3Dプリンティングを用いた
古材のハイブリッド・リユース

- 木材と樹脂の複合表現の試み -

Hybrid Reuse of Old Materials with 3D Printing Technology

- Combining Expressions of Wood and Plastic -

2020 年度修士論文

慶應義塾大学政策・メディア研究科

田岡菜

論文要旨

3D プリンティングを用いた古材のハイブリッド・リユース
- 木材と樹脂の複合表現の試み -

本研究は木の古材と古くなったプラスチック（本論文ではオールドプラスチックと呼ぶ）を組み合わせることによって新しい価値を創出する造形手法を探る実践的研究である。
具体的には以下 3 点に分けて記す。
1 つ目は古くなった材料との付き合いとその組み合わせに関する考察、
2 つ目は 3D プリンタを用い古くなった複数のマテリアルを複合した制作を行うための方法の検討、3 つ目は以上 2 つを踏まえた制作物の提案とその考察である。
本研究で用いる材料は木材とプラスチック（樹脂）である。
背景として、既に他の用途で用いられ古くなったオールドプラスチックが他の材料と価値が認められづらいことが挙げられる。また、古材と呼ばれる既に他の用途で用いられた古い木材も、一見その価値が認められているようで実際はその多くが上手に利活用されていない現実がある。
本研究では Additive-Additive Manufacturing(以下 AAM) とよばれる手法を用いる。AAM とは既存物に対し新たな形状を熱溶解積層 (FDM) 方式の 3D プリンタで直接付与するといったものだ。本研究ではこの手法を用い、木材に対して直接 3D プリントを施すことで木材とプラスチックの複合表現を試みる。また表現を支える技術要件を明らかにする目的として、AAM による接着手法の耐久性を評価した。
作品制作においては、譲り受けた旧国立駅舎の古材と 3D プリントを組み合わせた彫刻表現に取り組んだ。また、制作に関する考察も最後に記す。

キーワード
1. 3D プリンタ　2. 古材　3. プラスチック　4. クリエイティブ・リユース　5. マテリアル

慶應義塾大学政策・メディア研究科
田岡菜

Abstract

Hybrid Reuse of Old Materials with 3D Printing Technology
- Combining Expressions of Wood and Plastic -

This research aims to explore methods in creating alternative values of combining old wood and plastic through various studies.
Firstly, an analysis of how we view old reusable material and considerations in its usage.
Secondly, an exploration on how to create a mixed media work through combining 3D printed pieces with old material.
Lastly, the creation of mixed media work using the aforementioned materials.

On one hand, it is often difficult to find practical value out of old plastic that has already been used for other uses. On the other hand, though old wood has acclaimed value as being “vintage”, it is not as popular as it might seem and not utilized to its full potential.
In this study, we use a technique called Advanced-Additive Manufacturing (AAM) which is a technique used to directly add new material on top of existing objects using a Fused Deposition Modeling (FDM) 3D printer.
In this research, AAM is used to create the proposal product by 3D printing directly on the old wood, brought over from a building at Kunitachi Station. The evaluation of the AAM procedure, its strengths as a bonding method, and the production process is also reviewed throughout this research paper.

Keywords
1. 3D Printer　2. Old wood　3. Plastic　4. Creative Reuse　5. Material

Keio University Graduate School of Media and Governance
Sai Taoka

目次

[1] 序論

1.1 背景 …… 6

1.1.1 材料の背景 …… 6

1.1.1.1 オールドプラスチックの特性 …… 8

1.1.1.2 オールドプラスチックのストーリー …… 10

1.1.1.3 古材利用の現状 …… 14

1.1.2 Additve-Additve Manufacturing の現状 …… 17

1.2 目的 …… 19

[2] 関連研究・事例

2.1 古材の利活用

2.1.1 ReBuilding Center Japan …… 20

2.1.2『マホロミ 時空建築幻視譚』…… 24

2.2 オールドプラスチックの利活用

2.2.1 FREITAG …… 26

2.2.2 Circular Printed Furniture …… 28

2.2.3 Precious Plastic …… 30

2.3 複数のマテリアルを組み合わせた表現

2.3.1 木とプラスチックを用いた例

2.3.1.1 My Old New Series …… 32

2.3.1.2 フラットテーブル …… 33

2.3.2 3D プリンタを用いた例

2.3.2.1 Arcanum …… 34

2.3.2.2 Screw It Vase …… 35

2.3.3 その他の例

2.3.3.1 Slum シリーズ …… 36

2.3.3.2 wax on block …… 37

[3] 方法

3.1 木材の構造と接着の仕組み 38
3.2 木材に対する Additive-Additive Manufacturing 手順 38
3.2.1 スキャン 39
3.2.2 3D データ準備 40
3.2.3 3D プリント 42
3.2.4 治具が必要な場合 44
3.2.5 ノズル変更 45
3.3 習作 46

[4] 性能評価

4.1 実験内容 49
4.2 実験の目的と仮説 50
4.3 実験環境 50
4.4 実験結果 51
4.5 考察 52

[5] 制作

5.1 制作の意図・企画 56
5.2 旧国立駅舎について 57
5.3 手法 58
5.4 制作物 1 60
5.5 制作物 2 62
5.6 制作物 3 65
5.6 その他試み 69

[6] 考察

[6] 考察 72

参考文献 76
謝辞 80

1. 序論
Introduction

1.1 背景

本章では、本研究の要素である材料と Additive-Additive Manufacturing の 2 つに分けて背景を記す。

1.1.1 材料の背景

本研究では古材と呼ばれる、以前他の用途で用いられた歴史のある木材と、以前他の用途で用いられた歴史あるプラスチック（ここではオールドプラスチックと呼ぶ）の複合表現を探る。2 つの材料がそれぞれ置かれている現状に言及する前に、前提として古材とオールドプラスチックの 2 つが元来材料として持つバックグラウンドの違いを記す。

世の中には多くの材料が存在し、その分類も多様に行うことができる。
加工方法にフォーカスして分類すると、掘削系材料と塑形系材料に分けることができる。掘削系材料は元となるボリュームのある材料から切り出して利用するものを指し、木材はこの分類に属するといえる。他には、石材、象牙、べっ甲などが掘削系に分類される。一方の塑形系は利用の際に切り出すのではなく、一から成形する可塑性のある類を指す。プラスチック材はこちらに属し、他にも金属・ガラス・陶土・コンクリートなどが塑像系材料に該当するといえる。

これらの材料の違いは、アウトプットから感じられる「素材の意味」に違いをもたらす。掘削系材料は加工後も元の材料の意味が強く残り、一方の塑形系はそれが弱いが故に形によって新しい意味が獲得されていることが多い。たとえば、掘削系材料に属する木材の元の材料はもちろん木であり、木そのものが人々にとって愛着のあるものであることは言うまでもない。一方塑形系材料にあたるプラスチックであるが、多くの人は何からできてい

[1]The British Museum Collection -507017001
[2]「柳宗理デザイン 美との対話」展 -《バタフライスツール　初期型》天童木工 1956 年 柳工業デザイン研究会蔵
[3] 伊豆高原 象牙と石の彫刻美術館 ジェエルピア - 天神戦
[4] 鈴木盛久工房　- 霰紋玉鉄瓶

るかを把握しておらず、原材料を目にしたことがある人は一握りである。
意味の強い材料からなるアウトプットは長く愛され、一方意味の弱いものはインスタントに消費される傾向にある。

掘削系材料（石 [1]・木 [2]・象牙 [3]）と
塑形系材（金属 [4]・プラスチック [5]・ガラス [6]）の具体例

[5]VITRA　-Panton Chair（Verver Panton）
[6] 東京都庭園美術館 - 花瓶《オラン》ルネ・ラリック

1. 序論
Introduction

1.1.1.1 オールドプラスチックの特性

上記よりプラスチック材は材料特性として手元で長く愛されづらい性質を持つ。他にも、以下の 4 点の性質が挙げられるだろう。
1 つ目の理由は、プラスチック材が木材と比較したとき使用期間が短いものに使われることが多い材料であることだ。木材はその特性から建築物や机・棚をはじめとした強度を要する家具に使われることが多い。北欧家具の流行に伴いプラスチック製の家具も普及してきているが、依然木製が主流であるといえる。木製の家のに家具に対して「孫の代まで使える」といったフレーズを使うことはしばしばあるが、プラスチック製の製品に対してそのようなフレーズそれを聞くことはあまりない。日常的に目にするプラスチックの多くは食材や液体の容器といった使用期間の短いものだろう。ヴィンテージやアンティークと名の付くプラスチック製品でも木材のそれと比較したときの経過時間はきわめて短い。

2 つ目は、材料そのものの歴史が短いことである。プラスチックが工業化されたのは 1870 年で、わずか 150 年前のことである [7]。塑形系のなかでも金属やガラスは古くから用いられており、材料そのものが愛され価値あるものとして評価されていると言える。

3 つ目の理由は、プラスチック材には持ち主が「育てる」手順がないことである。
「育てる」とは木材をはじめとした本革・真鍮・ぶどうの蔓など経年変化を楽しむ材料からできた製品に用いられる言葉で、マメな手入れを通して「味」を出していく行為を指す。木材でいうと油や蜜蝋を塗ることで独特の色味と光沢を出すことができ、無垢の木製製品を好んで所有する人たちは定期的に行っている手入れである。一方のプラスチックには、こちら側の行為によって経年変化が美しく映えるような手順がなく、変化に対する持ち主の関わりしろがないと言える。

[7] 大石不 2 夫（1997）『図解　プラスチックのはなし』日本実業出版社
[8] 日本化学工業協会 - 化学はじめて物語　化学製品 PL 相談センター活動報告書「アクティビティノート」連載シリーズ②

4 つ目はプラスチックが他の材料の代替品であった歴史があるからと考えられる。先述の通り、プラスチックが工業化されたのは 1870 年のことであったが、そのきっかけは以下の通りである。19 世紀、アメリカではビリヤードが流行していたがビリヤード球の材料である象牙が非常に高価であったため、メーカーが懸賞金をかけ、象牙に代わる材料の開発方法を募集した。そこで提案されたのが「セルロイド」と名付けられた物質である [8]。プラスチックはその汎用性から象牙の代替品以上の広がりを見せたが、誕生の由来は合成皮革（合皮）などのフェイク材料に等しく、材料そのものに愛着が湧きづらいことも理解できる。

また、材料に解体・分解したとき、オールドプラスチックは古材のようにその材料がもともと持っているストーリーを感じづらいという特性もある。
理由は、木製製品とプラスチック製品の成り立ちに起因する。木製の製品の多くは、木材を複数組み立てることよって出来上がるが、プラスチック製品は塑形系材料であることから、溶けた状態のものを変形させることで形作られている。つまり、古材をリユースするときに必要な作業はパーツに戻すことであるが、オールドプラスチックをリユースする際には材料単位に戻す必要がある。この工程により、元のプラスチック製品の表面に時間とともに表れた経年変化の特徴が失われてしまう。もちろんオールドプラスチックの中にもパーツのままリユースできる例（ 第 3 章参照）もあるが、古材と比較するときわめて限られたものである。

1. 序論
Introduction

古材が販売される様子 [9] と、オールド（廃材）プラスチックがリユースの段階で分解された様子 [10]。オールドプラスチックからは元のプロダクトが感じづらいことがわかる。

1.1.1.2 オールドプラスチックのストーリー

上章の通り、オールドプラスチックには経年変化の魅力が刻まれにく感じづらい現状がある。しかしながら、オールドプラスチックにも他の材料同様にその製品が辿ったストーリーが存在する。ここでは 2 つのプラスチック製品とそのストーリーを取り上げて記す。

・採集コンテナ

採集コンテナとは農作物などの生産物を効率よく出荷し運搬するために規格化された容器であり、日本中の農漁村に普及している。多くの採集コンテナはポリエチレン（PE）からできている。しかしながら、農家や漁師家の周囲では本来の用途とは異なる様々な使われ方がなされているという。

[9]ReBuilding Center
[10] 信和プラスチック株式会社 - プラスチックの廃材料からリサイクル原料へ

野菜農家が採集コンテナを利用する様子 [11]

稲田（2019）は以下のように記す。

「野菜農家の納屋では収穫した青ネギの出荷作業が行われていたが、コンテナをふたつ並べ、片方を裏返すことで台とし、その上で収穫したネギの余分な部位を切り落としてから、不要な箇所をもうひとつのコンテナに収めるという作業が円滑に行われていた。漁師家では、コンテナの底に外側からビート板が留められ、水に落ちても浮いて沈まない、座面の柔らかい漁業用の椅子として使われていた。採集コンテナの使い方に注目すると、他にも様々なバリエーションが見られる [11]。」

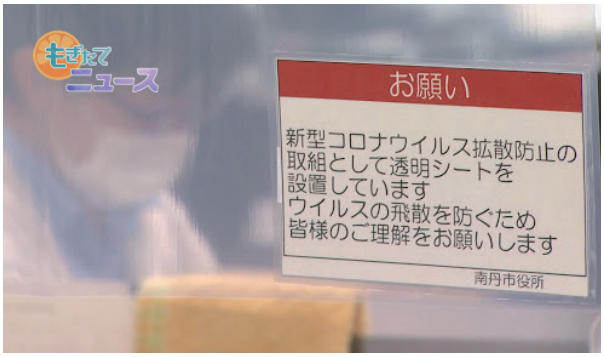
実際に相当数の採集コンテナが物流の各段階で滞留していることが報告されており [12]、単なる出荷・運搬に留まらぬ個別の活用方法で長い間使われ、生活に馴染んでいることがわかる。身近な例で考えると、ダンボール箱が家庭内で自然に別用途に再利用されることに似た現象だと感じる。

[11] 慶應義塾大学大学院政策・メディア研究科「モバイルメソッド」プロジェクト（2019）『モバイル・メソッド 4』採集コンテナが留まるとき（稲田玲奈）

[12] マルク・レビンソン（2007）『コンテナ物語』日経 BP 社

1. 序論
Introduction

・飛沫防止パネル・シート



2020 年 12 月現在のマクドナルド中央林間店の様子（上図）、MBS ラジオ収録の様子 [13]（右下図）、南丹市市役所の様子 [14]（左下図）

[13]Twitter-A マッソの両 A 面
[14] 南丹市情報センター - 新型コロナウイルス感染症 飛散防止　市役所窓口に透明シート設置

飛沫防止パネル・シートは、名の通り飛沫が他人に飛び散ることを防ぐための透明なパネル・シートである。これらの多くはポリエチレンテレフタレート（PET)、アクリル、ポリ塩化ビニル（PVC）からできている。2020 年現在、新型コロナウィルス（COVID-19）が世界的に流行しており、その感染を防ぐために急速に街中に広がった。今日、やや過剰とも思えるほどに透明な仕切りが街中に溢れている。現時点では目処が立っていないが、いずれ流行が落ち着いて街中の飛沫防止パネル・シートがその役割を失ったとき、強い時代性とストーリーを持ったオールド・プラスチックが世界中に発生することだろう。

