

三次元デジタルものづくりの実践教育

神奈川県立磯子工業高等学校

教諭 米田 正儀

1 はじめに

本校の3Dものづくり教育設備について、令和3年度に3次元CADシステムの更新があり、ソリッドワークス(3DCADソフト)21台、武藤工業の3Dプリンタ(図1当時55万円)が導入されました。その他に、1998年度に導入されたマシニングセンタ(NC工作機械)が、令和3年(2022年11月)に24年振りに更新されました。更新されたMCは、ファナック株式会社のロボドリル(図2小型切削加工機)という小型マシニングセンタです。これらを活用して授業展開をしております。

主に課題研究という授業において、3Dデジタルものづくりと題して製作研究を推進してまいりました。2010年頃の3Dプリンターの価格は、100万円以上する物がほとんどでした。価格が高価なため、教育現場ではなかなか購入することができない時代が続きました。2015年頃から、自作3Dプリンターの製作研究者が増加し、本校でも2018年にデルタ型3Dプリンターの製作研究にとりかかり、神奈川大学や川崎総合科学高等学校の設備をお借りして、図3に示す第一号のデルタ型3Dプリンターを完成させることができました。この3Dプリンターと武藤工業の3Dプリンターの2台で3Dデジタルものづくり教育を実施してまいりました。当時の武藤工業の3Dプリンターは、寸法精度が悪く、歯車の製作や数個のパーツを作製して組立てるといった物の製作には不向きでした。そのため、寸法精度を必要としない、キャラクターやオブジェ等の製作が中心となりました。

今回の研究内容は、三次元CAD/CAMの学習に教員・学生に無償で提供しているAutodesk(株)のFusion360というソフトウェアを使用してデザイン設計します。次に、3Dプリンターを活用して出力します。このように設計から製作までの一連の作業を学習することで、創造性や技術的思考力、問題解決能力を身につけること。また、3DCADデータからCAMソフトを使用して、工作機械での加工に必要なNC(数値制御)プログラムを学習することを目的として行ないました。

2 3Dプリンターの導入

① 3Dプリンターの選定について

はじめにで記載したように、武藤工業の3Dプリンターは精度が低いため、色々な製作研究者が使用している3Dプリンターを調べました。購入以前は、図4のPRASA i3という組立てキット式の3Dプリンターを検討していました。価格と精度面からも良かったのですが、Crealityという中国の会社で製造しているFDM方式のEnder-3シリーズが手ごろな価格と使いやすさで個人からプロまで幅広く支持されていました。このなかで多くのYouTuberが推奨している図5のCreality K1Cを2台購入しました。

こちらの3Dプリンターの特徴は、最大600mm/sの超高速印刷、カーボンファイバー系フィラメントにも対応する高機能さ(硬化鋼ノズル・高熱対応ホットエンド)、AIカメラによる自動調整と失敗検知、エアフィルター搭載、優れた使いやすさ(簡



図1 武藤工業の3Dプリンター



図2 ロボドリル



図3 デルタ型3Dプリンター

単セットアップ、日本語 UI) でした。特にプリンターのノズル先端とベッドの間の調整に、非常に大変苦労していました。この自動ゼロ調整機能が付加された 3D プリンターは憧れでした。

その後、製作研究に活用していたところ、Bambulab という中国の会社が販売している 3D プリンターが非常に良いという評判が入り、多くの時間を割いて調べ検討しました。

Bambu Lab という会社は、2020 年に設立され、2022 年に初めて Bambu Lab X1 を販売しました。世界最大規模のクラウドファンディングを活用し、3D プリンター市場で世界的に注目を集め、AI や LiDAR センサーによる検知機能や、それを活用した超高精度、500 mm/s の超高速造形など、革新的な技術を盛り込み、マルチカラーにも対応した革新的な技術が高く評価され、今や業界内で不動の地位を確立しています。

