

三重大学工学部ものづくり工房

3Dプリンタによる研究支援業務について

黒田 陽一朗・高木 優斗

三重大学 工学部工学研究科 技術部

三重大学工学部「ものづくり工房」では、平成28年より導入された3Dプリンタを工学部工学研究科の技術職員3名が管理・運用し、同年6月より研究支援業務を行っている。また三重大学工学部工学研究科技術部ホームページ上では、3Dプリンタ専用のページも設けている。

支援業務を開始以降、工学部内での利用が主であったが、本年度は毎年開催している定期説明会で他学部へ広く周知活動を行った。その結果、例年と比較して医学部等からの依頼業務が増加した他、設計以前の仕様相談やそこから派生した技術相談等も舞い込むようになった。事例の内容を含め、問題への対応や今後の課題点について、その一部を紹介する。

Key Words :3D プリンタ,3D スキャナ,インクジェット,FDM,solidworks,VeroClear

1. はじめに

三重大学工学部ものづくり工房は機能強化推進プロジェクトの採択を経て、学内学部間連携・地域連携を実現すべく平成28年度に発足した。3Dプリンタの選定や関連技術の修得等、約半年の準備期間を経て研究支援業務を開始し、現在では利用者からの仕様に関する相談や3D CAD(主にSolidworks)による設計も受け付けている。

3Dプリンタ導入以来、工学部の依頼を主としつつ他学部への対応や地域貢献活動を行ってきたが、本年度には学内向けの定期説明会にて積極的に他学部への周知を行った。また利用者の設計スキルの有無を問わず、技術相談を広く受け付けている旨を伝えるよう意識した。その結果、医学部を中心として仕様段階からの技術相談や、難易度の高い内容の依頼が増加する傾向が見られた。今回はそういった事例を中心として紹介し、3Dプリンタの利点や問題点、今後の課題について示

す。

2. 3Dプリンタ運用機種

三重大学工学部ものづくり工房で現在主に業務運用している2種類の3Dプリンタについて紹介する。

図1の「Objet30Pro(stratasys)」はインクジェット方式のプリンタであり、液体樹脂を造形台に吹き付け、それを紫外線照射によって硬化・積層させる。積層ピッチは16~28 μ mと小さく、サポート材も自動で使用されるため、精度の高い造形が可能である。その反面完成品は熱に弱く、薄い箇所であれば50 $^{\circ}$ C程度でも曲がってしまうという特徴がある。また本体や樹脂は高額であるが、機能のほとんどが簡単に使用できるよう専用ソフトが用意されており、造形失敗や機器トラブルの心配はほとんど無い。メンテナンスや樹脂交換で多くの材料を消費するため、ランニングコストが高いのが非常に悩ましい点である。

図2の機種「SCOOVO X9(abee)」は熱溶解積層方式

(FDM)のプリンタで、固形フィラメントを熱で溶解させたものを積層させる。PLAとABSの2種類のフィラメントが使用可能で、それぞれの特性を活かした造形が可能である。共にプラスチックのような素材ではあるが、PLAは固まる際の反り返りが少ないため比較的安定した造形が可能である反面、耐熱性でABSに劣る。また、研磨や塗装等の後加工が必要になる場合、ABSが適している。どちらの素材もインクジェット方式に比べると精度は落ちるものの、強度や耐熱性の面で勝るものを安価に造形することができる。FDMタイプ機種は本体も近年非常に安く手に入るが、造形トラブルの頻度が高く、造形を安定させるためにある程度のノウハウが必要となる。



図1 Objet30Pro

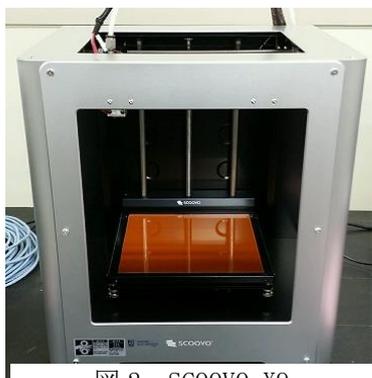


図2 SC00V0 X9

3. 研究支援業務事例について

最近の依頼の中で、仕様相談や設計が含まれており時間や工夫を要したものを中心に、具体的な事例内容を紹介する。

(1) Tissue Microarray を作製するための型

医学部のとある研究室からの依頼で、組織片解析を行

うために必要となる組織マイクロアレイについて、学内で簡単に作製するためのツールを作れないかと相談を受けた。図3は、試作中の型を使用した際の様子である。このようにパラフィンを流し込んで、複数の穴が整列した状態で固めるための型を設計・造形した。

