

未就学児向けプログラミング学習教材の開発と実践

Development and Practice of Programming Learning Materials for Preschoolers

加藤 智也 *KATO Tomoya*

(人間発達学部)

1. はじめに

Society5.0といわれる超スマート社会の到来を見据え、情報技術を適切に使いこなして社会や生活を創造できる人材の育成が急務となっている。こうしたことから、2020年度から全面実施された小学校学習指導要領では、文章の読み書きや計算と同様に子どものうちに身につけるべき基礎的な能力・学力としてプログラミングが必須のものとして位置づけられ、プログラミング的思考力を身につけるための学習活動を計画的に実施することが明記されている。

一方で、幼児教育・保育の分野では情報機器は積極的に活用されていないのが現状であるが、幼稚園教育要領総則には「遊びや生活に必要な情報を取り入れ、情報に基づき判断したり、情報を伝え合ったり、活用したりするなど、情報を役立てながら活動する」という文言があり、就学前教育でも小学校教育へのスムーズな接続という観点から、今後は情報通信技術の導入や活用が活発化すると考えられる。

そこで本研究では、未就学児を対象にしたプログラミング学習のための、アンプラグドなアナログ教材と、ビジュアルプログラミング言語を活用したデジタル教材の開発をし、それらを使ったワークショップを実施した。小学校からはじまるプログラミング教育に向けて、プログラミングに対する興味・関心をもつ機会をつくることにより、未就学児でもプログラミング的思考能力を身につけられることを検証する。

2. 小学校におけるプログラミング教育

高度情報化社会においては、コンピュータやネットワークが家電や自動車をはじめ身近なあらゆるモノ、分野、環境に自然と溶け込み、我々は情報通信技術を意識することなくその恩恵を受けながら日常生活をしている。それらはすべてプログラミングをベースに成り立っており、プログラミングを通じて社会を取り巻く各種の装置やサービスの仕組みを知っておくことは、コンピュータをより適切、効果的に活用できるだけでなく、世の中の仕組みを知り新たな仕組みを創造することにもつながる。そのため、プログラミングは高度情報化社会を生き抜くための誰もが身につけるべき基礎能力・教養として不可欠である。

また、AI（人工知能）、IoT（モノのインターネット）、ビッグデータをはじめとしたデータ利活用に関連した技術革新は第4次産業革命と呼ばれ、動力の獲得、革新、自動化

に次ぐ新たな産業構造の変革の契機として経済へ大きな影響を与えるものと考えられている。第4次産業革命により労働市場が変化するのは確実であり、AIの得手・不得手を理解しAIができないことを創出・創造するとともにAIを使いこなす側の人間と、AIの監視のもと最適解に従って動く側の人間とに分かれる可能性がある。これらのことは将来の職業選択に関係するため、早いうちにプログラミングを経験しAIに対する理解を深めることが望ましい。そして、情報通信技術が国境を越え社会のあらゆる領域で国際競争力として重要性を増すなか、世界に通じるプログラミングはグローバル人材としても重要な資質や能力になると考えられている。

こうしたことから、日本でもプログラミング教育の必修化・カリキュラム化が進んでいる。2020年度から全面実施された小学校学習指導要領に基づき、小学校プログラミング教育が必修化された。小学校学習指導要領では、「プログラミング教育」という言葉は記されており、また、「プログラミングを体験する」や「プログラミングに取り組む」という表現が用いられている。つまり、プログラミングの言語を覚えたり、技能を習得したりするのではなく、プログラミングを体験し、学習課題の解決のために試行錯誤することが重視されている。文部科学省（2016）は、プログラミング教育のねらいは、「子供たちに、コンピュータに意図した処理を行うよう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」などを育むことであり、コーディングを覚えることが目的ではない。」としている。そして、小学校学習指導要領解説の中で「プログラミング的思考」について「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」であると説明しており、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つけることが求められている。

