

デザイン学部共同研究プロジェクト 最終報告書

プロジェクト名

3Dプリンタを活用した In-Exデザインモデルの研究開発

2018.06.28

本報告書は、3月に退職された元研究代表者、石塚昭彦教授に代わり、本郷、伊藤潤、御幸が作成した。

目次

- 1、プロジェクトの目的
- 2、プロジェクトの概要とテーマ
- 3、プロジェクトの計画とスケジュール
 - ・デザイン開発研究整備／先端技術情報の収集
 - ・個人研究
 - ・本研究(デザインのメソッド化)
- 4、本研究の題目
 - ・本研究の概要
 - ・シェルの造形手法検討
 - ・インフィルの形状検討
 - ・デザインコンセプト
 - ・本研究の課題
 - ・今後期待出来る展開の例
- 5、学外での研究成果発表(「3D Printing Expo 2018出展」)
 - ・「3D Printing Expo 2018」出展の成果
- 6、個人研究
 - ・本郷信二「幼児のための遊具の提案」「ストリートファニチャーの提案」
 - ・伊藤潤「3D-RePlanting」の研究
 - ・御幸朋寿「デジタルデータの制作手法の研究」
- 7、プロジェクト収支帳簿

プロジェクトの目的

3Dプリンタを生産手段とする次世代の製品開発に向けて、3Dプリンターの特徴を生かした、先端的なデジタル製造装置の活用ノウハウを獲得しながら、新しく、かつ**独自のデザイン手法を構築することを目的とする。**

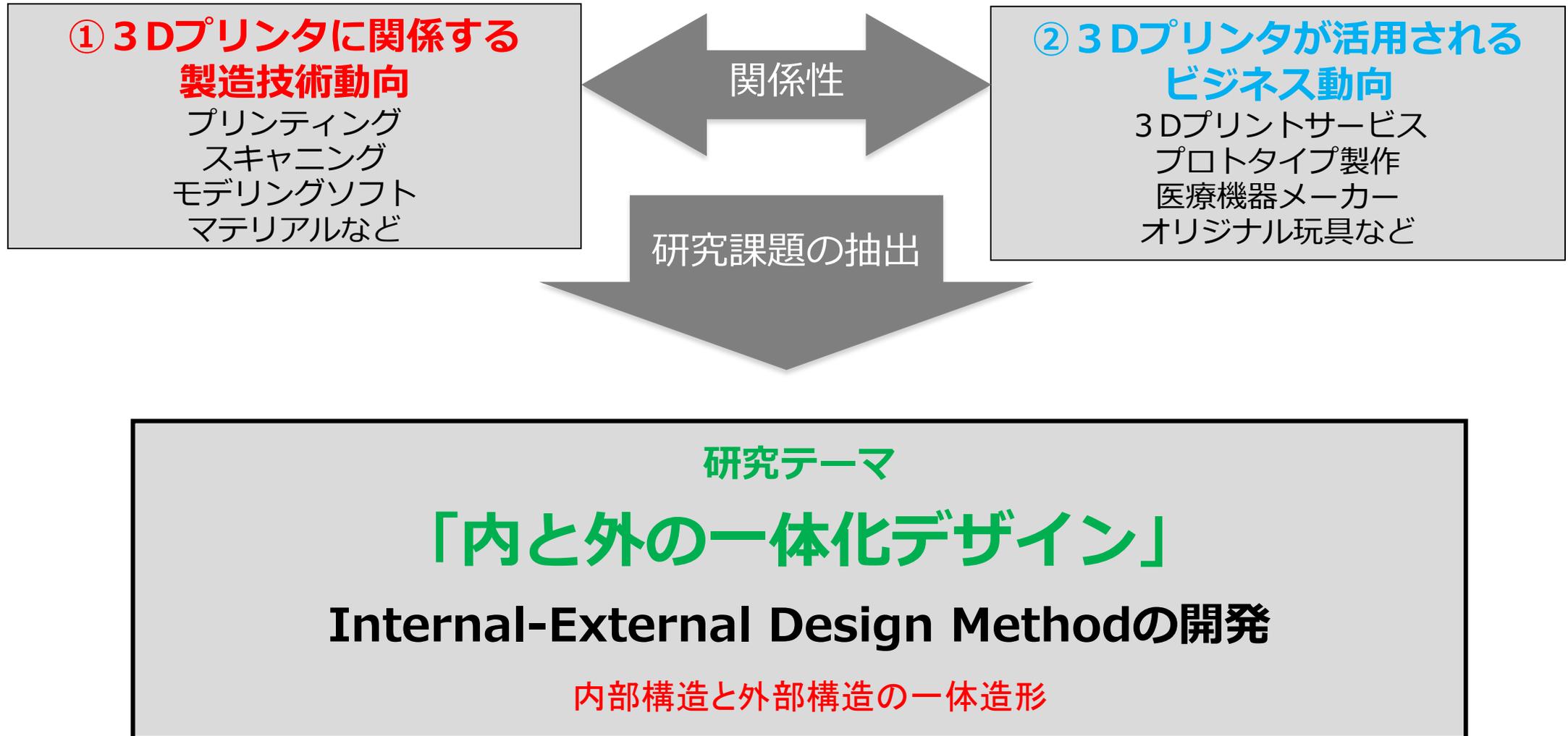
プロジェクトの概要

近年、急速に開発が進んでいる3Dプリンタは、その本質である「デジタルデータから、直接造形物を作り出す」ことにより、従来のモノづくりのプロセスを変革し、生産手段とプロダクトデザインに革新をもたらすツールとして注目されている。特に3Dプリンタが「個人を含めた幅広い利用者のモノづくりツール」として発展した場合、様々な産業においてモノづくりの生産システムが大きく変わることが予想されている。

本研究では、近い将来3Dプリンタが生産手段の一つとして普及することを想定して、その特徴である**三次元複雑形状の製造**や**内部構造の一体造形**、**密閉性の高い袋状構造の展開**などについて調査・分析を行い、内部視点のアプローチにより、内と外、表と裏を同時にデザインし、次世代プロダクトの製造・開発をリードする手法“Internal-External デザイン”の構築を目指した。

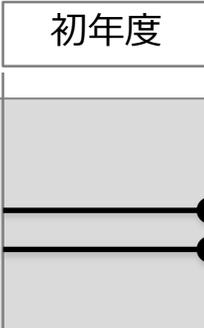
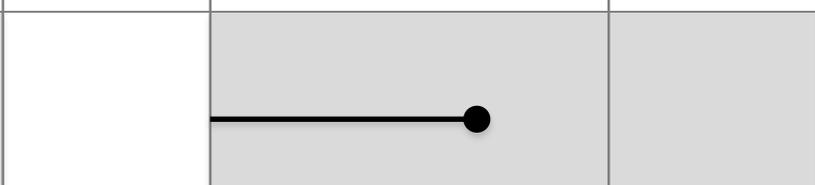
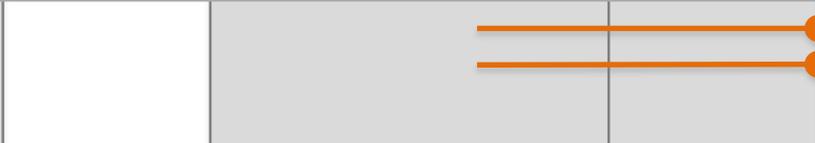
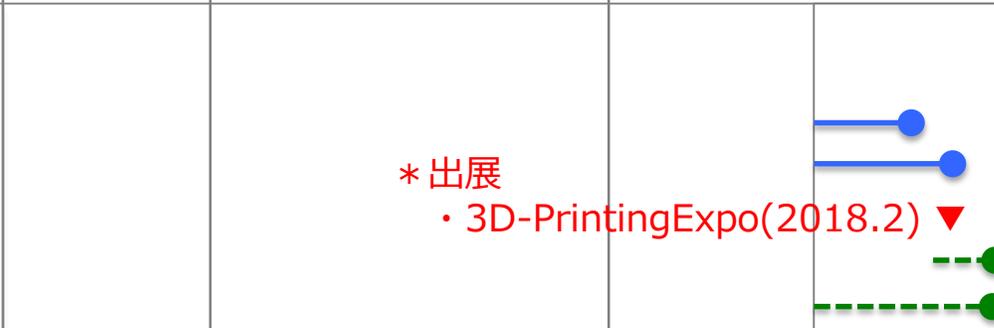


研究を始めるにあたって、①3Dプリンタに関する「製造技術動向」と、②3Dプリンタが活用される「ビジネス動向」を調査し、それらを踏まえて、研究課題を抽出し、研究テーマ「内と外の一体化デザイン」を設定した。



プロジェクトの計画とスケジュール

2016年の後期から2018年3月までの約2年半を3つのフェーズに分け研究計画を立てた。

	初年度	第2年度(2017)	第3年度(2018)
Phase1 デザイン開発環境整備／先端技術情報の収集 3Dプリンタ関連装置の環境整備 技術／ビジネス動向・研究調査			
Phase2 デザインモデル開発と検証／課題抽出 個別研究) デザイン開発・プロトタイプ製作 本研究準備) デザイン開発・プロトタイプ製作 デジタルデザイン開発のノウハウ抽出			
Phase3 デザインメソッド化／外部アピール 実践モデルによるデザイン研究 開発ノウハウの整理、メソッド化 研究成果の外部発表（展示会、学会等） 継続的な研究の計画 地域産業との共同研究を検討		<p>▼学部内報告</p>	<p>▼学内報告</p>  <p>* 出展 ・3D-PrintingExpo(2018.2) ▼</p>

Phase1

デザイン開発環境整備／先端技術情報の収集

- ① 3Dプリンタ関連装置の環境整備
- ② 技術／ビジネス動向・研究調査

①デザイン開発環境整備

3Dプリンターを有効活用するため、また様々な展開方法を探るため、以下の関連機材を購入し、実験、検証を重ねた。関連機材と組み合わせることで3Dプリンターの性能が最大限に発揮される。

3Dプリンター



3Dデータを設計図として、断面形状を積層していくことで立体物を作製する。

3Dスキャナー



複数のカメラで対象物を撮影し、合成することで3次元データ作成する。

CNC装置



3Dデータを設計図としてPCを制御し、材料を切削して立体物を作製する。

レーザーカッター



レーザー光を極めて小さな面積に集光させることにより、材料を加熱溶融させ、対象物を切断する。

② 3Dプリンタが活用されるビジネス動向

本研究のテーマを設定するにあたって、現在どの分野で活用がされているのか予備調査を行った。各メンバーの専門分野を踏まえ、研究の方向性を定めるべく議論を重ねた。半年の期間を個別研究に当て、得られた知見をもとに題目を決定することとした。



大別すると、上記の業種での活用が盛んに行われているが、いずれも研究・開発途上である。

Phase2

個別研究

2018年1月～8月

本研究を進めるにあたって、予備研究としてプロジェクト各メンバーの専門分野を活かし、それぞれがテーマを設定し、半年の期間を定め研究を行った。

プロジェクトメンバー及び各自の研究領域

石塚 昭彦 (教授)



プロダクトデザイン
サービスデザイン

本郷 信二 (教授)



空間デザイン
インテリアデザイン

伊藤 潤 (講師)



工業デザイン
デザインマネジメント

御幸 朋寿 (助教)



建築・構造デザイン
ディスプレイ計画



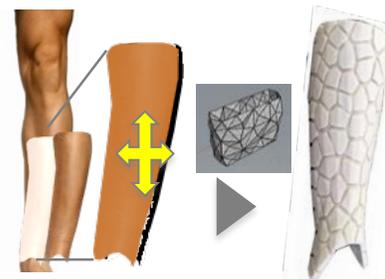
個別研究

本研究を進めるに当たって、各メンバーの専門分野を活かし、2018年1月から8月にかけて各メンバーがそれぞれテーマを設定し基礎的な研究を行った。

個別研究 1（石塚）：ウェアラブルツールに向けたデザイン手法の研究

3Dプリンタの最大の特長の一つでもある「カスタマイズ生産」に着目し、究極のウェアラブルツール開発に実現する**デザイン開発手法を探る**研究

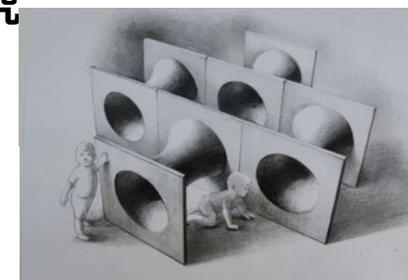
- ・スキャニングデータのモデリング化手法が課題
- ・内部と外部の造形をつなぐ構造の最適化手法が必要



