

# 高校生への導入体験としての LEGO プログラミング演習の支援 — 高大連携の LEGO 講座における教育実践 —

高橋知希<sup>†1</sup> 富永浩之<sup>†2</sup>

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。短期集中イベントとしての演習形態と効果的なゲーム課題を用意している。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、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ている。高大連携の LEGO 講座として、数年に亘り複数の高校に対して実践している。本論では、以前の状況を振り返りながら、2011 年度と 2012 年度の結果を総括する。

## Programming Exercises with a LEGO Robot and Game Subjects as Preliminary Educational Experience for High School Students - Results of Educational Practices in Collaboration Seminar -

TOMOKI TAKAHASHI<sup>†1</sup> HIROYUKI TOMINAGA<sup>†1</sup>

We have proposed a group exercise for beginners using LEGO Mindstorms robot kit. It is pre-education for introductory programming lesson. The educational purpose is to promote problem solving skill by control programming. It also aims to keep learning motivation during group collaboration. We construct communication support page LegoWiki based on PukiWiki. It helps to raise group activity with strategy discussion and progress report. We add several multimedia online contents on LegoWiki. We have carried out several educational practices in some high schools since 2008. We mainly discuss them in 2011 and 2012.

### 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。このような取組みは、JST が募集する SPP や SSH でも支援がある。高校生にとっては、座学中心の講義よりも、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」としての要素や、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[1]。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。

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。

- **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 キープ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

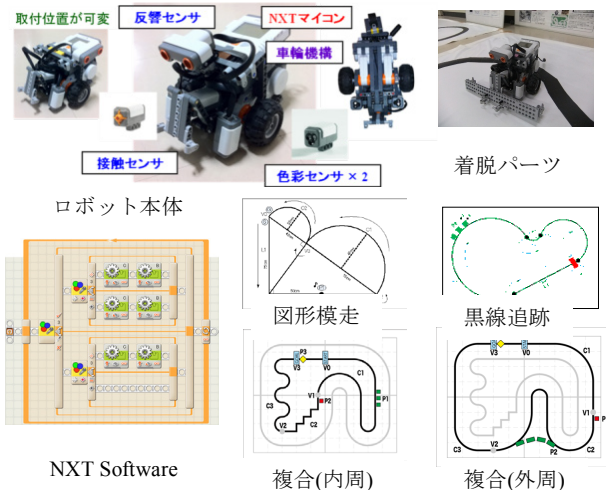


図1 規定ロボットとゲームフィールド

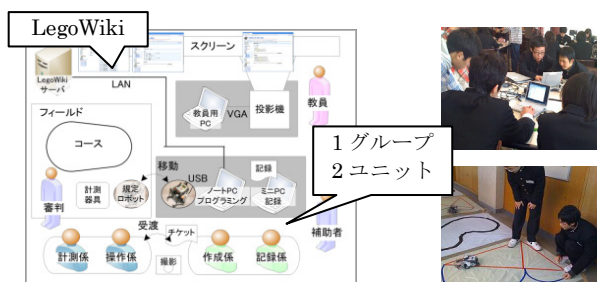


図2 LEGO 講座の本番演習での教室配置

#### 4. LegoWiki とシミュレーション教材

教育実践と並行して、教材提示のためのコンテンツ管理と、演習過程の進捗状況の記録を支援する Web ページ LegoWiki を構築している。LegoWiki は、PukiWiki 上で構築し、幾つかのプラグインを作成して組み込んでいる。サーバ管理者の TA は Wiki ページの編集を行うが、受講者は Wiki の文法を知らなくても、単なるフォーム入力を行うだけで済むようにしている。

授業ページでは、授業の概要と目的、演習の進行表、NXT Software のマニュアル、NXT ハードウェアの特性と規定ロボットの機構などのコンテンツを掲載する。課題ページは、ゲーム課題ごとに、課題任務の内容、技術解説、例題プログラム、中間目標となる設問などのコンテンツを掲載する。グループごとの活動ページでは、簡易コメント登録のプラグインを用いて、1 行の自由記述で進捗報告を行わせる。授業の最後には、個人およびグループとしてのアンケートを総括ページで実施する。

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[2]。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。

