

実践ロボット教室の日数の分析

Analyses of the number of days for a practical robotics class

八尋 博士* ・ 仲島 浩紀* ・ 勝美 芳雄** ・ 清水 益治**
Hiroshi Yahiro, Hiroki Nakajima, Yoshio Katsumi, Masuharu Shimizu

本研究の目的は、ロボット教室の開催に必要な日数について検討し、今後の教室の開催に資する資料を提供することであった。2016年度に実施した4日間の教室、2017年度に実施した2日間の教室および2018年度に実施した1日の教室の参加者に対して行ったアンケートの結果を比較した。たった1日の教室でもプログラムを組んでロボットを動かす力が身につくことが明らかになった。2020年度から施行される小学校学習指導要領の総則の「プログラミング」と総合的な学習の時間の「探求的な学習」に関する記述に関連付けて議論した。

はじめに

本研究の目的は、ロボット教室の開催に必要な日数について検討することで、今後のロボット教室の開催に資する資料を提供することである。

我々は過去5回にわたり、帝塚山ロボット教室を開催してきた。その中で、開催の中心的役割を果たした大学生が何を学んだのか（清水ら、2017a）、教室に参加した小学生は何を学んだのか（清水ら、2017b）を明らかにしてきた。具体的には、清水ら（2017a）は大学生が(1)ロボットを組み立てたり、目的に応じてロボットを組み立て直す能力、(2)プログラムを組んでロボットを動かしたり、WRO（World Robot Olympiadの略。自律型ロボットによる国際的なロボットコンテスト）の大会で求められるプログラムを組む能力、(3)ロボットの組み立てやプログラミングを小学生に教える能力、(4)協力して、ロボット教室を企画し、準備し、さらに運営する能力、が身についたことを明らかにした。清水ら（2017b）では、小学生にロボットを組み立てること、プログラムを組んでロボットを動かすことなど様々な力が身についたことを明らかにした。また、教室開催後、参加者たちの何人かは地域のロボットの大会で優秀な成績を残し、全国大会に出場するチームが出るなどの成果を得た。

ところで、この実践では4日間（①6月11日、②6月18日、③7月9日、④7月16日。いずれも14:00～17:00）にわたり教室を開催し、全日程参加可能な者を募集した。その結果、約60名の応募者があり、抽選で20名に絞った。加えて当日に欠席者が出るなど、最終のアンケートまで参加できたのは16名だけであった。参加を希望したが、最後まで参加できたのは1/4程度と、参加できなかった者の方が明らかに多かったのである。

* 帝塚山中学 高等学校 教諭

* 帝塚山中学 高等学校 教諭

** こども学科 教授

** こども学科 教授

4 日間にわたる教室に全て参加するためには、それに参加する小学生だけでなく保護者も予定を空けないといけない。これにはかなりの負担があるかもしれない。短期間で類似の力が身につくのであれば、参加する小学生だけでなく保護者にとっても助かるであろう。では、ロボット教室を開催するのは、どのくらいの日程が適当なのであろうか。このことを検討するために、従来の実践研究で示されている開催日程を調べた。その結果が表1である。この表は清水ら(2017a)に示した表に最右列の日程欄を加えたものである(日程が明記されていなかった論文は表からはのぞいた)。

表1. 小学生を対象としたロボットを用いた教育に関する研究(*)

