング、材料調合
第10週	実装4 出力デバイス、アクチュエーター
第11週	造形5 コンポジット、ジョイント
第12週	実装5 ネットワークと通信
第13週	最終課題の制作と発表
第14週	

受講者は週に1度の全体講義でテーマごとのレクチャーを受け、翌週までに学内の工房[8]を利用して作品を完成させる。製作の過程で気づいたことや失敗などは、各自の日誌としてウェブページにまとめることが必須となっており、次の講義では成果物とともにその経験を全体に発表する。仕組みを学び(Learn)、実際に作り(Make)、そこでの気づきを共有する(Share)というサイクルは、ファブラボの重要な基本理念としてロゴマーク[9]にも表れている。

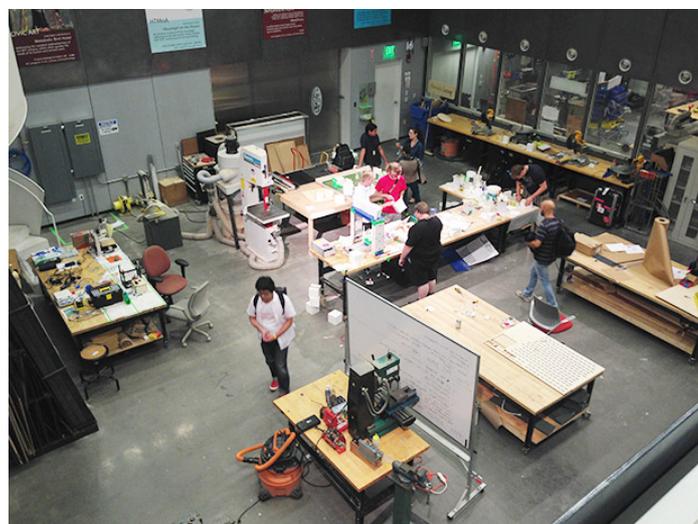


図8.メディアラボに併設された工房



図 9. ファブラボのロゴ

HTMAA は工学部の学生に限らず、芸術や建築を学ぶ学生の受講も多い。専門的なスキルを持たない学生も、自分たちが本当に欲しいと思うものをつくるために受講し、その実現のために必要なスキルを身につけていったのである。

慶應義塾大学湘南藤沢キャンパスでの取り組み

慶應義塾大学湘南藤沢キャンパス（SFC）では、日本で初めて大学の図書館にファブ施設「FabSpcae」を開設し、誰でも使える 3D プリンターを設置した [10]。これは文系理系を超えてものづくりのリテラシーを身につけること、そしてものを媒介して分野を横断した新たなコラボレーションが生まれることを期待してのことである。



図 10. メディアセンターFabSpace

FabSpace が設置される以前から、田中浩也研究室では所属初年度に HTMAA を基にした工作機械習得のコースが課せられ、デジタルファブリケーションの基本的なスキルを身につけることが可能であった。しかし、キャンパス内に FabSpace などのデジタルファブリケーション機器を備えたものづくり支援施設が整うにつれ、特定の研究室に所属していなくても工作機械にアクセスすることが容易となり、それを前提とした一般学生向けの授業も登場した。

	
<p>「デジタルファブリケーション」で 製作されたランプシェード 作：樋山理沙さん</p>	<p>「ファッションデザイン」で 製作されたポロシャツ 作：渡邊光祐さん</p>

ここで強調したいのは、工作機械の扱いは教員から教授されるだけでなく、学生スタッフや専任の事務員・あるいは研究室の先輩などから教わることも多く、カリキュラム外での学びが起こっていることである。また、運営する側の学生もマニュアルを製作したり自主的にワークショップを開催したりと、教えることを通じた新しい経験を得ることも可能となる。

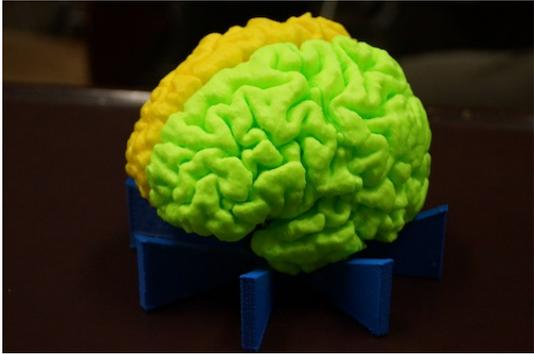


女子ファブ WS



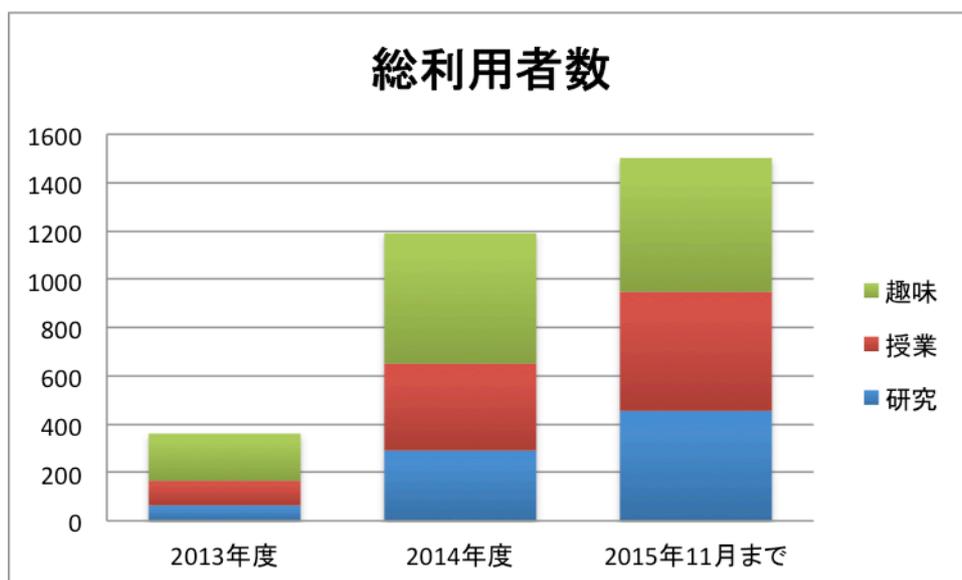
オリジナルステッカーを作ろう WS

設置当初は 3D プリンターのみだけであった FabSpace も、年を経るごとに機材が充実し*、ものづくりの初学者やいわゆる文系的なゼミに所属する学生も訪れて工作機械の利用法を身につけていった。FabSpace で作られるものは趣味趣向の域にとどまらず、以下のように利用者自身の研究や専門分野につながるものも現れるようになった。

	
<p>Printing the brain 青山敦研究室 上野太郎さん他</p>	<p>タバコ型ホイッスル 大木聖子研究室 別役昇一さん</p>
	
<p>どこでもスタンプ 加藤文俊研究室 土屋麻理さん他</p>	<p>コオロギマンション オオニシタクヤ研究室 高橋祐亮さん</p>

FabSpace の利用統計を見ると[注 4]、利用件数は初年度から順に 361、1191、1502 と着実に増えている。さらに各年度の利用目的別の割合では、3年間で授業での利用が 17.7%から 24.4%、研究での利用率が 28.2%から 32.8%へ増加するなど、単なる趣味にとどまらない利用が広がっていることがわかる。FabSpace における工作機械は、授業や研究などで自分の課題を解決するための能動的な手段として利用されていることが明らかとなった。これはものづくりを新たなリテラシーとして獲得せしめる当初の意図が達成された結果と言えるだろう。

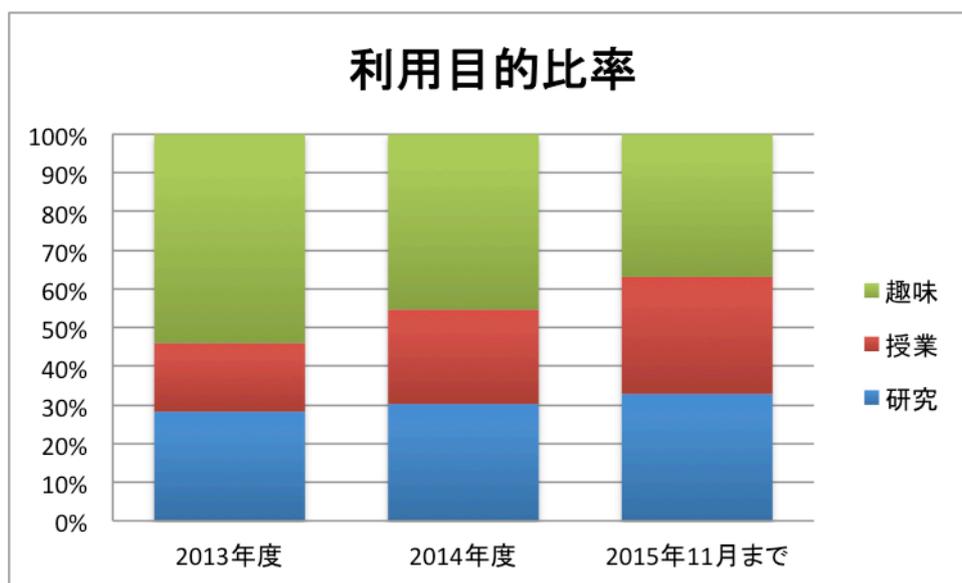
表 2. FabSpace 総利用者数



	2013年度	2014年度	2015年度*
趣味	195	540	554
授業	102	360	493
研究	64	291	455
合計	361	1191	1502

