

15-6. 3Dアディティブ・マニュファクチャリング (3D-AM)

□ 市場トレンド

3Dアディティブ・マニュファクチャリング (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モノづくりシステム全体を示す。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これまでの大量生産、大量消費から、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唯一無二の技術として期待されている。

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2032年には1502億米ドルにも達するとの試算がある。

現在の3Dプリンターの市場は、全体としては米3D

Systems社と米Stratasys社の2社が大きなシェアを誇っているが、金属3DプリンターではEOSといったドイツ企業が圧倒的である。近年ではMarkforged、Carbon、Desktop Metalといった小~中型の3Dプリンターを展開するスタートアップ企業の成長も著しく、大きな存在感を見せている。このように、成長著しい3D-AM分野では、競争力確保のため各国にて政府支援の下、普及が急速に推し進められている。例えば米国では、2022年5月にバイデン大統領(当時)が「Additive Manufacturing Forward」を発表し、より強靱かつ創発的なサプライチェーンを国内で構築することを目的として、積層造形に係る中小企業への支援を推進している。日本でも2010年以降SIPなどの国家プロジェクトにより、装置開発、産業応用の検討が進んでいる。さらに2023年度より内閣府にて開始された経済安全保障重要技術育成プログラム(通称: K program)においても金属積層造形が取り挙げられ、特に自動車、航空宇宙、ロボット、建設機械といった重工業での適応促進が図られている。この流れを産官学の連携強化により加速化すべく、日本AM学会の設立も2025年度に予定されている。

□ 商品トレンド

3D-AMの黎明期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。しかし近年では、高機能化、高付加価値化、省力化といった3D-AMの特徴が、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、市場拡大が進んでいる。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)。

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。

航空宇宙産業、自動車産業分野に目を向けると、3D-AM適応の期待は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プレードは、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。自動車分野においても、現在パーツレベルでの開発は既に進んでおり、2023年にはトヨタ・レクサスのATオイルクーラーダクトへの適応が発表された。さらに英国のHelixx社は、3Dプリンター製の1人乗り電気自動車を発表するなど、今後さらなる急速な発展が予想される。さらに建築業界でも、モルタル、コンクリートや金属、樹脂を積層して建築物や家具を造形する建設用途の3Dプリンターが新たに開発され競争が激化している。

持続可能な社会発展 (サステナビリティ) という観点からも、3D-AMは廃棄物発生を削減しエネルギー効率を高めることで環境に配慮した製造プロセスを実現することから注目されている。製品の社会普及には規制当局の承認が重要であり、この点では医療・ヘルスケア分野が先行するものの重工分野でも検討が進みつつある。

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の申し子ともいっ

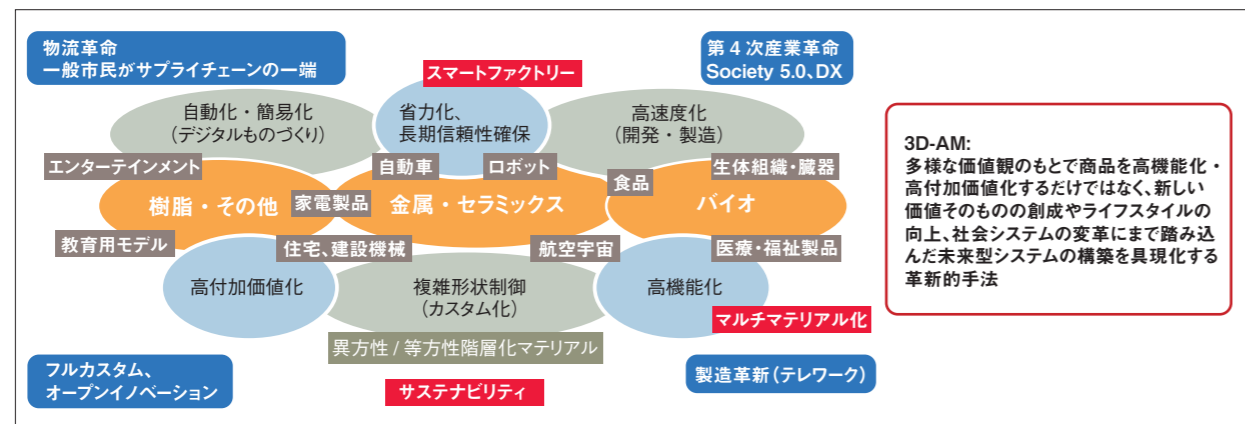
きものである。輸送コストの削減や現地の需要に基づいた製造を行う、製造個所を増やすことでリスク分散する等の観点から、データを共有し現場近くの複数個所で生産する動きは、物流革命ともいべき形で今後加速することは間違いない。今後さらにこれが進み、家庭にも当たり前のように3Dプリンターが置かれるようになれば、日用品や修理部品なども、完成品を購入するのではなく、3Dモデルデータを購入し自宅で完成品を出力する、といった「一般市民がサプライチェーンの一端を担う未来」まで想像し得る。

□ 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が飛躍を遂げている。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、自動化が今後進むことが期待される。近年は3D-AMとその場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で進むなど、技術の多様化が生じている。前述のK programではそれらのうち、欠陥レス造形技術、高速・高精度造形技術、マルチマテリアル積層造形技術の3点が研究開発の重要課題として挙げられている。

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造形ならではの高性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/半自動化が可能な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)

