

コミュニケーションロボットを用いたプログラミング教育の実践

齋藤 ひとみ* 上坂 茅穂**

*情報教育講座

**愛知教育大学教育学部初等教員養成課程情報選修

Practice of Programming Education Using Communication Robots

Hitomi SAITO* and Chiho KOUSAKA**

* Department of Information Sciences, Aichi University of Education, Kariya 448-8542, Japan

** Major in Informatics and Communication Technology, Teacher Training Programs for Primary Education, Faculty of Education, Aichi University of Education, Kariya 448-8542, Japan

I. はじめに

Society 5.0時代では、今ある職業の49%がなくなるなど社会の変化はますます激しくなると言われている。また、AIやロボット技術の進化に対して、日本ではIT人材の不足が問題になっている（経済産業省, 2016）。

このような社会的背景のもと、平成29年度に改訂された学習指導要領において、初等中等教育におけるプログラミングを含む情報の科学的な理解に関する教育の充実がはかられ、小学校段階におけるプログラミング教育の必修化が明示された（文部科学省, 2017）。小学校でのプログラミング教育は、プログラミングの技能の習得が目的ではない。そのねらいは、論理的思考力を育む、私たちの生活がプログラムを含む情報技術に支えられていることに気づく、身近な問題の解決に取り組む態度を育む、さらに各教科の学習目標を確実に身につけることなどである。

今年度からの全面実施に伴い、これまで様々な先進的な取り組みや、実践が進められている。しかしながら、現在の小学校教員の多くが、プログラミングに対する専門知識を持たず、実践研究も始まったばかりであり、必修化を進めていくことには大きな課題がある。本研究では、コミュニケーションロボットを用いたプログラミング教育に着目する。具体的には、ロボットとの未来を想像した劇作りを行い、私たちの生活が情報技術に支えられていることや、身近な問題の解決に情報技術を活用しようとする態度を養うことを目的としたプログラミング教育の実践を行う。

以降、2章で先行研究と目的、3章と4章において実践方法とその結果について述べ、5章で提案した実践による教育効果について議論する。

II. 背景と目的

1. 小学校におけるプログラミング教育

小学校におけるプログラミング教育の目標は、「子供たちに、コンピュータに意図した処理を行うように指示することができるということを体験させながら、将来どのような職業に就くとしても、時代を超えて普遍的に求められる力としての『プログラミング的思考』などを育成するもの」とされている（教育課程部会小学校部会, 2016）。また、プログラミング的思考とは、「自分が意図する一連の活動を実現するために、どのような動きの組合せが必要であり、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、記号の組合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」と定義され、育成すべき資質・能力の3つの柱にそって以下のように整理された（文部科学省, 2020）。

• 知識・技能

身近な生活でコンピュータが活用されていることや、問題の解決には必要な手順があることに気付くこと。

• 思考力・判断・表現力等

発達の段階に即して、「プログラミング的思考」を育成すること。

• 学びに向かう力・人間性等

発達の段階に即して、コンピュータの働きを、よりよい人生や社会づくりに生かそうとする態度を涵養すること。

これらの議論を受け、2017年3月に改定された新学習指導要領において、プログラミング教育が必修化されることとなった。新学習指導要領解説総則編（文部科学省, 2017）には、図1のように記載されている。

各教科において、教科目標のプログラミング的思考力と関係する単元などにおいて実施するとされ、各教科のどこで実施するべきか、発達段階や年次進行に合わせたカリキュラム・マネジメントが求められている。

小学校においては特に、情報手段の基本的な操作の習得に関する学習活動及びプログラミングの体験を通して論理的思考力を身に付けるための学習活動を、カリキュラム・マネジメントにより各教科等の特質に応じて計画的に実施することとしている。

また、子供たちが将来どのような職業に就くとしても時代を越えて普遍的に求められる「プログラミング的思考」を育むため、小学校においては、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を計画的に実施することとしている。

図1：新学習指導要領での記載

2. プログラミング教育の実践

プログラミング教育で育成すべき3観点のうち、知識・技能および思考力・判断力・表現力は、プログラミングを用いて課題の解決を行う学習活動を通して、育成することができる。しかしながら、学びに向かう力・人間性等の育成は、プログラムを作成する活動に加え、プログラムを使ってどんな課題を解決するかが重要になると考えられる。本研究では、3観点の力をバランス良く育成するために、コミュニケーションロボットを用いることが有効であると考えた。

ソフトバンク（2020）では、pepperを活用した社会貢献プログラムの一環として、pepperをプログラミング教育の教材として全国の小中学校に提供している。その活動成果発表会では、小・中学生が地域や社会の課題を解いた学校が高く評価されている。これらの取り組みから、コミュニケーションロボットを用いることは、情報技術が社会にどう役立つかを考えるために有効であることを示している。

