

3D プリンター技術のものづくりへの影響とその応用に関する調査研究

(一社)新技術協会 客員主任研究員 朴木 秀明

1. 背景

近年コンピューターの高度化、小型軽量化と普及によりものづくりにおいてデジタル技術は不可欠となっている。3次元 CAD の出現で最終製造物の可視化が容易となり、コンピューター上のシミュレーション効果で開発期間の大幅短縮とコスト削減、短納期化が実現された。PLM(Product Lifecycle Management : プロダクト・ライフサイクル・マネジメント)と呼ばれるこれらの手法はかつての設備産業のような巨額投資を必要としないため、従来シーケンシャルに進めていた工程を同時並行的に進行させるコンカレント・エンジニアリングを促進し、その結果顧客ニーズへの短期対応や迅速なスペック変更とタイミング良い新製品投入が可能となった。更にいわゆる匠の技術が標準化、汎用化されつつある現実がある。熟練の技術をデジタル化により汎用化することは、ものづくりの標準化を進める上では有効かつ効率的である。3Dプリンターは、これらデジタル技術の中に組み込まれ、ものづくり工程の効率化を進める重要なキーファクターとなっており、本技術の理解がものづくりの改善、変革に大きく寄与するといっても過言ではない。またその適切な知識が今後のものづくりには必須となってきている。

3Dプリンターは、米国では2013年2月のオバマ教書において大々的に取り上げられたり、日本でも平成24年度製造基盤白書においてものづくりを変革する革命的技術と称されたりするに至っており、その技術の本質と現状、そのトレンドと向かう先を理解しておくことはものづくりのみならず、その基本となるイメージを現実化したいあらゆる分野において必須となってきている。さらに、最近のポータブル化と低価格化の流れは、大企業はもとより中堅から工房にまで採用されるという流れを更に加速するものであり、パーソナル・マニュファクチャリングへの道を開くものであるといえる。

2. 目的

ものづくりの潮流を劇的に転換させるといわれている3Dプリンターの高性能化と広がり
の要因としては、技術的にはコンピューターのグラフィック環境の成熟、3次元CADの普及、3Dデータ作成の簡易化などがあり、市場変化としては顧客ニーズの多様化と拡大、製品の短納期化、商品ライフサイクルの短縮化などがあげられる。デジタル技術が進化
する中で創出されてきたシステム機器類、すなわちNC工作機械やマシニングセンターの採用
などが前記PLM技術を一層加速することになったのと同程度に、もしくはそれ以上に
3DプリンターはPLM技術を構成するシステムの一部もしくは延長として重要になってき
ている。しかも本機器はエレクトロニクス・メーカーや航空機メーカーの技術者並びに医
師、建築家、彫刻家などの広範な業種の一部において既に活用され始めており、また企業
においてもその規模の大小を問わずものづくりの場に広く浸透しつつある現実がある。

本調査研究は、以上のようにものづくりに多大な影響を及ぼすと想定されている 3D プリンター技術の内容を現有機器の原理、種別に即して整理し、その基本技術ならびに機器種別の固有技術とその最新動向を調査研究し、その技術の方向性を提示する。次いで製造者、使用者、サービス・ビューロー、研究者、公的機関等々の 3D プリンターに関係する立場の異なる対象の調査結果と、先の最新動向から検討した機器種別の技術の方向性に関するフィールド調査結果を合わせ分析・考察するとともに、日本同様中小企業が重要な位置を占めるドイツ、イタリアを中心に諸外国および国内におけるその現状を分析・考察することにより、背景にある先端技術の要素を明示する。以上を総括し考察することにより、3D プリンターがもたらす今後の製造業への影響と課題ならびに先端技術とものづくりの変化の方向性を提示することを目的とするものである。さらにわが国の技術開発政策への提言をまとめるものである。

