

論文

# 幼稚園児のビスケットプログラムにおける 繰返し続けるプログラムの理解の分析

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>

受付日 2019年12月25日, 再受付日 2020年5月9日 / 2020年9月18日,  
採録日 2020年11月14日

**概要:** 世界的に, 子どもの早期からのプログラミング教育の必要性が認識されている. その中で, 未就学児・低学年児童がどのようなプログラムを理解し, 作ることができるのかは, 明らかにされる必要がある. 未就学児のプログラミング教育の実践は多数ある. それらの中では, 園児がプログラムを作っている様子, また, 熱心に取り組む様子が報告されている. しかし, 園児 1 人 1 人がどのようなプログラムを作っているのか, また, 与えられた課題どおりに, 理解して, プログラムをしているのかについての量的な分析は少ない. そこで, 著者らは, 幼稚園における定期的なビスケットプログラムのレッスンにおいて, 園児の作ったプログラムを集計し, 園児が, 授業者が出題した課題に対して, その課題に合致したプログラムを作っているかを分析した. 本研究ではビスケットにおける絵の変化の繰返しのプログラムに注目した. その結果, 多くの園児はビスケットにおいて, 繰返し続けるプログラムを理解して作ることができることが分かった. また, 2つの絵を使った繰返し続けるプログラムと, 3つ以上の絵を使った繰返し続けるプログラムの間には, 難易度に差があることが分かった.

キーワード: ビジュアルプログラミング言語, プログラミング教育, 幼児教育, ビスケット

## Analysing Understanding of the Repeative Programs in Viscuit Crafted by Kindergarten Children

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

Received: December 25, 2019, Revised: May 9, 2020/September 18, 2020,  
Accepted: November 14, 2020

**Abstract:** Nowadays, we recognize the importance of the programming education for young children. Therefore, we need to unveil to what extent they can understand and make programs. Many studies on programming education to preschool children report that they can make programs and they are motivated enough when they do programming. However, there are few studies analyzing quantitatively what programs each children make. Additionally, few studies research whether children can make programs understanding what they are doing. Therefore, we gathered programs made by kindergarten children and analyzed whether they made programs correctly. In this paper, we focused on the repetitive program coded in Viscuit. As a result, we found that almost all children could make repetitive programs using 2 drawings and half of them could make repetitive programs using 3 drawings.

**Keywords:** visual programming language, programming education, preschool education, viscuit

### 1. はじめに

2020年度からの小学校でのプログラミング教育の必修化にともない, 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教室やワークショップを開催するところが増えている. 第1著者, 第3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 [1]

<sup>1</sup> 電気通信大学  
University of Electro-Communications, Chofu, Tokyo 182-8585, Japan  
<sup>2</sup> 合同会社デジタルポケット  
Digitalpocket LLC., Atsugi, Kanagawa 243-0014, Japan  
<sup>3</sup> 香川富士見丘幼稚園  
Kagawa-fujimigaoka Kindergarten, Chigasaki, Kanagawa 253-0082, Japan  
a) watanabe@viscuit.com

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。

この園では、2016年度より、通年のカリキュラムを組んだうえで、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 [2] において、園児たちが、絵の方向性に合わせて、絵の動きをプログラムできていることを明らかにした。

本研究において著者らは、幼稚園児が変化が繰り返されるプログラムを理解し、それを作ることができるかを、リサーチクエスションとする。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。よって、プログラムを作るときに、構文によってではなく、絵を変化させるプログラムの組合せで繰り返しを作る。

結果として、大半の園児が2つの絵が繰り返し変化し続けるプログラムを作れていることが分かった。さらに、約半数の園児が3つ以上の絵が繰り返し変化し続けるプログラムを作れていることが分かった。これらから、園児はビスケットにおける繰り返し続けるプログラムを理解し、作ることができることが分かった。また、2つの絵を使った繰り返し続けるプログラムと、3つ以上の絵を使った繰り返し続けるプログラムの間には、難易度に差があることが分かった。

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章において考察を行い、7章においてまとめを行う。

## 2. 先行研究

未就学児にプログラミングを教える際に、それをどのように教えるか、また、コンピュータの概念のどの部分に焦点をおいて教えるかに関しては様々である。近年では様々な子供向けプログラミングツールが用意されており、目的によってどのツールが研究に使われるのかは違う。

野口ら [3] は、幼稚園教育要領 [4] において、幼児期の終わりまでに育って欲しいとする姿には、プログラミング的思考の基礎を作る要素が含まれていると指摘している。また、山崎ら [5] は、幼稚園から高等学校まで一貫した「情報に関する技術」のキーコンセプトと「技術的課題解決プロセス」の教育段階別到達水準を作成した。その中で、幼稚園においては、遊具型の Programmable Toy を使い、遊びの中で、動かしたい動きを意図して実現することでプログラミング的思考を育むことを提案している。

山崎ら [5] が提案するとおり、未就学児向けの実践ではロボットが多く使われている。Kazakoffら [6] は、幼稚園



図 1 キュベットでプログラムする園児。進行方向を示すブロックを並べ、キュベットを動かす

Fig. 1 Children playing coding with Cubetto. Programming Cubetto to make it move by putting the blocks.

の中でロボットを用いたプログラミングの実践をすることによって、幼児の順次処理の能力が向上するかどうかについて実験した。実験の結果、プログラミングを体験したグループと体験していないグループを比べたところ、プログラミングを体験したグループは順次処理・並べ替えの能力が向上したことを報告している。

Anzoateguiら [7] は、PRIMO社のキュベット [8] (図 1) を使っている。4歳から5歳の児童21名をグループに分けて、キュベットを用いて任意の道順をプログラムさせる課題を実施した。それぞれのグループがゴールにたどり着くためにどのような戦略をとったか、プログラムを作るのにどれだけ時間がかかったかが報告されている。その結果、児童がキュベットによるプログラムが作成できていたこと、また、そのときに児童のモチベーションが非常に高かったことが報告されている。

ロボットを使わず、ソフトウェアのみを使った研究として、Papadakisら [9] は、マサチューセッツ工科大学の開発したScratch Jr [10] を使い、1年間13回にわたって幼稚園でプログラミングの実践を実施した。この研究では、園児が作ったプログラムの分析が行われている。命令のブロックの中では、「動き」のブロックのうち、特に「右に動く」というブロックが一番使用されていると報告されている。また、「ジャンプ」というブロックと「上に動く」「下に動く」のブロックを混同している様子や、「右に曲がる」「左に曲がる」のブロックを混同している様子が見られたと報告されている。ここでも園児が非常に高い興味を持ってプログラミングに取り組んでいたことが書かれている。