3. 保育・幼児教育現場におけるコンピュータ活用の現状

小学校教育においてICTの積極利用が推進されている一方で、2019年に施行された「学校教育の情報化の推進に関する法律」の対象から幼児教育は除外され、未就学児に対してはICTの積極的な活用が推進されているわけではない。幼稚園では、子どもは自然に触れ、戸外で元気に活動することや、生身の人間同士のかかわりを優先しており、パソコン・タブレット端末を幼児教育・保育の場に直接取り入れることに対しては、慎重な傾向がみられる。また、幼児期のICTの活用については、心身の育ちにおいてどのような影響があるのか未だ不明な部分が多く、心配や不安を感じる保護者が存在する。

しかし、2017年に公表された教職課程コアカリキュラムでは、保育内容の指導法で、到達目標の一つに「各領域の特性や幼児の体験との関連を考慮した情報機器及び教材の活

用法を理解し、保育の構想に活用することができる。」とあり、保育者は情報機器及び教材活用を想定して、保育を構想する方法を身につけることが求められている。また、幼児期の子どもには、情報メディア・情報社会への親和性の形成、直接体験では得られない体験や知識の獲得、表現力・創造性の向上など、さまざまな観点から情報機器利用の意義は大きい。

小学校におけるプログラミング教育のねらいは、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を育むことであり、考え方を学ぶことである。考え方を学ぶことが目的であれば対象は小学生に限る話ではなく、未就学児であってもプログラミング教育は有効であると考えられる。そして、未就学児を対象とすることにより小学校からはじまるプログラミング教育に向けて、早い段階でプログラミングに対する興味・関心をもつ機会をつくることにより、小学校教育へのスムーズな接続を可能とするとともに、いち早くプログラミング的思考を身につけることができると考えられる。

4. 未就学児向けプログラミング学習教材の設計と開発

プログラミングは、問題解決のための手順をまとめることであり、問題の解決には必要な手順があることに気づき、複雑な問題を適切に分解して、より単純な要素の組み合わせとして表現することからはじまる。そして、各要素が互いにどのように関係しているのか、どのような手順で動作させるのかなど、問題解決方法自体を記述したものがプログラムとなる。意図したとおりに動かなければ、さまざまな角度から課題を抽出し、解決方法を探る。そして、試行錯誤しながら修正を重ねて目標に近づける（デバッグ）。こうした活動を通じて子どものプログラミング的思考を育むことこそ、プログラミング教育の本質であり、子どものうちに身につけるべき基礎的かつ普遍的な能力として位置付けられる。

そこで、未就学児によるプログラミング的思考の獲得を目指し、次の3点を重要視したアナログ教材およびデジタル教材を設計・開発する。

- ① 問題発見能力（課題を発見する）
- ② 論理的思考能力（複雑な事象を適切に分解して、順序だてて解決策を探る）
- ③ 問題解決能力（試行錯誤しながら課題を解決する）

未就学児の発達に合わせた理解度を把握したうえで、プログラミングの楽しさや面白さ、達成感などを味わえるものとし、プログラムの働きや役割に気付かせ、どこの段階で何をどうするべきなのかを子どもに考えさせる内容とする。

4.1 アンプラグド

小学校のプログラミング学習の目的は「実際にコンピュータを動かす力」以上に「ものごとを論理的にとらえて解決法を組み立てていく能力」、すなわちプログラミング的思考の育成にある。そのためには、パソコンやタブレットなどの電子機器は必須ではなく、ア

ンプラグド (Unplugged = 「電源プラグをつながない」の意味) で、プログラミング的な問題解決の手順 (アルゴリズム) を学習することは可能であり、むしろコンピュータにふれる前の試行錯誤に意味があるともいえるため、小学校でも注目されている。

そこで、今回はアンプラグドの考え方から未就学児向けにプログラミング教育の導入部分としてアナログ教材 (ボードゲーム) を開発した。5歳の子どもの持つ親の約9割がプログラミングに対して「難しそう」という考えを持っている (独自アンケート調査結果、2017年) ため、慣れ親しんでいるアナログ要素を取り込むことで固定観念を捨てて、保護者も子どもとともにプログラミングを学ぼうとする姿勢を作れるようにした。

