

機械科における創造的な工業教育の研究と 地域の子どもたちに向けた科学技術教育の実践

－ ミニ相撲ロボットを通じて －



実施担当者 三重県立松阪工業高等学校
教諭 宮本 直樹

1 はじめに

AI やロボティクス等の先端技術を社会生活に取り入れられた Society5.0 時代が到来しつつある。社会は加速度的に変化し、複雑で予想困難となってきた。新学習指導要領において、教科「工業」は、生徒一人ひとりが工業に関する見方・考え方を身につけることや、課題に対して倫理観を踏まえ合理的かつ創造的に解決し、主体的かつ協働的に取り組む態度を養うことなどを目標に掲げている。そこで、本校機械科では、ミニ相撲ロボットを題材にして、機械・電気・情報技術を体系的に学ぶ創造的な工業教育の研究を実施することを考えた。また、この教育を受けた本校生徒が地域の子どもたちに向けてものづくり体験教室を開くことで、本校生徒の学習の定着を図るとともに、地域の子どもたちに対する科学技術への興味・関心の向上に寄与できるのではないかと考えた。

2 研究内容

2-1 ミニ相撲ロボットに取り組む経緯

毎年、三重県に設置されている各工業高校では、科目「課題研究」や工業系の部活動などを通じてロボットを製作し、ロボット競技大会に参加している。本校においても、ロボット部の生徒が中心となり、富士ソフト株式会社や全国工業高等学校長協会が主催しているロボット相撲大会に出場している。このロボット相撲大会には自立型・ラジコン型の2部門があり、その中でも自立型部門のロボット（以下、自立型ロボットと呼ぶ）では、競技フィールドとなる専用の土俵上で自立的に動作することが求められる。自立型ロボットを製作するためには、ロボットを構成する部品を設計して加工することや、センサやアクチュエータを繋ぐ電子回路を製作し、ロボットが適切に動作するようにプログラミングをすることが求められ、機械・電気・情報技術を体系的に学ぶことにつながる。

また、今年度、県内の高校生を対象にしたロボット競技大会において、新たに 500g 級相撲ロボット（以下、ミニ相撲ロボットと呼ぶ）を対象にした競技大会が開催されることとなった。この大会への参加を目指して自立型ロボットを新規に製作することを目標にすることで、製作中に生じる様々な課題を合理的かつ創造的に開発する力の育成に寄与すると考えた。

2-2 ロボットの設計・製作に必要な知識・技能の学習

実績のないミニ相撲ロボットの製作にあたり、本校機械科・ロボット部の生徒を対象に、次のような学習を実施した。

① 簡易モデルを用いた構造設計の学習

本校機械科では、2年次に科目「機械設計」で材料の強度計算手法を学んでいる。そこで、授業で学んだことの応用例として、図1のようなロボットの足回りの構造を設計する学習活動を進めた。

ミニ相撲ロボットの足回りの構造は、様々な制約から、小型の直流ギヤードモータにゴムタイヤのついたホイールを取り付けることにした。「機械設計」の授業で単元「曲げ」を学ぶ際、この足回りの構造をもとにした課題を生徒に提示した。生徒はノートに図2(左)のようなモータとタイヤだけの簡易モデルを描いた。また、生徒が科目「機械設計」で学ぶ内容に結びつけられるよう、簡易モデルを図2(右)のように置き換えた図も描くよう指導した。図2はある生徒のノートからコピーした図である。

図2のように簡易モデルを設定することで生徒の理解が進んだ。最終的に、このモデルを用いて直流ギヤードモータの車軸の直径を設計することができた。



図1 ロボットの足回り例

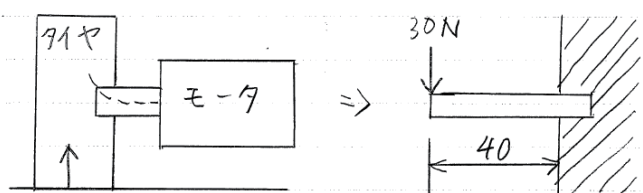


図2 足回りの簡易モデル

② インタラクティブ・シミュレータを用いた電気回路の学習

本校機械科では、2年次に科目「電気基礎」を通じて電気に関する知識や技能を習得している。しかし、これまで授業を実施してきた中で、機械科の生徒にとって電気はイメージするのがなかなか難しく感じており、単なる計算手法の習得に留まってしまう生徒がいた。また、高校入学時から電気に対する苦手意識を持つ生徒も少なからず存在していた。そのため、実物を触ってもらいながらの実技指導の導入を考えたが、1クラス40人程度を対象にした授業であるためにきめ細かな指導が行き届かない可能性が高く、安全面などを考慮すると実技指導の導入は難しいと判断していた。