上記のように、未就学児のプログラミング実践についての研究は複数ある。その中で、未就学児が楽しそうに取り組む、プログラムが作成できていたことは報告されている [6], [7], [9]。一方で、園児が、どれくらいプログラムを理解し、作成できるかについての、園児自身が作成したプログラムに基づいた分析は少ない。

また、多くの実践において、コンピュータシヨナルシンキング (以下、CT) を身に付けることがプログラミングを体験することの目的の1つとされている。CTにおいては抽象化がキーコンセプトとされている [12], [13]。3章で述べるとおり、ビスケットはプログラムを作る際に、具体的に絵で命令を作成するため、要求される抽象化が少ない。しかしながら、園児たちはビスケットを通しコンピュータを身近に感じることができていると考える。

Repenning ら [14] 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タシヨ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。彼らはCTPの3つのステージを体験できるツールをコンピュータシヨナルシンキングツール (以下、CTT) として提唱している。

著者らはビスケットを使って、未就学児はCTPを体験していると考えた。つまり、園児は (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, 再び新しい作品をつくっている。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。

図形書き換え型言語や、構文を用いないプログラミングを用いた未就学児の理解についての研究は少ない [11]。著者ら [2] 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、用意された絵について、その絵の方向性に合わせて、動きのプログラムをしていたことを明らかにしている。本研究は著者らの先行研究 [2] と同じく、園児のプログラムに基づいて、量的に園児がプログラムを理解し、作成しているかどうかを明らかにする。

### 3. プログラミング言語ビスケット

プログラミング言語ビスケット [1] は2003年に第3著者が開発したビジュアルプログラミング言語である。文字入力を必要とせず、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2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)、メガネとい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、ビスケットでは、プログラムの制作画面において、絵をメガネに配置して規則を作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

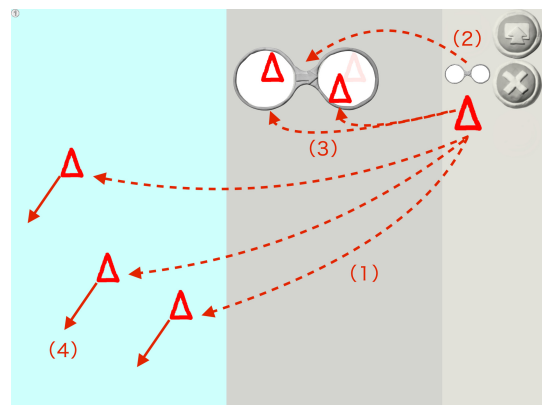


図2 ビスケットの制作画面

Fig. 2 The interface of the viscuit.

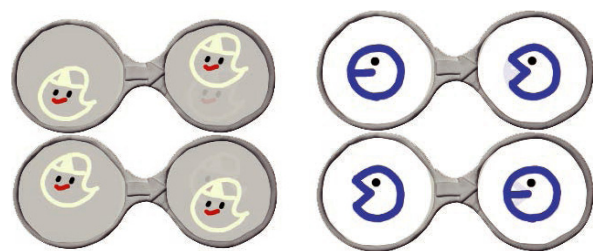


図3 ランダム (左) と変化 (右) のメガネ

Fig. 3 How to make drawings move randomly and change.

も直感的にプログラムを作ることが可能である。

また、図3左のように1つの絵に対してメガネを複数作った場合、それぞれのメガネは等確率で実行される。この場合は、左上がおばけの絵は「上に行く」、左下が「下に行く」命令であるため、「おばけは上に行ったり、下に行ったり」という命令になる (それぞれの動きは50%の確率で実行される)。図3右においては、左右に違う絵を入れた場合を示している。右上のメガネは「閉じた口の顔」が「開いた口の顔」に変化する命令を示している。右下のメガネは逆に「開いた口の顔」が「閉じた口の顔」に変化する命令を示している。この2つのメガネの組合せで「口を開け、閉め」の繰り返しの動作をプログラムすることができる。

ビスケットには園児がプログラムを作りたくなる仕掛けとして、ビスケットランド [20], [21] 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、1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1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4)。

絵の書き換えを基盤としたプログラミング言語はAgentSheets [15], BITPICT [16], ChemTrains [17] など様々ある。ビスケットの基本的な設計はKIDSIM [18] を参考としている。KIDSIMに比べ、ビスケットは絵の書き換えを





図 4 グループ共有した画面の発表会

Fig. 4 The review time.

滑らかにしたところ、そして、絵の回転を可能にしたところに特徴がある [19].

ビスケットは、絵で命令を作るため、制御構造がない。メガネによって指示する変化をどのように組み合わせるかで、特定の絵を使った繰返し動作を作る (図 3 右)。本研究では、このメガネの組合せを使った繰返し続けるプログラムを、園児が理解し、作成できるかに注目している。

## 4. 研究内容

### 4.1 レッスン内容と実施方法

本研究の目的は、幼稚園児が、ビスケットにおいて、繰返しして変化を続けるプログラムを理解し、それを作ることができるかを明らかにすることである。このために、1年間のレッスン (表 1) の中において、絵の変化をテーマにした第 7 回 (L7)~9 回 (L9) の各レッスンで作成されたプログラムを集計し、分析した。園児は年長 (5, 6 歳) 58 名 (29 名 2 クラス) を分析の対象とした。すべ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。

1 回のレッスンの時間は 40 分であり、前半に 2 つ、または 3 つの練習課題を行い、後半に自由課題を行った (表 2)。練習課題では筆者らが用意した絵を用いてプログラムを制作させ、後半の自由課題では園児自身に絵を描かせてプログラムを作成させた。

自由課題の部分では、園児達は自分でその課題に適したアイデアを考え、絵を描き、作品を作った。練習課題で体験したことを理解していない限りは、自分自身の作品を作ることが難しいと考えた。分析では練習課題の結果と自由課題の結果を比較をする。自由課題では、園児の自発性を尊重し、「2 つの絵の繰返し (L7)」「3 つ以上の絵の繰返し (L8)」というようにテーマは提示するが、たとえそのテーマに沿わないプログラムを作っている園児がいても、それを禁じたり、咎めたりすることはしなかった。

レッスンの実施方法は一斉授業よりもワークショップに近い形式をとった [2], [22]。レッスンは第 1 著者、第 2 著者、そして、各クラスの担任の教諭の 3 人で行った。第 2

表 1 2017 年度のレッスン

Table 1 Implemented lessons in the school year 2017.

