

2014 年 3 月 28 日

Mizuho Industry Focus Vol. 151

3D プリンターがものづくりの仕組みに変化をもたらす可能性 ～未来のものづくりの姿と日本の素形材産業～

藤田 公子

kimiko.fujita@mizuho-bk.co.jp

〈要 旨〉

- 本稿における 3D プリンターとは、材料を連続的に積層して立体物を造形する機器全般を指す。3D プリンターは、材料加工の一手段であり、いわば工作機械の一種である。
- 本稿では、3D プリンターを手段とした、あるいはシステムの一部と捉えた仕組み作りに着目する。3D プリンターを起点あるいは重要な要素とする様々な変化の徴候について検討し、既存のものづくりのシステムや優位性を決定づける要因や価値のありかが変化する場合について考察する。
- 3D プリンターとその関連事業は、市場規模の観点からはいまだ黎明期である。機器の性能、使用できる材料とともに既往工法と比較して限定的であり、製造装置として生産ラインに統合していくための仕組みも、未だ成熟していない。
- 一方、中長期的な視野に立った場合、3D プリンターによる造形は、工法の一つとしての地位を世界的に確立する可能性がある。例えば GE は 10 年後に部品の 25% に 3D プリンターでの造形を活用するという。また、日本の国家プロジェクトにおいては、世界最高水準の 3D プリンター技術開発事業として、制御ソフトを含めた 3D プリンターの技術開発、金属粉末等の材料や周辺技術の開発が取り組まれる予定である。
- 一定の性能を備えた 3D プリンターと周辺製造システムの世界的な利用拡大は、①設計の重視、②製造の自動化、③暗黙知の形式知化、④製品開発や製造など様々なプロセスでの世界的な競争、を一段と加速させる可能性がある。その結果、製品の設計開発段階においてはイノベーションの加速や機能設計の価値向上が想定され、製造段階においては「製造力のみ」が持つ価値の低下が想定される。
- 日本の素形材産業の強みは、ユーザーの高い要請に応え続けて獲得した、洗練されたものづくりの知見にある。これら変化の可能性は、製造機能に特化した知見を備え、かつ受注の大部分を特定のユーザーに依存する事業形態の企業にとって、優勝劣敗がより鮮明となる環境といえる。
- 今後の日本の素形材産業には、長期的な観点での、ユーザー産業ごとに起こりうるものづくりの価値変化の可能性を踏まえた取組みと、事業の方向性の明確化がいっそう求められよう。
- 日本の素形材産業が、3D プリンターを起点としてもたらされうる変化に対応するのみならず、その変化を先取りし、自社の強みをより際立たせ、世界で勝ち抜く好機とすることを期待したい。

目 次3Dプリンターがものづくりの仕組みに変化をもたらす可能性
～未来のものづくりの姿と日本の素形材産業～

I. はじめに	2
II. 3Dプリンターをとりまく環境	
1. 本稿での「3Dプリンター」の定義	3
2. 本稿の主眼	4
3. 歴史と市場	5
4. 主なユーザー分野とアプリケーション	6
5. 米国大手3D プリンターシステムサプライヤー2社の現状	7
III. キーワードに見る3Dプリンターの特徴	
1. 考察にあたって	10
2. フロントローディング	10
3. ロボティクス	12
4. デジタル化	13
5. リンショア	14
6. オープンソースハードウェアとネットワーク	15
IV. ものづくりの仕組みの変化の可能性	
1. 製品設計開発におけるイノベーション	17
2. 製造プロセスの各段階における価値変化	18
3. すり合わせとモジュール化の分岐点	19
V. 日本のものづくりへの影響	
1. 日本のものづくりの仕組みへの影響の可能性	20
2. 素形材産業と地域産業クラスターにとっての活用余地	21
3. おわりに	22

I. はじめに

3D プリンターブームは良い展開を迎えようとしている

「3D プリンター」と聞いて、どのようなフレーズが思い浮かぶだろうか。いつときは、「消費者がメーカーになれる時代が来た」「金型不要のものづくり」といった刺激的なフレーズとともに、あたかも万能の造形機であるかのように紹介されていたこともあったが、そのような極端な論調は、いまやほとんど見かけなくなったように思う。

弊社「Mizuho Industry Focus Vol.137 3D プリンターが日本のものづくりに与える影響(2013年9月発刊。以下、前回論考)」において、「3D プリンターは万能の造形機ではない」「それをもって日本のものづくり全体への脅威とするのは、過大評価である」が、「ブームは好機でもある」「知名度が向上し、様々な分野での関心が高まっている現在では、用途の可能性を探る好機でもあろう」と述べた。

その後約6カ月が経過する間の日本では、企業においては3D プリンター関連事業への参入やユーザーの用途開発が徐々に拡大し、また経済産業省が立ち上げた有識者会議である「新ものづくり研究会」では、3D プリンターを大きなテーマとしての議論が行われてきた。現在の日本で語られる 3D プリンターは、単なるブームとしてではなく、産官学それぞれの知見のフィルターを通したものが大多数である。3D プリンターにまつわる論調は、ブームというフェーズを脱し、いかに競争力強化の手段とするか、あるいは用途や商機の可能性を具体化させるかという展開を迎えようとしている。

3D プリンターを手段とした仕組みに着目

3D プリンターそれ自体は工作機械の一種あるいは家電の一種というべきものであり、単独で何かを大きく変えるわけではない。しかしながら、その特徴を活かしたシステムや仕組み作りの手法によっては、既存のものづくりの仕組みや優位性の条件、価値のありか等を変化させる手段となる可能性が考えられる。

3D プリンターとよく一緒に語られる言葉に、「フロントローディング」「ロボティクス」「デジタル化」「リショア(国内回帰)」「オープンソースハードウェア」「ネットワーク」がある。それぞれ 3D プリンターの異なる特徴・側面を切り取った言葉といえる。3D プリンターをひとつの手段として、新たな仕組みが構築される可能性や、既に始まった変化がいつそう加速する可能性は、複数の観点から示唆されている。

一方、これら示唆されている可能性の多くに関する前提は、3D プリンターを模型や試作品の製造のみならず、実製品の製造にも用いることである。実際の 3D プリンターは、いまだ技術面や使い勝手に課題が多く、実製品の製造に存分に使用される機器となるか否かは、今後の技術開発の動向にかかっている。また実際に、3D プリンターの市場は、工作機械としても、家電としても、黎明期である。

本稿では、技術開発が奏功し工作機械の一種あるいは家電の一種としての 3D プリンターが一定の普及を遂げるとの仮定を置いたうえで、どのような仕組みが構築されるか、それによって何が変化する可能性があるのかを検討し、その中で日本のものづくりの競争力を高める可能性についても考察する。

なお、3D プリンターの造形原理からの分類や機器の構造、現在の性能の概要、工法としての向き不向き等については、前回論考を参照されたい。

Ⅱ. 3D プリンターをとりまく環境

1. 本稿での「3D プリンター」の定義

積層による立体
物造型

本稿における「3D プリンター」は、材料を「連続的に」「積層」する手段により、「立体物」を造形する機器全般を指す。

本稿では目的に
応じて3つに分類

現在「3D プリンター」と呼ばれる機器には多様なものが含まれる。本稿では、造形物の利用目的に着目し、大きく3つの類型に分けたうえで論じることとしたい。

一つめは、「工作機械タイプ」である。例えば、真空下や不活性ガスを充填した中で金属粉末や樹脂粉末を焼結して部品を造形する、金型そのものを造形するなど、「工作機械」の一種と捉えることがふさわしいものである。耐久性と精度を兼ね備えた実製品の製造を利用目的とした機器を指す。

二つめは、「試作機タイプ」である。インクジェットヘッドから光硬化性樹脂を吐出し紫外線を照射して固める機器などが主にあてはまる。試作品や模型、治具など、もっぱら製造プロセスにおいて一時的に必要な物の造形を利用目的とした機器を指す。(ただし、手術シミュレーション用の臓器模型のように長期耐久性を必須としない用途や、記念品のように後工程で表面処理をするケースでは、「模型という製品」の製造も可能である)。

三つめは、「パーソナルタイプ」である。ここでは、家電量販店等で市販されている価格帯の機器、すなわち熱可塑性の樹脂を熱し、ノズルから押し出し、自然冷却で造形する方式である。このタイプは造形原理と機器の性能上、造形物の強度や精度、外観に課題を抱えることが多い。製造業における利用目的は、デザインやアイデアの概略を形にするという意味での模型が中心である。

