

ロボット制御プログラミングによる情報処理教育の試み

吉川 優
片岡 眞吾

社会科学系大学生がコンピュータ・プログラミングを学びたがらない理由に、「興味を持ってない」、「プログラムを理解できない」、「課題で何をすべきかわからない」、などを挙げている。これらは学習課題への学生の意欲や適性に関する問題として他の分野の初学者にも見られる教育の基本的課題であろう。本論は社会科学系大学生がプログラミングの基礎知識を習得することを目標にした授業の学習環境と指導方法を明らかにし、多様な学習目的を持つ学生に対応し、学生がプログラミングの機能と様式を十分理解しながら学習できる情報処理教育モデルを提示する。

Key words : IT education, robot control, LEGO Mindstorms

I はじめに

従来、社会科学系大学における情報技術教育は、コンピュータ・リテラシーと情報リテラシーに分けた教育方法をしてきた。この教育プログラムにはパソコン、インターネットなど、今日の高度情報社会のIT環境を学生が十分に知らないという仮定があった。

しかし、情報機器やインターネットの急速な普及によって、国際競争力を危惧した経産省、文科省、総務省、などは高等教育機関等における高度IT人材育成を強化する施策を展開し、日本経団連も産学官連携を推進している^{[1] [2] [3] [4]}。そして、情報通信技術と情報産業を担う人材の育成は、初等中等教育から高等教育機関そして企業の教育研修制度など生涯学習やキャリア教育に及ぶ課題と認識されている。

大学における情報技術教育は、卒業後も学習機会を有効に活用して自律的に学習できる学生を育成する必要がある。なぜならば、技能を構成する基礎からより専門的なレベルへ情報処理の知識・技術を学生自ら構築することができずに、将来にわたってイノベティブな高度情報化社会のビジネス活動や経営組織の情報と意思決定の基幹となる情報システムを捉え、関与できるとは考えられないからである。

本論では、情報処理技術者のソフトウェア開発活動の最も基本的なレベルの中核技能と実装技能¹⁾

-
- 1) 浅井 (2009) は情報処理技術者のソフトウェア開発における技能を次の三層モデルを提案している。
- ① 基本技能は要求定義までの活動で重視される一般的にヒューマンスキルとも呼ばれる、問題発見・解決、調査、分析、管理、討議や交渉などの活動に必要な技術と基本的 (本質的) な能力
 - ② 中核技能を情報技術に関する専門技術の一部で、問題理解や解決手段の背景となる理論や原理に関する基礎的な知識・技術とその応用力
 - ③ 実装技能は解決策をコンピュータ等を実装するための操作や手続きの記述などに必要となる知識・技術とその適用力、と定義している。

が主に要求されると考えられる自律型ロボットの制御プログラミング実習を行い、学生の実習経過の観察とアンケートなどから情報技術教育に必要な技能について学習効果を分析考察し、インストラクショナルデザイン^[5]を展望する。

II 大学における情報処理教育の基礎的教育

2003年から高等学校の情報教育が始まった。大学の2006年ごろからの新入生の情報に関連する技能水準について、当時の高等学校の情報教育内容などから分析しているものがある^{[6][7]}。それらによると、普通科よりもその他の学科（専門高校）の技能水準は高く、さらに専門高校の専攻により、情報科目数にバラツキが大きいことが分かる。我々の経験とも一致するところである。現在は生活環境すべてに情報技術の普及が進み、技能水準のバラツキに影響する因子が増え、学生たちの興味・関心についても多様性をもっている可能性は大きくなっているものと思われる。我々は情報処理教育の基礎的教育は、学生の技能水準にバラツキがあっても興味・関心の多様性に応えられなければ技能の学習効果は向上しないものと考えた。

大学における情報処理教育の基礎的教育として、情報処理技術者のソフトウェア開発に直接関係するコンピュータ・プログラミングが重要視されるべきだと考える。多様な目的を持つユーザがコンピュータを主体的に活用する上で、ソフトウェアを実装するプログラミングは不可欠な技能と考えられるからだ。

プログラミング教育に関するノウハウは研究や実践が積み重ねられて教育方法が確立しつつあるが、座学による概念的な知識・技術の学習が苦手な傾向にある学生たちからはアルゴリズムやプログラム言語の機能と様式は見えにくいと言われる。見えにくいものを学んでいくには、可視化していくことが重要である。

本論では、プログラムを可視化する道具として、LEGO Mindstormsを用いた。受講者が作成したプログラムはLEGO Mindstormsの動きとなって見えるようになる。LEGO Mindstormsの動きは、人の思考からつくり出されるソフトウェアの成果である。受講者の技能学習過程は、基本技能で実習課題を調査・分析して要求定義をし、受講者の中核技能はロボット機構と動作に必要なセンサー・制御のシーケンスを設計し、プログラミングして実装するシステム化という問題解決を行っていくと考えられる。