そこで本研究では、コミュニケーションロボットで身近な課題の解決を考えることをテーマに授業を作成する。

3. 演劇的手法

身近な生活でコミュニケーションロボットでの課題解決を考えやすくするため、本研究では、演劇的手法を用いる。

演劇的手法は、演劇で使われる技術や能力を応用し

て、他の学びの目的を達成する手段である。演劇的手法の中でも、テーマに基づいた演劇作品を作成して演じる創作型の実践では、表現することによる新たな視点や思考の獲得や、演者と観客を体験することで記憶に残りやすいなどが利点とされている（青柳・角、2016）。

さらに、劇を作成する活動は、プログラミング的思考の育成にも役立つと考えられる。利根川（2016）は、幼児の劇づくりにおける対話を分析し、演ずることから生じる互いのイメージのずれを対話によってすり合わせ、具体的な表現方法や行動を発見することを報告している。このような過程は、プログラミング的思考の自分の意図する一連の活動を実現するために、動きの組み合わせを考え、試行錯誤する過程に対応すると考えられる。

そこで本研究では、グループでのロボットとの劇の作成を学習活動に取り入れる。

4. 目的

本研究の目的は、コミュニケーションロボットが身近な課題を解決する劇の作成をとおして、小学校プログラミング教育の3つのねらいをバランスよく達成する授業を作成し、実践をとおして3つのねらいが獲得されるかを評価することである。

Ⅲ. 予備実践

1. 対象

本実践に向け、2019年3月から9月にかけて、小学生から中学生を対象とした4回のワークショップを秋田、愛知、東京で実施し、授業内容の検討や修正を行った。各ワークショップの人数が5-7名であった。

2. ワークショップの構成

ワークショップでは、Aldebaran Robotics社製のヒューマノイドロボット「NAO」を使用した。プログラミングには、Choregrapheというソフトを使用した。Choregrapheでは、ボックスで表現された命令を並べたり、つなげたりすることでプログラミングを行うことができ、子どもたちにも比較的簡単にロボットを動かしたり、話をする動きを実現できる。

ワークショップは以下の3部構成で行った。

(1) ロボット、プログラミングソフト「Choregraphe」について学ぶ（60分）

1部では、ヒューマノイドロボットNAOが自己紹介を行った後、プログラミングについて学ぶ。一人の児童を指名し、子どもに対して指示を与える。「立ってください」「右を向いてください」「おじぎをしてください」などと、指示し、プログラミングを疑似体験してもらおう。その後、NAOも、「Choregraphe」のボツ

クスを使うことで指示することができるということ学ぶ。その後、子どもたちは、「Choregraphe」の操作方法について、スライドを用いて学び、実際にパソコンを使ってボックスを選べ、繋げることで、実際にNAOをプログラミングできるようになる。

(2) 演劇の作成

2部では、グループに分かれ、「ロボットが人間社会に馴染んだ未来の世界」をテーマに劇を作成した。劇を作る際に、紙とペンを用いて、グループで内容を考えることから始め、劇の内容ができたら、NAOのセリフをプログラミングし、練習を行うように指示した。

(3) 発表会、振り返り

3部では、作成した劇を発表する。子供たちは、NAOを動かす役割と、NAOと劇をする役割に分かれて発表を行った。最後に、ロボットやプログラミングの振り返りを行い、子どもたち一人ひとりからの感想を聞いた。

3. 実践結果

予備実践1では、「ロボットが人間社会になじんだ近未来の世界」をテーマに劇を作成した。劇を作るといふことに対し、戸惑っていた子どもたちも多かったが、演劇を作成する前に、劇の見本を演じることで、子どもの創造性を膨らますことができた。子どもたちは、「風邪をひいて困っているときに、NAOが薬を代わりに買ってきてくれる」「野球をしたいけど人数が足りないときに、NAOが友達として一緒に野球をしてくれる」というテーマで劇を行った。ロボットを使った、一人暮らしの高齢者問題や、少子化問題を解決する方法につながる劇ができあがった。

予備実践2では、「NAOとピクニック」というテーマを設定し、NAOとかくれんぼをしたり、NAOと動物園に行ったりなど、NAOと一緒にピクニックを楽しむ劇を作成した。学年が大きく離れていたため、上の学年の子どもが、サポートに入る場面が多く見られた。

予備実践3では、「NAOと一緒に迷子のA子ちゃんを励まそう」というテーマで行った。A子ちゃんを励ますための、解決策を多く出すことができた。劇の発表では、いくつもの解決方法を試したのちに、お母さんと再会するというストーリーができた。子どもたちが自ら役割分担を行い、長いストーリーを完成させた。

予備実践4では、「海辺でウニのトゲが刺さってしまった人を助けよう」「急な雷雨で病院に駆け込んできた外国人を助けよう」というテーマで劇を作成した。場面カードを作成し、劇のテーマをある程度絞ることで、問題解決型の劇を行うことができた。

4. 授業内容の検討と改善

4度のワークショップを通して、以下の4つの課題が見つかった。

(1) 時間設定

ロボットや、パソコンが動かなくなるというトラブルが起きたときに、予定通りに進めることができなくなることを想定できず、時間ロスが多く見られたり、子どもの作業時間が予測できず、時間配分を誤り、活動の時間が押してしまったりした。そこで、本実践に向けて、活動時間の可視化や、トラブルが起きた際の対処方法をまとめた。