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	ランダム動き	7 月 13 日, 10 月 26 日
L7-L9	絵の変化	11 月 9 日, 30 日, 12 月 14 日
L10-L12	絵の回転	2018 年 1 月 11 日, 18 日, 25 日
L13	自由制作	2 月 8 日

表 2 レッソンの時間配分

Table 2 Time shcedule of each lesson.

1 レッスン	時間	内容
	15 分	練習課題 (P)
	20 分	自由制作 (F)
	5 分	発表会

著者が授業者として園児にプログラミングを教える役割を担当した。第 1 著者は園児のプログラミングをしている様子の撮影と録画、また、レッスン中に起きる機材のトラブル、ビスケットのアプリケーションのトラブルに対処した (たとえば、充電がなくなっている端末が出てきたり、園児が誤った操作をしたことで画面が変わってしまったり、など)。担任の教諭は園児全体に目を配ったり、前の取り組みでトラブルがあった場合は、該当する園児をケアしたりする役割をした。

以上が主な役割分担だが、レッスン中は様々な園児から自分のプログラムについて「みてみて」と声がかかり、声をかけられたら適宜それぞれが園児に対応した。また、授業者である第 2 著者、担任の教諭ともにビスケットのファミリータ講習 [24] を受講している。この講習は第 1 著者、第 3 著者が所属する合同会社デジタルポケットが 2015 年から開催している。参加者はビスケットを使って、プログラミングのなにを、どう、どのように教えるのかを学ぶ。講習では「子どもの発見を奪わない」ことの重要性を教えており、園児がプログラムに取り組んでいる最中に授業者が答えをいわないことを指導している。園のレッスンでもそれを大事にしている。

また、各レッスンではその回によっては保育系大学からの幼稚園への実習生や、見学者が入ることがあった。

### 4.2 プログラムの収集

ビスケットで作られたプログラムはすべて JSON [23] ファイルとしてビスケットのサーバに保存される。保存は以下のタイミングで行われる。

- 「保存」ボタンを押したとき
- 画面を変更するとき

各レッスンの練習は使う見本の絵が違うため (図 6, 図 7, 図 8, 図 9, 図 10, 図 11, 図 12), 画面を変更する操作をしたときに保存がなされる。自由制作であれば、園児が

共有画面に作品を送るために、「保存」ボタンを押したときに保存がなされる。自由制作では保存をすると画面が新しくなり、園児はすぐに新しい作品に取りかかる。

園児は、練習課題においては用意された絵を用いて1つの作品しか作ることができない。自由課題においてはそれぞれのペースで複数の作品を作ることができる。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。また、保存は作品が保存されたときに行われるため、園児の製作過程における画面のデータは取得していない。本研究では園児のプログラムの最終状態を分析している。

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あらかじめ記録し、そのIDを元にどの園児の作品なのかを判断した。園児には最初のレッスンから最後のレッスンまで同じタブレットを使用させた。

表3はJSONファイルから取り出せる情報の種類である。本研究ではメガネの左右の絵の違いに注目し、変化のプログラムを抽出した。

### 4.3 プログラムの分析

それぞれのレッスンは練習課題(P)と自由制作(F)のパートの2部で構成されている。Pでは、時間を経て変化の様子を示す2つ以上の絵を用いて、園児はプログラムを作成した(図6~図12)。Fでは繰り返させる絵自体も、園児が描いてプログラムを作成した。

L7では、A、Bという2つの任意の絵が交互に変化するプログラムを作成した。AとBの絵があるとき、 $A \Rightarrow B$  (AをBに変化させる。以下も同様)、 $B \Rightarrow A$  という命令があるとAからB、BからAの変化が繰り返しおこる命令になる(図3)。

L8では、A、B、C、そして、Dという3つ、または4つ以上の絵が順に変化し、その変化が繰り返すプログラムを作成した。たとえば、 $A \Rightarrow B$ ,  $B \Rightarrow C$ ,  $C \Rightarrow D$ ,  $D \Rightarrow A$  という命令があると、4つの絵が順に変化し続ける繰り返しを作ることができる。

L9では、絵の繰り返しを活用して、ある任意のモチーフが動いているように見えるようにするために、繰り返しを使うことをテーマにした(図11, 図12)。たとえば、まったく違ったAとBの絵を使って、 $A \Rightarrow B$ ,  $B \Rightarrow A$  と繰り返しを作るのではなく、口を開いたA1と口を閉じたA2の絵を $A1 \Rightarrow A2$ ,  $A2 \Rightarrow A1$  と繰り返させると、同一のモチーフが口をパクパクする動作を繰り返しているように見える。

それぞれのレッスンにおいて、集計したプログラムのデータから、メガネの左右の絵が違うメガネを抽出して分析を行った。絵の変化が繰り返すようにプログラムが作れている場合であっても、同じ命令が複数ある(たとえば、 $A \Rightarrow B$  という命令が重複している)場合があった。

これらの場合は、園児が絵の変化を繰り返し続けさせるた

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 and the focuses for analysis.

対象	分かること	データ
ファイル	プログラムが作成された様子	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 同じ絵からはじまるメガネの数
	スピード 方向	メガネの中で絵の置かれた座標

めの必要なパターンを理解せずに、適当に複数の命令を作ることで、循環を作ること成功している場合があると考えた。なぜなら、繰り返しのパターンの抽出ができ、そのパターンが理解していれば、無駄なメガネを作る理由がないと考えたからである。必要以上にメガネを作成している園児は望んだ結果が得られるまで、ランダムにメガネをたくさん作るという戦略をとっていると考えた。よって、繰り返しができているか、だけでなく、それぞれの繰り返し続けるプログラムが、いくつのメガネで作られているかも数えた。

## 5. 各レッスンの結果

### 5.1 練習課題(P)の内容と分析

それぞれの練習課題(P)では、第2著者が園児を集めて、その課題に沿ったメガネを作るためにはどうしたらいいかについて問題を提議し、実際に操作する様子を見せる。そのときに授業者は、答えを見せるのではなく、答えの1歩手前で操作を止めるようにしている(図5)。

L7の学習内容は「2つの絵が交互に変化する繰り返し」であり、園児がどうやって絵を変化させるかを学ぶ最初のレッスンだった。L7-P1, P2では絵が変化することが自然に感じとれる絵を準備した。

L7-P1(図6)では、「りんご」の絵と「(芯だけが残っている)食べられたりんご」を用意した。園児が「りんご」の絵が食べられる(「食べられたりんご」の絵になる)という変化を実現してみたくなるようにしている。

L7-P2(図7)では、「電気の消えている電球」と「電気のついている電球」を用意し、園児は電気の点灯と消灯を繰り返させたくなるようにした。この結果、園児に $A \Rightarrow B$ ,  $B \Rightarrow A$  の変化のパターンを自力で発見させるように促した。

最後のL7-P3(図8)では、「太陽」と「月」の絵が用意されている。太陽の後に月がきて、月の後に太陽が来るように、園児は繰り返しのプログラムをこの2つの絵を使って作る。

L8では「3つ以上の絵が繰り返し変化し続ける組合せ」を作ることを目的とした。L8-P1(図9)では、「たね」、「芽」、「花」の絵が用意されている。これらは植物が時間の経過に従って育つ様子を表している。



図 5 練習課題における問題の提議

Fig. 5 The teacher suggesting task in practice.

