

先端産業レポートⅡ

第1回 3Dプリンタ

ぶぎん地域経済研究所 調査事業部 次長兼主任研究員 藤坂 浩司

1 はじめに

近年、製造業の現場で「3Dプリンタ」と呼ばれる機械を利用した製品づくりが広がっている。3Dプリンタは、3次元CAD（以下、3D CAD※）で作られた3Dデータから直接、製品を作る機械で、金型から工業製品を作る従来の製造モデルとは大きく異なる。3Dプリンタの用途について、現時点では、試作品の製作や少量多品種の生産に利用されるケースがわが国では一般的だが、機械技術や材料開発の進化に伴い、今後、さらに用途拡大が見込まれる。海外では、航空機のエンジン部品や電気自動車の車体部品を3Dプリンタで作る動きもあり、今後の技術次第では、製造業全体に大きな影響を及ぼす可能性もある。本稿ではまず、3Dプリンタの概要に触れ、次に同技術が製造業に与える影響、3Dプリンタを巡る本県の動向について述べる。最後に今後の展望について考察する。

※3D CADとは

「3D CADは3-dimensional Computer Aided Design systemの略称。コンピュータ上に専用ソフトを使って設計、製図をするシステムで、仮想的に作られた3次元の空間上に、縦、横、奥行きを持つ立体形状の対象物を作る」

2 3Dプリンタとはどのような機械か

製造業における生産手法は大きく2種類に分類される。加工物を“削り出す”切削加工と、加工物を“変形させる”成形加工だ。わが国では、前者に使われる機械を工作機械、後者を鍛圧機械と分類（海外では両者とも工作機械と位置づけるケースもある）している。

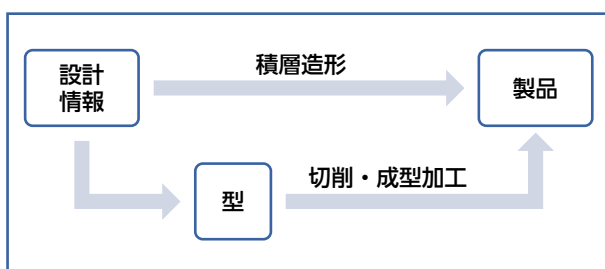
これに対して3Dプリンタは前述の2種類の生産手法とは異なり、何も無い状態から材料を積層させ製品を作るという発想のもとに生まれた。

3Dプリンタの利用には3D CADで作成する3Dデータが必要だが、3Dデータができ上がれば、コンピュータから直接、データを3Dプリンタに送り、材料となる樹脂粉末や金属粉末をプリントするように目的の形状に一層ずつ積層することで立体物を作り出す。データから直接的に製品を作る（図表1）ため、金型から製品を作る既存の生産手法よりも安いコストで、かつ設計から生産に至るトータルの生産時間を短縮できる特徴がある。

3Dプリンタに使われる技術はAdditive Manufacturing（付加製造技術／AM技術）と国際標準化会議で定義されている。3DプリンタはAM技術を使った機械の俗称で、2013年、米国のオバマ大統領が一般教書演説の中で、積層造形法を3Dプリンタと表現したことで世界的にその認知度が高まった。AM技術は現在、7種類（図表2）があり、それぞれ用途やコストに応じて使い分けられている。

