

初等教育・特別活動(クラブ活動)における実践事例： 2011年度からの実践を振り返り今後の活動を考える

内田 奈津子^{1,a)} 柏 舜^{2,b)}

概要：2020年度より、初等教育におけるプログラミング教育が始まった。著者らは、地域、大学、学校とが連携して、2008年よりロボット教材を活用した講座を実施してきた。これに参加した当時小学5年生であった著者らの提案により、2011年度に小学校での特別活動(クラブ活動)として、プログラミングを体験できる教育環境を実現させた。この取り組みは、2016年度まで大学と学校が連携して行ってきた。その後、一時中断したが、2020年度より再開し、学校を中心とした運用に移行した。しかし、(1)特別活動(クラブ活動)の特性により継続が難しいこと(対象校においては、毎年児童の希望によりクラブ活動の内容が決められる)、(2)設備が整っているだけで、担当者のスキルに寄るところが大きい、(3)教員の移動により、ノウハウが引き継がれていない等の課題が明らかになった。

本稿では、開設当初のカリキュラムを紹介し、2020年度の取り組みの状況と今後の課題解決に向けての提案を行う。

キーワード：プログラミング教育、初等教育、特別活動(クラブ活動)、ロボット教材

1. はじめに

2013年5月世界最先端IT国家創造宣言[1]により、21世紀の素養として初等教育からのプログラミング教育の必要性が宣言された。その後、2016年6月16日の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「議論の取りまとめ」[2]、同年12月21日の中央教育審議会「幼稚園、小学校、中学校、高等学校及び特別支援学校の学習指導要領等の改善及び必要な方策等について(答申)」[3]を受け、2018年に小学校学習指導要領(平成29年告示)[4]で告示された。このような経緯を経て、

小学校におけるプログラミング教育は、本年2020年4月より、実施されることとなった。

小学校におけるプログラミング教育は、小学校学習指導要領(平成29年告示)の第1章総則[4]で、次のように述べられている。

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

(3) 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付けるための学習活動

プログラミング教育では、プログラミングに特化した科目は設けず、各教科等の特性に応じて実施することとなっている。そして、学校内外の様々な場面で実施されるプログラミング教育について、

¹ フェリス女学院大学

² University of California, Santa Cruz

a) uchida@ferris.ac.jp

b) shkashiw@ucsc.edu

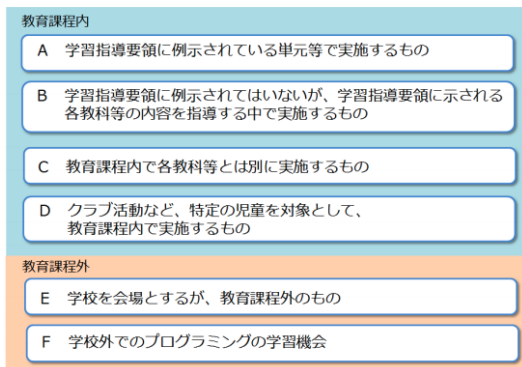


図 1 プログラミングに関する学習活動の分類

A～Fの6種類に学習活動の分類を示している(図1)[5]。本論文では、教育課程内のD領域について述べる。

著者らは、プログラミング教育の実施が決まる以前の2008年より地域、大学、小学校とが連携し、ロボット製作による講座という形式で、プログラミングを伴う教育活動を行ってきた。これに参加した、当時小学5年生であった著者(第2著者)らの提案により、2011年度に小学校での特別活動(クラブ活動)(以下、クラブ活動とする。)を立ち上げ、プログラミングを体験できる場を作った。この活動は、一時中止した時期もあるが、2020年度再開し、継続的に活動が続けている。

しかし、以下の課題が明らかになった。

- クラブ活動の特性により継続が難しいこと(対象校においては、毎年児童の希望によりクラブ活動の内容が決められる)
- 設備が整っているだけで、担当者のスキルに寄るところが大きい
- 教員の移動により、ノウハウが引き継がれていない

本稿では、クラブ活動の開設に至った背景、開設当初のカリキュラムを紹介し、現状の課題解決に向けての提案を行う。

2. クラブ活動に至った経緯

2.1 地域における活動

2005年頃、地域にある緑園都市コミュニティ協

会^{*1}から第一著者の元に小中学生を対象にしたプログラミング講座を実施したいと相談があった。

子どもたちの科学技術への興味関心の向上と創造性や問題解決力の育成を目指し、これからの社会でグローバルに活躍する人材育成に地域で取り組みたいとのことであった。この背景には、加速する社会の情報化の動きと、初等中等教育における学校へのLAN整備と情報教育の推進に向けての流れによるものであった。加えて、この地域には、長年にわたる中学校の建設問題があり、これからの新しい教育に関しての関心が高まっていたことも背景にある。そのため、地域活動により新しいものを先取りした、次世代を担う人材の育成に目を向けたことから、プログラミングを学ばせたいという依頼につながっていた。

