

「ファブ社会」の展望に関する検討会 報告書

平成 26 年 6 月

総務省情報通信政策研究所

目次

はじめに	3
1. デジタルファブリケーションの発展によるフィジカル空間の出現と ものづくりの変化	5
1.1 デジタルファブリケーターの発展…小型化とインターネットへの接続.....	5
1.2 フィジカル空間の出現と ICF 社会の到来.....	8
1.3 「ものづくり」の変化①：企業におけるものづくりプロセスの革新.....	10
1.4 「ものづくり」の変化②：パーソナルファブリケーション.....	11
1.5 「ものづくり」の変化③：ソーシャルファブリケーション.....	13
2. 「ファブ社会」出現予兆.....	15
2.1 社会変革の流れからみた「ファブ社会」.....	15
(1) S字カーブで社会変革を予測する	16
(2) 産業化の終焉と情報化の始まり.....	16
(3) 産業化と情報化の交点としてのファブ社会の出現.....	18
2.2 インターネット前提社会としての「ファブ社会」.....	20
(1) グローバル空間としてのインターネット前提社会.....	20
(2) インターネット前提社会のキーワード.....	21
(3) インターネット前提社会とデジタルファブリケーションの課題.....	22
2.3 ユーザーイノベーションが加速する「ファブ社会」.....	24
(1) ユーザーがイノベーションを起こす.....	24
(2) 企業から見たユーザーイノベーション.....	25
(3) ユーザーイノベーションがネットワークにつながり流通する社会.....	26
2.4 デザインコンシャスに向かう「ファブ社会」.....	27
(1) デザインに投資する「ファブ社会」.....	27
(2) 中心がない世界、個別的・地方的製作の拡大.....	27
(3) 日本をクリエイティブな社会にするために.....	28
3. ファブ社会がもたらす社会構造変化.....	30
3.1 ファブ社会とは何か.....	30
3.2 ファブ社会がもたらす社会構造変化.....	31
(1) ものの生産、流通、消費の概念の変容.....	31
(2) 「新素材」、「新領域デザイン」への付加価値の源泉のシフト.....	31
(3) ファブ社会でおこる日本社会の構造変化.....	33
4. 健全なファブ社会発展に向けた課題.....	38
4.1 ファブ社会に必要な仕組みの構築.....	39

(1) ファブ制度的基盤の整備.....	39
(2) ファブ情報基盤の整備.....	41
4.2 ファブ社会を担う人材の育成.....	42
(1) 「新領域デザイン」を核にした人材の育成.....	43
(2) 「文化」への投資の拡大.....	44
4.3 先進的なファブ情報の発信と保存.....	44
(1) 「フィジタル・コンテンツ」の世界発信.....	45
(2) 情報のアーカイブ化による保存.....	45
(3) 先進的なソーシャルファブリケーション活動の事例紹介等展開支援.....	45
「ファブ社会」の展望に関する検討会 構成員	49
(参考) FabLab アンケート結果	51

図表 1: デジタルファブリケータの種類.....	6
図表 2: コンピュータ、ファブリケータの日常メディア化.....	7
図表 3: 世界 3D プリンタ市場規模予測.....	8
図表 4: フィジタル空間の誕生.....	9
図表 5: ICF 社会の到来.....	9
図表 6: 社会変革からみたファブ社会.....	15
図表 7: 社会の変化をとらえる「レンズ」 S 字波のパターン	16
図表 8: 近代化の流れ.....	17
図表 9: 産業化の流れ.....	17
図表 10: デジタル化とソーシャル化の 3 局面.....	18
図表 11: Internet Coverage.....	20
図表 12: インターネットの歴史.....	21
図表 13: 次世代 3D データ標準.....	23
図表 14: 米国、日本、英国における 18 歳以上の消費者イノベーターの割合 (%)	24
図表 15: 消費者によるイノベーション投資額.....	25
図表 16: ファブ社会とは.....	30
図表 17: ファブ社会におけるものづくりのバリューチェーンにおけるコスト構造の変化	32
図表 18: ネットワーク×デジタルファブリケーション基盤技術による生態系創出	41



総務省情報通信政策研究所『「ファブ社会」の展望に関する検討会報告書』はクリエイティブ・コモンズ・ライセンス【表示 4.0 国際】で提供されています。

1. 原著者のクレジットを表示すること

以上の条件を守れば、誰でも本書の内容を自由に共有したり転載したり、または内容を改変して新しい創作物に活用して頂けます。同ライセンスの詳細は以下の URL をご覧下さい。

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ja>

はじめに

3D プリンタやレーザーカッターといったコンピュータ制御の工作機械は、40 年ほど前から存在していたが、長くその用途は特定の専門分野に限られてきた。3D プリンタはもともと製造業において製品のモックアップ（試作品）を短時間でつくるために使われており（そのため RP:ラピッドプロトタイプと呼ばれてきた）、レーザーカッターはもっぱら、印鑑をつくるために使われていた。

しかし近年になって大きな変化が起こっている。工作機械は急速に低価格化、小型化、高性能化し、購入できるお店も増え、個人や少人数のグループでも手に入れられるようになった。機械群は、パソコンと接続されるようになり、「情報化社会における新たなツール」という枠組みの上で注目されるようになった。今や、これらの機械は、ビデオカメラやインクジェットプリンタなどと並ぶ「メディア機器」カテゴリーの一部であり、「デジタルファブリケーション」という新しい言葉で呼ばれている。その用途は、もう製造業に限るものではないし、これまでの常識に縛られない、新たな活用法が無数に生まれてきている。そしてその多くは、従来の専門領域の発想に囚われない、「個人（創造的な生活者、もしくはユーザー）」から生まれてきているのである。大型計算機が個人化して「パソコン（パーソナルコンピュータ）」になったように、工作機械が個人化することで、いま生まれているのは「パーソナルファブリケーション」の新しい文化である。

工作機械が個人化したことで、発想力の高い新たな「もの」を生み出す苗床になっていることと歩調を合わせるように、もうひとつ、見えないが重要な変化が起こっている。それは、工作機械が「インターネット」と繋がることで、分散的な製造システムが誕生しつつあることである。工場という「施設」に機械をすべて集めなくても、ネットワーク端末となった複数の工作機械を柔軟に構成すれば、状況に適合的でスマートな「生産」ラインを即時的につくりだすことができる。この結果、素材のある場所にデータを送ったり、ものが使われる場所に最も近い場所で生産する、といった従来とは全く異なる流通が生まれつつある。インターネットが、中央管理的な計算システムから、自律・分散・協調へのパラダイムの移行を導いたのと全く同じことが、いま「生産システム」において実際に進行しつつある。

パーソナルコンピュータと結びつくことによる「個人化」と、インターネットと結びつくことによる「分散化」。この2つの視点を中心に据えるならば、デジタルファブリケーション（工作機械）は、製造業の文脈ではなく、むしろ情報通信や情報化社会の文脈の上で、すなわち「デジタル化」の眼を持って、捉えなおす必要がある。その文脈で考えれば、デジタルファブリケーション技術は、情報化社会を完成させるための「最後の1ピース」で

あるということができる。これまで ICT (Information Communication Technology) と呼ばれてきた技術は、ICFT (Information Communication Fabrication Technology) へと進化して、情報と物質を互いに結び付けるような、新たなネットワーク社会、すなわち「ファブ社会」のイメージを抛出するのである。

そうした状況において、私たちはこの「ファブ社会」をどのように設計していくことが可能であろうか。その議論のために開始されたのが本検討会である。大きなパースペクティブを持つゲストスピーカーと、多様なバックグラウンドを持った委員により、この会では、現状対処的な議論とは全く逆の、未来志向の多様で活発な議論が繰り広げられた。

5 回に渡る検討会を進めていくなかで私たちが発見したのは、この、「情報と物質が混ざり合うような社会」においては、従来の情報技術やサイバー法を出発点に考えていくとしても、それだけでも十分ではないことであった。たとえば、デジタルコンテンツの領域では、著作権の問題が長く議論されてきたが、デジタルデータから「もの」までがつくられる「デジタルファブリケーション」においては、PL (製造物責任) 法もなんらかのかたちで再検討する必要がある。また、デジタルコンテンツであれば、スマートフォンや端末ひとつ、すなわちソフトウェアとデータだけがあれば再生・鑑賞ができるが、「デジタルファブリケーション」においては、データと工作機械と「素材」の 3 つが揃わなければ「もの」として取り出すことができない。したがって「素材」の安全基準が重要になる。しかし個体の管理技術は、RFID をはじめとする新たな技術によって、これまでとは全く異なるやりかたで実現可能なのである。PL 法に関しても、インターネットのソーシャルな仕組みを活かしてこれを実現する新たな方法が研究されるようになっている。

このように、議論のあらゆる局面で、「デジタル技術」と高いリテラシーを前提にしつつ、それを「もの (物質: フィジカル)」の世界にいかにか拡張して捉えるかという視点が欠かせないのである。こうした領域では、おのずと、複眼的な視野を持ったエキスパートが必要となり、そうした人材が大量に必要とされるであろう。

検討会を通じて、この「情報と物質が混ざり合う領域」は、人間が活動する新たな空間であると確信するに至り、私は独自の用語として「フィジカル」と呼んでみることにした。この会議が、今後何十年も続く新たな情報化社会の設計のための最初の一步となればと考えている。

ファブ社会の展望に関する検討会 座長 田中 浩也

1. デジタルファブリケーションの発展によるフィジカル空間の出現とものづくりの変化

近年、デジタルファブリケーターの小型化、汎用化が急速に進展している。デジタルファブリケーターとは、コンピュータ上のデジタルデータを、紙や木、布、樹脂、金属といった各種素材から切り出したり成形したりする工作機械である。数年前まで、これらの工作機械は工場や研究所に置かれ、専門スキルを持った人が利用する特別なものと考えられていた。しかしながら、機器の小型化・高性能化・低価格化に加え、データ作成ソフトの一般化なども進んでおり、今後、急速に一般人への普及も進むと考えられている。

デジタルファブリケーターは、「もの」の概念を変えた。3次元データが有ればその場で「もの」を作ることができ、逆に「もの」を3次元データに置き換えて保存したり送付することができる。一つの「もの」が、リアル空間とサイバー（デジタル）空間の両方に存在し得ることとなった。

デジタルファブリケーターが広く一般人に普及することにより、「ものづくり」の生産、流通、消費が大きく変わりつつある。その変化は、生産者と消費者の関係を変え、果ては社会のあり方そのものも変える可能性がある。

1.1 デジタルファブリケーターの発展…小型化とインターネットへの接続

デジタルファブリケーターとは、昨今話題の3Dプリンタはじめ、ミリングマシンやレーザーカッターなどの機器である。かつて高価かつ大型であったこれらの機器は、技術発展に伴い小型化・高性能化するとともに、関連特許失効等により低価格化が進んでいる。（図表1参照）

例えば、3Dデータをもとに樹脂素材を加工し、断面形状を積層していくことによってデータと同形の立体物を造形する3Dプリンタは、1980年頃からアメリカや日本で主に産業用の試作品製作機として開発された。2006年以降、オープンソースの3Dプリンタ開発プロジェクトが立ち上げられるとともに、大手3Dプリンタメーカーが保有していた熱溶解積層法（加熱によって軟化する熱可塑性樹脂を積層していく方法）の特許が失効したことがきっかけとなり、安価で小型の3Dプリンタが続々と登場することとなった。

この流れは、コンピュータの小型化の歴史を振り返るとイメージしやすい。現在、私たちが日常的に使用しているスマートフォンは、30年前のスーパーコンピュータに匹敵する能力を有している。当時、167平方メートル（約100畳）のスペースを要したメインフレームコンピュータは、ミニコンピュータ、パーソナルコンピュータを経て、スマートフォン

まで小型化するとともに、価格も下がったのである。

図表 1：デジタルファブリケーターの種類

種類	機器イメージ	用途	制作物イメージ
3Dプリンタ	 <p>"Makerbot Industries - Replicator 2 - 3D-printer 07" by Creative Tools http://bit.ly/1qHLYMU</p>	3Dデータをもとに樹脂素材を加工して、断面形状を積層していくことによってデータと同形の立体物を造形する	 <p>"Screw Cup - Makerbot Printed" by John Abella http://goo.gl/s2l95X</p>
レーザーカッター	 <p>"Great cutter eh" by Tim Regan http://goo.gl/umxb6U</p>	不可視レーザーによって、素材に彫刻、切断、穴あけ、マーキングなどの加工ができる	 <p>"laser cutter cafe vancouver-ep11-20130626-P6265025.jpg" by Roland Tanglao http://goo.gl/P1BDrp</p>
ミリングマシン	 <p>"MTM Snap Milling" by David Mellis http://goo.gl/DsibXl</p>	アクリルや木材、軽金属などの切削加工ができる	 <p>"Great cutter eh" by Tim Regan http://goo.gl/558mRH</p>

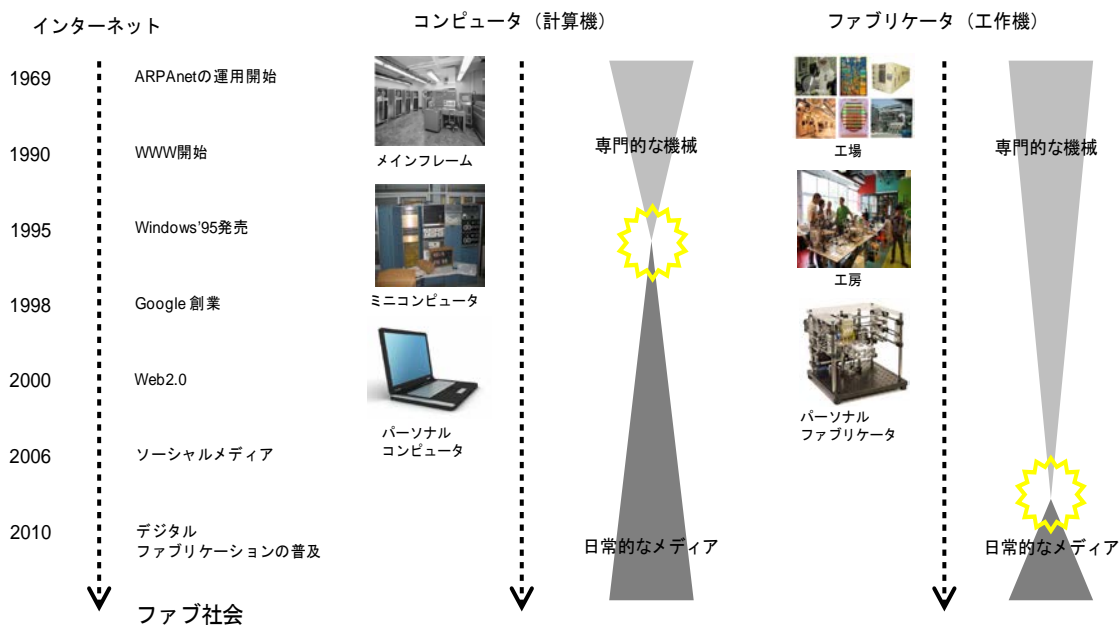
小型化されたデジタルファブリケーターは、工場のほかに、市民に開かれた工房に地域の共有物として設置され、広く一般人がこれら機器に接する機会が増えている。また、価格の低廉化と小型化が一層進展していることに伴い、個人でこれら機器を購入設置する者も増えている。