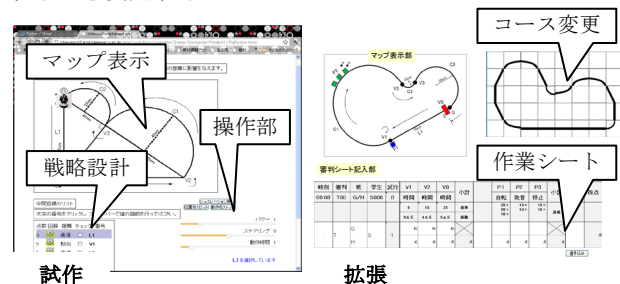


図3 シミュレーション教材の試作版と拡張版

#### 5. 2010 年度までの教育実践

##### 5.1 概要

2008 年度から 2012 年度までの、高校生への教育実践は、表 2 の通りである。高松第一高校に対しては、卒業生の加藤がいたこともあり、2008 年度から実施している。SPP や SSH の一環として支援を受けている。福山盈進高校は、富永教員の高校時代の友人の依頼で、2010 年度から実施している。高松商業高校は、新設の情報数理科に本学科全体が

協力する形で行っている。

年度	日付	対象	班長研修	事前講義	本番演習	事後総括	受講者	補助者
2008	2009.01.12(月)	高松一高			○			
2009	2010.01.30(土)	高松一高		○	○	○	45	12
2010	2010.11.20(土)	福山盈進	○	○	○	○	28	12
2010	2011.01.23(日)	高松一高		○	○	○	41	9
2011	2011.11.10(木)	高松商業	○		○		35	10
2011	2011.11.20(日)	高松一高	○	○	○	○	46	12
2011	2011.11.26(土)	福山盈進	○		○	○	30	12
2011	2012.01.21(土)	高校合同			○		18	7
2012	2012.08.10(金)	高松一高		○	○	○	40	9
2012	2012.12.08(土)	福山盈進		○	○	○	30	8

## 5.2 2008年度 高松第一高校

理系高校生を対象とした出張授業「LEGO プログラミング体験」を実施した。受講者は28名を8グループとした。全員が特別理科クラスの2年生で、男子12名、女子16名の内訳であった。2日分の内容をまとめて午前午後で行った。教授側は、教員1名と補助者(TA)としての大学生9人、オブザーバーの高校教員2名であった。TAは、サーバ管理者の他、指導係と審判係を4名ずつで、1名で2グループを担当した。

短時間での演習であったが、教室配置と頻りに交代する役割分担により、グループ作業の活性度は高かった。例題プログラムの修正が中心であったため、制御ロジックの理解が深まったとは言えないが、試行錯誤を通しての最終目標への志向意識は、強く感じられた。実際には、8グループのうち、5グループが3題の実技認定をパスした。進捗報告については、1台のPCで作業と記録を交代するのは難しく、ほぼ紙面での記入となった。記録の内容は、実験に関することが多く、戦略の議論や実施の計画への言及は少なかった。黒線追跡の課題は、具体的な数値目標があり、進捗報告がしやすかったようである。

アンケートは、グループへの選択回答、個人への自由記述として実施した。TAにも自由記述で意見を集めた。最初の課題である図形模走は、実際の難易度は低いはずであるが、ソフトウェアの操作に不慣れであったため、難易度が高いという認識で、達成度が低いという回答になった。最後の課題の黒線追跡は、意欲も達成度が高かった。生徒個人の意見では、ロボット制御とゲーム課題への興味と関心が高く、プログラミングへの誘導の目的には効果があったと言える。TAからの意見では、進捗報告の書き方やチケットの活用法に対する説明不足、時間配分の再検討について指摘された。

## 5.3 2009年度 高松第一高校

高松第一高等学校の特別理科コースの2年生に対して体験授業を行った。2010年1月下旬から毎週土曜日を使い、事前講義と事後発表を含めた3日間の体系的な教育実践とした。受講者45名を8グループに編成した。事前講義は、高校で2時間の出張授業とした。翌週の演習では、6時間で3つ課題を大学で実施した。次週に、各グループによる発表会を高校で開催した。

事前講義は、予備演習として、簡単な図形に沿って走行するプログラムを作成させ、基本的な操作に慣れさせた。

また、色彩センサによる色検知を体験させ、外光の影響や認識の精度を確認させた。さらに、光量センサによる黒線追跡の実演を行った。最後に、実際の競技課題の概要を紹介し、演習当日までに戦略のアイデアを検討するように指示した。

演習では、3つの課題の競技得点では、200点を境に、上位陣と下位陣に分かれた。課題1の得点で、完走の高速性を目指すか、任務での得点を目指すか、課題3の攻略が変わっていた。作業シートによる活動評価では、下位2チームを除いて、全体的によく書けていた。総合評価では、ほぼ競技得点に沿った順位であったが、若干の逆転もみられた。