* 2015年11月末日までの累計

表 3. FabSpace 利用目的比率



	2013 年度	2014 年度	2015 年度*
趣味	0.540166205	0.453401	0.368842
授業	0.177285319	0.244332	0.302929
研究	0.282548476	0.302267	0.328229

* 2015 年 11 月末日までの累計

2-2. 学外での学び

ファブラボ・FabAcademy

各地のファブラボでもデジタルファブリケーションを学ぶことが可能だ。運営者がワークショップや講座を通じて指導することもあるが、利用者同士が互いに得意分野を教えあうことも多い。ファブラボは出自からオープンな性質とラボ同士のネットワークを持つため、多様なジャンルの人が入り混じった学び合いが起こりやすい場所である。

他方、ファブラボにおける最も体系的な講座として、FabAcademy が存在する。これは世界各国に存在するファブラボを舞台に、HTMAA とほぼ同様のカリキュラムを受講することのできるオンライン講座である。世界各国のファブラボが週に一度オンラインでつながり[11]、そこで HTMAA 同様のレクチャーや各自の成果報告を行う。ファブラボには持つべき標準機材が定められているため、受講者は各自のラボでそれを用いて世界で同じ課題に取り組むことができる。



図 11. FabAcademy

学習塾

デジタルファブリケーションをこれからの時代に必要なスキルと捉え、明確にターゲットを子供に絞って塾を開校するケースもある。たとえば、小学生～高校生を対象に IT・ものづくり教育を提供する Qremo は、デジタルファブリケーションコースを開校している。

2015 年の 2 月から 5 月にかけて、筆者は綾田孝世と共同で NPO 法人「コヂカラ・ニッポン」の主催するデジタルファブリケーション講座開講のため、数度のデジタル工作機械体験会[12][13]を実施した。



図 12,13. 体験会の様子

当初予定していたスクールの継続的な開講には至らなかったものの、体験会における満足度は高く、特に親世代からは取り組みを評価する声を多く聞くことができた。集客やマッチングにこそ気を配らなければならないが、デジタルファブリケーションを用いた学習に対する保護者からのニーズを実感することができた。

2-3. 個人での学び

オンライン講座

書籍やウェブ上のリソースを駆使すれば、個人レベルであってもデジタルファブリケーションの知識を手に入れることが可能だ。田中浩也研究室では、デジタルファブリケーションの裾野を広げるために、主に高校生をターゲットとした「3Dプリンターとデジタルファブリケーション～キャンパス編～」という映像講座を制作した[14]。同講座は2015年10月20日から同年12月24日にわたり、JMOOCの運営するオンライン学習サイト gacco で配信された。プロジェクトは大庭広明を中心に進められ、筆者は台本製作・及び講義部分の講師役として関わった[15]。



図 14. 講座バナー



図 15. レクチャー部分で講義をする筆者

講義では、SFC メディアセンターFabSpace にある機材を中心に、デジタルファブリケーション機材の基本的な特性と使い方をレクチャーし、ドラマ仕立てで実践の様子を見せるほか、各地の特色あるファブ施設に訪れての取材も収録した。

表 4. カリキュラムと訪問先

	テーマ	訪問先
第1週	3Dプリンタと3Dスキャナ、3Dペン	K's Design Lab
第2週	ペーパーカッターとレーザーカッター、CNCミリングマシン	Fablab Hamamatsu
第3週	電子工作と monoFAB ARM・SRM	Fablab Tsukuba
第4週	デジタル刺繍マシン、つくるものをつくる	Fablab Dazaifu

講座の開催に先立ち、キャンパスに高校生を招いた体験学習を開催したところ、全国から20名近くの希望者が集まった。なかには自身の高校でファブ施設を運営しようと活動している高校生もおり、その後筆者は彼と継続的に情報交換を行うようになった。講座を通じ、オンライン学習がひとつのチャンネルとして機能することを確認できたほか、高校生のデジタルファブリケーションへの学習意欲が高まっていることも感じる事ができた。

2-4. ファブ施設の空間性

2-1 から 2-3 にかけて、デジタルファブリケーションを通じた学びが様々なスタイルで行われることを述べた。この節では視点を変え、実際に学びが起こる場所として、特にファブ施設の空間性に着目して分類を行う。具体的には、その開放度に応じて、固定空間・縁側的空間・移動空間の3種に分類した。

固定空間

固定空間は、外から一見しただけでは何が行われているかわからない空間である。外部の人間が急に足を踏み入れることが少ないため、会員制の工房や完全な作業場所としての性質が強い。例えば、SFCのキャンパスの中心部から離れた窓のない部屋に設置された「ものづくり工房」[16][17]や、秋葉原の会員制工房「DMM.make」はこれに分類される。あらかじめ明確な意図を持って足を

運び、専属の事務員や教員の指導のもと作業を行うケースが多い。



図 16. ものづくり工房入り口



図 17. ものづくり工房内部

縁側の空間

いくつかのファブ施設を訪問するうちに、工房の中身が外から見える、あるいは一部の空間を公共スペースと共有しているようなつくりの多さに気がついた。これを縁側の空間と名付け、いくつかの具体例を取り上げる。



図 18. あっ！3Dプリンター屋だっ！



図 19. 西千葉工作室

「あっ！3Dプリンター屋だっ！[18]」は中野ブロードウェイの商店街に店を構える3Dプリントサービス店だ。通路と店内を隔てる仕切りは一切なく、筆者が訪れた際も通りすがりの人々がふと足を止める様子が見て取れた。「西千葉工作室[19]」は千葉大学のそばにあるファブ施設だが、こちらも商店街に並んでいる。他の店舗や自治会とのつながりを意図的に重視しており、交流が生まれ

やすいよう道路に面している面は全てガラス張りになっているほか、ベンチや看板などもわかりやすく配置してある。



図 20. カマタ_ブリッジ



図 21. FabSpace 外観

「カマタ_ブリッジ[20]」は東京都大田区蒲田に居を構える住居一体型のファブ施設。西千葉工作室と同様、道路に対してガラス張りであるだけでなく、足元の空間がせり出した縁側のようなつくりになっており、そこで簡単な木工作業や会話を行うことができる。SFC メディアセンターの FabSpace[21]も、当初は1階の奥まった空間に4台の3D プリンターがまとめて設置してある状態だったが、2014年の機材増加に合わせ、場所が外から見える位置に移動した。図書館という多くの学生が行き来する場であることも合わせ、知り合いが作業している場に出くわし、そこから会話が弾むといった光景が多く見て取れた。

移動空間



図 22. モバイルファブラボ

最後に、ファブ施設ごと移動する、あるいは機材に携帯性を付加する取り組みを取り上げる。こういった移動するファブ施設は、工作機械へのニーズがあっても金銭的な事情などから設置できないような場所に訪れ、ものづくりに触れる機会を提供することができる。レーザーカッターやハンドツール一式、発電機などを揃えたトラクターはモバイルファブラボ[22]と呼ばれ、移動図書館のように小学校などで活躍している。日本では Mozilla JAPAN の運営する MozBus がネット通信機能と組み合わせた形でこれに近い活動を行っている。

2-5. 屋外を利用するメリット

上に述べた通り、ファブ施設の空間性は様々であるが、ファブラボを前提としてモバイルファブラボがあることから、固定された空間を外に開こうという要請があったことが想像できる。縁側的空間・移動空間は見知らぬ人の目にも触れやすいため、工房に興味を持つきっかけを作ることにおいて固定空間よりも優位であることは明白だ。ファブ施設の運営には利用者の継続的な関与が欠かせないため、縁側的空間・移動空間のような他者がアクセスしやすい環境を意図的に作る試みは今後も増えていくだろう。

しかし、屋外に目を向けることの価値は、他者の注目を集めることだけなのだろうか。他にはないファブ施設の一番大きな特徴は、その場でものづくりが行われていることである。ものづくりを構成する要素に着目すると、屋外の様々な要素が他にはないメリットとして立ち上がってくる。

マテリアルへのアクセス

ものづくりを行うためには素材が必要であるが、これを屋外で入手しようというアプローチが存在する。均一化された市販品ではなくその土地に根ざした素材を使うことで、他にはない創作性を付加することができる。

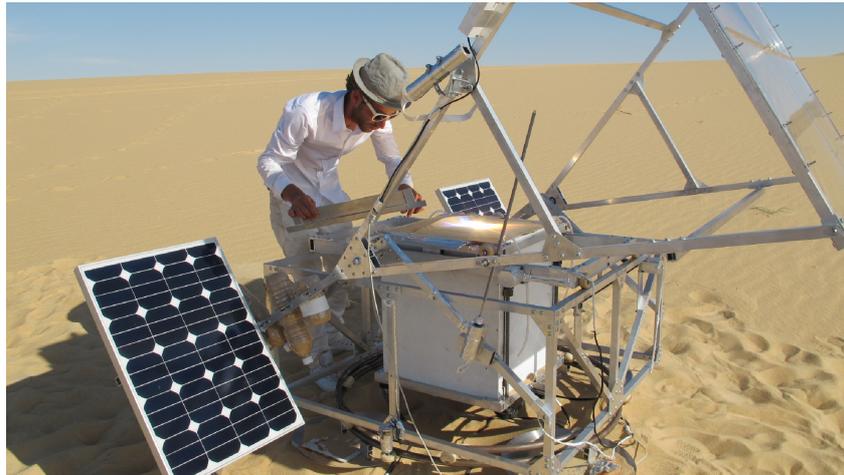


図 23. Solar Sinter

Markus KyserによるSolar Sinter[23]は砂漠の砂を素材とした3Dプリンターである。太陽光を用いて砂を融かして固めることで、自然の素材を生かした造形を行っている。