小型化と同時に重要なのが、インターネットとの接続である。コンピュータの場合、インターネットで接続されることにより、スタンドアロンでは行い得ない情報の共有、共有した情報による協業が可能になり、その使用領域が格段に広がった。1990年のWorld Wide Web 開始、パーソナルコンピュータによる簡易なインターネット接続を可能とする1995年のWindows' 95の登場などを経て、一般人がインターネットに接続し、情報を取得、共有するとともに、やりとりを重ね何らかのもの（情報）をつくりあげる協業が一般化することとなった。

デジタルファブリケーターにおいてもインターネットとの接続が進み、作成したデータを遠方に送ったり、データをダウンロードしたりすることが可能となった。この結果、イン

ターネットに接続された機器間で情報を共有したり、「もの」を協働してつくりあげることが可能になっている。(図表 2 参照)

図表 2 : コンピュータ、ファブリケータの日常メディア化

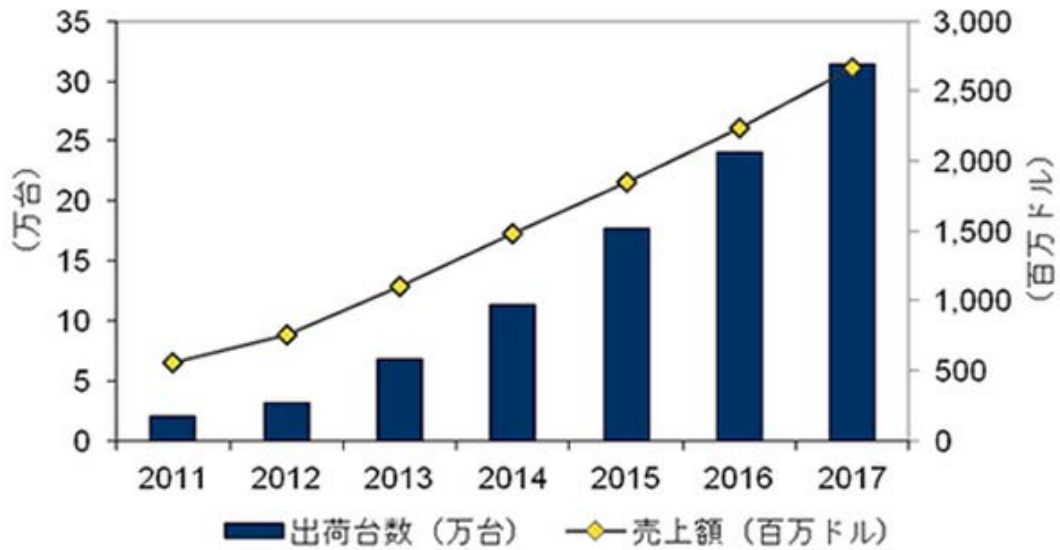


工作機械とインターネットの接続の進展は、生産・流通にも大きな変化をもたらしつつある。ネットワーク端末となった複数の工作機械を柔軟に構成すれば、状況に適合的でスマートな「生産」ラインを即時的につくりだすことができるようになっている。この結果、素材のある場所やものが使われる場所にデータを送って生産するといった、従来とは全く異なる流通が生まれつつある。インターネットを介してコンピュータが繋がることにより、中央管理的な計算システムから自律・分散・協調へのパラダイムシフトが導かれたように、「分散的な製造」へのパラダイムシフトが起こりつつあるといえよう。

(参考) 3D プリンタ

世界での 3D プリンタの出荷台数は 2013 年で 6 万 8 千台、2012 年から 2017 年にかけて年間平均成長率は出荷台数が 59%、売上額で 29%、すなわち 2017 年の出荷台数は 31 万 5 千台、売上額は 27 億ドル近くに達すると予測されている。(図表 3 参照)

図表 3：世界 3D プリンタ市場規模予測



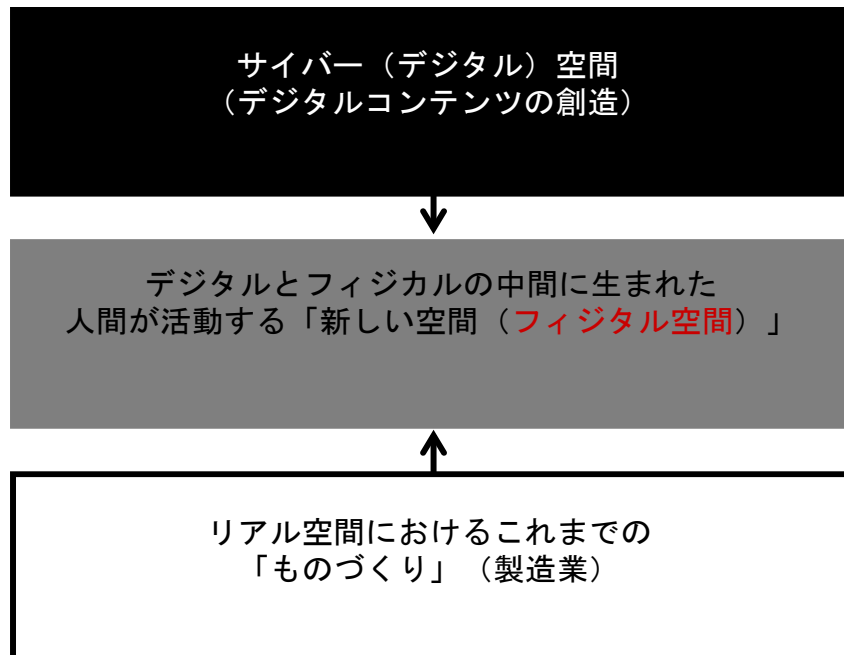
出典：IDC「Worldwide 3D Printer 2012-2017 Forecast and Vendor Shares」

1.2 フィジカル空間の出現と ICF 社会の到来

インターネットと結びついたデジタルファブリケーターがさらに発展していくと、これまで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と、ものづくりが行われてきたリアル空間の間に、「もの」と「情報」が相互に行き来し、もはや一体不可分に混じり合う空間が出現する。3次元データが有ればそれで「もの」を作ることができ、逆に「もの」は3次元データに置き換えて保存したり送付したりできる。一つの「もの」が、リアル空間とサイバー（デジタル）空間の両方に存在し得るのである。本報告書では、これを「フィジカル空間」と呼ぶ。（図表 4 参照）

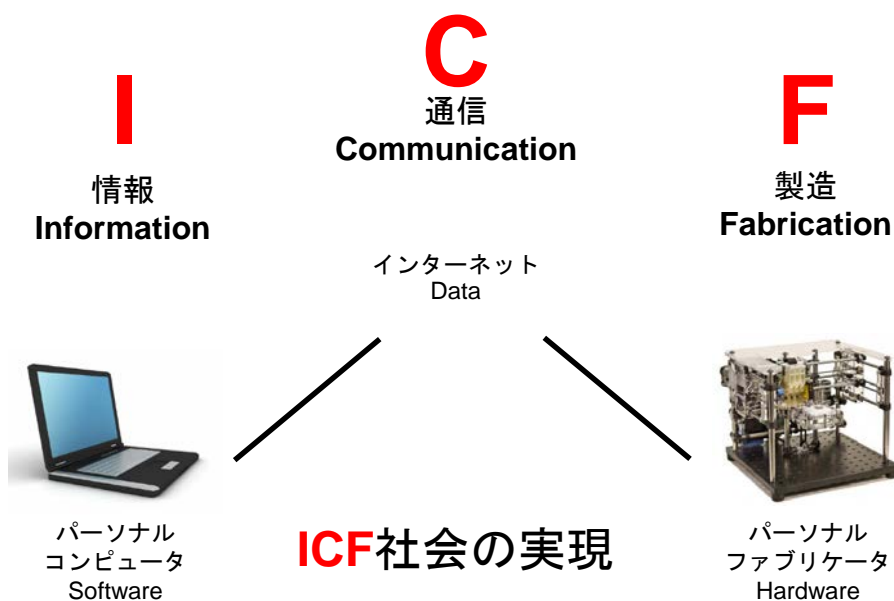
フィジカル空間では、これまでのサイバー空間、リアル空間における「創造」や「ものづくり」の常識が通用しない。サイバー（デジタル）空間では、時間や場所を問わず、同じものを出力できる。例えば、パーソナルコンピュータやスマートフォンを用いれば、デジタル化された楽曲や映像は同じデータであればどこでも同じように視聴することができる。しかし、フィジカル空間では、データをものに変換するため様子が変わる。それぞれの場所で異なる（ローカルな）素材を用いれば、もとは同じデータであっても、全く異なるものが出力される可能性がある。

図表 4：フィジカル空間の誕生



また、リアル空間で製造業に代表されるものづくりは、生産拠点を定め、金型を作製しての多ロット生産が主であった。これに対し、フィジカル空間では、インターネットにつながったデジタルファブリケータが情報に基づいて、必要なものを必要な量だけそれぞれの場所においてつくることができる。すなわち分散的な多品種適量生産ものづくりが可能となるのである。

図表 5：ICF 社会の到来



デジタル空間では、I=Information(情報)、C=Communication(通信)、そしてF=Fabrication(製造)の全てがデジタルで繋がり、「ICF社会」が実現する。情報化社会と言われて久しいが、これですべてのパーツが揃い、「情報通信物質一体化社会」が到来する。(図表5参照)

1.3 「ものづくり」の変化①：企業におけるものづくりプロセスの革新

デジタルファブリケータ普及によって、「ものづくり」は三つの方向性をもって変わりつつある。

第一に、産業におけるものづくりプロセスの革新である。より具体的には、企業における設計・試作時間の短縮等による研究開発の効率化、多品種少量生産、カスタマイズ生産の一般化、これまでにない素材やデザイン領域における活用である。

デジタルファブリケータにより、試作型や金型を使用せずに設計・試作を行い得るようになった。様々な形態を入力データの入れ替えだけで作り上げられるため、企業における試作・設計時間が大幅に短縮され、また、プロトタイプ作成コストが大幅に低下した。プラスチック容器や部材の新製品開発に活用され、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。近年、強度のある材料も使用できるようになっており、複雑な形状や形状の微調整を要するもの、相当の規模を有する構造物等の設計・試作等においても、大きな効果を生み出している。

同じものを大量に製造する場合、金型等を用いる従来の手法が安価で優れている。これに対し、入力データの入れ替えで様々な形状を作り上げられるデジタルファブリケーションは多品種少量生産に向いており、より個別ニーズに合致したプロダクト生産が可能である。例えば、義手／義足の製作においては、これまでは専門家が型取り・修正等を繰り返す非常に手間のかかる作業を行わざるを得なかったが、最適な形状を短時間で製作できるようになった。歯科治療において歯形作成に利用したり、手術前にシミュレーションのための臓器模型を患者の臓器データから作成するなど、患者個々人の体型に合わせる必要がある医療分野での活用が進んでいる。また、文化財を3Dデータとして保存したり、重要文化財の3Dデータからレプリカを作成しこれを「触れる展示物」として教育に活用するなど、文化・デザインや教育の分野で活用している例もある。

このように具体的な利用が進むと同時に、月面の粉末を新素材として利用し3Dプリンタで宇宙基地を出力する研究、食材から食事を出力する研究などのこれまでにない素材からものを作り出す研究が進められるなど、新たな機能や活用方法に関する様々な取り組みも

進められている。

1.4 「ものづくり」の変化②：パーソナルファブリケーション

ものづくりが変わりつつある第二の方向性としては、デザイナーや個人といった多様な人々が自らものづくりに関わる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タの小型化、低価格化、パーソナル化の進展により、個人レベルでこれらの機器を購入・利用したものがづくりが可能となった。3D プリンタのような出力装置だけでなく 3D データを作成するための 3D スキャンの低価格化、3D データモデリングツールの簡易化、オープンソース化等も急速に進展し、データ入力・データ作成に係る障壁も下がっている。

この結果、これまで実際の「もの」は作ってこ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まで生産するようになってきている。フリーで活動するソフトウェアエンジニアが、デジタルファブリケータを活用してデバイスを開発し商品化した例や、楽器の修理を専門に行っていた職人が、楽器の付属品をデジタルファブリケータで作成し新製品として販売を始めたケースなどもある。

また、DIY を支援するものづくりキットや場も登場し、ものづくりがより簡易に行えるようになった結果、デザイナー等にとどまらず、ものづくりのための知識やノウハウを持たない一般人も「つくる」行為に参画できるようになってきている。今後、企業や組織の一員ではない個人の独創的な視点や、企業での製品開発やビジネスをゴールとしない自由な発想をベースとしたものづくりが増えて行き、これまで分化していた「つくる人」と「つかう人」の境界があいまいになっていくと考えられる。また、ものをスキャンしたデータさえあれば誰でも簡単に製作できることに伴い、アマチュアとプロフェッショナルが同じレベルのものを製作することが可能になる分野が現れる。例えば、これまでの民芸や工芸（プロ）と、手芸や工作（アマ）といった区分や内容にも変化が起きるであろう。

（参考）

パーソナルファブリケーションの活動を支援する場として、デジタルファブリケータが設置された「Makers スペース」「FabLab」と呼ばれる施設が世界的に広がり始めている。

Makers スペースの代表例である TechShop は、2006 年にカリフォルニア州のシリコンバレーのほぼ中心に位置するメンローパークに創設された、DIY のためのデジタルファブリケ

一タ共用工房である。Twitter の創業メンバーでもある Jack Dorsey が TechShop で決済システム「Square」のデバイスのプロトタイプを試作し、創業したことで知られる。ものづくりをしたいユーザーを対象に、アイデアを形にし、また協業相手を見つけるといった交流が可能なコミュニティスペースとして設計され、有料会員になれば木工、機械工作、溶接、切断、CNC 加工などの設備を使用することができる。

FabLab は、MIT の Neil Gershenfeld 氏が 2005 年ごろに立ち上げた個人がデジタルファブリーケータを所有することなくパーソナルファブリーケーションを実践できる施設で、3D プリンタ、レーザーカッター、3次元スキャナー等が設置され、誰でも自由に使うことができる。現在、途上国を含め 30 カ国以上 120 か所以上の街に立ち上がっており、日本では鎌倉、筑波、渋谷など 7 ヶ所に展開され、現在も各地で設置に向けた議論が活発に行われている。FabLab 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をしており、その場に人々が直接で集うことから、地域コミュニティのハブとなっているものも多い。

FabLab は、世界に共通する FabLab 憲章の下で運営されており、そこで製作されたものの情報は全世界公開が原則である。また、各地の FabLab の web カメラは世界各国相互につながっており、各地の FabLab で今何が行われているかを観察することができる。このため、「FabLab」とは、デジタル工作機械を備えた市民工房の名称であるだけでなく、それらの国際的ネットワークも同時に指している¹。

日本では 2010 年春に FabLab Japan が活動を始め、2011 年、日本初の FabLab として、FabLab Kamakura（神奈川県鎌倉市）と FabLab Tsukuba（茨城県つくば市）がオープンした。現在は、FabLab Shibuya（東京都渋谷区）、FabLab Kitakagaya（大阪市住之江区）、FabLab Sendai（宮城県仙台市）、FabLab Kannai（神奈川県横浜市）、FabLab Oita（大分県大分市）の 7 つの FabLab が存在している。また、FabLab の活動を支援する研究室として、慶應義塾大学 湘南藤沢キャンパス 田中浩也研究室、hackerspace@tamabi（多摩美術大学）、東工大 附属高校 門田ロボテックなどが積極的な活動を行っている。これらは、f. labo（岐阜県大垣市）、FabCafe（東京都渋谷区）、モノ：ファクトリー（群馬県前橋市）などと連携し、さまざまなプロジェクトを展開している。

