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

浮田 浩行^{*1} 吉田 敦也^{*2} 寺田 賢治^{*1} 藤澤 正一郎^{*1}

Tokushima Robot Programming Club: Science and Technology Education in Robot Manufacturing Class for Children by University Students

Hiroyuki Ukida^{*1}, Atsuya Yoshida^{*2}, Kenji Terada^{*1} and Shoichiro Fujisawa^{*1}

This paper introduces the Tokushima Robot Programming Club. This is a robot manufacturing class for elementary and junior-high school students. The university students are managed this club. They are also planned the theme of every class and prepare the prototype model of robot. Here, we show the organization of our club and describe the activities of this club since 2006. After that, we show its educational effectiveness for both the children and the university students.

Key Words: Engineering Education, Robot Manufacturing Class, Elementary and Junior-high School Students, University Students

1. はじめに

将来の日本の科学技術の発展においては、小中学生に対する理科教育の充実が必要不可欠である。そのため、小中学校における理科教育を補い、さらに発展した学習ができるよう、国内では、様々な科学教室やロボット教室が開催されている。筆者らが所属する徳島大学においても、工学部にて、1997年から毎年夏休みの時期に「科学体験フェスティバル in 徳島」を開催し、地域の子供達に科学の楽しさや不思議さを体験してもらっている[1]。このようなイベントは、科学への興味付け・動機付けという点では有効である。しかし、興味を持った子供達に対し、さらに継続して、科学に対する知識が得られ、体験ができる「場」がなければ、せっかく抱いた興味もなくなり、理科・科学技術教育としても不完全なものとなる。

そこで、徳島大学地域創生センターは、NPO 法人徳島インターネット市民塾および徳島大学工学部創成学習開発センターと協力し、2006年から、徳島市内および周辺の小中学生を対象としたロボット製作教室「徳島ロボットプログラミングクラブ」を開催している。これは、ほぼ毎月1回の頻度でスクーリング（参加者が一堂に集まりロボットを製作）を実施するものである。このようなロボット教室は、現在、日本国内において多数

Table 1 Number of robot manufacturing class in Japan

Tokyo	Aichi	Osaka	Fukuoka
124	69	103	21
Hokkaido & Tohoku	Kanto	Chubu	Kinki
9	160	35	135
Chugoku & Shikoku	Kyusyu & Okinawa		
23	11		

実施されている。しかし、その数は、地方と都市部では大きな差がある。実際に、全国に教室を展開している3社（文献[2]～[4]）について、都市部として東京都、愛知県、大阪府、福岡県の4都府県の教室数と、それらを除いた地方毎の教室数をまとめたものが**Table 1**である。これより、都市部では非常に多いが、地方では少ないことが分かる。筆者らがいる徳島市内において、継続的にロボット教室を開催しているのは、我々と市内の塾が運営するコース[5]の二つのみである。したがって、地方においては、ロボット教室を実施する機会を増やすことが重要であり、そのためには、ロボット教室の指導者を増やすことが必要である。我々は、ロボット教室の指導者として、理科系の大学生が適していると考え、大学生主体のロボット教室について検討を行ってきた。

本稿では、我々が実施してきた大学による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」の取り組みについて詳細に示す。この教室の特徴としては、

- (1) 小中学生が1年間あるいはそれ以上継続的に参加でき、科学技術について深く理解できる講座であること。

原稿受付 2014年4月30日

^{*1}徳島大学大学院ソシオテクノサイエンス研究部

^{*2}徳島大学大学院ソシオ・アーツ・アンド・サイエンス研究部

^{*1}Institute of Technology and Science, Tokushima University

^{*2}Institute of Socio-Arts and Sciences, Tokushima University

■ 本論文は提案性（人材育成・社会分野）で評価されました。

(2) 大学生が主となってクラブの企画・運営を実施していること。が挙げられる。特に、2については、他の取り組み（文献[6][7]）においても、大学生がスタッフとして小中学生向けのロボット教室に協力している例が見られるが、後述のように、活動のほぼ全てを大学生が実施しており、小中学生と大学生がともに学ぶ場である点が、本クラブ独自のものと考えている。

また、本活動による効果としては、小中学生と大学生のそれぞれについて、つまり、

- 小中学生については、複数回講座を実施する中で、ロボットやプログラミングについて、興味を持って参加し続けることができるというモチベーションの持続性とそれによる深い理解
- 大学生については、工学的知識の修得の他、自分の知識や技術のプレゼンテーション能力や参加者とのコミュニケーション能力の向上

について効果があると考えられる。これらについては、特に、最近の活動におけるアンケート結果から示す。

以下、2章では、「徳島ロボットプログラミングクラブ」の運営体制を述べ、3章では、これまでの活動内容について示す。4章では、参加者や保護者、大学生へのアンケート調査によるクラブの評価等を、そして、5章ではまとめて、今後のロボット教室のあり方等について述べる。

2. 運営体制

Fig. 1 に、徳島ロボットプログラミングクラブの運営体制を示す。このクラブは、「徳島大学地域創生センター」、「NPO 法人徳島インターネット市民塾」、「徳島大学工学部創成学習開発センター」の三者が協力して運営している。徳島大学地域創生センター（以下、地創センター）は、徳島大学において、大学の第三の使命といわれる社会貢献の立場から、地域と連携して地域貢献の責務を果たすため、地域連携支援および地域活性化に関する特色ある教育研究活動を実践的に推進することを目的とする組織である。また、NPO 法人徳島インターネット市民塾（以下、市民塾）は、インターネット・ICT 技術を活用し、徳島県内の方々に、様々な講座を開講している組織である。そして、徳島大学工学部創成学習開発センター（以下、創成学習センター）は、学生達が自発的に企画したプロジェクトを実施する場を提供する施設である。なお、2013 年度から、プロジェクトの実施内容を成績として評価し、学生が単位を修得できるようになっている。