AM技術は革新的技術だが、その原型は1981年に名古屋市工業研究所の小玉秀男氏が世界初の光造形理論を発表したことに始ま

図表1 3Dプリンタを用いた生産の流れ



経済産業省などのデータを元に当研究所で作成

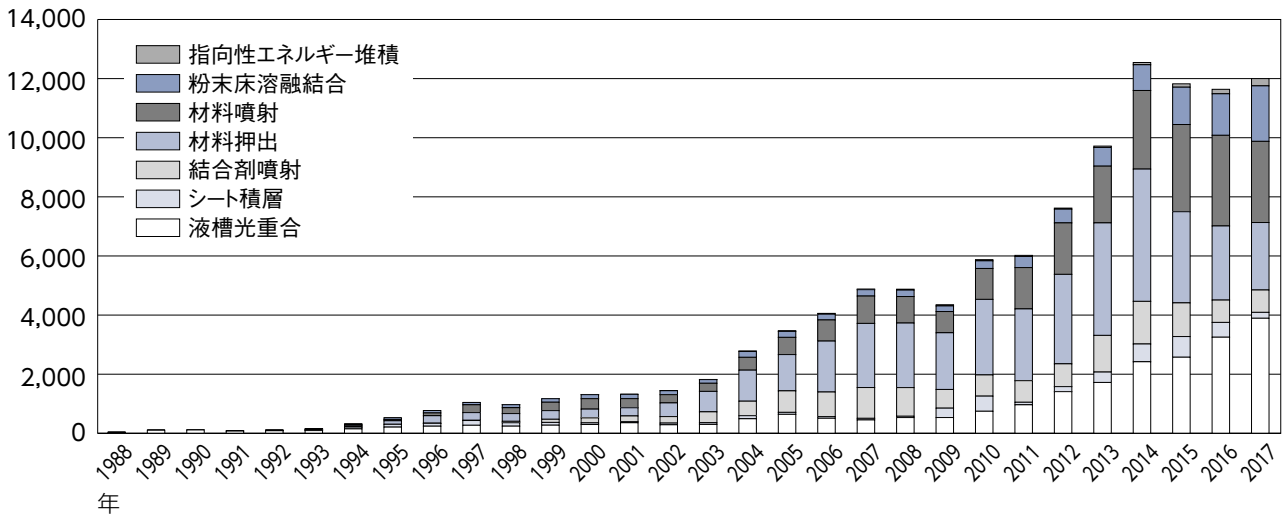
図表 2 AM 技術の種類

AM技術の分類と使用する材料および加工技術		
AM技術	材料	加工技術
シート積層	紙、樹脂シート、アルミ箔	積層し切削
液槽光重合	光硬化性樹脂	UVレーザーや光で光重合
粉末床溶融結合	金属、樹脂、セラミックス	レーザーや電子ビームで溶融
結合剤噴射	砂、スターチ、石膏、金属、セラミックス	インクジェットで糊を噴射し、接着
材料押出	熱可塑性樹脂	溶融して押出し、付加・堆積
材料噴射	光硬化性樹脂、ワックス	インクジェットで液体を噴射し、付加・堆積
指向性エネルギー堆積	金属	レーザーやコールドスプレーで付加・堆積