2013 年 8 月 21～27 日の 7 日間、第 9 回目の世界 FabLab 代表者会議が横浜で開催された。これは毎年世界の FabLab 関係者が一堂に会し、一緒にものづくりを行い、それぞれの取り組み内容を発表し、今後の FabLab やデジタルファブリーケーションの発展について議論する会議で、FabLab が所在している国において毎年持ち回りで開催されている。第 9 回世界 FabLab 代表者会議は、40 カ国 192 名の参加者を集め、参加メンバーが楽器や日本食を共同でつくるなど、国境を越えたコミュニケーションが行われた。一般公開されたシンポジウ

¹ 2002 年、FabLab を作る動きがアメリカ MIT（マサチューセッツ工科大学）から広がり、MIT の Neil Gershenfeld 氏が著書『ものづくり革命 パーソナルファブリーケーションの夜明け』で FabLab を紹介して以来、その考え方が急速に世界に広まったと言われている。

ムでは、各国の取り組みが発表された。

【コラム①】

FabLab の取り組みは各地域の特性や、切り盛りするオーナーのビジョンを反映したバラエティに富んだものになっている。途上国では、Wi-Fi ネットワークを FabLab で製作し NW を構築したり、生活に必要な道具を出力したりというように、FabLab が生活の一端を担う存在となっている。一方で先進国では、ものづくりを通じた地域コミュニティのハブとして機能している例が多い。途上国、先進国いずれの場合でも、そのコミュニティで調達した材料を使い、コミュニティの人間がものをつくり、それを使う、という地産地消の取り組みが進められている場合が多い。²

1.5 「ものづくり」の変化③：ソーシャルファブリケーション

第三の方向性は、デジタルデータ化された「ものづくり」情報や技術が、クラウド等を利活用してインターネット経由で交換・共有してすすめられる、ソーシャルネットワーク型のものづくり、すなわちソーシャルファブリケーションの進展である。ソーシャルファブリケーションでは、オープンデザインやオープンイノベーションの形態が多く見られる。

一例として、FabLab における創作活動がある。先に紹介したとおり、FabLab 作成したものは全世界公開が原則となっている。すなわち、FabLab はパーソナルファブリケーションの拠点であると同時にソーシャルファブリケーションの拠点でもある。そこでは、世界のどこかの FabLab で創られた作品アイデアを、別の国の FabLab でその地域の素材を用い、データを微妙に調整して自分のコンテキストに合わせた形で出力する、すなわちグローバルネットワークをベースとしたローカルなものづくりとしての「グローバルなものづくり」が行われている。

【コラム②】（グローバルなものづくりの例）

日本の FabLab 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し、そのデータを公開した。そのレザースリッパのデータを見たケニアの FabLab の運営者が、ケニアの土地に合うように形状も、素材も、柄もアレンジされて生まれ変わら

² 各国の FabLab での活動などを紹介したビデオとして <https://www.youtube.com/watch?v=YTwt7ji3EgY> がある。

せた。その生まれ変わったスリッパがオバマ大統領の祖母のもとにも、孫の顔が刻印されたスリッパとして届けられた。ある文脈で作成されたもののデータが、別の国で別の文脈に合うように改変されたグローバルなものづくりの一例である。

大規模な製品のソーシャルファブリケーションの例として、Local Motors のケースがある。Local Motors はアメリカのアリゾナ州にある自動車会社で、車の設計から組み立てまでをサポートし、車の製作手段を提供する。車の購入者は、まず、Local Motors がアレンジするエンジニアやデザイナー、自動車ファンが集まるインターネットコミュニティ「Forge」の中で、支援を受けながら車を設計・デザインしていく。その後、マイクロファクトリーに購入者が出向いて、指導を受けながら自分自身で組み立てる。このような取り組みは、今後、自動車だけでなく、様々なプロダクトに拡大していく可能性がある。例えば、Local Motors は 2014 年夏に GE と提携し「First Build」というクラウドソーシングプラットフォームを立ち上げ、キッチン家電の開発を進めて行く計画であるという。

より広く利用者を巻き込んだサービスとして、3D プリント情報をクラウド上でシェアする Thingiverse サービスがある。3D プリンターメーカーの MakerBot 社が運営しているもので、デザイナー等によってアップされたデータを誰でもダウンロードできる。データのアップロードには無料の会員登録が必要で、アップされているデータはそれぞれクリエイティブ・コモンズ・ライセンスが設定されている。現在 13 万人以上の会員が存在し、登録デザイン数は 2013 年 6 月時点で 10 万を突破、総ダウンロード回数は 2100 万回を数え、デジタルファブリケータユーザーにとっての一大プラットフォームになっている。

デジタルファブリケータの普及と歩調を合わせ、ソーシャルファブリケーションは大きく広がると予想される。具体的には、制作拠点については、FabLab の他、ホームセンター等がデジタルファブリケータを備えた場を提供するケースや、自動車等の特定ジャンルに特化した制作の場が提供されるケースが考えられる。また、企業が提供するベースデザインを利用者がソーシャルネットワーク上でカスタマイズし、それを企業の工場等が出力・製作するといった複合的な展開も予想される。

2. 「ファブ社会」出現予兆

デジタルファブリケーションの進展に伴う新しいものづくりの動きが、生活、産業、文化等を変容させ、この結果、新たに到来すると考えられる社会を「ファブ社会」と呼ぶ。

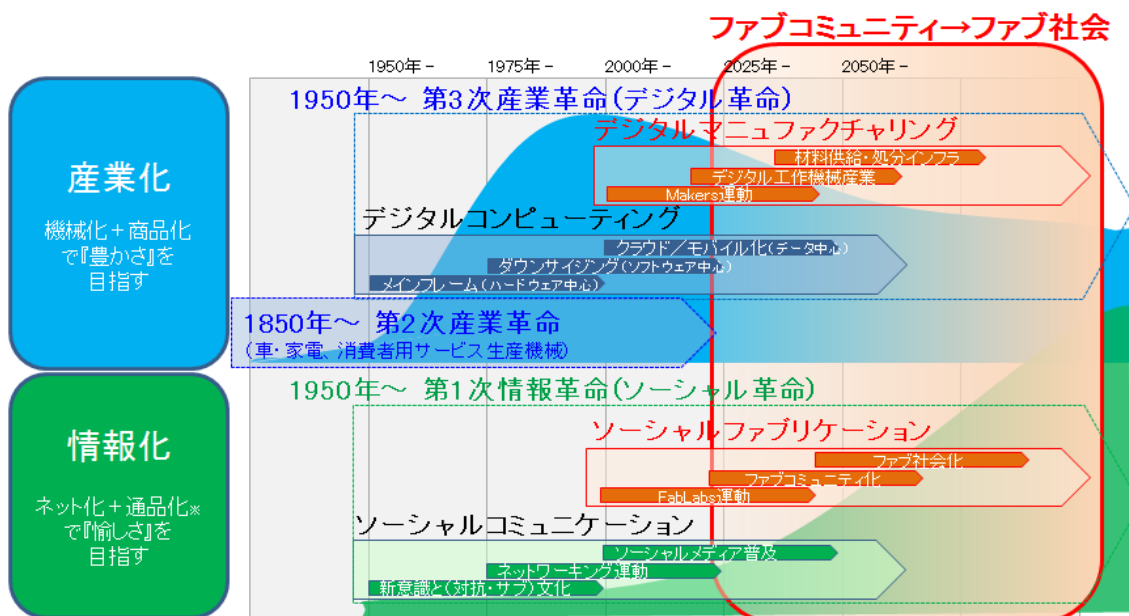
検討会では、この「ファブ社会」を展望するため、4名のゲストスピーカーをお招きし、ご講演いただいた。本章ではゲストスピーカーからいただいた意味深甚なお話の概要を示させていただく。なお、それぞれのプレゼンを踏まえて行われた検討会メンバーとの意見交換の過程で整理された課題等は、第3章以降に記載することとする。

2.1 社会変革の流れからみた「ファブ社会」

・・・多摩大学情報社会学研究所 公文俊平氏

今の時代は近代化の最終段階（ラストモダン）と位置づけられ、次の時代としてファブ社会が到来する。より具体的には、産業化の最後のフェーズである第3次産業革命と、産業化の次の社会変革と考えられる情報化の最初のフェーズである第1次情報革命との交差点にファブ社会が存在している。（図表6参照）

図表 6：社会変革からみたファブ社会



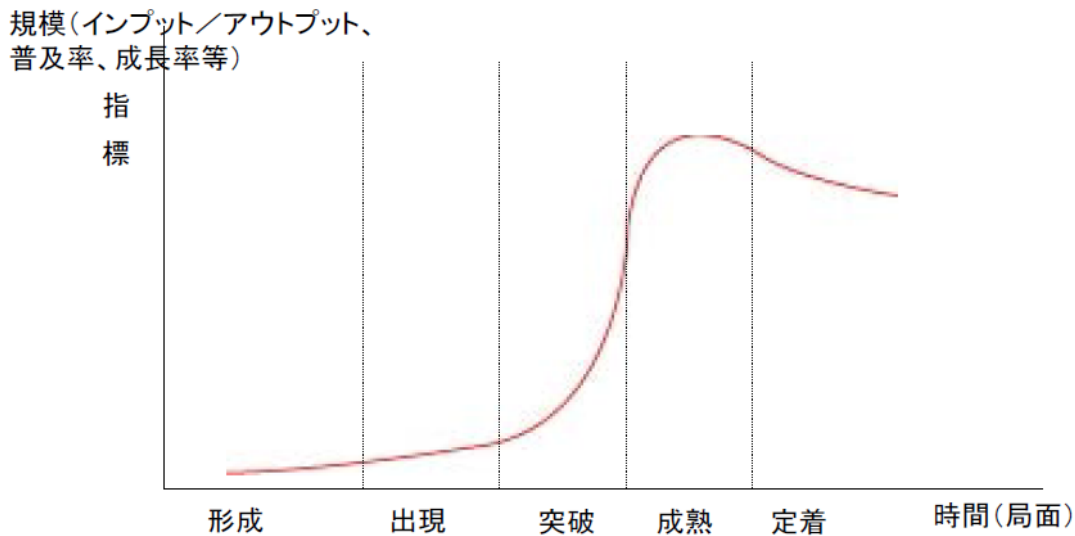
- 社会の動きは、「産業化」と「情報化」の2つに分けて考える必要がある。
- ファブ社会は産業化の動きの「デジタルマニュファクチャリング」と、1950年より始まった、情報化の動きの「ソーシャルファブリケーション」の2つの流れが同時に起こっている社会として定義できる。

第2回検討会 配布資料1より

(1) S字カーブで社会変革を予測する

社会変革のような大きな変化はS字カーブにそって、「形成」、「出現」、「突破」、「成熟」、「定着」の局面で推移する。その中で、さまざまな社会的物事は、ほとんどの場合かなり古い起源をもち、長い時間をかけて——場合によっては生まれたり消えたりしながら——徐々に「形成」され、そのうちに、小さくはあっても無視することはできない確実性をもって「出現」してくると考えられる。ひとたび出現した物事は、しばらくすると、その存在を疑うことはもはや誰にもできないほどの規模や速度で「突破」を開始するが、その極まるところは過剰な期待や信頼が生み出すバブルとなり、やがてその訂正が行われる。これがその物事の「成熟」過程にあたり、その結果として、新しい社会的物事は既存のさまざまな社会的物事との間に安定的な関係を結びつつ「定着」していく。(図表7参照)

図表 7: 社会の変化をとらえる「レンズ」 S字波のパターン



「形成」: 長い時間をかけて、生まれたり消えたりしながら「形成」される局面

「出現」: 小さくはあっても無視することはできない確実性をもって「出現」する局面

「突破」: その存在を疑うことはもはや誰にもできないほどの規模や速度で「突破」する局面

「成熟」: 過剰な期待や信頼が生み出すバブルとなり、やがてその訂正が行われ「成熟」する局面

「定着」: 既存のさまざまな社会的物事との間に安定的な関係を結びつつ「定着」する局面

第1回 検討会 公文俊平氏 基調講演 プレゼン資料より

(2) 産業化の終焉と情報化の始まり

このS字カーブを近代化の流れに当てはめると、現在は成熟化の局面、すなわち近代化の最後(ラストモダン)に位置づけられる。近代化は、大きく3つのフェーズに分けられ

る。最初のフェーズは国家化。16 世紀の後半から始まり、主権国家が正規軍をもち、領土という観念をもって「強さ」を追求してきた。次のフェーズが産業化。18 世紀後半から始まり、機械を使って商品を生産することで、「豊かさ」を追求してきた。そして最後のフェーズが情報化である。20 世紀の後半から始まり、ネットワークで人々がつながり、その中で商品・知識を共有することで、「愉しさ」を追求する。現在は産業化の最後と情報化の始まりが交差する時代に位置づけられる。(図表 8 参照)

図表 8：近代化の流れ

名称	局面	時期	内容	価値観
国家化	出現	16 世紀後半～	国軍化 + 領土化	強さ
産業化	突破	18 世紀後半～	機械化 + 商品化	豊さ
情報化	成熟	20 世紀後半～	ネット化 + 通品化	愉しさ

産業化をさらに細かく見ると、第 1 次産業革命、第 2 次産業革命、第 3 次産業革命の 3 つに分けることができる。第 1 次産業革命の中核は消費材である。1800 年から始まり、大衆が商品・消費材を買って消費してきた。その中で特に綿工業が発展した。第 2 次産業革命の中核は、消費者用のサービス生産機械である。20 世紀初めから始まり、消費者が機械を買ってきて自分でサービスを作り、自分で使っていた。その中で車・家電産業が発展した。第 3 次産業革命では、生活者（もはや消費者ではない）がものを作る機械を買ってくる、もしくは自分で工作機械をつくることで、自分で様々なものを製造する時代になると考えられる。その第 3 次産業革命の中核として、生活者用のデジタルファブリケータ産業が発展する。20 世紀の後半には、産業化と同時に情報化が出現した。情報化では、人々がお互いにつながるネットワークを原動力に売のではなく、シェア（共有）するサービス・ものが生まれ、「愉しさ」を追求するのではないかと推測される。(図表 9 参照)

図表 9：産業化の流れ

名称	局面	時期	内容	主要産業
第 1 次産業革命	出現	1800 年～	消費材を買って消費する	綿工業
第 2 次産業革命	突破	1900 年～	機械を買ってサービスを作る	自動車・家電
第 3 次産業革命	成熟	2000 年～	生活者がモノを作る	デジタル工作機械

(3) 産業化と情報化の交点としてのファブ社会の出現

このように現在は、産業化の最後のフェーズである第3次産業革命と、情報化の最初のフェーズである第1次情報革命が同時に起きている状態と考えられる。第3次産業革命は「デジタル化」がキーワードであり、20世紀後半から始まった「出現」局面のコンピューティング、21世紀前半から始まった「突破」局面のマニュファクチャリング、21世紀後半から始まると考えられる「成熟」局面のサービシングの3つの局面に分けることができる。