(2) プログラミング用のボックス

NAOをプログラミングするボックスが多すぎるため、NAOにできることと、できないことが伝わりきらなかった。また動きのボックスのピクトグラムがすべて同じであり、動きの名前も英語表記のため、子どもが分からないと困ってしまった。また、パソコンはグループに1台であり、画面上でボックスを選んでいると、グループの中で画面が見えない子どもが出てきてしまった。そこで、パソコンで行う前に、机上でプログラムが組めるように、ボックスと同じ意味のカードを作成した。また、劇内で使えるボックスは7つとし、シンプルにした。

(3) 劇のテーマ

劇のテーマを「ロボットとの未来の世界」という条件のみにすると、場面の範囲が広すぎたため、子どもたちがどのようなテーマにすればよいか戸惑う場面があった。一方で、劇の場面だけを絞って低学年向けに行ったところ、ロボットがいなくても成り立ってしまう劇ができてしまった。そこで、「困っている人を助けよう」というテーマで行うこととした。「いつ」「どこで」「誰が」困っているかということカードで決め、場面を決めることで、劇のテーマが、問題解決型であり、範囲を狭めることとした。

(4) 劇の作成方法

予備実践を通して、子どもが劇をテーマのみから劇のセリフまでを、作りあげることが難しいことがわかった。そのため、劇の作成順序が分からず、途中で飽きてしまう子どもも一部いた。役割分担でもめてしまうなどで、時間のロスにもつながった。また、劇を作成する手順において、プログラミング的思考の手順とのつながりが見られなかった。そこで、本実践では、劇を作成するためのワークシートを作成し、劇をつくる順番を明確にした。プログラミング的思考の手順とリンクするようなワークシートになるよう心がけた。

IV. 本実践

1. 対象

実践は、2019年11月5日、11月12日の2日間、愛知県刈谷市の亀城小学校で実施した。3年生3クラス計105名を対象とし、1クラスに対し、1コマ45分の授業を2コマ連続の授業を2回行った。

2. 授業内容

(1) 授業のねらい

予備実践で、子どもが、ロボット身近な生活で起こりうる問題の解決方法について考えていたため、ロボットを使った問題解決に取り組めるよう、ねらいを設定した。

1つ目の「知識・技能」では、「ロボットが動く仕組みを理解する。プログラミングの言葉の意味を説明することができる」とした。ロボットは、プログラミングされることによって動いているということだけでなく、プログラミングの言葉の意味を理解し、説明できることをねらいとした。

2つ目の「思考力・判断力・表現力」では、「ロボットを使った社会問題の解決について考え、劇を通して表現することができる」とした。プログラミング的思考の、「自分が意図する一連の活動を実現する」という面で、「演劇」とつながるものがあると考えた。プログラミング的思考の手順を使いながら、劇を通して、表現することで、児童の学びを深めたい。

3つ目の「学びに向かう力・人間性」では、「ロボットの可能性やロボットとの共存について考えることができる」とした。児童にとって身近になりつつあるロボットのあり方を考えるきっかけとしてほしい。また、他者と協働しながらねばり強くやり抜く態度の育成として劇を作成する際に、グループ内で協働していくという部分も大事にした。

(2) 授業内容

授業全体において、時間設定の問題を解決するために、パソコンの予備を用意し、ロボットが動かなくなった時のロボットの再起動の方法なども確認した。また児童の活動時間が延長しないように、制限時間をスクリーンに映し出し、視覚的に時間を意識させた。

授業は、予備実践と同じく以下の三部構成で行った。

① ロボット、プログラミングについて学ぶ (45分)

最初に、ロボットとプログラミングについて学ぶ。プログラミング用のボックスの問題を解決するため、ボックスと同じ意味を表すカードを作成した(図2)。今回は対象が小学3年生ということもあり、7種類に絞った。パソコン上で、ボックスを選ぶ前に、カードを選び、並べることで、パソコンの画面が見えなくてもプログラミング方法を体験することができるようにした。また、席が隣の児童とペアになり、一人1セット配ったカードを3枚ならべ、命令する側と、命令される側を体験することでプログラミングを体感的に学んだ。

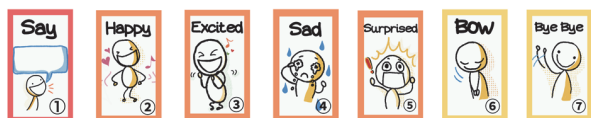


図2：本実践で使用したロボプレイカード

② 劇の作成 (90分)

劇のテーマは、「困っている人をロボットと一緒に助けよう」とした。劇のテーマの問題を解決するために、劇の題名を決める際に、場面カード(図3)を各班がそれぞれひいた。その後、各場面における問題点と解決策をまずは個人で付箋に書き出した後、グループで一つに絞った。



