

卒業論文

「ものづくり」のベンディング

廣瀬 悠一

慶應義塾大学 総合政策学部

学籍番号 70806909

2012年1月21日

指導教員 田中浩也准教授

目次

第1章 はじめに	3
第2章 関連する研究・活動	
2.1 デジタル・ファブリケーション	5
2.2 パーソナル・ファブリケーション	7
2.3 ものづくりのオープンソース化	10
2.4 工業における分解者	14
2.5 ハッキング	16
2.6 ベンディング	18
2.7 本研究の目的	19
第3章 調査・設計	
3.1 既存製品のベンディング	21
3.2 既存部品のベンディング	27
3.3 既存データのベンディング	33
第4章 実験・評価	
4.1 実験	38
4.2 評価	
4.2.1 Thingiverse	42
4.2.2 instructables	44
4.2.3 (UN)LIMITED Design Contest	47
4.2.4 ライセンス	47
第5章 まとめ・展望	
5.1 まとめ	49
5.2 展望	50
参考資料	52
謝辞	53

第1章 はじめに

2007年1月、春秋社『春秋』で、ベンディング・カルチャーという題名の特集が組まれた。2012年1月現在から、ちょうど5年前のことである。

ベンディングとは、サーキット・ベンディングのベンディングで、サーキット・ベンディングとはcircuit（回路）をbendする（曲げる）こと、つまり電子回路の改造の意味である。

それは、電子玩具や電子楽器の回路をとりあえずいじり、壊し、つなぎかえ、という試行錯誤の過程から“なにか”を生み出す試みである。

そこに最初から決まっているゴールはなく、エラーはときに正解に、正解はときにエラーとなる。

電子工作というカテゴリーでありつつも、それは設定されたゴールに一步一步正確に近づいていくエンジニアリングとはまったく異なった行為である。

「デジタル・ファブリケーション」ということばを用いて、工作機械の大衆化によるものづくりのあり方の変化が期待されているが、それが実現したときのものづくりかたとは、上記したベンディングに近いものになるのではないかと筆者は考える。

ものづくりの主体は大手製造業者から一般の人々となり、その主体は料理をするようにものづくりをたのしむ。

そのとき、既存のものをbendする行為によるものづくりは、簡単で、効果的で、もののしくみを理解するのにも役立つ。

本論文では、「「ものづくり」のベンディング」と題して、ベンディング的ものづくりの内容と実際の制作、そしてその可能性について述べる。

第2章 関連する研究・活動

コンピュータを用いたデザインツールや工作機械の普及により、個々人が簡単に、そして正確にものを制作することができるようになってきた。

またそれに伴い、制作したものの形状のデータやつくりかたといった情報を公開する動きが大きくなっている。

この章では、そうしたあたらしいもののつくりかたを、「デジタル・ファブリケーション」「パーソナル・ファブリケーション」「ものづくりのオープンソース化」「工業における分解者」「ハッキング」、そして本論文の題名にも使用した「ベンディング」というキーワードに沿って説明し、最後に本研究の目的を述べる。

2.1 デジタル・ファブリケーション

近年、デジタル・ファブリケーション(digital fabrication)と呼ばれる、ものづくりの新しいかたちが顕在化してきている。

デジタル・ファブリケーションとは、CNC（Computer Numerically Controlled コンピュータ数値制御）工作機械と設計用ソフトウェアを用いた、コンピュータ制御による製造技術のことである。

もちろんこうした技術は、製造業者にとっては以前から当然の技術であったわけだが、デジタル・ファブリケーションということばが意味するところは、CNC工作機械や設計用ソフトウェアの価格低下・普及によって、そうした技術が広く一般的になっているという点である。

具体的にはカッティングマシン（図2.1-1 紙や木材、アクリル板などの材料を2次元データで切断）、ミリングマシン（図2.1-2 木材や発泡スチロールなどの材料を3次元データで切削）、3Dプリンタ（図2.1-3 ABS樹脂などの「インク」を用いて3次元のオブジェクトを立体造形）といったCNC工作機械や、CAD（Computer-Aided Design）ソフトと呼ばれる設計用ソフトウェアが、非常に安価になってきている。

ソフトウェアに至っては、Google SketchUpやRhinoceros for Macは無料で手に入れることができ、また、ユーザー自作のプラグイン（ソフトウェアの機能を拡張するもの）が多数無料で公開されているため、金銭的成本をかけることなく、また初心者でも簡単に、さまざまな形状を設計することができる。

あとは工作機械を買ってくれば、工作機械がそのデータどおりに実際のオブジェクトを出力してくれるのである。

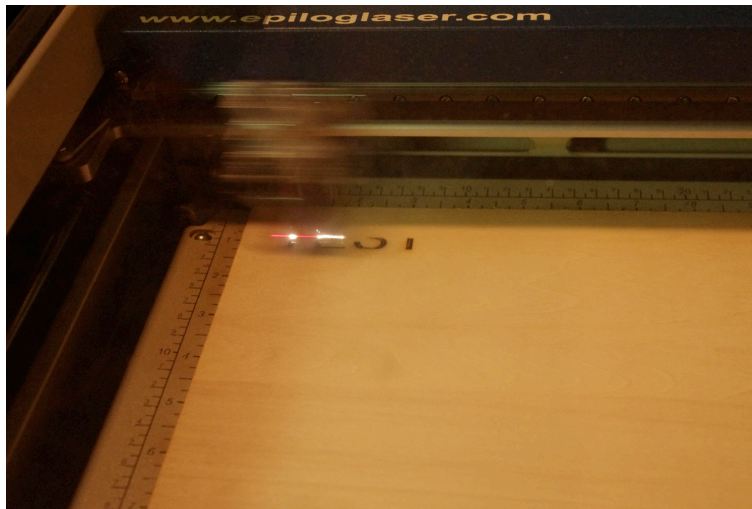


図2.1-1 レーザーカッター



図2.1-2 ミリングマシン

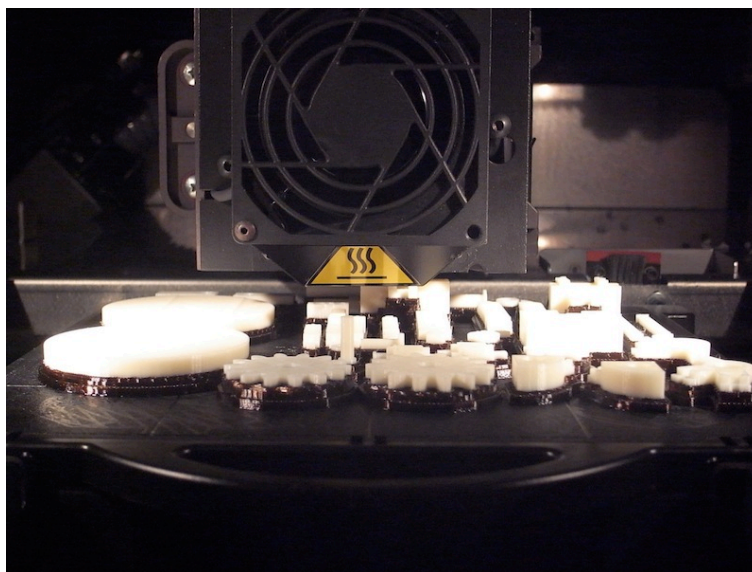


図2.1-3 3Dプリンタ

2.2 パーソナル・ファブリケーション

上述のデジタル・ファブリケーションによって、個々人が自分好みのものをつくることができるようになる。

大量生産・大量消費の社会においては、一般的な個人は、製造業者によって用意された既製品のなかから自らに合うものを選択することしかできなかったが、CNC工作機械とソフトウェアを用いると、ほしいものを自ら生産することができるのである。

こうした、個々人がデジタル・ファブリケーションの技術を利用してほしいものを自ら生産する動きは、パーソナル・ファブリケーション (Personal Fabrication) と呼ばれている。

スティーブ・ジョブズによる「多くの場合、人は形にして見せてもらうまで自分は何が欲しいのかわからないものだ」ということばがあったが、パーソナル・ファブリケーションの文脈で使われる「ほしいもの」とは大抵の場合、iPhoneのように革新的でカッコいいものではない。

和室のでっぱりによく引っかかるフックであるとか、浴槽の一部破損してしまった部分にうまくはまるものであるとか、耳栓を収納するケースとか、そういった小さいことだけれど、買おうとするとちょうどよいものがない、といったものである。

このパーソナル・ファブリケーションの例として、MITメディアラボのKelly Dobson氏が制作した ScreamBody (図2.2-1) が挙げられる。



図2.2-1 ScreamBody

これはKelly Dobson氏が、街なかで叫びたいという個人的な要求を満たすために制作した、防音加工されたデバイスがその声を録音し、あとになって、叫んでもよい場所でその声を放出できるというものである。

こうした非常に個人的な要求を満たすものは、大きなマーケットに対して大量の商品を提供する製造業者には、つくれないのである。

こうしたパーソナル・ファブリケーションを体現する場として、FabLabがある。

FabLabとは、「3次元プリンタやカッティングマシンなどの工作機械を備えた、誰もが使えるオープンな市民制作工房と、その世界的なネットワーク」^[1]のことを指す。

これはMITから始まった活動で、2011年には日本に東アジア初のFabLabとなる、FabLab Kamakura（図2.2-2）とFabLab Tsukubaが同時期に設立された。

一般市民は、各FabLabのルールに従えば自由にFabLabの工作機械を利用することができ、自分のつくりたいものをつくることができる。

また、FabLabはFabLab憲章において「ウェブ環境を活用して、ものづくり知識やデザイン等の共有活動（オープンソース化）に取り組んでいること」 [2] が必要とされ、これは次節で記す「ものづくりのオープンソース化」を推進するものである。

たとえばFabLab KamakuraやFabLab Tsukubaでは、FabLabで制作したものをオープンソースにすることが利用条件のひとつとなっている。



図2.2-2 FabLab Kamakura

2.3 ものづくりのオープンソース化

デジタル・ファブリケーション、パーソナル・ファブリケーションの普及に伴って顕著になってきているのが、制作したもののつくりかたをシェアする動きである。

企業によるものづくりであれば、その形状のデータやつくりかたは財産であり、守るべきものである。しかし一般の個人によるものづくりにおいては、「だれかに見てもらいたい」「だれかにつかってもらいたい」といった感情が、それをむしろ公開するという行動に引き立てているようである。