【図表 1】に、本稿における、造形物の利用目的から見た 3D プリンターの類型を示した。本稿においては、消費者が自己使用するために出力するケースを除き、事業として 3D プリンターが用いられていくことから生じうる影響について論じる。

【図表 1】 本稿における3D プリンターの類型化と論考対象領域

本稿における分類	主な造形方式	主なユーザー分野
工作機械タイプ (実製品製造に利用)	粉末焼結 FDM(高価格帯) 光造形 指向エネルギー堆積	一品・少量生産中心の製造業 例: 航空、医療機器等
試作機タイプ (製造プロセスに利用 模型・試作品・治具)	FDM 光造形 インクジェット(材料吐出) インクジェット(バインダ吐出)	製造業全般 例: 自動車、電機、産業機械、 日用品、玩具等
パーソナルタイプ (簡易な造形全般)	FDM(低価格帯)	製造業全般(デザイン用途)
		【本稿の対象とせず】 消費者(自己使用)としての個人

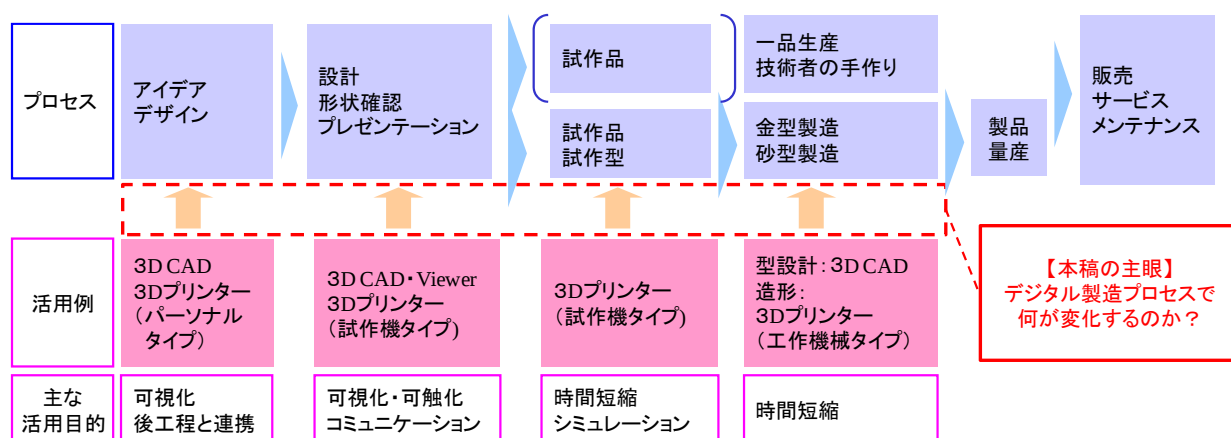
(出所) みずほ銀行産業調査部作成

2. 本稿の主眼

主眼は「3D プリンターを含むデジタル製造プロセスで、何が変わるのか？」

前回論考では、「ものづくり」を、具体的な設計と製造プロセスと捉えて論じ、「3D プリンターはあくまでも一つの加工法を担う機械であり、その特性が熟知され使いこなされていくことによって、日本のものづくりの進化や競争力の強化に貢献する可能性を秘めている」と結論づけた。本稿では、前回論考をふまえながら、3D プリンターを含むデジタル製造プロセス全体を主眼とし、それがどのような変化をもたらし、貢献となるのかを中心に検討する。

【図表2】 本稿の主眼



(出所) みずほ銀行産業調査部作成

共通項は「デジタル設計からの一気通貫プロセス」

あらゆる 3D プリンターの共通項は、「3 次元データによる設計情報を、生産のための情報として用いることが可能」なことである。もちろん、生産にあたっては樹脂や金属の種類等に応じた材料特性を十分に考慮する必要があり、設計すれば何もかもそのまま出力できるわけではない。しかしながら、CAD での設計データを加工のための CAM データに変換する際に求められる、いわば翻訳作業との対比においては、設計と製造の垣根が低くなったことは大いに指摘されている。後に「フロントローディング」および「デジタル化」の項目で詳述する。

工作機械タイプはイノベーションの可能性

工作機械タイプは、これまでにない工法を提供する機器である。これまでにない工法がもたらしうるものとして、プロセスイノベーションおよびプロダクトイノベーションの双方について検討する。この点は後の「ロボティクス」「デジタル化」「リショア」の項目で詳述する。

試作機タイプは効率性が生み出す新たな価値

試作機タイプは、効率的に試作を行える機器である。本稿では、短納期化・コスト削減という性質が、遠隔地間での試作品を通じたコミュニケーションなどを容易にする点に着目する。この点は後の「デジタル化」「フロントローディング」「ネットワーク」において触れる。

パーソナルタイプはデジタルデータの普及と両輪

パーソナルタイプは、簡易な造形が可能な、玩具や図画工作ツールに近い機器である。本稿では、パーソナルタイプの 3D プリンターの意義と、普及に想定される道筋を簡単に示したうえで、それによる広い意味での変化の可能性を、後の「オープンソースハードウェア」「ネットワーク」において論じる。

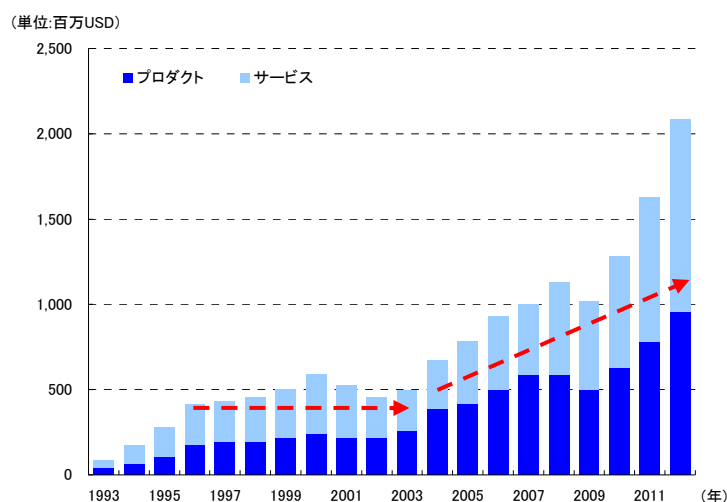
3. 歴史と市場

デザインモデル
作りでは 20 年を
超える歴史

3D プリンターの上市は 1980 年代後半に遡る。当初は試作機タイプのみであり、工作機械タイプは 2000 年代に入ってはじめて登場する。そしてパーソナルタイプは、2000 年代後半に、熱可塑性樹脂を溶融する方式の特許切れが始まったことを契機に誕生した。

【図表 3】は、米国 Wohlers Associates 社の調査による 3D プリンターの世界市場規模を示している。1990 年代後半から 2000 年代はじめにかけ、ほぼ頭打ちと言って差支えない市場規模が、2000 年代半ばに入り拡大を始める。これは試作機タイプが少しずつ進化を遂げて使用できる領域が増加し、また実製品への応用が始まった時期である。

【図表 3】 3Dプリンターの世界の市場規模推移



(出所) Wohlers Report 2013 よりみずほ銀行産業調査部作成

市場はいまだ黎明期

2012 年の市場規模は、プロダクト(機器、材料が含まれる)が約 10 億ドル、サービス(造形サービス等)が約 12 億ドルである。切削型工作機械の市場規模が約 680 億ドル(2011 年)であることと比較すれば、未だ 3D プリンターの市場は黎明期である。

なお、2000 年代後半に、FDMあるいは押出等といわれる方式の特許切れに起因して、当該方式における低価格化が進み、本稿にいう「パーソナルタイプ」と近い機器(WohlersAssociates 社の分類では、販売価格 5,000 ドル未満の Personal 3D Printer)が登場し、一般消費者向けにも次々と上市されている。

これらパーソナルタイプの 3D プリンター市場は急速に立ち上がってはいるものの、Wohlers Report2013 によれば世界の販売台数としては約 35 千台、市場規模は約 4 千万ドルであり、未だ 3D プリンター市場全体の約 2%を占めるにすぎない。現状、3D プリンター市場のほぼ全ては工作機械タイプおよび試作機タイプ、すなわち製造業等の事業者向けの機器で占められている。

