

慶應義塾大学田中浩也研究室

Alchemic Fabrication Studio

Hiroya Tanaka/Shin Obinata/Hitomi Kuboki/Saori Tokushige

錬品工房

2030年のデザイン・エンジニアリング・スタジオ

新しいものづくりは、素材への深い試行錯誤から始まる。
「FAB」から「錬品工房」へ、田中研の次のビジョン。

2030年のデザイン・
エンジニアリング・スタジオ

焼いたり、煮たり、切ったり、あふったり、ゆでたり、乾燥させたり。
より未知な方へ、より飛距離の長い方へと、素材の可能性を引き出していく工房。

塩
salt

Alchemic Fabrication Studio



01 | 錬品工房のすー Alchemic Fabrication S

- ・素材の解放
- ・マテリアルキッチン

02 | 材料の状態変 State Transformation

- ・料理の四面体
- ・分子料理法
- ・新しい分類法

03 | "塩" というマ Using salt as a FAB Ma

- ・図
- ・結晶
- ・色
- ・特性
- ・採取
- ・生態系の中の塩

04 | 事例紹介

《塩のものづくり》

Previous Reserch

- The Salt Project
- Saltygloo
- SEAt
- Salt 3Dprinter
- 医療現場の塩造形モデル

05 | 塩の実験

Experimentation of Salt

● 参考文献

Sander Ellixs Katz (2016) 『発酵の技法』 オライリー ジャパン

Jeff Potter (2016) 『Cooking for Geeks』 オライリー ジャパン

玉村豊男 (1999) 『料理の四面体』 中公文庫

「たばこと塩の博物館」 <https://www.jti.co.jp/Culture/museum/sp/index.html>

「塩事業センター」 <http://www.shiojigyo.com/>

「ソルトサイエンス研究財団」 <http://www.saltscience.or.jp/>

「日本塩工業会」 <http://www.sio.or.jp/>

「塩の情報室」 <http://www.siojoho.com/index.html>

「塩百科」 <http://www.shiojigyo.com/siohyakka/>

「OPEN LAB BAKE」 <https://bake-openlab.com/>

「AMAM」 <https://www.a-ma-m.com/>

01

錬品工房のすすめ

Alchemic Fabrication Studio



錬品工房の「錬品」という造語は、「錬金」に端を発する。錬金（術）とは、科学的手段によって万物の構成を理解し、物質を別の状態へと錬成させようという試みのことであり、具体的には卑金属を貴金属（特に金）に変化させようとして発展したものである。

価値のないものを価値あるものに変化させようと実験を積み重ねる錬金術師たちの姿はある種の「怪しさ」を持って描かれることが多いが、私たちはそれこそ現代のものづくりにおいて必要な態度だと捉え、「素材との深い試行錯誤」を持った新しいものづくりの形を『錬品工房 -Archemic Fabrication Studio-』として提案・実践することにした。

■ 素材の解放

イギリスで起こった産業革命以後、ものづくり業界は効率化の一途を辿る。大量生産のために用意された工場では、いかに効率的にものを作り出せるかに重点が置かれ、安くて軽く、丈夫なものこそが最良の素材とされる。

特に建築においては、鉄筋コンクリートやガラスなどまさに条件に恵まれた素材が登場したことでそれらが一様に用いられることとなり、街に出ると同じ素材で作られた建物がズラリと並んでいる。

ここではしかし、素材を統一することで生産性を高めることに成功した一方で、多種多様な素材がもつ可能性が失われてしまったことについて言及したい。

例えば「花瓶を作る」という同じ目的があったとしても、それがガラスで作られるのか、陶器で作られるのか、紙で作られるかなど、素材が違えばそれぞれの性質があり、色・形・匂いなど独特の価値がそこに生まれるだろう。

効率化の流れからはじき出され、無価値とされ利用されてこなかった素材にも必ず新しい価値の発見があるはずで、私たちはそこにこそ新しいものづくりの形のヒントがあると考えている。

統一化された素材を解放し、調達手段や加工方法などもう一度根幹までデザイン領域を広げることによって、私たちはより大きな物語を描けるようになるだろう。

より未知な方へ、怪しい方へ、ワクワクする方へ。今まで使われてこなかった素材から作り出される新しい品々は、効率化という軸を越えて新しい世界を見せてくれるだろう。



■ マテリアル・キッチン

無価値とされてきた素材ともう一度向き合い、世に出回るような価値のある品に変えていく。

その営みにおいて最も重要なのが「素材への理解」である。理論的に物質の特性を捉えることに加え、そこには実験による偶発的知見の獲得が不可欠である。

新しいデザイン・エンジニアリング・スタジオにはそのための材料工房（マテリアル・キッチン）が用意され、素材の前処理や後処理において、焼いたり、煮たり、切ったり、あぶったり、ゆでたり、乾燥させたりと、まるで料理をするかのように様々な加工法が実践される。

今までのものづくりの枠組みから外れた材料工房での素材加工の実践は、物質が持つ新しい表情を私たちに見せてくれるだろう。

そしてさらに、そこにデジタルファブリケーションが加わることが素材の解放を促進させる。多品種少量生産を得意とするデジタルファブリケーションでの生産により、今まで

続いてきた少品種大量生産の「効率化」の軸から解放され、また別の軸を建てることが可能になる。

材料工房で素材をよく練り、デジタルファブリケーションでの少量生産がそれを支える。これが私たちの提案する錬品工房の形だ。

錬金術師たちも素材を加工するために多種多様な実験器具を用いていたが、驚くべきは次々と自分たちで新しい実験器具の発明をしていた点だ。新しい加工をするということは、その都度新しい機械が必要になるということだ。作っては試し、作っては試し、の繰り返しの中で発明された実験器具や、新しい化学薬品の発見は、現代の化学に引き継がれている大きな成果だ。

錬品工房で行われるものづくりでも、新しい素材、そして新しい加工を行うための機械が必要になるだろう。その都度私たちはFab機材を用いて必要な機械を発明し、改造し、実験を繰り返す。既存のものに収まらず進化し続ける工房でこそ、新しいデザイン・エンジニアリングの力が発揮されるのだ。





02

材料の状態変化

State Transformation of Materials



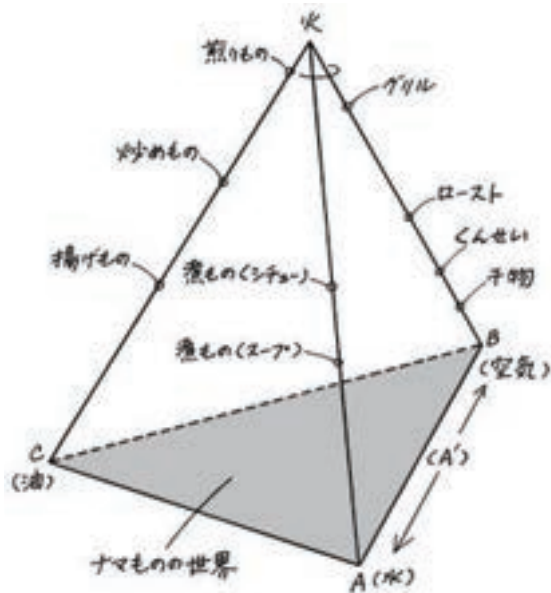
マテリアルを扱う上で、大事なことはその材料を理解することである。しかし材料の状態は一つではない。常に気体、液体、個体、と状態は変化する。そうした動きをどのように捉えたらよいのだろうか。そのヒントは料理にあるはずだ。なぜなら、人々は昔からあらゆるものを食欲に、その素材と向き合いながらあらゆる手段を使って料理に変えてきた。そして現在に至るまでに、様々な文化・材料・手法が組み込まれ多種多様に発展してきている。料理を理解することでマテリアルの扱いの動的な状態変化をつかめるのではないかと考えた。

■料理の四面体

料理の四面体とは、玉村豊男さんが考案した料理の分類法である。玉村さん曰く全ての料理は火、空気、水、油の4つの要素で表せるという。考え方としては、まず、世の中の食べ物を「火が通っている」「火が通っていない」に分ける。その上で、「火が通っている」であれば、火の熱が、「空気」「水」「油」のうち、どれをどの程度介して通されているかで分けられる。また、「火が通ってない」であれば、食材が空気中にあるか、水分に浸されているか、油分に浸されているかで分けられる。別の言い方をすれば、料理ということは、道具や調味料の差異はあれ、「空気」「水」「油」という要素が「火」の介在によって素材をいろいろな方向へ変化させることなのである。

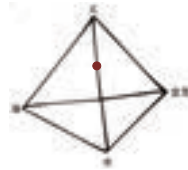
一般的なメニューもこの四面体に位置付けることで、レパートリーになかった発想が生まれてくるかもしれないのだ。たとえば、パンであれば、ラスクをもう少し水側に寄せるために液体に浸してみる、フレンチ

トーストを油側に寄せるためにさらに揚げてみるなど、アレンジを視覚的にイメージできるのだ。自分が作るメニューがどこに位置しているかを考え、それを基準にして四面体の位置を変える工夫をしてみるだけで、簡単に新しい料理やお菓子のアイデアを考えることができそうである。



プリンの作り方

1 牛乳を沸騰直前まで温める。



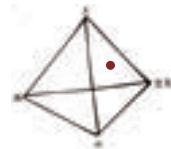
2 別のボウルで卵を割りかき混ぜる。



3 2に砂糖を入れる



4 3に1を入れる



5 150度に予熱したオーブンで焼く。



6 焼けたら粗熱をとり、冷蔵庫で冷やす。



■ 分子料理法

フランスの物理学者であるエルヴェ・ティスは、料理のメカニズムを分子レベルで解明した。分子ガストロノミーの分野における第一人者である。分子ガストロノミーとは、料理における新しい分野であり、素材を泡立てたり、粒状にしたり、ゲル状にしたりと味覚、視覚、嗅覚において未知の体験を可能にする。彼は「美味しい料理の決まりごとを科学的に解明する」ために料理を式で表す考え方を提唱し、料理や調理の「真理」をあきらかにしようとした。

その式とはふたつの要素を組み合わせることで、あらゆる素材や料理の成り立ちが説明できるという。その要素は以下のとおり。

「要素 1：食べ物の状態を定義せよ」

W（液体）、S（個体）、O（油脂）、G（気体）

「要素 2：分子活動の状態を定義せよ」

/（分散）+（併存）U（包含） σ （重層）

WSOG で状態を表せる食べ物どうしが、どのような分子活動の状態で行き交わっているかを式的に表す。どこまで食材を細かく見ていくかによるが、細かいほど複雑な式になる。例えば、これで「プ

リン」を表すと以下のようなになる

S1: 卵

S2: 砂糖

W1: 牛乳

G1: 空気

ここから式を変形したり、食材を変えることで新しい料理の発見につながる可能性がある。

「要素 1：食べ物の状態を定義せよ」

W（液体）、S（個体）、O（油脂）、G（気体）

「要素 2：分子活動の状態を定義せよ」

/（分散）+（併存）U（包含） σ （重層）

プリンの作り方

- 1 牛乳を沸騰直前まで温める。 L
- 2 別のボウルで卵を割りかき混ぜる。 S1/G
- 3 2に砂糖を入れる S1/G+S2
- 4 3に1を入れる (S1/G+S2)+L
- 5 150度に予熱したオーブンで焼く。 (S1/G+S2)+L
- 6 焼けたら粗熱をとり、冷蔵庫で冷やす。 (S1/G+S2)+L

■新しい分類法

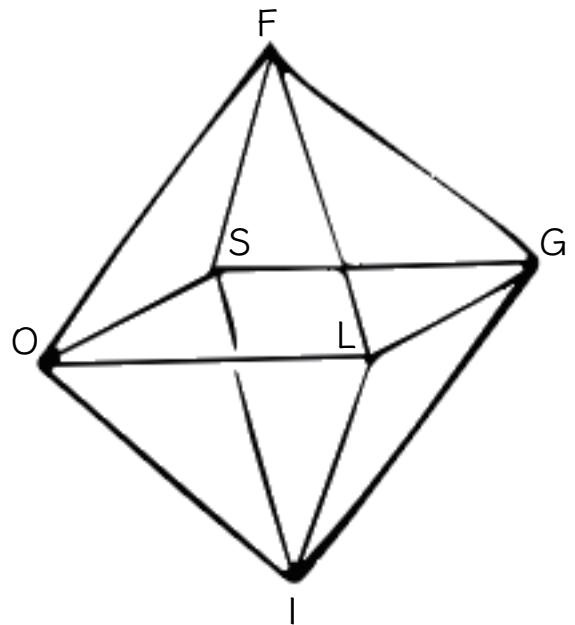
前述にあるように、料理の四面体は元の食材に何を加えたかを表し、分子料理法はものの状態を表す。しかしそれぞれ、不十分な点がある。料理の四面体は、かき混ぜたのか、などどのようにして合成したかが表せず、また加熱の方向にしかベクトルがなく温度を下げる料理については表せない。そしてなによりこれだけでは料理の過程が把握しづらい。これに対し、分子料理法は分離などの分子活動の状態が含まれておらず、温度の要素がない。また、視覚的に捉えることができず、初めて見た人は謎の文字と謎の記号の羅列に戸惑うであろう。

そこでこれらの良いところを組み合わせた料理の八面体を提案する。見た目は料理の四面体と似ているが、平面の頂点は何を加えたかではなく、ものの状態を表すエルヴィティスの要素をおき、上の頂点に近づくほど加熱され、下の頂点に近づくほど冷された状態を表す。料理の表現としては、まず食材は常温からスタート

し、温度の変化や食材が合わさる過程が線で表せられる。ものが増えるごとに線を太く書く。また料理の最終状態は点で表せられる。この分類法により物が混ざる過程と温度の変化が視覚的にわかるのだ。

要素は以下の通り

- S 個体
- O 油
- L 液体
- G 空気
- F 火
- I 氷



プリンの作り方

1 牛乳を沸騰直前まで温める。



2 別のボウルで卵を割りかき混ぜる。



3 2に砂糖を入れる



4 3に1を入れる



5 150 度に予熱したオーブンで焼く。



6 焼けたら粗熱をとり、冷蔵庫で冷やす。



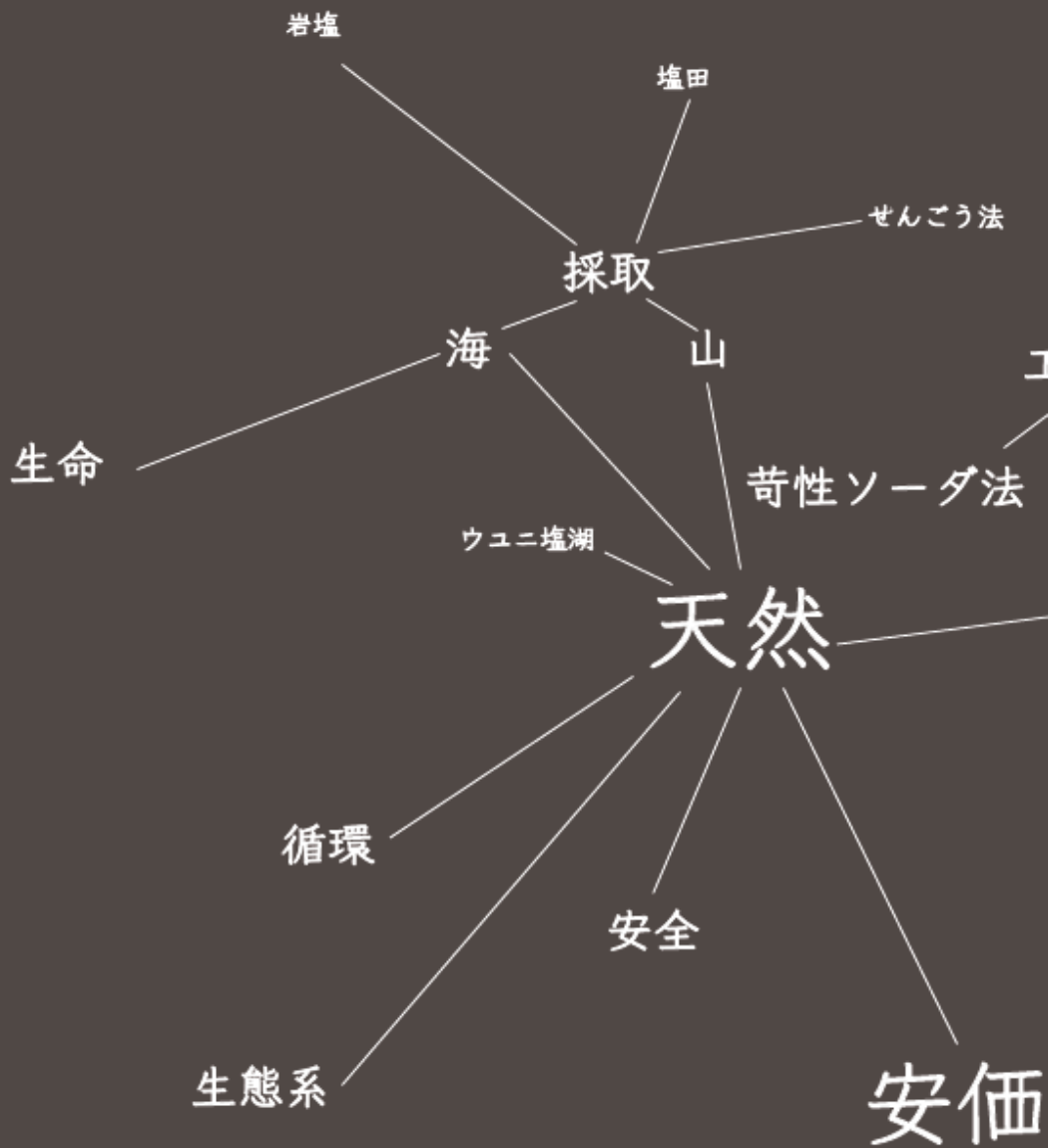
03 | " 塩 " というマテリアル

Using salt as a FAB Material



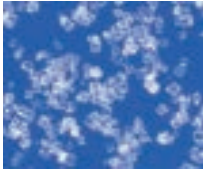
昔から人々はその土地でたくさん取れるものを加工し建築の材料にしてきたが、ある時代に丈夫で安価かつ加工しやすいコンクリートが発明されほとんどすべての建物がそれに置き換わってきた。しかし、これからの時代、塩はマテリアルとして、コンクリートの代用として新しい役割を担うのではないだろうか。塩は私たちにとって、食材として身近であったが、実は塩には特別な特性がある。塩は結晶の状態で方解石と同じ硬さを持ち、そして塩は地球上に無限と言っていいほどにある天然の資源でもある。また、驚くことに、塩は水と同じような状態変化をする。水が、氷や水蒸気に温度次第で自由に行き来できるように塩も温度を操作することで個体だけでなく液体や気体にもなる。この塩というマテリアルについてさらにどのような可能性を検討したい。