たとえば、コンピュータを用いて設計・制作されたものであれば、そのCADデータさえ共有すれば、他のだれもが同じように出力することができる。

またコンピュータを用いずつくられたものであっても、COOKPADで料理のつくりかたを共有するのと同じように、ハウツーをシェアすることができる。

オンラインでは、Thingiverse [3] (図2.3-1) という2D/3Dデータをシェアするサイトや、instructables [4] (図2.3-2) というつくりかたをシェアするサイトが存在する。

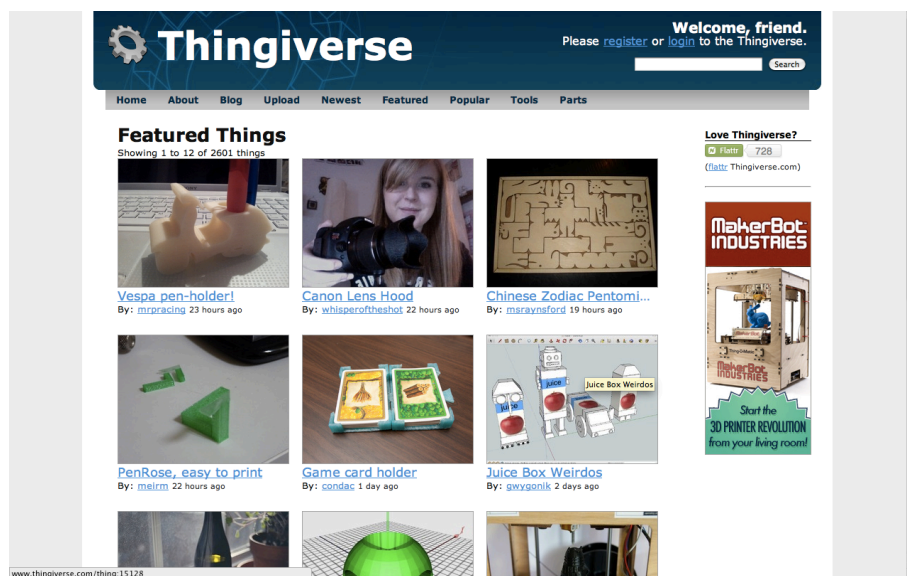


図2.3-1 Thingiverse



図2.3-2 instructables

また今回の東日本大地震を受け、OLIVE [5] (図2.3-3)という被災地で役立つもののつくりかた等を共有するwikiが設立されたり、新潟の7.13水害・中越地震・中越沖地震を受けて、仮設のトリセツ [6] (図2.3-4)という、仮設住宅をカスタマイズする「裏ワザ」を住民自身がシェアするためのサイトが設立されたりした（仮設のトリセツは、今回の東日本大地震でも被災地で活用された）。



図2.3-3 OLIVE



図2.3-4 仮設のトリセツ

こうした、オンラインでシェアされたCADデータやもののつくりかたといった情報は、オープンソースということばで形容されている。

オープンソースとは本来、ソフトウェアエンジニアリングの世界においてソースコードを開することを意味しているが、それがフィジカルなものづくりの世界においても流用されているのである。

このオープンソースなものづくりには、ソフトウェアエンジニアリングの歴史のように、ソースをフリーにすることで、集合知としてよりよいものができていくという期待感がある。

だれかのつくったものを、さらに他のだれかが改変し、ひとつのプロダクトからたくさんの派生系が生まれる。そうしたプロダクトは、それぞれに細かく異なった要求を満たすことができるはずである。

オランダの(UN)LIMITED Design Contest [7] (図2.3-5) は、つくりかたをシェアするサイトであるが、投稿されたつくりかたを、form (家具・雑貨関連)、food (料理関連)、fashion (衣服関連)、そしてfusionというカテゴリーで分類している。

このfusionというのは、(UN)LIMITED Design Contestにすでに投稿されただれかのプロダクトを、改変してつくり直したプロダクトのつくりかたを掲載するカテゴリーである。

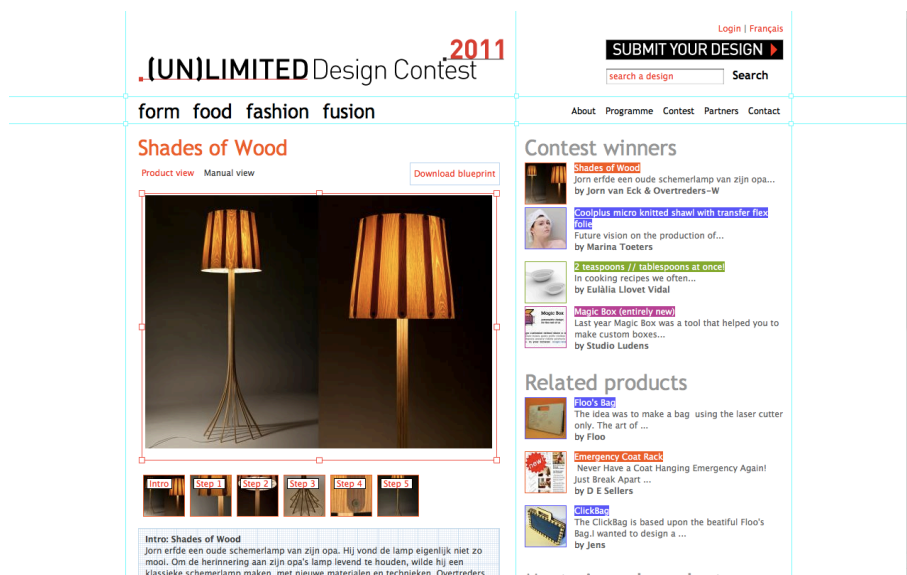


図2.3-5 (UN)LIMITED Design Contest

また、上述したThingiverseにも、「NEWEST DERIVATIVES（あたらしく投稿された二次創作品）」というページがあり、Thingiverseに投稿された作品をもとにしてつくられた作品が掲載されている。

さらにその作品群のなかから、ひとつの作品のページに移動すると、どの作品をもとにしてつくられたかがわかるようになっている。

デジタル・ファブリケーションの普及に伴って、こうしたオープンソースなものづくりの潮流、そしてそれに伴う改変の文化の潮流は、大きくなっていくと予想される。

2.4 工業における分解者

生態系と呼ばれる生命システムは、3つの大きな主体に分類できる。生産者、消費者、そして分解者である。

植物が二酸化炭素を使って酸素を生産し、動物がその酸素を消費して活動し、死骸や糞尿を残す。それを微生物が分解して二酸化炭素を生み出す。

これを工業の世界に当てはめると、生産者は製造業者、消費者は一般消費者、分解者は廃棄物処理業者と言える。

いままで工業の世界では、生産者と消費者ばかりが目立っていたが、分解者がいまままでにない動きを見せている例として、株式会社ナカダイ [8] の活動が挙げられる。

株式会社ナカダイは、群馬に工場を持つ廃棄物中間処理業者（産業廃棄物は法律に基づいて分別処理されなければならないが、中間処理業者はその分別を行なっている）であるが、社長である中台澄之氏が、まだ使用できそうな産業廃棄物を素材としてデザイナーやエンジニアに公開し、提供する活動を2010年に始めている。

この活動は大きな反響を呼び、現在ではモノ：ファクトリー [9] という名で、産業廃棄物から出る素材を一般に販売する事業を本格的にスタートさせるに至っている。（図2.6-1）



図2.6-1 モノ：ファクトリーによって販売されている産業廃棄物

2011年10～11月には、ナカダイ西麻布工場という展示会が開かれ、ナカダイが販売する産業廃棄物と、それを用いてエンジニアやデザイナー、アーティストが制作した作品の展示を行なわれた。（図2.6-2）

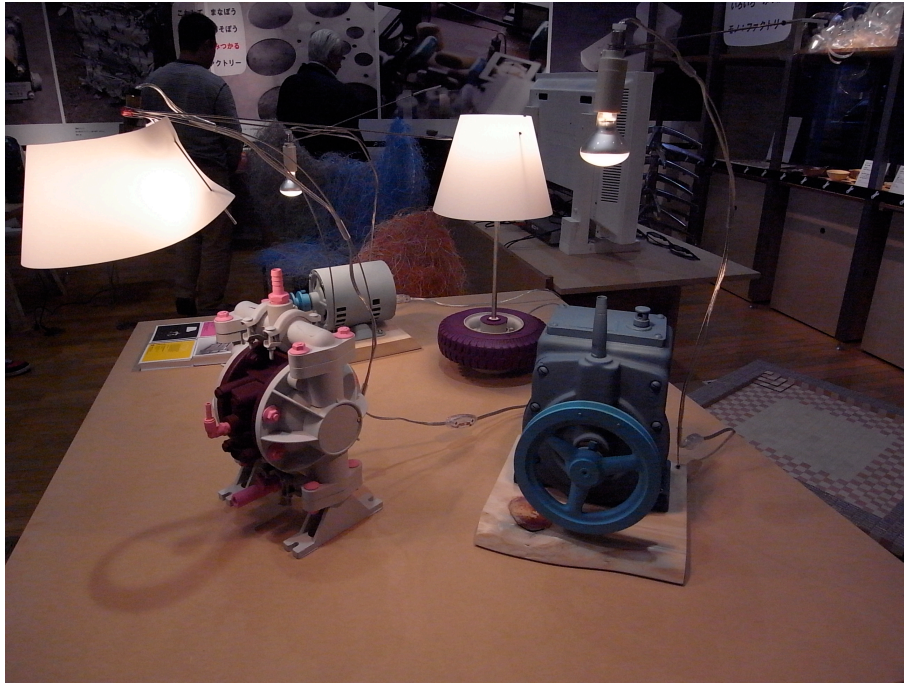


図2.6-2 ナカダイ西麻布工場で展示された、産業廃棄物を用いて制作された作品

この動きは、地球の生態系と比較すると、分解から生産への流れが非常に小さかった工業の世界において、その流れをつくる第一歩として期待される。

消費者が残したものを分解者が分解し、それをさらに次の生産につなげるという生態系が、工業でも成り立つようになるかもしれない。

2.5 ハッキング

ハッキング (hacking) ということばは、実際にはクラッキング (cracking) ということばがその形容に最適である、他人のコンピュータに害を与えるといった意味で広まった。しかしハッキングとは本来の意味では、高度な技術によるコンピュータ利用のことを指し、特に、コンピュータの機構をよく理解した技術者が、ソフトウェアやハードウェアを改変する行為を意味する。

