

【論文】

プログラミング教育の実践に関する研究

難波宏司

1 はじめに

本論は、本学が実施してきた、文部科学省の地（知）の拠点整備事業の一環として行った「小学校でのプログラミング教育」プロジェクトの活動報告である。この活動は本学学生が児童に対してのプログラミング教育支援を行う活動で2016年度より開始した。本論では、主に2017年度の実施内容を中心に、活動の中から得た知見を報告する。

小学校でのプログラミング教育については、平成29年告示の学習指導要領で、2020年度より必修化されることが確定した¹⁾。しかし、小学校の教育現状として、学習指導要領の改定で、英語の導入や、道徳の準教科化など、準備すべき課題が多く、それらの準備が十分でないと予想されたので、プログラミング教育をサポートするために本プロジェクトを企画した。そのため、本プロジェクトには以下の研究要素を含んでいる。

- 1) 児童に対して、プログラミング教育を行うことの意義（教育の目標）及び児童が獲得すべき内容の検討、またそれに基づく効果的な指導方法。
- 2) 上記の前提となる、中等・高等教育における「普通教育」としてのプログラミング教育の意義とそれに対応した教育内容・教育方法。
- 3) 小学校や児童に対する意義のある外部からの教育支援のありかた。
- 4) 学生が上記のことを効果的に実施するための体制と学生に対する教育プログラム。

プロジェクトの活動として、2016年度は、児童へのプログラミング教育を希望する学生による小学校でのクラブ活動への指導実践を行った。2017年度は、科目「つながりプロジェクト」の中で本プロジェクトを選択した学生が小学校の土曜講座での指導を行った。2016年度の活動から、プログラミング教育モデルを作成し、2017年度はそれに基づき授業実践を行い、その実践の結果からプログラミング教育モデルの改良を行った。また、2017年度は児童への接し方が異なる3タイプの学生グループが参加したため、その特徴に基づき児童に対する外部からの支援の在り方についても考察することができた。本論では、まず、教育モデルの基となるプログラミング教育の意義と内容について議論し、活動報告を行う。

2 プログラミング教育の意義

平成 29 年 6 月の小学校学習指導要領解説総則編²⁾では、小学校のプログラミング教育の意義として、1) プログラミング思考の育成、2) プログラミング等の重要性に気づき、ICT を主体的に活用する態度を育み、3) 教科等の知識・技能の定着を図ることであるとしている。

このうち 1) は主にプログラミングに関係した思考、2) は態度を養うものであり、3) プログラムを活用して教科の内容を深めると同時に、プログラムの活用思考を高めようというもので、1) 2) が目標であり、3) は手段という意味でやや性格が異なる。ここでは、1) 2) について考察する。

(1) プログラミング的思考

「プログラミング的思考」とは、「小学校段階における論理的思考力や創造性、問題解決能力等の育成とプログラミング教育に関する有識者会議」の中で作られた用語で、欧米の情報教育の中で提唱されている Computational thinking³⁾（計算論的思考：以下 CT と略す）の考えから出たものであるとされている。

CT は 2006 年にアメリカの Wing が提唱したもので、情報科学（コンピュータ・サイエンス）の思考・課題解決手法を普通教育として普及させるためのものであり、google⁴⁾やイギリスの BBC⁵⁾、その他、多くの大学、NPO が教材を提供している。その具体的内容は、google for education の Web サイトによると CT を内面的認識（mental processes）と明示的表現（tangible outcomes）に分け、それぞれの具体的な技術として

内面的認識（理論的要素）

- a) 分解：複雑な事象を細かく分ける
- b) パターン認識：問題の類似性の認識
- c) 抽象化：重要でない部分を切り捨て重要な部分に焦点を当てる
- d) アルゴリズム：問題を解決するための解決策 など

明示的表現（製造的要素）

- e) 自動化：繰り返しや条件分岐作業の適応
- f) データ表現：適切なグラフ化、図表、図示手法
- g) パターン汎化：モデルを作成し、そのルール・原理を見つけ、結果を予想する