3. 調査研究方法

前記の目的を達成するための調査研究の進め方の概要を以下に示す。

ステップ 1：基本技術と特徴の把握

各種原理の調査で共通項となるベース技術の現状と固有技術や得手不得手を整理する。

ステップ 2：最新動向調査により技術動向と事例を収集し課題を抽出する

機器製造者、使用者など分野別の取組み姿勢の違いを考慮した調査を実施する。

ステップ 3：調査結果の解析により 3D プリンター技術の方向性を明示する

技術動向や事例並びに抽出した諸課題の分析、考察することにより今後の方向性を示す。

ステップ 4：総合的な解析と考察によりものづくりの方向性と提言を示す

利用と応用の利害得失を概観し技術の方向性を想定してものづくりの方向性を明示する。

【分析・考察の視点】

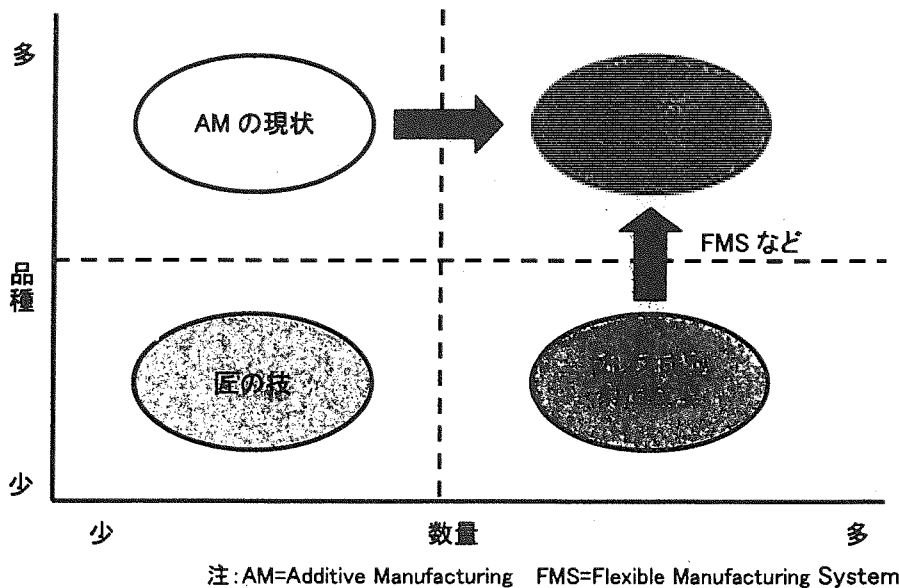
- ・ その技術が汎用品大量生産型ではなく個別対応型を可能としているか。
- ・ その技術が暗黙知を形式知にするものか、もしくは熟練技術を可視化するものか。
- ・ ネットワーク技術の活用を前提としているか、もしくはその方向性があるかどうか。
- ・ その設計、技術はファブレス生産を可とする可能性があるかどうか。
- ・ パーソナル・マニュファクチャリングを可とする可能性が高いか。
- ・ 価値観の多様多彩性を要求する市場動向に即したものであるかどうか。
- ・ ライフサイクル短縮に適した多品種、小ロット、短納期型であるかどうか。
- ・ 市場の要求にあった素材を提供し得るかどうか。
- ・ 一品試作の少量生産を量産化技術へと変え得る可能性があるかどうか。
- ・ 簡易確実なユーザー・インターフェースを持っているかどうか。