このように、ストーリーをもつオールドプラスチックも再利用される際にはプロダクトにかかわらずまとめてペレットや粉砕品へと加工されているのが現状である。それぞれのプラスチック製品の持つストーリーを活かしたクリエイティブ・リユースの提案は、オールドプラスチックの価値を考える上で有用であるといえる。

1. 序論
Introduction

1.1.1.3 古材利用の現状

古材とは、以前に他の用途で既に使用された木材のことを指す。多くの場合は建築物を解体したときに発生する。古材は、それのもつストーリーや経年変化による独特の表情が魅力的であり、その魅力を活かした転用も見られる（第 3 章参照）。しかしながらそれは発生する古材のごく一部の事例であり、その多くは上手に利活用されていない現状がある。

古材ならではの表情と特徴 [9]

[9]ReBuilding Center Japan

本章では建築解体木材と呼ばれる、建築の解体によって発生する、既に建物に使用されていた木材に限定して言及する。

建築解体木材	建物の解体によって発生する木材 (建物に使用されていたもの)
新築廃木材	建物の新築・増改築時に工事現場で発生する端材, 残材(型枠工事で発生する合板等を除く)
型枠廃木材	型枠工事で使用する合板，枠材等が廃棄されたもの

建築廃木材の種類とその説明 [15]

建築廃木材における客観的な問題点は２点である。

１点目は木材の再資源化率が他の建設副産物と比較して低い点だ。

事実、建設発生木材の再資源化は平成 7 年度の 37.2%から最新の平成 30 年度の調査では 91.7%と大幅に上昇している [16]。しかし、木材同様に建築における主要材料であるアスファルトコンクリート塊･コンクリート塊の再資源率は平成24年度時点から99%を上回っていることを考慮するとより改善の余地が考えられる。

	平成２０年度（A）	平成２４年度（B）	平成３０年度（C）	平成３０年度（C）－平成２４年度（B）	建設リサイクル推進計画2014 平成30年度目標値	建設リサイクル推進計画2014 目標値達成状況
ｱｽﾌｧﾙﾄ・ｺﾝｸﾘｰﾄ塊の再資源化率	98.4%	99.5%	99.5%	0.0%	99% 以上	達成
ｺﾝｸﾘｰﾄ塊の再資源化率	97.3%	99.3%	99.3%	0.0%	99% 以上	達成
建設発生木材の再資源化・縮減率[注5]	89.4%	94.4%	96.2%	1.8%	95%以上	達成
建設汚泥の再資源化・縮減率	85.1%	85.0%	94.6%	9.6%	90%以上	達成
建設混合廃棄物の再資源化・縮減率	39.3%	58.2%	63.2%	5.0%	60%以上	達成
建設混合廃棄物の排出率	4.2%	3.9%	3.1%	-0.8%	3.5%以下	達成
建設廃棄物の再資源化・縮減率	93.7%	96.0%	97.2%	1.2%	96%以上	達成
建設発生土有効利用率[注6]	71.7%	77.8%	79.8%	2.0%	80%以上	未達成

建設副産物の再資源化率や再資源化・縮減率注の状況及び「建設リサイクル推進計画２０１４」の目標達成状況 [16]

[15] 清野新 1（2002）「建物の解体・新築でどれだけ廃木材が発生するのか」『林産試だより』
2002 年 8 月号 p.1-3　地方独立行政法人北海道立総合研究機構森林研究本部
[16] 平成３０年度建設副産物実態調査結果（確定値）参考資料 - 国土交通省

1. 序論
Introduction

2 点目は、数字上は再資源化された木材が実情としては有効的に使用されていないという点だ。三村（2017）は論文にて以下のように述べる [17]。
「建設発生木材の再利用法としては再生チップやコンポスト，炭などに加工する技術が開発されてはいるが，具体的な利用先や方法が規準化されていないため，時間と費用をかけて乾燥した後，産業副残物として処理される場合が多い [18]。」

建設発生木材における個人的な問題意識は、再資源化の際に元の建築物のストーリーや木材がもつ個性を失い再利用先にそれが引き継がれない点だ。先述の通り、建設発生木材のほとんどは出どころに関係なくまとめられ、再生チップ・コンポスト・炭など細かく加工して再利用されてしまう。また､そうでない場合にも製材に加工される段階で形を統一し、塗装を剥ぐといった工程で元の特徴を失ってしまう。

今日多くの木造建築が解体されており、その木材の一定数は経年劣化により新たに建てる建築物の強度に耐えうるものでないことから、本研究のように古材の魅力を残しつつ建築物以外へのアートワークや家具に転用する提案は有用であると考えられる。

[17] 三村 佳織 , 原 忠 , 加藤 英雄 , 野口 昌宏 , 平田 晃久 , 本田 賢児 , 松橋 利明（2017）「建設発生木材の地中利用への再利用と判別法の提案」『木材学会誌』Vol. 63, No. 5, p. 214 － 222
[18] 木くずの現状について - 環境省

1.1.2 Additive-Additive Manufacturing の現状

Additive-Additive Manufacturing を用い、aibo に装飾を加えた様子 [19]

[19] 脇本 智正（2019）「3D プリンタを用いたコミュニケーションロボットの外見変化手法 ～ Additive-Additive-Manufacturing の実装を通じて～」

1. 序論
Introduction

Additive-Additive Manufacturing（以下 AAM）は脇本（2018）によって提唱された手法である。本手法は既存のプロダクトや、既に 3D プリントしたオブジェクトを熱溶解積層（FDM）方式の 3D プリンタのビルドプラットフォーム上に設置し、新たな形状を 3D プリンタで直接付与するといったものだ。脇本による既往研究ではこの技術を用い、家庭用ロボットに対して糸状の装飾を加えるアウトプットを提案している [19][20]。

本研究との差異は以下の 4 点といえる。1 点目は接着方法である。既往研究は樹脂由来である既存物の表面をノズルで溶かしながら接着しているのに対し、本研究では自然材料である木材の表面の孔に樹脂を流し込む形で接着している。2 点目は AAM を行う際に 3D プリンタに対しハードウェア上のハックを行っている点である。3 点目は 3D プリンタに限らず 3D ペンを用いた AAM も実施していることである。4 点目は、既往研究においてはその接着性に関する評価が実施されていなかったが、本研究では耐荷重実験を実施することで AAM の接着性を検証している点である。

[20]Tomomasa Wakimoto, Ryoma Takamori, Soya Eguchi, Hiroya Tanaka（2018）. Growable Robot with 'Additive-Additive-Manufacturing'.

1.2 目的

本研究の目的は古材とオールドプラスチックのストーリーを活かしたハイブリット・リユースの手法と実践の提示である。また、その際に用いる Additive-Additive Manufacturing 技術の新たな表現と、その技術要件である接着技法の信頼性の検証を行った。

2. 関連研究・事例
Related Research

本章では、本研究の要素を 1. 古材　2. オールドプラスチック　3. 複数のマテリアルの組み合わせと 3 要素に分け、それぞれにおける関連研究と事例をまとめる。

2.1 古材の利活用

2.1.1 ReBuilding Center Japan

古くなった建築物を解体し、木材を回収する様子 [9]

ReBuilding Center Japan は、「家のつくり方、つかい方、なくなり方、を新しくする」をモットーに古材と古道具を販売する建築建材のリサイクルショップを営んでいる。もともとはアメリカ合衆国オレゴン州ポートランドにある ReBuilding Center で始まった活動であったが、名前とロゴの使用許可を得て始まったのが ReBuilding Center Japan である。Reuilding Center Japan は自らの活動について次のように紹介している [9]。

[9]ReBuilding Center Japan Website

「家屋や工場の解体や、お片づけの現場に、大家さんから直接連絡をいただいてお伺いし（またはお店に持ち込んでいただいて）、行き場を失ってしまったものをレスキュー（引き取り）しています。また、リビセンは古物の取り扱いをベースとしながら、REBUILD NEW CULTURE という理念のもと、今の社会を楽しみなおすトライアルチームです。
消費者ニーズから外れてしまった農作物や規格外プロダクトは、本質的な価値を正しくつたえる。家の住み継ぎかたを、アップデートする。モノをつくるなかで生まれる「もったいない」を価値化・可視化していく。
そうしていくことで、捨てられていくものや忘れられていく文化を見つめ直し、再び誰かの生活を豊かにする仕組みをつくっていきたいと思います。」

販売されている古材 [9]

2. 関連研究・事例
Related Research

具体的には以下のようなプロダクトの販売を行っている。

古材フレームの写真 [21]

上図は建築物を解体した際に出た古材とガラスを組み合わせた古材フレームである。複数のマテリアルを組み合わせリユースすることで元の建築物の味わいを強く感じるものとなっている。

木箱ショーケースの写真 [21]

[21]ReBuilding Center Japan Online Shop

左図はもともと木箱だったものをガラスケースにリメイクしたものである。
ReBuilding Center Japan が位置する長野県諏訪市付近で養蚕が盛んだったこともあり、蚕を育てた木箱を再利用する機会が多いという。地元で使われていた木を地元で作り変える取り組みとして魅力的だ。

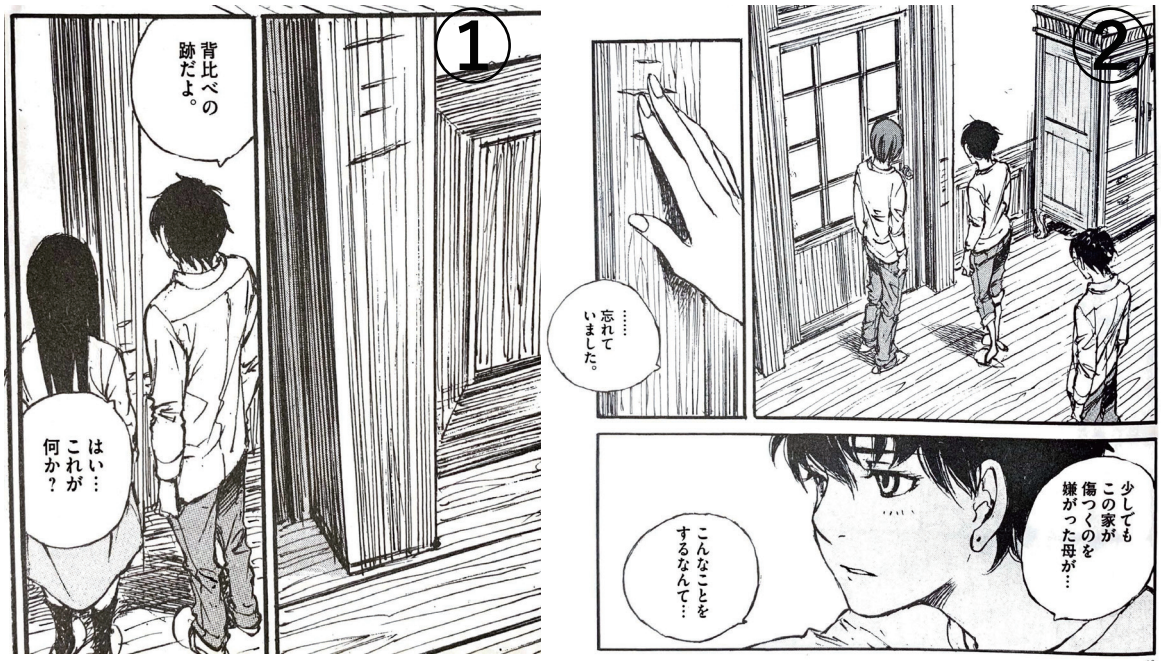
また、その他にも所有する古材を用いた様々なワークショップを実施し、市民とともに古材利用に取り組んでいる。

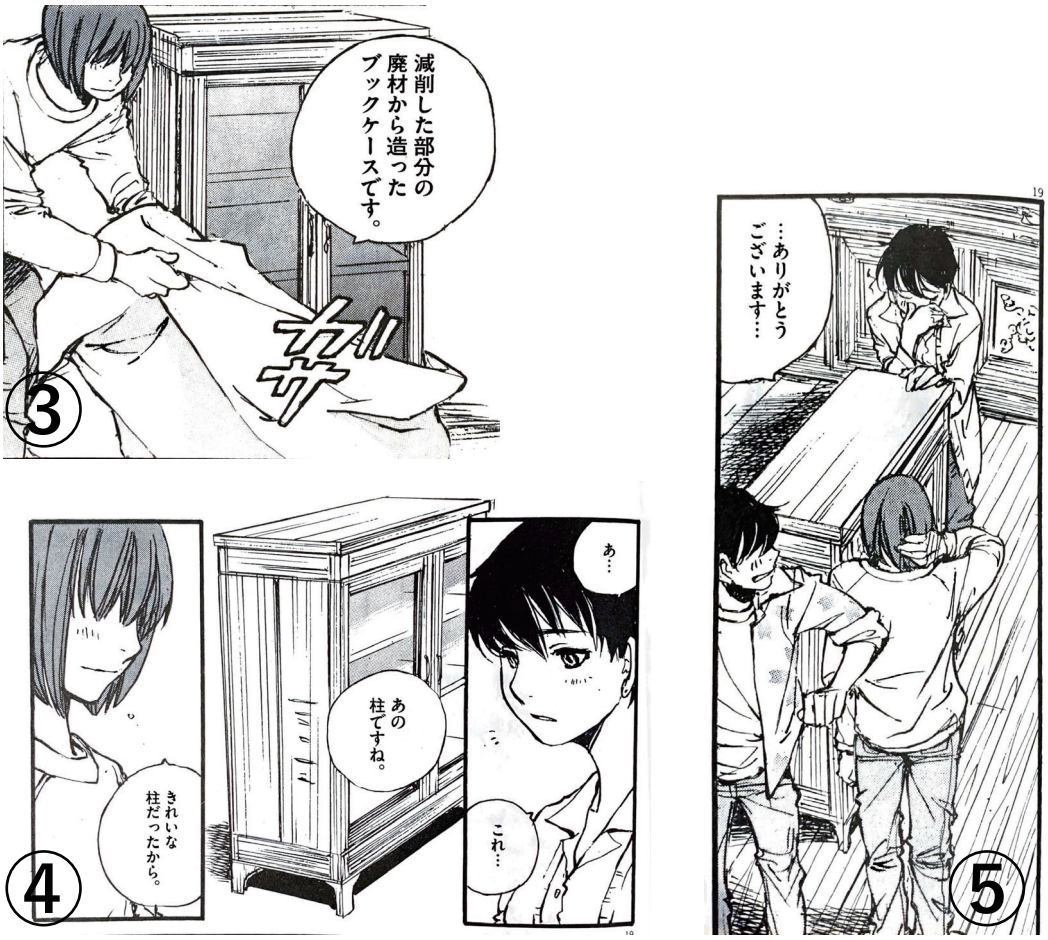
一枚板からテーブルを制作するワークショップの様子 [9]