| 著者 | 出版年 | 誰が | 誰に | 何を | 特徴 | 評価 | 日程 |
|-------|------|-----------------------------|---------------------|-------------------------------|---|------------------------------|------------|
| 金田ら | 1999 | 高専のクラブの部員 | 小学生 | ロボット製作+試合 | | アンケート(選択式と自由記述式) | 1日 |
| 金田ら | 2000 | 工学を目指す学生 | 親子(小学生) | ロボット作り(プログラミングはなし) | 大学+社会教育施設 | 親子にアンケート | 2日 |
| 岩本・水谷 | 2001 | | 小学生 | 教育用ロボットの組み立てとひらがなによる制御言語の取得 | ロボットの開発と言語の開発 | | 1日 |
| 海野ら | 2002 | 高専の学生 | 小学生 | モーターで動くおもちゃ。ハンダ付けあり | ロボット製作実習の一環として | 小学生にアンケート。学生の態度も変化したと言及あり | 2日 |
| 吉富ら | 2002 | 高専教員 | 中学生(6)、小学生(1)、大人(1) | レゴロボット製作+プログラミング | 指導内容を詳細に記述 | 参加者へのアンケート | 2日 |
| 山島ら | 2005 | 大学生 | 小学生 | レゴロボット製作+プログラミング | 大学生が支援するロボット講座。大学生は授業としてプログラミングをあらかじめ学ぶ | 小学生と保護者へのアンケート。学生からのレポート | 1日 |
| 金田 | 2006 | 高専の教員 | 小学校教員子ども | ロボット作り(プログラミングはなし)モーター二つで動くもの | 工作キットの開発 | | 1日 |
| 岩本ら | 2006 | 小学校教員(大学教員がサポート) | 小学生 | ロボット教材、調光装置、プログラミング(独自ソフト) | 造形遊びから技術教育へ | | 3日 |
| 川上ら | 2006 | 高専教員。中学校教員は管理人として参画。補助学生あり。 | 中学生 | レゴロボット製作+プログラミング | 準備段階から詳述 | 参加した中学生へのアンケート | 8日(10回) |
| 川上 | 2006 | 高専教員。補助学生。 | 小学生、中学生(日付が違う) | レゴロボット製作+プログラミング | 準備段階から詳述 | 参加した中学生へのアンケート | 2日または1日 |
| 川上ら | 2007 | 高専学生 | 中学生 | 自立ロボット作りとプログラミング | 自立ロボット・プログラム用ソフト(開発したもの) | | 1日 |
| 畠山ら | 2007 | 教員1、事務職員1、学生指導員15 | 小学生 | ロボット作り | 低学年でも可能な工作として位置づけ | | 1日 |
| 宮川ら | 2007 | 教員、院生 | 小学生、中学生 | ロボット教材の製作とプログラミング | 35回の授業計画を最終的に立案 | 事前、事後のアンケート(小学生、中学生独立の教室を実施) | 1日 |
| 佐藤 | 2007 | 小学校教員 | 小学生 | プログラミング | 学習設計として指導略案あり | 感想を書かせて評価 | 13時間(約1か月) |
| 栃尾・木村 | 2007 | 大学生・社会人(いずれもボランティア) | 小学生 | ロボットの作成と改造。大会(ロボコン)あり | ロボコンの運営 | アンケート | 1.5時間×10週 |
| 佐藤 | 2007 | 小学校教員 | 小学生 | 疑似フィッシング体験。アプリ作り。チャット体験 | | 毎時ふりかえり(感想)を書かせ、フィードバック。 | 45分×7回 |
| 福田ら | 2008 | 教員を目指す大学生、中学生 | 小学生 | レゴロボット製作+プログラミング | 大学生と中学生が協同 | 小学生と保護者へのアンケート | 3日 |
| 今井ら | 2009 | 工学部学生+工業高校専攻科学生 | 小学生 | ロボット作り(プログラミングはなし) | 各地で。ロボコンの開催 | | 2日または1日 |
| 伊藤ら | 2009 | 高専学生(補助スタッフ) | 小学生・中学生(8:2) | 自律型掃除ロボットの作成とプログラミング | 200名単位で大規模。フォーアップも実施 | 参加者と保護者にアンケート | 1日 |
| 福田ら | 2009 | 教員を目指す大学生、中学生 | 小学生 | レゴロボット製作+プログラミング | 大学生と中学生が共同 | WROの大会出場 | 3日 |
| 奥本ら | 2009 | 高専教員。学生 | 小学生 | ロボットの組み立て、プログラミング、ロボコンの開催 | 小学生自身がロボコンを企画・立案し、運営を行う | アンケート(選択式と自由記述式) | 30時間 |
| 福田ら | 2010 | 教員を目指す大学生、中学生 | 小学生 | レゴロボット製作+プログラミング | 大学生と中学生が協同3年間のまとめ | 小学生と保護者へのアンケート | 3日 |
| 川田ら | 2012 | 教育学部技術・情報系コースの学生+同専攻修士課程の学生 | 幼稚園児・小学生 | レスキューロボット作り(プログラミングはなし) | 工作教室の位置づけ | 保護者へのアンケート | 3日(各2.5時間) |
| 大西・森 | 2013 | 教育学部技術教育専修の学生 | 小学生 | NXTの作成とプログラミング | | 小学生へのアンケート | 1日(3時間) |
| 小林ら | 2013 | 工学部学生 | 小学生(親子) | ロボット工作、プログラミング | 大学、就活塾、学童保育が協同で実施した | | 1日 |
| 菊池ら | 2013 | 教員1、院生2、学部生4 | 小学生 | TJ3のプログラミング | TJ3を選んだ理由の詳細 | 小学生へのアンケート事前事後 | 3時間 |
| 山崎ら | 2014 | 高専の学生 | 小学生 | ロボットの分解・組み立て | 高専学生の効果測定 | 高専生へのアンケート | 2日 |
| 平間ら | 2014 | 教員1、院生1、学部生8 | 小学生 | NXTのプログラミング | NXTを選んだ理由の詳細 | 小学生へのアンケート事前事後 | 1日 |
| 花鳥ら | 2015 | 常勤職員学生指導員 | 小中学生 | 教材ロボットの組み立て | | 参加申込書の分析 | 2~3時間 |

