

ロボットの製作とプログラミング言語による制御体験プロジェクト

情報電気電子工学科 久我守弘

協力 技術部 須恵耕二

1. はじめに

情報電気電子工学科に入学した1年次生に対し、入学時の早い段階から「ものづくり」を通じて、工学の楽しさを体験させるとともに学習に対する動機付けを行うことを狙い、工学部附属革新ものづくり教育センターの「早期体験型実験・演習科目開発プロジェクト」の一環として「ものづくり入門実習」科目の教材開発を行ってきた。学科の学習・教育目標である情報・電気・電子工学の知識や技術の修得および基礎的なプログラミング手法の修得の足掛かりとなる実習を実施することで、学生の学習に対する意欲向上を図る。学科の学生実験検討委員会で検討を行った結果、LEGO マインドストーム NXT を用いたプログラム制御によるロボットの設計・製作を実習課題に採択した。マインドストームは教育用として開発されたプログラム制御によるロボット開発実習教材である¹⁾。マインドストームを利用した実習は初等中等教育向けのみならず高専・大学のカリキュラムにおいても実施されている。また、国内外でロボットコンテスト等も活発に開催されている。マインドストームを用いることで、限られた時間内でもブロックの組合せによりロボットを作成することが可能である。また、GUI (Graphical User Interface) ベースのプログラミングによりソフトウェア開発を行うことから、C 言語などのプログラミング言語を知らない学生であってもロボット制御のためのプログラムを開発することができる。このように、マインドストームを用いることにより、ロボット制御実習を容易に設計することが可能である。

これまで、平成24年度は「ライントレースマシン」を、平成25年度は「サッカーマシン」の設計・開発を課題として実習を行った。実習の狙い通り、ものづくりの基本的な考え方と工学の楽しさを経験させることができ、学習に対する意欲向上が見受けられた。また、開発プロセスの体験、グループワークの大切さなど学ばせることができた。一方で、本実習をさらに発展させ、問題解決のための発想やアイデアについて十分に考えさせるようにするためには、多様な角度から問題解決のためのアプローチを狙うことができる教材開発が不可欠である。そのためには、今以上に高度な自律制御を目指したロボットの開発実習が行える必要がある。新たに開発する実習課題として、無人の惑星探査ロボットや災害時救援のレスキューロボットのよ

うに決められたミッションを達成するための自律型ロボットの設計・開発課題を検討している。このような自律型ロボットを課題とする場合、探査ロボットにおいては試料採取、レスキューロボットにおいては要救助者の確保などのような機構が必要となる。情報電気電子工学分野の立場からは、このような機構を実現するためのメカニカルな部分については重要視していない。もちろんメカニカルな発想も重要ではあるが、むしろ提示されたミッションをいかに実現するのかについてグループワークにおけるディスカッションや、メカニズムをいかにソフトウェアによる制御として実現するかという思考過程が重要であると考えている。このような実習の場を提供するためにも、より高度なロボットの設計・開発実習が行える環境を整えておくことは重要である。本稿では、「レスキューロボット」を題材として検討を行った結果について報告する。

2. 学習目標

「ものづくり入門実習」においては単に与えられた課題をこなすだけではなく、「ものづくり」に関する以下の項目について理解を深めることを目標としている。

- (1) 企画、構想、設計、試作、評価、生産、販売の各ステップを経ることでものづくりが進むことを理解させる。このうち実習では、構想、設計、試作、評価のステップを体験する。
- (2) 製品の目標を必要な機能に具体化し、その機能をどのように実現するかを考える「品質機能展開」が重要であることを理解させる。
- (3) 製品をさらにより良いものとするために、PDCA サイクルの実施が重要であることを理解させる。
- (4) プレゼンテーションを実施することで、その実施方法や重要性を理解させる。
- (5) 課題を達成するためにはグループワークが重要であることを理解させる。

3. 実習計画

3.1 試行実習の実施

「ものづくり入門実習」の2コマ15週に当たる半期の時間内でレスキューロボットの開発実習を行うことが可能かについて確認するために、平成25年度後期「情報電気電子工学実験第二」の一選択テーマとして試行実習を行った。本試行には本学科3年生4名が取り組んだ。単に学生の立場で実習を試行するだけでなく、「ものづくり入門実習」で実施する際の教材開発

についても取り組んでもらった。次節以降、試行実習結果および担当教員との意見交換を通して決定した実習計画について紹介する。

3.2 競技方法の検討

レスキューロボットの開発を課題としたロボットコンテストには文献2),3)のような競技がある。特に文献3)のロボカップジュニア・レスキューチャレンジは、LEGO マインドストームを利用した参加が可能であるため、このコンテストの過去の実施状況を参考にして競技方法の検討を行った。

