

**使われなくなった既製品に補填物を作り足すことで新たな用途を生み出すプロジェクトと
デジタルファブ리케이션を用いたジャストスケールの耐火物の制作**

Study on making fireproof-ceramic in just size with digital fabrication
and some projects to give new life to ceramic works with giving a supplement
parts.

慶應義塾大学環境情報学部 田中浩也研究室
福田 香子

Keio University Faculty of Environment and Information Studies
Hiroya Tanaka Laboratory
Kyoko Fukuda

0. 論文要旨

本プロジェクトは、アップサイクルの文脈から、デジタルファブリケーション技術を用いて、使えなくなったセラミック品に補填物を制作することで、セラミック品を再度利用できるものに作り直す試みの記録である。

筆者は実際に岐阜県飛騨市古川町に36日間滞在し、フィールドワークを行いながら人に根付いたセラミック品の由来を整理し、所有者と対話を重ねることでセラミック品の生まれ変わるべき先を決定した。

2つのセラミックに対してそれぞれ補填物を制作する上でその素材を片方は3Dプリント、もう片方は耐火土を使用することを決め、耐火土を使用した補填物に関してはCTスキャナを使用する事で陶土の収縮率を記録し、ジャストスケールの補填物を制作することを目的とした。

キーワード

#デジタルファブリケーション
#ソーシャルファブリケーション
#アップサイクル
#セラミック
#耐火物
#フィールドワーク

目次

0. 論文要旨

1. はじめに

- 1.1 研究背景・前提知識
 - 1.1.1 デジタルファブリケーション
 - 1.1.2 ソーシャルファブリケーション
 - 1.1.3 アップサイクル
- 1.2 本研究にいたるまでの経緯と展望
 - 1.2.1 窯元と廃棄の関係
 - 1.2.2 セラミックの一生
 - 1.2.3 セラミックを人の世代に合わせて作り直していく
- 1.3 義片の定義
- 1.4 3Dプリント型を使用した鑄込みコーヒーマーカーの制作(2年生春期)

2. リサーチ

- 2.1 セラミック(陶器)について
 - 2.1.1 陶器の原理
 - 2.1.2 陶器の一時生産
 - 2.1.3 デジタルファブリケーションと窯業
- 2.2 セラミックの修復
 - 2.2.1 修復の手法と歴史
 - 2.2.2 修復をする理由
 - 2.2.3 デジタルファブリケーションと修理
- 2.3 関連研究
 - 2.3.1 Centerpiece
 - 2.3.2 Hybrid Reassemble

3. フィールドワーク

- 3.1 プロジェクトの概要
 - 3.1.1 フィールドワーク場所
 - 3.1.2 環境について [岐阜県飛騨市古川町]
- 3.2 第一段階 調査
 - 3.2.1 仮説だて
 - 3.2.2 実際当たってみた結果得た陶片とバックグラウンド

4. 第二段階 ダイアログ

- 4.1 案だしの方法について
- 4.2 インタビュー
- 4.3 使用技術の検討

5 第三段階 制作

5.1 制作のながれ

5.2 ケース1 / 3Dプリント

5.2.1 設計

5.2.2 制作

5.2.3 考察

5.3 ケース2 / 耐火物制作

5.3.1 設計

5.3.2 予備実験 / 収縮率調査

5.3.3 制作

5.3.4 検証

6.まとめ

7.謝辞

8.使用機器・ソフト

9.参考文献

1.はじめに

1.1 研究背景・前提知識

1.1.1 デジタルファブリケーション

2005年頃からものづくりの体系が変化した。それ以前はマシンメイドの大量生産かハンドメイドの一点ものと二分されていたところが、マシンメイドで適量の数のものをつくるのが一般ユーザーにも可能になったためである。この変化の要因としてデジタルファブリケーション技術やそのインフラが社会に浸透してきたことが言える。

デジタルファブリケーション (FAB)とは「デジタルデータから様々な物質(フィジカル)へ、また 様々な物質(フィジカル)をデジタルデータへ、自由に“相互変換”するための技術の総称」である。デジタルファブリケーションの機械として3Dプリンタや3Dスキャナが上げられるが、これらが廉価で一般に開放されたことでハンドメイドでは難しかった形状・精度での制作が一般ユーザーにも可能となった。

近年では、大量生産ではコストが見合わないカスタムメイドの分野でめざましい発展がある。義足のように、障害者一人一人の足の断端の形に合わせる必要があるものも、3Dスキャンで形をとりこれをもとに3Dデータを作り3Dプリントすることで形の合った義足を作れるようになっている。



図1 SHCデザイン：超低コスト義足設計プロジェクト
2016年12月20日 <http://www.shc-design.com/>より

1.1.2 ソーシャルファブ리케이션

MIT Media Lab の Neil Gershenfeld教授はデジタルファブ리케이션が個人に開かれると、ものづくりの内容やコミュニティの形成がパーソナル化する(パーソナルファブ리케이션)と論じているが、日本におけるFabLab発起人の田中浩也氏はFabLabを紹介する際このデジタルファブ리케이션を表現する際「ソーシャルファブ리케이션」という呼称を使っている。

ここでの「ソーシャル」の意味は二つある。ひとつはネット上のソーシャル・メディアや、ソーシャル・ネットワークと同様「社交」という意味であり、「人と人のつながりや、そこでの共有・派生・進化」に価値を置くという態度である。もうひとつは、現実の世界や社会で起きている格差や諸問題から眼を逸らさないという意味の「社会的」である。(10+1 webサイトより)

このように、個人レベルのものづくりの可能性が広がる事で、個人のものづくりが変わるだけでなくその周りの環境にも影響を与える運動が起こっている。

1.1.3 アップサイクル

アップサイクルとは持続可能なものづくりに重きを置いた廃棄物の再利用方のひとつで、機能面・デザイン面などの製品の価値を再利用前よりも高める活動である。スイスのFREITAG社はアップサイクルの先駆けと言われるが、トラックの幌の雨風に耐える性能と明るいテキスタイルに注目し、これを本体に、さらにベルト部分は車のシートベルトから、縁取りは自転車のインナーチューブを使用したメッセンジャーバッグを販売していることで有名である。同社のメッセンジャーバッグで新品を使っているのは縫製用の糸と金具部分のみである。また、特筆すべきは正規店でリペア部門を置いている事で、いつまでも使えるように修繕することも商品の内と位置づけている点だ。このように物が本当に使えなくなる最後の日まで、「できるだけ長く」使用者が「気に入って」使い続けられるよう、デザインから使用者とその商品自体をとりまく環境まで整備していく姿勢が近年の商業的アップサイクルの特徴である。

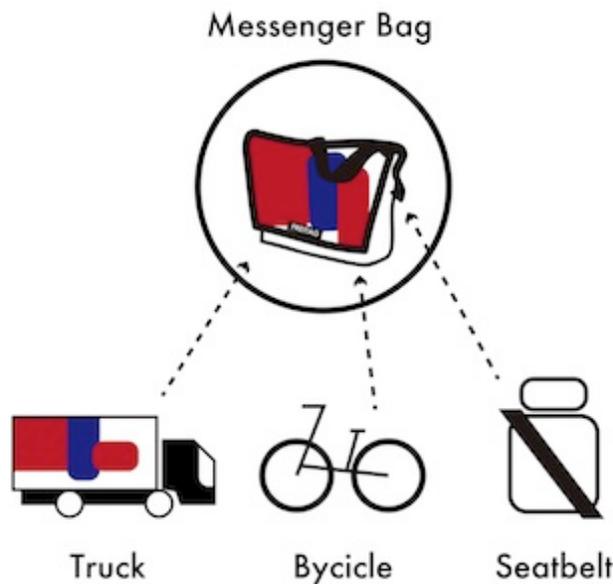


図2 FREITAG社のメッセンジャーバッグの構成

1.2 本研究に至るまでの経緯と展望

本研究に至るまで、筆者はデジタルファブリケーションの文脈からセラミックとマテリアルについての研究を行ってきた。これらに対する姿勢について述べ、本研究の根底となるリユースについての思想を述べる。

1.2.1 窯元と廃棄の関係

まず筆者は、幼少から陶芸に触れてきた。5歳の頃から毎夏備前焼（岡山県）の人間国宝である山本陶秀氏の工房で土ひねりをさせていただいていた。あまり上達しないまま今に至るが、自分のルーツの中に、あの湿った空気と格子窓から薄ら陰のおりる荘厳な土三和土の工房の、水と土に触れる瞬間のひんやりとした、ほんの少しの指先の力の入れ具合で全てが変わる、手を離すまで一瞬たりと気を抜けない緊張がある。

そこで伺った話で幼いながらに特別に覚えていたのが、手ほどきをして下さった方がおっしゃっていた「形が収まるまでは、焼くまでもなくひねった土を師匠様に潰される。焼く場に入れてもらえるようになって、焼いた後少しでも不備があれば瞬時に叩き割られる。」という内容だ。この研究をはじめめる約15年程前に伺ったことだったが、2016年の春に有田焼の柿右衛門窯に伺い、お話を聞いた際も偶然同じ内容を聞いた。

語り手：酒井田正宏さん（聞き手：福田）

一 削りカスも陶土に戻したりするのですか
それは全て廃棄しています。だからあれですね、窯から出したものはみんな奇麗に叩き割って。あれですね、一人歩きしないように。骨董品やどかに回ると困るんです。まだ絵もかいていないのに後ろだけ商標で柿右衛門ってついていると、悪くいえばそれをどなたか錦絵の上手い方に描かせたらそれが柿右衛門の作品として一人歩きしてしまうので、管理しています

一 そういう廃棄って割った後はどうされているのですか？
割ったあとは産廃屋というか、専門の人に取りにきて処分してもらいます。形に残らないように。形昔の昔焼き物が掘り下げて破片がでてきても価値があるじゃないですか。そうならないように今は完成していないものは全て粉々に壊しています。

一 そういう場所ってあったりするんですか？
そうですね。こちらではそういう場所をもらはらとって、昔のそう持っていく人が居なかった時代は土のなかにうめていました

一 もろはらってどういう字を書くのですか？
どんな漢字なんだろうね、昔のことなので、

一 すみません、調べます笑
要するに陶磁のいらぬものを捨てる塵捨て場みたいなところですよね、貝塚みたいなところですかね。
(※後に調べたが、瀬戸で陶房を「モロ」と呼ぶことが分かった他は確証に至らなかった。)

そうですね。だから発掘調査で江戸時代1700何年にこのあたりに窯があったよねという所からそういうのがでてくるんですよ。だからそういうには価値がある。それで時代考証ができて、それと同じものが骨董品やにでているんだとか、比べたらこうだよ、これはこうだよ。みんな考古学ってそんなもんじゃないですか。

一 有田の街ってひとつ建物を壊す時って
だいたい前の記録があるからこう、記録のあるところは1年くらい調査して掘ったりしますね。そういうときに出てきてここから出たんだとか柿右衛門さんは以前はここにいたんだとか分かります。九谷の生地がここで出たから有田は同じ生地だったら、やっぱり有田から金沢にいったんだとか分かるわけですね。そういう研究をされているかたもいらっしゃいます、女性の方ですが、ちょうど私の10年先輩です。

図3 柿右衛門窯顧問 酒井田正宏様 インタビュー（抜粋）
全文は付録参照

この話を聞いたタイミングが実際に柿右衛門窯で陶工のみなさんが磁器を一つ一つ作っているのを見た後だったのでこの「割る」という話はとてもショッキングだった。しかし、話を咀嚼する過程で生産者である窯業者にとっての「陶器を割る」と使用者にとっての「陶器が割れる」は意味合いが違うのだということを理解した。品質を守る為に形としては使える器を砕く事は生産コストを高める事でもあるし、何より生みの親である職人の皆さんにとっては寂しいものである。数点しか作らない特別な品であればなおさらである。

(実際に柿右衛門窯でも処分するものの幾つかはお茶用に残していた。図4)



図4 柿右衛門窯にて／上絵が所々爆ぜている。

これに対して、私達使用者にとっての「陶器が割れる」はなにか後ろめたいものである。

インドではチャイを飲む際に使った素焼きのカップを飲み終わったら道端に打ち捨てる「クリ」という文化がある。これは宗教上不浄を嫌うためというが、日本では日用陶器を使い捨てにする文化はほぼなく、壊した際には半ば罪悪感を感じることもある。

非日常の儀式としては鎌倉宮の厄割り石、葬儀の際に故人が使用していた茶碗を割る、結婚式の際に花嫁が離婚して実家にかえられないように実家の水を嫁ぎ先の水と混ぜ、椀ごと割るという風習があるが、すべて陶器を割る事で「節目をつけ、縁に区切りをつける」ための行為である。