塩の特性





■ 塩の結晶



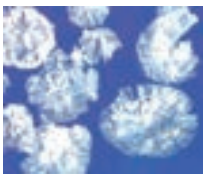
六面体

塩の結晶の標準的な形。塩水の中で四方八方に均等に結晶が成長したもの。



トレミー

塩水の表面に浮かんでできた結晶が、自重で少しずつ沈みながら成長したもので、逆ピラミッド形をしている。



フレーク

塩水の表面に成長した結晶は、割れるとうすい板状になる。



柱状・針状

塩水の中で結晶が成長する時に、何らかの条件で一方向に偏って成長すると、細長い形の結晶ができることがある。



樹枝状

結晶が成長する時の条件によっては、杉などの枝に似た樹枝状になることがある。



球状

塩水の中で、結晶がゆっくり転がりながら成長すると、球状になることがある。

■ 岩塩の色

乳白色 気泡または液胞の混入。

桃色 赤鉄鉱の針状結晶が分散、マンガンの混入。

赤色 赤細かい赤鉄鉱の針状結晶が分散。

橙色 微量の細かい塩化カリウム粒子が混入。

黄色 微量の赤鉄鉱、塩化カリウム、硫黄結晶、薄い瀝青が混入。

緑色 緑塩銅の緑泥石粘土、の混入。

灰色がかった黒色 粘土の混入。

褐色がかった黒色 有機物の混入。

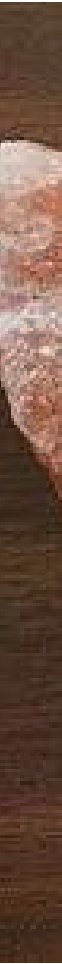
青色 ナトリウム蒸気中で金属ナトリウム添加。

青紫色 緩慢な成長。

薄紫色 シルビナイト層にある。

紫色 シルビナイト層に陽極線照射。

黒色から濃い青色 ナトリウム蒸気＋圧力。



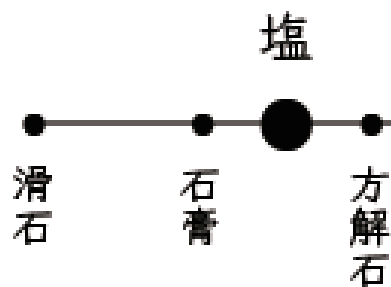


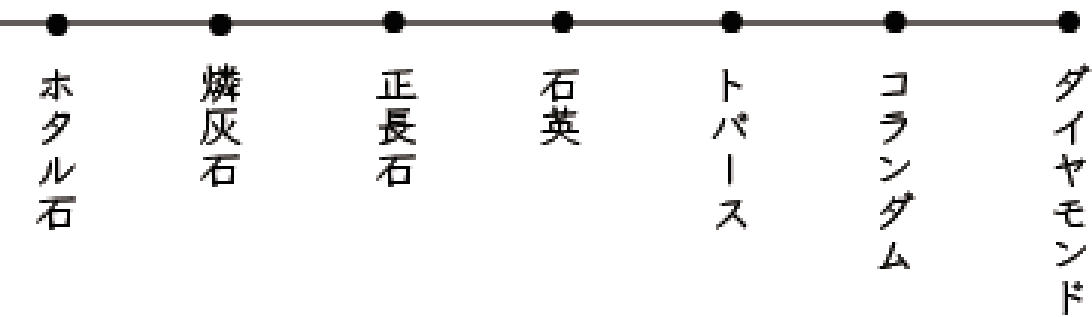
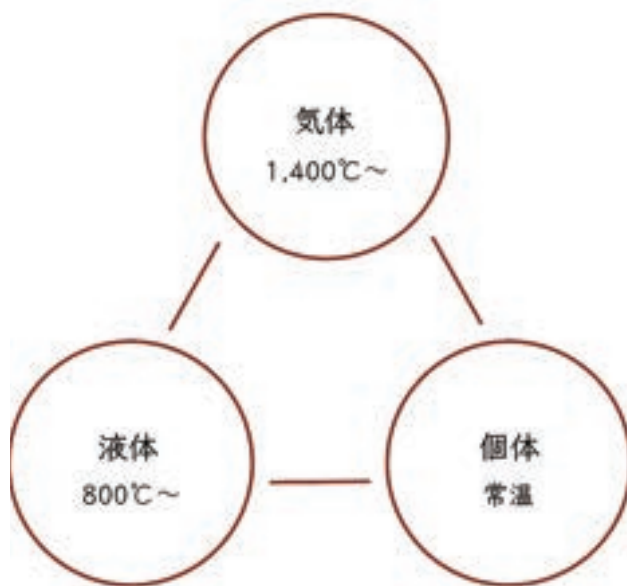
■ 塩の特性

温度にもよるが塩はだいたい水に対して30パーセントほど溶けることができる。また、塩は通常個体であるが、熱を加えると800度で液体に、1400度で気体に変化する。また結晶の塩は非常に硬く、方解石とほぼ同じ硬度を持つ。

しかし、一方で塩は水分を含みやすく、変質しやすい一面もある。例えば、気温の低い所に貯蔵すれば、塩は水と結合して結晶水を持った塩に変わるので、化学的な品質が変わることになる。また結晶の形が変わるので物理的な品質も変わることにもなる。通常身近でよく見られる変化は「塩の固結」だ。これは湿度の変化によって起こる。塩の臨界湿度を境として、その値を上下するような変化が繰り返し起こると、塩は固結してしまう。塩がその臨界湿度以上の環境に置かれると、塩は空気中の水分を吸湿する性質を持っており、塩の表面は湿って溶けていく。そのような状態から臨界湿度以下に空気の湿度が下がると、今度は逆に塩の

表面から水分が蒸発して塩の表面は乾燥されて結晶が成長する。このように湿度の変化で塩の表面が湿って溶けたり、乾燥して結晶が成長したりする工程を何回も繰り返すと、小さな塩の結晶同士はくっついて大きな塊となるのだ。面白いことに、年間平均湿度は50～70%ぐらいで乾燥しており、冬場の一時期だけ75%を超えることがあるアメリカと、65～80%ぐらいで湿っぽく、特に夏場には75%を超える日がたくさんある日本では固結しやすい塩が変わってくる。不純物が少しある普通の塩は、アメリカでは固結しやすく、日本では固結しにくい。塩の固結を防ぐ方法は、固結予防添加剤を加える、塩化カルシウムによって塩の臨界湿度を下げる、ショックを与えて崩すなどの方法がある。





■ 塩の採取

人類は様々な方法で生命維持に必要な不可欠な塩を採取してきた。しかし、塩を手に入れるには、それなりの知恵と労力が必要である。人類は古代より、生きる上で欠かせない重要な塩を得るために、それぞれの環境に応じて工夫を凝らし、各地でさまざまな製塩法を行ってきた。現在、世界中で1年間に約1億8000万トンの塩が生産されている。海水を乾燥させて作られる塩は、そのうちの約1/4だ。特に西ヨーロッパ・メキシコ・オーストラリアでは海塩を乾燥させる方法が用いられる。しかし、好塩菌の問題より一部地域で禁止されている。岩塩や塩湖など海水以外の塩資源から採られる。ヨーロッパ・北アメリカでは岩塩を採取する方法として食用に使う岩塩は溶解採掘方（塩が結晶化した地層を、取り出し水に溶かした後に詰めて塩を取り出す。）が多く採用されている。また、食用でない塩は乾式採掘（地層を直接取り出す。不純物が混ざりやすく、硬いので食用に向かない）という方

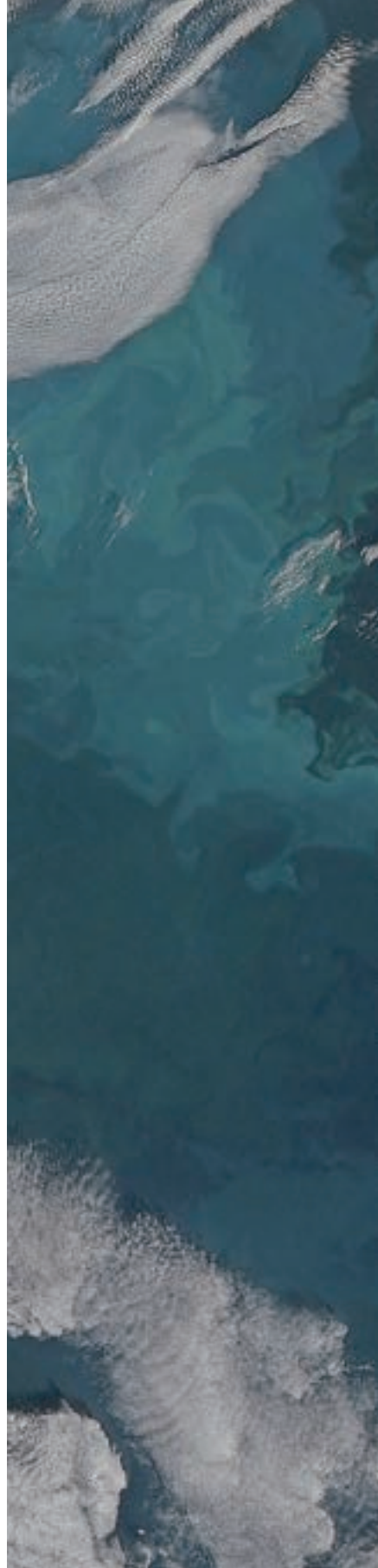
法で採取する。これらがメインの方法だが他にも、海水を濃縮した後、煮詰める方法や、塩湖から採取、山塩と呼ばれる食塩泉や温泉水からの製塩（日本では、福島県の大塩裏磐梯温泉や長野県の鹿塩温泉など）する方法がある。





■ 生態系の中の塩

水の惑星と言われる地球は宇宙から見た姿は青く、その名前の通り表面積の70パーセントが海で覆われている。そのほとんどが海水で、地球上に存在する水約13億5000万立方トンのうち97.5%を占めている。そして、その海水に塩は約3%の濃度で様々なミネラルが溶けている。その成分のうち78パーセントがNaClだ。45億年にもおよぶ長い地球の歴史の中で、昔から存在していた塩は海の中に溶けだし生命の源となっていたのだ。塩は海水から塩湖や地下かん水、岩塩など、さまざまに形や姿を変えて、広い範囲に存在している。それゆえ塩は地球上のどこにでも、ほぼ無限に手に入れることができる。主な最終方法には、塩は海水を蒸発させたり、山から切り出したりなどがあり、比較的簡単に取り出すことが可能である。従って、塩は地球上に大量に存在し、安価で手に入るものなのだ。また、塩から作ったものはそのまま自然に返すことができる。だからこそ塩はコンクリートに変わりうるマテリアルとなるのだ。





04 | 事例紹介

《塩のものづくり》

Previous Reserch

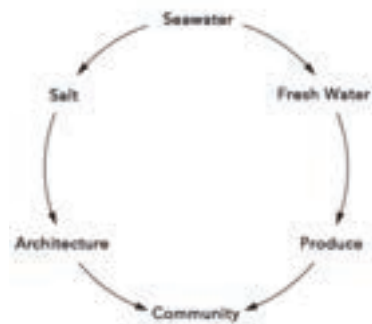




実際にもものづくりのフェーズに入る前に、塩を使ってどのようなものづくりが行われているかリサーチを行った。私たちの他にも塩の面白さに気づいた人たちが世界中で様々なものづくりを行っている。

The Salt

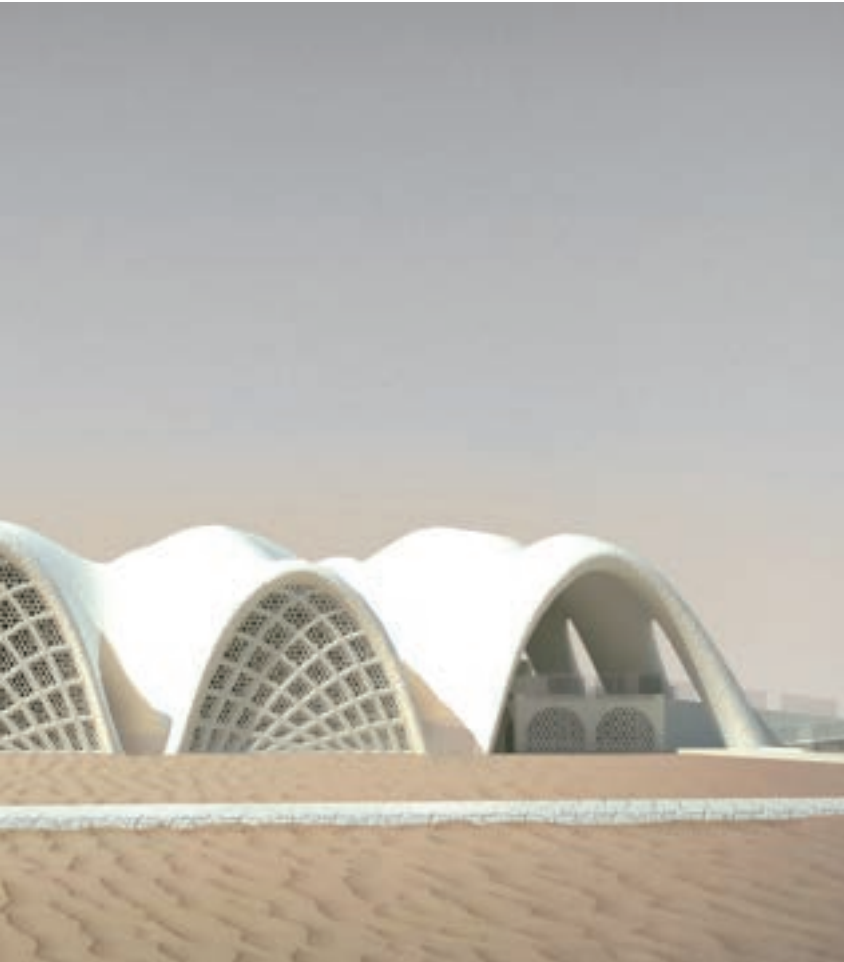
www.1027.org



Project

Eric Geboers
TU Delft

buildingwithseawater.com



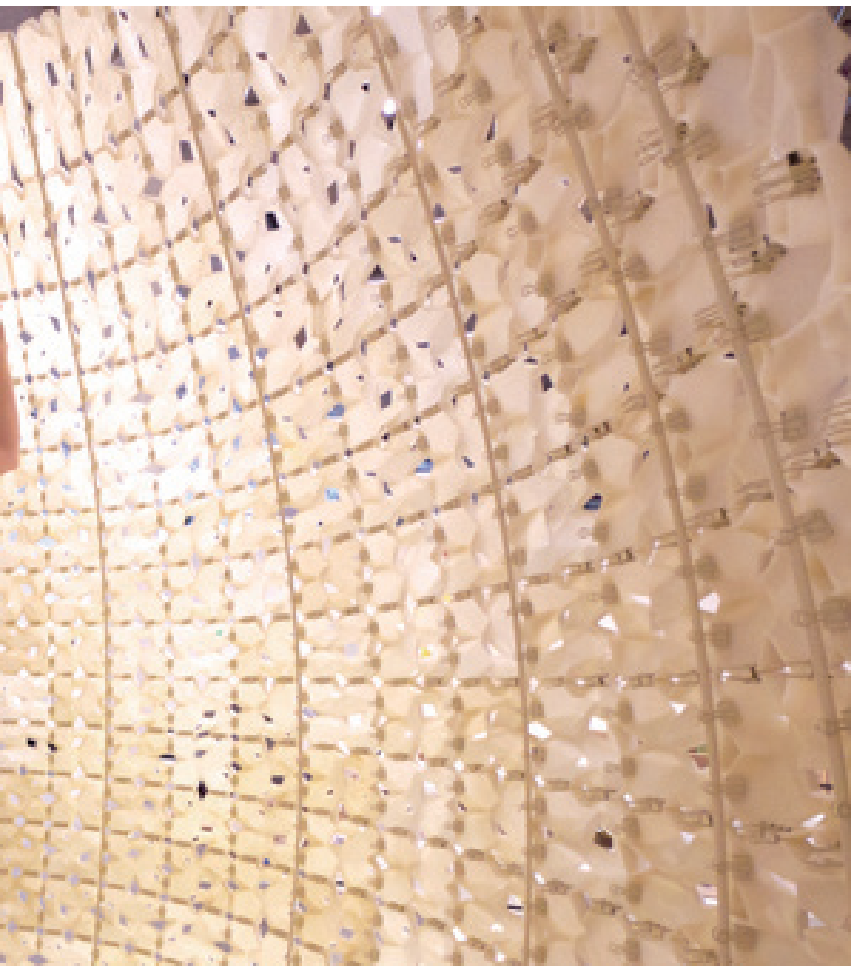
海岸に面した砂漠地帯に塩をメインマテリアルとした街づくりを行うプロジェクト。海水を塩と水に分離させ、水は人々に潤いをもたらし、塩は建造物の素材として用いられる。海水からほぼ無限に生み出される資源を活用したサスティナブルな街づくりを提案している。



gloo

Emerging Objects
2013

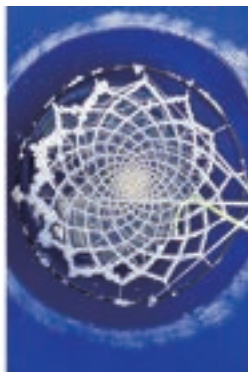
[arts.com/project/saltygloo/](https://www.arts.com/project/saltygloo/)



サンフランシスコ湾から採れた塩と糊を使用し、3Dプリンタの技術によって造形している。

軽量アルミの骨組みに3Dプリントされたパネルをはめて軽量で大規模な構造を作り上げている。

塩が持つ半透明の性質は、光を自然に取り込み美しい色合いを醸し出している。



At

Studio Karlijin Sibbel
2016

sibbel.com/portfolio/seat/

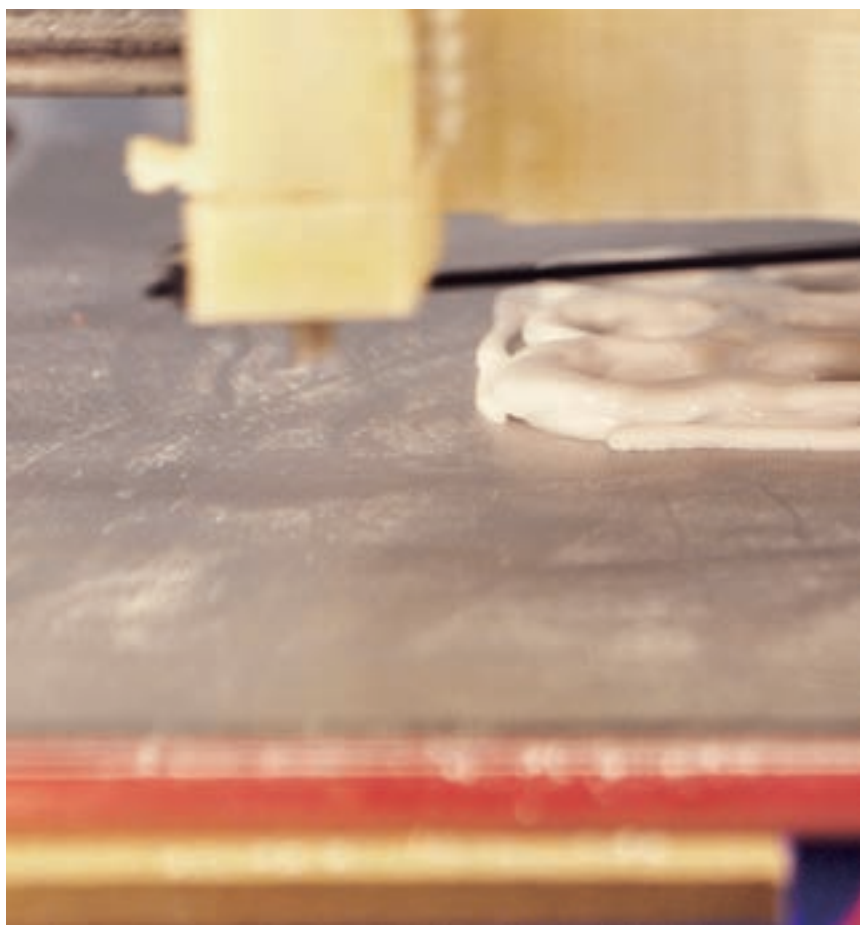


綿のワイヤフレームに海塩の結晶を付着させる手法により、自然的な造形方法を確立させた。伝統的な製造技術ではなく、天然資源を使ってオブジェクトを制御して製造することを目指した作品。

