

機械科ものづくり教育の高度化や 魅力発信につながる教材開発

三重県立松阪工業高等学校

教諭 宮本 直樹

1. 研究の目的

熟練技能者の高齢化や若年技能者の不足などが深刻化する中、次世代を担う人材の育成は工業高校の大きな課題である。そこで、本校機械科では、実習・課題研究、技能検定、ロボットの製作等の指導を通じて高度な機械系加工技術を調査・研究し、生徒のより深い学びに繋がる技術の獲得を目指した。また、近年、三重県の工業高校は生徒募集に苦勞している。そこで、出前授業やものづくりワークショップをとおして地域の小中学生や保護者に機械科の魅力をより一層伝えていくべく、機械科が有する機械加工技術を活かしたものづくり教材開発に関する取組を実施した。

2. 研究の概要

(1) 研究組織

機械科教諭 4 名で、下記のコンテストやイベントに活用できる教材開発を進めた。

- ・ 第 1 回高校生ものづくりコンテスト機械系溶接部門三重県大会
- ・ 三重県工業高校生フェア
- ・ 第 8 回全国人工衛星・探査機模型製作コンテスト

また、本研究をとおして技術を獲得した生徒に対して、技術文書・手順書を作成するよう依頼した。このことにより、技術について深い理解につなげることを狙いとした。

(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た。

4 月～6 月：高校生ものづくりコンテスト溶接部門の治具・材料の導入や加工

6 月：高校生ものづくりコンテスト機械系溶接部門三重県大会 生徒出場

5 月～6 月：全国人工衛星・探査機模型製作コンテストの 1 次審査資料作成

7 月：高校生ものづくりコンテスト溶接部門東海大会進出決定

溶接部材の追加製作、指導員による溶接講習の実施

7 月～8 月：CNC フライス盤の導入、立ち上げ

ロボット教材用部品の製作

8 月：三重県工業高校生フェア ロボット教材を用いたプログラミング教室開催

9 月～10 月：ロボット教材の改良

7 月～12 月：全国人工衛星・模型製作コンテスト 1 次審査通過、模型の設計・製作

2 月：全国人工衛星・模型製作コンテスト 1 次審査通過、模型の設計・製作

3. 研究成果の分析と考察

(1) 手溶接の技能向上に向けた治具等による作業改善

三重県で初めて高校生部門の溶接競技大会が開催されることになった。競技課題は N-2F 相当の下向きアーク溶接である。当初、学校の実習で使っている道具だけで取り組んでいたが、練習するうちに時間短縮や品質向上の観点から作業性の改善が必要と考え、図 1～図 4 の改善を実施した。このうち、図 4 の開先加工は、実際の競技ではやすりを用いて加工するが、手作業が不慣れなうちは同じ開先形状が良いと考え、フライス盤で加工したものを活用した。



図 1 仮付け用押さえ治具



図 2 ルート間隔調整治具



図 3 溶接棒入れ



図 4 フライス盤による開先加工

上記の改善を取り入れることで、生徒は接合部の溶接練習に集中できた。この結果、裏波溶接について、ビード幅・高さを必要十分な出来栄で溶接することができるようになった。

6 月 15 日（土）にポリテクセンター三重で開催された第 1 回高校生ものづくりコンテスト機械系溶接部門三重県大会には選手 6 名が出場したが、審査の結果、本校選手が優勝し、東海大会進出となった。東海大会に向けては、ポリテクセンター三重の技官を招いて指導を仰いだ。東海大会は昨年度優勝校の代表選手も含まれているレベルの高い競技大会であったが、本校の生徒は出場 8 人中 6 位となり、初年度の取組として想像を超える結果を得た。

(2) ミニ CNC 加工機の導入

学内でのデジタル加工技術の習得と地域での出前授業やワークショップでの活用を目指し、図 5 に示すオリジナルマインド社製の卓上サイズのミニ CNC 加工機「KitMill RZ300」を導入

した。本機種は組立式であり、組立マニュアルは 100 ページを超えていたが、生徒に組立を任せたとこ 3 日間で組み上げた。感想を聞くと、X 軸、Y 軸、Z 軸の精度出しは慣れない作業であったので難しかったが、マニュアルを見てやっていくうちに組立にのめり込み、最後までやりきることができた、とのことであった。生徒が主体的に取り組める状況をいかに作るかが大事であることを改めて感じる出来事であった。



図 5 KitMill RZ300

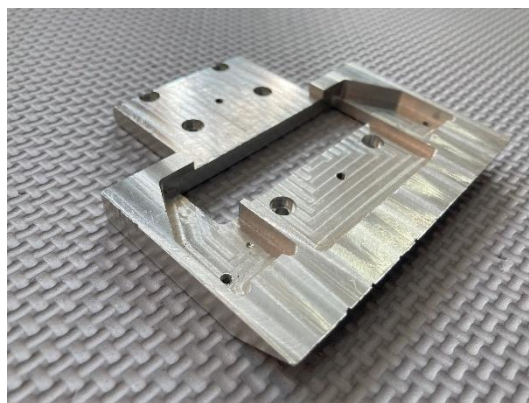


図 6 加工作品例「ロボット底板」

RZ300 の組立完了後、本校で導入している 3DCAD「Autodesk Fusion」と連動できるよう、加工機のポストを CAD 側で設定して NC データを出力したのち、専用 CNC ソフトウェアで読み込み、RZ300 を自動で加工できるように設定した^[1]。加工条件出しにあたっては、被削材をアルミ板（材質：A2017）とし、直径 4mm の 3 枚刃エンドミルに固定して切削性の検証を進めた。安定性を最重視し、表 1 の加工条件に決定した。表 1 の条件で加工した作品例を図 6 に示す。