日本では日常・非日常両義において、陶器を壊すことは「縁が切れる」という意味を持つようだと考える。

1.2.2 セラミックの一生

2017年1月5日のWikipediaによればセラミックとは、狭義には陶磁器を指すが、広義では窯業製品の総称として用いられ、無機物を焼き固めた焼結体を指す。本論もこれに従い、また、本論で使用する「陶片」という言葉も「セラミックの一片」という意味で扱う。狭義でのセラミック（陶磁器）は日本では釉薬の有無・焼成温度によって土器・陶器・炆器（せっき）・磁器の四種類に分類されるが、詳しくはリサーチの章で述べることにする。

陶器を含むセラミック類は、その大半が人間が関わることで形成される無機物である。さらに、生分解性があるのは一部の生体用セラミックに限るため、大半は焼成したら無に還ることのない、石や岩のような存在となる。

世界最古の陶器は約19000-20000年前のものでされ、実に20世紀も前の人間が作ったものが現存することになる。もちろん、その時代には修復の技術もないし、現存する陶器を作った人間もまさか自分が作ったものがこの気が遠くなるような先の子孫まで渡るとは思っていなかっただろう。ただ、ものづくりをする人間として、作った人間より道具のほうが長く生きる、さらにはこの先何万年と生きるかもしれないというのはとてつもなく壮大な話である。

しかし、私達はなぜ2万年もセラミックを作り続けて需要が飽和しないのだろうか。それは、セラミックが「壊れる」からである。紀元前においては修復する技術がないため、セラミックを使い捨てにしていた。修復技術が培われてきた後は修復もするが、金属類よりも生産しやすくコストの低いセラミックには、壊れたら修繕し修繕しない物は廃棄し新しいセラミックを求めるといった循環が生まれた。

陶器は壊れるまでに以下の段階を踏む。



図6 陶器が「壊れる」過程図

焼成後の完璧な状態から、「欠ける」「割れる」の段階ではまだ修復することができる。しかし、現代で「割れる」状態になってまた使おうとする人は稀だろう。先に述べた修繕の循環の次の流れとして、機械生産が始まってからはセラミックの生産のスピードが早くなり、日本で100円均一店などの出現で物を消費することへの抵抗が少なくなったため、愛着のないセラミックほど、「壊れ」の度合いが軽くても廃棄する選択をする事が多くなっている。



図5 セラミックの分類と利用例

1.2.3 セラミックを人の世代に合わせて作り直していく

近年のセラミックの風潮は上に述べたようなものである。しかし、私はこの論文で「直す」でもなく「捨てる」でもない方法を示したいと考える。

「良い」セラミックほど、大切に使われ、次の世代へと渡受け継がれていくものである。今現在修復されているセラミックの多くは重要文化財など、社会的に直す価値のあるものが多いが、私は家庭の中で同じように世代を渡ってきたものも同じように直していくべきだと考えている。さらには、壊れてしまったこともそのセラミックの歴史である。その「壊れ」を生かし、かつその世代、次の世代が使って行けるよう、壊れたままの形でなく、新しい形や役割で使われて行くべきだと考える。

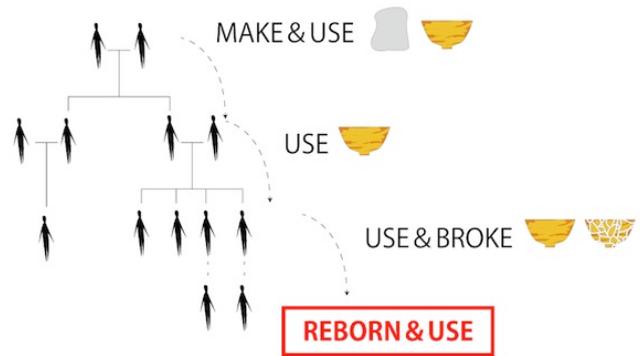


図7 人の世代交代とセラミックの寿命

1.3 義片の定義

そこで、本論では「義片」という概念をおく。これは私の作った造語である。意味としては人に対しての義肢のように「十分なはたらきができなくなった物体に新たな動作を可能にする」道具のことを指す。

義肢は、事故や先天的に四肢をなくした人の為に作り物の四肢を継ぐ際のパーツである。このうちにはコスメティック義肢（失った四肢の形を忠実に表現することで四肢が欠けているように見えないようにする目的の義肢）と、機能義肢（失った四肢の場所に機能をもたせる目的の義肢）がある。この機能義肢の歴史は長く、第一次大戦時には四肢を失った帰還兵のために、食用、物の固定用など、用途によって義肢の先が代えられる機能義肢が生産された。この義肢を付けると失った四肢の先がそのまま金槌やフォークに代わる。つまり義肢を付ける事で腕が金槌やフォークそのものに変化する。手としての機能を失った箇所に新しいパーツ(義手)をアタッチすることで腕そのものに新しい使い方を見いだす。この流れになぞらえて「使われなくなったセラミックにパーツ(義片)を組み合わせることで新しい使い方がうまれる」という構図を提言したい。壊れた・使えなくなったことでセラミックを廃棄しセラミックと人間の関係を断ち切るのではなく、壊れた状態から新しい機能を加えることで人間とまた共存し、次の世代へ渡って行くことが可能になればと考える。



図8 先端が交換可能な義手（第一次大戦時オーストリア）

Prosthetic hand with inter changeable tools

(Technisches Museum Vienna)

1.4 3Dプリント型を使用した鋳込みコーヒーメーカーの制作(2年春期)

この章の最後に、私のものづくりの方向性として2014年に作ったセラミック製のコーヒーメーカーを載せる。

これは、素焼きの陶器の水分透過性を利用したら、ペーパーフィルターのいらぬコーヒーメーカーが作れるのではないかと考え制作した作品である。

この水出し珈琲メーカーは、上から水を濾過する器、水滴を拡散し柔らかく落とす器、コーヒーの粉を入れドリップする器の3種類で成り立っている。結果一杯の水出し珈琲を30分で淹れるコーヒーメーカーができた。素材としての素焼きの陶器の性質を活かしたものづくりをできないかと考えた末のチャレンジングな作品だったと考えている。



図9 水出し珈琲メーカー(2014)

その際、使用したのが鋳込み (Slip casting) という手法である。デジタルファブリケーションを使ったものづくりをしているため、これらの技術を使えないかと試行錯誤したところ、型を使用する陶芸の技法で原型として3Dプリント品を使う事を思いついた。

サイズは焼成する事で3Dモデルよりも収縮するものの、同じ形で焼き物が出来る様はデジタルファブリケーションとマテリアルが上手く結びついたと感じた瞬間だった。

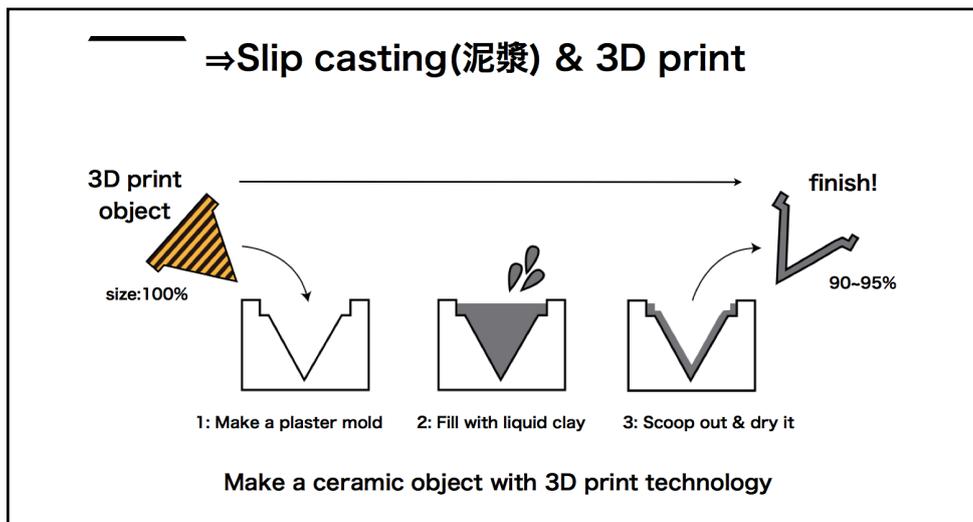


図10 3Dプリント品を使った鋳込

2.リサーチ

この章では、セラミック自体についてまとめる。

2.1 セラミック（陶器）について

2.1.1 陶芸の原理

陶磁器は粘土質の土を焼成することで生産される。一度焼成された土は水分を与えたとしても不可逆で、陶土に戻ることはない。狭義でのセラミック（陶磁器）として日本では釉薬の有無・焼成温度によって土器・陶器・炆器（せっき）・磁器の四種類に分類される。

		焼成温度・特徴・代表例		
土器		800℃ 釉薬なし	縄文土器	素焼きの焼き物。窯を使わず、粘土を野焼きの状態で 700～900℃の温度で焼たもの。最古の土器は 2 万年前の物（中国出土）
陶器		1000～ 1300℃ 釉薬あり	瀬戸焼 伊賀焼	土器と陶器の中間的性質を示すもので、釉薬の有無にかかわらず、透光性・吸水性ともないものを指す。
炆器 Stoneware		1200～ 1400℃ 釉薬なし (自然釉)	信楽焼 備前焼	土器と陶器の中間的性質を示すもので、釉薬の有無にかかわらず、透光性・吸水性ともないものを指す。これらの焼き物は「焼き締め」ともいって釉薬はかけないが焼成において自然釉がかかるものがある。
磁器 Porcelain		1200～ 1400℃ 釉薬あり	伊万里焼 九谷焼 白磁・青磁	磁器は半透光性で、吸水性が殆どない。また、陶磁器の中では最も硬く、軽く弾くと金属音がする。

図11 陶磁器の分類

陶器の主な成形順序は以下の通りである。図6で示したように、土器や炆器(せっき)のように素焼きの段階で止まる陶器もある。

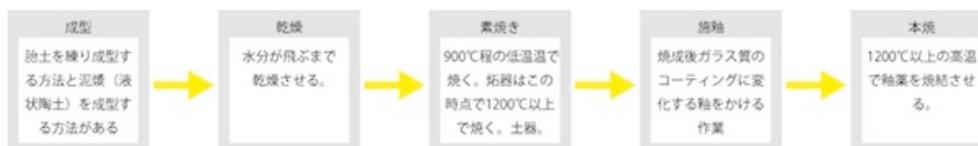


図12 焼成工程

2.1.2 陶芸の一次生産

2.1.2.1 日本の窯業における体制別生産（執筆中）

窯業は職人技術を必要とする産業であるため、古くから徒弟制度が組まれていた。しかし、現在では機械生産もはいるなど、その体制は様々である。ここでは5つの形態をあげ、その生産体制と志向について述べる。

佐賀県の有田焼と、福島県相馬焼それぞれで複数の工房におじゃましたところ、生産体制を以下の①~⑤に分類できた。

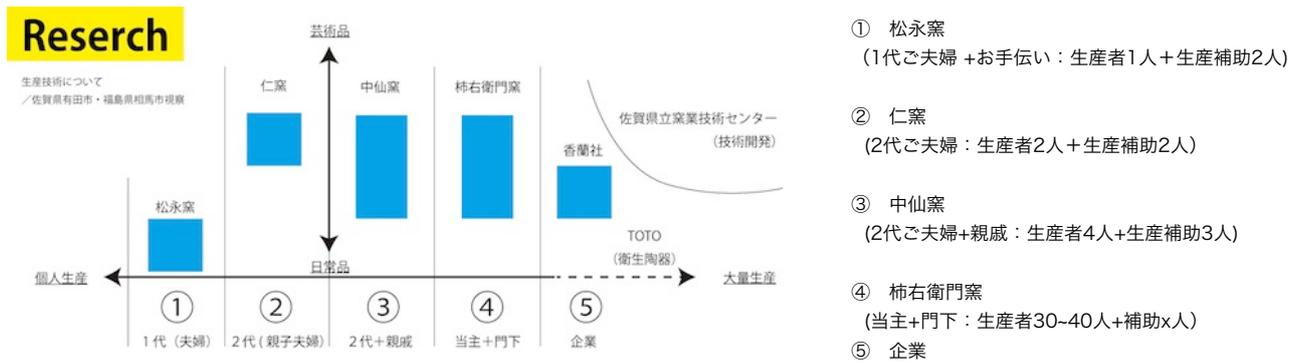


図13 生産体制別図

2.1.3 デジタルファブリケーションと窯業

有田焼では原料となる陶石の採石業者が最盛期の10社から2社へ減るなど、昭和の終期に比べて、生産量が5~7分の1に減っている。また、後継者問題、団塊の世代の熟練工がこの5年ほどで現場を離れていることも問題とされている。轆轤などの成形技術は一朝一夕には身に付かないため、人で不足は窯業生産にとって深刻な問題になっている。そんな中、工房の作業の中にデジタルファブリケーション技術を取り込もうという流れが進んでいる。