株式会社アスペクトの資料を元に当研究所で作成

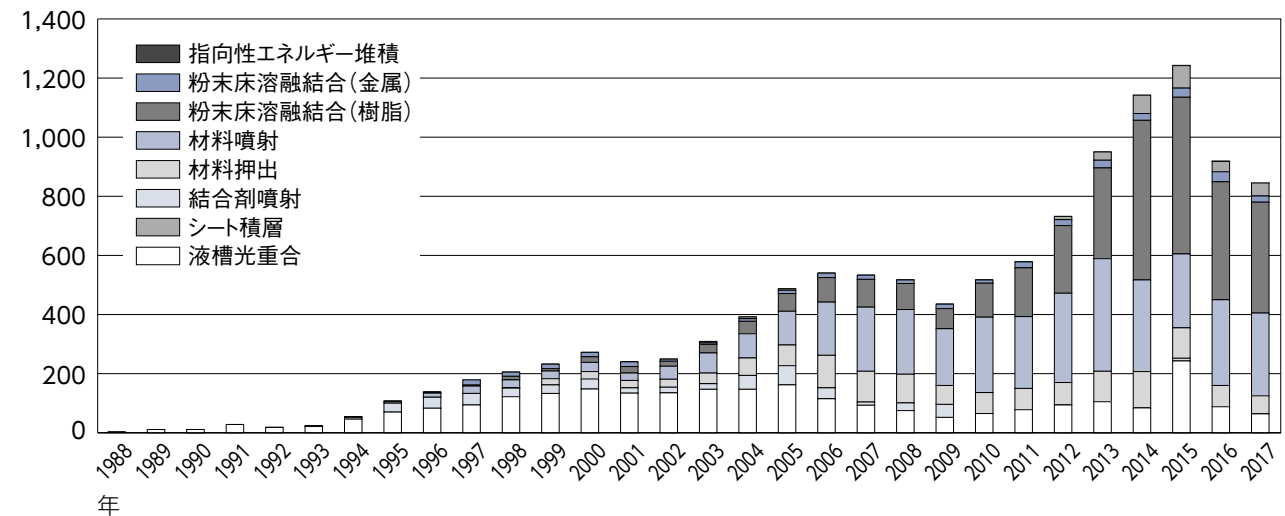
単位：台数

図表 3 3D プリンタの世界市場での販売台数の推移



単位：台数

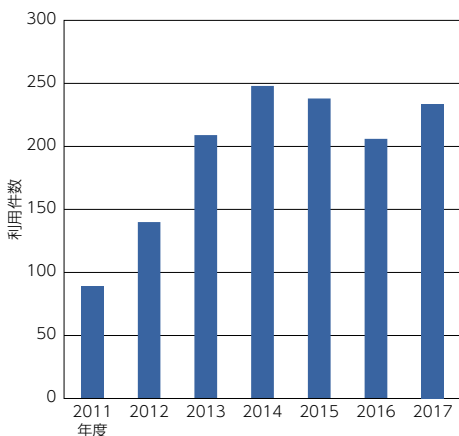
図表 4 3D プリンタの国内市場での販売台数の推移



図表 3. 4とも株式会社アスペクト資料による

図表5 3Dプリンタの利用件数推移

3Dプリンター機器 利用件数の推移



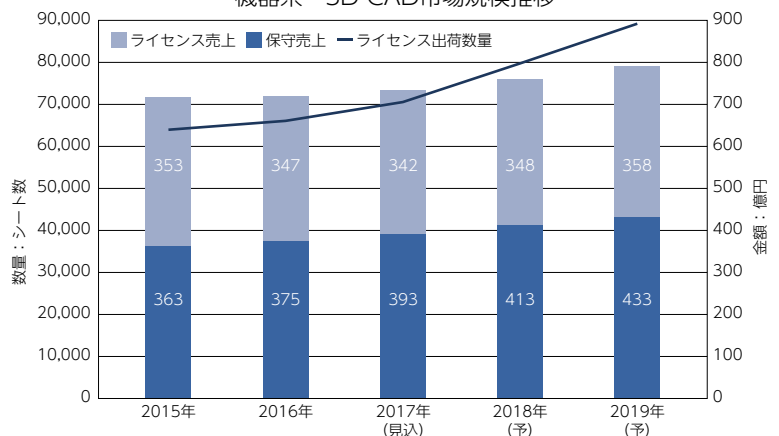
る。光造形とは光硬化樹脂と呼ばれる樹脂に紫外線を当てて樹脂を固めて造形する手法のことで、1987年には米国のスリーディー・システムズ社が世界初の光造形機の実用機を発表し3Dプリンタの市場が立ち上がった。

90年代以降、国内の製造業でも積層造形機の名称で海外製3Dプリンタを導入するケースは見られたが、当時で1台数千万円という価格の高さと技術レベルのバランスから、導入は大手製造業など一部に留まっていた。本格的な普及が進んだのは2010年以降だ。2009年に米国の3Dプリンタメーカー、ストラタシス社が所有する熱溶融積層法（ノズルから樹脂を噴出して固める手法）の特許が失効したことや、その後材料に関する特許が切れたことで、使用できる材料の選択肢が広がり、また、製品開発コストが下がったことから、3Dプリンタの市場が急速に拡大し始めた。

