

# 混合研究法を用いた幼稚園児のプログラム表現の分析

渡辺 勇士<sup>1,2,a)</sup> 中山 佑梨子<sup>3</sup> 原田 康德<sup>2</sup> 久野 靖<sup>1</sup> 中山 泰一<sup>1</sup>

**概要:** 小学校におけるプログラミング教育の必修化を受け、民間の未就学児向け教育サービス、幼稚園・保育園ではプログラミング教育を独自にスタートさせる動きがある。また、世界的にも、プログラミング教育のスタートは早期化している。その中で、未就学児に対してどのようなプログラミング教育をすべきなのか、また、そのような教育が可能なのかについての議論は少ない。本研究では、理想の未就学児のプログラミング教育として、未就学児がプログラムで表現する姿を描く。その上で、実際に幼稚園のプログラミングレッスンで作成された、園児のプログラムを分析する。幼稚園児のプログラムの分析は混合研究法を用い、質的分析と量的分析の両面から行った。その質的分析と量的分析を収斂させて、幼稚園児がプログラミングでどのような表現するかを分析した。その結果、プログラミングレッスンを受講したすべての園児が、それぞれのアイデアに基づいてプログラムで表現を行なっていることがわかった。それによって、我が国の未就学児の教育に沿ったプログラミング教育が可能だと結論することができた。

## Analysis of Kindergarten Children's Programs Using Mixed Method

TAKEHSI WATANABE<sup>1,2,a)</sup> YURIKO NAKAYAMA<sup>3</sup> YASUNORI HARADA<sup>2</sup> YASUSHI KUNO<sup>1</sup>  
YASUICHI NAKAYAMA<sup>1</sup>

**Abstract:** In response to the introduction of mandatory programming education in elementary schools, private educational services for preschool children, kindergartens, and nursery schools are starting programming education on their own. In addition, the start of programming education is becoming earlier and earlier worldwide. In this context, there is little discussion about what kind of programming education should be provided to preschoolers and whether such education is possible. In this study, as an ideal programming education for preschoolers, we depict preschoolers expressing themselves through programs. We will analyze preschool children's programs that were actually created in kindergarten programming lessons. The analysis of the preschool children's programs was conducted using the mixed method, with both qualitative and quantitative analysis. The qualitative and quantitative analyses were converged to analyze how the kindergarteners expressed themselves in programming. As a result, it was found that all the preschoolers who took the programming lesson expressed themselves in the program based on their own ideas. We can conclude that it is possible to provide programming education in line with the education of preschool children in Japan.

### 1. はじめに

2020年度より、小学校におけるプログラミング教育の必

修化がはじまった [1]。また小学校の準備段階として、民間の教室で未就学児を対象にしたレッスンやワークショップを開催するところが増えている [2][3]。

日本学術会議が出した報告 [4] には、小学校入学前の児童についてもプログラミングの体験の必要性が示されている。また、幼稚園教育要領 [5] によれば、幼稚園における教育は「環境を通して行う教育」と位置付けられている。「環境を通して行う教育」とは、遊びを通しての総合的な指

<sup>1</sup> 電気通信大学, 182-8585 東京都調布市調布ヶ丘 1-5-1  
University of Electro-Communications, 1-5-1, Chofu-Gaoka,  
Chofu, Tokyo 182-8585 Japan

<sup>2</sup> 合同会社デジタルポケット

<sup>3</sup> 香川富士見丘幼稚園

a) watanabe@viscuit.com

導の中でおこなわれるものだとされている [6].

佐伯 [7] は、このような環境との関わりの中での学びを「なじむ」フェーズと「文化的実践」のフェーズで説明している。乳幼児は何か任意の対象を使って遊ぶとき、その対象を使って様々な働き方を試みる。そして「どうすれば、どうなるか」を探求する。この実践を経て、乳幼児が十分にその対象を味わい、その対象が自分の身体の一部のように「なじむ」と、乳幼児はその対象を活用した行為を誰かに「見て欲しくなる」という。ここで、対象が道具であれば、乳幼児は直ちにそれを使っておもしろいものを作ってみようとする。そのとき、乳幼児は誰かを、自分の行為によって、笑わせたり、喜ばせたりすることを希望し、期待する。この他者に対しての、自分の価値観を伴った行為が文化的実践であり、この実践を通して、乳幼児は社会に段々と参加していくという。

また、国際的に見ると、OECD 加盟国に代表されるような先進諸国においては、幼児教育の質の向上に関心が寄せられている [8]。そのときに、質の高い幼児教育・保育のカリキュラムの例として挙げられているがイタリアのレッジョ・エミリアの実践 [9] やニュージーランドのテ・ファリキ [10] である。これらの実践は、子どもの表現や、子どもの総合的かつ遊びを中心とした活動を通して、効果的な学びを進める仕組みになっている。世界的にみても、未就学児の遊びと表現を通じた学びが重要視されていることがわかる。

第一著者、第三著者が所属する合同会社デジタルポケットでは、プログラミング言語ビスケット [11][12] を使ったプログラミングの普及活動を行っている。この一環として、神奈川県茅ヶ崎市にある香川富士見丘幼稚園 [13] において、プログラミングのレッスンの実施に協力している。プログラミングのレッスンの作成にあたり、第一著者、第三著者は佐伯の指摘するように、園児自身が遊ぶように学ぶスタイルとしてワークショップに注目した [14][15][16]。そして、実際に 2016 年度より、通年のカリキュラムを組んだ上で、年長の園児にビスケットを用いたプログラミングのレッスンを実施している。2017 年度の実践において、著者らは園児のプログラムを収集し、授業を録画し、園児のプログラムの理解を分析した。著者らは先行研究 [17][18][19] において、園児たちが、プログラミングを理解し、意図をもってプログラムを作成していることを明らかにしている。

本研究において著者らは、2017 年度のカリキュラムにおける最終レッスンに注目した。園児らがプログラミングを理解したことはわかっている。その理解したプログラミングを駆使して、園児は自分なりのアイデアをもって文化的実践を行えるのかをリサーチクエスションとする。文化的実践を以降は表現という言葉に置き換える。表現は意図をもった表出を意味する [20]。そして、園児がプログラミングによって示した表現を、プログラム表現という。

分析には混合研究法を用いた [21]。第 3 章で述べるように、ビスケットは図形書き換え型の言語である。プログラムを作るときに、構文によってではなく、絵の変化を絵の配置によって命令する。よって分析では、園児が描いた絵自体を第一著者と第二著者で質的に分析した。そして、描いた絵に対してどのような変化を与えたかを量的に分析した。最後に、質的データと量的データを収斂させて園児のプログラム表現を分析した。

質的な分析の結果、何の絵か判断できないものもあったものの、園児は課題に沿った絵を作成していることがわかった。プログラムの量的な分析をしたところ、特定のプログラムテクニックの利用が著しく少ないことがわかった。一方で他の動きについてはそれぞれ利用された数に大きな偏りはなかった。園児一人一人を個別にみると、学んだ内容のうち、2 つの学習内容のみを使っている園児が多いことがわかった。

最後にそれらを収斂させたところ、園児の表現において、絵の持っている性質と学習内容が適応しているプログラムが確認できた（方向性を持っている絵が、その方向に動いている。真顔と笑顔が繰り返されて笑っている動作を表している、など）。結果として、園児全員が、自分のアイデアを用いてなんらかのプログラムを作っていることがわかった。さらに、7 割ほどの園児が、絵に対して、その絵が持っている性質に合わせたプログラムを作っていることがわかった。これらから、園児はプログラミングを理解した後、プログラミングで表現ができており、よって、1 年間のカリキュラムを通して、未就学児の学びに合わせたプログラミング体験が提供できていることがわかった。

これらの分析の他に、幼稚園で作成している保育日誌に関しても、本実践の背景の質的な資料とした。

以下 2 章では先行研究を紹介する。3 章では本研究で使用しているビジュアルプログラミング言語ビスケットの特徴を説明する。4 章では研究方法と実施したレッスンについて述べる。5 章では園児の作ったプログラムを分析した結果を述べ、6 章においては参考として幼稚園で作成された保育日誌を確認し、7 章において考察を行い、8 章においてまとめを行う。