4. 主なユーザー分野とアプリケーション

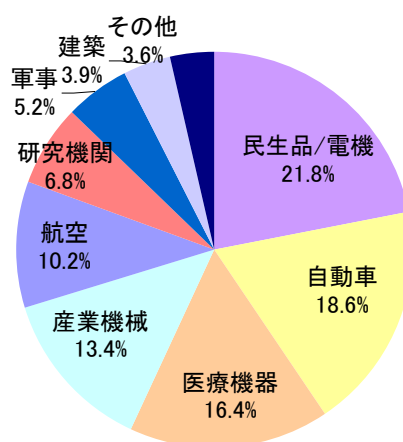
製造業での試作
が中心

【図表 4】は、3D プリンターを導入した企業の業種を累計で示している。自動車、航空機、電機等を中心に、模型や試作、あるいは治具などの製造プロセスに利用されてきた歴史が表れている。なお医療は、実製造が比較的早期に開始された分野である。例えば補聴器や歯科補綴のように、オーダーメイドが必要な製品である。

実製造は航空・
医療が二大分野

【図表 5】は、アプリケーションの例である。実製造においては、医療以外では、少量生産である「航空機」用途が大半を占めている。既往工法と比較して、機器性能・材料ともに優位性が発揮できる分野に限られ、未だ実製造への活用は限定的である。

【図表4】 3D プリンターのユーザー分野



(出所) Wohlers Report 2013 よりみずほ銀行産業調査部作成

【図表5】 造形方式・材料から見たアプリケーションの例

本稿における分類	造形方式	主な材料	アプリケーション例
工作機械タイプ (実製品製造に利用)	FDM(高価格帯)	熱可塑性樹脂(PC、ABS)	航空機(部品)・各種機能部品
		ナイロン樹脂	航空機(部品)・各種機能部品
	粉末焼結	純チタン、チタン合金	医療機器(歯科矯正・インプラント等)
		マルエージング鋼	金型(配管部、部品)
		ステンレス鋼	機能試作品(各種実験用試作品)
		アルミニウム合金	航空機(部品)・各種機能部品・機能試作品
		コバルトクロムモリブデン合金	医療機器(歯科矯正・インプラント等)
		ニッケル合金(インコネル)	航空機(部品)・各種機能部品
		熱硬化性樹脂 光硬化性樹脂	医療機器(補聴器等) 鋳造ツール(消失模型)
	インクジェット(バインダ吐出)	ケイ砂	鋳造ツール(砂型、中子)
試作機タイプ (製造プロセスに利用 模型・試作品・治具)	FDM	熱可塑性樹脂(ABS)	日用雑貨
	光造形	熱硬化性樹脂 光硬化性樹脂	機能試作品(各種実験用試作品)
	インクジェット(材料吐出)	ワックス	マスターモデル(型作成用の原型)
	インクジェット(バインダ吐出)	石膏	建築模型・フィギュア
パーソナルタイプ (簡易な造形全般)	FDM(低価格帯)	熱可塑性樹脂(ABS、PLA)	形状確認・プレゼンテーション用模型

(出所) 各社パンフレット・ヒアリングよりみずほ銀行産業調査部作成

5. 米国大手 3D プリンターシステムサプライヤー2 社の現状

成長の軌跡と事業内容の変遷を追う

現在の 3D プリンター市場は、米国の Stratasys 社および 3Dsystem 社の 2 社で、世界の 8 割程度を占めているとみられる。両社の歴史は、ほぼそのまま 3D プリンターの歴史と重なる。ここでは、両社の現状、成長の軌跡と事業戦略の変遷を見たとうえで、現在の 3D プリンターシステムサプライヤーのビジネスモデルを概観する。

「3D プリンターの米系大手 2 社」とまとめて称されることが多い両社であるが、事業の方向性はそれぞれ異なっていた。その結果、収益構造やグループ企業の性格には相違点が窺える。

【図表 6】に、両社の業績推移を示した。規模は大きくないものの、高い売上高総利益率を誇り、研究開発投資と M&A を両輪で行いながら成長してきた(後掲【図表 8】ご参照)点は共通している。

【図表6】 米国大手2社の業績推移

【Stratasys】				(単位:百万USD)			
年	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
売上高	103.8	112.2	124.5	98.4	122.8	155.9	215.2
売上総利益	51.4	59.7	66.4	46.4	61.1	82.4	109.9
営業利益	15.6	18.5	20.6	5.8	18.5	29.0	17.1
研究開発費	6.7	7.5	9.0	7.7	9.8	14.4	19.6
売上高総利益率7期平均51.0% 営業利益率7期平均13.7% 研究開発費率7期平均7.8%							
【3DSystems】							
年	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
売上高	134.8	156.5	138.9	112.8	159.9	230.4	353.6
売上総利益	46.3	63.5	55.6	49.7	74.0	109.0	181.2
営業利益	-19.0	-5.1	-5.5	3.1	20.9	34.9	60.6
研究開発費	14.1	14.4	15.2	11.1	10.7	14.3	23.2
売上高総利益率7期平均43.4% 営業利益率7期平均3.8% 研究開発費率7期平均8.6%							

(出所) 各社IR資料よりみずほ銀行産業調査部作成

両社のセグメント構成はやや異なる(【図表 7】)。Stratasys は「プロダクト」部門、すなわち 3D プリンター本体および材料が売上高および利益額の大半を占めている。3DSystems は造形サービス事業や販促等の周辺事業にも力を入れている。

なお、「3D プリンター事業は、本体を安く売り、消耗品で儲けるモデルだ」との指摘は必ずしも正確ではない。両社の財務データが示すとおり、消耗品のみならず本体そのものの利益率も高く、利益は研究開発への再投資に回っている。

両社とも、これまでは大手企業の参入のおそれが少ない、ニッチ分野といえる「試作機」に特化し、かつ特許戦略を積極的に行って参入障壁を作ってきた結果、現在に至るまでの好循環を生み出してきたと考えられる。

【図表7】 米国大手2社のセグメント別業績(2012 年)

【Stratasys】		(単位: 百万USD)	
	売上高	売上総利益	売上総利益率
プロダクト(機器+材料)	179.76	93.02	51.7%
サービス(造形サービス他)	35.48	16.89	47.6%
【3DSystems】			
	売上高	売上総利益	売上総利益率
プロダクト(機器)	126.8	70.42	55.5%
材料	103.18	54.28	52.6%
サービス(造形サービス他)	123.65	56.5	45.7%

(出所) 各社 IR 資料よりみずほ銀行産業調査部作成

【図表 8】は、近年両社が行った企業買収を示している。両社が買収した企業はそれぞれ性格が異なる。Stratasys が買収した Objet と Makerbot は、いずれも既に相応の規模と販路を持っていた 3D プリンターシステムサプライヤーという点で共通している。一方、3DSystems が買収した企業群は、3D プリンターメーカーや技術シーズを持っている企業にとどまらず、ソフトウェアや 3D スキャナー、造形サービスなど周辺にもわたっている。

【図表8】 米国大手2社の企業買収の軌跡

年	3DSystems	Stratasys
2009	Key Desktop factory(低価格3Dプリンター) Acu-cast technologies(造形サービス) Advatech Manufacturing(航空向け造形サービス)	
2010	Design prototype technologies(試作業) Express pattern(鋳造、造形サービス)	
2011	National RP Support(3D造形システム保守) Quickparts(カスタム部品製造) SYCODE(ソフトウェア) The3rdstudio.com(デジタルメディア) Freedom Of Creation(3Dコンテンツ) Huntsman Corporation(機能素材部門) Z Corporation(3Dプリンターシステム)	Solidscape(3Dプリンターシステム)
2012	My robot nation(消費者向けコンテンツ作成) Bespoke Innovations(医療機器開発) Rapidform(3Dスキャンと検査ソフトウェア)	Objet(3Dプリンターシステム)
2013	Geomagic(ソフトウェア等3Dソリューション)	Makerbot(消費者向け3Dプリンターシステム)

(出所) 各社 IR 資料、報道等よりみずほ銀行産業調査部作成

高機能装置重視
の Stratasys,
トータルシステム
の 3DSystems

ここからも、Stratasys は主に装置の高度化を追求する技術重視のメーカー、3D Systems は装置の高度化も含めたデジタルものづくりシステム全体の提供者との性格が読み取れよう。

