情報処理学会論文誌　教育とコンピュータ　Vol.12　No.3　29–44 (Oct. 2026)

研究論文

ビスケット言語を用いたプレイフル・ラーニング・スルー・プログラミング手法に基づく小学校1年生の教科学習実践

渡邉 景子[1,2,a)]　久野 靖[2]　角田 博保[2]　赤池 英夫[2]　中山 泰一[2]

受付日 2025年12月15日，再受付日 2026年5月11日，
採録日 2026年7月6日

概要：プレイフル・ラーニングとプログラミングを組み合わせた教育手法「プレイフル・ラーニング・スルー・プログラミング（PLtP）」を提唱し，ビジュアルプログラミングツール「ビスケット」を用いて小学校 1 年生の教科学習への適用を試みた．幼稚園段階からビスケットに親しむ福島県 T 町の小学校 3 校を対象に，2024 年 1 年間に国語・生活・算数・音楽の複数単元で，授業実践を行った．PLtP では，学習内容を組み込んだプログラムを「導入・工夫・交流・省察」の流れで活用することで，主体的・協働的な学びを促す設計としている．担任教員へのインタビューを質的分析法 SCAT で分析した結果，(1) 個別最適な学びと主体的態度の育成，(2) 児童間の相互作用による協働的学習の促進，(3) 教科内容の理解・定着への寄与，という 3 つの研究課題すべてに肯定的な成果が確認された．

キーワード：プレイフル・ラーニング，教科学習，ビスケット，協働的な学び，主体的な学び

Playful Learning Through Programming Method Using Viscuit: Subject Learning Practices for First-grade Elementary Students

Keiko Watanabe[1,2,a)]　Yasushi Kuno[2]　Hiroyasu Kakuda[2]　Hideo Akaike[2]　Yasuichi Nakayama[2]

Received: December 15, 2025, Revised: May 11, 2026,
Accepted: July 6, 2026

Abstract: This study proposes a novel educational approach called “Playful Learning through Programming (PLtP)”, which integrates playful learning with programming, and investigates its application to subject learning for first-grade elementary school students using the visual programming tool Viscuit. Classroom practices were conducted across multiple units in Japanese language arts, life studies, mathematics, and music throughout 2024, targeting three elementary schools in Town T, Fukushima Prefecture, where children had been familiar with Viscuit since kindergarten. In PLtP, learning content is embedded in programming activities and implemented through a four-phase flow — Introduction, Elaboration, Interaction, and Reflection — designed to foster proactive and collaborative learning. Qualitative analysis of interviews with homeroom teachers using the SCAT method confirmed positive outcomes for all three research questions: (1) realization of individually optimized learning and cultivation of proactive attitudes, (2) promotion of collaborative learning through peer interaction, and (3) contribution to deeper understanding and retention of subject content.

Keywords: playful learning, subject learning, viscuit, cooperative learning, proactive learning

1. はじめに

プレイフル・ラーニング [1] とは，学習に「遊び」の要素を取り入れることで，学習者の意欲や創造性を高め，より効果的な学習を目指す教育手法である．この手法は，わが国では 2012 年ごろから注目されるようになった．この手

[1] 東京女子体育大学
Tokyo Women’s College of Physical Education, Kunitachi, Tokyo 186–8668, Japan
[2] 電気通信大学
The University of Electro-Communications, Chofu, Tokyo 182–8585, Japan
[a)] keiko@iisa.jp

© 2026 Information Processing Society of Japan

法のメリットとして，学習意欲の向上，理解度の深化，創造性や思考力の育成，社会性の向上などがあげられている．

幼稚園をはじめとする幼児教育 [2], [3], [4] では，「遊び」が生活の中心であり，「遊び」の中から学びが芽生えるようにさまざまな活動が組み立てられている．これは，プレイフル・ラーニングが大幅に取り入れられているものと考えることができる．

しかし，小学校 [5] に入学すると，1 校時ごとの教科の学習を規則正しく行う生活が始まり，プレイフル・ラーニングの要素は急速に減少してゆく．

2024 年 12 月に公開された，中央教育審議会への「初等中等教育における教育課程の基準等の在り方について（諮問）」[6] によると，顕在化している課題の 1 つとして，「主体的に学びに向かうことができていない子供の存在」が指摘されている．この課題を克服するうえで，学習者の主体的な活動を中心とするプレイフル・ラーニングの考え方を取り入れられないかと考えた．しかし，小学校以後の学習環境では，プレイフル・ラーニングを取り入れるのが簡単でない面がある．

たとえば，学びの場面においてゲームを活用すること [7] は，プレイフル・ラーニングの代表的手法であると考えられるが，学ばせたい題材をうまく取り入れた，児童が興味を持てるゲームをデザインし，その盤やカードなどを用意し，児童にルールや遊び方をマスターさせて，はじめて「遊ぶ」ことができる．これは相当な手間と時間を要し，多くの単元について適用するのは難しい．

ここで，幼児教育・小学校教育におけるもう 1 つの比較的新しい手法であるプログラミングの活用を考える．テキストプログラミングは，キーボード入力を習う小学校中学年以降が対象となるが，スクラッチ [8] やビスケット [9] に代表されるビジュアルプログラミングは，幼稚園段階から利用が可能である．