このハッキングということばの意味合いはさまざまな方面に派生しており、たとえば近年では「ライフ・ハック」ということばで、便利なウェブサービスなどを利用して、生活をよりよくしたり、仕事の効率化を図ったりする行為が流行している。

ハッキングということばはものづくりの世界でも使われるようになり、買ってきた大量生産品を、自分の好きなように少しいじって改変するという意味で使われている。

たとえばIKEA HACKERS [10] というサイトでは、IKEAで購入した安価な家具・雑貨を改変し、よりよくするアイデアがシェアされている。

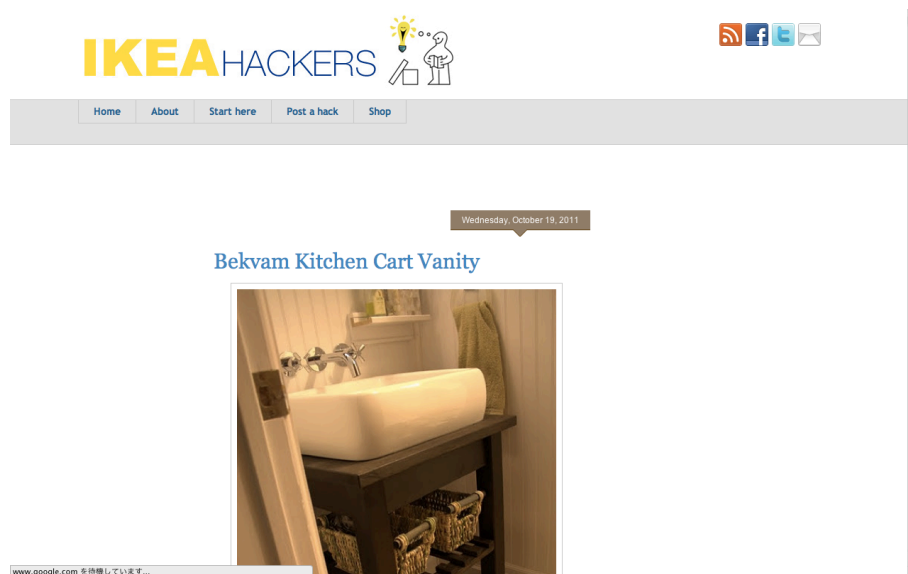


図2.4-1 IKEA HACKERS

日本でも、ユニクロなどで購入した衣類に、ユザワヤで購入したボタンなどをとりつけてひと工夫する人たちが「ユザラー」と呼ばれていたりする。

こうした動きには、大量生産品をただ買ってくるだけでは満足できなくなってきた消費者の思いが表れているように思われる。

2.6 ベンディング

ハッキング・カルチャーやパーソナル・ファブリケーションを語る際に無視できないのが、ベンディング (bending) ということばである。

このベンディングとは主にサーキット・ベンディング (circuit bending) のことを指し、これは電子楽器や電子おもちゃの電子回路 (circuit) を組み替え (bend 曲げる)、それによって予期せぬ音や動きを楽しむものである。

ハッキングが、もとは、高い技術をもった技術者がコンピュータを熟知して改変する行動を指していたのに対し、ベンディングには「とりあえず試してみよう」というニュアンスがある。

サーキット・ベンディングの父と呼ばれるReed Ghazala氏は、玩具のアンプをケースが開いた状態で金属の机のなかに置いておいてしまい、それによってショートしたアンプが偶然、当時高額だったシンセサイザーと同じような音を出し、サーキット・ベンディングの可能性に気づいたという。

この歴史が、ハッキングとは似て非なる、ベンディングのイメージをつくっているように思われる。

久保田晃弘氏は、ベンディング文化に関して以下のように述べている。

ベンディング文化の背景にあるのは「未来を発明するよりも、過去を再創造の方が面白い」という考え方である。「未来を予測する最前の方法は、それを発明することだ」と語った有名なコンピュータ科学者がいたが、何もたかが未来を予測するために、わざわざ未来を位置から発明する必要はないし、それは往々にして既成概念に囚われがちだ。むしろ失われた過去を再創造することで、時代の流れの中で見落されていた未知の昨日や方法を発掘し、さらにそれらをベンディングすることで予想外の意味を発見したり、新たな価値を創造することの方が、ずっと面白いし、上手く予測できることが多い。[11]

現在では、ハッキングのほうがベンディングよりもことばとしては広く使われるようになったが、「とりあえず試してみよう」という考え方は、現在のハッキングやパーソナル・ファブリケーションの文脈のなかに色濃く残っているだろう。

ものを改造したり、つくったりするのは、決してプロだけの仕業ではない。むしろアマチュアが少ない知識で、マニュアルに反して行なう改造が、思わぬ発見を生むことがあるのである。

2.7 本研究の目的

本研究の目的は、もと電子工作の分野のことばであった「ベンディング」を広義的にとらえ、電子工作にこだわらない、広い意味でのものづくりの分野に適用することである。なにをつくるかを最初から決めるのではなく、“なにか”ができるまで“もの”をいじり、分解し、再編成しながら“もの”と向き合う試みである。

また、デジタル・ファブリケーションによって、“もの”が情報としてオープンに共有することができるようになった現在、ベンディングの対象は物理的な“もの”だけではない。コンピュータ上で扱えるデータとしての“もの”もそれに含まれる。

4.2.4でも述べるが、2.3で述べた、Thingiverseやinstructablesでは、Creative CommonsのBY-NC-SA (Attribution-Noncommercial-Share Alike 表示-非営利-継承) を標準的なライセンスとしており、このライセンスではCreative Commonsのもうひとつの項目であるND (No Derivative Works 改変禁止) は適用されない。

フィジカルな“もの”というのは、音楽や写真のようにオンラインで見たり聴いたりすれば満足できるようなものではなく、そのデータを実物として工作機械で出力しようとするのが当然の流れであり、コピー禁止などとは言っていない。

またそれを出力するとき、失敗や環境的制限で少し変わってしまうのはしかたがなく、改変禁止とも言っていない。

むしろ改変とは、サーキット・ベンディングやソフトウェアエンジニアリングの分野では奨励されてきた行為であり、そういった分野では、改変が創造性喚起につながると考えられてきたはずである。

本研究では、そうしたベンディング、別の言い方をすると改変・改造という行為を、ものづくりの分野において積極的に行ない、その経過を記録していく。

第3章 設計

ここでは、ベンディング的ものづくりの例として実験的に制作を行なった複数の作品を、その試行錯誤の過程もあえて含めつつ、「既存製品のベンディング」「既存部品のベンディング」「既存データのベンディング」という分類で紹介する。

3.1 既存製品のベンディング

すでに存在するものから“なにか”をつくり出す試みとして、自宅のいすを複数回改造した制作に関して述べる。

まず自宅のなかで「なにかになりそうなものはないか」を探してみたところ、座面がくたびれてしまい、ここ数年座っていなかったオフィスチェアを見つけた。（図3.1-1）

「なにをつくりたいのか」という考えより「なにかになりそうなものはないか」という考えが先行しているところが重要であり、これはベンディングの文化にも通じるところがある。

サーキット・ベンダーたちは、なにをつくるかを考えるのではなく、なにかのネタになりそうな電子楽器や電子おもちゃを物色し、その回路をねじ曲げて遊び、そうこうしているうちに“なにか”を生み出していたというからである。



図3.1-1 座面がくたびれた自宅のオフィスチェア

オフィスチェアという素材を見つけ、まず最初に行なったのが、素材の解体である。（図3.1-2）

解体してみると、全体がとても簡単に組み立てることができる構造となっていることに気づき、ベンディングするのに適していると感じられた。

このように、長年使ってきたモノでも、解体してみるとはじめて気づくことが多くあるという発見は、非常に印象深かった。



図3.1-2 オフィスチェアの解体

次に行なったのが、座面の張り替えである。

株式会社ナカダイより提供していただいた、もとベビーシートに使われるはずだった産業廃棄物の生地を用いた。（図3.1-3）

しかし制作してみると、ナカダイのこの生地は伸縮性が高すぎ、この用途に適さないことがわかった。



図3.1-3 座面を張り替えたオフィスチェア

そこで次に行なったのが、木材を用いた新たな座面の制作である。（図3.1-4）



図3.1-4 座面を木材で作り直したオフィスチェア

今度は、木材で制作するために、座面を支えるサイドバーも自作した。（図3.1-5、図3.1-6） Adobe Illustrator [12] で設計を行ない、Rockler CNC Shark Pro [13] というミリン