などから構成されている。

ここで身につけさせようとしているのは、問題解決の具体的な手法や理論であり、学習は発達段階に応じた系統的なものになっている。

「プログラミング的思考」とは、小学校学習指導要領解説総則編の中で「自分が意図する一連の活動を実現するためにはどのような動きが必要であり、一つ一つの動きに対応した記号を、ど

のように組み合わせたらいいのか、記号の組み合わせをどのように改善していけば、より意図した活動に近づくのか、といったことを論理的に考えていく力」としている。これは、「活動実現の動きの必要性」=分解、「動きに対応した記号」=抽象化、「どのように組み合わせるか」=アルゴリズムと当てはめると CT の一部と類似している。しかし、小学校のプログラミング教育が、特定の科目や単元として与えられたものでないため、具体的な「思考の手法・理論」の言及が弱いものとなり、「体験」やプログラミングの役割を理解することが中心になっているように思われる。

次に上位学校との接続性の点から考察する。平成 20 年告示の学習指導要領では、中学技術・家庭の中でプログラミングを計測・制御と関連付けた扱いであったが、平成 29 年告示の学習指導要領では、中学技術・家庭ではプログラミングを問題解決の手段として位置付け、高等学校の情報では、「コンピュータとプログラミング」という項目が新設されている。つまり、今回改定された学習指導要領全般に、プログラミングの比重は高まったことになる。しかし、学習指導要領の解説を読む限りにおいて、教科の違いからか、小学校の「プログラミング的思考」と中学校の技術・家庭や高等学校の情報で学ぶプログラミングとの教育的接続性はあまり感じられなかった。現時点では、「プログラミング的思考」は小学校単独概念であると考えられる。

これらのことから、「プログラミング的思考」は CT における理論を理解させることや手法を身につけさせる内容が明示的に含まれていないので、教授者は、意識的に CT における理論や手法を気づかせ身に付けさせる授業内容にしなければならない。従って、CT における理論や手法に関する教授者の素養が、教育効果に大きく影響を及ぼすことになる。

(2) 従来型のプログラミング教育の課題と対応

本学で行っている従来型のプログラミング教育では、コンピュータの利用上の制限などから、コーディング技術を効率的に高めることを目的として、プログラミング言語の命令や文法を覚え込ませ、例示プログラムを基に課題に応じて改良させる授業構成が多く採られていた。つまり、課題の内容を時間を掛けて吟味させることや、試行錯誤を繰り返しながらプログラムを完成させる時間を確保することが、難しい状態で授業を進行していることになる。このような現状であるので、学修当初はプログラミング言語の命令や文法の理解が不十分のままプログラミングを行うので、多くの学生はこの時点でプログラミングを苦手と感じるようになる。プログラミングが苦手となる要素を経験的に列挙する。

- 1) 課題を整理し、分析・分解することが苦手
- 2) プログラム言語の命令や文法に従ってプログラムを記述することが苦手
- 3) プログラムの実行過程を追跡・調査することが苦手
- 4) 日常的にない新しい概念（例えば、C 言語のポインタ、構造体、クラスなど）の理解が苦手
- 5) プログラムをグローバルな視点（大規模な構造の理解や副プログラムの活用など）での解析・立案が苦手

- 6) 実行結果を現実の課題解決に対応させることが苦手
- 7) 部分改良ではない新たなプログラムを作成することが苦手

などがある。こうしたプログラミング習得の困難さは、世界的に共通しており、それを克服するため、入門用プログラミング言語として、Scratch を初めとするブロック型プログラミング言語が開発された。

ブロック型プログラミング言語は当然万能ではないが、上記の苦手要素の2)、3)、5)、6)の軽減に大いに貢献するものである。つまり初学者に対しプログラミングアレルギーを克服する点で有効であると考えられる。但し、ブロック型プログラミング言語は、苦手要素を覆い隠しているのみであるので、CT の立場からは、段階的に、苦手要素を学修させる必要がある。

