

3D プリンタ（付加製造技術）の展望

2014年2月

経営コンサルティング本部

事業戦略グループ 辻早希子

1. はじめに

近年、ものづくりに大きなインパクトを与える技術として、3Dプリンタが世界的に大きな注目を集めている。本稿では、主として産業用の3Dプリンタについて、技術の種類と特徴、市場と今後の展望を考察する。

1.1 3Dプリンタとは何か

3Dプリンタは、3次元(3D)のCADデータをもとにコンピュータで薄い断面の形状を計算し、この計算結果をもとに材料を積層して3次元の造形物を得る技術を指す。通常の紙に出力する2次元(2D)のプリンタとの対比で直観的にわかりやすいことから、日本では3Dプリンタという用語が広く普及しているが、国際的には Additive Manufacturing Technology¹ (付加製造技術²)という呼び方が正式とされている。本稿では、これ以降 ASTM 規格に従い、付加製造技術という表現を用いる。

1.2 注目を集めている理由

付加製造技術が注目を集めている背景としては、個人向け低価格機種が販売され、「個人でもメーカーになれる」といったフレーズとともに話題に取り上げられるようになったことが挙げられる。また、米国政

府が製造業の国際競争力強化のための戦略的分野と位置付けたことや、日本や中国でも政府による関連技術への研究開発投資が行われるようになったことも大きい。その他にも、表 1.1 に示すさまざまな動きがみられる。

表 1.1 付加製造技術をめぐる近年の国際動向

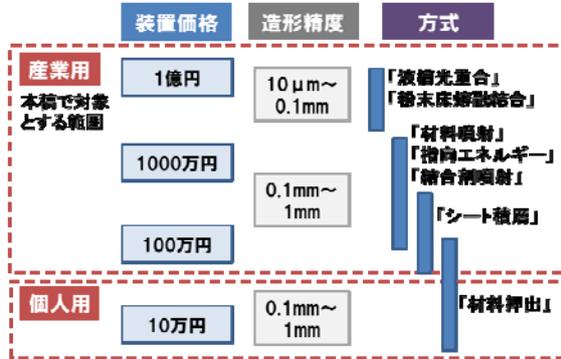
分野	変化
各国政府	<ul style="list-style-type: none"> ● 米国、日本、中国をはじめとする世界各国の政府が付加製造技術に巨額の研究開発投資を始めた
技術革新	<ul style="list-style-type: none"> ● コンピュータの能力向上によって大容量データの処理が可能になり、三次元データの緻密な設計ができるようになった ● 造形物の寸法精度が高まり、材料の選択肢が増え、加工技術としての魅力が高まった
市場	<ul style="list-style-type: none"> ● 大手付加製造装置メーカーで企業間買収による統合が進んでいる ● 主要な初期特許が失効し、低価格機種が上市されるようになった ● 大手製造業における付加製造技術の活用が話題になっている
その他	<ul style="list-style-type: none"> ● 三次元データのオンラインにおける共有化や付加製造出力サービスなど、関連サービスやインフラが整備されてきた ● ファブラボと呼ばれる、付加製造装置や工作機械を備え、一般の人に開放されている実験工房が注目を集めるようになった ● ASTM や ISO で付加製造に関する国際規格の作成が進められている

出所:各種報道資料よりMRI作成

¹ ASTM(世界最大規模の標準化機関)の2009年の会議において、名称と7種類の方式の分類が統一された

² Additive Manufacturing Technology に対する「付加製造技術」という訳語は、東京大学生産技術研究所の新野教授が提案している

技術レポート



出所: 製品カタログなどより MRI 作成

図 1.1 付加製造装置の全体像

特に個人向け製品に関しては、家電量販店やメディアなどで目にする機会が増えたため、これらを代表的な付加製造装置としてとらえている人も多いかもしれない。しかしながら、図 1.1 に示す通り、付加製造装置は個人向けに展開されている製品とは別