グマシンで切削を行なっている。こうした、手作業ではむずかしい形状の、正確な材料加工を個人で行なえることに、デジタル・ファブリケーションの可能性が感じられる。

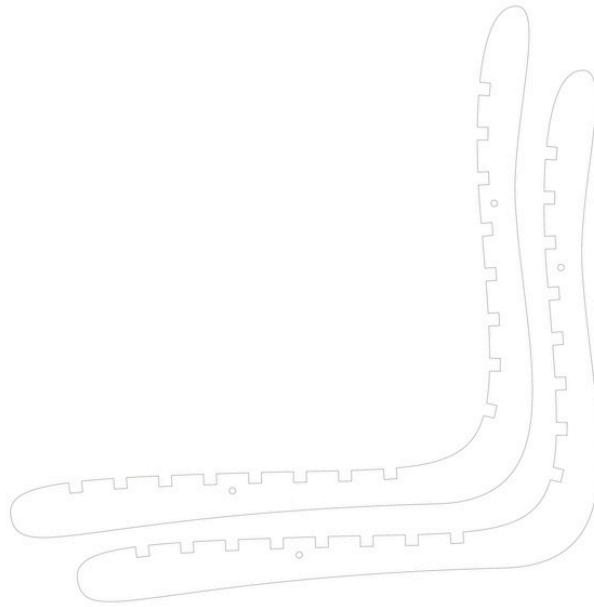


図3.1-5 Adobe Illustrotorで作成したサイドバーのベクター画像

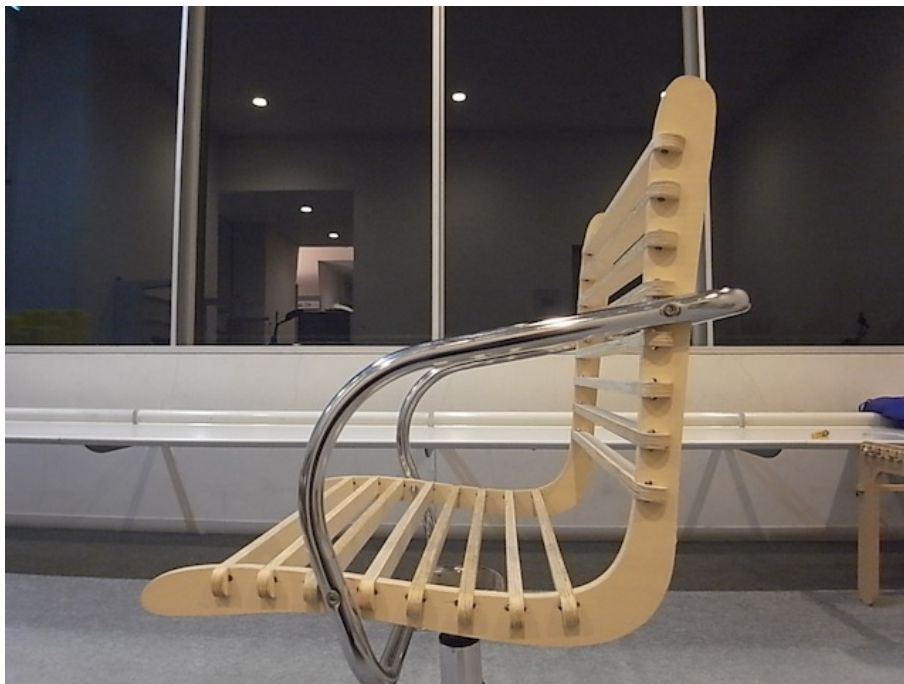


図3.1-6 自作したサイドバー

また、このオフィスチェアに関しては、キャスターを外し、そこに自作した木材をはめ込むことでロッキングチェアに改変するという制作も行なった。（図3.1-7）

木材はRockler CNC Shark Proで切削し、キャスターが入っていた部分にちょうど上手くはまるジョイントパーツ（図3.1-8）の型をRhinoceros [14] という3Dモデリングソフトで設計し、東急ハンズで購入したサンスター社の「くつ底補修材」 [15] で鋳造している。



図3.1-7 ロッキングチェアの子



図3.1-8 ジョイントパーツ

これも、解体している際にキャスターが簡単に取り外せることに気づき、思いついたことである。

決して最初からロッキングチェアをつくろうとはしていなかった点が重要であり、ここに材料から始めるものづくりの可能性が感じられる。

3.2 既存部品のベンディング

株式会社ナカダイが所有していた、製造業者より廃棄されたLANケーブルや、研究室に余っていたLANケーブルを用いて“なにか”をつくってみようと思った。

LANケーブルをつかった作品ということではすでに、多摩美術大学の福井拓洋氏・中里洋介氏・山野恭稔氏が制作したLANWORKS. (図3.2-1) や、FabLab JapanがMake: Tokyo Meeting 07にて制作したHammock For Geeks (図3.2-2) があった。



図3.2-1 LANWORKS.



図3.2-2 Hammock for Geeks

LANWORKS.はLANケーブル製造時に出るばりを固めたもので、Hammock for GeeksはLANケーブルをロープの代わりにし、ハンモックの編み方でLANケーブルを編んだものである。

この2作品はLANケーブルという材料を糸やロープの代用として制作されたものであるが、対して今回の作品では、LANケーブルの導線を導線として用いながらも、本来の役割であるイーサネットの通信ではなく、なにか異なる役割を持たせようとした。

また上述の2作品では、LANケーブルの先についているプラグ（8P8Cプラグと呼ばれる）（図3.2-3）は使用されておらず（Hammock for Geeksで使用されているLANケーブルにはプラグがついているものの、プラグ単体は役割を持っていない）、今回の作品では、このプラグの特徴も最大限活用したいと考えた。

このプラグは、ジャック（凹型コネクタ）にとりつけると8本の導線が結線するという特徴（図3.2-4）と、物理的に、引っ張ってもなかなか抜けないという特徴があり、“なにか”に転用できそうだと強く感じられたのである。