Salt 3D

Foulders Studio

<http://faulders-studio.com/MATL>



printer

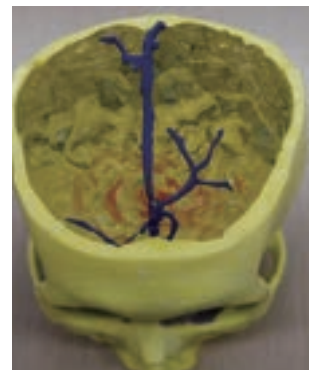
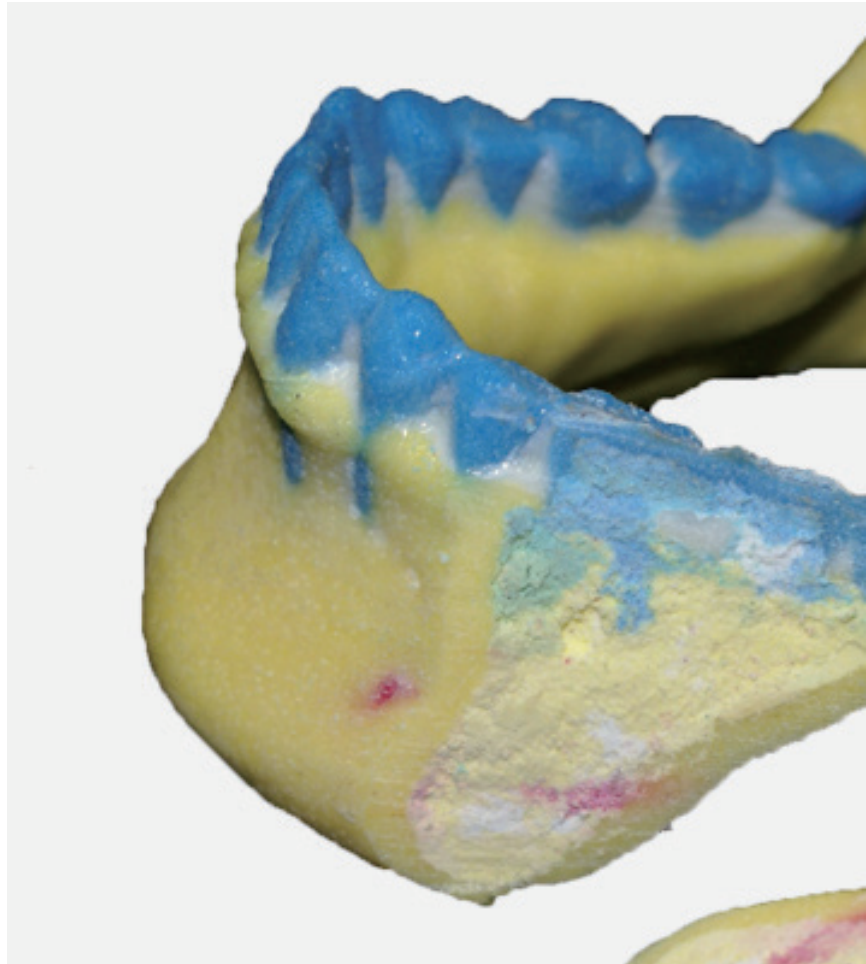
udio × Emerging Objects

2013

SERIALIZED-SALT-PRINTS

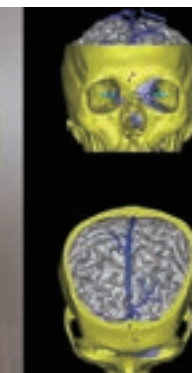


積層方式による塩の 3D プリンタ技術を開発。
プリント後の後処理としてエポキシ加工をしている。
建築のスケールモデルとして使用。



造形モデル

Sony
sony.co.jp/products/salt.html



ソニーが開発している塩を素材とした医療用 3D プリンタ。塩が非常に人骨の切削感と近いため、医療用モデルとして使用されている。
粉末積層式のため、内部への着色が可能になっている。

05

塩の実験

Experimentation of Salt



文献や先行事例のサーチを経て、塩の実験を進めた。塩そのものの状態変化を利用したものや、塩と別の素材を組み合わせたものを作り、今までとは違った塩の新しい価値を見出すことを目標としている。



■寒天と塩

塩は、海から採取することのできる素材である。同じように海が原産で、ところてんや煮凍りなどの料
海から採取することのできる素材である。同じく、海が原産でところてんや煮凍りにしようされてい

理に使用されている寒天に注目した。写真は塩と寒天を混ぜ、1ヶ月乾燥させたものである。塩は、
る寒天を利用した。塩と寒天を混ぜ、1ヶ月乾燥させた。

慶應義塾大学田中浩也研究室

TNKL104-4-87301-787-4

C0077 ¥0000E

研究室：田中浩也研究室

チーム：建築都市物質拡張ゼミ



Alchemic Fabrication Studio

錬品工房《塩》



[研究会シラバスから] 過去 10 年弱、ファブラボやファブキャンパスを推進してきた私たちは、これからの自分たちの次の目標とする姿を「錬品工房 (Archemic Fabrication Studio)」と名付けることにしました。まだ聞きなれない言葉だと思います。ただ、これまで研究してきた FAB(デジタル・ファブリケーション)を ,kt`sU z f¥ty lh }(b ¥qsXz - s O z g\$ s O z 距離の長いほうへと、その可能性を外延して、研究室で議論に議論を重ねた先に生まれた「次の」ビジョンです。また、これは日本ならではの FAB のかたちを模索した結果の「魔改造の結果」でもあり、今後、世界に先駆けてアウトプットを生み出し、強く海外にも発信していきたいとも考えています。ー田中浩也

3D プリンタの表現物としての姿を思索する

Keisuke Tsuchiya

Sai Taoka

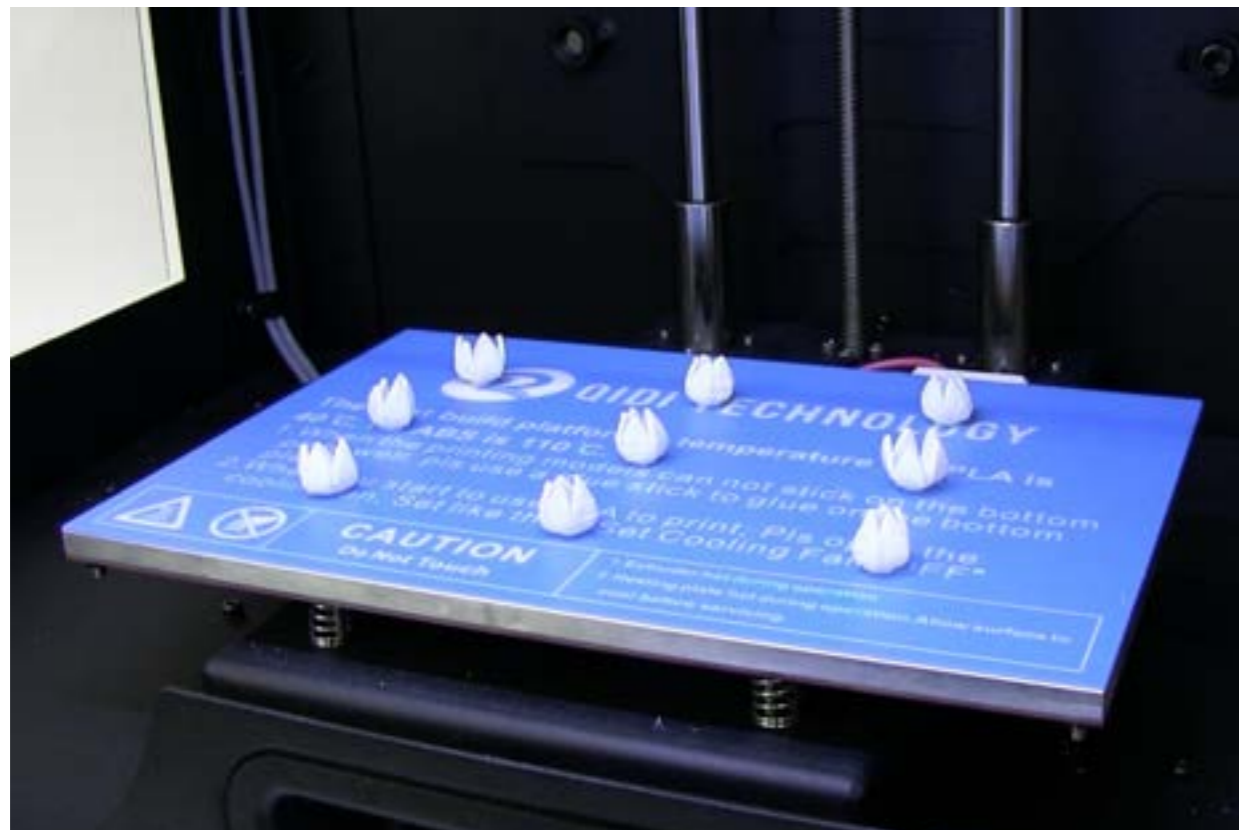
Yasuo Nagura

First Prototype Technology Driven

SMP 技術と AAM 技術の活用至今已にない側面を見出すことによってどのような作品が生まれるか？

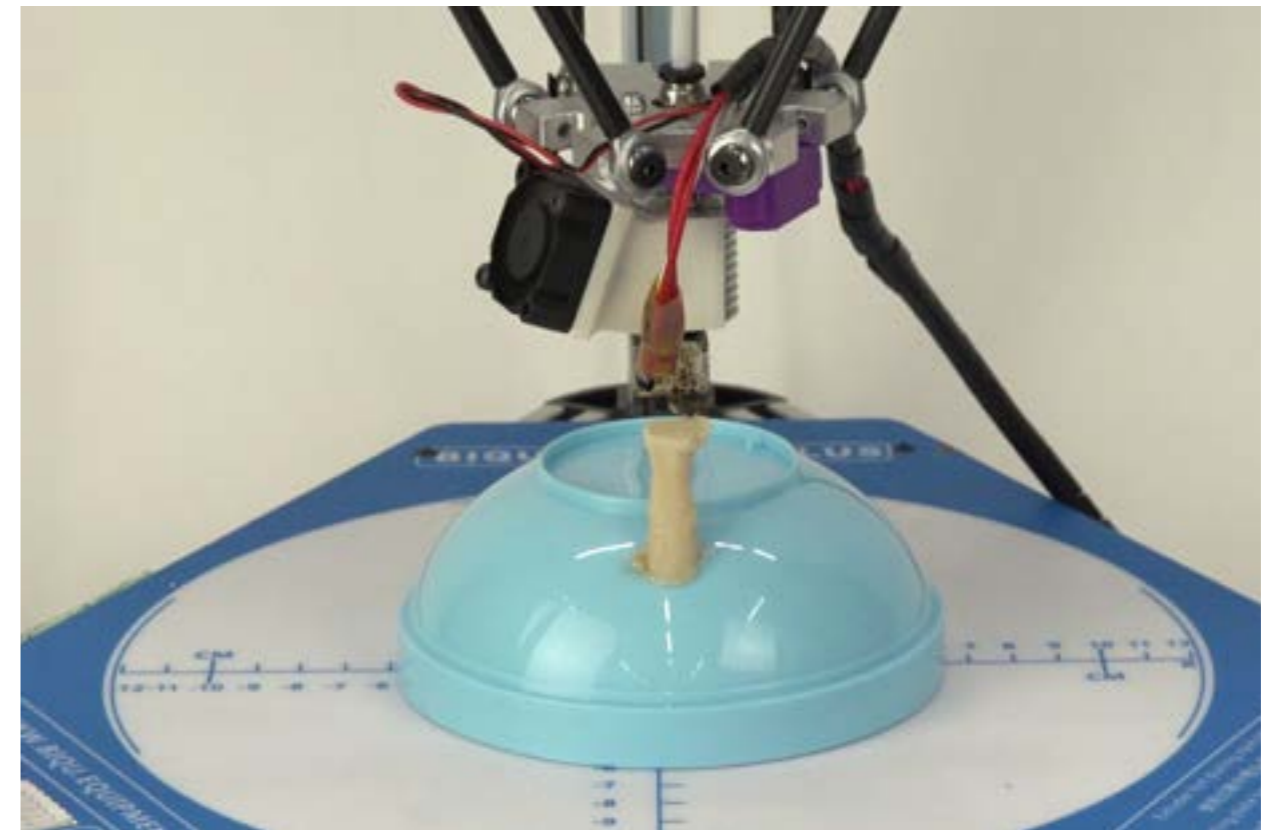
Shape Memory Polymer (SMP)

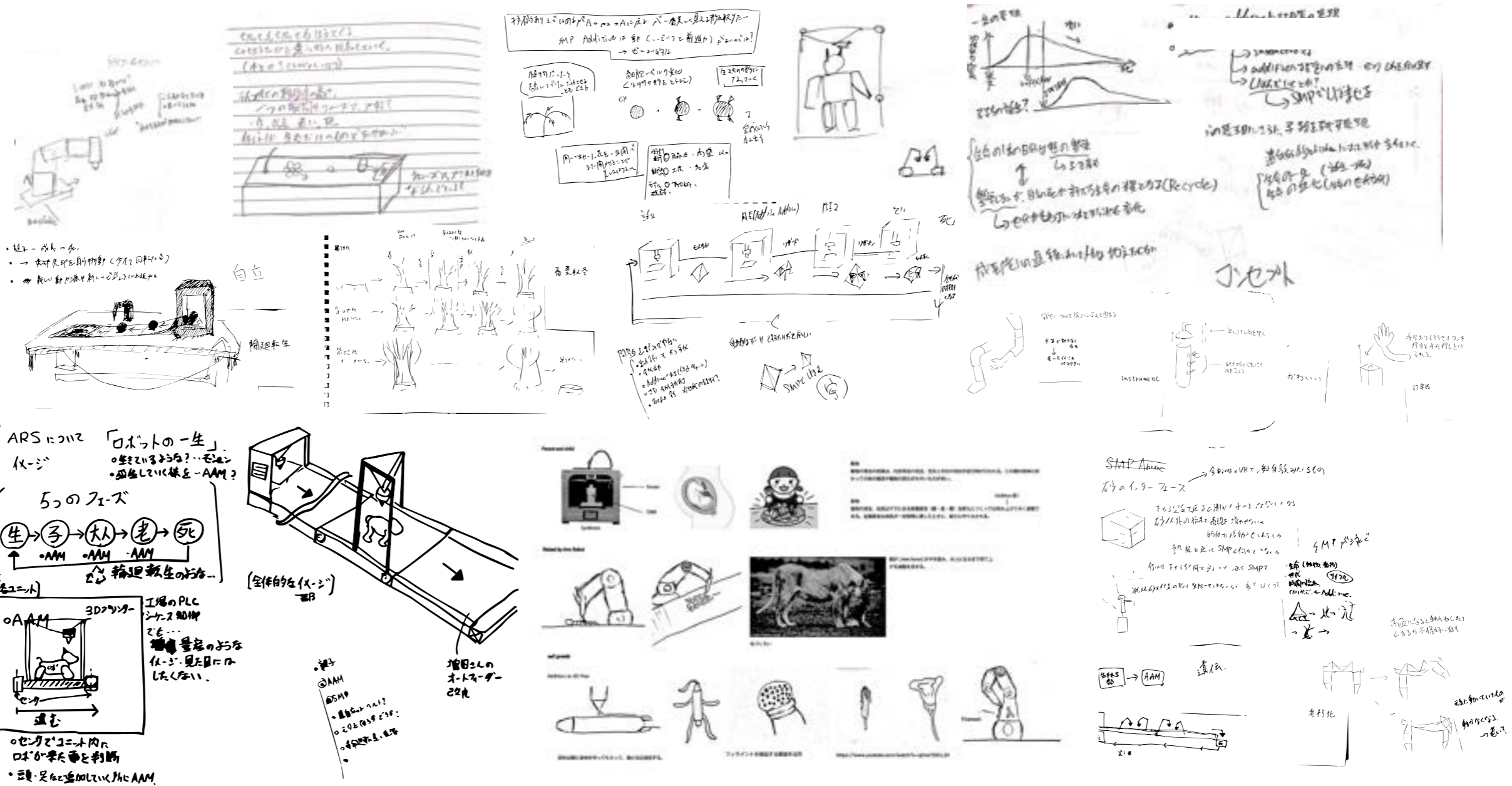
SMP はある特定の温度を超えると柔らかくなり変形し、下回ると固くなる性質をもつポリマーである。この性質を有するフィラメントは、4D プリントに応用される。



Additive Additive Manufacturing (AAM)

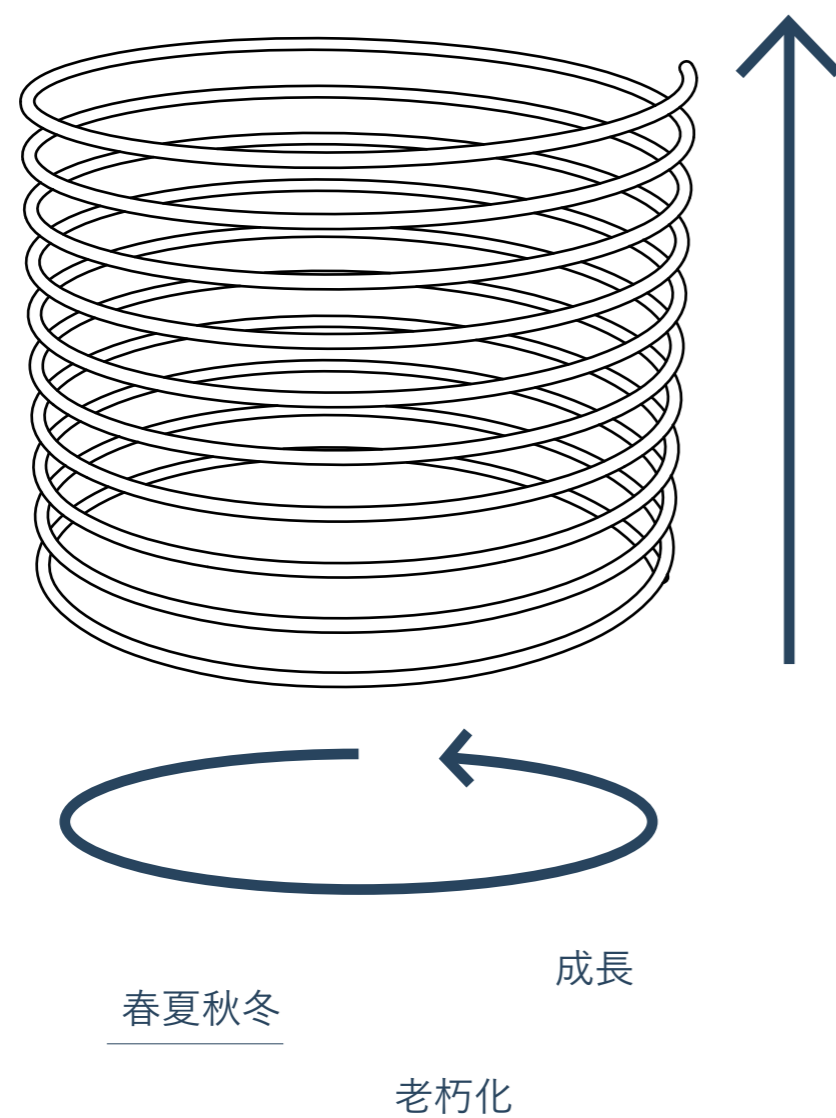
Additive Additive Manufacture とは、既製品や 3D プリンタの出力物に対して新たに付加加工する技術である。