## 2. 先行研究

未就学児のプログラミング教育における先行研究では、ロボットを用いた研究が多い [22][23][24][25]。それらの中では、未就学児自らが遊び、表現して学ぶというよりも、操作や、コンピュータサイエンス (CS) 教育の一環として、コンピュータ独特の概念の習得にフォーカスが置かれる場合が多い。ロボットのプログラミング体験を通して、未就学児の順次処理・並び替えの能力が向上したことが報告されている [22]。また、未就学児の理解は、それぞれの未就学児の発達段階に左右されることも報告されている [24]。

そして、4-6歳の就学前の児童においては条件分岐の概念の理解が難しいことも報告されている [25]。条件分岐に関しては小学生を範疇においても、難しいと読み取れる研究もある [26][27]。

また、ロボットを使わず、ソフトウェアのみを用いた未就学児のプログラミング教育についての研究は少ない [17][18][19][28][29]。その中で、著者らは幼稚園におけるプログラミング言語ビスケットのレッスンにおいて、5歳から6歳の年長の園児の大半がプログラミングを理解し、意図してプログラムを作っている様子を報告した [17][18][19]。

プログラミングを表現として捉えた研究は、小学生以上を対象にしたプログラミング教育についての研究で確認できる。また、そのような研究は近年増えてきているように見受けられる。Brennan[30]は、現代人をコンピュータが至るところに存在するコンピュータ文化に生きている、と捉える。そして、現代人はコンピューショナルクリエイターとしてこの文化に参加しなければならない、と訴える。そのときに、プログラミング能力がこの社会を育て、自身が参加することに続く、という。その上で、Brennanは30人の子どもと、30人の教師を対象にインタビュー調査を行い、クリエイターとしての子どもをどのように育てるかについて議論をしている。このように、プログラミングを表現のツールと捉えた研究では、量的にプログラムを分析するだけでなく、質的データも合わせて分析を行うものが多く見られる。Groverら [31]は、概念に基づいた教授と評価ではなく、自由制作されたものをどのように評価するかを提案している。この研究では作品の種類を質的に分析し、使われたプログラムを量的に分析し、最後に収斂させる方法が用いられている。Englemanら [32]は、開発したEarSketchというアプリケーションを用い、質的に体験者のマインドの変化と、量的にコンピュータに関する知識の獲得量を分析し、表現としてのプログラミングの意義を報告している。また、Almjallyら [33]は混合研究を用いて、表現ではなく、無意識にできるユーザーの表出に着目する。タンジブルデバイスと、グラフィックユーザーインターフェイスでは、子どもの自発的なジェスチャーがどう違うかについて報告している。

このように学ぶ概念自体ではなく、参加する児童・生徒の表出・表現とプログラミングの関係を求めるために、混合研究法は有効であると考えられる。一方で、未就学児に関しては混合研究法を用いたプログラミングの表現の研究は現在では多くない。本研究では、現在明らかになっている未就学児のプログラミングの理解を元に、混合研究法で、未就学児のプログラミングの表現を明らかにする。

### 3. プログラミング言語ビスケット

#### 3.1 ビスケットにおけるプログラミング

プログラミング言語ビスケット [12] は2003年に第三著

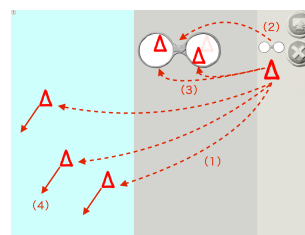


図1 ビスケットの制作画面  
Fig. 1 Interface of Viscuit

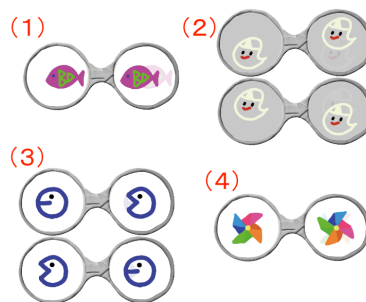


図2 Viscuitにおけるプログラムの例  
Fig. 2 Examples of Viscuit Programs

者が開発したビジュアルプログラミング言語である。ビスケットの命令形式は図形書換型であり、図形を用いたプログラミングについては1990年代から様々な研究がなされている [34][35][36][37][38]。ビスケットは文字入力を一切必要とせず、タブレット端末でも利用できる。そのため、マウスやキーボードの操作が難しい未就学児もプログラミングを体験できる。

ビスケットでは、図1のように、部品置き場(右端)にある絵をドラッグして(ドラッグすると自動的にコピーされる)、ステージ(左半分のエリア)に置き(1)、メガネと言われているツールをメガネ置き場(グレーのエリア)に置き(2)、メガネの左右の丸それぞれにも絵を入れる(3)。左右のメガネ内での絵の配置の差分に基づいてステージに配置された絵が動く(4)。このようにプログラムの制作画面において、絵をメガネに配置することによってプログラムを作成する。文字・数字を使わないため、文字・数字の概念に精通していない園児でも直感的にプログラムを作ることが可能である。

図2はビスケットのプログラムの例である。(1)に示すように、メガネの左右に1つずつ絵を入れることで、絵の座標の差分に基づき、ステージ上の絵を動かすことができる。次に図2の(2)に示すように、まっすぐ動くメガネを複数使い、ランダムに絵を動かすプログラミングを学ぶ。例えば、「上に動く」メガネと「下に動く」メガネがある場合、ステージ上の絵は「上にいたり、下にいたり」する。ビスケットではメガネの命令は、メガネが置かれた順序に関係なく実行される。そして、図2の(3)に示すような絵の変化が繰り返し続くプログラミングを学ぶ。図2の



図 3 グループ共有した画面の発表会

Fig. 3 The Review Time

(1), (2) ではメガネの両方に同じ絵を入れていたが、違う絵をいれると、左の任意の絵 A から右の任意の絵 B に変化する、という命令になる。つまり、図 2 の (3) メガネは「閉じた口の絵は開いた口の絵になる」、「開いた口の絵は閉じた口の絵になる」命令を表す。これで口が「パクパク」する動きを作成できる。最後に図 2 の (4) ように、絵を傾けて回転させる、というプログラミングを学ぶ。「角度の違う傾いた絵に変化する」という命令は回転の動きになる。

加えて、ビスケットは表現できることの幅が非常に広い。例えば、絵の動きの方向を決めるとき、その配置によって 360 度、どの方向にも動かせる。絵の動きの速さも、絵のズレの大きさによって微妙な速さまで表現できる。また、お絵かきのパレットでは、コンピュータが扱うすべての色を表現することができる。これらすべてが数字・文字なしで操作できる。そして、メガネを増やすことで、複雑なパズルゲームや、様々な高度なプログラムが作成できることも明らかになっている [39]。

また、ビスケットには園児がプログラムを作りたくする仕掛けとして、ビスケットランド [14][40] というプログラムの共有機能がある。園児達はプログラムを作り、一つの画面で共有することができる。自分の作品、そして、他の園児の作品が一つの画面に一緒になるため、園児の作品を作るモチベーションになる。香川富士見丘幼稚園ではこの機能を使っている。園児は友達と共同制作を通してプログラミングを学んでいる (図 3)。

### 3.1.1 ビスケットにおける幼稚園児の学習

プログラミングを用いた学習の可能性を提唱した Papert[41] は、構築主義の学びの必要性を主張している。構築主義では子どもを知識を組み立てる存在として捉える。子どもはすでに知っている知識を合わせて、新しい知識を組み立てるべきだという。つまり、子どもは知らないことを教えられる、容器のような存在ではない。この考えは幼稚園教育要領 [5] や、佐伯 [7] の考えとも通じるところがある。また、Papert はそのような学びの中で、コンピュータやプログラミングが果たす役割は、コンピュータなしでは学ぶことが難しかった概念が、具体的になり、自分の知っている知識と組み合わせることで知ることができるようになるこ