2. 関連研究・事例
Related Research

2.1.2『マホロミ 時空建築幻視譚』

『マホロミ 時空建築幻視譚』は建築学生の主人公と近代建築をめぐる体験をベースとした漫画である。この漫画の第 2 巻にての利活用に関する印象的なシーンが記される。こちらはフィクションであるが、ストーリーのある古材の活用例として明解であるため紹介する。昭和 20 年に建てられた洋館の持ち主が死去し、その広大な面積から多額の相続税がかかるため持ち主の娘が相続を諦め、洋館を売りに出そうとするところから話は始まる。
しかし、娘が売り出しの準備のために洋館で久々に時間を過ごすなかで家を残したいという気持ちが強くなっていく。なかでも娘の心を大きく揺さぶったのは洋館の柱に付けられた背比べの傷の発見であった。持ち主であった母は拘り抜いて建てた洋館をとても大事にしており、少しの傷も許さない性格であったにも関わらず、柱に娘の成長の記録を残していたことに母の大きな愛を感じ、娘は母に対する気持ちを募らせる。





『マホロミ　時空建築幻視譚』2 巻より抜粋 [22]

そこで、娘は敷地の一部を売り出し、その利益で相続税を支払い洋館をなんとか残すことにする。敷地を売り出すためには洋館を減削する必要があり、その際に思い出の柱は取り除かれることとなったが、その工事を請け負った建築事務所で働く家具職人が柱を利活用しブックケースを制作し娘にプレゼントしたのだった。娘の職業は翻訳家で、密かに娘の仕事を応援していたという母の気持ちも伝わる制作である。

[22] 冬目景（2012）『マホロミ 時空建築幻視譚』小学館

2. 関連研究・事例
Related Research

2.2 オールドプラスチックの利活用

2.2.1 FREITAG

コンセプト画像（左図）と販売されている商品（上図）[23]

FREITAG は 1993 年にスイスに創立したバッグを中心としたブランドである。すべての製品が輸送トラックの幌（ほろ）やシートベルトをリユースして作られていることが特徴である。本ブランドの優れたところは 2 点あると考える。

1 つ目は、新しいプロダクトから元のプロダクトを感じ取ることができる点である。バッグの柄からはトラックのデザインが想起され、その傷からはトラックが走ってきた歴史が感じられる。2 つ目は、材料特性を生かしている点である。トラックの幌はもともと雨風や埃をしのぐためのものであったため、屋外で重い荷物を入れるバックにリユースすることでその撥水性と丈夫さが役に立つ。人の身体に沿って締める役割を担ってきたシートベルトもまた、バックのひも・ベルトの役割に適しているといえる。

[23]FREITAG Website

2. 関連研究・事例
Related Research

2.2.2 Circular Printed Furniture

Circular Printed Furniture の椅子たち [24]

[24]AXIS -「ハイブリッド・クラフト展　ークラフトの新たな未来」展

Circular Printed Furniture は慶應義塾大学ソーシャル・ファブリケーション・ラボのデザイナーである益山詠夢氏によってデザインされた家具のシリーズだ。本シリーズは冷蔵庫から出た廃プラスチックをリサイクル工場から引き取り、3D プリンタを用いて家具に造り変えたものだ。これは本ラボが提示するコンセプト「捨てないためのデザイン」を体現した試みである。「捨てないためのデザイン」とは不要となったプラスチックを回収し、ペレット状に砕き、モノを設計して 3D プリントし、使い、また不要になったらペレットに戻すという循環のことである。

リトラクション（FDM 式 3D プリンタのノズルが造形中に移動する際、フィラメントを巻き戻す形で樹脂が垂れるのを防ぐ機能）ができないというペレット式 3D プリンタの弱点を逆手に取って、一筆書きで全てを造形することでシンプルながらも印象的な形状を実現している。

2. 関連研究・事例
Related Research

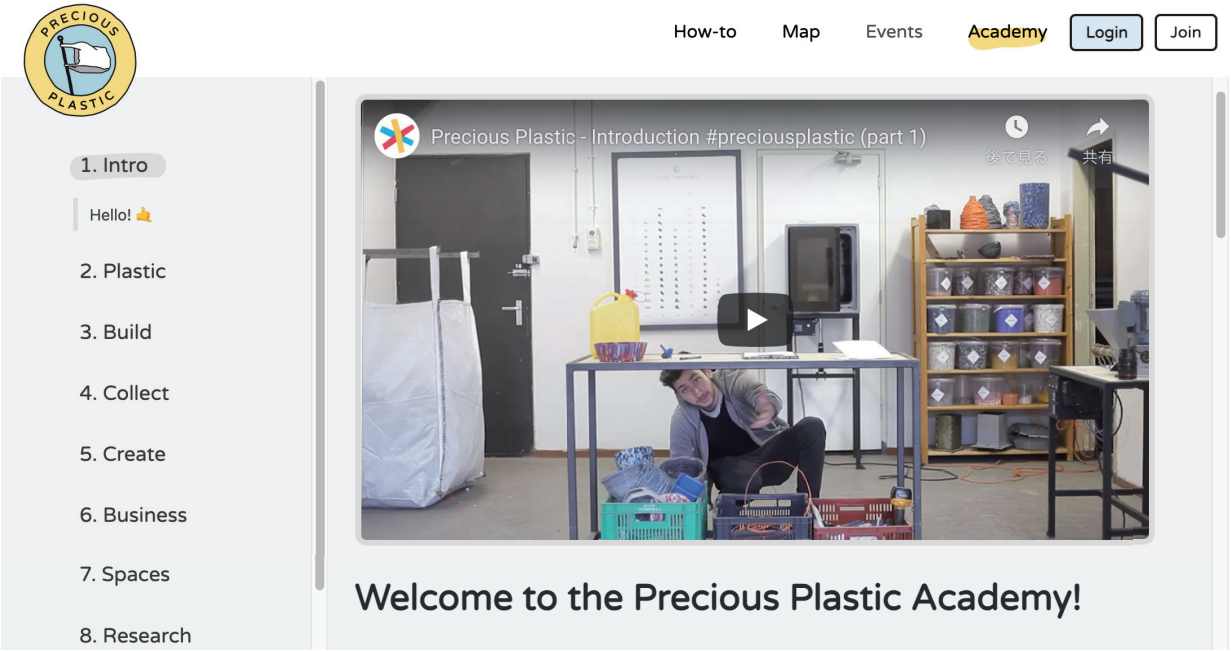
2.2.3 Precious Plastic

Precious Plastic のマシーン（上図）とプロダクト（下図）[25]

Precious Plastic とは 2013 年に Dave Hakkens 氏が始めたプロジェクトである。本プロジェクトはプラスチック製品を分解して材料に戻し、新たなプロダクトを生み出すマシーンの作り方を公開し、そのコミュニティーを世界へと広げている。また、そのマシーンを用い

[25]Precious Plastic Website

て作った製品の販売も行っている。本プロジェクトの優れた点は、丁寧にプラスチック利活用の活動を広げようとする設計である。マシーンの作り方を記したページを見ると、プラスチックとはそもそも何であるかという解説から、マシーンを組み立てるのに必要な材料やコツを、時には動画やイラストを交えて丁寧に解説している。また、自らマシーンを作るのが難しい人には販売も行っている。そして、世界中に広がったリサイクルの活動を再び拾い上げ紹介することで新しく取り組みに参加したい人への間口を広げ、ハードルを徹底的に下げている。



マシーンの作り方を広めるアカデミーページ [26]

日本国内でも、ファブラボ 鎌倉が鎌倉市で発生した廃プラスチックを市内で再び使い変える活動として Precious Plastic の輪に参加するなど活動が広がっている [27]。

[26]Precious Plastic-Academy
[27]Precious Plastic Kamakura Website

2. 関連研究・事例
Related Research

2.3 複数のマテリアルを組み合わせた表現

2.3.1 木とプラスチックを用いた例

2.3.1.1 My Old New Series

2019 年に制作されたテーブルと鏡 [28]

本シリーズは、壊れた木製の家具に対してアクリルを用いてその破損部分を補う形で作られたものである。補修を通してその破損部分を際立たせる美は日本の金継ぎの文化にも通ずるものを感じる。木の華やかな意匠に対し、アクリルで造形された部分のシンプルな形状が木の意匠を一層目立たせ、欠けた箇所への想像力を膨らませる。

[28]Tatiane Freitas -My Old New Series

2.3.1.2 フラットテーブル

フラットテーブルの図 [29]

2 つ目は長坂常 + なかむらしゅうへいによるフラットテーブルである。この作品は、世界のあらゆるデコボコをフラットにするというコンセプトのもの開催された「FLAT PROJECT 展」にて展示されたものである。木材の細やかなでこぼこをレジンで包むことでつるっとした仕上がりの天板を実現し、それは木材でもレジンでもどちらでもない印象を作り出す。本作品以外にも、木に対しレジンで加工を加える手段は頻繁に用いられる。

[29]architecturephoto - 長坂常 + なかむらしゅうへいによる新作フラットテーブル

2. 関連研究・事例
Related Research

2.3.2 3D プリンタを用いた例

2.3.2.1 Arcanum

Arcanum とその施策の図 [30]

本作品を制作した Herpt 氏は、粘土を出力することのできるシリンジ式の 3D プリンタを用いた制作活動を行う作家である。Arcanum（2017）はオランダのデン・ハーグにある Kunst Museum に現代的な磁器の作品の製作を依頼されて生まれたもので、現在は 17 世紀に作られたオランダのデルフト焼き（delftware）の上に重ねて置く形で展示品として完成されている。3D プリンタを用いて歴史ある工芸品を現代的に前進させた例といえる。

[30]Olivier van Herpt-3D Printing with Porcelain

2.3.2.2 Screw It Vase

Screw It Vase の図とそれが実際に花瓶として活用される図 [31]

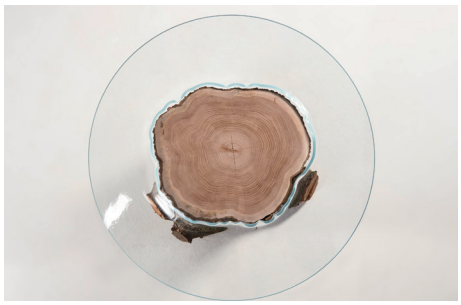
2 つ目は David Graas による Screw It Vase（2017）である。この作品は、3D プリンタ製のコネクタであり、これを用いることでペットボトルを 12 本接続し大きな花瓶のように用いることができるというものだ。ゴミになりがちなペットボトルに新しい役割を与え、新鮮な意匠を実現することで実用的なリユースに繋げている。

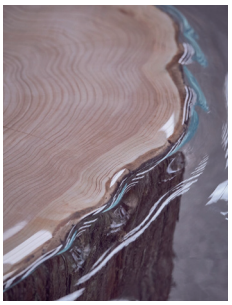
[31]YouFab Creative Awards 2014 Winners -David Graas-Screw It Vase

2. 関連研究・事例
Related Research

2.3.1 その他の例

2.3.3 Slum シリーズ





鋼 [32]、木 [33]、岩 [34] に合わせて制作された Slum シリーズ

Slum シリーズ（2020）は平面のガラス板を変形させることで、土台となるもう 1 つのマテリアルにピッタリと添わせている。反射するガラス面がマテリアルの表面をピッタリと覆うことでマテリアルそのものの特性が際立ち、魅力的な意匠を実現している。

[32]PAUL COCKSEDGE STUDIO -Slump Bubble Table
[33]PAUL COCKSEDGE STUDIO -Slump Log Coffee Table
[34]PAUL COCKSEDGE STUDIO -Slump Rock Coffee Table Collection

2.3.4 wax on block

wax on block が展示された様子 [35]

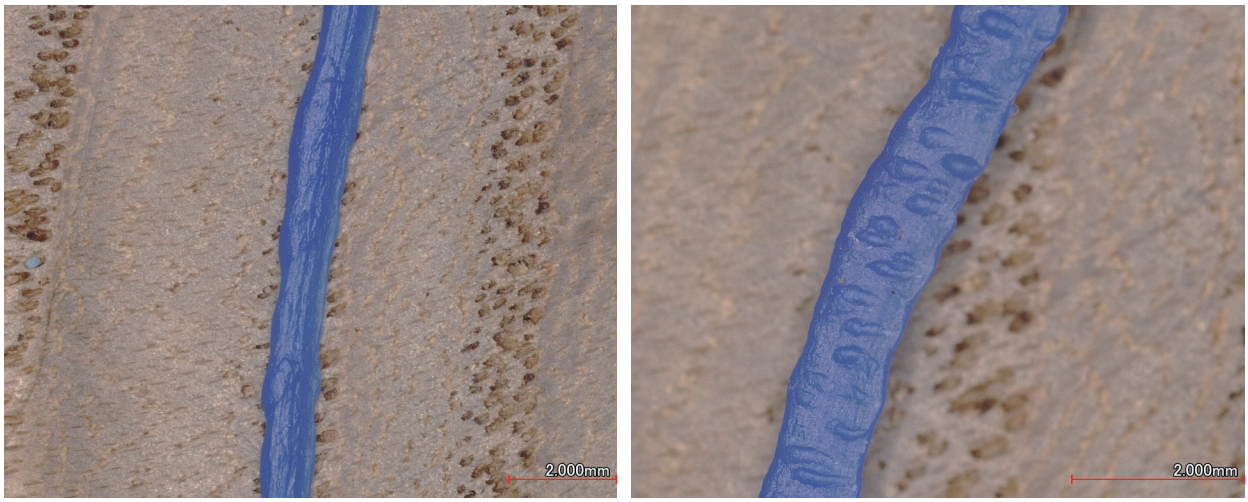
wax on block（2020）は、制作者が拾ってきたコンクリートブロックに対して色とりどりのワックスを組み合わせた作品である。ワックスの自由で色とりどりな表現と、ブロックの欠けや表面の劣化といった個性が融合した個性的な作品である。

