

高大連携の導入講座としての LEGO プログラミング演習の支援 - 事後総括の口頭発表とアンケートの分析 -

中井 智己^{†1} 辻 健人^{†1} 花川 直己^{†1} 富永 浩之^{†1}

高大連携の一環として、LEGO ロボット制御とゲーム課題を題材とするプログラミングの導入講座を実施している。事前講義、本番演習、事後総括を含んだ短期集中イベントとして実施する。グループ単位でプロジェクトに取り組み、チーム対抗の競技大会を開催する。本論では、高校への教育実践について、本番演習の実技認定および事後総括の口頭発表について、グループごとの得点状況を考察し、アンケート結果とともに分析する。

Programming Exercises with a LEGO Robot and Game Subjects as Introductory Educational Experience for High School Students - Analysis of Oral Presentation as the Final Report and Questionnaires -

TOMOKI NAKAI^{†1} KENTO TSUJI^{†1}
NAOKI HANAKAWA^{†1} HIROYUKI TOMINAGA^{†1}

We have proposed an educational framework of LEGO exercises with robot control and game projects for introduction to information engineering and programming. LEGO exercises are mainly held for educational short events as joint subjects with high school students. A subject consists of a preparation lecture, an actual group exercise with performance qualification and a post summary with presentation. We carried out an educational practice in a high school. We consider the results of qualification in the actual exercise and presentation in the post summary. We also discuss questionnaires of students.

1. はじめに

近年、高大連携の一環として、高校への出前講座や大学での体験授業が盛んに実施されている。高校生にとっては、大学での授業や研究に関心を高め、進路選択のきっかけとなる重要な機会となっている。本研究でも、高大連携の一環として、LEGO ロボットの制御プログラミングを題材とする体験講座を企画し、幾つかの高校に対して 2008 年度より継続して実施している[1][2]。1 クラス分の高校生に対するグループ演習を 1~3 日の短期イベントとして、基本練習からゲーム課題の競技大会や成果発表までを含めたフレームワークに整理している[3]。また、演習支援の LegoWiki サイトを構築し、LegoWiki に掲載するマルチメディアやシミュレーションのコンテンツを提供している[4][5]。本論では、LEGO プログラミング演習とアンケートを実施し、結果とともに分析する。

2. LEGO プログラミング演習の全体進行

本演習の教材には、LEGO 社と MIT が開発した教育玩具 LEGO Mindstorms を用いる。これまでは、旧版の NXT キットを使用してきたが、2013 年に発売された新版の EV3 キットへの移行を進めている。EV3 マイコンと各種のセン

サやモーターを組み合わせ、自律制御型のロボットを組み立てるものである。PC 上のグラフィカルな開発環境でプログラムを作成し、USB ケーブルで EV3 に転送して実行させる。情報系学科の高大連携であるため、予め規定ロボットを用意し、ゲーム課題に対する制御プログラミングのみを実習する(図 1)。

LEGO 演習は、高校に出張しての事前講義、本学に来校しての本番演習、高校に出張しての事後総括の 3 回に分けて行う(図 2)。事前講義では、規定ロボットの特性、開発環境の利用法などを講義し、本番演習で扱う幾つかのゲーム課題の概要を紹介する。事後総括では、本番演習での取り組み状況と実際の実行結果について、提示資料を基に口頭発表してもらう。最後に、演習全体の総合評価も行う。事前講義と事後総括については、Skype などのビデオ配信による遠隔学習、LegoWiki 上の教材で高校側への委託による自主学習も取り入れている。

本番演習では、4~6 人のグループ単位で、90 分程度のプロジェクトとしてゲーム課題に取り組む。半日で 3~4 の課題を想定している。各課題では、LegoWiki 上のコンテンツとして、ゲームフィールドの図解を提示して得点ルールを説明する。実行デモのシミュレーションやビデオを再生する。必要となる技術項目や到達目標を解説する。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。これにより、ロボットの振舞いを理解し、ゲームの任務要素を

^{†1} 香川大学
Kagawa University

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 G と H の 2 つのユニットに分かれ、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。進捗状況は、作業シート(計画・設計・実験)に記入する。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。