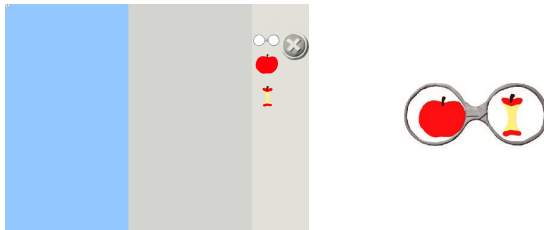


図 6 L7-P1 における絵と正解のプログラム

Fig. 6 The pictures and expected “Correct” program for the L7-P1.

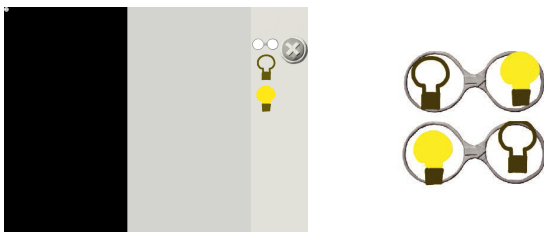


図 7 L7-P2 における絵と正解のプログラム

Fig. 7 The pictures and expected “Correct” program for the L7-P2.

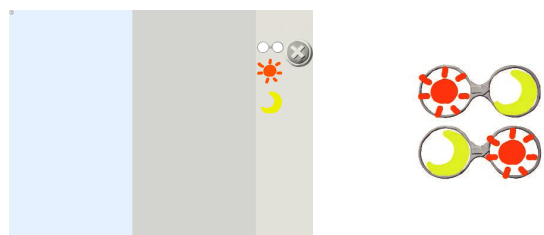


図 8 L7-P3 における絵と正解のプログラム

Fig. 8 The pictures and expected “Correct” program for the L7-P3.

L8-P2 (図 10) では、「こぶた」、「たぬき」、「きつね」、「ねこ」の絵が用意されている。これらはしりとり遊びを参考にした。また、「こぶたぬきつねこ」という未就学児向けの歌もあり、園児にもよく知られている [25]。

L9 では「アニメーションを作る」ことを目的とした。L7, L8 では園児は 1 つの絵を別の絵に変えることを学んでいた。このレッスンでは、園児は最初の絵に対して部分的に違う絵を描き、それらの絵を変化させていくことでア

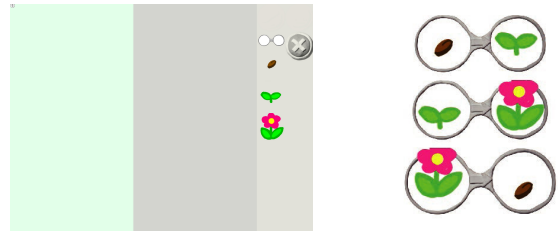


図 9 L8-P1 における絵と正解のプログラム

Fig. 9 The pictures and expected “Correct” program for the L8-P1.



図 10 L8-P2 における絵と正解のプログラム

Fig. 10 The pictures and expected “Correct” program for the L8-P2.

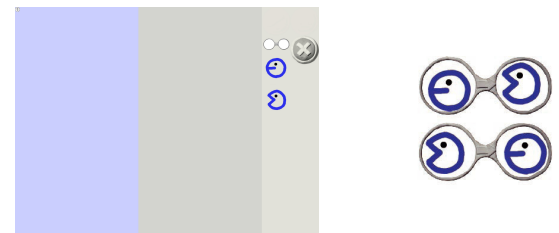


図 11 L9-P1 における絵と正解のプログラム

Fig. 11 The pictures and expected “Correct” program for the L9-P1.

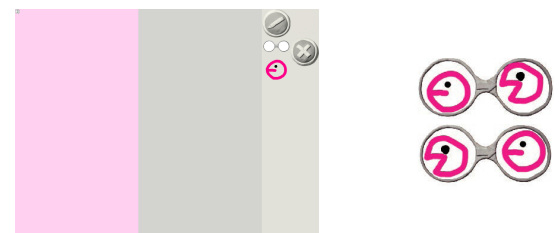


図 12 L9-P2 における絵と正解のプログラム

Fig. 12 The pictures and expected “Correct” program for the L9-P2.

ニメーションを作ることを学んだ。

L9-P1 (図 11) では、園児は「口を開けている顔の絵」と「口を閉じている顔の絵」を与えられる。園児たちが 2 つの絵を使って、パクパクするアニメーションが作りたくなるようにした。

L9-P2 (図 12) では「口を閉じている顔の絵」だけが用意されている。園児は「口を開けた顔の絵」は自分で描かなくてはならないようにした。

これらの課題で作られたプログラムを分析した結果が



表 4 L7-L9 の練習課題の結果  
Table 4 The result of P of L7-L9.

	N	正解 (A) (%)	過剰 (B) (%)	A + B (%)
L7 P1	52	33 (63.46%)	9 (17.31%)	42 (80.77%)
P2	53	31 (58.49%)	13 (24.53%)	44 (83.02%)
L8 P2	56	34 (60.71%)	11 (19.64%)	45 (80.36%)
L9 P1	49	28 (57.14%)	18 (36.73%)	46 (93.88%)
P2	46	24 (52.17%)	14 (30.43%)	38 (82.61%)

表 5 L7-9 の二項検定の結果  
Table 5 The result of binomial test of L7-L9.