切込（Z 方向）	0.2 mm	切込速度（Z 方向）	60 mm/min
切削ピッチ（XY 方向）	1.6 mm	送り速度（XY 方向）	500 mm/min

表 1 RZ300 の加工条件

（3）ロボット教材開発、模型製作コンテストへの応用検討

8 月 24 日（土）に三重県立みえこどもの城を会場として、県内のこどもたちにもものづくりの魅力を伝えるため、三重県工業高校生フェアが開催された。本校機械科からは、こどもたちがプログラミング教育に興味を持つきっかけになることを期待し、ブロック式でプログラミングが可能な mBot キットを購入し、これに RZ300 ならびに 3D プリンタで製作した囲いを追加し、直方体の箱を運べるようにした（図 7）。イベント当日は各回 4 名で 30 分の体験を 6 回実施したが、全ての回で定員を満たした。図 8 のように、高校生がそばにつきながらも子どもたちだけでプログラムを作成しており、目的は一定達成できたと考えている。

また、7 旬、第 8 全国人工衛星・探査機模型製作コンテストの 1 次審査結果が発表され、図 9 の月面車「LRV」案を提出した本校機械科のチームが通過したことから、8 から模型製作も並行して進めた。当初、実物同様にアルミ部品を採用しようと RZ300 で加工を進めたが、模型が重くなることで展示の不安定さが増したため、3D プリントした部品の採用に切り替えて模型作りを進めた。12 月に図 10 の模型「アポロ 15 号 月面車 LRV」を完成させ、12 月～2 にかけて岐阜かかみがはら航空宇宙博物館で展示した。最終審査では 3 相当の佳作を受賞した。

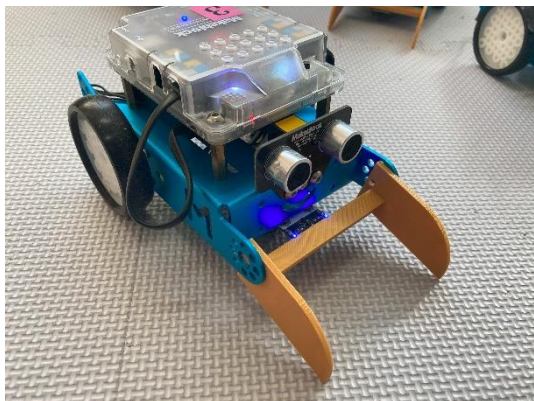


図7 mBot キット改良品



図8 プログラミング教室の様子

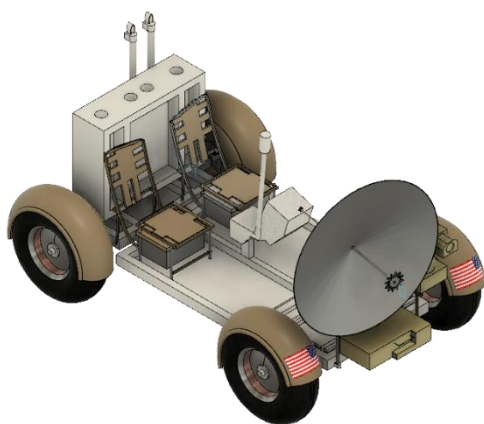


図9 1次審査資料 月面車「LRV」

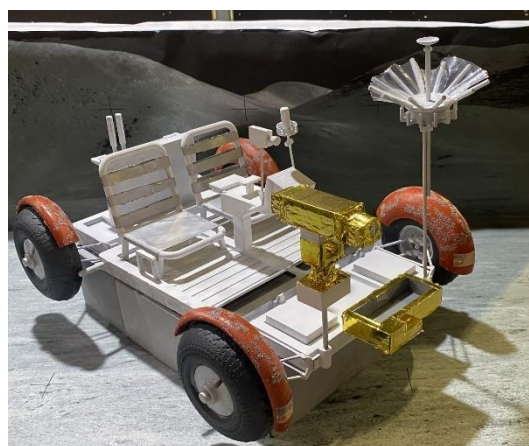


図10 製作した模型 月面車「LRV」

4. 今後の課題と展望

本活動を通じて、(1) ものづくり教育充実のための教員側のスキルアップ、(2) 実践を通じた生徒の課題解決能力の深化、(3) 地域との連携強化、継続したワークショップ開催、という課題が明らかとなった。これらを踏まえ、次年度以降に、さらなる技術的挑戦と地域連携の強化を目指し、取組の継続だけでなく、新たなプロジェクトを企画していく。

工業高校で学ぶ生徒がものづくりに一層興味を持ち、主体的に取り組むことができるよう、魅力あるものづくり教材の開発が欠かせない。今年度導入した機械や治具類について活用を継続し、活用の幅を広げ、技術向上につなげたい。また、今年度は地域のこどもたちに機械加工を直接見せる機会が設けられなかったため、次年度以降に実演の機会を設けたい。

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には工業教育助成として多大な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

[1] 三谷 大 (著): Fusion360 操作ガイド CAM・切削加工編 1, カットシステム社