4. 調査結果と考察

調査研究結果および考察を要約すると以下のとおりである。

(1)3Dプリンターの現状

- ▶原型は日本人の着想になるものであり 30 年以上の歴史がある。付加加工方式をとり、部材を付着させながら造形する方法で、他の切削加工や成形加工に比べ自由度が極めて高いが技術的にはまだ未洗練で将来的な進化の可能性は高い。
- ▶現在の製品は完全な 3 次元造形ではなく、3 次元の薄体を 3 次元方向に積層するものである。造形端が真の 3 次元の動きを可とする装置開発が 3D プリンターとしてのイノベーションになる。
- ▶技術成熟度:一部にはかなり高レベルな装置やその応用領域があるが、多くの場合技術成熟度が生産設備としてその存在を確立するレベルの手前にあり、このレベルに到達するために必要と考えられる技術開発課題を一覧表として示した。
- ▶単体機器としてはカスタマイズされた製品や多品種少量生産には極めてその力を発揮している。例えば歯科医療で患者各人に対応した治療への応用や航空宇宙関連部品の生産等が既に実用化されている。多品種大量生産へと拡大するためには造形速度の向上や複数材料の同時使用などの多機能化が必要であり、システム技術としては、造形原理の複合化や連続化、更に他技術を取り込んだプロセス改革による生産性改善が必要とされている。



注:AM=Additive Manufacturing FMS=Flexible Manufacturing System

(2)応用事例

活用事例は多岐に渡るが形(フィギュア)は出来ても機能については充分とは言えない。使用可能材料と形状精度、材質などについては改良の余地が多く残されている。活用の用途としては、試作品製造、組立性検討、外観確認、部品加工、成型用型製造、教育・研究などで、その分野は、製造業はもちろんのこと、医療、福祉、宝飾・装飾、生活・文化、芸術など広範囲にわたっている。

(3)材料技術

将来より実用的な素材による造形の実現は最大の懸案事項である。実用材料としての各種樹脂の使い分けや、エンジニアリング・プラスチック材料の実用化、生体適合材料に

よる再生医療への応用、人工器官や生体補助装置の開発なども含まれる。

(4)ものづくりへの影響と課題

①複合技術として

3D プリンターがシステム化され複合化された場合、既存の機械にはない特徴をものづくりに活かせる可能性が高い。例えばプリンテッド・エレクトロニクスにより造形時に直接電子部品を組み込むような形状と機能の複合化がある。

②既存プロセスとの連続化と複合化

既存の加工技術の複合化としては切削加工と 3D プリンターによる付加加工の複合化、さらにはプレス、鋳造などの塑性加工との連携などがある。更に 3D プリンター装置間においても、例えばインクジェット技術と光造形技術、熱溶解技術などの他、新しい微粒子化技術などとの融合を図ることなども今後の大きな課題であるといえる。

③地産地消

他の周辺機器を含めてコンテナに搭載し消費地等で製造が可となれば利便性は高い。ネットワーク技術との連携でバーチャル製品設計地点とリアル製品完成地点の設定は自由となる。また手元にある部品を必要な遠隔地に 3D ファックス機能で転送することも可能となる。今後大資本投資による巨大工場の消滅と完成品物流の省略が同時に進行して、ある意味のファブレス化の進行も考えられ、これらは遠隔地への完成品物流の消滅を暗示する動きとなっている。

(5)波及効果

➤児童や生徒たちが、3D プリンターを活用して自分の考えていることを実際に形にすることは大いに意味のあることであるといえる。これらは新しいものづくりに携わる機会を得たとき極めて大きな力を発揮する原動力になるものと期待される。3次元モデルは抽象的な概念を具体的なものとして示すことができる大変貴重なものである。3D プリンターの特徴を生かして自分の考えていること（コンセプト）を、一点ものとして実体化する能力を培っていると考えられ、このような能力の育成に対して 3D プリンターが果たす効果は極めて大きいと考えられる。

➤破壊的イノベーションのツール：使い方により「破壊的イノベーション」のツールとしての可能性を秘めている。3D プリンターが様々な領域において活用されている状況を認識するとともに、これらの状況において蓄積されつつある新しいアイデアに絶えず注目しておくことが、今後の 3D プリンターを考える上で非常に重要である。

本報告書を活用することが、ものづくりの場にデジタル・システムや 3D プリンターを積極的に採択利用する契機となり、現場の改善・改革の端緒となること、ひいては 3D プリンターがもたらす今後の製造業への影響と課題ならびに先端技術とものづくりの変化の方向性を理解する一助となることを切に願うものである。

以上