

加工技術の自動化における専門的技術者の育成

岐阜県立可児工業高等学校

教諭 林 貴康

1. 研究の目的

近年では IT 技術を取り入れた最先端技術が定着しており、高度で専門的ものづくり人材の育成に注力した教育活動が必要不可欠となっています。特に、工業高校として自動化された加工技術を学ぶことは地域産業の発展に寄与すると確信しています。しかしながら、工業教育現場の実習装置は旧態依然であるため、加工技術の自動化や IT 化の対応ができる実習装置の整備を進めていくと同時に、教員自身が自動加工に必要なデジタルでの設計技術（CAD、CAM）を習得し、社会で活躍できる生徒を将来的に育成していくことを目的としました。

2. 研究の概要

（1）研究組織

本研究では教員が自動加工の方法を学ぶと同時に、デジタルでの設計技術の習得を基本とし、本校電気工学科の職員を中心としたチームを編成しました。また、校内で開催する技術講習会等への参加は本校教員が誰でも参加できるように門戸を広げました。組織は以下のとおりです。

研究主任	研究の企画、運営、責任者
研究副主任	研究主任業務の補助
研究員	研究の実施、成果の周知

（2）研究の手法と日程計画及び活動内容

研究は以下のスケジュールに基づき実施しました。

5 月	校内組織の編成および役割分担の明確化
6 月	研究テーマの具体化および CAD、CAM 技術講習会準備
7 月～ 8 月	CNC フライスの組立、基本的な使用方法の研究
9 月～11 月	CAD、CAM 技術講習会の実施、CNC フライスの基本的な切削加工の研究
12 月～ 2 月	切削加工の最適化と実習装置の部品製作
3 月	研究のまとめ

主な活動内容として、CNC の購入、CAD、CAM 技術講習会の実施、CNC を用いてサンプルの切削および実習装置の部品製作をしました。CAD とは Computer Aided Design の略で、コンピューター上で図面を作成するツールです。CAM とは Computer Aided Manufacturing の略で、製品の製造をコンピューターで支援する技術を指します。CAD、CAM は設計や製図の作業を効率化し、正確性を高めるために活用されています。

今回の研究実施にあたり(株)オリジナルマインド（ORIGINALMIND）社製の KitMill RZ300（写真 1）を購入しました。この CNC は自分で組み立てられるキット式であり、切削加工の基本から応用まで幅広く活用できます。また、自分でメンテナンスや調整が可能であるた

め、導入後も長期にわたって教員や生徒が使用できる製品だと判断しました。組立説明書も丁寧に書かれており、興味をもった有志の生徒数名が夏休み中に組み立ててくれました。

CAD 技術講習会では、校内で参加者を募ったところ工業科教員だけでなく普通科教員からも多数参加希望があり、本校教員の約 1/3 である 19 名が講習会に参加しました（写真 2）。講習会の講師は実習助手の教員に依頼し、事前に CAD ソフトの学習をしてもらいました。CAD ソフトは Autodesk 社の Autodesk Fusion を使用しました。Autodesk Fusion は 3D モデリングツールで効率的に設計や修正が可能で、インターネット上でも情報が多く掲載されています。今回は基本的な使用方法を学ぶために書籍（Fusion360 マスターズガイドベーシック編改訂第 2 版（株）ソーテック社 小原照記、藤村祐爾（著））を購入し研究実践しました。講習会は 2 時間実施し、書籍内にあるペン立てのモデル（写真 3）とクマのモデル（写真 4）（写真 5）を作成しました。ペン立ては全員描くことができましたが、クマのモデルは曲面を描くことに苦勞し、時間内に完成させることができなかった参加者もありました。

続いて実際に CAD で作成した 3D モデルを CNC で切削するための CAM 技術講習会（写真 6）を実施しました。研究主任が事前に学習し、講師として研究員に使用方法を説明しました。CAM は CNC と同時に購入した Cut2D と Cut3D を使用しました。Cut2D は 2 次元データを読み込み、部分ごとに切削する量を設定して加工用のツールパス（NC プログラム）を出力し、2 次元加工を簡単に行うことができます。Cut3D は 3 次元データから NC プログラムを生成する 3 次元 CAM ソフトウェアです。CAM ソフトウェアで生成した NC プログラムは CNC 制御用ソフトウェア（USBCNC）によって CNC に送信され、切削することができます。この講習会では CAD 技術講習会で作成したクマのモデル（写真 7）とクマのモデルの型（写真 8）を切削しました。材料は初心者向けで加工しやすいケミカルウッドを使用しました。



写真 1 (KitMill RZ300)



写真 2 (CAD 技術講習会)

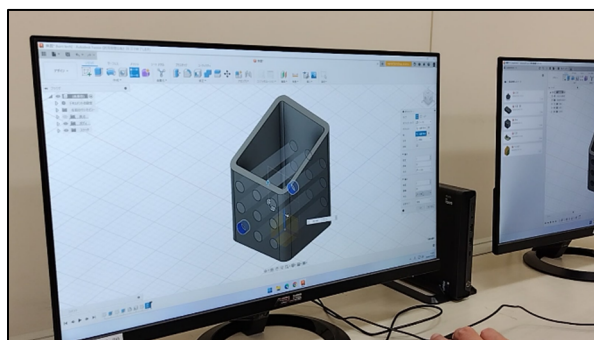


写真 3 (ペン立てのモデル)



写真 4 (クマのモデル)