・CNC切削と鑄込み技術

窯業の中には鑄込みという石膏の型をつかう生産の方法がある。この石膏型は繰り返し陶器の生産が出来る事が特徴だが、精密なものは30-50回、多くて100回使うと表面が摩耗してくることが問題だった。佐賀県立窯業技術センター³では、NCで石膏型を削る技術を開発する事でより多く、早く、繊細な型が制作できるようにした。この石膏型は窯元とは別に、専門の型屋があり、有田では現在制作される型の約3割がCNC技術を使っている。

3Dデータから型を起こせるようになるにはCAD,CAM,の知識も必要なので、同センターでは定期的にこれらの講習も行っている。



図14 隈研吾作「波」
佐賀県窯業技術センターのCNC切削技術を使用
(<https://arita-episode2.jp/ja/topics/018.html>)

³ 佐賀窯業技術センター 有田市にある県立の技術開発センター <http://www.scri.gr.jp/index.php>

・粉末式3Dプリント(C3DPO技術)

陶器の原材料である陶石を粉末にし、有機バインダーで固めることでセラミックを直接3Dプリントする試み。



3Dプリンターで出力し、焼成した鎖状の陶磁器。
(複雑な形状の陶磁器の製作も可能となる)



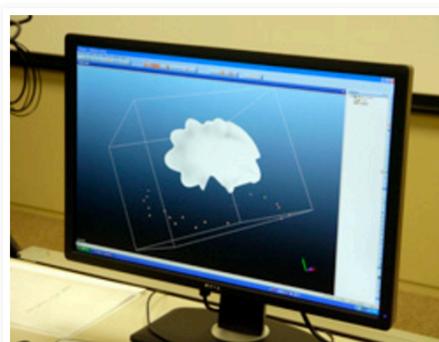
葉型の皿の3Dデータを3Dプリンターで出力し、
焼成した陶磁器。

図15 C3DPO技術

<http://www.scri.gr.jp/news/file/>

・3Dスキャンとセラミック

300年前の小皿をスキャンし、実際に販売する試み。



上 図16 スキャン中の様子

下 図17 販売サイト

両図とも (<http://otosho.aritayaki.or.jp/about/index.html>) より

2.2 セラミックの修復

2.2.1 修復の手法と歴史 (修復師薮山様から伺ったものに加筆)

アンカー効果の発見・アスファルト

接着や塗装に置いて、接着剤が物資の表面の微細な凹凸に入り込んで硬化する現象をアンカー効果という。歴史は古く、最も古い接着剤はアスファルトだが、シュメール文化紀元前5000年頃にはアスファルトが塗装に使われ、紀元前300年のバクトリア王国では接着剤として使われていたことが分かっている。

日本でも石器時代の鏝（やじり）でアスファルトで接着されたものが見つかっており、また縄文時代にはアスファルトを土器に入れて保管したり遠くへ運んだりしていたことが遺跡調査により報告されている。



図18 シュメール文化の地母神の像（部分）
B.C.5000年頃・大理石の本体にアスファルトで目が描かれている。



図19 ヘレニズム文化・バクトリア王国時代の化粧道具（部分）・B.C.300年頃・青銅の本体に白目は貝、黒目はラピスラズリをアスファルトで接着してある。

20世紀までの流れ

古代ではアスファルトの他にも漆・膠などが使われており、漆は函館市にある「垣の島B遺跡」から出土したBC7000年頃の漆塗りの副葬品が世界最古の漆製品とされおり、膠は古代エジプト時代から木工製品の接着に多く使われていたようだ。アフリカの石器時代にはアカシアの樹液と赤土を混ぜて接着剤をつくっていたのではという研究もあり、早い時期から世界各地で動植物似関わらず「くっつけたいものに塗る時はゼリーのように柔らかくて、しばらくすると固まる」性質のものを先人達が見つけていたことが伺える。その他にも漆喰、米糊、蠟、蜜など天然のものが18世紀まで使われ、産業革命後はカゼイン、天然ゴム、でんぷんなどの接着剤が大量に製造されるようになった。初の化学合成樹脂は1907年に発表されたフェノール樹脂で、1938年にはエポキシ樹脂が発明された。以後、様々な化学合成樹脂が開発され、電気絶縁性や難燃性といった特徴をもつ合成樹脂は様々な場面で使われている。

日用陶器は水やお湯、酒などを入れるため、耐水性、耐熱性、硬化物に毒性がないことが必要だが、漆はこれらをみたしているため、今日まで、金継ぎをはじめ陶器の修理に長く使われている。

陶磁器修理の手法

日本で昔から現在までの間で行われてきた主な陶器修理をまとめる。

・ 銚(かすがい)

現在では使用されていない技法だが、関東大震災頃まで日本で日常的に使われていた修理方法。破片接合部の両側に錐(キリ)の付いた弓形の手口クワで穴をあけて、そこに1cmほどの熱した銚を打ち込み、冷えて収縮するとしっかり固定される仕組み。



図20 青磁 銘:馬蝗絆/南宋時代

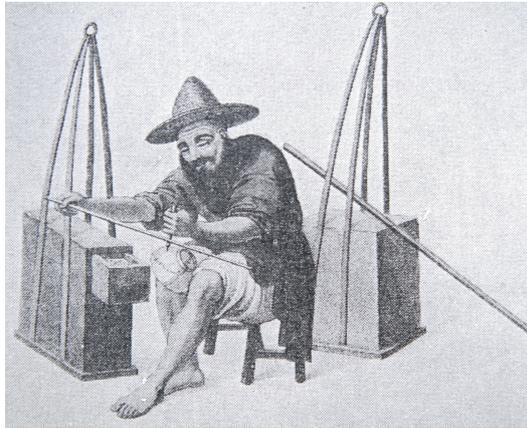


図21 銚職人が修理をするようす

・ 膠・樹液

中国では

- ・ ひな鳥の膠ともち米糊を塗って縛り、陰干しする
- ・ 楮(こうぞ)の樹液をぬって陰干しする
- ・ ひな鳥の膠と青竹を焼いてとった灰汁をまぜて塗布し、縛ってから煮沸し、3-5日放置する

などの伝承があるそうだ。

・ 金継

破片を漆で接合して、固まった後にその継ぎ目にあらためて漆を引き、固まる前に金粉をまぶして漆に付着させるもの。破片がなくなってしまう欠失箇所にも行うことができ、木片を欠失部と同じ形に削って補填している例もある。現在固まった漆を溶かす薬品はないので強力な接着と言える。漆を化学樹脂で代用することもできる。



図22 破片の間に漆を塗り接着する。



図23 大部分が欠けたものは同じ形の継ぎ材をあてる。金粉をまく際に模様を入れることもある。

・焼継

白玉粉と呼ばれる、鉛の入ったガラスの粉を割れ口に塗り、700℃前後に加熱して溶かし接合する方法。江戸時代に始まり、きれいな仕上がりにとはならぬものの、当時新しく陶器を買うよりも安く再び使用できるようになるので「焼継屋」という職業があった。江戸時代の陶器が高価だったことも分かる。



図24 江戸時代 灰色に焼き継ぎの跡が残る器



図25 街をねりあるく焼継屋

・呼び継

器の一部がなくなっている時などに、他の陶器の破片を接合して使用可能にする技法。多くの場合高価な焼き物の窯跡などの破片を使用することが多く、その組み合わせに拠っては野趣味豊かな面白い器にもなる。海外でもこの技法を使用したアーティストがいる。

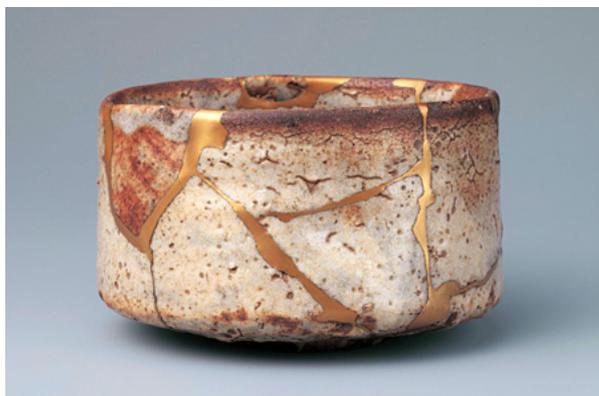


図26 志野茶碗 銘:もも / 桃山時代

割れた桃山時代の志野茶碗に、同時代の異なる志野茶碗の陶片を組み入れている。

個人蔵、2014年根津美術館「名画を切り、名器を継ぐ美術にみる愛蔵のかたち」展で公開。



図27 Yeesoookyungの作品

2.2.2 修復をする理由

九州国立博物館の酒井田千明さんは、修復をする理由は、「割れたもの自体に価値があるか」、「持ち主の思い出があるか」だと言う。とくに名物・大名物と呼ばれる幕府・重要人物に伝来のあるものは継ぎがあっても形を成している事が重要で、美術品としての価値は本体の状態の他に箱や書付によっても変わる。美術品でなくても「繕ってまで使いたい」という意志が持ち主にあるかどうかできるのではないかと語る。



図28 付藻茄子(国宝) / 室町時代
足利義満の伝来、織田信長、豊臣秀吉、徳川家康らが所蔵。
大阪夏の陣で被災後徳川氏によって漆で修繕された。

2.2.3 デジタルファブリケーションと修理

「捨てられない」しかし「使えない」壊れたままの破片は、存在しないよりむしろ人の心に負荷のある存在であり続ける。ものが壊れた際、美術品のように直すための大義名分のない日用品は「捨てる」が有力な選択肢だが、ほんの一部が欠けただけという壊れ方をしたものは他の部位はまだまだ使えるため捨てる際に罪悪感すら感じる。そこで「わざわざ」直す選択をとる理由として「新しく使えるものに作りかえる」ということを提案する。

身の回りで売っているものは大抵「完成された」ものだ。鍋は売っていても、鍋の取手だけ売っていることはまずない。これに対して、田中浩也氏は著書「FabLife」の中でデジタルファブリケーションマシンを使って破損した洗濯機のパーツや家具にぴったりとはまるフックなどを作り、これらを「ささやかだけれど、いざそれを買おうとするとどこのお店にも存在しない」と呼んだ。同著の中で同氏は標準化から外れていてもごく局所的な状況にぴったりと適応するものを「例外のデザイン」と名付け「形状や寸法が固定・標準化されたデザインの枠組みでは、絶対にとどくことのない領域である」としている。

3Dスキャナ、3Dプリンタなどを内包するデジタルファブリケーションマシン群を使ったものづくりは「ものとして完全な形」をつくるのではなく、「ニーズに合わせた特異な形」をつくるのに適している。どんな壊れ方でもそこに形が残っている限りその形に合わせたものを作ることができるのである。これらを用いて「壊れた破片」を新しいものに作りかえるプロジェクトを以下の章に続けたい。

2.3 関連研究

2.3.1 Centerpiece/studio Daniel

私が本研究をはじめのきっかけとなった作品である。

オランダのStudio Danielによる彫刻シリーズ。バスケットリーとデルフト焼という2つの伝統的なオランダの工芸品を組み合わせることで割れたデルフト焼の首を新たに付け、機能を取り戻させている。首がもげる前にどのような形であったかは想像するしかないが、全くの同じ形でなくても失われた場所に新たに形が付け加えられれば機能が戻るという事を表現している。



図29 Centerpieceシリーズ

<http://www.studiodaniel.nl/portfolio/centerpiece/>

2.3.2 Hybrid reAssemblage/Amit Zoran

Amit Zoranは3Dスキャナと3Dプリンタを用いて陶器の欠けた箇所を3Dプリンタで再度出力する工程を生み出した。デジタルファブリケーション技術を修復という既存の物体を完璧に補填する物を出力する用途でなく、物体に新しい見え方を提供する為に使用したことが新しい。

この陶器自体もZoran氏がこの作品のために制作したものである。



図30 Amit Zoran

http://www.amitz.co/ewExternalFiles/Leonardo_HybridreAssemblage.pdf

2.3.3 GRANBY ROCK / Assemble

イギリスの建築集団Assembleによる、英リバプールのグランビー通りと呼ばれるスラム街の再生プロジェクト「グランビーフォーストリーツ」の中で生まれたプロダクトのシリーズ。廃墟となった建物のレンガを壊し、破片になったレンガを色ごとに分類し、セメントで再度成形する手法をとっている。