横浜市では、この頃、ようやく小中学校の教室にもネットワーク環境が整い始めたが、学校での情報教育の取り組みは緩やかであった。文部科学省の政策として、教育の情報化についての動きが強まる中、理科離れの問題が社会での話題になった時期であった[6]。そのため、小学校からも、学校では取り組むことが難しい部分を、地域活動で実現して欲しいとの合意がえられた。この活動を通じ、地域も小学校も、子どもたちの科学技術への興味関心の向上と育成、情報教育の推進や理科離れの問題解決にも繋がって欲しいとの期待があった。

当時から、第1著者は、プログラミングの学習は、教師の説明を聞き、その後、課題に取り組むため、一人で黙々と画面に向かってプログラムを打ち込み実行させるを繰り返すものが多いイメージを持っていた。そのため、第1著者は、一人で黙々と行うようなプログラミングの取り組みが、これからの社会を担っていく子どもたちにとってためになるのだろうかと疑問を抱いた。

人材や機器などの準備の都合もあり、すぐには動き出すことは困難だったため、実施までにはし

^{*1} アメリカの住宅地にあるホーム・オーナーズ・アソシエーションを参考として地権者、物件購入者、開発業者が一体となって旧来の自治会組織とは別に、日本では始めて住民主体のまちづくり組織として設立された。
http://www.ryokuen.gr.jp/external/rca/rca/what_rca.html

ばらく時間がかかった。

このような状況の中、2006年に、LEGO Mindstorms NXT[7]が発売となった。LEGO Mindstorms NXTは、マサチューセッツ工科大(MIT)とレゴ社とで共同開発された教育用教材である。パパートの著作『MINDSTORMS』[8]から由来しているもので、ものを作ることを重点に、ものを構築する中で知識を理解・吸収する構築主義に基づいたものである。

著者は、2002年に所属する女子大の大学生に行ったロボット制作プロジェクト[9]から、この構築主義に基づく感触を得ており、このロボット教材に関心を持っていた。LEGO Mindstorms NXTは、サーボモーター、タッチセンサー、光センサー、サウンドセンサー、超音波センサーとNXT「知能」ブロックと呼ばれる本体と、500個以上のさまざまなパーツのレゴブロックから構成され、繰り返し作ったり壊したりすることができる。

ロボット製作は、コードを書いて画面の中だけで表示したり仮想的に動かしたりするのではなく、自分で作ったロボットに、プログラムを投入して自律的に動かすことができ、リアルな体験が伴う。そのため、このプロセスは、子どもたちに理解しやすく楽しみながら取り組むことが可能となる。ロボット教材は、子どもたちの思考を形にする、視覚化ツールであると言える。

当時、第1著者は、ロボット教材を活用する意義として、次のことを考えた。

- 自分の考えをロボットとして形作ることができること
 - プログラムを投入することで自律的に動かすことができること
 - ロボット製作とプログラミングにより、試行錯誤の体験ができること
 - ロボットの組み立てやプログラムを書くことなど、グループで分担して取り組みやすいこと
- この教材であれば、子どもたちの興味関心を引き、著者の考えと、地域のプログラムを学ばせたいという依頼の両方に答えることができる講座が実施できると考えた。

当初の相談から少し時間がかかったが、2009年

2月に初めての講座を実施した。小学校からは、学校では十分な環境(時間、教える人材、教材など)が作れないが、こどもたちへのお知らせはできるとのことで、小学校を通じて案内をし、地域、小学校、大学が連携しての実施となった。

講座は、小学校3年生以上中学生までを対象にし、週末を使って1日(10:00~16:00)で行う。単発でも継続しても参加できるようにした。ロボット教材は、コストが高く、最初から全ての機材を購入して運用することは困難であった。そのため、当初は、NPO法人ヨコハマ Robot Scienceの協力を得た。その後、少しずつ調達を進め、自前で運用できるようになった。これには、科学技術振興機構のサイエンスパートナーシップ[10]の助成金[11]や緑園都市コミュニティ協会の活動費などを用いた。

講座では、2~3人1チームで1つのロボット教材を使い、簡単なロボットの組み立てとプログラミングを組み合わせ、目的の自律ロボットを作った。毎回キットの片付けが発生することから、一時間の昼休みを挟み4時間の講習時間を設けた。プログラミングでは、基本的な制御構造を学び、ロボット製作では、ギアの構造、センサーを使った課題に取り組んだ。

講座を進めていくうちに、いくつかのロボットコンテスト(WRO[12], FLL[13], 宇宙エレベーターロボット競技会[14]など)に出会い、コンテストをゴールにした講座に発展させた。