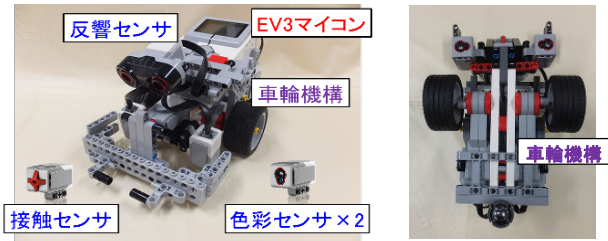


図 1 LEGO 演習の規定ロボット



図 2 LEGO プログラミング演習の全体進行

3. ゲーム課題と作業シート

3.1 ゲーム課題と得点ルール

本番演習で扱うゲーム課題には、接触センサによるイベント駆動と簡単なマルチタスクを実習する「基本制御」、車輪機構によるシーケンシャルな走行制御の「図形模走」、光量センサまたは色彩センサによる近接検知とフィードバック制御の「黒線追跡」、自由な走行アルゴリズムを検討する「領域掃出」などがある。反響センサによる遠隔検知の「目標接近」「目標周回」、手腕機構を取り付けての「障害排除」「荷物運搬」も検討している。

図形模走は、フィールド上で指定された黒線上のコースを確定走行する課題である(図 3)。スタートからゴールまで、ちょうど 15 秒で走破し、ゴール上で停止する。コースは、直線および円周の一部であり、距離・半径・角度を予め測定しておいて、図形をなぞるように走行する。光量センサなどは使わず、左右のモーターの出力パワーと時間で調整する。時間の代わりに、モーターの回転数を使ってもよい。

走行区間や任務の得点などを簡易的にまとめたルール表を提示している。ルール表には、走行区間、走行形式や任務、得点、解説などを提示する。走行区間では、開始点から停止点までで、10 の区間を設定している。走行形式や任務では、その区間で行う動作を提示している。得点では、

その区間の走破や、任務の達成を行うことで加点される値を提示している。解説では、走行形式や任務の攻略に必要な情報を提示している。このルール表は、受講者のルール確認だけでなく、実技審査の際に、審判員が任務や得点の確認にも利用する。

3.2 作業シート

作業シートは、チームの進捗状況を記録し、プロジェクトとしての作業過程を明確にする。作業シートは、計画、設計、実験の 3 つのシートに分かれている。ここでは、課題の 1 つである図形模走を例にして、作業シートの記入について述べる。

図 4(a)の計画シートは、走行区間ごとの戦略を記入するシートである。図形模走での設計シートでは、開始点から停止点までの 10 の区間での攻略法を記入する。例えば、L1 の直線部分の攻略法には、移動ブロックを用いて直線走行するといったようなことを記入する。

図 4(b)の設計シートは、走行区間ごとの走行パラメータを記入するシートである。図形模走の設計シートでは、開始点から停止点までの 10 の区間でのパラメータを記入する。ここでのパラメータは、走行区間の距離などを計測した上で記入する。例えば、L1 の直線部分のパラメータは、モーターのパワー 100 で 2.75 秒走行するといったことを記入する。

図 4(c)の実験シートは、課題の試走を行った時の走行結果を記入する。シートには、試走を行った時間、走行区間ごとに走破できたかどうかのチェック、走行時間、得点を記入する。走行区間のチェック欄は、課題に書いてあるルール表と対応させている。走破できた区間や達成した任務の欄に丸を付けて記録する。図形模走の実験シートでは、10 の走行区間ごとに丸をつけるマス目が用意されている。試走中に区間を走破するごとにその区間に丸を付ける。全ての区間を走破したら、合計の走行時間を記入する。

4. 高大連携の実施内容

2015.08.03(月)から 2015.08.21(金)にかけて、京都田辺高校の工業科内の進学クラスの 1 年生を対象に、LEGO プログラミング演習を行った。日程は、08.03(月)に事前講義、08.04(火)と 08.05(水)に本番演習、08.21(金)に事後総括である。事前講義と事後総括を高校で行い、本番演習を大学で行った。受講者は 35 名であり、本番演習と事後総括の終わりに、アンケートを実施した。

今回は日程の都合上、香川と京都という距離的な事情もあり、一部を高校側でのみ実施した。そのため、事前に高校の教師には大学へ来校してもらい、研修を実施した。事前講義を高校の教師が行い、本番演習における図形模走の説明とプログラムの作成も高校側で行った。大学での本番演習では、高校で作成した図形模走のプログラムを用意し、採点のみ行った。