(*)清水ら(2017)の表に「日程」の列を加えて作成。

この表から次の3つのことが明らかになった。①1日で開催している教室が多い（金田ら, 1999; 岩本・水谷, 2001; 山島ら, 2005; 金田, 2006, 川上ら, 2007; 畠山ら, 2007; 宮川ら, 2007; 伊藤ら, 2009; 大西・森, 2013; 小林ら, 2013; 菊池ら, 2013; 平間ら, 2014; 花島ら, 2015）。②2日で開催している教室（金田ら, 2000; 海野ら, 2002; 吉富ら, 2002; 川上, 2006; 今井ら, 2009; 山崎ら, 2014）や3日以上かけて教室（岩本ら, 2006; 川上ら, 2006; 佐藤, 2007; 栃尾・木村, 2007; 佐藤, 2007; 福田ら, 2008, 2009, 2010; 奥本ら, 2009; 川田ら, 2012）もある。③日程は教室の内容によるものであり、日数が多いほど、充実した内容を指導している。

さて、このような従来の実践研究を受けて我々は、指導内容を厳選し、昨年度は2日間で、さらに今年は1日で開催した。そして3年間を通じて全く同じ尺度を用いて効果を測定した。同じ尺度で効果を測定することにより、3者の比較が可能になる。

方法

1. 参加者

参加人数は表2の通りであった。平成28年度は16名だけだったが、平成29年度は42名（実際には2名が欠席だったので40名）、平成30年度は39名と、日数が短いと多くの参加者を受け入れることができる。

表2. 実践ロボット教室の参加者数

| | 平成28年度 | 平成29年度 | | 平成30年度 | |
|-----|--------------|------------|------------|------------|------------|
| | | 1回目 (a) | 2回目 (b) | 1回目 (a) | 2回目 (b) |
| 小学生 | 16 (小5、小6) | 20 (小5、小6) | 22 (小5、小6) | 19 (小5、小6) | 20 (小5、小6) |
| 中学生 | 12(中1)+1(高2) | 12 (中1) | 12 (中1) | 12 (中1) | 12 (中1) |
| 大学生 | 6 | 10 | | 12 | |

2. 教室の概要

表3は、帝塚山ロボット教室の日時、場所、使用備品、内容を示したものである。平成28年度と29年度・30年度は、使用備品は違うものの、内容的にはほぼ同じであった。

表3. 教室の概要（日時、場所、使用備品、内容）

| | 平成28年度 | 平成29年度 | 平成30年度 |
|------|--|--|--------------------------------------|
| 日時 | ①6/11 14時～17時 ②6/18 14時～17時 ③7/9 14時～17時 ④7/16 14時～17時 | (a) 6/10土、7/8土 (b) 6/17土、7/22土 いずれも14時～17時 | (a) 6/3土 (b) 6/10土 いずれも10時～16時 |
| 場所 | 帝塚山中学校・高等学校物理実験室 | | |
| 使用備品 | ロボット NXT(教育用レゴマインドストーム) ソフトウェア NXT ソフトウェア 2.1.6 | ロボット EV3 (教育用レゴマインドストーム) ソフトウェア EV3 ソフトウェア | |
| 内容 | ①NXTを使い、組み立て方を学ばせると共に、ソフトウェアの使い方として順次処理を学ばせた。②タッチセンサー、光センサー、反復処理、分岐処理を指導した。③ライントレース、複雑なプログラムを学ばせ、ロボット大会 WRO ベーシックコースの課題に触れさせた。④コース課題に合わせてロボットを改造させ、WRO ベーシックの模擬大会に参加させた。 | EV3を使い、モーター制御、光センサー、タッチセンサーの使い方を学ばせた。前半は「ロボットを作って動かす」をテーマに、ロボットづくりと簡単なプログラムを、後半は「ロボットを考えて動かす」をテーマにセンサーを使ったプログラムやライントレースを指導した。最後にロボット大会 (WRO) のコースの一部を使って競争をさせた | |

3. 平成 30 年度の目標、流れ、学習内容

(1) 午前の部 <ロボットを作って動かす>

【目標】 ①この教室でのロボットの定義（「感じる」「考える」「動く」）を理解する。②ばらばらのパーツの状態からロボットの組み立てができる。③プログラムの基礎である 3 要素のうち「順次処理」「反復処理」をプログラムできる。

【流れ】

10:00 教室の説明と全体の注意

アイスブレイキングを目的として自己紹介「〇〇の隣の△△です。〇〇の隣の△△の隣の□□です。・・・」を行った。

10:15 ロボット教室 開始

①ロボットの定義とは？ ②感じる 考える 動く。③ロボット教室でのロボットの説明。④EV3（センサー、プログラム、モータ）。⑤ロボットを組み立てよう。⑥手順書に従って作成（トレーニングロボット）。

11:15 休憩

11:25 後半開始

①プログラムについて。②前進、後進、回転(90°)、四角形

12:30 お昼

【学習内容】 ①ロボットの定義（「感じる」「考える」「動く」の3つの要素）。②ロボットの組み立て方。③EV3 ソフトウェアの使い方。④「順次処理」「反復処理」「分岐処理」を利用したプログラム。