口頭発表会では、テンプレートを活用し、図解や動画を追加して分かりやすく説明しようとしていた。考察として、原因、結果、改善すべきポイントをセットで書けていた。特に、課題3では、各ポイントでの任務の達成状況、どこでコースアウトしたかを吹出しや矢印で書き込み、分析を述べていた。全体への感想では、想定した通りに動作させることの難しさや、パラメタの少しの変更で大きく挙動が変わることへの驚きなどが挙げられていた。質疑では、「やり直すとしたら、どこですか」などを尋ねたが、詰めた任務への再挑戦への意欲を示す回答が多く得られた。作業分担や時間配分に関する反省も挙げられていた。

事後総括の後、4段階の客観式アンケートを実施し、44名の回答を得た。質問1(事前経験)より、ツールの利用者はほとんどいないが、PC操作の経験はあったため、それほど困難は感じなかったようであった。質問2(事前準備)より、配布資料は読んでいたが、LegoWikiの閲覧は多くなかった。Webアクセスの期間が短いこと、情報収集の手段としてのPCの利用が十分でないことが考えられる。

質問3(活動状況)より、大会までの時間を意識し、計画や調整の作業が行っていた。また、下位の方が、積極的に質問をしていた。質問4(プログラム作成)より、机班で分担や相談がうまくできていた。質問5(動作実験)でも、床班内および机班との連携ができたとの回答が多かった。以前は、この点が低く、LegoWikiや作業シートによる改善が確認できた。一方、パラメタの効率的な設定や、器具の利用は十分でなく、一般的な実験手法の指導が必要である。

質問(達成意識)より、演習が盛り上がり、強い達成感が得られ、協力と分担への意識が高まっていた。質問7(反省)より、90%以上が予習不足を挙げた。その結果、最初にとまどったり、途中で飽きる学生が下位陣にみられた。質問8(発表)より、発表のテンプレートは、役に立っていた。上位陣では、作業シートの見返しにも積極的だった。

## 5.4 2010年度 高松第一高校

高松一高に対する教育実践では、41名を8グループに分けた。演習内容は、盈進高校の実施内容を踏襲した。4つの課題の競技得点では、600点を境に、上位陣と下位陣に

分かれた。ただし、発表得点と活動得点により、3位以下の順位変動が目立った。課題2に時間を割きすぎて、課題3が中途半端に終わった班が多く見られた。しかし、最終課題では、積極的に任務へ挑戦していた。班によっては、コースの特性に即した走行を取り入れた個性的な戦略もみられた。

口頭発表では、テンプレートを基に、図解や動画を追加して分かりやすく説明していた。規定ロボットに名前を付けて性格付けしたり、組込技術の社会的な位置付けに触れるなど、独自の視点で演習を考察していた。質疑では、工夫した点などを尋ねたが、試走で失敗した箇所を分析し、記録することで、同じ失敗を繰り返さないようにしたとの回答があった。活動の反省として、作業分担や時間配分に関する反省が多く挙げられていた。特に、課題3で時間配分の調整がうまく管理出来ていなかったと振り返る班が多かった。

受講者41人に対してアンケートを実施した。回答は4段階の客観式および自由記述とした。客観式アンケートは、Web上で行った。質問内容は、プログラミング経験の有無、興味のある分野、演習の準備、作業記録、実装時の記録である。プログラミング経験があると回答した生徒は無く、全員が初心者である。しかし、2年生であったため、プログラミング、BlogやTwitterへの関心があり、PCの利用頻度もやや高かった。

自由記述では、上位陣は、攻略シートへの記入を定期的に行なっており、成績によって記入の有無が明確に分かれた。この結果から、事前に作戦や戦略設計を立て、自分たちの行動を記録し振り返ることで、限られた時間を有効に扱えられたことが分かる。シミュレーション教材の感想では、パラメタの調整に利用したとの回答があった。特に、パラメタの調整が難しい課題について、どこまで取り組むかを話し合うときに役立っていた。動画による操作説明の教材については、リンク先への誘導が不十分であったため、余り利用されていなかった。