2.2 ロボットコンテストへのチャレンジ

本節では、クラブ活動への契機となったロボットコンテストについて紹介する。

2008年、World Robot Olympiad(WRO)[12](以下、WROとする)の国際大会が横浜で開催されたことから、WROを知ることになった。

WROは、世界規模で開催される、小中高校生を対象としたLEGO Mindstormsを使った自律型ロボットによるコンテストである。ロボット競技への挑戦を通じて、世界中の同世代の人々を結びつけ、創造性、デザイン、問題解決のスキルを磨くことを目的としている。

表 1 3つのカテゴリー

カテゴリー	内容
レギュラー	事前に発表されたテーマに沿って作成されたフィールド上の特定の課題を解決するためのロボットを設計、製作そしてプログラミングし、クリアしたポイントと完走までにかかった時間での総合得点で競う。
オープン	プロジェクトベースのコンテスト。与えられたテーマに関連する独自のロボットソリューションをデモンストレーションとプレゼンテーションで競う。事前に提出する2分のビデオとレポートの審査で選考。大会では、2m四方のブース内でのポスターの掲示、5分のプレゼンテーションとロボットのデモンストレーションにレポートの提出が求められ、事前に公表されているループリックに基づき採点される。
フットボール	2台の自律式ロボットによるサッカー競技。

2009年頃の競技は、3つのカテゴリーからなり、それぞれ異なる年齢層レベル（小学生、中学生、高校生）に分かれていた。各チームは2～3人のメンバーと1人のコーチで構成する。3つのカテゴリーを表1に示す。

この地域の子どもたちは、小さな頃から塾に通い、受験勉強に縛られており、友だちと深い議論をしたり、考えたりする経験が少ない。子ども同士の関わりが希薄であることから、この問題を改善するためにも、チームで取り組むことは重要な要素であると考えた。

コンテストに挑戦することにより、次のことが期待できる。

- ロボット制作の過程では、互いに学び合い、教え、学ぶことができる
- プログラミングを含むロボット制作は、思考力を養い、表現力を伴うことからこれらの能力を養うことができる
- 教科を単独的に学ぶのではなく、総合的に学ぶ環境が作れる



図 2 WRO2009 で作成したお茶会をするロボット

- 競技会の課題は、実世界の問題や課題が与えられ、より能動的な学習へ導くことができる
- 年齢が近い仲間と同じフィールドに立ち切磋琢磨することができる
- 学校と地域が連携して学ぶ環境が構築できる

2008年は、前述の講座に参加した参加者から希望のあった3チームを構成し、レギュラーカテゴリーとオープンカテゴリーに挑戦した。講座で学んだことを元に、与えられた課題に展開した。不足する知識は、課題に取り組みながら、調べたりアドバイスしながら進めた。時には、地域の方々からのアドバイスもあった。

地区予選やビデオ審査を経て、レギュラーカテゴリーとオープンカテゴリーに各1チームが日本大会に出場した。また、オープンカテゴリーのチームは、日本代表として選拔され、国際大会への参加も実現した。

2009年のオープンカテゴリーの課題は、「Artist Robot」であった。チームで、調べたり話し合ったりして、生花をするロボット、お習字をするロボット、演奏するロボットなど、複数の意見が出たが、世界大会への出場を視野にいれ、日本を紹介する意味を込めて「お茶会をするロボット」を製作することに決めた。

茶道をロボットで表現するためにはどのようにロボットを作ったら良いのかをチームで話し合い、ロボット技術を学ぶのではなく、茶道を徹底的に研究した。彼らはロボットのデザインやプログラミングの仕方を学ぶだけでなく、お茶を出すこと、ふるまうこと、そして次にお茶を立てるもののメカニズムについて学んだ。図2に、製作したロボットを示す。

著者らは、得点を競うレギュラーカテゴリーよりも与えられた課題にそって考えを形にするオープ



図 3 WRO2010 で作成したロボット

ンカテゴリーの方が、目的にかなっていると考え、2010 年もオープンカテゴリーに挑戦した。2010 年のテーマは「ロボットで旅行の楽しさを伝えよう—あなたの国や文化遺産をロボットで紹介」であった。

日本は歴史に富んだ国であり、たくさんの良い景色があり、何を語るべきか、誰に語るべきかがロボット提案の基本的な鍵となる。第 2 著者を含む子ども達は、学校の先生や日本にいる海外からの留学生へのアンケートを行い、自分たちのやりたいことなども踏まえて、ゲームセンターにあるフォトブース (有名なものにプリント倶楽部がある) のようなものを製作することにした。