他方、第1次情報革命は「ソーシャル化」がキーワードであり、20世紀後半から始まった「出現」局面のコミュニケーション、21世紀前半から始まった「突破」局面のファブリケーション、21世紀後半から始まることが考えられる「成熟」局面のソリューションの3つの局面に分けることができる。(図表10参照)

図表 10：デジタル化とソーシャル化の3局面

	デジタル化 (第3次産業革命)	ソーシャル化 (第1次情報革命)
出現 ：20世紀後半～ 情報処理 (ネット/ウェブ社会)	コンピューティング ・インターネット ・クラウド	コミュニケーション ・ソーシャルメディア ・ソーシャルネットワーク
突破 ：21世紀前半～ もの処理 (ファブ社会)	マニュファクチャリング ・デジタル工作機械 ・原料供給・回収インフラ	ファブリケーション ・FabLab ネットワーク ・BioLab ネットワーク
成熟 ：21世紀後半～ 制度処理 (ピア社会)	サービシング ・介護ロボット 等	ソリューション ・SocLab ネットワーク

デジタル化はインターネット、クラウドに代表されるコンピューティングから始まり、デジタル工作機械を中心としたマニュファクチャリングに進む。今後、デジタル工作機械の普及と、それを支えるインフラとしての原料供給、作ったものの回収と再利用等が大きな産業になることが考えられる。

ソーシャル化はコミュニケーション革命として出発し、ファブリケーションの領域に拡張している。今後、FabLab ネットワークによるもの作りや、BioLab ネットワークで「生き物」をつくることまで拡張する可能性もある。

以上のような流れから考えると、ファブ社会は、企業から商品を提供され個人が消費する社会から、個人が自分でサービスやものを作り出すという産業化に係る流れと、ソーシャルメディアの普及により飛躍的に拡大した、国を超えて人々がつながるネットワーキン

グ運動の流れの2つの視点でとらえられる。2025年頃からファブ社会が立ち上がり、2050年には、デジタル工作機械産業がさらに発展し、材料供給・回収の社会インフラが整備され、その中で、個人が自分でものを作り、商品・情報をシェアし、「楽しさ」を追求する社会になっていくのではないかと見られる。

2.2 インターネット前提社会としての「ファブ社会」

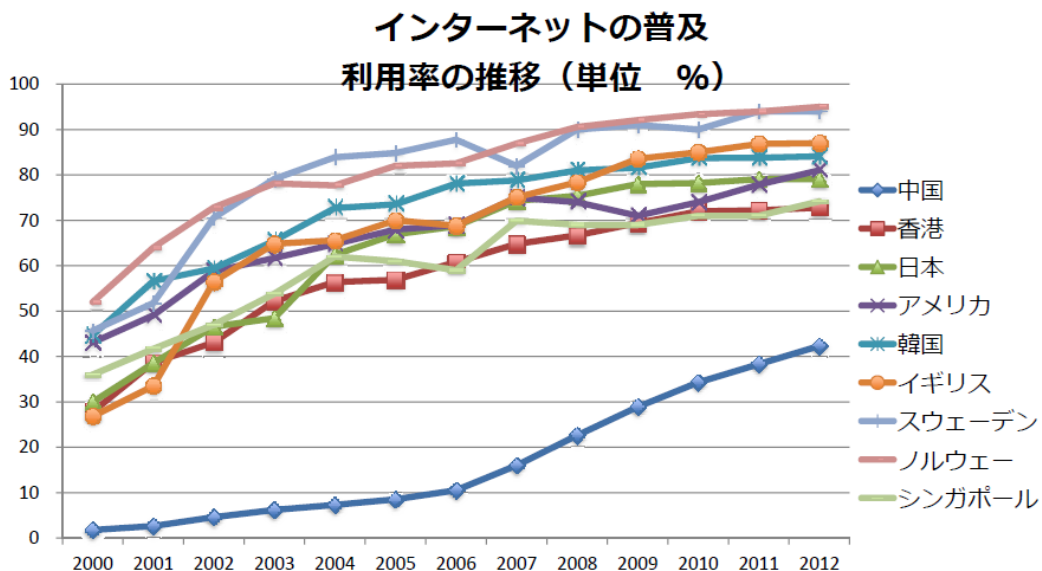
・・・慶應義塾大学環境情報学部 村井純氏

デジタルファブリケーションは、全人類が共有するグローバルなインターネットを基盤としている。この観点からは、「ファブ社会」は「インターネット×ものづくり」として、「インターネット前提社会」の進展の中に位置づけられる。すなわち、70億人のインターネットの「参加者」で何ができるかということが、デジタルファブリケーションを考える起点となる。ここでは、インターネットとデジタルテクノロジーの視点からデジタルファブリケーションを考察する。

(1) グローバル空間としてのインターネット前提社会

インターネットの普及の推移を見ると、2012年の時点で、インターネットのカバレッジは全世界で35%程度。先進国だけでみれば70%を超える。2020年には全世界で70%以上のカバレッジになることが考えられ、今後、インターネットを前提とした社会を考えることが必要になる。(図表11参照)

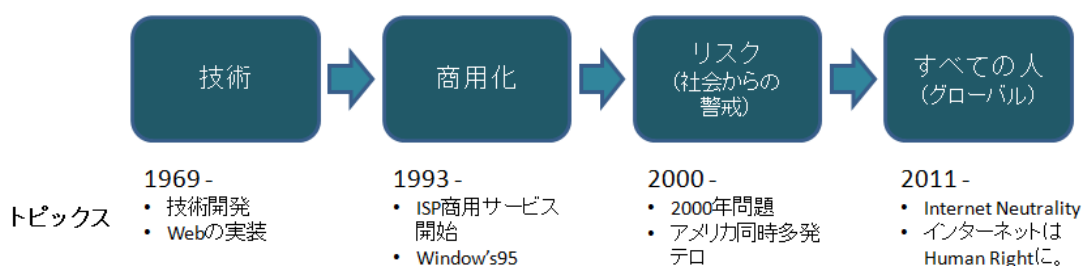
図表 11 : Internet Coverage



インターネットの歴史を振り返ると、技術開発から始まり、ビジネスで拡大し、社会から警戒される存在を経て、全人類で共有するグローバル空間になった。具体的には、1969

年の誕生から、1990年に「World Wide Web: Proposal for HyperText Project」が発表されるまで、技術開発が中心に行われていた。1990年代の後半に商用化が進み、多くのビジネスが立ち上がって利用が拡大していった。Y2K問題を機に、急速に規模、影響力を拡大しつつあったインターネットに対して、一般社会、政府から警戒の動きが出始める。その流れの中で、2001年にアメリカでアメリカ同時多発テロ事件が発生し、アメリカでは、インターネットにフィルターをかける、あるいはブロックをするといったインターネットをコントロールする動きが強まった。これに対して、インターネットは所在地、国籍に関係なく、地球上の全人類が共有する「グローバル」なデジタル空間であり、その考え方を前提に様々な国際間の問題を議論しようというInternet Neutralityの議論が始まった。これは2011年に国連から発表された、「インターネットへのアクセスはヒューマン・ライツ（人権だ）」という報告書の考え方にもつながっていると考えられる。（図表12参照）

図表 12：インターネットの歴史



インターネットはコンピュータのネットワークから始まって、人をつなぐネットワークとなり、さらに現在では、そのネットワークにセンサー、ものがつながっている。やがて全てのものがインターネットにつながり、無限のデータを生み出し、そのデータがグローバルに流通し共有される。これがインターネット前提社会の姿である。

(2) インターネット前提社会のキーワード

インターネット前提社会は、「グローバル」であるのは当然であるが、同時に位置情報、時空間情報がデータと結びつき、「ローカル」も重要になってくる。インターネットですべての人類がつながり、さらに、地理的に人間が特定できることで、全人類が「参加者」として、クローズかオープンかを問わず、自由なコミュニティを形成できるようになる。さ

らに、ワイアレスの環境が進むことにより、人間に自由な移動と、空間のカバレッジの完全性を提供することになるだろう。

また、インターネット前提社会で重要なキーワードの一つが「ソーシャル」という考え方である。ソーシャルのコンセプトの重要なポイントは、参加者自身が、自分が何をするかについて自由に決めることができ、そのコミュニティにコントリビューション（貢献）ができるということである。その一方で、個人としての役割、権利、責任が生じるという意味で「パーソナル」という考え方も重要となる。

(3) インターネット前提社会とデジタルファブリケーションの課題

ウェブ空間では、データのフォーマットの標準化ができれば、どこでも誰でも何でも、デジタルファブリケータにより出力できる仕組みを作れる可能性がある。

現在、デジタルファブリケーションに関する標準化の動きとして、3Dプリンターデータの標準化が進められている。次世代3Dプリントデータフォーマットは、Amf (Additive Manufacturing Format) がASTM (American Society of Testing and Materials) で検討されている。その検討では、マルチマテリアル、カラー対応、内部の組成・構造の指示、仕上げ処理との連動が含まれている。(図表13参照)

現在のところ、国際ルールの制定や標準化の動きは、3Dプリンターのデータ領域にとどまっている。しかし、今後は、デジタルファブリケータ全体に関わるデータの標準化、デジタルファブリケータのOSの標準化などに広がる可能性がある。

また、デジタルファブリケーションが普及した社会における課題としては、品質管理、知財管理、製造物責任が挙げられる。品質管理については、多数の力で品質管理の役割を分担して担うソーシャルな品質管理や、第三者にインターネットを經由して保証させるクラウドソース品質保証、さらには、ものを出力する際に同時にRFIDを印刷して登録し、品質管理に活用する等の仕組みが考えられる。知財管理については、クリエイティブ・コモンズの制度の活用も考えられ、今後、パーソナルファブリケーションの団体とWIPO (World Intellectual Property Organization) が議論の場をもつことが、重要である。さらに、製造物責任については、複数の者が関わって製造したもので、最終的に出力した個人が、事故が起こった際に直接全ての責任を負わされないような仕組みについて、今後、検討する必要があるだろう。

日本がファブ社会で国際競争力をもつためには、このような国際的な標準化等の動きに先んじて、日本発の標準化、仕組みづくりを加速させる必要がある。

図表 13 : 次世代 3D データ標準



Hod Lipson (Cornell University) “Draft Additive Manufacturing File Format” より引用・編集
http://amf.wikispaces.com/file/view/AM2010_lipson.ppt/237127968/AM2010_lipson.ppt

2.3 ユーザーイノベーションが加速する「ファブ社会」

・・・神戸大学大学院経営学研究科 小川進氏

現在、先進国では消費者ニーズが多様化し、従来型の大量生産大量消費のモデルでは、消費者が本当にほしい物・サービスが必ずしも提供できない状況が生まれている。その一方、個人が自分のために自分の欲しいものをつくるという活動が、企業が提供していない新しい価値を生み出し、最終的に市販されるというユーザーイノベーションが生まれている。ユーザーイノベーションの動きは、インターネットにつながることによって、更に拡大しつつある。

ファブ社会では、誰もがデジタルデータを活用して容易にものづくりを行える環境が整うと想定されることから、ユーザーイノベーションの流れが更に加速すると考えられる。さらに、現在個人が作り、個人でしか利用していない商品・サービスが、インターネットを通じてグローバルに提供・展開される。すなわち、ファブ社会では、個人が、デジタルファブリケーションとグローバルネットワークを使い、商品を自分で企画し、製造するだけでなく、流通させることが容易になると予想される。

(1) ユーザーがイノベーションを起こす

消費者が新たな製品創造、既存の製品に改良を加えるユーザーイノベーションが、あらゆる製品分野で起こっている。最終的にマーケットに投入されて、新しい機能の追加、既存の製品の機能を10%以上向上させたユーザーイノベーションについて調査したところ、イギリスで6.1%、アメリカで5.2%、日本で3.7%の人が消費者イノベーターであった。(図表14参照)

図表 14：米国、日本、英国における18歳以上の消費者イノベーターの割合（%）

	日本 (N=2,000)	米国 (N=1,992)	英国 (N=1,173)
製品創造	1.7	2.9	2.1
製品改良	2.5	2.8	4.5
両方	0.5	0.5	0.5
全体	3.7	5.2	6.1
拡大推計値	470万人	1,600万人	290万人

(出所) von Hippel, Ogawa, & de Jong (2011)

また、消費者イノベーターがユーザーイノベーションにかけている費用は、企業の R&D にかけている金額に対して、イギリスで 144%、アメリカで 36%、日本で 13%にもなる。(図表 15 参照)

図表 15：消費者によるイノベーション投資額

	日本	米国	英国
消費者イノベータの平均支出			
・時間(日/年)	5.5	9.9	7.1
・総金額支出	\$1479	\$1725	\$1801
消費者イノベータの年間総支出	\$5.8 billion	\$20.2 billion	\$5.2 billion
対消費財メーカーR&D費用	\$43.4 billion	\$62.0 billion	\$3.6 billion
メーカー費用に対するイノベータ支出比	13%	36%	144%

(von Hippel, Ogawa, & de Jong 2011)

一般的に、ユーザーイノベーションは、企業で開発するよりも少ないコストで実現できることを考慮すると、日本の 13%という数字は、国全体の革新活動の中で無視できない規模だと言える。

(2) 企業から見たユーザーイノベーション

ユーザーイノベーションは見た目の問題から、企業から見て革新的に見えにくいという問題点がある。そもそも、100人のうち4人程度しかイノベーションしないということから、製品分野毎に見れば、さらにイノベーションを起こす消費者は少ない。そのため、マーケティング調査では外れ値となり、企業が無視する対象になってしまう。しかし、ここにこそ、ユーザーイノベーションがあるといえる。

また、企業は自社の製品についての見方が定まっており、自ら異なる利用方法や開発の意思決定をすることが難しい側面がある。この例として、マスキングテープをノートや封筒のデコレーション用に用いる提案により、新商品が市販され、新たなマーケットを築いた MT テープがある。このような事例を用途転換というが、特に医薬や食品の分野では無視できないイノベーションとなりつつある。

(3) ユーザーイノベーションがネットワークにつながり流通する社会

ユーザーイノベーションは、個人があくまでも自分のために行うものであることから、現状では、多くのユーザーイノベーターは自身が開発した製品の情報を一般に公開していない。ユーザーイノベーションの多くは、個人に閉じている。

しかし、Makers 革命が起きて以降、Shapeways、Thingiverse といった、自分の作った 3D 作品を公開、販売するサイトも出てきている。クリエイティブ・コモンズはこれを支える優れた仕組みになっている。

ユーザーイノベーションに着目した企業はユーザーとコ・クリエイトを始めている。企業がユーザーイノベーションを取り込み、製造、流通させることで、ユーザーイノベーションの価値を市場に提供している。例えば、Quirky、elephant-design、レゴでは、アイデアを募り、投票制度を活用して自分がお金を払っても買いたいという人を募り、その人向けに製品を作るということを始めている。ファブ社会で様々なものがネットで公開されるようになると、それを企業に取り込むプロセスにおいて、そのユーザーイノベーションを評価する人の組織化も必要になってくると考えられる。

ファブ社会では、デジタルファブリケーションの普及により、このような流れが加速し、個人で作った製品のスケールアウト、適量生産、グローバル展開が容易になる。その結果、これまで個人に閉じていたユーザーイノベーションも、一層、社会に提供されることとなり、より多くのイノベーションが起こる社会になると考えられる。