■ 難易度: 図形模走 L字+3字+任務

左記規定以外の動作はすべて禁止とする。フィールド1(模走)上で、指定された黒線の上のコースを正確に追跡する。コースは、直線および円弧の一部であり、距離・半径・角度をすべて測定して、正確に追跡するように設計する。直線部分の長さは、指定されたフィールドの幅に等しい。円弧部分の半径は、指定されたフィールドの幅に等しい。スタートからゴールまで、ちょうど15秒で通過し、ゴール上で停止する。P1以外のコースの途中で通過したなら、そこで待機する。また、任務として、指定された位置で音を発生させる。進行方向と位置を併せて、2部の実行で、音を発生させる。以下のフィールドは、模走用であり、距離や角度の測定は必要である。テープ幅は、50mmまでの範囲である。

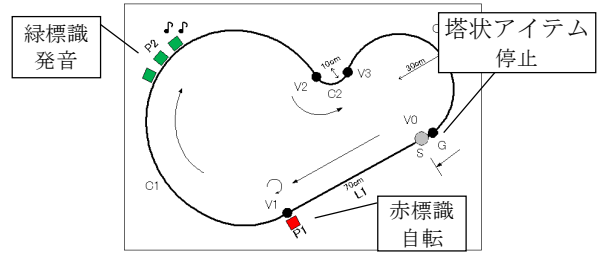
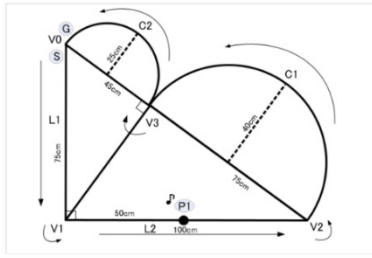


図5 黒線追跡の実技フィールド

区間	形式・任務	得点	解説
V0 S	開始		機体をSの真上に設置 音中の音空で実行を開始
L1	進行線 直進		【移動】で、機体を直進させ、音を調整する。 他の区間より速度を調整し、すべり。
V1	通過点 転向	5点	【移動】で、機体を直進させ、音を調整する。 直前まで直進せよと、機体や機軸が直進する。 V1に到達するまで待機し、左90度の転向が必要である。
L2	進行線 直進	10点	V2に到達するまで待機し、左90度の転向が必要である。
P1	任務点 発音	5+5	【音】で音を発生させる。時間0.1秒とする。 進行中に音発生には【発音待ち】をオフにする。
V2	通過点 転向	15点	V2に到達するまで待機し、左90度の転向が必要である。
V3	進行線 直進	20点	【移動】で、機体の出力と機軸を調整し、音を調整する。
C1	進行線 曲進	25点	【モーター】で右向きに出力を調整し、【ループ】で時間を指定する。
V1	通過点 転向	30点	【モーター】で右向きに出力を調整し、【ループ】で時間を指定する。
C2	進行線 曲進	30点	【モーター】で右向きに出力を調整し、【ループ】で時間を指定する。
V0 G	停止点 停止	15+10+5	15秒での停止を目指す。 10秒曲進し、時間調整が難しいので、直進して調整する。 停止 時間外 5+

図3 図形模走に対するフィールドの図解と得点ルール

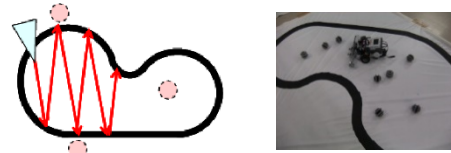


図6 領域掃出のルール概略

5. 本番演習の実施

5.1 実施概要

ゲーム課題として、図形模走、黒線追跡、領域掃出を実施する。図形模走は、直線のコースと曲線のコースを、ユニットで分けて行う。採点を行う際に、各ユニットのプログラムを合わせて完成とする。

黒線追跡は、ひょうたん型の黒線コースを周回するゲーム課題である(図5)。指定された黒線上のコースを光量センサーで検知し、フィードバック制御を行う。また、赤や緑のカラータイルを認識し、任務を実行する。