浮かび上がった共通要素

螺旋的な時間の流れ



3D プリンタと出力物の Visual Analogy

親と子
餌を与えたり毛づくろいをして育てている様子

盆栽と手
人が盆栽をお手入れしている様子

3D プリンタによる生物的な表現への収束

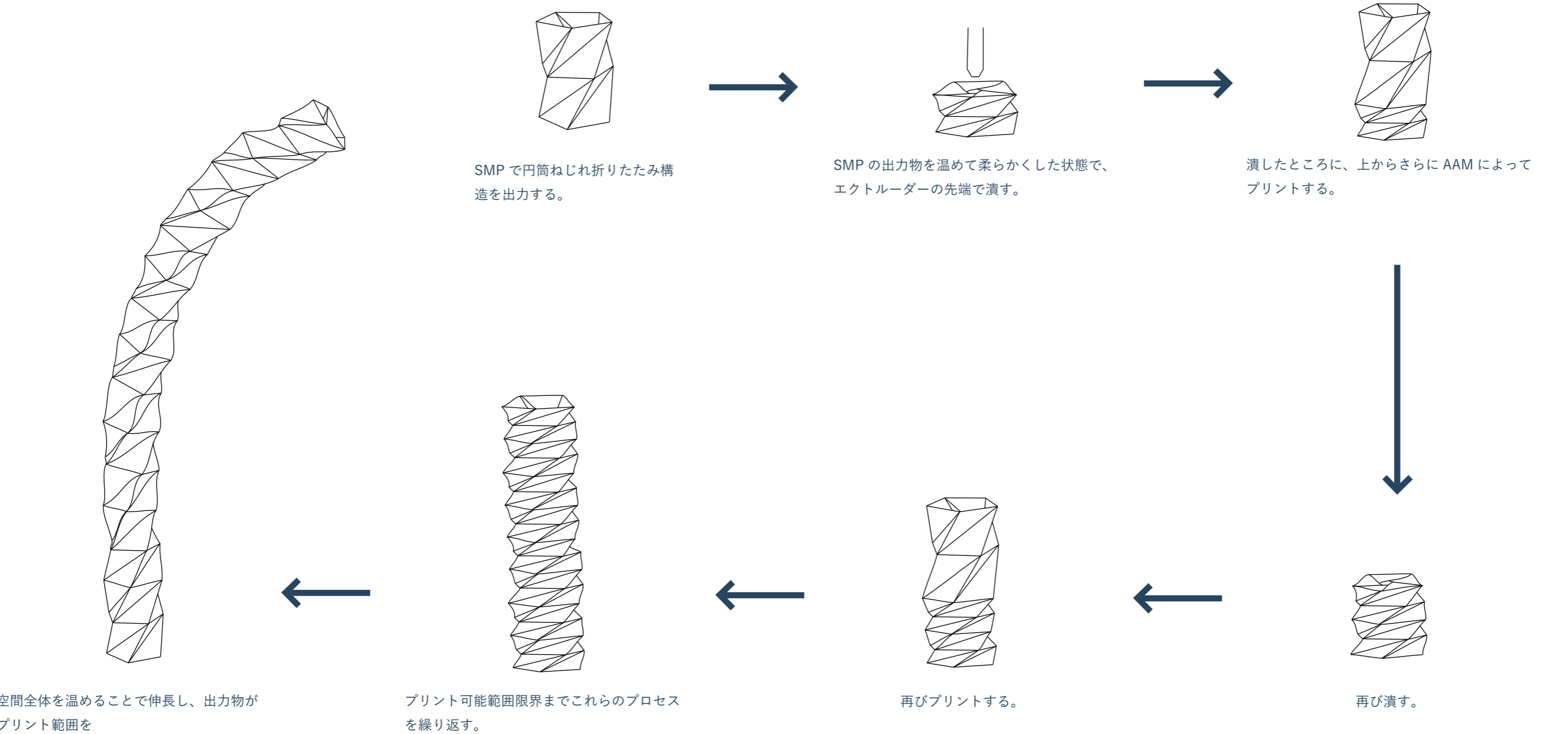
SMP の出力物を温めて柔らかくしてから丸めて、温かい場所に投げ入れると種子が芽吹く。
既存の生物の有機的な形をモチーフにしている。



シンプルな線、幾何学、折り紙の構造を用いて、無機質でミニマルな形から生物的な動きを表現する。



SMP 技術と AAM 技術を組み合わせ、出力物が 3D プリンタのプリント可能範囲を超えることによって、表現の拡張を試みる。





技術的困難

潰すためには、3D プリンタ内で SMP フィラメントを均一に温める必要がある。しかし、そのためにはお湯の中でプリントするか、室温を管理するための大規模な装置を要することがわかった。

Second Prototype

Art Driven

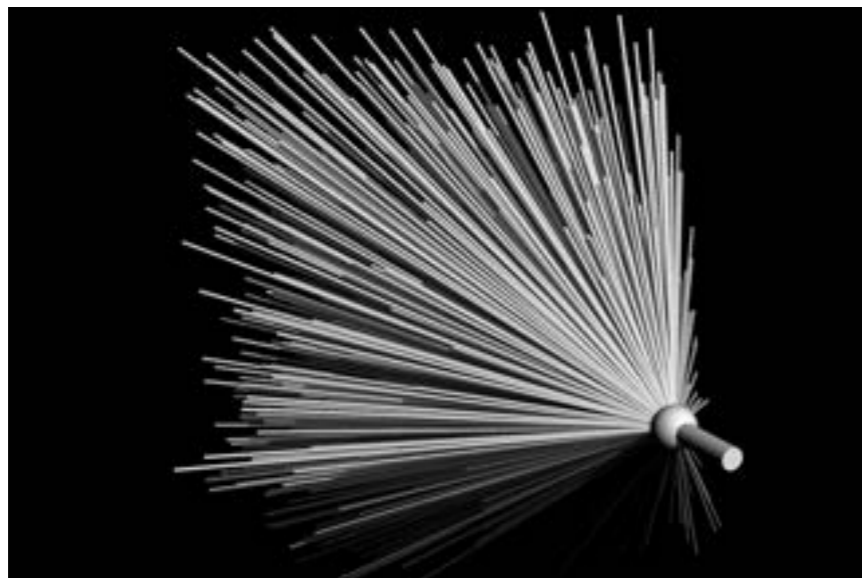
3D プリンタをメディアとした作品には、どのようなメッセージ性や批評性が帯びうるのか



枯山水は、海を砂と石という別のメディアで再解釈し、庭園に展開したものである。

デジタルデータから実際のモノを出力する 3D プリンタにとって、海とは、インターネット上に存在する、無数のビッグデータであると再解釈できる。

過入力設計



SNS などインターネット上に散らばる無数の写真をかき集め、重ね合わせ、超圧縮して 3D データに変換したのちに、3D プリンタで出力する。ネット上で出ては消えて、誰からも忘れられた写真たちは、途方も無いスケールの中に置かれている海の水滴を象徴する。その総体としての出力物はどれだけ人々に海を感じさせるだろうか。

「木」というものをご存知だろうか？

遙か昔、人類が地球という場所に住んでいた頃に存在したらしい。
口頭伝承によって伝えられたそれは、少年の心に不思議と懐かしさと畏敬をもたらした。
どうしても形にして見てみたい。

直立している。人類と同様に縦に伸びる。ペラペラした葉というのは成長には欠かせない。
構造の中に分岐が多数存在する。...

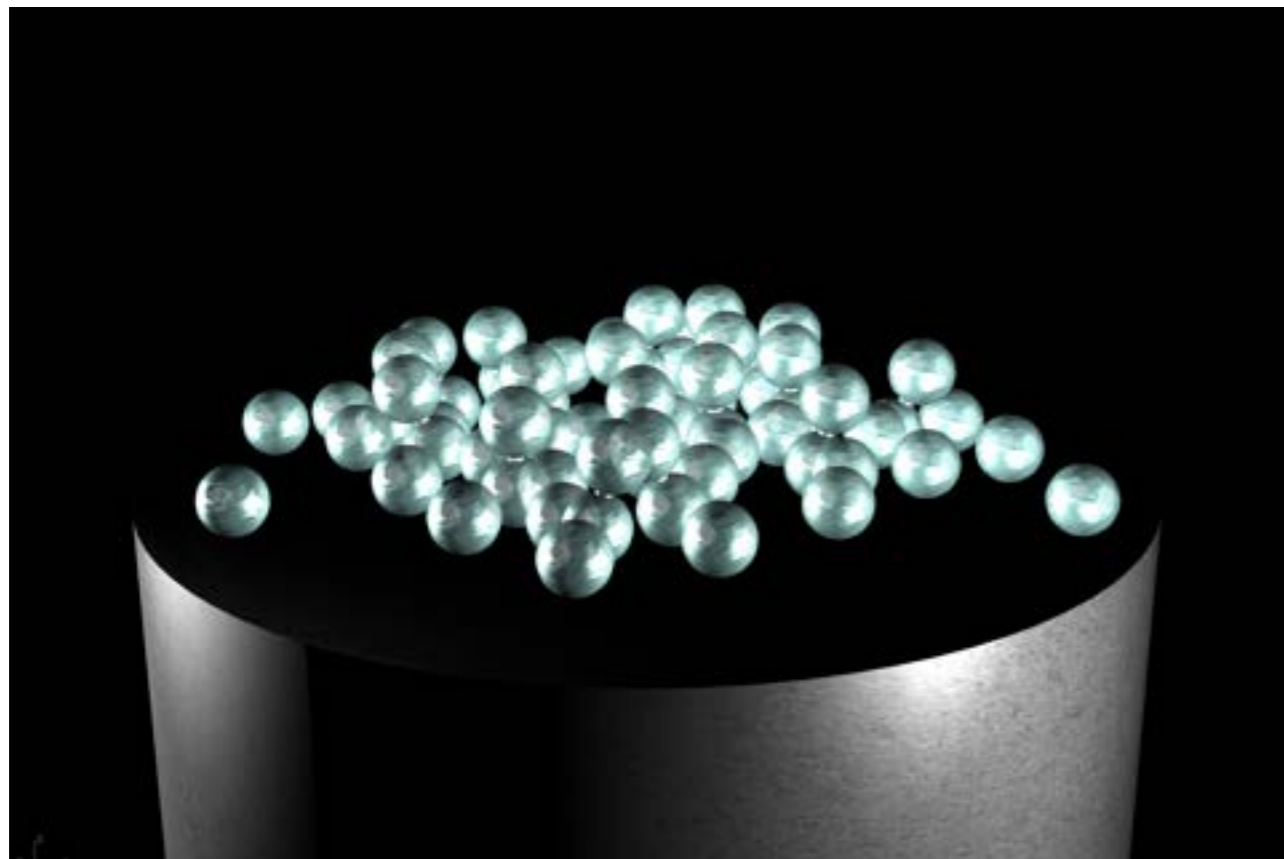
少年は、少ない情報を想像力で補い、姿を考え、プリンタのスイッチを押した。



Third Prototype Design Driven

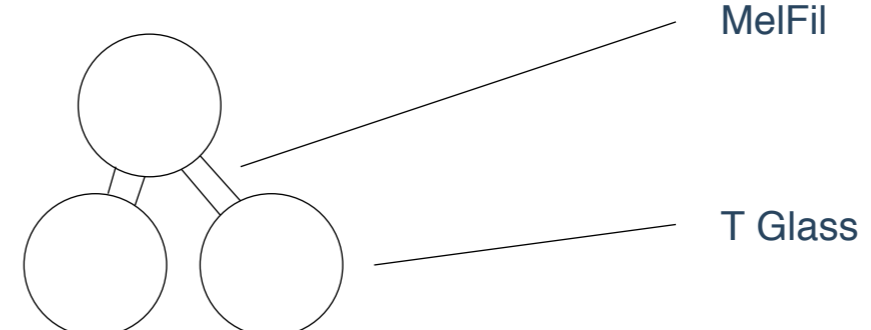
造形装置である 3D プリンタは、観たい意匠・光景から作品を考えるのに向いているのではないか？

水場に水泡が積み重なっては崩れていく光景を思い描く



MelFil ————— 水溶性フィラメント

T Glass ————— 透明度の高いフィラメント

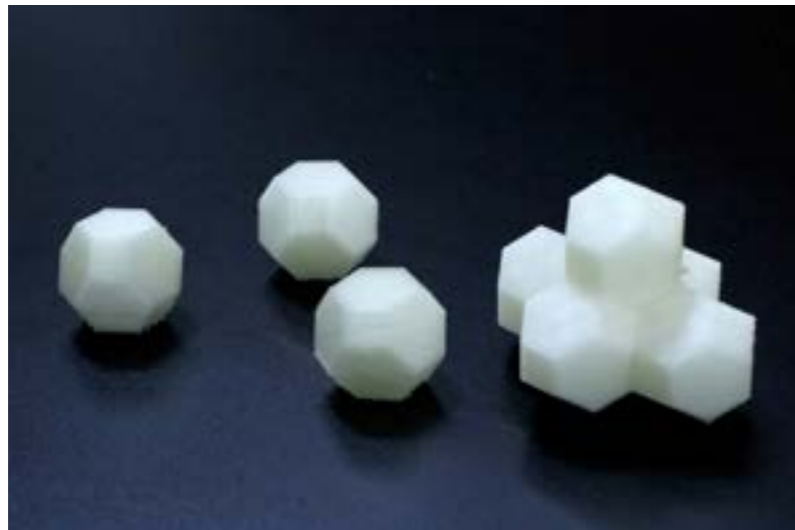


透明度の高いフィラメントで玉を次々にプリントしていく。上から水を滴下し、水溶性フィラメントで出力された支柱を溶かすことによって、玉が崩れていく。玉は延々プリンタ内にて出力される。
崩れたのちにプリントするのは AAM によって可能だと思われたが、そのためには崩れた場所をスキャンしてそのデータを元にスライスする必要があるため、困難であった。代案を考える。

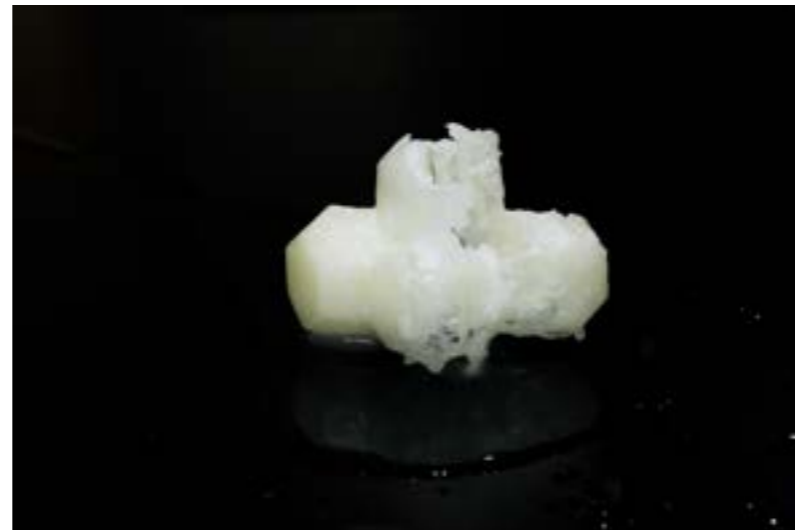
様々な種類のフィラメントを用いた出力物をプリンタから落下させる。下では、積み重なった出力物がそれぞれのマテリアルの性質によって互いに干渉し合い、様々な現象が起こり、一つの構造体を形成していく。

マテリアルが引き起こす現象

MelFil



水で溶けると粘着性が高くなり、周りのマテリアルとくっつく。



積み重なりやすいテトラポット構造

T Glass



通常のフィラメントよりも綺麗な見栄えになる。綺麗に造形するためのテストを重ねる。



同時に複数の温度でプリントして、適切な温度設定を調べる。適切な温度でないと白く曇ってしまう。

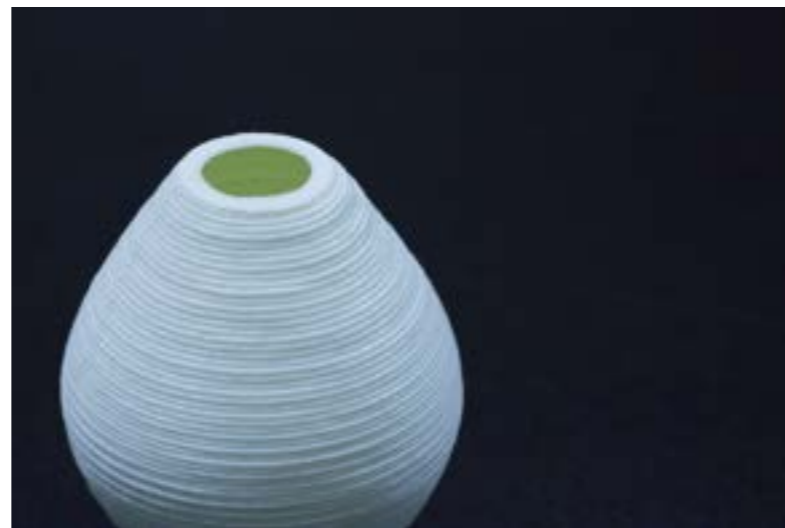


太く出力することで透明度を高められる。

ガラス強化 PLA



ガラス質により、高くて芯のある落下音を響かせる。



ノズルの直径を 1mm に改造したエクストルーダーで太くプリントすることで、音色を変える。

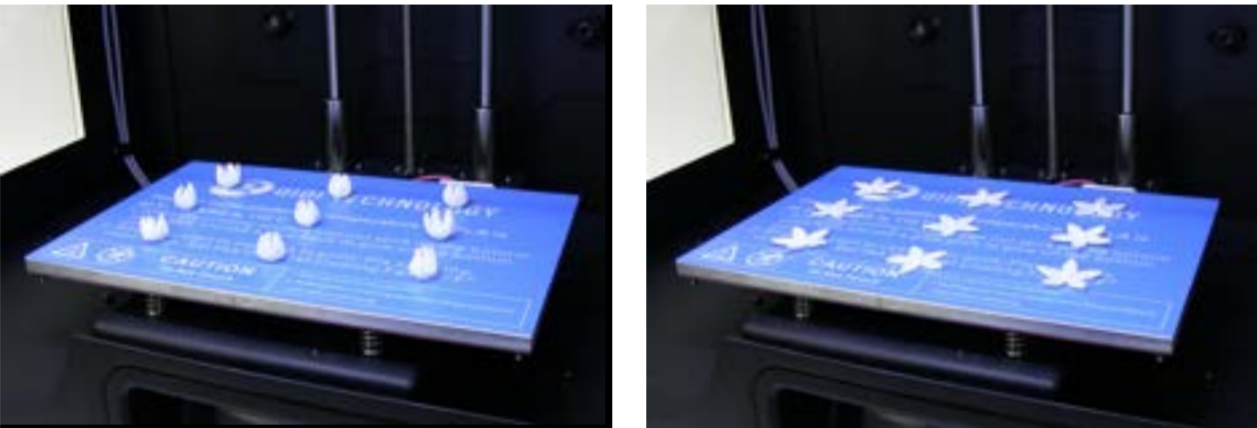
4D Printing and Media Art

1. 概要

通常の 3D プリンティングに時間による変化を加えた研究領域として注目される 4D プリンティング。今期はその 4D プリンティングをメディアアート作品として表現するためのプロトタイプ制作・アイディア出しを行った。

今後制作に取り組む本アイディアは、以前より行ってきた形状記憶フィラメントによる動きの表現と、今期行った生物表現を中心としたマルチマテリアル・マルチモデルのプロトタイプ制作を組み合わせたものになっている。

2. 形状記憶フィラメントを使用した 3D モデルの動きの研究 (2017.01~2017.09)



一定の温度を上回るとプリント物が柔らかくなり形を変えることができるようになり、冷えると固まりまた温めると元の形に戻る性質を持つ形状記憶フィラメント。この、元の形に戻る力を動力と捉え、3D プリンタのベッドの温度を利用することで 3D プリンタ上で可変・可動のモデルの検討を行った。上のプロトタイプは白色フィラメントだが、現在変温フィラメントでのプロトタイプ制作に取り組んでおり、時間によって形が変わるだけでなく同時に色も変わる作品となる。

3. 生物表現を中心としたプロトタイプ制作 (2017.09~2018.01)



当初は既に進めていた 2 の研究をメディアアート作品に落とし込むことを目指しアイディア出し、プロトタイプ制作を始めたが、学期半ばからは作品コンセプト、材料にとらわれずに取り組んできた。そのなかでも水溶性フィラメントの時間経過による振る舞いや、水溶性フィラメントと他のフィラメントを組み合わせた際の振る舞いに惹かれ、2 の研究と組み合わせた作品づくりに繋がった。

FabGym

Motivation

Since sports and fitness have become a trend of lifestyle around the world, more and more people are trying to workout regularly at gym and live healthier. Yet, a big part of beginners would gradually quit form training after few weeks of trials.