図31 上左：ランプ

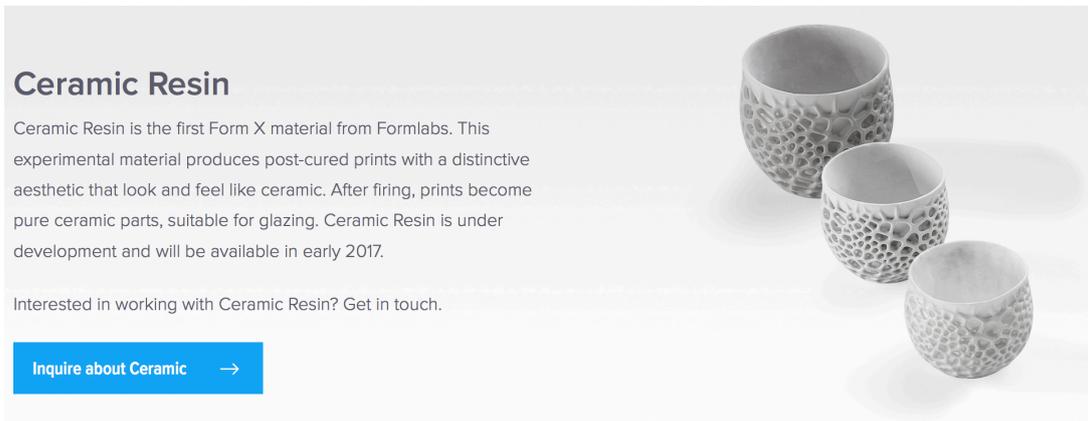
図32 上右：マントルピース

図33 下：制作過程

<https://www.granbyworkshop.co.uk/>

2.3.4 Ceramic Resin/formlabs

formlabs社がCES2017で発表した光造形式3Dプリンタ用のレジン。3Dプリンタでレジンを成形し、UV光を当てたあと陶芸用窯で焼成することで陶磁器を作る事が出来る。釉薬を乗せる事もできる。一般の陶土と異なり、重力方向への収縮が大きいため、等倍に成形するためには3DモデルをZ軸方向に多めに伸ばしておく必要がある。2017年に使用開始になる。同社のページから収縮率表を参照できる。(https://formlabs.com/media/upload/formlabs_ceramic-usage-design-guide.pdf)



Ceramic Resin

Ceramic Resin is the first Form X material from Formlabs. This experimental material produces post-cured prints with a distinctive aesthetic that look and feel like ceramic. After firing, prints become pure ceramic parts, suitable for glazing. Ceramic Resin is under development and will be available in early 2017.

Interested in working with Ceramic Resin? Get in touch.

[Inquire about Ceramic](#) →

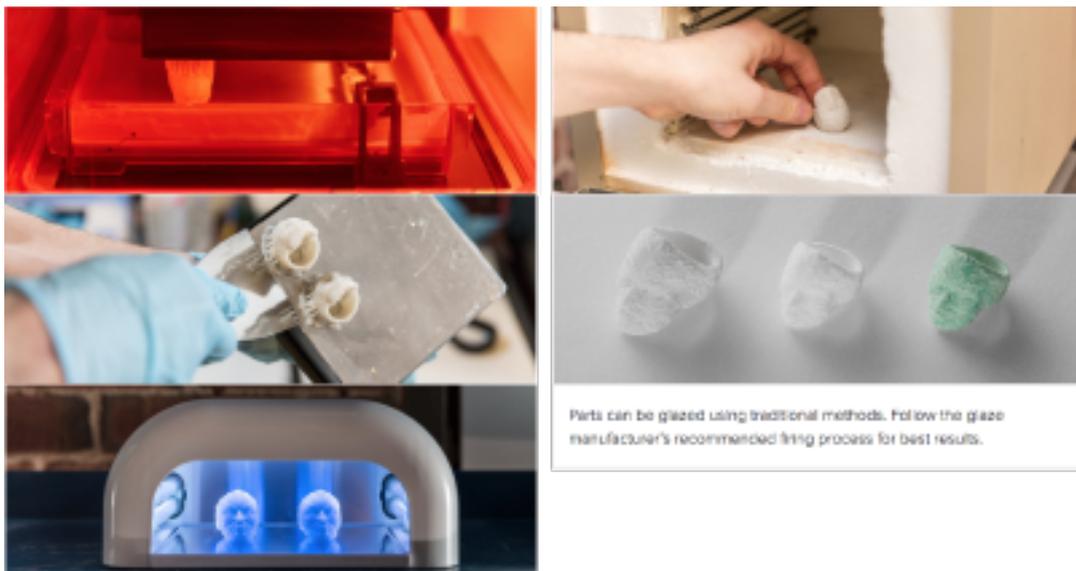


図34 : formlabs社ホームページより

3. フィールドワーク

3.1 プロジェクトの概要

本フィールドワークは、3段階のプロジェクトとする。

1段階目 調査

街に滞在し、思い入れのある「捨てるに捨てられない・大切な・壊れた」セラミックとその持ち主を探す。

2段階目 ダイアログ

持ち主の現在の生活をインタビューし、破片を何に作り直したら良いかを一緒に考え、制作対象を決定する。

3段階目 制作

義片を制作する。完成したら、義片とともに破片を提供者にお返しし、日々の生活で使ってもらう。

3.1.1 フィールドワーク場所

岐阜県飛騨市古川町式之街をフィールドワークの環境とし、2016年8月5日から9月9日までの36日間この街の古民家の一画を借り、街で暮らしながらフィールドワークを進めた。



図35 古川町の位置

日程



図36 日程と調査内

3.1.2 環境について [岐阜県飛騨市古川町]

古川町は岐阜県飛騨市の南側に位置し、山に囲まれ川の側の開けた位置にある街である。古くから優れた建築業で有名で、奈良時代の718年の養老令には納税する代わりに都へ木工技師を貢進するよう定めた記録がある。都に派遣された匠達は藤原京、平城京、平安京の建築に携わり、歴史的な神社仏閣を建立しており⁴、万葉集・日本書紀・今昔物語・源氏物語などにも引用されている。

江戸時代には徳川幕府の天領となり、職人による自治が進む。街の中心部は京都と江戸それぞれに派遣されていた大工が街並みを整え、祭りなども高い文化水準になっている。現在の街並みは明治37年の大火後の建物が多いが、歴史的景観地区として建物が規制されており、大工たちが建てた街並を残している。



図37 古川町景観

4 飛騨の匠が薬師寺・法隆寺・東大寺などの建立に携わった記録がある

3.2 一段階目 調査

街に滞在し、思い入れのある「捨てるに捨てられない・大切な・壊れた」セラミックとその持ち主を探す。

3.2.1 仮説だて

街の方々とよく知り合いになってきた4週目頃から、破片を探す際、どういう方が思い入れのあるセラミックをお持ちだろうかと仮説をたてた。

まず、古川町は古い街並みで有名な街で、蔵のある家が多く残っている。これらの中には明治の大火を超えたものもあるため、これらの家には、先祖代々伝わる陶器や思い出の品がのこっているのではないかと推測した。

つぎに、骨董屋と陶器屋である。弐之街には2つこういった店があったためここにもお伺いしようと考えた。

最後に、食品を出す商売のお店である。弐之街には宿屋、ケーキ屋、はずれに蕎麦屋があり、裏には造り酒屋が2軒ある。これらの店舗は日常的に陶器を使うので、何か出てこないかと考えた。

その結果、これらの条件に当たるのは以下の11軒となったため、これらを巡り、陶器の破片がないか伺うこととする。

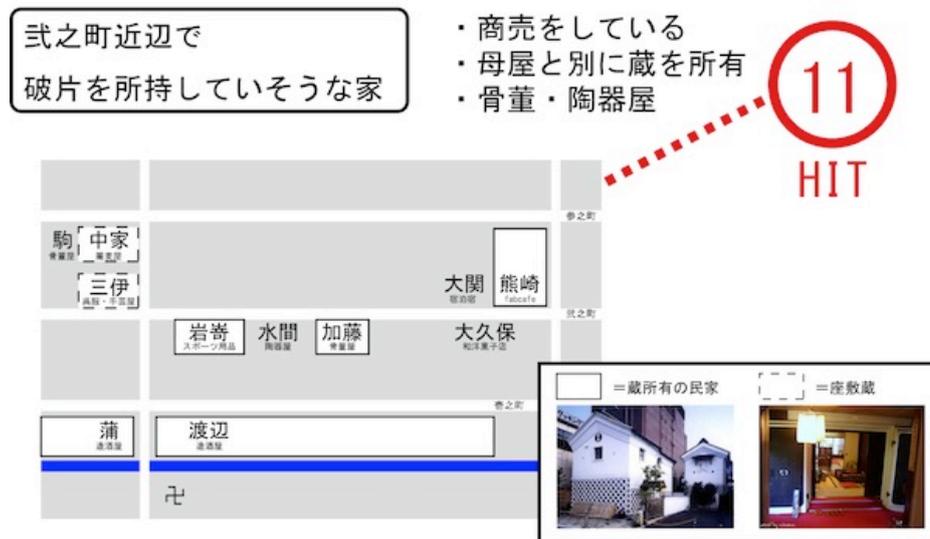


図38 町内調査

3.2.2 実際当たって見た結果得た陶片とバックグラウンド

これらのお家に伺ったところ、2軒で破片をいただくことができた。

ケース1 <蕎麦屋中家 N・Hさん>

湯のみをいただいた。お店で使っていた物で、いろんなお客様に出してきた物。口に当たる所が欠けたためもうお店には出せないが、愛着があってお店のキッチンに残っていた。



図39 ケース1 湯のみ

ケース2 <熊崎邸/ T・Mさん>

町内の老舗牛乳屋のデッドストックのヨーグルト瓶をいただいた。昭和35年から10年間配達用に使用されていた。使用停止になってから倉庫に眠っていたが、パンダの柄がはいっていたため、上野動物園でパンダの赤ちゃんが生まれた2013年に1年間上野紀伊国屋で限定品として復刻販売された。その後また倉庫へ。T・Mさんは東京から古川に移住後、同牛乳屋の蚤の市でこれを見つけ、何か愛着をもち使うでもなく持っていた。



図40 ケース2 ヨーグルト瓶

4 第二段階 ダイアログ

持ち主の現在の生活をインタビューし、破片をなにもに作り直したら良いかを一緒に考え、制作対象を決定する。

4.1 案だしの方法について

何度かインタビューをして「何が欲しいか」という質問ははすぐ答えが出るものではないと感じたため、最初はどのような生活をしてらっしゃるのかを中心にインタビューしながら破片で作ることができそうなものをこちらから提案していった。しだいに破片の提供者の側からもアイデアが出るようになるので、破片を鑑みつつ対話を進める。その際以下のルールを決めた。

- ・単なる修復はしない
- ・提供者の生活に馴染むものをめざす
- ・今まで必要とっていなかったけれど使いそうなものを作る

4.2 インタビュー

ケース1 <蕎麦屋中家 N・Hさん>



図41 提供者のN.Hさん
地元で愛されるお蕎麦屋さん

提供していただいた湯のみがもともとお店の物なので、お店で使えるものにした
いとのことだった。

最初はお店はきちんと回っているからとくに必要なものはない、ということだ
ったが、お店の事を聞いていたら、このごろ古川町が映画「君の名は」(2016
年)のモデルになったことで遠くから聖地巡りにくるお客さんが増えたとのこと。
アクセスもよくないこの街まで来てくれたことに感謝しておもてなしをしたいと
おっしゃっていた。

そこで、お店にある4つの机に小さくていいのでお花を活けられたらいい、とい
う話になった。Amit Zoran のhybrid reassembleシリーズ(図20)を見ながら
会話を続けたところ、方向性としてこれがいい、ということになり、もう少し洗
いやすく、壊す心配がないものになりたいという話になった。

ケース2 <熊崎邸/T・Mさん>

ヨーグルトの瓶は古川に移住した時期に地元の牛乳屋から譲り受けたもの。東京で働いていたが、東日本大震災の年に
長男が生まれ、それをきっかけに移住を決めた。現在の住まいは地元の人たちに親しまれていたクレープ屋の跡地で、



図42: 提供者のM.Tさん
趣味が高じて自分でらっきょうを漬けている

その旦那さんがなくなったタイミングで移住を決めたためご縁あってそこに
住んでいる。カレーライスづくりが趣味でスパイスに凝っている。長男が保育
園に入る年になって、一緒に料理を作りたいと思っているがガスコンロはまだ
扱いが怖い。