	A/N	全場合	繰返の場合	確率	p 値
L7 P1	33/52	-	-	-	-
P2	31/53	8	1	12.5%	< 0.001
P3	-	8	1	12.5%	-
L8 P1	-	243	4	1.64%	-
P2	34/56	16384	36	0.22%	< 0.001
L9 P1	28/49	8	1	12.5%	< 0.001
P2	24/46	8	1	12.5%	< 0.001

表 4 である。“N” は対象となるプログラムを保存した園児の数を表している。“正解 (A)” のカラムは最小限のメガネの数で作られているプログラムを作った園児の人数と割合を示している。図 6~図 12 において、最小限のメガネは図の右に示されているものである。また、“過剰 (B)” のカラムは絵の変化が繰り返されるメガネの組合せはできているが、余計なメガネが存在しているプログラムを作った園児の人数と割合である。“A+B” は“正解 (A)” と“過剰 (B)” の合計である。L7-P3 と L8-P1 においては、設定に不手際があったため園児のプログラムは保存されていない。

すべてのレッスンにおいて 80% を超える園児が、変化が繰り返されるメガネの組合せを含むプログラムを作成していた (A+B)。一方で、必要最低限のメガネで課題を遂行していた割合は L9-P2 を除き 60% 前後であった。

また、表 5 はそれぞれのレッスンにおける絵の変化の繰り返しが偶然に作成される確率と、それぞれのレッスンにおいて正しくプログラムを作成した園児の数をもとに 2 項検定を行った結果である。“確率” はそれぞれの繰返しを作る際に、必要な絵を用いて組合せを作ったときに、正しく繰返しの組合せができる確率を示している。たとえば、2 つの絵の変化の繰返しの場合、A の絵から始まる組合せを考えたとき、ありうる組合せは 8 パターンである (A⇒B A⇒B, A⇒B B⇒A, A⇒B A⇒A, A⇒B B⇒B, A⇒A A⇒B, A⇒A B⇒A, A⇒A A⇒A, A⇒A B⇒B)。ありうるプログラムの組合せは重複順列になる。それぞれの絵を選ぶ確率が同じだという帰無仮説に基づき、“正解 (A)” の人数に対して 2 項検定を行った結果の p 値を“p 値” にしめしている。どのレッスンにおいても、プログラムを作成できた園児の数は有意に多いということが分かっ

た。この結果から、園児たちは偶然に絵の繰返しのプログラムを作ったのではないことが分かる。よって、園児は意図をもって絵の繰返しのプログラムを作っていると考えられる。

それぞれの課題において、繰返しを作ることができなかった園児のプログラムは、任意の最初の絵に最後の絵を戻すところで間違っていることが多いことが分かった。L7-P2 においては 9 名中、A⇒B のメガネはできているのだが、逆方向のメガネが作れていないことに関する間違いが 5 名であった。他の 4 名の園児はメガネ自体が不完全であったり、動きのメガネを作っていた。L8-P2 においては、11 名中、A⇒B, B⇒C, C⇒D までではできていて、D を A に戻せていないことに関する間違いが 8 名であった。他には、絵を 1 つのメガネで動かしている園児が 3 名であった。L9-P1 においては、3 名中、A⇒B のメガネはできているのだが、逆方向のメガネが作れていないことに関する間違いが 3 名全員であった。L9-P2 においては、8 名中、A⇒B のメガネはできているのだが、逆方向のメガネが作れていない間違いが 7 名であり、まったくルールを作っていない状態だった園児が 1 名であった。

## 5.2 自由制作 (F) の内容と分析

自由制作 (F) では、園児によって作られる作品の数 (JSON ファイルの数) は違う。そこで、著者らはそれぞれの園児が作ったプログラムの中で一番多くの絵を使って作られている、繰り返し続ける変化のプログラムに注目した。表 6, 表 8, 表 11, 表 12 はそれぞれ L7, L8, L9 の自由制作の結果を表している。それぞれのデータは、最長の変化の繰り返し続けるメガネの組合せ: Length of the Longest Loop (LLL) に基づいて分析した。

ここで  $LLL \leq 1$  のメガネは変化を繰り返すメガネの組合せを 1 つも含まないプログラムを作った園児の数を表している。つまり、任意の絵 A が B になる (A⇒B) ( $LLL = 0$ ) というメガネか、A の位置が移動する (A⇒A) ( $LLL = 1$ ) というメガネしか作っていない園児を意味する。

“人数” の項目はそれぞれ LLL のプログラムを作った園児の数を表している。“%” はそれぞれの LLL における園児の割合を示している。“平均” は園児がその LLL のプログラムに使ったメガネの数の平均を表している。そして、最後の“累積割合” は L7, L8, L9 における最長の LLL から  $LLL = 0$  に向かったの累積割合を表している。

また、表 7, 表 9, 表 10 はそれぞれの LLL の作品で、使われたメガネの数の平均の分布を表している。それぞれの繰返しを LLL に従ってランダムに作る確率は表 5 であった。これらの確率で偶然にメガネの組合せで繰返しが成立することがあるため、偶然には完全には取り去れない。しかし、それぞれの確率は小さく、特に  $LLL \geq 3$  に関しては非常にその確率は小さい。よって最低限に近いメガネの数で

表 6 L7-F の LLL 集計

Table 6 Summary of LLL differences in L7-F.

N = 53			
Length of Longest Loop	≤ 1	2	3
人数	8	44	1
%	15.09%	83.02%	1.89%
平均	1.25	2.54	7
累積割合	100.0%	84.91%	1.89%

表 7 平均メガネ数の分布 (L7-LLL2)

Table 7 Distribution of the number of glasses in LLL = 2 (L7).

N = 44	
メガネ数 (平均)	人数 (%)
2.00-2.20	30 (68.18%)
2.20-2.40	2 (4.54%)
3.00-3.20	1 (2.27%)
3.20-3.40	5 (11.36%)
3.40-3.60	1 (2.27%)
4.00-4.20	4 (9.09%)
8.00-8.20	1 (2.27%)

表 8 L8-F の LLL 集計

Table 8 Summary of LLL differences in L8-F.

N = 56						
LLL	≤ 1	2	3	4	5	6
人数	16	13	23	2	1	1
%	28.57%	23.21%	41.07%	3.57%	1.79%	1.79%
平均	1.50	2.34	3.61	7	5	6
累積割合	100.0%	71.43%	48.22%	7.15%	3.58%	1.79%

表 9 平均メガネ数の分布 (L8-LLL2)

Table 9 Distribution of the number of glasses in LLL = 2 (L8).

N = 13	
メガネ数 (平均)	人数 (%)
2.00-2.20	8 (61.54%)
2.40-2.60	3 (23.08%)
3.00-3.20	1 (7.69%)
4.00-4.20	1 (7.69%)

繰返しを作成している園児は意図をもって繰返しを作っていると考えた。一方で、最低限以上のメガネで LLL を実装している園児に関しては、組合せを多く作った結果、偶然にその LLL が達成できた可能性もあると考えた。このように、LLL に必要な最低限のメガネで作っている園児の数を、園児の理解を計る指標とした。

L7-F (自由制作) では、園児は絵を描き、練習で学んだ 2 つのメガネを使った変化の繰返し (LLL = 2) の作成に取り組んだ。授業者は課題を「変え続ける作品を作しましょう」と提示した。

表 6 に見られるように、83.02% の園児が LLL = 2 のプログラムを作ることができている。LLL = 2 のプログラムに使われているメガネの平均数は 2.54 であった。そ

表 10 平均メガネ数の分布

Table 10 Distribution of the number of glasses used in L8-LLL = 3.