Why exactly is that?

Unclear goal

There is a lack of system that can value people's training results

Injuries

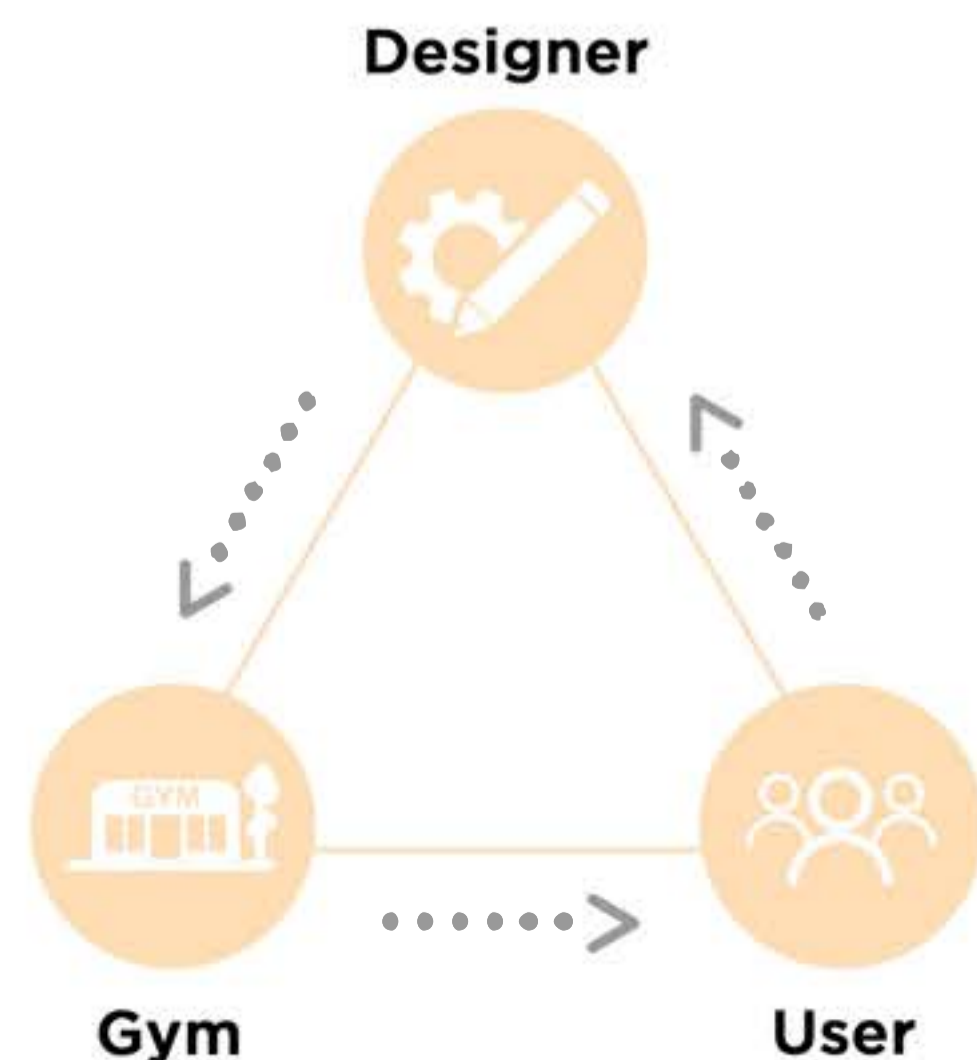
Doing wrong moves without awareness usually causes injuries.

Constant menu

Due to the lack of experiences, most beginners do not know how to create a diverse menu.

Non-interacting

There is no proper system creating connection for those in gym.



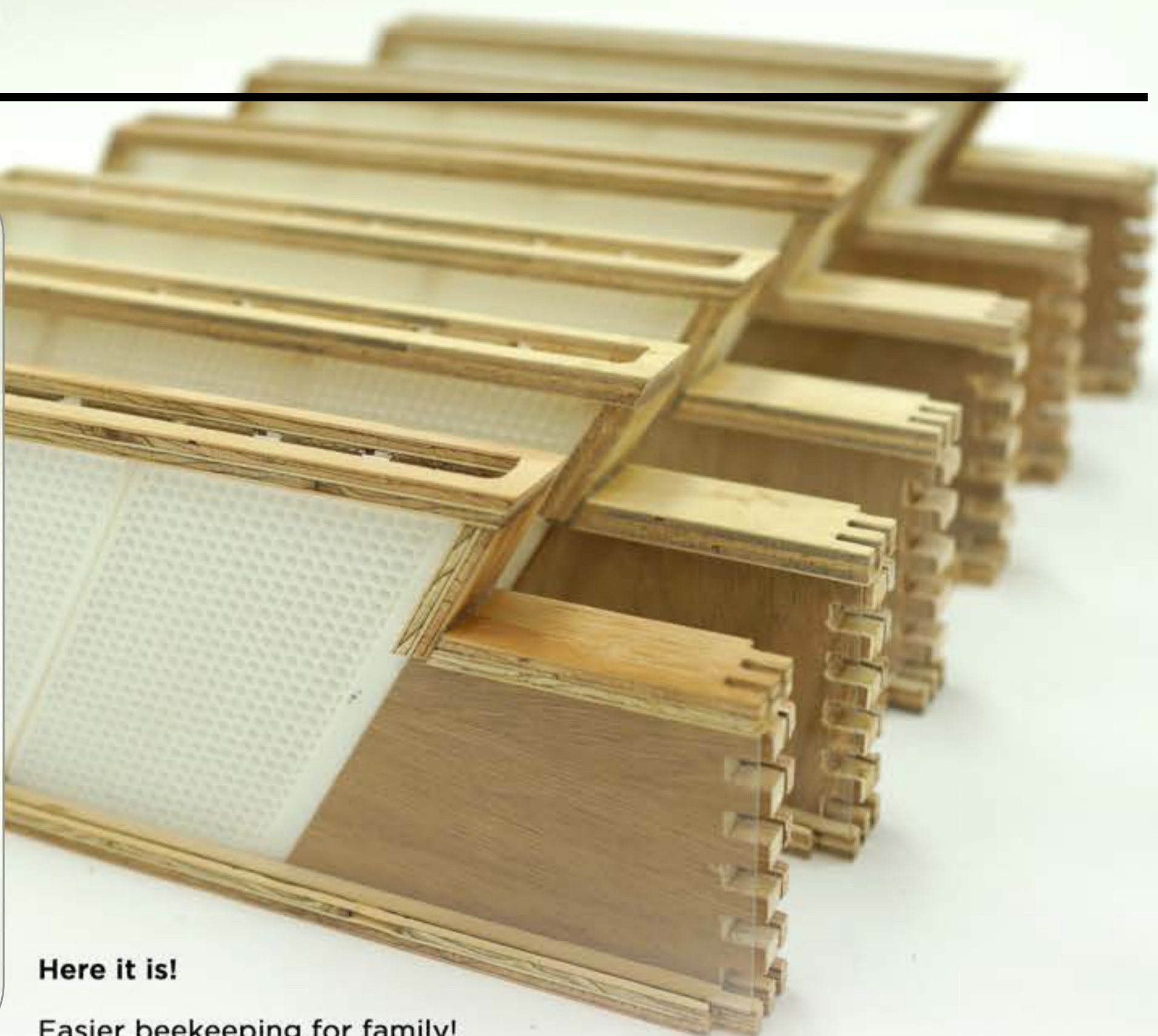
Designer-Gym-User

Instead of selling wearable devices to users directly, FabGym tends to make a recording system highly integrated with gym equipment and reach users through gyms.

For users, especially beginners, it becomes possible to review and manage their training.

Through the IoT tech, designer can easily reach the data generated by gym users, then reuse them for related products.

Fami Hive



Here it is!

Easier beekeeping for family!

Honey harvesting steps



Step 1



Step 2



Step 3



Get the pure honey!

Design concept

Fami Hive is an artificial beehive design based on digital fabrication. There's a filter preventing queen bee from going to the upper frames by its size, as a result, users are not going to devastate any eggs while they are harvesting honey from upper frames. The front pieces of upper frames are made by translucent acrylic, and there's a harvesting system on the back of each frame, family members can observe the condition of their bee colony and harvest their honey in 5 minutes even without opening the hive.



Rotatable platform



Monitoring system



Detachable frames



Fab Nurse Project



FabNurse プロジェクトでは看護分野における Fab の実践に取り組んでいます。高齢化の進む日本では、病院のみならず、施設や各家庭においてケアを必要とする人の数が増え、住空間をかたちづくる数々の「もの」たちは、今まで以上に生活の質を左右するようになるでしょう。より個別できめ細やかになっていくケアの現場でのニーズを生産と結びつけ、社会に届けることを目指しています。

ケアのニーズを反映したものづくり

医療現場からのニーズを医療専門職から収集し、臨床現場の意見を反映したものづくりを行なっています。かたちになった現場のニーズを多くの人へ届けるため、多くの職種を巻き込んだサービスデザインの検討や、ケアのものづくりに必要な技術開発、臨床現場での安全性に関する検討などを行なっています。

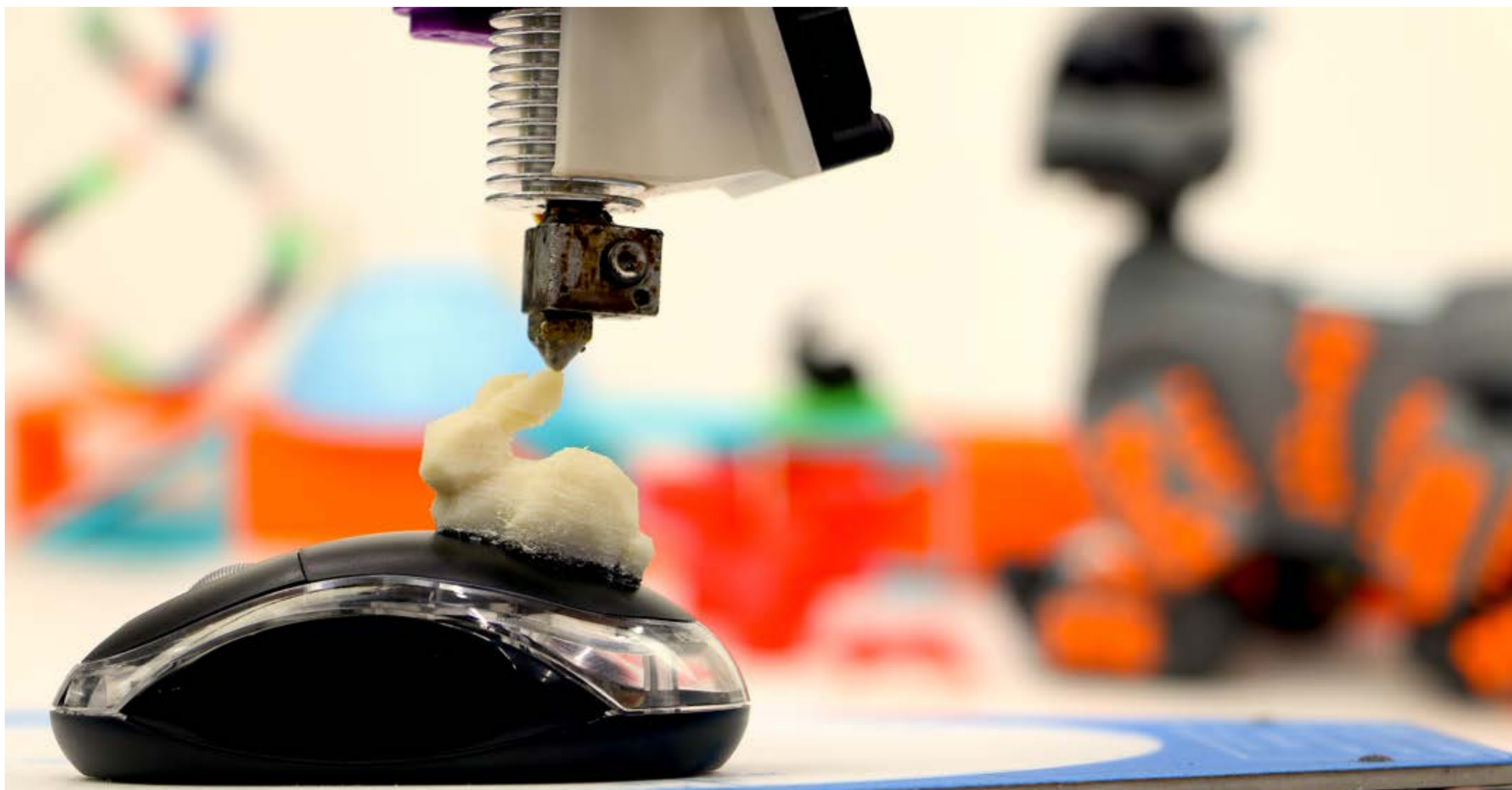


ケア用品の分類

1. セルフケアツール
- 病気や障害があっても「自分でできる生活」を支えるものづくり
2. 教育ツール
- 看護師教育や家族など介護者を支援するものづくり
3. ケア用品のパーソナライズ
- ひとりひとりにぴったりあったケア用品の提供

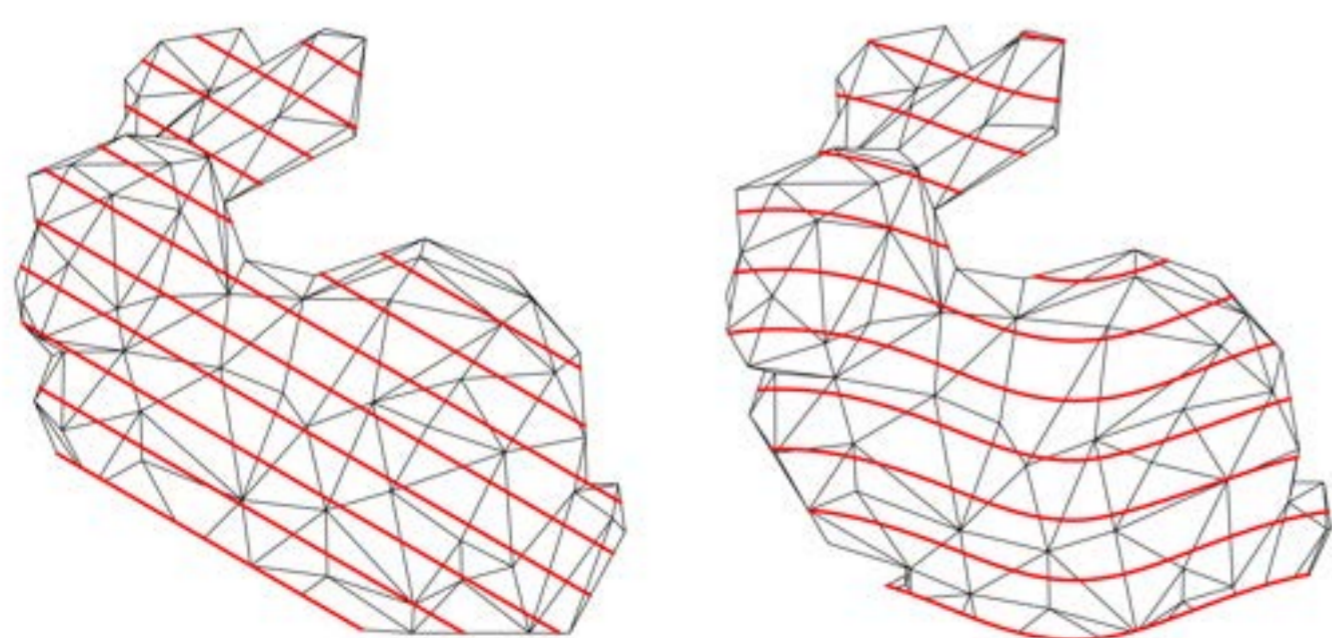


Additive Additive Manufacturing



私たちは、既製品や一度出力されたオブジェクトに対して新たに付加加工する方法を Additive-Additive-Manufacturing(以降 ‘AAM’)と呼び、3D プリンタの新たな使い方の提案やその拡張性を模索している。今学期、スライサーと呼ばれる 3D データから 3D プリンターで出力可能な G-Code というファイ

ルに変換するソフトウェアを 3D-CAD ソフトウェアである Rhinoceros のプラグインとして開発した。このスライサーは、付加したいオブジェクトの 3D データをスキャンやモデリングなどで用意することで、ホットエンドの角度の許す範囲で AAM を行えるような G-Code を出力できるようになっている。