### 5.5 2010年度 福山盈進高校

盈進高校に対する教育実践では、28名を7グループに分けた。4つの課題の合計得点で、580点を境に、上位陣と下位陣に分かれた。課題3の得点状況で、最終課題の攻略方針が変わっていた。作業シートは、全体的に記入量が少なかった。各グループに2セットを用意したため、手が回らなかったようである。口頭発表では、期間が短かったにも関わらず、提示したテンプレートをうまく活用していた。コースに図解の説明を追加したり、動画を流して解説するなどの工夫がみられた。総合評価では、ほぼ競技得点に沿った順位であったが、若干の逆転も起こった。

受講者28名に対してアンケートを実施した。回答は4段階の客観式および自由記述とした。質問内容は、事前経験、自主学習、班活動、演習内容、口頭発表、事後感想で

ある。事前経験については、Mindstormsやプログラミング環境、WikiやTwitterなどのコミュニケーションツールもほとんどなかった。そのため、班長研修による体験と動機付けは、適切だったと思われる。当初は、LEGOロボットの組立てに興味を持った生徒が多数であった。事後感想では、プログラミングに興味を持ったという意見が増えた。1年生ということもあり、工学部や本大学へも関心を示し、進路選択の参考となったようである。

自主学習については、配布した資料には目を通していたが、LegoWikiの閲覧は少数に留まった。予習が不十分であったことは、反省点としても挙がっていた。班活動については、良好であったという回答が多数を占め、協力と分担に意識が向いたようである。進捗状況を生徒自身が把握できていた班は、演習がとて盛上がり、強い達成感が得られている。

演習内容として、最初は操作に戸惑ったが、演習が進むにつれて、徐々に慣れていったようである。数理的なパラメタの設定は、二分法を用いて効率的に設定できたとの回答が多かった。口頭発表では、他の班を聴講して参考になったとの意見が多かった。

## 6. 2011年度の実践

### 6.1 2011年度 高松第一高校

2011年度の高松第一高校へのLEGO講座は、11月に事前講義と本番演習、12月に事後総括を実施した。本番演習は、午前午後の約6時間である。対象は、理系2年生46名である。受講者を8班に分け、さらに1班6人を2組に分けた。本番演習の補助学生は、12人である。

今回の演習から、各班のPC画面をモニタリングするソフトウェアを利用し、プロジェクトにマルチ投影した。これが非常に便利で、課題に詰まっている班を即座に見つけ指導することができた。得点結果から、上位陣は、班内の組の点差が少なかった。下位陣では、一方の組の点数が高くても他方が低いという傾向が見られた。このことから、上位陣は、班内での協力ができていたことが伺える。トラブルとしては、昼を過ぎた辺りから日差しが射ってきて、窓際のコースでは、色彩センサが誤検知を起こすことが多発した。遮光性に注意を払う必要がある。

演習の最後に、4段階の客観式および自由記述のアンケートを実施した。アンケート結果から「勝敗を意識したか」と「プログラミングへの興味」は高い関心を持っていた。しかし、反省点としては、事前の予習不足を多くの生徒が挙げていた。そのため、事前講義と本番演習の間に操作方法の理解のための課題を出しておく必要がある。

上位陣の班からは、課題に取り組む前に進行や分担の計画を立てたという回答が得られた。また、演習中に優先順位を考え、目標を設定したという回答が多数を占めた。こ



の結果から、課題に取り組む前に役割分担をし、要素技術の仕組みを理解することで優先順位を決め、作業を効率的に行っていた。下位陣の特徴としては、「計画シートへの記入ができなかった」や「作業記録をあまり取らなかった」と回答したことが挙げられる。他には、「数理的にパラメタを考えた」や「床班から机班への連絡ができていなかった」という回答があった。この結果から、下位陣は、机班と床班の連絡ができておらず、実験結果の正確な検討ができていなかったことが推測できる。

## 6.2 2011年度 福山盈進高校

2011年度の福山盈進高校へのLEGO講座は、11月に本番演習、12月に事後総括を実施した。日程の都合で、本番演習を行わなかった。本番演習は、午前午後の約6時間である。対象は、特進1年生30名である。受講者を8班に分け、さらに1班6人を2組に分けた。本番演習の補助学生は、12人である。

今回の演習では、図形模走と黒線追跡の中間目標を細かく分けてテストの回数を増やした。そのため、任務の切替えは促せたが、採点の回数が増えたせいで、作業に集中できない部分もみられた。得点結果から、1位の班は、中間目標ごとの採点を全て受けていた。しかし、下位陣は、中間目標や最終の実技認定の採点が間に合わず、低い点数となっていた。このことから、中間目標の採点ごとに作業を切り替えることで作業全体の進捗が進んだことが分かる。また、中間目標での採点を増やしたので、実技と作業の配点がアンバランスになってしまった。今後は、配点調整の検討が必要である。トラブルについては、窓に遮光シートを貼ることで日差しの影響を減らし、色彩センサの誤検知が減った。