N = 23	
メガネ数 (平均)	人数 (%)
3.00-3.20	17 (73.91%)
4.00-4.20	3 (13.04%)
5.00-5.20	2 (8.70%)
10.00-10.20	1 (4.35%)

表 11 クラス A の結果 (L9-F)

Table 11 Summary of LLL differences of A class in L9.

N = 26				
LLL	≤ 1	2	3	5
人数	4	18	3	1
%	15.38%	69.23%	11.54%	4.85%
平均	1.83	2.54	3.67	9
累積割合	100.0%	85.62%	16.39%	4.85%

表 12 クラス B の結果 (L9-F)

Table 12 Summary of LLL differences of B class in L9.

N = 23					
LLL	≤ 1	2	3	4	5
人数	3	14	4	1	1
%	13.04%	60.87%	17.39%	4.35%	4.35%
平均	3.47	2.41	3.75	4	5
累積割合	100.0%	86.96%	26.09%	8.7%	4.35%

の分布が表 7 である。平均数 2.00-2.20 が一番割合が多く、68.18% の園児がこれにあたる。2.00-2.40 まで含めると 72.72% の園児が、平均して 3 個未満のメガネで LLL = 2 のプログラムを作っている。このことから、LLL = 2 を作った園児の多くが変化のメガネの意味を理解し、意図的に繰返しのメガネの組合せを作っていたと考える。

LLL = 3 を作っている園児も 1 人いた。LLL = 3 のプログラムを作るのに必要な最低限のメガネは 3 である。しかし、このプログラムに使われたメガネは 7 である。このことから、メガネを多く出しているうちに長さが 3 のプログラムができた可能性も考えられる。

この園児の作っているメガネを図 13 に示す。同じ組合せのメガネがいくつか使われている。このことから、園児は無作為にメガネに違う絵を入れる行為を続けることで、偶然に LLL = 3 作することに成功している可能性がある。

また、LLL ≤ 1 の園児の作品に関して作品を確認したところ、絵の変化自体に挑戦している園児は 8 名中 5 名であった。その中で 1 人は 2 つ以上の絵の繰返しにチャレンジしていたが、最初の絵に戻すことができなかった。3 名は 1 つも絵の変化をさせる作品を作っていなかった。前述のように、自由課題では課題を与えつつも、課題と逸脱した作品を作ることも許容している。

L8-F では、園児は絵を 3 つ以上描き、LLL = 3 以上の



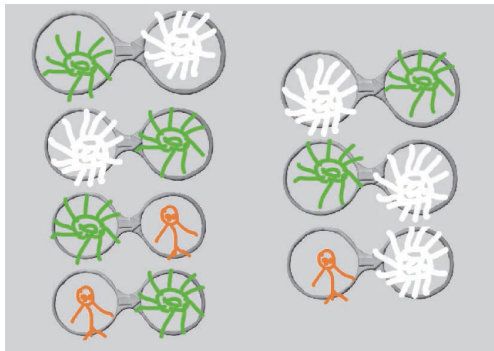


図 13 L7-LLL3 の作品  
Fig. 13 The work of L7-LLL3.

プログラムを作った。授業者は「3つ以上の絵を使ってプログラムを作ってみましょう」と課題を提示していた。

表 8 にあるとおり、LLL = 2 のプログラムについて、使われたメガネの平均は 2.34 である。その分布が表 9 である。平均数 2.00-2.20 が一番割合が多く、61.54%の園児がこれにあたる。2.40-2.60 まで含めると 85.34%の園児が、平均して 3 個未満のメガネ数でプログラムを作っている。LLL = 3 のプログラムについては、使われたメガネの平均数は 3.61 であった。その分布が表 10 である。平均数 3.00-3.20 が一番割合が多く、73.91%の園児がこれにあたる。これらにより、それぞれの LLL を作った園児の多くが、意図してプログラムを作っていると考えられる。

LLL = 5, 6 については、LLL と一致する最小のメガネの数でプログラムが作られている。このことから、3 を超える LLL についても、園児はメガネによる変化の繰返しの組合せを理解していると考えられる。

一方で、LLL = 4 を作った 2 人 (A 児, B 児) の園児については最小限のメガネを超えたプログラムの作り方をしている。A 児, B 児が作ったメガネは図 14 の左と右である。重複するメガネが複数あるのが分かる。L7 の自由制作の LLL = 3 の園児と同じように、組合せを増やすことで結果として変化が繰り返される組合せになった可能性が考えられる。

また、LLL ≤ 1 の園児の作品に関して作品を確認したところ、絵の変化自体に挑戦している園児は 16 名中 11 名であった。11 名の中で 8 名は 3 つ以上の絵の繰返しにチャレンジしていたが、最後の絵を最初の絵に戻すメガネがなく、繰返しになっていなかった。11 名のうち 3 名は 2 つの絵の繰返しを作ろうとしていたが、最初の絵に戻すメガネが作られていなかった。5 名は絵の変化をさせる作品を作っていなかった。

L9 の自由制作は、練習課題に続き、棒人間のアニメーションを作ることを課題とした。ここで、A クラスは、初期画面に直立している棒人間の絵を 1 つ用意した。B クラスは何も絵がない状態を初期画面とした (図 15 左, 右)。それぞれのクラスの結果が表 11, 表 12 である。表が示す

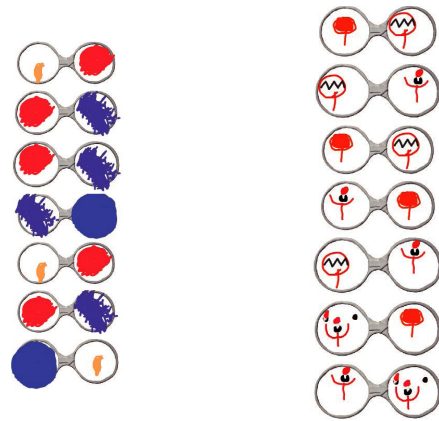


図 14 L8-LLL4 の作品 (左: A 児, 右: B 児)  
Fig. 14 The works of L8-LLL4.