図3：場面カードの例

また、劇の作成方法の問題を解決するため、劇を作成する流れをグループシートに示した。実際に使用したシートを図4に示す。劇の作成は、劇の題名決め→役割決め→劇の流れ作成→セリフの作成の順に行った。予備実践では、プログラミング的思考と、演劇の作成のつながりがみえにくかったため、表1に示すようにコンピュータを動作させる5つの手順(文部科学省, 2020)と劇の作成手順を対応させた。

③ 発表会、振り返り (45分)

劇の発表の際に、児童にこの授業を通して身につけた力を意識してもらうため、評価シートを配布し、各グループの劇の相互評価を行った。評価の項目は、「劇の題名と劇の内容があっていましたか?」「問題をロボットだからできる方法で解決できていましたか」とした。

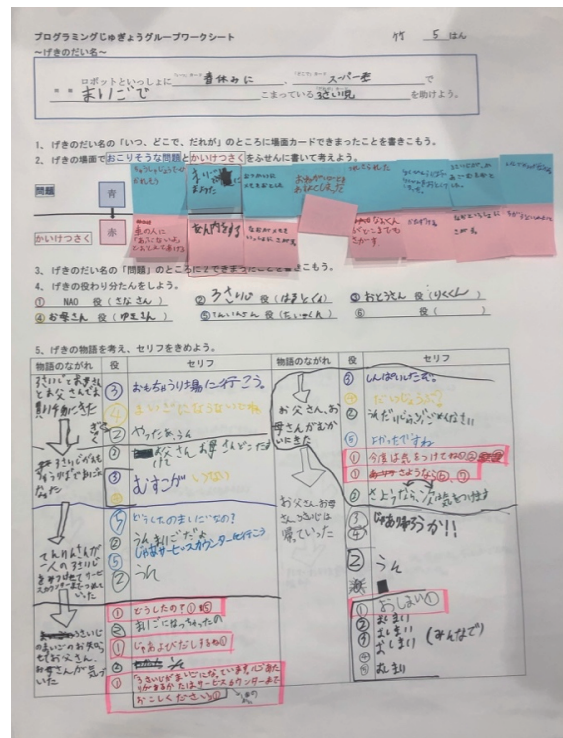


図4：グループシート

表 1：劇の作成手順と5つの手順

劇の作成手順	コンピュータを動作させるための手順
劇の内容を決める	①コンピュータにどのような動きをさせたいのかという自らの意図を明確にする
劇の流れを考える	②コンピュータにどのような動きをどのような順序でさせればよいかを考える
児童らのセリフや、NAOのボックスに置き換える	③一つ一つの動きを対応する命令(記号)に置き換える
NAOのボックスの組み合わせを考える	④命令をどのように組み合わせ、動作を実現できるかを考える
劇の練習を行い、改善を行う	⑤その命令の組合せをどのように改善すれば自分が考える動作により近づいていくか試行錯誤しながら考える

3. 事前事後アンケート

アンケートでは、「ロボットに対するイメージや理解の変化」と「プログラミングに対するイメージや理解の変化」の2つを検証することとした。またグループシートでは、プログラミング的思考に含まれる5つの手順のうち、4つについて、グループによってどの程度できていたかを分析した。

問1では、ロボットに対するイメージを検証した。佐久間ら(2015)を参考にSD法を使った評価を行った。具体的には、7つの形容詞対(つまらない-おもしろい、かしくくない-かっこいい、きらい-すき、しんじられない-しんじられる、つめたい-あたたかい、むずかしい-かんたん、何もしてくれない-何でもしてくれる)を使用し、7段階で尋ねた。

問2では、ロボットがどのような存在だと感じているかについて検証した。自分、仲間といった身近な存在や、道具、おもちゃなどの存在まで、児童にNAOのようなコミュニケーションがどのような存在であるのかを検証した。

問3から問6では、プログラミングの経験や知識を尋ねた。問3、4は事前事後共通でプログラミングを知っているかどうかを尋ね、知っていると答えた児童には知っていることの記述を求めた。問5,6は事前のみの質問で、プログラミングの経験があるか、経験がある児童に関しては、どのようなプログラミングの活動を行ったかなどを尋ねた。

問7では、以下の5つの項目について、「全くそう思わない」から「とてもそう思う」の7段階で尋ねた。

- ①ロボットは将来活躍すると思いますか？
- ②プログラミングは難しい(難しそう)と思いますか？
- ③ロボットはどのような仕組みで動いているかを知っていますか？
- ④ロボットにはできることとできないことがあることを知っていますか？
- ⑤コンピュータやロボットが私たちの生活を豊かにしていると思いますか？

V. 本実践の分析

1. 実践の概要

- (1) ロボット、プログラミングについて学ぶ(45分)
最初にNAOの自己紹介をした後、「今、NAOはド

キドキしているかな？」という質問を児童に投げかけた。その際に、「ドキドキしていると思う」と回答した児童が全体の半数以上だった。

カードを使ったプログラミングをペアで体験する活動では、前に来て発表も行った(図5)。これらの活動から、児童はロボットやプログラミングに興味を持って取り組んでいる様子うかがえた。