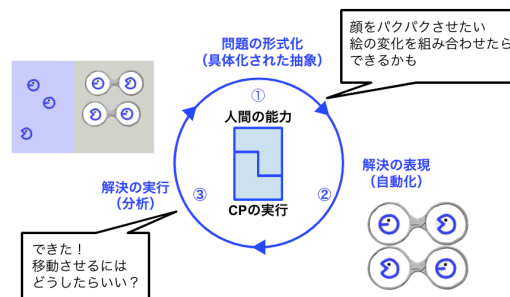


図 4 具体化された抽象的な概念の CTP

Fig. 4 Concept of CTP in This Research

とだ、と言っている。

現在のプログラミング教育では順次・分岐・繰り返しという概念にフォーカスが当たることが多い [42]。しかし、抽象的な思考ができることになることよりも、抽象的なことがコンピュータで具体的になり、それをういて子どもが新しい知識を組み立てられることのほうが、コンピュータの出現の意義であったことがわかる。この点を考慮すると本実践においては、座標、言語といった抽象的な概念がメガネと絵の配置で具体的になったために、未就学児のプログラミングが可能になったと考えられる。

また、ビスケットのプログラミングでは園児は順次・分岐・繰り返しと言われる概念を学んでいるわけではない。しかし、何度も何度もプログラムを作成するプロセスで、自分の作りたいものを考え、自分の知っていることとビスケットで実現できるの間を行ったり来たりしながら試行錯誤し、プログラムすることを繰り返している。その中で「コンピュータは命令で動く」「コンピュータは間違わない。おかしい動作は人間がそういう命令をしているからである」「一つの命令で複数の絵が同時に動く」などの、コンピュータならではの「特徴的な部分」に親しんでいると考えられる。

Repenning ら [43] は人がコンピュータを用いてアイデアを表現するプロセスをコンピューショナルシンキングプロセス (以下、CTP) として紹介している。CTP はコンピュータを使った (1) 問題の形式化 (抽象化)、(2) 解決の表現 (自動化)、(3) 解決方法の実行と評価 (分析)、そして (1) に戻るプロセスとされている。

著者は、未就学児はビスケットを使って CTP を体験していると考えた。まず、ビスケットのプログラムは Papert の指摘するコンピュータの意義的に、抽象的だった概念を具体化するものである。よって、園児は、数字や座標の概念を知らずとも、絵を動かしたり、変化させることができる。一方で、完璧に具体化されたわけではない。「命令通り動く」「一つの命令で複数の対象が動く」「間違えた命令をしてもその通りに動く」など、コンピュータならではの部分が残っている。そして、そのコンピュータの特色を使いながら、自分の作りたいものを考え、実行させ、また、新

表 1 2017 年度のレッスン

Table 1 Implemented Lessons in the School Year 2017

L-No	内容	実施日
L1-L4	直線の動き	5月11日, 25日, 6月8日, 22日
L5-L6	ランダムな動き	7月13日, 10月26日
L7-L9	絵の変化の繰り返し	11月9日, 30日, 12月14日
L10-L12	回転の動き	2018年1月11日, 18日, 25日
L13	自由制作	2月8日

しいものを作る, というプロセスを辿っている。つまり, 園児は図4のように (1) 自分の作りたい動きを想像し, (2) 絵を描きメガネをつくり, (3) 実行した動きを画面上で確認し, 再び新しい作品を作っている。このプロセスを通して, コンピュータに自分のさせたい処理を命令することに慣れ親しんでいると考えた。そして, その上で, 文化的実践として, 表現ができるのか, が本研究のリサーチクエストンになっている。

## 4. 研究内容

### 4.1 本研究の対象とこれまでのレッスン内容

1年間のカリキュラムは表1に示す。表1において, 「L-No」カラムのL1等はレッスンの実施番号を意味する。このカリキュラムを通じて, 園児はビスケットにおける“直線の動き”“ランダムな動き”“絵の変化の繰り返し”“回転の動き”(図2)のプログラムの仕方を学ぶ。著者らは表1におけるL1-L4とL7-L9における園児のプログラムを分析し, “直線の動き”“絵の変化の繰り返し”について, どれくらいの割合の園児が課題通りにプログラムを作ることができたかを明らかにしている [17][18]。また, “ランダムな動き”“回転の動き”についても, 一定数の園児が理解を示していることがわかっている [19]。

本研究では, この12回のレッスンを経て, 最後のレッスン(L13)で園児が与えられたテーマを表現するために, プログラミングをどのように活用するかを明らかにすることを目的とする。最終レッスンでは, 園児は彼らが卒園式で演じるオペレッタ(クラスAが「にゃんきちいっかのだ いぼうけん」[45]クラスBが「北風と太陽」[46])の紹介作品を作ることを課題に, 絵を描き, その絵を用いてプログラミングした。

表2は本研究の基本事項をまとめたものである。年長(5, 6歳)56名(1クラス28名の2クラス)を分析の対象とした。全ての保護者の方々には幼稚園を通して研究の承諾をいただいている。

レッスン(L13)は40分であった。この時間はL1~L12と同様である。一方で時間内のレッスンの構成は違う。L1~L12は前半20分に練習課題, 後半20分にそれぞれの練習を踏まえた自由制作という時間, そして, 発表会という構成になっていた [17][18][19]。L13は自由制作と発表会

表 2 本研究の基本情報

Table 2 Information of This Research

場所	香川富士見丘幼稚園
授業者	幼稚園の先生(第二著者)
対象	年長(5, 6歳)56名
レッスン時間	1レッスン40分
これまでの学習	段階的に4つのプログラムを学んだ
本研究での課題	保護者に対するオペレッタの紹介作品を作る
分析手法	園児の作ったプログラムを分析

表 3 分析のために注目した json ファイルの情報

Table 3 Information in json Files

対象	わかること	データ
ファイル	園児のプログラムの作り方	ステージに置かれた絵の数 描かれた絵の数 作られたルールの数
メガネ	ルールのタイプ	左右の絵の違い 回転しているかどうか 同じ絵から始まるメガネ数
	スピード 方向	絵の置かれた座標

のみで構成されている。発表会は図3のように, 座席を離れて前に集まり, 全員でスクリーンを見るかたちで行った。

### 4.2 プログラムの分析

ビスケットで作られたプログラムはすべてJSON[44]ファイルとして保存される。保存は「保存」ボタンを押したタイミングで行われる。園児は「保存ボタン」を共有画面に作品を送るときに押す。自由制作では保存をすると画面が新しくなる。園児は自由制作中は何個も新しい作品を作り保存する。1つの作品の中に数個の絵を描く園児もいれば, 1つの作品に1つの絵しか描かない園児もいる。それぞれ作品が保存されたときに1つのJSONファイルが作成される。

自由制作で複数の作品を作った園児に対しては複数のJSONファイルが作成される。JSONファイルにはどの端末で作成されたかを示すタブレットのIDが付与されている。どのタブレットをどの園児が使っているかを予め記録し, そのIDを元にどの園児の作品なのかを判断した。

表3はJSONファイルから取り出せる情報の種類である。分析では, 第一著者と, 第二著者が園児が書いた絵を目視で判断し, その絵が何を表す絵なのか質的に分析し, 分類した。また, 作成されたプログラムを, 通年のレッスンに即した学習内容(“直線の動き”“ランダムな動き”“絵の変化の繰り返し”“回転の動き”)で分類し量的に集計した。最後にそれらの分析を収斂させ, 考察を行った。園児はそれぞれの演じるオペレッタの内容を表現するために, 1つの絵に対して複数のメガネを使っていた。そこで, それぞ

表 4 分析したプログラムの数

Table 4 Number of Analysed Programs

項目	数
園児数	28
保存されたファイル (json)	128
ファイルの中のメガネの数 (rule)	206
有効なメガネの数	196
表現としてのプログラム	152

れの絵にプログラムを紐づけて分析を行った。例えば、A という絵が2つ以上のメガネを使って動きがつけられた場合は、その絵とメガネをセットで1つのプログラム表現とカウントした。