2.4 デザインコンシャスに向かう「ファブ社会」

・・・森美術館 南條史生氏

昨今、台湾、香港、韓国などのアジアの国々は、国を挙げて「デザイン」への投資を積極的に行っている。台湾、香港ではクリエイティブ産業の複合的な大型プラットフォームが立ち上がっている。この動きの背景には、重厚長大な産業から、IT、デザインなどのソフトで知的な産業に、経済の重心がシフトするという予測がある。日本は現時点では文化と創造性のレベルはアジアのトップだが、上記のようなアジア各国の動きの中で、この立場は脅かされることになるかもしれない。

(1) デザインに投資する「ファブ社会」

アジア各国でデザインへの国家的な取り組みが拡大している。台湾では、総合的なクリエイティブ産業の育成の場として、国・市が大型施設を立ち上げ・運営している。そこでは、美術館、デザインセンター、FabLab、イノベーションセンターといった芸術・デザインを振興する施設だけでなく、地元製品の展示・販売、映画館、カフェなどのアミューズメント施設も併設され、週末には多くの人が集まる市民の憩いの場になっている。また、国・市の施設のため、非常に廉価に場所を貸すことが可能なので、クリエイティブな人たちが活躍しやすい環境が整えられている。

このような施設は総合的なクリエイティブ産業のプラットフォームになる。各国は施設整備を行い、クリエイティブな活動をビジネス化と並行して行うことで、クリエイティブ産業を国家的なビジネスに発展させることを推進している。

(2) 中心がない世界、個別的・地方的製作の拡大

アジア各国がデザインコンシャスに向かっているのは、世界的な思想の変化がその要因である。

すなわち、現在は、文化多極主義の時代であり、ヨーロッパ的な価値観だけでなく、東洋的な価値観なども受け入れ、それぞれ大事であるという考え方にシフトしている。その結果、世界に「中心」が存在しなくなりつつある。例えば、昔ならばパリとニューヨークとロンドンだけが中心に見えていたが、今はムンバイもあれば上海、東京もあり、その間が緊密に情報網と交通網で結ばれている、という世界観への変化が見られる。このような

文化多極主義の視点で世界をみると、常にヨーロッパの産物が優位なわけではなく、アジアのいろいろな産物も重要になってくる。この流れがアジアの国々をデザイン振興による独自の文化の登場に向かわせている。

デジタル・ファブの時代では、個人で様々な制作をするようになり、それがネットでつながることで、ものづくり、マーケットの様相が変わっていく。どこでも個人が自由にものづくりを行うようになるために、作られたものは地方的で個別的になっていく。中心がないため、「偉い人」というのは存在せず、すべてのものが民主主義的になる。個別的で地方的なものはネットで世界につながっていることで、突然国際的になる可能性を秘めている。一つのものに地方性とグローバルが同居し、そのことにより新しい価値の変換がおこる。デジタルファブリケーションの普及により、より多くの人々がものづくりをすることが容易になることから、ファブ社会ではこの価値変換が更に進むことが考えられる。

(3) 日本をクリエイティブな社会にするために

日本には、ものづくりだけに絞っても、沢山の魅力的な事物がある。工芸、デザイン、建築、ファッションも強い。新しいものも強い。伝統と選択テクノロジーの両方がある。

このような中で、日本がクールジャパンで売るときは「日本の美学」だと思っている。それは、魅力的な製品やサービスを根底で支えているのは、美的感性だと思えるからだ。そしてそれは、その表現方法、プレゼンテーションの方法に結晶して現れる。伝統を墨守するだけではなく、今、持っている良いもののデザインを洗練させ、それをブランドにしていくような、グローバルな売り方を提案する人がもっと必要である。すなわち、技術とデザインを結びつけ、市場開拓とブランディングを考えるプロデューサーの育成が求められている。

また、ダイバーシティを確保し、クリエイティブな社会とするためには、アイデアを出す人間が沢山いる必要がある。アートの分野では人と同じことではなく、違うことをすることが評価される。日本ではアート教育（デザインを含む）を強化し、アイデアを出せる人間を育成すべきである。

日本は、ミッションに対して手順ではなく、成果と内容で評価するという考え方が弱い。産業奨励についても、ミッションに向かって、細々したルールに縛られず邁進できる環境を用意すべきである。また、ベンチャー投資の拡大も重要である。

これらの環境が整ってきた時には、「作る」という行為が、生活の中にあまねく、より気

軽な形で入っていただろう。その結果、今までのように大企業が研究し、商品を開発する流れではなく、個人から無数のものが立ち上がってきて、その中で極めて説得力の高いものが大きなマーケットを獲得していくような、これまでと逆の流れが主流となってくるのではないかと考える。

また、今後、全てがデータのやりとりとなり、ものが同じように複製でき、ものの移動が不要となる時代に、オリジナリティの意義も問い直さなければならない。オリジナリティのある良いアイデアを抱え込むのではなく、情報を開放し、インスピレーションを与え合い、協働し、シェアする。こういう状況を利用しながら、新しいビジネスモデルを考えていく必要があるだろう。

3. ファブ社会がもたらす社会構造変化

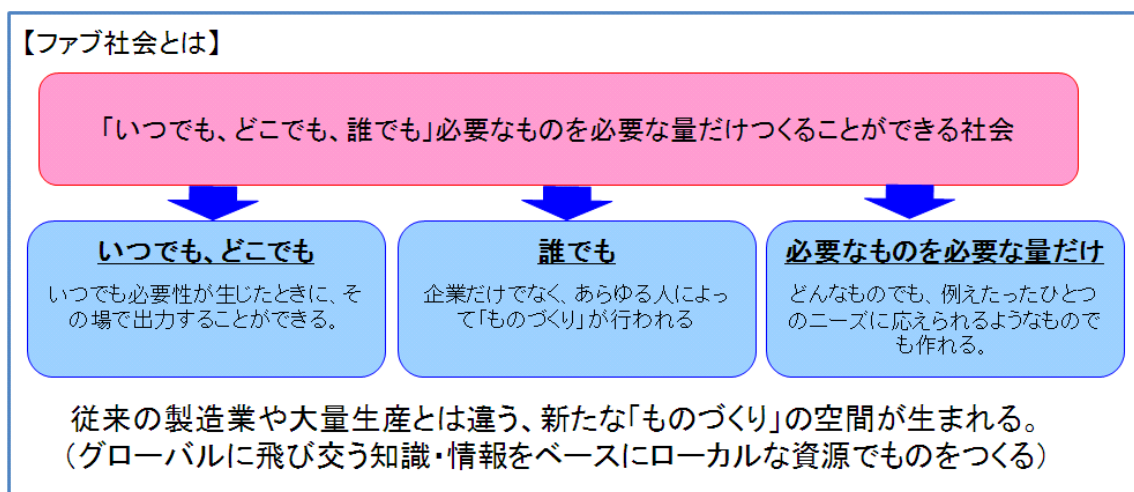
本章では、ゲストスピーカーからの話題提供を踏まえて行った議論の結果整理された、ファブ社会において生じるであろう社会構造変化のポイントについてとりまとめる。合わせて、ファブ社会において起こり得る構造変化の具体例を提示する。

3.1 ファブ社会とは何か

既に述べたとおり、デジタルファブリケーションの進展に伴う新しいものづくりの動きが、生活、産業、文化等を変容させる。

サイバー空間とリアル空間が融合し、デジタルとフィジカルの間人間が活動する新しい空間としてフィジカル空間が出現する。フィジカル空間では、ものと情報が相互に行き来可能である。個人・企業など多様な主体が、個別に、あるいは協業しつつ、フィジカル空間において、自由なものづくりを行うことになる。このような多様な主体のものづくりは、多様な場における多品種少量生産を可能にし、その結果、どんなものでも、例えたったひとつのニーズに応えられるようなものでも生産することが可能になる。そして、「いつでも、どこでも、誰でも」必要なものを必要な量だけつくり出すことができる社会が実現する。このような社会を「ファブ社会」と呼ぶ。(図表 16 参照)

図表 16：ファブ社会とは



3.2 ファブ社会がもたらす社会構造変化

(1) ものの生産、流通、消費の概念の変容

ファブ社会では、生産、流通、消費の構造・考え方が大きく変わることが考えられる。もちろん、ファブ社会でも、既存の製造業、企業による生産がなくなるわけではない。しかし、既存の生産設備に加え、新たに個人所有の3Dプリンタ、FabLabなどのファブコミュニティの多様な生産設備がインターネットにつながり、ネットワーク化されることで、多様な主体による分散的な生産が大幅に増加していくと見込まれる。

このように必要とする場所で必要な量を生産する流れが進むことにより、物流についても、従来の製品物流ではなく資材流通が中心になることが考えられる。製品については、ものそのものだけではなく、様々なもののデータが販売され、必要に応じて生産する動きが加速する。個人によるカスタマイズが容易になることから、生産者が完成品をつくり提供するのではなく、自分でカスタマイズできる余地のある「余白のある製品」が一般的になる。また、個人が修理しながら使うことも一般化し、メンテナンスコストの減少にもつながる。

このように、ファブ社会では、個人・コミュニティが生産手段を持つことで、必要なものは自分で作り、作ったものを共有、販売することが容易になる。そのため、従来の「消費者」でも「生産者」でもない、その両方を個人の中にもつ「創造的生活者」が生まれることになる。

また、多くの人たちが「つかう」から「つくる」路線に移行する結果、単に所有の対象としての「もの」から、「つくる」行為のための素材として、「もの」が人間の手に戻ってくる。

(2) 「新素材」、「新領域デザイン」への付加価値の源泉のシフト

デジタルファブリケーションが普及することで、特殊な技術や環境なしに、誰もが容易にものをつくることができるようになる。「ものをつくる」行為そのものがいわばコモディティ化するのである。この結果、「もの」は自由に手に入るものとなり、希少性が減少することになる。

また、デジタルファブリケーションの普及により、ものづくりのバリューチェーンにおけるコスト構造が大幅に変化し、素材やデザインのコストが基本的に変わらないのに

対し、製造、物流等のコストが大幅に低下する。(図表 17 参照)

これらの結果、ものに編みこまれる知識・情報・デザイン等の価値が相対的に高まり、付加価値の源泉も製造工程からこれらにシフトすることになる(東京大学の藤本隆宏教授によると、「製品とは、あるひとつの有形の媒体にさまざまな情報が織り込まれた情報資産である」)。

ファブ社会で日本の国際競争力を維持、向上させていくためには、このようなものに編みこまれる知識・情報・デザインを創出していく力を有することが不可欠である。多様化する消費者個々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重要になるのである。

また、ものづくりの原材料にあたる「素材」については、ファブ社会においても、その付加価値は変わらない。むしろデジタルファブリケーションに適した「新素材」の開発が今後の課題となる。日本が国際競争力を持っている素材分野における今後の開発動向が注目される。

図表 17: ファブ社会におけるものづくりのバリューチェーンにおけるコスト構造の変化



(3) ファブ社会でおこる日本社会の構造変化

以上のような基本的な方向感を踏まえ、ファブ社会において様々な領域で起こりうる構造変化を具体的に示すべく、以下では、予想されるファブ社会の像を、現状と対比させつつ描いてみる。

a. 製造： 個人・コミュニティと企業が並列でつながるものづくりに

(現状) 工場には FA/CIM(Factory Automation/Computer Integrated Manufacturing) が導入され、省力化が実現されているが、一方で労働集約的な運営がなされており、より労働力を求め、海外に展開しているところが多い。

基本は、少品種大量生産。ひとつのものにいかにもコストをかけず効率的に製造するかが生命線であり、その中で日本は高品質と高いコストパフォーマンスを売りにしてきた。しかし、近年は新興国の急成長により国際的なポジションは低下しつつある。顧客ニーズの多様化への対応として、多品種少量生産に向けた取組みもなされている。

中小企業において製造を実施しているところは、大企業の系列的な位置づけにあり、部品などを製造・供給しているところが多い。大企業の試作ラインを請け負っているところもある。いずれにしても、発注元からのコスト削減要請はかなり強く厳しい環境下にある。

音楽等のコンテンツ分野では個人製作の作品 (CGM: Consumer Generated Media) が多いのに比べ、製造物分野では個人が作成した商品はあまり流通していない。

(ファブ社会) 汎用的な製品については、従来どおり大企業を中心とした製造業がつくる。工場は、完全自動化し、維持管理のための労働力はほとんど不要。一部企業においては、海外から日本国内に工場を戻し始めている。従来の製造機械に加え、高精度な 3D プリンタ等も実装している。3D プリンタで印刷できる新素材の研究・開発が進展し、3D プリンタで様々な素材の印刷が可能になる。

一方、個人やコミュニティが数多く FabLab 等を活用し、様々な製品を試作している (CGT: Consumer Generated Things へ)。大企業の工場は、これらの試作品の量産機能も受け持つ。製造業の中小企業は、自身が FabLab 化しているところや、大企業の系列を飛び出し、地域において比較的少量の製造を受け持つオープンファクトリーになっている。

b. 物流・販売・決済： 資材物流／データが販売の中心に。個人・コミュニティと企業の製品が混在、データを用いた物々交換／個人ベースでの決済が拡大

(現状) 物流は、SCM(Supply Chain Management)等の実装により、拠点間で詳細なスケジューリングがなされており、遅延・誤配達のない物流システムが構築されている。コンビニをはじめとする小売業においては、なくてはならないインフラとなっている。宅配便等の家庭等への配達個数も年数%以上で増加傾向にある。販売は、インターネットショッピングが拡大傾向にある。リアルな店舗においても、ネットとの連携を強化しつつある。必要な商品を見つけるために、キーワード等による検索機能が提供されている。オークション等、C2C取引も活発に行われている。決済は、クレジットカード等、様々な方式によってネット決済が実施されている。ビジネス等への出資についても、ネットを活用したクラウドファンディングが使われ始めている。

(ファブ社会) 物流は、3Dプリンタで製造できるような製品については、基本的に不要になる。一方、3Dプリンタ用の資材の宅配は必要となる。3Dプリンタによる製造は、必要なタイミングで必要な場所で行われるため、現在と比べて配達回数は劇的に減少する。販売は、現在の状況に加え、3Dプリンタで活用する3Dデータの売買が盛んに行われている。3Dデータは、企業だけではなく、個人やコミュニティによって作られたものも数多く存在している。3D検索機能も提供されている。決済は、貨幣経由だけでなく、3Dデータを用いた物々交換でも行われている。個人ベースのビジネス立ち上げが活性化しており、クラウドファンディングはさらに活用されている。貨幣以外の「評価経済」的な決済も出現し始めている。

c. 製品： パーソナルニーズに応える製品、余白のある製品

(現状) 基本的には、様々な素材を活用し、大量生産されている汎用製品が中心。新製品は短いタイミングで大量に創出されるが、製品の寿命は短期化傾向にある。

(ファブ社会) 3Dプリンタは、樹脂だけではなく他の素材(金属、木材、食材等)も利用できるようになっており、様々な製品が作られている。汎用品だけでなく、パーソナルなニーズに応えるもの(個人趣味に合わせた衣料品、個別のアレルギー対策を行った食材、ギブス等の個人向け医療器具、稀な病気に対する医薬品、戸別の庭の状況に合わせた肥料等)が提供されている。二次創作を喚起させるもの(素材として活用しやすい「キット的製品」、利用者自らがデザインできる「余白のある製品」)も提供されている。

d. 労働： 企業による分業から、個人による役割の統合へ

(現状) 多くの場合企業等に雇用されていることが前提。ものづくりについては、企業に関連する一連のプロセス全てを担う。製造業では機械化が進んで資本集約型産業になりつつあるが、社会全体としては、サービス業をはじめ、システム開発中心の ICT 産業など、労働集約型産業が大半を占めており、雇用形態は就社に近く、基本的に副業は認められない上に、転職等による雇用流動性は必ずしも高くない。職種による分業が前提である。派遣やアウトソーシングの活用は行われているが、原則として全て企業内雇用で作業は賄う。多くの場合、業務拠点が固定化されている。テレワークが試行されている。また、ネットを利用したクラウドソーシングについても、軽作業を中心に少しずつ使われ始めている。しかし、仕事において、個人が職場環境を構築したり、個人が自分の就労時間をアレンジしたりするということは、(徐々に起きているが) まだ一般化していない。