図表3、4は3Dプリンタの世界、国内市場における機械の販売台数の推移を示したもののだが、いずれも2010年以降に販売数量を伸ばしていることが分かる。これは特許が切れたことで、世界各国で3Dプリンタの低価格機種が登場したことと、2012年に3Dプリンタを扱った書籍、『MAKERS～21世紀の産業革命が始まる～』（クリス・アンダーソン著）が発売され、3Dプリンタ

図表6 国内機械系3D CADの市場推移

(1) 出荷数量・ライセンス売上金額トレンド 市場全体（2015年～2019年）
機器系 3D CAD市場規模推移

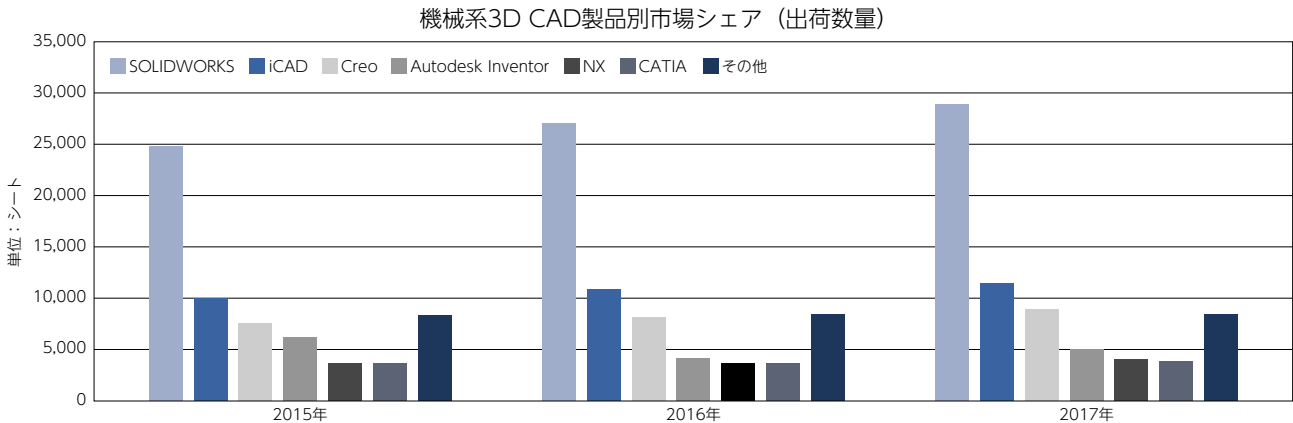


を使って手軽に製品を製作する“メイカーズ”と呼ばれる個人やグループ、ベンチャー企業などが相次ぎ登場したことでブームを巻き起こした。

この動きは本県でも見られる。埼玉県産業技術総合センターが主に県内の中小製造業者を対象にして試作用3Dプリンタの時間貸出しサービス（図表5）を行っているが、2011年度から直近の2017年度の実績では、11年度以降、右肩上がりに利用件数が増え始め、2014年度には2011年度の3倍近い年間に約250件の利用があった。2015年度からは利用件数が減少に転じているが、2017年度からは再び増加している。図表3、4と比較しても、2010年代以降に3Dプリンタブームが起こった様子が窺える。販売台数は落ちつきを見せているが、3Dプリンタを活用したビジネスは広がり続けている。

3Dプリンタの普及は前述の通り、3D CADを使った3Dデータの作成が必要なことから、3D CADの販売動向からも一定程度読み取ることができる。埼玉県産業技術総合センターのケースの様に、自社で3Dプリンタを買わずに3Dデータだけを公的機関に持ち込み製品を作るケースもあるため、3Dプリンタと3D CADの販売数は完全な相関関係にはないが、3Dプリンタと同様に近年販売を伸ばしている。図表6はわが国の機

図表7 機械系 3D CAD 製品の企業別出荷数量の推移



図表6, 7とともに株式会社テクノシステムリサーチのデータを元に当研究所で作成

械系 3D CAD の市場推移を表したものだ。調査会社テクノシステムリサーチ社のデータによれば、国内の機械系 3D CAD 市場は販売数量に相当するライセンス出荷数量ベースでゆるやかながら伸びていることがわかる。