土地やオブジェクトへのアクセス

続いて、屋内の空間では建物のサイズによって制作するもののスケールが制限されるという制約があるが、屋外に足を運べばそれは取り払われる。また、自然が生み出すランダムな環境を創作に組み込もうとする動きもある。



図 24. Ocean Edge Device

サウンドアーティスト Walter Kitundu が製作した Ocean Edge Device[24]

は、波の力を利用して音を奏でる楽器である。作者自らこの装置に乗り、波が奏でる音とセッションをする光景は、土地性に目をつけたからこそ実現できたものだと言える。

他者へのアクセス

日本のクリエイティブユニット **mosaki** は、公共の空間における人とのコミュニケーションに着目し、それに特化した場所を出現させるためのパーソナル屋台[25]を制作した。いたずらに空間を開くのではなく、自分の求めるコミュニケーションに近づけるための専用の屋台を制作していることに、ものづくりとの接点を見出すことができる。



図 25. パーソナル屋台でコーヒーをふるまう様子

2-6. 屋外空間についての考察

屋外で新たなマテリアルや環境に触れ、それに適応した作品を制作する。あるいは屋外での不特定多数の人とのコミュニケーションを楽しむため、専用の装置を制作する。これらは全て、新しい概念や目的を形にするために、実際に手を動かす行為と行うことができる。

ここで再び研究背景に立ち返ると、つくることを通じた学びでは、新しい概念を自身の創作行為と結びつけることが推奨されていた。工房の中に閉じこも

っているのは、よほど想像力の高い人でない限り新しさからは切り離されてしまう。しかし、そこで屋外に目を向けると、山ほどの新しさが転がっている。その近くに工房があれば、デジタルファブリケーションを武器に新たな概念を獲得していくことができるのだ。新しい素材や人々との出会いはそれ自体十分な価値を持つものであるが、もしそれが創作行為に結びつくのであれば、学習にもたらす効果も格段に大きくなるだろう。よって、つくることを通じた学びにおいて、工房や作品を公共に晒すことは、単なる場の活性化以上の効果をもたらすと言える。

そこで、本論文では、不特定多数の人の目に触れるという屋外空間のメリットを生かしつつ、さらにその場でのものでづくりを支援するためのパブリックな工作機械を制作することを目指す。

以上、ファブを通じた学びの実践例から、公共への接続という新たな学びの可能性を見出すことができた。次章では、自身の制作を振り返りながら、ものづくりと公共の関係について考察を深めていく。

第3章 試作開発

公共性を持つ空間が拡張する学びの可能性を検証するため、研究室の活動で製作した作品群を、外部との関わりという点に注視しながら振り返る。

3-1. Drawing Elephant Machine (FabX Project)

Drawing Elephant Machine[26]は、筆者が綾田孝世と共同で制作した、象の形を模した遊具型のドローイングマシンである。

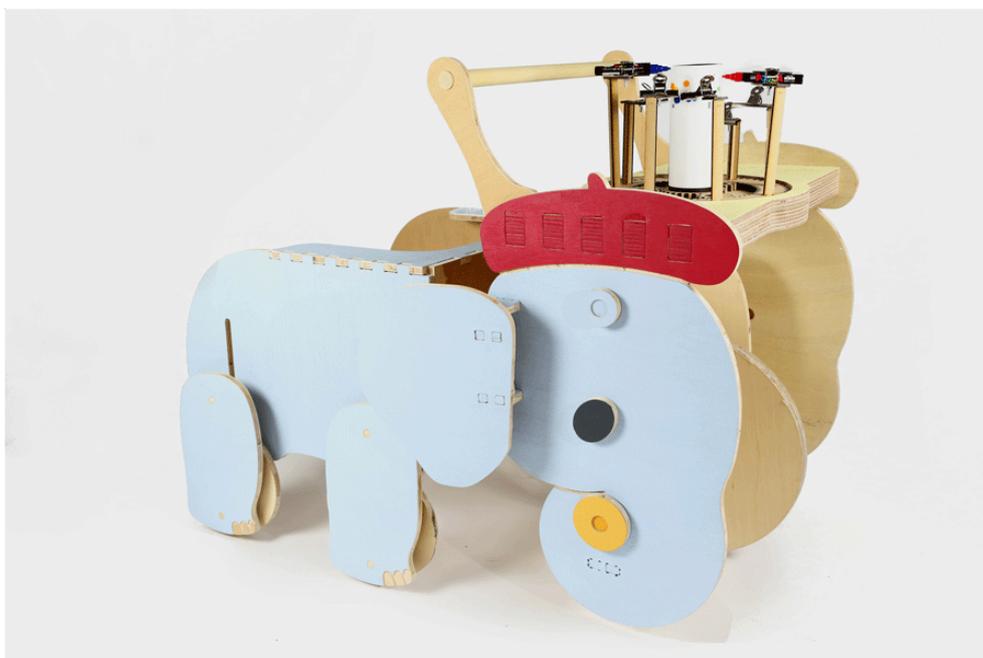


図 26. Drawing Elephant Machine

この作品は、田中浩也研究室の新規生向け課題として制作したものである。2013年度の新規生は春学期に工作機械の使い方を一通り学び、自分自身の欲しいものを制作した。これに対し同年の秋学期の課題として提示されたのは、自分の欲求ではなく社会の欲求からものを作ることであった。以下にプロジェクトの概要を引用する。[注 5]

“私たちが次にトライしたのは、個人の欲求によるものづくりではなく、ソーシャルな欲求によるものづくりです。ソーシャルの対象となるのは、人や人が感じたコトではなく、都市や都市に溢れる”もの”たちです。都市に点在する特異な”場”そのものがどうなりたがっているのか？都市に偏在する意味を持った”かたち”たちがどうなりたがっているのか？ “もの”との対話から、”もの”を作ることによって社会に創造力と妄想力を還元します。具体的には、都市の中でもものを作るための”道具”を制作しました。工房のような閉じた内部空間だけでなく、公共の外部空間でもものづくりは可能か？といった疑問のもと、研究室のある横浜市中区一帯を対象とし、アイデアを練っていきました。”

課題の意図は、デジタルファブリケーションツールを用いた基礎的な造形スキルを身につけた上で、創作へのヒントを自身ではなく外部に求め、新しいクリエイティビティを獲得することにある。それは同時に、屋外眼差への眼差しを養うトレーニングであり、閉ざされた空間には無い可能性を探索して明らかにする行為でもあった。具体的には、横浜市中区一帯のフィールドワークから着想を得て、当時新たに導入された大型 CNC ミリングマシン ShopBot を用いたファブリケーションを行った。

・設計プロセス



図 27. 象の鼻パーク

我々が着目したのは横浜市みなとみらいエリアにある「象の鼻パーク」である。横浜港にほど近いこの公園は、広々とした空間や芝生、カフェを併設したテラスがあり近隣住民の憩いの場となっている。フィールドワークを行った際には社会人が昼食をとっている様子や、アートユニットによるパフォーマンスなどが見受けられた。

「象の鼻パーク」の芝生エリアは休憩スペースとして幅広く利用されている[27]。一方、そこ以外には延々とタイルが広がっており、通過するだけの場所となっている。また、公共の公園ではあるのだが、子供が遊べるような遊具は設置されておらず、活発に遊ぶ子供や親子連れの姿を見ることはできなかった。そこで、使われていない広い空間を生かしながら、そこでの遊びを誘発するような遊具の制作を試みた。具体的には、物が置かれていない空間を長い距離の移動に適した空間と読み替え、公園のシンボルでもある象をモチーフにしなが、歩くことを楽しめる押し車を作ることにした。

・仕様

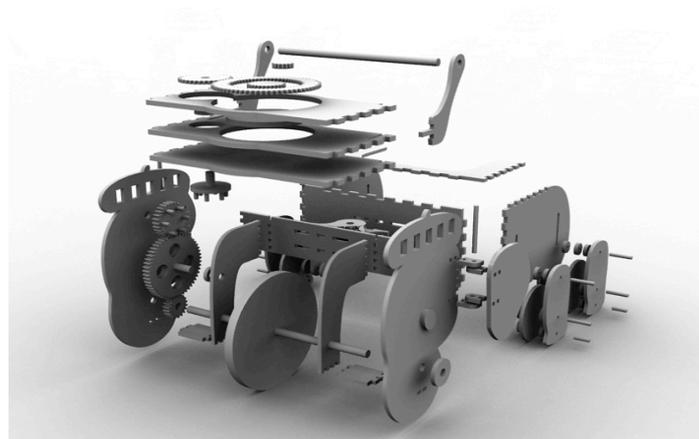


図 28. パーツごとの分解図

バーを持ってマシンを進めると、前輪の回転がピン歯車を介して水平方向の動きに変換され、頭上のギアが回転する仕組みになっている[28]。頭を中心部にある治具に巻かれた紙に対し、周囲のギアに取り付けたペンが移動に合わせて

