

初級プログラミング教育へのロボット導入の試み

高田 正之*・廣田 有里**

要 約

文系の情報文化学科においてJava言語によるロボット制御の課題を取り扱った初級プログラミング教育の事例を報告する。この題材によって、従来のプログラミング課題よりも学生の積極性を引き出すことができた。物理的に目に見え、動作するロボットを題材とすることで、学生の特性に合ったプログラミング教育が実施できる。これには、題材の特質に加えて、チーム作業における役割分担が、参画意識、積極性に及ぼす効果が貢献していると考えられる。

キーワード: プログラミング教育, ロボット制御, チーム作業

1. はじめに

著者らの所属学科におけるプログラミング教育の一環として、2年次通年の必修科目である情報文化演習および情報文化実習(2コマ連続。以下、演習・実習)のうち情報コミュニケーションAコースの前期ぶんが充てられている。コースは希望を尊重して割り当てられ、平成25年度の情報コミュニケーションAコース受講者は14名であった。本稿では、この科目でJava言語によるロボット制御の課題を取り扱った事例を報告する。この題材の導入によって、従来のプログラミング課題よりも学生の積極性を引き出すことができた。このとき、チームによる作業が功を奏した。

用いたロボットは、知育玩具LEGOの系列製品であるキット「教育用LEGOマインドストームNXT」である。4種(音量, 光量, 距離, 接触)のセンサーからの入力に基づいて3個のモーターの回転をリアルタイム制御するプログラムをJava言語で記述し、パソコン上でコンパイル(実行形式に変換)してから、ケーブルでロボット本

体へ転送して実行する。

2. 学生の特性と従来の問題

プログラミングに関して、本学科の学生は概ね次のような特性をもっている。

- (1) 技術に対する関心が高い
- (2) 失敗を恐れて着手しない
- (3) 地味な題材では満足しない

関心は高いので、数多くのこまめな例題演習によって失敗のない一本道の学習を促すと、模倣の範囲での学習は順調に進む。

しかし、プログラミングの応用力をつけるには、まだ問題や方法論をよく理解できていない段階でも試行錯誤しながら失敗を重ねて学ぶ態度が不可欠であり、それなしに本当に理解できたとはいえないし実践的な技能も身につかない。したがって、白紙からの作成課題を与えられたときに、理解できるまで課題に着手さえず、自信がないと提出しないような取り組み方では致命的である。

特に、欠席がちであったり、授業中の作業で意図的に手を抜いて復習もしないような学生には、プログラミングの習得は非常に困難である。そうした学生を発見してこまめに指導する必要がある。

一方、題材を少しでも魅力的にと考えてゲーム

2013年11月30日受付

* 江戸川大学 情報文化学科教授 情報工学

** 江戸川大学 情報文化学科准教授 ソフトウェア工学

要素などを取り入れても、初級段階で対処できる複雑さの範囲では限界があり、地味な印象のレベルに留まらざるを得ないきらいがある。

ロボットの題材を取り入れる以前のプログラミング科目（具体的には3年次のJava言語によるプログラミング演習Ⅰ・Ⅱ）では、以上のような問題があった。

なお、1年次にプログラミングを实践できる科目はなく、2年次前期に本演習・実習と並行してC言語による入門科目「プログラミングⅠ」が開講されていて、平成25年度は情報コミュニケーションAコース14名中11名が受講していた。

3. 科目の概要

平成25年度の本演習・実習 情報コミュニケーションAコース通年の内容は、前期がJavaプログラミングを含むロボット制作、後期前半がその成果の文書化、後期後半の一部が成果報告のウェブ発信である。本稿は前期「ロボット制作」の報告であるが、一部に後期前半「文書化」の成果に基づく考察も含んでいる。

前期「ロボット制作」の到達目標をシラバスから引用する。

Javaの学習、プログラム開発工程の把握、特にデバッグの体験、センサーを利用した組み込みシステムの動作原理の理解。

ロボット制作の手順は、次のとおりである。だいたい授業回数を示しておく。

- (1) マニュアルどおりのロボット組立 (0.5回)