## 5. プログラムの分析

### 5.1 クラス A : にゃんきちっかのだいぼうけん

#### 5.1.1 量的分析

分析の対象になった園児の数は28人であった。128個の作品ファイルが生成されていた。その中で作られたメガネの数は206個であった。

この206個について、収集した作品ファイルと実際のプログラムを筆者が付け合わせた。206個のメガネについて、それぞれを1つ1つの絵に対応させて集計した。そのときに、何も絵が入っていないメガネ、片側だけしか絵が入っていないメガネを省いた。その結果、画面上で絵を動かすために動作するメガネは196個であった。そのメガネを1つずつの絵に振り分けた結果、絵とメガネの組み合わせたプログラム表現は152個あった(表4)。

152個のプログラム表現を、“直線の動き”“ランダムの動き”“絵の変化の繰り返し”“回転の動き”“衝突”の5つに従って分類した結果が表5である。絵の変化が双方向になっておらず、一方向のものは、“絵の変化の繰り返し”の不完全なものだと判断し、省いている。“衝突”を除いて、これらのテクニックは通年のレッスンで教えられたものである。“衝突”に関しては、教えてないにも関わらず使っている園児がいた。

これらのテクニックについて、園児がどのテクニックを選ぶかに確率的な偏りがないという帰無仮説のもと、それぞれに二項検定を実施した。その結果、“直線の動き”と“回転の動き”は有意に多く選ばれていたのがわかった。“直線の動き”と“回転の動き”は、メガネが1つと絵が1つで作れるため、“絵の変化の繰り返し”よりも簡単なのだと思われた。その結果、園児はこれらのテクニックを“絵の変化の繰り返し”よりも多く採用していたと考えられる。“衝突”に関しては、レッスン中で教えていないテクニックであるため、他の4つのテクニックと比べて、採用される確率は同じではないと考え、二項検定はしなかった。

“ランダムの動き”は適用された数が極端に少なかった。

“衝突”についてはレッスン中ではまったく触れていな

表 5 使われたテクニックの分類

Table 5 Adopted Techniques

テクニック	人数	%	p-value
回転の動き	51	35.92%	p < 0.05
直線の動き	49	34.51%	p < 0.05
絵の変化の繰り返し	33	23.24%	p > 0.05
ランダムの動き	7	4.93%	p < 0.05
衝突	2	1.42%	Not executed

表 6 テクニックの種類と内訳

Table 6 Types of Techniques

テクニック数	合計	テクニック	人数
2	16 (57.14%)	M+R	8 (28.57%)
		R+CP	4 (14.29%)
		M+CP	2 (7.14%)
		RM+R	1 (3.57%)
		CP+Con	1 (3.57%)
3	6 (21.43%)	M+CP+R	5 (17.84%)
		M+CP+RM	1 (7.14%)
1	4 (14.29%)	M	1 (3.57%)
		RM	1 (3.57%)
		CP	2 (7.14%)
4	2 (7.14%)	M+CP+RM+R	2 (7.14%)

い。一方で、1人の園児がこのテクニックを使ってプログラム表現を作っていた。

それぞれの園児の作ったプログラム表現について集計した。全ての園児は最低でも1つ以上のプログラム表現を作っていた。一番多く作っていた園児は、13個のプログラム表現を作っていた。作られたプログラム表現の平均は5.43個であった。

表6は園児たちがどのテクニックを選んだのかを示している。“M”は“直線の動き”、“RM”は“ランダムの動き”、“CP”は“絵の変化の繰り返し”、“R”は“回転の動き”、そして、“Con”は“衝突”を表している。

16人の園児が2つのテクニックを使っており、特に“直線の動き”と“回転の動き”を使っていた。これは“直線の動き”と“回転の動き”が、絵が1つ、メガネが1つで作ることができる、一番簡単なプログラムだからだと思われる。4人の園児は1つのテクニックしか使っていなかった。2人の園児が教えられた全てのテクニックを使っていた。

#### 5.1.2 質的分析

152個のプログラム表現について、そのそれぞれにおいて、何の絵がモチーフとして使われているかを表したのが表7である。

モチーフとして採用された絵では「猫」が一番多く「?」「波」「壺」「船」が続いた。「?」は著者らでは何の絵かが判別できなかったものである。「その他」には描いた園児が2人以下の絵が集められている。「にゃんきちっかのだいぼうけん」は、猫の一家が壺を頼りに、船で海へ宝を探し

表 7 モチーフとして使われた絵とプログラム

Table 7 Applied Drawings

絵	総数	M	RM	CP	変化	R	Con
猫	38	12	1	13*	5	7	0
?	32	10	0	6	4	12*	0
波	21	4	1	0	0	16*	0
壺	13	4	1	4*	1	4*	0
船	12	6*	3	1	0	2	0
星	4	0	0	0	0	4*	0
飴玉	3	0	0	1	0	2*	0
魚	3	3*	0	1	0	0	0
その他	28	11*	1	8	0	4	2
合計	152	49	7	33	10	51	2

に旅にでるお話である。よって、登場するものがモチーフとして多く選ばれているのは、納得できる結果であった。

一方で、何を表している絵なのか判別できない絵が 32 個あった。これはプログラム表現全体の数 152 個のうちの 21.05 % に当たる。

### 5.1.3 質的データと量的データの収斂

表 7 には、総数の他にそれぞれの絵に対して、どのような動きのプログラム表現が何個あったかが示されている。表における“変化”は“絵の変化”の一方向で終わっているプログラムの数を表している。描かれた数が多かったものから順に「猫」は“絵の変化の繰り返し”が、「?」は“回転の動き”が、「波」は“回転の動き”が、「壺」は“直線の動き”、“絵の変化の繰り返し”と“回転の動き”が、そして、「船」は“直線の動き”が多いのがわかる。それぞれ一番多くテクニックが採用された数字の横には「\*」を表記した。

“直線の動き”については全部で 49 個のプログラム表現があった。49 個の中で 32 個のプログラム表現が、絵自体が動きの方向を持たない絵を使っていた。そして、17 個が絵が動きの方向を持っている絵を使っていた。図 5 は方向性を判断できる絵の例を示している。左の船の絵は、船が正面から描かれている。この場合、船は右から左に動くはずである。右のネコの絵は、ネコ単体であれば、どちらに動くのが最適かは判断し兼ねる。しかし、この場合は地平線が引かれているので、このネコは左右どちらかに動く必然性があると考えた。絵が方向を持っていない絵というのは「?」の絵や、顔だけの絵である。それらの絵を動きの方向が推測できない絵としてカウントした。その結果、方向性を持っている 17 個の絵は、全てその絵がもっている方向通りに動かされていた。

“ランダムな動き”は前述のとおり、適用された絵が少なかった。全部で 7 個であった。詳細に一つ一つのプログラム表現を見てみると、7 個中 3 個が船がゆらゆらと回転を伴って、波に揺られるように動いていた (図 6)。他は猫が 1 個、波が 1 個、幽霊が 1 個、壺が 1 個だった。猫と幽霊は直線の動きを複数使ったランダムであった。そのほかは



図 5 直線の動きの例

Fig. 5 Examples of Straight Move

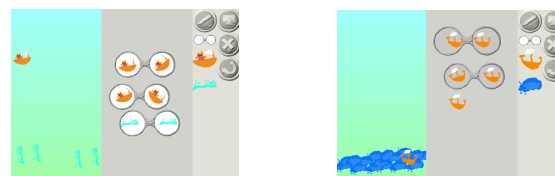


図 6 ランダムな動きが使われた例

Fig. 6 Examples of Random

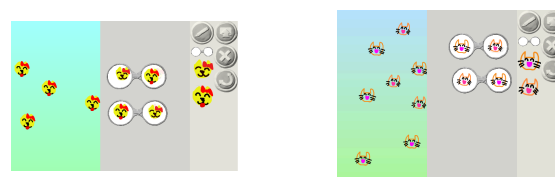


図 7 猫の表情の変化の例

Fig. 7 Examples of Expression of Cats

全て回転の動きが伴っていた。“ランダムな動き”をレッスン中で教えた当時は“直線の動き”を使った“ランダムな動き”のみを教えていた。12 回のレッスンの中では“ランダムな動き”と“回転の動き”を組み合わせるプログラムは教えていないが、この表現を使っている園児がいることがわかった。船がゆらゆらしている表現は、ネコの家族が船で旅する様子を表そうとしているのだと考えられる。