線を引いていく。描かれる模様は移動する距離や道順、床の凸凹具合などによって変化し、操作する人によって異なる。

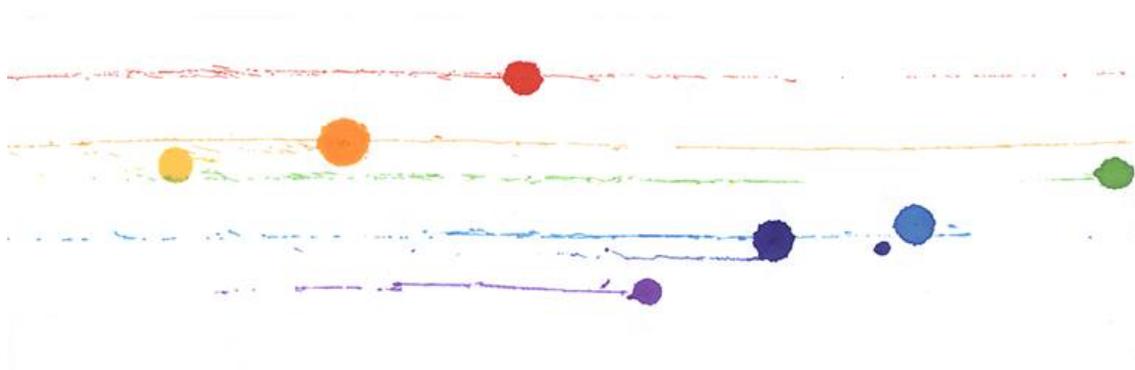


図 29. 描かれるイラストの一例

描かれたイラスト[29]はそのまま持ち帰るほか、輪のようにして固定することで紙飛行機として遊ぶことができる。また、後輪が回転することで4本の足が上下し象が歩く様子を再現している。公園で遊ぶための紙飛行機をつくと同時に、マシン自体も一つの遊具として動かすことを楽しめる作りになっている。

・評価

使う人によって異なる柄の紙飛行機を作ることができる点において、公共空間でのものづくりのひとつの可能性を示すことができたと言える。また、記録用に写真や映像を撮っている最中、通りがかる人や近接するカフェの店員から声をかけられる場面があった。象のモチーフであるがゆえに興味をそそり、好印象を持って受け入れられたと言えるだろう。

他方、通りがかかった子どもはやや怯えるような素振りを見せ、直接触れてもらうことはできなかった。また、紙や色ペンをセットして動かすという一連の動作がやや煩雑であったため、想定した通りに利用してもらうことはできなかった。実際に触れてもらうためには、ある程度のシンプルさが必要となることが分かった。

3-2. 声が聞こえちゃうよマシーン！



図 30. 声が聞こえちゃうよマシーン！

「声が聞こえちゃうよマシーン！」[30]は、横浜地域を中心に活動する NPO 法人ハマのトウダイが行ったイベント「ハマのパークキャラバン」に合わせて製作された遊具である。安全面から公園の利用が制限される中、持ち運び・分解が可能な遊具やテントを用いて公園の新しい使い方を見出そうとするイベントだ。その一環として、運営メンバーの子供達が考えたアイデアを元に、デジタルファブリケーションによって屋外で使うことを前提にした遊具を製作することとなった。

・設計プロセス

5種類のアイディアのうち、「声が聞こえちゃうよマシーン！」のモデリングを担当した。アイディアスケッチ[31]では現れていない細部や形状など、イラスト

トを描いた本人と話をしながら詰めていく。その場で3Dモデリングをしながらやりとりをすることで、本人の意図を反映したファブリケーション用のデータ製作が可能であった。アイディエーションの日は途中で散会し、筆者はモデリングを続行、実際の切削はカマタ_ブリッジにて行い、実物はイベント当日に会場となる保土ヶ谷公園へ直接持ち寄ることになった。



図 31. アイディアの元となったスケッチ

当日の朝、人工芝が敷き詰められた保土ヶ谷公園に切り出された遊具のパーツが到着する。一度組み立てをテストした後、再度分解して人が集まるのを待った。設計者が到着してから、再び共に組み立てを始めた。

・仕様

向かい合わせになった二体のロボット。口からは赤い紙コップが、耳からは2つの緑の紙コップが出ている。赤い紙コップは反対側の緑の紙コップにつながっており、糸電話のように声をかけると音が反対側に伝わっていく。

相手に声を伝えるためには後ろを向かなければならず、必然的に背中を向き合わせるかたちになる。また、一見ただけではそれぞれの紙コップのつながり方がわからない。そのため、単純に遠くへ声が伝わることを楽しむだけでなく、やや複雑な関係を理解しようとする様子も見てとることができた。

・評価

子供を中心とした不特定多数の人々が遊具に触れてともに楽しんでいた。また、音が聞こえる部分である紙コップやホースなどをその場で共に加工していたところ[32]、設計者の友人がその作業に加わったり道行く人から声をかけられたりした。広い空間で遊びながら作ることができたのは、公園というスペースがあったからだろう。屋外で共に作ることにより、楽しさという新しい付加価値が生まれたと解釈できる。



図 32. マシンを共に組み立てている光景

3-3. まちかどおもちゃ No.1 コロコロチーズの板

第2章で紹介したコーヒーを振る舞う屋台を作った mosaki が、一般向けにパーソナル屋台を作るスクールを開講した。公共空間を利用する作法を知るべく筆者がこれに参加して制作したのが「まちかどおもちゃ No.1 コロコロチーズの板

板[33]」である。



図 33. まちかどおもちゃ No.1 コロコロチーズの板

・設計プロセス

受講者はスクールの舞台となる神田のフィールドワークを行い、筆者は横断歩道の中央分離帯に着目した。ある程度のスペースがあるにもかかわらず、適当な植物が植えられているだけの余剰空間と感じられたからである。忙しい都市生活の中で、遊びによってささやかな楽しみを提供できるような屋台を作るべく、おもちゃの設計をおこなった。

スクールが始まる当初より、街中であって違和感がなく、且つ携帯性に優れたものとして看板に注目をしていた。折りたたみ可能な2枚の板とそれをつなぐ煽り止めから出来ているものは、煽り止を外すことでコンパクトに畳むことができる。しかし基本的には板の両サイドを持って運ぶことになるため、このままでは長距離を抱えて歩くには苦勞が伴う。そこで、看板の上部に持ち手をつけ、さらに足に車輪をつけた試作品[34]を制作した。

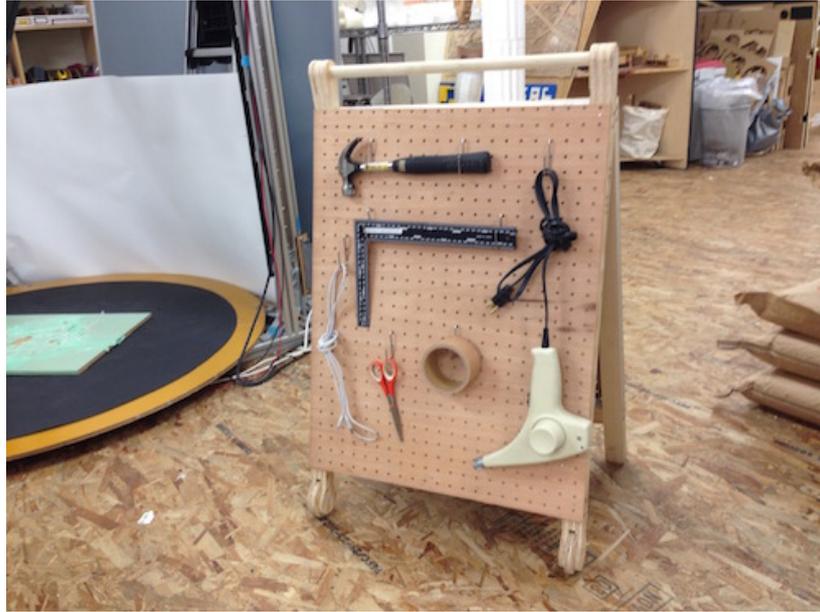


図 34. 取っ手と車輪をつけた看板の試作

最終的に制作したおもちゃは、看板型の形状を活かすべく、チーズの板と呼ばれるおもちゃをベースにした。チーズの板は様々な形の穴が開けられた板の上を、両側につながった紐で落とさないようボールを運ぶものだ。

・仕様

看板の間に雨どいで道を作り、ゴールしたボールが小気味良い音を立てながら転がっていく。ボールは発泡スチロールや木などいくつか用意し、その場で選んでもらうこととした。

最初はアイデアの着想を得た中央分離帯に接地していたものの、30分ほど待っても誰も止まる気配すらなく、すごすごと退散。最終的に多くの人だけが出来ているたい焼き屋の前に位置取った[35]。すると、親子連れの子供が目をつけ、声をかけて遊び始めた。そのあとは人が途切れることもなく、大人から子供まで多くの人に遊んでもらうことができた[36]。



図 35.たい焼き屋の隣に設置



図 36. 遊ぶ子供たち

・評価

公共の場を利用したコミュニケーションを体感することができた。しかし、置く場所やシチュエーションによって、人の関わり方が大いに左右されることを痛感した。楽しむモードに入っていない人をいきなり遊びに巻き込むことは難易度がとても高い。