ロボットと制御プログラムの制作実習は、抽象的なアルゴリズムやプログラミングの知識と技術を理解しやすくして受講者の興味や関心を喚起し持続させ、制御動作の問題の改善のたびにロボットの動作で効果が確認できることからプログラミングに慣れ親しみ高い技能向上を期待できると考えた。

本論では、LEGO Mindstormsを用いたロボット制御プログラミングに関する学習の成果について、受講者のアンケートを元に評価した結果を述べる。

Ⅲ 学習環境の概要

LEGO Mindstormsとは、マサチューセッツ工科大学がコンピュータサイエンス、ソフトウェア学習用として開発したロボット製作キットである。ロボット製作用ブロック、8bitマイクロコンピュータRCX(図1)、センサー、モーターで構成されている。

マイクロコンピュータRCXはプログラム可能なブロックであり、このRCXブロックにモーターやセンサーなどの各種デバイスを装着し、他のレゴブロックを組み合わせることによって、ユーザが思い描いたさまざまなロボットを自作できる。

LEGO Mindstormsではユーザが作成したプログラムをRCXに転送し、ロボットを制御することができる。RCXにはモーターをつなぐための出力ポートが三つ、各種センサーをつなぐための入力ポートが三つあり、それらをプログラムで制御する。

コンピュータで作成したプログラムはRCXへ赤外線IRタワーで転送する。IRタワーはコンピュータからの電気信号を赤外線に変換してRCXへ通信することができる。これによってプログラム転送やリアルタイムの制御が可能となる。

使用できるプログラミング言語は、GUI環境で作成できるLabVIEWをベースにしたROBOLABのほか、Java、Visual Basic、C、NQCなどがある。

今回の実験では、ROBOLABを用いた実習を導入した。ROBOLABはLabVIEWをベースとして開発されたプログラミングソフトで、アイコン操作だけでプログラムを作成することができるため、直感的にプログラムを作成することができる点が、プログラミング初心者にとって苦手意識を与えることなく学習させることができる。

プログラムは図2のようにファンクションパレットからコマンドをドラッグ&ドロップし、ダイアグラムウィンドウに貼り付けて作成する。

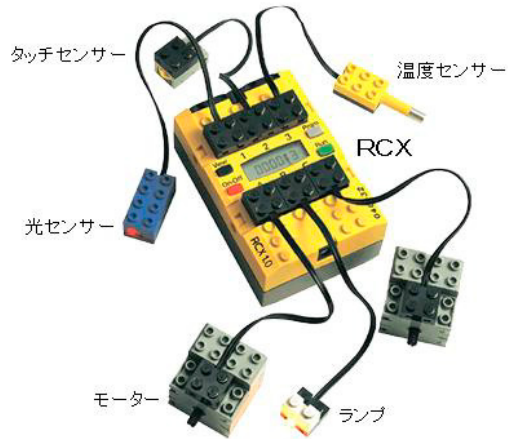


図1 RCXの概観

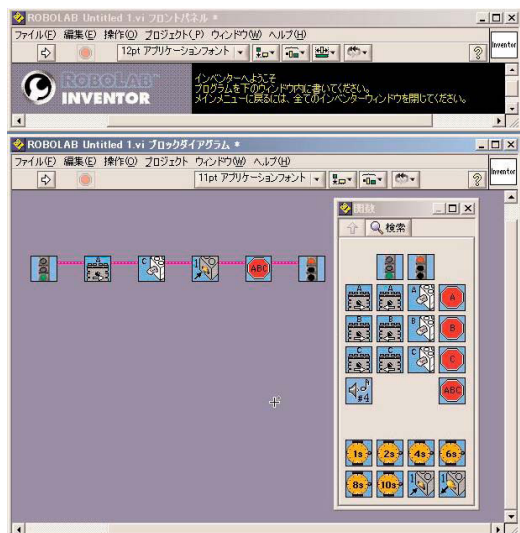


図2 ROBOLABのプログラミング画面

IV 実習

学生たちはラインに沿って走る自律型ロボット（図3 ライントレーサー）を製作し、各自ラインレースのプログラミングを行った。ラインレースとは、ライトセンサーを利用して白地のトラック中央に引かれた黒いラインとそれ以外の白い部分を識別してロボットの進路を変更することによりラインをトレースしながら周回路となるトラックを自律走行することである。

実習では、ロボットがトラックを1周するタイムを競う競技形式で行った。さらに、トラックの途中に障害物があり、この障害物に接触したら障害物をよけて、またラインレースを行うこととした。