日本の新しいものも古いものも全部入れ込んだアイデアで、さまざまな観光名所などを訪れることを可能にする「Let's Purikura」と呼ばれるロボットである (図 3 を参照)。行きたい場所のカードを選択し、機械にかざすと、その写真が背景にセットされ、記念写真が撮れる仕組みになっている。

このロボットは、日本の小学生チームとして、初めて国際大会で 8 位入賞を果たした。

この結果は、地域や小学校でも共有されたことから、多くの人々の興味関心を持つこととなった。結果だけでなく、途中の活動の様子も小学校の先生方が見学されたりしていたこともあり、子どもたちの要望から、小学校の正課科目に取り入れら

れることとなった。

3. クラブ活動の発足と実践事例

3.1 クラブ活動の発足

2009 年からの 2 年間に及ぶ地域活動は、参加した第 2 著者らを含む児童の希望により、2011 年度、小学校でのクラブ活動の一環として「LEGO ロボットクラブ」に発展した。

「LEGO ロボットクラブ」は、学習指導要領で規定されている正規科目のクラブ活動に該当する。

クラブ活動の実施時間は、学級活動、学校行事、児童会活動を含めて年間 35 時間の中で実施することになっている。この小学校では、この学習指導要領に基づき、4 年生から 6 年生までを対象として、年 13 回 (各年度の学校の事情により実施回数が変動) で設定している。

学校により、クラブ活動の内容は様々であるが、この小学校では、毎年、子どもたちの要望により実施するクラブが決められる。「LEGO ロボットクラブ」は、子どもたちの自発的な意見によって新設された。

設置にあたり、次の課題があった。

- 地域活動では、多くの時間を使うことができたが、小学校の正規科目では、1 回の授業時間が 45 分であること
- ロボット教材の調達の問題
- 製作したロボットの保管場所
- 年間 13 回という回数と途中に入る長期の休みによる、知識の継続性の問題

ロボット教材は、2011 年度は、第 1 著者が所有するものを地域の方々の協力のもと、毎回移動して利用した。その後、科学技術振興機構のサイエンスパートナーシップの助成 [15] により資金を得て、小学校で所有するキットの調達ができた。

3.2 年間カリキュラムとその実践

授業の進め方は、地域活動の経験と学習指導要領に基づき、担当教員と著者とで、数回の検討を行った。その上で、表 3 に示す年間カリキュラムを決めた。

クラブ活動は、立ち上げ当時の平成 20、21 年改

表 2 年間カリキュラム

回	内容
1・2回（事前学習）	ロボット教材にふれあい、車型ロボットを組み立てる
3回	プログラミング初体験。前進・後退・曲がる仕組みについて体感的に学ぶ
4回	3回の復習とループや分岐のプログラムを学ぶ
5回～7回	センサーの仕組みを学ぶ。光センサーを使った実験。ワークシートの活用
8回以降（事後学習）	グループ活動で様々な競技（ライントレース、ロボット相撲など）にチャレンジ。
12回	競技会およびチームごとの取り組み発表
13回	まとめ

訂の学習指導要領 [16] では、次のように定められていた。

(1) 目標 (学習指導要領第 6 章第 1)

望ましい集団活動を通して、心身の調和のとれた発達と個性の伸長を図り、集団の一員としてよりよい生活や人間関係を築こうとする自主的、実践的な態度を育てるとともに、自己の生き方についての考えを深め、自己を生かす能力を養う。

(2) 内容

学年や学級の所属を離れ、主として第 4 学年以上の同好の児童をもって組織するクラブにおいて、異年齢集団の交流を深め、共通の興味・関心を追求する活動を行うこと。

(a) クラブの計画や運営

(b) クラブを楽しむ活動

(c) クラブの成果の発表

著者らは、担当の教員と相談し、教育目標を、学習指導要領の内容を抑えつつ、ロボット教材の利用により、思考力・判断力・表現力の育成を目的に、特に「問題解決力」と「伝える力」を育むこととした。当時は、プログラミングは、学習指導要領に含まれてはいなかった。しかし、これからの時代を先取りし、プログラミングの基本である制御構造（ループ、分岐）は、しっかりと教えることを考えた。ただし、専門的な用語は用いず、ロボットがどのように動くのかを重視し、毎回、児



図 4 簡易的なロボット

童が楽しく取り組めるよう心がけた。

この活動は、毎回、グループで行った。班構成は、4 年生から 6 年生を各 1 人ずつの 3 人 1 グループとして構成し、学年を超えたコミュニケーションがはかれるよう工夫した。最初の数回は、著者が準備したワークシートを用いてグループで取り組み、後半は、ライントレースやロボット相撲など、最後の回にゴール設定した課題（毎年異なる）にグループで取り組むこととした。