3-4. ふりかけプリンター LunchBot

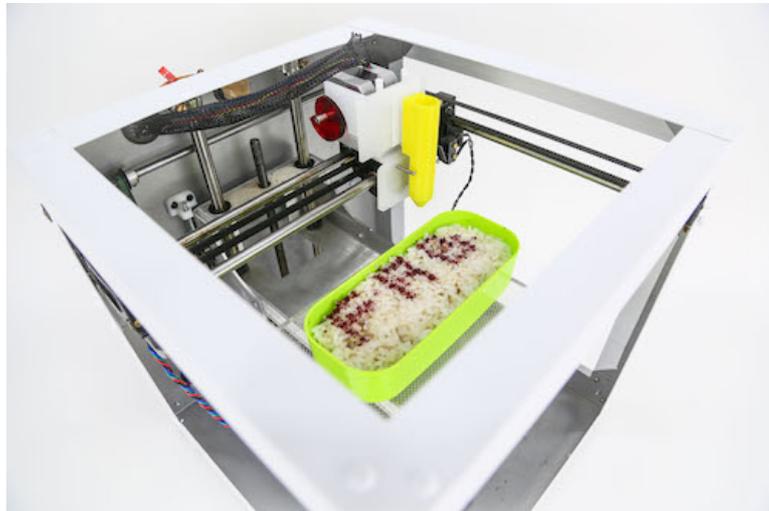


図 37. ふりかけプリンターLunchBot

最後に、学部3年時に製作した LunchBot[37]を取り上げる。これは当初から公共空間での利用を前提にした作品ではないが、その取り上げられ方と広まり方が特殊であったためここに記載する。ふりかけプリンターLunchBot は、キャラ弁製作を支援するためのファブリケーションマシンである。製作したデータに基づき、白米の上にふりかけで文字やイラストを描画することができる。

・仕様

LunchBot は RepRap タイプの 3D プリンタ・Solidoodle をハックして製作したものである。既存のエクストルーダーを取り外し、ヘッド部分にステッピングモーターを取り付けた。ヘッドの両端には特殊な形をしたカムが取り付けられており、モーターが1回転するとシリンジが1度落下し、中に入っているふりかけの粉末が落とされるという仕組み[38]になっている。

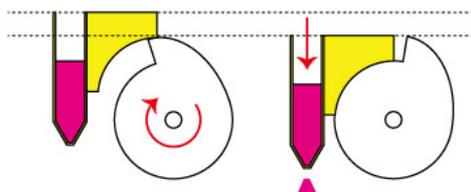


図 38.カムとシリンジ

LunchBot を動かすための G-Code ジェネレーターは Processing で製作した。任意の画像ファイルを読み込み、利用する色を抽出すると適切な解像度に変更される。その後、ユーザーによって修正を加えたのち G-Code が出力される。この G-Code を Repetier 経由で LunchBot に送ることで、ふりかけによって意匠を描画することができる[39]。



図 39. LunchBot で制作した図柄

・展示

LunchBot は大学の主催する展示のほか、直接研究室とは関係のない場においても展示を行った。これは筆者にとって思いがけないことであり、またそちらで得た評価も価値のあるものであったため、展示に至るまでのプロセスとその場でのフィードバックを記述する。

・『グリーンドリンクス横浜』

YCC で開催された『グリーンドリンクス横浜 Vol.17 横浜の食と農×クリエイティブ』は、横浜地域で農業や食に関連する活動を行う人々が集まるイベントだ。主催の横浜コミュニティデザインラボの方と面識があり、LunchBot が食にまつわるマシンだということから展示の誘いを受けた。

会場では主婦や農業従事者からコメントをもらうことができた。ある主婦は

「家族へのメッセージやカロリーを書きたい」と語り、ある参加者からは自分の作る野菜を素材にして欲しいとコメントをもらった。それまでは市販のゆかりやふりかけだけを使っていたため、ふりかけ自体を作るという素材からの観点は初めて得られたものだった。そのコメントを反映し、XD-Exhibition2015では、人参とほうれん草を粉末状にしたものを本体と並べて展示した。

・『第9回ニコニコ学会β』

XD-Exhibition2015に向けて製作した映像をYouTubeにアップロードし、その製作過程を自分のブログに掲載したところ、複数のネットメディアに掲載された。動画やブログへのアクセスが向上するなか、作品を見たあるユーザーがニコニコ学会への出展を勧める旨のツイートを行い[40]、これが筆者の目に触れることになった。他薦というかたちをうけ、実際に出展をすることとなった。



図 40. 出展を推薦するツイート

イベントはニコニコ超会議の中で行われたものであり、本当に幅広い層の来場者に作品を見てもらうことができた。3分間のショートプレゼンテーション

や実演デモなど、新たな挑戦も行うことになった。

LunchBot は食という異分野のジャンルに関わっていたこと、また、ネットで広く情報公開をしていたことがその拡散に強く影響した。

3-5. 考察

それぞれの作品から得られた知見をまとめると、パブリックな空間で関心を集めるものを制作するためには、以下の要素がヒントになることがわかった。

- ・単純なアクションで動く。
- ・不特定多数が関わる大きさを持つ。
- ・土地の文脈を読み、対象者をある程度選定する。

また、LunchBot を製作した経験からは、

- ・異なるジャンルに足を踏み入れてみる / ウェブを利用する

ことの可能性を感じる事ができた。次章ではこれらを踏まえ、パブリックな環境で関心を集め、多くの人に接点を持ちうる工作機械の制作を行う。

第4章 実制作

本章では、パブリックなスペースでの創作行為を支援し、さらにその環境に影響を及ぼすような工作機械の開発を行う。

4-1. 制作物の検討

実制作を行うにあたり、まずは対象となる工作機械を選定する。シンプルな動きで工作に関与できること、また屋外という環境を加味し、必要となる素材が少ないことを条件としながら検討を行った。



図 41. 手回し編み機

その結果、今回は円形の手回し編み機[41]を制作することとした。これは特殊な形状のかぎ針に糸を通し、ハンドルを回すと自動的に糸が編まれていくというものである。ハンドルを回すだけのシンプルなアクションでもものが作れること、また、本体と糸以外に必要な素材がないことから、屋外での創作活動に相性が良いと考えたためである。他にも、編むプロセスにメカニカルな仕組みが用いられていることから、見て楽しむ動的なオブジェとして接することもできると判断した。

本来の手回し編み機は、図にあるような細い糸を扱うものが大半である。しか

し、公共空間において利用できる規模の作品を制作するためには、細い糸では相当の時間がかかってしまう。そこで、太めでしっかりした素材を編めるようにすることで、より屋外の空間との相性を向上させることを目指した。

4-2. 関連研究

ここでは円形の編み機を題材にした関連作品をとりあげる。

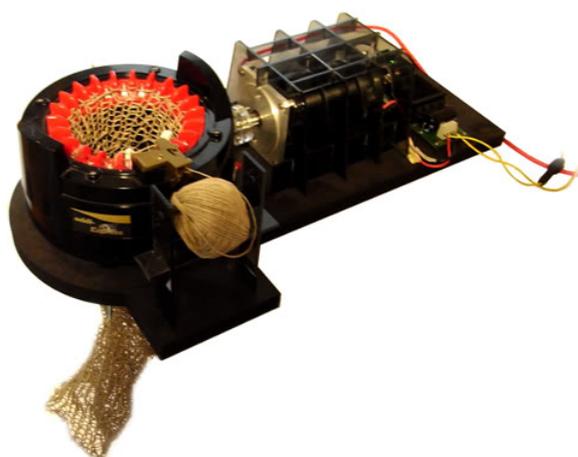


図 42. DreamWeaver

Dream Weaver[42]は、既存の円形編み機のハンドル部分にコンピュータ制御可能なモーターを取り付けハックしたものである。モーターの回転数と方向をプログラムで制御することによって、編みの密度を任意に変更して編まれる筒の形状を変えることができる[43]。

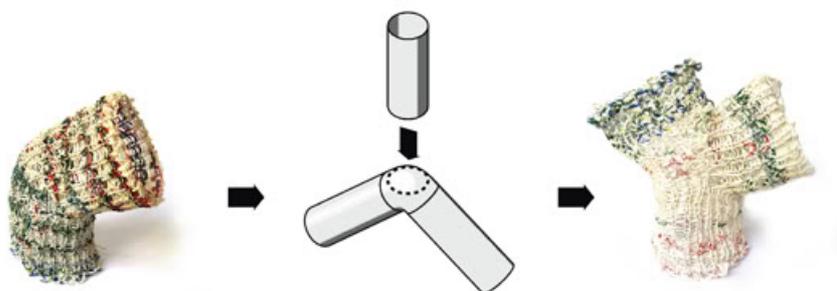


図 43. 筒同士のジョイント

DreamWeaver が既存の編み機をハックして制作したものであるのに対し、Circular Knitic [44]はオープンソースで一から制作可能な編み機である。編み機本体の構造は 3D プリンターやレーザーカッターで制作されており、制御用のソフトウェアとともにファブ리케이션用のデータが公開されている[45]。



図 44. Circular Knitic

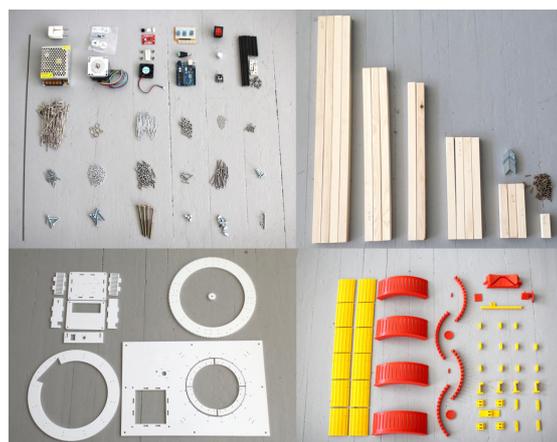


図 45. パーツ一覧

DreamWeaver は既存製品がベースになっているため、本来想定されていないような太い糸を編むことはできない。Circular Knitic のデータを単純に拡大したとしても、パーツの一部に既存のかぎ針を利用しているため、そのままでは太い糸を扱うことができない。