に、産業用製品の市場があり、造形精度や材料の選択性は格段に高い。したがって個人向け製品だけで付加製造技術全体ととらえると、その可能性を過小評価することになる。

2. 付加製造の技術

2.1 概要

付加製造で使われる材料を立体的に造形する方法、つまり出力方式は ASTM によって 7 種類に分類され、名称が統一されている(表 2.1)。

このうち、個人向けの廉価品が上市されているのは、すでに特許が失効した材料押出方式によるもので、認知度も高い。しかしながら、表 2.1 に示す通り出力方式はさまざまであり、目的とする造形物の特性にあわせて装置を選択することが必要となる。

表 2.1 付加製造の 7 つの方式

方式	概要	原料	主なメーカー
液槽光重合 (vat photopolymerization)	タンクにためられた液状の光硬化性樹脂のモノマーを光によって選択的に硬化させる	光硬化性樹脂モノマー	(米)3D システムズ、(日)シーメット
材料押出 (material extrusion)	流動性のある材料をノズルから押出し、堆積させる	熱可塑性樹脂	(米)ストラタシス、(米)3D システムズ
粉末床溶融結合 (powder bed fusion)	粉末を敷いた領域を熱によって選択的に溶融結合させる	金属(銅、チタン、ニッケル合金、コバルトクロム合金) 樹脂(ナイロン、アミド) セラミック	(独)EOS、(米)3D システムズ、(独)SLM ソリューションズ、(日)松浦機械、(日)アスペクト
結合剤噴射 (binder jetting)	液状の結合剤を粉末に噴射して選択的に固化させる	石膏、プラスチック	(米)3D システムズ
シート積層 (sheet lamination)	シート状の材料を接着させる	紙、樹脂、金属箔	(アイルランド)エムコアテクノロジー、(米)ソリディオ
材料噴射 (material jetting)	材料の液滴を噴射し選択的に堆積し固体化する	光硬化性樹脂、ワックス	(米)ストラタシス、(米)3D システムズ、(日)キーエンス
指向性エネルギー堆積 (directed energy deposition)	材料を供給しつつ、熱の発生位置を制御することによって、材料を選択的に溶融・結合する	金属	(米)オプトメック

出所: ASTM 規格、メーカーカタログなどより MRI 作成

技術レポート

2.2 特徴

付加製造は製造業のあり方を変える、とも期待されている。しかし、従来の材料加工法と比較して得意な点と不得意な点があり、当面は既存の生産プロセスを根底から揺るがす存在になるとは考えにくい。むしろ、従来技術との使い分けにより、それぞれの強みを活かした生産の高度化、効率化が進むと考えられる。

従来の大量生産では迅速かつ安価に同一サイズ、同一形状のものを生産できるのに比べ、付加製造では、3次元データをさまざまに設計できる、データから直接的に作製できる(金型が不要)、複雑形状を製造できる、という特長がある。一方で、出力には数時間から数十時間もの時間がかかる、利用可能な材料の種類が限られる、用途によっては耐熱性や強度、耐久性、質感が不十分などの課題もある。

2.3 活用の方向性

上記の特徴をふまえると、製造業における付加製造の活用方法としては、大きく2つの方向性が考えられる(図2.1)。1つ目は付加製造の設計の柔軟性や設計から生産までの簡便性を活かしたものづくりで、1点ものや小ロット品の生産である。コンセプトモデル、試作品、金型、福祉装具(補聴器、義肢)、歯科用具(矯正治療装置、入れ歯、クラウン)、医療用具(人工骨、手術支援モデル)、航空機部品などの製造に用いられている。

2つ目は、従来の加工法では作製が困難な複雑形状の作製で、効率的な熱交換を実現する流路、意匠性の高い服飾などへの応用例がある。学術的には、再生医療用の細胞培養の足場材やフォトニック結晶のように、複雑な3次元構造によって機能を発揮する部材を付加製造によって作製する研究が活発化しており、今後、複雑構造を活かした新しいものづくりの開拓が期待される。