(1) 課題設定

レスキューを行うシーン設定として、以下のような5個の課題を想定して教材の開発を行った。なお、課題は(A)→(E)になるほど難易度が高い。

- (A) ラインに沿って目的地へ走行できる
直線、曲線カーブ、直角カーブ、破線、分岐、スロープ、迂回路などの攻略
- (B) 障害物を避けることができる
壁、瓦礫など
- (C) 救助エリアに辿り着ける
- (D) 要救助者を検知できる
要救助者は赤色、青色および赤外発光のボールとした。
- (E) 要救助者を安全地帯へ運べる
緑色の安全地帯へ要救助者を運ぶことを最終目的とした。

(2) 競技場

前述の課題設定を基にして、図1に示すような競技場を作成した。1階部分はライントレースによる走行を想定しており、課題(A)、(B)および(C)を課している。2階部分はラインがなく自由に移動できるエリアであり、レスキューを行う課題(D)および(E)を課している。ラインがないため難易度は非常に高くなっている。

(3) 競技ルール

競技場のスタート位置から自律的にロボットの移動を開始する。最初はライントレースにより2階の救助エリアまで移動するが、途中の障害物を越える度に各障害物に付けられた点数を加算していく。

救助エリアでは、要救助者(ボール)を安全地帯(緑のエリア)へ運ぶことで救助したと見なす。要救助者毎に点数を決めており、救助できた場合に加点することとした。

また、本競技はこれまでに行ったライントレース課題やサッカー課題と比較して難しい面があるため、ロボットが動けなくなるなどのトラブルが発生した場合は、失格とするのではなく手助け(アシスト)を許すこととした。但し、アシストは減点対象とした。これ

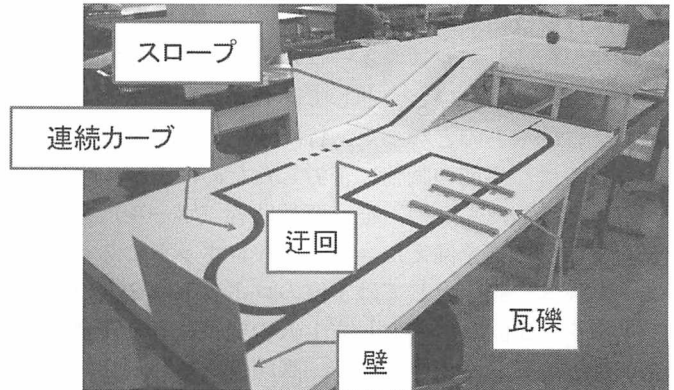


図1 (a) : 競技場 (全体像)

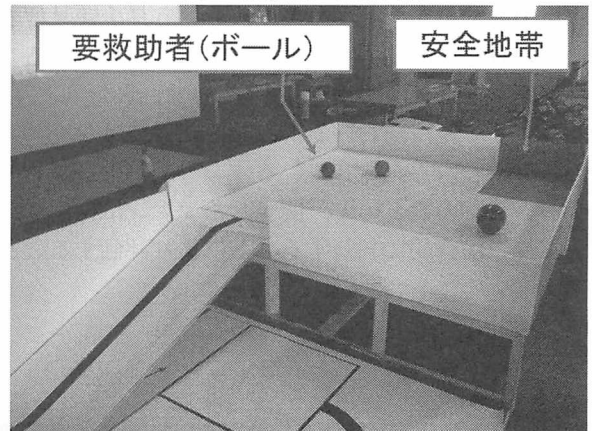


図1 (b) : 競技場 (2階救助エリア)

らの得点に加えて、レスキュー動作を行う時間についても計測し得点に反映させることとした。

3.3 実習スケジュール

1週2コマ(180分)13週を想定した実習のスケジュール案を図2に示す。LEGOブロックによるマシン作成およびGUIプログラミングに慣れてもらうため雛形となるマシンを組み立てる時間を設けた後、課題(A)～(E)を達成できるレスキューマシンを開発するための事前準備として要求定義・仕様検討を行う。検討した仕様について初回プレゼンテーションを行なった後、5週の開発フェーズに入る。最後に競技会および最終プレゼンテーションに臨むスケジュールとした。なお、試行実習の結果より、このスケジュールで十分に実施可能であると判断している。

週	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
内容	ガイダンス	雛形マシン試作	要求定義 仕様設計		初回プレゼン			開発・デバッグ			競技会	プレゼン準備	最終プレゼン

図2 : 実習スケジュール案

3.4 試行競技結果および考察

学生が作成したレスキューロボットを図3に示す。このように、どれひとつとして同じようなロボットはなく個性的なものとなった。特に4位の結果となったロボットは、事前の調整に苦労したために課題攻略の得点は低かったものの、唯一要救助者（ボール）をホールドする機構を備えたユニークなロボットであった。

レスキュー動作としては1位のロボットは2人の要救助者を、2位のロボットは1人の要救助者を安全地帯に運ぶことができている、課題(A)～(E)をほぼ達成できていた。

以上の結果から、レスキューという多少難易度の高い課題設定であっても、十分に実習として行えることが確認できた。なお、実際の学生の評価については、レスキュー競技における得点順位だけではなく、実習の各週において記録している作業日誌およびプレゼンテーションのまとめ方、開発したマシンに採用した工夫点等を総合的に判断することにより評価することを考えている。