図5：発表のようす

(2) 劇の作成(90分)

劇の作成方法の説明は、実際に児童が作成するグループシートを使うことで、児童が理解できていたことが確認を取りながら行うことができた。しかし、グループシートが大きく、書きづらい様子も見られた。また、プログラミングを行うPCもあったため、活動の中で充電コードに足を引っ掛けてしまうなどもあり、安全面では課題が残った。

また、役割分担の場面と、劇の流れを作成する部分でつまづきが見られ、45分で劇の内容を完成することができた班は少なかった。プログラミングをする場面では、3年生ではローマ字を打てない児童も多いと予想していたが、児童が自らローマ字表を見ながら入力するなど、積極的に活動していた(図6)。劇の練習では、セリフだけではなく、身振りを加えたほうが分かりやすいということを児童自身が提案したり、言葉を変えたりするなど、評価して改善しようとする姿が見られた。



図6：劇を作成する児童

(3) 発表会、振り返り(45分)

担任の先生のご協力で授業外の時間を使って作業をすることで、3クラス全21班すべてが劇を完成することができた。劇の中では、特別学級の児童も劇に参加

できるよう、児童同士で配慮をしている姿が印象的だった。しかし、NAOがコミュニケーションに特化したロボットであることを十分に児童に伝えていなかったため、なんでもできると考える児童も見られた。どの班も工夫が見られ、劇の発表後には大きな拍手が送られた(図7)。



図7：劇を発表する児童

児童によって作成された劇の概要を表2に示す。劇の内容は、現在のコミュニケーションロボットで解決可能なものもあれば、下線で示したような不可能なことも多かった。

休み時間にも、NAOの周りには児童の多くが集まり、ロボットに興味がある様子が見られた。

表2：各グループの劇の内容

班	いつ	どこで	だれが	問題	解決策
1	冬休み	学校	赤ちゃん	迷子になる	迷子の場所を一緒に探す
2	秋	教室	車椅子の人	うまく動けない	車椅子を押してあげる
3	朝	アメリカ	外国人	車で事故があった	救急車を呼ぶ
4	真夜中	バス停	転校生	どのバスに乗ればいいのかからない	一緒にバス停の時刻表を見て教える
5	初休み	スーパー	3歳児	迷子	サービスカウンターで、迷子の案内をする
6	雷の日	河原	観光客	川に溺れる	NAOが、自分の手に捕まっ てくださいと手を差し出す
7	雪の日	駅	猫	寒そうにしている	みんなで温める
8	春	教室	赤ちゃん	急に泣き出す	NAO先生と一緒に遊ぶ
9	寒い日	駅	小学1年生	雪に埋もれる	みんなで雪をどかす
10	冬	病院	外国人	病室がわからなくなる	病室を案内する
11	秋	海辺	車椅子の人	寒くて動きづらい	人が来るまで、手を温める
12	夏休み	アメリカ	3歳児	家族とはぐれて	警察を呼ぶ
13	夏	スーパー	猫	飼い主とはぐれる	飼い主を探す
14	雨の日	公園	観光客	雨具を忘れる	NAOが傘を貸してくれる人を 探しに行く
15	春休み	アメリカ	おじいちゃん	英語がわからなくて日本に 帰れなくて困っている	NAOが英語で道を聞く
16	雷の日	駅	転校生	電車が動かなくなる	NAOが電車を充電する
17	冬休み	病院	車椅子の人	段差に引っかかる	みんなで車椅子の人を持ち 上げる
18	雨の日	教室	友達	服が濡れる	タオルを貸して拭いてくれる
19	寒い日	バス停	猫	バスに足をひかれる	NAOが猫を包帯で手当てす る
20	春	スーパー	犬	飼い主とはぐれた	放送で、飼い主を探す
21	夏	河原	小学1年生	蜂に襲われる	蜂の巣を破壊する

2. 事前事後アンケートの結果

本研究の目的は、ロボットが身近な課題を解決する劇の作成をとおして、小学校プログラミング教育の3つのねらいをバランスよく達成する授業を作成し、実践をとおして3つのねらいが獲得されるかを評価することである。ここでは、事前事後アンケートの分析を行い、児童のロボットやプログラミングに対する理解やイメージの変化を分析し、授業にどのような効果が

あったかを明らかにする。また、授業の感想から、児童にとって授業的印象的な部分や、改善点を明らかにする。

授業アンケートの対象者は事前と事後のアンケートどちらにも回答した91名とする。なお、ここでは問1、問3、問4、問7の結果を報告する。

(1) プログラミングに対するイメージと理解

プログラミングのイメージが授業前後でどのように変化するかについて、問7②のプログラミングは難しいと思うかという質問の値を分析した。全くそう思わないを1、とてもそう思うを7として算出した事前事後の平均を図8に示す。分散分析を行なった結果、事前より事後の平均が、有意に低かった($F(1,90) = 13.97, p < .01$)。プログラミングに対するイメージが難しいものから簡単なものへと変化したことが明らかになった。