(3) 本プロジェクトにおけるプログラミング教育の意義と教材等

以上のことを踏まえて、小学校で、短時間の学習で、中学校への接続性を考慮しないプログラミング教育の意義として考えたことは、

- 1) 楽しいプログラミングの体験を通して、IT やプログラミングに興味・関心を持たせる。
- 2) 課題解決型の活動を主体とする際に、獲得すべき要素として
 - ・ 計測や予測要素を取り入れ科学的な考え方の基礎を学ばせる。
 - ・ 分析的・統合的要素を取り入れ CT の基礎となる、分解・抽象化などを体験させる。
- 3) 主体的・共同的に取り組む活動とし、
 - ・ 自分で考え、自ら検証することを重視する。
 - ・ 2人以上の共同作業を通し、コミュニケーション力を育成する。
- 4) 以上のことを通して、中学校以降の「情報教育」や情報の利活用に積極的に取り組む態度を育てる。

である。

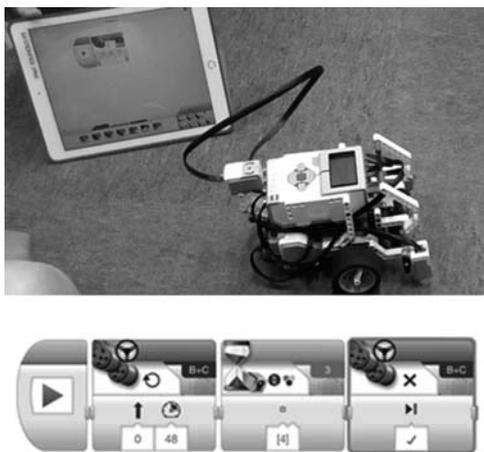


図1 LEGO とプログラム

こうした目的に合う教材として検討した結果、LEGO 社のマインドストーム EV3 を使用することにした。この教材は、レゴブロック（構造部品）を組み立てて作成したロボットで、基本的にセンサ4個（超音波センサ、カラーセンサ、ジャイロセンサ、タッチセンサ）、モータを3個（駆動用2個、アーム用1個）付けることができる。各センサの値はソフトウェアを介して数値表示することができ、計測的要素を取り入れた科学的な実験・演習が可能である。プログラミングは、Lab View で作られたブロック型プログラミング言語を使用し、タブレ

ットで行う。作成したプログラムはタブレットから電波でロボットに送られるので、試行錯誤を容易に繰り返すことができる。

また、指導方法は、児童が主体性を持った活動を行えるようにするために、教員が教えるのではなく、本学の学生が、学習を支援する手法を採った。これは、学生が全面的に指導するのではなく、課題を提示した後、アドバイザとしてあるいは、でしゃばらない共同作業者として、学習を支援することが望ましいと考えたからである。

3 プロジェクトの活動概要

(1) 2016 年度活動の概要

本プロジェクトは、2016 年度から開始した。2016 年度は、試行的な取り組みで、教育支援を希望する学生をボランティア的に募り、5 名が活動に参加してもらった。児童への教育は、尼崎市立立花西小学校の 4～6 年生のコンピュータクラブ活動で、児童 20 名に対し、2017 年 1 月から 3 月に計 4 回実施した。最終課題は、学生の発案で、課題のデモンストレーションビデオを作成しておき、それを使って、課題（ロボットが動くコースを児童自身に作成させ、そのコースをロボットがトレースをするプログラムの作成）を説明し、児童にプログラムを作成させた。児童の取り組む意欲は高く、次年度の開催も決定した。

(2) 2017 年度の活動概要

1) 学生構成

地域の課題解決に取り組む「つながりプロジェクト」の授業の中で活動を行った。「つながりプロジェクト」は、2 年次学生が学科の枠を超えてテーマを選択する PBL（Project Based Learning）型演習科目である。本プロジェクトを選択した学生は 17 名ですべての学科の学生が揃った。これを 3 グループに分けて活動させた。当初は、学科に捕らわれずに横断的なグループにしたが、活動する時間を考慮すると、学科単位のグループにする方が現実的であると判断して、次のような 3 班編成とした。