4. まとめ

以上、入学早々の1年生を対象とした「ものづくり入門実習」の新課題としてレスキューロボットを取り上げ、その実習計画について報告した。試行実験の結果、半期のカリキュラムでも十分に実施可能であることが確認できた。

謝辞

実習を試行するにあたり、果敢に挑戦して下さった4名の本学科3年生諸氏に感謝します。また、本実習を遂行する上で不可欠な教材購入を補助して頂いた、本学工学部附属革新ものづくり教育センターに感謝します。

参考文献

- 1) The LEGO Group, “レゴマインドストーム公式サイト,” <http://www.legoeducation.jp/mindstorms/>.
- 2) レスキューロボットコンテスト実行委員会, “レスキューロボットコンテスト公式ウェブページ,” <http://www.rescue-robot-contest.org/>.
- 3) ロボカップジュニア日本委員会, “ロボカップジュニア公式サイト,” <http://www.robocupjunior.jp/>.

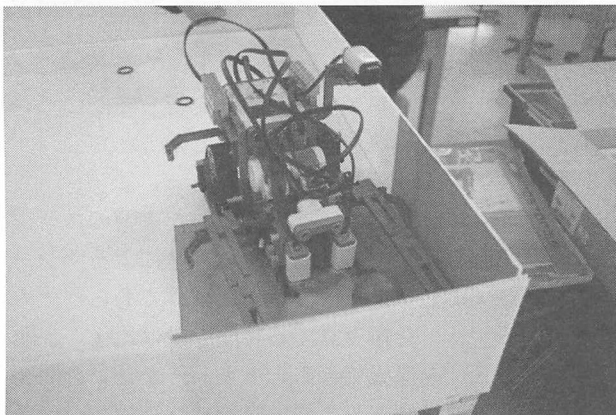


図3 (a) : 1位のロボット

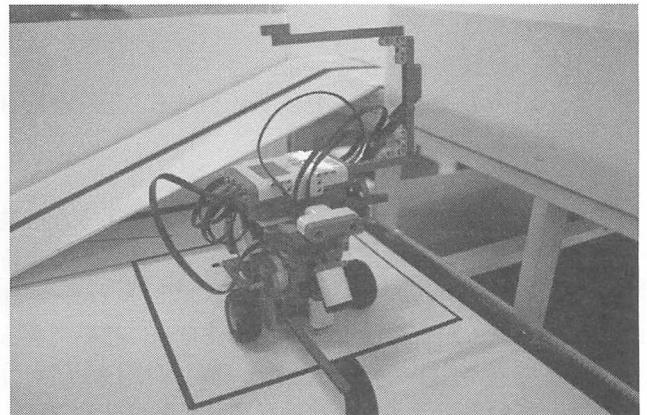


図3 (c) : 3位のロボット

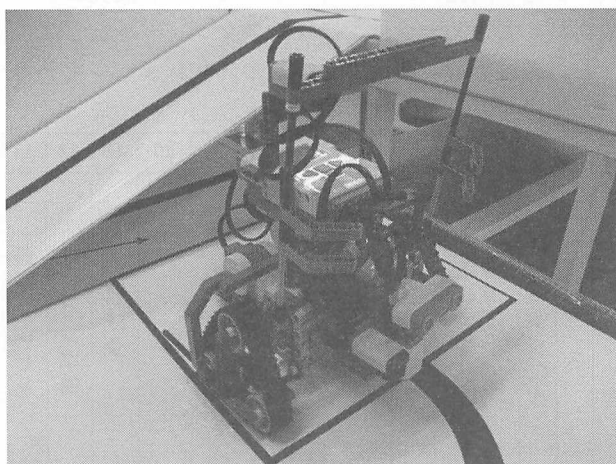


図3 (b) : 2位のロボット

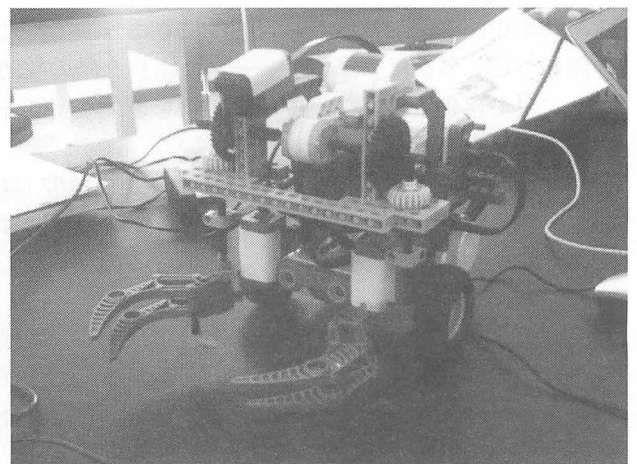


図3 (d) : 4位のロボット