本校では、始めに図 6 の Bambu Lab P1S という機種を 2 台購入して、Creality K1C と造形比較の検討を行ない、印刷したいデザインによって、3D プリンターの機種を使い分けて活用することにしました。Bambu Lab P1S や Creality K1C などの筐体付き 3D プリンターは、価格が高価になるため、安価である筐体なしモデルで Bambu Lab A1 シリーズを購入しました。なかでも図 7 の Bambu Lab Almini は、イベント等の持ち運びにも適しており、実習以外



図 4 PRASA i3



図 5 Creality K1C



図 6 Bambu Lab P1S



図 7 Bambu Lab Almini

にも文化祭の展示場所や

学校説明会、産業教育フェアの会場等に持込み、印刷状況をその場で大勢の来客者(中学生・保護者)に魅せることができ、3D プリンターの素晴らしさやものづくりの魅力を伝えることができました。

3 研究・実施内容

①実習室の準備

はじめに、3D プリンターを設置する場所からの検討になりました。実習室の中でも、他科の先生方も利用しやすい実習室を検討し、主に製図の説明などに活用している南製図室という教室の後方に設置することにしました。普通教室の設備のため、差し込みコンセントの数も少ないことから、電気科の先生方に配線工事を依頼して、3D プリンターが 10 台以上設置できる環境を構築しました。

机については、コンピューター設置用の古い机を他の実習室から運び、4 台並べて作業用机としても兼用できるようにしました。



図 8 コンセント配線工事



図 9 南製図室全景

②神奈川県産業教育フェアでの展示・実演・体験

神奈川県産業教育フェアは、令和6年・7年と2年間続けて神奈川県工業高校内の校舎等を利用して開催されました。本校は、9Fの普通教室が割り当てられ、写真のようにレイアウトを行ない、展示・実演・体験コーナーを設けました。小学生・中学生・高校生とその保護者が多く来場していただき、大盛況で本校のPRに大きく貢献できました。



図10 磯工ブース入口



図11 磯工ブースの来客者様子



図12 手作りガチャ



図13 3Dプリンター作品の展示風景

③学校説明会での展示・実演

本校の学校説明会は、体育館での全体説明後に各科のカリキュラム内容や特徴などを各科の在校生が説明を行なっています。その後、校内見学となり希望している工業科の実習室等を職員が案内・説明を行なっています。その際に、3Dプリンター実習室も開放し、順路にあたる廊下にもBambuLab Alminiを設置して3Dプリントの様子がよく理解できるように実演と説明を実施しました。



図14 実習室とBambuLab Alminiの展示風景

④ 課題研究授業での活用

本校では、週1回3時間の授業で課題研究という科目があります。生徒自身が、研究テーマを選択して1年間製作研究を行ない、1月に後輩の2年生に向けてその成果を発表するという授業になります。その中で、3次元デジタルものづくり班を選択した生徒の作品を写真と感想分で紹介します。

令和6年度卒業生の感想を記載します。「新しい3Dプリンターの導入以前は、3Dプリンターのノズルの原点を出すのに手動で設定するなど、複雑なものは出力できなかったらしいのですが、今年からは新しい3Dプリンターを先生たちが研究費を申請して、たくさんの3Dプリンターを導入してくれたので、一人で複数の作品を出力することができました。最新の3Dプリンターなので出力スピードも速いし、ベッドとノズル間をスキャンして、初期位置を自動的に設定してくれるので、早く・複雑な作品をたくさん作ることができました。導入してくれた先生たちには、とても感謝しています」。一部の感想文を紹介しましたが、このように多くの生徒達が支援してくださったことに感謝しています。