続いて、編み機を他のものと接続させた例を取り上げる。旅するニットマシン[46]は、車輪のついたキャリーケースに編み機が取り付けられたものである。キャリーケースを転がすと、その回転が編み機に伝わり、歩く分だけ編みが進んでいくという仕組みである。また、Rocking-Knit[47]ではロッキングチェアに座って前後に揺れるだけで編み機が動く。これら 2 つの作品は、移動や揺れといった動きを編みに変換することで、単なる編むだけの行為から離脱し、その場に新しい関係性を生み出す可能性を見せている。



図 46.旅するニットマシン



図 47.Rocking-Knit

4-3. 編み機の構造

今回の制作では、市販の手回し編み機の構造を再現しながら、太い紐を編めるようにアレンジを加えていくという方法をとった。まずは構造の参考とした「豆しば あみぐるみ屋[48]」をもとに、手回し編み機がどのような手順で編み物を制作していくかを記述する。便宜上、各部品に名称を割り振った[48]。なお、今回の工作機械では輪編みという仕組みを再現し、円筒状の編み物を制作する。



図 48. 豆しば あみぐるみ屋

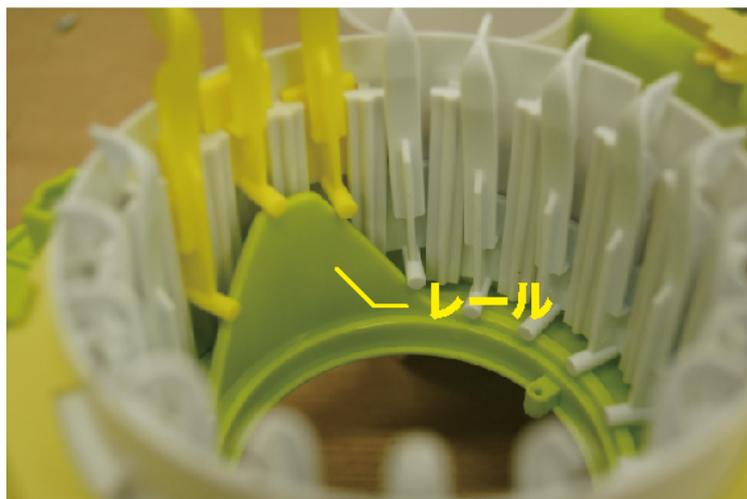
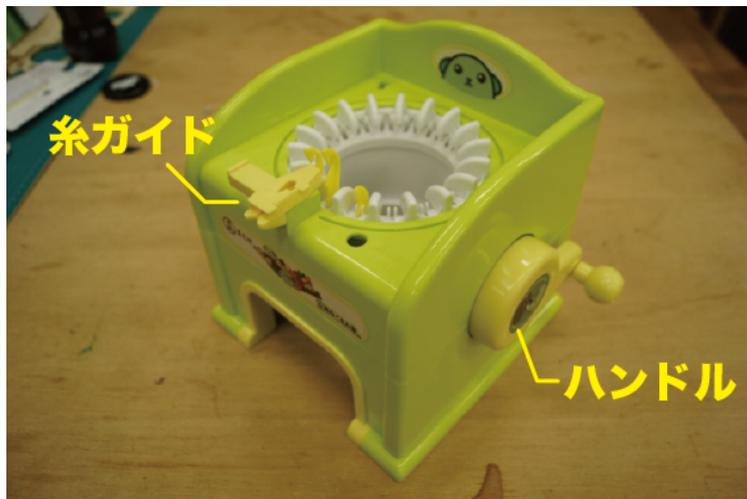


図 48. 各部位の名称

使い方

ハンドルを回すとかぎ針が回転移動していく。このとき、手前側に来たかぎ針はレールによって押し上げられ、糸を保持させることが可能となる。1周目は手作業で保持させるものとそうでないものを交互につくっていくが、2周目以降は糸を糸ガイドに設置することで、すべてのかぎ針が糸を保持するようになる。目的の量が編めたら、糸ガイドから糸を外した状態でハンドルを回し、すべてのかぎ針が糸を保持しないようにする。そして、最後の結び目に糸を通していくことで輪を閉じる。

編みの仕組み

かぎ針とその背後、そして輪留めで紐が輪を作り、それが前後に交差することで編み目が生まれていく。紐を保持している状態を○、そうでない場合を×とすると、各ユニットは以下の5つの状態[49]に分類できる。

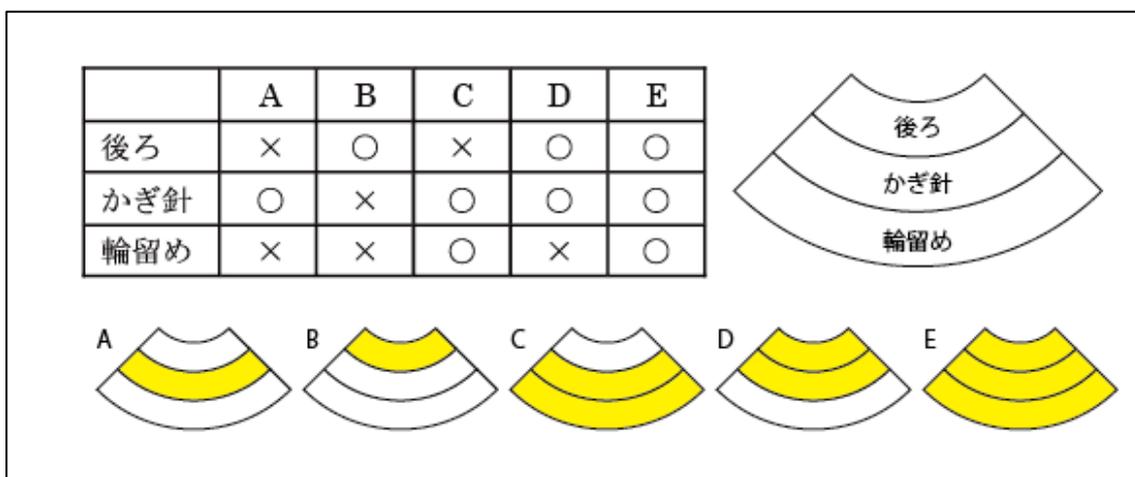


図 49. ユニットの状態

2周目以降、各かぎ針がせり上がってきたところで紐を保持させると、一回ごとに状態が遷移していく[50]。そして、CからE、DからE、EからEに遷移するとき編み目が構成されていく仕組みになっている。

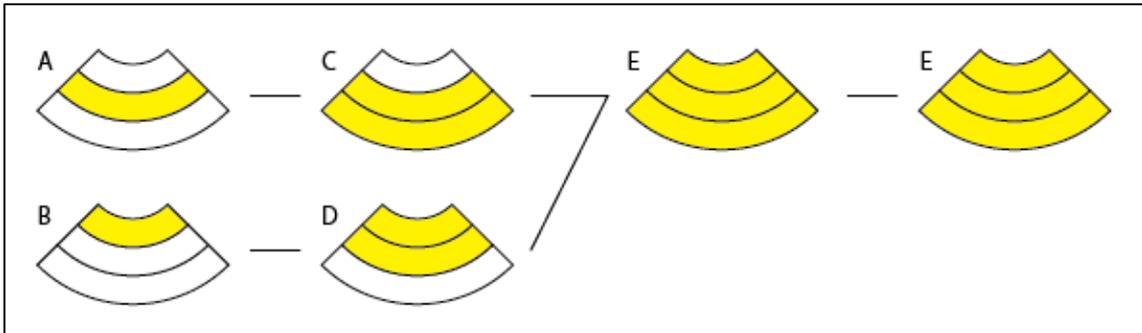


図 50. 状態遷移図

C→E と E→E の際には、かぎ針に糸を保持した状態で輪留めの間を通る必要があった。製品の場合ある程度の狭さであれば圧縮されて通ることができる。しかし、一定以上の太さを持つ紐の場合、それに応じた隙間を作ってやる必要がある。隙間の大きさはそのままかぎ針のブレに繋がるが、安定性を向上させるための独自の工夫が必要となる。この部分に着目しながら、編み機の構造を再現することとした。

4-4. 制作



図 51. かぎ針ユニット

かぎ針・輪留め・ガイドをひとまとめにしたものをかぎ針ユニット[51]として基本の単位とした。かぎ針前後の出っ張りが枠の溝に沿って上下に動くことで、全体の昇降運動が可能になっている。

このかぎ針ユニットでは、太い糸を保持するためにかぎ針と輪留め間の溝が大きくなっている。そのままでは糸が輪留めにかからず溝に落ちてしまうため、うまく輪留めへの移行を補助するための A 型の誘導を取り付けた[52][53]。



図 52. 糸を保持する様子



図 53. 輪留めへの誘導

かぎ針が昇降するためのレール[54]は 3D プリンターで出力した。これを中心に、かぎ針ユニット 18 セットを歯車の上に円状に配置[55]することで、編み機の本体部分となる。歯車の回転に合わせて、かぎ針の出っ張りがレールに沿って押し上げ・押し下げられることで、かぎ針が昇降する仕組みになっている。

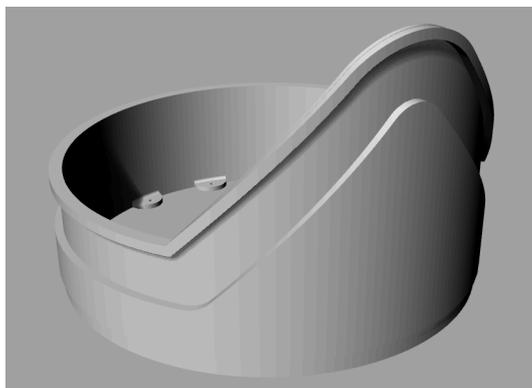


図 54. レールの 3D データ



図 55. 歯車に装着されたユニット

基本的な編み機の構造を作成したのち、屋外で使うことを想定した外装と合体させた[56]。サイズは約 50cm 四方で、やや小さめのテーブルのような形になっており、持ち運びと軽量化のため、側面にはすべて大口の穴が開けられている。また、動物の頭のような形をした部分には直径 20mm の丸棒が渡して

