

ファブ社会の基盤設計に関する検討会 報告書

「ファブ社会推進戦略」(案) ～ Digital Society 3.0 ～

平成 27 年〇月

ファブ社会の基盤設計に関する検討会

ファブ社会推進宣言

ファブ社会とは
インターネットとデジタルファブリケーションの結合によって生まれる
新たなものづくりと、デジタルデータの形をとった
ものの企画・設計・生産・流通・販売・使用・再利用が
前景化する社会である。

ファブ社会に生きる人々は
年齢や
性別や
所属や
立場の違いを超えて
新たな交わりを生み出し
交わりのなかから何かをつくり出し
何かをつくり出したことが
さらに新たな交わりを生み出すような
悦びに溢れる生活を営む。

ファブ社会の基本的なワーク&ライフスタイルは、
「交わる」ことと「つくる」ことの2つから始まるのである¹。

ファブ社会では
多様なスキルや視点、経験を持つ人々どうしの交わりが深くなるほど
つくられるものに
ハードウェア、エレクトロニクス、ソフトウェア、ネットワーク、サービスの
諸要素が重層していく。
人と人だけでなく、ものともものつながり始める。
このような「ものづくり」は、
従来の「ものづくり」とは別物として捉えられなければならないだろう。

¹ 新国民生活指標(PLI)には、「住む」、「費やす」、「働く」、「育てる」、「癒す」、「遊ぶ」、「学ぶ」、「交わる」の8項目が挙げられているが、ファブ社会では、いずれここに「つくる」が加わるであろう。

ICT と深く結合した新しい種類のものからこそ、
新しい価値が生まれ
その交換からこそ
新しい経済がつくられ
その挑戦からの学びと達成感からこそ
豊かな生活が実現する。

このような新しいものづくりが
世界規模で進行しているなか、
わたしたちはさらに
日本の各地に残る
特色ある素材や伝統的な工芸、新素材や町工場などの
リソースを組み合わせて
多様性あふれるファブ社会を発展させ、
少子高齢化や
地域コミュニティの希薄化や
ものづくり離れや
人口一極集中などに直面する
課題先進国ならではの新たな挑戦と成功の姿を
世界に示していく必要がある。

ファブ社会を推進することが、
地方の創造性を解き放ち、
地方を創生させる土壌となるべきなのだ。

いまこそ
新しいものづくりの基本原理を理解し、
都市部に限らず日本全国への展開を推進し、
21世紀型の創造性を育むための
新たな取組みを始めるときなのである。

目次

第1章 検討の背景

第2章 ファブ社会における情報流通と新しいものづくり

第1節 ファブ社会における新しいものづくりの方向性

第2節 ファブ社会における新しいものづくり

1. 既存の製造業が変わる
2. 自分で作り出したものを自分で使う
3. 自分で作ったものを他人に贈る又は販売する
4. 個人と製造業が協働してものづくりを行う
5. コラボレーションする

第3節 「創造的^{ファブ・シチズン}生活者」

第4節 ファブ社会

1. ファブ社会とは
2. 諸外国の動向
3. ものを流通させるネットワーク

第5節 ファブ社会推進に向けた課題

第3章 ファブ社会推進に向けた方策

第1節 情報基盤

1. ファブカプセル
2. マテリアル・データベース
3. ファブコラボレーション基盤

第2節 制度的基盤

1. 知的財産管理
2. 製造物に関する責任
3. 品質保証
4. その他

第3節 人的基盤

1. 求められる人材像
2. 人材育成とリテラシー向上

第4節 社会実証（「ファブタウン構想」）

おわりに

添付：各地域における企業・市民・大学の共創の取組み事例

事例1：岐阜県大垣市 『IAMAS イノベーション工房[f.Labo]』

事例2：山形県米沢市 『山形大学ライフ・3D プリンタ創成センター』

事例3：神奈川県鎌倉市 『ファブラボ鎌倉』

添付：「Fab Academy」の取組み

「ファブ社会の基盤設計に関する検討会」名簿

「ファブ社会の基盤設計に関する検討会」開催経緯

別冊：ファブ社会に向けての法・社会制度に関する手引き

～ファブ社会に向けてものやデータをつくる時、流通させるときに注意すべきこと～

第1章 検討の背景

情報通信技術（ICT）の飛躍的な発展により、3D プリンタやレーザーカッターに代表されるデジタルファブリケーション機器がインターネットにつながることで、「もの」と「情報」が不可分になる新しい空間が生まれるとともに、それら機器の価格が低廉化し一般の市民層へ広がり始めたことで、ものの生産・流通・消費が大きく変貌し始めている。

デジタルファブリケーションとは、デジタルデータから紙や木、樹脂、金属等の各種素材を使って即時的に「もの」を印刷ないし造形加工することを指し、以前から、企業の工場や研究所において、主に試作開発を目的として、この技術が活用されてきた。

デジタルファブリケーション技術がインターネットと結びつくことで、大きな変革が起こった。デジタルコンテンツの創造が行われてきたサイバー空間に存在する「情報」とものづくりが行われてきたリアル空間に存在する「もの」が、自在に行き交う新たな空間が生まれたのである。3D データ（情報）があればリアルなものをつくることができ、逆に、リアルなものを 3D データ（情報）に置き換えて保存や流通させることが可能となった。さらに、小型マイコンボード、センサ、アクチュエータなどが低価格化したことによって、立体の造形だけではなく、ネットワークに接続する機能やサービスについても容易に試作開発することが可能となった。

3D プリンタ等のデジタルファブリケーション機器に加えて、小型マイコンボードやセンサなどのフィジカルコンピューティングのためのツールキットが急速に小型化・高性能化、そして低価格化した結果、これらの機器が一般の市民層へ広がり始め、市民層がものづくりに参画する流れが始まっている。

市民層がものづくりに参画する流れは、消費者ニーズの多様化というマーケット構造の変化によって加速している。以前から指摘されているが、消費者のニーズが多様化し、大量生産大量消費のモデルでは、消費者が本当に欲しい商品、サービスを提供できなくなっている。このため、企業における商品開発プロセスにおいても、技術を起点として製品やサービスを開発するプロダクトアウトから、利用者の視点を重視するマーケットインへの移行が進み、ユーザーがマーケットを主導する傾向が強まっている。

このような新たなものづくりの始まりとマーケット構造の変化が生じる中で、生産者と消費者を隔てていた垣根は緩やかに崩れ始め、生産、流通、消費の構造が大きく変わろうとしている。3D プリンタ等のデジタルファブリケーション機器を用いた個人レベルでの自由なものづくり（生産）が行われ、そのものが 3D データの形態でネットワーク上を流通し、販売（消費）される社会が到来しつつある。デジタルファブリケーション技術の進展とマーケット構造の変化の流れは、もはや止めることはできず、このような社会（＝「ファブ社会」）への移行は必然といえる。

総務省では、本検討会に先立って、平成 26 年 1 月から「『ファブ社会』の展望に関する検討会」²を開催し、来たるべきファブ社会の社会像、ファブ社会の発展に向けた課題等を取りまとめ、同年

² 総務省ホームページ（http://www.soumu.go.jp/main_sosiki/kenkyu/fab/index.html）参照。

6月に報告書を公表した³。

報告書においては、ファブ社会の健全な発展のために、「ファブ社会に必要な仕組みの構築」として、情報基盤の整備、知的財産管理や製造物に関する責任等の制度的基盤の整備が課題として指摘されている。また、「ファブ社会を担う人材の育成」として、新領域デザインを核にした人材の育成等、「先進的なファブ情報の発信と保存」として、フィジカル・コンテンツ⁴の世界発信、情報のアーカイブ化による保存等が課題として指摘されている。

本検討会では、前述のような技術の進展や社会、経済構造の変化等を背景に、上記報告書の指摘を踏まえ、ファブ社会の萌芽が現れ始めている中で、本格的なファブ社会の到来に向けて、その社会を支える情報基盤、制度的基盤、人的基盤等について検討を行ったものである。

第2章 ファブ社会における情報流通と新しいものづくり

第1節 ファブ社会における新しいものづくりの方向性

前章で述べたとおり、技術とマーケット構造の双方における変化の結果、近い将来「ファブ社会」が到来する。

ファブ社会の到来により、日本のものづくりが変わることとなる。すなわち、デジタルファブリケーション機器を活用することにより、従来の製造業のものづくりに変革が生じるとともに、個人レベルでの新しいものづくりが行われることとなる。デジタルファブリケーションによる新しい「ものづくり」の方向は、次の3点に集約できる。

1つ目は「企業におけるものづくりプロセスの革新」である。従来の製造業における製造プロセスが革新し、企業における試作、設計時間の大幅な短縮とプロトタイプ作成コストの低下により、研究開発が効率化するとともに、低コストで多品種少量生産、個別ニーズに合致した生産が可能となる⁵。

2つ目は「パーソナルファブリケーションの進展」である。デジタルファブリケーション機器を利用したものが個人レベルで可能となり、これまでものをつくる行為に携わっていなかった人々が参画することで、ものづくりの裾野が大きく拡大していくこととなる⁶。

3つ目は「ソーシャルファブリケーションの進展」である。ものがデータ化され、それがインターネットを通じてオープンに交換、共有されながら新しいものがつくられるといったソーシャルネットワーク型のものづくりが進展していくこととなる⁷。

³ 総務省ホームページ (http://www.soumu.go.jp/menu_news/s-news/01iicp01_02000019.html) 参照。

⁴ 有体物としての「もの」と3Dデータという「情報」の2つの側面を持つコンテンツのことをいう。

⁵ ある重工業メーカーでは、ガスタービンの開発及び製造に3Dプリンタを活用し、タービン翼のような複雑な内部構造の形状確認が容易となり、早期に製造性の検証が可能となったこと等により、開発のリードタイム短縮や開発コスト低減を実現している。

⁶ これまで実際の「もの」はつくらなかったデザイナーやクリエイター、ソフトウェアエンジニアなどがプロダクト（「もの」）を生産するようになってきている。また、DIY（Do It Yourself）を支援するものづくりキットや場も登場し、ものづくりのための知識やノウハウを持たない一般の人々も「つくる」行為に参画できるようになってきている。

⁷ 日本のファブラボで、革職人が裁断が難しい革素材をレーザーカッターで裁断してスリッパを製作、そのデータを公開した。そのデータを見たケニアのファブラボの運営者が、ケニアの土地に合うように形状、素材、柄をアレンジして生ま

ファブリケーション活動を支援する場として、デジタルファブリケーション機器が設置された「Fab Lab（ファブラボ）」と呼ばれる施設が世界的に広がり始めている⁸。ファブラボは、個人がデジタルファブリケーション機器を所有することなくパーソナルファブリケーションを実践できる施設として、MITのNeil Gershenfeld氏が平成14年（2002年）頃に最初のラボを立ち上げたもので、3Dプリンタ、レーザーカッター、3Dスキャナ等が設置されるとともに、電子工作のための工具、部品、オシロスコープなども常備され、誰でも自由に使うことができる。ファブラボでは、子供から専門家までが教え教わり合いながら連携してものづくりが行われており、その場に人々が集うことから、地域コミュニティのハブとなっているものも多い。

第2節 ファブ社会における新しいものづくり

ファブ社会においては、従来の製造業による生産に加えて、個人レベルの新しいものづくりが行われることとなる。その形態にはいくつかの種類が考えられ、従来の製造業については、生産プロセス等に変革が生じ、個人レベルのものづくりについては、目的や方法により様々な形態が想定される。

1. 既存の製造業が変わる

ファブ社会においても、汎用品など大量生産品は依然として既存の製造業者が生産を行い、重化学分野なども既存の製造業が生産を担うこととなる。このような製造業においては、デジタルファブリケーションにより、ものづくりのプロセスに変革をもたらされる。

まず、設計・試作において、デジタルファブリケーション機器を活用することにより、入力データを入れ替えるだけで設計・試作を行うことができるため、従来の試作型や金型を使う場合よりも、設計・試作期間が大幅に短縮されるとともに、プロトタイプの製作コストが大幅に低下する。従来の試作工程よりも初期費用が1/50、製作日数が1/10になった事例もある。最近では、強度のある素材も使用できるようになってきており、複雑な形状のもの、相当の規模を有する構造物等の設計・試作においても大きな効果を出している。

また、従来の切削や研磨等の技術では、立方的な物体の内部に入り組んだ構造をつくることが困難であったが、3Dプリンタを用いることにより様々な形状を具現化することができるため、構造の自由度が大幅に広がる。構造の自由度が増せば、デザインの多様化や機能の向上を図ることが可能となり、加工技術に制約されていた限界が取り払われることとなる。

さらに、開発・製造だけではなく、バリューチェーンの他の工程においても変革をもたらす可能性がある。例えば、データとデジタルファブリケーション機器と材料（素材）があれば、その場で製品をつくることができるため、在庫を抱える必要がなくなる。コストをかけて完成品を保管しておかなくても、消費者のニーズに応じて、即時的に製作することが可能となる。また、アフターサ

れ変わらせた。そのスリッパがオバマ大統領の祖母のもとに、孫の顔が刻印されたスリッパとして届けられた。

⁸ 現在、途上国を含め60カ国以上、400カ所以上の街に立ち上がっており、日本では仙台、鎌倉、筑波など12カ所で展開されている。

ービスも効率化できる。現状では、故障に備えて一定の期間（例えば5年間）補修部品を保管し続けなければならないが、これも必要に応じて部品をつくることのできるため、補修部品やそれをつくるための金型等を保管する必要がなくなる。