徳島ロボットプログラミングクラブは、当初は、地創センターと市民塾のみで開始し、市民塾の一講座として実施した。この

Fig. 1 Organization of robot programming club

ときは、市民塾側で、参加する受講生の登録等の事務的な管理を行い、地創センター側では、徳島大学教員に対して講座を担当する講師の要請等を行った。

その後、受講生の人数の増加に伴い、講師のみでは時間的な面等で、スクーリングの実施が困難となるとともに、クラブの企画・運営を大学生が主体的に実施することが有効であると考え、創成学習センターの学生プロジェクトの一つとして、「ロボット教室プロジェクト」を立ち上げた。これによって、大学生にとっては、プロジェクトを実施することで、企画・運営およびプレゼンテーション能力を養成することができるとともに、小中学生に教えるという立場から、ロボットの製作に必要な、ICT・メカトロニクス技術について、自主的に学び、理解を深めることができる。また、受講する小中学生にとっても、クラブの講師よりもさらに年齢に近い大学生とともに学ぶことで、親しみを持ってクラブに参加できるとともに、自分の近い将来についても、より深く考えるきっかけになると考えられる。

3. 徳島ロボットプログラミングクラブの実施内容

本章では、徳島ロボットプログラミングクラブで実施してきたスクーリングの内容について示す。まず、3.1 節では、2006 年度から 2013 年度までの実施内容について示す。次に、3.2 節では、スクーリングで使用した教材について述べる。そして、3.3 節では、毎回のスクーリングでの実施方法について、より詳しく説明する。

3.1 これまでの活動内容

2006 年度

徳島ロボットプログラミングクラブは、経済産業省の平成 18 年度 IT クラフトマンシップ・プロジェクトの一つとして、徳島大学と市民塾が共同で始めたロボット教室が基になっている。8 月 25～27 日の 3 日間にスクーリングを実施し、ロボットの組立やプログラミングについての学習を行った。このときの参加者は、14 名であった。使用したロボットキットは、JapanRobotech 社の RoboDesigner RDS-X03 である（Fig. 2）。このキットは、これ以降、2012 年度まで使用している。キットの詳細については、3.2 節で述べる。また、この年度の講師は、徳島大学の教員のみで実施しており、まだ大学生は主体的には活動していなかつ

Fig. 2 Robot kit used in class

た。その後、9月から12月にかけて、3回のスクーリングとeラーニングによる自宅学習を実施した。このときのスクーリングの参加者は、6～9名であった。実施したテーマは、赤外線センサを用いたライントレーサーやサッカーロボットである。そして、このときのロボット教室の内容についてまとめ、文献[10]にて発表を行った。

2007 年度

この年に、地創センターが発足し、前年度実施したロボット教室について、「徳島ロボットプログラミングクラブ」と名称を変更し、地創センターと市民塾との共同で、活動を継続した。この年度では、7月から翌3月までに、スクーリングを5回実施した。受講生は前年度からの継続と新規参加者を合わせて11名が参加した。実施したテーマは、ライントレーサー、リモコンロボット、追加モータを用いたアーム機構の製作等である。スクーリング5回中2回については、試験的に、大学生によるテーマの考案とスクーリングでの説明を行った。

2008 年度

2008年4月から、創成学習センターにて「ロボット教室プロジェクト」を立ち上げ、徳島大学工学部機械工学科の学部1年生7名が、クラブの企画・運営に参加することになった。彼らは学部4年生の途中まで、クラブに参加している。また、彼らの活動により、毎年、新規の大学生が加わり、本クラブの活動が継続できていることは、彼らの参加に依る所が大きい。

また、この年は、「平成20年度 徳島県協働推進モデル創出事業『大学生の企画・運営による小中学生のためのロボット製作教室』」に採択され、追加部品の購入等において支援を受けることができた。スクーリングは8月から、前年度から継続して参加している受講生を中心に、大学生が企画した内容で実施した。

そして、11月には、徳島県内で開催された「地域ICT未来フェスタ2008 in とくしま」に参加し、受講生が製作したロボットを展示して、活動内容を紹介するとともに、「徳島ロボットプログラミングクラブワークショップ」を開催し、フェスタへの参加者10名に対して、当クラブと同様のロボット製作教室を実施した。

さらに、12月には、徳島市内の小中学校にチラシを配布し、新規受講生を募集した。その結果、10名の応募があり、当年度の最終的な参加人数は、18名となった。そして、翌1月にスクーリングを実施したが、新規受講生と継続受講生と一緒にスクーリングを実施することが難しかったことから、3月のスクーリングでは、1月からの新規受講生向けの「ビギナーコース」と従来の受講生向けの「マスターコース」に分けて実施した。そして、2008年度までのクラブの内容について、文献[11][12]にて発表を行った。

2009 年度から 2013 年度

2009年度からは、前年度からの継続受講生がいるため、毎年4月からはほぼ1回の頻度でスクーリングを実施するようにした。また、2009年（平成21年）から2012年（平成24年）までは、毎年、JSTに事業提案を行い、支援をいただくことができた。このため、7月頃に新規受講生を募集して、新規と継続受講生でコースを編成し、そこから12月ごろまでの、5～6回のスクーリングは、JSTからの支援によって実施した。これに

Fig. 3 Lesson of robot manufacturing

Fig. 4 Competition of RoboCup Junior Japan in Tokushima

より、ロボットキットの購入等について補助を受けることができ、参加者の負担も軽減することができた。2013年度のスクーリングの様子をFig. 3に示す。

また、4～6月と1～3月は、独自の内容で実施した。特に、1～3月は、ロボカップジュニアの大会にも出場するようにした（Fig. 4）。これは、ルールの枠の中で、最大限にロボットを改良していくことで、通常のスクーリングとは異なる問題解決能力を養うことができると考えられるためである。

