3次元ものづくり製造技術とその市場に関する調査研究（第3報）

三村　和弘*　須貝　裕之*　遠藤　桂一郎*　馬場　大輔**
天城　裕子**　片山　聡***　橋詰　史則****

A Report of Manufacturing Technology Utilizing Three-dimentional Shape Data

MIMURA Kazuhiro*,　SUGAI Hiroyuki*,　ENDO Keiichiro*,　BABA Daisuke**,
AMAKI Yuko**,　KATAYAMA Satoshi***and HASHIZUME Fuminori****

1. 緒　　言

現在，3D プリンタを用いた付加製造（Additive Manufacturing，AM）技術は，当初の試作や治具などの製作から，製品製造へ移行している。本研究会において 3D プリンタの現状および動向，活用事例について講演会を実施し，装置メーカへの訪問，展示会・講習会へも参加し調査を行った。また，H27 年度から継続して調査研究 [1,2]活動を実施してきたが，今年度は金属 3D プリンタに注目し，詳細な情報収集を行った。

2.　講演会開催概要

県内企業に 3D プリンタの現状を知ってもらい活用を促進するために講演会を開催した。最初に今年度の研究会に関して目的と取組み方を説明した後に講演を行った。内容は 3D プリンタの造形方式や活用事例（試作・最終製品・治具・金型），製品設計のポイント，業界動向などの詳しい説明である。その後に実機と造形サンプルについて，現物を手に取り質疑応答を行った。講演会の様子を図 1，実機と造形サンプルを図 2 に示す。参加者は 35 名であった。

図 1　講演会の様子

開催日：平成 29 年 9 月 7 日
「デジタルものづくりフォーラムの取組み」
　　下越技術支援センター　馬場　大輔
「3D プリンタの技術解説と最新の活用法」
　　（株）リコー　事業開発本部　金子　高氏

図 2　実機と造形サンプル

*　研究開発センター
**　下越技術支援センター
***　中越技術支援センター
****　素材応用技術支援センター

3.　調査内容

3.1　市場動向

3D プリンタは基本的に 7 つの造形方式に分類される。しかし，最近は基本をベースにした新しい方式の 3D プリンタも開発されている。今後，さらに用途開発や新材料の研究により新しい方式の 3D プリンタが開発されると思われる。また，全世界での産業用プリンタの販売台数は，ここ数年，横ばい状態であるが，全体の売り上げ金額は伸びている。これは一台数千万～数億円の金属 3D プリンタの販売が伸びており，比較的安価なプリンタの販売が減っているからである。また，国内で販売が伸びていないのに対し，国外，特に欧米で販売が好調であり，その要因として，航空宇宙・医療の市場が伸びていることが挙げられる。金属 3D プリンタの日本での使い方は金型製作が主であり、有効活用している企業は，金型製造業よりは，むしろ成形加工会社が金型を内製するようになった例が多い。ここでは，製作した金型を加工工程に組み込んで使うため，自社の技術ノウハウを金型製作に活かし、成形加工の生産性を上げている。

3.2　技術動向

3.2.1　金属３Ｄプリンタの現状

金属 3D プリンタの方式として数種類あるが，主にパウダーベッド方式（PBF 式）とレーザメタルデポジション方式（LMD 式）が多くのメーカから販売されている。PBF 式は金属粉末を敷き詰め，レーザや電子ビームで造形部分を溶融・凝固させる方法である。LMD 式は溶融した金属材料を所定の場所に積層・凝固させて造形する方法であり，PBF 式に比べて形状精度は低いが、高速造形が可能であり造形後のパウダー除去が不要である。その他にアーク溶接式などが市販されている。

また最近，注目されている金属 3D プリンタとして，樹脂系でよく利用される熱溶解積層法（FDM 式）をベースにしたシンプルなデスクトップ型の金属 3D プリンタがある。これは，材料として金属に樹脂を混ぜたロッド状の材料を用いて造形を行い，その後に焼結炉に入れて樹脂を焼失させて製作するもので，価格も安価である。

3.2.2　金属３Ｄプリンタに使われる粉末材料

金属 3D プリンタの造形に際して原料になる主な粉末材料を表 1 に示す。一般的にこれらは各装置メーカから専用の材料が提供されている。材料の多くは欧米のプリンタメーカが標準材として提供しているものが日本でも使われているが，現在，国内メーカは国内市場に適した 3D プリンタ専用の材料開発を行っている。材料は恒温恒湿で保管する必要があり，材料自体も磁気を帯びない，粒形が球形である，粒径が揃っているなどが高精度な造形をするための条件となっている。