そんな中、2020年からのコロナ渦において、オンライン授業の導入が進み、「電気基礎」についてオンライン教材の研究を進めていたところ、コロラド大学ボルダー校物理学科で開発されたシミュレーション教材 PhET (The Physics Education Technology Project) の存在を知った。PhET はオンライン上で動くインタラクティブ・シミュレータであり、科学的な現象をコンピュータで視覚的に確認しながら学習することができる。

そこで、今回、PhET から図3の「PhET 直流回路キット」を活用し、座学ベースの学びをした後、シミュレータを用いた学習を進めた。まず、「PhET 直流回路キット」のホームページを開き、教員が提示した課題に基づいて抵抗器、電球、電源を図3のように画面上に配置し、これらを線でつないでいく。画面上に閉回路ができると、その閉回路に電流(あるいは電子)が流れる様子が矢印で描写され、電流の大きさによって矢印の移動速度が変化する。また、電流計や電圧計を回路につなげ、電流値や電圧値が確認できる。さらに、過剰な電流が流れる場合には抵抗から発火するかのような描写がされる。

「PhET 直流回路キット」を授業に導入したところ、直感的に操作できることから、

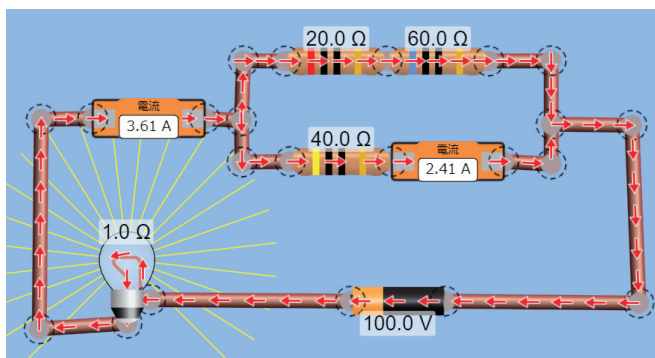


図3 PhET 直流回路キットの使用例

教員が手取り足取り指導しなくても生徒は自主的に学習に取り組んでいた。授業アンケートでもこの学び方は好評であり、効果的な教材を提供することで生徒は主体的に学習に励むことを実感した。

2-3 製作したミニ相撲ロボット

図4に本校で製作したミニ相撲ロボットを示す。

ロボット本体のフレームは、3D プリンタで開発した一体型の構造とした。直流ギヤードモータを2個使用し、左右独立2輪駆動とした。ロボット正面には鋼製のブレードを取り付け、相手ロボットを容易にすくい上げられるようにした。動力源は、繰り返し充電が可能なりチウムイオンバッテリーを使用することにし、ロボット内部に収納スペースを設けた。

ロボットの制御に関わる部分として、土俵上の白線を読み取るラインセンサ、相手ロボットを検出する対物センサを搭載した。また、スタートモジュールと呼ばれる赤外線信号を読み取る部品により、赤外線リモコンでスタート・ストップ指令を送る仕様となっている。本ロボットの制御基板としては Cytron 社の Maker Mini Sumo Controller を用いており、Arduino ベースでのプログラム開発が可能となっている。表1に本ロボットの仕様を示す。