[35] 公益財団法人現代芸術振興財団 CAF 賞受賞 2020 - 神農理恵 "wax on block"

3. 方法
Method

3.1 木材の構造と接着の仕組み

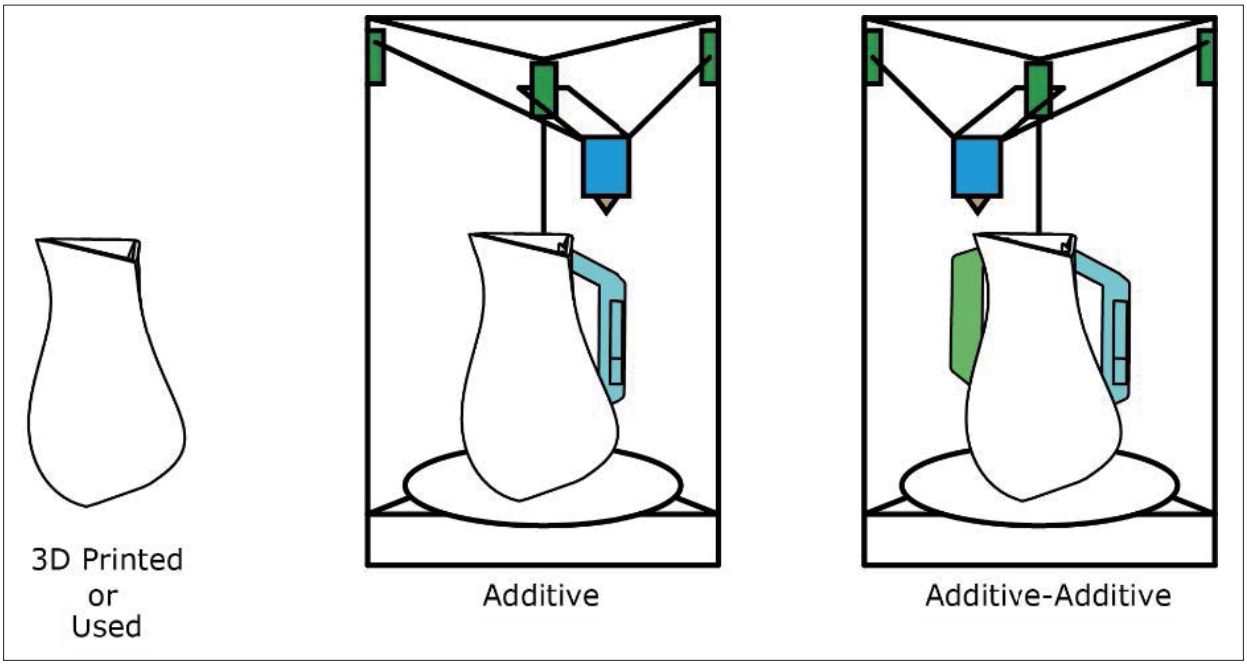
木材に対する AAM は、熱可塑性樹脂が熱され柔らかい状態で木材の表面の凹凸や孔に入り込み、冷えて固まることで接着すると考えられる。



広葉樹の 1 種であるキハダに対して 3D ペンで PLA をプリントした様子（左）と、それを剥がした後の接地面の様子（右）。木の導管の凹凸が張り付いた PLA の表面に盛り上がるかたちで現れていることから、流し込まれた樹脂が導管に入り込み接着していることがわかる。撮影にはキーエンス社のワンショット 3D 形状測定機 VR-3000 を用いた。

3.2 木材に対する AAM の手順

Additive-Additive Manufacturing（以下 AAM）とは、既存品や 3D プリント物に対して追加で付加印刷を可能にする技術を指す [19]。本研究では木材に対する AAM に限定しその手法に関して記述する。



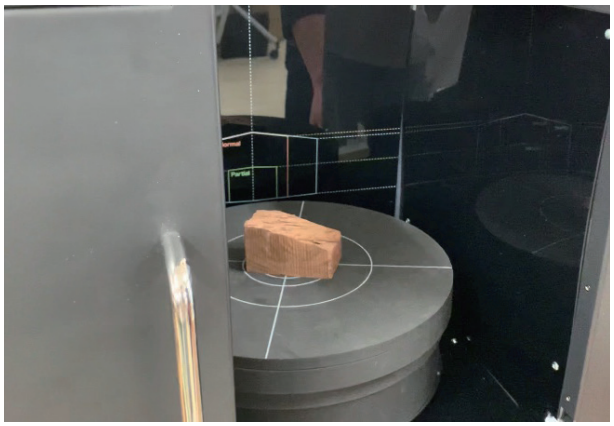
AAM の概念説明図 [19]

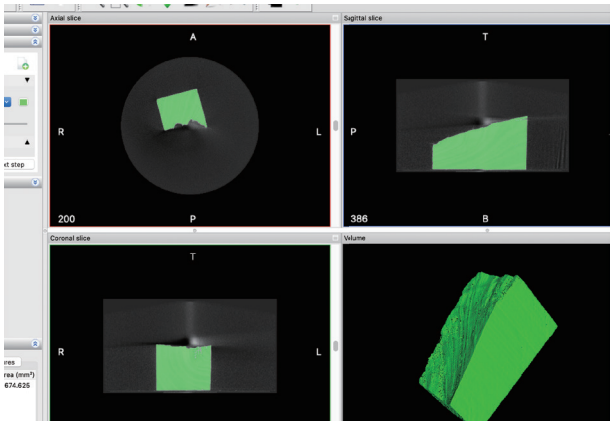
3.2.1 スキャン

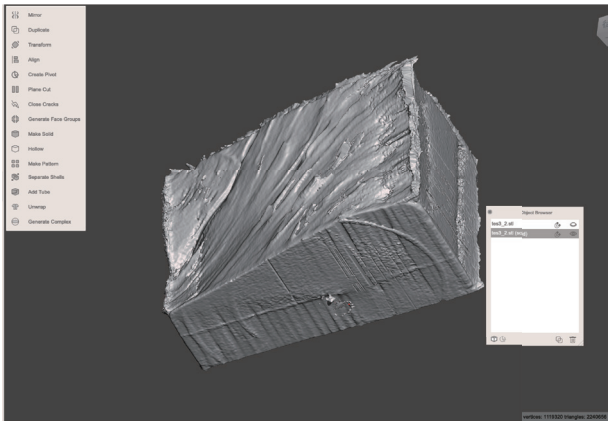
まずは、AAM をする木材の形状をとらえるために CT スキャンを行う（次頁左上図）。
次にスキャンしたデータを調整する。CT 画像編集ソフト "InVesalius" を用いて木片データの境界線を細かく調整する（次頁右上図）。
もし、スキャンデータにゴミがある場合は、追加で 3D メッシュ編集ソフトで取り除く。
本研究では "MeshLab" を用いる（次頁左下図）。

[19] 脇本 智正（2019）「3D プリンタを用いたコミュニケーションロボットの外見変化手法 〜 Additive-Additive-Manufacturing の実装を通じて〜」

3. 方法
Method







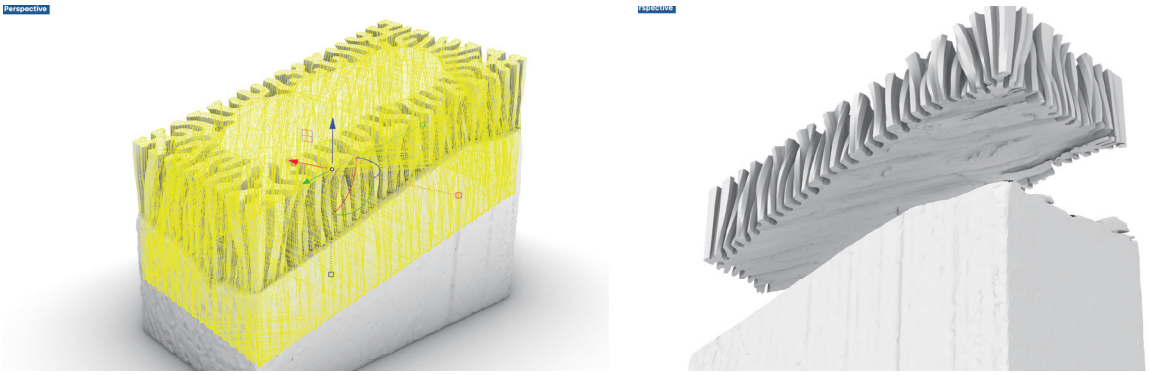
3.2.2 3D データ準備

上記で用意したスキャンデータを CAD ソフトにインポートし、上にプリントするモデルをモデリングする。本研究では "Rhinoceros" を用いていく。

上に乗せるモデルを木片の表面に添わせた形に変形するのには以下の 2 つの方法がある。1 つ目は AAM スクリプトを使用する方法だ。本スクリプトは上に乗せるモデルと下の既存物のモデルを用意することで上のモデルの形状を減算し、gcode まで生成するといったものである。本スクリプトは脇本（2019）で提案されたもので、詳細に関しては割愛する。

従来のスライシングと AAM スクリプトを用いた場合の違い [19]

2 つ目は CAD ソフト内の減算コマンド（Rhinocecros では Boolean Difference）を用いる方法だ。上に 3D プリントしたいモデルから下の木片の 3D データを減算し、上に乗せるモデルを生成するといったものだ。1 つ目の AAM スクリプトを用いることで一般的なスライサーでは実現できない曲面動作が可能となり、かつ CAM・CAE 機能をまとめることができ簡単である。しかしながら、メッシュ数の多いモデルに関しては使用が困難であるため、上に乗せるモデルに合わせて方法を選択するのが適切であるといえる。ここでは、2 つ目の方法で手順を説明する。



変形前のモデル（左図）と、変形後のモデル（右図）。
モデルの接地面が木片の凹凸に沿って変形していることがわかる。

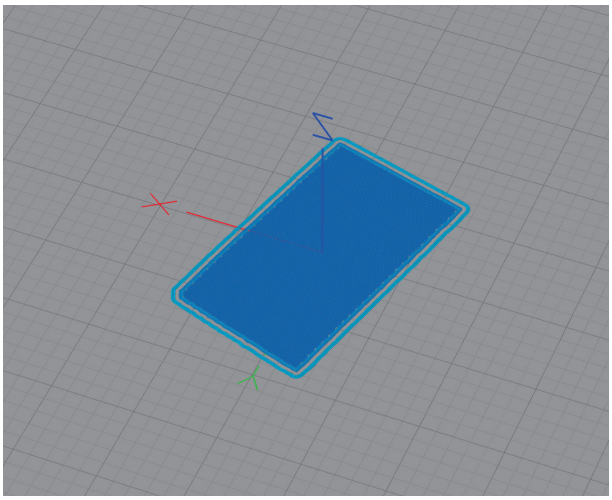
3. 方法
Method

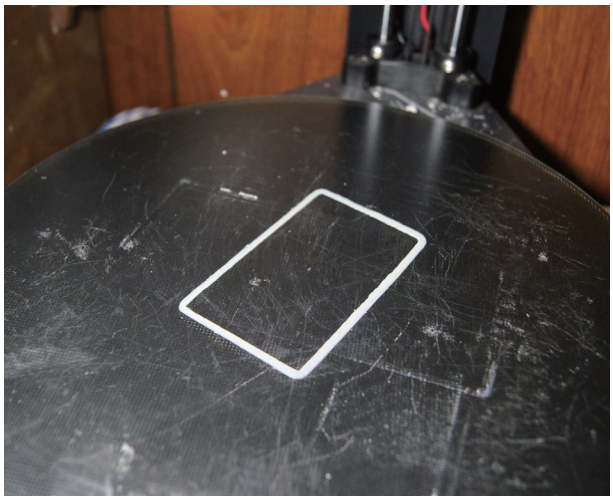
3.2.3 3D プリント

FDM 方式の 3D プリンタには複数の種類が存在する。中でも AAM にはデルタ型の 3D プリンタの使用が適切であるといえる。理由は、ノズル付近に駆動機構がついていることが稀であることと、構造上ノズルを 3 次元的に移動させることができることだ。ただし、4.3 章の習作で紹介するような、平面の既存物に対する平面の AAM であればどの FDM 方式の 3D プリンタでも可能である。
本研究ではデルタ型 3D プリンタ "FLSUN-QQ-S 2019" を用いる。

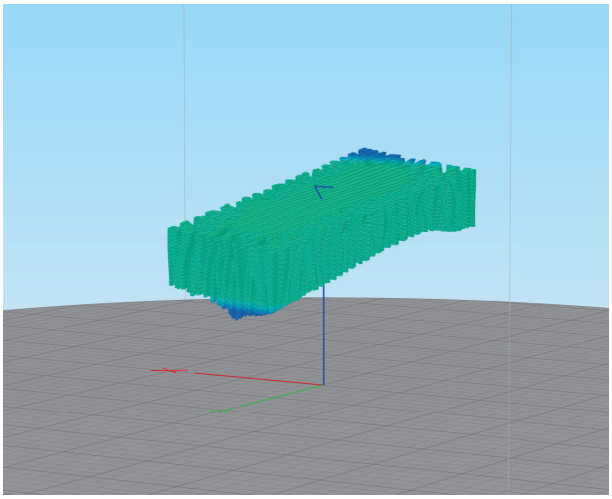
筆者が用いた 3D プリンタ

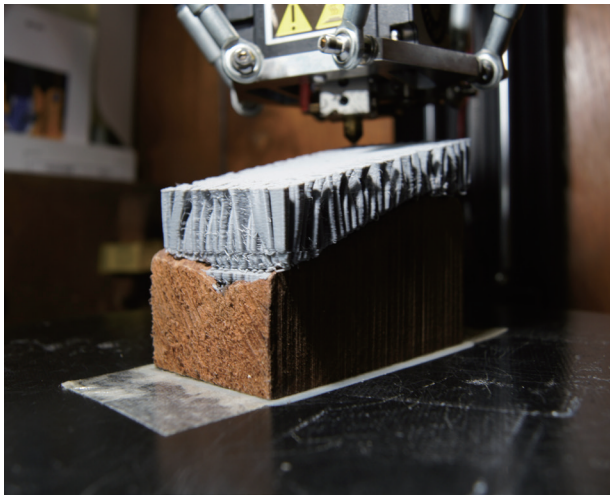
続いて実際のプリントの手順を記す。
はじめに、木片を正しい位置に固定するために木片のスカートデータをプリントする。3D プリントでいうスカートは、モデルの周りを囲う予備プリントのことだ。3D モデルとスカートの距離を 1mm に設定し、1 層目のみプリントし木片の位置決めの目印に使う。
本研究ではスライサーに "Simplify3D" を用いる。
スカートを 3D プリントした後、上から両面テープを貼り、木片を固定させる。