3DSystems の企業買収の歴史は、3D プリンターの進化の歴史と軌を一にしている。先に述べたとおり、3D プリンターは 1980 年代に試作機として登場し、2000 年代に入り工作機械としての性質を備えるようになった。3DSystems は、光造形方式の試作機から出発した。光造形方式は、精度の高い試作品が造形できるが、材料の性質上、実製品の製造には難点が多いという弱点を持つ方式である。

当社は、2001 年に粉末焼結法の装置メーカーである米国 DTM 社を買収した。粉末焼結法は、現在の工作機械タイプの 3D プリンターの大半につながる方式であり、実製品の製造に適しているとされる。買収を機に実製造への道を大きく踏み出したといえる。

また 2000 年代後半の FDM 方式の特許切れにより、同方式でのパーソナルタイプへの参入が相次いだ時期には、2010 年に英国 BitsFromBites 社を買収し、小型で一般家庭にも設置可能な 3D プリンターをラインナップに加えた。

さらに、造形サービスや 3D データ関連のソフトウェアメーカー等も傘下としている。3DSystems は、デジタルデータの作成からデータ変換、様々な三次元造形、までの一貫したシステムを保持し、またほぼあらゆる造形方式をカバーする企業となった。

Stratasys による
Makerbot 買収は
方向性の転換か

Stratasys は、FDM 方式の試作機から出発した。FDM 方式は、ABS 樹脂などの、実際の熱可塑性の工業用樹脂を用いることができるため、造形手法の高度化次第では、強度や精度をそれなりに備えた実製品の製造が可能になる方式である。

当社は、もっぱら自社製品の高度化により、試作機から実製造機へ近づく道を歩んできた。FDM 方式自体は変えずに、より造形物の強度や精度を追求した上位機種を上市してきたのである。

Stratasys による企業買収は、2012 年の Objet 社と 2013 年の Makerbot 社で方向性が異なる。

Objet は、イスラエル国の試作機タイプの 3D プリンターメーカーである。インクジェットヘッドから光硬化性樹脂を吐出し、紫外線硬化で造形するタイプで、造形物の用途はデザインモデルやプレゼンテーション用の模型、対象顧客はもっぱら法人である。

Stratasys 社の 3D プリンターによる造形物が、試作品の中でも組付け確認など、比較的後の段階に親和性が高いのに対して、Objet 社の 3D プリンターは比較的前段階に親和性が高い。両社によれば、したがってバッティングのおそれは少なく、顧客層も異なったとのことである。高度な試作機のラインナップを増加させ、また実製造機の見込み顧客へのアプローチを容易にするという、BtoB 戦略の延長線上とみられる。

Makerbot は、米国のパーソナルタイプの 3D プリンターメーカーであり、対象顧客はもっぱら個人である。Stratasys による Makerbot の買収は、3D プリンターメーカーのみならず、個人ユーザーを含めたエコシステム全体を入手したものである。もっぱら BtoB の機器の高度化を追求してきた同社が、BtoC の領域に進出したこととなる。

業界大手といえ
ども未だ変化の
途上

このように、業界大手事業者といえども成長の途上で、事業戦略やビジネスモデルも未だ変化の途上にあるといえよう。

Ⅲ. キーワードに見る 3D プリンターの特徴

1. 考察にあたって

工法の一つとしての地位を確立する可能性

これまで見てきたように、実製造機としての 3D プリンターは黎明期であり、ただちに工作機械のようにあまねく浸透するものではない。しかしながら、中長期的な観点では、工法の一つとしての地位を世界的に確立する可能性がある。2014 年には粉末焼結方式の特許の一部が期限切れとなることも、それを後押しすると考えられる。

例えば、米国の General Electric は、今後 10 年で部品の 25% に 3D プリンターでの造形を活用するという。主な対象は、航空機部品、インフラ、医療関連部門とみられる。また、これらの分野に親和的な、金属材料を用いる 3D プリンター技術を持つ企業を複数社買収した。実現までには、機器や材料、工法の一段の進化、材料の生産量の増加など、必要なステップは多いと考えられるものの、大手企業が 3D プリンターを今後の有力な工法と捉え、実際に内製化に動いていることには着目すべきである。

欧州においては、従来よりドイツを中心に金属材料を用いる 3D プリンターの開発が行われてきた。ドイツの 3D プリンターによる製造技術の研究機関である DMRC (Direct Manufacturing Research Center) では、材料特性評価や各産業への適用可能性等の研究開発が進められている。5 年間にわたって 1,100 万ユーロまでの予算を活用可能であり、さらなる進化が想定される。

そして、日本においては、「三次元造形技術を核としたものづくり革命プログラム」として、電子ビームやレーザービームを造形に用いる 3D プリンターおよび、材料やソフトウェア等も含めた周辺技術について、世界最高水準の 3D プリンターシステムを構築する国家プロジェクトが 2014 年に入り公募された。プロジェクトの期間は 5 年であるが、当初 2 年間程度で主要な技術開発を集中的に行い、事業化できるものはプロジェクトから除外し民間や他の助成制度に委ねていくという。

企業にあまねく浸透するには年数を要する可能性はあるものの、プロジェクト期間満了時である 5 年後に国産のハイエンド 3D プリンターシステムが上市された場合、日本においても、中期的には工法の一つとして確立される可能性は高いといえよう。

10 年後を想定

本章では、3D プリンターを中心としたデジタル製造システムが相応の普及を遂げた世界として 10 年後を想定し、そこで構築されている可能性がある仕組みや、現在始まっている変化が加速する可能性について、3D プリンターとともに語られることが多いキーワードを通じて考察を行う。

2. フロントローディング

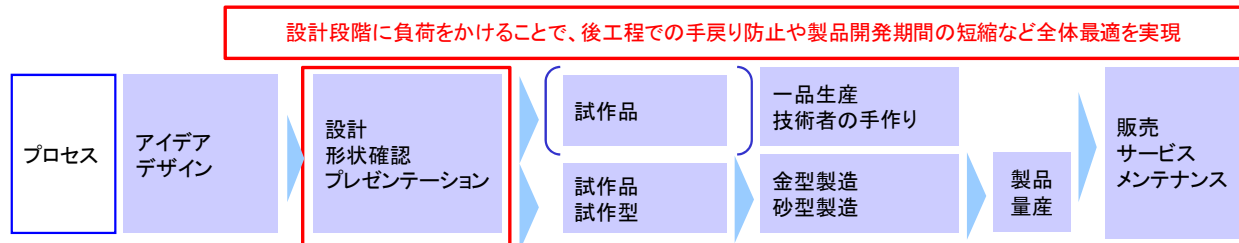
設計段階に負荷をかける

フロントローディングとは、業務の初期工程に負荷をかけること、すなわち製品開発プロセスでいえば、設計段階の早いうちから問題点の洗い出しを行い、設計品質を高めておくことを指す。目的は、後工程での手戻りを防ぐことによる全体最適である。古くから存在する概念であるが、3 次元 CAD (設計の 3 次元化) や CAE (シミュレーション) の進化がその実効性を高めてきた。設計の段階で、従来なら試作段階でしか分からなかった不具合を発見できるようになったことが、設計段階への負荷を可能にした。

フロントローディングが進行すると、後工程での不具合の可能性が減る一方で、設計段階および設計者に負荷がかかり、求められる知見も増加する。従来、設計の後工

程である、試作あるいは生産等の人員が行っていた業務内容までを把握し、設計部門主導で製品開発プロセスを最適化・短期化する開発手法(コンカレント・エンジニアリングと呼ばれる)を必然的にとるからである。

【図表9】 フロントローディング



(出所) みずほ銀行産業調査部作成

日本の製造部門は、いわば「データ翻訳機能」を担ってきた

日本のものづくりの強みの一つは、製造部門(協力工場や外注先も含む)の総合的な能力の高さにあるとされている。かつて設計が図面あるいは 2DCAD でなされていた時代には、試作してみないと分からない不備やそれに伴う設計変更を、製造部門の洗練された能力で吸収することも多かった。2次元の設計図面を3次元の製造データに置換したり、あるいは金型作製のためにさらに反転させる等、製造部門はその知見を活かし、いわば「データの翻訳機能」を担ってきた。かつて設計手段が2次元に限られていた時代は、非常に有効に機能していた。