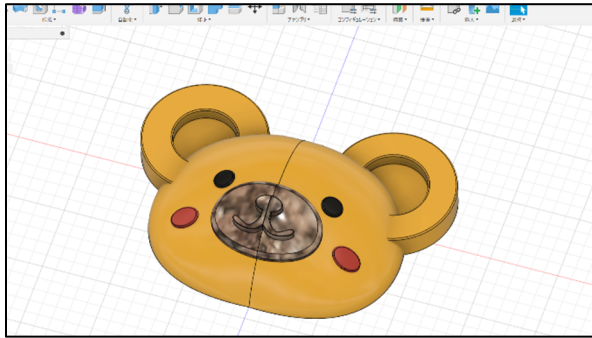


写真 5 (クマのモデル)



写真 6 (CAM 技術講習会)



写真 7 (クマのモデル)

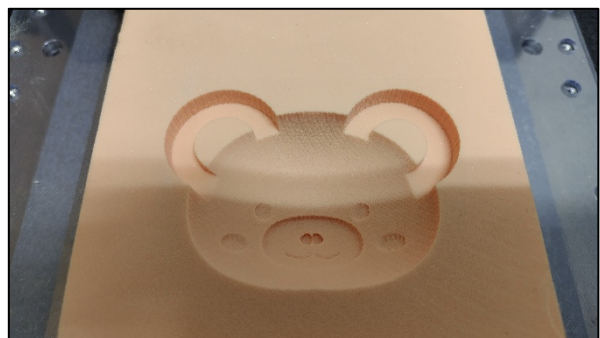


写真 8 (クマのモデルの型)

3. 研究成果の分析と考察

先述したとおり、デジタルでの設計技術と自動加工による切削技術の基本を習得することができたため、多くの研究成果を得ることができました。

(1) デジタル設計技術について

CAD、CAM 技術講習会で参加者から主に以下のような意見を集約することができました。

- ・初めて 3DCAD に挑戦したが、思ったよりも直感的に作成することができた
- ・3DCAD は説明どおりに進めても思いどおりにできないことがあって難しかった
- ・完成品を具体的にイメージすることがデジタル設計技術には特に大切だと感じた
- ・電気工学科にとって、自動化された加工技術はものづくりの幅が大きく広がる
- ・材料や工具の選定、送り速度や回転速度などの加工条件が重要だと実感した
- ・講習会だけでは習得できる技術ではないので、何回も失敗をしながら学ぶ必要がある

(2) 実習装置の部品製作について

来年度以降に使用するための実習装置の部品(写真 9)を塩ビ板($t=2\text{mm}$)で製作しました。塩ビ板は安価で衝撃に強いという特徴がありますが、燃焼すると人体に有害な塩化水素が発生するため CNC での加工が適していると思われます。製作した部品は、スマートロボットカー(写真 10)の筐体です。この実習では Arduino、モータードライバ、赤外線センサ等をブレッドボード上で配線し、壁に衝突せずに走行できるようプログラムで制御することを学びます。このような実習装置が製作できたのもデジタルでの設計技術と自動加工による切削技術の基本を習得できた成果です。

（３）切削加工の最適化について

適切かつ効率よく切削するためには材料によって切削条件が異なるため、最適な条件を知る必要があります。今回の研究において３種類の材料について加工条件を探し、おおよそ以下のような基準値（表１）となり、簡単な平歯車（写真 11）を設計して切削しました。さらなる最適化を見つけるためには基準値をもとに、経験を積む必要があると思います。

材料	切込み量	送り速度
塩ビ	0.5 mm	500 mm/min
アルミ	0.3 mm	400 mm/min
真鍮	0.4 mm	350 mm/min

表 1（基準値）



写真 9（実習装置の部品）

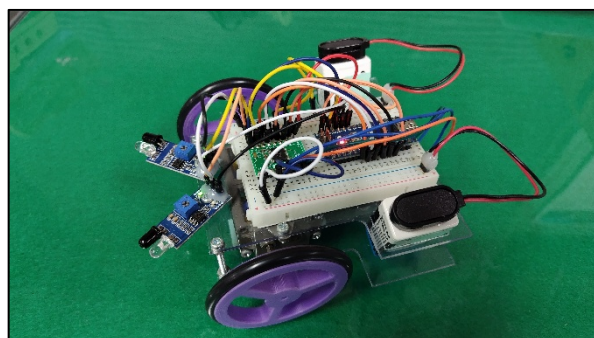


写真 10（スマートロボットカー）



写真 11（平歯車）

4. 今後の課題と展望

研究を通じて、以下の課題が明らかになりました。

- ・生徒の CNC 使用時における安全教育の徹底
- ・CNC 技術など自動化についての専門的技術者（教員・生徒）の育成強化
- ・地域へ工業高校における高度なものづくり実践の発信強化

今後はこれらを踏まえて、実践的で地域社会から期待され創造性あふれる生徒（工業技術者）の育成を目指して行きます。

謝辞

本研究を遂行するにあたり、公益財団法人天野工業技術研究所様より助成金のご支援を賜りました。深く感謝申し上げます。

参考文献・引用文献

- ・Fusion360 マスターズガイドベーシック編改訂第 2 版ソーテック社 小原照記、藤村祐爾（著）
- ・株式会社オリジナルマインドホームページ（cut2d、cut3d、USBCNC の使い方）
<https://www.originalmind.co.jp/>