スカートデータを作成する様子（左図）と、実際に 3D プリントした様子（右図）





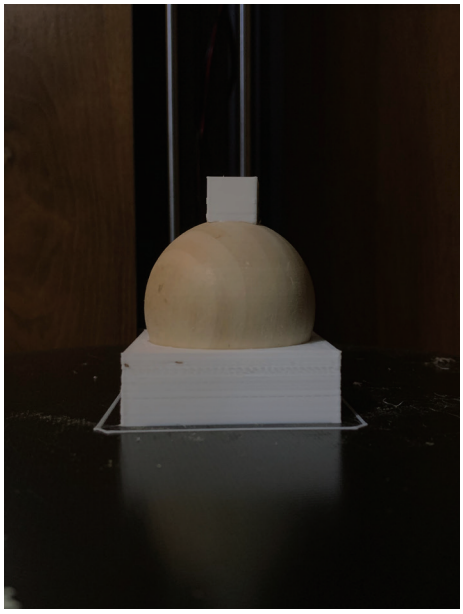
木を固定後、上に乗せる 3D データをプリントする。

上に乗せるデータをスライスした様子（左図）と、実際に 3D プリントした様子（右図）

3. 方法
Method

3.2.4 治具が必要な場合

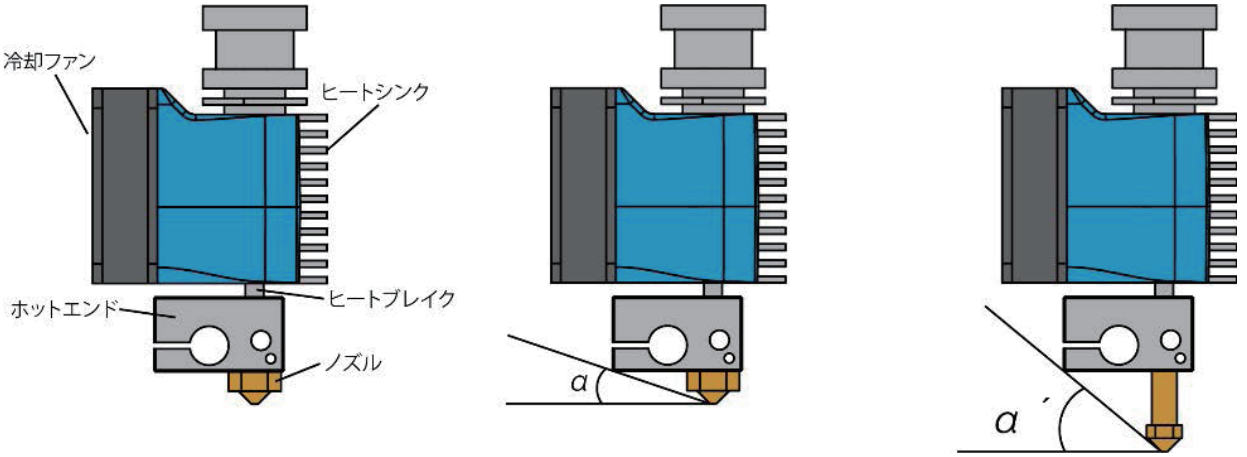
上記で用いた木っ端は底面が平らなため 3D プリンタのビルドプレートに直接固定できるが、底面が曲面の場合は治具を用いることが求められる。治具のデータは、底面が平らになるモデルから木っ端を差し引いて作成する。

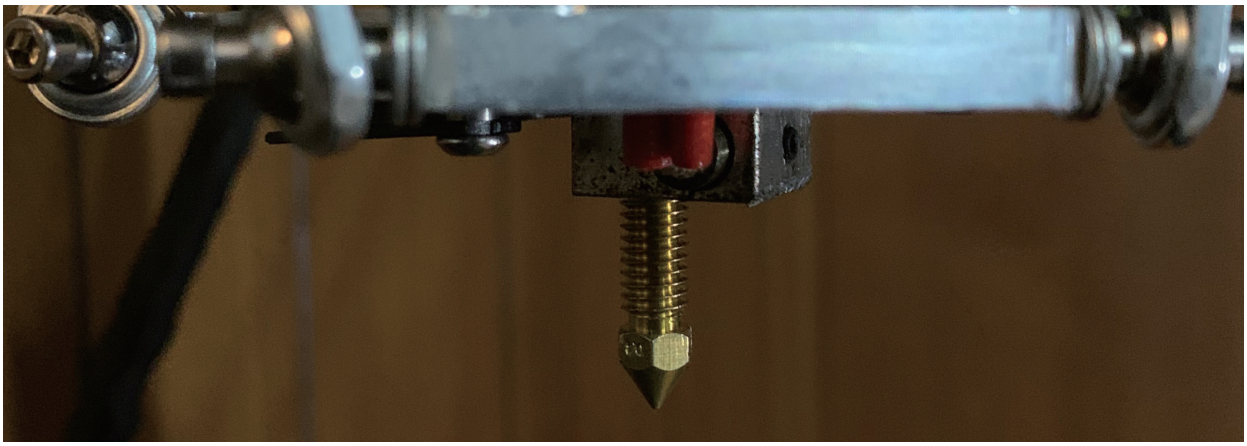


治具を用いて 3D プリントする様子（左図）と、実際に出来上がったモデル（右図）

3.2.5 ノズルの変更

3.2.3 3D プリント編でも記述の通り、AAM を行う際にはノズル付近に障害物がないことが重要である。デルタ型 3D プリンタは FDM 方式のなかでノズル付近の障害物が最も少ないが、急な角度を 3D プリントする際はホットエンドが障害となり十分でない場合もある。その場合は長いノズルを使用することで下図の角度 α を広げ解決を図った。



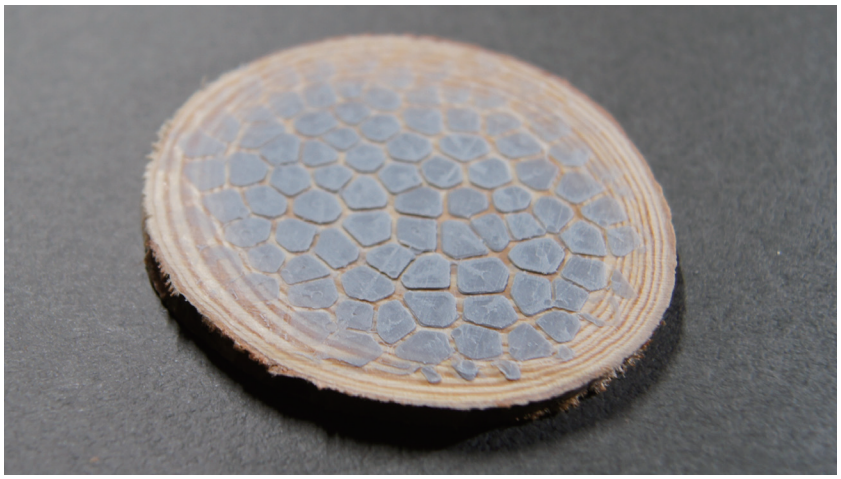


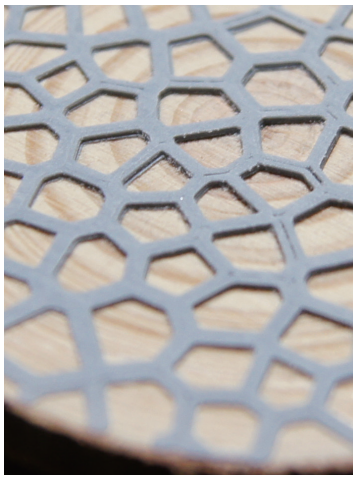
脇本（2019）による図 [19] と、実際に AAM に用いたノズル

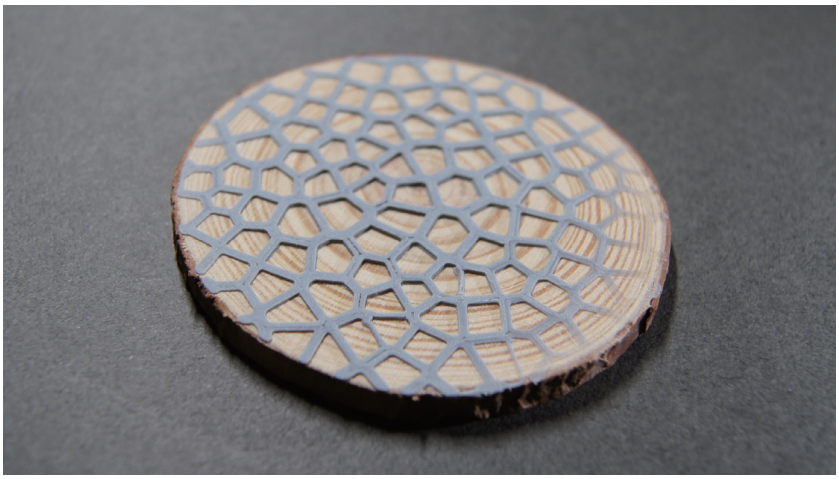
[19] 脇本 智正（2019）「3D プリンタを用いたコミュニケーションロボットの外見変化手法 ～ Additive-Additive-Manufacturing の実装を通じて～」

3. 方法
Method

3.3 習作







平面の木材に対してシボ加工のような模様を PLA でプリントした様子。
本来革製品に行う加工を木材に施すことで、木材が持ち得ないテクスチャを付与することができた。

平面の木材の年輪の形状をトレースし、筒状に PLA でプリントしたもの。
年輪がもつ自然な曲線が際立つ形状にした。

3. 方法
Method

複雑な形状をもつブラックウォルナットの木っ端に対し PET-G にて直方体をプリントした様子。CT スキャンを行うことで複雑な局面にもプリントが可能になった。

4. 性能評価
Performance Evaluation

本研究の性能評価は、木材と 3D プリントとの接着強度の評価実験によって行う。

実験に用いた試験片の写真

4.1 実験内容

実験では複数の木板に対してフック形状のモデルを Additve-Additve Manufacturing を用いて 3D プリントし、その後壁に固定し鞄をぶら下げ耐荷重を測定する。用いるのは、ベニヤ合板・ベイマツ・ブラックウォルナット・バルサ・ケヤキ・タモの 6 種の木材で、それぞれに対し 2.85kg（スーツケース本体の荷重）・5kg・10kg・15kg と 1 分間静止荷重をかけその結果を記録する。

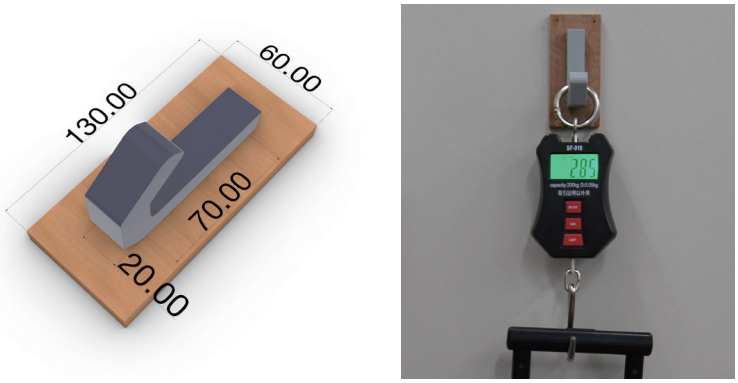
4. 性能評価
Performance Evaluation

4.2 実験の目的と仮説

本実験の目的は 2 つある。1 つ目は Additve-Additve Manufacturing を接着方法として評価することである。現在販売されている接着剤やシールを用いた接着型のフックのなかでも強力を謳う商品の最大荷重が 15kg であることから、本実験の最大荷重を 15kg と設定した。2 つ目は木材間の接着効果の差異を記録することである。仮説は、広葉樹にみられる木材の表面に現われる導管の凹凸が樹脂の密着性に寄与し接着強度を向上させると立てて実験を実施した。

4.3 実験環境

試験は以下のモデルで行う。幅 60mm・奥行き 130mm・高さ 10mm の板に対し、フック状の 3D モデルをプリントする。モデルはオンライン 3D モデル共有サービスである Thingiverse 上のものを改良したものを用いる [36]。接地面は幅 20mm・奥行き 70mm の長方形で接地面積は 1400 ㎟ある。計測にはデジタル吊りはかり（精度± 0.05kg）を用いる [37]。荷重にはスーツケースを用い、ペットボトルを用いることで荷重を調整している。



実験に用いる試験片の図（左図）と実験の様子（右図）

[36]WALL HOOK by Espai Social de Fabricacio
[37] モノタロウ - デジタル吊りはかり

4.4 実験結果

	2.85kg	5kg	10kg	15kg
ベニヤ合板	○	○	○	×
ベイマツ	○	○	×	実施なし
ブラック ウォルナット	○	○	○	○
バルサ	○	○	○	○
ケヤキ	○	○	○	○
タモ	○	○	○	○

上が実験結果を示す表である。1 分間荷重を支えた場合○、木とフックに離間が見られた場合は×とする。
なお、表の荷重は吊りはかりにかかっている荷重であり、吊りはかり自体の重量を加味するとそれぞれプラス 475g の耐荷重があることが示される。