最初はスパイス入れや息子さんのお絵描き道具などを提案したが、これだ!
とならなかった。そのうち、今のお家が地元の人が集っていたクレープ屋だ
った事を思いだし、今の家で息子さんとクレープが焼けたらいいですね、とい
う話をしてきた。そこで、固形燃料と五徳があればヨーグルト瓶を小振りな卓上
コンロにする事ができるのではないかという案が出た。

4.3 使用技術の検討

ケース1

花を支えるためのものとして湯のみの口に取り外しができる籠状のものを被せることになった。

ケース1で使う破片は縁が一部欠けた湯のみなので、義片となる籠にツメをつけ、欠けている部分をツメあてにして、二つが動かないようにしようと考えた。

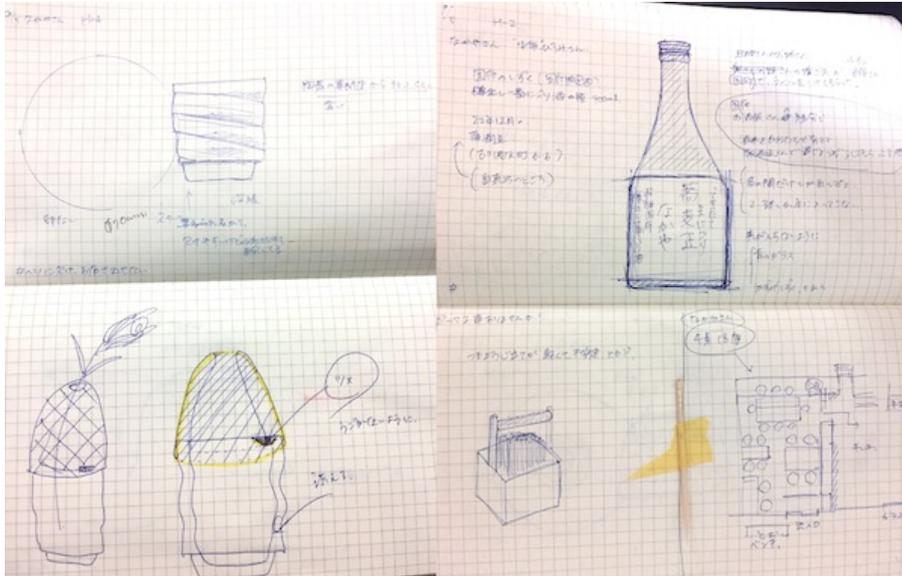


図43：ケース1 ダイアログ時メモ

必要な技術として以下があげられる。

- ・籠状のものを作れる
- ・耐水性がある
- ・花の重さで曲がらない

これは3DプリンタでPLAを出力することで制作が可能になると考えた。

ケース2

ヨーグルトの瓶の中に直接固形燃料を入れても酸素が循環しなければ火がきえてしまう。そのため、固形燃料を高い位置で保持できるものと、酸素の通り道になりながら鍋とコンロの口を離して支える五徳が必要だと考えた。

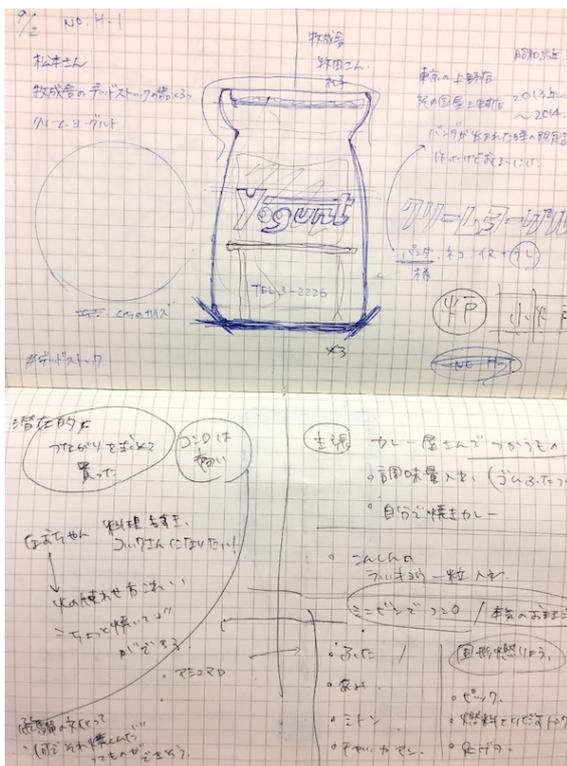


図44：ケース1 ダイアログ時メモ

必要な技術として以下があげられる。

- ・固形燃料の温度に耐えられる材料
- ・ヨーグルト瓶にうまくはまるもの
- ・鍋を支えられる固さ

これは土鍋などに使われる耐火土を使って制作するのがよいのではないかと考えた。ヨーグルト瓶の縁の狭い溝に引っかかるようにかたちを正確に取る必要があるので、収縮率を考慮した上で型を3Dプリントし、成形するのがよいのではないかと考えた。

5 第三段階 制作

本章では、前章で得たテーマを元に実制作した様子を記述する。

※ここで使用する機材は2016年度に慶應義塾大学湘南藤沢キャンパス（以下SFC）で使用したものである。

5.1 制作のながれ

ケース1、ケース2共に

- 1：素材の選定・観察
- 2：プロトタイプをつくり
- 3：本番つくり
- 4：ドキュメントにする
- 5：使ってもらい
- 6：経過を後で見に行く。
- 7：使えていたらその様子をまとめる
- 8：壊れていたらまた補修する、または違うものにまた作り替える

の手順を踏む。

5.2 ケース1 / 3Dプリント

ケース1では蕎麦屋のカウンターに置く一輪挿しを制作する。

以下[]内は使用機材名とする。詳細は8章に記述する。

5.2.1 設計

本件では以下の点を完成品に求める。

- ・一輪の花をさして花が倒れない形状であること
- ・花の茎が傾かないよう義片で支える事
- ・花瓶として水の入れ替え・洗浄に不便がないこと
- ・蕎麦屋の店内で悪目立ちする意匠でないこと

5.2.2 制作

3Dスキャンニング[Modela]

ケース1の対象物をスキャンニングする。接触式スキャナの為、実物のサイズが正確に測れた。

3Dモデリング[Rhinoceros]

スキャンニングした陶片の形状をCADソフトに取り込み、寸法や破損部の形状等をコピーする。完成したデータは以下の通り。

最終的に内部に茎を支える空間を持った2重のバスケット状の義片を設計をした。外層と内装は陶片の口を挟むようモデリングしてあり、義片が回らないよう固定するツメを陶片の欠け部分の形状と合わせ、欠け部分が生きるように考えた。これにより、花の茎をまっすぐ支えられ、かつ洗浄時に水がすぐ切れるようになると思った。

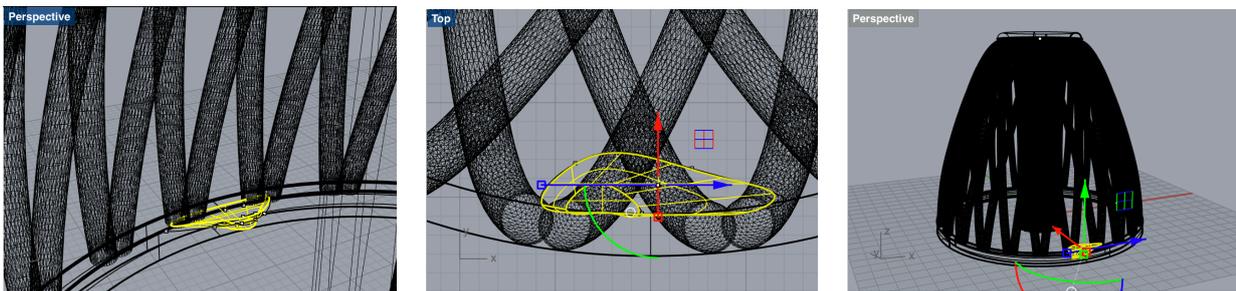


図45: ケース1 3Dモデル(部分)

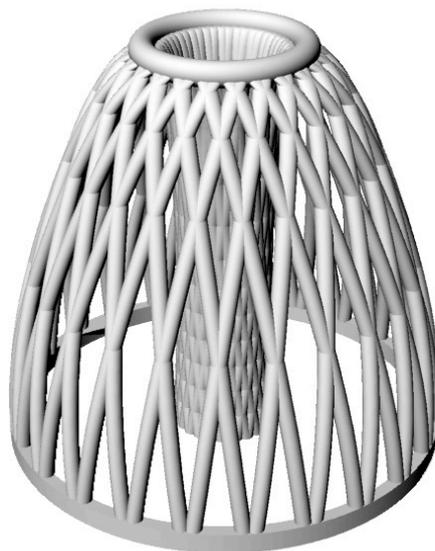


図46: ケース1 3Dモデル

3Dプリント[Slic3r/MF-1000]

フィラメント

一般的な造形材料であるPLAを使用する。材料の色は花の色を邪魔せず、また陶片との色合いが不自然にならないよう配慮した。

スライス設定/プリント詳細

- ・ Layer height : 0.2 mm
- ・ First Layer height : 0.35 mm
- ・ Vertical shells Perimeters : 3 (minimum)



図47 ケース1 3Dプリント

5.2.3 考察

MF-1000を使う際のメモ

- ・ (MF1000) M9999エラーがでたら、エクストルーダーについているサーミスタをチェック。ただ単に接触が甘いだけの可能性もあるので、何度かサーミスタを抜き差ししてみると良い。

5.3 ケース2/ 耐火物制作

ケース2ではヨーグルト瓶を用いて保育園児が安全に使える固形燃料式コンロを作る。

5.3.1 設計

本件では義片に以下の点を求める。

- ・ 固形燃料の火に耐えられる耐火性
- ・ 上でフライパンでの調理が出来る強度
- ・ 燃焼のための空気の通り
- ・ 保育園児が使える安全性
- ・ 洗いやすさ、使いやすさ

5.3.2 予備実験/収縮率調査

この項では土鍋などで使われる耐火土を鑄込み製法で成形する。その際、テストピースをつくり予備実験を、3Dモデルのデータと焼成後のサイズの収縮率を測り、焼成後のサイズを調査した。

通常の陶芸では粘土を乾燥させるが、鑄込み製法はさらに水分を加えた泥漿（でいしょう）を使用するため、より収縮がかかる。そのため、通常は陶土よりも粘り強い半磁土で行う。今回は陶土である耐火土を使うため、珪酸ソーダ（水ガラス：土が石膏の細かいところまで入り込み鑄込みがし易くなるが、収縮時に割れやすくなる）を少なめにし、時間をかけて吸着・乾燥させるようにした。



図48 泥漿の材料

- ・ 耐火土 (400g)
- ・ 珪酸ソーダ (2g)
- ・ 水 (95g)

