

人型ロボットPepperを主教諭とした 小学校プログラミング教育実践授業と教育効果の検証

Practical Implementation and Educational Effectiveness Verification of Elementary School Programming Education Using the Humanoid Robot Pepper as a Teaching Assistant

神田 孝央*・福田 哲也**・小林 直樹***・井上 明****
追手門学院小学校*・追手門学院大学**・追手門学院***・大阪工業大学****

本研究では、小3児童対象に教員とソフトバンク社のPepperが、同じプログラミング教育の授業を実施し、その教育効果について比較・分析したものである。地域や学校によって進度の差が大きく、教員の負担も大きいプログラミング教育を、人型ロボットによる一斉授業を展開する中で、教員が児童支援に専念する教育体制の可能性の検証を目的に、本研究を実施した。分析の結果、人型ロボットを授業者として行った授業も一定の教育効果が得られることが分かった。

キーワード：Pepper, 一斉授業, プログラミング教育, 人材不足解消・教員の負担軽減,

1. はじめに

1.1. 小学校におけるプログラミング教育の現状

2020年の学習指導要領改訂により、小学校でのプログラミング教育が必須化され、GIGAスクール構想やコロナ禍によって児童の端末所持率は格段に上がり、ICT教育やプログラミング教育を実践しやすい環境が整った。しかし、プログラマーを育てるためのプログラミング教育ではないとはいえ、指導を担当するには一定の基礎知識は必要である。

文部科学省の2023の調査によると、ICT支援員の配置状況は7172人と約4校に1人であり、この4校に1人の水準をクリアしているのは47都道府県のうち、17都府県のみでしかない。また、NPO情報セキュリティフォーラムの2021の調査によると、プログラミング教育を実施している学校は全体の30%であった。さらにこの調査では、ICT支援員の効果について、「情報担当だけではつらい」「手が回らず専門知識もない」「自力解決が難しい」「教室での実際のサポートをしてもらえる」「全クラスの端末の不具合を担当だけで対応しきれない」ともあり、これらを総合して、プログラミング教育の推進度は地域・学校によって格差が大きいことと、進まない原因は、授業を担える専門知識を持つ人材の不足によるものであること、多くの端末を同時使用した授業を教員一人で行うことの負担の大きさであることが分かる。

1.2. 研究目的

現場の現状を踏まえ、日本の小学校におけるプログラミング教育を全国的に向上させ、格差を埋めるには、「プログラミング教育に関する教員の資質向上、もしくは専門知識のある人材の配置」・「プログラミング授業内における教員負担の軽減」の2点の課題解決が必要と考えた。そこで、主軸となる教員の資質向上や専門知識のある人材配置の代わりに、ソフトバンク社の人型ロボットPepperを活用し、多人数に対する一斉授業を行わせ、教員は支援員（サポート）に専念する授業モデルを作ることで、これらの課題が解決できると仮説を立て、研究と検証を行った。これにより、教員の熟練度、地域差、学校差を意識することなく同一の授業を提供することができる他、人材確保のコスト削減も期待できる。

今回の研究は、教育エージェントとしてのロボット活用となる。この分野では、神田崇行ら（2004）のrobovieの小学校におけるフィールド実験、田中文英ら（2025）のPepperに子どもたちが英語を教える教育志向アプリの開発、Thomas Sievers（2025）のPepperをChatGPTと連携させて学習内容を生徒に教える実験など、教師型ロボットの研究が進められてきたが、これらは少人数を対象としたものである。本研究では、30人以上のクラスへの一斉授業を1台のPepperに行わせるものである。また、Pepperがマニュアルを提示して、子どもたちが各々自主学習する

形ではなく、あくまで“先生（教員・授業者）”として子どもたちがPepperとコミュニケーションを取りながら学ぶ授業形態をつくる。Pepperのカメラ等のスペック上、実際に子どもたち全員の反応を読み取って反応し、コミュニケーションを取ることはできないので、今回はあくまで疑似コミュニケーションとなるが、これを目指すことが人型ロボットを活用する意義の一つであると考えます。