個別研究 2（本郷）：乳幼児のための遊具／ストリートファニチャーの研究

内側からの形状的機能を優先した造形手法の開発をテーマに、今まで実在していない**構造や形状**を子供用遊具に適用するための研究

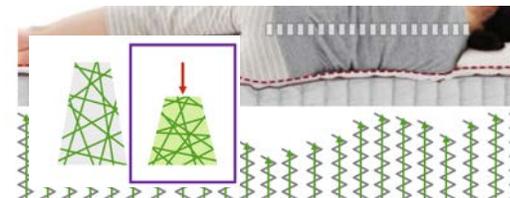
- ・内側形状の諸特性（安全性など）を検証する手段が課題
- ・原寸サイズにおける製造・組立方法の検討が必要



個別研究 3（伊藤潤）：体圧分散性に優れた個別最適化クッション材の研究

個人の体型に合う形状の敷き寝具への応用を想定し、身体に合わせて沈んだ状態ですべてが同じ反発力となる理想のクッション材の構造を探る研究

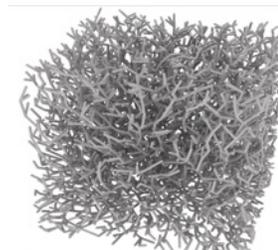
- ・機能特性を実現する構造材料の開発が必要
- ・クッション機能を最適化する内部形状の検証が課題



個別研究 4（御幸）：デジタルデザイン技術と3Dプリンタを活用した空間構法の研究

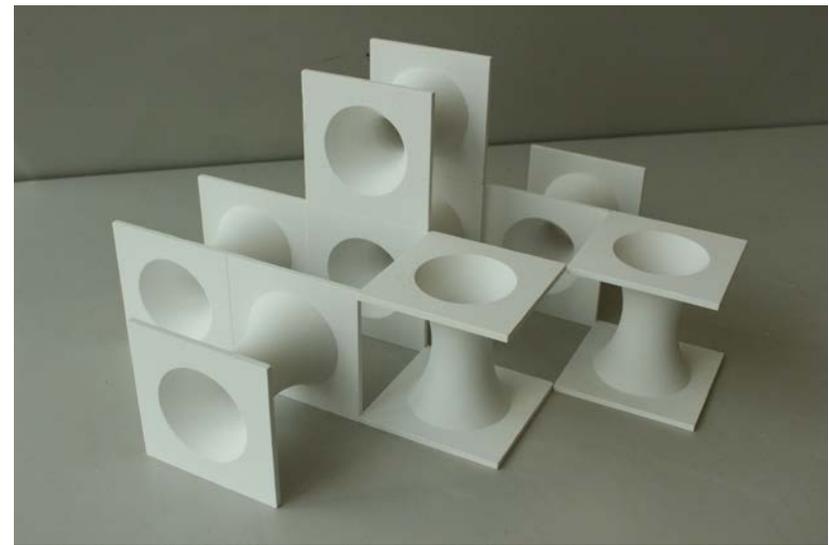
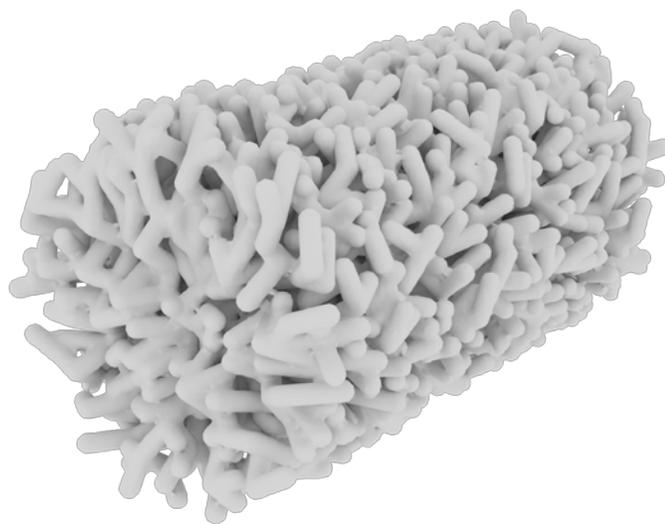
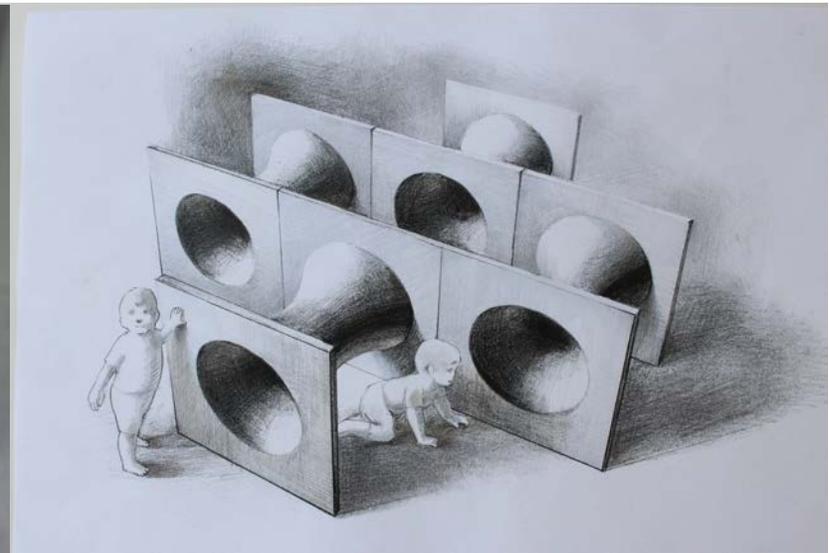
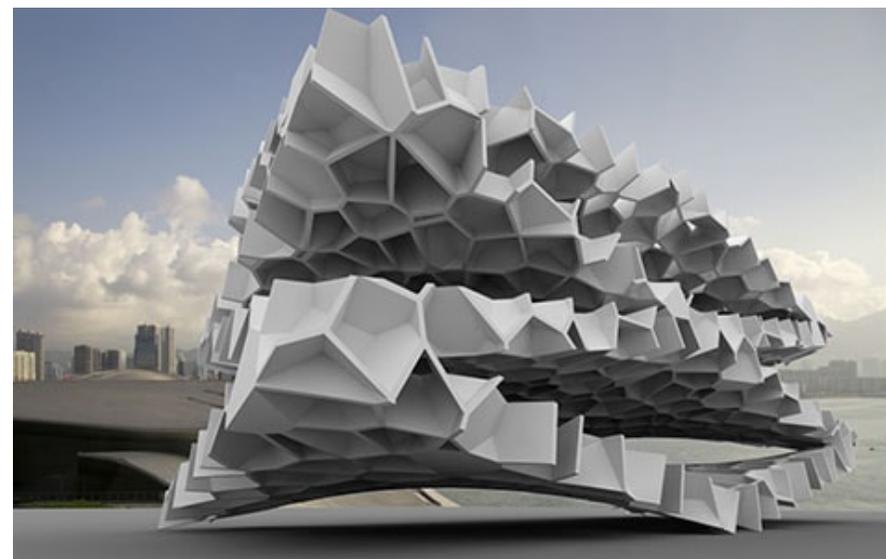
空間や建築等への3Dプリンタ活用を想定し、大スケールの造形を可能にする**構造や構法を探る**研究

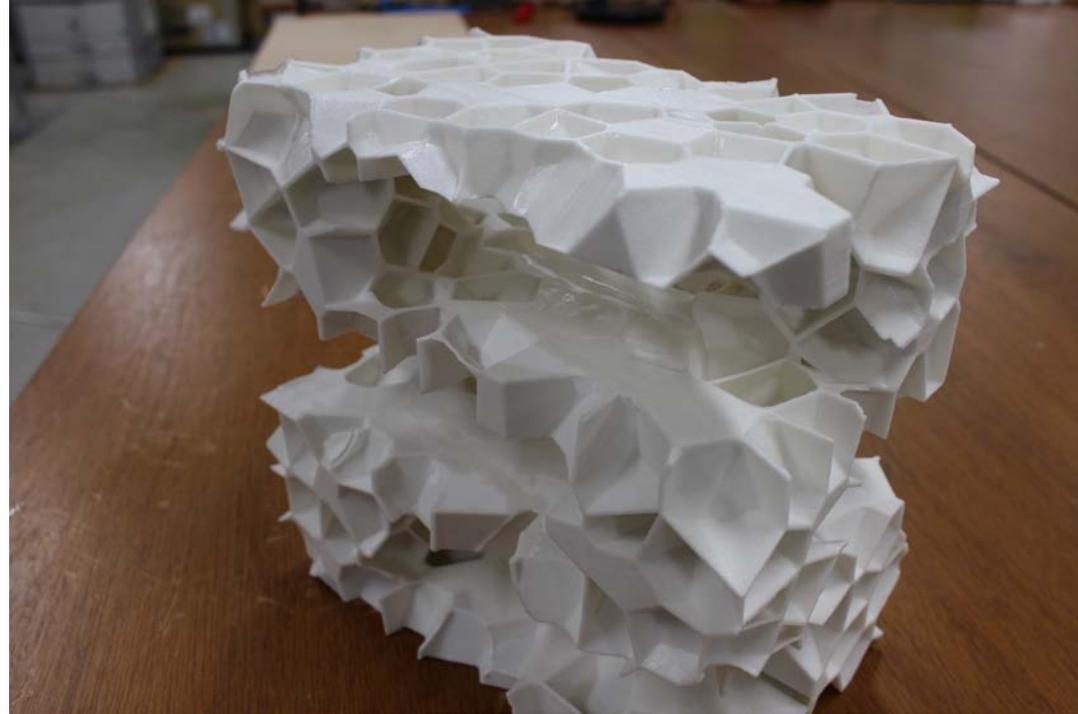
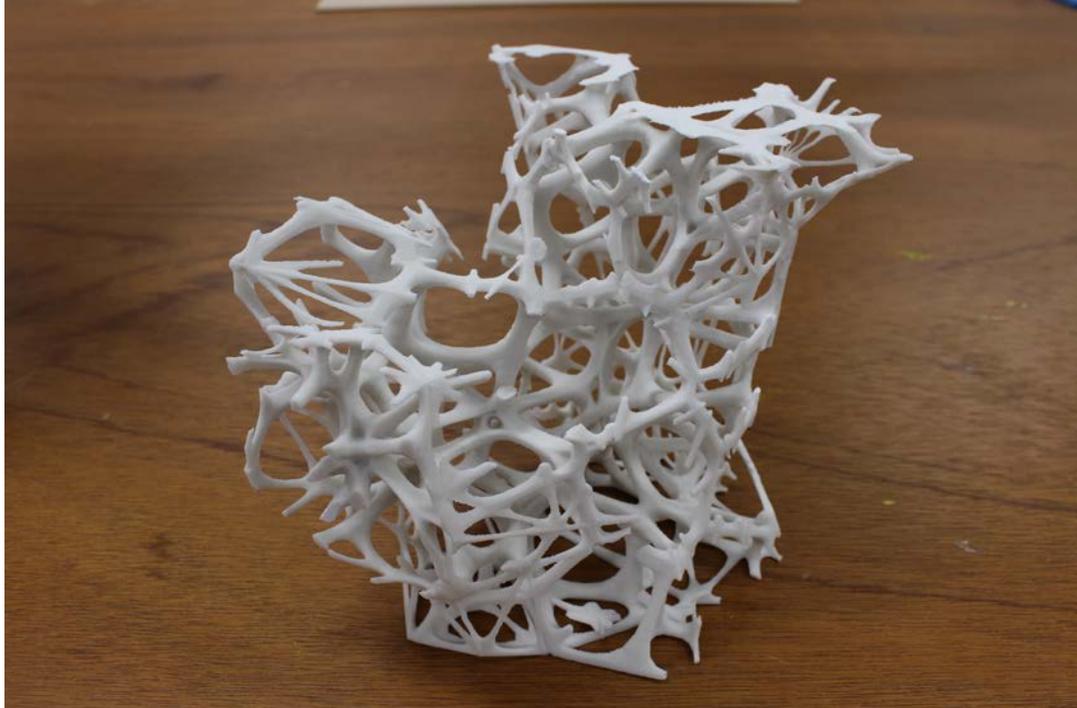
- ・大型の造形物に適したハイブリッド構法のノウハウ整理
- ・開発効率と製造効率を考慮した内部構造の検討



