

9-7. 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

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これまでの大量生産、大量消費から、ユーザーの感性価値の可視化を取り入れた個々の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アディティブ・マニファクチャリング(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がある。

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。同時に造形物の創製に不可欠な原材料、3Dデータ構築から解析に至るまでのソフトウェアの進化、3Dスキャナーなどの周辺機器の充実、メンテナンスや造形品の品質保証の関連サービスを含め、3D-AMの市場とみなすことができる。この経済規模は最新の報告においても年率20%を超える急成長を維持しており、2023年前には市場規模が500億米ドル弱にも達すると予測されている。新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)による試算では2030年度の造形品市場は2兆円規模にまで達するとの報告もある。現在の3Dプリンターの市場としては、米3D Systems社と米Stratasys社の2社で70%以上の市場シェアを誇っているが、金属3Dプリンターではドイツ企業が

圧倒的である。これに中国を加えた三地域がAM市場を牽引している。一方、日本は3Dプリンターの構想段階で先導的役割を果たしたにもかかわらず、商用化に出遅れたためシェアが現在も低迷している。このことが今後の国内製造業の世界競争力低下につながる懸念がある。

□ 商品トレンド

3D-AMは、多種多様な価値観の創出をはじめとする市場トレンドの数多くの要求を、樹脂、金属、セラミックス、バイオにわたる幅広い材料種の選択・融合とカスタム化、複雑形状、組織制御、リードタイムの短縮といった、商品レベルでの期待機能を満足させることで実現する様々な技術的要素を併せ持つ。このため、現状では3D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3D-AMが主に市場を牽引している。

さらに高機能化、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から、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、その市場拡大が進んでいる。特に「Society 5.0」に代表される情報科学に牽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工場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。製品のマクロ構造の制御により新たな力学機能を生み出す方策を一部ではメカニカル・メタマテリアル化と呼称している。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活かす方策として、大阪大学の中野貴由教授は「異方性の材料科学」に基づき、材料×マクロ構造×ミクロ構造(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付与を提案している。この試みが、低迷する日本のシェア拡大の起爆剤となることが期待されている。

また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。例えば工業機器に目を向けると、2016年の米General Electric(GE)社の金属3Dプリンター企業の相次ぐ買収に見られるように、その期待は航空宇宙産業、自動車産業分野での基盤技術にまで及んでいる。例えば、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な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。

この結果、航空分野においては、将来的に各空港に3Dプリンターを設置し、必要な部品を現地製造することで、従来の大型倉庫確保による在庫管理を一掃することが提案されている。サプライチェーンも含め、3D-AMは物流革命ともいべき形で、このように各製造分野の事業モデルの変革を引き起こすことが予測される。

加えて、新型コロナウイルスが猛威を振るっている中で次世代技術としての3D-AMの優位性が浮かび上がっている。人工呼吸器などの医療部品の不足に対応すべく、緊急措置として自動車メーカーなどの異種業者が3D-AM技術を活用し生産に取りかかった事例が報道されたが、ニーズに応じたこのような機動的な生産計画の変更は、3D-AM技術でしか成し得ない。また、「モノの輸送」

を「データ通信」に置き換えるという3D-AMの基本思想は、製造現場でのテレワークの可能性を広げている。

このような製品の急速な普及に対応すべく、2016年より「ISO」「ASTM」における国際基準規格の策定が進んでいる。日本でも2019年、3D-AMに関する最初のJIS規格として、用語および基本的概念に関する作成がなされるなど整備が進められている。一方で3D-AM製造に対する著作権に関する法整備も今後重要である。

□ 技術トレンド

3D-AM技術そのものも技術革新により各材料分野で飛躍を遂げている。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、自動化が今後期待される。その際、金属3D-AMを溶接、接合、焼結の3次元化技術と捉えることで、新規の技術基盤を構築する必要がある。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。

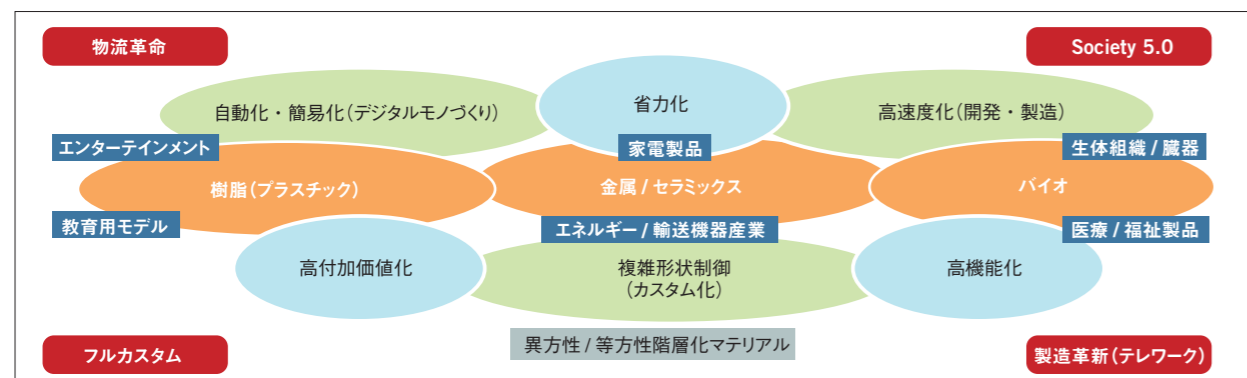
一方で、製造技術と同レベルで今後開発が求められるのは、3D造形に特化したCAD/CAM/CAEシステムの構築である。従来の形状制御技術はもちろん、3D造形ならではの高機能を製品に付与するには、その源泉となる内部構造(微細組織)を部位に応じて適切に作り込むための順シミュレーションが求められる。

最終的に3D-AMを社会基盤まで発展させるには、「マテリアルズインフォマティクス(MI)」の概念に基づき蓄積されるビッグデータを最大限に活用することが求められる。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が必要不可欠である。

共通する課題として、造形製品の品質管理手法の確立がある。3D造形を試作品製造の段階を超え、マスカスタムプロセスとして確立するには、製品すべてが高機能を発揮するためのシステム構築が必須である。この実現に向け、造形中に欠陥、さらには特性を支配する微細組織発達をリアルタイムでモニタリングし、製造時にその場で最適に修復する技術の確立が進められている。

3D-AMは単なる3次元造形物の製造にとどまらない、新しい価値の創成やライフスタイルの向上、社会システムの変革にまで踏み込んだ未来型システムの革新的手法である。今後の戦略的発展が極めて重要である。

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)