これらの内容を含め、以下に、2009年度から2013年度の活動についてまとめたものを示す。

2009 年度

- 受講生人数: 4月からの継続受講生18人、8月から新規受講生10人を追加
- 大学生人数: 7人
- 支援費: 「平成21年度 JST 地域の科学舎推進事業 地域活動支援『大学生主体の運営による小中学生のためのロボットプログラミングクラブ』」
- 期間: 8月から12月
- コースの種類と内容（8月以降）
 - －マスターコース: C言語を用いたプログラミング、サッカーロボットの製作
 - －ベーシックコース: モーターを追加し、様々な機構の製作
 - －ビギナーコース: プログラミングの基本、ライントレー

サー等

(マスターコースは 2007 年度以前から、ベーシックコースは 2008 年度からの継続受講生、ビギナーコースは新規受講生)

- ロボカップジュニア: 3 月に希望者を対象に、ロボカップジュニア 2010 徳島・高知ノード大会および四国ブロック大会に出場。四国ブロック大会第 2 位。
- その他: 2009 年度までの本クラブの活動について、国際会議および論文にて発表した [14] [15]。

2010 年度

- 受講生人数: 4 月からの継続受講生 20 人, 8 月から新規受講生 11 人を追加
- 大学生人数: 11 人
- 支援費: 「平成 22 年度 JST 地域の科学舎推進事業 地域活動支援『大学生主体の小中高生向け習熟度別ロボット教室』」
期間: 8 月から 12 月
- コースの種類と内容 (4 月以降)
 - ーアドバンストコース: 昨年度のマスターコースとベーシックコースの一部希望者。様々なロボットコンテストで実施されている内容をテーマとする。
 - ーマスターコース: 昨年度のビギナーコースとベーシックコースの一部。C 言語によるプログラミングを中心とした内容。
 - ービギナーコース (8 月以降): 新規受講生向け。基本的なロボットの組立てやプログラミングを実施。
- ロボカップジュニア: ロボカップジュニア 2011 徳島ノード大会に、希望者 4 名 2 チームが出場。内 1 チームが 3 月の四国ブロック大会に出場したが、予選リーグ敗退。

2011 年度

- 受講生人数: 4 月からの継続受講生 20 人, 8 月から新規受講生 10 人を追加
- 大学生人数: 当初 23 人。途中 4 年生 7 人と他 5 人が都合により参加中止。年度終わりまでの参加人数は 11 人。
- 支援費: 「平成 23 年度 JST 科学コミュニケーション連携推進事業 機関活動支援『大学生主体の小中高生向け習熟度別ロボット教室の開催と理解度評価』」
期間: 8 月から 12 月
- コースの種類と内容
 - ー4~6 月は前年度と同じ 3 コース。8 月に、その 3 コースを、受講生の希望により、アドバンストコースとマスターコースに再編。
 - ーアドバンストコース: 創成学習センターで所有している、LEGO Mindstorms を使用。サッカーロボットの製作。
 - ーマスターコース: C 言語によるプログラミング。追加モータや部品による機構の拡張。レスキューロボットの製作。
 - ービギナーコース: 新規受講生向け。基本的なロボットの組立てやプログラミングを実施。
- ロボカップジュニア: 1 月に、希望者を対象に、ロボカップ

ジュニア 2012 徳島ノード大会に、LEGO Mindstorms を用いて作成したロボットで参加したが、四国ブロック大会には出場できなかった。

- その他: 9 月に、受講生の理解度を評価するための「ロボット検定」を実施。検定の内容としては、
 - ーロボットについてのごく一般的な知識を問うもの。
 - ー小学校レベルでの電気の知識を問うもの (電池の電圧、モータとの接続方法等)。
 - ーキットで使用している部品や工具の名称、プログラムのアイコンの働きを問うもの。
 - ーセンサの働きやプログラム作成手順等を問うもの。
- について、3 択ないし 4 択のオリジナル問題を 20 問用意し、筆記試験の要領で実施した。また、三つのコースとも、すべて同じ問題で行った。結果として、受講歴が長い (学年が上位の) 受講生程、得点は高くなっており、特に、ビギナーコースではプログラムに関する問題は、あまり答えられていなかった。そして、コースごとに、特に間違いが多かった問題について、後の回で説明を行った。

2012 年度

- 受講生人数: 4 月からの継続受講生 19 人, 7 月からは継続希望の受講生と新規受講生合わせて、36 人。
- 大学生人数: 当初 19 人。途中 8 人が参加中止。年度終わりまでの参加人数は 11 人。
- 支援費: 「平成 24 年度 JST 科学コミュニケーション連携推進事業 機関活動支援『大学生とともに学ぶ小中高生のためのロボット・メカトロニクス教室』」
期間: 7 月から 12 月
- コースの種類と内容 (4~6 月)
 - ーアドバンストコース: LEGO Mindstorms を用いた 4 足ロボットの製作。
 - ービギナーコース: モータ等の部品を追加し、釣りロボット等の製作。
- (7 月以降)
 - ーメカトロコース: マイコンボードを用いた電子工作とサッカーロボットの製作。C 言語によるプログラミング。
 - ーロボットコース: これまで通り、RoboDesigner を使用するが、C 言語でのプログラミングを実施。
- ロボカップジュニア: 1 月に、ロボカップジュニア 2013 徳島ノード大会に、希望者 3 名 (1 チーム) で、RoboDesigner のサッカー専用ロボットを用いて出場したが四国ブロック大会には出場できなかった。

2012 年度は、7 月からコースを再編した。これは、大学生の参加人数が少なくなったこと、また、使用する部屋を毎回 3 部屋確保することが難しい場合があったことから、3 コースを維持することが難しいためである。また、上級者向けの内容として、ロボットに限らず、コンピュータやメカトロニクスについてのより広いテーマを扱うことで、受講生の理解が深まると考えられたことから、メカトロコースを新設した。