内容は、スタート位置からゴール位置まで手渡された色のついた矢印を使って駒を進める単純なものであり、段階的に条件を増やすことで試行錯誤しながら論理的に手順を考えられるようにしている (図1)。

守るべきルール (初期条件) としては、「ボード上の線と同じ色の矢印を置く」、「駒は矢印を通り、隣のサークルに移動する」「渡された矢印はすべて使う」の3点である。

① 第一段階

赤と青の矢印を一枚ずつ使用する。赤の矢印だけでゴールへ移動可能だが、青の矢印が余る。先に青の矢印を使用して上のサークルに移動してから、次に赤の矢印を使用してゴールへ移動すればよい。

さらに、青と緑の矢印を一枚ずつで行うなど、別パターンで取り組ませる。

② 第二段階

ルールを少し厳しくし、サークルを増やすことでゲーム性を増加させる。ボード上の線を一部矢印とし、「線が矢印になっている場合は矢印の向きをそろえなければならない」という条件を追加する。たとえば、真ん中のサークルから青の矢印を使って移動する場合、右上と左上は矢印の方向が自身に向いているため、左下にしか移動できない。まずは、赤、青、緑の矢印を一つずつ使用する条件で行い、さらに、青の矢印を一つ追加し合計4つの矢印を使用するなど、別パターンで取り組ませる。

また、子どもの考えようとする力を尊重するため、保護者は子どもに対してヒントは出してもいいが、答えを教えないようお願いする。

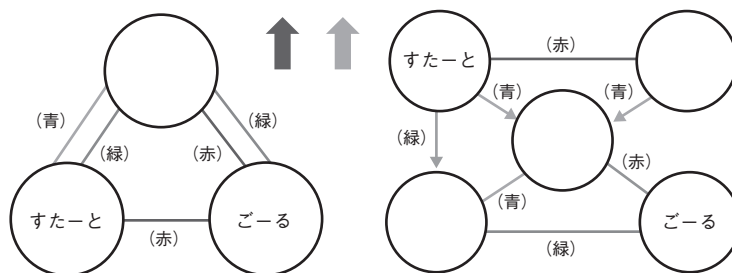


図1. 開発したアナログ教材

4.2 ビジュアルプログラミング

プログラムは、実際にコンピュータを動かすためにアルゴリズムを特定の言語で記述した指示書である。プログラミングとはプログラムを作る作業のことであり、プログラミング言語のほとんどは、英語のテキストがベースであり、関数やオブジェクトなどの概念など難解なものも多く、初等教育でプログラミング言語の記述方法や命令を教育するのは難しい。そこで、小学生でも簡単に扱えるビジュアルプログラミング言語が注目されている。ビジュアルプログラミング言語は、部品として用意された命令を表すブロックを組み合わせることでプログラムを組むことが可能である。ブロックイメージの持つ機能を視覚的に認識し、組み合わせを考え、ブロックを画面以上にマウスを用いてドラッグし配置するだけでよいものが多く、構文を覚えてプログラムコードを入力する必要はない。視認性、直観性、操作性が優れているため、プログラミングを容易にしている。なかでも、マサチューセッツ工科大学メディアラボが開発した「Scratch」は小学校のプログラミング教育で主流となっており、文部科学省が小学校教員向けに指導例などをまとめているなど、今後さらなる利用の拡大が見込まれる。本格的なコーディングはせずとも、命令の組み合わせや順序を論理的・創造的に思考することにより、課題を発見・解決し、新たな価値を創造する能力、すなわち「プログラミング的思考」を養うことが可能である。

そして、「Scratch」をベースに未就学児にも扱えるように改良された iPad・アンドロイドタブレット専用のプログラミング言語に「Scratch Jr」がある。プログラムで命令できる範囲は狭まるものの、「Scratch」同様に教材としての価値は高く、子どもの認知力、個性、社会性、感情の発達を促すように、デザインやインターフェースが構築されている。事前に命令の意味を覚えるなど、使い方の修得を必要とせず、直感的に自分の考えをプログラミングできるため、短時間で基本的な操作が理解できるようになる。また、タブレット端末は、家庭などで子どもが身近に接する機会が多いスマートフォンと同様の操作で扱うことができ、子どもの興味や、触ってみたいという好奇心を抱かせるものであり、子どもが利用するハードルは低い。