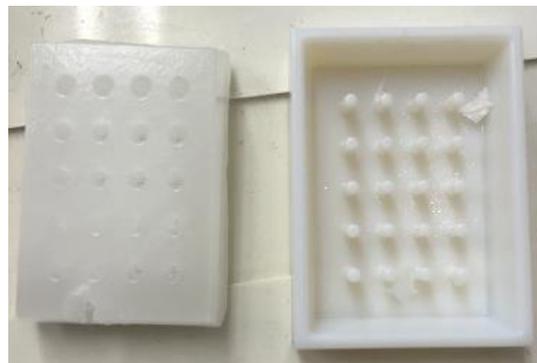


図3 パラフィンブロックと型

要求される精度やパラフィンを取り外す際の摩擦抵抗を考慮し、インクジェットプリンタのObjet30Proで造形することとした。しかし通常インクジェットプリンタで用いる樹脂は熱に弱いため、本件ではまず型にパラフィンを流し込む際の耐熱性を調査する必要があった。事前の打ち合わせではパラフィンは接触時50℃付近で、加熱状態は短時間ということであったが、試作品で何度か耐熱テストにご協力いただき、少なくとも数回使用するうえでは問題がないことが分かった。

本件で最も困難であったのが、固まったパラフィンを簡単に取り出せるようにすることであった。依頼元の研究室で元々利用されていた型は複数穴を開ける仕様を満たせないものの、素材は柔軟で湾曲させることができ、パラフィンを下から押し出すことができた。今回はアクリル系樹脂で容易な取り出しを実現するため、いくつかの工夫を行った(図4)。

まずはケースを底部と側面の2部品に分け、パラフィンが固まった後に2部品を再度分離させることで、取り出す際の負荷を軽減した。側面部品の分離による痕跡がパラフィンに残るため、どのような構造にするか仕様を詰めるのに苦労した。さらに、パラフィンに穴を複数開けるための各棒やフレームには僅かな勾配を付与し、パラフィンが抜けやすくなるようにした。穴の構造が変わりすぎると組織片を挿入することが困難になるため、付与で

きる勾配の角度は限られており、実際に使用してもらいながら調整・試作を複数回行った。

結果として実際に使用できるツールを造形・提供することができ、研究の場での大幅なコストカットや、作業効率向上に貢献することができた。しかし、パラフィンの取り出し簡易化が完璧ではなく、取り出しの際には少々コツが要るとのことで、課題点が残る形となった。

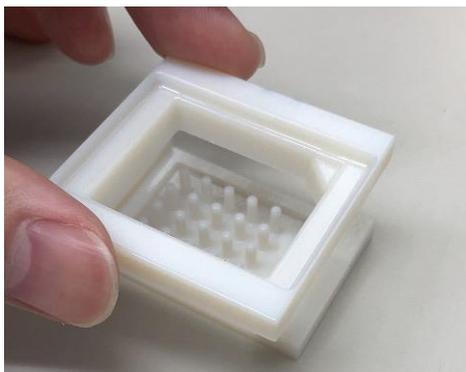


図4 改良した型

(2) 3D スキャンを利用した人体の造形

工学部内で人体への接触が考えられる機械の研究・開発に関連して、実在する人物の腕部分を 3D プリンタで造形したいという依頼があった。より正確なデータを取るためには 3D スキャナの利用が適しており、スキャンデータを如何にして仕上げるかが課題となった。

まず 3D スキャンデータに関しては腕の形状を非常に良く再現できており、スキャンに関する苦労は少なかった。3D スキャナの性質上、機械部品や小さいものは赤外線反射がうまくいかない場合が多いが、人体は特にスキャンしやすいことが分かった。人間の腕を一本ということで、一度に造形できるサイズを超えていたため、3D スキャナでスキャンした 3D データを編集ソフトで部品分割し、空洞化等の最適化処理を行った。本件は依頼主の希望で短期間で安価に仕上げる必要があったため、造形には FDM タイプの SCOOVO X9 を使用した。完成品の一例である図 5 では、造形でトラブルが起きにくいよう考慮して分割した3部品を一般的な接着剤で接合しており、依頼主の希望を満たすものを提供することができた。



図5 人体(腕)

(3) ゼブラフィッシュ関連研究の支援

医学部の研究室より、ゼブラフィッシュを鬱状態にする目的で、水中拘束するためのケースを作れないかという相談があった。ゼブラフィッシュは生命現象の研究によく用いられるモデル生物で、小型の魚である。本件は仕様検討や設計について一連の作業を請け負った。1匹をぴったり閉じ込める檻のような形状で、かつ魚体に傷がつかない、楽に出し入れできる、等の要望があった。図6のように脱着可能なスライド式の蓋を実装することで、安全かつ個別別の出し入れを可能となるよう工夫した。水流をできるだけ妨げないようにする必要もあったため、可能な限り網状になるよう設計を行った。

Objet30Pro であれば高精度で安定した造形が可能であるが、液体樹脂の使用は水質に悪影響を及ぼす可能性が別案件にて判明していたため、SCOOVO X9 を用いて PLA フィラメントによる造形を行った。結果、完成品を実際に実験に使用することで新たな発見等があったと好評をいただくことができた。