2013 年度

- 受講生人数: 4 月からの継続受講生 26 人, 7 月からは継続

希望の受講生と新規受講生合わせて、36人

- 大学生人数: 当初12人. 途中, 4年生3人が参加中止. 年度終わりまでの参加人数は9人.
- 支援費: なし
- コースの種類と内容
 - ーメカトロコース: 昨年度とほぼ同様に, マイコンボードを用いた電子工作とサッカーロボットの製作. C言語によるプログラミング.
 - ーロボットコース: 使用してきたロボットキット RoboDesigner が生産中止となったことから, Vstone 社のビュートローパー ARM をロボットキットとして採用. プログラミング方法は, アイコンを並べるビジュアル形式.
- ロボカップジュニア: 1月に, ロボカップジュニア 2014 徳島ノード大会に, 希望者5名(2チーム)が, メカトロコースで製作したロボットで参加したが, 四国ブロック大会には出場できなかった.
- その他: 今年度は, 支援が得られなかったことから, ロボットキットは受講生の買い取りとするとともに, 受講料の値上げも行った.

なお, 2014年3月のスクーリングで, 2013年度の活動は終了とし, 修了式を実施した. これまでは, 次の年度の4月から継続受講生についてスクーリングを継続していたが, 2014年度は4月からスクーリングを実施していない. しかし, JST 等への支援の申請は行っており, その採否にかかわらず, 7月からは新規に受講生を募集し, スクーリングを実施していく予定である.

3.2 使用教材について

本クラブでは, 2006年度に活動を開始した当初から, Fig. 2に示したロボットキット (Japan Robotech 社 RoboDesigner) を使用してきた. このロボットキットには, タッチセンサ, 赤外線センサ, モータ, ギヤボックス, タイヤ, マイコンによるコントロールボードやボディを構成するための様々な部品が含まれている. 組立ては, 基本的に, M3 ネジとナットのみで行い, アイデアや目的に応じて, 様々な形態のロボットを作成することができる.

また, ロボットの動きを制御するためのプログラム開発環境として, パソコンで使用する, 2種類のソフトウェアが用意されている. 一つは, 「タイル」と呼ばれる基本機能を表す図 (アイコン) を並べるだけでビジュアルにプログラムを作成できる「TiColla」という開発環境である (Fig. 5). もう一つは, ロボット向けにカスタマイズされた C 言語によるプログラム開発環境である. いずれも, パソコンでプログラムを作成した後, ロボットのマイコンにダウンロードして動かす.

しかしながら, 2013年度に新規受講生を募集するころに, RoboDesigner が生産中止となったため[†], RoboDesigner とほぼ同等の機能を持つ, Vstone 社の「ビュートローパー ARM」[8]を使用することにした. こちらは, 部品数が少なく, やや小型であるが, ネジとナットのみで組み立てられる. また, プログラム

[†]現在は, RoboDesigner の新しいキットが販売されている.

Fig. 5 Programming by TiColla

Fig. 6 Figure display by afterimage of the LED

についても, アイコンを並べてビジュアルに作成できる「ビュートビルダー 2」や, C 言語による開発環境が付属している.

また, 2012, 2013 年度では, メカトロコースでは, マイコンボードによる電子工作を行った. これは, ST Microelectronics 社から販売されている安価なマイコンボード (STM32VLDISCOVERY) と, ブレッドボード, ジャンパー線, センサや IC, 抵抗, コンデンサ, LED を使って電子回路を組み立てるものである. Fig. 6 は, 5 個 1 列のフルカラー LED を用いた, 残像による図形的表示 (バーサライター) である. また, マイコンのプログラムは C 言語を使用しており, 電子回路やプログラムについては, 文献 [9] を参考に, 本クラブで独自に考案したものを用いた. さらに, ロボットの形を製作する場合は, クラブで保管している, 貸し出し用の RoboDesigner の部品を用いた.

なお, 2011 年度から 2012 年度にかけては, LEGO Mindstorms も用いたが, これは, 創成学習センターでの学生プロジェクト用のものが使用可能であったことと, 継続受講生から他のキットを使ってみたいという要望があったためである. LEGO

Table 2 Transition of participants

Year	Year when participants joined first								Rate of Repeat
	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	
2006	14								—
2007	5	6							0.45
2008	4	2	12						0.33
2009	4	2	12	10					0.64
2010	1	1	8	7	11				0.61
2011	1	1	6	2	5	10			0.60
2012	0	0	3	1	4	7	21		0.42
2013	0	0	0	0	2	4	8	22	0.39

は、他のロボット教室でもよく使用されており、機能やプログラミング環境の面で有効であるが、価格が他と比べ高価であるため、費用の面で扱いづらい点がある。

これらロボットキット等の費用については、下記のようにいくつかの方法を用いてきた。

- (1) 全額、受講生が負担し、ロボットキットを買い取る。
- (2) 半額はクラブ（支援費）が負担し、もう半額を受講生が負担し、ロボットキットを買い取る。
- (3) ロボットキットはクラブ（支援費）で購入し、受講生に無料で貸し出す。

2011年度までのRoboDesignerについては、そのときに支援していただいている事業の規定等によって、上記、いずれかの方法をとってきた。2012年度以降のビュートローバー ARM については、1の方法を、マイコンボード等については、3の方法をとっている。受講生側の負担を考えると、3の方法が望ましいが、そのためには、何らかの支援等がなければ実現が難しい。一方、1の方法は、負担はあるものの、受講生が自分のものとして、クラブでも自宅でも扱うことができ、クラブを退会しても手元に残るという点で有効であると考えられる。