まず、パーツの確認、簡単なロボットの組み立てを行い、その後、前述のスケジュールに沿って、プログラミングの基本、センサーの使い方、ギアの仕組みなど基本的なことを身につけ、後半のグループ活動につなげた。前半は、ややレクチャー型の授業になってしまうが、実験したり競争したりする内容を入れることで子どもたちのモチベーションを高める工夫をした。

3.3 教材

プログラミング、ギアの仕組み、光センサーの使い方の 3 つは、ワークシートを準備した。

ロボットは、少ないパーツで短時間に作ることができるよう著者が考えたものを示した (図 4)。

ロボットが完成したところで、プログラムの書き方、ロボット本体への送り方、実行の方法などの手順を教え、自由に動かしてみるところから始め、円を描くように走らせること、次に、教室の床の四角形を活用して、直角に曲がるプログラムを考えたり、四角形を描くように走らせたりするこ

ギアのしくみ

図A,Bの仕組みを作り、気が付いたことをメモしよう!!

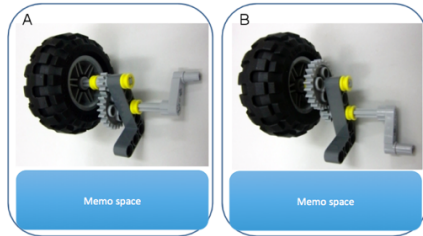


図 5 ギアの実験のワークシート

とを考え、繰り返しの動きを体験するようなワークシートを準備した。

ロボット教材を用いて自律ロボットを製作する際には、ロボットを作ることとプログラムを書くことをバランスよく取り組む必要がある。そのため、プログラムを学んだ後には、ギアの仕組みを教えることを考えた。そして、その後、プログラミングの制御構造の中でも難しいとされる分岐のプログラムを光センサーの実験と組み合わせて行うこととした。

これらの2つの項目は、実験をし、その結果をまとめるワークシートを作成して取り組ませた。

まず、ロボット技術の基礎となるギアの仕組みは、大きいギアと小さいギアの組み合わせで力のかかり方や速度がどのように異なるかの実験を体験するものである。

この実験では、図5に示す教材を作成した。ワークシートは、A4用紙で1～2ページに収まるように工夫し、1人ずつ配布した。

ワークシートには、短時間で組み立てられるよう使うパーツはなるべく少なくした実験教材を考えた。子どもたちは、ワークシートの写真を見ながらグループ内で分担し、パーツを組み立てる。ワークシートの写真の下には、コメント欄を設け、自分で組み立てたもので体感して学び、感じたことなどを各自が記述できるよう構成した。

実験の後、学んだことをロボットに取り入れ、速く走るロボットや力の強いロボットなどの制作をするよう誘導した。

光センサーの実験では、赤・緑・黄・黒・白など

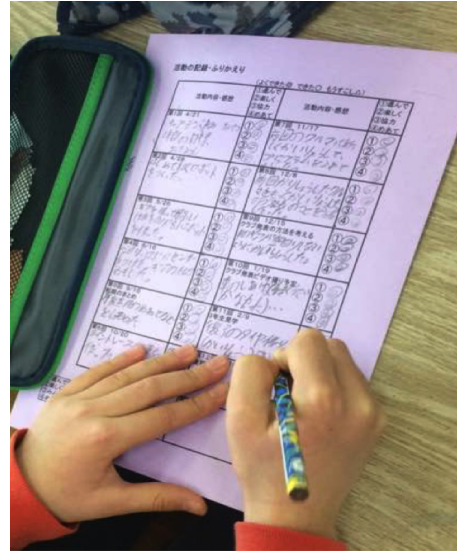


図 6 活動記録のワークシート

の色の帯で構成されたワークシートを用い、センサーの位置を変えて実験した結果を記入させるようにした。

ものづくりでは、初めて学ぶ際にたくさんのことを学ぶ必要があるが、クラブ活動の内容に「クラブを楽しむ」とあることから、基本は抑えるがたくさんのことは教えず、こどもたちが楽しく取り組めるよう心がけた。

日々の活動は、学校が準備した活動記録のワークシートに記録して、ポートフォリオ化し、次の活動につなげるようにした(図6を参照)。このポートフォリオは、他のクラブでも同様のものを用いている。良い写真が残っていないため、この写真からは内容が読み取れないが、子どもたちは、1年間を通じてのクラブ活動での目標とまとめ、各行に行なったことや感想を書いている。

3.4 これまでの活動事例

2011年度から始まったこのクラブ活動は、毎年同じ内容で実施してきたわけではない。ワークシートを用いる最初の数回は、同じ内容で実施したが、後半は、年度ごとに違うゴールを設定した。