指導に使用したパワーポイントの一部を図 1 に示す。



図 1. 午前の部の指導に用いたパワーポイントの一部

(2) 午後の部 <ロボットを考えて動かす>

【目標】 ① 3要素「順次処理」「反復処理（繰り返し）」「分岐処理（if文）」のプログラムができる。②タッチセンサー、カラーセンサーが使えるようになる。③複雑なプログラムを組むことができる。（タッチセンサーを使いながらラインレース）。

【流れ】

13:15 ロボット教室 開始

午前のまとめ（ロボットの定義、プログラムの三要素、 順次処理 反復処理（繰り返し））

13:30 午後のロボット教室

①タッチセンサーを利用したプログラム、②タッチセンサー取り付け、③もしも壁にぶつかれば（分岐処理のプログラム）、④繰り返して動作する（反復処理のプログラム）

14:30 休憩

14:40 後半開始

①光センサーを利用したプログラム。②光センサー取り付け。③グレースケール（分岐+反復）。④応用課題（ラインレース（黒線に沿って動作）、ながらラインレース（タッチセンサーを使いながらラインレース））、⑤WRO のコースに挑戦。

15:45 本日のまとめ

①プログラムの三要素（順次処理 反復処理 分岐処理）②修了書配布

【学習内容】 ①タッチセンサー、カラーセンサーの使い方。②ラインレース。③複雑なプログラム『繰り返し（タッチ）の中に繰り返し（ラインレース）があるプログラム（2重 loop）』。④WRO コースで難しいラインレース。

指導に使用したパワーポイントの一部を図2に示す。



図2. 午後の部の指導に用いたパワーポイントの一部

4. 効果の測定

3年間、ほぼ同じアンケートで教室の効果を測定し続けてきた。そのアンケートの様式を示したものが図3である。アからシの12項目について5段階で評定を求めた（平成28年度のみ、これらの12項目に加えて、「うまく動くようにロボットを組み立て直すこと」という項目があった）。図3に示す評定に加えて、「終わった今」のところを、「参加する前は」として同様の評定を回顧的に求めた。統計的分析には STATISTICA ver.13 (TIBCO) を用いた

| 参加者アンケート | | おもて | | | | |
|---|-----------------------------------|--------------------------------------|-----------------------|---------------------------------|----------------------------|---|
| ロボット教室が終わりました。 ロボット教室が終わった今、次のことがどれくらいできますか。 1から5の数字のどれか一つに○を付けてください。 | | | | | | |
| | | ま っ た く で き な い | 少 し で き る | ま あ ま あ で き る | 完 全 に で き る | 他 の 人 に 教 え ら れ る |
| ア | ア. ロボットを組み立てること | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| イ | イ. プログラムでロボットを前進させること | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| ウ | ウ. プログラムでロボットを後進させること | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| エ | エ. プログラムでロボットを回転させること | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| オ | オ. ループを使ってプログラムをくり返すこと | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| カ | カ. タッチセンサーを使って、かべに当たったらロボットを止めること | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| キ | キ. カラーセンサーを使って、黒い線でロボットを止めること | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| ク | ク. カラーセンサーを使って、ある高さの線でロボットを止めること | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| ケ | ケ. ライントレースができるようにプログラムを組むこと | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| コ | コ. WROのコースにそってロボットを走らせること | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| サ | サ. 初めての友だちと話しをすること | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| シ | シ. 友だちと協力してプログラムを組むこと | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |

図3. 効果の測定に用いたアンケートの一部

結果

表4は、3年間の評定結果を示したものである。人数が表1と異なるのは、最後まで参加せず早く帰るなど、アンケートに回答しなかった者がいたためである。項目ごとに3（年度；平成28年度、29年度、30年度）×2（時期；終わった今、参加する前）の分散分析を行った（時期は被験者内要因）。全ての項目で「時期」の主効果が有意であり、「終わった今」の平均値が「参加する前」の平均値よりも有意に高かった。「イ. プログラムでロボットを前進させること」「ウ. プログラムでロボットを後進させること」「シ. 友だちと協力してプログラムを組むこと」では「時期」の主効果が有意であった。LSD法を用いて事後検定を行ったところ、「イ. プログラムでロボットを前進させること」で

は平成 28 年度と 29 年度が平成 30 年度よりも、「ウ. プログラムでロボットを後進させること」では平成 28 年度が平成 30 年度よりも、「シ. 友だちと協力してプログラムを組むこと」では 29 年度が 28 年度と 30 年度よりも平均値が高かった。