(ファブ社会) 企業への所属だけでなく、個人や家族、コミュニティ単位でのものづくりビジネスが数多く出現している。また、これらのスモールビジネスと大企業とのアライアンスも積極的に行われている(ものづくりに関連するプロセスは、企業だけでなくスモールビジネスも担っている)。雇用形態は、成果ベースの報酬制度、時間・場所に制約されないといった知識集約型の形態が拡大する。企業に勤めつつ、個人でビジネスを行うといった副業形態(パラレルキャリア)も増加し、雇用流動性も高くなっている。企業が業務の効率化のために進めてきた分業・役割の細分化から、特定のニーズへのソリューションや課題解決などをデザインから制作まで行える個人による役割の統合へと回帰しはじめている。年齢・性別に縛られない労働が可能になり、学生でも主婦でも高齢者でも状況に応じて労働することができる社会になっている。「もの」において「つかう」から「つくる」に路線が切り替わるように、働き方においても、個々人が自分自身で「働きやすくする」、「いかようにでも仕事ができるようにする」ようになっていく。

e. 暮らし： 消費者でも生産者でもない創造的生活者の誕生

(現状) インターネットやモバイルの普及により、マスメディアだけではなく、個々人が情報発信できるようになり、ソーシャルメディアが普及しつつある。リアルな世界とは別に、ネット上に様々なコミュニティが生まれており、趣味等目的に応じたコミュニケーションが活発に行われている。ソフトウェア等を中心としてネット上で自発的な創作が行われている(オープンソース)。また、デジタルコンテンツをベースにした二次創

作も行われはじめている。

(ファブ社会) 個々人がデジタルベースでものをつくるのが可能となることにより、ものづくりの協業、情報交換等、ものづくりを通じたよりリッチなコミュニケーションが行われている。従来のように製造者と消費者が区分されているのではなく、両者が融合した新しい「創造的生活者」が生まれ始めている。ネットワーク上のコミュニティは、さらに多様かつ大規模になり、趣味的な関わりだけでなく、リアルなビジネスを行う企業や、地域課題を解決・調整する自治会的機能を保有するようになる。個人やコミュニティによるものづくりの価値が増大し、一部においては、従来は企業でしか成しえなかったブランド価値さえ持つようになる。生活においては、企業やコミュニティでつくられた製品、家庭でつくりあげた製品を、並行して使うようになる。また、企業でつくられた製品も含め、修理や修繕は家庭で行うことが増える（従来から行われていた DIY 的活動範囲が広がる）。さらにコミュニティ等によるもののシェアも拡大し、「半所有」的な状況が増加する。

f. まなび： コミュニティ型（学びあい）の教育が中心に

(現状) 突出した才能を見出すよりは、平均的スキルを身につけることを主な目的とし、知識・事実を中心とした集合教育が主流となっている。年齢を意識し、同年齢を集めた指導、教師による一方向的な指導・教育が中心である。社会全体として、技術が低い人、知識を持っていない人に教える「垂直的な学習」が中心である。一部遠隔授業等のトライアルが始まっており、反転授業等の検討も開始されつつある。

(ファブ社会) デザインの重要性が認識され、他人と異なる自分の独自性、クリエイティブな力を養うことが目的となっている。個々人の興味関心に突き動かされた「技術・知識」の独習と、同じ興味関心を持ったピアたちからオンラインでサポートを受けながらものづくりを進めることが並行して行われるようになる。

このようなものづくりにふさわしい学習環境を提供するために、教員についても、これまでの「教材」をレクチャーするという指導のあり方ではなく、学ぶ道具そのものをデザインする志向をもった人材が必要となる。このため、例えば、教員養成系大学において、「図工」「技術」「家庭」とサイエンスをこれまで以上に接合するようなカリキュラム改革が必要となる。また、ICFT 活用能力については、初級学年の段階で、基礎的教養の一環として全員に対して身につけさせることとなる。その製作過程のログはデジタルデータで管理され、製作プロセスを学習することも可能になる。

誰かの製作動機や創造性を刺激するようなデータや素材の提供を通して、社会参加、

社会貢献できるという学びが、今よりも一般化する。すなわち、人びとは、自分が他者に貢献することを通して、それが「自分にはねかえってくる」ことを経験し、その連鎖を通して、「他者（を介した自分）のため」に学ぶという、大きな学習環境の転換が生じる。性別・年齢・国籍を問わず様々な人を巻き込み、ワークセッション等を活用しながら実践的教育に取り組む。すなわち、参加するコミュニティで互いに知識・技術を分かち与える「水平的な学習」が中心となる。

g. 法制度：共創による企画・製造、二次創作を前提とした知財、製造責任

(現状) 製造物に関する知的財産については、著作権法、特許法などによって管理されている（オープンな知財活用を指向するために、文書・音楽・写真等については、クリエイティブ・コモンズによる知財管理が普及し始めている）。品質保証の一環として、製造物責任法も存在する。

(ファブ社会) クリエイティブ・コモンズを製造物にも拡張して適用するようになる。二次創作を前提とした新しい知財の仕組みが構築されている。同様に、複数の製造者が存在した場合の製造物責任のあり方についても整理がなされている。3D プリンタ出力時に埋め込まれた RFID タグによって、もののトレーサビリティが確保できるようになる。これを知財や製造物責任管理のために活用する。

h. 生活圏：地産地消の進展、世界と地域がものを通じてつながる

(現状) インターネットの普及に伴い、様々な領域においてグローバル化が進んでいる。ものづくりにおいては、世界全体から安価な素材を集め、安価な労働力によって行う。

(ファブ社会) 世界展開を視野に入れつつ、同時に地域特性を考慮したグローバルな展開がなされている。「地産地消」が進展する。もののデザインはグローバル全体で実施し、実際にもものを作り上げる素材は、利用する現地のものを使う（エコ的環境）。

4. 健全なファブ社会発展に向けた課題

本章では、これまでの議論の過程で明らかになった、健全なファブ社会の発展に向けて対応していくべき課題について整理する。

前述のとおり、サイバー空間とリアル空間の間にもとの情報が相互に行き来可能な空間なデジタル空間が出現し、その結果、ファブ社会が実現する。ファブ社会においては、個人・企業など多様な主体が、個別に、あるいは協業しつつ、自由にものづくりを行うこととなる。すなわち、ひとつのものを作る過程に、これまで想定されなかった多くの者がかかわることとなるであろう。

この結果、知的財産管理や製造物責任に関して、これまでの枠組みだけでは必ずしも十分対応できなくなり、新しい仕組みが必要となる。また、様々なデジタルファブリケータがグローバルに連携して機能できるようにするためには、オープンデザインのための基盤や知的な「もの」の流通基盤の整備が必要となる。いずれも世界的にほとんど検討が行われていないか、検討が始まったばかりの段階にある。

また、これまで「よい製品を安くつくる」ことに主眼を置いて最適化されてきたものづくりは、マーケットが求める価値観のシフトに応じ、コストパフォーマンスではなく「消費者個々の主観的な感性に対応する」といった視点が置かれることに合わせて変化することとなるであろう。

このため、デジタルファブリケーション技術そのものの追求、新素材の開発強化はもちろんだが、今後はむしろ、世界中で売れるものに編みこまれる知識・情報・デザインを次々に創出していく力を持つことが重要になってくる。幸い、日本の国民が持つ感性・美学は世界的に見てもかなり高い。

情報化の流れが必然であったように、その次に来るファブ社会への流れは必然である。ものづくりを基軸の一つとして先進国の地位を獲得した日本が、今後、更に発展し世界で尊敬される立場であり続けるためには、知識情報社会とも呼ぶべきファブ社会に向けて速やかに対応策を講じ、先進的な地位を築き、発展していくことが不可欠である。

世界に先駆けて、以下に掲げる、ファブ社会に必要な仕組みの構築、ファブ社会を担う人材の育成、先進的なファブ情報の発信と保存という 3 つの課題に取り組み、日本が持つ力を高め新しいものづくりの力を創出していくことが、日本のこれからの戦略になる。

4.1 ファブ社会に必要な仕組みの構築

ファブ社会はグローバル空間として発展する。グローバル空間において競争力・発言力を持つためには、グローバル基盤の発展に貢献し、その参加者から認められる必要がある。ファブ社会に必要な仕組みについて世界に先駆けて検討し、グローバル基盤となりうる標準構築に向けて早急に取り組むべきである。

ファブ社会に必要な仕組みについては、ファブ制度的基盤、ファブ情報基盤の両面からの対応が必要である。

(1) ファブ制度的基盤の整備

健全なファブ社会の発展を促すためには、知的財産管理、製造物責任、危険物の製造について対策を講じる必要がある。

a. 知的財産管理

ファブ法的基盤として、知的財産領域では、私人間のライセンスの活用、ソーシャル知財（IP）システム、3D プリンティング権の3つが考えられる。

前述したように、ファブ社会の発展のためには、多くの人とその創造活動に参加し、作成したものを共有、二次利用できる仕組みが必要になる。そのためには、私人間の契約自由の原則や、ライセンスの活用を保証する必要がある。具体的には、クリエイティブ・コモンズ・ライセンス、GPL ライセンスなどのオープン・ライセンスの活用、特許権等の産業財産権のオープン化を実現する Open Registered Rights Licenses の活用が考えられる。

ファブ社会では、多くのものが生まれ、ひとつひとつのものに多くの人に関わる結果、その権利関係が複雑化することが考えられる。後述するファブ情報基盤等の、ものに誰が、どのような関わりがあるのかをトレース・分析・可視化できる仕組みを活用することで、出願登録の迅速化、知的財産紛争の低減化をはかることのできるソーシャル知財システムを構築する必要がある。また、グローバルレポジトリによる国際的な知財管理システムの構築も今後の課題である。

3D プリンティングは写真、イメージとは異なる著作権の問題が発生している。データを3D プリンティングする際に調整することに著作権を与えるのかどうかといった、3D プリンティングで新たに発生する著作権の問題を整理し、必要な対策を講じる必要がある。

b. 製造物責任

ファブ法的基盤として、製造物責任の領域では、個人の製造物責任、分散品質管理、ソーシャル製造物責任（PL）システム、PL 保険等の制度構築が考えられる。また、個人情報保護、修理権、新素材の安全基準等の課題もある。

ファブ社会では、様々なものがネットワークを通じて社会に提供される。その中には、完成品だけでなく、未完成品、非完成品も提供されることが考えられ、製造物責任をどのように考えるかは大きな課題になる。製造者に対してその責任を重くしてしまうと、誰もものをつくらなくなる。現状の製造物責任法でも「個人利用目的」の場合には適用外になるが、ファブ社会における製造物責任への対応として、個人製造者の製造物責任の減免、ファブ情報基盤等を活用した「ものの製造過程・利用状況のトレース」による責任の明確化と分散型品質管理、ソーシャルやウェブを活用した情報公開とコミュニティや第三者による定期的な監視（ピアレビュー）を活用したソーシャル製造物責任（PL）システムの構築とPL 裁判リスクの低減、トレース情報を活用した保険制度の構築などが考えられる。JIS マークのような認定制度もファブ社会における品質管理にとって重要であろう。なお、ものの製造過程・利用状況のトレースにあたっては、トレース情報に含まれる個人情報の扱い、プライバシーの問題にも配慮が必要である。

なお、ファブ社会では、ものを改造・改善することが前提になる。そのため、修理権のような、ものの改造・改善に関する権利も整理し、必要な対策を講じる必要がある。

また、ファブ社会においてデータを「もの」として取り出すためには、「素材」が不可欠である。3D プリンタの新素材等に対する安全品質管理のルール構築が必要となろう。

c. 危険物の製造

ファブ社会では、銃などの危険物がこれまでに手に入りづらかった人に渡る危険性がある。危険物の製造・所持等については、まずは既存の法律による対応可能性を検討すべきである。

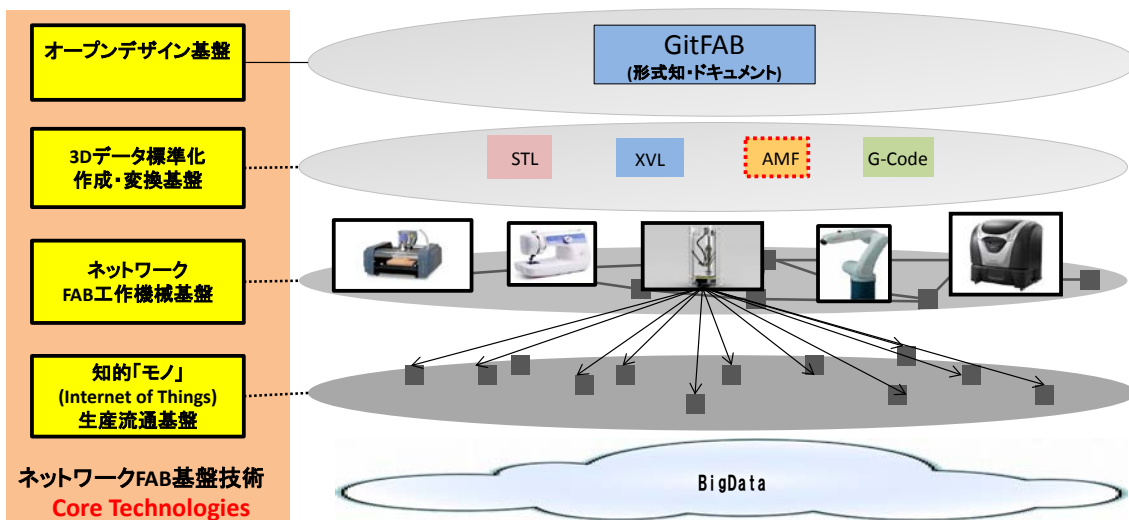
このように、ファブ社会の健全な発展のためには、参加者の自由で創造的な活動を促す仕組みや制度的な基盤を整備することが不可欠になってくる。日本としては、世界に先駆けてこれらの課題の検討に取り組み、国際的な議論を先導することが重要であろう。

(2) ファブ情報基盤の整備

ファブ社会が円滑に機能するためには、様々なデジタルファブリケータが各種 3D データにより円滑に作動する必要がある。現時点では、個別のデジタルファブリケータに係る 3D データフォーマットはあるものの、多様な機器を統一的に処理できるデータフォーマットは存在しない。

ファブ情報基盤は、オープンデザイン基盤、3D データ標準化作成・変換基盤、ネットワーク FAB 工作機械基盤、知的「モノ」(Internet of Things)生産流通基盤の 4 階層で構成されるものと考えられる。(図表 18 参照)