このように、デジタルファブリケーションは、既存の製造業に大きな影響を与え、製造プロセス、業務プロセスに変革をもたらすこととなる。なお、既存の製造業のものづくりに変革をもたらすものとして、ドイツの「Industry4.0」⁹に代表される新しい動きがある。このような取組みについては、製造業とICTの融合により生産プロセスの効率化を図るなど、その方向性はファブ社会におけるデジタルファブリケーションを活用したものづくりと親和性があるものと考えられる。両者の相乗効果によって、更に製造業のものづくりの変革が進み、大きな効果が得られることが期待される。

2. 自分で作り出したものを自分で使う

個人レベルのものづくりにおいて、自分が必要とするものを自ら作り出すのが、最も基本的な形態である。DIY (Do It Yourself) のように日常生活において、困ったことがあったり、より便利にしようとか何かをつくったり、修理する活動や手芸や工作のような趣味としての活動の延長上にこの形態がある。例えば、デジタルファブリケーション機器を活用して、壊れた食器棚の取っ手をつくることや洋服のボタンをつくり直すこと、あるいは、スマートフォンのケースを自分のオリジナルのものにつくり替えるなど汎用品を自分の好みでカスタマイズすることが想定される。

また、家庭生活だけではなく仕事の場で使用するものを新しく作り出すことも考えられる。例えば、病院で医師や看護師が医療支援器具をつくる、福祉施設で介護士がリハビリテーションツールをつくる、幼稚園や小学校で教員が補助教材をつくることなどが想定される。

自分で使うためのものを自分でつくるというこの形態は、ファブ社会における個人によるものづくりの最も基本的な形態であり、ものづくりの裾野を広げるためにも、多くの人々がこの形態のものづくりを経験することが望まれる。そのためにも、年齢や性別、職業などを問わず、あらゆる人々を対象とする学習や体験の場を通じて新たなものづくりに触れる機会を増やしていくことが必要不可欠である。

3. 自分でつくったものを他人に贈る又は販売する

数個から数百個程度の小規模ロットで自ら作り出したものを他人に無償で贈与する又は対価を得て販売する形態である。例えば、趣味として何かものを創作して親類や近所の方にプレゼントしたり、フリーマーケットにおいて自分でつくったものを不特定多数の者に販売することやインターネット上で販売することが想定される。

また、趣味にとどまらずビジネスとしてもものづくりを行うケースもある。この場合、専業としてビジネスを大規模に展開するケースもあれば、副業（あるいは複業）として小規模なビジネスを行うケースもある。特に、創業当初は、これまでのマス・プロダクションではすくい上げることができなかつたニッチなニーズに応えるようなオリジナリティ溢れるものがつくられ販売されること

⁹ 第4次産業革命を意味するもので、ドイツ政府が2011年から推進してきた産官学の総力を結集しものづくりの高度化を目指す高度技術戦略プロジェクトのこと。インターネットなどのネットワークを介して工場内外のものやサービスを連携させ、今までにない新しい価値を創造し、新しいビジネスモデルを構築することを目指している。

が想定され、それがグローバルなマーケットに発展していく可能性もある。ただし、ファブ社会のものづくりにおいては、必ずしも大量生産がビジネスのゴールとは限らず、受注生産のように小規模ではあるが着実にユーザーに受け入れられるようなビジネスを展開するケースも十分にあり得るものと考えられる。

なお、この形態においては、本業として製造業に携わっている人々がビジネスを行うことが考えられ、本業のノウハウや経験を活用しながら会社ではつくりえないような新しいものを自らつくり出すことが期待できる。同様に、企業をリタイアしたアクティブシニア層も、豊富な経験と自由に使える時間を持っているため、この形態におけるものづくりに積極的に参画することが期待できる。

ただし、有償・無償を問わず第三者にもものを贈与又は販売する場合には、法律や契約などの法制度面から留意すべき事項があるため、そのような法制度面の留意事項を周知するとともに、その必要性を啓発することが重要である。

4. 個人と製造業が協働してものづくりを行う

個人レベルのものづくりが行われるようになると、その中から個人と製造業がコラボレーションしてものづくりを行う形態が出現する。役割分担としては、個人が新しいものを構想しプロトタイプとしてつくり上げ、一定規模の製造を製造業者が担うことになるが、製品に関する責任¹⁰の在り方によって2通りのケースがあり得る。

1つは、個人が責任を持つケースで、個人が事業主体となり、製造工程のみを製造業者にアウトソーシングするケースである。これは、現状でも見受けられるファブレス企業とEMS (Electronics Manufacturing Service) の関係と類似しているが、このケースにおける製造業者は単に製造という役割だけではなく、専門家としての豊富なノウハウと経験を活かして個人のものづくりに対して助言を行うなど積極的に関与する役割を担うことが期待される。

もう1つは、製造業者が責任を持つケースで、製造業者が個人のアイデア、意見を自社の製品開発に取り込むケースである。ユーザー等のアイデアを企業が活用して製品開発を行うことは今までも行われてきており、最近はいわゆるオープンイノベーションの一環としてアイデアソン、ハッカソン、メイカソン等の活動¹¹が製品開発に活かされることも行われている。このケースでは、既存の製造業者が製造物に関する責任や品質保証などの責任を負うことになるので、個人の負担が軽減されるという観点から活用が期待される。他方、知的財産の観点からは、個人と製造業者との間での権利の適切な調整が必要になるものと考えられる。

この形態を活性化させていくためには、従来のベンチャー育成施策の強化だけでなく、日常では接点の少ない個人と既存製造業とのコミュニケーションを積極的につくり出すことが必要である。また、そのために、相互の立場を理解し調整することができるファシリテータの役割もより重要になるものと考えられる。

5. コラボレーションする

¹⁰ ここでは、製造物に関する責任、品質保証に係る責任を指す。詳細は第3章第2節を参照。

¹¹ 多様な参加者が集まり、共に特定のテーマに対してアイデアをまとめたり、ソフトウェアやプロダクトを開発・改良したりして、その完成度を競うイベント等を指す。

このようにファブ社会におけるものづくりの形態を示したが、個人と個人、個人と製造業をはじめとする企業が有機的に連携することによって、新しいものづくりが推進されることとなる。

上記「2. 自分でつくり出したものを自分で使う」及び「3. 自分でつくったものを他人に贈る又は販売する」は、個人がものづくりを行う場合を述べているものであるが、企画、設計、製造のすべてのプロセスを自分一人で行うことも当然あるものの、誰かと協力することにより、性能の良いものをつくることができたり、効率的にもものをつくるようになる。今やインターネットを活用すれば、世界中の人々とつながることができる時代である。ネットワークを通じて、企画の段階で、アイデアを提案してくれたり、同じようなものをつくったことがある経験者が注意点をアドバイスしてくれるかもしれない。立体的な思考をするのが苦手な人やコンピュータ操作が苦手な人であれば、3D データの設計を誰かにお願いしたいと考えるかもしれない。素材の調達が困難である地域に住んでいる場合、現地で製造してくれる人がいるかもしれない。また、ネットワークを通じてだけでなく、実際の地域の活動やコミュニティ活動においても個人が協力し合っものづくりを行うことは十分に想定されるものである。このように様々な局面で個人と個人がコラボレーションする可能性があり、それによって大きな効果を得ることが期待できる。

上記「3. 自分でつくったものを他人に贈る又は販売する」で述べたとおり、本業として製造業に携わっている人々を含め、ファブ社会においては様々な企業に属する個人がものづくりを行うこととなる。この中には、多様な主体とつながることにより、これまでにない新しいアイデア・発想が生まれる可能性が高まるため、自社内のみならず、あらゆる業種・業態、規模、地域の企業とコミュニケーションを取りながら、緩やかなアライアンスを模索する者が現れるであろう。企業としても、自社の製品開発等に活かされることなどが期待できるため、このような個人の取組みを支援することが期待される。

また、デジタルファブリケーション機器をはじめとするものづくりに必要となる機器や素材は、様々な企業から提供されることとなるが、機器の性能が向上し、素材の選択肢が増えることにより、個人のものづくりが進化することが期待できる。さらに、個人がものづくりをする際に必要となる3D データを企業が提供するケースが考えられる。個人が3D データをゼロからつくるのではなく、企業が製品の一部（外装など）の3D データをネットワーク上に公開し、そのデータをもとに個人がものづくりを行うものである。このケースは、特に生産中止となった製品や修理の保証期間が切れてしまった製品について、個人が修理や部品交換しようとした場合に適しているものと考えられる。個人としては3D データを作成する必要がなく、企業としても3D データをネットワーク上に公開するだけであれば、それほど多くのコストをかけずにアフターサービスを継続することができる。このような観点からも、ファブ社会における個人と企業の連携は重要である。

なお、ファブ社会においては、企業は個人によるカスタマイズを前提とした「余白のある製品・ハッカブル（改造しやすい）な製品」を提供することが予想される。個人は、このような製品をもとに、独自の自由な発想で新しいものを生み出すこととなる。これまでの完成品を提供するという常識は崩れ、新しいものづくりが行われるファブ社会における個人と企業の連携を象徴するものと考えられる。

第3節 「^{ファブ・シチズン}創造的 生活者」

ファブ社会において、既存の製造業によるものづくりとともに重要になるのが、前章で述べた市民層がものづくりに参画する流れである。本節以降は、個人によるものづくりに着目して整理することとする。

前述のとおり、ファブ社会において、個人レベルで様々なものづくりが行われることとなるが、ファブ社会への移行は、先導的な人々の活動によって加速する。先導者が新しい形態のものづくりをすすめ、それによって、ものづくりの裾野が広がり、更に多くの人々がものづくりに参画するようになる。この先導的な役割を果たすのが、「創造的生活者（ファブ・シチズン：Fab-Citizen）」である。

ファブ社会を迎えつつある中で、マーケット構造の変化とともに、生産者と消費者の垣根が崩れ、その中で両者が融合し、生産者と消費者の双方の顔を併せ持つ、いわば「生活者」と呼ぶに相応しい存在が生まれている。また、従来から日本人は、多様で魅力的な文化を有し、豊かな創造性（クリエイティビティ）を備えているといわれている。これらの要素を併せ持つ「創造的生活者」こそが、従来のものづくりにはない斬新な発想で生活者の視点に立ち身近な課題を解決するような価値の高いものをつくり出す存在であり、ファブ社会への移行の先導者となるのである。

ファブ社会においては、インターネット上の「デジタルコンテンツ」の文化と物理的な「製造」にまつわる諸制度がぶつかり合うことになるが、創造的生活者は、その中間に生まれる新しい領域を開拓し、ファブ社会を牽引する中心的な役割を担うこととなる。来たるファブ社会においては、創造的生活者を中心に、これまでとは異なる新しいものづくりが行われるようになり、ネットワーク化した創造的生活者の総合力が国全体の創造性を草の根から押し上げ、ファブ社会において求められる従来とは異なる新しい価値の源泉を獲得することとなる。

このように、ファブ社会における新しいものづくりの中心は創造的生活者が担うことになるが、ファブ社会の到来の影響は創造的生活者にとどまらず、多くの一般の人々の生活にも変化をもたらすこととなる。一般の人々は、創造的生活者がつくり出した新しいものを生活の様々な場面で利活用し、エンドユーザーとして豊かな生活を享受することができるようになるであろう。また、自らものをつくることはなくても、創造的生活者のものづくりに何らかの形で関与することも想定される。例えば、地域やコミュニティの活動に参加する中で、創造的生活者にもものづくりの動機を与えるような新しいコンセプトやアイデアを創造的生活者と一緒に考えることがあるかもしれない。自分の趣味や特技を活かして、新しいもののデザインを考えたり、宣伝を行ったり、ものづくりを応援するようなことがあるかもしれない。さらに、ものづくりそのものには参画できなくても、資金を提供する形でもものづくりに関与することがあるかもしれない。

ファブ社会においては、創造的生活者ではない多くの一般の人々についても、エンドユーザーとして豊かな生活を享受するとともに、自分に合った形で新しいものづくりに関与することによって、一人ひとりの生活の質が向上し、自分らしい生活を実現していくことが可能となるのである。

第4節 ファブ社会

1. ファブ社会とは

創造的生活者が、ファブ社会において先導的な役割を果たすとともに、その中心となって新しいものづくりを行うこととなる。創造的生活者は、ネットワーク上を流通する 3D データをもとに、自由な発想で創作を行い、そのものの 3D データが再びネットワーク上を流通し、それをもとに別の創造的生活者が新たな創作を行うというように、ファブ社会においては、ものづくりの環が循環しながら大きくなっていくのである。このように個人レベルのものづくりに焦点を当ててみると、ファブ社会とは、「インターネット環境を前提とした、新たなものの企画・設計・生産・流通・販売・使用・再利用が“前景化する”社会」ということができる。“前景化する”とは、これらが日常化、一般化するという意味である。

すなわち、個人レベルにおいても、3D データを使用して、ものの企画・設計・生産が行われ、生産されたものは、リアルな有体物として販売されるとともに、3D データとしてネットワーク上でも販売される。また、ネットワーク上を 3D データが流通し、それをもとに 2 次創作、3 次創作が行われることとなり、次々と派生系の新しいものが生産されることとなる。つまり、データの再利用が行われるようになる。