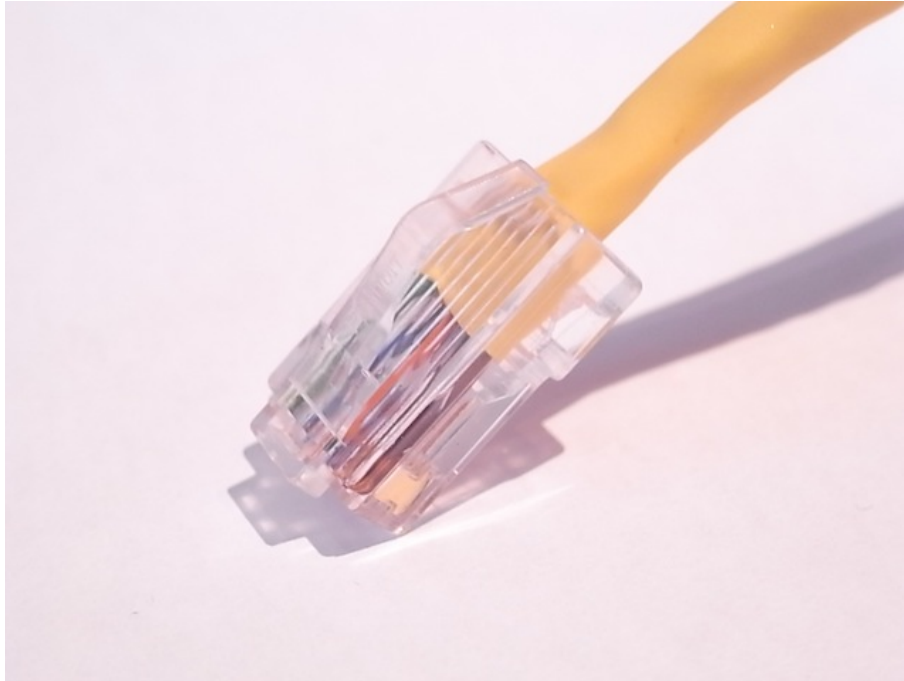


図3.2-3 8P8Cプラグ

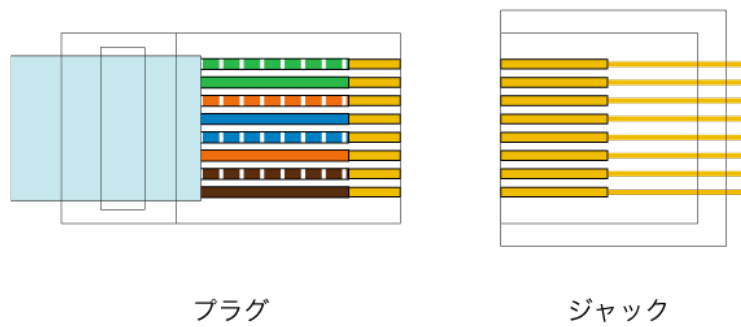


図3.2-4 8P8Cモジュラーコネクタのしくみ

最終的に制作したのは、以下のものである。（図3.2-5、図3.2-6）

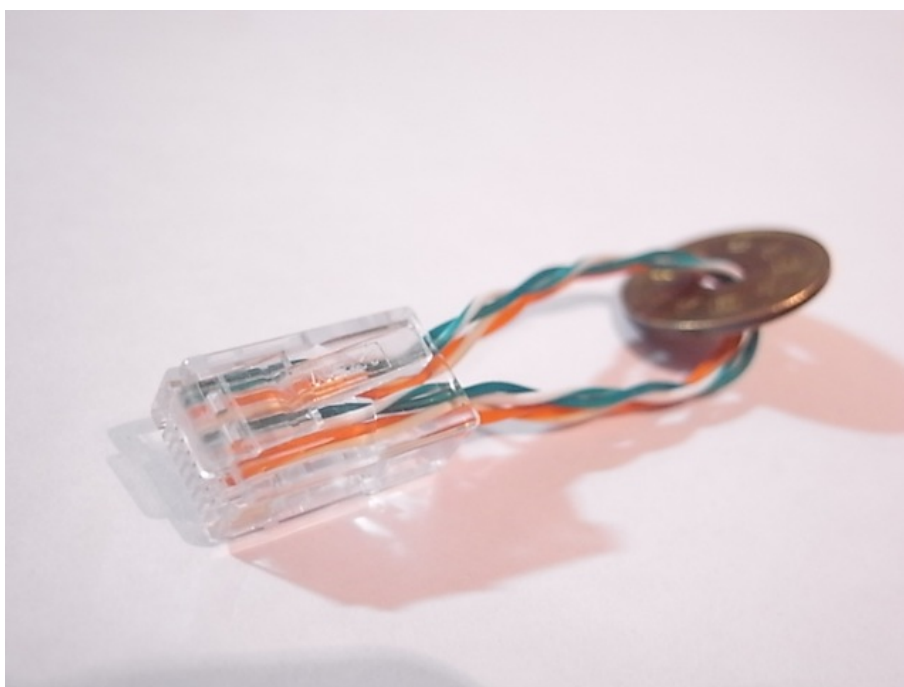


図3.2-5 8P8Cモジュラーコネクタを利用した制作物

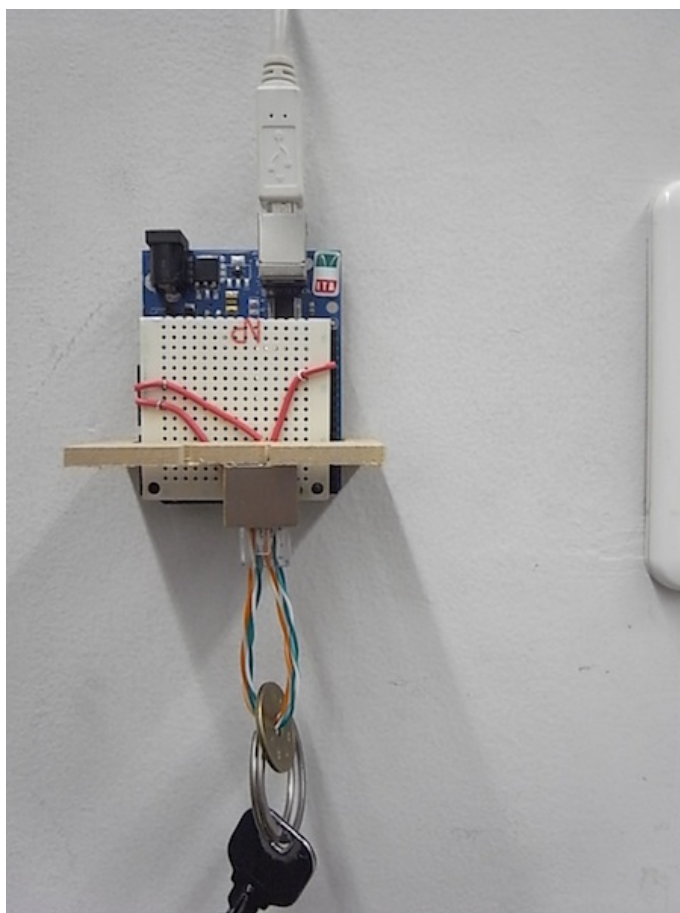


図3.2-6 デバイスと使用イメージ

これは、8P8Cモジュラーコネクタをスイッチとして使い、同時に8P8Cプラグをキーホルダーにしたものである。

筆者も利用するFabLab Kamakuraでは、入口の外に、関係者が暗証番号で開けることができる錠があり、そのなかに入口のドアの鍵が入っている。

この鍵が、FabLab Kamakuraのなかで、そのときどきで異なる場所に置かれているのを目にし、いつかなくなってしまうそうだと感じていた。

そこでこのデバイスを入口付近に設置し、FabLab Kamakuraを利用している最中は、鍵をそこに取り付けてもらうようにする。

また、キーホルダーをデバイスに取り付けたときに写真を撮影し、またその撮影した年月日、時、秒がその画像のファイル名となるようになっているので、同時に利用者名簿の役割も果たすことができる。（図3.2-7）

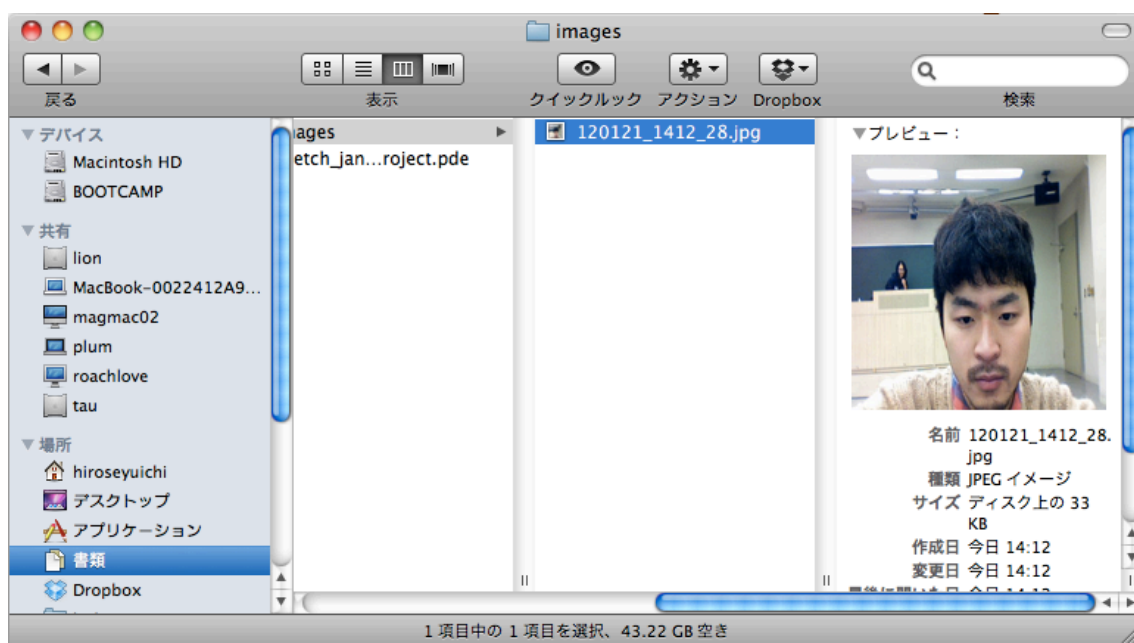


図3.2-7 撮影した画像を、その年月日、時、秒をファイル名として保存する

簡単なしくみとしては、以下のようになっている。（図3.2-8）

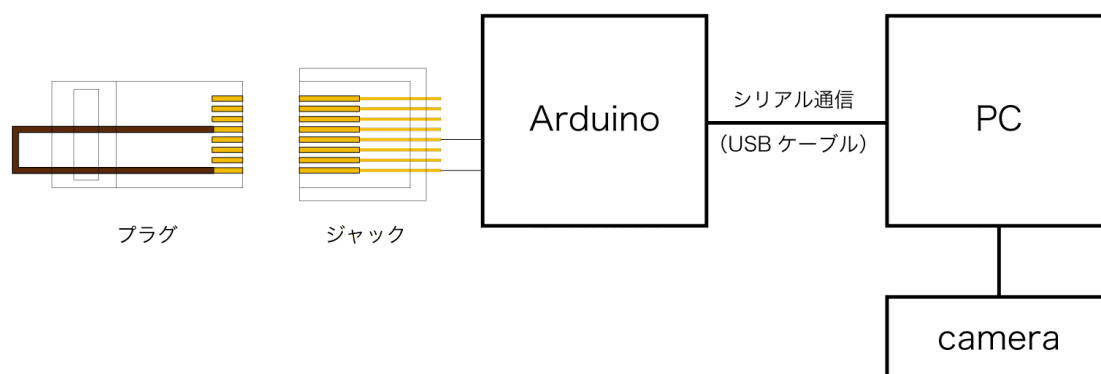


図3.2-8 8P8Cモジュラーコネクタを利用した、キーホルダー兼利用者撮影システムのしくみ

8P8Cプラグの8つのピンのうち、あえて2つだけを使い、またその2つのピンにも一本の導線の両端をつなぐことで、8P8Cモジュラーコネクタがスイッチの役割を果たしている。なお実際の制作物が一步の導線だけでないのは、キーホルダーとしての見た目と強度を考慮したものである。電子回路としては、一本の導線しか使用していない。

導線と8P8Cの圧着は、通常LANケーブルを自作する際に用いられる、8P8C用の圧着工具を使用した。

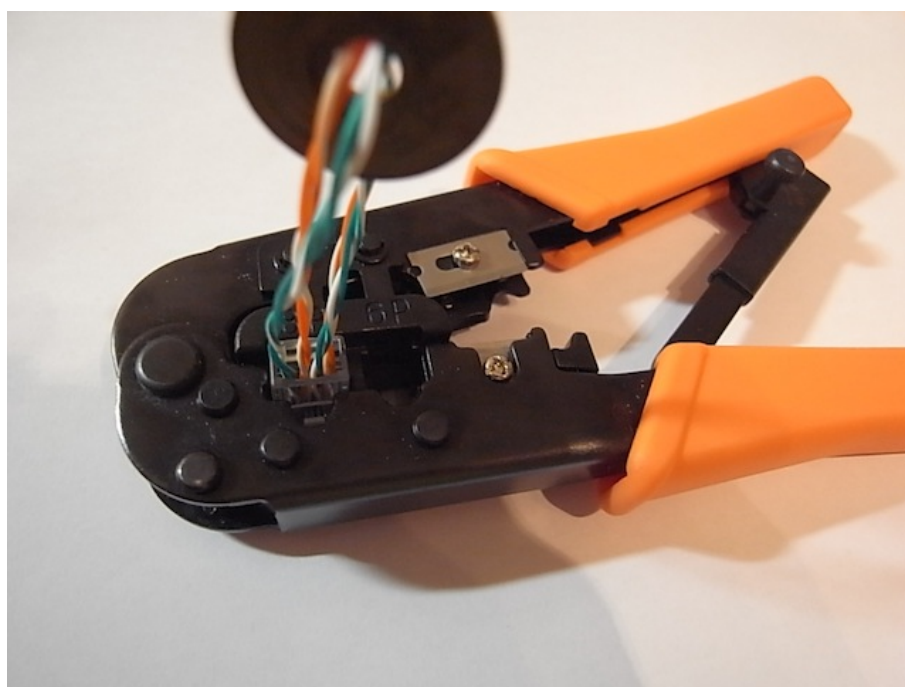


図3.2-9 8P8C用圧着工具

3.3 既存データのベンディング

材料ありきでアイデアを考案し、ものをつくる例をふたつ上述したが、今度は既存のCADデータを改変させ、ものをつくった例を述べる。

以前からほしいと思っていた、Variér社のVariable balansというロッキングチェアがあり[16] (図3.3-1)、これをなんとか自作できないかとVariér社のウェブサイトを見ていたところ、驚いたことに3Dデータがフリーで公開されていた。[17] (図3.3-2)

おそらくこれは、建築家やインテリア・デザイナーが空間設計をする際に使用することを想定したものと予想される。



図3.3-1 Variable balans

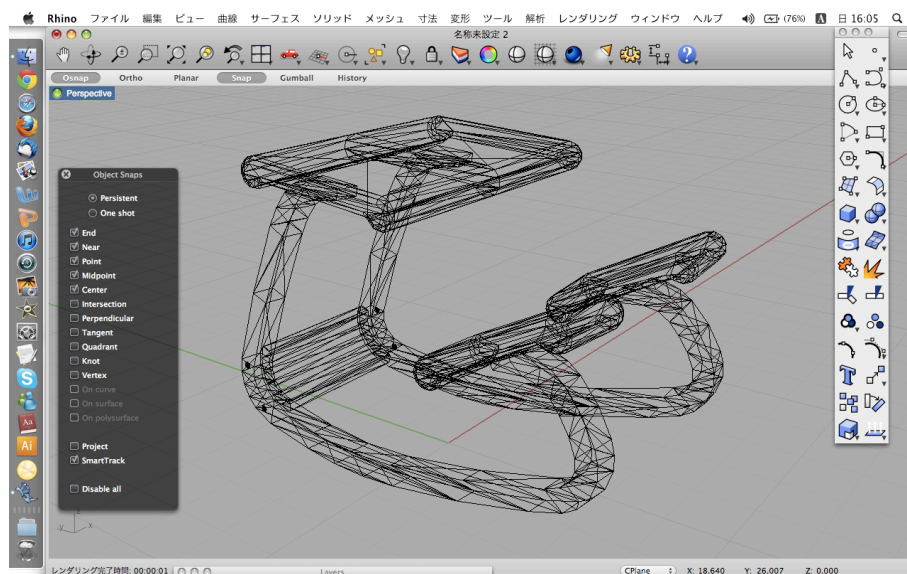


図3.3-2 Variable balansの3Dデータ

この3Dデータによって、Variér社の人間工学に基づいた設計を、自らは計算することなく利用することができる。

このように、たとえば自分に人間工学の知識がなくとも、人間工学に基づいたデータさえあれば、人間工学に基づきたいすがつくれるというのは、デジタル・ファブリケーションやオープンソースなものづくりの特徴である。

