

## 高大連携の LEGO プログラミング講座を 支援するシミュレーション教材の試作

### A Prototype of Educational Contents with Simulation of Game Exercises for LEGO Programming Experience for High School Students

高橋 知希, 富永 浩之  
Tomoki TAKAHASHI, Hiroyuki TOMINAGA  
香川大学工学部  
Faculty of Engineering, Kagawa University  
Email: s12g469@stmail.eng.kagawa-u.ac.jp

あらまし：初級プログラミングへの導入として、LEGO ロボットの制御とゲーム課題を題材とするグループ演習を提案している。意欲的な理系高校生に、問題解決の手段としてのプログラミングを体験させる。課題ルールや技術要素を自習できる Web サイト LegoWiki を構築し、教育実践を行った。また、課題の攻略法をシミュレーションさせるマルチメディア教材を開発し、教材のオーサリングツールも試作している。  
キーワード：高大連携、LEGO Mindstorms、プログラミング体験、シミュレーション教材

#### 1. はじめに

近年、大学理工系学部において、高校への出前講座や体験授業が盛んに開催されている。高校生の関心を高め、進路選択のきっかけを与える重要な機会となっている。このような取組みには、JST による SPP や SSH がある。高校生には、座学中心の講義より、実験や演習の方が興味を持ちやすい。しかし、情報系においては、画面の中だけでのパソコン操作では目新しさを感じられず、印象も薄い。そこで、プログラミングによる「ものづくり」の要素や、ゲーム感覚を取り入れた、体験的な内容が求められる。

#### 2. LEGO プログラミング演習の概要

本研究では、以前より、ゲーム課題を提示し、自律ロボットの制御プログラミングを題材とするグループ演習を提案している<sup>(1)</sup>。教材には、LEGO 社と MIT が開発した教育玩具 LEGO Mindstorms を用いる。キットは、NXT マイコン、モーターや各種のセンサを含むブロックで構成される。これらを組み合わせ、センサで外部環境を感知し、モーターで動作する自律ロボットが簡単に制作できる。制御プログラムは PC 上で作成し、USB ケーブルで NXT マイコンに転送する。多様なプログラミング環境が用意され、幅広い教育現場で使われている。

本演習では、情報系学科として、規定ロボットでフィールド上のゲーム課題を攻略するプログラミングを中心とする(図 1)。本論では、高大連携の一環として、理系高校生を対象とする LEGO 講座としての教育実践に焦点を当てる。本研究室では、2008 年度から幾つかの高校を対象に、LEGO 講座を続けてきた。これらの実践結果を踏まえ、効果的な演習方法の改善、自学自習できるオンライン教材の構築などを進めている。

#### 3. LEGO 講座の進行とゲーム課題

LEGO 演習は、1~2 ヶ月の間に 3~4 回程度の短期集中で開催する。1 回目の事前講義では、高校に出張し、2 時間程度で、NXT キットと規定ロボット、開発環境 NXT Software と支援ページ LegoWiki、演習内容の課題について、実演を交えて解説する。2 回目の本番演習では、大学に来てもらい、午前午後の 5 時間程度で、2~4 のプロジェクトに取り組みさせる。各プロジェクトは、60~120 分とし、技術解説、基本練習、応用課題から構成される。応用課題は、ゲーム要素を考慮し、達成基準や配点を設定する。

##### ● 課題 1 図形模走 (左右のモーターによる走行制御)

基本問題 11 車輪機構 左右独立方式 走行制御  
基本問題 12 車輪機構 左右独立方式 走行特性  
基本問題 13 図形模走 直線コース Δ字  
基本問題 14 図形模走 曲線コース 3字

##### ● 課題 2 制御構造 (接触と時間によるイベント駆動)

基本問題 21 待機ブロックによるイベント駆動の例題  
基本問題 22 キーブスイッチとトグルスイッチの例題  
基本問題 23 マルチタスクによる並列動作の例題  
基本問題 24 ステッピングによるモーター制御  
基本問題 25 反響センサによる対象物の認識

##### ● 課題 3 黒線追跡 (色彩センサによる床面検知)

基本問題 31 黒線追跡 速度向上  
基本問題 32 色彩センサの計測実験  
基本問題 33 黒線追跡 色彩認識による任務実行

##### ● 課題 4 領域掃過 (床面検知と走行制御の応用)

##### ● 課題 0 複合任務 (床面検知と色彩判別の応用)

内周 緑標識で発音、赤標識で自転、接触で停止  
外周 赤標識で自転、緑標識で短絡、接触で停止

本番演習は、4~6 人のグループ単位で行う。まず、LegoWiki で図解やビデオなどのマルチメディア教材を提示しながら、10 分程度で技術要素の解説を行

う。次に、応用課題の部分演習となる数問の基本練習に取り組む。基本練習は、中間目標として幾つかの設問に分かれる。ロボットの振舞を理解し、ゲームの任務要素を攻略する。規定ロボットと PC は 2 台ずつ用意し、グループ内で 2 つのユニットを作り、並行して進める。ユニット内では、PC でのプログラミング、ロボットの試走の記録などを分担する (図 2)。進捗状況は、作業シート(計画・設計・実験)に記入してもらう。応用課題では、グループで協力して取り組み、実技認定を受けて合格となる。3 回目の事後総括では、高校に出張し、グループごとに口頭発表を行う。作業過程を振り返り、進捗報告と実技認定を反省する。これらの活動記録や実技得点を総計し、成績と順位を決め、表彰する。