ファブ社会においては、多様な消費者のニーズに応えるために多品種少量生産が可能となる 3D プリンタ等のデジタルファブリケーション機器を用いた新たなものづくりがクローズアップされることとなる。このため、従来の日本の製造業の強みである「高品質なものを安価に大量に生産すること」とは別の強さ（価値の源泉）が求められ、「どうやってものを安くたくさんつくるか（How to make）」に加えて「どんなものをどれくらいつくるか（What to make）」が重要となる。

ファブ社会への移行は、次の点から新しい価値をもたらすものと期待される。

(1) 新しいイノベーションが生まれる

ファブ社会においては、誰もが容易にもものづくりを行うことができるようになる。このため、従来の製造業とは異なる発想、方法等によってものづくりが行われ、これまでにないイノベーションが期待できる。

(2) 新しい経済が生まれる

ファブ社会においては、様々な主体により新しいものがつくられる。このため、それらの新しい市場が生まれるとともに、3D プリンタ等で使われる素材の流通¹²、3D データを流通・販売するプラットフォームの提供、ものづくりのノウハウを教えるような人材育成サービスなど多分野で新しい経済が生まれることが期待できる。

なお、本検討会では、ファブ社会において新たに生まれる市場規模は、平成 32 年（2020 年）

¹² これまで廃材として廃棄されていた素材や用途が限られていた素材が活用される可能性があり、新たな市場が生まれ、既存の市場が活性化することが期待できる。また、それに伴って物流市場も活性化することが期待できる。

において約 11.3 兆円になるものと予想している¹³。

このほか、自分のニーズに合致したものを自分で創作することやものづくりを通じてコミュニティ活動に参加することなど自己実現や社会参加の側面からも有意義なものであるといえる。また、ものづくりの素材が必要な場所で必要な分だけ調達が行われるというファブ社会においては、「地産地消」が進展する。すなわち、環境負荷が少なく地球に優しい社会が実現する。

これらの特徴から、ファブ社会への移行は、「地方創生」に寄与するものと考えられる。日本の地方は、独自の風土・文化を持つところが多い。そこに住む人々自身が、その地方独自の風土・文化を活かし、独自の素材を使い、そこでしか生まれられないものをつくり出す。それによって、新しい経済の誕生と豊かな生活の実現がもたらされる。ファブ社会は、いわば理想的な地方創生社会といえることができる¹⁴。

2. 諸外国の動向

諸外国においても、近年、デジタルファブリケーション技術の普及・発展による新しいものづくりが重要視され、デジタルファブリケーション機器を活用したものづくりの研究開発や教育支援などの政策に多くの予算が計上されている。

米国、英国、ドイツなどでは、イノベーション政策の一環として産官学連携による付加製造技術（3D プリンタ）の研究が進められている。米国では、2012 年に「IMI (Institute for Manufacturing Innovation)」¹⁵の1つとして、100 以上の企業、非営利団体、教育機関、政府組織から成る「NAMII (National Additive Manufacturing Innovation Institute)」¹⁶（現在名称を「America Makes」に変更）が設立され、相互に連携しながらイノベティブな製品や技術の研究開発を行うとともに、事業化や人材育成の促進に向けた取組みを行っている。英国では、2004 年に「技術戦略委員会 (Technology Strategy Board)」（現在名称を「Innovate UK」に変更）を設置し、産学連携による製造技術の研究やプロジェクトを進めている。2013 年以降は 3D プリント技術を使った研究開発プロジェクトへ投資することとしており¹⁷、2015 年に航空宇宙産業などに関する新製品開発を目的とした 3D プリントセンターを設立することを発表している。ドイツでも、大学や政府の研究機関が企業と連携して、デジタル構造計画に基づいた生産方法や付加製造に関する研究を進めている。

また、教育支援の政策として、英国では、3D プリンタを学校に導入するインフラ面の支援が行わ

¹³ ここでは主として個人レベルでの新しいものづくりにより、ミドルマーケットの活性化や小ロット生産対応サービスマーケットの拡大などで創出される市場規模を試算したものの。このほか、付加製造装置・3D プリンタがもたらす経済波及効果として、21.8 兆円という試算もある（経済産業省「新ものづくり研究会 報告書」）。なお、これには、主として企業レベルでのものづくりにおける効果が多く見込まれているものと考えられる。

¹⁴ 岐阜県大垣市、山形県米沢市、神奈川県鎌倉市などでは地域独自の取組みが始まっている。それぞれの地域における事例の詳細については、添付「各地域における企業・市民・大学の共創の取組み事例」を参照。

¹⁵ 2012 年に公表された「米国製造業再生計画」の中で「NNMI (National Network of Manufacturing Innovation)」という製造イノベーションのネットワーク化構想が打ち出されており、IMI は NNMI を構成する各地域の研究機関である。

¹⁶ 設立に際して、連邦政府から約 3,000 万ドル、それに加えて、産業界、学界等の組織から約 4,000 万ドルが拠出されている。

¹⁷ 2013 年に政府より、医療やエネルギーなどの分野における 3D プリント技術を用いた研究開発プロジェクトに対し、政府と民間から合わせて 1,470 万ポンドの投資をすることが公表されている。

れ、米国でも、STEM (Science, Technology, Engineering, Mathematics) 教育のような人材育成が行われている。なお、米国では、2013年にスミソニアン博物館が、2014年にアメリカ航空宇宙局(NASA)が、所蔵物等の3Dデータを公開しているが、2015年のSTEM関連予算にはスミソニアン協会やNASAに対しても教育プログラム開発を目的とした予算が計上されており¹⁸、より一層3Dデータ等のコンテンツの充実が図られSTEM教育に活用されていくものと考えられる。

このような取組みは、欧米諸国だけでなくアジア各国においても積極的に推進されている。韓国では、2014年に「3Dプリンティング産業発展戦略」が発表され、それに伴い「3Dプリンティング産業発展協議会」及び官民連携による「3Dプリンティング発展推進団」が発足した。その協議会の中で教育機関や図書館等への3Dプリンタ等の配布を伴う人材育成や中小企業に向けた3Dプリンタ活用支援などが決定されている。中国では、2012年に産官学の共同出資による「3Dプリンタ技術産業連盟」が発足し、2013年には「中国3Dプリント研究所(The 3D Printing Research Institute of China)」が設立されたほか、今後2年間で小学校40万校に3Dプリンタを配備する計画が立てられている。また、フィリピンでは、アキノ大統領が、デジタルファブリケーションとFab Labによる共創の可能性を高く評価し、政府としてファブラボを全国に設置する取組みが進められている。

このような国際動向の中で、日本が標準化等の議論のイニシアチブをとるためにも、ファブ社会推進に向けた取組みを進めるべきである。

3. ものを流通させるネットワーク

ファブ社会が健全に発展していくために重要となるのが、創造的生活者がつくり出したものを3Dデータの形態で社会全体に流通させるネットワークである。これまでテキストや画像、動画が流れていた環境に、初めてものが流れる新しいインターネットの形が出現する¹⁹。創造的生活者がつくり出したもののデータやデジタルスキャンしたデータがネットワーク上を流れ、それらのデータが別の創造的生活者によって加工修正されて新しいものがつくり出され、そのもの(のデータ)が再びネットワーク上を流れることとなる。また、遠隔地にいる複数の創造的生活者がネットワークでつながり、コラボレーションしながら、新しいものがつくられていくことになる。

ファブ社会におけるネットワークは、工場でもコミュニティでも家庭でも、あらゆる場所のあらゆる種類のデジタルファブリケーション機器が完全な互換性を持ってつながり、世界中どこからでも3Dデータを出力することが可能となるものである。家庭の廉価な3Dプリンタによってプロトタイプとして出力したものは、そのまま出力先を工場につなぎ替えば大量生産することが可能になる。また、ネットワーク上で3Dデータを売買することは、いわば、その3Dデータをもとに出力される「もの」を売買することと同じこととみなすことができる²⁰。

ファブ社会は、ネットワークを介して世界中の情報とものがつながることによって新しいものを創造していくことを目指す社会であり、それを支えるネットワークの存在は、ファブ社会の生命線

¹⁸ 大統領予算教書において、スミソニアン協会へ1,000万ドル、NASAに関しては教育局へ8,900万ドル、科学理事会へ1,500万ドルが計上されている。

¹⁹ 有体物であるものが物理的に流通するのではなく、実際にネットワーク上を流通するのはテキスト化、画像化された3Dデータである。ここでは、あくまで概念上の整理を行っているものである。

²⁰ 有体物としての売買か、有体物でないものとしての売買かによる制度的な相違があることに留意が必要である。

である。

第5節 ファブ社会推進に向けた課題

ファブ社会の到来がもはや必然であることは、これまで述べてきたとおりであるが、創造的消費者を中心とした新しいものづくりを活性化させ、ファブ社会におけるものづくりを適切に行うことができる環境を整えることが重要である。ファブ社会を推進するためには、いくつかの課題が存在する。

ファブ社会においては、ネットワーク上を流通する 3D データを用いて生産が行われ、生産されたものは、また 3D データの形態でネットワーク上を流通し、販売されることとなるため、情報の円滑な流通を確保するネットワークが整備されることが重要である。遠隔地にある複数のデジタルファブリケーション機器がネットワークでつながってものを生産することや異なる種類のデジタルファブリケーション機器が互換性を持ってものづくりが行われることが想定され、これらを実現するために、ネットワークの規格の統一、データ等の標準化が必要となる。

また、ファブ社会は、有体物であるリアルなものが出力されることから、デジタルコンテンツだけが存在する従来のサイバー空間の環境とは異なることを認識する必要がある。したがって、新しいものを創作することに係る知的財産の問題、有体物を創作することに係る製造物に関する責任の問題など法律や契約などの法制度面におけるファブ社会特有の知識を向上させることが必要である。

さらに、ファブ社会の推進に向けては、創造的消費者を増やし、その能力を高めることが重要である。これまでものづくりに携わってこなかった人々に対して、ものづくりの楽しさを伝え、興味・関心を持ってもらい、ものづくりの裾野を広げることが必要である。また、体系的なものづくりの学習・教育が可能となる学びの場の提供、カリキュラムの開発など能力を高めるための工夫が必要である。

第3章 ファブ社会推進に向けた方策

ファブ社会の萌芽が現れ始めている中で、創造的消費者を中心とする新しいものづくりが推進され、本格的なファブ社会を迎えるために有益と考えられる方策について、3つの基盤（情報基盤、制度的基盤、人的基盤）の観点から整理した上で、それらを実践する社会実証についての見解を示す。

第1節 情報基盤

「第2章第4節3. ものを流通させるネットワーク」で述べたとおり、ファブ社会においては、3D データ等を流通させるネットワークが生命線であり、ファブ社会を推進させるためには、新し

いものづくりを支える情報基盤の構築が必須である。情報基盤の構築に当たっては、「ファブカプセル」、「マテリアル・データベース」、「ファブコラボレーション基盤」の3つ機能を備えた情報基盤とすることが必要である。

1. ファブカプセル

ファブ社会を支える情報基盤として、ものに関するあらゆるデータを標準化するとともに、「ファブカプセル」というデータフォーマットにパッケージ化し、もの自体と、そのものに関わるあらゆるデータを1対1に対応させ、紐づけする情報システムを実装することを目指す。

ファブカプセルの実現により、もの自体が、ものに関わるあらゆる情報と常に紐づくことで、誰が、どのような素材で創作し、誰が改変したのかなどものに関するすべての履歴がトレースできるようになる。これにより、ファブ社会における知的財産管理、製造物に関する責任、品質保証等に適切に対応できるようになるとともに、ものづくり教育への応用が期待できる。

ファブカプセルを検討するに当たっては、その対象範囲を3Dプリンタだけではなく、すべてのデジタルファブリケーション機器を対象にし、3Dデータに関連するあらゆる情報を網羅することを検討すべきである²¹。そのために、ファブカプセルの構成として、個体認証ID、3Dデータ、素材データ、加工データ、レシピ情報、複合製造（組み立て）データ、ライセンス情報（著作者、ライセンス）、流通データの8項目が必要であると考えられる。

ファブカプセルには、創造的生活者や企業の製造・販売戦略に対応できる機能を実装させることが必要である。ファブカプセルは、ものが完成した後に、その製造過程で発生したデータをカプセル化し、ものそのものに紐づけることを想定しているが、その際に、カプセルの情報は、すべての項目で公開（OPEN）／非公開（CLOSE）の設定を行えるようにすべきである。このような機能を実装することで、ノウハウの「共有」と「秘匿」の双方を行うことが可能となり、OPEN／CLOSE戦略に対応できるようになる。また、加工データ、レシピ情報、複合製造データについては、独自仕様でのデータ化を可能となるように実装することにより、ノウハウを秘匿しつつも、データとして流通・共有することが可能となる。

これまでの日本のものづくりは、製造条件、製造環境、データ、素材、ファブリケーション機器を適切に組み合わせ、これらの各要素を調整し最適化する「すり合わせ」を行うことで、高品質なものをつくってきた。この強みを活かすためには、「すり合わせ」の状況を表せるようなデータフォーマットを構築する必要があるが、他方で、このようなデータフォーマットを構築することによって、「すり合わせ」の技術・ノウハウを共有することができるものの、そのままトレースされてしまうという問題が発生する。ファブカプセルの実装に当たっては、そのメリットとデメリットのバランスがとれたデータフォーマットの構築を検討する必要がある。