これらを攪拌し、気泡抜きのために2日間空気に触れないように保管する。



図49 使用道具

- ・ はかり
- ・ ボウル
- ・ 攪拌器

工程

この実験においては、テストピースのAの部分の3Dデータと焼成後の大きさの変化率を求める。

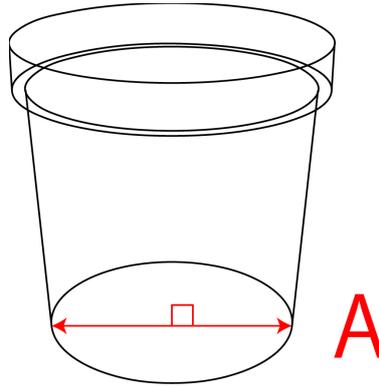


図50 テストピース

(1)まずテストピースの3Dモデルを起こし、これをMF-1000で5個体3Dプリントする。



図51 出力後のテストピース

(2)次にNaomi-CT で3Dプリント
サイズを求める(表1 ①欄)
(3)次にこれらのテストピースを石
る。

(4)その後、泥漿(でいしょう) を流
るまで静置する。

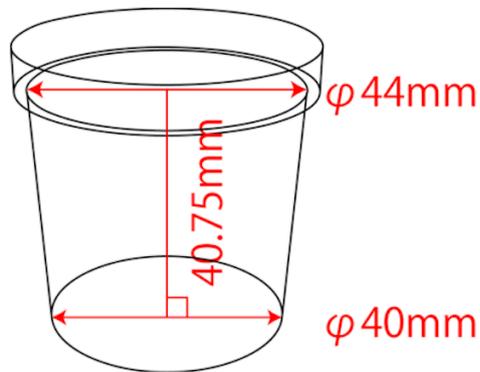


図52 3D モデル上のテストピースのサイズ

版テストピースをスキャンし、

膏で型取りし、石膏型をつく

し込み、吸着し、3mm厚にな



図53 石膏型



図54 泥漿を流し込む様子

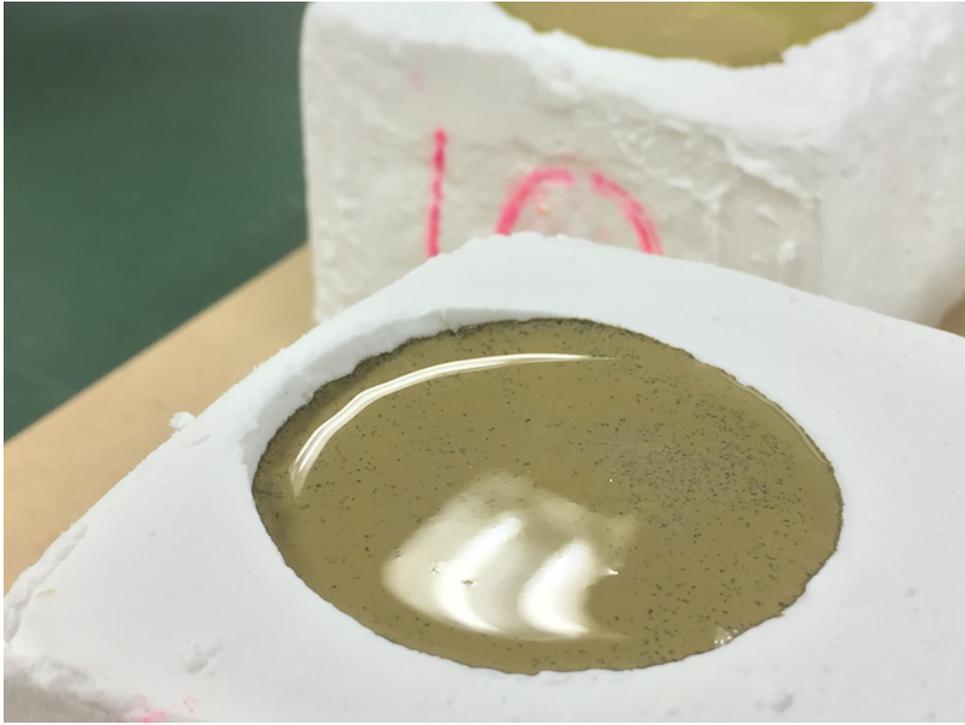


図55 縁キワまで泥漿を流し込む

(5)33分後、3mm厚になった事を確認したため、排泥し、そのまま裏返す。

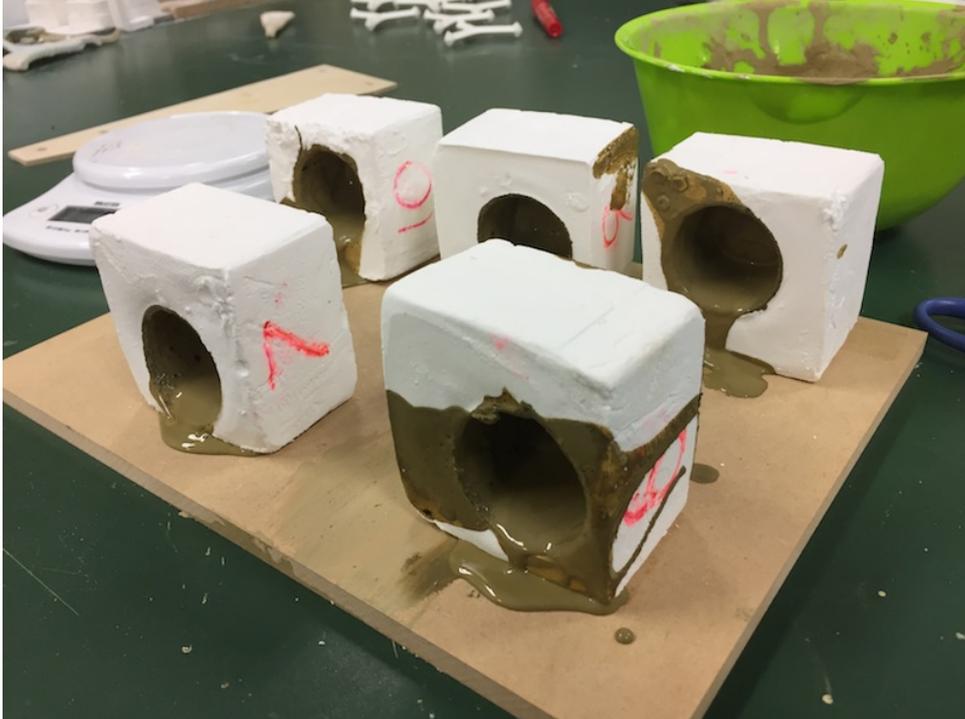


図56 排泥

(6) 1時間ほどすると泥漿が垂れてこなくなるので、表に返し、乾燥させる。
1時間ほどで石膏と泥漿がはなれるのを確認できる。



図57 石膏と泥漿がはなれるのを確認できる

(7) 数日おき、叩いて裏返すと自然に土が石膏からはがれるまで収縮、乾燥したら石膏からとりはずす。完全に乾燥していたら窯に入れ、800度で焼成する。



図58 窯に入れる



図59 焼成後のようす



図60 3Dプリントしたものとの比較

(9)焼成前と焼成後のAの部位を比較する。

TP=テストピース

	TP1	TP2	TP3	TP4	TP5
①(mm)	40.0	39.91	39.73	39.98	39.98
②(mm)	35.93	36.02	35.88	35.94	35.75
収縮率 ②/① (%)	89.825	90.253	90.309	89.898	90.851
収縮率 ②/3D データ (%)	89.825	90.05	89.7	89.85	89.375

表1 Aの部位のCT計測と収縮率

①3Dプリント後のAの部位
②焼成後のAの部位

(10)収縮率の平均値をとる。各テストピースの収縮率は表の通りとなる。

3Dプリントした状態から焼成後の収縮率の平均値は90.227%、
3Dデータ上から焼成後の収縮率の平均値は89.76%となった。

以後これを前提とし制作をする。

5.3.3 制作

Naomi-CTを使ってヨーグルトの瓶を3Dスキャンする。これをダイコム(.dcm)データで保存し、OsiriX（オザイリクス）で3Dモデル化する。さらにヨーグルトの瓶の3Dデータに合わせて義片をデザインする。

3Dスキャン

Naomi-CTでヨーグルトの瓶をスキャンする。



図61 Naomi-CT 全体図
新川電機株式会社ホームページより
http://www.shinkawa.co.jp/item/pickup_products/vol008_no09_naomi.html

Naomi-CTの撮影可能範囲はW： ϕ 154mm / H：68～82mm 0.205mm, X線照射式のCTスキャナ。

使用マニュアルでは、

- ・ 樹脂成型品
- ・ プラスチック製品
- ・ ゴム製品
- ・ 食品
- ・ 化粧品
- ・ 文具
- ・ 玩具
- ・ 生体/骨
- ・ アルミニウム（ ϕ 50～60mm程度）

等の素材のスキャンが可能となっている。

Naomi-CTの使い方は以下の通り。

- ① 本体のコンセントを差す
- ② 本体の電源をいれる



図62 起動している状態

- ③ PCのデスクトップから「NAOMI-CT」を立ち上げる。この際「撮影ウィンドウ」と「ビューワーウィンドウ」の2つが立ち上がる。
- ④ 撮影ウィンドウのID欄にファイルを保存するために新しく作成されるフォルダの名前、品名欄にはその下の階層の名前を記入する。



図63 操作するウィンドウ

- ⑤ 本体に対象物をセットし、扉をしめる。後に回転した際に対象物が範囲から外れないように設置する。
- ・対象が安定しない場合はスポンジ状のもので治具をつくり固定させる
 - ・水平方向に対象物の大きさの変化がない方向で対象物を設置する。



図64 ベッドの中心に設置

- ⑥ テスト撮影をする。撮影環境として電流・管電圧・撮影範囲を設定する。テスト撮影ボタンを押す。
- 電圧5/管電圧60からはじめて調整していく。

- ・電流；撮影像のコントラスト。値が大きい程大気と対象物の記録差が大きくなる。白とびせず、ブラックアウトしない値を選択する。
- ・管電圧；X線の強さ。重い、密度の高い対象物程大きい値をいれる。
- ・撮影範囲；P<N<Oの三種類から範囲を選べる。最小のPが最も精密にスキャンする事ができる。最大範囲は 底面φ154mm、高さ82mm
- ・電流と管電圧の数値の積が500になる値が最大。
- ・2016年12月現在、撮影範囲Oはテスト撮影ができないため、Oを使用する場合はテスト撮影のみNを選択する。



図65 テスト撮影中の様子

- ⑦ 数値を合わせたら、本撮影をする。
- ⑧ 撮影がおわると自動でビューワーウィンドウに移動する。少し待つ。
右側のレンダリング伝達関数のグラフを調整し、最もゴミが映らない反射値でとめる。
・断面図のビューから定規ツールで距離を測定することができる。

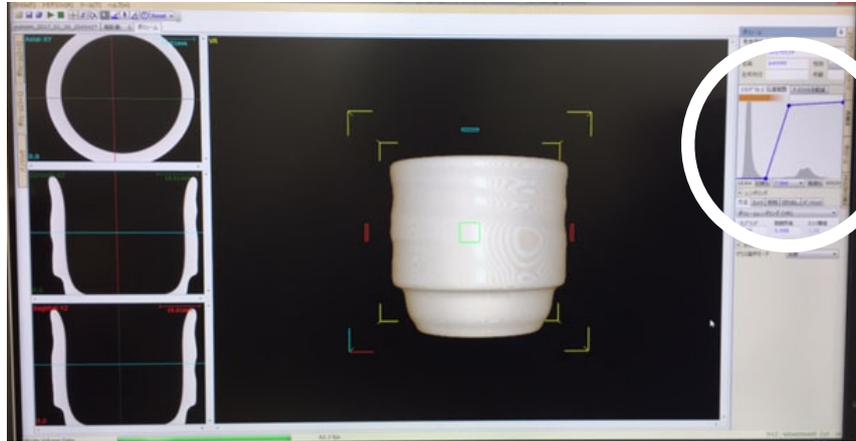


図66 ビューワーウィンドウ
右上の白円内にあるのがレンダ
リング伝達関数のグラフ

- ⑨ ファイル>名前をつけて保存 >ダイコムデータで保存する。
・データはローカルディスク>任意のID名のフォルダ>任意の品名のフォルダ>volumeフォルダ内に保存される

3Dデータへの変換

OsiriXにNaomi-CTで得た全てのdcmデータをimportし、Rhinocerosで読み込めるようSTLデータ（Standard Triangulated Language）でexportする。（図協力：浅野義弘さん）