領域掃出は、黒線の境界内にある球状の障害物を領域外に掃き出すゲーム課題である(図6)。60秒以内に、ランダムに置かれた10個の球状の障害物を領域外に掃き出す。

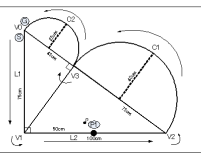
5.2 本番演習の成績

演習の成績は、表1のようになった。図形模走では、すべてのグループが、曲線コースまで行くことができた。これは、高校側でプログラムの作成を行ったため、十分な時間を確保できたためだと考えられる。黒線追跡では、点数が伸び悩んでいるユニットが見られた。理由として、演習が始まった直後は、TAに質問する生徒が少なかったためだと考えられる。領域掃出では、多くのユニットが、得点を取ることができている。理由として、領域掃出のプログラムは黒線追跡のプログラムを基に作成することができるため、理解し易かったためだと考えられる。

5.3 アンケートの実施

本番演習に対するアンケートを、自由記述で行った(表2)。各ゲーム課題に対する自分の活動として、「自分が何をしたか、皆でどう協力したか」、「工夫したこと、苦労したこと」を記入する。LEGO演習に対する感想として、「演習で何を学んだか」や、「演習でわからなかったこと」を記入する。

G00 表1 科目: S000 課題2: 図形模走: 計画シート



概要	攻略	パラメタ	結果
V0 開始	機体をSの真上に設置	音中の音空	音を調整する
L1 進行線	機体を直進させ、音を調整する	音中の音空	音を調整する
V1 通過点	機体を直進させ、音を調整する	音中の音空	音を調整する
L2 進行線	機体を直進させ、音を調整する	音中の音空	音を調整する
P1 任務点	機体を直進させ、音を調整する	音中の音空	音を調整する
V2 通過点	機体を直進させ、音を調整する	音中の音空	音を調整する
V3 進行線	機体を直進させ、音を調整する	音中の音空	音を調整する
C1 進行線	機体を直進させ、音を調整する	音中の音空	音を調整する
V1 通過点	機体を直進させ、音を調整する	音中の音空	音を調整する
C2 進行線	機体を直進させ、音を調整する	音中の音空	音を調整する
V0 G 停止点	機体を直進させ、音を調整する	音中の音空	音を調整する

(a) 計画シート

時刻	担当	G/H		課題2		図形模走		設計シート								
		役割	試走	V0	L1	V1	L2	P1	V2	C1	V3	C2	V0	T	M	
00:00	S000	P000	00	0	開始	直進	転向	直進	発音	転向	曲進	転向	曲進	停止	時間	得点
10:30	S000	P231	1	1	L字部分を攻略、モーターのパワーを100にし、直進距離と転向角度の基準を調べる。各区間の最終調整には、二分法を用いる。											
	S	P			発音の任務は、時間を測定して構えず。曲進部分は、片輪制御で開発する。											
					ひょうたん型、3秒以内に到達する(ラジコン型)、パワー=100、1秒での直進距離を測定。曲進は、2つのモーターの出力を調整する。											

(b) 設計シート

時刻	担当	G/H		課題2		図形模走		実験シート								
		役割	試走	V0	L1	V1	L2	P1	V2	C1	V3	C2	V0	T	M	
00:00	S000	P000	00	00	開始	直進	転向	直進	発音	転向	曲進	転向	曲進	停止	時間	得点
11:30	S000	P234	01	01												10.5
11:32	S000	P231	01	02												15.5
11:35	S000	P231	02	01												20.5
	S	P														5

(c) 実験シート

図4 図形模走の作業シート

5.4 アンケートの結果

基本制御では、ほぼすべての生徒がプログラムを作成していた。基本制御でプログラムを作成しなかった生徒は、その後のゲーム課題でプログラミングを行っていた。プログラムの作成を行うだけでなく、プログラムの作成とメモを取る作業で、役割分担を決めているグループもあった。

図形摸走では、規定の時間通りにゴールするのに苦労していた。また、曲線を走行するためのパラメタの調整に苦戦している生徒が多かった。繊細な動きを実現するために、細かいパラメタの調整を行っていた。

黒線追跡では、黒線から脱線しないようにパラメタを調整することに苦労していた。

領域掃出では、より多くの障害物を掃き出すために、回転で障害物を弾き飛ばしたり、中央から螺旋状に動くようなプログラムを作成しているグループが見られた。

LEGO 演習で学んだこととして、プログラムを作成する際の考え方や、協力して作業を進めることの大切さが挙げられた。演習で分からなかったこととしては、複雑なプログラムの理解の仕方や、マルチタスクが挙げられた。また、