2011 年度は、10～12 月にかけて、高松商業高校 (35 名)、高松第一高校(46 名)、福山盈進高校(30 名)の理系高校生に対して実施した<sup>(2)</sup>。課題は、2・1・3 の順に取り組ませた。班長研修として、工学部のオープンキャンパスに、各校から 8 名程度を招いて、本番演習の前に予行演習を行った。また、1 月には、2 校による合同の競技大会を実施した。課題は、4・0 に挑戦してもらった。アンケートの結果では、情報系への興味が湧いた、プログラム通りにロボットが動くのが面白い、などの意見が得られた。一方、記録を余り取ってなくて試行錯誤に苦労した、時間配分がうまくいかなかった、という反省もあった。

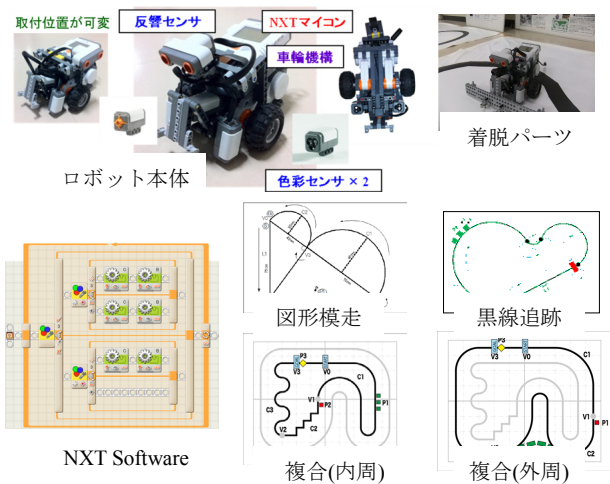


図 1 規定ロボットとゲームフィールド

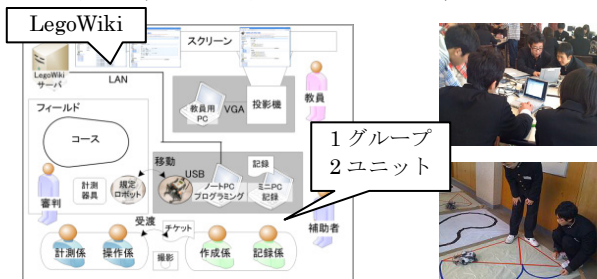


図 2 LEGO 講座の本番演習での教室配置

#### 4. LegoWiki のシミュレーション教材

LegoWiki のコンテンツとして、自学自習に使える

対話的なシミュレーション教材を構築中である<sup>(3)</sup>。予習として、応用課題のルールを理解し、事前に攻略法を検討し、演習時間内で任務を取捨選択するトレードオフの協議を支援する (図 3)。マップ表示部では、シミュレーション結果の表示を行う。規定ロボットの模式図と、コースの全景を表示する。戦略設計部では、中間目標の選択と、得点の表示を行う。攻略対象を選択し、成功した場合の得点に加算する。操作部では、各中間目標を走行するパラメタの調整を行う。画面左側にある、中間目標の番号をクリックすると、行が強調され、選択状態となる。このときに、スライドバーをドラッグして、規定ロボットが中間目標をどのように走行するかを決定する。

試作版では、特定の課題ごとに、スクリプトを作成し、個別に教材を構築する必要があった。現在は、コースの変更、ルールの設定を GUI で行える柔軟な教材への拡張を検討している。また、これまで記入が不十分であったオフラインの作業シートをオンライン化して取り込み、実技認定の審判シートも合わせて自動集計の機能も持たせ、統合的なシステムを目指している。

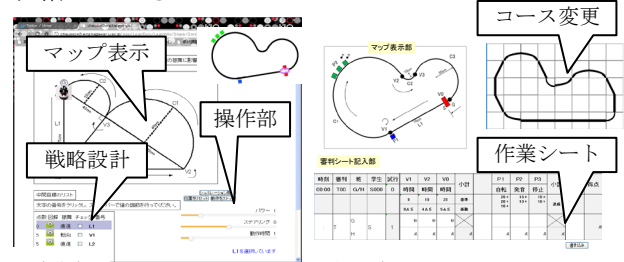


図 3 シミュレーション教材の試作版と拡張版

#### 5. おわりに

LEGO ロボットとゲーム課題を題材としたプログラミング体験講座を提案し、高大連携として、グループ演習の教育実践を行ってきた。ゲーム課題を中心とした教育内容を整理し、マルチメディア教材を掲載した支援ページ LegoWiki を提供している。自学自習を進め、課題の攻略を検討させる対話的なシミュレーション教材を構築中である。課題の内容に応じた柔軟な変更に対応し、演習中の作業や審判の記録をオンライン化し、統合的なシステムを目指す。

#### 参考文献

- (1) 加藤聡, 富永浩之: "LEGO ロボットとゲーム課題を題材とする問題解決型のプログラミング演習 - LegoWiki によるグループ作業管理と教育実践-", 情処研報, Vol.2010-CE-103, No.11, pp.1-8, (2010).
- (2) 高橋知希, 西上明普, 富永浩之: "高校生への導入体験としての LEGO プログラミング演習におけるゲーム課題の整理", GAS 全国大会 2011, pp.15-16, (2011).
- (3) 西上明普, 加藤聡, 富永浩之: "LEGO ロボットとゲーム課題を題材とする導入体験としてのプログラミング演習 -対話的な事前学習のためのオンライン教材の作成-", 信学技報, Vol.110, No.453, pp.137-142, (2011).