2011年度は、機材が揃っていなかったこともあり、LEGO Mindstorms NXT 以外の LEGO のキットも用いた。この年の課題は、チームで面白

い動きをするロボットの製作であった。

2012年度は、ライントレース、速く走るロボット、力の強いロボットから一つ選んで取り組んだ。2013年度以降は、助成金が活用できたため、相撲ロボット用のフィールドを製作し、相撲ロボットに取り組んだ。

ものづくり系の取り組みの多くは、一度完成するとそこで終わってしまうことが多い。このプロジェクトでは、トライアンドエラーを繰り返すことにより、一度完成したものを見直し、修正・改良をするよう工夫し、指導してきた。特に、2013年度以降は、後半の課題をロボット相撲にしたことにより、より修正・改良に取り組む環境が作りやすくなった。

ロボット相撲においては、勝つための作戦を考える際、ロボットの機構やプログラムの工夫など、様々な検討要素がある。児童らは、グループで話し合い、協力してより強いロボットを作る。ある程度、ロボットが完成すると試し試合をする行動が現れる。負けるとどこに問題があったのかをグループで相談して改良する行動が観察できた。

そして、表現活動のひとつとして、映像により自分たちの作品の良さやレゴロボットのおもしろさを自身の言葉で説明する機会があった。

この活動は、全校児童に各クラブの活動を伝える活動として、例年、学校でのカリキュラムに含まれている。担当の教員が撮影・編集し、次年度のクラブ選択に向けた発表する場や昼の放送による発表などで活用している。「LEGO ロボットクラブ」では、使用しているキットの説明や、どんなロボットを作っているのかを上級生を中心に、分担して話す内容を決め準備を進めた。

この映像を見た下級生は、4年生になったらこのクラブに入りたいと思い、「LEGO ロボットクラブ」を選択した子どもたちもたくさんいた。

12、13回目の最後の回にも、チームごとに取り組んだロボットの説明や相撲大会などを行い、伝える活動を行う機会を設けた。

3.5 これまでの実践の課題

2011年度から2016年度を振り返り、課題を整

理する。

クラブ活動発足当初は、ロボット教材の数が少なく、また、毎回荷物の移動が伴った。しかし、著者らが運用管理をしていたため、パーツの整理やバッテリーの充電など、細かな作業に問題はなかった。しかし、小学校でキットを購入してからはバッテリーの充電が行われていないことやパーツの紛失、年度ごとの片付けの問題など、ロボット教材の管理が行き届かなくなった。

たくさんの細かなパーツがあるため、ボックスごとにナンバーリングし、本体やケーブル、センサーなどにはすべて番号のシールを貼り、管理しやすいようにしたのだが、年を経るにつれ、バラバラになっていった。

45分13回/年という回数のもと、片付けまで手が回らないため、一時は、保護者の手を借りたりもしたが、この問題は、非常に難しい課題である。また、経年劣化による本体やパソコンの故障などもいつ発生するかわからない問題もある。

こういった、機材に関する問題は、忙しい現場の教員だけでは対応が難しい。

これまでは、第1著者がサポートを行ってきたが、新学習指導要領にプログラミング教育が含まれるようになった今、現場の先生にバトンタッチし、運用できるような仕組みを考える必要性を感じている。

ここまでに述べたカリキュラムは、プログラミング教育の導入が決定される以前に設計したものであり、新しい学習指導要領に合わせての見直しも必要であるとする。

4. 2020年度の活動再開と今後の実践提案

4.1 活動再開の経緯

前述のように始まった特別活動の枠を活用した取り組みは、2016年度まで続いた。しかし、前述の通り、この小学校ではクラブ活動の内容が年度ごとに児童の希望によって決められていることから、2017年度からはクラブが設立されず、活動も行われなくなった。

2020年度になり、授業の内外で児童がICTに触

れる機会が増える中、児童の中にロボットを使った活動を希望するものが現れた。教員が学校に教材があることを認識していたこともあり、再度ロボットクラブが設立されることとなった。新型コロナウイルス感染症の影響により、年 13 回程度行われてきた活動は、2020 年度は 7 回程度での実施となる予定である。

しかし、一旦の休止期間を経て活動を再開することは容易ではない。外部から関わる中で、次の 4 つの課題が見えてきた。

- 教材キットの保管・メンテナンス
- 教材の引き継ぎ
- 活動の内容
- 指導教員の確保

4.2 2020 年度の活動

学習指導要領（平成 29 年告示）第 6 章特別活動 [16] においては、「望ましい人間関係を形成し、個性の伸長を図り、集団の一員として協力してよりよいクラブづくりに参画しようとする自主的、実践的な態度を育てる」ことがクラブ活動の目標とされている。

著者らは、11 月に再開後のロボットクラブに立ち会った。そこでは、教員が最低限の見守りを行い、生徒の自主性に任せる形で活動が行われていた。具体的には、3 人程度のチームを構成し、それぞれに与えられた 1 台のロボットキットを用いてロボットを作成することが目標とされていた。