表 4. 年度別にみた評定平均値とその検定結果

| | | 平成30年(1日で実施) | | 平成29年(2日で実施) | | 平成28年(4日で実施) | | 検定結果 |
|-----------------------------------|------|--------------|-------|--------------|-------|--------------|-------|-------------------|
| | | 終わった今 | 参加する前 | 終わった今 | 参加する前 | 終わった今 | 参加する前 | |
| ア. ロボットを組み立てること | N | 35 | 33 | 37 | 36 | 16 | 16 | 今>前 |
| | Meam | 3.6 | 2.5 | 4.1 | 3.2 | 3.9 | 3.0 | |
| | SD | 0.8 | 1.4 | 0.8 | 1.3 | 1.1 | 1.7 | |
| イ. プログラムでロボットを前進させること | N | 35 | 33 | 37 | 36 | 16 | 16 | 今>前 29・28年>30年 |
| | Meam | 3.7 | 2.0 | 4.2 | 2.5 | 4.4 | 2.6 | |
| | SD | 0.9 | 1.3 | 0.8 | 1.4 | 0.7 | 1.7 | |
| ウ. プログラムでロボットを後進させること | N | 35 | 33 | 36 | 36 | 16 | 16 | 今>前 28年>30年 |
| | Meam | 3.5 | 1.9 | 4.0 | 2.4 | 4.4 | 2.6 | |
| | SD | 1.0 | 1.3 | 0.9 | 1.4 | 0.7 | 1.7 | |
| エ. プログラムでロボットを回転させること | N | 35 | 32 | 37 | 36 | 16 | 16 | 今>前 |
| | Meam | 3.7 | 1.8 | 3.9 | 2.1 | 4.1 | 2.3 | |
| | SD | 0.8 | 1.3 | 0.8 | 1.2 | 0.9 | 1.6 | |
| オ. ループを使ってプログラムをくり返すこと | N | 34 | 33 | 36 | 35 | 16 | 16 | 今>前 |
| | Meam | 3.8 | 1.8 | 3.9 | 2.0 | 3.8 | 1.9 | |
| | SD | 0.9 | 1.3 | 0.8 | 1.3 | 1.0 | 1.5 | |
| カ. タッチセンサーを使って、かべに当たったらロボットを止めること | N | 35 | 33 | 37 | 36 | 15 | 16 | 今>前 |
| | Meam | 3.7 | 1.7 | 3.8 | 1.9 | 3.9 | 2.0 | |
| | SD | 0.8 | 1.2 | 0.8 | 1.1 | 1.1 | 1.5 | |
| キ. カラーセンサーを使って、黒い線でロボットを止めること | N | 35 | 33 | 37 | 36 | 16 | 16 | 今>前 |
| | Meam | 3.6 | 1.7 | 3.7 | 1.8 | 3.6 | 1.8 | |
| | SD | 0.8 | 1.2 | 0.9 | 1.1 | 1.1 | 1.3 | |
| ク. カラーセンサーを使って、あるこさの線でロボットを止めること | N | 35 | 33 | 37 | 36 | 16 | 16 | 今>前 |
| | Meam | 3.4 | 1.6 | 3.4 | 1.7 | 3.6 | 1.8 | |
| | SD | 1.0 | 1.1 | 1.0 | 1.1 | 1.2 | 1.2 | |
| ケ. ライントレースができるようにプログラムを組むこと | N | 35 | 33 | 37 | 36 | 16 | 16 | 今>前 |
| | Meam | 3.2 | 1.5 | 3.4 | 1.6 | 3.6 | 1.8 | |
| | SD | 0.9 | 1.0 | 0.9 | 1.1 | 1.1 | 1.3 | |
| コ. WROのコースにそってロボットを走らせること | N | 33 | 33 | 36 | 36 | 16 | 16 | 今>前 |
| | Meam | 3.1 | 1.4 | 3.1 | 1.5 | 2.9 | 1.5 | |
| | SD | 1.0 | 0.8 | 1.0 | 0.9 | 1.2 | 1.1 | |
| サ. 初めての友だちと話しをすること | N | 35 | 33 | 37 | 36 | 16 | 16 | 今>前 |
| | Meam | 3.6 | 3.1 | 3.9 | 3.3 | 3.2 | 2.8 | |
| | SD | 1.0 | 1.2 | 0.8 | 1.1 | 1.3 | 1.4 | |
| シ. 友だちと協力してプログラムを組むこと | N | 35 | 33 | 37 | 36 | 16 | 16 | 今>前 29年>30・28年 |
| | Meam | 3.7 | 2.5 | 3.9 | 3.1 | 3.7 | 2.1 | |
| | SD | 1.0 | 1.3 | 0.7 | 1.0 | 1.3 | 1.4 | |