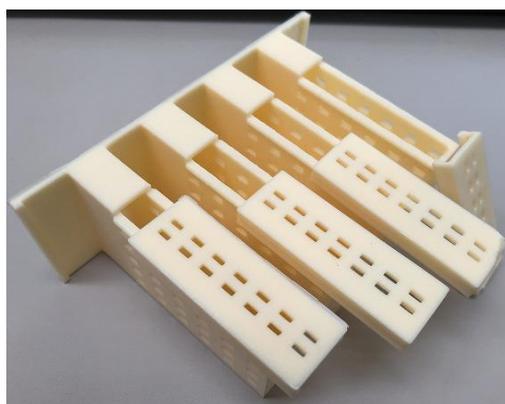


図6 魚拘束ケース

また、本件に関しては派生して複数の依頼を受けており、最近では魚体の動きを観察するための遊泳用ケースおよび電気刺激を与えるためのキットも作製した(図7)。これは鬱状態となったゼブラフィッシュの状態を撮影・分析するためのものである。ゼブラフィッシュが観察途中で泳ぐのを止めてしまった場合、再度泳がせるための刺激を与えるために従来は人の手で水槽を叩いていた。この方法では叩く人によって与える刺激の度合いが変わり、解析結果への影響が心配されていたが、作製したキットにより誰でも一定の刺激を与えることができるようになった。実際に使用したところ、電圧の調整機能によって最も効果的と思われるレベルでゼブラフィッシュへの刺激を与えることに成功した。

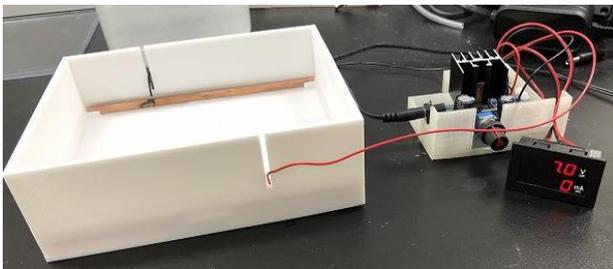


図7 電気刺激キット

(4) 光学関連研究の支援

研究支援の開始以降、これまで造形物の色に関してはあまり問題となることがなかったが、今年度は光学分野での研究に利用できるレンズやプリズムの造形についての相談があった。このため、透明樹脂による造形および透明化のための後処理について検討している。

Objet30Proでは透明樹脂(VeroClear)を利用できるが、これを用いて造形を行っても、完全に透明な状態で仕上がることは無い(図8)。紫外線硬化樹脂は造形直後は黄色がかっており、長い時間を掛けて徐々に透明化していくという特性を持つ。この点は今後の研究支援において、短期間での試作依頼等で問題となる可能性があるため、完成品を手早く透明化するための手法としてLED照明によるフォトブリーチ処理を導入した。メーカーからは色温度6500K以上で比較的高出力の照明が推奨されており、造形直後から24時間程度LED光照射することで脱色が容易となった。

また造形物の側面や底面はプリンタの仕様上、積層

痕やサポート材の付着があるため、これらの面を透明にするためには何かしらの後加工が必要となる。これは現在も課題点であるが、サポート材の徹底除去が必要となる他、研磨方法についても依頼元の研究室と並行して調査している。3Dプリンタのアクリル系樹脂専用の研磨剤を開発しているメーカーも存在するため、今後有効性を検討したい。

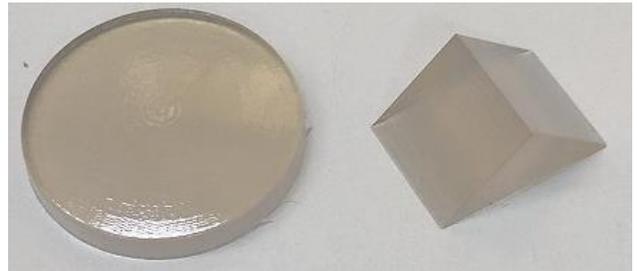


図8 造形直後のレンズとプリズム

4. 今後の課題

今年度は他学部への業務展開と柔軟な依頼対応を目標としており、挑戦的内容の多い1年となった。その中には、造形したものが実用に至らなかった案件や、相談段階で達成不可と結論付けたものもあった。こういった事例については特に検討した内容についてきちんと情報共有し、我々スタッフのスキル向上を図ることで解決可能な案件を増やしていく必要がある。

またレンズ等の造形依頼を通して、完成後の後加工に関しての準備不足が浮き彫りとなったため、特に研磨に関しては各素材について今後検証していきたい。

さらに3Dプリンタ利用希望者に対する設計技術指南の場を設ける必要性も感じている。実際に3Dデータ的设计について、どのようなソフトを用いるのか、インストールはどうやるのか、といった問い合わせが複数あった。試作用途の多い3Dプリンタでは、設計作業をユーザ自ら行うことが納期の大幅な短縮に繋がると考えられる。

今後も3Dプリンタによる支援業務を広く周知し、場合によっては別分野の技術者に相談することで解決策を探る等、幅広く対応できるよう努力していきたい。