

FRP 代替材料を使用した可動マスコットキャラクター の設計・製作と評価

愛知県立瀬戸工科高等学校

外山 優治

1. 導入

環境省発表「産業廃棄物の排出・処理状況等（令和元年度実績）」によると産業廃棄物の種類別処理状況において、最終処分の比率が高い廃棄物は、燃え殻(22.6%)、ゴムくず(18.3%)、に次いでコンクリートくず及び陶磁器くず(15.8%)となった。陶磁器くずの再利用に対する環境的ニーズは高く、持続可能な開発のために必要であると考えられた。本校は瀬戸物の産地である瀬戸市に所在し、窯業に関するカリキュラムを実施している。本校においても、廃棄される陶器くずの処分について課題となっている現状がある。本研究では、科目「課題研究」及び部活動において、陶磁器くず再利用材をマスコットキャラクター製作に用いることで、リサイクル材料の特性について考察し、創造性、好奇心、探究心をもって主体的な学びを達成することを目的とし、研究テーマとして設定した。

2. 教材の概要

令和3年度に本校は瀬戸窯業高等学校から瀬戸工科高等学校に名称変更を行った。それに伴い学科及びカリキュラムの刷新が行われた。刷新された学科の特色ある学びを宣伝することを目的にデザイン工学科における科目「課題研究」においてマスコットキャラクター「にゃわんロボ」をデザインした。マスコットキャラクターは科目「課題研究」において生徒が複数パターンデザインしたキャラクターを全校生徒による投票によって決定したものである。以来、本校のパンフレット掲載、LINE スタンプの頒布等様々な形で本校生徒に親しまれてきた。図 2-1 に「にゃわんロボ」のイラストを図 2-2 にラインスタンプの例を示す。茶碗を被ったロボットの猫をモチーフとしている。茶碗は窯業教育を行っていることを、ロボットであることは、専門高校として設置されているロボット工学科、機械科、新素材工学科の特色ある学びを表している。



図 2-1 にゃわんロボ



図 2-2 にゃわんロボスタンプ

平成 30 年度告示「高等学校学習指導要領」工業編に記載された「課題研究」に準拠した授

業内容として教材を製作した。科目「課題研究」を通して工業に関する現用技術の理論と実践を学ぶとともに、社会における課題点を生徒独自の視点から改善することを本教材の目標とした。部活動においては本校独自の文化部「電研部」にて取り扱った。本校は工業科の高等学校であり、ロボット工学科、機械科、新素材工学科、工芸デザイン科の4学科が設置されている。電研部はロボット工学科及び機械科の特色ある学びを実践することを目的とした部活動である。ロボット工学科及び機械科の専門領域を電研部が、新素材工学科及び工芸デザイン科の専門領域を科目「課題研究」にて取り扱い本校マスコットキャラクター「にゃわんロボ」を製作した。またパナソニックスイッチギアシステムズ株式会社、名古屋情報メディア専門学校からの人員、技術提供を受けた。製作した「にゃわんロボ」は全高 2m、全幅 1m、全長 1m、首が可動し、胸部のボタン入力によって所定の動作を行う機能を有する。

3. にゃわんロボの概要

3.1 設計・型枠製作

工芸デザイン科によって実施された科目「課題研究」において図面の設計、図面を基にした型枠の製作を行った。型枠は「にゃわんロボ」のクレイモデルを製作し、その上から石膏と石膏を補強するための繊維を塗布する方法で製作した。図 3-1、3-2 にそれぞれクレイモデル、石膏型を示す。



図 3-1 クレイモデル

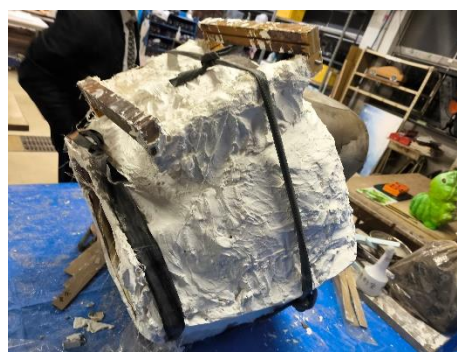


図 3-2 石膏型

3.2 外装

ガラスクロスに陶器くず含有 FRP 樹脂を塗布することで外装の製作を行った。「にゃわんロボ」は学校内外イベントにおける展示を前提としている。そのため外装製作において、陶器くず含有 FRP が一定の強度を持つことが前提となっている。このことを検証するために陶器くずの含有率と強度の関係性について強度試験を行い、適切な陶器くずの含有率を検証した。FRP シリコンの型にガラス繊維、樹脂、陶器くず（0%から 30%まで 5%きざみ）を入れて固まるのを待ち、曲げ強度を測定した。曲げ強度試験の結果を図 3-3 に示す。曲げ試験による強度の測定の結果、強度が最も高いのは 10%含有のもので、平均の強度が 59.87N/mm^2 となった。15%以降は、強度が下がり、ほぼ平衡状態となった。この結果より、にゃわんロボ制作に一番適している配合率は 10%と決定した。

