

10-5. 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。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を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。

3D-AMの市場は、装置本体のみならず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む。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、2025~2027年までは、25~33%の成長が続くと複数のレポートにおいて試算されている。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年の金属造形品市場は2兆円、別の海外レポートでは399億米ドル (約4.3兆円) 規模にまで達するとの報告もある。

3Dプリンター装置市場としては、米3D Systems社と米Stratasys社の2社で70%以上の市場シェアに至っているが、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3地域が3D-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。この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教授は「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3D-AMならではの高付加価値化を提案している。この試みが、これまでにない機能を有する新製品開発による急速な市場拡大、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) の活用を後押しする形で、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。

具体的に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、医療・福祉分野や航空宇宙産業、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する。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。実際に、米General Electric (GE) 社は2016年に金属3Dプリンター企業の相次ぐ買収を行い、米連保航空局 (FAA) の認証を得てエンジン、燃料ノズルの製造を進めた。この結果、靱性の5倍増加、コスト効率の30%向上、重量の25%削減、さらに余剰在庫数の95%低減を達成している。また、造形した耐熱樹脂製品 (PEEK) についても、2020年11月には米Boeing社がStratasys製の部品を航空機部品として認証するなど、3D-AMの利用が加速している。

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べきものである。新型コロナウイルス感染症の流行は、3Dプリンターの特徴が改めて評価される契機となった。生

産拠点を巨大化し、長々と消費地を結ぶ従来型のサプライチェーンはリスクが高く、変革を求められていたが、コロナウイルスによるサプライチェーンの分断はこの問題点を顕在化させた。輸送コストの削減や現地の需要に基づいた製造を行うことでリスクを分散し、データを共有し現場近くの複数の箇所で生産する動きは、物流革命とも言うべき形で今後加速することは間違いない。

この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。これがさらに進み、家庭にも当たり前前に3Dプリンターが置かれるようになれば、今回のようなマスク不足の場合にも、国が設計データを配布し各家庭でマスクを作製できる。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。

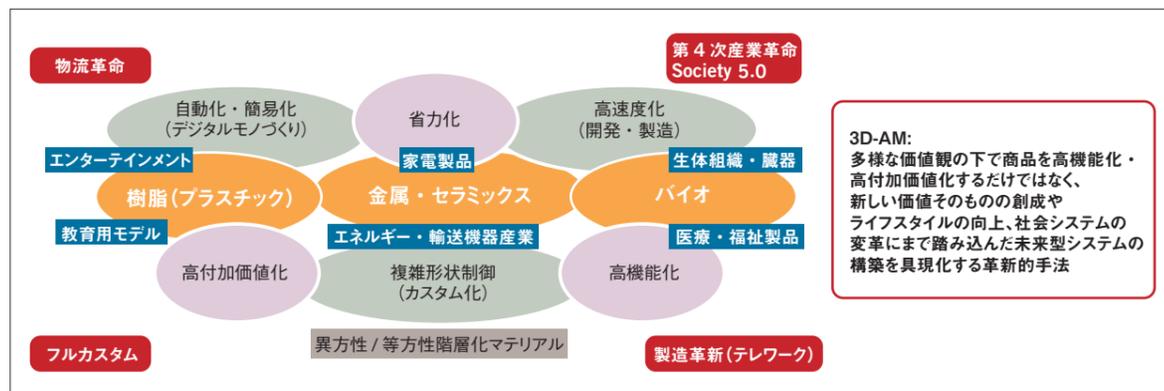
このようなDXの進行は設計・製造データの重要性を増大させる。3D-AMメーカー、プラットフォーム、ユーザーのどこでデータを管理するのか、サイバー攻撃を含めたセキュリティ対策、3D-AM製造に対する著作権に関する法整備などが今後ますます重要となる。

□ 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。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の活用や定式化、自動化が進むことが期待される。近年は、3D-AMとその場切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シミュレーションが求められる。

