調査・報告

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

中部　昇*　片山　聡*　斎藤　雄治**　天城　裕子***
馬場　大輔****　渋谷　恵太*****　阿部　淑人*****

A Report of Manufacturing Technology Utilizing Three-dimentional Shape Data

NAKABE Noboru*, KATAYAMA Satoshi*, SAITO Yuji**, AMAKI Yuko***,
BABA Daisuke****, SHIBUYA Keita***** and ABE Yoshito*****

1. 緒　　言

製造現場における 3D-CAD の普及や 3D プリンタなどを活用した試作技術の高度化，迅速化が進む中で，入力，編集・設計，出力といった3Dデータによるものづくりのワークフロー改善が求められている。3Dプリンタを活用した試作の迅速化はある程度普及してきたが，3Dデータの入力や編集・データ交換に関する運用技術を普及させる必要があるため，前年度の 3 次元アプリケーション研究会から継続して調査研究活動を行った。

2. 講習会開催概要

「3 次元デジタルものづくり技術高度化のための人材育成事業」として，以下に示す講演会を実施した。本事業は，県内製造業界において 3 次元 CAD 自体は導入が進みつつあるが，実体から 3 次元データを生成したり，実体と 3 次元データの照合を行うシステムの導入やその運用はまだ普及していないことから，設計や品質保証に従事するエンジニアが，実体形状を計測して 3 次元設計や検査に利用するためのスキルを身につけられるよう，実技講習による人材育成を行うことを目的とする。図1に示す3Dスキャナおよびリバースエンジニアリングソフトウエア Geomagic Capture for Design X（スリーディ・システムズ・ジャパン製）を導入し，その周知と講習を実施した。

2.1　3 次元スキャナによるものづくり講習会

平成 28 年 2 月 2，3，10 日の 3 日間，実技を伴う講習会を，各回 5 名の定員として同じ内容で実施した。内容は以下のとおり。

(1)「3 次元スキャナと 3 次元ソフトウエアによるものづくりの概要」

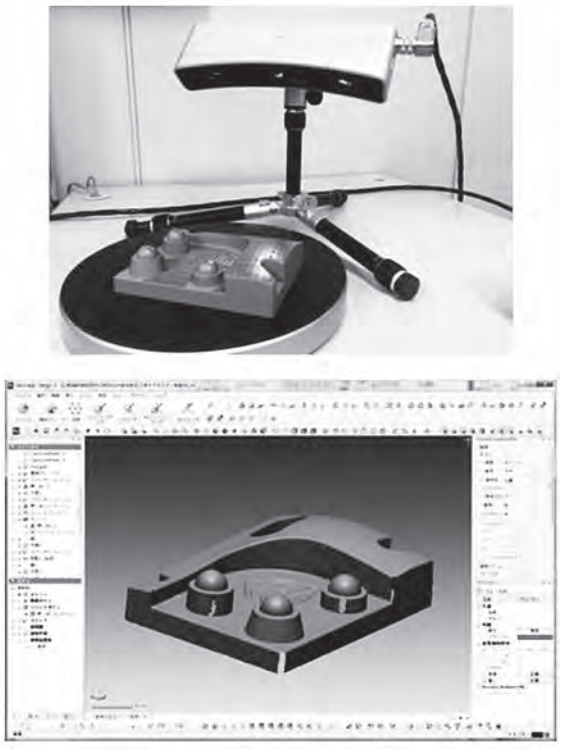

図 1　3D スキャナおよびソフトウエア

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

(2)「3 次元スキャニング実習」

形状計測，データ編集を行いポリゴンモデル作成までの手順を体験した。

(3)「3 次元ソフトウエア」

ポリゴンモデルからの自由曲面抽出，CAD モデル作成について説明した。

2.2　3D スキャナ・3D プリンタ講演会

導入したシステムの周知を図るため，装置の紹介とデモンストレーションを目的として平成 28 年 3 月 16 日に実施した。併せて 3 次元プリンタの活用に関する講演を行った。内容は以下のとおり。

(1)「3D スキャナと 3D ソフトウエアによるものづくり」　　（研究開発センター　中部）

3D スキャナおよびリバースエンジニアリングソフトウエアについて説明した。

(2)「3 次元データは図面に非ず～3D プリンタの表裏～」（素材応用技術支援センター　阿部）

デジタルものづくりを，3 次元データという仮想物体として制作することから開始するという観点で，様々な 3D プリンタの分類や従来の加工技術との類似，相違などについて説明した。

(3)「3D プリンタの医療分野への応用」

（新潟大学　尾田雅文教授）

術前検討に用いる，患者個々の疾患部位の 3 次元モデルを，医療画像や 3D スキャナ，3D プリンタを用いて製作するプロセスや臨床応用例について紹介した。

3.　調査・研究内容

3.1　3D プリンティング技術動向

3D プリンティング技術は，従来の切削，研削などの除去加工，プレスなどの塑性加工に対する第 3 の加工法であり，現在 ASTM International において付加製造；アディティブマニュファクチュアリング（Additive Manufacturing，AM）技術という名称で国際標準化が進められ，ISO/ASTM によって造形方式別に 7 種類に分類されている[1]。樹脂 3D プリンタでは特に結合剤噴射方式，材料噴射方式といったインクジェット方式について，近年中に基本特許が切れることから HP など 2D プリンタで実績のある複数企業の参入が発表されており，造形速度に優れることから低価格化により大きく普及することが予想される。液槽光重合方式（SLA）についても紫外光をプロジェクタ式に 1 層分を一度に照射することにより造形速度が大幅に改善されることで，インクジェット方式と並び普及していくものと思われる。粉末焼結積層方式（SLS）についても低価格化が進み，組み立てキットながら 5 千ユーロ程度の装置が市販されている。