わが国の中小製造業では、機械系 CAD は 2D CAD が中心に使われているが、近年は取引先からの要請や生産コストの削減などから 3D CAD を導入する動きが広がっている。国内の 3D CAD 販売で 4 割を占有 (図表 7) する業界最大手のソリッドワークス・ジャパンは、1997 年に日本市場で初めて 3D CAD 製品を発売 (スタンダード版は 98 万 5,000 円) したが、現在は機械関連の中小製造業を中心に「年率二桁成長で販売を伸ばしている」(山口有里マーケティング部部長/実数は公表せず)。3D プリンタとの関連性については、「2 年ほど前までは 2D CAD があれば 3D プリンタが使えるという誤った認識を持たれるケースも見られたが、最近では 3D プリンタの普及でそうしたケースもなくなった。現在の 3D プリンタ市場はビジネス用途の高機能機とホビーユースの低価格機に二極化しており、3D CAD の用途も拡大している」(同) と分析する。

3 3Dプリンタが中小製造業に与える影響

今後、3D プリンタの市場が拡大し続けた

場合、製造業にどのような影響を及ぼすのか。本県に多い中小製造業の観点から述べたい。第 1 に影響として考えられる事は、金型を不要とし製品を作ることができる点だ。本点については、メリット、デメリット双方が考えられる。メリットとしては、設計から直接、製品を生産できる特徴をうまく生かせば、中小製造業が自社技術を生かした製品のアイデアを簡単に試作品として作り営業先に提案することができる。金型を不要とするため、トライアンドエラーが容易になり、3D プリンタの活用次第では中小製造業の新たなマーケティング支援ツールになり、メーカーへの転身の可能性も広げられる。一方、デメリットとして考えられる点は、試作品の製作や少量多品種の生産を中小製造業に委託していた元請事業者が自社で 3D プリンタを購入し、委託を内製化することだ。既存の取引先との関係よりもコストやスピードを優先して内製化に切り替えるケースが増えることが考えられる。

影響として考えられる第 2 点目は、3D プリンタ独自の新市場の展開だ。3D プリンタに使われる AM 技術は顧客の個別要望に応じることが可能なカスタマイズ性の高い技術だ。例えば、人間の体に身に付ける医療・福祉機器などはユーザー個々の体型や症状に応じて異なり、製品を作るために都度、金型を製作していたのではコストが高くなってしま

う。こうした製品を3Dプリンタで作ることで、製品単価を引き下げ、結果的に市場の拡大が期待できる。具体的事例では人工関節や補聴器などが挙げられ、補聴器についてはすでに全世界で生産されている製品の9割以上が3Dプリンタで作られているという統計もある。本県は医療産業については、医薬品生産額で全国2位（15年実績）、医療機器生産額で同4位（同上）と全国屈指の医療産業集積地である。県内の中小製造業者の中には、すでに3Dプリンタを使って再生医療分野の試作品を手掛ける企業も出始めている。医療機器は付加価値が高く、医療機器に組み込まれる部品の生産であれば薬事法の認可は必要ないことから、中小製造業が既存の設備と3Dプリンタをうまく組み合わせた製品づくりに取り組むことで売上拡大が期待できよう。次に3Dプリンタに関する県内の動向について事例を紹介する。

4 本県における動向

■株式会社 UCHIDA（入間郡三芳町）

株式会社 UCHIDA は炭素繊維強化プラスチック（CFRP）を素材にした試作品の製作、少量多品種製品の受託生産を行っている。対象は二輪車、四輪車など輸送用機械をはじめ、航空・宇宙など次世代開発全般に至る幅広い分野の仕事を手掛けている。同社は製品の設計からモデル解析、試作・部品製作、塗装・