4. 性能評価
Performance Evaluation

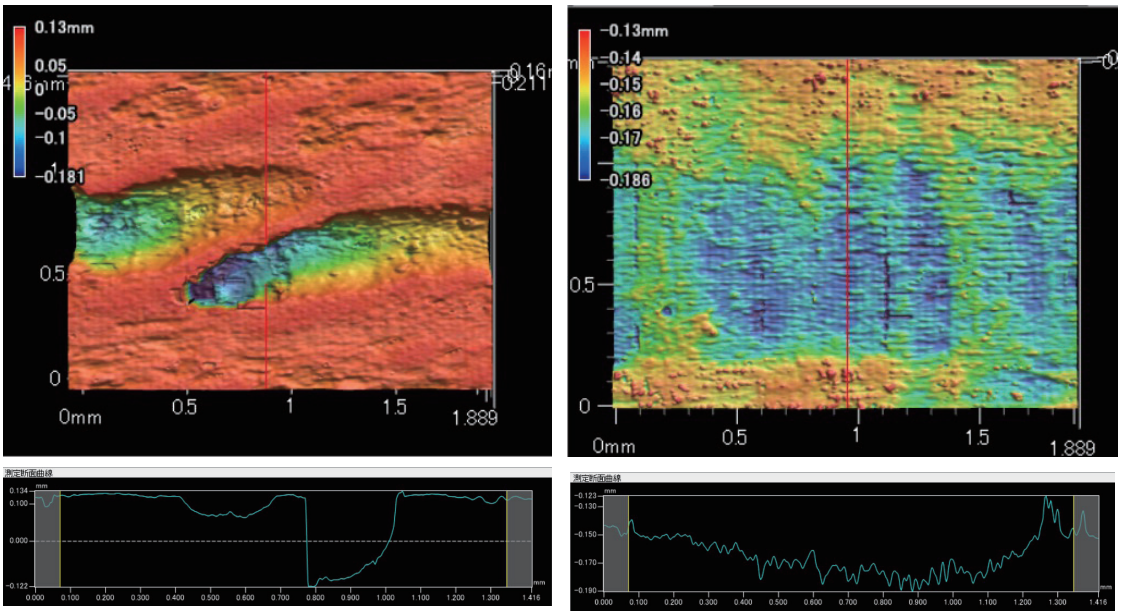
離間したフックの様子。左よりベニヤ・ベイマツに用いたもの。

4.5 考察

すべての木材において 5kg の耐荷重が認められ、接着方法として一定程度の信頼が認められるといえる。なお、本実験にて認められた耐荷重以上の強度を所望する場合は接着表面積を増やすことで実現が可能である。例えば、本実験で 10kg までのぶら下げ静止耐荷重が認められたベニヤ合板に対し 50kg の静止荷重を要求する場合、表面積を 14000 ㎟以上にすると理論上は要件をクリアすることができる。

また、木材によって差が出たことから木材に対し Additve-Additve Manufacturing を行う際に木材の選定が有用であることも考えられる。仮説の通り、広葉樹の全てにおいて 15kg の耐荷重が認められたことから、表面の凹凸が接着力を強めていることも考えうる。木材そのものの特性以上に接着強度を引き出すには表面の目荒しによって摩擦係数をあげることが考えられる。木材によっては加工の時点て表面をなめらかに整えて売り出している場合も多く、ヤスリがけなどの手立てで表面に凹凸をつくることは有効であろう。

ただし、木材ごとの個別性や木板の保管状況を辿ることは困難であり、木材に求められる精度と 3D プリントに求められるそれには開きがある性質上、用いる木板による耐荷重の差は逃れられないものである。



実験に用いたケヤキ (左) とベイマツ (右) の粗さを測定した図。ケヤキの凹凸が大きく深いのがわかる。

フックは実験後も設置を続け、研究室のメンバーに実際に活用してもらった。

4. 性能評価
Performance Evaluation

ベニヤでの実験の様子

ベイマツでの実験の様子

ブラックウォルナットでの実験の様子

バルサでの実験の様子

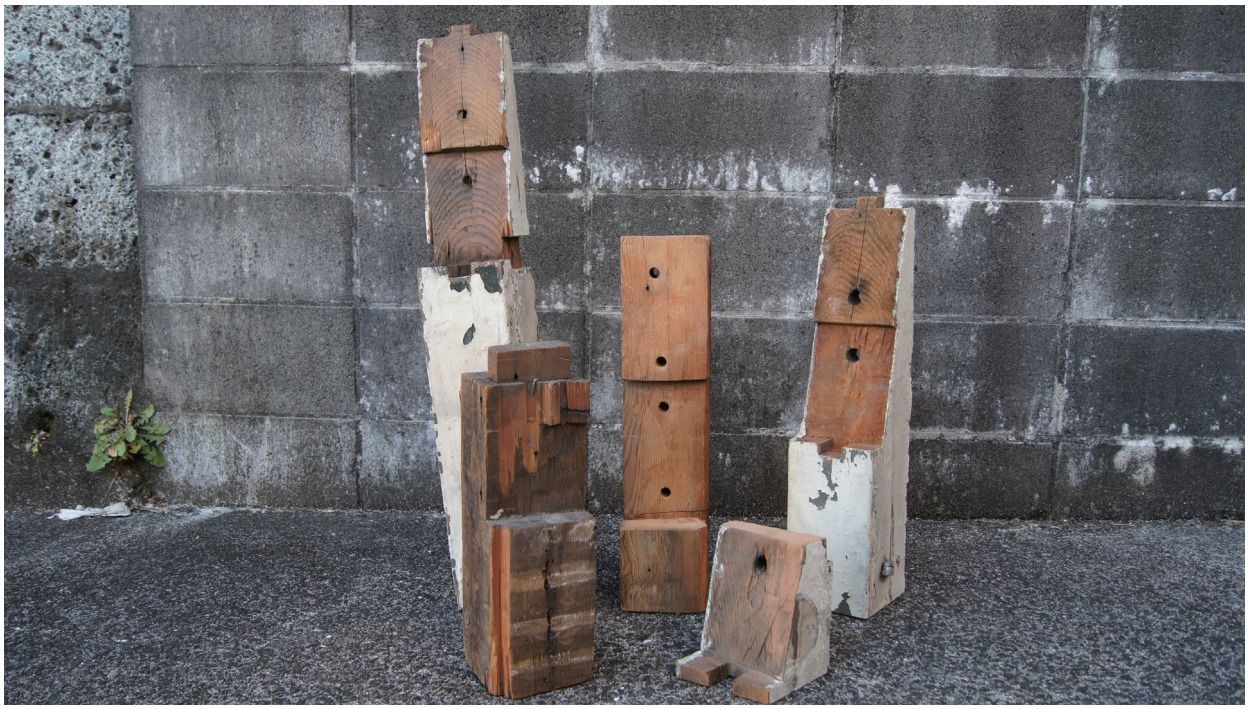
ケヤキでの実験の様子

タモでの実験の様子

5. 制作
Creation

5.1 制作の意図・企画

本制作では旧国立駅舎に用いられた古材に対して 3D プリンタ・3D ペンを用いて樹脂の意匠を施し、その複合表現を探る。木材とプラスチック、それぞれの材料の特性とストーリが組み合わさった彫刻的表現とそれに機能性を付与した照明を提案する。
なお、本来の意図であれば木だけでなくプラスチックも使用済みのオールドプラスチックを用いるはずであった。しかしながらプラスチック製品を分解し、3D プリンタ・3D ペンに用いることのできるフィラメントに加工すことは技術的にも難しく、実現の時間が許されなかった。そのため、本研究ではオールドプラスチックの定義とリサーチ（第 1 章参照）に留め、実際の制作には既製品のフィラメントを用いることとする。



国立市より譲り受けた木材

5.2 旧国立駅舎について

旧国立駅舎とは、大正 15（1926）年に創建され、以後 80 年国立市のシンボルとして多くの人に利用された駅舎である。平成 18（2006）年に JR 中央線の立体高架化工事に伴い解体され、駅舎としての役割を終えたものの、解体を惜しむ多くの声や寄附を受け、平成 30（2018）年に再築工事を開始し、令和 2（2020）年 4 月に再建され再び国立の駅前に「まちの魅力発信拠点」としてオープンした [38]。

再建される際に元の木材を使うも、全体の 3 割にあたる木材は経年劣化により再利用の強度に耐えうるものではないと判断され使用されず、倉庫で保存された状況であった。一部は旧国立駅舎の中央に置かれた円形のベンチに使われるも、残りの多くの木材は用途がない状態であった。そこで国立市はこの古材を有効活用する提案を募集する企画を打ち立て [39]、本制作はその企画に採択されて古材提供を受けたものである。

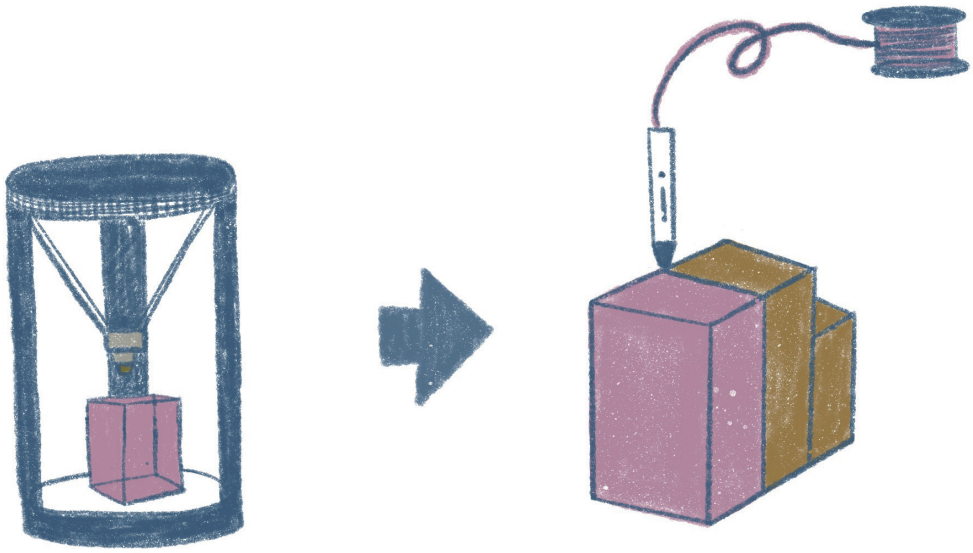
国立市ホームページ [40] より、解体前の国立駅舎（左図）と現在の旧駅舎（右図）

[38] 国立市旧国立駅舎特設ページ
[39] 国立市役所 - 旧国立駅舎古材を有効活用する提案を募集します（受付終了）
[40] 国立市ホームページ

5. 制作
Creation

5.3 手法

3 章では木材を直接 3D プリンタのビルドプレートに固定することで造形を実現した。しかしながら、本研究で用いる古材が一般的な 3D プリンタのサイズを大きく上回る。そのため、以下の方法で簡易的な Additve-Additve Manufacturing を実施することとする。
まず、木と組み合わせるモデルをそのまま 3D プリントする。その後モデルを木にあてがい、接地する面を 3D ペンで埋めることで木と接着させる。本研究では 3D ペン”MYNT3D 3DP PRO”を用いる。

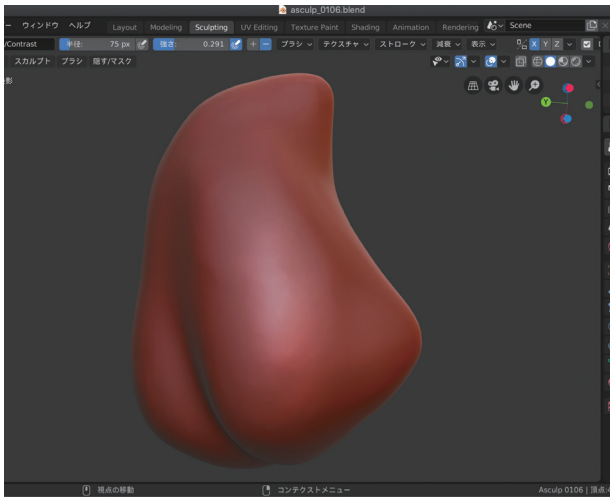


接地面を 3D ペンで補完することで接合する手法

古材には長年の汚れが付着しているだけでなく、塗装が触るだけでボロボロと取れる箇所もあった。そこで、全体にヤスリをかけることで汚れと取れかけの塗装を落とし、塗装のなされていない無垢の面にはクルミ油を塗り込み、木の味わいを引き出した。

手入れ前の木材の様子。汚れと塗装の割れが気になる。

3D モデル制作には 3DCG ソフト”Blender”を用いた。筆者はハンドスカルプチャの経験があり、Blender のスカルプトモードを用いることでより直感的に有機的形状を制作できると考えたためである。



（左図）筆者が研究外で制作した彫刻。素材はバルサ材で、ナイフで削って制作

（右図）3DCG ソフト Blender のスカルプトモード

5. 制作
Creation

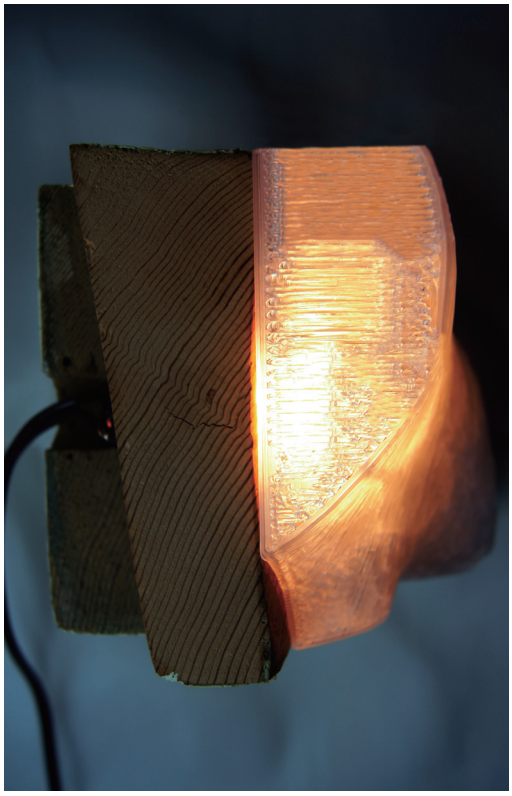
5.4 制作物 1

本制作は、仕口の表面に対して有機的な 3D 形状を 3D プリンタで付与した彫刻的表現である。長い歴史をもつこの仕口は、木のぬくもりが感じられる一方、形状はきわめて直線的で無機質に感じられる。一方の 3D プリントは、素材にあたたかみを感じづらいが曲面的表現によってやわらかな印象を作り出すことができる。
本作品ではそんな相反する 2 つの材料が補完し合い、特性が際立つ表現を目指した。3D プリントの曲面から仕口の直線的な形状が覗くことで、よりその無骨さが際立って浮かび上がる。3D プリントにはポリ乳酸（PLA）を用いた。