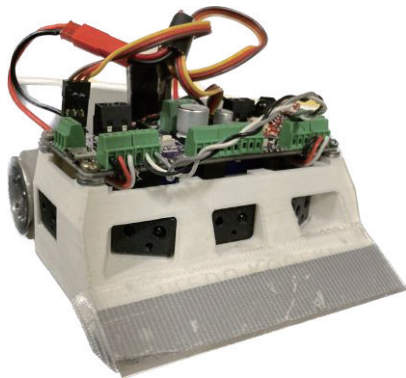


表1 ロボットの主な仕様

部品名	型式 (数量)
ラインセンサ	Maker Reflect (2 個)
対物センサ	Maker Object (5 個)
赤外線受信部品	Jsumo スタートモジュール (1 個)
制御基板	Maker Mini Sumo Controller (1 枚)

図4 製作したミニ相撲ロボット

ロボットで相撲をとる際、相手をいかにして押し出すかが戦略の鍵となる。当初は1つのプログラムを作成するだけで手一杯だったが、戦略に幅を持たせるべく、制御基板に備わっているポテンショメータ(可変抵抗器)を利用し、抵抗変化に伴った電圧変化を読み取り、電圧値に応じて実行するプログラムを切り換える機能を導入している。

2-4 競技大会出場結果

本校機械科・ロボット部の生徒が、令和4年度に開催された県内の2大会に出場した結果を表2に示す。表2の通り、出場した2大会について本校のチームが優勝した。また優勝は逃したものの、準優勝や3位入賞にも本校のチームが入った。このことは、一部の生徒だけが飛び抜けて優秀であったわけではなく、今回の研究を通じて学びを深めた生徒が複数いることを示す結果を示唆するものと捉えている。

表2 ミニ相撲競技大会の出場成績

開催日	大会名称	成績 (対象生徒名)
令和4年10月23日	三重県高等学校ロボット競技大会 (県内7高校 21チーム出場)	優勝 (生徒A・Bのチーム)
		準優勝 (生徒C・Dのチーム)
令和5年1月11日	三重県高等学校ロボコン競技大会 (県内7高校 27チーム出場)	優勝 (生徒E・Fのチーム)
		3位 (生徒H・Iのチーム)
		3位 (生徒J・Kのチーム)

2-5 地域の子どもたちに向けた地域貢献活動

ミニ相撲ロボットの製作に係る活動と並行して、本校生徒が地域の子どもたちに科学技術の魅力を伝える地域貢献活動を進めるべく準備を進めた。令和4年8月下旬、本校を会場にした「三重県工業高校生フェア」が実施される予定であったが、この時期に新型コロナウイルスの第7波が到来し、中止が決定した。その後も地域貢献活動の実施時期を模索したものの難しい日々が続いた。

令和5年3月18日、三重県立みえこどもの城において「サイエンスフェスタ」が開催され、本校機械科・ロボット部は合同でイベントに参加した。本イベントでは、手のひらサイズの小型ロボットを用いたプログラミング体験会場や、図5、図6に示すように、本校生徒が製作したクレーンロボットやミニ相撲ロボットを子どもたちが体験できる会場を設けた。参加者は6～10歳程度の子どもたちであり、どのくらい理解してもらえるか不安であったが、楽しく学んでもらっている様子であった。本校生徒にとっても、子どもや保護者など年代の異なる方々と関わりがあり、コミュニケーション力の向上につながる活動であったと思っている。



図5 クレーンロボットの体験



図6 ミニ相撲ロボットの体験

3 まとめ

本研究では、Society5.0時代に向けて創造的な工業教育を推進すべく、本校生徒を対象に、ミニ相撲ロボットを題材とした機械・電気・情報技術を体系的に学ぶ学習指導を実施し、生徒はその成果を競技大会で発表した。また、コロナ渦の影響は受けたものの、地域の子どもたちを対象にしたものづくり体験活動を実施した。

今後は本年度で得た気づきや学びを活かしながら、次年度以降も本校の校訓「赤壁魂」にある、社会で必要とされる技術者の育成に向けて、時代の変化に対応した工業教育を実施していくとともに、アフターコロナに向けて地域貢献活動の充実を図りたい。

謝 辞

本研究は公益財団法人 中谷医工計測技術振興財団様から多大なるご支援を賜り、実施することができました。今回の科学研究振興助成を通じて、本校生徒は大変貴重な経験を得ることができました。この場をお借りいたしまして、厚く御礼申し上げます。