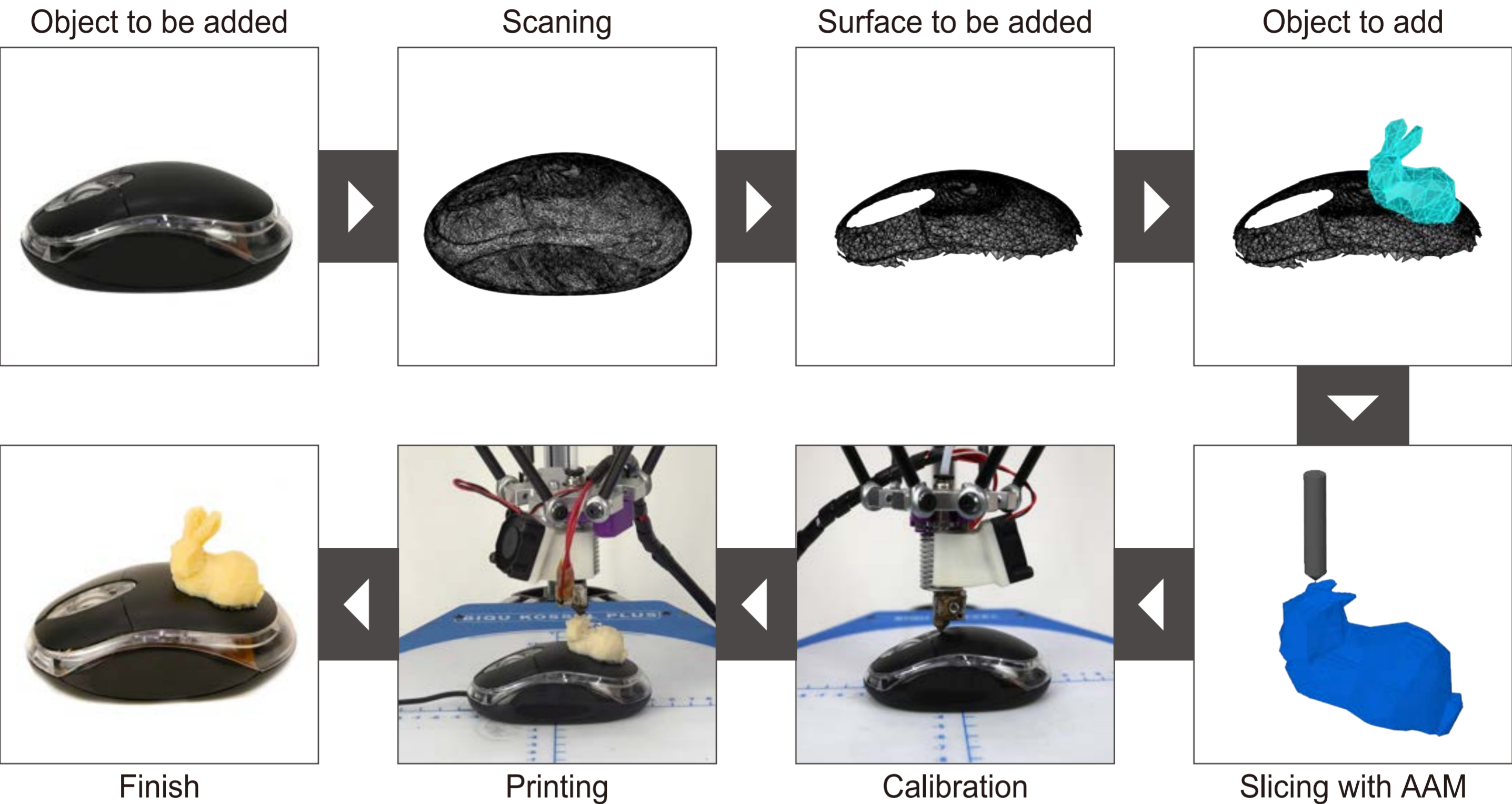


従来のスライサーでは XY 平面に平行にスライスしていくのが一般的であるが、AAM では多様な角度の平面や曲面を用いてスライスすることができる。そうすることで、多様な形を持つオブジェクトに新たなオブジェクトを付加できるような G-Code を出力できる。

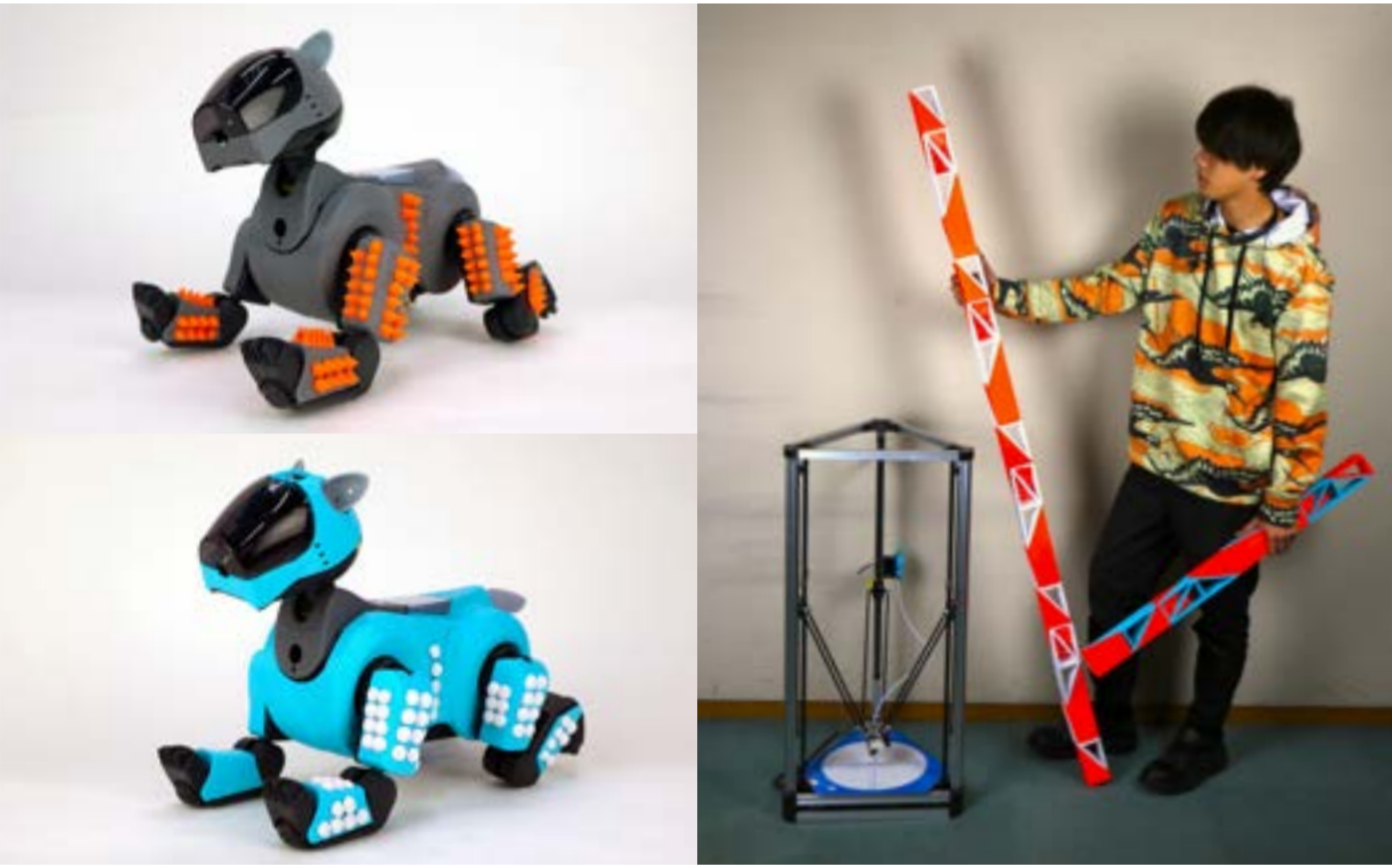


上記の写真は AAM を用いた例である。フィラメントの色を変えながら階段状に複数回付け足すことで、多様な色を持つオブジェクトを作ることが可能である。他には、マウスの持ち手部分にテクスチャを付加したり、器に脚を付加したり、ゴミ箱の蓋に取っ手を付加した例である。

AAM Flowchart



Application of Technology



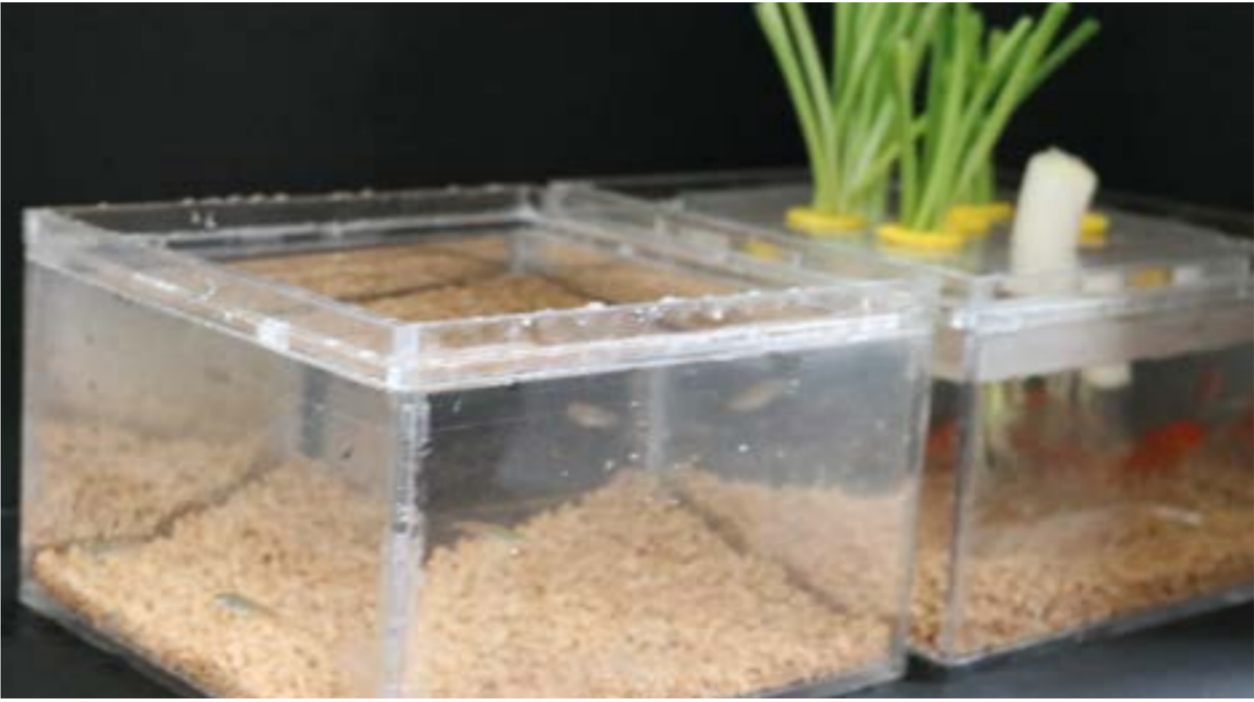
AAM の技術は様々な分野への応用が考えられる。AI によってソフトウェア的に成長するロボットに AAM をすることで、そのロボットのハードウェア的な部分の成長も表現することができる。一度出力したものに繰り返し AAM を用いて付加することで、半永久的に大きな物体を出力することも可能であり、例えば無限の長さの柱などを作ることができる。その他にも、身の回りの生活用品に点字をプリントすれば、視覚障害者に向けた点字のプロットマシンになりうる。AAM で人の成長に合わせて義肢や杖をも成長していくこともできるだろう。

Future Works



現在の AAM のフローは手順が多い。そこで、3D プリンタに 3D スキャンの仕組みを組み込むことで AAM 専用機を開発することを考えている。さらにマテリアルの拡張として多種類のフィラメントを切り替えられるようにすることで、任意の硬さや色を扱えるようにすることも考えている。また、金属製の 3D プリンタに AAM を用いることで、任意の金属製品に任意のパーツを取り付けることが可能であると考える。それによって従来の加工では難しかった形状や摩耗したパーツの復元なども可能になると考える。

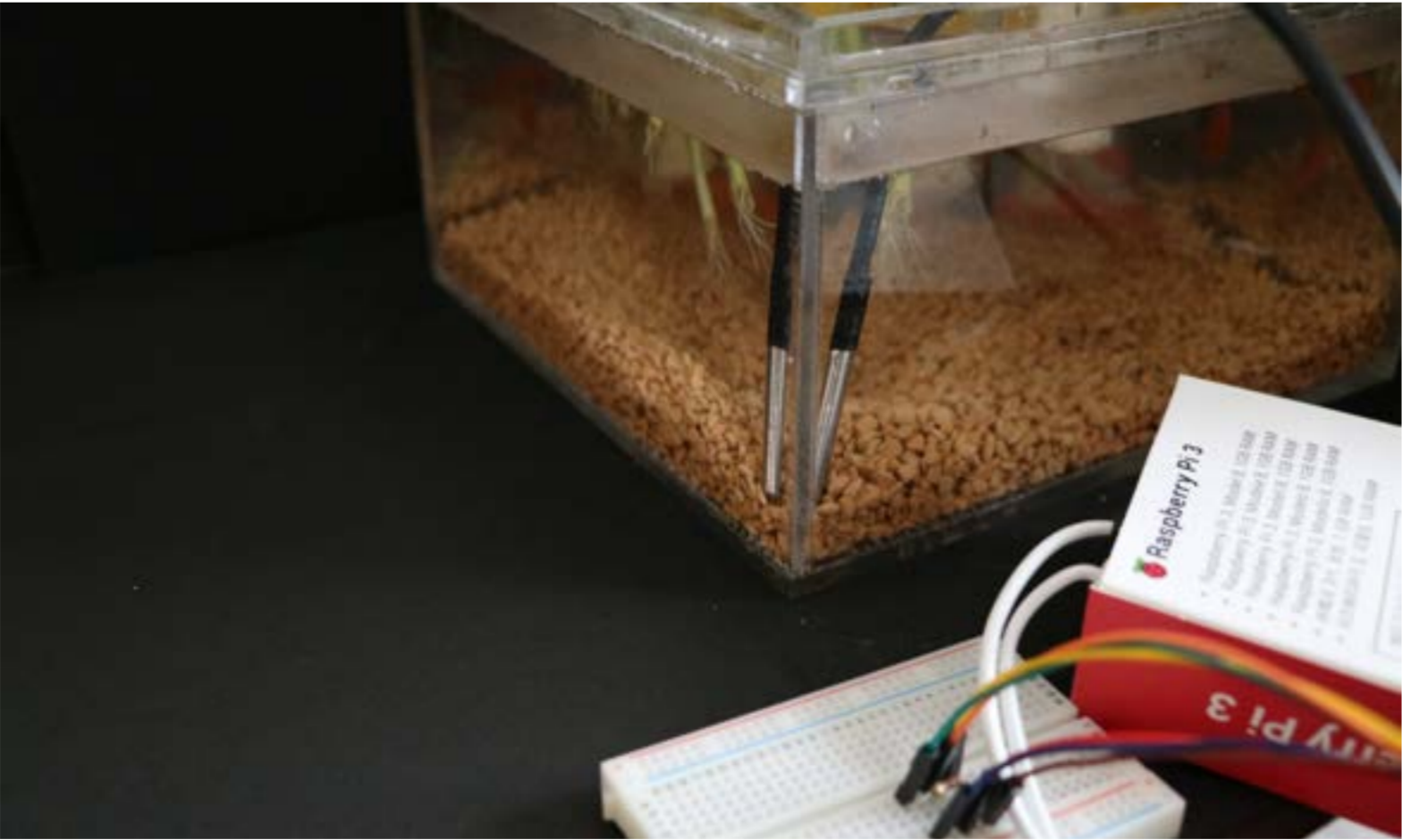
Rebornponics



概要

私は再生野菜とアクアポニックスを融合させたプロダクトを開発している。再生野菜という要らない野菜の根元を水で育てる技術と、アクアポニックスという魚を使用して野菜を育てる技術を融合させている。

育てる魚に関しては金魚やメダカが主だが、メダカの方が水の汚染が遅いので育てやすいと言える。



Raspberry pi の使用

Raspberry pi を使用して、水温の取得を行なっている。防水の温度センサーを使用し、ファイルを開くと温度が取得されている様子を見ることができる。

特徴

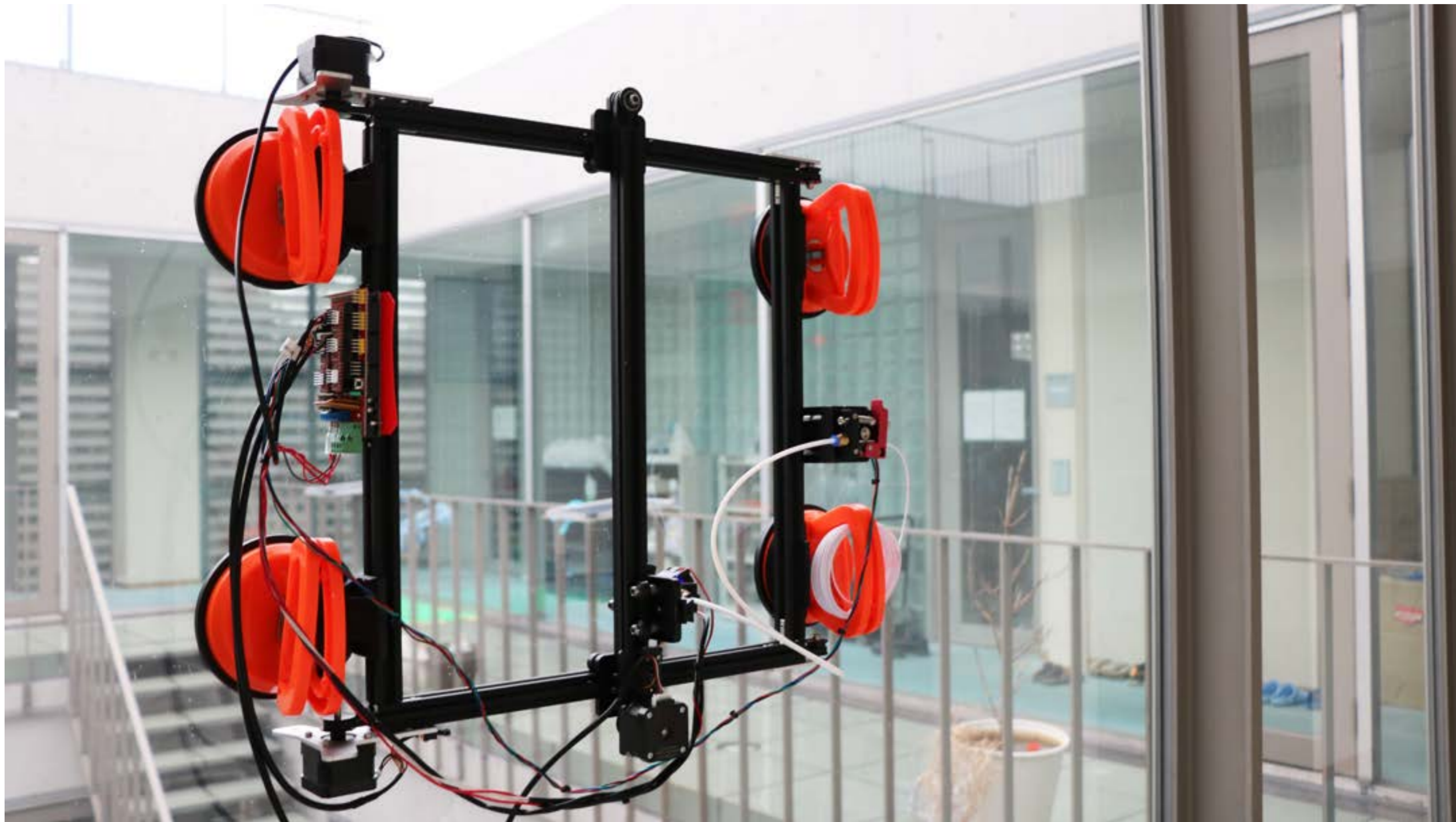
今回は水槽に蓋が付属している。下記の通り、魚を飼育していく上では、水換えが必要不可欠だとわかった。そのため水換えを行いやすくするために蓋を水換え用の水槽として利用できるようにした。蓋側でも再生野菜を行えるようにしている。