3.3 受講生・大学生の参加とスクーリングの実施方法について

2008年度以降に、大学生が参加するようになってから、スクーリングは、ほぼ毎月1回の頻度で行ってきた。スクーリングは、地創センター事務室がある、徳島大学地域・国際交流プラザ（日亜会館）の講義室（2～3部屋）を使用している。ただし、ここの講義室は、放送大学等、他の団体も使用する場合があります。都合がつかない場合は、徳島大学工学部の講義室を使用する場合もある。

また、本クラブでは、毎年、7月または8月に、その年の新規コースを開講する。そのための新規受講生を募集を行うが、その前に、前年度から継続して参加している受講生には、あらかじめ新規コースについて説明し、さらに継続参加を希望する場合は、優先して受講させている。これは、できるだけ継続して受講してもらうことが本クラブの目的に沿ったものだからである。Table 2に、各年度の新規受講生と継続受講した受講生の人数の変遷を示す。なお、受講生は、途中で退会する場合もあるため、新規受講生が加入した7月または8月の時点の人数を示している。この表において、左端縦の年度がスクーリングの実施年度を、上部横方向の年度は受講生が加入した最初の年度を表す。したがって、対角上の人数が新規受講生であり、それより下あるいは左が継続受講生の人数である。また、同表には、

「リピート率」として、各年度ごとに（2年目以上の受講生／その年の全受講生）の値も示す。この表から、年度によって差はあるが、半数前後が継続受講生であり、3人程度は、3～4年間受講していることが分かる。

そして、新規受講生を募集した際、申し込み人数が予定よりも多い場合、申込者に対し抽選で新規受講生を決めるが、そのとき、特に条件等は設けず、純粹に、抽選による選出とした。これは、本クラブへの新規参加については、どの小中学生に対しても、その機会を平等にするという考えに基づくものである。この抽選は、特に申し込み人数が多かった2012年度、2013年度に実施した。また、コース分けについては、2009年度から2011年度にかけては、三つのコースを開講して実施したが、この時、新規受講生はビギナーコースとし、継続受講生は受講歴に応じて、二つのコースに分けた。一方、2012年度と2013年度は、ロボットコースとメカトロコースの2コースを開講したが、どちらのコースにするかは、新規・継続にかかわらず、募集時に希望するコースを選択してもらい、そのコースに配属した。コース選択については、何らかのレベルチェックを行うことはせず、基本的に受講生の希望に合わせた。

一方、大学生については、毎年4月に、主に新入生を対象に、本活動への参加者を募集する。募集は、基本的に、上級生の勧誘によるものであり、また、参加に対して、面接や技能チェックは行わず、本人の希望を優先している。そして、大学生の活動として、ほぼ週1回の頻度でミーティングを開き、

- 毎月のスクーリングのテーマを検討
- 実施したスクーリングの振り返りやアンケートの集計・評価
- 次のスクーリングの具体的な内容の検討。必要に応じて、ロボットやプログラムの試作、必要な物品の準備（ライントレーサーでのコースやサッカーロボットのコート等）

を行う。なお、サンプルロボットやプログラム等の作成は、ミーティング時以外にも行われる。

スクーリング前日には、会場の準備として、椅子や机の配置、部品や工具の準備等を行う。そして、スクーリング当日は、資料を配布し、スライドによる説明を行う。多くの場合、その日に製作するロボットの内容やプログラムの構成、また、センサの原理等を、先に大学生や講師が説明し、その後で、受講生がロボットやプログラムを作成、そして、動作確認を行った後、競技会を行うというスケジュールで進める。ただ、内容によっては、説明と製作を繰り返す場合もある。そして、終了時間になると、受講生はアンケートを記入し、各自片付けをして終了となる。大学生は、スクーリング終了後に、会場の片付けを行い、

受講生の評価や大学生自身の自己評価を行う。この活動を全員で行うことで、教え方のノウハウも先輩から後輩へ引継がれる。

また、大学生は、創成学習センターでのプロジェクトとして実施していることから、クラブの運営だけでなく、センターの運営に関する活動も行っており、センターにおける年度ごとの中間・最終報告会や学会発表も学生メンバーが分担して行っている。

ところで、本活動においては、2012年度以前は、学生に対して、単位付与はなく、また、外部資金が得られていたことから、謝金を支払っていた。ただし、謝金の対象としては、市民塾の講座として実施するスクーリングの日における活動についてのみであり、それ以外の活動（企画運営のためのミーティングや準備）については、謝金の対象とはしなかった。一方、2013年度以降は、単位が付与されることとなったが、一方で、外部資金も得られなかったため、謝金は支払っていない。今後、もし、外部資金が得られた場合、単位が付与される学生に謝金も支払うと、学生に対して二重の報酬となるため、適切であるとは言えない。したがって、外部資金の使途として、学生へは直接的な謝金ではなく、活動を円滑に行うための設備や消耗品を提供するようにするなどの検討が必要である。

また、大学生がこの活動に参加するモチベーションとしては、学部1年生で参加した当初は、2012年度までは謝金、2013年度以降は単位取得が一番のようである。しかし、学部3、4年生まで継続している大学生にとっては、単に謝金だけでなく、スクーリング時に、自分が教えたことによって、小中学生から、「分かった!」、「楽しい!」という声が聞けることがモチベーションになっているようである。

4. アンケートによる実施内容の評価

本クラブでは、毎回のスクーリングにおいて、受講生に対し、スクーリングの内容や教え方についてアンケートを行っている。また、大学生に対しては、大学生から見た受講生の評価やスクーリングの内容に対する反省点等の自己評価を行っている。さらに、2013年度には、受講生の保護者に対するアンケートも実施した。本章では、これらの結果について示す。