6. 事後総括の実施

6.1 実施概要

事後総括では、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。発表資料の作成には、大学側で用意したテンプレートを用いる。テンプレートには、資料の大まかな構成の指標となる項目や、記述すべき項目が書かれている。

発表の評価は、大学の教員 1 名と、大学生 4 名で行う。「構成」、「表現」、「態度」、「質疑」の 4 つの項目で評価し、1 項目あたりを 5 点満点とする。すべての評価者の得点を合計したものが、事後総括の成績となる。事後総括の成績は、表 3 のようになっている。

6.2 アンケートの実施

事後総括に対するアンケートを、4 択のリッカート尺度法で行い、プログラミング経験や演習中の意欲、演習後の反省点などを評価する(表 4)。アンケートには 8 項目あり、それぞれに対して、得られたデータをまとめていく。全体のデータを、本番演習の成績と事後総括の成績における上位陣と下位陣に分け、分析を行った。

項目 1 で得られたデータとしては、受講者全員が事前知識は殆ど無いということがわかった。LEGO に対する事前知識は殆ど無かったが、成績上位の一部生徒は、BASIC や C 言語を用いたプログラミングを少し経験していた。他にも、外部 Web サイト利用率や Blog の作成経験も、上位勢の方が下位勢より比較的高かった。

項目 2 からは、次のようなデータが得られた。事前に配布した資料は、半分ぐらいの生徒が目を通しての

して、LegoWiki の存在を認識している学生は、非常に少なかった。これより、事前講義などで LegoWiki の存在を強く知らせる必要や、乗っている情報を簡単に教える必要があるということがわかった。

項目 3 から得られたデータは、LegoWiki とデジカメの利用度が低く、それ以外は高くも低くもない結果だった。デジカメの利用度を高める工夫としては、各班にカメラ係を用意するなどの案があがった。

項目 4, 5 からは、授業実施時は、理解しているつものの生徒が多かったが、事後総括時のアンケートでは、理解していないという回答が増加した。ここから、資料作成時に、どんな情報がいつ必要かを演習時に理解していない生徒や、記録を正確にとっておらず時間の経過とともに忘れてしまっている生徒がいることがわかった。生徒の記録を助けるためのものなどがあればもっと良くなるかもしれない。

項目 6 では、全体的に高評価であった。上位層と下位層の差は 0.5 程度で、下位層の評価も高いのが印象的であった。下位層の評価も高いことから、効果的な学習だったと言える。

項目 7 では、下位層は、ソフトウェアの扱いで躓いている生徒が多かった。ソフトウェアの扱い方を噛み砕いたドキュメントを用意する必要があるということがわかった。

項目 8 では、全体的に低評価であった。LegoWiki で評価項目を確認と作業記録の見返しと写真を活用した資料作成の 3 点が特に評価が低かった。対策として、もう少し作業記録の見直しを予め促すような仕組みや工夫が必要であることが分かった。

表 1 本番演習の成績

ユニット	図形摸走	黒線追跡	領域掃出	合計	成績
G1	45	85	140	270	上位
H1	45	105	165	315	上位
G2	50	12	120	182	上位
H2	50	6	136	192	上位
G3	25	37	156	218	上位
H3	25	0	33	58	下位
G4	25	39	171	235	上位
H4	25	0	156	181	下位
G5	30	0	130	160	下位
H5	30	6	90	126	下位
G6	55	0	110	165	下位
H6	55	12	80	147	下位
G7	45	9	120	174	下位
H7	45	9	90	144	下位
G8	20	85	140	245	上位
H8	20	29	140	189	上位

表2 本番演習に対するアンケート項目

<ul style="list-style-type: none"> ● 課題1 基本制御 <ul style="list-style-type: none"> ・ 自分が何をしたか、皆でどう協力したか ・ 工夫したところ、苦労したところ ● 課題2 図形摸走 <ul style="list-style-type: none"> ・ 自分が何をしたか、皆でどう協力したか ・ 工夫したところ、苦労したところ ● 課題3 黒線追跡 <ul style="list-style-type: none"> ・ 自分が何をしたか、皆でどう協力したか ・ 工夫したところ、苦労したところ ● 課題4 領域掃出 <ul style="list-style-type: none"> ・ 自分が何をしたか、皆でどう協力したか ・ 工夫したところ、苦労したところ ● LEGO 演習 <ul style="list-style-type: none"> ・ 演習全体で何を学んだか ・ 演習で分からなかったところ ・ 演習の要望 ・ 香川大学の印象
--