ファブ社会においては、様々なデータ、素材、ファブリケーション機器を組み合わせたものづく

²¹ 現在、3Dプリンタの3Dデータについては、ASTM インターナショナルやISOを中心にAMF(Additive Manufacturing Format)として標準化が検討されているが、日本の国際競争力強化を考えた場合、国産メーカーの多いCNCやミシンなどの機器に関する標準化を進めることが有益であるものと考えられる。

りが容易になるため、今までにない組合せ、掛け合わせで「まだ世の中にないもの」を発明することが可能になる。ファブカプセルについては、従来の高品質なものをつくるだけでなく、様々な組合せを生み出すことを可能とする基盤として構築する必要がある。なお、世の中にないものをつくり出すプロセスで生まれたすべての情報をデータ化することは難しく、ものづくりにおいて、最終的に人間の経験や勘に頼るところは大きい。そのような勘や経験などデータ化できない情報や経験は試行錯誤を行った人（当事者）に蓄積されているため、ファブカプセルの検討に当たっては、データ化できない情報が人間とともに継承され、ものづくりに反映される仕組みを併せて考えることが重要である。

ファブカプセルの構築の目的の1つは、これを共通フォーマットとして、個人、企業等による円滑なコミュニケーションが可能となり、新しいものづくりにおける様々な組合せのコラボレーションが行われることである。しかし、ファブカプセルが構築され、ものに関する情報が標準化されたとしても、企業側の受け入れ態勢やコミュニケーションの問題により、コラボレーションがうまく行われない可能性がある。ファブカプセルは、製造方法やその再現性などの「製造」そのものの課題の解決には寄与するが、複数の創造的生活者や企業が連携し、ものをつくるというコラボレーションに関する課題は、ファブカプセルだけでは解決しないため、別に方策を検討する必要がある。

2. マテリアル・データベース

前述のように日本のものづくりは、データ、素材、ファブリケーション機器等を適切に組み合わせ、各要素を調整し最適化する「すり合わせ」を行うことで、高品質なものをつくってきたが、ファブ社会においても、様々な「素材」に注目し、日本が誇る新素材や独自の素材が創造的生活者に活用されるように、オープンな「マテリアル・データベース」を整備することが重要である。

なお、3D データの標準化についてはAMFの議論が進んでいるが、素材についての標準化は海外でも議論はそれほど進んでいない。素材開発・製造に関してもともと強みを持っている日本が、素材に着目し、標準化の議論においてイニシアチブをとることは国際競争力の強化の観点から重要である。

素材メーカーが成分表示をすることは、社会の安心につながり信頼が向上するという効果があるが、現状では創造的生活者が素材の性質まで正しく理解してものづくりを行うことは困難であるものと考えられる。そのため、ファブ社会においては、専門家だけではなく誰でも素材の性質を理解してものづくりを行うことができるように、そのような情報を設計ソフト、CADソフトに取り込めるようなデータベースとして構築する必要がある。

また、マテリアル・データベースについては、材料を提供する者と材料を使う者のマッチングを支援する機能も重要である。ファブ社会においては、創造的生活者が従来とは異なる発想でものづくりを行うこととなるため、素材に関しても、これまでの常識では考えられないような素材を活用することも十分あり得る。このようなニーズを満たすようにマッチングの精度を高めることが重要であり、マッチングの精度が高まれば新しいイノベーションが生まれる可能性も高まる。

ところで、将来的な展望として、今後 3D プリンタが発展した形で物質プリンタ²²が登場することが予想されているが、これとマテリアル・データベースが融合すると、物質プリンタの中で物質の生成が完結する未来が考えられる。ここでは、物質の生成はケミカル CAD のようなもので設計して出力するようになるため、それを記述する言語が必要となる。このような将来像を想定すると、3D データのフォーマットの中に物質の情報を記述できるメタ言語を入れられるようにしておくことが望ましいものと考えられる。そのメタ言語がマテリアル・データベースと連携すると、仮想化された物質を生み出すことができるようになり、現実世界には存在しない物質の研究が可能になる。

マテリアル・データベースを構築するに当たっては、標準化も見据えて取り扱う情報の範囲について検討する必要がある。例えば、素材情報の標準化については、成分表示だけでなく、品質を保証するための試験・検査方法についても標準化を検討する必要がある。

また、これまでのものづくりにおいては、利用目的（創作するもの）が決まれば、求められる素材の性質（強度、耐熱性等）が特定されるため、それに応じた素材の性質情報を提供することは可能であるが、ファブ社会においては、創造的生活者を中心に様々なものづくりが行われるようになるため、素材に求められる性質が多様になる。マテリアル・データベースの構築に当たっては、ファブ社会におけるものづくりに適した素材の性質情報に関する提供内容、提供方法等を検討する必要がある。

3. ファブコラボレーション基盤

創造的生活者のものづくりに関連する様々な法制度に係るリスク²³をコントロールするためにも、デジタルファブリケーション機器から出力されるすべての「新しいもの」に RFID (Radio Frequency Identification) のような個体識別タグが自動的に埋め込まれ、出力後も個別識別することがいつでも可能となるような仕組みをつくり出すことが望まれる。この仕組みを実装した「ファブコラボレーション基盤」が社会全体に整備されることによって、様々な法制度に係るコンフリクトを防ぎ、健全にファブ社会を推進していくことが可能となる。

新しくつくられるすべてのものが RFID のような個体識別タグを内含するようになるということは、創造的生活者のつくり出すものは究極的にすべて IoT (Internet of Things) になるということの意味する。たくさんのものがネットワークでつながり個別に識別される環境ができることによって、これまでにない様々な新しいサービスが提供されるとともに、イノベーションが生まれることとなる。

ファブコラボレーション基盤は、RFID のような個体識別タグを用いた「流通」のネットワークだけでなく、「生産」の工程においてもインターネットの自律・分散的なコンセプトを導入し、5層のネットワーク構造でファブ社会のものづくりを支えるものである。

²² 機器内部で化学反応を起こし、任意の分子を生成することができる機能を持つ 3D プリンタのことをいう。(本検討会に関連して実施された総務省の調査研究事業における情報基盤ワーキングにおける古川英光 山形大学教授の発表資料より)

²³ 知的財産管理、製造物に関する責任、品質保証に係るリスクなどが想定される。詳細については、次節（「第2節 制度的基盤」）を参照。

■ 第1層：工場のネットワーク化・スマート化

工場をAPI (Application Programming Interface) 化し²⁴、外部とスムーズにつなぐための基盤。工場の稼働状況、生産能力を可視化、提示、共有するとともに、データベース化することで、小ロット生産や多品種生産を可能にし、個人と企業のコラボレーションを加速させる。

■ 第2層：工房（ラボ）のネットワーク化・スマート化

小規模な工房でのコラボレーションによるものづくりを行うための基盤。現状において、工房の人的な交流はあるものの、離れた場所の工房がつながってものづくりを行うための情報基盤はない。

地理的に離れた工房でコラボレーションするためには、(1) 円滑なコミュニケーションが可能になる遠隔会議システムの「工房版」、(2) 同時に設計や変更が行える協調デザインシステム（建築分野でいうBIM (Building Information Modeling)）が必要であるものと考えられる。また、これらはOSに依存しないサーバサイドシステムとして実装されることが望ましい。

■ 第3層：デジタル工作機械群のM2M、標準CAM

すべてのデジタル工作機械の出力データ、入力データ、加工データ、機器情報、パラメータ一設定について、インターネットを通じて、遠隔操作、遠隔監視を行うための基盤。

危険物等を造形しない仕組み、勝手に機械が操作されない造形中の機器の安全確保、他人が勝手に自分の機器に出力しないようにするフィルター設定等が必要な機能として考えられる。

イントラネットではなく、外部に直接つなぐ仕組み、様々なプラットフォームが使われている中でプラットフォームに依存しない仕組みとすることが課題である。

■ 第4層：標準化されたものデータ、材料データの流通

3D データの標準化としては、3D プリンタにとどまらず、あらゆるデジタルファブリケーション機器で利用可能なデータとして標準化を行う。ただし、今後も様々な形式のデータが存在することが考えられ、1つの標準にまとまらないことも想定されるため、多様なデータを、それぞれのデジタルファブリケーション機器に合わせて変換するデータ変換基盤が必要となる。

また、素材データについても、設計ソフト、CAD から読み出せる形のマテリアル・データベースを構築し、その情報の流通を図る。

■ 第5層：アイデアやレシピの交換とラーニング環境

レシピについては、「ものをつくるレシピとしての過程」と「ものを完成させる上での変遷」の2つが考えられる。前者は完成されたレシピによる再現性を担保するための仕組みであり、後者は0（ゼロ）からものをつくり出す際の試行錯誤の過程を物語として共有できる仕組みである。新しいものをコラボレーションして生み出し、そのものを流通させるためには、この両方の仕組みが必要である。

また、アイデア、レシピが引用され、進化していくことを促すための仕組みが必要である。引用、改造などのものづくりに関するすべての履歴が残ることで、ものづくりのノウハウが継承されていく。その際に、クリエイティブ・コモンズ（後述参照）などのライセンスも同時に実装することが必要である。

レシピをいかに正確に伝えるか、複製しやすくするのに加えて、プログラム化（機械が理

²⁴ ソフトウェアでいうところのAPI (Application Programming Interface)のように、明示化された形式でその仕様を開示し、外部から容易に発注やコミュニケーションが可能な状態にすること。

解できる)、3D データとの連携が今後の課題である。

ファブコラボレーション基盤は、これらの5層のネットワーク構造に加えて、センサデータを発信しネットワーク化するIDを有するIoTデバイスを備えたものとなる。IoTデバイスを個体認識する技術として、既に標準化されているONS(Object Name Service)やPML(Physical Markup Language)を活用することが考えられる。

なお、RFID技術を、ファブ社会での個体認識技術として活用することは技術的には可能である。RFIDはこれまで利活用のインセンティブが弱く普及しなかったが、ファブ社会において、個体認識技術として活用されることが、その動機づけになり、普及につながるものと考えられる。

デジタルファブリケーション機器の普及により、工作機械とソフトウェアが連携することは非常に重要であるが、ファブ社会における新しいものづくりに係る課題は、技術だけでは解決せず、そこに存在する各主体間のコミュニケーションや社会全体のコンセンサス、あるいは、それを取り持つファシリテータ的な人材が重要である。また、法制度を含む社会制度と併せて検討することで、ファブ社会に相応しい情報基盤が構築され、適切な社会インフラが実装されることとなる。

なお、「第2章第2節1. 既存の製造業が変わる」で述べたとおり、Industry4.0のように既存の製造業に変革をもたらす新しい取組みが始まっており、それはデジタルファブリケーションによる新しいものづくりと親和性を有するものと考えられる。したがって、ここまで述べてきたファブ社会において必要とされる情報基盤については、その新しい取組みと共通のものとして活用できることもあるのではないかと考えられる。

データの標準化や素材の標準化等について、日本においても早急に取り組みを開始し、国際的な議論のイニシアチブをとるべきものと考えられる。そのためには、産官学が一体となってオールジャパンとしてコンソーシアムを組成し主要な関係者が参画する体制を構築することが望ましいものと考えられる。

第2節 制度的基盤

創造的生活者が新しいものづくりを行うに当たっては、法制度を含む様々な社会制度が関連するため、ものをつくるだけでなく、ものにまつわる法律や契約、保険、品質保証に関する正しい知識と理解が必要である。

ファブ社会の制度設計については、規制によって新しいものづくりの活動を萎縮させるようなことがあってはならない。創造的生活者の持つパワーが存分に発揮されることが重要であり、できる限り自由な環境でものづくりが行われることが望ましく、ファブ社会として設ける規制は最小限のものとするのが基本である。

この基本方針を踏まえ、ファブ社会を推進するための必要な社会制度について、知的財産管理、製造物に関する責任、品質保証、その他関連する制度に分けて整理する。

1. 知的財産管理

ファブ社会における個人レベルのものづくりは、ネットワークを通じて、アイデアの交換や分散的な協働製作など様々な主体とのコラボレーションによる創作が行われ、そこから新しいイノベーションが生まれることが期待される。インターネットがそのオープン性を背景に飛躍的に発展してきたように、インターネットと結びついて行われるファブ社会の新しいものづくりについても、オープンソース性を活かして、3D データ等の自由な利用・流通を可能とすることで、様々なコラボレーションによる創作が行われ、新しいイノベーションが生まれることが期待される。

したがって、ファブ社会における知的財産管理は、権利者の権利を適切に保護しつつ、3D データ等の利用・流通を促進させ、2次創作、3次創作などのいわゆる n 次創作・多次創作を活性化させる枠組みとすることが望ましいものと考えられる。

知的財産に関する現行の法制度の枠組みは次のとおりであり、ファブ社会においても、その枠組みは基本的には変わらないものと考えられる。

【ファブ社会における知的財産管理の枠組み】

A. アイデア、コンセプト、ノウハウ、技術的な発明

- ・ 原則としてパブリック・ドメイン (Public Domain) であるが、登録すれば特許権で保護される。

B. 文章、図面、スケッチ、イラスト、音声、写真、映像、CG・3D データ

- ・ 著作権で保護され得る。

C. ソフトウェア (プログラム)

- ・ 著作権で保護され得る (ただし、ソフトウェアの利用発明については特許権の保護対象となる。)