表 5. グループ別にみた評定平均値

| | | 平成30年(1日で実施) | | 平成29年(2日で実施) | | 平成28年 (4日で実施) N=16 |
|-----------------------------------|-------|--------------|-------------|--------------|-------------|--------------------------|
| | | 1回目 N=19 | 2回目 N=16 | 1回目 N=17 | 2回目 N=20 | |
| ア. ロボットを組み立てること | 終わった今 | 3.6 | 3.7 | 4.1 | 4.1 | 3.9 |
| | 参加する前 | 2.5 | 2.6 | 2.9 | 3.4 | 3.0 |
| イ. プログラムでロボットを前進させること | 終わった今 | 3.7 | 3.8 | 4.2 | 4.2 | 4.4 |
| | 参加する前 | 2.1 | 1.8 | 2.6 | 2.4 | 2.6 |
| ウ. プログラムでロボットを後進させること | 終わった今 | 3.5 | 3.5 | 4.2 | 3.9 | 4.4 |
| | 参加する前 | 2.1 | 1.7 | 2.5 | 2.3 | 2.6 |
| エ. プログラムでロボットを回転させること | 終わった今 | 3.7 | 3.7 | 3.9 | 3.8 | 4.1 |
| | 参加する前 | 1.9 | 1.8 | 2.0 | 2.2 | 2.3 |
| オ. ループを使ってプログラムをくり返すこと | 終わった今 | 3.6 | 3.9 | 3.9 | 3.8 | 3.8 |
| | 参加する前 | 1.9 | 1.6 | 1.8 | 2.2 | 1.9 |
| カ. タッチセンサーを使って、かべに当たったらロボットを止めること | 終わった今 | 3.7 | 3.6 | 3.8 | 3.8 | 3.9 |
| | 参加する前 | 1.8 | 1.6 | 1.5 | 2.2 | 2.0 |
| キ. カラーセンサーを使って、黒い線でロボットを止めること | 終わった今 | 3.6 | 3.6 | 3.7 | 3.8 | 3.6 |
| | 参加する前 | 1.8 | 1.6 | 1.5 | 1.9 | 1.8 |
| ク. カラーセンサーを使って、あるこさの線でロボットを止めること | 終わった今 | 3.6 | 3.3 | 3.4 | 3.5 | 3.6 |
| | 参加する前 | 1.7 | 1.5 | 1.5 | 1.9 | 1.8 |
| ケ. ライントレースができるようにプログラムを組むこと | 終わった今 | 3.2 | 3.3 | 3.3 | 3.5 | 3.6 |
| | 参加する前 | 1.4 | 1.5 | 1.3 | 1.9 | 1.8 |
| コ. WROのコースにそってロボットを走らせること | 終わった今 | 2.9 | 3.3 | 3.0 | 3.2 | 2.9 |
| | 参加する前 | 1.5 | 1.3 | 1.3 | 1.6 | 1.5 |
| サ. 初めての友だちと話しをすること | 終わった今 | 3.6 | 3.7 | 4.0 | 3.9 | 3.2 |
| | 参加する前 | 3.0 | 3.1 | 3.3 | 3.4 | 2.8 |
| シ. 友だちと協力してプログラムを組むこと | 終わった今 | 3.5 | 3.8 | 4.1 | 3.8 | 3.7 |
| | 参加する前 | 2.5 | 2.4 | 3.2 | 3.1 | 2.1 |

表5は、教室の参加グループ別に評定平均値を示したものである。平成28年度は1グループだったので、表3の値の再掲である。項目ごとに5（グループ）×2（時期）の分散分析を行ったところ、全ての項目で「時期」の主効果が有意であり、「終わった今」の平均値が「参加する前」の平均値よりも有意に高かった。いずれの項目でも「グループ」の主効果と交互作用は有意ではなかった。

表3に示したように、平成28年度だけ、使用備品が異なっていた。また表2や表5に示したように、平成29年度と平成30年度はどちらも1回目、2回目と2つのグループに実施していた。そこで項目ごとに、2（年度）×2（回）×2（時期）の分散分析を試みた。その結果、全ての項目で「時期」の主効果が有意であり、「終わった今」の平均値が「参加する前」の平均値よりも有意に高かった。「ア．ロボットを組み立てること」「イ．プログラムでロボットを前進させること」「シ．友だちと協力してプログラムを組むこと」では年度の主効果が有意であり、いずれも平成29年度の方が平成30年度よりも平均値が有意に高かった。「オ．ループを使ってプログラムをくり返すこと」では3要因の交互作用が有意であり、各「終わった今」の平均値は、「年度」や「時期」を超えて「参加する前」の平均値よりも有意に高かった。同様に、各「参加する前」の平均値は、「年度」や「時期」を超えて「終わった今」の平均値よりも有意に低かった。

考察

本研究の結果は、たった1日のロボット教室でも、プログラムを組んでロボットを動かす力が身につくことを示すものであった。

しかしながら、ロボットを動かすのにどのようにプログラムを組むか、様々なプログラムを組む力が身についているか、身についた力が定着しているかなど、1日の教室参加では心許ない感は否めない。分散学習の効果を考えると（水野，2003）、1日より2日、2日より4日の学習が効果的なのは当然である。

平成32年から施行される小学校学習指導要領の「第1章 総則」「第3 教育課程の実施と学習評価」「1 主体的・対話的で深い学びの実現に向けた授業改善」の(3)には、次の記述がある。すなわち、「イ 児童がプログラミングを体験しながら、コンピュータに意図した処理を行わせるために必要な論理的思考力を身につけるための学習活動」とある。ここで規定されているのは、論理的思考力であり、ロボットを動かす力ではない。