翻訳機能を発揮できる局面は減少

ところが、3次元 CAD 等デジタルデータの利用の進展により、設計段階で出来ることが増加し、システムティックに設計の負荷を高められるようになればなるほど、「製造段階での翻訳機能」の必要性や、その知見が存分に発揮できる局面は減少していく。

現在残っている、典型的な「設計から製造への翻訳機能」は、直接の切削加工であれば CAM(加工指示データ)の作り方にあり、型を製造する場合は金型の設計や金型の切削加工のための CAM の作り方にあるといわれる。

3D プリンターを中心とした一連の造形システムの特徴は、設計データから製造データへの転換がさらに容易になることである。3D プリンターは、3次元の設計データを(切削可能な形状の限界から来る、分割や組合せを省略可能との意味で)そのまま製造データに使用できることにある。

もちろん、製造データへの転換にあたっては、材料特性や 3D プリンターでの造形そのものの特徴をふまえることが不可欠であり、全てを自動変換できるようになるわけではないが、「製造段階での翻訳機能」を発揮する局面は総体として減少することが想定されるといえる。

一方、例えば米国製造業のように、比較的設計部門の力が強く、製造部門に弱点を抱えるとされるケースにおいては、3D プリンターによる造形システムの親和性が高い。先のコンカレント・エンジニアリングは元来米国発祥の概念であり、製造段階での翻訳の必要性の減少は、製造部門の弱点を緩和する手段とも評価できよう。

3. ロボティクス

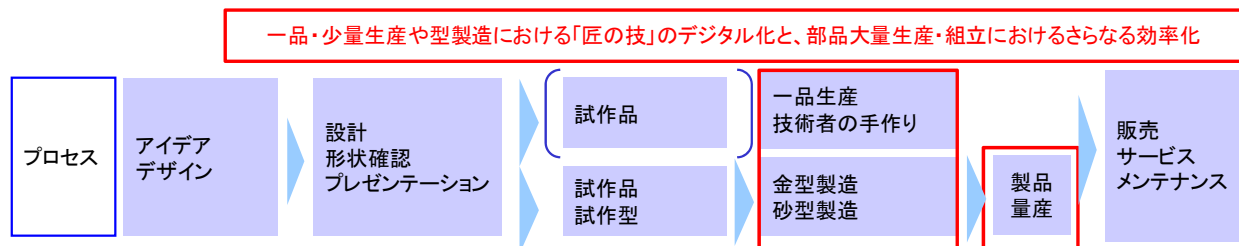
産業用ロボットの 利用

直訳すれば「ロボット工学」であるが、ここでは産業用ロボットの利用による製造の自動化を指す。産業用ロボットの利用自体は、やはり新しいものではない。かつて人間が行っていた作業のうち、危険なもの、単調なものなど、機械での代替が求められる、あるいは容易な分野から利用されていった。

ここではロボティクスの3つの側面に着目したい。効率化、多能工化、繰返し再現性である。特に「繰返し再現性」は、これまで切削工法が採用されていたような、少量生産かつ難加工材料・複雑形状など高い技術が必要なものづくり(典型的には航空・宇宙分野)において、これまで技術者が行ってきた業務を可能な限りデジタルデータに写し取り、再現させることが可能になる。

3D プリンターは、その工法に起因する造形速度の限界から、大量生産には向かない一方で、デジタルデータから直接造形できる性質から、単品・少量生産では既往工法より優位な場合がある。また金属材料の場合、粉末化コストにより材料価格は割高となるが、非常に高価な金属であれば、造形物の形状によっては、金属塊から削り出した切削屑を廃棄するよりも割安になるケースもあるとされている。このような限定された、但し付加価値は非常に高い少量生産のものづくりの場面において、「ロボット制御された3D プリンター」は真価を発揮するだろう。

【図表10】 ロボティクス



(出所)みずほ銀行産業調査部作成

暗黙知の形式知 化に資する可能性

日本のものづくりの強みの一つは、暗黙知に裏付けられた高い技術力にあるとされている。機械加工をCNC化しながらも、その加工データの作り方、および機械加工後の仕上げにはいわゆる職人技能が求められる。また、加工をデジタル化しても、出来上がった製品の評価は、現に暗黙知を持つ技術者にしかできない。

加工技術と駆動・制御技術が高度に組合せられると、可能な部分から暗黙知が形式知化され、効率的に一定のレベルでの自動生産が可能になる。したがって、形式知化可能な水準の技能あるいは生産力は、コスト次第で代替されるという帰結になりうる。

一方、日本のように高いレベルの暗黙知を持つ技術者が多数存在する場合、機械に代替可能な業務を置き換え、技術者はさらに高いレベルの、創造性を発揮可能な業務に取り組むという効果が想定される。

4. デジタル化

データを手段とする進化

ものづくりというデジタル化とは、デジタルデータを製品開発プロセスや製造プロセスに利用することにより、全体最適を図ることといえる。デジタル化も、過去数十年にわたって、設計情報や機械加工情報をはじめ徐々に進行してきたものであり、決して新しい動きではない。

ここではデジタルデータの特徴のうち、アナログの技術あるいは技能といったものの比較において、保存、再現、移送、複製、接続が容易であることに着目したい。

保存と再現の容易さは、技術や技能の伝承に役立つ一方、本来データにすることがふさわしくない(例えば、敢えてアナログの領域を残し、ブラックボックス化することが望ましい)ものであっても、一旦データ化すると不可逆になるという性質を持つ。

移送と複製の容易さは、遠隔地間での情報共有や、時差を利用した 24 時間稼働での設計体制など、柔軟な製品開発や製造プロセス策定に資する。一方で、データ流出や盗用が起きた場合に、ほぼ不可逆となる性質を持つ。

接続の容易さは、製品の設計思想を変化させたといえる。アナログ部品間で必ず要求された「すり合わせ」を一部不要とし、モジュール同士の「組合せ」での製品設計・開発を可能にし、設計と製造の分離を後押しし、効率的な生産体制を構築しやすくなったと評価できる。一方、製造を容易にしたことで、技術面はさほど高くなくともコストが安い地域での製造が求められた結果、中国が「世界の工場」と化し、アナログのすり合わせ製造に適応していた日本の産業クラスターにおいては、弱体化の一因ともなった。

これまでも、3 次元 CAD の浸透や放電加工機などのデジタル工作機械が登場するたび、先進企業が長年蓄積した技術や技能に、後発企業や新興国が一定程度まで容易にキャッチアップし、先進企業は「先端領域」という名の狭いマーケットに図らずも追いやられる、という構図は見受けられた。また、製品内部の大半がアナログ部品で構成されていた際に培われた高い「すり合わせ」能力を発揮する局面が、モジュール化の進行により、徐々にモジュール内部の作り込みへと狭められている、という構図もある。

このように、デジタル化のメリットとデメリットは使い方次第である。3D プリンターを中心とした生産システムは、これまで見てきたように、デジタルデータが従来対比さらに大きなウェイトを占める工法であり、保存、再現、移送、複製が容易となるものだ。

3D プリンターはその促進要因

また、3D プリンターの使用との直接の因果関係は想定していないが、これまで見てきた製品設計のデジタル化と全体最適化としてのフロントロードが両輪で進行することは、そこから製造される製品自体のモジュール化あるいはデジタル化・組合せ化を後押しすることはあれ、逆行させる方向には働かないだろう。