学部内中間報告 2018年9月6日

ここまでの進捗について学部内中間報告会を実施した。





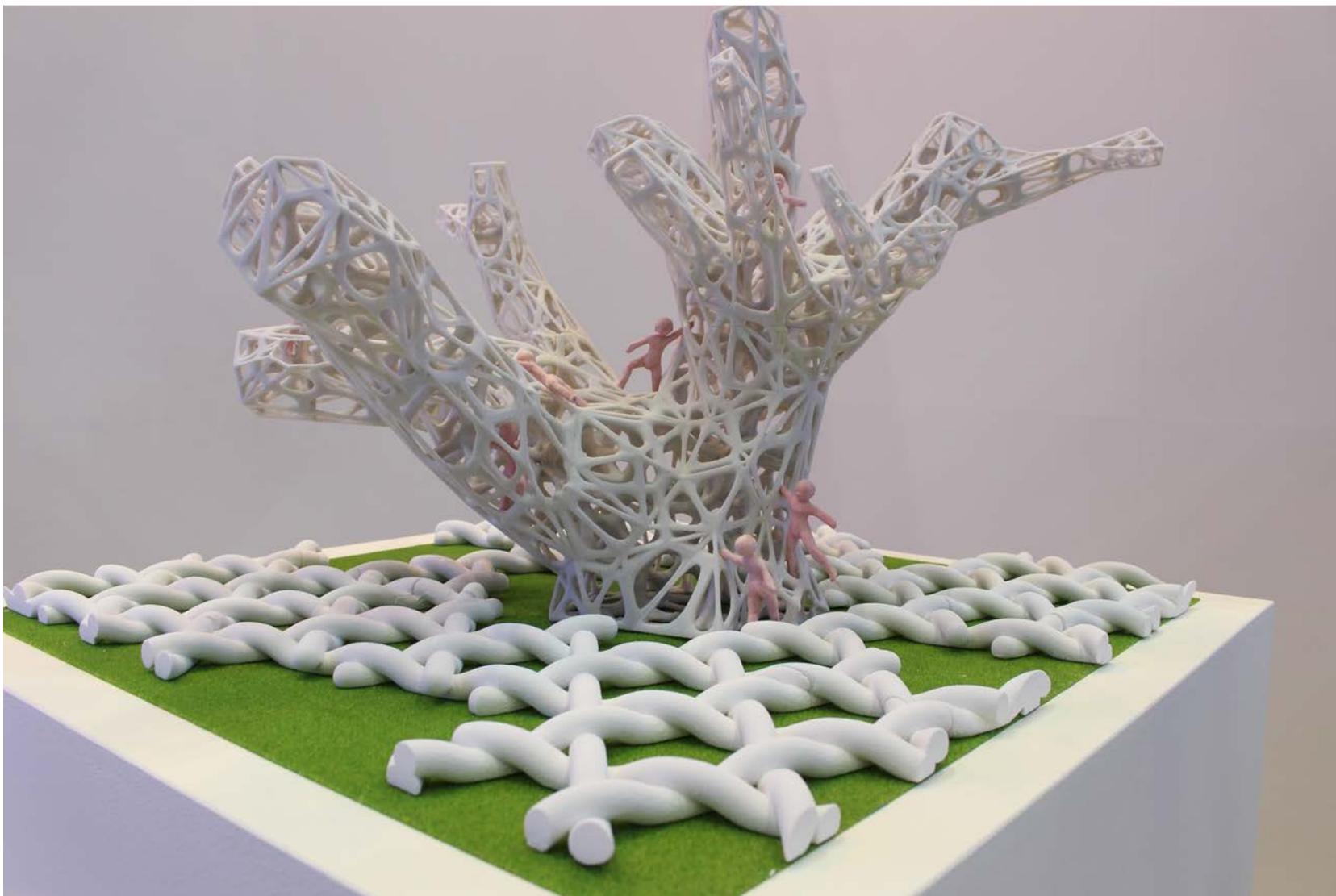
Phase3

本研究（デザインのメソッド化）

最終的なテーマを「公共空間で象徴的な存在になる“大型遊具”の提案」とし、コンセプトやデザインの検討を重ねた。個別研究で得られた成果を反映させ、従来の遊具にはないデザイン性と機能性を持たせた新しい遊具を提案する。

本研究の題目

公共空間で象徴的な存在になる“大型遊具(ジャングルジム)”の提案



本研究の概要

巨木の幹を3Dスキャンし、**シェル**(外殻)形状をデータ化する。さらに「ポロノイ構造」を採用し、生成要素と形状の検討を重ね、子供が内部で遊ぶことができる**インフィル**を構築する。



ハワイ島に植生する
モンキーポットの成木
をモチーフとした



モアナルアウ・ガーデンズ



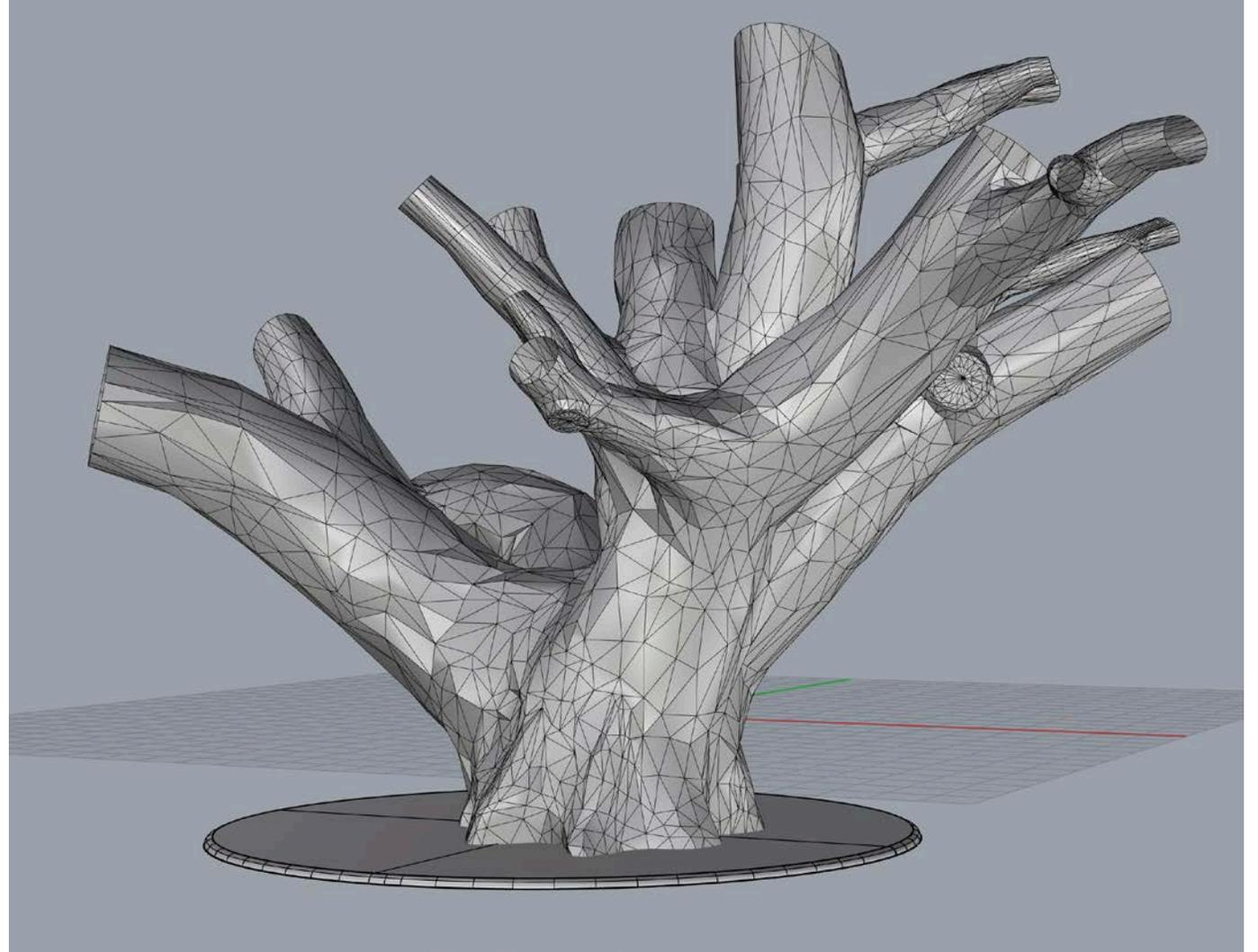
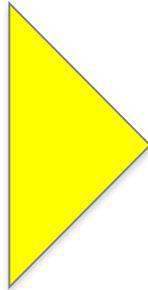
モンキーポットの「巨大な幹と枝」