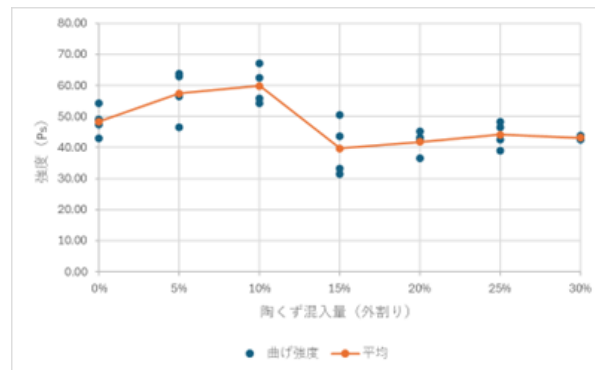


図 3-3 曲げ試験結果

新素材工学科によって実施された科目「課題研究」において「にゃわんロボ」の外装を製作した。外装の製作は石膏型のパテ埋め、ゲルコート塗布、ガラスクロス張り込み、陶器くず含有 FRP 樹脂の塗布、塗装を行った。FRP 造形物の製作手順としては広く一般的に行われている手法を採用した。

3.3 フレーム

CAD ソフトを使用して「にゃわんロボ」のフレームを製作した。CAD ソフトは「ミスミ FRAMES」を使用した。ミスミ FRAMES はアルミフレーム設計に特化した 3DCAD ソフトである。設計、強度計算、部材の見積、発注までを本ソフトウェアのみで完結させられるものである。フレームの製作に際して、大型のワンオフ物品に取り組むことが初めてであったため、現物合わせにも対応ができるようにする意図からも、本ソフトウェアを使用した。アルミフレームには溝が彫られており、その溝にばねナットを入れることでアルミフレーム同士を、部材を介して締結させることができる。溶接による製作と比較して組み上げ、解体を容易に行うことができるメリットがある。図 3-4 にフレーム正面を、図 3-5 にフレーム側面を示す。正面図下部の台座に制御盤、コンピュータを収納する台座を設けた。正面中部は胴体を架装するた



図 3-4 フレーム正面



図 3-5 フレーム側面

めの枠組みを設けた。上部と中部は円柱をカラーで固定して連結している。上部はパルスモータによってギアを介して回転するよう取り付けられた。

4.運用

各学科における科目「課題研究」及び部活動の教科横断的学びとして、「にゃわんロボ」を製作した。製作した「にゃわんロボ」の全体図を図 4-1 に示す。本年度の成果物は、令和 7 年度の本校創立 130 周年記念式典における発表、先だって行われる学校内外で行われる諸活動において、本校の特色ある学びを宣伝するために生徒主体の運用を行う予定である。また、「にゃわんロボ」のプログラム、補習部品の製作などを次年度に引き継いで行うことで、運用と評価、改善を一体となっていて行っていきたい。



図 4-1 にゃわんロボ正面図

5.まとめ

4 学科の横断的教育の成果物として「にゃわんロボ」の設計及び製作を行った。上流工程である工芸デザイン科が設計、製作した型枠から、新素材工学科が「にゃわんロボ」のボディを製作した。製作したボディは、ロボット工学科、機械科に係る部活動である電研部において製作し、フレームに架装した。FRP 外装に陶器くずを混合させることで廃材を利用しつつ通常の FRP 以上の耐久力を持たせることができた。製作過程では天野工業技術研究所からの研究助成金はもとより、パナソニックスイッチギアシステムズ株式会社からの技術、人的協力、名古屋情報メディア専門学校によるプログラミング授業の実施等、生徒の主体的、対話的で深い学びに繋がる協力をいただいた。これにより通常の課題研究では実現できない規模での活動、学びを得ることができた。

謝辞

本研究にあたり、公益財団法人天野工業技術研究所 2024 年度工業教育研究助成金を受給した。愛知県立瀬戸工科高等学校校長 村松正敏先生に終始ご指導をいただいた。ここに感謝の意を表する。

参考文献

- 1) 環境省,産業廃棄物の排出及び処理状況等(令和元年度実績)について(<https://www.env.go.jp/press/110498.html>,2025/03/25 閲覧)
- 2)文部科学省,高等学校学習指導要領(平成 30 年告示)解説 工業編,東山書房,2018