3D プリンターは、製造業のデジタル化を加速させ、フロントローディング・ロボティクスとの相互循環を作っていく一つの要素といえる。

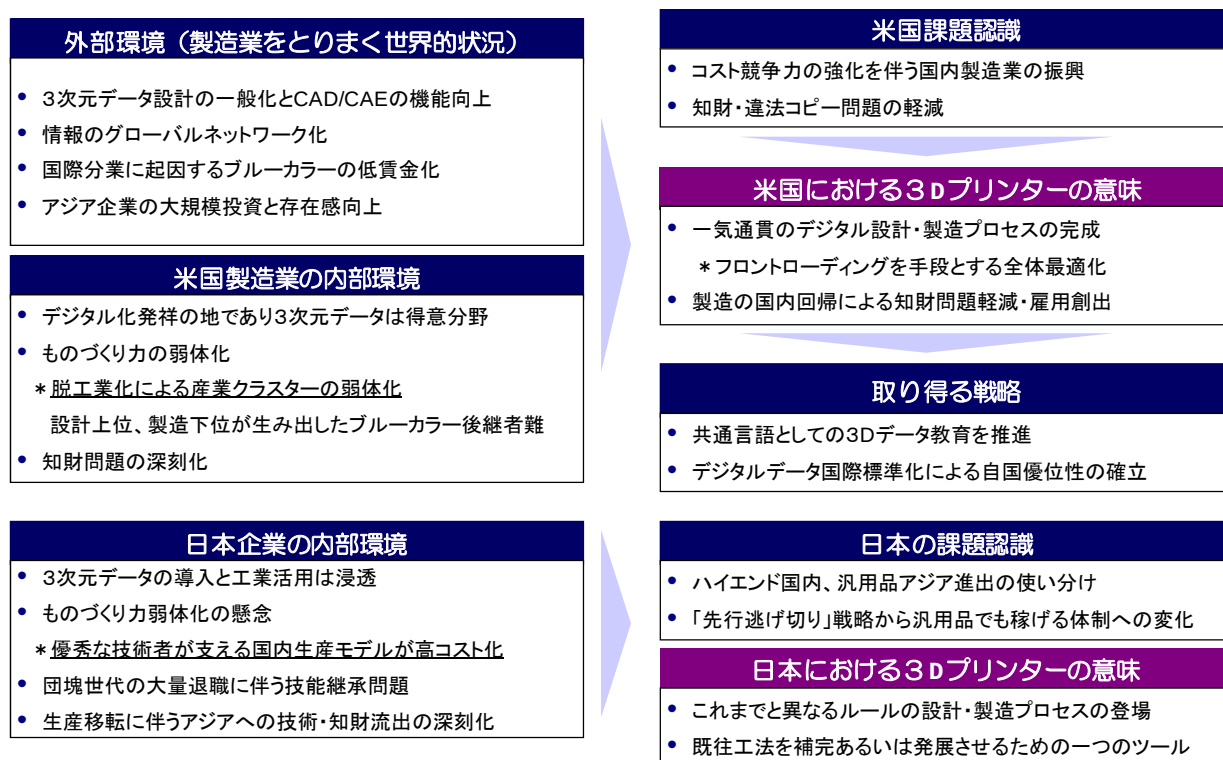
5. リシヨア

製造業回帰

米国オバマ政権が製造業での雇用・投資の拡大を目指し、先進製造業への支援を表明していること、また米国において先進製造業の産官学連携プログラムとして 3D プリンターを用いた生産技術の研究拠点が開設されたことなどから、「3D 革命は先進国製造業の国内回帰の要因となる」と捉える向きもある。

しかしながら、これまで見てきた要素の中で、例えば米国と日本の製造業の内部環境をそれぞれ捉えると、3D プリンターを用いた生産システムは、必ずしも製造業の国内回帰を意味するとは限らない。

【図表11】 米国と日本の内部環境の差をふまえた3D プリンターの意味の違い



（出所）みずほ銀行産業調査部作成

米国にとっては 新たな製造ルー ル策定での優位 性発揮

米国と日本には共通項もあるが、根本的な違いは「何を国内に残しているか」である。米国においては「脱工業化」のもと、設計と製造の分離が進展し、日本の地域産業クラスターに相当する、ものづくり基盤が相対的に希薄となっている。一方、日本は組立加工業の海外移転に起因する国内生産能力の過剰と、安価な労働力を強みとしながら技術面のキャッチアップをも行っていくアジア勢の進出に悩まされたものの、汎用品から順に海外移転を行い、国内には付加価値の高いものづくりを残してきた。

米国において「3D プリンターによる実製造」が期待されている背景には、脱工業化と新興国への生産移転が、新興国の経済成長に伴う人件費等のコスト向上や生産委託に起因する知財流出問題への対処の必要性などにより、徐々に有効性を失っていること、米国内の工業基盤が弱体化していること、従来から相対的に設計重視のものづくり志向であることが挙げられよう。

これまで見てきた「フロントロード」「ロボティクス」と「デジタル化」の組合せで構築される生産システムは、既往工法対比で重心が設計に寄り、製造部門が軽くなる。製造力の基盤が希薄となった地域が、既往工法で固められた土俵でキャッチアップしていくことは大変難しいが、自らの強みで勝ち抜ける可能性がある新たな製造ルールを構築し、それを世界標準にすることも可能という期待が加われば、確かにそれは大きな希望として受け止められるだろう。

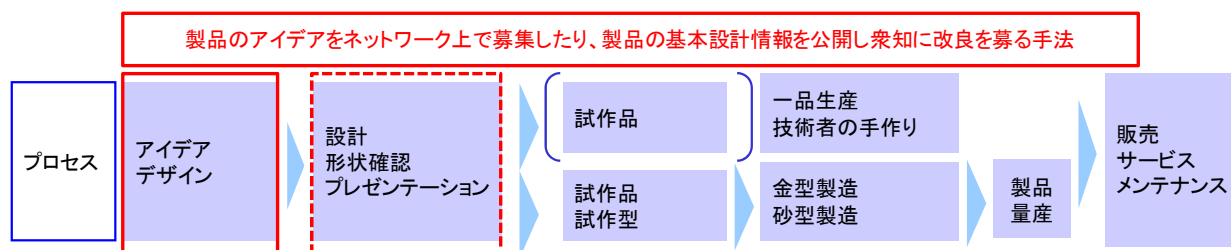
そして既往工法を使いこなし、高度に組合わせて洗練されたプロセスを構築してきた日本にとって、後に詳述するが、これらのルール下における競争は、必ずしもこれまで培った優位性を発揮できるとは限らない。

6. オープンソースハードウェアとネットワーク

共有と衆知

オープンソースハードウェアとは、ここでは設計情報を公開したうえで、一定の条件のもとで改変等を自由に行えるようにするハードウェアを指す。「ハードウェアの設計や改良をオープンな場で共有し、衆知を集めて行うこと」と説明されることもある。設計のデジタル化とインターネットの存在により可能となった製品設計の手法である。

【図表12】 オープンソースハードウェアとネットワーク



(出所)みずほ銀行産業調査部作成

「パーソナルタイプの3Dプリンターの普及によりアイデアの実体化が容易になり、オープンソースハードウェアの概念で国境を越えたネットワークにより設計が洗練され、製造設備も販売先もネットワークを活用してで探すことが可能になるから、製造設備を持たなくとも製品を作ることが可能になる時代が到来している」との文脈で語られることが多い。企業内部あるいは機密保持を前提とした外注先等で完結する製品開発とは、逆の発想といってよい。

前項までのビジネスモデルに共通するのは、「自社の強みとなる部分での利益を最大化するために、いかにデジタルデータを活用するか」である。

一方、ハードウェアが既にデジタルデータによって定義されオープンである場合は、①自社独自の改変を行ったものを製造し提供する、②ハードウェアに必ず付随する消耗品やシステムの提供を業とする、③衆知を集めるオープンな場を提供し、①②が創出する収益の一部を享受する、といったビジネスモデルが考えられる。いずれも、洗練された高度なものづくりというよりは、内部機構が既にモジュール化・標準化され、デザインやアイデアが重視される家電等のハードウェアとの親和性が高い。

世界的な価格競争とは紙一重

オープンソースハードウェアは、アイデアを持つ様々な事業者が、その発現を可能にする契機となる一方で、独自性を打ち出せない多数の事業者が①に集中した場合、あるいは製造設備を提供するのみのネットワーク参加となった場合、単なる世界的なビッド・低価格競争を引き起こす可能性も否定できない。

なお、パーソナルタイプの3Dプリンター自体も、その一例である。パーソナルタイプの3Dプリンターには、オープンソースハードウェアを源流とする機種が多数存在する。もちろん、当該分野においては、独自性を持つ事業者はもちろん多数存在するが、そうでない事業者も一定数存在したようだ。

わずか数年で世界的に非常に多数の参入が行われ、機器価格が急速に低減した事実は、オープンソースハードウェアでの設計が世界的な価格競争と紙一重であることを物語っているといえよう。