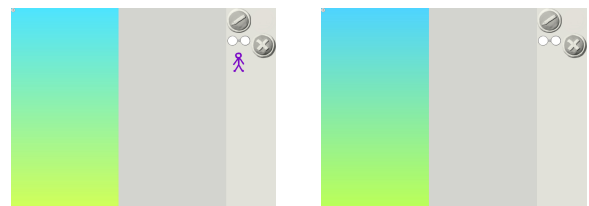


図 15 L9 の自由課題 (左: クラス A, 右: クラス B)  
Fig. 15 The free production of L9.

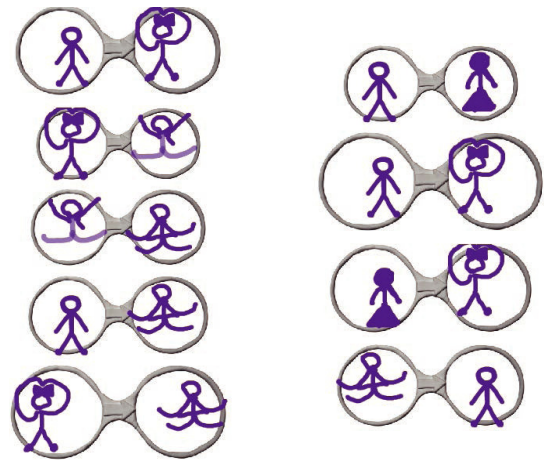


図 16 L8-LLL4 の作品 (C 児)  
Fig. 16 The work of L8-LLL4.

ように、どちらのクラスでも、85%以上の園児が LLL = 2 以上の繰返しを含むプログラムを作っている。また、LLL = 2 に関して、使われているメガネの平均はクラス A が 18 人で 2.54、クラス B が 14 人で 2.41 であり、L7, L8 と大きな違いはない。

また、LLL = 5 について、それぞれのクラスで 1 人の園児が作成している。クラス B の園児はメガネ 5 個で LLL = 5 を完成させていた。一方、クラス A の園児はメガネを 9 個使っている。そのメガネを図 16 に示す。このプログラムには重複しているメガネはない。したがって、いままでの L7, L8 で最小のメガネ以上のメガネを使っていた園児と

は違う。この園児は意図的に1つの絵に対して、変化がランダム(図3)に起こるように、最小メガネ以上のメガネを使っている可能性が考えられる。これはL7, L8では見られなかったパターンであった。

しかし、LLL = 3以上の長さを作った園児はクラスAにおいて16.39%、クラスBにおいて26.09%にとどまった。L8(表8)と比べると、長さ3以上のプログラムを作る園児の数は減っていることが分かる。

クラスAとクラスBの結果を表11, 表12で比べると大差がないことが分かる。クラスAとBで自由制作の初期画面を変えたが、園児の作るプログラムのLLLには影響がなかったことが分かる。

ループの含まれていない $LLL \leq 1$ の園児の数はL8に比べると16名から7名と減っている。その内訳は、変化が繰り返す続けるプログラムにチャレンジしていない園児が2名と、絵が変化していくプログラムはできているのだが最後の絵が最初に戻るというメガネがないために繰り返す作りに失敗している園児が5名であった。

## 6. 考察

それぞれの課題において、園児がプログラムを作成し、レッスンに取り組んでいる姿が確認された。これは先行研究の報告と同様であった[6], [7], [9]。

練習課題(L7-P1, L7-P2, L8-P2, L9-P1, L9-P2)において、すべての練習課題において80%を超える園児が、与えられた絵を用い、変化が繰り返す続けるプログラムを作ることができていた。また、それぞれのプログラムが完成する組合せの確率から、プログラムを作成できた園児の数に対して2項検定を行ったところ、その数は有意に多いことが分かった。つまり、プログラムは偶然ではなく、意図をもって作られていると考えることができた。

練習課題では正答を作る一歩手前まで園児に見せていた。よって、園児は答えを一歩手前まで写経のように写すことができたのであり、練習課題において80%以上の園児が課題をクリアできていたのは当然だとも考えられる。

20%の課題ができていなかった園児に関しては、任意のAという絵から別の絵に変化させた後に、最終的にAの絵に変化させるメガネが作られていないケースが一番多かった。メガネで具体的に絵を変化させることは分かるが、繰り返すを作るにあたり、最終的にAに戻るメガネを作る点が難しいことが分かった。

自由課題において、繰り返すを最低限のメガネで成立させる確率とLLLから、多くの園児が意図して繰り返すを作成していると考えることができた。一方で、園児それぞれの作品の数、作品の内容もバラバラであるため、個別の理解が見えた一方で、LLLやメガネの平均に関する俯瞰した結論を導き出すことはできなかった。

L7-Fにおいては、80%以上の園児が2つの絵を相互に変

化させ続けるプログラムを作っていた。さらに、それらにおいて、3より小さい平均数でメガネを作っている園児の割合は、繰り返すを作った園児の72.72%であった。このことから、多くの園児は2つの絵を変化させ続けるプログラムを理解し、意図的に作っていると考えることができた。

L8の自由課題は、3つ以上の絵を使った変化し続けるプログラムだった。課題に沿ったプログラムを作った園児は48.22%であった。L7の自由課題に比べると、与えられた課題を遂行できた園児の数が減っていた。

L8において、LLL = 3のプログラムを作った園児のメガネの数を調べたところ、4より小さい平均数でメガネを作っている園児の割合は73.91%であった。このことから、LLL = 3を作った園児の多くは、理解してプログラムを作っていたと考えることができた。

L9においては、最初に1つの絵を用意し、2つのクラスで差を検証した結果、大きな差がでなかった。よって、繰り返す続けるプログラムを作るにあたって、絵を1つ多く考えることが、プログラム制作の負担にはなっていないことが分かった。

最小のメガネ数を超えたメガネを使った作品であっても、L9では重複メガネは作らずに、ランダム性をプログラムに入れるために、メガネを多く使った作品を作っている園児が確認できた(図16)。重複するメガネを作成していた園児に関しては、それを理解してやっているのか、意図をせずに作ったものなのかは、プログラムを作っている様子を参照しなければ、判断は難しい。園児の理解を明確に判断するには、園児の制作している様子を観察し、ときには「これはなに?」といった問いかけをし、園児が作っているものを把握する必要がある。

練習課題においても、自由課題においても、LLLが増えた場合、繰り返しが作ることのできていない園児は、任意の最後の絵を、任意の最初の絵に戻すことに失敗している例が多く見られた。今回のレッスンでは明確に言葉にして「終わりの絵を最初の絵に戻す」ことを伝えてなかったため、その点を指導者は学習者に対し強調する必要が感じられた。その際、最後の絵で止まってしまうところを見せ、最後の絵から最初の絵に戻すメガネを作ることによって、変化が循環し、繰り返すになることを画面で見せることによって、LLLが増えた場合でも学習者を効果的に指導できる可能性があると考えられる。