4.1 受講生へのアンケートについて

受講生へのアンケートの内容は、スクーリングの内容（面白い／つまらない、簡単／難しい）や大学生・講師の教え方、今後、製作してみたいロボット等である。年度によってアンケートの内容も改訂したため年度間での比較が難しいが、2012年度と2013年度は、同じアンケートとしたことから、これらの内容について示す。なお、アンケートは毎回無記名で行っており、また、受講生が継続か新規かということは考慮せず、同じ内容で実施した。そのため、継続している受講生とそうでない受講生で、アンケート結果に差異があるかどうかは確認できないが、2012年度と2013年度では、同じコースを2度受講した継続受講生は4名であったことから、アンケート結果に及ぼす影響は少ないと考えられる。

ここでは、受講生におけるスクーリングの内容の評価を示す。なお、大学生の教え方については、4.3節にて示す。アンケートの設問の中で数値で評価する内容は、

Fig. 7 Questionnaire results of 2012 about class room

Fig. 8 Questionnaire results of 2013 about class room

Table 3 Average points of questionnaire about class room

Year	2012	2013
Easy(5)/Difficult(1)	2.35	2.79
Interesting(5)/Boring(1)	4.27	4.34

- 受講生の興味の度合いを計るものとして、「面白い (5)」から「つまらない (1)」までの5段階の評価。
- 受講生の理解度や自分の能力に合ったものであるかの度合いを計るものとして、「簡単 (5)」から「難しい (1)」までの5段階の評価。

である。Fig. 7は、2012年度の7月から12月（JSTの支援が得られている期間）についての評価値の推移である。また、Fig. 8は、2013年度の同時期の評価である。そして、Table 3は、それぞれの年度について、7月から12月のポイントの平均値を求めたものである。どちらの年度も、ロボットコースとメカトロコースの2コースを実施したが、この評価では、両コースをまとめたものとなっている。また、2012年度と2013年度の違いは、ロボットコースにおいて、使用したロボットキットが異なることである。また、メカトロコースについても、使用したマイコンボード等は同じであるが、スクーリングの内容は、多少異なる回があった。

この結果から、「面白い／つまらない」では、常にポイントが高く、どの受講生も毎回のスクーリングを面白いと感じていることから、ロボット等に対する興味を持続して、毎回スクーリングに参加していると言える。特に、Table 3からも、「面白い

／つまらない」のポイントは2013年度のほうが上がっており、スクーリングが受講生がより興味を持った内容に改善されていると言える。

一方、「簡単／難しい」については、簡単すぎても、難しすぎても内容としては良くはなく、中央値の3に近い値であれば、内容が自分の能力にあったものと捉えられていると考えられる。また、これまで活動での受講生の様子から、受講生にとって「少し難しい」（評価値としては、3より少し低い）という評価の場合が、自分のレベルよりもやや高いことをクリアできたという達成感が得られるようである。2012年度は、全体的に数値が低く、受講生にとってはかなり難しい内容であったと言える。しかし、2013年度は、少し3に近い値となっており、受講生にとっては適度に難しい内容であったと言える。これは、2012年度からコース構成およびスクーリング内容を変更したが、2012年度は教える側が、まだ的確な説明ができなかったこと、それが、2013年度には改善されたことが考えられる。

また、記述の設問における解答としては、具体的に面白かったこととしてよく挙がっていたことは「ロボットの組み立て」である。逆に、分かりにくかったこと、難しかったこととしては、「プログラム作成」が挙がるが多かった。特に、2012年度のロボットコースでもC言語を扱っていたため、その傾向が強かった。

以上の結果から、小中学生の受講生は、実際にロボットを製作するという点に非常に興味を持っており、完成できれば、多少、その過程が難しいものであっても、十分に、達成感や面白さを感じていると言える。一方、プログラミング（ソフトウェアの作成）においても、プログラムを作成し、自分が思った通りにロボットが動けば、十分な達成感を感じるはずである。しかし、それが少ないということは、プログラムが理解できていないことになるが、それは教え方に、まだ不十分な点があると言える。特に、C言語等、一般的なプログラミング言語については、英語の問題があり、特に、小学生には難しい部分が多い。この点について、どのような教授方法が適しているか、今後も検討していく必要がある。

4.2 保護者へのアンケートについて

受講生に対するアンケートは、これまですべてのスクーリング時に行っていたが、保護者に対するアンケートは、2013年11月に初めて行った。このアンケートは、保護者から見た、大学生の教え方やテキスト等の分かりやすさ等についての数値的な評価の他、受講生の家での様子や受講前後の変化等について記述式でも解答していただいた。

2013年11月のアンケートの解答は、14名の保護者からいただいており、その中で、「受講生の家での様子」については、

- 講義を受ける度に家族に見せています。
- 講義の内容を理解しているので家に帰ってから自分で組み直して遊んでいる。
- 家でいじっているときに一緒に話をする。
- 大学生の方と話ができるのがとても嬉しいようです。

という意見が多かった。また、「受講前後での受講生の変化」については、「パソコンが身近になった」、「ロボットや機械に興味を持つようになった」という意見が多くあった。このアンケー

Fig. 9 Questionnaire results of 2012 about teaching by students

トは、受講生と一緒に来ている保護者だけでなく、受講生に持ち帰ってもらい、自宅にいる保護者の方にも解答していただいた。このような結果から、受講生は家庭においても、ロボットやIT技術に興味を持っていることが分かる。したがって、本クラブに興味を持って参加し続ける、モチベーションの持続性において、一定の効果があると言える。

また、保護者アンケートにおいて、「今後も、この活動を続けさせたいと思いますか?」という問いには、14人全員が「はい」と答えていた。本クラブに子供達を参加させる保護者は、元々、理系教育に対する意識は高いと言えるが、本クラブのようなロボット教室に対しても、保護者の方は非常に関心を持っており、今後も、継続あるいは広がっていくことを希望されていると考えられる。