Ⅳ. ものづくりの仕組みの変化の可能性

1. 製品設計開発におけるイノベーション

イノベーションの
可能性は多様

前章で想定した変化や変化の方向性の加速は、ものづくりの仕組みや構造にどのような影響を与えるかを検討するにあたり、製品設計開発とプロセスを分けて論じる。

3D プリンターは、本来一品・少量生産に向けた機器であり、また材料を積み重ねるという工法の特徴から、既往工法の限界を突破する力を秘めている。

3D プリンターを用いた生産プロセスは足元では未成熟だが、プロセスの進化により、そこから造形される製品自体に大きな変化を及ぼす可能性がある。

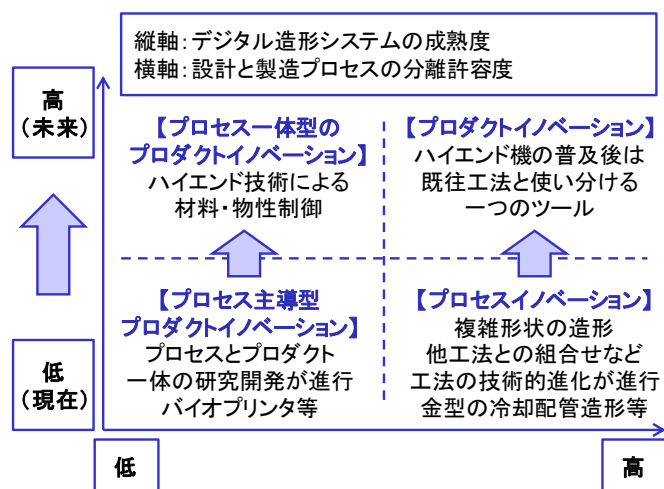
現在研究開発が行われている取組みには、例えば異種金属を粉末化し造形することで必要な物性の合金を造る、設計シミュレーションとの組合せで生体パターンに近い多孔構造を再現する、マイクロメートル単位の微細構造を造形するなどがある。

ここに挙げたケースでは、製品設計およびその研究開発と、実製造プロセスとを切り離すことはできず、緊密に連携させうえて相互に発展させることが必要になる。これらの例は、まさに設計段階で、材料特性などの製造知見までふまえたデータを作れるか否かが鍵となる。フロントロードすなわち設計重視と、技術者の暗黙知の形式知化による効果を最大限に活用しながら、3D プリンターを含めたデジタル生産システムを使いこなしていくことがイノベーションに不可欠である。

また、材料レベルからの製品の変化ではなくとも、例えば既往工法では不可能だった複雑形状の冷却水管を配して生産効率を高めた金型を造形する、人体に親和的な形状を持つ補綴物を造形し治療の効率を高めるなど、製品の進化が想定できる。

このように、これまでなかった先端製品を、材料と造形方式の組合せで創出するのが、3D プリンターが製品の設計・開発段階に与え得る影響と考えられる。これは、工法特性を熟知しいち早く使いこなした事業者がイノベーションを生み出しているものとして、大局的には、過去様々な工法の進展が先端製品を生み出してきた歴史と何ら変わるところはない。

【図表13】 製品設計開発におけるイノベーション



(出所) みずほ銀行産業調査部作成

2. 製造プロセスの各段階における価値変化

製造力「のみ」が
持つ価値の変遷

製造能力そのものが価値を持つケースは大きく 2 つある。製造能力が需要対比で不足している場合か、前後工程の不備不足を補ってあまりあるパフォーマンスを発揮している場合である。かつての日本、すなわち加工貿易国として右肩上がり成長し、かつ設計を 2 次元の製図等に頼っていた時代は、双方の条件を満たしていた。

プラザ合意とバブル崩壊を境とする組立加工業の海外移転に伴い、かつて不足していた国内の製造能力は供給過剰に転じた。また、本稿において述べてきたように、3 次元デジタルデータの活用によるフロントローディングのもとでは、製造部門が自ら不備不足を補う局面は減少する。さらに、暗黙知のデジタルデータ化に裏付けられた高度なロボティクスによる製造は、元来製造者が内部的に保持していた製造知見を、プログラムや機器類へと外部化する。いずれも、製造能力そのものの価値を低下させる方向の変化である。

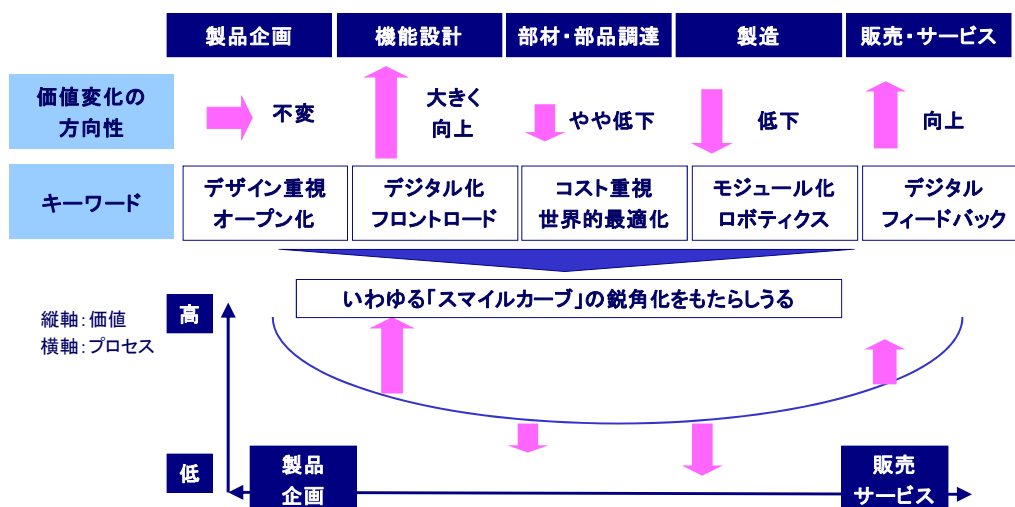
これは、製造知見が不要になるということではない。かつて製造段階に存在したその知見と価値を、いわば取り込んでいくのが機能設計である。設計段階での、製造までを含めた工程作り込みが全体最適を左右する。

この変化の可能性を模式的に示したのが【図表 14】である。製品企画は、一部では衆知を集める等の手法の変化はあり得るが、価値そのものの大きな変化は想定しない。機能設計は、製品開発全体化のための鍵であり、非常に高い知見が求められ、競争力の源泉となる。部品調達には世界的な競争が発生する。製造の価値は低下する。

そして販売後のサービスは、主に固定資本財や耐久消費財において、製品内部のデジタルシステムから得られるデータの利用方法によっては、企業収益の源泉ともなりうる。例えば、機器の使い方から故障発生確率を解析し、顧客に合った有償のメンテナンスサービスを提供するなどの手法が想定される。

換言すれば、総体として、既に「スマイルカーブ」が顕著な業態においては、より鋭角化するとはいえよう。

【図表 14】 想定される価値変化の可能性



(出所) みずほ銀行産業調査部作成

3. すり合わせとモジュール化の分岐点

すり合わせは日
本の強み

「すり合わせ」とは、ここでは製品の設計開発において、内部の部品・部材同士の最適化を目的とした作り込みを行うことを指す。洗練された高度なすり合わせ能力は、日本企業の強みの源泉とされている。

すり合わせは、アナログ部品・部材の最適化には大きな威力を発揮する。材料特性や部品・部材の相互依存性を勘案し、僅かな設計変更が最終製品に与える影響を見定め、作り込みを行っていく。その一方、デジタル部品やモジュールのように、最初から他の部品との接続性がデータで定義されているものにおいては、その威力を発揮することは難しい。

発揮できる場面
は減少

さきに述べたとおり、今後の製造業において、モジュール化の流れは加速することはあれ、逆行は想定し難い。かつて製品内部の全てをアナログ部品で製造し、すり合わせの力を存分に発揮できた時代との比較において、その威力を発揮できる場面は、モジュール内部の作り込みへと狭められてきている。

すり合わせの必要性が最後まで残るもの、すなわちデジタルで代替できないものは、材料そのものと、必要な材料特性を引き出すための制御である。モジュール内部のブラックボックスと言い換えてもよい。例えば、デジタルデータを書き込んだり、伝達・伝送する媒体そのものは有体物であり、設計と製造には大変高度なすり合わせが必要である。

今後の製造業において、すり合わせ・アナログ部分とモジュール・デジタル部分の分岐点は、製品の種類によって差はあるものの、デジタル解析や定義付けが困難な部分、すなわち素材や材料に近い部分に移動していくであろう。