グループ A 看護学科・食物栄養学科 4 名

グループ B 児童教育学科 6 名

グループ C 総合健康学科 7 名

本プロジェクトを選んだ学生は、特にプログラミンが得意という学生ではなく、児童に接したいという学生が多かった。プログラミングが苦手という学生もグループ B、C に 2 名ずついた。

2) 活動の流れ

4～7 月 学生への指導（児童への教育支援の意義、ロボットの使い方、プログラミング、教育支援法）、関係組織と連絡をとり、実施校との打ち合わせ

9 月～12 月 教育支援計画作成、教材・教具作成、学生の教育支援実践

1月～3月 学生の教育支援実践、活動のまとめ

3) プロジェクト実施校の選定

尼崎市総合教育センターの協力の下、2017年7月及び9月に、尼崎市立小学校長会及び教頭会で事業内容を説明し事業実施小学校を募ったが、授業として応募、問い合わせをした学校は一校もなかった。小学校への聞き取り調査から、当時は、英語への対応が多忙で、プログラミング教育に興味があっても、応募する余裕がなかったこと。また、試行的な実施を望んだ場合であっても、実施する学年の全てのクラスで同一の教育方法や教育内容を行い、尚且つ現場の教師が行っている教育と齟齬がないようにすることが求められることから、指導する側としての学生の教育的資質が不十分であると判断されたことが、応募がなかった理由であることが分かった。この状況から、授業でなく課外活動の中での活動を模索した。この中で、尼崎市立杭瀬小学校から、11～12月に行われる土曜講座での実施を依頼された。また、前年度実施した立花西小学校から2～3月のクラブ活動での実施を依頼された。

(3) 学生に対する指導

「情報」を得意とする学生は少なく、児童に対しての交流に関心が多い状況を考慮し、学生に対する教育目標として、

- a) 社会交流活動の経験を通して、今後容易に社会交流活動に参加できるようにする。
- b) 指導内容を考えさせる活動を通して、企画力・構成力の育成を図る。
- c) 児童への指導を通してコミュニケーション力の育成を図る。
- d) 児童への指導に必要な CT の基礎を身に付けさせる。

とした。

実際の指導として、次のようなプログラムを実施した。

1) プロジェクトの意義及び活動概要の理解と児童への接し方、支援の方法の理解

最初に、学生にプログラミング教育の意義が児童の主体性を引出し、科学的思考のトレーニングと IT に関する関心を高めることであることを強調して理解させようとした。科学的思考については、初めて聞く概念のようで、理解、反応は希薄であった。

2) レゴロボットの基本的な操作

次に、学生にレゴロボットの基本的な使い方とプログラミングの基礎を指導した(2回)。

この中で、音を鳴らす方法、モータを動作させる方法、センサによるモータのオン・オフ、ループ構造、スイッチ(条件分岐)構造などの内容を、1回の講義で指導した。学生のモチベーションを維持させるために、原理の説明は行わずに、すぐに使える内容に厳選して指導した。学生の理解度からみると、センサの使い方やループ構造はほぼ理解できたようだが、スイッチ構造の理解はやや不十分だった。また、センサの原理やセンサの数値の意味には、ほとんど興味を示さなかったので省いた。