- ① OsiriXを起動し、左上のアイコンから「読み込み」を選択DICOMデータを3Dビューで開く。

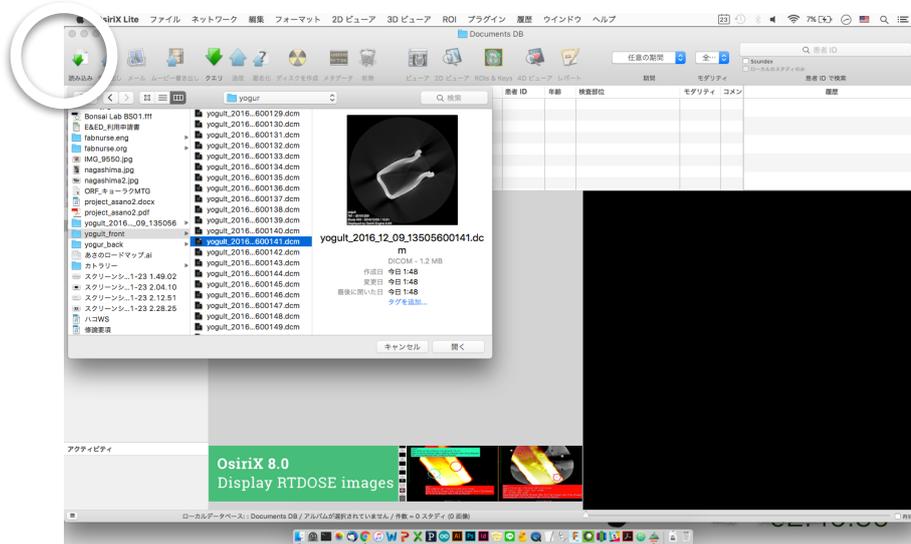


図67 読み込みのアイコンを選択

- ② 「3Dビューア」から、「3Dサーフェスレンダリング」を選び、解像度などを設定する。

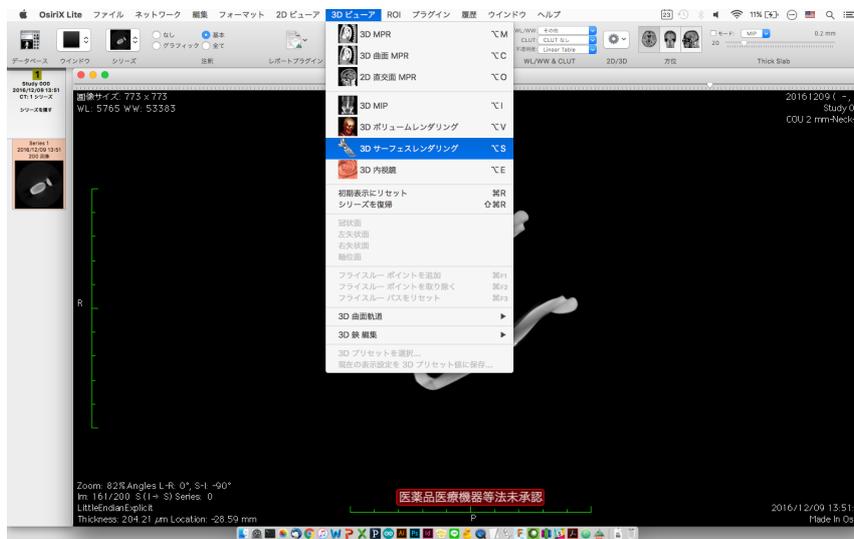


図68 3Dサーフェスレンダリングを選択

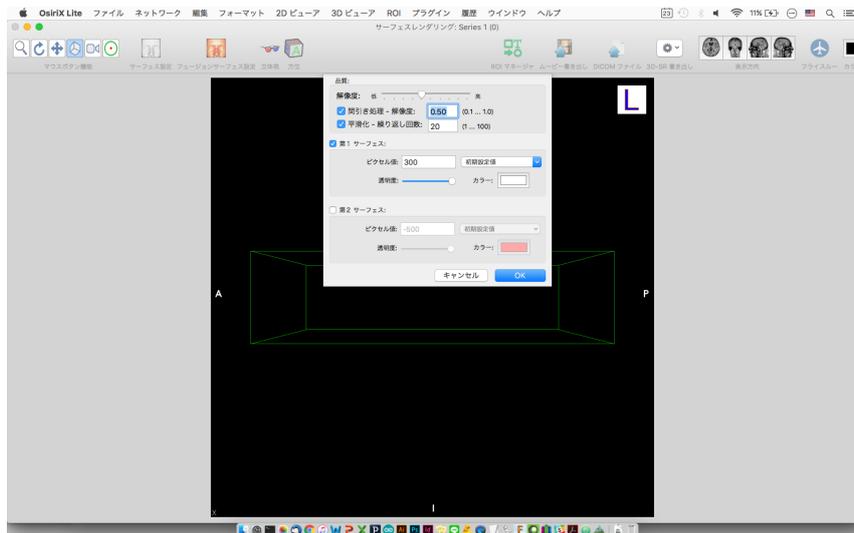


図69 解像度などを選択

- ③ サーフেসモデルになるので、歯車のアイコンから「STLに書き出し」を選択する。

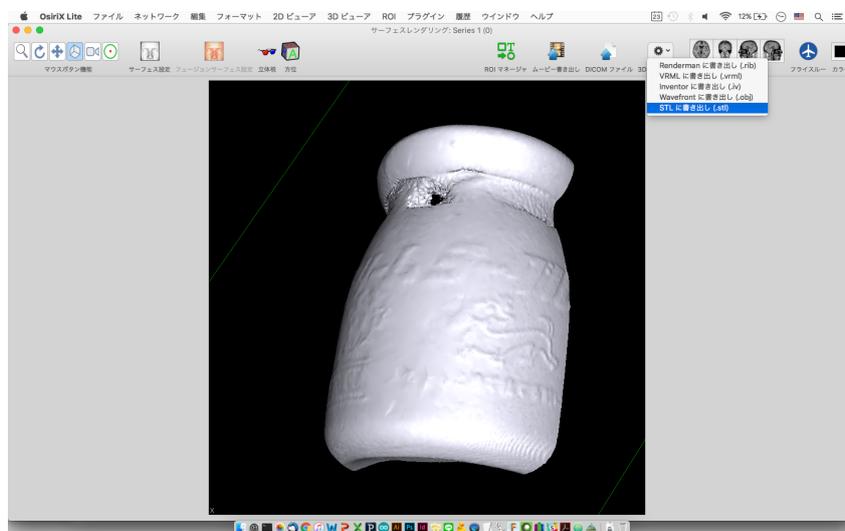


図70 STLに書き出し

- ④ 生成されたSTLデータ

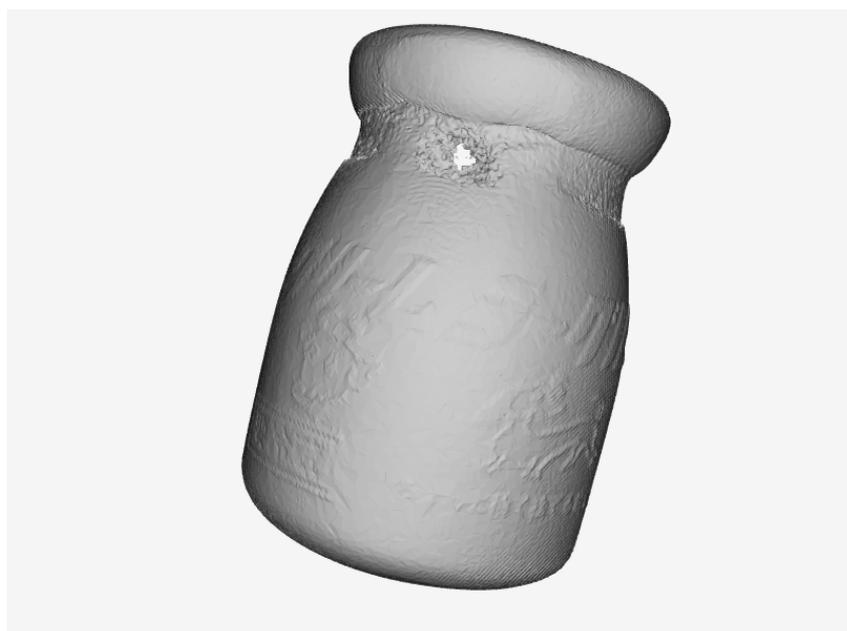


図71 STLデータ

義片データの制作

Rhinocerosを使用し、3Dプリント用のデータを制作する。

5.3.2の予備実験で3Dデータ上のサイズと焼成後サイズの収縮率の平均値は89.76%であったため、この数値分収縮すると予測し、拡大したデータを3Dプリントする。

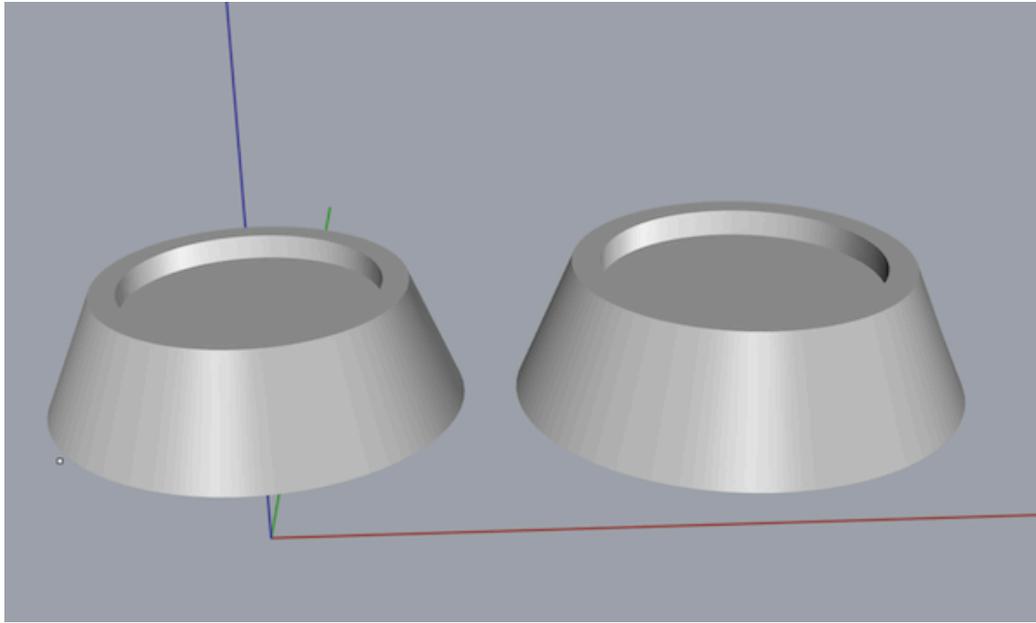


図72 ケース2 五徳部分

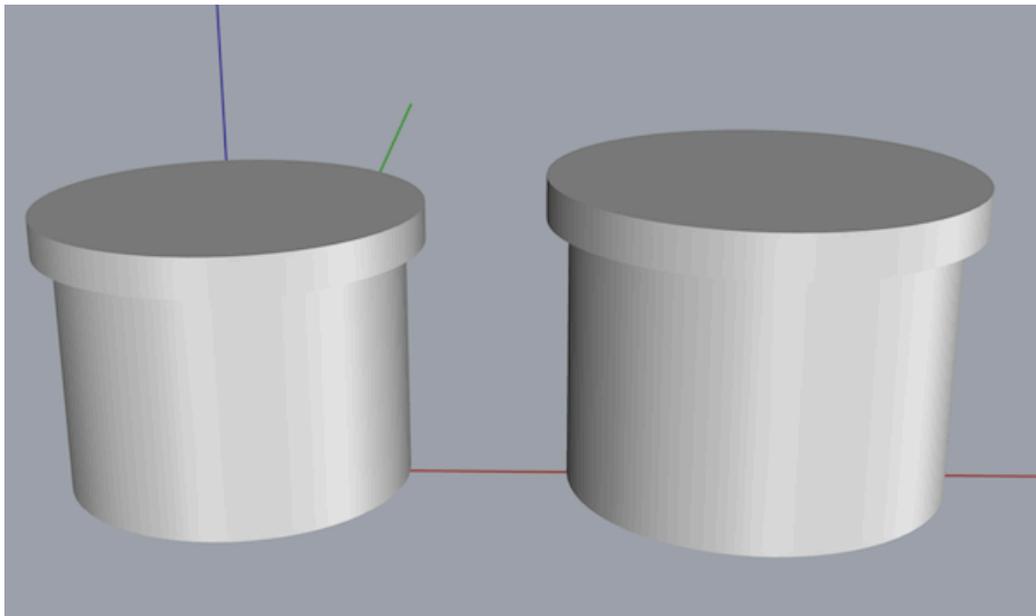


図73 ケース2 燃料置き部分

鑄込み

3Dプリントしたものを5.3.2の予備実験同様鑄込みをする。

完全に乾燥したら、空気を通す為に五徳部分に水を付けた指で4カ所へこみをつける。

CTスキャンでとった場所がうごかないように燃料置き部分と五徳部分をドベで接着する。



図74 ケース2 焼成前 コンロ

焼成

900度で焼成する。



図75 ケース2 焼成後 コンロ

5.3.4 検証

今回の目的は、保育園児が使うことができる卓上コンロをつくることである。焼き上がった陶器が実際に使えるかどうかで出来上がりを検証する。

収縮率

5.3.2の予備実験は生きたのか検証する。

陶器部分は内側、外側ともにガラス部分に当たることなくはまる。取り外しはでき、大きくずれることもない。瓶の中を密閉しないので暖まった空気が膨張することもない。「ぴったりはまる」という言葉は意味に幅があるので使うのが難しいが、調理道具だと考えると使用することを考え、洗浄する際は外せるが、倒れても外れないというのがこの場合のちょうどよいサイズになるのではないだろうか。



図76 ケース2 焼成後

形状・素材判定

次にフライパンが置けるか、ずれないかどうかを確認した。フライパンは完全に水平が取れている訳ではなかったが、ずれはしなかった。固形燃料に着火してもひび割れる、欠ける等の問題はなかった。



図76 ケース2 使用予想図

使用実験

提供者のT・Mさんとそのお子さんのNちゃん(5歳)と、遊びにきていたTちゃん(7歳)と実際にクレープを焼きながら、使用する上でこのコンロの形状・素材に問題がないか検証する。