そこで、今回は直感的に操作でき楽しめるということを重視し、iPad 上で「Scratch Jr」を使用して、プログラミング的思考を養うための簡単なゲームを開発した（図2）。

① 第一段階（基本操作、順次処理）

まずは電子黒板で基本的な操作方法を説明し、プログラムの開始処理やオブジェクトの読み込み、オブジェクトに対する命令・操作など簡単なプログラミングを学ぶ。猫のキャラクターが「前に進んだ後、ジャンプする」など順次処理も意識させる。

② 第二段階（条件分岐、デバッグ）

条件分岐によるページ遷移について学ぶ。取って間違っただけのように仕込んでおき、自分で問題を発見し、間違いを正し（デバッグ）問題解決をすることを目的とする。たとえばキャラクターを動かす際、右ボタン、左ボタンともに右へ動く仕掛けをあらかじめ

め設定しておき、間違いに気づかせ、右ボタンの動作プログラムを参考に左ボタンの動作を修正する。

③ 第三段階 (応用)

はじめに電子黒板上で完成しているゲームを提示し、子どもの興味を引き付ける。そして、あえて不具合を仕込んだゲームを子どもに配布し遊ばせる。子どもは思った通りにゲームができないことに気づき、何がおかしいのかを考え、どのようにプログラムを修正すればよいか試行錯誤しながら正しいプログラムの完成を目指す。第一段階、第二段階の内容を含ませ反復学習として取り組ませる。子ども同士で見比べる機会も設ける。

またアナログ教材と同様に、子どもの考えようとする力を尊重するため、保護者は子どもに対してヒントは出してもいいが、答えを教えないようお願いする。



図2. 開発したデジタル教材

4.3 サイトの制作

ワークショップに参加した親子が、自宅でも引き続き取り組むことができるようにサイトを制作した(図3)。構成は以下のとおりである。

① トップページ

サイトの概要、「Scratch Jr」のダウンロードページへの各種リンク

② サイト紹介

プログラミング教育の現状や「Scratch Jr」の説明

③ プロジェクトギャラリー

ワークショップで扱った教材の紹介(実行中の説明画像やコンテンツムービー)

④ プロジェクト説明書

ワークショップ参加者の復習としての位置づけではなく、未参加者でも取り組めるように、今回の教材を詳しく説明したPDFをダウンロードできるページ

⑤ データダウンロード

「Scratch Jr」内で使用するためのデータをダウンロードできるページ



図3. 制作したサイト

5. 未就学児向けプログラミング学習教材を使ったワークショップの実践と評価

ワークショップの実施に先駆け、チラシを作成し幼稚園の年長クラスに配布し参加を募った(図4)。子どもの活動をフォローしてもらうため、保護者同伴をお願いした。その結果、年長14名(保護者やきょうだいを加えて計31名14組)が集まった。そして、14組を2グループに分けて90分を2セットすることとした。スムーズに実施するため、綿密に計画を立てワークショップ用の指導案を作成した。タブレット端末は予備を含めて12台準備し、「Scratch Jr」内にワークショップで使う教材をあらかじめ導入しておいた。1台は講師用として電子黒板につなぎ、参加者全員で講師の画面がみられるようにした。ワークショップの運営は、講師とアシスタント1名で行った(図5)。授業アシスタントについては、事前に「Scratch Jr」を体験させ、実施事項を把握させるとともに、授業中に戸惑わないように解説書をA4一枚にまとめた資料を配布した。

実施したワークショップについて、アンケート調査を子どもおよび保護者に行った(それぞれ有効回答数14)。子どもに対しては「はい」「いいえ」の2択で行い、「たのしかった」「もう一度やりたい」は100%、「かんたんだった」は47%、「つかれた」は29%だった。保護者については、「当てはまる」「やや当てはまる」「やや当てはまらない」「当てはまらない」の4択で行った。アナログ教材の満足度については「当てはまる」が86%、「やや当てはまる」が14%、デジタル教材