“絵の変化の繰り返し”は 33 個のプログラム表現があった。“絵の変化の繰り返し”で一番使われたモチーフは猫であった。その次は「?」だった。また、猫をどのように変化させ、変化を繰り返させ続けていたのか確認したところ「猫」の「表情」が 10 個と一番多かった。図 7 は「猫」が「表情」を変えているプログラム表現の例である。このように全く同じような絵を二つ描き、その部分を変えることによって「表情」を表現している。また、壺に関して、壺の色が変化しているものが 2 つと、壺の形が変化しているものが 1 つ、また、壺の柄が変化しているものが 1 つであった。劇の中では、ネコの父親が汚れた壺を発見し、壺を磨くことでその表面に宝の地図を見つける。この壺の色の変化は、そのシーンを表現しているのだと考えられた。L7-L9 のレッスンでは A, B, C, または、それ以上の絵を使って、 $A \Rightarrow B$ ,  $B \Rightarrow A$  だけでなく、さらに長い“絵の変化の繰り返し”の作り方も教えていた。しかし、L13 では 3 つの絵を使った“絵の変化の繰り返し”を作っていた園児は、1 人だけであった。

“回転の動き”のプログラムについては 51 個のプログラム表現があった。一番“回転の動き”が採用されていたの

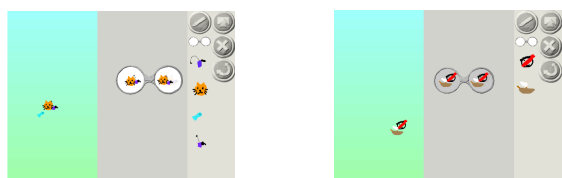


図 8 衝突を使ったプログラムの例  
 Fig. 8 Examples of Collision

は「波」だった。また、ビスケットでは「大きい／小さい」回転を、絵のずらし方で作ることができるが、16個の「波」の回転の表現では、その「波」が大きく回転しているものが6個で一番多かった。この波は「にゃんきちいっかのだ いぼうけん」中に出てくる。「にゃんきちいっか」が遭遇する大きい波を表しているを受け取れる。

“衝突”のプログラムを使っているプログラム表現もあった。一つは、釣竿を持って移動するネコ(図8左)であり、もう一方は、船に乗った海賊(図8右)であった。これらのプログラムは2つの絵で作られており、2つはそれぞれ単独では動くことができない。2つの絵が図8のようにメガネの中に配置されたときだけ動く。これらのプログラムを作ったのは同じ園児であった。

このように絵に対して効果的に、テクニックが適応されているプログラム表現が多数あることが確認できた。しかしながら、作られたプログラム表現の数は、園児ごとに大きく違うのも確認した。よって、一部のビスケットのプログラミングが得意な子が、これらの集計に大きく影響している可能性が考えられた。そこで、先に確認してきた以下のプログラム表現を、園児が劇のシーンの再現として、効果的にプログラミングを使って表現した例とし、それらを作った園児の数を集計した。

- 動きの向きと絵の方向性がマッチしていた“直線の動き”：17点。
- 「猫」の表情の変化を表していた“絵の変化”：10点。
- 「船」のゆらゆらした動きを表していた“ランダムな動き”：3点。
- 「壺」の外観の変化を表していた“絵の変化”：2点。
- 「波」の回転を表していた“回転の動き”：16点。
- 2つの絵を使って条件づけられたプログラム：2点。

その結果、28人中24人(85.71%)の園児が、これらの表現に関わっていることがわかった(表8)。その中で、13人の園児が1つのテクニックで、10人の園児が2つ、1人の園児が3つの種類のテクニックを用いていた。

上記に該当するプログラム表現を作っていないが、28人中の4人の園児に関して、彼らの作っていたプログラム表現を確認すると、どの園児も適切にプログラム表現は作っていた。彼らが作っていたものが、著者が選んだ上記の典型に当てはまるプログラム表現ではなかっただけであり、4人全員が劇になんらかの関係があるものを作っていた。

表 8 園児の分布

Table 8 Distribution of Children

園児 28 名	種類	M	RM	CP	R	Con
A 児	1		1			
B 児	2	2			1	
C 児	1	2				
D 児	1	3				
E 児	1				3	
F 児	2	1			1	
G 児	1	1				
H 児	1			1		
I 児	2	1			3	
J 児	2	1			1	
K 児	3		1	2	1	
L 児	1				1	
M 児	1	1				
N 児	2			3		2
O 児	1			1		
P 児	1			1		
Q 児	1		1	2		
R 児	2	2		1		
S 児	2			1	1	
T 児	2		1		1	
U 児	2	1			1	
V 児	1				1	
W 児	1	1				
X 児	2	1			1	
合計		17	3	12	16	2

表 9 分析したプログラムの数

Table 9 Number of Analysed Programs

項目	数
園児数	28
保存されたファイル (json)	137
ファイルの中のメガネの数 (rule)	225
有効なメガネの数	223
表現としてのプログラム	166

## 5.2 クラス B：北風と太陽

### 5.2.1 量的分析

分析の対象になった園児の数は28人であった。28人が自由製作中に作成した作品ファイルは128個であった。その中で作られたメガネの数は225個であった。

この225個について、収集した作品ファイルと実際のプログラムを突き合わせた。225個のメガネについて、それぞれを1つ1つの絵に対応させて集計した。そのときに、何も絵が入っていないメガネ、片側だけしか絵が入っていないメガネを省いた。その結果、画面上で絵を動かすために動作するメガネは223個であった。そのメガネを1つずつの絵に振り分けた結果、絵とメガネの組み合わせでのプログラム表現は166個あった(表9)。

166個のプログラム表現を、“直線の動き”“ランダムな動



表 10 使われたテクニックの分類

Table 10 Adopted Techniques

テクニック	人数	%	p-value
直線の動き	74	45.68%	p < 0.05
回転の動き	45	27.78%	p < 0.05
絵の変化の繰り返し	31	19.14%	p < 0.05
ランダムな動き	11	6.79%	p < 0.05
直線と変化の組み合わせ	1	0.62%	Not executed

表 11 テクニックの種類と内訳

Table 11 Types of Techniques

テクニックの数	合計	テクニック	人数
2	18 (64.29%)	M+R	9 (32.14%)
		M+CP	6 (21.43%)
		R+CP	1 (3.57%)
		RM+R	1 (3.57%)
		CP+Mix	1 (3.57%)
3	5 (17.86%)	M+RM+R	2 (7.14%)
		M+R+CP	2 (7.14%)
		M+RM+CP	1 (3.57%)
1	4 (14.29%)	M	2 (7.14%)
		R	1 (3.57%)
		CP	1 (3.57%)
4	1 (3.57%)	M+CP+RM+R	1 (3.57%)

き”“絵の変化の繰り返し”“回転の動き”の、4つに従って分類した結果が表 10 である。クラス A と同様に、一方向の変化については省いた。“直線の動き”と“絵の変化の繰り返し”を組み合わせた“直線と変化の組み合わせ”を除いて、これらのテクニックは通年のレッスンで教えられたものである。“直線と変化の組み合わせ”に関しては、教えていないにも関わらず使っている園児がいた。どちらにもカウントできないので、1つの項目とした。

これらのテクニックについて、クラス A と同様に二項検定を実施した。“直線と変化の組み合わせ”に関しては、レッスン中で教えていないテクニックであるため、他の4つのテクニックと比べて、採用される確率は同じではないと考え、二項検定はしなかった。

その結果“直線の動き”“回転の動き”は、有意に多く選ばれていたのがわかった。一方で、“絵の変化の繰り返し”“ランダムな動き”は有意に少なく選ばれていた。“直線の動き”と“回転の動き”については、メガネが1つと絵が1つで作れるため、“絵の変化の繰り返し”よりも簡単なことがその要因だと考えられた。“ランダムな動き”は適用された数が極端に少なかった。