D. 実用品・工業製品 (の筐体のデザイン)

- ・ 原則としてパブリック・ドメインであるが、登録すれば意匠権で保護される (なお、著作権法上の「著作物」と判断される場合には著作権でも保護される。)

E. ロゴ、サービスマーク

- ・ 原則としてパブリック・ドメインであるが、登録すれば商標権で保護される。

n 次創作・多次創作を活性化させるために、著作権については、パブリック・ドメインと国際標準のパブリック・ライセンスを積極的に活用することが望ましいものと考えられる。「B. 文章、図面、スケッチ、イラスト、音声、写真、映像、CG・3D データ」における CC ライセンス ver4.0²⁵ や CC0 (ゼロ)²⁶ の活用、「C. ソフトウェア (プログラム)」における GPL²⁷、LGPL²⁸、Apache 2.0²⁹、MIT

²⁵ 平成 25 年 11 月 25 日に発表されたクリエイティブ・コモンズ・ライセンスの最新版。読みやすさの向上、政府や公共機関など特に欧州における公共機関での扱いやすさの向上が図られている。従来のバージョンよりもクリエイティブ・コモンズ・ライセンスのもとで提供される著作物の再利用や共有が実施しやすくなっている。

(<http://news.mynavi.jp/news/2013/11/29/054/>)

²⁶ 科学者や教育関係者、アーティスト、その他の著作権保護コンテンツの作者・所有者が、著作権による利益を放棄し、作品を完全にパブリック・ドメインに置くことを可能にするもの。これによって、他の人たちは、著作権による制限を受けないで、自由に作品に機能を追加し、拡張し、再利用することができるようになる。(<http://sciencecommons.jp/cc0/about>)

²⁷ GNU General Public License (GNU GPL もしくは単に GPL とも)。GNU プロジェクトのためにリチャード・ストー

ライセンス³⁰などの活用、これらのライセンスを活用したアーカイブやライブラリの充実が考えられる。

また、産業財産権については、クリエイティブ・コモンズのような契約を活用した産業財産権のオープン化の仕組みが今後必要になってくるものと考えられる（Open Registered Rights Licensesの構想）。実際に、産業財産権を取得しつつ、権利行使を防御目的の場合に限定し、オープンに利用を促すという試みが増えている（ex. Twitter、Google、Tesla Motors、トヨタ自動車、くまもん）。

なお、ファブ社会においては、ネットやデジタル技術を前提に3Dプリンティング・スキャン技術などが掛け合わさることにより、これまで予想もしなかった新しいビジネスや文化が登場してくることが期待される。n次創作を活性化させ、新しい技術を活用したビジネスや文化を阻害しないために、著作権に関して、公正な利用を包括的に許容し得る一般規定であるフェアユース規定³¹を導入することが望ましいのではないかと考えられる³²。

ファブ社会における知的財産管理を考える上で、次の点に留意すべきである。

- ・ ファブ社会においては、「実用品」の考え方やその権利の取扱いに留意する必要がある。「実用品」のデザインは原則として、意匠権の保護対象であるとされている。他方で、「実用品」であっても著作権法上の「著作物」に該当する場合には、著作権により保護される場合もあるとされているが、その保護範囲は必ずしも明確であるとはいえない³³。そのような中で、ファブ社会においては、個人が個性の発露たる「表現」として製作する少量多品種のプロダクトが増えることが想定される。ファブ社会の知的財産管理において、このようなプロダクトをどのように取り扱うべきか（従来どおり「実用品」として主に意匠権の保護対象とし、「著作物」に該当するものは著作権の保護対象とするか）、その考え方が整理されることが望ましいものと考えられる。

ルマンにより作成されたフリーソフトウェアライセンスである。八田真行の日本語訳ではGNU 一般公衆利用許諾書と呼んでいる。（http://ja.wikipedia.org/wiki/GNU_General_Public_License）

²⁸ GNU Lesser General Public License（以前は、GNU Library General Public License だった）または GNU LGPL、単に LGPL は、フリーソフトウェア財団が公開しているコピーレフト型のフリーソフトウェアライセンスである。八田真行による日本語訳では GNU 劣等一般公衆利用許諾書と呼称している。

（http://ja.wikipedia.org/wiki/GNU_Lesser_General_Public_License）

²⁹ Apache ソフトウェア財団（ASF）によるソフトウェア向けライセンス規定。1.1 以前は、Apache Software License（ASL）と称していた。著作権表示と免責事項表示の保持を求めている。1.1 以降のバージョンは Open Source Initiative がオープンソースライセンスと承認している。GNU プロジェクトは、1.1 以前のバージョンを GPL 非互換で非コピーレフトのフリーソフトウェアライセンス、バージョン 2.0 を GPL バージョン 3 互換（GPL2 以前とは非互換）のフリーソフトウェアライセンスと判断している。ソースコードはフリーソフトウェアやオープンソースプロジェクトでの開発にも使え、プロプライエタリ・ソフトウェアやクローズドソースの開発にも使える。BSD ライセンスをベースに作成された BSD スタイルのライセンスの1つである。（http://ja.wikipedia.org/wiki/Apache_License）

³⁰ マサチューセッツ工科大学を起源とする代表的なソフトウェアライセンスである。X11 License 又は X License と表記されることもある。MIT License は GPL などとは異なり、コピーレフトではなく、オープンソースであるかないかにかかわらず再利用を認めている。BSD ライセンスをベースに作成された BSD スタイルのライセンスの1つである。MIT License は、数あるライセンスの中で非常に制限の緩いライセンスといえる。（http://ja.wikipedia.org/wiki/MIT_License）

³¹ 米国著作権法第 107 条などに見られる(1)利用の目的・性格、(2)著作物の性質、(3)著作物全体との関係における利用された部分の量及び重要性、(4)著作物の潜在的利用又は価値に対する利用の影響等の諸般の事情から「公正（フェア）な利用（ユース）」と認められる場合には、著作権者の許諾なく著作物を利用しても、その利用行為は著作権侵害とならないという法理のこと。（http://www.cric.or.jp/db/world/america/america_c1a.html#107）

³² 中山信弘『著作権法（第2版）』393～402頁等参照。

³³ 知財高裁判決平成 27 年 4 月 14 日（「TRIPP TRAPP 幼児用椅子著作権侵害事件・控訴審判決」）参照。

- ・ ファブ社会における知的財産管理に関して、3D スキャン、プリンティングについて、新たな権利が発生し得るか否かという問題がある。現在、3D スキャン、プリンティングの際に行われるデータの修正や造形の調整等は、個性の発露たる「表現」とはいえず、「著作物」（思想又は感情を創作的に表現したものであって、文芸、学術、美術又は音楽の範囲に属するもの（著作権法（昭和 45 年法律第 48 号）第 2 条第 1 項第 1 号））と認められる極めて特殊な事情がある場合を除いて、著作権では保護されないものと考えられる。他方、どのような行為に「創作性」を認めるのか、権利の保護対象とするかについては、その時々が社会が決める（最終的には司法によって判断される）ことであり、その価値観が変化する可能性があることに留意が必要である。

なお、著作権で保護されるか否かにかかわらず、上記のようなデータの修正や造形の調整等の行為に対して一定の評価を与えるべきではないかとの意見がある。現状において、著作権で保護されない場合でも、一般不法行為に基づく損害賠償請求（民法（明治 29 年法律第 89 号）第 709 条）等により保護される可能性があることは付言しておく。また、ファブ社会におけるものづくりにおいては、データの修正や造形の調整等のプロセスは必要であり、それを担う人材を増やすことも重要である。評価の方法として、資格制度を導入することやビジネスとして対価を得る仕組みとすることなどが考えられるが、今後、社会に受け入れられる方法を検討すべきである。

- ・ ファブ社会においては、オープン化によるリスクを考慮する必要がある。設計データ等をインターネット上に公開する場合、違法コピーされるリスクについて留意する必要がある。なお、パブリック・ライセンスを利用することが違法コピーのリスクを高めるといった言説が散見されるが、インターネットを利用する以上、パブリック・ライセンスの利用とは関係なく、違法コピーのリスクは常に存在するものである。違法コピーのリスクはインターネットを利用すること自体に起因するリスクであることをきちんと認識する必要がある（違法コピーのリスクをゼロにしたいのであれば、インターネット上にデータ等を公開してはいけない。仮に公開するとしても違法コピーできないよう技術的な対応を行うべきである。）。

また、設計データ等をインターネット上に公開することにより、特許権、実用新案権、意匠権の登録要件である「新規性」が喪失してしまう可能性がある（特許法（昭和 34 年法律第 121 号）第 29 条第 1 項第 1 号、実用新案法（昭和 34 年法律第 123 号）第 3 条第 1 項第 1 号、意匠法（昭和 34 年法律第 125 号）第 3 条第 1 項）。この点に十分に留意した上で公開しないと、「新規性」が喪失し、各々の権利取得が後になってできなくなる可能性がある（ただし、条件によっては 6 ヶ月の救済規定あり³⁴）。設計データや製作物等を公開する場合には、このリスクに十分に留意する必要がある。

以上、ファブ社会における知的財産管理に関する留意点について検討してきたが、現行の法制度では、設計データは著作権の保護対象とされるものの、それを有体物として製造した段階で主に意匠権の保護対象となるとも考えられている（前述の「実用品」の問題）。ファブ社会においては、

³⁴ 特許出願前又は意匠出願前に発明又は意匠の公表が行われた場合には、その公表内容に係る発明又は意匠は新規性を失い、出願が拒絶されることとなるが、学会発表や展示等により新規性を失った発明又は意匠であっても、一定の場合には例外的に新規性を失わなかったものとして取り扱うこととしている（特許法第 30 条、意匠法第 4 条）。ただし、あくまでも例外的な取扱いであり、その内容を十分に理解しておくことに留意が必要である。

個性の発露たる「表現」として製作された「実用品」が増えることが想定されることから、「創作性」を広く認め、そのようなものについても著作権で保護すべきではないかという考え方もある。ただし、著作権は意匠権等と異なり、登録なしに自動的に発生する権利であることから、著作権の保護対象とすることにより、ハードウェアのデザインの自由な流通やn次創作の足枷になる可能性があることに留意が必要である。来たるファブ社会に向けて、創作者の権利の保護と製品・作品の自由な流通の促進とのバランスに配慮することが望まれる。

ファブ社会においては、データとももの境界が曖昧となり、それぞれに関する権利の境界線はほとんど存在しなくなる可能性がある。そのため、従来はデータとももので取り扱いを区別していても問題が生じることはなかったが、今後は取り扱いを区別することの問題が表出する可能性があることは指摘しておきたい。

2. 製造物に関する責任

製造物に関する責任は、多くの製造物が高度な科学技術を応用して製造されるようになる中で、製造業者と被害者の間に情報の格差があることを背景の1つとして、被害者・消費者保護の観点から、製造物による被害についての損害賠償責任を定める制度である。従来は製造業者として生産を行うのは主として企業・事業者であったが、ファブ社会においては、個人によるものづくりが広く行われるようになり、ものづくりを行う個人が製造業者として製造物責任法（平成6年法律第85号）の適用を受ける可能性があるため注意が必要である。

これを踏まえ、ファブ社会における製造物に関する責任は、被害者の安全性を適切に保護しつつも、ものづくりに参画する者の意欲を減退させるなどファブ社会の発展を阻害することのないよう、創造的生活者のものづくりを活性化させる枠組みとすることが望ましい。なお、このような枠組みの検討に当たっては、国際的な制度との整合性にも留意する必要がある。

まず、現行の法制度を前提として製造物に関する責任の基本的な考え方を整理する。

製造物に関する責任は、責任追及に「故意又は過失」の立証が必要な民法（第709条）に基づく一般不法行為責任と「製造物の欠陥」の立証で足りるとする製造物責任法に基づく製造物責任が存在する。すなわち、一般不法行為責任に必要な「故意又は過失」の立証ができない場合でも、特別法としての製造物責任法の適用を受けることがあり得る。ただし、製造物責任法の適用を受けない場合であっても、別途一般不法行為に基づく責任を負うことがあり、製造物に関する責任は製造物責任法に基づく責任のみを指すわけではないことに留意する必要がある。

製造物責任法においては、製造又は加工された動産について、業として製造、加工又は輸入した者はすべて製造物責任を問われ得るものであり、ファブ社会においても、これは変わらないものと考えられる。

ファブ社会における製造物に関する責任を考えると、3Dプリンティング（3Dプリンタ等のデジタルファブリケーション機器を用いて有体物を出力する行為）は、原則として製造物責任法上の「製造」に該当するものと考えられる。プリンティングを行う3Dプリンティング業者やプラットフォームフォーマー、創造的生活者等は、3Dプリンティングを「業として」実施する限り、原則として「製造業者等」（製造物責任法第2条第3項第1号）として製造物に関する責任を負うものと考えられ

る。

他方、3D プリンティング用のデータといった無体物は、原則として製造物責任法上の「製造物」に該当しない。このため、3D プリンティングを行った者が、瑕疵や欠陥があるデータ作成者に対して求償を求める場合は、一般不法行為責任（民法第 709 条）に基づいて要求することなどが考えられる。