現物をスキャニングし3Dデータ化した

樹齡: 130年
高さ: 25メートル
幅: 40メートル
胴回り: 7メートル



シェル（外殻）の造形手法検討

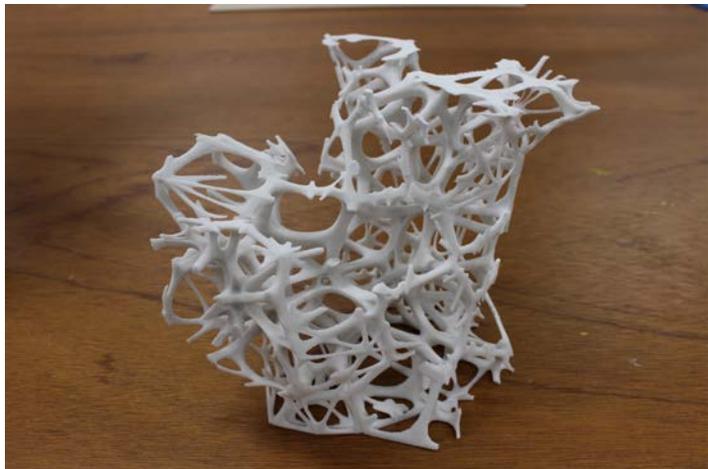


モンキーポッドの成木の形状データの取得
3Dスキャナ、写真画像から3Dにするソフトを活用

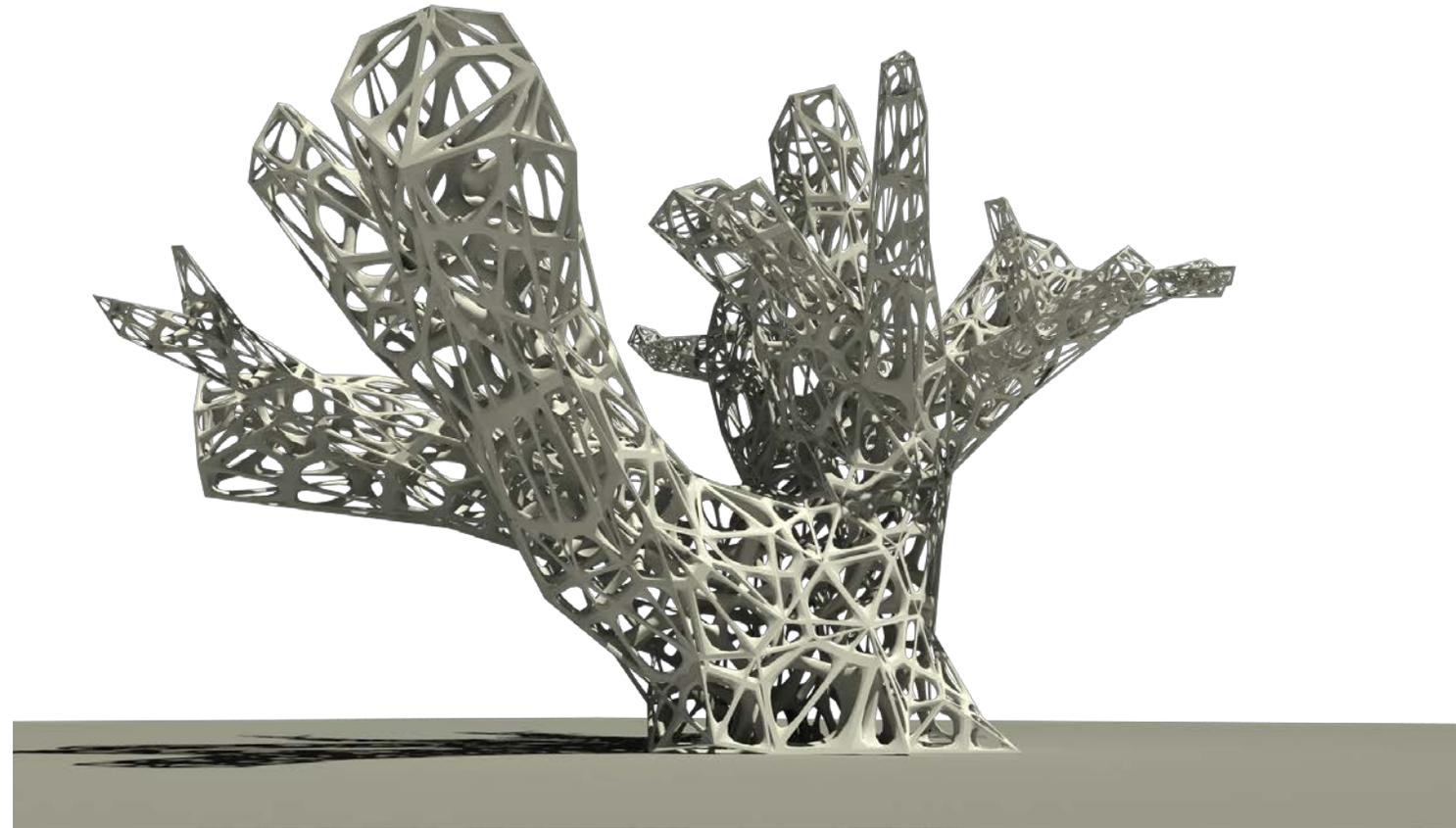
インフィル（内部構造）の形状検討



幼児用遊具としての安全性や遊戯性を検討



アルゴリズムによる内部構造の検討



内部の形状は「ボロノイ構造」を採用し、生成要素と形状の検討を行った。

デザインコンセプト

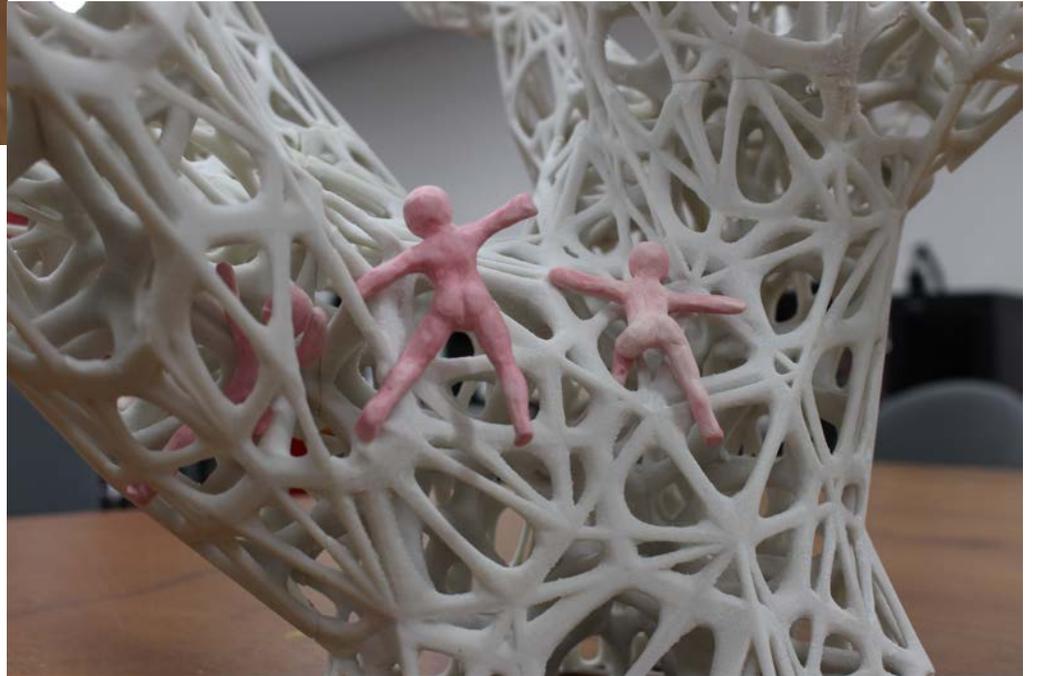


「ツリークライミング(木登り)」「ボルダリング」「アスレチック」の要素を取り入れ、デザインをまとめた。「ツリークライミング(木登り)」は全身の運動で、身体のあらゆる筋肉を使うため、子どもの体力向上にとっても効果的である。「ボルダリング」は東京オリンピックの新たな競技として注目されている。子どもの競技人口も増えており社会的に非常に関心が高い。特性としては掴む場所、足を置く場所を読み取り判断しながら、全身の複雑な運動を行うため、身体機能全般を鍛錬することが期待できる。本提案では、内部も使用可能なデザインとなっており従来の遊具にはないデザイン性、機能性を持った斬新な遊具の提案となっている。





内部をくぐったり、内壁を登り降りする



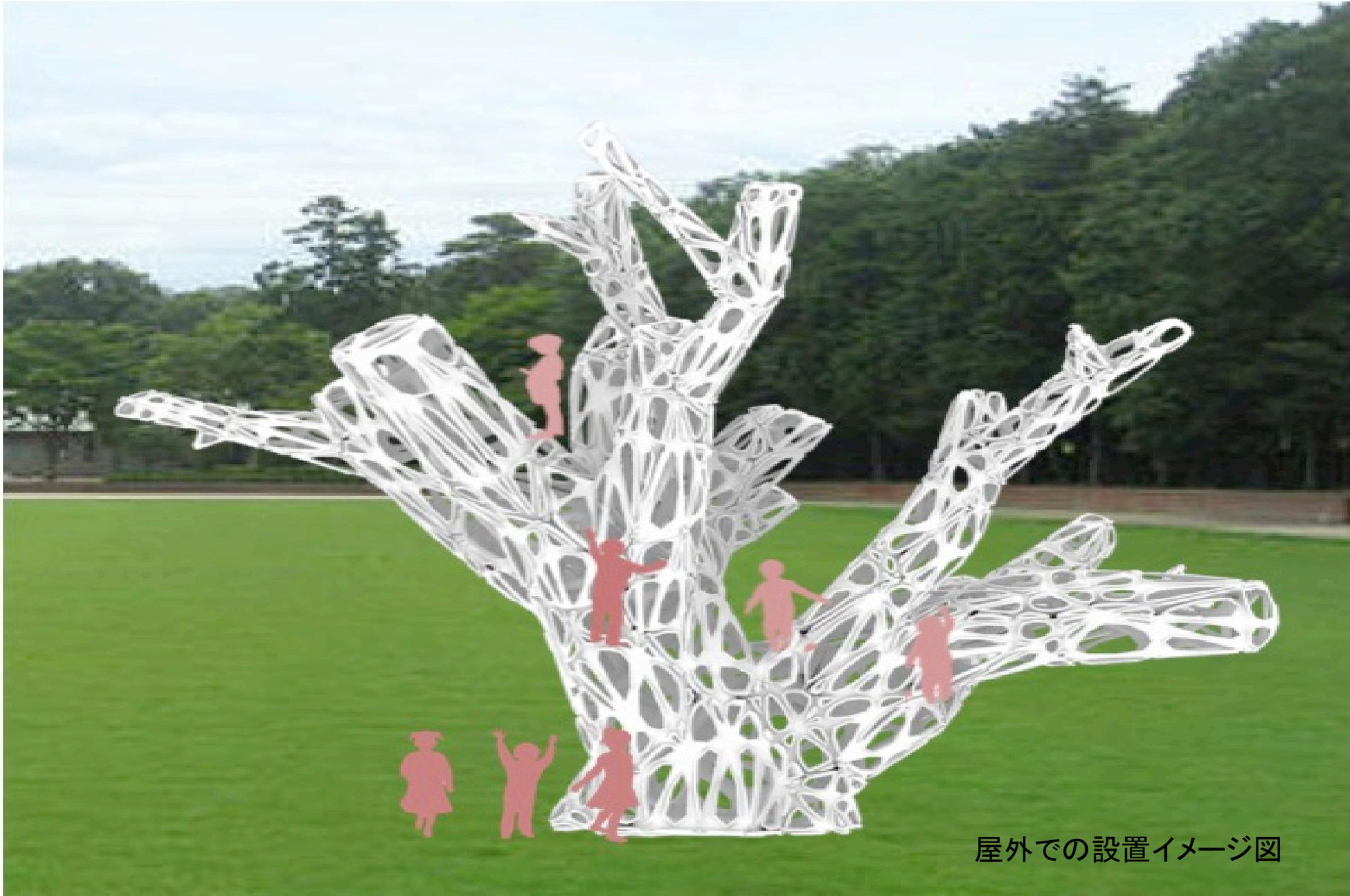
外壁を登り降りする

アスレチック

3つの要素を融合

ツリークライミング

ボルダリング



屋外での設置イメージ図

本研究の課題

1. 現物サイズを3Dプリンタで製造するための技術的条件の整理

残念ながら、本プロジェクトではフルスケール(実物大)での制作はかなわなかった。巨大な造形物が出力可能な建設用の3Dプリンタも開発が進んでいるが、まだ実用化には至っていない。今後、大型出力の研究開発が進み、多方面での実用化に至れば、様々なアイデアが容易に実現可能となるであろう。

2. 内部形状の諸特性（安全性、素材など）を検証する手段が必要

本プロジェクトでは、制作物のデザインの検討において3Dプリンタは非常に有用であったが、フルスケールでの出力が不可能であったことから、遊具としての安全性や、その素材について検証するには至らなかった。データ上でも、強度や構造的安全性を検証することができるシステムを構築する必要がある。

今後期待出来る展開の例

本プロジェクトで確立したメソッドにより、様々な分野への応用が可能

本プロジェクトの
メソッド

自然物を3Dスキャンし、形状のデータを取得



シェル(外殻)はポリゴンメッシュにより形状を整理



インフィル(内部構造)はボロノイ構造を取り入れ、形状を検討



自動車

- ・エクステリアデザイン
- ・インテリアデザイン
- ・モノコック構造



建築物



家具



学外での研究成果発表

本研究の成果を発表する場として、2018年2月14～16日に東京ビッグサイトで開催された「3D Printing 2018」に出展し、展示発表を行った。

3D Printing Expo

3Dプリンティングに関する製品・技術・サービスがの一堂に会する専門展示会“3D Printing”展として、2015年に初開催。3DプリンティングやAdditive Manufacturingを周辺技術や産業を含め包括的に捉えて、国内外への発信と商談の場を目指す国内最大規模の展示会。