また、上記の学習活動をどうするのかについての記述にも注意が必要である。「各教科の特質に応じて、次の学習活動を計画的に実施すること」と記述されている。たった1日、ロボット教室を経験させても、論理的思考力をつけるために「計画的に実施」しているとは言いがたい。また「各教科の特質に応じ」られているかどうか、現段階では明らかではない。

新しい学習指導要領の「第5章 総合的な学習の時間」では、「探求的な学習」が強調されている。現行の学習指導要領の「第5章 総合的な学習の時間」には、この表現は含まれていない。平成28年度の効果測定に用いたアンケートには、「うまく動くように、ロボットを組み立て直すこと」という項目を含めていた。終了時と参加前で有意差があり、終了時の方がより「できる」と答えていた。この結果は、ロボット教室の日数を増やすことが総合的な学習の時間の目標の達成に資することを示唆するものである。

おそらく平成32年以降は、論理的思考を徐々に身につけてきている小学生や探求的な

学習についても、活動を積み重ねて主体的、協働的に取り組む姿勢が高まった小学生が、ロボット教室に参加するようになると期待できる。ロボット教室で学ぶことや学ばせること、及びその学びを活用する可能性は、大きく開かれている。

引用文献

- 福田哲也・原田岳志・森本弘一・谷口義昭：大学生と中学生による地域の小学生のためのロボットセミナーの実践、教育実践総合センター研究紀要、pp. 235-241、2008.3
- 福田哲也・松原正之・北川雅尚・森本弘一・谷口義昭：奈良からロボット教育の風を--地域に根ざしたロボット教育の推進、教育実践総合センター研究紀要、pp. 195-201、2009.3
- 福田哲也・森本弘一・田中琢也・麴谷慶太・谷口義昭：大学生と中学生による小学生のためのロボット教室--3年間の比較と考察、教育実践総合センター研究紀要、pp. 129-134、2010.3
- 花島直彦・高氏秀則・相津佳永・道垣内拓人・三門明由美：室蘭地域で開催された小中学生向けのロボット教室における参加者の動向解析、日本ロボット学会誌、33、pp. 141-147、2015
- 畠山昌典・高橋良彦：1A1-H12小学生を対象としたロボット工作教室(ものづくり教育・メカトロニクスで遊ぶ)、ロボティクス・メカトロニクス講演会講演概要集、2007、pp. "1A1-H12(11)"-"11A11-H12(14)"、2007.5
- 平間啓太郎・菊地智美・菊池貴大・松原真理：小学生を対象にしたロボットを用いたプログラミング教室、宇都宮大学教育学部教育実践総合センター紀要、37、pp. 141-148、2014.7
- 今井潤・小山猛・福士由岐洋・高橋英樹・小原健・中山雅彦・間峠慎吾：科学技術理解増進活動「イーハトーヴの科学の学校」の取り組み、岩手大学生涯学習論集、pp. 69-74、2009.3
- 伊藤隆洋・荒井純樹・伊勢谷光輝・柿元泰・澤野聖太・宮崎亮一・坂田光輝・金田忠裕：自律型掃除ロボット「Beauto」を用いた多人数向けロボット工作教室、高等専門学校の教育と研究：日本高専学会誌、14、pp. 9-12、2009.10
- 岩本正敏・水谷好成：ロボット教材を活用した情報基礎教育、電子情報通信学会技術研究報告. ET、教育工学、101、pp. 31-38、2001.9
- 岩本正敏・水谷好成・田代久美：造形遊びと創造的ロボット教育の融合(ロボットを用いたプログラミング教育/一般)、電子情報通信学会技術研究報告. ET、教育工学、106、pp. 53-57、2006.7
- 金田忠裕：ロボット工作入門用キットの開発、大阪府立工業高等専門学校研究紀要、40、pp. 75-78、2006.7
- 金田忠裕・川端康之・吉田丈夫・土井智晴・師玉康成・和崎克己：、22)学社融合によるロボット教室の試み：親子のロボット工作教室(第6セッション個性化・活性化(I))、工学・工業教育研究講演会講演論文集、12、pp. 71-74、2000.7
- 金田忠裕・土井智晴・吉田丈夫・葭谷安正・藤沢正一郎・廣口和夫：(31)阪府高専システム制御工学科における小学校高学年対象の「夏休みロボット教室」と人材育成(第9セッション教育システム(IV))、工学・工業教育研究講演会講演論文集、11、pp. 105-108、1999.7
- 川上誠：小・中学生を対象としたロボット教室への取り組み、沼津工業高等専門学校研究報告、40、pp. 179-186、2006.1
- 川上誠・水口大三・高畑祐太：「ふじのくにゆうゆうクラブ」におけるロボット教室、沼津工業高等専門学校研究報告、40、pp. 187-196、2006.1
- 川上誠・太田裕・河西真史：中学生を対象とした自律ロボット教室、沼津工業高等専門学校研究報告、41、pp. 57-66、2007.1
- 川田和男・長松正康・山本透：2P1-D03 幼稚園児および小学生を対象とした救助ロボット工作教室の取り組み(ものづくり教育・メカトロニクスで遊ぶ、2))、ロボティクス・メカトロニクス講演会講演概要集、2012、pp. "2P1-D03(01)"-"02P01-D03(04)"、2012.510
- 菊池貴大・鈴木研二・岩波正浩・松原真理：小学生のためのロボット教材を用いたプログラミング学習、宇都宮大学教育学部教育実践総合センター紀要、36、pp. 249-256、2013.7
- 小林賢一・山崎徹・今福健一・塩川克久・伊東圭昌・名倉英紀・石上さやか・中山舞美：8-2-1-509NP0