製造物責任法は、損害賠償責任について規定する法律であり、自分で製造したものを自分で使用する「個人利用」の場合には、そもそも損害賠償が想定されないため、その対象とはならない。他方、有償で販売しているか無償で提供しているかにかかわらず、業として実施した場合（同種の行為を反復継続して実施した場合）、「製造業者等」に該当するものと考えられる。

ファブ社会においては、創造的生活者が、同種の 3D プリンティングを反復継続して実施することが想定される。このため、創造的生活者は、製造物責任について十分に留意することが必要である。他方、ファブ社会の到来に向けて創造的生活者が製造物責任について萎縮し、健全なファブ社会の発展が阻害されることは望ましくない。このため、3D プリンティングの製造物責任に関する論点を整理することとする。

- ・ 開発危険の抗弁として、「製造業者等が引き渡した時における科学又は技術に関する知見によつては、当該製造物にその欠陥があることを認識することができなかつたこと」が立証できれば、製造物責任は免責となる（製造物責任法第 4 条第 1 号）。なお、入手可能な最高の科学・技術の水準が判断基準となるものと考えられるため、このような立証は容易ではないことに留意する必要がある。
- ・ 契約・特約による製造業者等の免責又は責任限定については、製造物責任法の規定は強行法規性が強く、個別の契約より法律の方が優先されるものと一般的に考えられている。また、事業者・消費者間の契約による免責又は責任限定は、当該契約が消費者契約法（平成 12 年法律第 61 号）第 2 条第 3 項にいう「消費者契約」にあたる場合には、不当条項規制（消費者契約法第 8 条～第 10 条）によって無効となる可能性がある。他方で、事業者間同士の契約では製造物責任法に基づく損害賠償請求権の一部ないし全部を無効とする特約が締結されることがあり、このような特約は、民法第 90 条の公序良俗違反として無効となる可能性が指摘されるものの、現実の実務では、このような契約が締結されるケースがある。
- ・ 3D プリンティングによる製造物は、このほか、有用性ないし効用との関係で除去し得ない危険性が存在する場合でも、創造的生活者間で情報共有を図るなど限定的な範囲で、反復継続的に製造物を引き渡す場合が考えられる。このような場合においては、製造者が使用者に対して、「β版」、「未完成品」等と明記した上で、さらに、その危険性の発現による事故を防止・回避するのに必要な情報を提供することにより、製造物責任法上の欠陥と解されない可能性がある。
- ・ 前述のとおり、製造物責任法が適用されなくても、一般不法行為に基づき被害者の救済を図ることは可能であるものと考えられている。そもそも、製造物責任法は、製造業者等と被害者・消費者との間に情報の格差が存在することを背景の 1 つとして制定された制度である。しかし、ファブ社会においては創造的生活者と被害者の間で情報の格差が存在しないケースも想定されるなど、ものづくりに参画するプレイヤーが多様化するため、製造物責任についても、画一的ではなく、柔軟性のある対応が求められている。このような中で、創造的生活者が製造する

ものについては、一定の条件のもとで実質的に製造物責任法の適用を除外するというのもあり得るのではないかと本検討会では考えている。他方、製造物責任法のもとでこそファブ社会が健全に発展する、との意見もある。いずれにしても、ファブ社会において、3D プリンティングに関する個人の製造物責任については、製造業者の種類・属性、製造物の特性、製造方法、予見される使用形態など個別の事案に応じて、適切に判断されることが望ましい。

また、「製造業者等」に該当し得る者に係る製造物に関する責任のリスクを軽減するためには、社会インフラの整備が同時並行で進むことが望まれる。具体的には、安全性等を保証する認定制度の創設、裁判外紛争手続（ADR：Alternative Dispute Resolution）の普及、個人向けの賠償責任保険の活用可能性等が検討されるべきである。

ファブ社会における製造物に関する責任を考える上で、次の点に留意すべきである。

- ・ 製造物に関する責任に係る評判リスクについて、製造業者に加えて、ファブ社会においては、デザイナー、素材提供者の評判リスクも大きくなることが懸念される。現状では、消費者から見て製品の前面に出ている製造業者（＝メーカー）が大きな評判リスクを負っている³⁵。しかし、ファブ社会においては、どのような設計データに基づいてどのような素材で製造されたのかが消費者にとっても重要な関心事となることから、「デザイナー（設計者）」、「素材提供者」も評判リスクを負うことが想定されるため、評判リスクを低減する方策を検討する必要がある。この点、企業については、コンソーシアムを組成したり、合併会社を設立すること等により評判リスクを回避又は低減する方策があり得るのではないかと考えられる。また、個人については、第三者機関や業界団体による認定制度など第三者が評判リスクを受け持つ方策が検討され得るのではないかと考えられる。
- ・ ファブ社会においては、新たな情報基盤が整備されることが想定されるため、それを前提とした制度設計を検討することも必要である。

例えば、「ファブカプセル」³⁶構想は、デジタルファブリケーション機器から出力されるすべてのものについて、製造過程や流通過程をトレースすることができる仕組みを実装することとしている。したがって、この新しい情報基盤を活用することにより、もの自体が有する属性情報に基づき、製造の寄与度による収益分配や責任の明確化、リスクの定量化が可能になるものと考えられる。それにより、更に賠償責任保険が拡充することや製造物に関する責任に係る訴訟等の紛争が抑制されることが期待できる。

3. 品質保証

ファブ社会における品質保証は、消費者の権利を適切に保護しつつ、創造的生活者のものづくりの負担を増加させない枠組みとすることが望ましい。

³⁵ 評判リスクが、時に法的責任や訴訟リスクを上回るほど大きく、企業が少量多品種の製造やハッカブルな製品の製造を躊躇する要因の1つになっていることが指摘されている。

³⁶ 前節（「第2節1. ファブカプセル」）を参照。

品質保証は、製造業者による自主ルールと消費者³⁷との間の契約によって行われる。事業者間では明示的な契約が締結されるのが一般的であり、事業者・消費者間では商品表示とその期待値が契約になるものであり、この構図はファブ社会においても変わらないものと考えられる。このほか、安全性が強く求められる一部の製品については、最低限の品質基準が法令等によって定められており（建築基準法（昭和 25 年法律第 201 号）、食品衛生法（昭和 22 年法律第 233 号）等）、ファブ社会においても、その基準は適用されるものと考えられる。

品質保証は一般的に製造業者がその負担をすべて負うこととなっているため、創造的生活者には大きな負担となるが、これが足枷となってものづくりに躊躇するなどファブ社会の健全な発展の妨げとなってはならない。他方、これまで日本の高品質なものが国際社会で評価されてきたことを踏まえると、日本のものづくりにおける高い品質保証が国際競争力の強化に寄与する可能性もあり、バランスのとれた制度とすることが重要である。

また、健全なファブ社会の発展には、製造業者の品質保証コストを削減するための社会インフラの整備が進むことが望まれる。具体的には、検査試験をする場の拡充、第三者機関による品質検査・品質保証の実施、デジタルファブリケーション機器における品質保証を担保する機能の実装等が検討されるべきである。

ファブ社会における品質保証を考える上で、次の点に留意すべきである。

- ・ 品質保証と品質管理を分けて考えることが必要である。品質保証は、契約した条件の品質（性能、機能、法令等の規制）を保証することであり、品質管理は、その品質を生み出すためのプロセスが実行されているかを管理することである。品質管理は、そのプロセスが実行されていることはチェックするが、生み出されたものについての品質を保証するものではない。現状では、日本の製造業者は品質管理を徹底して行うことで、高い品質を維持している。他方で、創造的生活者に同様の高いレベルの品質管理を求めると大きな負担になってしまう。創造的生活者がどのような品質管理を行うべきかについては、今後検討が必要である。

4. その他

3D プリンタ等のデジタルファブリケーション機器の普及が進むと、銃などの危険物やわいせつ物のデータが流通することと相まって、これらのものがプリンティングされ、一般の人でも容易に入手することができるようになるという可能性が指摘されている。

もっとも、そのような事案について問題となる場合は、武器等製造法（昭和 28 年法律第 145 号）、銃砲刀剣類所持等取締法（銃刀法（昭和 33 年法律第 6 号））や刑法（明治 40 年法律第 45 号）など現行の法制度で既に規制されており、現に摘発も行われているところである。そもそも刑事法について市民の自由を確保する観点から謙抑性が求められ、また、本節の冒頭で述べたとおり、ファブ社会として設ける規制は最小限のものとするのが望ましく、現時点において新たな法規制を設ける必要はないものと考えられる。他方で、このようなリスクを未然に防ぎ健全なファブ社会を発展

³⁷ ここでは、製造業者から見た消費者であることを意味するため、いわゆる一般の消費者であることもあれば、素材や中間製造物を扱う事業者等である場合には、製造物を販売する相手（消費者）は事業者（企業）であることが多い。

させるためには、関係者による継続的な努力が必要不可欠である。例えば、プラットフォームや3Dプリンタ等を取り扱う施設が、利用規約等において危険物やわいせつ物に該当するデータのアップロードやプリンティングを行うことを禁止する規定を設け、取り扱う物品を確認することや技術的な防止手段を開発・実装することなど継続的な取組みが求められる。なお、ファブ社会においては、プリンティングしたものが危険物やわいせつ物に該当するか否かの判断が困難なケースが増える可能性があり（「α版」、もどき品の流通、素材・サイズを変えたプリンティングのケースなど）、基準の明確化やその対応について今後検討が必要である。

また、3Dスキャン技術の進展と3Dスキャナの普及により、個人情報保護やプライバシーに配慮すべき事案が増えることが想定されるが、基本的には現行の法制度で対応すべきものと考えられる。ただし、重大な権利侵害等が生じる可能性があるため、注意が必要である。

さらに、ファブ社会においては、創造的生活者を中心に様々なものが創作されることとなり、場合によっては、関係する法制度が多岐にわたる可能性がある。例えば、ハードウェアの操作に必要な通信技術や電波の割当てなどを規定する電波法（昭和25年法律第131号）、ドローンに見られるような飛行技術や飛行可能な高度の設定などを規定する航空法（昭和27年法律第231号）、公道の利用方法や維持・保守管理を規定する道路交通法（昭和35年法律第105号）や道路法（昭和27年法律第180号）、事故が起きた場合の原因究明の在り方を規定する消費者安全法（平成21年法律第50号）などが挙げられ、関係法令に関する正しい知識を身に付け、それぞれの法令に抵触しないようにしなければならない。

第3節 人的基盤

ファブ社会においては、消費者の多様なニーズに応えるために、多品種少量生産が可能となる3Dプリンタ等のデジタルファブリケーション機器を用いた新たなものづくりがクローズアップされ、「どんなものをどれくらいつくるか（What to make）」が重要な意味を持つようになる。これまでとは異なる新しい社会を迎えるに当たり、新しいものづくりの担う者を育成するとともに、リテラシーの向上を図ることが必要である。

1. 求められる人材像

これまで述べてきたとおり、ファブ社会においては、創造的生活者を中心とする新しいものづくりが行われることとなる。現在、その萌芽が現れつつある状況においては、創造的生活者がファブ社会を推進する先導的な役割を果たし、ファブ社会が発展するにしたがって、ものづくりの裾野が広がり、創造的生活者が増加するとともに、リテラシーも向上することが期待される。

ファブ社会においては、自分の周辺に存在する課題を見出し、それを解決するためのものを、様々な知見を持つ人々とのコミュニケーションを通じて考え出し、自らの手で実際につくり上げることが創造的生活者の基本的な活動となる。創造的生活者は、創作したものを販売したり、企業とコラボレーションを行うこともあるが、まず求められるものは、ものづくりにおける、企画・設計・開発というすべてのプロセスに対応できるような資質である。また、ファブ社会におけるものづくり

では、これまでの常識や慣例にとらわれない自由で斬新な発想ができる人材が求められる。

ところで、ファブ社会においては、「企業におけるものづくりプロセスの革新」により、もののコスト構造が変化することとなり、相対的にアイデア・デザイン等の価値が高まることとなる³⁸。したがって、ものに編みこまれる知識・情報・デザインを創出する力を有することが重要となり、多様化する消費者の主観的な感性に対応し、様々な異分野の知識を統合しつつ、個別の課題解決を実現できるような「新領域デザイン」を創り出す力（＝デザイン・エンジニアリング能力）が求められることとなる。つまり、「デザインとエンジニアリングの融合」、「デザインとファシリテーションの融合」、「エンジニアリングとファシリテーションの融合」のような、デザイン力に加えてエンジニアリングやファシリテーションの能力を併せ持つデザイナー等の「融合人材」あるいは「ハイブリッド人材」、すなわち、より幅広い基礎知識を有し、それらを組み合わせて新たな創造を行うことができる人材が求められることとなる。

なお、すべての創造的生活者がこのような素質、能力を完璧に有している必要はなく、また、それを求めることは現実的ではない。創造的生活者の中にも、コアな層とライトな層が存在し、ライトな創造的生活者については、まずは自分の生活や身近な環境の中から課題を見つけ、それを解決するために自由な発想でものを創作することができれば十分である。その基礎として、ハードウェア、エレクトロニクス、ソフトウェア、ネットワーク、サービスに関する技術・知見を有していることが望ましいものと考えられる。ただし、専門家である必要はなく、それぞれの領域の意味や関係性を理解し、自らのものづくりにおいて利活用するための基本的なスキルを持っていれば十分である。