調理をはじめ。固形燃料に点火する。ガラス内部に水滴がつくが、破損することはない。火は固形燃料の上3-4cmまで上った。



図77 ケース2 使用実験

フライパンをのせて油を引き、暖まったらクレープ生地を回しいれる。2分程焼く。燃やしたての固形燃料の火力は強いが、燃やすにつれて火力が弱まっていくのが特徴だった。



図78 ケース2 火のとおり

途中でフライパンを持ち上げた際、コンロが倒れるというできごとがあったが、陶器部分はガラスから外れず、陶器のくぼみの部分が足のかわりになってこがらなかった。(図79)

また、固形燃料が陶器の中の穴からこぼれなかった事と、陶器の足部分が固形燃料とテーブルの距離を保ったため、燃え移る事はなかった。さらに、ガラス部分は熱くならないため、もって立て直すことができた。(図80)



図79 ケース2
倒れたとき



図80 ケース2
加熱中にガラス
部を触っても熱
くならない

完成、きちんと火のとおったクレープが焼けた。



図81 ケース2 食べられるクレープがやけた

使用後のようす

煤が付き、固形燃料の燃えさしが残るがひび割れや欠けは見当たらなかった。ヨーグルト瓶も内側に結露がおこってガラスが曇っていたが、破損は見つからなかった。今回は固形燃料を足しながら15分程燃やしたが、耐火土は耐えられるようだ。加熱後の陶器部分は熱くなっていたが、ガラス部分は触れらる程の熱さだった。



図82 ケース2 使用後

安全面の考察

使用前に懸念していたフライパンと五徳の安定具合は問題なさそうで、その点は問題なく使えていた。収縮率を測った結果良い大きさになったのではないかな。

安全面の改善としては、フライパンを持ち上げている際にコンロをひっかけ倒した出来事があったので、コンロ自体に重さをつけるか、テーブルと固定するとより安全に使えると考えた。

コンロの今後

今回はNちゃんにとっては初めての火をつかう料理だった。この実験ではM・Tさんに縁のあるクレープを焼いたが、今後は朝ご飯に卵を焼きたいと言ってくれた。Nちゃんは現在5歳だが、一緒に実験をしてくれたTちゃん(7歳)は危なげなくコンロを使っていてくれたので、今後このコンロでいろいろな料理を作れば、2年後には火をつかった料理になじんでいってくれるのではないかな。M・Tさんはこのコンロを日常的に家族で使いたいとおっしゃってくださったので、このコンロをお渡しし、定期的に飛騨に訪れながら、コンロの劣化とNちゃんの料理の上達具合をみまもっていかうと思う。

完成(2017/1/23現在)



図83 ケース2 全景



図84 ケース2 CTしたデータから制作したガラスとの接触部

6.まとめ

フィールドワークについて より会話すること

フィールドワークは体で地域を知る営みだ。今回は人から生活の実感を引き出す必要があったが、土地柄やまわりの環境を1ヶ月かけて知ったからこそ、インタビューして聞いた内容が言葉上で理解するだけでなく、その言葉の背景を理解して汲み取れたと感じた瞬間があった。誰かのためにもものを作る際はヒアリングに時間をかけたほうがいいと後輩のみなさんに伝えたい。

人間関係にはいくつか段階がある。最初はよそ者として距離がある。プライベートなことを聞く事は少なかったが、単純に会う回数が増えただけでも徐々に深く話していけるようになっていった。

とくに、飛騨のような長い歴史があり、コミュニティができあがっている街では、街の人であれば前提として当たり前知っていることで私が知らないことが沢山あった。前提を共有できていない段階では、社交辞令のような会話が多くなるが、知らない事・驚く事は悪いことではない。むしろ、私達が知らない事を街の人が教えてくれる・語ってくれるという姿勢はコミュニケーションがはじまるひとつのきっかけになる。そうやって教えていただいた方とは、次にお会いしたときはもう「一度時間を共有した人間」として扱われるので、もはや遠い他人ではなくなる。この積み重ねで「前提」を話す必要が減るにつれて、次は近況など流動的でプライベートなことを話す機会が増えたと感じた。

ダイアログについて アイディアの拡散と方向性の決定

ブルーノ・ムナーリの著書の中には以下のような言葉がある。「心理学者、エドワード・デ・ボノ氏は（中略）次のように述べている。"重要なのは物事をそうあるものとして捉えるだけではなく、こうありえるかもしれないと考えることである（中略）"わたしは、これに以下のように付け加えたい、それが何になり得るだろうか、あるいはそれが他には何の役にたつだろうか、と検討すること、と。」

物事のポテンシャルを探る営みは、既存の枠にとらわれてはいけない。さらに、他人とものを作る際には、その人の背景や環境を活かしてより多くの解を提示していくことが効果的だ。そのためにはダイアログに参加する人間どうしがお互いの背景・環境を把握していることが不可欠だし、普段気づかなかったことを他人の目で再発見するという意味で、お互いが相手の背景を活かそうとすることはとても有用だった。

また、今回切に感じたことは、ダイアログを行う際、二人の関係がインタビューから上辺の言葉でなく本心をうちあけられるようなものであることが望ましいということだ。対話しながら破片が何になりうるかを考えるという行為は、一見その方向性を決められる人間が二人いるように思うが、この力加減がどちらかに偏ることもある。なぜなら、距離感がありすぎた結果、質問を投げ・提案をし・テーマを掘り下げる際に、インタビューがインタビュアー（私）に気をつかって、こちらが求めている返答を汲み取ってその中だけで返答してしまうことがあったからだ。

実際にケース2のダイアログの際、私は途中までM・Tさん自身のためのものを作ることを想定しており、彼の趣味に必要な物を提案していた。しかし、彼と最終的に完全に合意したのは彼の為のものでなく彼のお子さんのためのものを作る事だった。インタビューをした段階でM・Tさんと私が思った事を言える仲であったため、私が無意識で制作対象の枠を狭めている事を指摘して貰えたが、この指摘がなければ本当は必要ないものをつくっていた可能性もあったと思う。

無意識で枠をせばめることはある種の揺動とも言える。本当に引き出したいものが出せないことはお互いにとってよい結果ではないため、今回のようにインタビューとインタビュアーと一緒に答えを見つけて行く際、インタビュアーは完全な観察者にはなれないと自覚し、自分の言葉に自分の願望が含まれていないかを気をつける必要があると感じた。

制作について

多くの人からすると、自分ごととして何かを制作することは非日常的かもしれない。そのような社会の流れがあり、その中で自分のペースを守るのが難しいことかもしれない。だが、それ重く考えすぎず、力をぬいて、自分は自分の興味に従って日常のなかで制作をしてもいいのだと考えないと良いとおもう。

今回、私は2016年2月の有田へのリサーチから2017年1月の制作終了まで約1年このプロジェクトをしていた。1年の中で多くの出会いがあり、インスピレーションがあり、最終制作にたどり着くことができた。特別な出来事だけでなく、日常の気付きやちょっとした一言が、制作を改善する一手になることもあった。1年の中で浮き沈みがあり、制作が進まないこともあったので、後輩のみなさんには365日日常的にプロジェクトに浸れる制作をしてほしいと思う。

7.謝辞

本研究を進めるにあたり、大変多くの方にご指導、ご助力をいただきました。

インタビューでは多くの方にお話を聞かせていただきました。

佐賀窯業技術センターの副島さま、仁窯の小畑さま、中仙窯の中尾さま、柿右衛門窯の酒井田さま、大堀相馬焼・株式会社ガッチの松永さんご一家、九州国立博物館の酒井田さま、美術古陶磁復元師の繭山さま、ありがとうございました。インタビューさせていただいた事で文献と観察だけでは理解できない世界を知る事が出来たと感じます。お忙しい中お時間をおとりいただきありがとうございます。

幼少のころ備前焼の窯元へ連れて行ってくれ、毎夏土ひねりをさせてくれた父に感謝します。この体験が私のこの研究の全てのはじまりになったと考えています。また、佐賀窯業技術センターへインタビューをしに行く際、有田の多くの窯元へ連れて行って下さった松尾さんご夫妻に感謝します。ありがとうございます。さらに、松尾さんとのご縁づくり、普通は見学できない柿右衛門窯の工房を見学するチャンスくれた母に感謝します。ありがとうございます。また、私の趣味で骨董屋を連れ回してから今まで精神的に支えてくれている清水くんに感謝します。

夏のフィールドワークの際には飛騨古川で多くの方にお世話になりました。1ヶ月以上泊らせていただいたFab Cafe HIDAのあっこさん、松本さん、アサオカさん、敦子さん、チーピン、オリ、マヤ、シフ、一緒に生活して創作への刺激と暖かい共同生活に感激しました。これからも遊びにいかせてください。やわいやのお二人、里山エクスペリエンスのご夫婦、武之街のみなさま、特にダイアログに参加して下さったなか屋のみなさま、松本さん、その他、飛騨でご縁のあったみなさま、大変お世話になりました。ありがとうございます。また、田中研のOBである岩岡さんがいらしたため飛騨古川でこのプロジェクトを行う事が出来ました。一生ものご縁になったと感じています。ありがとうございます。

1年春学期のアンビエントメディアデザインの授業から田中先生には丸4年間お世話になりました。fab9で世界中に既存のルールに収まらないクレイジーなメーカーたちがいる事を知り、自分もその一員となる決心をしてから、grasshopperのプログラムから家具を作ったり、漆の素材を研究をしたり、ドローンを飛ばして論文を書いたり、多くの挑戦をさせてもらう中でまず何でも自分の手で試してみるfabのマインドを教わりました。充実したSFCでの4年間でしたが、学びの多くは研究会でした。幾度感謝をしても足りません、ありがとうございます。今後よろしく願いいたします。

intro to fablab、codelab、終電で向かう夜な夜なの残留、北仲、NU、詰まる3Dプリンタ、歌い出す廣瀬さんと賢さん、最高でした。建築サブゼミでは益山先生をはじめ、タッグを組んだ後藤くん、台湾からのみんなにもお世話になりました。リサーチをまとめる事で結果もリファインされて行く感覚がとても快かったことが忘れられません、ありがとうございます。

4年間で田中研の全ての人にそれぞれ何かしら一つ以上教わったと思っています。先輩方、優秀な同期、頼りになる後輩のみんな、みなさんの一員だった事を心の底から誇りに思います。本当にありがとうございました。また特に浅野さんには田中研内外で多くを教わり、今回も直前で助けていただきました。何事にも真摯に取り組む姿勢を尊敬しています。これからもくすりと笑える直球のものづくりをしてください。4年間ありがとうございました。大野さん。いつもうるさくしてごめんなさい。迷惑かけてごめんなさい。大好きです。

突然世界がひらけたような4年間でした。

塚田さん、岡本さん、親族の皆さん、名前をあげればきりがありませんが、本当に多くの方に支えていただきました。お世話になった皆様に胸をはって大学で多くの事を学べた喜びと感謝をご報告したいと思います。ありがとうございます。

8.使用機器・ソフト

- ・ Modela (切削機・3Dスキャナ/Roland社)
- ・ Rhinoceros (CADソフト/)
- ・ MF-1000(3Dプリンタ/Mutoh社)
- ・ Slic3r(スライスソフト)
- ・ Naomi-CT (CTスキャナ)
- ・ OsiriX(dcmデータ解析ソフト)
- ・ Vulcan (電機窯)

相棒として一緒に私の制作をしてくれたこれらの機器に感謝します。整備して戻します。
4年間ありがとうございました。

9.参考文献

- ・ 田中浩也「SF を実現するー3Dプリンタの想像力」講談社 (2014)
- ・ N. Gershenfeld 「Fab パーソナル・コンピュータからパーソナルファブ리케이션へ」オライリー・ジャパン (2012)
- ・ 田中浩也『FabLife ー デジタルファブ리케이션から生まれる「つくりかたの未来」』オライリー・ジャパン (2012)
- ・ Amit Zoran ,Leah Buechley.[Hybrid reAssemblage: An Exploration of Craft, Digital Fabrication and Artifact Uniqueness.] Leonardo, MIT Press, (2013)
- ・ 田中浩也 | ソーシャル・ファブ리케이션に向かって——テン年代のクリエイティヴィティ | 10+1 web site
- ・ Wu X1, Zhang C, Goldberg P, Cohen D, Pan Y, Arpin T, Bar-Yosef O.[Early pottery at 20,000 years ago in Xianrendong Cave, China](2012)
- ・ 山中俊治「カーボンアスリート 美しい義足に描く夢」白水社(2012)
- ・ 藤田結子、北村文「現代エスノグラフィー 新しいフィールドワークの理論と実践」新曜社(2013)
- ・ 赤瀬川原平「路上観察学入門」ちくま文庫(1993)
- ・ 佐藤卓「デザインの解剖」美術出版社(2001)
- ・ 柳原明彦「型で作るやきもの一型成形の基本と実際」美術出版社(1988)
- ・ 佐々木達夫「陶磁」近藤出版者(1991)