- ロボティック普及促進センターの取り組み:神奈川大学×就活塾×学童×ロボット教室=未来志向の地域連携(8-2-1:活動事例紹介,領域 8:工学教育,総合テーマ「海を越え,国を越え,世代を超えて!」)、機械力学・計測制御講演論文集、2013、pp. "509-501"- "509-511"、2013.8
- 水野りか:学習効果の認知心理学、ナカニシヤ出版、2003.12
- 宮川こずえ・坂本弘志・古平真一郎・金橋寛明・針谷安男:自律型ロボットを用いた学習プログラムの開発:初等技術教育用学習プログラムの提案、宇都宮大学教育学部教育実践総合センター紀要、30、pp.559-568、2007.7
- 奥本幸・義永常宏・兼重明宏・中村真沙枝・村田正樹:「小学生がつくるロボットコンテスト」を通じた協同教育の実践、工学教育、57、pp.67-70、2009.5
- 大西義浩・森慎之助:小学生を対象に開催したロボット教室についての一考察、愛媛大学教育学部紀要、60、pp.161-166、2013.10
- 佐藤和浩:小学生による自律型ロボットの制御体験～ロボット・実験学習メニュー開発支援事業の取り組み～、情報処理学会研究報告コンピュータと教育(CE)、2007、pp.97-104、2007.2
- 佐藤和浩:情報の科学的な理解を深めるための学習設計-小学校の総合的な学習の時間で行う情報教育、情報教育シンポジウム2007 論文集、2007、pp.27-32、2007.8
- 栃尾昌洋・木村哲也:小学生を対象にしたロボコン教育活動:平成18年度ながおか小学生ロボコン活動報告を通して、計測と制御、46、13-18pp.、2007.1
- 清水益治・勝美芳雄・八尋博士・仲島浩紀:実践ロボット教室を活用した学びの可視化、帝塚山大学現代生活学部紀要、13、pp.49-58、2017.2
- 清水益治・勝美芳雄・八尋博士・仲島浩紀:実践ロボット教室における小学生の学び、帝塚山大学現代生活学部子育て支援センター紀要、2、pp.37-47、2017.3
- 浮田浩行・吉田敦也・寺田賢治・藤澤正一郎:大学生主体の小中学生向けロボット教室「徳島ロボットプログラミングクラブ」における科学技術教育、日本ロボット学会誌、33、pp.154-163、2015
- 海野啓明・大泉哲哉・近藤忠之・上町俊幸・白根崇・矢島邦昭・菅谷純一:創造性開発のためのロボット製作実習、工学教育、50、pp.39-46、2002.9
- 八尋博士:近隣小学生へのロボット教育の実践、日本私学教育研究所紀要、pp.113-116、2015.6
- 山崎容次郎・逸見知弘・大西義浩・十河宏行:ロボット教室での子供の手伝い作業を通じた補助学生に対するエンジニアリングデザイン教育の試み、日本機械学会2014年度年次大会[2014.9.7-10]、2014.9
- 山島一浩・堀越眞理子・垣花京子・森戸篤也:大学生が支援する小学生向けのロボット講座の設計(科学教育ICT研究)、日本科学教育学会研究会研究報告、20、pp.1-6、2005.11
- 吉富秀樹・浅野芳宏・鷺田廣行・大谷賢二・中尾三徳・柴田哲郎:レゴ・マインドストームを教材に使ったメカトロニクス教育とその教育的効果(第1報)中学生のためのロボット教室への適用例、津山工業高等専門学校紀要、pp.101-107、2002

謝辞

本研究の帝塚山ロボット教室は、平成28年度学校法人帝塚山学園特別研究費(研究課題:実践ロボット教室を活用した学びの可視化)、平成29年度学校法人帝塚山学園特別研究費(研究課題:プログラミング教育が可能な学生を育てる試み—実践ロボット教室を活用した学びの可視化(2)一)、平成30年度学校法人帝塚山学園特別研究費(研究課題:小学校・中高・大学学園連携プログラムの試み～帝塚山ロボット教室を通じて～)、さらに平成30年度のそれは国立青少年教育振興機構「子どもゆめ基金助成活動」に基づくものである。関係者に記して感謝いたします。