

鈴鹿工業高等専門学校（三重県）

1) 活動の目的及び教育上の位置づけ

現在、社会変革を牽引する AI とロボットを使いこなせる高度デジタル人財が求められている。ロボットを省エネルギー効率的に有効に活用するためには作業に応じて対象物を認識しハンドリングするためにロボットアームとセンサなどを組み合わせたシステム全体を構築する必要があり、所定の動作をさせるためにはセンサなどのパラメータ調整の技術も重要である。さらに AI でロボットを制御するための高度なプログラミング技術も必要になっている。そこで本助成では AI でロボットアームを省エネルギー自動制御し対象物をハンドリングする実習教材を開発し学生実習へ応用する。

申請者はこれまで試行錯誤型のロボットプログラミング教材の開発を行い、2019年度より現在まで毎年、ロボット実習を行ってきた（西村高志，レゴデュプロとブレッドボードによるロボット教材の開発と試行錯誤型実習の試み，工学教育，2023年71巻3号 p.3）。この教材ではロボットの構成要素であるモータ，センサ，マイコン，電子回路（ブレッドボード）をレゴブロックに接続し，学生が自由な形状に組み立てる仕組みを取り入れた。その結果，課題を達成するために試行錯誤しながらセンサやモータの位置を調整しプログラムを開発する主体的な実習を構築することができ，実習中の学生の様子やアンケートを分析すると高い学習効果を確認できた。本活動ではこのロボット教材へ新たにシングルボードコンピュータ（Raspberry Pi）と COMS カメラを搭載し AI で制御できるようにし，AI でロボットを自動制御できる教育システムを開発した。そして中学生と高専生へのエネルギー教育を実施した。

2) 具体的な学習・活動と教育活動費の利用内容

① AI ロボット教材の開発

開発した AI ロボット教材（図 1）は，レゴブロックで作ったロボットとカメラ，距離センサ，ブレッドボード，マイコン，シングルボードコンピュータからなる。ロボットにはロボットアームを駆動するためのサーボモータ（サーボモータ①）とロボット上部を回転させるサーボモータ（サーボモータ②）が取り付けられており，スポンジの仕分け動作を行うことができる。本教材を用いて学生は紙に描いた図形を Raspberry Pi に接続したカメラで撮影し二値化（白黒）した後に保存し，その画像データを機械学習する。二値化と機械学習は Raspberry Pi 上で動作する Python プログラムで行う。紙に描いた図形をカメラで撮影する際，視野を制限しないと不必要な物が入り込み，目的とする図形の機械学習が難しくなる。また，撮影領域で光の照度が強い部分があると二値化の際に白く処理されてしまう。そこで白色の紙コップの底へカメラを取り付け，撮影する図形を紙コップで覆うことで，撮影視野を制限し照度を均一にする工夫をした。図 2 ではカメラを設置し紙コップで図形（黒丸）を覆い，カメラで図形を撮影し二値化してディスプレイへ表示している様子を示す。この表示図形を保存し機械学習に使用する。

本教材を用いた実習では学生が紙にマジックで●と×を一つずつ描き，それぞれカメラで 10 回撮影した。次に，この●と×の 10 枚ずつの画像データを二値化し，それぞれの形状を機械学習した。機械学習では Python の機械学習ライブラリ Scikit-learn の MLPClassifier を用いてニューラルネットワークにより図形を分類した。分類結果の分散関数を出力させ，機械学習で用いるニューロン数や層数を変化させたときに機械学習の精度がどのように変化するかを実験的に確認することができる。そして分類結果を用いて●と判定した場合はロボットアームでスポンジを掴み右側へ，×と判定した場合は左側へ仕分けするようにロボットアーム①とロボットアーム②の動作をプログラム実

習した。ロボットアームでスポンジが掴みやすいように、ロボットアームの形状を改造できるように、ロボットはレゴブロックで組み立て、実習中に自由に分解・改造できるように工夫した。さらに、距離センサからの AD 入力値も活用し、スポンジとロボットの距離データと AI の判定値のデータを用いたロボットアームの動作制御も行った。

