

14-7. 3Dアディティブ・マニファクチャリング (3D-AM)

□ 市場トレンド

3Dアディティブ・マニファクチャリング (3D-AM) は、いわゆる3Dプリンターのみならず使用する材料、ソフトウェアや関連サービスも含む付加製造による新たなものづくりシステム全体を示す。個人の価値観は多様化し、世界的な経済構造の急激な変化、各国における年齢構成の変化や高齢化による労働者人口の減少が起きている。これに対応するには、工業製品や医療製品の高機能化と同時に、ユーザーの感性価値の可視化を取り入れた個々のユーザーに応じたカスタム化による高付加価値化、省力化されたマスカスタマイゼーションを推進する技術革新が不可欠となる。3D-AMはこれを具現化する技術として期待され、多種多様な価値観の下で商品を高機能化、高付加価値化することで消費者の生活様式や生活概念そのものをも変革するツールとしての役割まで果たす可能性を秘めている。

世界のハイエンド3Dプリンター装置市場に着目すると、特に輸送機器分野、金型製造分野、医療/福祉分野、造形サービス事業者を中心に購買意欲が盛んである。この経済規模は急成長を維持しており、例えば金属3Dプリント市場としては、2028年まで年平均成長率18~24%の成長が続き、市場規模としては2030年には226~345億米ドルに達すると複数のレポートにて予測されている。具体的に2027年には、後述する医療分野、自動車業界、建築業界の各産業分野にて占める市場規模がそれぞれ56億米ドル、79億米ドル、32億米ドルに達するとの試算がある。また3D-AM材料のみに限っても、2028年には

57億米ドル規模になるとの予測があり、3D-AM全体としての世界市場規模は2030年には762億米ドルに達するとの試算がある。

現在の3Dプリンターの市場としては、米3D Systemsと米Stratasysの2社が大きな市場シェアを誇っているが、金属3Dプリンターでは欧州、特にドイツ企業が大きな勢力を占めている。これに中国を加えた3地域がAM市場をけん引している。日本でも近年独自様式の3Dプリンターの開発、海外企業の買収などにより急速な追従がなされている。一方で日本特有の問題として、多数の企業で既に3Dプリンター導入による成功事例があるにもかかわらず、海外と比較しその成果を積極的に公開、共有されないことが日本全体として3D-AM普及が加速しない一因となっており、産学官の連携によりこの雰囲気打破する取り組みが複数なされている。

□ 商品トレンド

3D-AM は形状や着色といったデザイン性への要求が高い樹脂を中心とした市場が主にけん引していた。近年では、高機能化、高付加価値化、省力化といった3D-AMの特徴が、エンターテインメントや家電製品といったユーザーの趣味/嗜好に合わせたデザイン志向および、航空宇宙、自動車分野に代表されるエネルギー/輸送機器産業や医療/福祉製品との相性が良いことから、その市場拡大が進む。特に「Society 5.0」に代表される情報科学にけん引される新産業革命は、3D-AMとIoT (Internet of Things) やビッグデータ利用、人工知能 (AI) やロボット

活用との融合により、マスカスタムに対応可能なスマートファクトリーの実現を可能にしつつある (図1)。

3D-AMによる製品化の利点として、複雑形状の造形に加えて、工業製品の機能と深く関わる材質制御、特に原子レベルまでのマルチスケールにわたる等方性、異方性特性制御を通じた高機能化を同時に可能とすることは注目すべき点である。マクロ形状制御にさらに上述の材質制御を同時に実現し得るという3D-AMの独自の利点を最大限に生かす方策として、大阪大学の中野貴由は「異方性の材料科学」に基づき、材料×マクロ構造×マイクロ構造 (原子配列の等方性/異方性) の同時制御という「異方性/等方性階層化マテリアル」を定義し、日本発の金属AMならではの付加価値化付与を提案している。

もう一つの利点として、3D-AMはサイバーフィジカルシステム (CPS) の活用が後押しする形で、少量多品種製品であっても効率的に短いリードタイムにて商品化を可能にすることから、医療・福祉、種々の工業機器、エネルギー分野などにおいて、高い需要の伸びが期待される。例えば医療分野では、歯科用3Dプリントの世界市場規模は2021年現在19億米ドルであるが、2030年までに159億米ドルにまで成長すると予測されている。

また、工業機器に目を向けると、その期待は一般製品にとどまらず、航空宇宙産業、自動車産業分野での基盤技術にまで及んでいる。特に航空機エンジンのタービンブレードは、金属3Dプリンターを用いることで、従来困難であった複雑内部構造制御による冷却効率の向上設計と、耐クリープ性向上のための原子レベル組織制御が同時に実現可能となる。精密かつ多種多様な製品を必要とし、その各部品が安全規格の変更などで頻繁に対応を求められる両分野において、3D-AMによる製品製造の利点は極めて大きい。