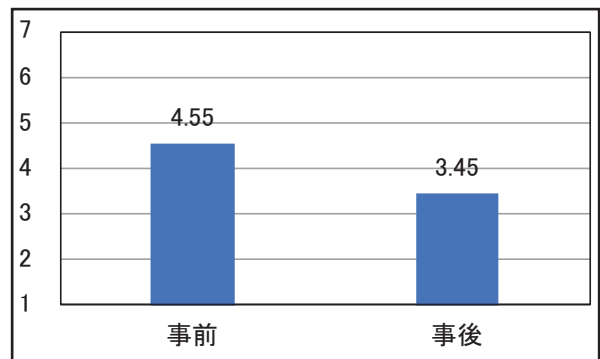


図8：プログラミングに対するイメージの変化

次にプログラミングに対する理解について、授業前後でどのように変化するか検証した。問4のプログラミングについて知っていることを記述する回答において、「分からない」と回答、未回答だった人数を、プログラミング経験がない児童と、ある児童に分けて変化を見た(表3)。

表3：プログラミングに対する理解の変化

プログラミング 経験	分からない・未回答		記述あり	
	事前	事後	事前	事後
あり	29	5	26	50
なし	35	12	1	24

プログラミング経験あり、なしに関わらず、事前から事後にかけて記述ありの人数が増えている。直接確率計算を行った結果、偏りが1%水準有意であった。また記述内容についても、事前アンケートでは、「パソコンを使う」「ロボットを動かす」などと簡単な記述が多くみられたが、事後アンケートでは、「命令することで、命令通りに動かすこと」「指示をして、動かすこと」「自分が命令をして動かす」など授業中の用語を使った説明や具体的な記述に変化した。

(2) ロボットに対するイメージと理解

ロボットのイメージが授業前後でどのように変化したのかについて、問1および問7の①と⑤の結果を分析した。図9は、問1のSD法の結果を示している。分散分析を行なった結果、つまらない、嫌い、信じられない、つめたいの4項目において事前事後にかけて好意的な印象に有意に変化した（つまらない： $F(1,90)=32.68, p<.01$ ；嫌い： $F(1,90)=37.61, p<.01$ ；信じられない： $F(1,88)=26.97, p<.01$ ；つめたい： $F(1,89)=43.58, p<.01$ ）。

一方、「かしこくない」「何もできない」は、元々かしこい、何でもできるというイメージを持っており、有意差がみられなかった。

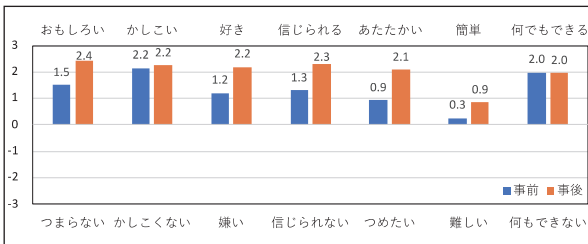


図9：事前事後のロボットのイメージ (SD法)

問7の①と⑤のロボットへの期待に関する質問項目の事前事後の平均を表4に示す。分散分析を行なった結果、事前より事後のほうが、平均値が有意に高かった（7①： $F(1,90)=23.56, p<.01$ ；7⑤： $F(1,89)=33.20, p<.01$ ）この結果から、授業を通して、ロボットへの期待が高まったことが明らかになった。

表4：事前事後のロボットへの期待

質問項目	事前	事後
ロボットは将来活躍すると思うか	5.35	6.13
コンピュータやロボットが私たちの生活をゆたかにすると思うか	4.68	6.10

次にロボットの理解が授業前後でどのように変化したのかについて、問7の③と④の結果を分析した。表5は、各質問項目の事前と事後の平均値を示している。分散分析の結果、どちらも事前より事後の平均が有意に高かった（7③： $F(1,90)=72.46, p<.01$ ；7④： $F(1,89)=36.95, p<.01$ ）。この結果から、授業を通して、ロボットの仕組みに対する理解が進んだことが明らかになった。

表5：ロボットに対する理解の変化

質問項目	事前	事後
ロボットはどのような仕組みで動いているか知っているか	2.34	4.99
ロボットでは出来ることと出来ないことがあるのを知っているか	4.13	5.93

(3) 感想の集計結果

児童の感想の一例を以下に示す。感想から、児童はプログラミングでロボットが動かせることを知り、また活動をとおして、プログラミングやロボットに対する興味をさらに持っていたことが読み取れる。