3D-PrintingExpo 2018 (東京ビッグサイト) 出展





ADDITIVE MANUFACTURING TECHNOLOGY EXHIBITION

3D Printing 2018

全ての企業が3Dプリンタの最新の技術を紹介している中で本プロジェクトの展示内容が3Dプリンタを活用したデザインの提案だったため、会場内では異色の存在であり、多くの来場者が興味と関心を示していた。JAXAの研究者や、自動車部品メーカーの技術者と情報交換を行うなど、研究の今後の展開を図る上では非常に有意義な機会となった。



本プロジェクトの展示ブース



3D-PrintingExpo 2018 出展作品

大型遊具の提案(石塚、御幸、本郷)



3D-RePlanting(伊藤)



3D Printing Expo 2018 への出展成果

●出展成果

- ・3D Printing 2018の来場者数 44,437名(3日間合計)
- ・本共同プロジェクト展示ブースの来場者数 300名(3日間合計)
- ・本研究に関心を示した企業 JAXA 自動車部品メーカー 製造加工業者 新聞社

●今後の継続的な研究の可能性

- ・JAXA次世代航空イノベーションハブと、情報交換を予定している

学内共同プロジェクト
「3Dプリンタプロジェクト」
個人研究 本郷信二

- ① 幼児の為の遊具の提案
- ② ストリートファニチャーの提案

①幼児(3～6歳)のための遊具の研究

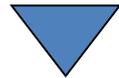
子どもが自ら、さまざまな遊びの要素を発見しながら、身体機能を高められる新しい遊具の研究と提案。



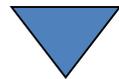
現在、各公園に設置されている遊具は写真のような形式のものがほとんどで、新鮮さや独創性に欠ける。また、あまりにも「操作的な形状」なため、遊具で遊ぶ子どももすぐに飽きてしまう。子どもが自ら遊び方を見つけ、また遊びながら身体能力を高められるような、新しい遊具の提案を目指した。

既製品の問題点

操作的なかたちと仕掛け



動きが制限される



すぐに飽きる





乗っかる



ぶら下がる



しがみつく



すべる



狭間に潜む



転がる



穴に出入りする



よじ登る

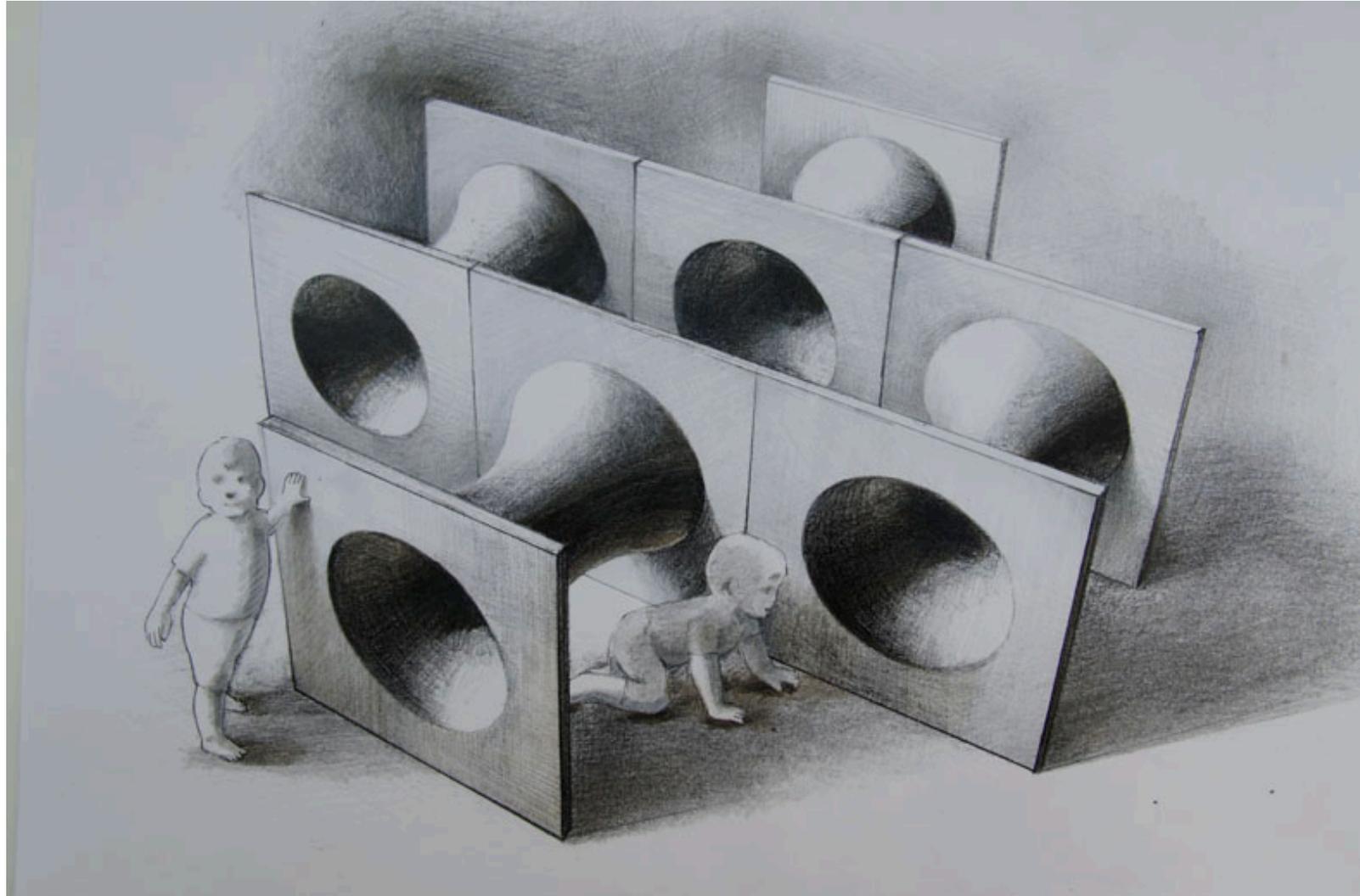
子どもの運動特性を踏まえ、遊び方やルールを、
こどもに自ら考えさせ、想像力を膨らませること
ができるように、単純な要素によるデザイン案を
いくつか提案した。