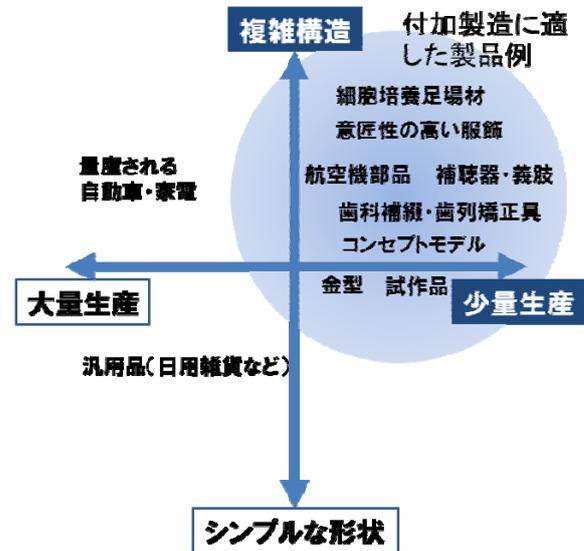


図 2.1 付加製造活用の方向性

出所:参考資料などをもとに MRI 作成

3. 市場³

米国ウォーラーズ・アソシエイツ社の調査によれば、付加製造装置や材料、サービス(メンテナンス、研修、ソフトなどを含む)をあわせた関連世界市場は、2012年に22億ドル(約2,200億円)に達した。市場は1990年以降、安定的に成長してきたが、特に2010年から2012年の伸びが大きく、年率27%で拡大している。ただし、台数ベースでみると、産業用向け製品の2012年の販売数は世界全体で7,800台程度であり、産業用の装置としてはまだ普及が始まったばかりといえるだろう。

表2.1に示した通り、付加製造装置メーカーとしてはさまざまな企業が参入しているが、産業用製品の累積販売数のシェアでみると、米国の2社(ストラタシス社と3Dシステムズ社)が全体の8割を占めている。装置の導入が最も進んでいるのも米国であり、付加製造の世界市場は米国がリードしている。

³ 市場規模、製品普及台数、シェアは Wohlers Associates, Inc. "Wohlers Report 2013", (2013)より引用した。

技術レポート

4. 今後の課題

付加製造技術は基本原理が発明された 1980 年代から着実に進化し、市場も拡大を続けているが、技術的にはまだ課題が残っている(表 4.1)。試作品やコンセプトモデルといった、造形物の特性が問題にならない用途だけではなく、耐久性や実用性を備えた部品・製品の製造向けに利用が拡大し、広く普及するかどうかは、これらの技術課題をクリアできるかどうかが鍵となる。その意味では、技術力を背景とした参入の余地はまだ大きいと言える。

表 4.1 付加製造の技術課題

項目	技術課題
データ処理	● 安価で使いやすい 3 次元 CAD
原料	● 低コスト化 ● 複合化、傾斜組成などの高機能化
プロセス	● 生産性向上
造形物	● サポート材の除去、表面研磨、着色などの後処理が必要 ● 歪み・そりの防止(応力の低減) ● 耐久性向上 ● 造形物の大型化

出所:参考資料やヒアリングをもとに MRI 作成

5. まとめ

付加製造は、材料を積層しながら造形する新しい加工法であり、従来の大量生産技術と比べて得意な点と不得意な点がある。今のところ、生産性という点では大量生産が圧倒的に優位であり、付加製造は 1 点ものや複雑形状の作製を得意とする。

付加製造の市場はまだ黎明期にあり、今後どのように普及していくかは未知数である。しかしながら、その強みを活かした導入の検討が、製造業における生産の高度化、効率化の進展、ひいては日本のものづくりの競争力強化につながる。今後も、付加製造の技術動向、市場動向を注視し、その将来性を踏まえながら、想像力を働かせて用途の可能性を探

ることが必要となろう。

6. 参考資料

- ① 経済産業省 新ものづくり研究会資料
- ② 新野俊樹、「積層造形技術ーラピッドプロトタイプングからラピッドマニュファクチャリングへー」、精密工学会誌、Vol.76、No.12 (2010 年)
- ③ 丸谷洋二・早野誠治・今中暎、「積層造形技術資料集」、オプトロニクス社(2003 年)