また、創造的生活者は、新しいものをつくり出すことへの強い想いを持っていることが重要であり、さらに、自分が構想したものを実体化して利用者に提示し、利用者の評価を前向きに捉えて、より良いものに修正し続けられる柔軟性を兼ね備えた人材であることが望ましいものと考えられる。

2. 人材育成とリテラシー向上

創造的生活者は、ものづくりに関する総合的なスキルを有し、人々とコラボレーションしながらつくるべきものを導き出すことが求められるため、実践的なものづくりの経験を積み重ねることが重要である。したがって、実践的な学びの場を拡充させることが創造的生活者の育成につながるが、これには、ハード面、ソフト面の双方からのアプローチが必要である。

ハード面としては、学びの場の拠点を増やすとともに、様々なデジタルファブリケーション機器を配備し、自由にもものづくりの活動を行うことができる環境を整備することが必要である。例えば、学校の空き教室をはじめ、公民館や図書館等の公共施設、使われなくなった工場施設の一角、商店街の空き店舗などを活用して、年齢、性別、職業などを問わず誰もが自由に活動することができる学びの場を設けるべきである。さらに、全国各地に設けられた学びの場、活動の拠点がネットワークでつながり、リアルタイム、双方向（マルチチャネル）で情報のやり取りができるようにすべき

³⁸ デジタルファブリケーション機器により、試作型や金型を使用することなく、データを入れ替えるだけに容易に設計・試作を行うことができるようになるため、プロトタイプのコストが大幅に低下する。また、必要な場所でどこでも生産できるようになるため、製品の運搬コストが低下する。したがって、ものの価値が変わらない中で、製造、物流等のコストが下がるため、相対的にアイデア・デザイン等の価値が高まることとなる。

である。

また、ソフト面としては、学びの場における実践的な育成カリキュラムの開発が必要であり、開発された優れたカリキュラムは全国の拠点で共有されるべきである。既に取り組みられている実践的な育成カリキュラムとしては、Fab Lab が行っている「Fab Academy」やそこから派生して日本の Fab Lab で行われている「IoT クリエイター養成講座」などが挙げられる。これらは、ものづくりに関する幅広い内容を実践的に行うだけでなく、各拠点間において双方向的なコミュニケーションの中で学習するものであり、実践的かつコラボレーションを促進するカリキュラムである。

全国各地に整備された学びの場がネットワークでつながり、育成カリキュラムが共有されると、データやアイデア等が交換されるとともに、それぞれの地域性・特色が活かされた新しい育成カリキュラムがつくられ、さらに、それが共有され、更に新しい育成カリキュラムがつくられるという好循環が生まれることが期待される。また、学びの場を通じた人的な交流が行われることによって、新たなコラボレーションが生まれることも期待できる。

学びの場は、ものづくりそのものを行うだけではなく、知的財産管理、製造物に関する責任、品質保証などファブ社会において必要となる知識を習得する場としても活用することができる。

なお、このような様々な人々が混在し、双方向のコミュニケーションを通じた育成は従来のものとは異なるため、その素養を備えたファシリテータの育成も先んじて行う必要がある。

現在、ファブ社会が到来しつつある中においては、年齢、性別、職業などにかかわらず、創造的 생활者を見出し、育成することが重要であり、そのために上記のような学びの場を拡充することが必要である。これらの拠点での活動は基本的に学校教育外の地域の活動、コミュニティ活動として行われることを想定しているものであるが、将来を見据えた場合には、学校教育において新しいものづくりの素養を育むことは必要不可欠であるものと考えられる。

子供の頃から、「既製品」を「素材」とみなす視点、それを解体しハッキング／リアレンジする視点を持つことが重要である。このような学習志向を養成するため、初等教育から、素材などを自らの手でいじくり回しながら、「どうつくるか (How to make)」に加えて「何をつくるか (What to make)」という課題発見力を育成することが望まれる。

また、高等教育（大学、大学院）あるいは、後期中等教育（高等学校）の段階において、知的財産管理、製造物に関する責任、品質保証などファブ社会において必要となるリテラシーの習得の契機になるべく、ものにまつわる法律や契約に関する教育が行われることが望ましいものと考えられる。

第4節 社会実証（「ファブタウン構想」）

ファブ社会の到来に向けて、創造的 생활者を中心とする新しいものづくりが行われるファブ社会の社会像を明確化し、多くの人々にイメージを共有してもらうために、ショーケースとして社会実証の場をつくり出すことは重要であるものと考えられる。社会実証は、これまで述べてきたような施策を実際のフィールドに導入し、試行を繰り返すことによって、その有効性に関する評価を行う

ものである。

「第2章第4節1. ファブ社会とは」で述べたとおり、ファブ社会を推進することは地方創生社会をつくり出すことであり、社会実証においては「地方創生」を強く意識すべきである。日本の地方には、諸外国と比較して文化的な独自性がより色濃く存在しており、それを素材としてものづくりに活かすことができる。また、創造的生活者が、自ら居住する地域において、身近でかつ個別性の強い課題を見出し、それを解決するためのものづくりを行っていくためにも、地方を意識した社会実証を行うことは有益である。このような社会実証を行うことにより、創造的生活者が、地方独自のビジネスを育て上げる土壌につながる可能性も十分にあり得る。

ファブ社会においては、ものづくりに関する新たなコラボレーション体制をつくり上げるためにも、産官学が連携することが必要である。そのための「地域」という単位での連帯感（シビック・プライド）を端緒として始めることには意味がある。地域には既に学校・工房・工場など、ものづくりを行うための複数の拠点が分散して存在している。まずは地域の中で、これまで分かれていたそれぞれのものづくりの拠点が連携し、地域全体としての創造性を高めていく活動を支援する。その中で、デジタルファブリケーションと、その地域が大切にしてきた製造業・工芸・ものづくりとの融合を試み、独自のブランドを構築することが望まれる。独自性のあるブランドのもとで活動ができるようになったら、さらに他の地方間による連携が図れるようにしていくことが望まれる。

このような国内の拠点となる地域のことを「ファブタウン」と名付けることとする。「ファブタウン構想」実現に向けて想定されるステップを以下に示す。

- ① 対象となる地域を複数選定し、「企業（ベンチャー含む）」、「地方公共団体」、「大学」の3者と「創造的生活者」が一体となった推進組織を設立し、その地域の独自性（テーマ）を軸とした「ファブタウン創生」を宣言する。
- ② 地域内の学校や公民館等の公共施設の図工室、商店街や工場等の拠点、工房、デジタルファブリケーション機器を有する施設などを複数選定し、自由に活用することができる環境を整備する。地域内の各拠点間をすべて映像中継ネットワークで接続するとともに、ファブタウン間の映像中継ネットワークも構築する。
- ③ ファブタウンの各拠点において、高齢者、女性をはじめとした様々な立場の人々を対象とした創造的生活者になるための学びの場を提供する。ファブタウンでは、その地域にもともとあった製造業、工芸、素材などを軸に、地域独自の風土・文化・資源に根付いた新しいものづくりが継続的に実践される。また、ファブタウンのものづくりにおいては、地元の様々な業種・業態の企業も参画し、参加者を支援する。
- ④ ファブタウンで生まれた新しいものに関する情報を日本語のみならず多言語に翻訳し、世界中に情報を発信する。市場性があると評価されたものについては、製品化する。そのマーケットは国内だけとは限らない。
- ⑤ ファブタウン構想を進めていく過程で気付いたマネジメント上の成功・失敗の経験を他のファブタウンとオープンに共有する。ファブタウン構想における成果物はものだけではなく、ファブタウンそのものの運営方法であることに留意する。
- ⑥ ファブタウンの中に、創造的生活者が集まり、育ち、新しいものが生まれ続けるという生態系が構築される。そこから地方の独自性が加味された、新しいイノベーションが生まれ、新し

い経済や豊かな生活が実現する。独自のブランドを構築できたファブタウンは海外からも注目されるエリアになる。

おわりに

ファブ社会の発展に関する目標年次として、東京オリンピック・パラリンピックの開催によって世界中から注目が集まる平成32年（2020年）を設定することとする。海外からの観光客は、全国各地のファブタウンを訪れ、さまざまなものづくり施設を見学し、ワークショップを楽しみ、そして様々なものを購入して自国に帰るであろう。それを機に海外のファブタウンとの連携も始まるはずである。この目標年次においては、課題先進国である日本の新しい取組みとして、5年にわたる「ファブ社会創生」の過程と成果を発信したい。

なお、ファブ社会を迎えるに当たり、その萌芽が現れつつある現在においては、まだ創造的生活者は少数であるが、2020年には日本国内で100万人に達するものと見込んでいる。さらに、デジタルファブリケーション技術は加速度的に進展することが想定され、技術の進展とともに、デジタルファブリケーション機器を活用した新しいものづくりに参画する者も急速に増加するものと考えられる。創造的生活者は、2030年には1000万人、2035年には2000万人に達するものと見込んでいる。

(参考：各地域における企業・市民・大学の共創の取組み事例)

事例 1

岐阜県大垣市 IAMAS イノベーション工房[f.Labo]

平成 24 年 (2012 年) に情報科学芸術大学院大学(IAMAS)と財団法人ソフトピアジャパン³⁹の連携による市民工房という形で設立され、現在は産官学の連携の拠点となる学内工房として、デジタル工作機械を活用した産業文化の研究を行っている。市民工房の役割は 2014 年に新たに開設された「Fab-core」に引き継がれた。

様々な企業がチームになり製品開発に取り組む「コア・ブースター・プロジェクト」やデジタルファブリケーションの可能性を探求するコンテスト「展開図武道会」を実施しており、2014 年からはデジタル工作機械と工芸の掛け合わせによる新しい産業領域の可能性を探求する「Craft, Fabrication and Sustainability プロジェクト」を開始した。「コア・ブースター・プロジェクト」では大垣市の特産品を活かしたプロトタイプも製作されており、まさに地方発のイノベーション創出を牽引する存在といえる。



- 「コア・ブースター・プロジェクト」ではソフトウェア・ハードウェアエンジニア、デザイナー、ものづくり企業技術者など様々なバックグラウンドの人が集まり、プロトタイプを製作。

- そこで生まれた「光 枧」^{ます}「ことばつみき」「イロドリスタンド」は IT・エレクトロニクス総合展「CEATEC JAPAN 2014」で展示された。「光 枧」^{ます}は大垣市特産品の 枧^{ます}を活用したもの。



- 「展開図武道会」では同じ条件のもとで製作されたスツールの完成度を競い合う。展開図 (設計データ) をオンラインで共有し、材料があれば誰でもデジタル工作機械を用いて再現することや派生物を製作することが可能。

- 展示会を通して参加者同士がノウハウを共有し、コミュニティが形成されている。

写真出所 (上から) : 岐阜県ホームページ

(<http://www.pref.gifu.lg.jp/kensei-unei/kocho-koho/event-calendar/sonota/joho-sangyo/hikarimasu.html>),

「展開図武道会〜この椅子いいですね!」コミュニティ (<https://www.facebook.com/TenkaizuBudokai>)

³⁹ 2013 年度より公益財団法人ソフトピアジャパン

事例2

山形県米沢市 山形大学ライフ・3D プリンタ創成センター (LPIC: Life-3D Printing Innovation Center)

山形大学ソフト&ウェットマター工学研究室が運営している企業、市民、大学が参加する共創プラットフォーム。各種3Dプリンタ技術に、センター長の古川英光教授の世界初のゲル専用3Dゲルプリンタ技術、副センター長の川上勝准教授の"川上モデル"の技術を融合し、世界唯一のコア技術の研究開発基盤を構築、産官学金の連携を図りながら実用化・社会実装を達成する強力なイノベーション・エコシステムを形成することを目指している。

LPICは、山形大学内にある企業向けの「グローバル・メイカーズ・プラットフォーム（GMP）」と、JR米沢駅構内2階にある市民・小中高生向けの「駅ファブ」の2つの拠点で構成され、企業、市民とのコラボレーションを推進している。



- GMPは企業に無料で開放されており、企業の方がGMPで様々な試作を行っている。
- GMPでは山形大学の様々な分野の研究室が協力している。企業とのコラボレーションを通じて、山形大学内でのコラボレーションも進んでいる。



- GMPでは3Dプリンティングに関する技術研究を実施している。様々な素材でのプリンティング、新素材の開発を行っている。
- 技術研究は、企業とのコラボレーションだけでなく、実際の機器を使った大学の授業としても行われている。



- 駅ファブは、毎週土曜日にオープンな施設として、JR米沢駅の2階に開設されている。初心者向けの様々なイベントを実施し、3Dプリンタに触れる機会を提供している。
- 駅ファブには企業の方も多く訪れている。その中で、より本格的に取り組みたい方に対しては、GMPを紹介している。

写真出所：駅ファブ facebook ページ

(https://www.facebook.com/ekifab/photos_stream)