表3 事後総括の成績

班	構成	表現	態度	質疑	合計	成績
K01	19	18	19	14	70	下位
K02	22	27	29	23	101	上位
K03	18	16	21	13	68	下位
K04	23	20	21	24	88	上位
K05	22	17	20	18	77	下位
K06	20	25	26	21	92	上位
K07	21	20	22	15	78	下位
K08	21	25	26	21	93	上位

表4 事後総括に対するアンケートの分析

	質問内容	全体	本番演習		事後総括	
			上位	下位	上位	下位
1	受講前に、以下の経験がありましたか	3.27	2.93	3.59	3.13	3.43
1	LEGO Mindstorms の組立や操作	3.39	3.20	3.56	3.18	3.64
2	LEGO Mindstorms のプログラミング	3.55	3.27	3.81	3.35	3.79
3	LEGO 以外のロボット教材	3.45	3.13	3.75	3.24	3.71
4	コンピュータ関係の課外活動	3.29	2.93	3.63	3.29	3.29
5	BASIC 言語や C 言語でのプログラミング	2.68	2.00	3.31	2.59	2.79
6	Wiki ページへの書込み	3.39	3.07	3.69	3.18	3.64
7	Twitter への書込み	2.94	2.80	3.06	2.82	3.07
8	Blog への書込み	3.45	3.00	3.88	3.41	3.50
2	演習の前日までの準備	2.87	2.58	3.13	2.82	2.92
1	事前に、配布された解説書を読んだ	2.61	2.27	2.94	2.71	2.50
2	事前に、LegoWiki のページを見ていた	3.35	3.00	3.69	3.59	3.07
3	LEGO Mindstorms の操作方法が理解できた	2.74	2.73	2.75	2.53	3.00
4	LEGO 演習の課題内容を確認していた	2.71	2.27	3.13	2.47	3.00
5	事前に、グループ内で課題について話し合った	3.03	2.80	3.25	3.00	3.07
6	役割分担を事前に決めた	2.52	2.27	2.75	2.59	2.43
7	Lego について事前に調べた	3.10	2.73	3.44	2.88	3.36

7. おわりに

高大連携の一環として、LEGO ロボット制御とゲーム課題を題材とするプログラミング導入の体験講座を提案している。各種センサによるイベント駆動などの技術項目を盛り込んだゲーム課題を実施した。また、演習での取組み状況と実際の実行結果について、提示資料を基に口頭発表も行った。

アンケートの結果、LEGO 演習がプログラミング導入の体験講座において効果的な学習であることが伺えた。今後は、ソフトウェアの扱い方を噛み砕いたドキュメントの作成や、作業記録の見直しを支援するシステムの作成を行う。

参考文献

- 1) 加藤聡, 富永浩之, "LEGO ロボットを題材とする導入体験としてのプログラミング演習の実践", JSiSE 研究報告, Vol.23, No.3, pp.23-28 (2008).
- 2) 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)
- 3) 富永浩之, 加藤聡, "LEGO ロボットの制御をゲーム題材とするプログラミング演習のフレームワーク", 信学技報, Vol.109, No.163, pp.31-38 (2009).
- 4) 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)
- 5) 高橋知希, 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の支援 -高大連携のLEGO 講座における遠隔学習の検討-", JSiSE 研究報告, Vol.28, No.2, pp.113-120 (2013)