図4. 配布したチラシ



図5. ワークショップの様子

の満足度については、「当てはまる」が100%であった。「プログラミング教育だと感じられた」という項目では、アナログ教材については、「当てはまる」が79%、「やや当てはまる」が21%、デジタル教材については、「当てはまる」が100%であった。「分かりやすかった」という項目では、アナログ教材、デジタル教材ともに、「当てはまる」が86%、「やや当てはまる」が14%、であった。「あらかじめ仕込まれていた不具合について発見することができた（デジタル教材）」については、「当てはまる」が100%であった。「論理的に考える力が身につく内容であった」については、アナログ教材、デジタル教材ともに「当てはまる」が100%であった。「全体を通して子どもが楽しそうに取り組んでいた」については、「当てはまる」が92%、「やや当てはまる」が8%であった。

保護者の自由記述の意見としては、「プログラミング＝難しいというイメージが払拭された」「継続してやってほしい」「このような内容であれば習い事として子どもにやらせたい」「もう少し時間を作って子どもが自由に考えて取り組む時間があるとよい」「電子黒板を活用した説明がよかった」などがあつた。

以上のことから、すべての項目や記述に否定的な回答は一切なく、きわめて高い評価を得ることができた。

6. 未就学児向けプログラミング学習教材の考察

今回ワークショップで実践した内容、評価から、プログラミング的思考の観点から、①問題発見能力、②論理的思考能力、③問題解決能力について考察する。

① 問題発見能力

アナログ教材については、条件の指定により単純に自分が思ったとおりにはできないことに気づくことができた。デジタル教材については、子どもの発達を考慮した上で、問題を発見できるよう、敢えてあらかじめ不具合をたくさん仕込んでおいたが、内容が子どもにとって身近であり想像できる程度のものであったため、保護者の回答からも問題を見つけることはできており、未就学児でも問題発見能力を養うことが可能であったといえる。

② 論理的思考能力

考える力を養うという点においては、アナログ教材を使って駒をどういう順番に進めるというだけでも有効であった。デジタル教材については、プログラミングの基本要素である順次処理、分岐処理を組み合わせて可能となる機能をたくさん盛り込むことにより、意図したとおりにキャラクターが動くようにプログラミングするには、最初に何をさせたいかを明確にしたうえで、どういった動作がどのような順番で必要かを考え、それをコンピュータが理解できるようプログラミングの基本要素の組み合わせにより指示を与えるプログラムを作り、それを実行してキャラクターの動きを確認する、といった一連の作業を、保護者はプログラミング教育として感じるとともに、論理的に考える力が身につく内容と回答しており、未就学児が物ごとを整理し順序立てて考える論理的思考能力を養うことができたといえる。

③ 問題解決能力

意図するようにキャラクターを動かしたり、子どもが考えながらプログラミングをすることで、トライアンドエラーを重ねながら目的を達成することを学んだ。プログラミングは、少しでも指示する順番が違えば何らかの障害が発生する。動かなかったり自分の意図と違う動きをしたときは、何が違うのかを考える必要があり、正しいと考えていた前提を疑い、一つひとつを分析し、問題を見つけ、解決策を考えて、プログラムを修正する必要がある。その繰り返しにより自分が思い描いた動きをするプログラミングをすることができる。ワークショップでは、子どもが自分で問題を発見し試行錯誤しながら問題解決に至ることができた。こうしたプロセスを楽しんで取り組むことにより、問題解決能力が養われたといえる。

以上のことから、未就学児向けに開発したプログラミング教材は、プログラミング的思考を身につけることにおいて有効であったと考えられる。

7. おわりに

本研究では、未就学児を対象に、問題発見能力、論理的思考能力、問題解決能力の向上

を目的にプログラミング的思考の獲得に重点を置き、未就学児の身体的、知的発達を考慮にいれ楽しく学べるアナログ教材とデジタル教材を開発するとともに、それらを用いたワークショップを実践し、その効果を検証した。その結果、開発した教材が有効に働くことが確認され、未就学児に対しても小学生と同様にプログラミング的思考を身につけることが可能であることを実証した。