事例3

神奈川県鎌倉市 ファブラボ鎌倉

デジタルからアナログまで、様々な工作機械を備えた市民工房であると同時に、世界的なネットワークでもあるファブラボ。平成23年（2011年）に日本で最初のファブラボとしてオープンしたのがファブラボ鎌倉である。今では日本全国12か所に存在しているファブラボの中でも、ファブラボ鎌倉の特長は、自らを『Learn/Make/Shareをテーマに次世代のものづくりを学ぶ場所』と定義し、21世紀の「読み・書き・そろばん」として「Web・Fab・Presentation」を掲げ、いつでも誰でも学べるようなプラットフォームとして自らを位置づけているところである。これまでデジタルファブリケーション機器に触ったことがない、ゼロベースの人たちのステップアップをサポートする取組みに注力し、講習会も積極的に実施している。

この明確な位置づけのため、ほかのデジタルファブリケーション機器が置かれている施設が実施しているような機材や設備の時間貸しサービス、3Dプリント用のデータ作成サービスは行わず、講習会や「朝ファブ」（下記参照）の参加者であれば工房を利用することができるシステムになっている。地域の幅広い年齢層の人たちが、「ファブ」というキーワードで出会い、つながり、学び合うコミュニティのハブになっているのが、ファブラボ鎌倉である。



- 「朝ファブ」は、月曜日の朝9時にファブラボ鎌倉を掃除することからスタートする。この掃除に参加した人に限り、午前10-12時の間で機材が無料で使えるルールとなっている。
- 参加の年齢層は子供からリタイアしたお年寄りまで実に幅広く、特に主婦やクリエイターがよく訪れるという。
- 興味深いのは、「今日は用事があるから機材は使えないけれど掃除だけしに来たよ」という人が少なからず訪れるということである。



- 子供向けのワークショップも積極的に実施している。自分がデザインしたものをデジタルファブリケーション機器で出力する一連の流れを体験することができる。
- 子供も参加できる「10 STEPS for FabLife」という、アイデアを形にするスキルを身につける、全6回の実践型のワークショップも開催している。

写真出所：ファブラボ鎌倉ホームページ
(<http://www.fablabkamakura.com/>)

(参考: 「Fab Academy」の取組み)

Fab Academyとは

Global



Local

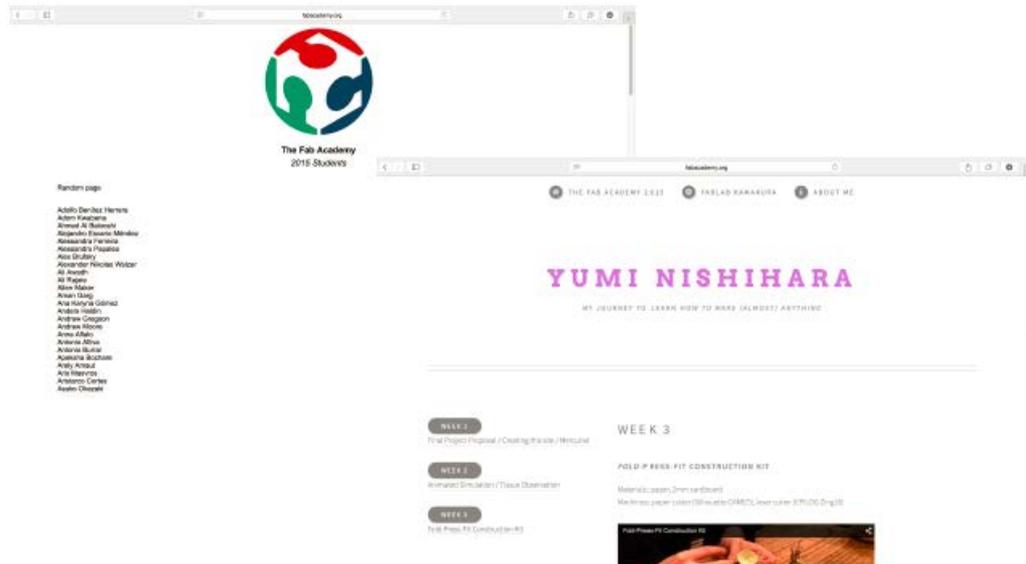


- ・ 世界52箇所のファブラボから255人の生徒が参加 (2015)
- ・ 多様なバックグラウンド(エンジニア、デザイナー、マネートレーダーなど)
- ・ How to make almost anything (アイデアを形にするあらゆる手法を学ぶ)
- ・ MIT Center for Bits and Atomsのニール・ガーシェンフェルド教授が始める

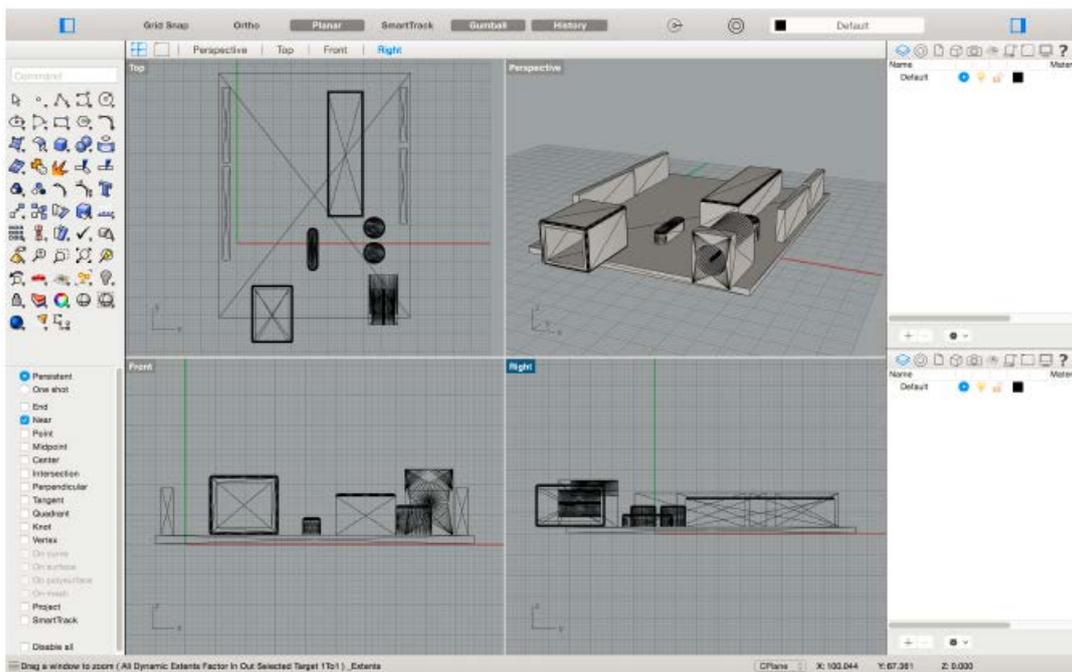
Fab Academyの学習内容

- | | |
|---|--|
| <ol style="list-style-type: none">1. Principles and Practices, Project Management2. Computer-Aided Design3. Computer Controlled Cutting4. Electronics Production5. 3D Scanning and Printing6. Electronics Design7. Embedded Programming8. Computer-Controlled Machining9. Molding and Casting10. Input Devices11. Output Devices12. Composites13. Networking and Communications14. Mechanical Design, Machine Design15. Interface and Application Programming16. Invention, Intellectual Property, and Income17. Project Development18. Project Presentation | <ul style="list-style-type: none">・ グローバルレクチャー 1.5h (毎週水曜日)・ グローバルレビュー 1.5h (毎週水曜日)・ ローカルレビュー・ ビデオレコーディング (Vimeo)・ 作品製作記録 (Mercurial)・ ハンズオン講習 (12h以上)・ メーリングリスト・ 18weeks <p>Red = 筐体
Green = 電子回路
Blue = ソフトウェア
Brown = 機械</p> |
|---|--|

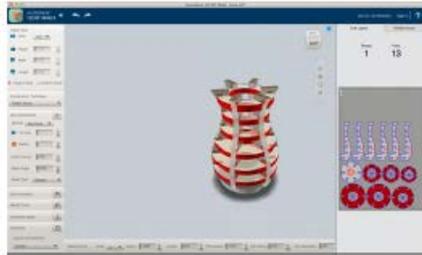
Project Management



Computer Aided Design



Computer Controlled Cutting



3D Scanning and Printing



Computer Controlled Machining

Molding and Casting
Composites



Electronics Production

Electronics Design

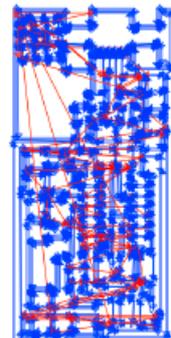
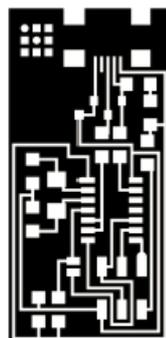
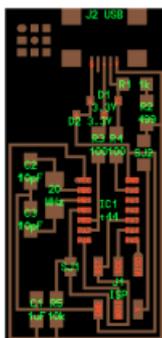


Eagle file

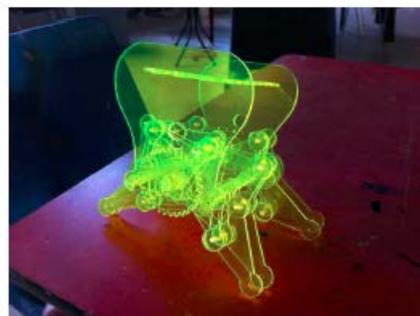
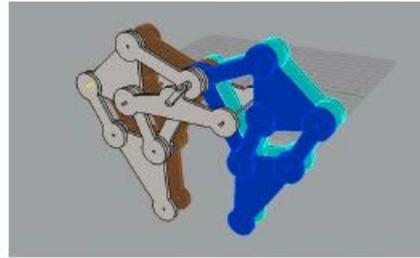
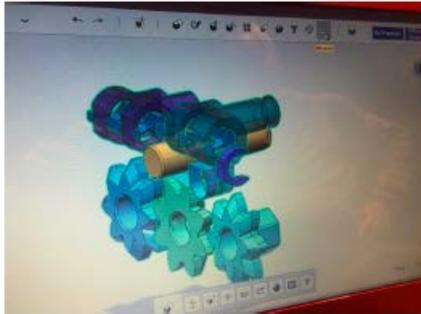
png file

path data

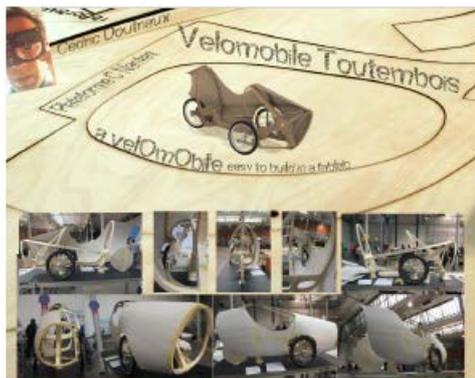
pcb



Mechanical Design and Machine Design



Final Project



「ファブ社会の基盤設計に関する検討会」

構成員

(敬称略、50音順)

岩 崙	博論	株式会社博報堂 コンサルティング局ストラテジックプランニング ディレクター
風 間	博之	株式会社NTTデータ 技術開発本部 サービスイノベーション センタ センタ長
小 林	茂	情報科学芸術大学院大学 産業文化研究センター 教授
瀧 田	佐登子	一般社団法人 Mozilla Japan 代表理事
田 中	浩也 (座長)	慶應義塾大学 環境情報学部 准教授
田 邊	集	凸版印刷株式会社 事業開発・研究本部 事業開発センター 主任
平 野	晋	中央大学 大学院総合政策研究科委員長、総合政策学部 教授
水 野	大二郎	慶應義塾大学 環境情報学部 専任講師
水 野	祐 (座長代理)	シティライツ法律事務所 代表 (弁護士)
村 西	明	富士通株式会社 ネットワークビジネス戦略室 シニアディレクター 兼 イノベーションビジネス本部 ソーシャルイノベーションビ ジネス統括部 A k i s a i ビジネス部 シニアディレクター (センシ ングネットワーク開発担当)
渡 辺	智暁	国際大学グローバル・コミュニケーション・センター (GLOCOM) 主幹研究員、准教授、研究部長

開催経緯

第1回 平成27年1月19日

- 開催要綱及び検討の背景
- ファブ社会における情報基盤及び制度的基盤

第2回 平成27年2月5日

- 構成員によるプレゼンテーション
 - ・ 瀧田構成員
「Mozillaの様々なオープン取り組み」
- 有識者によるプレゼンテーション
 - ・ 原田康徳氏（NTTコミュニケーション科学基礎研究所 主任研究員）
「なぜプログラミングを学ぶべきか」

第3回 平成27年2月23日

- 有識者によるプレゼンテーション
 - ・ 原 雄司 氏（株式会社ケイズデザインラボ 代表取締役社長）
「3Dスキャナーの進化と活用範囲の拡大」
 - ・ 加藤 未央 氏（FabLab 鎌倉 Fab マスター 慶應義塾大学 SFC 研究所 訪問研究員）
「Fab Academy と日本における IoT クリエイター養成講座について」
- 取りまとめに向けて

第4回 平成27年3月16日

- 構成員によるプレゼンテーション
 - ・ 岩寄構成員
「ファブ社会の市場経済像」
- 取りまとめに向けて

第5回 平成27年5月21日

- 報告書（案）について
- 構成員によるプレゼンテーション
 - ・ 田中座長
「『ファブタウン』という考え方」