魚の飼育と水換え

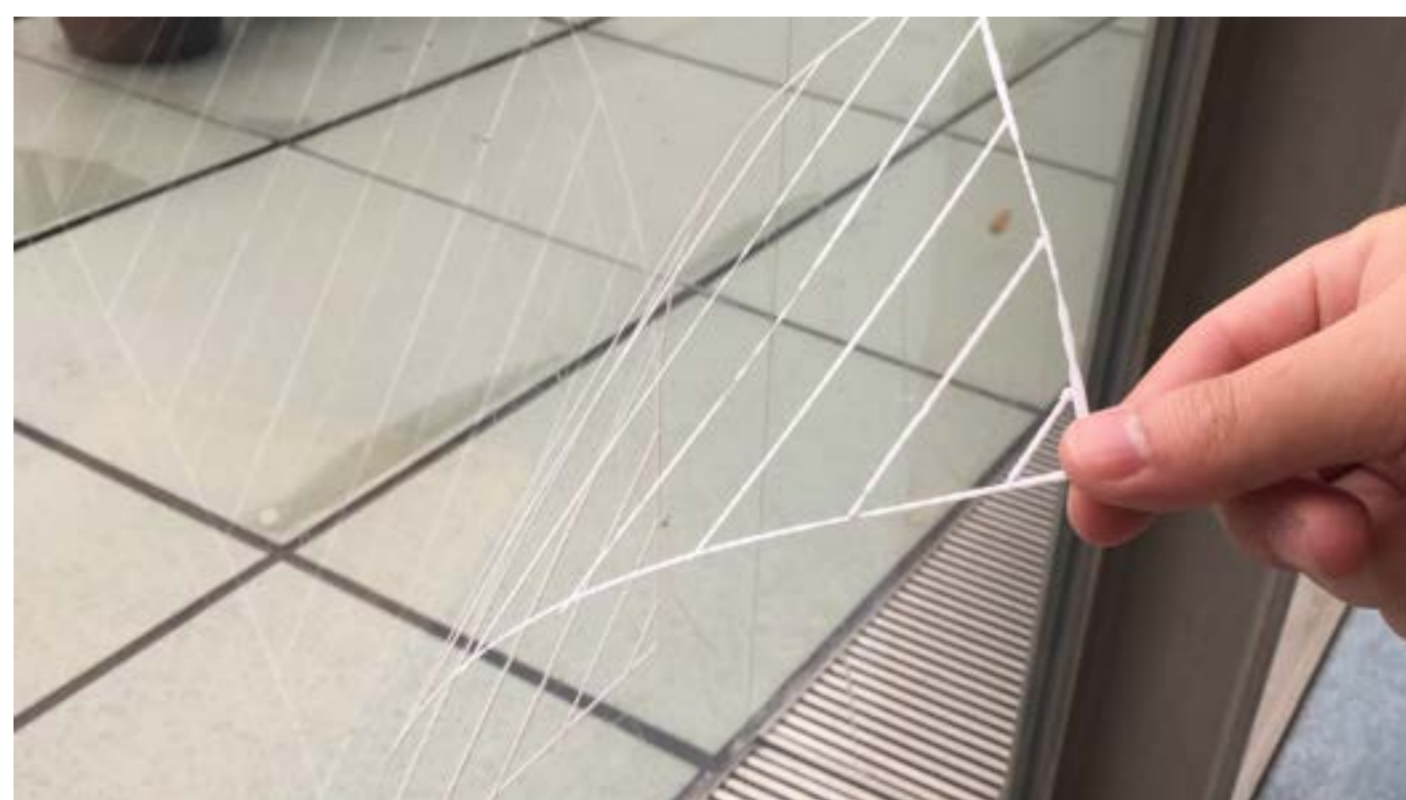
金魚の飼育を繰り返すと、2週間に1度水を取り替えないと水槽の金魚が弱って行き、死滅することがわかった。よって、プロダクトを使用する場合も2週に1度水換えを行うことが推奨される。毎日水換えが必要な再生野菜に比べると、水換えの負担は削減できたと言える。

垂直面出力型 3D プリンタ



これまで窓ガラスそのものをデザインすることはあっても、窓ガラスに対してなにかの意匠を施すことはほとんどされてこなかった。この垂直面出力型 3D プリンタはそれに対する一つの提案である。大

きな特徴は、従来の 3D プリンタがとは異なり、垂直面への出力を試みることである。直接造形することで、その出力過程自体を鑑賞の対象としつつ、窓ガラスに新たな意匠と機能を付加する。



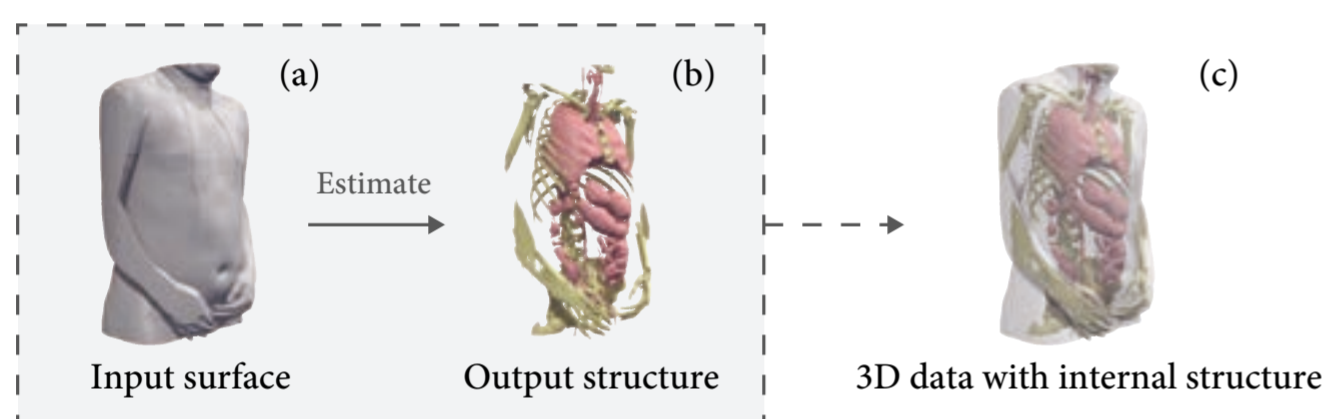
本機は固定に吸盤を用いており、取り外しと持ち運びを前提とした使用を想定している。分解すればどんな場所にでも持ち込むことができるため、事前に出力したものを窓に取り付けるのと比較して、出力面となる窓ガラスと出力する造形物の大きさを気にする必要がない点が優れている。

窓から見える景色やそこから差し込む光などは常に一定ではない。時間や季節によって大きく変化することを考えると、窓ガラスのデザインも変わっていく必要がある。造形物を「はがす」ことで窓ガラスを傷つけることなく、瞬間的にデザインの更新を行うことができる。

畳み込みネットワークを用いた表面形状の内部構造の推定

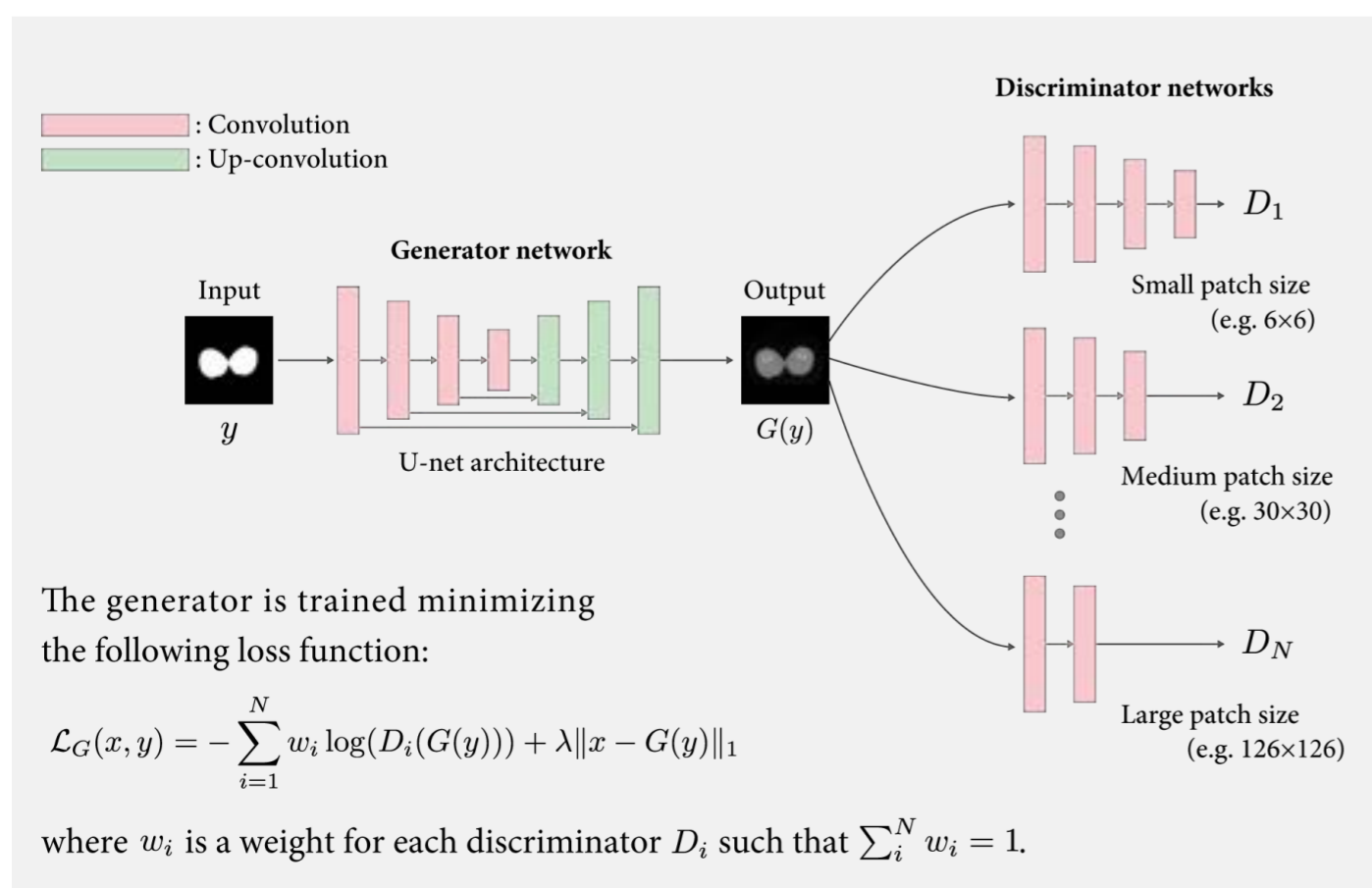
1. 研究背景

3D プリンタの利点は複雑な内部構造が造形できる点である。しかしながら、現在のモデリングソフトのほとんどはサーフェスモデルの作成に特化しており、内部構造を作成するためのデザインはなされていない。そこで本研究では表面形状からその内部構造を推定するシステムを提案する。例えば、人体であつたら肌が表面形状であり、骨や内臓が内部構造である。本研究の目標は肌から骨や内部構造を推定することである。



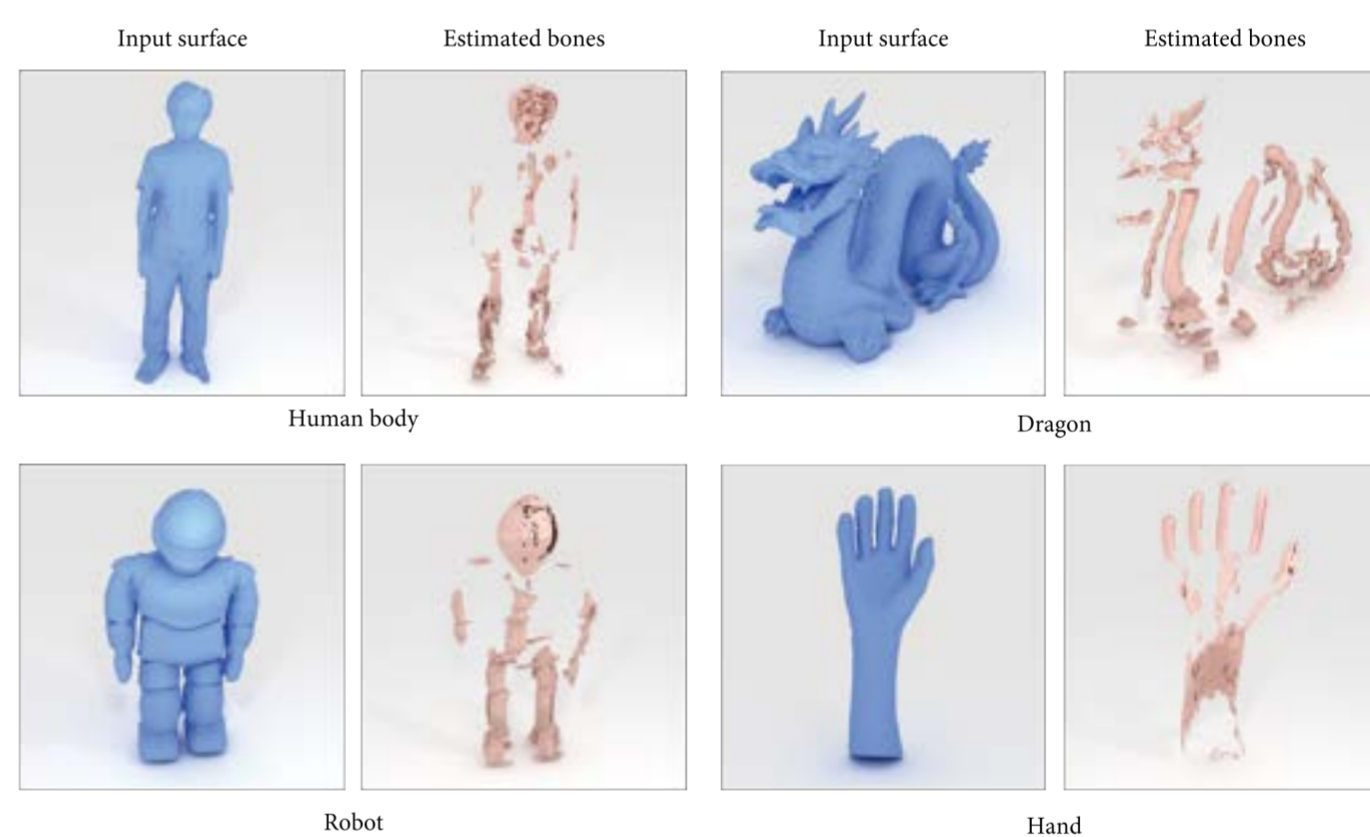
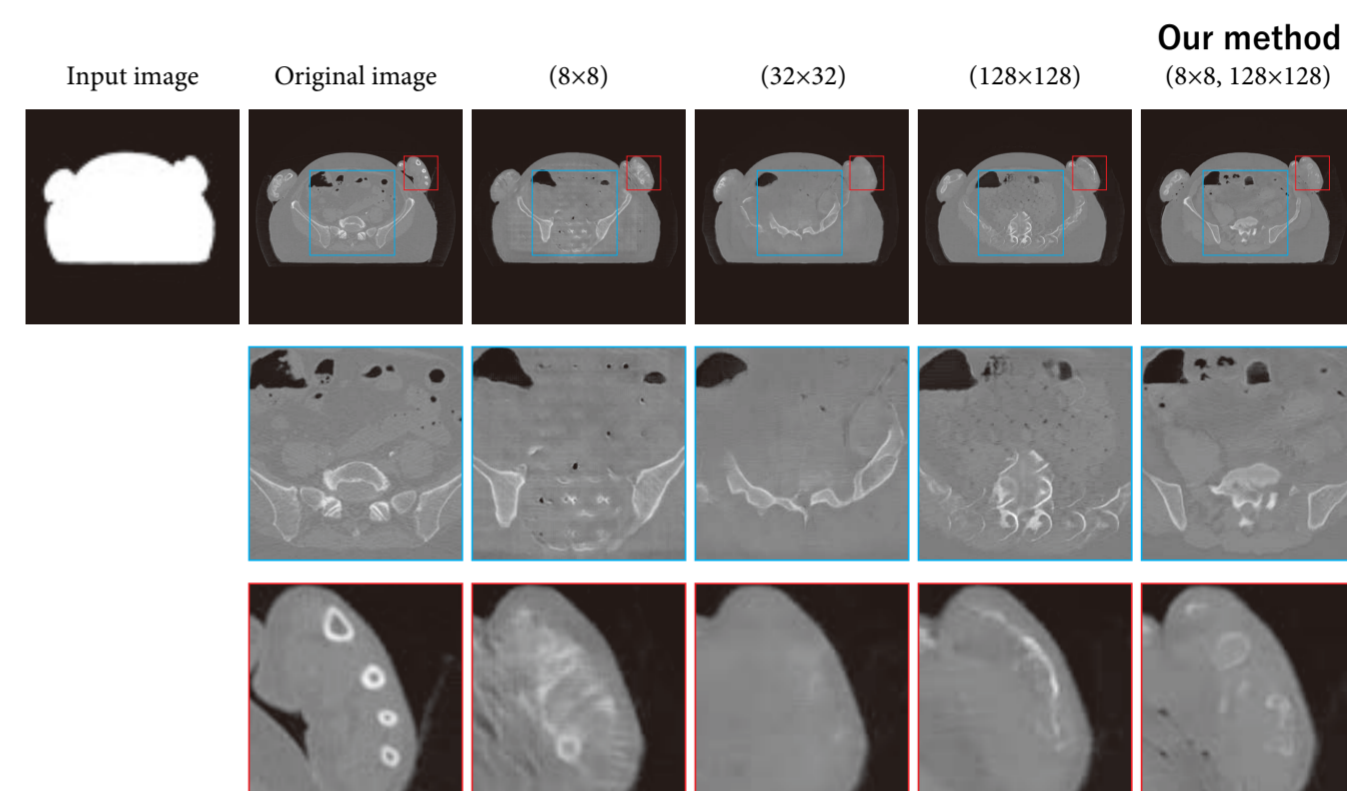
2. アプローチ

入力となる表面形状はポリゴンメッシュで表された 3D データである。本研究では表面形状から内部構造を推定する問題をポリゴンメッシュの断面画像を MRI/CT 画像に変換する問題と考える。変換するときには畳み込みニューラルネットワークを用いる。ネットワークは P. Isola [1] らによって提案されたネットワーク構造をベースにして構築した。彼らと異なる点は複数の判別器を用いていることである。



3. 実験

アイオワ大学が公開している DICOM CT Datasets を用いてネットワークの訓練を行った。このデータセットの中には CT 画像が二人分あり、合計で 2,980 枚の画像がある。このうち 90% は訓練用に、残りの 10% はテスト用に分割した。なおこれらはランダムに分類される。結果を以下に示す。