次に、生徒の作品例の一部を図で示します。



図 15 課題研究作品の一例

⑤ 3 学年の機械実習での活用

3 年生の機械実習では、4 つの班分けてそれぞれ実習を行っています。その中で、マシニングセンタ実習というショップがあります。はじめにの図 2 で示しましたファナック株式会社の小型マシニングセンタを使用して、その操作方法等を週 5 時間×6 週で学習しています。その 6 週間うちの 4 週間でアルミ板の面加工、ポケット加工、輪郭加工、穴あけ加工、ネジ切り加工等を学習します。その後、2 週間でペン立て部分の作成を 3DCAD と 3D プリンターで作製します。この課題は、以前は真鍮の 15mm 厚さの板材を使用して小物が置けるようにポケット加工を行ない、穴あけ・ネジ切り加工したところに真鍮の丸棒材を穴あけ加工してペン立て部分を作製していました(図 16)。昨今は、材料費の高騰で真鍮材が使用できなくなり、アルミの板材に変更し、ペン立て部分を 3D プリンターで作製するように、課題を変更しました。Fusion360 の CAD 機能で板材のデザインを作製し、その後 CAM 機能を活用して加工方法を学習します。最後に Fusion360 の CAD の機能のなかで、「フォーム」機能を使用して、曲面デザインの作成方法を学



図 16 真鍮製ペン立て

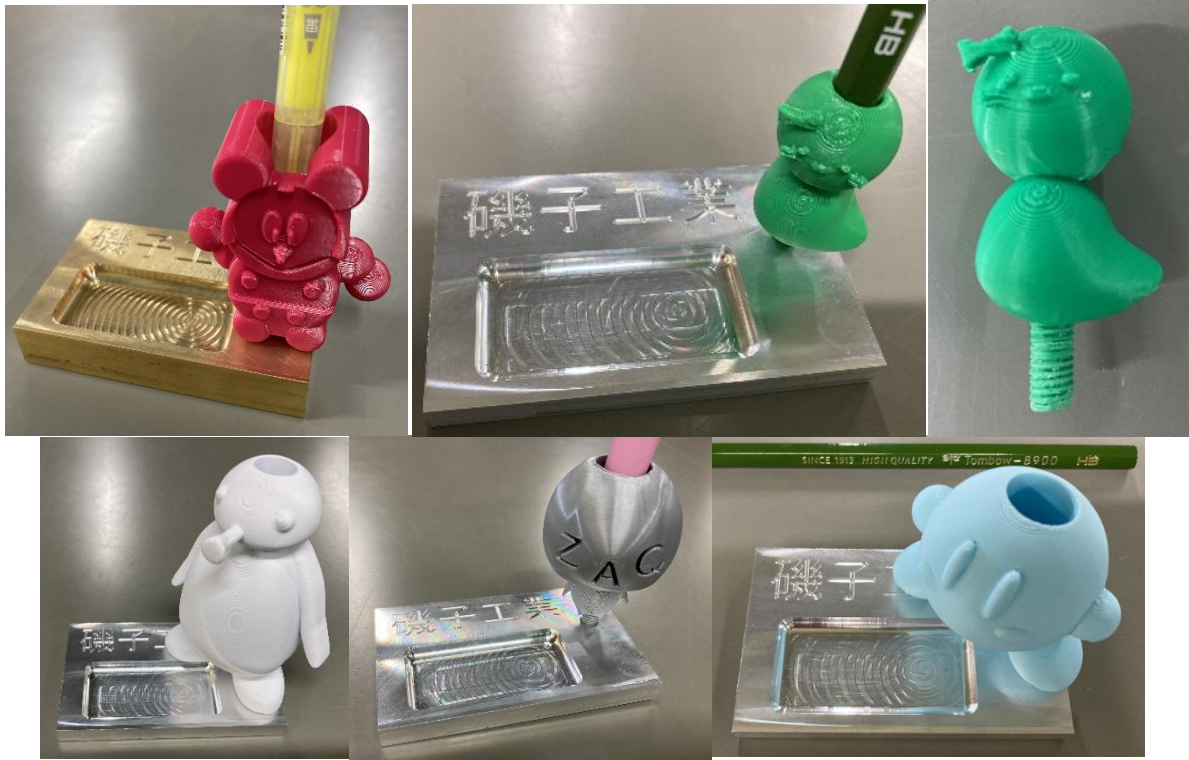


図 17 3年生実習作品例

習し、えんぴつ立て部を好きなキャラクターを真似て作製していきます。下部に直径6mmの円柱型を作製して、M6ネジ部を作製して印刷し、板材に取り付けられるようにしています。最後に3Dプリンターの操作方法を学習する流れになっています。