受講者へのアンケートは、4段階の客観式および自由記述とした。アンケート結果から「勝敗の意識を持っていた」が少なかった。また、「時間不足」、「途中で飽きてきた」などの反省点も上がっていた。そのため、中間得点の提示など競争意識を刺激し、作業の切替えを促す必要がある。自由記述では、「計画シートの記入方法が分かりづらい」という意見が多くみられた。計画シートの記入例を示し、記録を促す工夫が必要である。

上位陣は、事前に進行や分担の計画を立てたというアンケート結果が得られた。また、演習中に優先順位を考え、目標を設定していた。その他に、机班と床班の報告、連絡も行っていた。この結果から、事前に作戦や戦略設計を立て、班内での連絡を取り合い、自分たちの行動を記録し振り返ることで、限られた時間を有効に扱い、最後まで集中して課題に取り組めるということが分かる。下位陣の特徴としては、「計画シートへの記入ができなかった」、「作業記録をあまり取らなかった」と回答したことが挙げられる。上位陣は、作業シートへの記入を定期的に行っており、成績によって記入の有無が明確に分かれた。

## 6.3 2011年度 高松商業高校

2011年度は、新たに高松商業高校へのLEGO講座が加わった。11月に本番演習のみを実施した。本番演習は、午後の約3時間である。対象は、理系1年生35名である。受講者を8班に分け、さらに1班6人を2組に分けた。本番演習の補助学生は、12人である。

今回の演習では、通常のLEGO講座よりも時間が短いため、課題は、図形模走と黒線追跡のみ実施した。そのため、課題の途中で終わっている班が多かった。そのため、短い時間でも得点上がるように、任務の取捨選択の検討を促す必要があった。

得点結果は、他が低くても1つの課題の高得点の班が上位に来ていた。下位陣では、ほとんどの課題が満足に達成できていなかった。このため、達成しやすい課題から攻略するように誘導を行うべきだった。また、図形模走のスタート位置を選択したいという要望があった。

受講者へのアンケートは、4段階の客観式および自由記述とした。アンケートの結果からは、時間不足との回答が多数を占めた。そのため、操作方法の理解や課題の微調整が十分にできていない傾向があった。しかし、演習に対する意欲は高く、情報系への関心は高まっていった。今回のLEGO講座では、時間が通常より短かったため、時間割や課題の難易度の調整が必要だった。

## 6.4 2011年度 高校合同

2011年度から、高校合同での競技大会を取り入れた。2012年1月に、香川大学工学部で実施した。各高校から上位班の生徒を選抜し、午後の4時間程度で行った。対象は、高松第一高校の2年生10名と福山盈進高校の1年生8名である。受講者を4班に分けて、さらに1班を2組に分けた。補助学生は、7人である。

演習では、まず復習として、黒線追跡の高速化の課題を行った。実際には、操作方法を忘れていた生徒が多かったが、しばらくして思い出していた。追加の課題として、新たに領域掃過を行った。多くの班が黒線追跡のプログラムを改良して取り組んでいた。どの班も想定していたよりも良い結果を出した。総合課題は、これまでの個別課題の技術要素(確定走行、黒線追跡、転回、発音)を盛り込んでいる。4倍のサイズのフィールドを用い、インとアウトの2コースを並走する。

総合課題では、センサの不調などで、途中で脱落する機体が多かった。特にインコースでは、完走するために任務を放棄するグループが多かった。競技結果は、1位の班と4位の班の点差が60点で接戦になった。そのため、大会は非常に盛り上がった。しかし、インコースが完走できなかったため、前半は上位だった班が、後半では点数が伸びなかった。今回の演習では、競技得点だけで順位を出したが、活動得点も含めた方がより適切な評価になると思われる。

アンケートでは、以下のような結果を得た。領域掃過に

については、工夫や苦勞した点への回答から、ランダムな要素を達成するために試行錯誤を行っていたことが伺えた。総合課題についても、クランクでのスピード調整や任務の取捨選択などで検討しながら進めていたようである。また、前回できなかった任務の達成などから、前回の LEGO 講座の経験が活かしていたと推測できる。高校合同については、他の高校と競い合った印象が強く残り、勝敗意識が積極的な意欲を刺激されたと伺える。他に、得点の中間発表や大会形式での課題の採点方法も影響したと思われる。