ほとんどのチームが、ロボットキットに同梱されている冊子を参考に、モデルとして掲載されているロボットを組み立てることに取り組んでいた。2 回の活動を経て、経験者がいる一部のグループはモデルロボットの完成に近づいていた。一方、モデルロボットはキットの全ての機能を活用できるように設計されていることから組み立てるのが難しい部分もあり、そうした部分をうまく組み立てられていないグループもあった。

ロボットを組み立てた次のステップとして、PC を用いてプログラムを記述しロボットを動作させることが考えられる。しかし、モデルロボットが完成したグループは、そこで方向性を見失ってし

表 3 今後の活動予定

回	内容
12/15	プログラミングの基本 ロボットの前後進・回転を使った順次処理の考え方
1/19	ループを用いたプログラム
2/9, 2/16	センサー・分岐を用いたプログラム
3 月 (未定)	発表会

まっている様子であった。

ロボットクラブの活動が再開された機会を活用し、より有意義な活動が行えるようにするため、著者らはクラブ活動の日に学校に出向き、活動の支援を行っている。

支援の 1 回目（クラブの活動としては 3 回目）には、チームごとの進捗を確認した。モデルロボットの組み立てが進んでいないグループに関しては、2016 年までの活動で用いていたシンプルな構造のロボットを組み立てることを提案し、45 分の活動時間の中で動くロボットを組み立て、簡単なプログラムを書いて動作させることに成功した。

全てのグループが動作可能なロボットを組み立て終わっていることから、次回以降は活動時間の前半に講義のような形で基本的なロボットの構造やプログラミングにおける考え方を示し、後半に各グループで応用したロボットを制作することを考えている。

2020 年度は新型コロナウイルス感染症により、年度内にあと 5 回程度の活動を予定している。それぞれの回では、以下に示すような内容でインプットを行う予定である。

多くない活動回数ではあるが、3 月に行われる今年度のクラブ活動の最終回にて何らかの形でチームごとの発表が行えるよう、目標設定をすべく教員と相談をしているところである。

また、2021 年度以降、クラブが存続するようであれば、2016 年度以前に行われていた 13 回のカリキュラムを再考しながら活動していくことが望ましいと考える。

4.3 見えてきた課題

教材の引き継ぎの問題

活動休止以前に購入した教材については、基本的に全て保管されていた。経年劣化により動作しなかったり、性能が衰えた部品などもあったが、多くは動作可能な状態であった。

一部、活動休止前にロボット競技のフィールドとして利用していた板材などが見つからず、他の目的に転用されてしまったのではないかと考えられる。

一方で、データとして保管していた教材（ロボットの作り方・プログラムの組み方などに関する資料など）は、一切保管がされていなかった。クラブ活動に関するファイルを保管しているファイルサーバの保存期間が3年程度と短く、後述する教員の異動の際に知識が伝達されない問題が明らかになった。

教材キットのメンテナンスにおける課題

前述の通り、限られたクラブ活動の時間内に有意義に活動を行うためには、事前の準備が必要不可欠である。具体的には、ロボットやPCのバッテリーを充電しておくこと、パーツを整理整頓しておくことなどが挙げられるが、現場で行われている準備は少なかった。

指導教員の確保

クラブ活動の指導教員の確保も課題となる。2016年度までクラブを担当していた教員は既に異動となっており、どのように活動が行われていたか知る者はいない状況になっていた。

現在教員として勤務している先生方のうち、大学等でプログラミングを学んでいる者はごく一部である。ロボットクラブの担当になった教員も、そうした教育を受けていないか、大学で多少触れたことがあるといった程度であった。その経験は、十分手を動かして体験したわけではなく、講義を受けた程度であった。

他の授業の準備などもある中、クラブ活動に割くことのできる時間は限られており、ゼロベースで活動内容を考えるのは現実的ではない。

5. まとめ

思考力・判断力・表現力の育成を目的に、特に「問題解決力」と「伝える力」を育むことに重点をおいた取り組みをしてきた。1コマ45～60分という時間の制約はあったが、ゴール設定した課題に向かい、プログラムにより自律して動くロボットができた。

第1著者が関わってきた、2016年度までの活動を通じては、以下のような効果が見られた。

- テーマに沿って、自身の考えをイメージし、ロボットの形にしていく活動により、主体的に考え、問題解決に努める行動が見られた
- グループでの活動は、互いのよい点・課題点を指摘し合い、一人ひとりのロボットづくりへの思いをグループとしての思いにまとめあげていくことができた
- 全校に向けた発表の場は、児童は、相手意識をもち、ロボットの仕組みや自身の作品について理解を深め、自分の言葉でまとめ発表できるよう考えることができ、目標である「伝える力」の育成につながった
- 自分の意見を発表することにより、他の児童にとっても問題意識の認識につながり、話し合い活動が活発になった。
- ロボットを製作する過程で起こる課題についてチームで解決方法を探っていくことにより、深く考えることができた。
- チームによるプロジェクトは、学年を超えたコミュニケーションがはかれた