あり、持ち運びに使えるほか、編むための糸をかけておくことも可能である。



図 56. 外装と合体させたもの

編み機本体が乗った歯車は、別の歯車が回されることによって回転する。丸棒を通じて本体上部のハンドルにつながっているほか、他者が関与できるように側面部分にもハンドルを設置した。側面部分のハンドルはピン歯車を介して動力を編み機本体に伝える[57]。

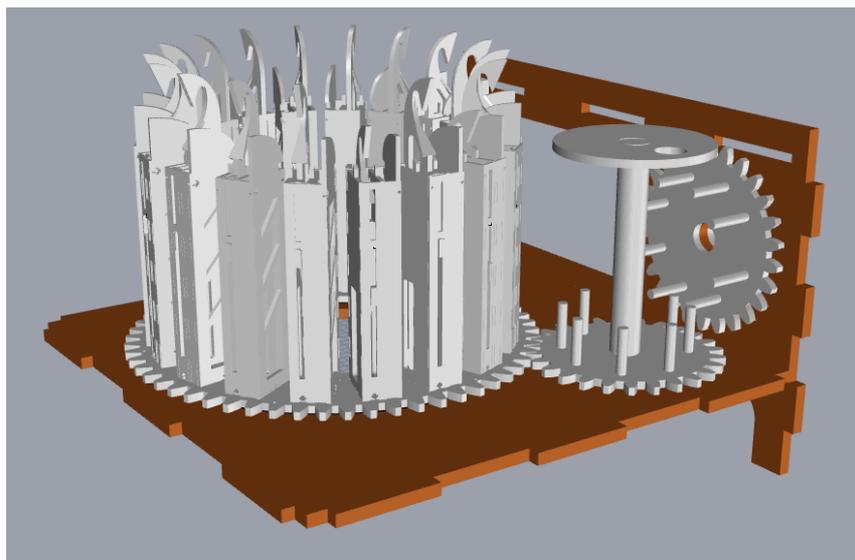


図 57. 歯車のつながり

制作した編み機は、元になったものから糸ガイドを差し引いたものとなっている。また、後述する理由から手作業による補助が必要となるが、基本的な使い方は同様である[58]。

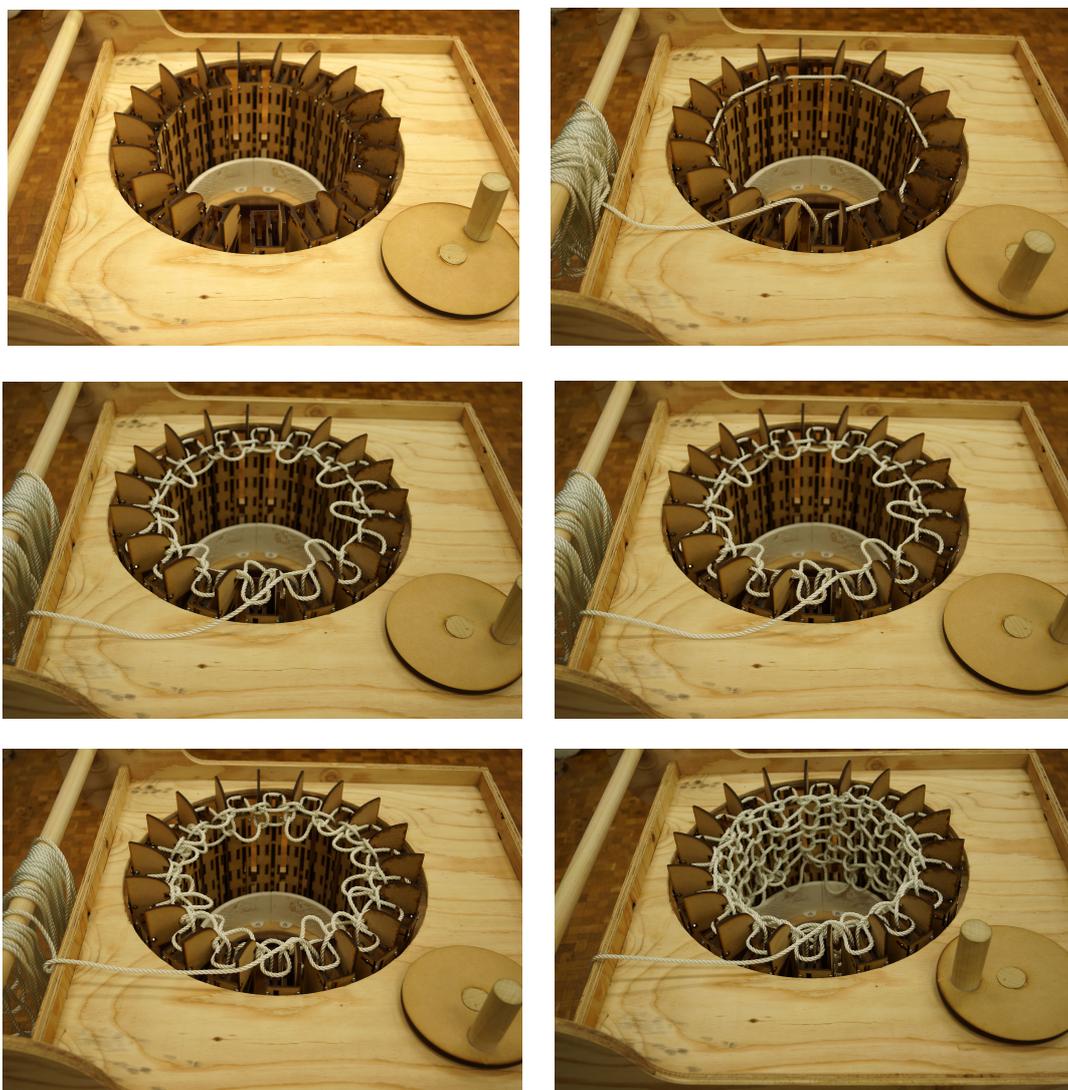


図 58. 編んでいく様子

完成した編み機を利用し、25メートルほど紐を編むとサッカーボール大のサイズになった。両端の口を結ぶと、乱雑に扱っても紐は解けず、ひとつのかたまりとして扱えるものが完成した[59][60]。

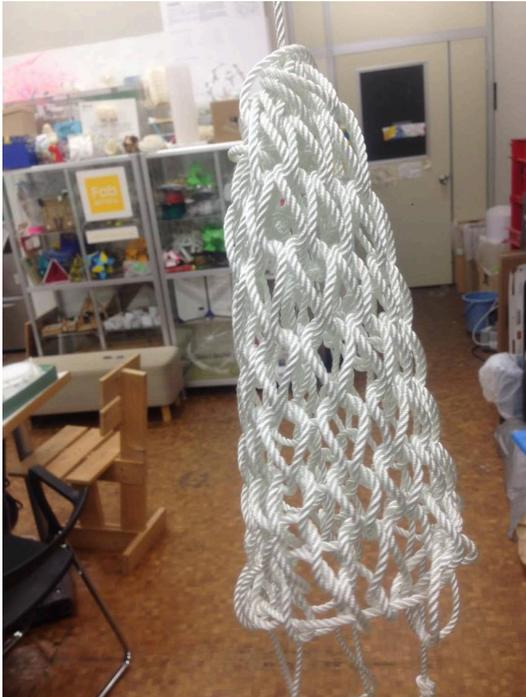


図 59. 片側を結んだ状態



図 60. 両側を結んだ状態

設計における問題点

すべてのパーツを組み合わせた時点で、いくつか問題が発生した。まず、かぎ針が最大まで上がった時点でも、うまく紐が下に降りてこないという問題である。これは、参考にした編み機に比べて糸を張る力が弱く、垂直下方向への力がかからないことに起因している。また、糸とガイドの間に生じる摩擦も移動を阻害していると考えられる。

つぎに、レールに沿った昇降が起きない点である。かぎ針の出っ張りがうまくレールに沿うべきところ、回転に抵抗する力が働き、かぎ針ユニット自体が取れそうになってしまうことが頻発した。出っ張りやレールの摩擦を減らすべく、出っ張りをヤスリがけして角を落とすなどしたものの、すべてスムーズに動くには至らなかった。自動的な昇降を実現するためには、ガイドの角度や出っ張りの形状、接地面積などをより細かく調整していく必要があると考えられる。

そして、側面のハンドルを回して編み機を回転させる際、中間の歯車が軸ごと浮いてしまうという問題も起こった。これは歯車の軸がしっかりと固定されていないことが原因であり、板材に穴を開けてそこを通すなどといった構造の変化で対処できるはずである。

以上の問題から自動的な昇降を用いた編みは断念し、実演ではレールの一部を取り外し、手作業でかぎ針の昇降と輪留めへの移行を補助しながら編みを行うこととした。

4-5. 実施と反応

完成した編み機と編まれた物体を大学のキャンパス内の広場に持ち出し、公共空間における工作機械の振る舞いについて観察を行った[61]。



図 61. キャンパス内に設置した様子

機械を置いて紐を編み始めてしばらくすると、通りすぎた筆者の友人が興味を持って声をかけてきた。編まれた物体を見ると、その質感を気に入り、アイマスクのように顔にかけて感触を楽しんでいた[62][63]。他にも、紐を手繰って知り合いに当てようとしたり[64]するなど、編まれた物を利用して遊ぶ姿が印