V. 日本のものづくりへの影響

1. 日本のものづくりの仕組みへの影響の可能性

製造機能のみで
勝ち残ることの
高いハードル

前章までの検討を、【図表 15】に整理した。いずれも、製造機能に特化した知見を備え、かつ受注の大部分を特定のユーザーに依存する事業形態の企業にとっては、製造力以外での差別化が求められ、優勝劣敗が従来以上に鮮明となる環境といえる。

【図表15】 中長期的なものづくりの仕組みの変化の可能性



(出所) みずほ銀行産業調査部作成

変化の方向性は
複数ある

これらが示唆する今後の素形材産業の姿は、いくつか考えられる。

例えば、現在金型製造業の一部事業者が行っているように、組立加工業に自社技術者を常駐させ、製品設計の初期からプロセスに深く関与することにより、ユーザーに不可欠な存在となるという、いわば製造の知見を設計方向に広げる方向性がある。

また一つには、既存の商圏において、ユーザーニーズを捉え、自社で企画した製品を製造販売するメーカー機能を保有するという方向性がある。例えば、金型製造業が、ユーザーが金型を使う際に必要な周辺機器を企画製造するようなケースである。

あるいは、自社の強みを分析定義し、それを活用可能な新規商圏への進出を行い続ける道もある。例えば、精密な機能設計・加工技術を強みとする部品製造業が、同様に高い精密性が要求される医療機器分野を手掛けるケースがこれにあてはまる。

もしくは、加工・製造技術を極めることにのみ集中し、完全受注生産のビジネスモデル自体は崩さないことも、戦略となりうる。但し、この場合、自社技術が他の追随を許さない水準であることに加え、その技術を適正な価格水準に反映するユーザー、さらにそのユーザーが継続的に勝ち抜ける市場の存在が前提となることには留意が必要である。

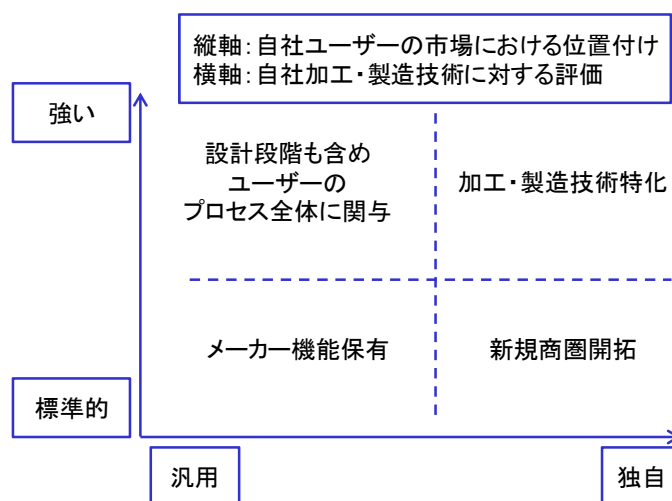
これらの共通点は、製造能力を源泉として何らかの付加価値をつけることで、価格競争に陥るのを避けることにある。典型的な受注生産モデル、すなわち製造のみを事業とし、ユーザーからの発注に可能な限り対応し、ときには価格競争もいとわず設備稼働を維持する事業形態との比較において、何らかの方向性に変化した姿ともいえる。

2. 素形材産業と地域産業クラスターにとっての活用余地

活用余地も多様である

前項で論じたように、素形材産業の中には、中長期的に事業範囲を自社に合致した方向性に広げる、あるいは狭めて特化する必要性に迫られる企業が多数存在するだろう。前項の例を、素形材産業にとって重要な要素とされる、「加工・製造技術の独自性」「ユーザーの市場性」を軸として示したのが【図表 16】である。

【図表 16】 技術とユーザーからの方向性の例



(出所) みずほ銀行産業調査部作成

いずれのマトリクスを選択した場合においても、3D プリンターを中心としたデジタル生産システムが普及をみた場合、そこから生じうる変化と無縁ではいられない。

設計方向へと知見を広げた場合は、フロントロードと全体最適を志向するユーザーの良きパートナーとして、設計と製造双方の知見を高めたうえでユーザーへの提案を行い続ける必要性がさらに高まる。新規商圏への進出や、メーカー機能を持つ方向性の場合、自社企画製品を形にしたり、より効率的な製造プロセスとアフターサービスを企画するにあたり、デジタル生産システムの活用が一つの選択肢となろう。また、自社が得意とする加工・製造技術領域に特化する場合であっても、ユーザーの設計思想に応じたエンジニアリング手法への適応や、より進化した工法の取込みを不断に迫られることが想定される。

事業の方向性の
明確化に活用

日本の素形材産業は、元来、このような想定される変化を先取りし、日本のものづくりの強みを形作ってきた歴史を持っている。各地域に存在する産業クラスターも、すり合わせの力も、数値制御された工作機械をいち早く使いこなしたことも、当時の環境への適応あるいは変化の先取りであった。

素形材産業をとりまく環境は変化を続けている。そして、ここで述べた仕組みの変化は、現在起きつつある変化をさらに後押しし、加速させる方向性を持つ。それぞれの企業にとって、現在はまさに中長期的な変化の方向性を先取りし、事業形態を明確にするタイミングではないだろうか。

3. おわりに

中長期的な日本
のものづくりへの
貢献を期待

3D プリンターが刺激的なフレーズとともに語られる機会は、かなり少なくなったように思う。造形特性に起因する「向き不向き」や、現在の性能の限界が、産官学を含めた業界関係者それぞれにより周知されてきた成果であろう。

これを「ブームの終了」と捉えるのは本質ではない。3D プリンターを中心としたデジタル造形システムが構築された場合に、中長期的にどのような変化が起こり得るか、あるいは加速しうるかについては、大いに考察の余地がある。本稿執筆の動機の一つは、ややもすれば、3D プリンターが一過性のブームと片付けられてしまいかねないことへの問題意識にもあった。

3D プリンターは一過性のブームとして捉えるのではなく、中長期的な観点で、造形システムの一部として、デジタルデータとともに進化を続ける存在として考える必要があろう。知名度が向上し、様々な分野での関心が高まっている現在は、引き続き、用途や適用分野の可能性を探り、日本のものづくりの強みが活用できる領域を早期に発見し、創出していく機会ともいえる。

3D プリンターを中心とした製造システムが一定の普及を遂げるであろう未来には、日本の3D プリンター製造事業者が、世界最高水準の3D プリンターシステムを提供しているはずだ。そのとき、日本のものづくり企業とさらに進化した素形材産業が、デジタル設計から製造、メンテナンスに至る一連の仕組みを、既存工法と共に存分に使いこなし、日本のものづくりの真価を大いに発揮していることを期待したい。

以上

(本稿に関する問い合わせ先)
みずほ銀行産業調査部
マニユファクチャリングチーム
藤田 公子
kimiko.fujita@mizuho-bk.co.jp

【主要参考文献】

1. 資料等

Wohlers associates, inc.「Wohlers Report 2013」
日経 BP 社「3D プリンタ総覧 2014」
事業構想大学院大学出版部「月刊事業構想 2014 年 2 月号」
一般財団法人素形材センター「素形材」
一般財団法人素形材センター「素形材を解き明かす Q&A」
一般社団法人日本金型工業会「金型 KANAGATA」
Random House Andersen, Chris「Makers :The New Industrial Revolution」

2. 新聞

日本経済新聞(日本経済新聞社)
日経産業新聞(日本経済新聞社)
日刊工業新聞(日刊工業新聞社)

3. Web サイト

経済産業省 (<http://www.meti.go.jp>)
3Dsystems (<http://www.3dsystems.com>)
Stratasys (<http://www.stratasys.com>)

©2014 株式会社みずほ銀行

本資料は情報提供のみを目的として作成されたものであり、取引の勧誘を目的としたものではありません。本資料は、弊行が信頼に足り且つ正確であると判断した情報に基づき作成されておりますが、弊行はその正確性・確実性を保証するものではありません。本資料のご利用に際しては、貴社ご自身の判断にてなされますよう、また必要な場合は、弁護士、会計士、税理士等にご相談のうえお取扱い下さいますようお願い申し上げます。

本資料の一部または全部を、複製、写真複製、あるいはその他如何なる手段において複製すること
弊行の書面による許可なくして再配布することを禁じます。