図表 18：ネットワーク×デジタルファブリケーション基盤技術による生態系創出



a. オープンデザイン基盤

オープンデザイン基盤とは、複数の人が共同で一つの製品を作ることを想定し、そのコラボレーションを支援するシステム基盤のことである。その機能として、ものの生成の過程のログ化、ログからのものの生成の追体験・学習、ものの生成への貢献度による対価配分、製造物責任の明確化などが考えられる。

b. 3D データ標準化作成・変換基盤

3D データ標準化作成・変換基盤とは、あらゆるデジタルファブリケーションに関わるデ

一々の標準化・変換を行うシステム基盤のことである。現状では、3D プリンタのデータ標準化については、アメリカを中心に行っているが、ミシン、ミリングマシン、レーザーカッターといった他のデジタル工作機械を横断的に考えられた 3D データの標準化・変換基盤は提供されていない。ファブ社会の発展のためには、素材・機械を問わず、横断的に利用できる 3D データ標準化作成・変換基盤が必要となる。

c. ネットワーク・ファブ工作機械基盤

ネットワーク・ファブ工作機械基盤とは、デジタル工作機械をネットワークにつなげ、その稼働ログ、稼働状況のモニタリングを可能にするシステム基盤のことである。その機能として、遠隔操作、遠隔モニタリング、ミス発見が考えられる。あらゆるデジタル工作機械がこの基盤上につながると、同じものを複数の機械に同時に出力する、一つのものの部品を違う機械で出力する分散出力が可能になる。

d. 知的「モノ」(Internet of Things)生産流通基盤

知的「モノ」(Internet of Things)生産流通基盤は、3D プリンタでものを出力する際に、RFID を埋め込むことで、すべてのものをデジタルデータとして個別認識可能にするシステム基盤である。すべてのものが個別認識できることで、あらゆるものをトレースすることが可能になる。

現在、ファブ情報基盤はこれらの 4 つのどの分野についても十分に整備されていない。世界の人々が利用できるグローバルファブ情報基盤を構築することは、ファブ社会に大きく貢献するとともに、グローバル空間としてのファブ社会で大きな競争力・発言力を得ることにつながるであろう。

4.2 ファブ社会を担う人材の育成

ファブ社会を担う人材の育成をするためには、新たな付加価値の源泉となる「新領域デザイン」を核とした人材育成を強化すると共に、国民全体のリテラシー向上をさせる必要がある。そのためには、「新領域デザイン」を核にした人材の育成、「文化」への投資の拡大が必要となる。

(1) 「新領域デザイン」を核にした人材の育成

デジタルファブリケーションによるものづくりの特徴は、今までにない形状の「もの」も自由に作り出すことができることにある。可塑性や加工性への配慮が減り、デザインの自由度が増すのである。

デザインの自由度が増すことによって、これまでとは異なる視点からものを作ることができるようになる。新しい感性に基づいて設計されたものや、論理的には考案できたものの今までは容易に成形できなかったものが作れるようになるのである。この結果、ファブ社会では「もの」に対する考え方が大きく変わっていく可能性がある。

また、デジタルファブリケーションが普及した環境においては、個人が自ら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対話を通じて考えだし、自らの手で実際に作り上げることが容易になる。このような環境に対応していくための人材には、ものづくりにおける、企画・設計・開発という全てのプロセスに対応できるような資質が必要となってくるだろう。

そのような時代のものづくりに必要なのは、従来のものでとらわれない自由な発想ができる人材である。例えば、ある機能を実現するために、どのように（素材／部品となる）機能を組み合わせるかについて、これまでの常識や慣例にとらわれない発想ができる人材である。そのためには、「デザインとエンジニアリングの融合人材」、「デザインとファシリテーションの融合人材」、「エンジニアリングとファシリテーションの融合人材」といったような、デザイン力だけではなく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」或いは「ハイブリッド人材」の育成が必要となる。すなわち、現在よりも、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である。

ファブ社会では、「ものづくり」の知識や、操作するための特徴的なあるやり方や技能は、「もの」の中にコード化されている。学習者は、それらコード化された「もの」に触れることで、そのもの持つ歴史性、技術・知識に直接触れ、学習することが可能になる。このためには、ものに係るデータを共有、蓄積、承継できる仕組みと環境の構築が重要になる。そのような社会では、初等教育の段階から、「既製品」をも「素材」とみなす視点、それを解体し、ハッキング／リアレンジ可能な視点を提供することも求められるだろう。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失敗耐性を涵養し、「どうつくるか」よりも「何をつくるか」という課題発見力が育成することが重要である。

現在、将来の ICT 産業を担う人材の育成という観点から、中学、高校におけるプログラミング教育に注目が集まっている。ファブ社会では、プログラミングに留まらず、3D データを用いた設計とものづくりの若年教育が重要となる。すなわち、ネットワークを通じて協業しつつ、デジタルファブリケータでものづくりを行い、技術・知識を学び合う実践的なカリキュラムを検討することが求められる。その一環として、3D プリンタ等を含む IT 活用能力については、初級学年の段階で、基礎的教養の一環として全員に対して身につけさせるべきである。

なお、ファブ社会では、デジタルファブリケーション活用能力の格差が生活格差の原因ともなり得ることから、そもそも ICT リテラシーの向上の一環として、学校の初等教育をはじめ、国民一般に広くデジタルファブリケーションに関するリテラシー教育を充実させることが重要である。

(2) 「文化」への投資の拡大

ファブ社会においては、デザイン力が一層重要になってくると考えられる中、高い創造性を確保するために重要なのは、文化とデザインに係る国力全体を高く維持し、更に高めていくことである。文化は産業の礎でもあることも踏まえ、関連分野において一層の投資や人材育成を行うことが重要である。

4.3 先進的なファブ情報の発信と保存

ファブ社会では、よりいっそうデザインが重要になってくることが考えられる。先述の通り、アジア各国はデザインへの投資を進めている。ファブ社会で、日本が文化と創造性をトップレベルに保つため、文化を産業として捉え、一層の投資や人材育成を行う必要がある。

このため、日本がこれまで得意としてきた造形やデザインの強みを活かし、文化と創造性をトップレベルに保つための取り組みを推進する。その推進のためには、「フィジカル・コンテンツ」の世界発信、情報のアーカイブ化による保存、先進的なソーシャルファブリケーション活動の事例紹介等展開支援を行う必要がある。

(1) 「フィジタル・コンテンツ」の世界発信

日本には、工芸、伝統文様のような日本人が得意とする繊細な3次元立体造形（工芸/デザイン）がある。その立体造形を従来のものでも情報でもない「フィジタル・コンテンツ」として世界に対して発信することで、新たな産業を開ける可能性がある。有力なジャンルとして、医療や介護、リハビリや自助具、装具、ロボットなどが考えられる。

(2) 情報のアーカイブ化による保存

「フィジタル・コンテンツ」を世界に発信するためには、3次元アーカイブ化を行うとともに、その使用に関する知財管理を進める必要がある。日本人が強みを持つ工芸等に関するさまざまな歴史的遺産や伝統文様の3次元アーカイブ化を行うとともに、その使用に関する知財管理を進めることで、「フィジタル・コンテンツ」を世界に発信する活動を促進することができる。

(3) 先進的なソーシャルファブリケーション活動の事例紹介等展開支援

ファブ社会で世界的なイニシアティブをとるためには、先進的な活動が国内で数多く生まれる必要がある。国内の先進的なソーシャルファブリケーション活動の事例について紹介する等により、活動の展開を支援する。

ファブ社会がもたらす構造変化①

●ファブ社会は、現在の製造を中心とした産業構造に大きな構造変化をもたらす

製造

個人・コミュニティと企業が並列でつながるものづくりに

- ・汎用的な製品は、従来どおり大企業を中心とした製造業がつくる。工場は、完全自動化に。一部企業は、海外から日本国内に工場を戻し始めている
- ・従来の製造機械に加え、高精度な3Dプリンタ等も実装し、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。カスタマイズも容易に
- ・個人やコミュニティがFabLab等を活用して試作。これら試作品を企業が量産することも

物流

製品物流から資材物流が中心に

- ・3Dプリンタで製造できるような製品については、基本的に物流は不要になる
- ・3Dプリンタ用の資材の宅配は必要となる
- ・3Dプリンタによる製造は、必要なタイミングで必要な場所で行われるため、現在と比べて配達回数は劇的に減少する

販売

ものではなく、データが販売の中心となる。個人・コミュニティと企業の製品が混在する

- ・現在の状況に加え、3Dプリンタで活用する3Dデータの売買は盛んに行われている
- ・3Dデータは、企業だけではなく、個人やコミュニティによって作られたものも数多く存在している
- ・従来に加え、3D検索機能も提供されている

決済

データを用いた物々交換、個人ベースでの決済が拡大

- ・貨幣経由だけでなく、3Dデータを用いた物々交換も行われている
- ・個人ベースのビジネス立ち上げが活性化しており、クラウドファンディングはさらに活用されている
- ・貨幣以外の「評価経済」的な決済も出現し始めている

製品

パーソナルニーズに応える製品、余白のある製品

- ・3Dプリンタは、樹脂だけではなく他の新素材も利用できるようになっており、様々な製品（金属、木材、食材等）が作られている
- ・汎用品だけでなく、パーソナルなニーズに応えるもの（個人趣味に合わせた衣料品、個別のアレルギー対策を行った食材、ギブス等の個人向け医療器具、稀な病気に対する医薬品、戸別の庭の状況に合わせた肥料等）が提供されている
- ・二次創作を喚起させるもの（素材として活用しやすい「キット的製品」、利用者自らがデザインできる「余白のある製品」）も提供されている

ファブ社会がもたらす構造変化②

- ファブ社会は、日常生活に直結する、労働、くらし、まなび、法制度、生活圏に大きな変化をもたらす

労働

企業による分業から、個人による役割の統合へ

- 企業が効率化のために進めてきた分業・役割の細分化は、ニーズへのソリューションや課題解決をデザインから制作まで行える個人による役割の統合に回帰しはじめる
- 個人や家族、コミュニティ単位でのものづくりビジネスが数多く出現している。また、これらのスモールビジネスと大企業とのアライアンスも積極的に行われている
- 知識集約型の雇用形態が拡大している（成果ベースの報酬制度、時間・場所に制約されない雇用形態）。企業に勤めつつ、個人でビジネスを行うといった副業形態（パラレルキャリア）も増加。雇用流動性も高くなっている。年齢・性別に縛られない労働が可能になっている

くらし

消費者でも生産者でもない創造的生活者の誕生

- ものづくりを通じたよりリッチなコミュニケーションが行われている。従来のように製造者と消費者が区分されているのではなく、両者が融合した新しい「創造的生活者」が生まれ始めている
- ネットワーク上のコミュニティは多様にかつ大規模になり、趣味的な関わりだけでなく、リアルなビジネスを行う企業や、地域課題を解決・調整する自治体的機能を保有するようになる。一部においては、従来は企業でしか成しえなかったようなブランド価値さえも持つようになる
- 生活においては、企業やコミュニティでつくられた製品、家庭でつくりあげた製品を、並行して使うようになる。シェアによる利用も拡大し「半所有」的状況が増加

まなび

コミュニティ型（学びあい）の教育が中心に、初級学年からICFT活用能力

- 新領域デザインとデザイン・エンジニアリングの重要性が認識され、他人と異なる自分の独自性、クリエイティブな力を養うことが目的となる
- 性別・年齢・国籍を問わず様々な人を巻き込み、ワークセッション等を活用しながら実践的教育に取り組む「水平的な学習」が中心。
- 誰かの制作動機や創造性を刺激するデータや素材の提供を通じて、社会参加、社会貢献でき、それが自分に「はね返ってくる」経験の連鎖という学習環境の転換が発生
- 3Dプリンタ等を含むICFT活用能力については、初級学年の段階で、基礎的教養の一環として全員に身につけさせる

法制度

共創による企画・製造、二次創作を前提とした知財、製造責任

- クリエイティブcommonsを製造物にも拡張して適用し、二次創作を前提とした新しい知財の仕組みが構築されている
- 同様に、複数の製造者が存在した場合の製造物責任のあり方についても整理がなされている
- 3Dプリンタ出力時に埋め込まれたRFIDタグによって、もののトレーサビリティが確保できるようになる。これを知財や製造物責任管理に活用する

生活圏

地産地消の進展、世界と地域がものを通じてつながる

- 世界展開を視野に入れつつ、同時に地域特性を考慮したグローバルな展開がなされている
- 「地産地消」が推進されている。もののデザインはグローバル全体で実施し、実際にものを作り上げる新素材は、利用する現地のものを使う（エコ的環境）

健全なファブ社会発展に向けた課題

- 情報化の流れが必然であったように、ファブ社会への流れは必然
- わが国は以下の課題に取り組み、ファブ社会化する世界において先進的な地位を築き、発展していくことが重要

【課題1：ファブ社会に必要な仕組みの構築】

ファブ社会に必要な仕組みについて世界に先駆けて検討し、グローバル基盤としての世界標準を構築する。

品質管理（製造物責任）

- 分散型品質管理、ソーシャル製造物責任(PL)システム、PL保険等の検討(安全性確保)
- ものの個体識別(RFID)によるID化の検討(責任の明確化等)
- 3Dプリンタの新素材に対する安全品質管理のルールの構築

知的財産管理

- 著作権のあり方の整理(国際標準化したオープン・ライセンス)の活用、3Dプリンティング権の可否、フェアユース規定の導入、二次利用の促進)
- 特許権、意匠権、商標権等の産業財産権に係るOpen Registered Rights Licensesの活用の検討
- グローバルレポジトリによる国際的な知財管理システムの構築

ファブ情報基盤の構築

- ネットワークを通じたオープンデザインシステム、データ変換、機器制御等を可能とする、世界に先駆けた「ファブ情報基盤」の構築

危険物製造等に関する規制

- 危険物の製造・所持等については、まずは既存の法律による対応可能性について議論が必要

【課題2：ファブ社会を担う人材の育成】

新たな付加価値の源泉となる「新領域デザイン」を核とした人材育成を強化すると共に、国民全体のリテラシーを向上させる。

「新領域デザイン」を核にした人材の育成

- ファブ社会においては、ものづくりの付加価値の源泉は新領域デザインへ移行。このため、課題を解決するための「もの」を考え出し、自らの手で作り上げるという、ものづくりの企画・設計・開発という全てのプロセスに対応できる新しいデザイン能力（新領域デザイン能力）が求められる
- 「新領域デザインとエンジニアリングの融合人材」、「新領域デザインとファシリテーションの融合人材」といったデザインを核にした「融合人材」または「ハイブリッド」な人材の育成が不可欠
 - ネットワークを通じて協業しつつ、3Dデータを用いた設計とデジタルファブリケータによるものづくりを行う実践的な若年教育が必要。3Dプリンタを含むICT活用能力は、初級学年の段階で基礎的教養の一環に
 - デジタルファブリケーション活用能力の格差が生活格差の原因ともなり得ることから、ICTリテラシーの向上の一環として、学校教育等において、国民一般に対するリテラシー教育を充実
- 「文化」への投資の拡大
- わが国が文化と創造性をトップレベルに保つため、文化を産業として捉え、一層の投資や人材育成を行う