2020年度の活動は、これからであるが、実施回数は少ないが同様な効果が得られることを期待したい。

課題としては、以下の点を挙げる。

- 日々の準備や片付けは上級生を中心に、協力してできたが、学期終了後、ロボットを分解しての片付けの時間の確保と進め方
 - 経年劣化するロボットキットの維持にかかる経費の問題（助成金の打ち切り）
 - 外部の協力と教員の確保の問題
- 活動を始めて10年が経過し、現場の教員にバト

ンタッチができたと思っていたが、まだまだ支援の余地がありそうである。当時小学生であった、著者が成長し、先輩として教室に戻れる意義も大きいと思う。

初等教育におけるプログラミング教育は、まだまだ始まったばかりである。子どもたちが楽しく学び、これからの活動の可能性を広げる一助になることを願う。

参考文献

- [1] 内閣府，高度情報通信ネットワーク社会推進戦略本部（IT戦略本部）：世界最先端 IT 国家創造宣言（オンライン），入手先 <https://www.kantei.go.jp/jp/singi/it2/kettei/pdf/20150630/siryout2.pdf>（参照 2020-11-28）。
- [2] 文部科学省：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「小学校段階におけるプログラミング教育の在り方について（議論の取りまとめ）」（オンライン），入手先 https://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chousa/shotou/122/houkoku/1372522.htm（参照 2020-11-28）。
- [3] 文部科学省：中央教育審議会「幼稚園・小学校，中学校，高等学校及び特別支援学校の学習指導要領等の改善及び必要な方策等について（答申）」（オンライン），入手先 https://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chukyo/chukyo0/toushin/1380731.htm（参照 2020-11-28）。
- [4] 文部科学省：小学校学習指導要領（平成 29 年告示）（オンライン），入手先 https://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/new-cs/1384661.htm（参照 2020-11-28）。
- [5] 文部科学省：小学校プログラミング教育に関する研修教材（オンライン），入手先 https://www.mext.go.jp/component/a_menu/education/micro_detail/_icsFiles/afieldfile/2019/05/21/1417094_004.pdf（参照 2020-11-28）。
- [6] 文部科学省：平成 13 年度文部科学白書 第 1 部 21 世紀の教育改革教育改革 Q&A Q4（オンライン），入手先 https://www.mext.go.jp/b_menu/hakusho/html/hpab200101/hpab200101_2.076.html（参照 2020-11-28）。
- [7] Lego Mindstorms NXT（オンライン），入手先 https://en.wikipedia.org/wiki/Lego_Mindstorms_NXT（参照 2020-11-28）。
- [8] Seymour Papert：Children, Computers, and Powerful Ideas, Basic Books, 1980. 奥村訳，マインドストーム 新装版，未来社，1982。
- [9] 日本機械学会ロボメカ部門広報委員会：第 7 回ロボットグランプリ（オンライン），入手先 <https://www.jsme.or.jp/rmd/Japanese/Newsletter/no32/7th%20Robot%20GP.htm>（参照 2020-11-28）。
- [10] 国立研究開発法人 科学技術振興機構：サイエンス・パートナーシップ・プログラム（オンライン），入手先 <https://www.jst.go.jp/cpse/spp/>（参照 2020-11-28）。
- [11] 国立研究開発法人 科学技術振興機構：平成 22 年度サイエンス・パートナーシップ・プログラム（オンライン），入手先 <https://www.jst.go.jp/cpse/spp/jisshi/22/data/AD103062.pdf>（参照 2020-11-28）。
- [12] World Robot Olympiad（オンライン），入手先 <https://wro-association.org/home>（参照 2020-11-28）。
- [13] First Lego League（オンライン），入手先 <http://www.firstlegoleague.org/>（参照 2020-11-28）。
- [14] 宇宙エレベーターロボット競技会（オンライン），入手先 <http://space-elevator.tokyo/>（参照 2020-11-28）。
- [15] 国立研究開発法人 科学技術振興機構：サイエンス・パートナーシップ・プログラム，実施報告書 小学校（ロボット）（オンライン），入手先 <https://www.jst.go.jp/cpse/spp/about/data/h24/AG120479.pdf>（参照 2020-11-28）。
- [16] 文部科学省：小学校学習指導要領 第 6 章 特別活動（オンライン），入手先 https://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/new-cs/youryou/syo/toku.htm（参照 2020-11-28）。