扱う対象に慣れる目的と、動作可能なロボットを用意して(2)に供する目的である。使用部品数は、大小合わせて、本体102、音量センサー12、光量センサー9、距離センサー17、接触センサー26、合計166である。
- (2) Javaによるロボット制御の練習 (9回)

まず開発環境となるソフトウェアをインストールし、次に文法事項を学びながらセンサーやモーターの扱いを少しずつ学び、しだいに複雑な制御を可能にする。

扱う主な文法事項は、条件分岐と繰返し、

メソッド自作、配列、マルチスレッドなどである。

(3) ロボットの企画 (1回)

自由にチームを組み、議論して自作ロボットを企画する。オープンキャンパスや学園祭などで興味深いパフォーマンスを演じることを目指す。条件として、センサー入力に応じた動きをすることと、適切に導けば1分以上動作を続けられることを義務づけた。

実際の企画の例を図1に示す。

- 「社長」ロボット

入力：距離センサー×1
出力：モーター×3 (左右前輪+歩行脚)
具体的な動き：

 - ・センサーに反応がなければ前進
 - ・センサーに反応があれば1秒後退
- 「招かれ猫」ロボット

入力：距離センサー×2 (左右)
出力：モーター×2 (左右)
具体的な動き：

 - ・近くの物を追いかけてネコパンチする
 - ・左右両センサーに反応があれば前進
 - ・片方に反応があればそちらに方向修正
 - ・両方反応なしの場合はその場で待機

図1 二つのロボットの企画例

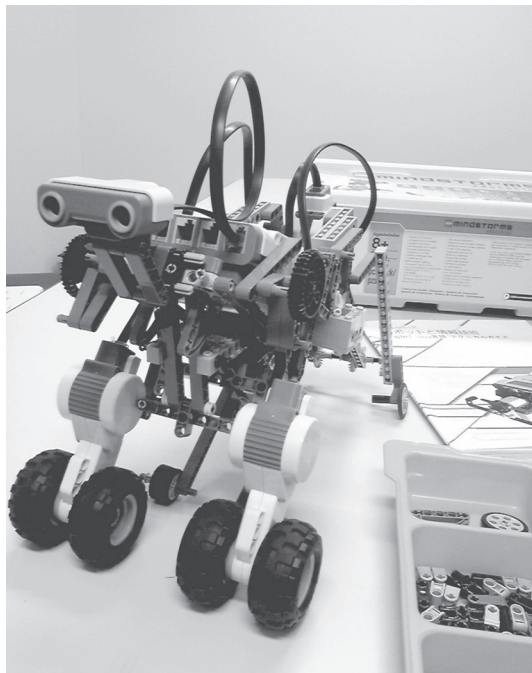
(4) 企画したロボットの組立 (3回に分散)

企画した回か次の回に始め、以降、必要に応じて何度も見直して試行錯誤することになる。実際には、最初の企画を貫いたチームが多かった一方、計画と現実のギャップに悩まされ、かなり方針変更したチームもあった。

図1の各企画のロボットの組立例を図2に示す。

(5) 流れ図作成 (ほぼ毎回)

原則としてプログラム作成前に流れ図を作成することを課した。これが有用だったという感想があった。



(a) 「社長」ロボット



(b) 「招かれ猫」ロボット

図2 二つのロボットの組立例

(6) プログラム作成 (ほぼ毎回)

デバッグツールを使わなかったため、プログラムにバグがあるとき、じっくり検討するか、教員が周囲の学生に相談する必要があった。実際の課題について、本学情報教育研究所活動報告 Informatio に投稿予定である。

(7) 実演プレゼンテーションと相互評価 (1回)