3	グループでの話し合いや作業の記録	2.58	2.37	2.79	2.27	2.96
1	課題に取り組む前に、グループ内で、進行や分担の計画を立てた	2.19	2.00	2.38	1.88	2.57
2	演習中に、残り時間を考えて、何を優先するか、どこまで目指すかを調整した	2.35	2.13	2.56	1.88	2.93
3	計画シートに攻略法を記入した	2.61	2.27	2.94	2.18	3.14
4	作業中に LegoWiki を確認した	3.06	2.87	3.25	3.06	3.07
5	活動状況が分かるよう、デジカメで写真を撮影した	3.16	3.07	3.25	3.12	3.21
6	ゲーム課題がたくさんあり、楽しかった	2.26	2.20	2.31	1.71	2.93
7	紙に書いた資料より、Web 上のアニメーション資料が分かりやすかった	2.45	2.27	2.63	2.06	2.93
8	指導学生に積極的に質問した	2.58	2.13	3.00	2.29	2.93
4	机班でプログラムを作成していたとき	2.42	2.26	2.58	2.05	2.88
1	制御ブロックの動作を理解して、プログラムを行った。	2.23	2.20	2.25	1.88	2.64
2	曲進走行やセンサ検知の仕組みを理解して、プログラムを行った	2.45	2.20	2.69	1.94	3.07
3	計算による予測や二分法など、直観だけに頼らず、数理的にパラメタを考えた	2.58	2.33	2.81	2.00	3.29
4	床班からの報告を受けて、プログラムの修正に活かした	2.35	2.07	2.63	2.06	2.71
5	プログラムの概要や設定したパラメタを設計シートに記入した	2.52	2.40	2.63	2.18	2.93
6	プログラムの名前やバージョンを変えて、こまめに保存した	2.58	2.47	2.69	2.29	2.93
7	机班の中で、分担や相談がうまくできていた	2.26	2.13	2.38	2.00	2.57
5	床班で動作実験をしていたとき	2.30	2.15	2.44	2.00	2.66
1	机班から修正点を聞いて、結果を予測しながら、動作実験を行った	2.39	2.27	2.50	1.94	2.93
2	床班の中で、分担や相談がうまくできていた	2.32	2.33	2.31	2.00	2.71
3	結果を正しく測定できるよう、メジャーやマーカーなどの器具をうまく使った	2.23	2.07	2.38	2.00	2.50
4	動作実験の記録を、しっかり実験シートに残した	2.32	2.20	2.44	2.12	2.57
5	動作実験の結果を、素早く机班に伝えた	2.23	1.87	2.56	1.94	2.57
6	課題を終えて	1.91	1.64	2.16	1.68	2.19
1	作ったプログラムが実際にロボットの動作として実行されるのが面白かった	1.74	1.47	2.00	1.41	2.14
2	設問を1つずつクリアしていくことで、最終目標への道が意識できた	2.00	1.67	2.31	1.76	2.29
3	何度もパラメタを変えて、やっと正しく動作したとき、達成感が得られた	1.74	1.53	1.94	1.65	1.86
4	得点ルールを考慮し、勝敗を意識して取り組んだ	2.26	1.87	2.63	1.94	2.64
5	グループ内の協力と分担が重要だと思った	1.61	1.33	1.88	1.47	1.79
6	プログラミングへの興味が湧いた	1.77	1.67	1.88	1.71	1.86
7	機会があれば、また LEGO 演習を受講したい	2.03	1.67	2.38	1.76	2.36
8	香川大学工学部への興味が深まった	2.13	1.93	2.31	1.76	2.57
7	反省	2.61	2.35	2.86	2.65	2.57
1	事前にもっと予習しておくべきだった	2.26	1.67	2.81	2.18	2.36
2	事前に立てた計画通りに実行できなかった	2.26	2.00	2.50	2.24	2.29
3	時間が足りなくて、中途半端になった	2.10	1.93	2.25	2.24	1.93
4	思った通りに動かないことが多く、いやになった	2.61	2.53	2.69	2.59	2.64
5	同じことの繰返しが多く、だんだん飽きてきた	2.97	2.80	3.13	2.94	3.00
6	自分が何をしようか分からず、積極的に参加できなかった	3.06	2.80	3.31	3.12	3.00
7	ソフトウェアの操作方法が分からず、思い通りにできなかった	3.03	2.73	3.31	3.24	2.79
8	発表について	2.76	2.71	2.81	2.53	3.06
1	事後に、LegoWiki のページで評価を確認した	2.97	2.80	3.13	2.71	3.31
2	事後に、各種シートなど、作業記録を見返した	2.87	2.60	3.13	2.59	3.23
3	演習中に撮影した写真を活用した	3.27	3.20	3.33	3.06	3.54
4	発表資料のテンプレートが役に立った	2.50	2.60	2.40	2.18	2.92
5	グループ内で、課題の結果の分析を話合った	2.20	2.33	2.07	2.12	2.31