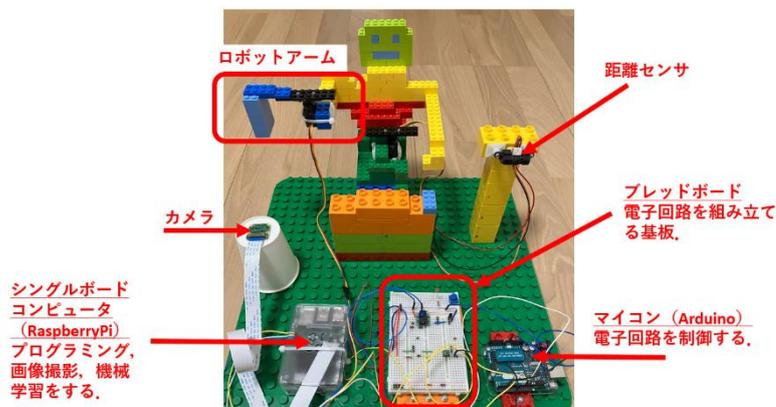


図1. 開発した AI ロボット実習教材. CMOS カメラで撮影した画像を RaspberryPi で機械学習し, ●と×を識別する. その結果を Arduino へ転送しロボットを制御した.

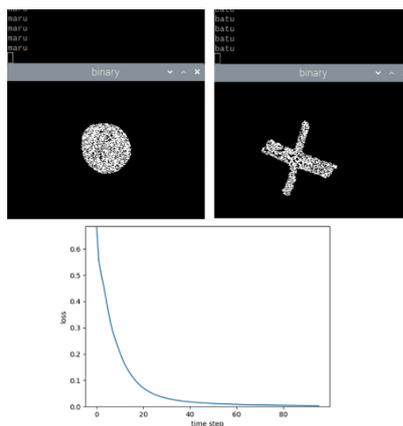


図2. AI ロボット実習教材にて●と×を識別している様子. 機械学習の結果は分散関数を表示し確認した.

② 中学生と高専生に対するエネルギー教育の実施

上述で開発した AI ロボット教材を用いて、中学生対象の夏季モノづくり体験教室 (図3) と鈴鹿高専電気電子工学科の4年生工学実験で AI ロボット実習を行い教育的効果を検証した。実習対象者は中学生37名、高専学生39名であった。中学生に対する実習では、初め電子回路の基礎を説明するために LED の発光点滅の制御回路とプログラムを説明した後に、サーボモータの制御、AI による機械学習と徐々に理解を深め実習を行った。その結果、参加した中学生全員が Python による AI ロボットプログラミングを達成することができた。

3) 学習・活動を通じての成果・効果

中学生の実習後に実習後にアンケートを行った結果 (表1), 本実習を通じて AI や電子工学に関して理解を深めることができ、本教材が高い教育的効果を有することを検討できた。鈴鹿高専4年生に対しては Python プログラムを改造することで、複数の図形を識別できる機械学習のプログラム

を製作する課題を出した。プログラムの改造を通じて、二値化関数や機械学習の関数がどの部分でどのように機能しているか、理解を深めることができた。以上よりロボットを AI で自動制御し省エネルギー動作するための機構を中学生と高専生は習得でき本活動の目的を達成することができた。



図3. 中学生ものづくり体験教室（夏季）にて実施したAIロボット実習

表1. 中学生ものづくり体験教室実施後のアンケートの集計結果

No	主なアンケートの回答	回答人数(全 37 人)
①	AI や電気電子に関する気づき.	19 人
②	実習サポートに関する感想.	10 人
③	難しかった箇所の指摘.	12 人
④	プログラミングや電子工学, AI に対して興味が湧いたという感想.	11 人
⑤	良かった, 楽しかった, 達成感があったなどの実習を良く評価する感想	35 人

4) 2025 年度以降の活動計画や方向性

2025 年度では本成果を工学教育論文誌へ論文投稿する予定である。さらに 2025 年度以降においても鈴鹿高専にて AI ロボット教材を用いたエネルギー教育を実施する計画である。