写真1 二足歩行アシスト装具「シーフレックス」



試験まで、軽量部品開発に必要な一連の流れを全て自社内で完結させるモデルを特徴としていて、他社との差別化にもなっている。

受託ビジネスを基本モデルとする同社が、現在、新たに取り組んでいるのが福祉機器の自社ブランド製品開発だ。5年前から国立障害者リハビリテーションセンター（所沢市）との共同開発で、脊髄を損傷して自力歩行できなくなった人のための二足歩行アシスト装具の開発、製品化に取り組んでいる。腰から足元まで装着するスーツタイプで、同タイプの製品は海外製品ではあったものの、重量や動作性、デザイン性に課題があった。同社は使用する素材をアルミやカーボンに置き換え軽量化を図ろうとしている。既存のロボットスーツと異なり無動力での歩行が可能で、車椅子との一体化が図れる製品開発も目指している。UCHIDA は同製品の開発に際して、同社として初めて3Dプリンタを活用した。2018年1月、埼玉県助成金「医療機器等試作品コンテスト」で技術賞を受賞、副賞として受け取った200万円を元手に米国製のデスクトップタイプの3Dプリンタ1台を導入した。

3Dプリンタでは、人間の大腿部に相当する部分の部品を製作した。大腿部は人間が体を動かしても“たわみ”や“しなり”が少ないため、「3Dプリンタで製作した部品でも十分、精度が高く製品化に耐えられる」（内田敏一社長）と判断、ナイロン樹脂とカーボン繊維の2つの材料を互いに積層させて製作した部品を採用している。従来であれば、金型を造り成形して部品を製作するが、3Dプリンタの導入により設計データから直接、試作品の製作ができるようになり、製作に1週間以上要した日数がわずか2日に短縮され、コストも百万円以上削減できた。同社は製品化した以降の量産品でも3Dプリンタで製作した部品を採用していく計画だ。

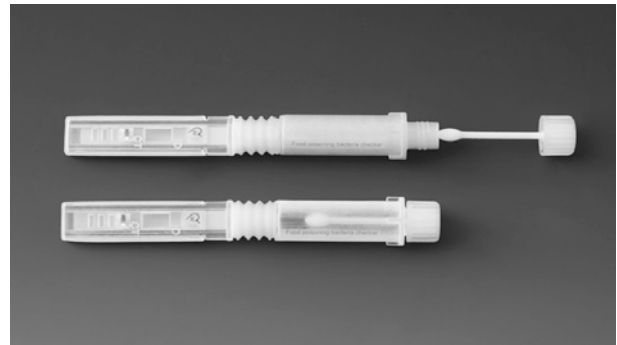
開発は現在、大詰めを迎えている。計画では今秋までに装置の機能に関する実証テストを済ませ、「C-FREX（シーフレックス）」の商品名（写真 1）で 2019 年度中の発売を目指している。当初は脊髄損傷の患者向けに販売するが、販売状況を見ながらセカンドステージとして、脳梗塞などが原因で半身麻痺の状態になった患者や、筋力が落ちて歩行が困難になった高齢者向けにも販路を拡大する。発売価格は 200 万円台後半を予定し、2019 年度は数体の販売とモニタリングを行い、問題がなければ発売 5 年後には年間 200 体の製品を国内外で販売していく計画を持っている。内田敏一社長は、製品化について「CFRP の仕事で得た利益を、CFRP を通じて社会還元したい。装着しても格好よく、女性ならデザイン性に優れて可愛いモノを作るのが私の夢だ」と意欲を覗かせる。

■株式会社 ICST（さいたま市中央区）

株式会社 ICST は医療機器、健康機器で海外の 2 国間取引を目的に 2004 年 6 月に設立した。その後、商社として製品の輸出入、医療機器の自社開発も手掛けるメーカーへと展開する。自社ブランド製品には、注射器による注射・採血のトレーニング機器や気管挿管チューブ用カフ圧計などがある。2017 年 6 月期の売上高は 6 億円になる。