次に、このデータを利用して、手持ちの木材で同じようないすを制作することにした。手持ちの木材はシナランバーコアで、強度のあるプライウッドで組まれたもとのVariable balansのデータどおりにつくってしまったのは、もしかすると折れてしまうかもしれない。

そのためにまずは、3Dデータの側面図の2DデータをAdobe Illustratorにインポートし、肉付けをした。(図3.3-3)

わたしには人間工学の知識がないので、どの程度肉付けをすれば最適なのはわからない。しかし、だいたいこのぐらいうれば大丈夫だろうという予想をすることはできる。パーソナル・ファブリケーションにおいては、それで全く構わないのである。折れてしまったら作り直し、ランバーコアの強度はこのぐらいいだという実感を知識として覚えておけばよいのである。

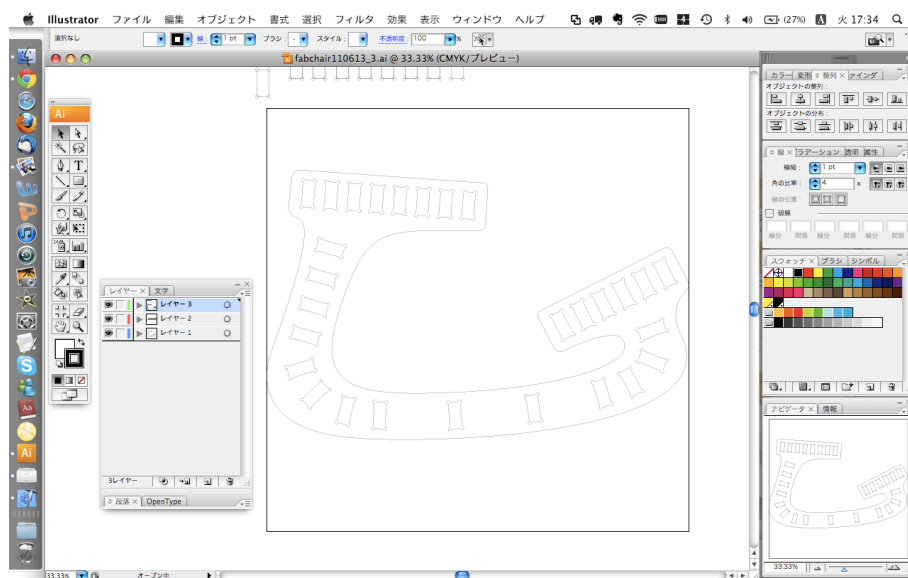


図3.3-3 肉付けしたデータ

また、Variable balansでは2本の本体部分を1枚の曲がった板で支えているが、筆者手持ちの素材や工作機械ではその再現がむずかしかったために、数本のバーを横に渡すことにし、さらに強度が心配なので、その本数をかなり多くした。

そしてうまく組み立てられるかRhincerosでテストし（図3.3-4）、いくつかの修正を行なったのち実際に出力し、組み立てた。（図3.3-5, 図3.3-6）

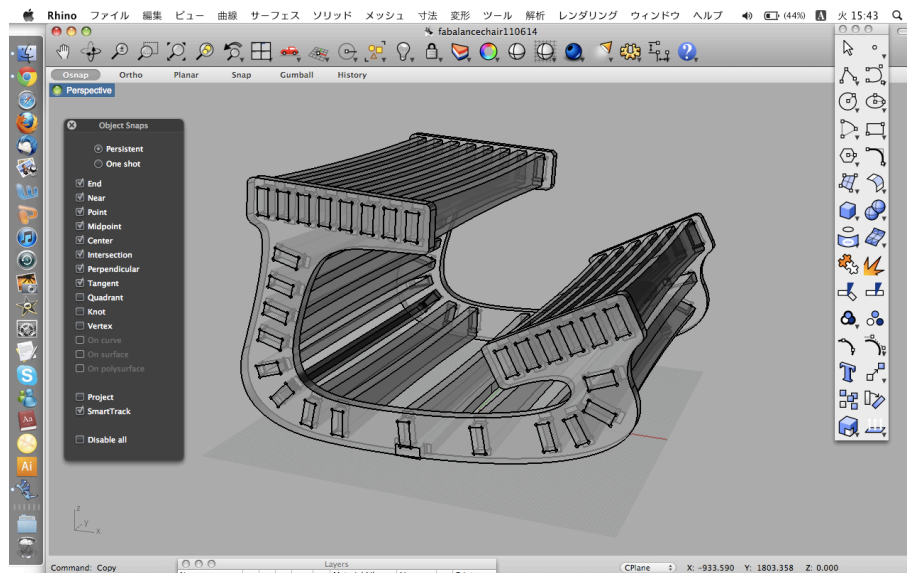


図3.3-4 Rhincerosによる組み立てテスト



図3.3-5 実際のプロダクト



図3.3-6 プロダクト使用例

この制作において特筆すべきは、見た目はかなり異なるものの、Variable balansの一番の特徴である、座面と膝を置く面の角度は正確に再現することができたという点であろう。フリーのデータ共有とデジタル・ファブリケーションによって、高価な椅子を安価に、容易に再現することができたのである。

第4章 実験・評価

3.3 で制作したイスを、2.3 で紹介した、ものづくりかたをシェアするオンラインサービスに投稿し、その経過をまとめた。

4.1 実験

3.3 にて、Variér社のVariable balansの3Dデータを利用して制作したいすを紹介したが、この2次元データやつくりかたを、2.3 で紹介した、つくりかたをシェアするオンラインサービスであるThingiverse、instructables、(UN)LIMITED Design Contestに投稿し、その経過を見た。