さらに、近年建築業界ではモルタルや金属、樹脂を積層して建築物や家具を造形する建設用途の3Dプリンターが開発され競争が激化している。日本でも数百万円台で家1軒そのものが製造販売され話題を呼んだが、欧米では住宅団地を丸ごと建設するプロジェクトも立ち上がるなど、多くの新たな取り組みが進んでいる。

第4次産業革命が進む現代において、デジタル技術を使い全く新しい便利なビジネス形態を実現するデジタルトランスフォーメーション (DX) が各分野で急速に進行しているが、3D-AMはまさにDXの申し子ともいえる

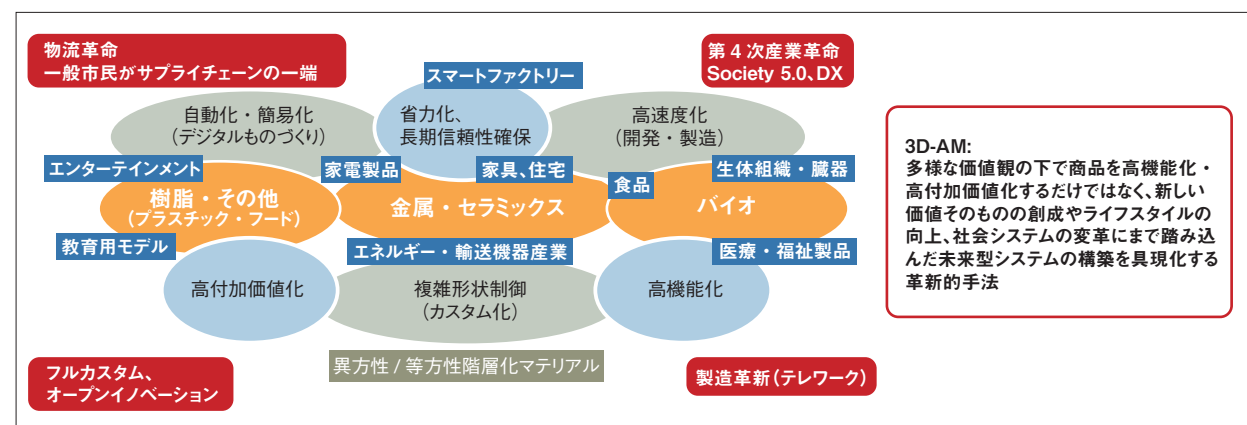
きものである。輸送コストの削減や現地の需要に基づいた製造を行う、製造個所を増やすことでリスク分散するなどの観点から、データを共有し現場近くの複数個所で生産する動きは、物流革命ともいべき形で今後加速することは間違いない。このようなデータ主導の製造プロセスの拡大、すなわち「ノウハウのデジタル化」は、優れたアイデアを持ち込めば、大企業でなくても設計・量産が可能となる、「ものづくりの民主化」を引き起こす。さらにこれが進み、家庭にも当たり前のように3Dプリンターが置かれるようになれば、日用品や修理部品なども、完成品を購入するのではなく、3Dモデルデータを購入し自宅で完成品を出力する、といった「一般市民がサプライチェーンの一端を担う未来」まで想像し得る。

□ 技術トレンド

3D-AM技術そのものも近年の技術革新により各材料分野で飛躍を遂げている。例えば、樹脂、金属と比較し展開が遅れていたセラミックス3D-AMにおいても、近年の報告では2032年までに現在の7倍の約4億米ドルにまで成長が予測されている。それぞれの材料に適した3D造形の新方式が出現、淘汰され、造形の高速度化、大型化に加え、製品機能を設計段階で予測するための蓄積データ活用や定式化、自動化が今後も進むことが期待される。近年は3D-AMとその場複切削加工との複合化による新方式の開発も急速に進んでいる。また一方で精密造形を突き詰めるのではなく、より汎用的な金属部品を、超高速かつ安価に造形することで競争に勝ち抜くという、逆の発想に基づく新たな3D-AM製造方法の開発も一部が進むなど、技術の多様化が生じている。

このような製造技術と同レベルで今後開発が求められるのは、3D造形に特化したCAD/CAM/CAEシステムの構築である。従来の形状制御技術はもちろん、3D造形ならではの高機能を製品に付与するには、その源泉となる内部構造 (微細組織) を部位に応じて適切に作り込むための順シミュレーションが求められる。また一方で、必要な機能を直感的に誰でも引き出すことができるような自動化/半自動化が可能逆シミュレーション手法の構築も必要不可欠である。これまで3Dプリンターメーカーは装置本体のみを提供するのが主であったが、今後はシステム設計と連動し、統合的な製造・品質管理まで含めたパッケージとして提供できるかが問われている。

図1 「3D-AM」の特徴、進化する製品群、社会の変革



(筆者が作成)

3Dアディティブ・マニュファクチャリング (3D-AM)