表 11 は園児たちがどのテクニックを選んだのかを示している。“Mix”は“直線の動き”と“絵の変化”を合わせて使っているものを表している。

17人の園児が2つのテクニックを使っており、特に“直線の動き”と“回転の動き”を使っていた。4人の園児は1

表 12 モチーフとして使われた絵とプログラム

Table 12 Applied Drawings

絵	総数	M	RM	CP	変化	R
北風	37	12	3	10*	1	12
太陽	27	8*	1	7	2	9
花	22	7*	1	4	0	10
旅人	21	14*	1	2	0	4
?	20	13*	1	0	0	6
雪	16	10*	2	1	1	2
パクパク	5	0	0	5	0	0
虫	3	0	1	0	0	2
その他	15	10	1	3	0	1
合計	166	74	11	32	4	45

つのテクニックしか使っていなかった。1人の園児が教えられた全てのテクニックを使っていた。これは“直線の動き”と“回転の動き”が、メガネ1つ、絵1つでできる、一番簡単なプログラムだからだと思われる。

### 5.2.2 質的分析

166個のプログラム表現について、そのそれぞれにおいて何の絵がモチーフとして使われているかを表したのが表 12 である。モチーフとして採用された絵では「北風」が一番多かった。続いて「太陽」「花」「旅人」「？」が多かった。「？」は何の絵か判別できなかったものである。「その他」には描いた園児が2人以下の絵が集められている。演じられたオペレッタ「北風と太陽」では、「花」は「太陽」の仲間として、「雪」は「北風」の仲間として登場する。よって、それぞれに登場するものがモチーフとして多く選ばれているのは、納得できる結果であった。

一方で、何を表している絵なのか判別できない絵が20個あった。これは全体の数166個のうちの12.05%に当たる。

それぞれの園児の作ったプログラム表現について集計した。全ての園児は最低でも1つ以上のプログラム表現を作っていた。一番多く作っていたのは13個作った園児であった。作られたプログラム表現の平均は5.43個であった。

### 5.2.3 質的データと量的データの収斂

表 12 には、総数の他に、それぞれの絵に対して、どのような動きのプログラムが適用されたかが示されている。描かれた数が多かったものから順に「北風」は“絵の変化の繰り返し”が、「太陽」は“直線の動き”が、「花」は“回転の動き”が、「旅人」は“直線の動き”が、「？」も“直線の動き”が、そして、「雪」も“直線の動き”が多いのがわかる。それぞれ一番多くテクニックが採用された数字の横には「\*」を表記した。

“直線の動き”については全部で74個のプログラム表現があった。74個の中で、55個のプログラム表現が、絵自体が動きの方を持たない絵を使っていた。そして19個が、絵が動きの方を持っている絵を使っていた。クラス



図 9 直線の動きの例

Fig. 9 Examples of Straight Move

Bでは同じ雪の絵でも、雪自体の絵と、キャラクターとしての雪の絵があった。そこで、雪自体の絵としては、下に動く必然性を持っていると考えた(図9左)。また、キャラクターとして描かれた雪は、絵自体に方向性が見つけれないため、方向性がない絵にカウントした。「?」の絵や、正面を向いた顔だけの絵を、動きの方向が推測できない絵としてカウントした。その結果、方向性を持っている19個の絵のうち、15個の絵(78.95%)がその方向通りに動かされていた。

“ランダムな動き”は前述のとおり、適応された絵が少なかった。全部で11個であった。詳細に一つ一つのプログラムを見てみると、11個中5個が“回転の動き”と“ランダムな動き”を一緒に使っており、また、同じく11個中5個がメガネを3つ以上使って、ランダムに絵を動かしていた。絵の内訳としては、「北風」が3個、「雪」が2個であった。そのほか、「?」「花」「顔」「太陽」「虫」「旅人」が1つずつであった。“ランダムな動き”をレッスン中で教えた当時は“直線の動き”をつかったランダムのみを教えていた。よって、12回のレッスンの中では“ランダムな動き”と“回転の動き”を組み合わせるプログラムは教えていないが、この表現を使っている園児がいることがわかった。「北風」や「雪」がランダムに動いている様子は、嵐の様子を表現しているとも考えられたが、シーンを効果的に表せていると言い切れる表現は見られなかった。

“絵の変化の繰り返し”は全部で32個だった。“絵の変化の繰り返し”で一番使われたモチーフは「北風」であった。その次は「太陽」だった。「北風」をどのように変化させ、繰り返させているかを確認したところ、「北風」の「口」が6個と一番多かった。次に多かったのは「太陽」の「表情」の変化であった。「太陽」と「太陽の絵の顔の一部を変えた絵」を描き、繰り返し変化させていた。

図10は「北風」が「口」を変えているプログラム表現の例である。このように全く同じような絵を二つ描き、その部分を変えることによって「口」で風を吹いているシーンを表現している。図5.2.3は「太陽」「花」が表情を変えているプログラム表現の例である。

L7-L9のレッスンではA, B, C, または、それ以上の絵を使って、A⇒B, B⇒Aだけでなく、さらに長い循環の作り方も教えていた。しかし、2つの変化以上の長さの変化の繰り返しを作っている園児は、2人だけだった。その内1人は、ストーリーの場面の絵を、5個のメガネを使って

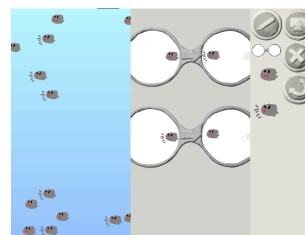


図 10 北風の口が変わるプログラムの例

Fig. 10 Example of Expression of Kitakaze



図 11 表情の変化の例

Fig. 11 Examples of Expression



図 12 紙芝居の例

Fig. 12 Example of Various Scenes in A Row

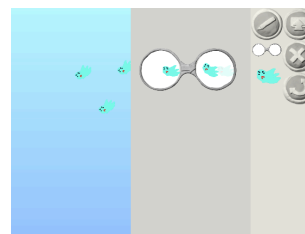


図 13 回転する風の例

Fig. 13 The Example of Rotation

紙芝居のように表現していた(図12)

“回転の動き”のプログラムについては45個のプログラム表現があった。一番“回転の動き”が採用されていたのは「北風」だった。ビスケットでは「大きい/小さい」回転を、絵のずらし方で作ることができる。しかし、L13のクラスBにおいては、多くの絵がその場で回転していた。また大きく回る北風は、北風が吹き荒れている様子を表現していると捉られた(図13)。

“直線の動き”と“絵の変化”を両方使うことによって「絵が動いたり、変わったりする」ように絵を動かしている園児が1名いた。このプログラムは雪の絵に対してつけられていた(図14)。雪が舞っている姿を表しているのだと考えられた。“直線の動き”としては左下方向につけられており、雪の動きとして妥当なものだった。

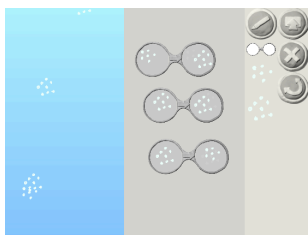


図 14 直線の動きと絵の変化で雪が舞っている姿を表している例  
Fig. 14 Example Using Both Straight Move and Change

表 13 園児の分布

Table 13 Distribution of Children

園児 18 人	種類	M	CP	R	Mix
A 児	1		1		
B 児	1	1			
C 児	1	1			
D 児	1	1			
E 児	1	4			
F 児	1				1
G 児	1	1			
H 児	1		4		
I 児	2	1	1		
J 児	1	1			
K 児	1		2		
L 児	2	2	1		
M 児	1	1			
N 児	1	1			
O 児	2	1	1		
P 児	2		1	1	
Q 児	1		1		
R 児	1		1		
合計		15	13	1	1

クラス B においても、作られたプログラム表現の数は園児ごとに大きく違うことが確認できた。そこで、クラス A と同じように、先に確認した以下のプログラム表現を、園児が劇のシーンの再現として、効果的にメガネを使ってプログラムを使った例とし、それらを作った園児の数を集計した。

- 絵の方向性と動きの向きがあっていた“直線の動き”：15 点。
- “北風”の口の形の変化を表した“絵の変化”：6 点。
- “太陽”の表情の変化を表した“絵の変化”：4 点。
- “花”の表情の変化を表した“絵の変化”：2 点。
- 絵のストーリーを紙芝居のように表した“絵の変化”：1 点
- 北風の大きい動きを表した“回転の動き”：1 点。
- 絵の変化と動きを組み合わせた雪のプログラム：1 点