5. 制作
Creation

5.5 制作物 2

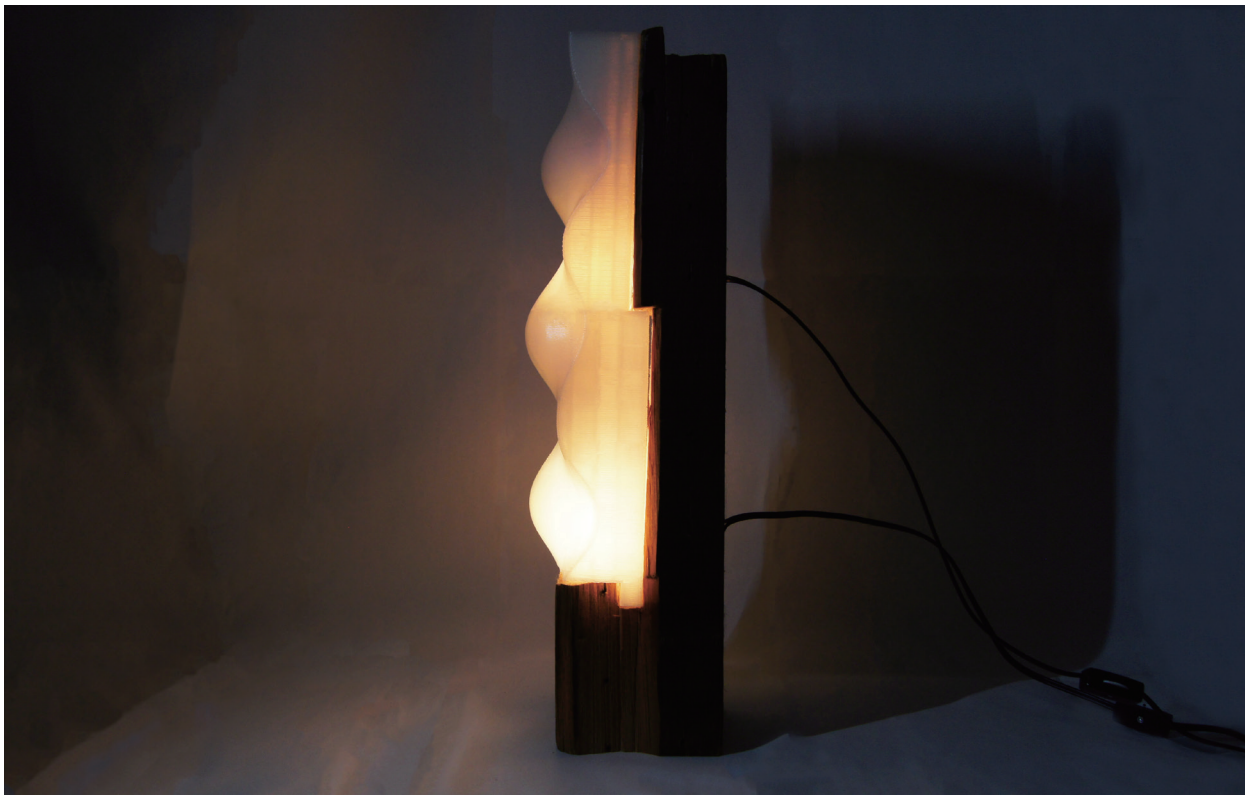
5. 制作
Creation

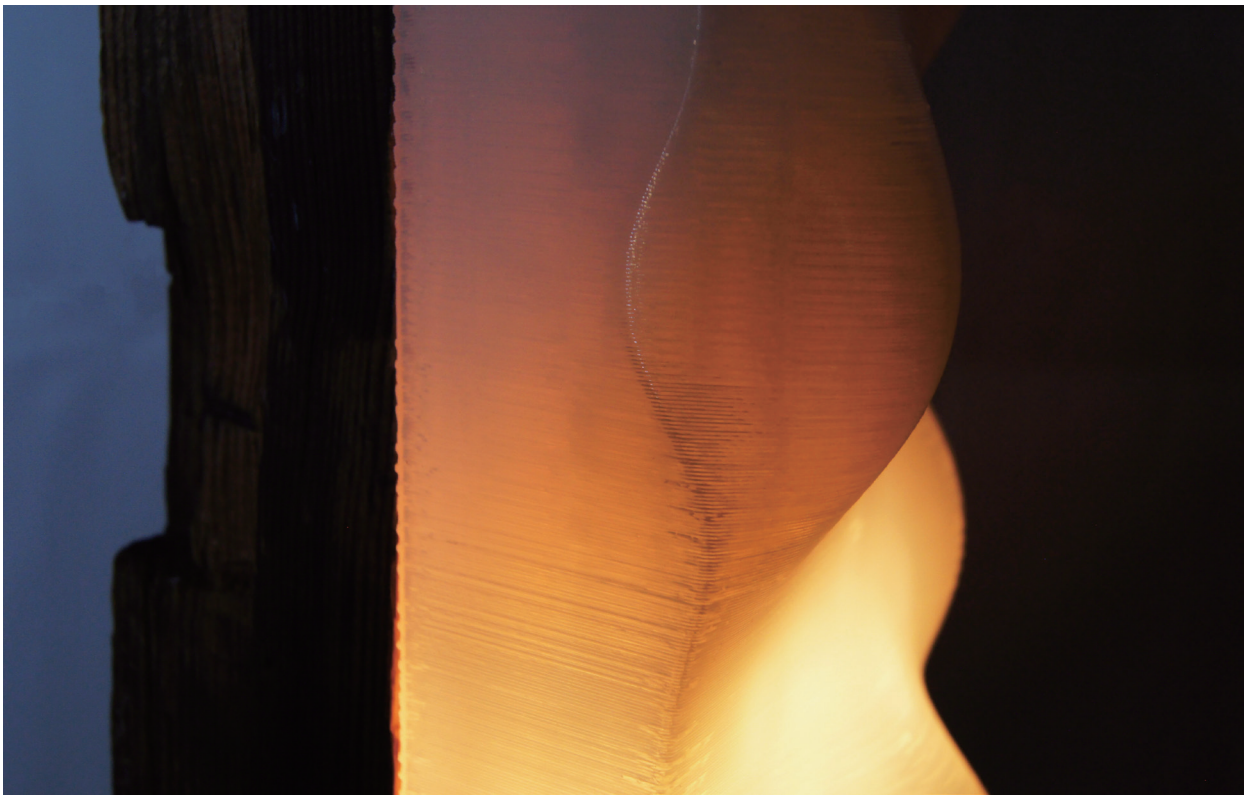


本制作は照明の役割を果たす。
元々は仕口の栓をはめる役割を果たした穴に小型電球をはめ込むことで、仕口本来の形に新たな役割を与えている。また、透明感のあるポリエチレンテレフタレート（PET）を用いた 3D プリントがランプシェードの役割を果たし、電球の光を和らげ拡散している。仕口の直線的な形状が際立つよう、3D モデルは仕口のエッジに合わせてカットするようにモデリングした。

5.6 制作物 3

5. 制作
Creation





5. 制作
Creation

制作物 2 同様に照明を制作した。古材が仕口であることから、国立駅舎に用いられたときには相方となるもう一つの仕口が存在したはずである。そのもう一つの仕口に 3D モデルを近づけつつも、表面には曲面的な表現を与えることでプラスチックにしか出せない存在感を狙った。また、単体ではやや安っぽく見えるプラスチックの艶が、全く異なる材料である木と組み合わさることで新鮮に映る。材料は制作物 2 同様 PET を用いたが、半透明の艶が出るフィラメントを選んだ。

5.7 その他試み

上記の制作に至るまでに 3D ペンを用いた形状検討も行った。しかしながら 3D ペンでの造形では 3D プリンタでのそれと異なりボリューム感が出ず、木材とプラスチックの割合に差が出てしまったため、上記の方法へ変更した。ここでは、記録として 3D ペンを用いた形状検討も記すこととする。

・劣化の跡を際立たせる

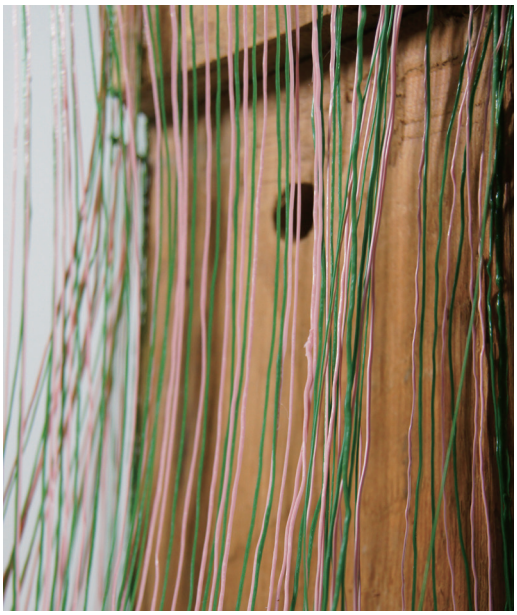
仕口の無垢の面には多くの傷が目立つ。傷に対して 3D ペンで透明感なリエチレンテレフタレート（PET）を付与し、あえてその時間の経過が際立つよう試みた。

5. 制作
Creation

・仕口に新しい相方を

今はバラバラとなって手元にやってきた仕口であるが、本来は相方となる 1 つ以上の仕口と組み合わさることで役割を果たしてきた。そこで、元々そこにあったもう 1 つの木の形を感じられるように 3D ペンで造形した。用いたのはポリ乳酸樹脂（PLA）である。

右のモデルには桜と新緑の色のフィラメントを用いている。これは、駅舎のあった国立市が四季のはっきりとした街であったことに由来する。春には桜が、夏には新緑が楽しめる多くの樹木が並ぶ大学通りをまっすぐ見通すことのできる位置に駅舎があったことから、長い年月駅舎が見てきた景色を仕口に還元する目的であった。



6. 考察
Discussion

本章では改めて本研究テーマに関する考察を述べる。

1. 木によって見えてくるプラスチックの役割

背景で論じたように、プラスチックは木材と比較した際に長きに渡り愛される材料とはいえない特性を持つ。しかしながら、単体で用いるのではなく木材と複合させることによってその役割が見える。2 つ目の制作であった照明は、重量がありで土台としての役割をもつ木材に、透明感を出すことのできるプラスチック性のシェードを加えることで成立した。オールドプラスチックはその性質上、再び利用する際に表層の経年変化を失うが、その分自由な造形が可能であることから、今回のような古材に寄り添う造形も可能となったのである。

プラスチックと木材の持つ特徴の違いを一部記した図。2 つ目の制作では、特に黄色い丸の付いた特徴の違いが活きたといえる。

2. 再利用の必要性の違い

木材とプラスチックには多くの違いがある。再利用にフォーカスを当てると、その大きな違いはその必要性にあるといえる。無論木材にも再利用化は必要である。しかしながら、こと材料性に立ち返ると木材は究極的には自然に還る材料である。他方のプラスチックは同様にはいかず、自然環境にあたえる影響は大きい。また、木材と比較したときにプラスチック材はその再利用の価値がまだ認められておらず、今後より力を入れて再利用に取り組む必要があると考えられる。

古材にオールドプラスチックを合わせて再利用することは、既に古いことの価値を認められた木材の力をある種借りることで、これから古いことの価値を認めていかなければならないプラスチックを利活用する方法であるといえる。

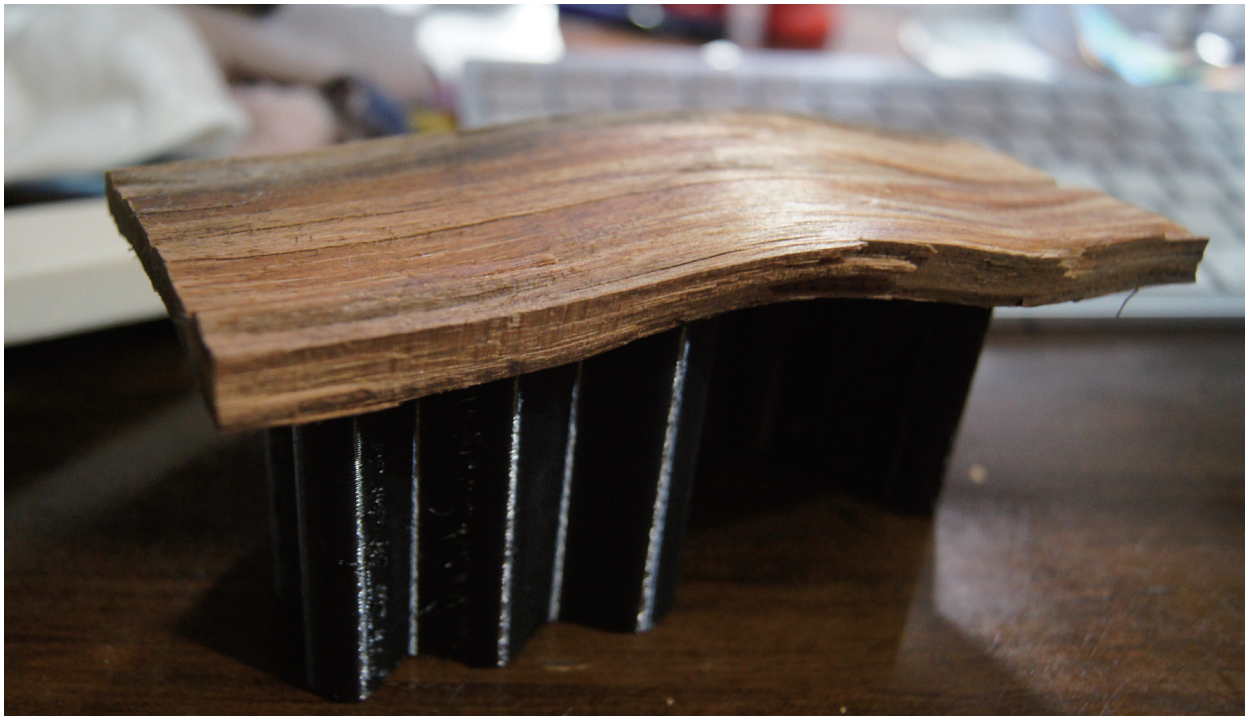
3. 他の複合との違い

今回の制作で行ったような、材料の特性を補い合うような商品もすでに発売されている。それは人工木材である。人工木材は、木材が重たいことや個別性が強いこと、価格が高いことから、それを補うプラスチック材で作られた木材の「ような」材料のことである。1つのプロダクトに木材性とプラスチック性の両方が含まれているといえる。 人工木材と本制作の違いは、本制作は 2 つの材料をそれぞれの材料のまま複合することで、複合後も材料それぞれが異なる経年変化を辿り続ける点だ。人工木材は木材のような表層であるが、木材の意匠を借りてきただけであり、そこに木のもつ特有の経年劣化は表れない。また、生い立ちが代替品であることから、長きに渡り丁寧に扱われることを想定していないこともまた異なる点であろう。