単純な要素 ▶「考え、試し、学ぶ」▶ **プレイ&ラーニング**

「ユニット式の遊具の提案」

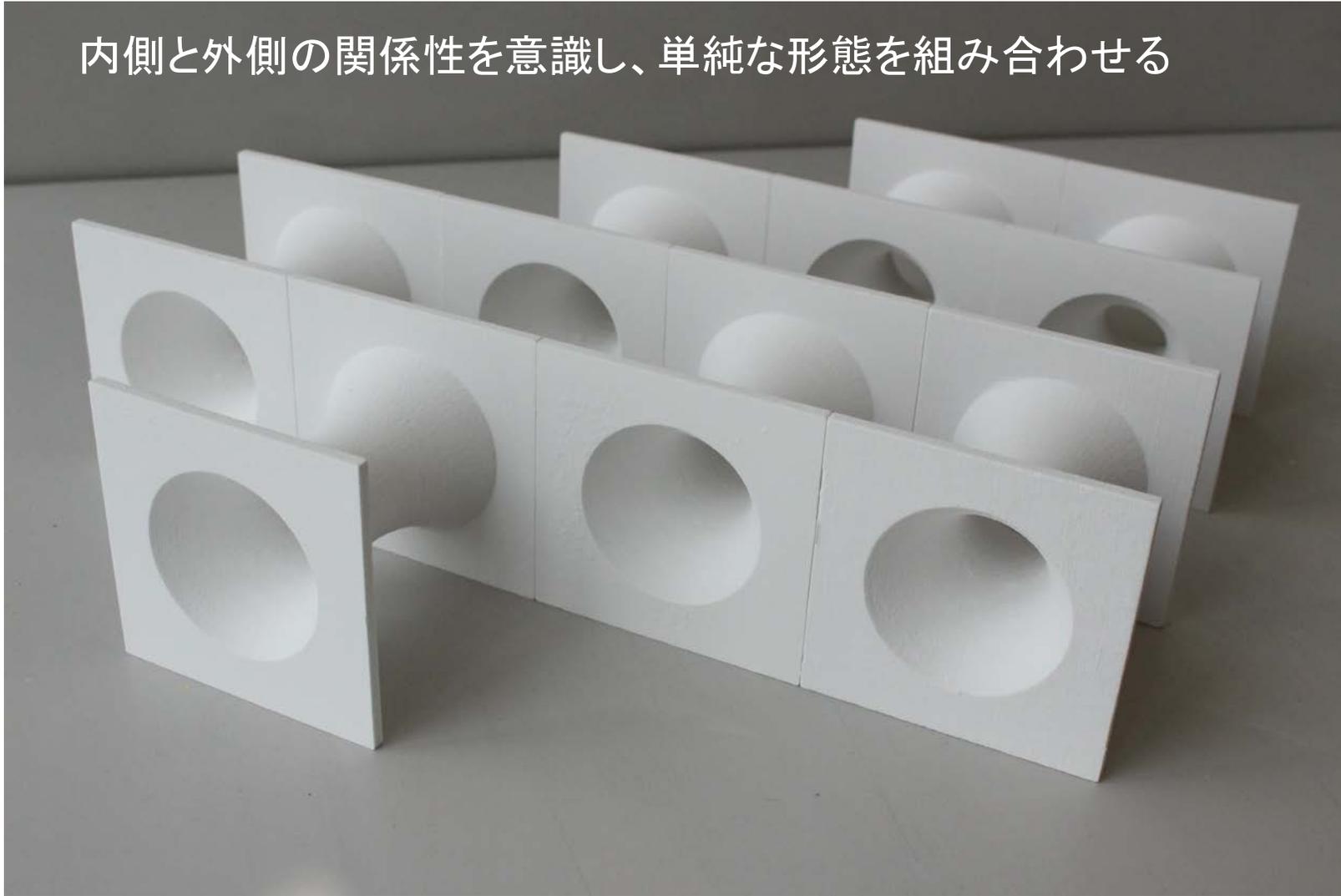
調査と研究を踏まえて、イメージスケッチにまとめた



イメージスケッチ

イメージスケッチをデータ化し、3Dプリンタによるサンプル出力を行った。

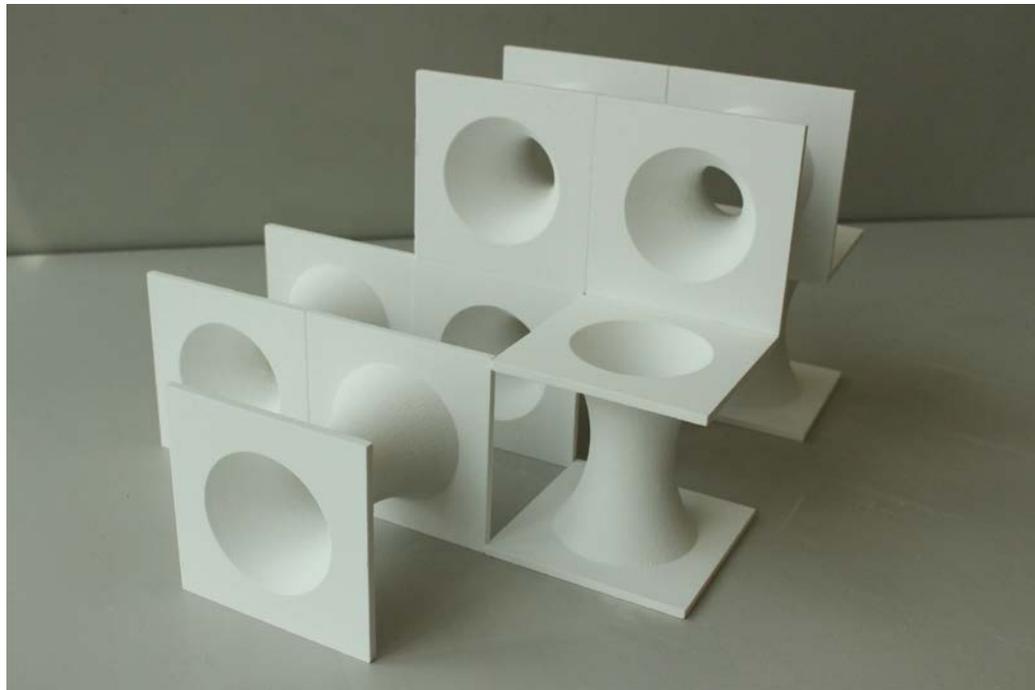
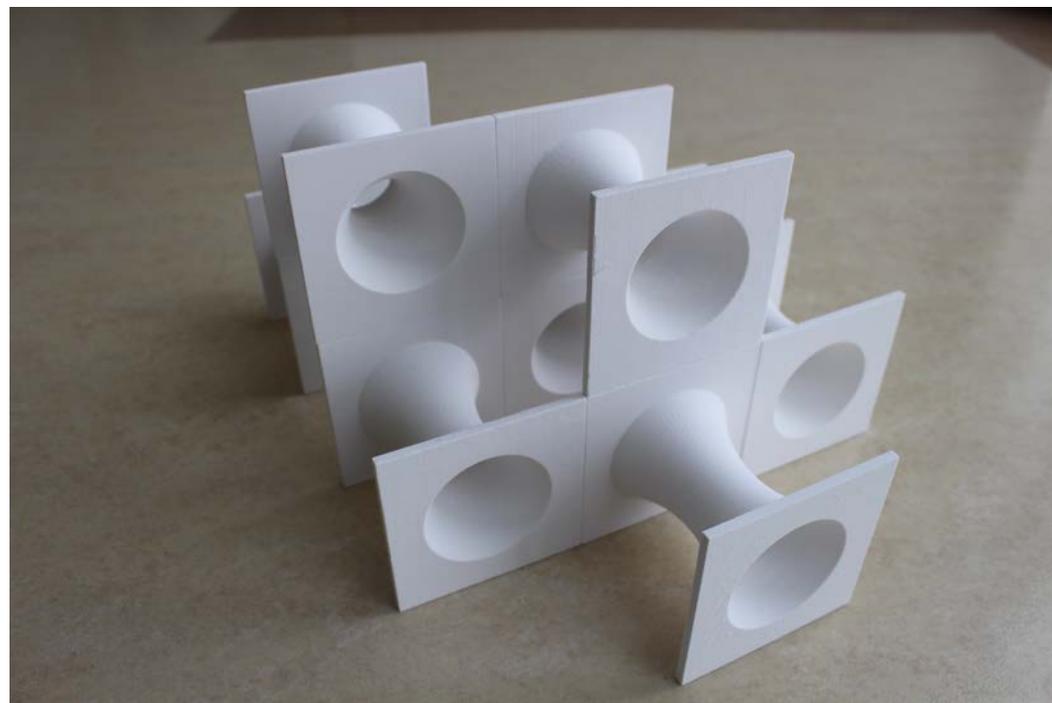
内側と外側の関係性を意識し、単純な形態を組み合わせる



滑ったり、抱きついたり、トンネルをくぐったり、凹みにたまったり、子どもが様々な遊びの要素を探ったり、試したりしながら身体能力を高めることが期待できる。

ユニット式にする利点

- ・連結する、異方向性で並べる
（多彩な組み合わせが可能）
- ・様々なシチュエーションに適合可能



▶現時点での問題点

- ・実際に製作した場合の素材の選択
- ・安全面での検証が必要

「滑り台とボルダリングの要素を
融合させた遊具の提案」



イメージスケッチ



出力サンプル

滑る、駆けあがる、ぶら下がる、くぐる、隠れる
様々な要素を兼ね備えたデザインを目指した。
ミニマルなデザインに抑え、遊べる環境彫刻と
して、様々な展開が考えられる。



②ストリートファニチャー の研究

従来の屋外設置型ベンチの問題点をあらい出し、より機能的で、デザイン性も良く、かつ夜間や災害時にも役立つベンチの研究。



耐候性に劣る

一般的なストリートファニチャー (ベンチ)の問題点

屋外の公共空間に設置されているストリートファニチャーのほとんどは、参考写真のいずれかのタイプで、様々な問題点があり、デザイン的に洗練されたものが少ない。そこで、材質をセラミックにし、形状を研究することで、次頁に示す通りデザイン提案としてまとめた。