## 7. 結論

園児のプログラムの分析から、多くの園児はビスケットにおける繰り返す続けるプログラムを理解し、作ることができた。また、2つの絵を使った繰り返す続けるプログラムと3つ以上の絵を使った繰り返す続けるプログラムの間には難易度に差があることが分かった。

また、練習課題、自由課題を通して、繰り返すを作ることが

できていなかった園児は、任意の最後の絵を、任意の最初の絵に戻すことに失敗している例が多く見られた。今後、繰り返し続けるプログラムを教える際には、この点が指導上のポイントになることが分かった。

一方で、より詳細に園児の理解をとらえるには、プログラムの完成形だけではなく、園児のプログラムの作成過程を観察することが課題となった。

本稿において、園児の絵の変化を用いた繰り返しのプログラムの理解を明らかにした。今後は、園児が動き、繰り返し、ランダムな動きなどのビスケットの技を、どのように活用して、何を表現をするのかを分析したい。

**謝辞** 本研究にあたり、調査にご協力いただいた香川富士見丘幼稚園の鈴木園長をはじめ、教諭の皆様、園児達、保護者の方々、また、久野研究室の渡邊景子さん、久保文乃さん、そして、園児の練習課題における絵を作成していただいた、合同会社デジタルポケットの井上愉可里さんに感謝いたします。

## 参考文献

- [1] 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).
- [2] 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 (2019).
- [3] 野口 聡, 堀田博史: 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, Vol.18, No.1, pp.1-8 (2018).
- [4] 文部科学省: 幼稚園教育要領, 入手先 ([http://www.mext.go.jp/a\\_menu/shotou/new-cs/youryou/you/index.htm](http://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/new-cs/youryou/you/index.htm)) (参照 2018-10-01).
- [5] 山崎貞登, 山本利一, 田口浩継ほか: 小・中・高校を一貫した技術・情報教育の教科化に向けた構成内容と学習到達水準表の提案, 上越教育大学研究紀要, Vol.36, No.2, pp.581-593 (2017).
- [6] 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).
- [7] 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).
- [8] プログラミング玩具キュベット: プログラミング脳を3歳から, 入手先 (<https://www.primotoys.jp/>) (参照 2018-10-01).
- [9] 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).
- [10] ScratchJr.org: Coding for Young Children, available from (<https://www.scratchjr.org/>) (accessed 2018-10-01).
- [11] Morgado, L., Cruz, M. and Kahn, K.: ToonTalk in Kindergarten: Field Notes, *AJET*, Vol.26, No.3 (2010).
- [12] Wing, J.M.: Computational thinking, *Comm. ACM*, Vol.49, No.3, pp.33-35 (2006).
- [13] Wing, J.M.: Computational thinking benefits society, *40th Anniversary Blog of Social Issues in Computing*, Vol.2014 (2014).
- [14] Repenning, A., Basawapatna, A. and Escherle, N.: Computational thinking tools, *VL/HCC*, pp.218-222 (2016).
- [15] Repenning, A.: Agentsheets: A Tool for Building Domain-Oriented Dynamic, Visual Environments, Ph.D. Dissertation, University of Colorado at Boulder (1993).
- [16] Anderson, M. and Furnas, G.: Relating Two Image-Based Diagrammatic Reasoning Architectures, *Diagrammatic Representation and Inference*, Vol.6170, pp.128-143 (2010).
- [17] Bell, B. and Lewis, C.: ChemTrains: A Language for Creating Behaving Pictures, *Proc. IEEE Symposium on Visual Languages*, pp.188-195 (1993).
- [18] Smith, D.C., Cypher, A. and Spohrer, J.C.: KidSim: programming agents without a programming language, *Comm. ACM*, Vol.37, No.7, pp.54-67 (1994).
- [19] Harada, Y. and Potter, R.: Fuzzy Rewriting, *End User Development, Human-Computer Interaction Series*, Vol.9, pp.251-267 (2006).
- [20] 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).
- [21] 笠井 優, 原田康徳, 大島久雄, 高宮由美子: 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, Vol.56, pp.62-63 (2009).
- [22] 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—なぜワークショップなのか, 情報処理, Vol.58, No.10, pp.891-893 (2017).
- [23] 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 2018-10-01).
- [24] ビスケットファシリテータ講習, 入手先 (<http://www.digitalpocket.org/training-program>) (参照 2018-10-01).
- [25] しりとり王国 - Wikipedia, 入手先 (<https://ja.wikipedia.org/wiki/しりとり王国>) (参照 2019-10-01).



渡辺 勇士 (学生会員)

2003年明治大学商学部商学科卒業。  
2012年青山学院大学大学院社会情報学部社会情報学研究科博士前期課程修了。修士(学術)。現在、合同会社デジタルポケットチーフファシリテータ。  
2017年電気通信大学大学院情報理工学研究科博士後期課程入学, 2021年修了見込み。ワークショップデザイナー。本会2020年度山下記念研究賞受賞。





### 中山 佑梨子

2012年桜美林大学健康福祉学群保育専修卒業。保育士、幼稚園教諭一種資格取得。学校法人志徳学園香川富士見丘幼稚園教諭。クラス担任の経験を経て2015年より保育カリキュラムにビスケットを導入。2016年より小学生向けの“ビスケット塾”を開講、現在、年少幼児から小学5年生児童までの指導を担当。



### 原田 康徳

1992年北海道大学大学院情報工学専攻博士後期課程修了。同年日本電信電話株式会社NTT基礎研究所。2000年NTTコミュニケーション科学基礎研究所。1998～2001年JSTさきがけ研究員。2004～2006年、2010～2013年IPA未踏ソフトウェアプロジェクトマネージャ兼務。2015年合同会社デジタルポケット設立、同代表社員。博士（工学）。ワークショップデザイナー。



### 久野 靖 (正会員)

1984年東京工業大学理工学研究科情報科学専攻博士後期課程単位取得退学。同年同大学理学部情報科学科助手。筑波大学講師、助教授、教授を経て、現在、電気通信大学大学院情報理工学研究科教授。筑波大学名誉教授。理学博士。プログラミング言語、プログラミング教育、情報教育に関心を持つ。本会情報処理教育委員会委員。ACM, IEEE-CS, 日本ソフトウェア科学会各会員。本会シニア会員。