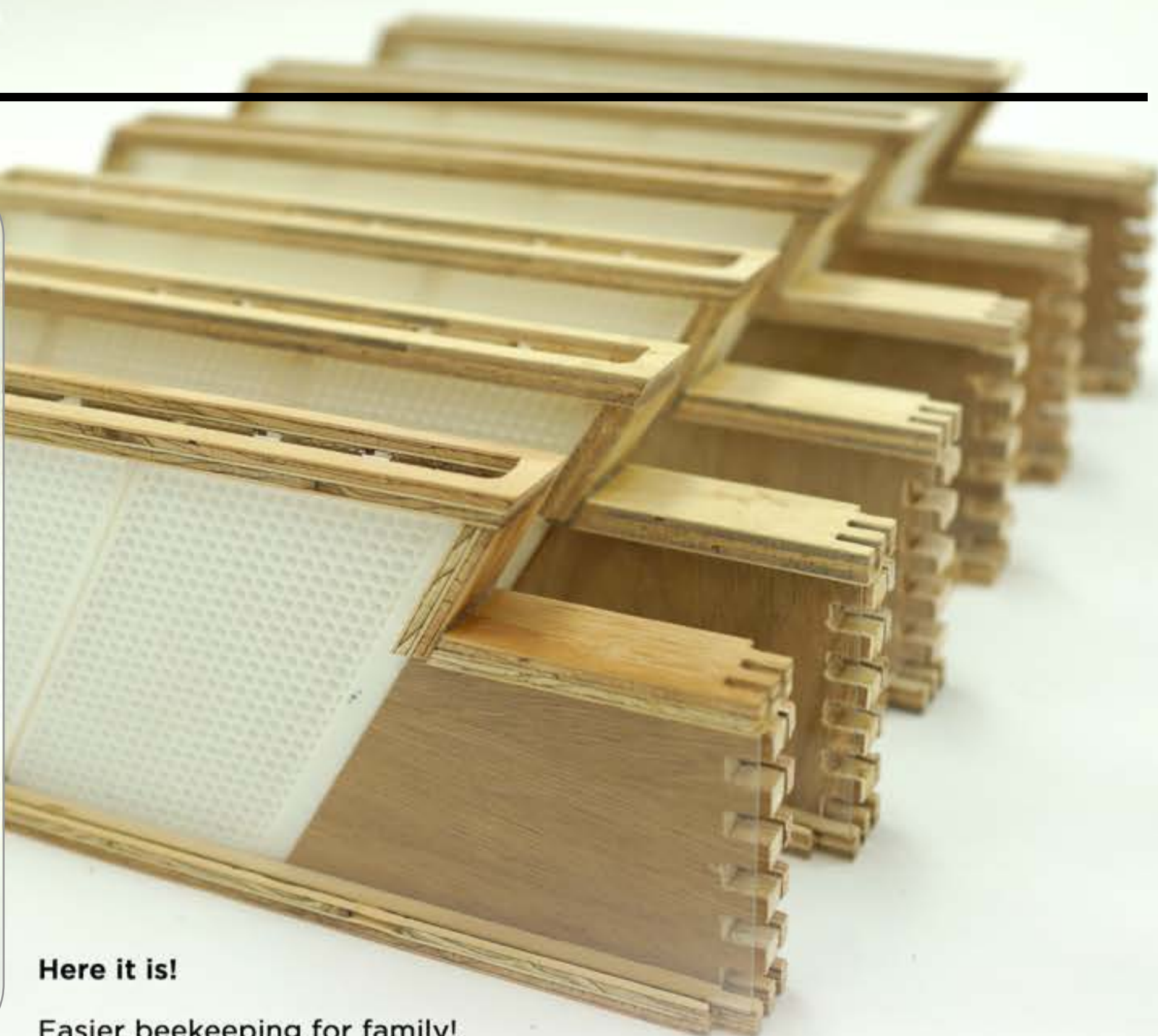
二つの画像の類似度を測る Peak Signal to Noise Ratio (PSNR) と Structural Similarity Index Measure (SSIM) を用いて定量的な比較を行った。PSNR は画素値が平均的にどれだけ同じか測る。SSIM は画素値、コントラスト、画像の全体的な構造の類似度を測る。これらの値は高いほど良い。

							Our method
Single-Discriminator							Multi-Discriminator
Metric	2×2	6×6	14×14	30×30	62×62	126×126	(6×6, 126×126)
PSNR	27.42	27.98	28.07	27.91	28.48	28.78	27.77
SSIM	0.921	0.926	0.925	0.929	0.936	0.938	0.929

参考文献

[1] P. Isola, J.-Y. Zhu, T. Zhou, and A. A. Efros. Image-to-image translation with conditional adversarial networks. In CVPR, 2017.

Fami Hive



Here it is!

Easier beekeeping for family!

Honey harvesting steps



Step 1



Step 2



Step 3



Get the pure honey!

Design concept

Fami Hive is an artificial beehive design based on digital fabrication. There's a filter preventing queen bee from going to the upper frames by its size, as a result, users are not going to devastate any eggs while they are harvesting honey from upper frames. The front pieces of upper frames are made by translucent acrylic, and there's a harvesting system on the back of each frame, family members can observe the condition of their bee colony and harvest their honey in 5 minutes even without opening the hive.



Rotatable platform



Monitoring system



Detachable frames



FabGym

Motivation

Since sports and fitness have become a trend of lifestyle around the world, more and more people are trying to workout regularly at gym and live healthier. Yet, a big part of beginners would gradually quit form training after few weeks of trials.

Why exactly is that?

Unclear goal

There is a lack of system that can value people's training results

Injuries

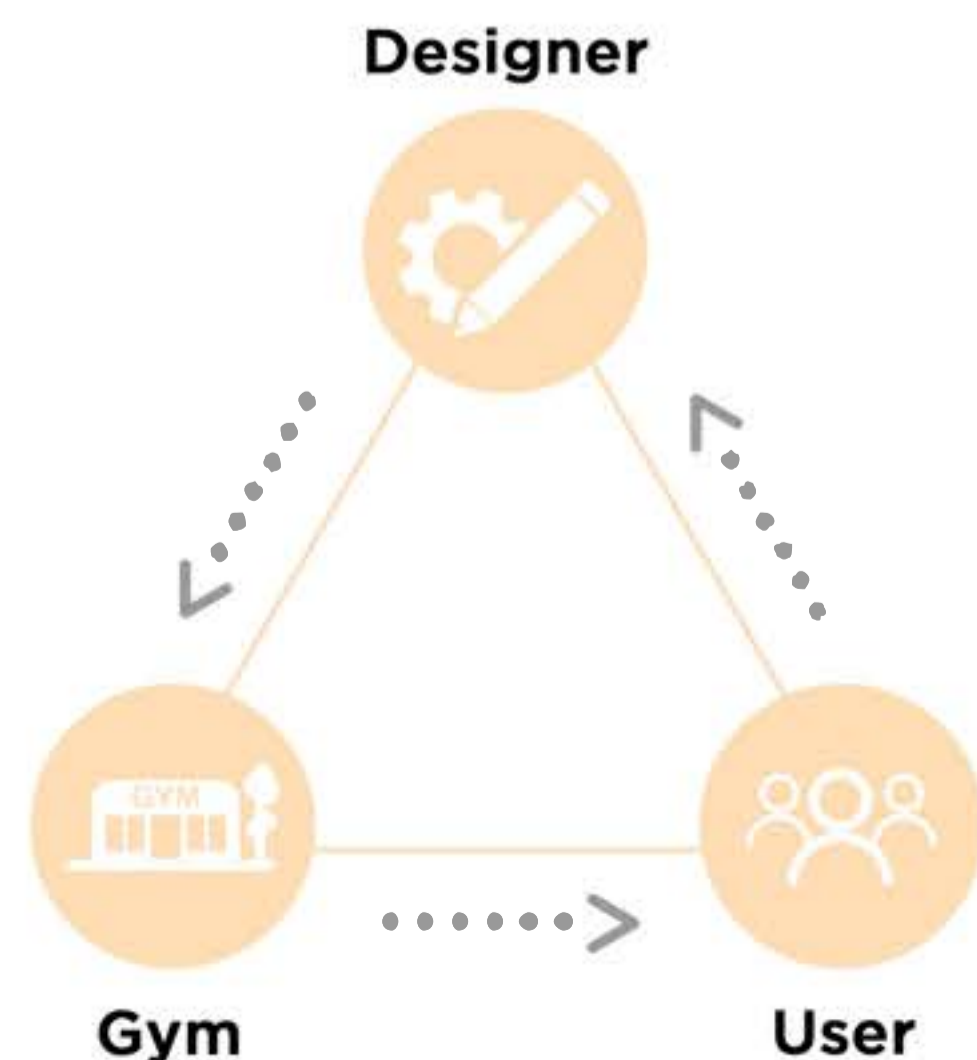
Doing wrong moves without awareness usually causes injuries.

Constant menu

Due to the lack of experiences, most beginners do not know how to create a diverse menu.

Non-interacting

There is no proper system creating connection for those in gym.



Designer-Gym-User

Instead of selling wearable devices to users directly, FabGym tends to make a recording system highly integrated with gym equipment and reach users through gyms.

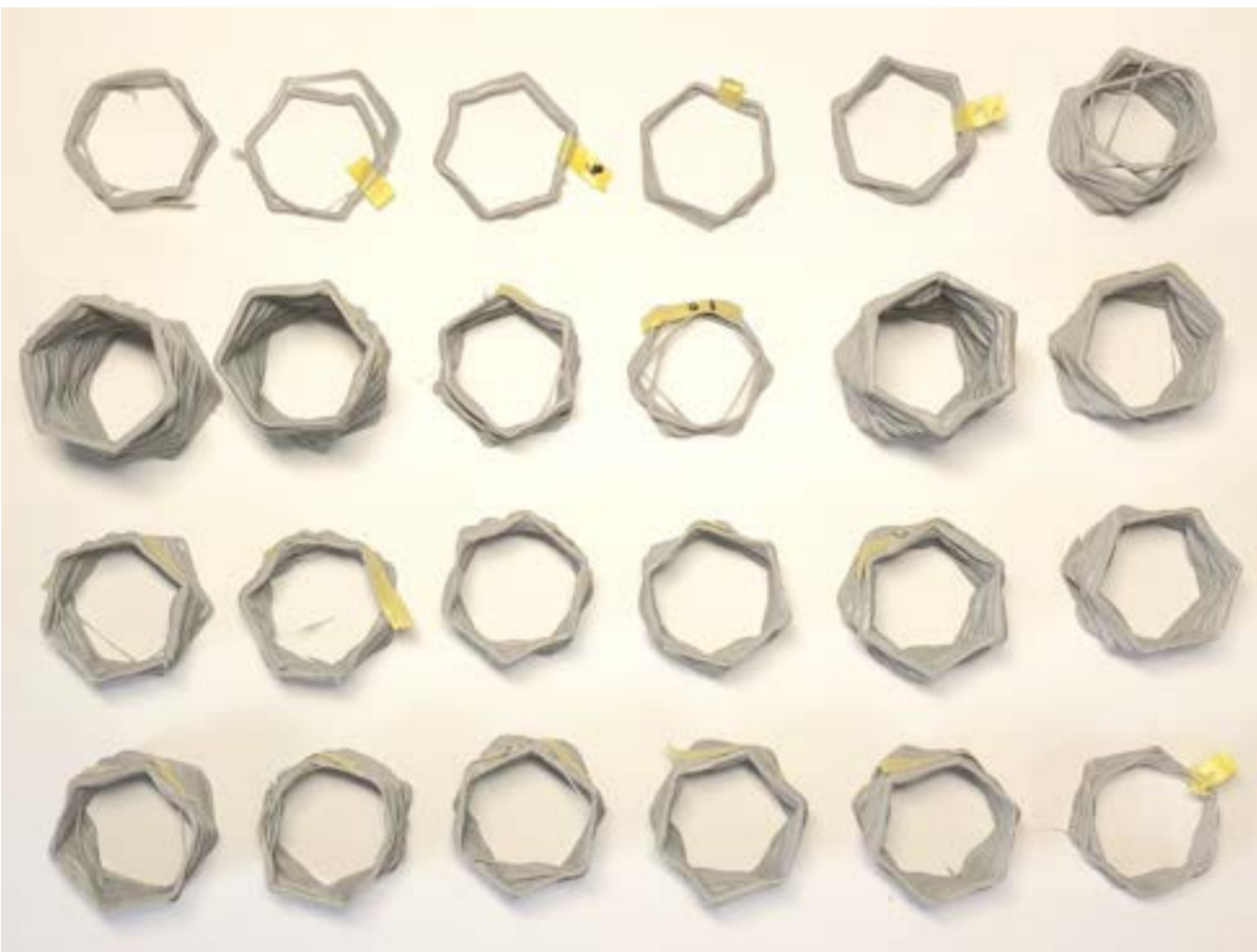
For users, especially beginners, it becomes possible to review and manage their training.

Through the IoT tech, designer can easily reach the data generated by gym users, then reuse them for related products.

歯ブラシのリサイクルゴミから作る被災仮設トイレ



株式会社テラサイクルよりポリプロピレン 99% とポリエチレン 1% を配合した歯ブラシのゴミから作られたペレットを提供していただいた。捨てられたもゴミをリサイクルすることでマテリアルとしてリサイクルする。このペレットから出力するにあたって最適なパラメーターを見つけるためにFILABOT でペレットからフィラメントを自作した。（フィラメントの太さは約 2.8mm）



作ったフィラメントを用いてベッド温度、エクストルーダーの温度、スピード、吐出量のパラメーターを変えて最適な出力条件を探した。その結果、ベッド温度 100 度、エクストルーダー温度 200 度、スピード 90mm/s、吐出量を 250% の条件の時上手く積層する。収縮率が高い、フィラメントの太さが均一でないため吐出量が一定しないなどの問題があるものの上手く積層し造形可能であることがわかった。



日常で利用しているもので被災した際に仮設トイレとして利用できるものをプロトタイプとして4つ製作した。1つ目が植木鉢として利用しているものがトイレと変化する。2つ目が犬小屋としての門がトイレの型になる。3つ目は公共喫煙所の灰皿入れ。4つ目が様々なところに設置されているベンチを設計した。

左上 01 植木鉢 右上 02 犬小屋
左下 03 ベンチ 右下 04 公共施設灰皿

錬品工房 Alchemic Fabrication Studio



錬品工房の「錬品」という造語は、「錬金」に端を発する。錬金（術）とは、科学的手段によって万物の構成を理解し、物質をより完全なものへと錬成させようという試みのことであり、具体的には卑金属を貴金属（特に金）に変化させようとして発展したものである。

価値のないものを価値あるものに変化させようと実験を積み重ねる錬金術師たちの姿はある種の「怪しさ」を持って描かれることが多いが、私たちはそれこそ現代のものづくりにおいて必要な要素だと捉え、「怪しさ」を持った新しいものづくりの形を『錬品工房 -Alchemic Fabrication Studio-』として提案・実践することにした。

今期の成果物として、一学期間続けてきたリサーチをドキュメントにまとめる試みを行った。今後、このリサーチをプロダクトに落とし込んでいく実践を伴って、ドキュメントの完成とする。

01 錬品工房のすすめ

Alchemic Fabrication Studio



大量生産の中では、「効率的」であるということが素材選びで重要視され、それ以外の素材は切り捨てられた。そのように無価値とされた素材ともう一度向き合い、デジタルファブリケーションによる少量生産で素材がもつ多様な価値を引き出すことができないだろうか。錬品工房の始まりである。

02 多様な素材加工の理解

Alalchemy of Modan



素材ともう一度向き合うためには、素材への理解が不可欠である。太古から多様な素材加工の実践をしてきた「料理」という分野へのリサーチを行うことで、素材理解の第一歩とすることにした。

03 "塩" というマテリアル

Using salt as a Material



錬品工房のスタートとして私たちが選んだ素材は、「塩」である。塩は半無限的に採ることができるサステナブルな素材であり、人類の生活において重要な役割を果たしてきた。塩がもつ特性は多岐に渡り、私たちはそのポテンシャルをもつものに活かせないかと考えたのである。

04 事例紹介

《塩のものづくり》
Previous Reserch



塩を利用されたものづくりは世界中で行われており、実際にどのようなものが作られているかをリサーチし、まとめた。

05 塩の実験

Experimentation of Salt



文献・先行事例のリサーチを経て、次に実際に塩に触れ、手を動かしながら実験的にリサーチを進めた。



Fab Nurse Project

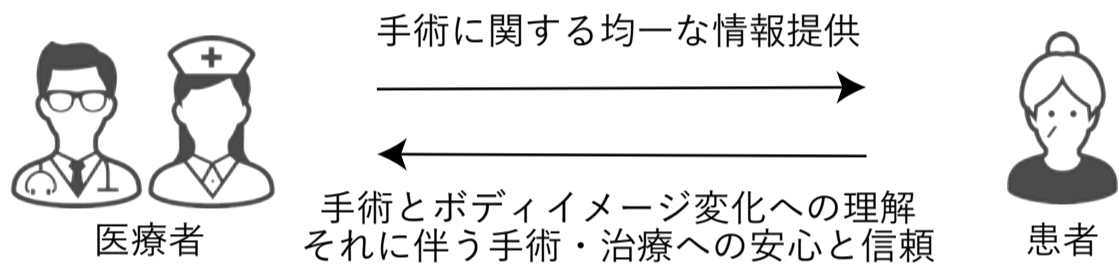
- シェント手術の IC のためのモデル -



合宿で作成したプロトタイプ：手術内容とボディーイメージ変化の両方を説明できる

製作物とその目的

シェント手術を受ける患者に対してインフォームド
コンセントで使用するモデルを製作している。
シェント手術は血液透析で使用する血流量の多い血
管を作る方法の一つで、主に上腕の静脈と動脈を外
科手術でつなぎ合わせるものである。常磐病院の看
護師の声を元にアイデアを練っており、医療者と患
者の双方にメリットがある。（下図参照）



これにより患者中心の医療の実践や相互の信頼関係
に繋がり、血液透析という慢性疾患患者が継続的に
病院と関わることを目的としている。

背景

自身の望む場所で納得のいく医療を受ける流れから
在宅医療のニーズが高まっており、今後高齢化に伴
い訪問看護はさらに需要を増すと考えられる。訪問
看護や看護とはどういうもので、患者の生活にどう
関わり利益をもたらすのかを発信して行くことで、
将来サービスを受けたい人が適切に選択できること
に繋がる。

また常磐病院は福島市の透析患者を積極的に受け入
れ透析治療に力を入れている医療施設であるため、
シェント手術を行う患者が多い。しかし手術説明の
精度が医師によってばらつきがあったり、実際に患
者が手術内容を誤解していたり術後の皮膚の変化に
驚いたりするケースがある。

これまでの取り組み

- 2017/9/14-15 合宿
ニーズヒアリングとプロトタイプ作成
- 2017/10 - 11
ORF、サービスデザインによる捉え直し
- 2017/12/15
改良に向けて再度ヒアリング
- 2018/3
いわき訪問（予定）

展望

3 月の次回のいわき訪問までにプロトタイプを形に
することを目標にしている。Arduino Nano を使用し
て内部を小型化し、装着しやすい外装を製作する。