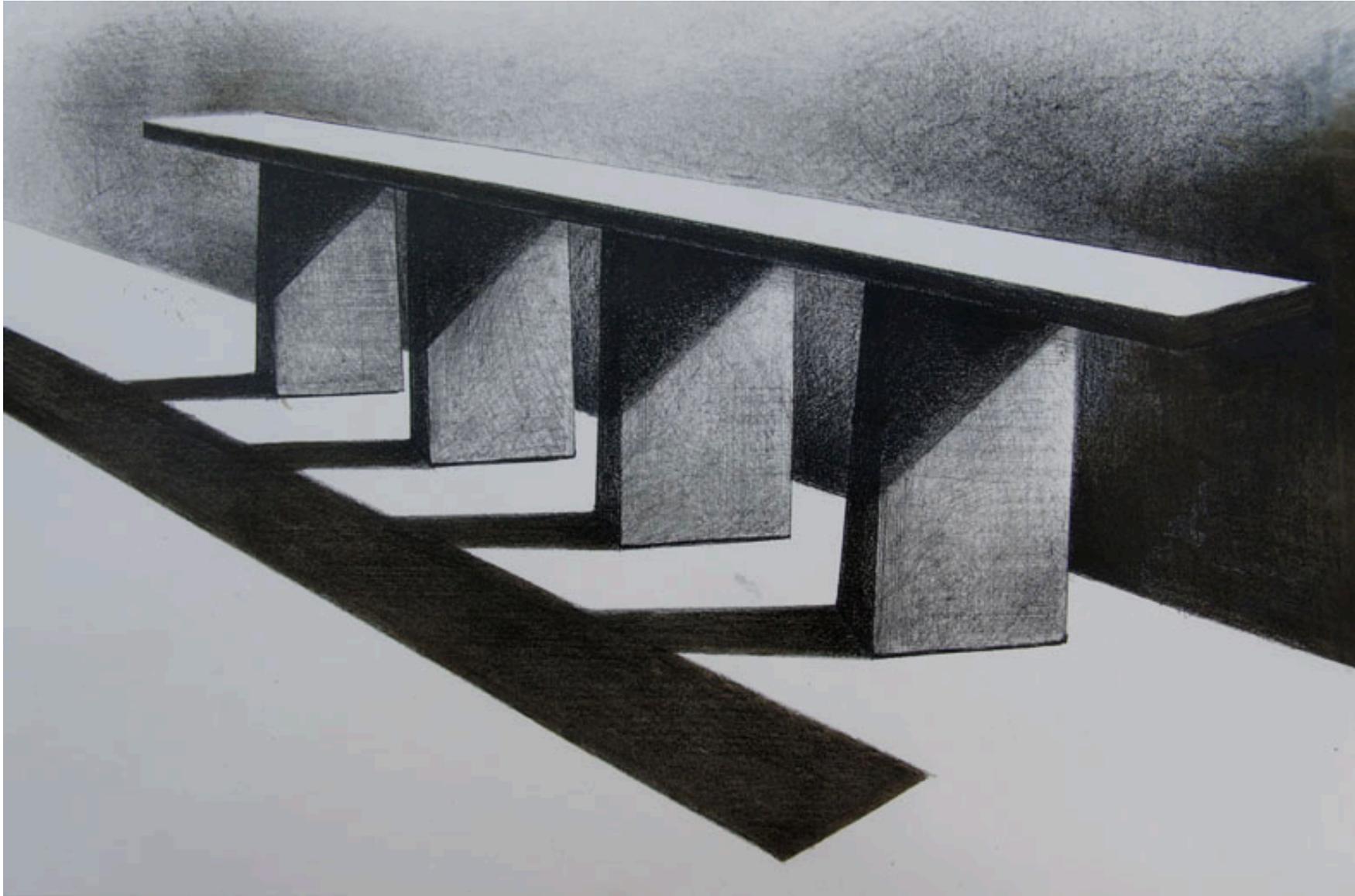


水が溜まりやすく、
乾きにくい



冷たく、熱く、座ってられない

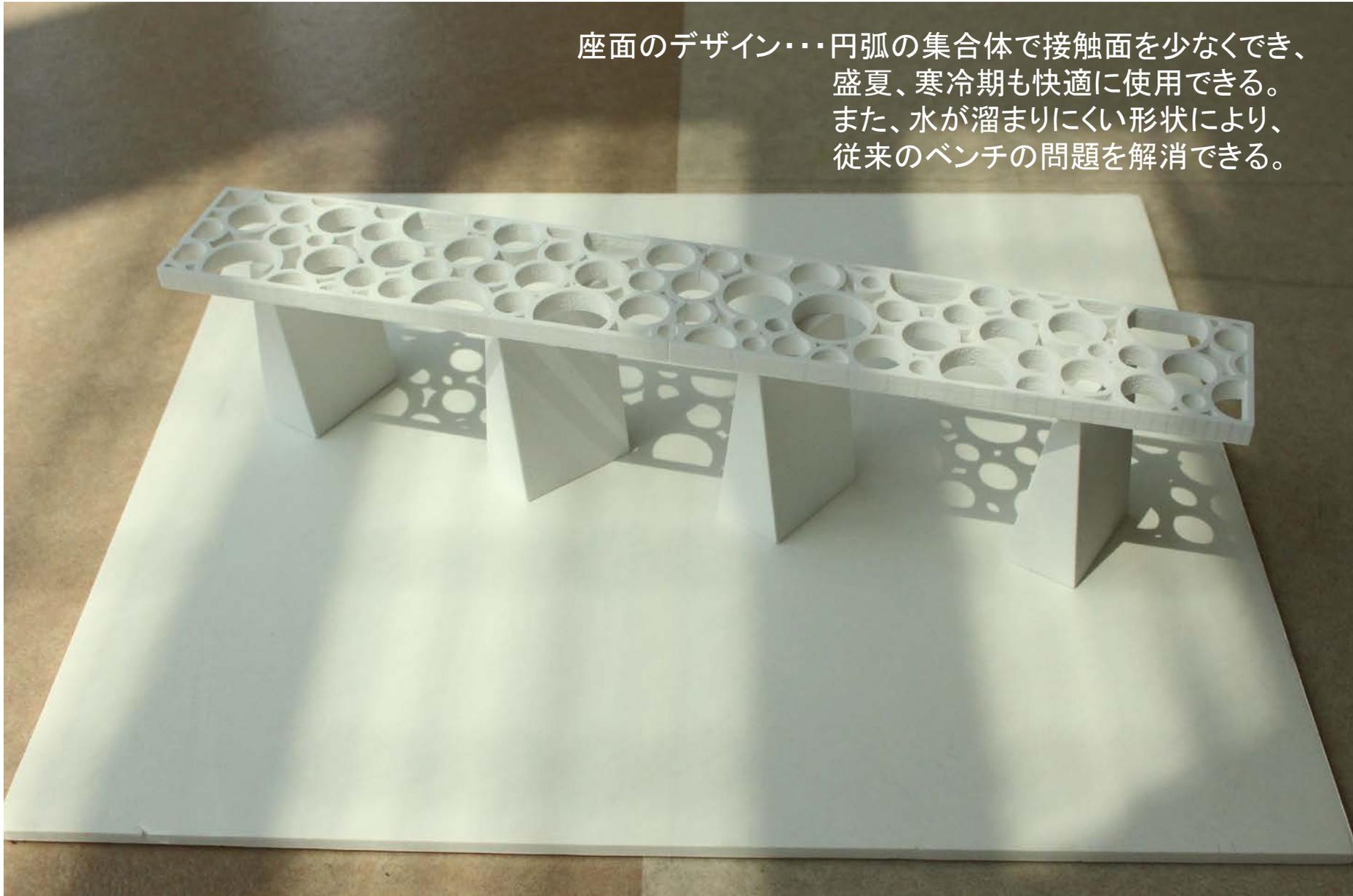
素材:セラミック デザイン:単純な形態 + 機能面に優れたもの

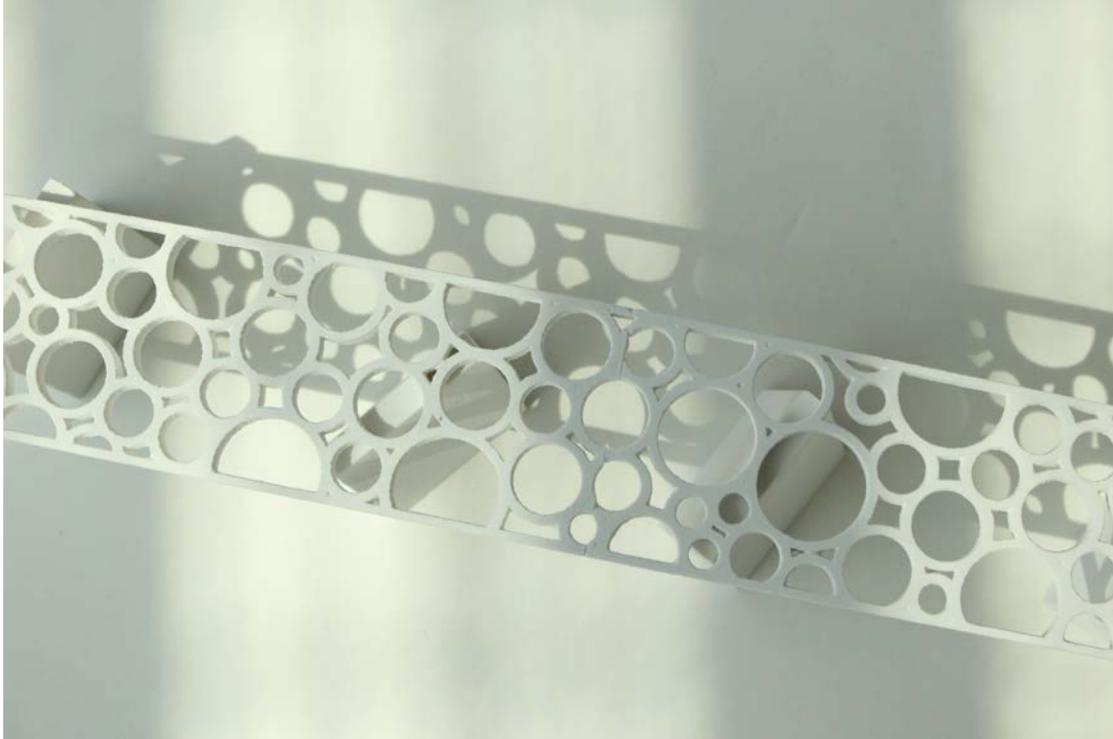


イメージスケッチ

3Dプリンター出力によるサンプル

座面のデザイン・・・円弧の集合体で接触面を少なくでき、
盛夏、寒冷期も快適に使用できる。
また、水が溜まりにくい形状により、
従来のベンチの問題を解消できる。



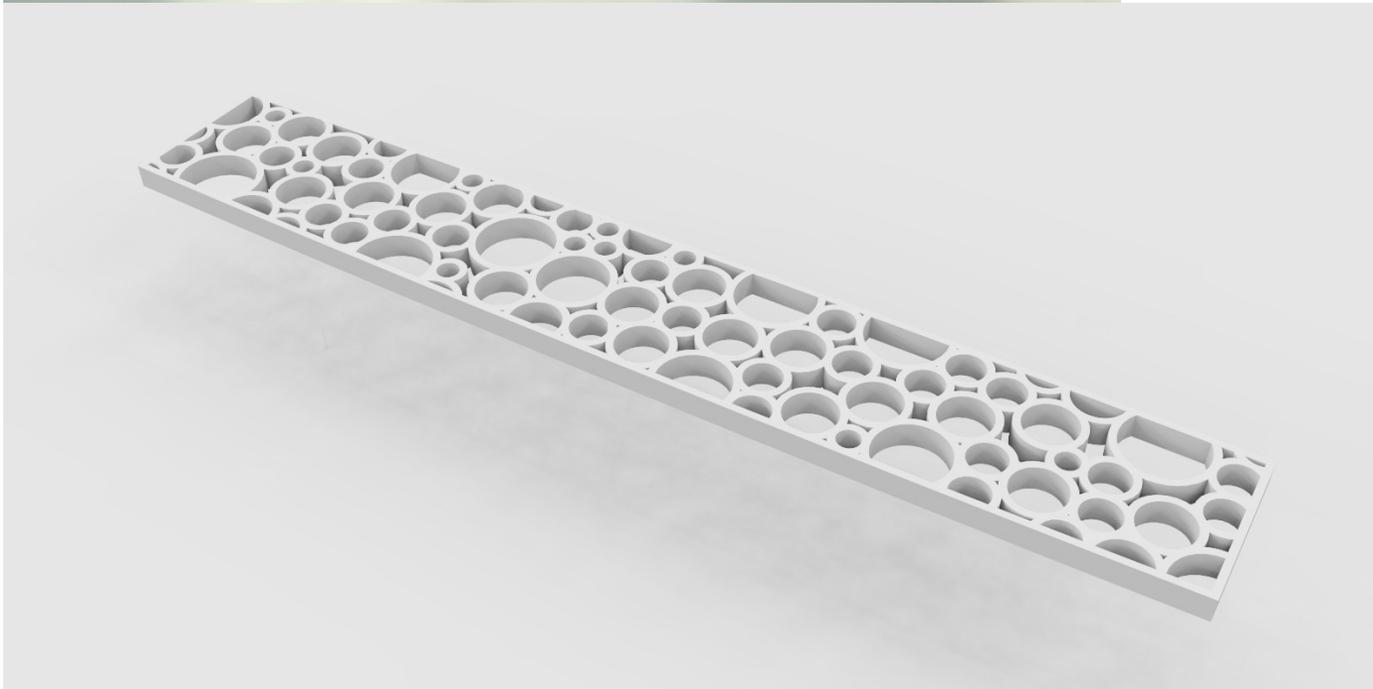


素材・・・セラミック(蓄熱性の低い素材)

感触がやわらか
耐候性に優れる
量産可能(型による成形)

形状・・・円弧の集合体

接触面を少なくできる
水はけが良い
軽量化が期待できる



従来の屋外設置型ベンチ
のデメリットを全て解消

3D-RePlanting

In-Ex design project
共同プロジェクト '15-'18
Jun ITO 伊藤 潤

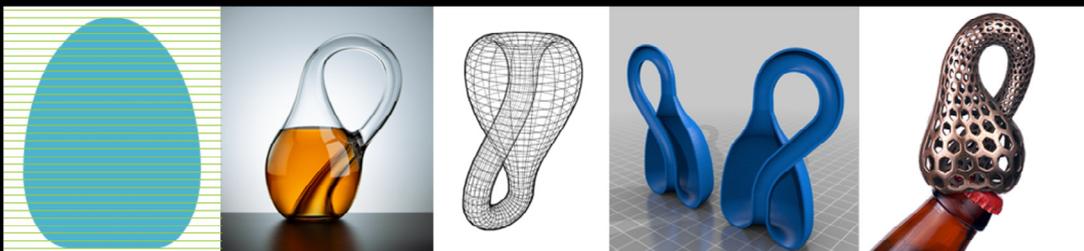
デザイン学部 講師 伊藤潤

『3D-RePlanting』と題し、3Dプリンティングに加え、3Dスキャニング（リバースエンジニアリング）、CMF（カラー、マテリアル、フィニッシュ）の観点から、先駆的なデザイン試行研究を行った。

1

Additive Manufacturing

Additive Manufacturing（付加製造）≒ 3Dプリンタ
クラインの壺（klein Bottle）のような造型も可能



Bathsheba Grossman "Klein Bottle Opener"

<https://bathsheba.com/math/klein/>

「3D-Printing」という語は近年の流行であるが、本来この分野は長らく専門家からは「AM」（Additive Manufacturing）と呼ばれていた。「付加製造」という意味である。造形物をスライスしたものを積み上げるように出力することからそう呼ばれている。Additive Manufacturing（3D-Printing）では、「クラインの壺」のように、通常は複数の部材を溶接しないと作れない形状を継ぎ目なく造型することが可能である。

2

CMF (Color, Material, Finish)

CMFとは、色 Color, 素材 Material, 仕上げ Finish のこと
フルカラーの3Dプリンタ、チタンなどの金属プリンタは既に実用化済み

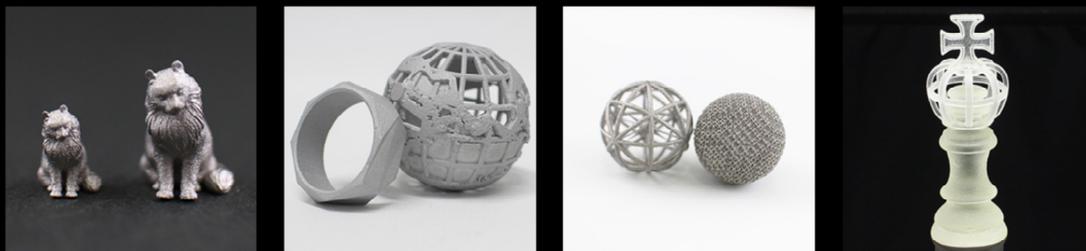


Projet CJP 460

3Dプリンタで使用できる素材も増えてきた。今後はこの分野においてもCMF（色 Color, 素材 Material, 仕上 Finish）の重要性が増すだろう。色に関しては、すでにフルカラーのプリンタが開発され、本学部にも導入されている。ただし、右図のように、現状では発色はそれほど豊かではない。

CMF (Color, Material, Finish)

CMFとは、色 Color, 素材 Material, 仕上げ Finish のこと
フルカラーの3Dプリンタ、チタンなどの金属プリンタは既に実用化済み



ステンレス

ジュラルミン

チタン

ゴム状樹脂

<https://make.dmm.com/print/material/>

素材に関しても、ステンレス、ジュラルミン、チタンなどの金属や、透明度や弾力性のあるゴム状樹脂などが民間業者の3Dプリンティングサービスで取り扱われるようになっている。

CMF (Color, Material, Finish)

CMFとは、色 Color, 素材 Material, 仕上げ Finish のこと

現状では Additive Manufacturing (付加造型) 独特の“積層痕”が残る



樹脂

金属

村越洋「SO」(2015)

秋山かおり「蕪漉」(2015)

ただし、仕上に関しては、現状ではスライス状の造形物を積み上げる際の微妙な段差が独特の“積層痕”として残ってしまう。

一方、若いデザイナー達はそれを従来の製造物にはない新たなテクスチャとして捉え、積層痕を活かしたデザインを試みたりもしている。

5

Reverse Engineering

リバースエンジニアリング (Reverse Engineering) とは、
既に在るモノを計測や走査 (scanning) することによりデータ化すること



ハワイ州オアフ島 モアナルア・ガーデン内



<http://www.hitachinoki.net/download/wallpaper.html>

既に在るモノを計測や走査 (scanning) することによりデータ化することを「リバースエンジニアリング」 (Reverse Engineering) という。

6

Reverse Engineering

リバースエンジニアリング (Reverse Engineering) とは、既に在るモノを計測や走査 (scanning) することによりデータ化すること



Ford Eifel (独Ford社1937年製)



<https://www.artec3d.com/ja/news/3d-scanning-rare-classic-car>

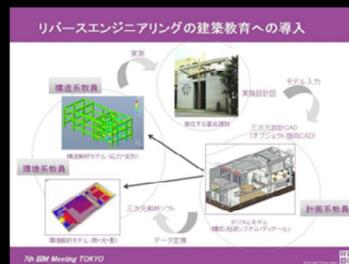
例えば、かつて職人が手で板金を叩いて造型したような自動車の現物をスキャンして3Dデータを得る、といった事例がある。