3) CT の考え方の理解

CT の考え方を理解させるために、Google のブロック型プログラミング言語の Web サイト（ブロックリー）を利用して、学修させることにした。これまでシニア向けの講座等で比較的好評な内容であったので十分取り組めると思ったが、予想に反し、拒絶反応を示す学生が数人出た。この拒絶反応は、課題が解けないことが原因であった。ブロックリーは、課題を解くと徐々に難しい課題が出題される構成になっている。この構成は、CT に基づいているので、ブロックリーを利用することで CT の理解が深められる。自分で納得しながら進める内容でシニアには好評であるが、学生の取り組む状態を観察すると、思考したり、理解したり、納得したりする時間が少なく、すぐに結果を求める傾向があり、順を追った理解のないまま課題に取り組み拒絶反応を起こしていることが分かった。この状態から、CT を理解させるための時間を多く掛けていると、プログラムの作成に潤沢な時間が割けなくなると考えたので、ブロックリーを利用した CT の学習はこれ以上行わないことにした。

4) 課題によるプログラムの作成理解

上記の状況から、CT の考え方が身に付いていないと判断したので、課題に応じてプログラミングをおこなうことで、プログラミング能力の向上と共に CT の考え方を身に付けさせる方法に変更した。提示した課題は、2 動作以上を繰り返して実行させる課題や、条件により異なる動作をさせる課題である。例えば、ロボットを特定の軌跡（四角形や星形）に沿って動作させるプログラムや、障害物を直角に回避させて、最終的に元の位置に戻るプログラムなどである。これらの課題を 3 人程度のグループで、プログラムの作成をさせるようにした。

前述のブロックリーを学修させた状況から、要所でヒントを与えなければプログラムは完成できないと考えた。この考えをベースにして実施したが、予想以上の時間を費やしたものの、全てのグループがヒントを与えることなく、互いに教えあい試行錯誤を繰り返しながらプログラムを完成させた。この結果から、応答性の良いプログラミング環境を与えれば、教員の支援がなくても、学生は積極的に試行錯誤を繰り返しながらプログラムを完成させられることが分かった。また、課題を替え同様の方法で 4 回のプログラム作成を実施したことによって、ほとんどの学生がプログラムを作成できるようになった。

5) 児童に対する指導法の考案

次に前述のように、学科ごとに 3 グループに分け、児童に対する指導法を制限をかけずに自由に考案させた。その後、児童が学習する内容として適切であるかを筆者が指摘する形式で指導法の改良を行った。実施可能な内容になったと判断したしたので、模擬授業を行い、ビデオに撮って授業内容の再確認をした。

4 児童に対する指導実践

指導実践は、尼崎市立杭瀬小学校の土曜講座の中で、11～12 月の単発 3 回実施（継続でなく、

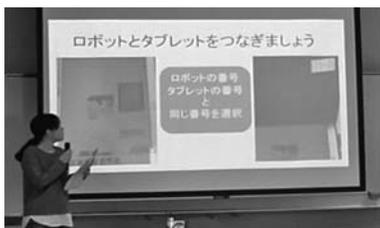
回ごとに参加児童が変わる)した。実施時間は9時30分から11時30分の2時間とした。実施回ごとに指導する学生グループ(A、B、C)を変えた。参加児童は各回ほぼ15名で4、5年生が多かった。

児童を2~3人の班に分け指導した。

(1) 指導内容

どの学生グループも基本的に次のような構成で指導した。

1) 基本操作の説明



2) 児童の操作体験



3) 学生による班指導



4) 応用課題に挑戦



5) 答え合わせ



6) 児童たち自身で課題を設定・解決



(2) 学生グループごとの教育支援の特徴

学生の指導内容は、どのグループも同じ構成で、ロボットの前進/回転、センサ検知とそれによる制御の分岐、総合演習という構成である。どのセンサを使うか、どのような総合課題を提示するか、どのような態度で指導するかが、各グループの特色となった。次に各グループの内容を紹介する。

1) グループ A の指導（教え込み型）



図2 グループ A の指導

丁寧な説明によって、児童が「分かる」ことを目標にした教育支援をおこなった。児童全員への説明を重視し、説明をするごとに、説明内容を理解したかの確認の実習をさせ、全員が出来たら次の段階を説明するという形式で進めた。教える順番を工夫し、前の学習の結果を次に生かす教え方に心掛け、分かりやすいプレゼンテーションの資料を用意し、説明は聞き取りやすい話し方で丁寧に行った。児童には学生が「教える」という姿勢で接した。重視したセンサは色センサで、色線の入った用紙を用意し、そこで停止、回転などをさせた。色センサを重視したのは、反応したかどうか明確で、教えやすいからである。教え込み型であったので、児童に考えさせる課題は出さず、最終的に、色線のところで方向転換させるプログラムの作成を到達点とした。