2. 授業の内容と検証方法

2.1. 授業内容

今回扱う授業は、小学3年理科で扱う「電気の通り道」の単元から、「豆電球で明かりをつけよう」の発展としてLEDを点灯させる内容を設定した。豆電球のオン・オフで扱った手動のスイッチの代わりに、LEDではプログラミングでオン・オフを制御することなどを学ぶ。教材は、アーテック社が開発したアーテックリンクスを使用する。本教材は、パーツをマグネットで接続できるため、複雑な配線がなく、Scratchベースのソフトで動かせるため、今回の授業にふさわしいと考えた。

授業の流れは、教員の指導のもと一緒に作る「STEP」と、STEPで学んだことを元に、自分一人、もしくは周囲と協働して作る「チャレンジ」で構成し、最終的に「歩行者用信号を作る」ことをゴールとした。提示した授業課題は以下の通りである。

- ・STEP1 「LEDを青に光らせる」
- ・チャレンジ1 「LEDを赤に光らせる」
- ・STEP2 「青→赤の順に光らせる」
- ・チャレンジ2 「青→赤を3回繰り返して光らせる」
- ・STEP3 「青→消す→赤→消す」
- ・チャレンジ3 「青を5回チカチカさせる」
- ・チャレンジ4 「歩行者用信号を作る」

アーテックリンクスを用いて、プログラミング活動をする様子を図1に、教員を授業者とした授業の様子を図2に、Pepperを授業者とした授業の様子を図3に示す。図3は、ペッパー王国の王様が、自分の国に信号がなくて困っているのを助けてほしいという依頼をPepperが子どもたちに説明している場面である。教員授業でも全く同じ展開で行っている。



図1：アーテックリンクスを用いたプログラミング学習活動



図2：教員を授業者とした授業の様子



図3：Pepperを授業者とした授業の様子

2.2. 検証方法

今回の対象児童は、追手門学院小学校3年生4クラス（い・ろ・は・に組）131名。内い・ろ・は組を教員が授業者となり、に組をPepperが授業者となって授業を進めた。教員とPepperが全く同じ授業を行い、この2つを比較することで、次の①～③について検証を試みた。

- ① Pepperが教員の代わりに一斉授業を行えるか
- ② 教員とPepperの授業で差が出るのか
- ③ Pepperに授業を任せただけの場合、教員の負担軽減になるか

比較対象となる授業そのものに差ができるだけ出ないよう、Pepperには、教員の発問や作業手順、流れを事前にプログラムし、教員もPepperに学ばせた流れを崩さないように意識して授業を行った。「旗のボタンをここにおいてね。」や、「間違えたら、パーツをここに持ってきてね。」といったプログラミングの手順も、教員が説明しつつ画面で師範すると同様に、Pepperも身振り手振りを加えた言葉と、画面による師範で子どもたちに指導した。さらに、言い方も教員に寄せて、コンピュータの処理が速いことを表現するためにあえて早口にする、「このプログラムをこう変えるには、どこをどうしてあげたらいいかな？」と問いかけるなど、より「人らしい」授業をさせた。①については、人が人に教える形のコミュニケーションのラリーによる授業展開で、子どもたちの理解が進んだかどうかを見ることで、行えたかどうかを判断する。③の検証のため、教員の授業では、主軸となる授業展開及び児童への機材サポート全てをワンオペレーションで行う。かつPepperの授業は主軸の授業はPepperに行わせ、Pepperへのキュー以外は、教員は児童サポートに専念するというように、どちらも人的配置に関してはワンオペレーションになるよう設定している。途中でキューを入れるタイミングを設定したのは、学級によって異なると考えられるチャレンジの時間を十全に確保するためである。

授業中にワークシートを配布し、各STEPとチャレンジに対して、「自分でできた」・「サポートありでできた」・「できなかった」の3項目で評価をさせた。このワークシートのデータをもとに、本研究の有意性の分析を行った。

3. 結果と考察

3.1. 結果

児童のワークシート結果を教員指導クラス100人、ロボット指導クラス31人に分けて集計した。チャレンジ4は時間が足りず、完成させられなかった児童がほとんどであったため、STEP1からチャレンジ3までの集計をまとめ、比較した。児童ワークシートの集計のまとめ（STEP1～チャレンジ3）を図4に示す。