Reverse Engineering

リバースエンジニアリング (Reverse Engineering) とは、既に在るモノを計測や走査 (scanning) することによりデータ化すること



日本キリスト教団熊本草葉町教会 (1988, 木島安史)



熊本大学大学院自然科学研究科助教 大西麻伸氏



<http://tech.nikkalbp.co.jp/zn/article/it/column/20090908/535233/>

熊本大学の建築学科では実際の建築物のデータ化を行い、そこから構造解析や環境シミュレーション、さらにはリノベーションや増築などの設計を学部学生の課題としている。

Plant Growth

植物の生長は、細胞の増殖による数の増加と個々の細胞の肥大に大別できる
細胞の増殖は、茎頂分裂組織 (meristem) と形成層 (cambium) で行われる



ハワイ州オアフ島 モアナルア・ガーデン内



トマトの茎頂分裂組織



角田陽太『年輪の置時計』(more trees)

樹木をはじめとする植物は、茎頂の分裂組織で新しい細胞をつくり、自らの形態を形成する。まさにAdditive な仕組みである。
樹木の年輪も一種の“積層痕”と捉えることができる。木工の分野では、年輪や年輪の切り口である「板目」を意匠として重要視してきた。

Reverse Engineering

リバースエンジニアリング (Reverse Engineering) とは、
既に在るモノを計測や走査 (scanning) することによりデータ化すること



ハワイ州オアフ島 モアナルア・ガーデン内



<http://www.hitachinoki.net/download/wallpaper.html>

今回、本プロジェクトでは、米国ハワイ州オアフ島にあるモアナルア・ガーデン内に生えている「日立の樹」として知られるモンキーポッド (別名アメリカネムノキ) の樹をリバースエンジニアリングし、3Dデータを得た。
これは植物の生長によって自然に生成した、偶発的な形状である。

Reverse Reverse-Engineering

リバースエンジニアリングで植物から作成されたデータを再度植物に戻し、
形態形成に適用することで植物のテクスチャそのものを纏った造形物を得る



11



12

3D-RePlanting



リバースエンジニアリングによって、生物（モンキーポッド（別名アメリカネムノキ））の一個体の偶発的な天然の形状から作成されたデータを得、それを他の個体の形態形成に適用することで、天然の表面形態（植物のテクスチャ）そのものを纏った造形物を得る、この一連のプロセスを「3D-RePlanting」と呼ぶこととしたい。

13

3D-RePlanting



展開可能性：松の樹形をした杉の盆栽，イチゴの形状と表面をもつミニトマト，椅子の樹

展開可能性としては、例えば松の樹形をした杉の盆栽や、イチゴの形状と表面（テクスチャ）をもつミニトマトの果実、椅子そのものの形状をした樹木、などが考えられる。3Dプリンタが普及するに従い、重要性を増すであろうCMFに関する先駆的な試みとなったと考える。

14

研究背景

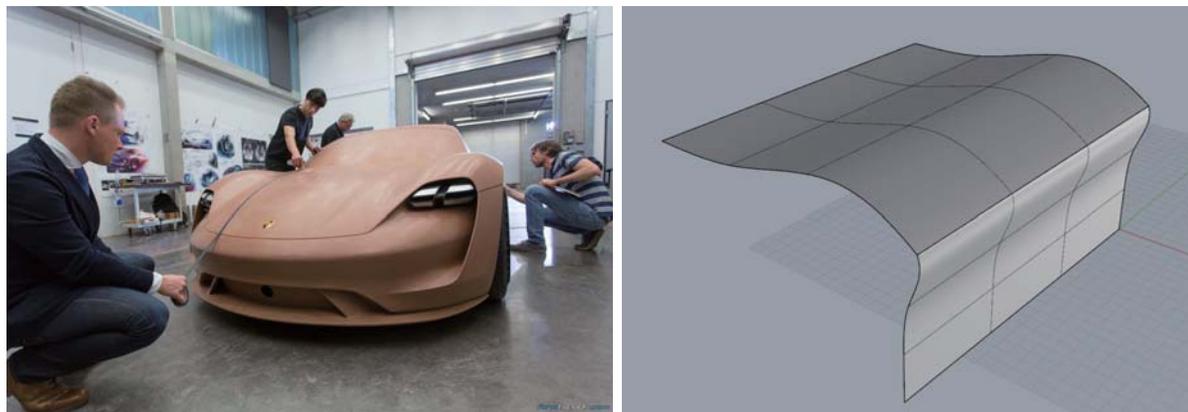
3Dプリンターの特徴の一つとして加工方法が挙げられます。これまでの主な加工方法は切削加工や変形加工であり、加工できる素材や形に制限がありました。3Dプリンターのモデルの加工方法（製造方法）は積層造形法と呼ばれるもので、1層ごとにモデルの断面形状を積み上げていく方式です。原理上、ありとあらゆる素材や複雑な形状にも加工できることが、現在これだけ普及している理由であると考えられます。3Dプリンターはデジタルデータをもとにプリントされます。このデジタルデータとは立体的な形状をデータ化したものです。どんな複雑な形状もデジタルデータにしなければ3Dプリンターで出力できません。現在、立体形状を3次元のデジタルデータとして制作するには2つの方法があります。一つは現実にある立体物を読み取る3Dスキャナーと呼ばれる装置を使ったデータ制作手法ともう一つは、3Dモデリングソフトを使ったデータ制作手法です。どちらもそれぞれ利点がありますが、より複雑な形状をデジタルデータとして制作するには3Dモデリングソフトを用いた手法が合理的であると考えられます。3Dプリンター本体にまつわる研究や開発は活発に行われていますが、3Dプリンターの特徴を生かしたデジタルデータの制作手法に関する研究はまだまだ活発には行われていません。そこで、本研究は3Dプリンターの特徴を生かしたデジタルデータの制作手法に焦点をあてて研究を行いました。また、本研究で獲得した手法を用いて、3Dプリンタを活用したIn-Exデザインモデルの研究開発での成果物すべてを制作しました。



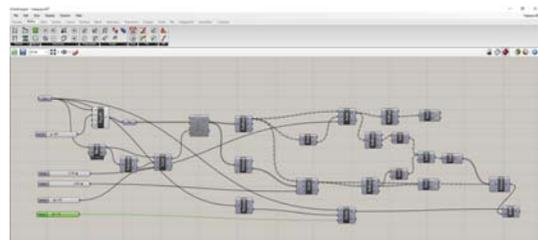
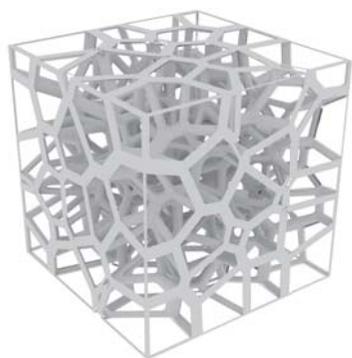
3Dプリンターならではのデジタルデータの制作手法

先ほど3次元のデジタルデータとして制作するには2つの方法があると述べた通り、3Dスキャナーを用いたデータ制作手法と3Dモデリングソフトを用いたデータ制作手法があります。本研究ではより複雑な形状をデジタルデータとして制作することを目的に、3Dモデリングソフトを使ったデータ制作に焦点をあて研究を行いました。3Dモデリングソフトを使ったデータ制作には2つの特徴があります。一つは、パソコンの計算能力を生かしアルゴリズムを用いて複雑な形状のデータを制作することが得意であるということと、もう一つは立体形状をすべてなめらかな曲面でつなげるということが非常に苦手という、メリットとデメリットの特徴があります。アルゴリズムを用いた複雑な形状のデータを制作は一度、立体形状を作るためのアルゴリズムを作れば変数を変えながら様々なパターンや複雑な形状を自動で制作することができます。今回の研究では粘菌の成長アルゴリズムと3次元ボロノイのアルゴリズムによるデジタルデータ制作手法を開発しました。

また、もう一つの特徴（デメリット）に、立体形状をすべてなめらかな曲面でつなげるということが非常に苦手という問題があります。これは簡単に言えば、手作業で立体形状を制作することは簡単にできるのに、コンピュータで立体形状を制作しようとするとき非常に難しい形があるということです。この問題に対して、近似細分割という手法を用いて解決するデジタルデータ制作手法を開発しました。

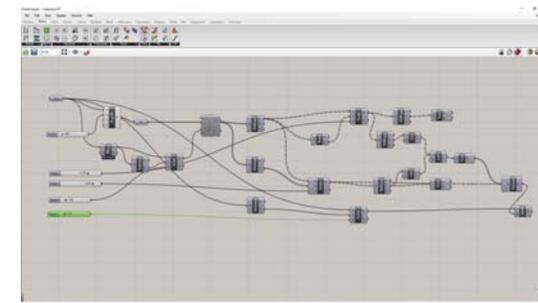


アルゴリズムを用いたデータ制作手法



3次元ボロノイ

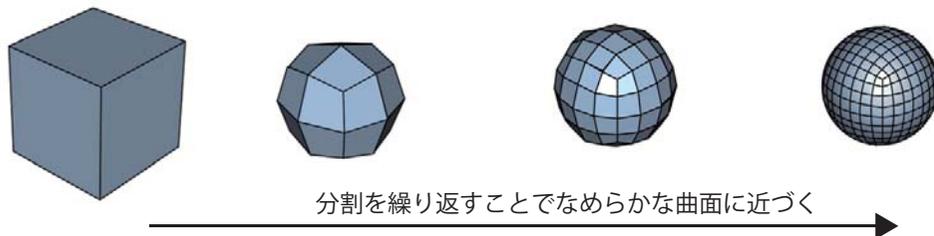
様々な立体形状をベースに3次元ボロノイで分割するアルゴリズム。ベースとなる立体形状に複数個の代表点を設定し、それぞれの代表点にもっとも近い領域を分割する平面によって多面体が構成される。このアルゴリズムを用いると合理的な構造体を自動で生成することができる。



粘菌の成長

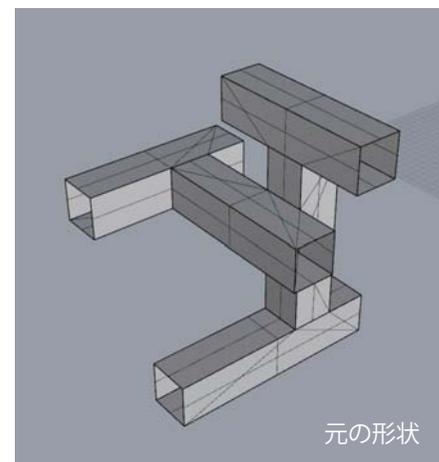
最短経路探索によるアルゴリズムを応用して粘菌の成長過程を立体形状に適応するアルゴリズム。多数の目標点に対しての総経路距離が最短であるという特徴があり、このアルゴリズムを用いることで、最適化された部材量を生成することができる。

なめらかな曲面の制作手法

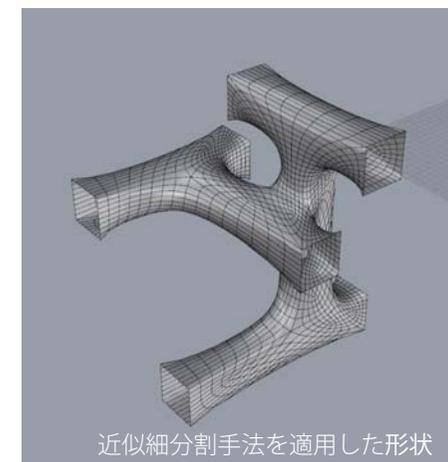


近似細分割手法：Catmull-Clark subdivision

近似再分割手法を応用し、なめらかな曲面の制作手法を開発した。近似細分割手法（Catmull-Clark subdivision）はもともとコンピュータグラフィックの分野で広く使われていた手法で有機的な曲面の表現が近似的に表現できるが、3Dモデリングソフトでは用いられていなかった。しかし、工業製品における曲面品質の指標であるクラスAの品質を合理的にモデリングするには最適な手法となる。



元の形状



近似細分割手法を適用した形状