⑥令和6年・令和7年三次元CAD/CAM・MC・3Dプリンター教材研究会の開催

令和6年・令和7年の二年間にわたって、Autodesk社のCAD/CAMソフト、3DプリンターのBambuLab P1S、マシニングセンタを使用する教材研究会を開催しました。

マシニングセンタ(MC)や3Dプリンターを使用する課題研究や、ものづくりを検討・実施している先生方と加工方法や操作方法を共有する目的で、教材研究会を実施しました。



図 18 教材研究会の様子

図 18 に教材研究会の様子を示しました。

⑦その他

本校では、毎年7月から9月にかけて、本校のPRをするために中学校訪問を実施しています。その際に学校名のキーホルダーや卒業生の作品、3Dプリンターを持参し、工業高校でのものづくりの一部を説明することができ、大好評をいただきました。



図 19 中学校名キーホルダーの例

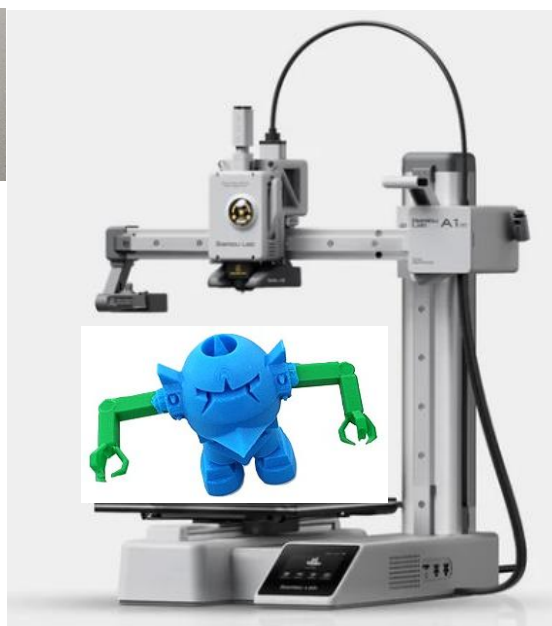


図 20 持参した 3D プリンター

4 まとめ

3Dプリンターを活用したデジタルものづくりに関する研究を行いました。3Dプリンターを活用することで、生徒が設計したものを短時間で実際の形として具現化することができました。課題研究では、デザインの変更や模型の製作を容易に行うことができるため、作業効率が向上し、大幅な時間短縮にもつながりました。これまで各科目で習得してきた知識や技術を活用しながら、製作研究を実施してより設計や製作に関する経験を深めることができました。

さらに、研究の結果を整理して発表する活動を通して、自ら課題を見つけ、主体的に学び、考え、判断しながら問題の解決に取り組む力を養うことができました。思考力・判断力・表現力の向上にもつながり、生徒自身の学習をより一層深めるうえで非常に効果的であると感じました。

3Dプリンターの活用は、さまざまな場面や場所での活用が期待できます。本研究で実施したように、実習の授業に取り入れることや、中学校へのPRで活用するなど、今後の教育活動にも大きな影響を与えることができました。

謝辞

本研究を遂行するにあたり、公益法人 天野工業技術研究所様より多大なご支援を賜りました。本助成金がなければ本研究成果は実現し得なかったものであり、ここに深く感謝申し上げます。

参考文献・引用文献

- ・Fusion 360 マスターズガイド ベーシック編:㈱ソーテック社:小原照記,藤村祐爾(共著)
- ・Fusion 360 操作ガイド ベーシック編:㈱カットシステム:三谷大暁,別所智広,坂元浩二(共者)
- ・Fusion360 操作ガイド スーパーアドバンス編:㈱カットシステム:三谷大暁,別所智広,坂元浩二,大塚貴(共者)
- ・Fusion360 操作ガイド CAM・切削加工編 1:㈱カットシステム:三谷大暁,別所智広,坂元浩二(共者)
- ・Fusion360 操作ガイド CAM・切削加工編 2:㈱カットシステム: :三谷大暁,別所智広,坂元浩二,大塚貴(共者)