その結果、28 人中 18 人 (64.28%) の園児が、これらの表現に関わっていることがわかった (表 13)。また、これらの表現に関わっていない、10 人の園児のプログラムを確認したところ、「北風と太陽」に関連があるプログラム

を作らなかった園児が 2 名、あとの 8 名はなんらかの関連があるプログラムを作っていた。また、関連のないプログラム表現のみを作っていた 2 名のうち、1 名は“直線の動き”と“絵の変化の繰り返し”のテクニックを、1 名は“絵の変化の繰り返し”のテクニックのみを使っていた。課題に基づいた表現としては適切ではないが、プログラムとしては、有意に適用されることが少なかった“絵の変化の繰り返し”を使っており、ビスケットを理解していると考えられた。オペレッタに関連のあるプログラム表現を作っていた 8 名は“直線の動き”と“回転の動き”を使っている園児が多かった。そして、それらの絵自体の方向性ははっきりしないプログラムが多かった。つまり、これらの園児については、著者からは判断ができないが、園児たちは思い通りの方向に絵を動かしている可能性は考えられた。

## 6. 保育日誌

授業者である幼稚園の教諭は、毎回のレッスンで保育日誌をつけている。この最後のレッスンに関しては、保育日誌を確認することで、幼稚園の先生から見た最終レッスンについても言及したい。保育日誌には以下が書かれていた。

- 今までで一番一人一人が違う動きを作って個性のあるビスケットランドになっていたように思う。
- テーマが自分たちが演じる劇だと伝えると大喜びをして夢中で作っていた。
- 保護者に「見せるもの」として作る意識もしていたように感じる。
- 役全員を描こうとする子どもや、自分の役をたくさん描く子どももいれば、「お話には出てこないけれど、お話の世界にはいるかもしれない」と、想像して自由に書く子どももいた。

この日誌から、園児はビスケットによって想像力が刺激されている様子がうかがえた。また、他者に伝える表現をすることが園児のモチベーションを引き出している様子もうかがえた。

## 7. 考察

1 年を通じて、園児はビスケットの使い方を学んだ。最後のレッスンでいままで学んできた“直線の動き”“ランダムな動き”“絵の変化の繰り返し”“回転の動き”のプログラムを、卒園式で演じる自分の劇を他者に伝えるために使った。本章では、園児がどのようにこれらのテクニックを使うかを確認した。

それぞれのクラスで作られた表現としてのプログラムは 152 個と 166 個であった。作られたメガネの総数の中で、無効なメガネとしてカウントされなかったものは、それぞれのクラスで 10 個と 2 個であった。また、メガネをテクニックで分けた際、不完全の一方通行の“絵の変化”に関しては、それぞれのクラスで 10 個と 4 個であった。ここ

から、園児が全体としてメガネの使い方を習得し、無駄にメガネを作るのではなく、作る意図を持って必要なメガネを出している姿をうかがうことができた。

それぞれのクラスでのメガネの用途は、クラス A では“回転の動き”が一番多く、2番目が“直線の動き”であった。それぞれ、有意に多く選ばれていたのがわかった。クラス B では“直線の動き”が一番多く、2番目が“回転の動き”であり、これらも有意に多く選ばれていた。これらはメガネ1つ、絵も1つで作成することができ、一番初歩のテクニックだからだと考えられる。

また、どちらのクラスでも“ランダムな動き”の利用が少ないことがわかった。これに関しては、L5とL6で、園児が十分にアイデアを表現できていなかったことに原因があると思われる [19]。

“絵の変化の繰り返し”については、クラス A においては適用された数に統計的な有意はなかったが、クラス B では有意に少なく選ばれていた。“直線の動き”“回転の動き”に比べて少なく選ばれる理由は、最低でも絵を2つ、メガネも2つ使うからである。園児にとっては理解があったとしても [18]、実際に自由な状況でプログラムをするには、より手軽に作れる“直線の動き”“回転の動き”を選ぶ傾向が見られた。

“ランダムな動き”が少なかった一方で、“ランダムな動き”が適用された中には、レッスン中に教えていない組み合わせを使って、プログラムを作っている園児が複数確認された。クラス A において、船のゆらゆらに効果的に活用されている例が見られた。この組み合わせはクラス B においても見られた。しかし、クラス B においては、それが表現として効果的に作用している例は見られなかった。また、クラス A においては1名が、教えられていない“衝突”のテクニックを使っている園児もいた。先行研究において、発達段階が進んでいる児童は教えなくても探求できる姿が見られると報告されている [24]。その報告と一致するものである。

すべての園児が1つ以上のプログラム表現を作っていた。クラス A においては、85.7%の園児が効果的なプログラムに関わっていた。クラス B においては、64.6%の園児が効果的なプログラムに関わっていた。これらを平均すると、クラス A、クラス B で74.99%の園児が効果的なプログラムを作っていると言える。今回の研究対象の園児の中で、多くの園児がビスクットを使った表現ができていると言える。

園児の選ぶテクニックの比率や、適用したテクニックの種類の数などは、クラス A、クラス B で同じであった。一方で効果的な表現の数には差が現れた。これは、選ばれた劇の題材が影響しているのではないかと考えられる。「にゃんきちいっかのだいぼうけん」は明確に移動する物語であるが、「北風と太陽」は移動ではなく、コミュニケーション

ンと状態の変化の物語である。ビスクットで表現するものには移動や動きが伴ったものが適している可能性が考えられた。

効果的なプログラムを作った園児にカウントされなかった園児に関しても、それぞれでプログラムを作れていることがわかった。保育日誌には、絵本のストーリーの外側の、大人が思いも寄らない世界観を作ろうとしている園児もいたことがわかった。より詳細に、園児の表現活動としてのプログラミングを見るときは、プログラムだけでなく、制作中に「なにを作ったの?」「なんで?」などのインタビューを並行して行う必要があると考えられる。

## 8. 結論

本研究では、園児がプログラミングを駆使し、文化的実践につながる表現をどのようにするかを研究した。分析の結果、12回のレッスンを経て13回目のレッスンにおいて、園児が園児それぞれのアイデアで、自分なりの表現をしている姿が多く確認できた。「遊び」を意識した12回のレッスンを通して、最終レッスンにて、園児それぞれなりの表現が見られたことによって、幼稚園教育要領に示されるようなプログラミング教育が可能だと結論できる。

一方で、通年のレッスンを通して4つのメガネを使った動きを習得したにも関わらず、全体としては2つ、または、3つ、よく表現されたものでは、1つ、または、2つのプログラムを使うにとどまっていた。園児それぞれによって、その理解がどれかのプログラムに偏るのか、または、課題の出し方によってかわるのか、時間が短かったか、など、要因を今後調査する余地があると思われる。また、絵とプログラムの分析だけで園児の意図を汲む限界も判明した。そして、12回のレッスンの中でどのような「遊び」が起こっていたかは、今後さらに質的な研究が必要だと考えられる。

これらの課題を元に、文化的実践としてのプログラミングが未就学児にどのような影響をもたらすか、研究を進めたい。

## 参考文献

- [1] 文部科学省: “小学校学習指導要領,” [https://www.mext.go.jp/content/1413522\\_001.pdf](https://www.mext.go.jp/content/1413522_001.pdf) (参照 2018-10-1).
- [2] 株式会社アーテック: “4歳からの体験型 STEAM 教室 — First STEAM,” <https://www.artec-kk.co.jp/school/fs/> (参照 2020-9-1).
- [3] 読売新聞オンライン: “[生活調べ隊] 未就学児にプログラミング…幼稚園や教室 必修化受け保護者ら関心,” <https://www.yomiuri.co.jp/kosodate/20190408-0YT1T50299/> (参照 2020-9-1).
- [4] 日本学術会議情報学委員会情報学教育分科会: “報告 情報教育課程の設計指針 — 初等教育から高等教育まで,” <http://www.scj.go.jp/ja/info/kohyo/pdf/kohyo-24-h200925.pdf> (参照 2020-10-1).
- [5] 文部科学省: “幼稚園教育要領,” <http://www.mext.go.jp>.