【課題3：先進的なファブ情報の発信と保存】

日本がこれまで得意としてきた造形やデザインの強みを活かし、文化と創造性をトップレベルに保つための取り組みを推進する。

「フィジカル・コンテンツ」の世界発信

- 日本人が得意とする繊細な3次元立体造形（工芸/デザイン）を、「フィジカル・コンテンツ」として世界に対して発信し、新たな産業を開く。
- （パーソナルな3Dデザインが有力なジャンルとして、医療や介護、リハビリや自助具、装具、ロボットなどが期待される）

情報のアーカイブ化による保存

- 日本人が強みを持つ工芸等に関するさまざまな歴史的遺産や伝統文様の3次元アーカイブ化を行うとともに、その使用に関する知財管理を進める

先進的なソーシャルファブリケーション活動の事例紹介等、展開支援

- 国内の先進的なソーシャルファブリケーション活動の事例について紹介する等により、活動の展開を支援する

「ファブ社会」の展望に関する検討会 構成員

(敬称略・五十音順)

- 岩崎 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
- 岡部 大介 東京都市大学メディア情報学部社会メディア学科 准教授
- 田中 浩也 慶應義塾大学環境情報学部 准教授 (座長)
- ドミニク・チェン 株式会社ディヴィデュアル 取締役
・NPO 法人コモンスフィア 理事
- 古川 英光 山形大学大学院理工学研究科 教授
・山形大学ライフ・3D プリンタ創成センター長
- 水野 大二郎 慶應義塾大学環境情報学部 専任講師
- 水野 祐 シティライツ法律事務所 代表
- 吉村 靖孝 明治大学理工学部 特任教授

<アドバイザー>

- 村井 純 慶應義塾大学環境情報学部 学部長

<参 考>

(参考) FabLab アンケート結果

「ファブ社会」を先駆けて実験・実践している国内の FabLab に対して、ファブ社会の展望や、ファブ社会の課題について、アンケートを実施した。ここでは、アンケート結果のうち、特に、実践者達が展望するファブ社会のイメージと、実践を通じて課題として認識している事柄についてとりまとめて掲載する。

(1) ファブ社会についてお聞かせ下さい。

- ① 「ファブ社会」という言葉を聞いて、どのような社会をイメージしますか？

一言でいうと

- 組込み産業界で、「ファブ」というとまず「ファブレス」で使われる、「半導体製造工場」の印象が大きい。このため、「ファブ社会」という言葉から最初に連想されるのは、「新興国へ工場を移転していく現在の社会構造」あるいはもう少し広く「工場で生みだされた量産製品の溢れる社会」、「工場の社会」という印象がある。しかし、「FabLab が社会に溶け込んだ社会」という意図で解釈すれば、生産者と消費者の区分が薄れた社会、Alvin Toffler のいうプロシューマの社会だろうか。
- ウェブ社会の次を意味しているシステムや情報のあり方を、ファブ社会ではイメージする。ウェブ社会では、情報コミュニケーションのあり方が新たに確立され、個人の発信を促進させるとともに、社会にあらたなつながりや産業を創造した。そうしたプラットフォームの上に、データを物質化するという新たなプラットフォームが上書きされるのをファブ社会と捉えている。
- 製造者と消費者の構造的な敷居が今より少し低くなった社会。
魔法のテクノロジーに頼らない、身の丈にあった技術が手元にある社会。
持ちものの中に、買ったもの・貰ったものに加えて、つくったものが加わる社会。
ウェブのようにファブ（つくること）がインフラとしてある社会。
まわりにあまり期待しない、個人や地域が自立した社会。
括り（カテゴリー、ジャンル）の曖昧な社会。
- それぞれが自分の生活に必要なものだったり、自分の生活を改良するためのものを、自分で考えて自分で作ることが出来る社会。さらには自分の生活だけではなく、もう少し広い範囲での地域社会のニーズを満たしたり改良したりすることが容易になる社会。

そこでは、誰が、どんなことを、どんな気持ちでしていますか

- 様々な製品において生産者であり消費者である、いわゆるプロシューマが一般化した社会を想定した場合、現在のようなメーカでの一極集中型の製造ではなく、個々の用途、予算、技術力に応じた分散型のものづくりが進むと考える。個々の得意な技術を集合するという事は、現在の社会においても日常的に実践されていることだ。しかし、大量生産を前提とした社会では、必然的に企画、開発、試作、製造というプロセスに関わる人材がピラミッド構造となる。特に製造における単純労働は創造性に乏しく、単に金銭を対価とする傾向にあるかと思う。しかし、量産製造を中心としない社会では、この単純労働の割合が減少する。代わりに、各作業者が1つの製品を最初から最後まで組み立てる、所謂セル生産方式のように、個々の技術力の広さが求められるようになるだろう。

これに伴い、これまでものづくりについては関心が薄く、あまり手を動かしてこなかった人が、自分の創造力の可能性に気づき、道具や技術への興味が高まるような流れが作られると考える。

- 誰もがデータからモノをつくりだすことができることで、さまざまな人がつくり手として社会参加する。それまで商店に並んでいなかったモノを、いわゆる製造現場とは無縁の生活をしてきた、プログラマーや学生、さらに主婦、子供、高齢者でも気軽につくれるようになる。全ての生活用品をつくるというよりも、よりきめ細かいニーズに対応するような生産のあり方だ。

少子超高齢化社会を迎え、健常者とは違った生活を送らなければならない方々にとっても、それは生活を支える大きな力となる。それぞれの身体機能にあったモノが自分で、もしくは支えてくれる人が補助器具をつくれるようになるだけで大きな前進である。それまでは既製品に自分を合わせる事、なければ諦めることが当たり前だった。しかしながら、自分の身体くらいきめ細かいニーズに寄り添ってくれるように、自分のライフスタイルを自らカスタマイズできる。デジタル工作機械の普及により、こうした多様なモノのあり方を推進する人たちによってファブ社会は構成されていくだろう。

「ここがこうだったらいいのに」という想いを即座に実現できる。そうしたちょっとしたことの重なりが、大きなイノベーションの糧になっていくことを生活レベルで実感できる人々が増えていくことになる。

- 誰もが、比較的緩やかな衝動で、思いついたものや事柄を、現在の私たちが料理をするのと同様な心持ちで、マテリアルを選択して、加工して、出力し、さらにそれを他者が再利用可能な状況をデザインしておき、そして、また誰かが作ると

いう循環がある。

つくられた物を消費するのに飽きて新しい物を探すというサイクルに、飽きる前に自分で改変し飽きない物をつくろうと努力したり、飽きても自分で改変したりするなど、次のステップが待っている。

そのサイクルに加わることで、個々の様々な評価軸が常に刷新されていく。

個人的な衝動は目標としたものを出力することで満たされてしまうことが多いが、それを再利用もしくは他者によって評価可能な状況まで導けるような文化や風潮がウェブ社会からファブ社会にアップデートされた場合にはフィチャーリストのトップに書かれるのではないだろうか？

- 子供が楽しそうに自分のおもちゃを作っている。人間の想像力の源泉はそこにあると思う。

②「ファブ社会」を分かりやすく描いたムービー作品として、スペインでつくられた「Full Printed」 (<http://www.youtube.com/watch?v=NiOKDOnJ3VE>) があります。この映像が描いている「ファブ社会」のイメージについて、みなさんの想像する「ファブ社会」とどれくらい合致していますか。また差異がありますか？ 差異があるとしたら、どのような点でしょうか？

合致・共感できること何ですか

- 後半の未来の世界で、子供がスキャンしたカップのデータが世界に共有され、それを別の誰かが改良していく点は、FabLab に限らず、既にオープンソースのバザール型開発として個人間、企業間を問わず実践されている。ただ、オープンソース開発の原動力はボランティア精神ではなく、個々の開発者の欲求である。つまり、「カップを強化してあげている」という描き方ではなく、個々の開発者がそれぞれ別の用途に利用するシーンなどを追加するべきだろう。また、最初の世界では、カップの出力を FabLab で行っているのに対し、未来の世界では、家庭で行っているという点は技術的には共感できるが、ここにはもう少し議論の余地がある。
- 時間軸をうまくコントロールすることで、20 世紀のモノのつくられかた、21 世紀、その先を描いたとてもすばらしい映像だと思う。
- 適切な材料を選ぶなど、ユーザーがプロダクトの特性・機能に詳しくなっている点。

通販で全て終わらない（近所のマテリアルショップに買いに行く）点。

おじいちゃんと子供が技術を通じて対話（世代間の対話）をしている点。

技術開発には非常に時間がかかるという点。

材料開発（無害・再生産可能）にも期待をしている点。

- 無いものは作る、ということが自然に受け入れられる社会になるという点。

差異・違和感は何ですか

- 最も違和感があるのは、このストーリーの中心となっている対象が一般に量産品である「カップ」である点だ。将来的に私は現在の大量生産品の全てがパーソナル・ファブリケートされるとは考えていない。万人に共通して必要な機能製品は、大量生産される方が品質が高い上に、価格だけでなく、エネルギーについても低コストで製造可能だからだ。つまり、そこそこの品質で、高い製造コストが要求されるにも係わらず、それを上回る価値を持った製品のみがユーザーサイドで出力されるようになると考えている。

次に違和感があるのは、FabLab が出力センターとして描かれている点だ。確かにその機能は必要だが、それだけならオンラインの出力サービスを利用すれば良く、わざわざ USB メモリにデータを入れて店舗に出向く必要はないかと思う。さらに進んだ未来では、この出力が家庭内で可能となったため、材料を販売する店舗だけが必要となり、FabLab の役割が描かれていない。FabLab で最も価値があるのは、そこに構築されるコミュニティによって生み出される「発想」と「意欲」から来るイノベーションだ。

従って、このムービーを修正するなら、最初の FabLab では作り方の相談を行うシーンとし、未来の FabLab では、実物の意義、信用の確立方法などネットを通じてだけではコミュニケーション出来ない点についてフォーカスするべきと思う。また、もし「遺品」のような価値について描くのであれば、大量生産品ではないものを対象とした方が誤解がないかと思う。

- この映像で描かれている「FabLab」というのが、日本でいうオンデマンド印刷のキンコーズのような側面がある。そうした一面もあるが、むしろ「つくりかた」そのものがどのように多様になっているかと同時に、どのように「人が学ぶ」のかも同じ位重要だ。

一方的にサービスを提供するのではなく、リアルなコミュニケーションの描き方に少し違和感を覚えた。

- 技術の在り方に関して、オープンではなくクローズドな印象を受ける点。
ボタン一つでパーツを選ぶなど簡単に自分好みにカスタマイズできる点。（それは否定しないが、それがイコール「ファブ」とは思わない。）
結局つくってもらっている点。（技術が魔法・ブラックボックスになっている。）

技術が画一的であり、多様性がない点。(ムービーで分かりやすく説明するためにそうだったことは理解するとしても、様々な技術を総動員することが求められる。)製品評価の視点として、安全性や強度のみが強調されている点。(その他に、分解性や各種環境性能など、製品ライフサイクル評価やサステナビリティ評価といった長期的かつ多面的な評価を行う必要がある。)

- ショップに出力に行くシーンがあるが、むしろ自分の家で自由に出力が出来るようになるほうが自然。

(2) ファブ社会の課題についてお聞かせ下さい。

- ①「ファブ社会」を実現する上における課題(技術課題、社会課題、その他)は何だともいますか？

技術課題は何ですか

- 技術課題は山積みだ。製造技術において、目覚ましい発展し続けているのは、印刷技術が中心だ。印刷といっても紙面にインクを印刷する狭義の意味ではなく、平面材料表面に異なる材料を塗布、積層あるいは析出する技術である。話題の3Dプリンタはもちろん、半導体集積回路やMEMSもフォトマスク露光やレーザー描画などを用いたパターンの印刷技術に支えられている。しかし、これらの印刷技術が発展し続けても、他の技術の全てを代行することは困難だ。例えば、体積についてだけ考えても、材料の積層で大きな体積の物体を作るためには、長い時間が掛かるため、直ぐに実用的な時間で製造可能な体積の限界が見えてくる。従って、他の多くの技術、切削、鋳造、鍛造、組み立てなどの技術における、特に多品種少量生産向けの技術開発が必要と考える。そして、ここで最も重要なことは、製造品質よりも製造の容易性を優先することと考える。
- 基礎的なモデリング、プログラミング、プレゼンテーション能力など、個々の能力向上の他にトータルに学ぶプログラムを習得するのに、それなりの時間がかかること。さらに学んだ後に、日々開発されていく新しい技術を身につける速度が求められていること。
- 資源制約の観点から、希少な資源からよりありふれた資源へ代替材料開発を行う必要がある。また、物質・エネルギー利用の観点から非常に合理的である自然・生物に学んだ人工物を設計することも求められる。
- 加工機械の性能、精度(出力の設定の煩雑さ。加工時間が長過ぎる)
素材の性能、精度(まだ低機能なプラスチックが主流)

社会課題・その他の課題は何ですか

- 前述の技術課題で述べたように、製造技術において今後最も優先すべきは、製造品質ではなく、製造の容易性と考える。もちろん、安全性や実用性に耐えない品質では意味を成さないが、特に日本における品質至上主義の緩和が社会的課題といえるかと思う。一般に、品質に対して比較評価されるのは価格だが、価格を最終的に決定する要因は、その「製造の容易性」である。先進国が途上国に安価な人件費を求め続けた末には、ここに帰着すると考える。先の印刷技術が発展してきた理由も、大量生産において、製造の容易性が高かったことに他ならない。そして、製造が容易であることは、価格を下げるだけでなく、誰でも製造可能となることに繋がる。
- 技術を習得の次に、人をつなぐマネジメントや、各地域の培われてきた強みを踏まえた独自のプログラムを考え、地域間を連携するファシリテーション能力をもった人材の不足も上げられる。さらに、技術、マネジメント、国際的なネットワークを構築するグローバルなコミュニケーションも求められている。こうしたトータルな視点での人材育成モデルとして全体が捉えられていないことが上げられる。
- 技術進展の中、それを適正に使いこなすための技術リテラシーをどのように育んでいくかが課題であると思われる。また、様々な社会課題を自分たちの課題として捉えて、自分たちで引き受け（他者に無責任に転嫁しない。）解決策を検討する土壌をつくることが求められる。

大量生産・大量消費の社会に変化を与える可能性があると思われるが、同じ種類の製品が減るだけで、結局社会に投入される資源量は変わらない、あるいは増えてしまうという事にもなりかねない。消費者の行動シナリオをいくつか設定し、それぞれの環境影響評価を行うとともに、「自分で作り、自分で直し、長く使う」というようなサステナブルなモノとの付き合い方を発信していく必要があると考える。
- デジタルデータを作れる人がまだ少ない。ラボの主なユーザーは既にデザインや設計業務に関わったことがある人ばかり、つまりもともとデジタルデータで設計する仕事に関わっていた人。

デジタルデータを扱えるようになる教育か、もしくは機械そのもののインターフェースが人間の手作業側に近づくかどちらかが必要。

ただ、材料を手で削ったり叩いたりするような体験が全くなくして創造性が身に付くとは到底思えず、それが無いがしろになるようでは意味が無い。

デジタルデータを介した世界的なネットワーク上でのもの作りの共有が実現するとなると、日本人にとっては英語コミュニケーションの問題が大きい。

仮に誰しものが自由に何でも作れるようになったとして、その時に経済に与えるインパクト、治安に関わる問題はどうか。まだ具体的に想像することは難しいが、自由な創造性を妨げること無く、しかし秩序が保たれるような社会制度が整えられる必要があるだろう。