4.3 大学生の評価や影響について

大学生自身の自己評価については、2009年4月から始めた。内容は、十分に準備や受講生への補助ができたかという点を記述するものであったが、2012年7月からは、一部を数値で評価するように変更し、より客観的に分かるようにした。

また、2009年度に始めたときから、大学生から見た、受講生の様子や理解度についても記入するようにした。これによって、どの受講生がスクーリングの内容を理解しているかという点や、組立て等において、手助けが必要かどうかを知ることができ、後のスクーリングで対策等を立てやすくなるという効果があった。

一方、受講生による大学生の評価も、スクーリング時に、受講生へのアンケートで実施している。評価項目としては、発表者の説明の仕方、大学生の教え方（主に、受講生と大学生が1対1での教え方を想定）、テキストの分かりやすさについて、いずれも「分かりにくい(1)」から「分かりやすい(5)」までの5段階評価である。Fig. 9は、2012年度の7月から12月についての評価値の推移、Fig. 10は、2013年度の同時期の評価、そして、Table 4は、それぞれの年度の平均値である。

これを見ると、「発表者の説明」、「大学生の教え方」については、2012年度は、スクーリングの回によって、多少評価が上下しているが、2013年度は、どの回も、高い評価で安定している。これは、2013年度は、スクーリングの内容が2年めということで大学生自身の理解も深まり、教え方が向上したためと考えられる。一方、「テキストの分かりやすさ」については、ほかと比べると評価が低く、分かりやすくテキストをまとめるとい

Fig. 10 Questionnaire results of 2013 about teaching by students

Table 4 Average points of questionnaire about teaching by students

Year	2012	2013
Presentation	3.97	4.12
Teaching	4.17	4.24
Text	3.74	3.72

う点については、大学生の努力が今後も必要であると言える。

また、大学生らは、本活動を、創成学習センターでのプロジェクトとしても実施しているため、センターにおける年度ごとの中間・最終報告会にも参加している。また、ほぼ毎年、学会等での発表も行っている（文献[13][16]～[21]）。これらは、学生メンバー間で分担して行っており、スクーリングでの説明も含めて、参加しているほぼすべての学生が、何回もプレゼンテーションを行う機会がある。これによって、特に、プレゼンテーションのスキルは十分に修得することができる。メンバーとともに、スクーリングの企画や準備を行うことで、プロジェクトマネジメントの学習・実施も行えており、本クラブは大学生にとっても有益な活動の場になっている。

しかし、このような活動であっても、3.1節で示したように途中で活動を止める学生が毎年数人いる。その理由としては、他のサークル活動やアルバイトを優先していることが挙げられる。特に、2012年度までは、プロジェクト活動が単位取得の対象になっておらず、本活動への参加は学生の意思に任せていたことが大きな理由と考えられる。しかし、2013年度からは、プロジェクト活動に対し単位取得が認められたことから、プロジェクト活動を優先するモチベーションになっていると考えられる。

5. おわりに

本稿では、大学が主体となって実施する小中学生向けロボット教室として、「徳島ロボットプログラミングクラブ」の内容について紹介するとともに、この活動による、地域の子供達や大学生への効果について示した。大学が実施するということで、大学生がロボット教室の企画・運営に深くかかわることができるようになる。これによって、地域の子供達に対し、ロボット教室を継続的に実施することが可能になる。また、大学生にとっても、工学分野の専門知識をより深く修得できるようになるとともに、企画・運営およびプレゼンテーション能力を向上させ

ることができ、小中学生と大学生の双方にとって非常に効果がある活動であることが分かる。

一方、大学における研究に対して、このようなロボット教室に効果があるかという点については、まだ実証できていないが、例えば、大学の教員・研究者がロボット教室の参加者に対して、講演や問題提起を行うことで、参加者に対して、より強い動機付けを行うことが可能であるとともに、参加者からの意見や提案を研究者に与えることによって、研究に対する市民の反応やさらなるニーズを研究者が得ることが可能になると考えられる。今後のロボット教室においては、このような点についても実施・検証してみたいと考えている。

また、「徳島ロボットプログラミングクラブ」がこれまで継続して実施することができたことは、徳島県や JST からの支援による所が大きい。一方、2013年度はこのような支援無しで実施してはいるが、ロボットキットの買い取りや参加費の増額など、参加者の負担は大きくなっている。しかし、外部からの支援は、常にあるとは限らないため、ロボット教室を継続していくためには、できるだけ、参加者の負担のない方法を検討するとともに、負担が増えるとしても、それ以上の効果があるような内容のスクーリングを実施していく必要がある。

これまで、毎年、新規受講生を募集した際は、常に、予定人数の倍以上の応募があった。また、保護者の方のアンケートにおいても、今後も、本クラブに通わせたいと全員が回答しており、このようなロボット教室、科学教室のニーズは地方においても非常に高いと言える。今後も、これまでの内容を考慮し、地域の小中学生、そして、大学生にとって有意義なロボット教室を開催していきたい。