同社は新たに、スクリーニング市場への参入を目指して、食中毒の病原菌を特定する「微生物の検出キット」（写真 2）の開発に取り組んでいる。18 年 3 月に同社として初めて 3D プリンタを使った試作品を製作した。同キットは、従来の検出キットとは構造が異なる形状で、試験紙キットの入った容器と菌を培養する培養容器を一体形状にした特徴を持つ。試験紙キットと培養容器の中間がジャバラ状の形状になっており、この部分を手で折り曲げると、培養液が試験紙側に流れる仕組

写真 2 微生物の検出キット



みになっている。従来の検査方法では、試験紙に菌を培養した液を垂らす必要があり、作業の際、検査者の手に菌が付着する恐れがあった。同社が考案したキットは、培養された状態の菌を検査者が手に触れずにそのまま検査できるため安全性が高まる。

同社は製品設計をアムス（さいたま市緑区）に依頼し、出来上がった 3D データを元に SAITEC の 3D プリンタを活用して試作品を製作した。製品の筐体はアクリル樹脂製で、製作費は容器 2 種類とキット 5 本で約 40 万円であった。同社は県のものづくり支援事業制度を活用して、2017 年 5 月から 18 年 3 月までの期間で試作品開発にこぎつけた。3D プリンタを使わずにデザインを元に金型を製作した場合、製品の形状が複雑なため、複数の金型が必要になり、少なく見積もっても開発費は数百万円に膨らんでしまう。ICST の横井博之社長は試作品の製作に 3D プリンタを使った理由について、「開発の初期段階でアイデアを形にしたが、絵では分からない。いかに早く手に取るモノができるかが勝負であり、コスト面も考えて 3D プリンタを使うことを決めた」と説明する。

同社はすでに 17 年 12 月に特許出願しており、2019 年から 20 年の間に自社製品として発売する予定でいる。横井社長は、スクリーニングビジネスの市場は今後大きく拡大すると考えている。食中毒向けの検出キットを皮切りに、その他の菌の検出キット製品の

写真3 X線CTで取り込んだ3Dデータをプリントした例



販売に順次取り組んでいく考えだ。

■埼玉県産業技術総合センター（川口市）

埼玉県産業技術総合センター（以下SAITEC）は、1990年代から3Dプリンタを使った試作支援に取り組んでいる。本支援は、SAITECが3Dプリンタを企業側に機器開放するプログラムで、企業は作りたい製品の3D設計データ（STL形式）を用意すれば、SAITECの3Dプリンタを利用することができる。

現在、SAITECではインクジェット式の3Dプリンタ2台を導入している。いずれも米国ストラタシス社製で樹脂製品の積層造形が可能だ。1台目は2009年に導入し、1種類の樹脂で印刷する機種（当時の価格で約1000万円）、2台目は2016年に導入し、3種類の樹脂を同時にセットしてプリントできる機種（同2000万円）である。

プリンタではタテ、ヨコ各25センチ、高さ20センチまでのサイズの造形物の作製が可能で、専用ノズルから紫外線を当てると固まる液状の樹脂がプリンタ内部のテーブル上に吹き付けられて、0.016 - 0.03ミリメートルの厚さで積層し、設計データ通りの形状の製品ができ上がる。一層毎に紫外線を照射して固めて積層する仕組みだ。企業側が製作したい製品の材質や色合い、硬さなどに合わせら

れるように複数の樹脂を準備している。3種類の樹脂を混ぜ合わせて造形することも可能だ。試作品の製作では、硬さを少しずつ変えながら試作を行い、実際の製品に必要な硬さを検討するために活用されることもある。インクジェット式は3Dプリンタの中では解像度が高いため「迅速にキレイな試作品の作製が可能だ」（技術支援室・機械技術担当専門研究員、南部洋平氏）と説明する。