この実験は、もののつくりかたやデータを共有した際に、そのものがどのように評価・利用され、そのデータがどのように広がっていくかを観察したものである。

あわよくば、自分の作品をだれかが改変し、あたらしいものをつくってくれることを期待したものでもある。

ここでは、2012年1月2日（日本時間）に上記の3つのオンラインサービスに投稿し、同年1月19日現在までの経過を記録している。

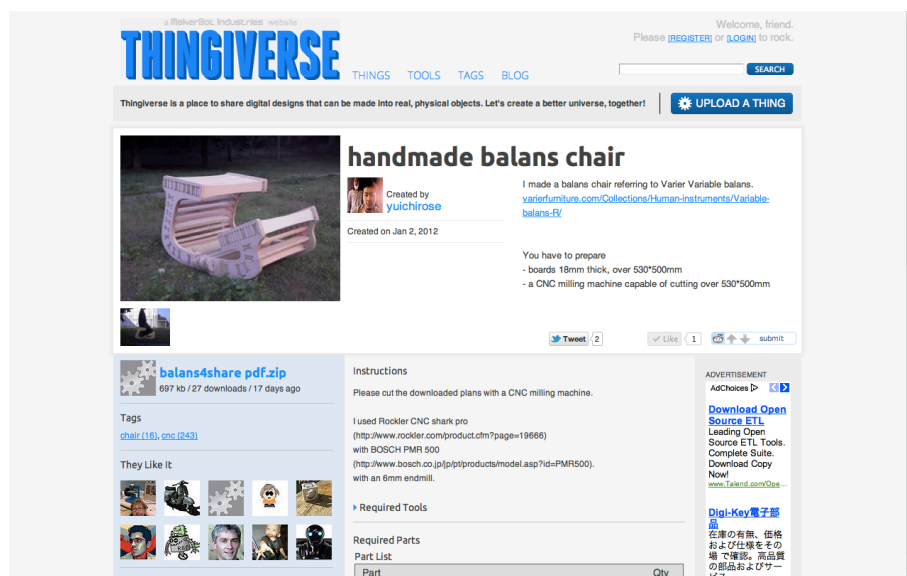


図4.1-1 Thingiverseでの投稿

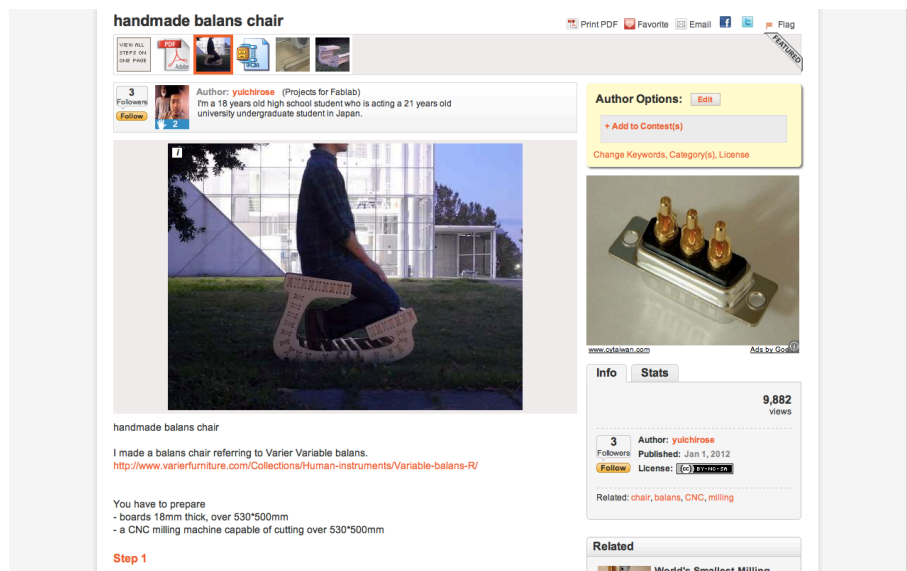


図4.1-2 instructablesでの投稿

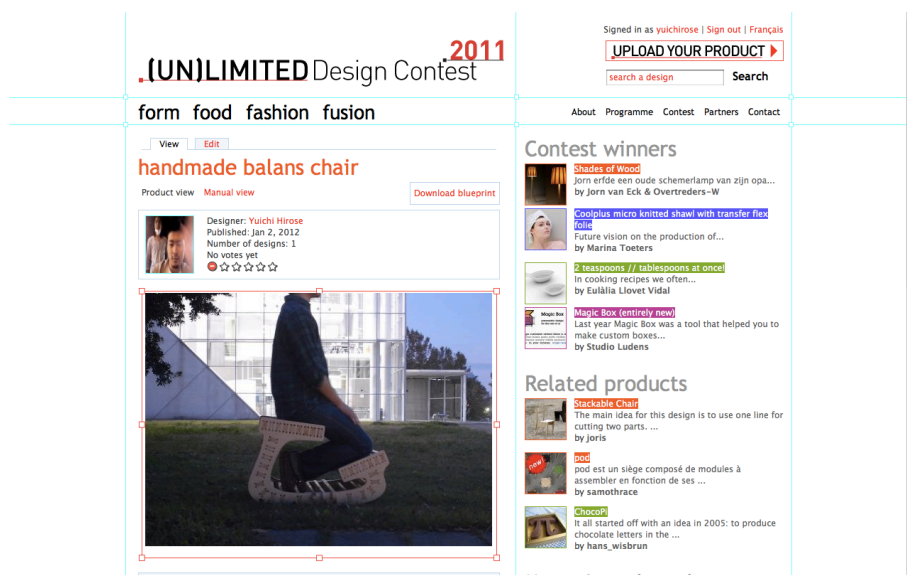


図4.1-3 (UN)LIMITED Design Contestでの投稿

なお、3つのオンラインサービスの特徴をここに述べておく。

Thingiverseは、オープンソースなハードウェア、特に3Dプリンタの開発と販売を行なっている米国ニューヨークのMakerBot Industriesによって運営されているウェブサイトである。

上記した他の2つのウェブサイトと比較した際のThingiverseの特徴は、まずは詳細なinstructionがない点である。どのようにつくるかの手順を載せるようにはなっておらず、データと簡単な説明文、そして写真だけを載せるようになっている。

また、ユーザー登録の際や、作品の投稿の際に、よく使用する工作機械や、その作品で使
用した工作機械をリストのなかから選ぶようになっている。

こういった特徴により、Thingiverseに投稿されている作品は、工作機械によってつくられ
たもの、特に3Dプリンタでつくられたものがその大半を占めている。

instructionを見ながらまねしてつくるというよりは、データをダウンロードして、工作機
械でプリントアウトしたら完成する、というような作品が多いのである。

オープンソースな3Dプリンタの部品データも少なからず投稿されており、3Dプリンタ愛好
家たちのたまり場といった印象もある。

さらに、2.3 でも述べたが、「NEWEST DERIVATIVES（あたらしく投稿された二次創作
品）」というページがあるのもThingiverseのひとつの特徴である。

instructablesは、もとMITメディアラボのメンバーによって開発され、現在は
Instructables, Inc.によって運営されている。ちなみにこの会社は2011年8月より3D CAD
ソフトの開発等を手掛けるAutodesk社の傘下となっている。

このinstructablesの特徴は、Food（食べ物・料理）、Living（生活用品）、Outside（ア
ウトドア）、Play（遊び）、Technology（電子工作）、Workshop（日曜大工）という幅
広い分野（和訳は筆者独自のもの）で分類されている点と、instructionが非常に細かいと
いう点である。

そのため、作品のデータよりもつくりかたを共有する場である印象が強い。

他のサービスと比べると、FURNITURE CHALLENGE（家具に関連する作品のコンテス
ト）やTOY CHALLENGE（玩具に関連する作品のコンテスト）といった、入賞すると賞
品がもらえるというコンテストの企画があったり、作品がfeatureされたりpopularになっ
たりするとプロメンバーシップを与えてくれたりするなど、ユーザーのモチベーションを
上げ、サービスが活性化するよう上手に運営されている印象である。

また、これは実際に使用してみてわかったことであるが、作品を投稿する側としても、そ
の投稿を見る側としても、使い方がわかりやすく、また使っていてたのしいのは圧倒的に
instructablesであった。

たのしいというのは、どれだけの閲覧数があったかわかることや、簡単なものでもコメン
トをつけてくれるユーザーが多いこと、そのコメントはa "be nice" comment policyとい

う、コメントはポジティブなものにするというポリシーに沿って行なわれていることなどの特徴によるものだと考えられる。

(UN)LIMITED Design Contestは、オープン・デザインを体現する実験として、オランダのFabLabによって運営されているウェブサイトである。

オープン・デザインとは、2.3 で述べた、オープンソースなものづくりのなかで、特にデザイン分野に限定した考え方である。

2.3 でも述べたように、(UN)LIMITED Design Contest 上に投稿された既存のデザインを改変して制作した作品を投稿する、fusionというカテゴリーがあることがこのサービスの特徴と言える。

また、作品を投稿する際に、自主制作品の販売コミュニティサイトであるEtsy [18] での販売を選択できるようになっていたりもする。

上記2つのサービスは米国のものであるが、これはオランダのものであるというのも一つの特徴であろう。

ただこの (UN)LIMITED Design Contestは、上記2つのサービスと比べると、投稿されている作品の数が圧倒的に少ないという事実もある。

4.2 評価

4.2.1 Thingiverse

Thingiverseでの結果は、以下のようになった。

コメントをくれた人数	2 人
ブループリントのダウンロード数	27downloads
Like してくれた人数	5 人
tweet された回数	2tweets

図4.2.1-1 Thingiverseにおける評価

またコメントは、以下のようなものであった。

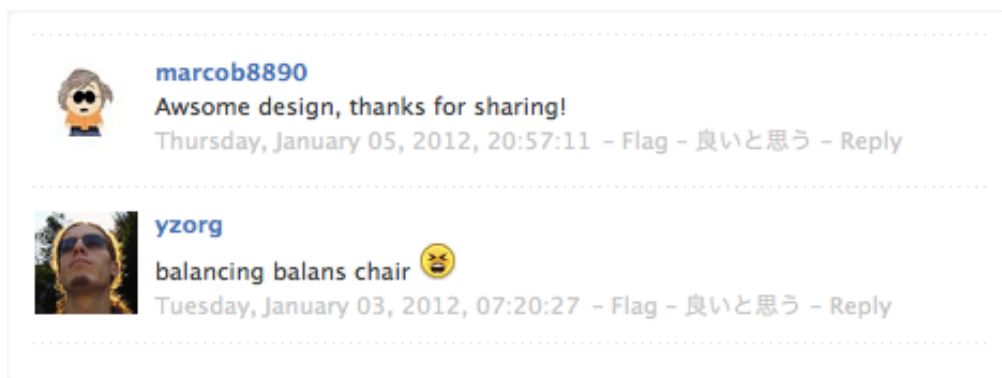


図4.2.1-2 Thingiverseにおけるコメント

投稿してまずレスポンスがあったのがダウンロード数であった。

投稿してから3日間ほど、Newest Thingsというカテゴリでウェブサイトのトップページにリンクが掲載されているあいだ、特にダウンロード数が増えていった。

「つくるかはわからないけど、よさそうだからとりあえずダウンロードしてみよう」という人が多いのであろう。

コメント数は少ないものの、Thingiverseには少なくない人数のユーザーがいるようである。

コメントそのものに対しては、ごく一般的なものであった。

この作品を改良して別の作品にした、といった報告を得ることはできなかった。

4.2.2 instructables

instructablesでの結果は、以下のようになった。

なお、サービスによって知ることのできるデータは異なるので、Thingiverseとは項目が異なっている。

コメントをくれた人数	6 人
閲覧数	9,885views
評価してもらった回数	1rating
評価	3.91/ 最大 5

図4.2.1-2 instructablesにおける評価

2012年1月19日現在で9,885viewsという閲覧数は、予想を遥かに超えたものであった。

同じ人が何度も見ているということも考えられるが、単純に考えて9,885人の人に自分の作品が見られたということには、インターネットの力を思い知らされざるを得なかった。これは特に、今回の作品がfeatured workやpopular workとして選ばれ、トップページに合計5日間ほどリンクを置いておいてもらえたということも関係しているだろう。

このことは、筆者自身の次の創作に向けてのモチベーション向上にも大変役立った。

このように、よいものをつくれれば、それが十分に評価され、その評価を受けることができるというのが、instructablesのよいところだろう。

instructablesには評価システムがあり、最高を5として、その作品に点数をつけられる。

今回の作品では一人のユーザーから評価をもらうことができ、その点数は3.91であった。コメントも6人とThingiverseと比較して多かった。

コメントは以下のようなものであった。

なお、yuichiroseというユーザーは、筆者である。


tux_linux says:
 Jan 5, 2012. 9:09 AM
 no tracing needed. Just apply printer tape to the wood and glue the plan on. You can work on it and pull the plan off pretty simple.

 What are those circles in each corner? You used a CNC-robot - isn't that one able to cut that without such marks like a wood worker would be able to?

☐ Feature Comment flag [Reply](#)


yuichirose (author) says:
 Jan 5, 2012. 6:31 PM
 Milling machines usually use an endmill to cut materials so when you cut a rectangle, it will be rounded because of the roundness of an endmill and you cant get a correct rectangle.

 So you need to make a circle in each corner.

 flag [\[delete\]](#) [Reply](#)


tux_linux says:
 Jan 6, 2012. 12:56 AM
 Ah, ok, didn't know that. Well, could also be a design thingy. Anyway - well done.

 flag [Reply](#)


The Cartographer says:
 Jan 2, 2012. 10:30 PM
 That's awesome.

☐ Feature Comment flag [Reply](#)


yuichirose (author) says:
 Jan 5, 2012. 2:57 AM
 Thank you!

 flag [\[delete\]](#) [Reply](#)


PRO bertus52x11 says:
 Jan 3, 2012. 6:32 AM
 Nice! You could make a rocking chair with it as well. Very well done!

☐ Feature Comment flag [Reply](#)


yuichirose (author) says:
 Jan 5, 2012. 2:57 AM
 Thanks!

 flag [\[delete\]](#) [Reply](#)


PRO Lorddrake says:
 Jan 3, 2012. 3:05 PM
 how are the rungs secured into the sides?

☐ Feature Comment flag [Reply](#)


yuichirose (author) says:
 Jan 5, 2012. 2:54 AM
 The wood are slightly curves naturally so they are fixed enough. There would be better way I guess though!

 flag [\[delete\]](#) [Reply](#)


themetalone says:
 Jan 2, 2012. 8:38 AM
 this could also be accomplished by the average jigsaw, correct?