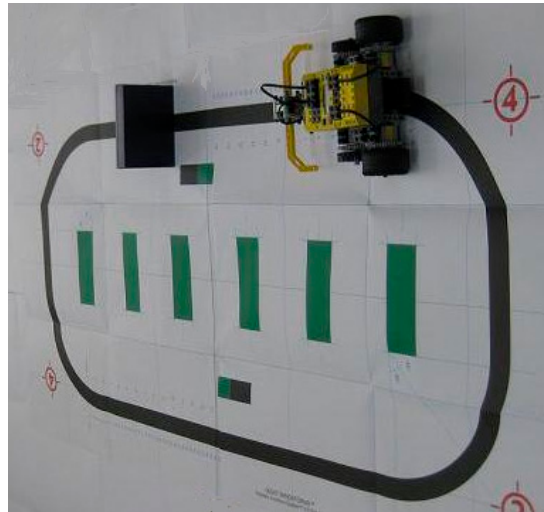


図3 ライントレーサー

V ロボット制御プログラムの利点

ロボットと制御プログラムの制作課題は、学生が自ら実際にある条件のもとでロボットの動作を制御する体験をしながら、ロボット制御システムを構成する動作機能、制御機能、制御プログラム、そしてアルゴリズム（図4）など、基本的な情報技術を総合的に習得できる点である。

自分で作成したプログラムでロボットを動かすことによってプログラムの間違いに気づき、さらに正確に動作させようとして工夫する。この学習プロセスには、課題を理解してシステムに要求される目的や目標の明確化、それらを実現する手段、道具、技術の選択、など、問題発見⇒データ分析⇒問題解決の流れを繰り返し経験する学習効果を期待できる。

ロボットと制御プログラムの制作課題の特徴は、大きく分けるとつぎの三つがある。

1. 問題解決力と論理的思考の育成

拡張性の高いハードウェアと使いやすいソフトウェアの組み合わせで、受講生の目的や資質などに対応できるさまざまな実習問題に取り組みながら自ら工夫する学習により、問題解決力の向上とものづくりにつながる創造性を開発する。制御プログラムの制作では、アイコンをつなぐだけの簡単なソフトウェアを使い、技術の進展に左右されない情報技術の基本的な考え方やアルゴリズムや論理的思考などに重点を置いて、情報処理の基本と特徴を理解できる。

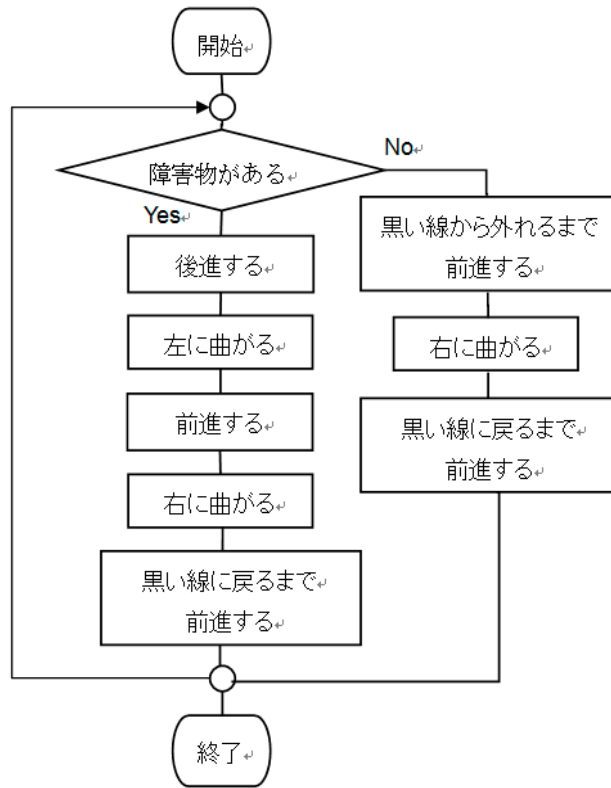


図4 フローチャートの作成例

2. 体験型学習

この体験型学習の要件は、課題は比較的複雑であるが、ロボットの使用条件やロボットの簡潔な機能仕様から、要求されているシステムの目的や目標が明確化しやすくなっていることであろう。

学習者の実体験は、自作したプログラムとロボットを動かすことで、コンピュータの内部の処理の流れとロボットの動きを対応付けることができる。また、コンピュータの仕組み、コンピュータ内部での基本的な処理の仕組みおよび処理手順について理解が深まる。

3. 情報技術の重要性の気付き

ロボットはじめ各種の機器や装置を制御することを目的としたコンピュータシステムの多様な活用は、身近な家電製品から、情報、オフィス、医療、交通、通信、産業用機器やプラントなどにおよび、今日の組込システム技術につながる。