SAITECでは1990年代から光造形式の3Dプリンタを導入して、試作品の製作支援に取り組んできた。本格的にニーズが高まり始めたのは、2000年代に入って世界的に3Dプリンタが注目を集めるようになって以降で、2012年度から右肩上がりに利用件数が増え始め、2016年度には2011年度の2.5倍となる約250件の利用があったという。その後、2016年度以降は横ばいに転じている。当初、2012年、13年頃はまだ3Dプリンタの使い方が分からず、“お試し”的に利用するケースが多く見られたが、14年、15年に入ると「3Dプリンタを自在に使いこなす利用者が増え始めてきた」（南部氏）。

SAITECによれば3Dプリンタによる試作支援を年間60-70社が利用し、毎年20-30社が入れ替わっている。利用者の7割が県内の中小製造業者で、残る3割が県外事業者。

事業者の業種の多くが樹脂製品の製造業者で、樹脂金型を製作する事を前提に、客先との打ち合わせ用に3Dプリンタを使って試作品を作るケースが見られるほか、ハンディタイプの医療機器の筐体やペット容器の試作、電子機器の試作も多い。3Dプリンタを使えば金型を作らずに短時間で試作品を作製できることから、展示会に出展する企業が製品PR用のモックアップモデル（模型）作製に利用するケースも増えている。SAITECでは3Dデータを活用した試作支援の一環として、3Dデジタイザー（3次元のスキャナー）

やX線CTと呼ばれる機器を使い、実物の形状の3Dデータを取り込む支援も行っている。3Dデジタイザーでは外側の形状を取り込むことができ、X線CTでは中身の形について取り込むことができる。(写真3)。また、2017年度からは製品デザインの支援も開始している。

■アムス（さいたま市緑区）

アムスは2Dデータ、3Dデータの設計を外部の企業から受託している。同社は、荏村佳助社長が30年に及ぶ設計業務に携わった経験を元に2000年に起業した。設計ビジネスが基本だが、依頼があれば、川口市内の協力企業を通じて生産も受託している。同社はこれまでにホームセンターなどで販売されている生活用品やトイレタリー商品の容器のキャップ、菓子商品のタブレットケースなど約600アイテムの設計を手掛けてきた。設計業務は顧客のニーズをヒヤリングし、その上でCADを使い設計データを作成するが、完成したデータが顧客のニーズに沿った形状に出来上がっているのかデータでは分かりにくいケースもある。そのため同社では、作成した設計データを元に3Dプリンタで試作品を作り、顧客に製品レベルを判断して貰い、最適な形状になるまで試作を繰り返す取り組

みをしている。

また、最近では3Dプリンタで試作品を製作したいので3Dデータを作成して欲しいという依頼も増えている。3Dプリンタの活用には3Dデータの作成が必要だが、中小製造業には3D CADを所有していない企業や、3D設計ができるオペレータがいない企業も少なくない。そうした企業向けに、3Dデータの設計を請け負うが、中には一般の個人が自分で新しく事業を興したいので、自分で描いたイラストを持ち込まれ、3Dプリンタでデータを作成し試作品を作って欲しいという依頼もあるという。3Dプリンタの登場、普及で個人でも気軽に製品づくりができる環境が整いつつあることの1つの表れでもあろう。

5 まとめ

3Dプリンタはその原型品が生まれてから30年が経過しているが、現在も世界各国で研究開発が進められている。3Dプリンタの性能は、装置、使用材料、駆動させるソフトウェアの3つの組合せで決まるが、現在、3Dプリンタメーカーが目指している目標は量産機械として使える実用機だ。量産品を生産する場合、金型を使う従来工法の方がコストも安く、生産スピードも早いので、現状では、3Dプリンタは試作品や少量品レベルの製品を造形する機械という見方が工業界では一般的だ。しかし海外では、航空機や自動車部品、住宅づくりで3Dプリンタを使うケースも出始めており、近い将来、“量産技術として使える工作機械”になる可能性を秘めている。3Dプリンタの技術進化で今後、県内の製造業にどのような影響を及ぼすのか注意すると同時に、企業は3Dプリンタを活用した新製品開発や受託ビジネスに取り組むことが期待される。

写真4 3D CADで設計した3Dデータ