3.2.3　金属３Ｄプリンタの特徴と課題

金属 3D プリンタによる造形の特徴として，機械設計の自由度が高く，軽量化や新機能を実現しやすいことが挙げられる。特に機械部品に関しては航空機部品に大きな成果を上げており，欧米では実用化されている。前述のとおり，日本国内での主な用途である金型製作への適用では，積層造形と切削加工を組み合わせた複合加工機が用いられている場合が多い。課題としては，粉末材料のコストが高い，造形時の残留応力などによる反りの発生および装置メンテナンスの煩雑さが挙げられる。

表 1　主な粉末材料

材質	成分・名称等	用途
マルエージング鋼	Ni，Co，Mo	金型，医療
ステンレス	SUS316L 等	機械部品
アルミニウム	AlSi10Mg	機械部品
チタン	Ti6Al4V	航空機，医療
インコネル	インコネル 718	航空機，自動車

3.3　県内企業の動向

3D プリンタの活用状況については，県内でも樹脂プリンタで試作や治具製作で活用している企業は多いが，量産は一部でしか実現されていない。現在，3D プリンタの試作や導入についての相談は，主として樹脂に限られており，3D 測定については，3D スキャナによる形状入力とデータ化について説明するにとどまっている。

3.4　各県公設試の３Ｄプリンタ利用状況

産業技術連携推進会議の 3D ものづくり分科会及び国立研究開発法人産業技術総合研究所 3D3 プロジェクトに参画し，各県公設試の 3D プリンタの利用状況を把握した。興味深い取り組みについて以下に示す。

(1) 北海道：青銅粉末利用の積層造形
(2) 青森県：ゲル素材を用いたプリントの検討
(3) 神奈川県：3D プリンタ活用のデザイン支援
(4) 兵庫県：樹脂モデルの鋳型としての可能性
(5) 同 上 ：加硫ゴム 3D プリンタの研究開発
(6) 福井県：造形サポート作製と造形事例
(7) 広島県：3D プリンタ活用コンテスト

3.5　切削機能付き金属３Ｄプリンタ

山梨県と栃木県の産業技術センターに国内メーカ製の切削機能付きの PBF 式金属 3D プリンタが設置されているので調査を行った。

用途は機械部品よりも金型造形として用いることが多い。型の内部には 3D プリンタの利点を活かして 3 次元冷却配管を作ることも多く，冷却効率の高い金型製作が可能となる。

造形後の後加工で必要なものとしては，サポート材から造形物を切り離すためのワイヤカット放電加工機や造形物を熱処理するための電気炉などがある。

3.6　市場参入時の課題とその対応

数年前の 3D プリンタブームは過ぎ，技術や市場が落ち着いてきた感があり，企業ごとに活用の仕方に差が出てきている。今年度，金属 3D プリンタの調査をしたところ，単に装置を購入して造形精度を上げるための研究や用途開発ではなく，金属 3D プリンタ自体の開発や新材料開発なども研究対象になることがわかった。例えば，造形のスピードアップや新しい金属材料を使った製品化も考えられる。また，国内においては，次世代型 3D プリンタを開発するためのプロジェクト TRAFAM（技術研究組合次世代 3D 積層造形技術総合開発機構）の活動が H30 年度で終了するため，順次，新しい 3D プリンタが販売される予定であり，既存のものと比較しながら県内企業に役立つ機種を考慮し，支援を行うことが可能である。

新機能や軽量化を検討したときに，設計時のトポロジー最適化技術を用いるのは当然であるが，金属に「しなり」を与えるためにラティス構造を駆使した構造体や傾斜機能材料，異種金属の造形による製品化も金属 3D プリンタで実現可能である。

4.　結　　言

（1）金属 3D プリンタの市場や技術動向は，試作だけでなく製品化および量産化に向かっており，今後，技術開発が進み市場が拡大すると思われる。

（2）金属 3D プリンタの研究として，構造設計や材料開発などを進めるときにトポロジー最適化，ラティス構造，傾斜機能材料などの技術を複合的に検討する必要がある。

参考文献

1）中部　昇他，“3 次元ものづくり製造技術とその市場に関する調査研究”，工業技術研究報告書，45，2016，pp.98-100

2）中部　昇他，“3 次元ものづくり製造技術とその市場に関する調査研究（第 2 報)”，工業技術研究報告書，46，2017，pp.82-84