最終回に、実演発表会と各人の総括レポート提出をして、後期前半「文書化」への成果物を残し、橋渡しとした。

4. チーム作業のメリット

本科目でチーム作業を取り入れていることには下記のねらいがある。(1) 以外はロボット特有の事情ではなく、(2) はプログラミング教育全般に、(3)、(4) はより広い範囲の実践的課題に当てはまる観察であるが、一緒に示しておく。

(1) 役割分担

プログラミング以外にも、参考情報のウェブ検索、見栄えのする丈夫なボディの組立、回転軸を変えたり往復運動に変換したりする機構の工夫、大量の細かい部品の管理、ロボット構想図や流れ図の作図、文書化、発表会での説明、全体の統率など、技術や工夫を必要とする領域がいろいろあり、各人の得意領域に合わせて活躍の場をもちやすい。

実際、(プログラミングが苦手なのを知ったためか) 前期プログラミングⅠは履修したのに後期プログラミングⅡの履修を取りやめた学生が4名いたのだが、そのうち3名は常にチームの中で各自の役割を果たしていたし、残りの1名も、後期前半「文書化」終了までには責任をもって役割を果たせるように成長していた。

(2) 士気高揚

個人作業よりも楽しい雰囲気での学習できるし、難しい局面で直接に教え合い、また励まし合うこともできる。プログラミング学習に当たっては、初めて見る難解な状況に直面することが多いため、この効果は無視できな

い。

その意味もあって、自作ロボットの企画より前の個人別の練習（3.の（2））の段階でもチーム作業の形で進め、実際、上記のような相互扶助の場面が多く見られた。

(3) 仕事の体験

チーム作業とすることで、情報の共有や、調整、合意、打開、妥協といった、実社会で人と共同で仕事をしていく上で当然こなしなければならぬ活動を必然的に体験することになる。

実際、事情あってチームを組まずに実施した1名を除き、すべてのチームに、こうしたチームワークの難しさや面白さを感想として述べた報告があった。

(4) 個別指導の時間確保

受講者の中に特殊な状況の学生がいた場合、その個別対応が必要となることがある。チームへの指導を基本とすることで、そうした時間を確保しやすくなる。

5. ロボット導入による問題の解決

ロボットの課題の導入によって、本学での従来のプログラミング教育の問題（2.）に対してどのような効果があったかを記す。

(1) 積極性の喚起

最初は物珍しさで、その後は達成感で、もともと関心の高い学生の興味を引き続ける効果が見られた。

ロボットが物理的に動作するので、プログラムが正しい場合も誤っている場合も結果がすぐに目に見えて把握しやすい。正しければやる気の向上につながるし、誤りの場合は早期改善につながりやすい。

似たようなプログラムでも大きく異なる

動きをさせることができるため、飽きさせずに技術の反復練習ができる。

(2) 異常な動作の発見

離れた位置からもロボットの動作が見えるため、手抜き学生を発見しやすいし、また抑止効果もある。

同様に、誤りから抜け出せないで困っている学生も発見しやすい。モーター音で異常な動作を察知できることもある。

(3) 題材の見栄え

ロボットが魅力ある題材であることは、受講者全員が認めるところであった。

6. まとめ

物理的に目に見え、取扱いに手間のかかるロボットを題材とすることで、本学でのプログラミング教育の課題が克服できることを見てきた。他のプログラミング科目でも、これらの知見を応用した改善が期待できる。

本稿で定性的に述べた効果のうち、根拠を示していないものは経験的に得た知見であるが、当該学生へのアンケート／インタビューや他の方法によって、定性的・定量的な証左を得られるよう今後も検討を加えていきたい。

謝 辞

本稿中で触れた学生の報告の一部は、後期前半「文書化」を担当した波多野和彦教授の課題への回答による。記して謝意を表す。

参考文献

高田正之・廣田有里（2014）「初級プログラミング教育におけるロボット制御の実習課題」, 江戸川大学情報教育研究所活動報告 Informatio Vol.11（投稿予定）