この日常生活における情報通信技術の関係を見ることで、計測・制御技術の必要性やその仕組みと長所や短所の理解をうながし、情報技術の進展が社会の発展に役立つことを知ることができる。

VI 実習評価

実習はプログラミングの経験はあるが得意ではないゼミ生12名を対象に行い、ロボット制御プログラミングの学習効果の評価を目的としたアンケート調査を実施した。

実習は好評であり、学生の取り組み姿勢も熱心であった。参加した受講者はゼミ生が対象で、少ない人数であったが、図5のアンケート結果をみる限り、実習に参加した学生は自分で組み立てたロボットを自分で作成したプログラムで動かす実体験を通してプログラミングを学習することができたと思われる。

従来の見えにくいプログラミング教育を可視化することで、抽象的なプログラミングを具体化して理解しやすくすることができ、学生の興味や関心を高め、プログラミングや制御に慣れ親しませる、という教育効果が期待できると考える。

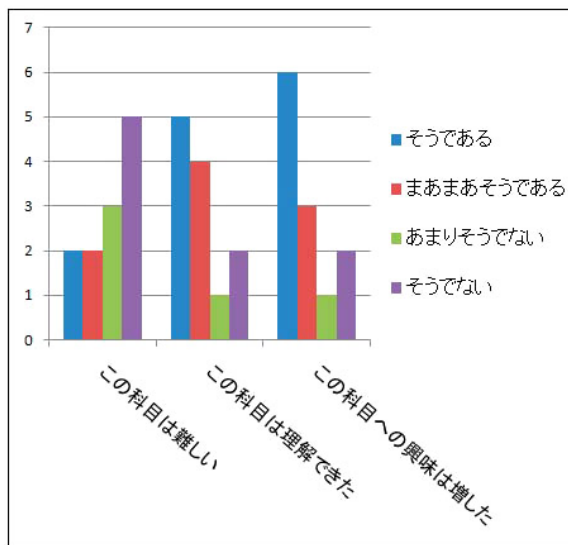


図5 受講者のアンケート結果

VII まとめ

プログラミングに興味を持たない者も含む多様な個性をもつ社会科学系大学生が参加しやすい情報処理教育の授業環境を提供する一方法として、ロボット制御によるプログラミング教育を実施し、学習効果について検討した。

自分で作成したプログラムでロボットを動かすことで見えにくいプログラムを可視化することができ、プログラミングに対する興味を高めることができた。

また、トラックを周回する競技で成果を学生間で比較でき、学習意欲を向上させる効果が見られた。その結果、受け身の受講者から、創意工夫する参画者へ変わった。

ロボット制御プログラミングの学習経験から多様な組込システムを理解する基本知識を学生達が獲得できたものと考えられる。使用条件や使用目的そして多様なユーザの要求に対応する製品開発やビジネス・マネジメントと関係して情報技術の進展を知る機会を提供できたものと思われる。

GUI技術の進展によるアイコンをつなぐだけの簡単なプログラミング方式の利用による学習経験から、C言語やJava言語に抵抗なく展開させるためのインストラクショナルデザイン

が今後の課題としてある。

【参考文献】

- [1] 独立行政法人情報処理推進機構「高度IT人材育成に係る実態調査報告書」平成20年
- [2] 日本経団連「高度情報通信人材育成の加速化に向けて－ナショナルセンター構想の提案－」2007年12月18日 (<https://www.keidanren.or.jp/japanese/policy/2007/106/honbun.html>)
- [3] 情報処理推進機構IT人材育成データベース「情報サービス・ソフトウェア産業における人材の重要性」(<http://jinzaipedia.ipa.go.jp/view/365#toc7>)
- [4] 文部科学省初等中等教育局「初等中等教育段階における情報教育の現状等について」平成20年5月21日 (<http://www.ipa.go.jp/jinzai/sangaku/pdf/04/shiryo5.pdf>)
- [5] R.M.ガニエ他著(2007)鈴木克明, 岩崎信監訳「インストラクショナルデザインの原理」北大路書房
- [6] 佐藤修, 安藤明之, 中光政, 一瀬益夫(2007)「高等学校生徒のコンピュータ・リテラシーレベル」日本情報経営学会誌 Vol.23, No.1, pp.85-94
- [7] 浅井宗海(2009)「情報教育から情報化人材への積み上げ教育に関する考察」日本情報経営学会誌 Vol.29, No4 pp.32-39
- [8] Jin Sato, Joe Nagata “MindStorms マスターへの道”, オーム社
- [9] 山本利一, “実習ロボットと情報技術”, アフレル