## 7. 2012 年度の実践

### 7.1 2012 年度 高松第一高校

2012 年度の高松第一高校への LEGO 講座は、6 月に事前講義、8 月に本番演習、10 月に事後総括を実施した。本番演習は、午前午後の約 6 時間である。対象は、1 年生 40 名である。受講者を 8 班に分け、さらに 1 班 5 人を 2 組に分けた。補助学生は、9 人である。

午前は、課題 1「制御構造」と課題 2「図形模走」を実施した。課題 1 では、提示した模範プログラムを実行し、ループや待機の仕組みを理解させた。課題 2 では、熱心に取り組んでいた。特に、V3 地点で回転せずに C2 の曲線を後ろ向きに進むなど、個性的な走行をする組がいた。

午後は、課題 3「黒線追跡」と課題 4「領域掃過」を実施した。課題 3 では、任務要素に苦戦して走行自体ができないユニットが多くいた。そのため、任務のうち停止のみを実装させて走行タイムを縮めるように誘導した。今後は、走行タイムと任務の達成を別々に採点する。また、任務要素の達成は、プログラムの概略を示してパラメタを調整だけにするなど、円滑に進めるために誘導する。課題 4 では、優秀な走行だが早期にリタイアするユニットや、採点を開始してから移動せずに得点をいるユニットがいた。そのため、採点方法を見直す必要がある。

アンケート結果から幾つかの改善点を得られた。事前に予習しておくべきだったという反省が多かった。実際に、演習前に配布資料や LegoWiki を見ている人は少なかった。そのため、分からない点として要素技術を挙げている人が多かった。また、演習の時間不足や追加の課題を要望している受講者が多かった。そのため、演習を円滑に進めるためには、事前の教材に対する予習が必要である。このことから、演習までに配布資料や LegoWiki を確認するように促す必要がある。

### 7.2 2011 年度 福山盈進高校

2012 年度の福山盈進高校への LEGO 講座は、6 月に事前講義、12 月に本番演習を実施した。事後総括は、2013 年 1 月に行う予定である。本番演習は、午前午後の約 6 時間である。対象は、1 年生 30 名である。受講者を 5 班に分け、さらに 1 班 6 人を 2 組に分けた。補助学生は、8 人である。

午前は、課題 1「制御構造」と課題 2「図形模走」を実施した。1 組 3 人で 2 台と、通常より多くの機体を使えるようにしたため、達成までの時間が短縮された。特に、課題 2 では、かなり早い段階でゴール地点までの走行を完成できているグループもいた。

午後は、課題 3「黒線追跡」と課題 4「領域掃過」を実施し、最後を総合的な実技認定とした。課題 3 では、中間目標を設定し、高速化と任務要素の担当に分かれて作業を行っていた。また、任務要素に必要なブロックのみを配置したプログラムを用意した。しかし、任務要素を同時に作成しようとする組もあった。今後は、任務ごとに分けたサンプルを用意する。課題 4 では、各班で様々な手法を取っていた。また、前回の結果から採点方法を改善し、採点の適切性が向上した。総合的な実技認定では、各課題について、改めて最終採点を行った。皆が注目する中での実技認定は盛り上がったが、採点の不手際もあった。今後は、採点状況を確認できるシステムを検討する。

## 8. 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の講座を提案し、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。2008 年度からの教育実践を振り返り、特に、2010 年度と 2011 年度の結果について議論した。今後の課題として、より詳細な分析を試み、以降の教育実践に活かしたい。

## 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).
- 4) 高橋知希, 富永浩之: 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, 教育システム情報学会 第 37 回全国大会, pp.342-343 (2012).
- 5) 加藤聡, 富永浩之: LEGO ロボットを題材とするプログラミング演習の理系高校生への教育実践, 教育システム情報学会 第 35 回全国大会, pp.239-240, (2010).
- 6) 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).
- 7) 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 -プログラミング初心者への導入体験としての授業実践-, 教育システム情報学会 研究報告, Vol.23, No.6, pp.56-63, (2009).

8) 西上明普, 加藤聡, 富永浩之: "LEGO プログラミング演習の理系高校生への教育実践", 電気関係学会四国支部 平成 22 年度 連合大会, p.253, (2010).