- ・NAOを使って劇をするのが楽しかったです。私は最初、プログラミングってなんだろう？難しそうだな。と思っていたけれど、授業を通して、プログラミングってこういうものなんだ、楽しい！と思いました。今度やる時には、もっと詳しく、誰かに教えてあげられるぐらいに知りたいです。
- ・僕はプログラミングを少しやったことがあるけど、そのときは喋らないでただ進むだけでつまんなかったけど、この授業のプログラミングは楽しかったです。
- ・ロボットを動かすのは、難しかったけど楽しくてまたやりたくなった。ロボットは自分で動くのではなくて私たちが指示して動くことが分かった。ロボットは知らない人の目の前に立っても緊張をしない。
- ・また会うときがあったらNAOと会いたいし、また劇もしたいです。ナオを親にも詳しく教えてナオが人気者になって欲しいです。ナオのことを家族にしたいです。

3. グループシートとプログラムの分析

活動の中で、プログラミング的思考が育成されたかを確認するため、グループシートの記述を分析した。表1で示した劇の作成手順とプログラミング的思考の構成要素となるコンピュータを動作させる手順のうち、①から③について、表6の分析項目で分析を行い、グループの平均を算出した。

この結果から、どのグループもプログラミング的思考の構成要素に対応する劇の内容や流れについて一定の複雑さを持ったものを考え、作成することができたことが明らかになった。

表6：グループシートおよびプログラムの分析結果

コンピュータを動作させるための手順	劇の作成手順	分析項目	グループ平均
①コンピュータにどのような動きをさせたのかという自らの意図を明確にする	劇のテーマを決める	問題と解決策の数	9.05
②コンピュータにどのような動きをどのような順序でさせればよいのかを考える	劇の流れを考える	展開の数	6.38
③一つ一つの動きに対応する命令(記号)に置き換える	児童らのセリフや、NAOのボックスに置き換える	セリフの数	16.86 (1展開あたり2.65)

VI. 考察

1. 知識・技能

本実践での知識・技能のねらいは「ロボットが動く仕組みを理解する。プログラミングの言葉の意味を説明することができる」であった。

ロボットの仕組みを理解するという点では、ロボットには、できることとできないことがあることや、ロ

ロボットがどのように動いているか知っているといったアンケート項目より、理解が深まったことが明らかとなった。一方で、ロボットにも様々な種類があり、今回使用したNAOがコミュニケーションロボットであることを伝えていなかったため、NAOはロボットにできることはなんでもできるのではないかと考えてしまう児童もいた。実際にNAOを動かしてみると、できないことも多いため、ロボットのイメージが、「かしこくない-かしこい」「何もできない-何でもできる」という項目では、変化が見られなかったと考える。また、今のロボットでは不可能であるが、今後可能になっていくこともあるということ伝えられなかった。ロボットの知識として、劇を作成する前に、ロボットの仕組みだけではなく、ロボットの種類や、ロボットの進化を伝えていくことで、児童らにとってより良い授業になるのではないかと考える。

プログラミングの意味の点では、授業前からプログラミングという言葉を知っているという児童は多くいたが、プログラミングの言葉の意味を理解している児童は少なかった。授業を通して、プログラミングの言葉の意味を説明できる児童が8割を超え、授業後の感想でも、「プログラミングとは、動かしたい動きを命令することだと分かった」など、プログラミングがどういふものなのかを学び、言語化する児童が多く見受けられた。ロボットをプログラミングするということは、とても大切であるが、プログラミングする前に、プログラミングとは何かということを児童に説明することで、授業で使用したボックスだけが、プログラミングではないということを理解させることができた。

2. 思考力・判断力・表現力

本実践での思考力・判断力・表現力のねらいは「ロボットを使った社会問題の解決について考え、劇を通して表現することができる」であった。

ロボットを使った社会問題の解決については、児童らは、場面から問題と解決策を具体的にいくつも書き出すことができた。また劇において、ロボットも活躍する内容を適切に選んでいた。また、演劇的手法を用いることで、演劇作成において、ひとつの話の流れを論理立てて組み立てたりする姿が見られた。またワークシートからは、何度も劇の内容を修正した形跡もみられた。実際に、劇を練習する中で、流れの不自然さや、改善点を児童ら自ら考えて、修正を行っていた。

一方で、劇の作成には、多くの時間がかかるという課題も見つかった。劇の中で、ロボットにできることを考え、児童の深い学びを生み出すために、ロボットに対する知識を学ぶ時間を多く取るべきであったと考える。劇の時間を短縮する方法としては、児童は、劇の流れを作成する工程で、戸惑っていたため、劇の流れを4段階(①「問題が起こる前」②「問題が起こる」

③「問題を解決する」④「まとめ」)に分ける方法があると考えた。

また、ロボットのプログラミングで、プログラミング的思考を育成できるように使用するプログラミングツールを考えるべきである。今回、NAOをプログラミングするボックスが、単体で存在することが多くなってしまった。ボックスを組み合わせ、条件分岐や繰り返しなどの構造をもったプログラミングをさせることで、ロボットプログラミングにおいてもプログラミング的思考の育成をさらに計ることができるであろう。