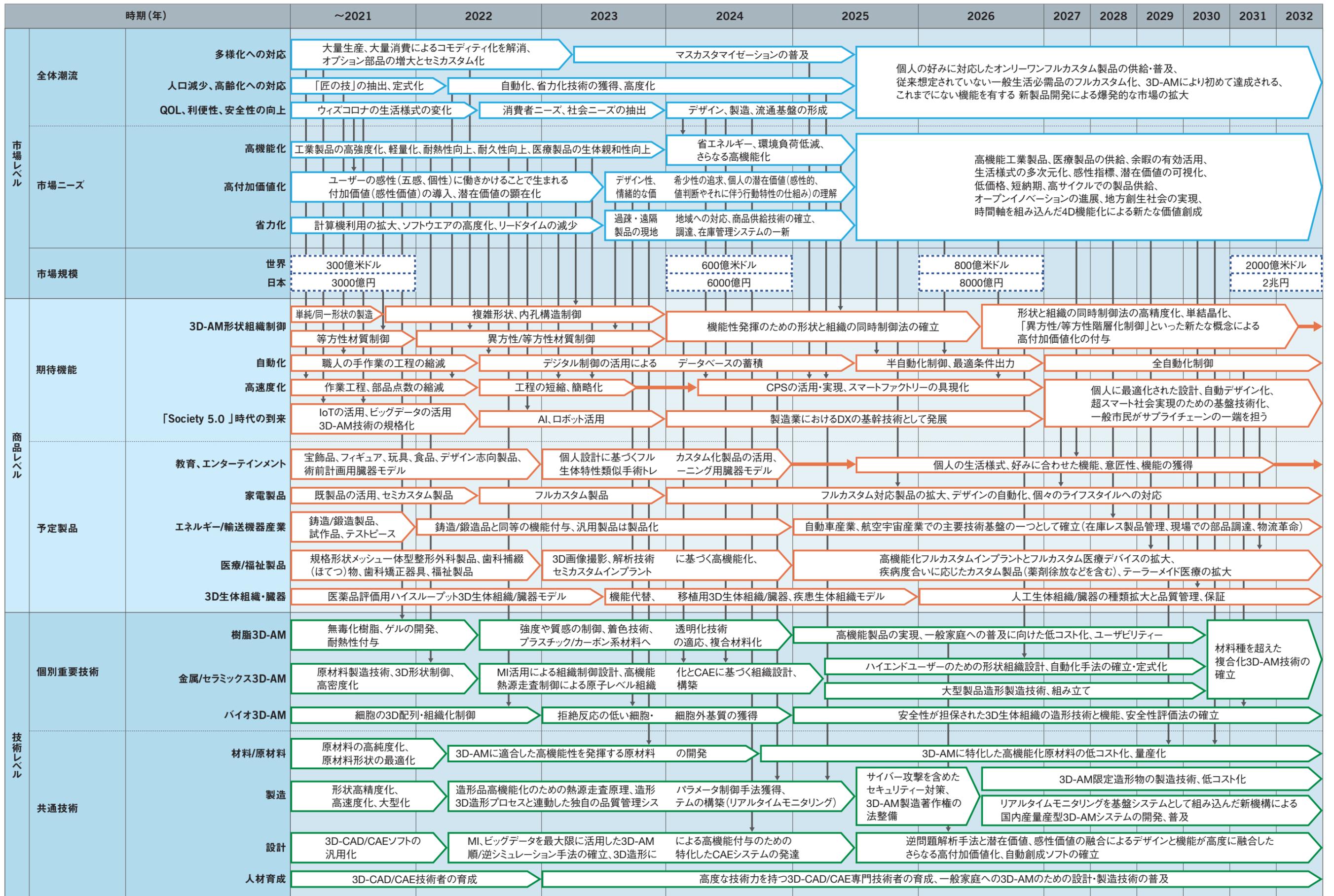
さらに、最終的に3D-AMを社会基盤まで発展させるには、「マテリアルズインフォマティクス (MI)」の概念に基づき蓄積されるビッグデータを、最大限に活用することが求められる。これらを可能にする高度な専門技術を持つ技術者の養成が必要不可欠である。

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)



10
材料/製造