図4：児童ワークシート集計結果

3.2. 比較分析

3.1の結果の課題達成率の有意差をはかるために、STEP1～3及びチャレンジ1～3の各項目について、達成を示す「自分でできた」「サポートしてもらってできた」をまとめて1点とし、「できなかった」を0点としてWelchのt検定にて有意差をはかった（p値については0.05以下、t値については2以上で有意差あり

と判定)。この手法を採用した理由は、2つのグループ間でサンプル数が異なり、等分散性を仮定しないためである。課題達成率を表1に示す。

表1：課題達成率

項目	教員指導 授業	ロボット指導 授業	t	p
STEP 1	99.0%	100.0%	1.00	0.3197
チャレンジ 1	99.0%	100.0%	1.00	0.3197
STEP 2	99.0%	100.0%	1.00	0.3197
チャレンジ 2	99.0%	100.0%	1.00	0.3197
STEP 3	98.0%	100.0%	1.42	0.1583
チャレンジ 3	96.0%	96.8%	0.20	0.8385

注) *p < .05, **p < .01, ***p < .001. 達成率は「サポートしてもらってできた」以上の割合。

次に学習自立度を分析するために、「自分でできた」(3点)・「サポートしてもらってできた」(2点)・「できなかった」(1点)と数値化し、Welchのt検定にて有意差をはかった(p値については0.05以下、t値については2以上で有意差ありと判定)。学習自立度について表2に示す。

表2：学習自立度

項目	教員指導 授業	ロボット指導 授業	t	g
STEP 1	2.94 (0.28)	2.94 (0.25)	-0.09	0.02
チャレンジ 1	2.93 (0.29)	2.97 (0.18)	0.87	0.14
STEP 2	2.97 (0.22)	2.97 (0.18)	-0.06	0.01
チャレンジ 2	2.93 (0.29)	2.81 (0.40)	-1.59	0.38
STEP 3	2.94 (0.31)	2.71 (0.46)	-2.60*	0.65
チャレンジ 3	2.74 (0.52)	2.55 (0.57)	-1.67	0.36

注) *p < .05, **p < .01, ***p < .001. 括弧内は標準偏差(SD)。

課題達成率では有意差がなかったが、学習自立度のSTEP3で有意差があることが分かった。

3.3. 考察

表1の課題達成率に有意差が見られなかったこと

から、人型ロボットが教員の代わりに一斉授業を行う可能性を示唆している。実際に人型ロボットによる授業を受けた児童は、Pepperの声にしっかりと耳を傾け、指示通り作業をし、「できたものを僕に見せて」という声掛けに反応し、作成結果を提示していた。

表2より、学習自立度の差については、教員指導クラスの授業は、STEP1~3で子どもたちの反応を見ながら授業を進めるため、Pepperと比べて時間配分が1分程度長くなったが、双方とも全体の流れは変わらず進めることができていた。この反応を見ながら進める人の特性が、有意差につながったと考える。本授業を終え、ロボットが授業を展開する中、教員は児童支援に集中することから、教員の負担軽減なり、かつ授業の質の向上にもつながる可能性があると考えられる。

4. おわりに

人型ロボットを主教諭として一斉授業展開を進めることは、日本の小学校における「プログラミング教育に関する教員の資質向上、もしくは専門知識のある人材の配置」と、「プログラミング授業内における教員負担の軽減」の2点の課題を解決し、日本のプログラミング教育を向上させることだろう。また、今回の授業では、Pepperの間に子どもたちが手を挙げて反応するなどから、Pepperを「先生(教員・授業者)」として捉えていることが分かり、教授ロボットが人型である意味が強く表れていた。

参考文献

- 文部科学省 (2021). 学校におけるICT関係決算状況等調査.
- NPO情報セキュリティフォーラム (2021). 小学校プログラミング教育の現状調査.
- Takayuki Kanda, Takayuki Hirano, Daniel Eaton, and Hiroshi Ishiguro, "Interactive robots as social partners and peer tutors for children: a field trial," *Human-Computer Interaction*, Vol.19, No.1-2 (2004), pp.61-84.
- 田中文英ら (2025). 子どもと共に学ぶPepper～教育志向アプリケーションの開発～, 第20回ロボティクスシンポジウム.
- Thomas Sievers (2025). A Humanoid Social Robot as a Teaching Assistant in the Classroom. <https://arxiv.org/pdf/2508.05646>.