2) グループ B の指導（満足度重視型）

「協同作業を通して、楽しい体験」を目標に、最初に、ゲームで児童の班分けを行った。この活動により児童と学生が打ち解け、初対面のぎこちなさが解消した。全体の説明は、課題提示のみの簡素なものとし、児童と学生と一緒に考える環境を重視して、児童の班の中に学生が入った。学生は児童に積極的に指示をするのではなく、先ず児童の様子を観察し、児童から質問があった場合に、初めて答えるように心がけた。また、意欲がやや乏しい班に対しては、学生が間違ったプログラムを示し、困った様子を見せ児童の興味を引き出そうとした。センサは色センサを主に使い、色紙を使って、色によって方向転換をするプログラムを考えさせた。総合課題として、テーブルから落ちないように動き回るプログラムを考えさせた。また、総合課題を完成させた班を学生全員が褒めた。

丁寧な説明によって、児童が「分かる」ことを目標にした教育支援をおこなった。児童全員への説明を重視し、説明をするごとに、説明内容を理解したかの確認の実習をさせ、全員が出来たら次の段階を説明するという形式で進めた。教える順番を工夫し、前の学習の結果を次に生かす教え方に心掛け、分かりやすいプレゼンテーションの資料を用意し、説明は聞き取りやすい話し方で丁寧に行った。児童には学生が「教える」という姿勢で接した。重視したセン



図3 グループ B の指導

3) グループ C の指導 (実技型)



図4 グループ C の指導

「主体的に考え、行動する」を目標に、指導的な説明と実演の後、課題を提示し、児童に考えさせ、試行錯誤をさせる時間を充分取った。児童には、見守る姿勢で接した。進め方が体育実技のような形式で、課題ごとに、学生がロボットの動作を実演した後、児童にロボットが同じような動作をするプログラムを考えさせた。完成した段階で、追加の指示を出し、児童に考えさせた。主に使ったセンサは超音波センサで、準備した障害物を検知させることを中心に

指導した。総合課題は、障害物で作った駐車場への乗り入れであった。

4) 児童の到達度

参加した全ての児童の班は 30 分程度でロボットのモータを動作させるプログラムを自分たちで考えて作成することができた。グループ B、C では、総合課題を与え児童の班ごとに考えさせた。グループ B では 7 班中 4 班が、グループ C では 7 班中 5 班が課題を達成した。更には、グループ B、C とも、児童たちで課題を設定し、その課題を完成させた班も出てきた。

(3) 結果

表 1 児童へのアンケート集計

質問項目	グループ			全体
	A	B	C	
満足したか	4.7	5.0	4.7	4.8
時間は短かったか	3.4	4.5	4.7	3.9
簡単だったか	2.4	3.7	2.9	3.1
もう一度参加したいか	4.5	4.7	4.4	4.5

実施後児童に対して簡単なアンケートを採った。それを数値化して左表のように集計した。(5 点満点で数値が高いほど項目に合致)

全体としてほぼ期待される結果となったが、グループ間で若干の差が見られた。グループ B は児童が満足することを意図した指導を行い、満足度などは高かったが内容が簡単すぎたという結果となっている。グループ A は教え込む

タイプで、効率よく指導が進んだので、児童には時間が余った。また、教え込みすぎたため児童には難しく感じたと思われる。グループ C は、準備段階では、主体性を育てることを重視し課題もよく練られていたが、意欲を失った児童への対応に問題があったことから、満足度が上がりず再参加の希望が少なくなったと思われる。