3. 学びに向き合う力・人間性等

本実践学びに向き合う力・人間性等のねらいは、「ロボットの可能性やロボットとの共存について考えることができる」であった。

児童にとって身近になりつつあるロボットがどのように人間と協力し合い、存在していくのかを考え、劇で表現した結果、大きな効果が見られた。ロボットにできることを知った上で、人間とロボットの違いを考えながら、劇を作成していくことで、授業前後でロボットの考え方に変化が見られた。ロボットが活躍すると思うかという平均値も伸びたが、人間のくらしをより豊かにすると思うかという平均値はよりが大きく伸びている。また、ロボットに対するイメージで、「つめたい」から「あたたかい」イメージに変化したり、ロボットの存在を家族と捉えたりする児童が多くなったのは、ロボットと人間が共存していくということを授業を通して、児童らが考えたからであろう。

既存のロボットの授業では、授業内容を中々自分のと人生や社会と結びつけることは難しい。コミュニケーションロボットを使用し、一緒に劇を行うことで、児童にとって自分の人生や社会につなげることができたと考えた。

4. プログラミング授業の在り方

本研究より、プログラミング授業で大切にすべきポイントが見えた。それは、児童らにとって印象の強いプログラミング授業を行うことである。事前アンケートより、プログラミング授業を行っているにも関わらず、プログラミングをしたことがないと回答をした児童や、活動内容覚えていない児童が多かった。児童らにとって、印象的であり、授業の内容が、授業の外にもつながる内容である必要があるだろう。

おわりに

本研究では、ヒューマノイドロボットを用いたプログラミングの授業を行った。実践を行なった結果、小学校プログラミングの3つのねらいの多くを達成できた。コンピュータをロボットにしぼることで、ロボッ

トに関する知識を身につけ、ロボットの働きを生かそうとする態度を育成することができた。プログラミング的思考の育成については、よりプログラミング的思考の育成に直結するよう、ロボットのプログラミング方法や、演劇作成の方法を再度検討していきたい。しかし、ねらいを達成するだけではなく、児童らにとって、コミュニケーションロボットをと一緒に劇を行うという体験は、特別であり、忘れないものとなったであろう。

本実践は効果が見られた一方で、学校でロボットを使った授業を行うには、コストや操作スキルが必要であるなど課題も多くある。また、どの授業にも言えることではあるが、事前準備や、環境づくりが必要となる。

ねらいをクリアしたプログラミング授業を行うことで、育成される資質能力は、これからの社会を生きる児童にとって大きな価値のあることであろう。しかし、2020年度からプログラミング授業を教員がそれぞれ行うのは、負担が大きいというのも事実だ。多くの時間をとることのできないプログラミング教育を通して、児童が資質能力を育成することができるために、授業を、学校の外部と企業や大学などと協力を行うのもひとつの方法である。2020年度から始まるプログラミング教育が、児童らにとって価値のあるものとなるように、今後も効果的なプログラミング授業について考え、実践していきたい。

謝 辞

本研究は、上坂茅穂さんの卒業論文（平成31年度愛知教育大学教育学部初等教員養成課程情報選修）を加筆・修正したものである。

実践に協力して下さった亀城小学校の先生方、児童の皆さん、アンケート作成にご協力いただいた獨協医科大学の坂田信裕教授、ロボットを提供して下さったLiveYourDreams Inc.の皆様に感謝する。

本研究はJSPS科研費 JP17K00970, JP26330221の助成を受けた。

文 献

経済産業省：IT人材の最新動向と将来推計に関する調査結果結果, https://www.meti.go.jp/committee/kenkyukai/shoujo/daiyoji_sangyo_skill/pdf/001_s02_00.pdf (2016) (最終閲覧日：2020-09-23).

文部科学省：文部科学省：新学習指導要領解説 小学校 総則編, http://www.mext.go.jp/component/a_menu/education/micro_detail/__icsFiles/afielddfile/2017/07/12/1387017_1_1.pdf (2017) (最終閲覧日：2018-9-25).

教育課程部会小学校部会：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), http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chukyo/chukyo3/074/siryo/__icsFiles/afielddfile/2016/07/07/1373891_5_1_1.pdf (2016) (最終閲覧日：2018-9-25).

文部科学省：小学校プログラミング教育の手引（第三版）, https://www.mext.go.jp/content/20200218-mxt_jogai02-100003171_002.pdf (2020) (最終閲覧日：2020-09-23).

ソフトバンク（2020）, pepper社会貢献プログラム2017-2020ソーシャルチャレンジ活動実績レポート, https://group.softbank/system/files/pdf/sustainability/society/pepper-program/contribution/social/socialchallenge_report.pdf (最終閲覧日：2020-09-23)

青柳達也, 角和博：アクティブラーニングにおける演劇的手法の意義と役割, 佐賀大学教育実践研究, 34, 77-89 (2016)

利根川彰博, 協同的な活動としての「劇づくり」における対話, 保育学研究, 54, 2, 49-60 (2016)

佐久間拓人, 加藤昇平：ロボットとのインタラクションがユーザの持つ印象に与える影響-ランダム性の認知に着目して-, 第29回人工知能学会全国大会論文集, 2K4-OS-14a-5 (2015)

(2020年9月24日受理)