6. 考察
Discussion

4. 今後の展望

今回提示したのは照明であったが､他のアウトプットにも応用できる手法であると考える。制作した照明においてプラスチックがランプシェード、木材が土台の役割を果たしていたように、それぞれの材料の特性にあった役割を持つ複合が期待される。近いところでいうとテーブルなどの家具が実現できるだろう。



木っ端を用いて簡易的なテーブルの模型を制作した。足は TPU(熱可塑性ポリウレタン) で 3D プリントした。

そのアウトプットはプロダクトとは限らない。1.1.1.2 オールドプラスチックのストーリーにて紹介した採集コンテナの例のように、本来想定されていない用途でモノが長期間使われたり、思わぬ工夫によって工作が施され使われている例は多く確認されている。3D プリンタ・3D ペンの広がりにより、個人が行うことのできるプラスチック加工の幅が広がったことでこういった生活の知恵としてのハイブリットリユースも今後期待できると考える。

徳島県神山町で見られた、住民個人がつくった小さな橋 [41]

対談のなかで、石川氏は以下のように話す。

「こういう手づくりの小さな橋の工作が興味深いのです。自然石の上にモルタルで仕上げている橋や、鉄板の上にモルタルでステップをつくった橋。施設を設計する立場に立つと、素材の意味を考えてしまうのでこういう工作はできない。でも、材料についてのリテラシーは高くて、現場に臨床的 FAB 能力がある、そういう状況だと、素材の意味などが乗り越えられて、こういうハイブリッドなものが生まれてくるんだと思います。」

[41] 刊行記念対談:石川初『思考としてのランドスケープ 地上学への誘い――歩くこと、見つけること、育てること』石川初（ランドスケープアーキテクト）＋大山顕（フォトグラファー／ライター）

参考文献・出典
References

[1]The British Museum Collection -507017001

https://www.britishmuseum.org/collection/object/G_1924-1115-1

[2]「柳宗理デザイン 美との対話」展 -《バタフライスツール　初期型》
天童木工 1956 年 柳工業デザイン研究会蔵

https://www.premium-j.jp/events/20200123_7149/

[3] 伊豆高原 象牙と石の彫刻美術館 ジェエルピア - 天神戦

http://jewelpia.com/

[4] 鈴木盛久工房 - 霰紋玉鉄瓶

http://www.suzukimorihisa.com/works_tetsubin02.html

[5]VITRA -Panton Chair（Verver Panton）

https://www.vitra.com/en-jp/living/product/details/panton-chair-special#

[6] 東京都庭園美術館 - 花瓶《オラン》ルネ・ラリック

https://www.teien-art-museum.ne.jp/collection/kougei/2002-0329-01/

[7] 大石不 2 夫（1997）『図解　プラスチックのはなし』日本実業出版社

[8] 日本化学工業協会 - 化学はじめて物語　化学製品 PL 相談センター活動報告書
「アクティビティノート」連載シリーズ②

http://www.nikkakyo.org/upload/plcenter/349_371.pdf

[9]ReBuilding Center Japan Website

https://rebuildingcenterjp/

[10] 信和プラスチック株式会社 - プラスチックの廃材料からリサイクル原料へ

http://www.shinwa-plastic.co.jp/recycle.html

[11] 慶應義塾大学大学院政策･メディア研究科「モバイルメソッド」プロジェクト（2019）
『モバイル・メソッド 4』採集コンテナが留まるとき（稲田玲奈）

[12] マルク・レビンソン（2007）『コンテナ物語』日経 BP 社

[13]Twitter-A マッソの両 A 面
https://twitter.com/amassoaa/
[14] 南丹市情報センター - 新型コロナウイルス感染症 飛散防止
市役所窓口に透明シート設置
http://nantantv.or.jp/?p=13077
[15] 清野新 1（2002）「建物の解体・新築でどれだけ廃木材が発生するのか」『林産試だより』2002 年 8 月号 p.1-3　地方独立行政法人北海道立総合研究機構森林研究本部
http://www.hro.or.jp/list/forest/research/fpri/dayori/0201/0208-1.pdf
[16] 平成３０年度建設副産物実態調査結果（確定値）参考資料 - 国土交通省
https://www.mlit.go.jp/sogoseisaku/region/recycle/d11pdf/fukusanbutsu/jittaichousa/
H30sensuskekka_sankou2.pdf
[17] 三村 佳織 , 原 忠 , 加藤 英雄 , 野口 昌宏 , 平田 晃久 , 本田 賢児 , 松橋 利明（2017）「建設発生木材の地中利用への再利用と判別法の提案」『木材学会誌』Vol. 63, No. 5, p. 214 － 222
[18] 木くずの現状について - 環境省
https://www.env.go.jp/council/former2013/03haiki/y0312-01/mat03.pdf
[19] 脇本 智正（2019）「3D プリンタを用いたコミュニケーションロボットの外見変化手法 〜 Additive-Additive-Manufacturing の実装を通じて〜」
https://fab.sfc.keio.ac.jp/paper/files/2019_wakimoto_master.pdf
[20]Tomomasa Wakimoto, Ryoma Takamori, Soya Eguchi, Hiroya Tanaka（2018）. Growable Robot with 'Additive-Additive-Manufacturing'. CHI EA '18: Extended Abstracts of the2018 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems. Pages 1–6.
https://doi.org/10.1145/3170427.3188449
[21]ReBuilding Center Japan Online Shop
https://rebuildingcenterjp.stores.jp/

参考文献・出典
References

[22] 冬目景（2012）『マホロミ 時空建築幻視譚』小学館

https://www.shogakukan.co.jp/books/09184336

[23]FREITAG Website

https://www.freitag.ch/en

[24]AXIS -「ハイブリッド・クラフト展　ークラフトの新たな未来」展

https://www.axisinc.co.jp/building/eventdetail/859?fbclid=IwAR1d-NYwnABt0sEdVsrZn-SYfoPdbWlGvFnqZsYIsjwUZ29iI_f8_o7FSTo

[25]Precious Plastic Website

https://preciousplastic.com/index.html

[26]Precious Plastic-Academy

https://community.preciousplastic.com/academy/intro.html

[27]Precious Plastic Kamakura Website

https://preciousplastickamakura.com/action/

[28]Tatiane Freitas -My Old New Series

https://tatianefreitas.com/My-Old-New-Series

[29]architecturephoto - 長坂常 + なかむらしゅうへいによる新作フラットテーブル

https://architecturephoto.net/23895/

[30]Olivier van Herpt -3D Printing with Porcelain

https://oliviervanherpt.com/3d-printing-porcelain/

[31]YouFab Creative Awards 2014 Winners -David Graas-Screw It Vase

https://www.youfab.info/2014/winners/index.html

[32]PAUL COCKSEDGE STUDIO -Slump Bubble Table

http://www.paulcocksedgestudio.com/project#/192096654807/

[33]PAUL COCKSEDGE STUDIO -Slump Log Coffee Table

http://www.paulcocksedgestudio.com/project#/slump-wood-table/

[34]PAUL COCKSEDGE STUDIO -Slump Rock Coffee Table Collection

http://www.paulcocksedgestudio.com/project#/slump-rock-collection/56

[35] 公益財団法人現代芸術振興財団 CAF 賞受賞 2020 - 神農理恵 "wax on block"

https://gendai-art.org/caf_single/caf2020/

[36]WALL HOOK by Espai Social de Fabricacio

https://www.thingiverse.com/thing:2027331

[37] モノタロウ - デジタル吊りはかり

https://www.monotaro.com/g/03445327/?t.q=%82%C2%82%E8%82%CE%82%A9%82%E8

[38] 国立市旧国立駅舎特設ページ

https://www.city.kunitachi.tokyo.jp/kyukunitachiekisha_specialsite/

[39] 国立市役所 - 旧国立駅舎古材を有効活用する提案を募集します（ 受付終了）

https://www.city.kunitachi.tokyo.jp/machi/town/town10/r02/1601456321796.html

[40] 国立市ホームページ

https://www.city.kunitachi.tokyo.jp/

[41] 刊行記念対談：石川初『思考としてのランドスケープ 地上学への誘い――歩くこと、見つけること、育てること』石川初（ランドスケープアーキテクト）＋大山顕（フォトグラファー／ライター）

https://www.10plus1.jp/monthly/2018/11/pickup-03.php

なお、インターネット上の文献はいずれも 2020 年 12 月確認時のものである。

謝辞
Acknowledgement

田中浩也研究室に所属したのは 2015 年、学部 2 年生 19 歳のときです。
これまで丸 6 年間も田中教授ならびに研究室のみなさんにたいへんお世話になりました。
ここでの日々以前の自分は思い出すことすら難しく、ここでの出会いと学びが人生を前進させてくれた確かな感覚を覚えています。

学部時代より材料を提供してくださり、多くのプロジェクトにご協力いただいたユニチカ株式会社の中谷さん。突然のワガママにもいつも応えていただき、長らく親身になっていただいたことを本当に感謝しています。

修士 1 年次に短期留学にてお世話になったドイツ・アーヘン工科大学 ITA のみなさん。
長年所属した研究室を離れ、言葉も話せぬ国で研究を進めた経験は大きく、長閑な町並み、アーヘン大聖堂、安くて美味しいクロワッサン、マンスリーマンションの隣の King's Pizza のポテトを折に触れて思い出します。2021 年 1 月現在、ロックダウンが実施されているようで、お世話になった全ての方々の無事と健やかな日々を遠くより願っています。

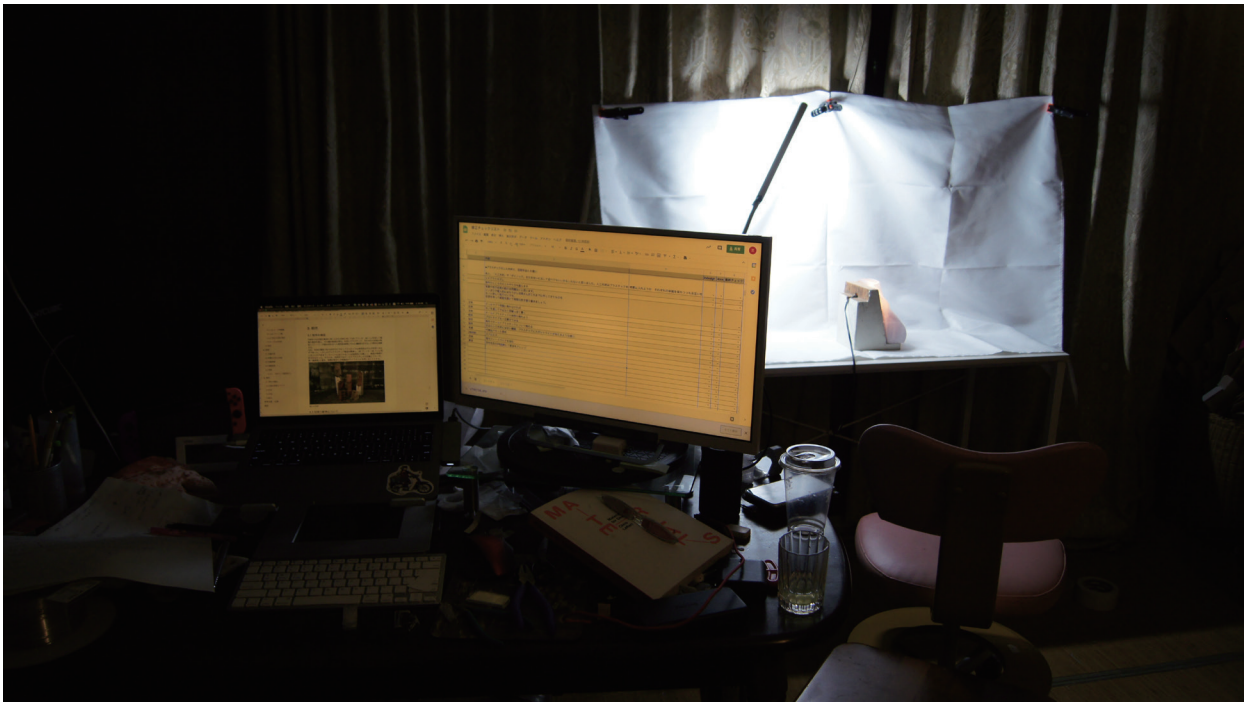
卒業後も継続的な技術サポートをしてくれた脇本智正くんをはじめ、長年の研究室生活におけるあらゆるタイミングの同期・後輩・先輩たちに感謝しています。
修士課程に進学し、周りが後輩ばかりになったいまも、自分が後輩であったとき多くの時間を指導に割いてくれた先輩たちの献身的な優しさに強く感謝しています。
学生生活最後の 1 年となった今年はコロナ禍で研究室の皆と会う機会が少ない中で、オンラインの大学院ゼミはたいへん刺激的な時間になりました。

同居人の岡崎太祐くんや、コロナ禍においてオンライン・オフライン両方の側面から支えてくれた清水快くん、藤井樹里さんをはじめとした友人たちに感謝しています。2020 年という年は身近な人の支えが本当に大切で有り難い 1 年となりました。

親身になってアドバイスを下さり、見守ってくださった副査の石川初先生、鳴川肇先生にも感謝申し上げます。

まさか修士２年の１年間がこのような未曾有の事態になるとは想像もつかず、平時であれば起こり得ない多くの困難がありましたが、それでも無事健康に書き終えることができたことを幸運に感じております。

最後に、長い学生生活を金銭面・精神面の両方から支えてくれた両親に感謝しています。
2021 年 1 月 12 日　田岡菜



2021 年 1 月現在の筆者の自宅の様子。新型コロナウィルスの影響で大学に入校できぬ期間が続き、現在では立ち入りは許可されているものの宿泊を伴う作業は禁じられていることから、多くの人が自宅に 3D プリンタを持ち帰り自宅をラボ化して研究に取り組んだ。