本論 2 の (3) で示した教育意義の到達度を、児童に対する実施状況の観察や児童からの聞き取り調査から、考察すると

1) の IT やプログラミングに関する興味・関心は、どのグループも同様に高まった。特にグループ B では効果が高かった。

- 3) の主体性に関しては、説明より実習を重視したグループ B とグループ C では、児童の全ての班が自分で課題を設定するまでに至った。説明を重視したグループ A では説明した内容以上のプログラムを考えようとした班は2班であった。協調性に関しては、グループ A が最も高まった。これは、課題（説明）の難易度が児童のレベルよりやや高いところになっていたので、共同で作業する必要があったと推測する。グループ B、C では課題がやや平易であったので、児童が自分一人で作業できるという意識が強まり、共同で作業する場面が少なくなった。
- 2) の科学的な考え方や CT に関しては、どのグループも伸ばしきれなかった。指導する側の学生は科学的な態度や CT が希薄であったので、数値の扱いやしくみの理解を指導しようとする態度が乏しいことから、児童に適切な指導ができなかったのが原因である。筆者が、考えていた指導例として、タイヤの直径を計測し、そのタイヤを何回転すれば目標に到達できるのかを考えさせる課題を用意したが、学生から、計算が煩雑で児童が嫌がると却下された。児童以前に、指導する学生への教育の必要性を感じた。
- 4) の積極的に取り組む態度については、今回だけでは十分なデータが得られなかったので、児童を継続的に観察し、変化の有無を確認する必要があると考えている。

5 考 察

学生のプログラミング能力を、一個の条件分岐を使用する程度の難易度にしたプログラムの作成について問う形式で調査を行った。その結果を各グループの学生数としてまとめたものを表 2 に示す。なお、表 2 の I～IV は、I 学生自身が課題を設定してプログラムの作成ができる。II 課題を与えられればプログラムの作成ができる。III 課題を与えられ、ヒントを与えられればプログラムの作成ができる。IV 全くプログラムの作成ができない、といった回答を示している。

表 2 学生のプログラミング能力

	I	II	III	IV
グループ A	3	1	0	0
グループ B	1	2	3	0
グループ C	2	3	2	0

表 2 から分かるように、「学生自身が課題を設定してプログラムの作成ができる。」と回答した学生数が最も多かったのは、グループ A である。つまり、グループ A にはプログラミング能力が高い学生が最も多く、次いでグループ C、グループ B の順になる。

グループ A、C では、グループ内で最もプログラミング能力の高い学生が、児童に指導する際に、リーダーの役割を担って説明をしていた。グループ B では、プログラミング能力が最も高い学生は、指導する内容を考えたが、実施時にはトラブルが発生した時の対応にあたり、直接児童を指導する場面はなかった。

表 1 と表 2 の考察を照合すると、児童の満足度と学生のプログラミング能力には大きな関係性がなく、児童への学習支援の方法によって満足度に差が出るのが分かった。グループ A とグループ C の学習支援は、学校での授業を模し、児童へは「教授者」としての接し方であった。それに対して、グループ B の学習支援は、児童の活動の「アドバイザー」としての接し方であっ

た。学生が児童への学習支援を行う場合は、教員の代用として支援をするのではなく、「学生」という立場で児童に「アドバイザー」として接する支援の方が、児童の満足度を高めるうえで効果があることが分かった。

本プロジェクトの最後に、学生にプロジェクトへの感想を聞いた。本プロジェクトで得たものとして、全員が児童との交流をあげた。しかし、児童に CT を身に付けさせることができたかと聞くと、全員が CT を身に付けさせることはできなかったと答えた。また、学生自身のプログラミング能力が向上したかと聞いたところ、グループ B では 4 名、グループ C では 4 名の学生が向上しなかったと答えた。