参考文献

- [1] 徳島大学工学部「科学体験フェスティバル in 徳島」, <http://www2.e.tokushima-u.ac.jp/News/sci-fes/>
- [2] ヒューマンアカデミー キッズサイエンス ロボット教室, <http://kids.athuman.com/robo/CI/>
- [3] ロボット科学教育, crefus, <http://crefus.com/>
- [4] レゴスクール, <http://www.legoschool.jp/>
- [5] 四国進学会 ロボット科学教育 crefus, <http://www.shikoshin.com/crefus/index.html>
- [6] 衣笠哲也, 土師貴史, 入部正継, 小林智之, 藤本真作, 吉田浩治: “ものづくり教育のための段ボール 3D 受動歩行機—設計法, 歩行実験および授業の実践—”, 日本ロボット学会誌, vol.31, no.2, pp.154–160, 2013.
- [7] 松谷宏明: “2 足歩行ロボット教材開発とメールによる継続学習に関する研究”, 日本ロボット学会誌, vol.31, no.2, pp.175–180, 2013.
- [8] ヴェイストーン社ビュートローバー ARM, http://vstone.co.jp/products/beauto_rover/index.html
- [9] 島田義人, 永原格, 菅井賢: 世界の定番 ARM マイコン超入門キット STM32 ディスカバリ. CQ 出版, 2011.
- [10] 浮田浩行, 福田直毅, 吉田敦也: “e ラーニングとスクーリングによる小中学生のためのロボットプログラミング講座”, 日本機械学会誌, vol.110, no.1069, pp.28–29, 2007.
- [11] 浮田浩行: “大学生による小中学生のためのロボット教室”, 平成 21 年度工学・工業教育研究講演会講演論文集, pp.26–27, 2009.
- [12] 浮田浩行, 秋鹿雄太, 阿地恵太, 石原康行, 黒田穰, 小崎学, 鈴木俊輔, 長田悠希: “大学生による小中学生向けロボット教室における科学技術教育”, 平成 21 年 電気学会 電子・情報・システム部門大会 講演論文集, pp.979–983, 2009.
- [13] 長田悠希, 秋鹿雄太, 阿地恵太, 石原康行, 黒田穰, 小崎学, 鈴木俊輔, 浮田浩行: “徳島ロボットプログラミングクラブにおける ICT 教

育の実践”，平成 21 年電気学会電子・情報・システム部門大会講演論文集，pp.989-992，2009.

- [14] H. Ukida, Y. Aika, K. Achi, Y. Ishihara, J. Kuroda, G. Kosaki, S. Suzuki and Y. Nagata: “Robot Manufacturing Class for Children by University Students,” Proc. Asian Conference on Engineering Education 2009 (ACEE 2009), pp.164-165, 2009.
- [15] H. Ukida, Y. Aika, K. Achi, Y. Ishihara, J. Kuroda, G. Kosaki, S. Suzuki and Y. Nagata: “Robot Manufacturing Class for Children Led by University,” Journal of Engineering Education Research, vol.13, no.2, pp.78-82, 2010.
- [16] Y. Ishihara, H. Ukida, Y. Aika, S. Suzuki, G. Kosaki, Y. Nagata, K. Achi and J. Kuroda: “Science and Technology Education for Children by Robot Manufacturing Classes,” Proc. on 2nd International On-Board Symposium: Human Health, Energy and Environment, pp.59-60, 2010.
- [17] 鈴木俊輔，浮田浩行，藤澤正一郎：“大学生運営の習熟度別コースによる小中学生向けロボット教室”，平成 22 年度工学・工業教育研究講演会講演論文集，pp.336-337，2010.
- [18] 杉谷優一，浮田浩行，藤澤正一郎：“大学生主体の小中高生向け習熟度別ロボット教室とその相互評価”，平成 23 年度工学教育研究講演会講演論文集，pp.404-405，2011.
- [19] K. Iwata, Y. Saeki, Y. Sugitani, T. Watanabe, H. Ukida and S. Fujisawa: “Mutual Evaluation of University Students and Children in Robot Manufacturing Class,” Proc. of 2nd Asian Conference on Engineering Education (ACEE2011), no.SS2-1, pp.1-4, 2011.
- [20] 渡辺照久，浮田浩行，藤澤正一郎：“大学生による小中高生向けロボット教室プロジェクトとその相互評価”，平成 23 年度全学 FD 大学教育カンファレンス in 徳島，pp.22-23，2012.
- [21] 阪口昌寛，浮田浩行，藤澤正一郎：“大学生主体の運営による小中高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～”，平成 24 年度工学教育研究講演会講演論文集，pp.170-171，2012.

浮田浩行 (Hiroyuki Ukida)

1992 年 3 月岡山大学工学部情報工学科卒業。1994 年 3 月岡山大学大学院工学研究科修了。1995 年徳島大学工学部助手。2004 年同講師。博士（情報学）。主として、画像処理・コンピュータビジョンに関する研究に従事。

寺田賢治 (Kenji Terada)

1990 年 3 月慶應義塾大学理工学部電気工学科卒業。1995 年 3 月同大学大学院理工学研究科後期博士課程修了。同年 4 月徳島大学工学部助手，同年 11 月同講師，1999 年 4 月助教授，2009 年 4 月教授となり現在に至る。1992 年 4 月～1995 年 3 月日本学術振興会特別研究員。画像計測，画像処理に関する研究に従事。

る研究に従事。

吉田敦也 (Atsuya Yoshida)

1976 年 3 月大阪大学人間科学部卒業。1985 年 3 月大阪大学大学院博士課程単位取得退学。1986 年大阪大学人間科学部助手。1990 年学術博士（大阪大学），同年京都工芸繊維大学電子情報工学科助教授，1998 年同大学デザイン経営工学科助教授，2001 年徳島大学大学開放実践センター教授，2008 年同大学総合科学部教授を経て 2009 年 4 月より現職。主として，地域支援技術開発，高齢者／こども向けヒューマンインタフェース，インタラクティブシステムデザインに関する研究と実践に従事。

藤澤正一郎 (Shoichiro Fujisawa)

1976 年大阪工業大学機械工学科卒業。1999 年信州大学大学院工系研究科システム開発工学専攻修了。1999 年高松工業高等専門学校制御情報工学科講師，2000 年同助教授。2004 年徳島大学大学院工学研究科エコシステム工学専攻助教授，2008 年同教授，現在に至る。博士（工学）。福祉に関する支援技術や社会基盤整備，適応・学習制御の研究に従事。日本機械学会，計測自動制御学会，電気学会，IEEE などの会員。（日本ロボット学会正会員）