- jp/a\_menu/shotou/new-cs/youryou/you/index.htm(参照 2018-10-1).
- [6] 文部科学省: “幼稚園教育要領解説,” [https://www.mext.go.jp/content/1384661\\_3\\_3.pdf](https://www.mext.go.jp/content/1384661_3_3.pdf)(参照 2020-10-27).
- [7] 佐伯胖: “幼児教育へのいざない 円熟した保育者になるために,” 東京大学出版会, pp.84-86, 2014.
- [8] 鈴木正敏: “幼児教育・保育をめぐる国際的動向ー OECDの視点から見た質の向上と保育政策ー,” 教育学研究, Vol.81, No.4, 460-472, 2014.
- [9] 佐藤学, ワタリウム美術館: “驚くべき学びの世界〜レゾ・エミリアの幼児教育〜,” ACCESS, 2011.
- [10] 橋川喜美代: テ・ファリキとラーニング・ストーリーから実践記録を読み解く, 鳴門教育大学研究紀要, 27, pp.12-24(2012).
- [11] 合同会社デジタルポケット: “ビスケット Viscuit | コンピュータは粘土だ!!!,” <https://www.viscuit.com> (参照 2020-3-1) .
- [12] 原田康徳, 渡辺勇士, 井上愉可里: ビスケットであそぼう, 翔泳社 (2017).
- [13] 香川富士見丘幼稚園: “茅ヶ崎市 香川富士見丘幼稚園ホームページ,” <https://kagawa-fujimigaokayochien.rexw.jp/>
- [14] 原田康徳: 体験型ワークショップ用ソフトウェアの開発. 第 50 回プログラミングシンポジウム, pp.163-168, (2009).
- [15] 原田康徳: “体験型ワークショップ用ソフトウェアの開発,” 情報処理学会第 50 回プログラミング・シンポジウム報告書, pp.163-168, 2009.
- [16] 原田康徳, 渡辺勇士: “ビスケットプログラミングワークショップーなぜワークショップなのかー,” 情報処理, Vol.58, No.10, 891-893, 2017.
- [17] 渡辺勇士, 中山佑梨子, 原田康徳, 久野靖: 幼稚園児のビスケットプログラムにおける動きの方向の理解についての分析. 情報処理学会論文誌教育とコンピュータ, Vol.6, No.1, pp.28-39(2020).
- [18] 渡辺勇士, 中山佑梨子, 原田康徳, 久野靖: “幼稚園児のビスケットプログラムにおける繰り返し続けるプログラムの理解の分析,” 情報処理学会論文誌教育とコンピュータ, Vol.7, No.1, pp.38-49, 2021.
- [19] 渡辺勇士: 未就学児を対象にしたプログラミング教育に関する研究. 電気通信大学博士学位論文 (2021).
- [20] 林健造: “異文化としての幼児画ーあなたへのメッセージの読みとり方,” フレーベル館, ISBN457781126X, pp.10-12, 1996.
- [21] John W. Creswell: “A Concise Introduction to Mixed Methods Research.” SAGE Publications, Inc, 2014
- [22] Kazakoff, E.R.and Bers, M.: Programming in a Robotics Context in the Kindergarten Classroom: The Impact on Sequencing Skills, *JEMH*, Vol.21, No.4, pp.371-391(2012).
- [23] Anzoategui, L.G.C., Pereira M.I.A.R., and Jarrín M.C.S.: Cubetto for preschoolers: Computer programming code to code, Proc.2017 *International Symposium on Computers in Education*, IEEE(2017).
- [24] Flannery, L. and Bers, M.: “Let’ s Dance the “Robot Hokey-Pokey!” Children’ s Programming Approaches and Achievement throughout Early Cognitive Development,” *JRTE*, Vol.46, No.1, pp.81-101, 2013.
- [25] Bers, M. U., Flannery, L., Kazakoff, E. R., & Sullivan, A. (2014). Computational thinking and tinkering: Exploration of an early childhood robotics curriculum. *Computers & Education*, 72, 145-157.
- [26] Martinez, C., Gomez, M. J., & Benotti, L.: “A comparison of preschool and elementary school children learning computer science concepts through a multilanguage robot programming platform.” Proc. *The 2015 ACM Conference on Innovation and Technology in Computer Science Education*, pp.159-164, 2015.
- [27] Seiter, L., & Foreman, B.: “Modeling the learning progressions of computational thinking of primary grade students,” Proc. *The ninth annual international ACM conference on International computing education research*, pp.59-66, 2013.
- [28] Papadakis S.P., Kaloglannakis M.K.and Zaranis N.: Developing fundamental Programming concepts and computational thinking with ScratchJr in preschool education: A case study, *IJMLO*, Vol.10, No.3, pp.187-202(2016).
- [29] Morgado, L.,Cruz, M. and Kahn, K.: ToonTalk in Kindergartens: Field Notes, *AJET*, Vol.26, No.3(2010).
- [30] Brennan, Karen Ann. Best of both worlds: Issues of structure and agency in computational creation, in and out of school. Diss. Massachusetts Institute of Technology, 2013.
- [31] Grover, Shuchi, Satabdi Basu, and Patricia Schank. “What we can learn about student learning from open-ended programming projects in middle school computer science.” Proceedings of the 49th ACM Technical Symposium on Computer Science Education. 2018.
- [32] Engelman, Shelly, et al. “Creativity in authentic STEAM education with EarSketch.” Proceedings of the 2017 ACM SIGCSE Technical Symposium on Computer Science Education. 2017.
- [33] Almjally, Abrar, Kate Howland, and Judith Good. “Investigating children’s spontaneous gestures when programming using TUIs and GUIs.” Proceedings of the Interaction Design and Children Conference. 2020.
- [34] Repenning, A.: Agentsheets: A Tool for Building Domain-Oriented Dynamic, Visual Environments, Ph.D. Dissertation, University of Colorado at Boulder(1993).
- [35] Anderson, M. and Furnas, G.: Relating Two Image-Based Diagrammatic Reasoning Architectures, *Diagrammatic Representation and Inference*, Vol.6170, pp.128-143(2010).
- [36] Bell, B. and Lewis, C.: ChemTrains: A Language for Creating Behaving Pictures. Proc. *IEEE Symposium on Visual Languages*, pp.188-195(1993).
- [37] Smith, D.C., Cypher, A. and Spohrer, J.C.: KidSim: programming agents without a programming language, *Commun. ACM*, Vol.37, No.7, pp.54-67(1994).
- [38] Harada, Y. and Potter, R.: Fuzzy Rewriting, End User Development. Human-Computer Interaction Series, Vol.9, pp.251-267(2006) .
- [39] 渡辺勇士, 中山佑梨子, 原田康徳, 久野靖: “プログラミング言語ビスケットを学び続けた児童のプログラムの分析,” 情報処理学会第 61 回プログラミング・シンポジウム報告書, 2020.
- [40] 笠井優, 原田康徳, 大島久雄, 高宮由美子 (2009): ヴィジュアル言語 Viscuit を利用した連続ワークショップ. デザイン学研究. 研究発表大会概要集 (56), 62-63
- [41] シーモア・パパート: “マインドストームー子供、コンピューター、そして強力なアイデア,” 未来社, ISBN4624400437, 1995.
- [42] 清水匠, 中川一史: “小学校プログラミング教育におけるプログラミング的思考「条件分岐」の類型の整理,” 日本STEM教育学会第 1 回年次大会, pp.2-5. 2018.
- [43] Repenning, A., Basawapatna, A. and Escherle, N.: Computational thinking tools, *VL/HCC*, pp.218-222(2016).
- [44] JSON:JSON の紹介, 入手先 ([https://ja.wikipedia.org/wiki/JavaScript\\_Object\\_Notation](https://ja.wikipedia.org/wiki/JavaScript_Object_Notation)), (参照 2018-10-1).
- [45] 岡本一郎, 中沢正人: “にゃんきちいっかのだいぼうけん,” 金の星社, ISBN-10 : 4798150746, 2017.

- [46] ウィキペディア: “北風と太陽 - Wikipedia,” <https://ja.wikipedia.org/wiki/>, (参照 2020-10-1).