今回のプロジェクトは、学生にとって、プログラミングを通して CT を教えたという感覚は希薄なのであろう。今回のプロジェクトでは、動作が直視できるロボットの計測・制御を、ブロック型プログラミング言語を用いてプログラミングをさせたので、試行錯誤を繰り返すことによって目的に沿ったプログラムが完成できた。このような学習環境であるので、CT での分析や抽象化がほとんど不要であった。そのため、課題の理解が容易であり、すぐに実験できることから、課題解決への取り掛かりが容易であった。課題解決のための思考よりも、実行して確かめる試行錯誤を繰り返した方が早く課題解決できる可能性もあった。そうしたことから、学生にとってこれはゲーム感覚の課題で、本プロジェクトを通して身に付けたことは、思考法でなく、何度も試行して解決に近づけるチャレンジ精神と集中力の養成だったのではないかと考える。

しかし、このような CT 意識の希薄なグループ B に支援された児童の中に、指導されていない二重ループを使って四角渦巻きの軌跡を描く課題を完成する児童もいた。これは、適切な課題を提示すれば、指導者が意識していなくても児童に CT の態度を身に付けさせることができることを示唆している。

6 ま と め

以上のことから、ロボットを動作させるプログラミングを学生が教育支援する今回のプロジェクトは、児童の IT に関する興味・関心を高める上で効果があり、児童の主体的活動を促進したといえる。それは、

- 1) ロボットを動作させるプログラミングは結果が可視化されるので理解しやすく、意欲を高めるのに効果的であったこと。
- 2) 児童自らが課題を設定し、解決できるような総合課題を提示し、児童が主体的に取り組む機会を与えたこと。
- 3) 実習において、児童がロボットを操作する時間を多く取り、実証する機会を十分与えたことにより、児童の理解が進み、満足度が高まったこと。

が要因であったと考えられる。

しかし、CT の分解・パターン認識・抽象化・アルゴリズムといった考え方や、科学的な態度

を身に付けさせることは、学生自身にその考え方が身に付いていなかったもので、児童に考え方を身に付けさせる所までは至っていなかった。

CTに関する教材は、欧米では、プログラミングや日常生活の問題解決の課題として、多数提供されている。このような課題を参考に、ロボットを使ったCTの考え方を深める課題を多数準備することが重要であると考え。こうした準備作業を学生と共に行うことによって、学生のCTの素養も高めていきたいと望んでいる。学生と共に考えた教材案として、ロボットを使った物語を作り、それを実現するロボットの動きを考えさせる課題がある。たとえば、物語「わらしべ長者」のように、ロボットが途中で部品を交換しながら、最終的に異なった機能を持つロボットに変身していくような課題や、いろいろな障害に遭遇しながら旅行をするプログラムなどである。今後、こうしたものを含め、課題を充実させていきたい。

今回のプロジェクトの意義として、2章で述べたように、ITに関する興味関心、主体性と共同的に取り組む態度、CTや課題解決の要素、中学校以降での学習意欲育成の4点挙げている。客観的にその教育効果の測定として、アンケートを取ったが、CTに関しては、具体的な到達指標が作成できていなかったため、適切な設問が作れなかった。本プロジェクトを評価するCTの到達度指標を作成し、より客観的に本活動の評価を行うことが重要であると考え。

今後は、学生による児童への教育支援だけに止まらず、今回の実施の経験を基に、小学校教員へのロボットや教材資料の提供を行うことや、ネットワークを使った、ロボットの遠隔操作などのシステムを開発し、小学校のプログラミング教育の発展に寄与していきたい。

参考文献・注

- 1) 文部科学省 (2017) 「小学校学習指導要領 (平成 29 年告示)」
- 2) 文部科学省 (2017) 「小学校学習指導要領 (平成 29 年告示) 総則解説」
- 3) Wing, Jeanette M. (2006). "Computational thinking". *Communications of the ACM*, 49(3)
- 4) <https://edu.google.com/resources/programs/exploring-computational-thinking/>
- 5) <https://www.bbc.com/bitesize/guides/zp92mp3/revision/1>

[なんば こうじ 教育工学]