金属 AM 装置は SLS を中心に製造台数が前年の約 2 倍以上に増加しており，適用は Zimmer や Stryker などによるカスタムフィットインプラントや人工骨製造といった医療分野，GE，ボーイング，エアバスといった航空・宇宙分野が多い。金型分野においても，冷却用水管を自由に設計できることや，深溝や薄肉のリブが造形できるなどの利点があり適用が進んでいる。また，金属 AM における製造工程では，ワイヤカットによる造形物の取出しに始まり熱処理や研磨などの後工程が必須であることから，今後はモジュール構成など，これら後工程を考慮した統合的な製造機として普及していくものと思われる。

一方，造形材料についても製品製造を考慮して多様化が進み，複合材料や高付加価値材料の開発が進むと予想される。例えば，溶融物堆積方式では PLA 材に木材，カーボン，金属などを混合した材料や PEEK 材などエンジニアリングプラスチックへの対応が進んでいる。SLA では樹脂のみならずセラミックス系材料なども提案されている。インクジェットにおいてもセラミックス，金属粉の混合，柔軟材料，基盤造形が可能な導電材・絶縁材などが注目されている。

3.2　3D データ入力技術動向

3D データの入力に用いる光学式 3D スキャナは実物の表面形状をカメラ（一般にステレオカメラ）で撮影し，その 3 次元座標を点群として

入力する装置である。製造現場などで使われるミドルレンジ機，ハイエンド機については，一般にラインレーザー光を走査する光切断方式と画角全体に格子パターンを照射するパターン照射方式に分類されるが，近年は高速でリアルタイム計測が可能な後者が主流となっている。これとは別に，10 万円以下のローエンド機として，前出の光切断方式，あるいは Microsoft Kinect で実用化された PrimeSense や，Intel 製 RealSense など距離画像センサを応用したハンディスキャナなどがあり，1mm 単位の精度であるもののコンシュマー向けの CG モデル作製や人体のフィギュア化などに活用されている。

今後はカメラの高解像度化や処理能力の高速化と共に低価格化が進むことによって，製造現場においてもより普及していくものと推察される。

3.3 県内企業の動向

3Dプリンタについては多くの企業が試作，開発評価やジグ製造目的で活用しており，また，3Dプリンタを保有しない企業からの試作，少量生産についての相談も多く，装置の低価格化に伴いその傾向が拡大していくものと思われる。また，3D スキャナについては前述のように講習会を開き周知を行ったが，希望者が多く追加講習を実施するなど，関心が高いことが窺えた。

3.4 市場参入時の課題とその対応

AM 装置の活用については，当初の試作（Rapid Prototyping），ジグやガイドなどの製造（Rapid Tooling）から，現在は製品の製造（Rapid Manufacturing）に移行しつつある時期であり，AM による従来工程の効率化や製品の高性能化の可能性は大いにあると思われる。ただし，単純に従来工程を AM に置き換えてもメリットはなく，対象となる分野は限られてくる。例を挙げると，①カスタムメイドなどの少量生産品，量産品でも②形状・構造が複雑で部品点数の削減により軽量化・低コスト化が見込めるもの，③内部構造を有するもの，④傾斜構造や複合材料といった，AM で製造することで新たな機能付加が期待される分野への参入が望ましい。

一方，設計技術においても，3 次元データを活用することで従来の工程に対して大幅な簡略化が期待できる場合がある。例えば，個別対応の必要な医療福祉分野向けの義肢義足・義歯などの製造過程における 3 次元データの利用などが挙げられる。また，前述のように AM により従来の製造工程では不可能であった構造を製造できるようになり，設計技術についても従来と異なる技術が要求される。例えば，構造最適化シミュレーション技術を応用した，傾斜機能構造をなすための内部構造設計や，金属 AM 製造における溶融熱の制御など，AM を想定した設計技術の開発が新たな研究課題として挙がるものと思われる。

4. 結　　言

(1) 金属 AM 装置による製品製造は，医療分野や，航空・宇宙分野，金型分野で適用が進んでいるが，単純に従来工程を AM に置き換えてもメリットは少なく，AM によって従来工程の効率化や製品の高性能化が得られる分野に限定される。

(2) AM により，従来の製造工程では不可能であった構造の製品を製造できるようになり，製品の設計技術自体についても内部構造の設計など従来と異なる方法論が要求されてくる。

最後に，本研究のうち，「3 次元デジタルものづくり技術高度化のための人材育成事業」は（公財）JKA の補助（27-77）を受けて実施したことを記す。

参考文献

1) 阿部淑人他，“3 次元データの工業利用に関する研究調査”，工業技術研究報告書，44，2015，pp.78-80.