象的だった。

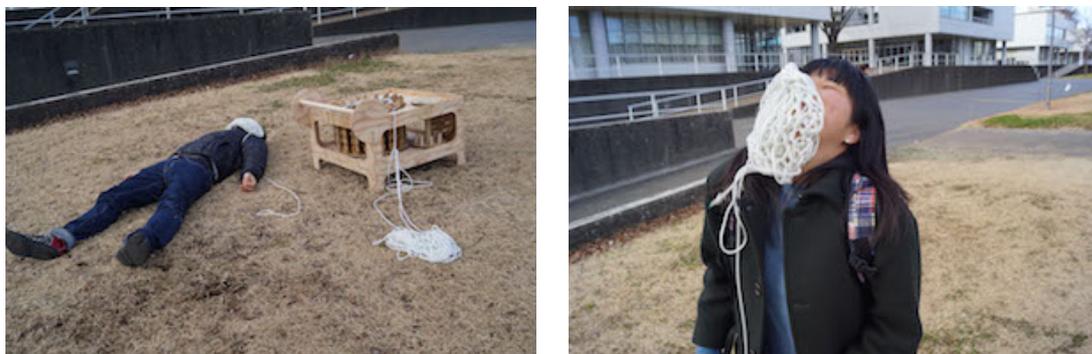


図 62,63. 顔に編み物をかけて楽しむ



図 64. 編み物を当てようとする

編み機自体にも関心を持ち、こちらが案内をしなくても上部や側面のハンドルを回そうとするシーンがあった。事前の筆者の動作や装置全体の構造を見て、動かし方を推測したものだと考えられる。しかし、自動化されていない旨を伝えると、ガッカリと失望する様子を見せた。

この実施経験を振り返ると、まず、前述の設計における問題点から、編む行為に簡単にコミットできる要素が失われてしまったことは大きな反省点と言える。結果として、ほとんど筆者自身しか編み機に触れず、その仕組みを体験し

てもらふことは実現できなかつた。しかし一方で、自然とハンドル部分に興味を持っていたことから、適切に用意をすれば、工作機械の利用へ誘導することが可能であると示されたと言えるだろう。

また、制作された編み物を用いて友人と遊ぶ光景からは、その場で作ったものをその場で使う、土地に還元されるものづくりの一端を見ることができた。編み物のサイズを拡大し、クッションやハンモックなどを作れば、より広場を楽しむことができるだろう。土地とつくるものがより密接に結びつけば、その工作機械を利用する人も増えるはずだ。

第5章 結論・今後の展望

本論では、作ることを通じた学びの観点を持ちながら、屋外での工作機械を用いたものづくりについて、実物の制作を通して検討を行った。いずれも不特定多数の人にもものづくりを体験してもらうには至らなかったが、そのきっかけとなる可能性は十分感じ取ることができた。公共の場で工作機械に楽しみながら関わり、その土地で使うものを制作することによって、ものづくりのスキルや経験を会得する。公共の場における楽しみを誘発する工作機械、いわば「工作遊具」のような存在によって、つくることを通じた学びの新しい形が生み出されるかもしれない。

そして、そのためにクリアすべき要件も何点か抽出することができた。

- ・シンプルなアクションで動かせること
- ・人が関わってみようと思う形状やコンテキストを持つこと
- ・その土地に即した特性を持つこと

など、検討すべき事項は様々だが、発見された可能性を育てるべく、次回以降の「工作遊具」作成に反映させていく所存である。

また一方で、今回制作したものはほぼコンピュータ制御と切り離されているが、デジタルファブリケーションとつくることの学びの相性の良さは、コンピュータが持つ力に依拠している。よって、「工作遊具」にデジタル制御の要素を付加することができなければ、もともと持っていた強みを生かしきれていないと言わざるを得ない。「工作遊具」とデジタルな要素を結びつけることで、より新しい体験を生み出すことを今後の課題としたい。

謝辞

指導教員である田中浩也先生には、学部2年の時から3年間にわたってご指導いただきました。先生が見せてくれる新しい世界はいつになっても刺激的でした。今度は自分がその世界を切り開く人間になれるよう、より精進していく番だと思いますので、今後ともご指導いただければ幸いです。

研究会のメンバーは、まちがいなく僕の大学生活に欠かせない人たちでした。どれだけの時間を研究室で一緒に過ごしたことでしょう。先輩たちは常に頼りになり、後輩はいつも元気をくれました。同輩はみんな多才で、気の抜けない・尊敬すべき友人として大きな刺激になっていました。ほんとにみんなすごい。特に綾田孝世さんには、**DrawingElephantMachine**の製作や教育プロジェクトで多分にお世話になりました。改めて、ありがとうございました。

長坂功さんをはじめとするメディアセンターマルチメディアサービス担当の皆様には、**FabSpace**での活動を大いにご支援いただきました。のびのびと日々の活動やワークショップを行えたのは、皆様のおかげに他なりません。感謝いたします。

ほかにも、各地のファブラボ・ファブ施設や様々な場所で、多くの皆様のお世話になりました。全ての方を挙げることはできませんが、本論文で取り扱った活動に関する方々の名前を述べさせていただきます。

「コヂカラ・スクール」でのデジタルファブリケーション講座では、コヂカラ・ニッポンの西村佳隆さんとこまちプラスの森祐美子さん。「声が聞こえちゃうよマシーン！」ではカマタ_ブリッジの工房長であり田中研OBでもある秋吉浩気さん。「まちかどおもちゃ」では **mosaki** の田中元子さん、大西正紀さん。それぞれ皆さんの協力がなければ取り組むことすらできませんでした。この幸せなつながりにご協力に感謝いたします。

この3年間で振り返ってみてひとつ言えることは、デジタルファブリケーションと出会って僕の世界はまちがいなく広がったということです。ものをつく

ること、或いはつくったものを介して人とつながる、これが体験できただけでも、この大学生活には大きな価値があったのだと思います。

最後に、自由に4年間を過ごさせてくれた両親、そしていつも迷惑をかけてばかりだったお婆ちゃんに感謝の気持ちを述べて、謝辞とさせていただきます。

浅野義弘

図引用

文中の図

1, 2 御茶ノ水女子大学デジタルアーカイブズ

<http://archives.cf.ocha.ac.jp/exhibition/da/da0028-0002.html>

3 (株)モンテッソーリ・マリーアン

http://www.marieanne.biz/syohin/js_m_detal/js_b2083.htm

4 Microsoft Technet

<http://social.technet.microsoft.com/wiki/contents/articles/29933.sm-all-basic-the-history-of-the-logo-turtle.aspx>

5. Department of CSE - Robotics Lab.

<http://www.iitg.ernet.in/cse/robotics/?p=152>

6. one laptop per child

<http://one.laptop.org/>

9. Brands of the world

<http://www.brandsoftheworld.com/logo/fablab>

10, ITmedia ニュース

<http://www.itmedia.co.jp/news/articles/1306/14/news059.html>

11. FabAcademy

<http://fabacademy.fablabcascina.org/>

14. gacco

<http://gacco.org/>

18. fabcross

https://fabcross.jp/topics/fabnavi/20140916_fabnavi_14.html

19. fabcross

https://fabcross.jp/topics/fabnavi/20150609_fabnavi_20.html

20, 25. 「第三の趣味」が世界を変える

<http://www.mosaki.com/stall/archive.html>

23. Marcus Kayser

<http://www.markuskayser.com/work/solarsinter/>

24. kitundu

<http://kitundu.com/>

41. kiwi e shop

<http://www.kiwishop.co.nz/kids-knitting-machine-toy-995>

42, 43. JOAO ALBUQUERQUE

<http://jnpalbuquerque.blogspot.jp/2011/01/dreamweaver.html>

44, 45. Knitic

<http://www.knitic.com>

46. Saki Chikaraishi

<https://twitter.com/hypersaku>

47. E-CAL Low-Tech Factory

<https://vimeo.com/52541217>

48. Amazon

<http://www.amazon.co.jp/%E3%83%90%E3%83%B3%E3%83%80%E3%82%A4-%E8%B1%86%E3%81%97%E3%81%B0-%E3%81%82%E3%81%BF%E3%81%90%E3%82%8B%E3%81%BF%E5%B1%8B/dp/B002GEPMHE>

表中の図

- ・「デジタルファブリケーション」で制作したランプシェード
<http://fabble.cc/risahiyama/pinshade>
- ・「ファッションデザイン」で制作したポロシャツ
提供：渡邊光祐
- ・どこでもスタンプ
提供：土屋麻理
- ・コオロギマンション
提供：高橋祐亮

脚注

- 注1. Fab Foundation(<http://www.fabfoundation.org/>)より、2015年末での数を換算.
- 注2. 『Fab —パーソナルコンピュータからパーソナルファブ리케이션へ』
Make: Japan Books ,Neil Gershenfeld (著), 田中 浩也 (監修), 糸川 洋
(翻訳), 2012 より.
- 注3. 『FabLife —デジタルファブ리케이션から生まれる「つくりかた
の未来」 Make: Japan Books , 田中 浩也(著) 2012 より.
- 注4. メディアセンターマルチメディアサービス担当、長坂功氏より提供いた
だいた資料による.
- 注5. <http://fabcity.sfc.keio.ac.jp/fabspace/project/fabx/fabx.html> よ
り序文を引用.