☐ Feature Comment flag [Reply](#)


Blaaken says:
 Jan 3, 2012. 2:05 PM
 yes, but you'd need to make templates to trace out patterns on the wood, and you'd also want a sandy and sand paper.

 flag [Reply](#)

図4.2.1-1 instructablesにおけるコメント

themetaloneの

this could also be accomplished by the average jigsaw, correct?

や、Lorddrakeの

how are the rungs secured into sides?

そしてtux_linusの

What are those circles in each corner?

You used a CNC-robot - isn't that one able to cut that without such marks like a wood worker would be able to?

といったように、技術的な質問が多かったのが、Thingiverseと異なるところであった。

また、themetaloneの技術的な以下の質問

this could also be accomplished by the average jigsaw, correct?

に対して、投稿した筆者ではなくBlaakenがこのように

yes, but you'd need to make templates to trace out patterns on the wood, and you'd also want a sandy and sand paper.

答えていたり、書く場所をまちがえているものの、tux_linuxがさらにアドバイスを以下のように

no tracing needed.

Just apply printer tape to the wood and glue the plan on.

You can work on it and pull the plan off pretty simple.

追加していたりするなど、instructablesの“Maker”コミュニティとしての成熟度を体感することができた。

instructablesでも、自分の作品をだれかが改良するといったことにはならなかったが、このように技術的なコメントのやりとりの上で、筆者の作品の構造を少しでも理解してくれた人が現れたという事実は得られた。

オンラインでのこうしたサービスによって、“Maker”どうしが互いに創造性を高めあっているという予想は、否定できない。

4.2.3 (UN)LIMITED Design Contest

(UN)LIMITED Design Contestでは、一切の反応を得ることができなかった。

投稿してから17日経過した2012年1月19日現在においてもなお、筆者の作品へのリンクが新着の投稿としてトップページの最初に表示されており、つまり筆者の投稿以降の投稿がこのサービス上でひとつもなく、上記2つのサービスと比較すると、まだ活性化されていないことを感じざるを得なかった。

4.2.4 ライセンス

第4項として特筆すべき点として、3つのサービスいずれにおいても、Creative Commonsによって規定されるBY-NC-SA (Attribution-Noncommercial-Share Alike 表示-非営利-継承) のライセンスをデフォルトで使用しているという発見があった。

Thingiverseとinstructablesでは、記事を投稿する際にライセンス体系を選択できるのだが、プルダウンで最初に設定されているのがBY-NC-SAであった。またinstructablesでは、BY-NC-SAがinstructablesにおけるデフォルトのライセンスであると明記されている。

また、(UN)LIMITED Design Contestでは、必ずBY-NC-SAを選択するようになっている。

このBY-NC-SAでは、クリエイティブ・コモンズで規定される4項目のうち、ND (No Derivative Works 改変禁止) のみが選択されておらず、上記3つのサービスが、むしろ改変を奨励していることをうかがい知ることができる。

第5章 まとめ・展望

本研究のまとめと今後の展望を示す。

5.1 まとめ

本研究は、「『ものづくり』のベンディング」と題して、デジタル・ファブリケーションやものづくりのオープンソース化といった文脈のなかで、ベンディングをものづくりの分野に実験的に適用させたものであった。

iPhoneのように、一人の天才のアイデアを執念で完成させた芸術作品のようなプロダクトもよいが、オープンに、皆で少しずつ改変しながらつくるものづくりもよい。

そうしたものづくりには試行錯誤を許される余地と、それに伴うたくさんの発見があり、もしかするとこれが本来のものづくりのかたちであったのではないかと感じさせてくれる。

お金もマーケットもなかった時代において、ものは、個人の要求と試行錯誤とちょっとした偶然によって生み出されていたはずだからである。

5.2 展望

本研究では、ベンディング的ものづくりの体現として出せたアウトプットが、ひとつひとつの例になってしまったきらいがあった。

今後の展望として、個々の実験例から脱却し、もっとメタな、ベンディング的ものづくりの定義、そしてその方法を残したいと考えている。

工作機械が本当に普及し、デジタル・ファブリケーション時代が到来したときに、ベンディング的ものづくりとはこういうもので、このようにやるものであると伝えられるようにしていきたい。

具体的には、“Maker”コミュニティにおける改変の文化のさらなる調査や、改変の方法自体の調査、ソフト・ハードにこだわらないものづくり支援ツールの開発を行ない、ベンディング的ものづくりの定義づけや体現をしていきたい。

“Maker”コミュニティは、ものづくりかたやデータはオープンかつフリーあることを奨励しているが、実際に二次創作物のシェアが活性化しているのはThingiverseぐらいであろう。

また日本ではそもそも、Thingiverseやinstructablesほどの盛り上がりを見せる、ものづくりのオープンソース化プラットフォームが存在しているとは言えない。

つくられたものをいかにオープンソースにし、いかに二次創作にむすびつけるか、さらにその二次創作をいかにオープンソースにするかについて、調査を続けたい。

また、デジタル・コンテンツとしてのデータの“もの”をフィジカルなものにする際必要なのが、フィジカルな材料であるが、改変の方法の調査を、このデジタル・ファブリケーションにおける材料というテーマと関連させていきたい。

データが同じでも、出力する際の材料の選択によって完成品が改変されてしまうのが、デジタル・ファブリケーションと、デジタル・ミュージックやデジタル・イメージとの相違点であり、ここにデジタル・ファブリケーションの限界と可能性を同時に感じられるからである。

材料を選択してデータの“もの”を出力することは、iTunesで音楽を買うことに比べるといまは面倒なことにも思えるかもしれないが、もしその場に転がっている材料からなんでもつくることができるようになったとしたら、それは商店街の100円ショップに行くことより楽なことかもしれないといった空想もしている。

そしてやはり、自称“Maker”のひとりとして、工作機械やデザイン支援ツールの製作をしたいという想いもたしかにある。

これに関しては、ベンディング的ものづくりと上手く関連させられればよいと考えているに留まっている。

改変の文化に話が戻るが、この論文を執筆している2012年1月にちょうど、米国を拠点とする複数のウェブサイト上でちょっとしたムーブメントがあった。オンラインでの知的財産権取引に関する、SOPA/PIPA法案に対する抗議である。

たとえばWikipediaは、この法案がインターネット上のクリエイティビティや知の向上の妨げになると考えたようで、日本時間1月19日から20日にかけて、Wikipedia英語版をブラックアウトさせ、“Imagine a world without free knowledge.”というメッセージを表示させていた。

このことは、オープンかつフリーなものづくりの実現に対する、筆者の期待感を向上させた。

たった10年前に記憶を辿ってみれば、まちがいなく10年前は“Imagine a world WITH free knowledge.”という時代だったからである。この10年でiTunesもYouTubeもGmailもWikipediaも当たり前のものになった。

工作機械の普及など課題はあるものの、ものづくりの分野にもオープンソースが溢れる時代が、遠くない将来、来るはずだろう。

オンラインでデータを取得し、コンピュータ上でそれを改変し、身の回りのものから材料を採取し、工作機械で出力し、今度は手をつかってそれを改変する。

さらにそのつくりかたをまたオープンソースにする。

そんなすばらしいものづくりの未来を、期待して止まない。

参考資料

- [1] FabLab Japanについて, FabLab Japan, <http://fablabjapan.org/about-us/>
- [2] FabLabの定義とFabLab憲章, FabLab Japan, <http://fablabjapan.org/fab-charter/>
- [3] Thingiverse, <http://www.thingiverse.com/>
- [4] instructables, <http://www.instructables.com/>
- [5] OLIVE, <http://www.olive-for.us/>
- [6] 仮設のトリセツ, <http://kasetukaizou.jimdo.com/>
- [7] (UN)LIMITED Design Contest, <http://unlimiteddesigncontest.org/>
- [8] 株式会社ナカダイ, <http://www.nakadai.co.jp/>
- [9] モノ：ファクトリー, <http://monofactory.nakadai.co.jp/>
- [10] IKEA HACKERS, <http://www.ikeahackers.net/>
- [11] 久保田晃弘, 「改造する文化」, 春秋 2007年1月号 No.485, 春秋社, 2006年12月, 3頁
- [12] Adobe Illustrator, <http://www.adobe.com/jp/products/illustrator.html>
- [13] Rockler CNC Shark Pro Routing System, <http://www.rockler.com/product.cfm?page=19666>
- [14] Rhinoceros, <http://www.rhino3d.com/>
- [15] くつ底補修材, サンスター株式会社, http://jp.sunstar.com/2.0_product/healthyhome/household/solerepair/
- [16] Variable balans, Variér Furniture, <http://www.varierfurniture.com/Collections/Human-instruments/Variable-balans-R/>
- [17] 3D, Variér Furniture, <http://www.varierfurniture.com/Pictures-3D/3D2>
- [18] Etsy, <http://www.etsy.com/>

謝辞

本研究を進めるにあたりご指導・ご助力いただいた方々に、感謝の意を示したいと思います。

四年生からの研究会加入にもかかわらず、毎週SFC、そして鎌倉にて懇切丁寧にご指導してくださった田中浩也先生、ありがとうございました。

田中先生のおかげで、デジタル・ファブリケーションという分野のおもしろさを知り、自分がSFCでやりたかったことをやっと思つけることができました。

一年生から三年生のあいだ、研究会でデザインの基礎、そして働くことに対する考え方をご教授いただき、また、三年生のときに中国深圳でのインターンシップの後押しをしてくださった坂井直樹先生、ありがとうございました。

坂井先生のおかげで、自分のやりたいことを、やりたいようにやる勇気を身につけることができました。

SFCに入学したばかりの一年生春学期、授業でAdobe Illustratorの使い方やモックアップのつくりかたのご指導をしてくださり、また筆者が中国でインターンシップをしていた際は、ツイッター上でRhinocerosの使い方を非常に丁寧に教えてくださった、竹之内博史先生、ありがとうございました。

竹之内先生のおかげで、手を動かしてものをつくるよろこびを、四年間忘れられずにいました。

この一年間苦楽を共にしてきた田中浩也研究室の皆さま、ありがとうございました。

学部最後の一年、皆さまと研究生を送ることができて本当に幸せでした。

最後に、日々励まし支えあつた、家族と友人に心から感謝したい。