子どもの頃から論理的な考え方を教育し訓練することで、誰にでも分かりやすく説明できるための技術を身につけることができ、子どもへのプログラミング教育は記憶や暗記をするスタイルとは異なる論理的思考能力を身に着けるよい機会になる。そして、試行錯誤しながら自ら修正を重ねて目標に近づく態度が自然と身につく習慣化し、困難な問題が発生したときも自ら考えることができるようになる。そして、情報や事象を鵜呑みにせず多角的に見て処理し、自分の結論にたどりつくまでの考え方を養うことにつながる。これからの生きていく子どもたちにとって、プログラミング的思考ができるかどうかで見えてくる世界は大きく変わるはずであり、そうした発想で世界を見られるようになれば、変容していく社会の在り方にも対応できると考えられる。我々を取り巻く現代の問題は、環境、経済、食料、人口など、どれを取り上げても多くの要因が複雑に絡み合っており、複雑な問題に立ち向かうための方策を自分で考え解決する能力として、未就学児のうちからプログラミング的思考に慣れ親しんでおくことは非常に意義がある。

今後は、幼児教育・保育現場でも情報環境整備を進めながら、実践事例を蓄積しプログラミング教材やその活用方法を確立し、担当職員の業務負荷とならないよう標準化モデルを構築していく必要がある。

参考文献

- IT 総合戦略本部、『i-Japan 戦略2015—国民主役の「デジタル安心・活力社会」の実現を目指して—』、2009
- IT 総合戦略本部、『世界最先端 IT 国家創造宣言改訂版』、2016
- 加藤智也、「小学校におけるプログラミング教育に関する考察」、『名古屋芸術大学研究紀要』第38巻、pp. 77-84（2017）
- 加藤智也、「小学生向けプログラミング教育の実践」、『名古屋芸術大学キャリアセンター紀要』第1号、pp. 41-48（2020）
- 厚生労働省、『保育所指針』、2017
- 総務省情報通信政策研究所、『未就学児等の ICT 利活用に係る保護者の意識に関する調査報告書』、2015
- 東京未来大学、『幼児・児童における未来型能力育成システムならびに指導者教育システムの開発』、2011
- 内閣府政策統括官（共生社会政策担当）、『低年齢層の子供のインターネット利用環境実態調査報告書』、2017
- 野口聡他、「プログラミング的思考の基礎をつくる保育方法の分析」、『日本教育工学会研究報告集』、JSET18-1、2018
- 堀田博史他、「保育におけるメディア活用ガイドラインの開発と評価」、『日本教育工学会論文誌』、35

- (Suppl)、2011
- 堀田博史、「幼児教育におけるメディア活用の現状とフューチャースクールにおける小学校現場でのICT利活用」、『情報処理』、53(1)、2012
- 森田健宏他、「幼稚園の園務情報化の現状と今後の課題」、『日本教育工学会論文誌』、36 (Supple)、2012
- 文部科学省、『教育の情報化に関する手引き』、2010
- 文部科学省、『電子黒板の活用により得られる学習効果等に関する調査研究』、2010
- 文部科学省、『平成23年度 学校における教育の情報化の実態等に関する調査結果』、2012
- 文部科学省、『情報教育に関する資料』、2015
- 文部科学省、『幼稚園教育要領』、2017
- 文部科学省、『小学校学習指導要領』、2017
- 文部科学省、『教職課程コアカリキュラム』、2017
- 文部科学省、『平成29年度学校における教育の情報化の実態等に関する調査結果』、2018
- 文部科学省、『小学校プログラミング教育の手引（第三版）』、2020
- 渡辺勇士他、「ビスケットを使った幼稚園でのプログラミングレッスンにおける園児のプログラムの変化」、『情報処理学会研究報告』、Vol. 2018-CE-146 No. 4、2018