実際著者らは，福島県 T 町と協力して，幼稚園におけるビスケット遊びの実践を，数年にわたり行っている [10]．そこでは，ビスケットによる遊びが，子供たちに自然に受け入れられていた．

T 町では，幼稚園の通園地域と小学校の学区が完全に一致し，小学校の入学生はすべて各々の幼稚園の卒園生である．そして，すべての幼稚園でビスケット遊びを実施している．そこで，幼稚園で慣れ親しんだビスケットを，小学校における教科の授業で，手間と時間をかけずに活用できれば，プレイフル・ラーニングの良い効果が得られるのではと考えた [11]．

教育用プログラミング言語であるビスケットには，次のような性質がある．

- 自由に描いた絵をプログラムに取り入れることができる．これにより，教えたい内容に関する「もの」を容易に取り入れられる．
- 自分で描いた絵を思う方向に動かしたり，変化させたりすることができる．これにより，扱っている「もの」の動きや変化を自由に実現できる．
- プログラムはそこに埋め込まれた指令に従って動作する．そこで，教えたい内容をプログラムで表現することで，そのプログラムを動かしている間は，自然にその内容と向き合うことになる．
- プログラムをアレンジすることで，その動作を自由に変更できる．最初に示されたプログラムが特定の場面にだけ対応するものであっても，それを変更することで別の場面に対応させられる．

これらの性質は，児童の大きな関心を引く．そこで，これらの性質を活かし，何か面白いものを作り出す手段としてのプログラミングを通して，遊び心のある学びを創造し深めていく活動として，「プレイフル・ラーニング・スルー・プログラミング（Playful Learning through Programming, PLtP）」を提案する．**図 1** にその定義を示す．

なお，PLtP 自体はさまざまなプログラミング言語で利用可能であると考えているが，本稿は小学校 1 年生を対象とするため，キーボード入力を必要とせず，絵を大幅に取り入れる言語であるビスケットを用いた PLtP を扱う．また，図 1 に示した PLtP の定義は，ビスケット固有のものではないが，ここに示された内容はすべてビスケットにも当てはまる．

一方，学年進行にともない他の言語を使用する場合も考えられるが，それらの言語でも，一般に教育用として使用されるものであれば，PLtP の定義にある事柄は基本的に適用可能であると考えている．

ビスケットを用いた PLtP の設計は，LEGO Foundation が提唱するプレイフル・ラーニングの 5 特性（楽しい，意味がある，積極的参加，反復的，社会的交流）[12] と整合する [13]．このことからも，ビスケットによる PLtP とプレイフル・ラーニングの高い親和性が示唆される．

本研究の目的は，プレイフル・ラーニングの考え方をプログラミングと組み合わせて教科学習に活かす教育手法である PLtP を提案し，その効果を検証することである．本研究の研究課題（Research Question，RQ）は以下のとおりである．

RQ1：PLtP による授業は，児童 1 人 1 人の進度や興味に応じた「個別最適な学び」を実現し，学習に対する主体的な態度を引き出すか．

RQ2：PLtP による授業は，児童間の相互作用を誘発し，「協働的な学び」を促進するか．

RQ3：PLtP による授業は，ねらいとする教科内容の深い理解および知識の定着に寄与するか．

その研究方法として，ビスケットを用いた PLtP の授業を複数の小学校で複数回行い，学年末に担任教員たちに実施したインタビューを分析し，得られた結果を考察した．

© 2026 Information Processing Society of Japan

名称: プレイフル・ラーニング・スルー・プログラミング (Playful Learning through Programming, PLtP)
目的: 学習内容の獲得ないし達成．ここでの学習内容は，一つの単元ないしその一部として独立しており，その学習目標が明確である必要がある．
手段: プログラミングを手段として，遊び心のある学びを創造し深めていく活動を通じて，児童が，楽しく熱中できる形で学習に取り組めるようにする．
内容: 以下の「プログラムに関する内容」にあるプログラムを用い，「学習活動に関する内容」にある活動を実施する．
プログラムに関する内容: 学習材料として，以下の条件を満たすプログラムをデザインし実装する (ないし入手する)．
○ 学習内容: 学習内容の中核部分を取り入れたプログラムを用意する．中核部分を取り入れるとは，学習目標の達成に不可欠な事項を含むという意味である．
○ 不完全性: プログラムの動作に，学習内容に照らして「正」「誤」の両方が含まれるか，または学習内容に照らして「欠落」が含まれる．
○ 変更可能: 教授者が用意するプログラムは特定ケースであり，それを参考に児童がさまざまなケースを表現するように直すことができる．
学習活動に関する内容: 児童の学習活動として，以下のものを含めた計画を立て，実施する．
○ 導入: 用意されたプログラムを動かして，さまざまに観察する．観察した結果，分かった事や気がついたことを共有する．
○ 工夫: 用意されたプログラムに工夫して，修正を加えたり，動作の追加を行ったりする．これらの際に分からない事，自分が教えられることを共有する．
○ 交流: 自分が作ったものを互いに見せたり動かさせたりして，体験を共有し合う．
○ 省察: 自分が思った事を互いに共有し，学習目標へのつながりを確認する．
PLtP は，各教科の学習をプレイフル・ラーニングの適用で，楽しく親しみやすいものとすることを目指しており，プログラムは扱うが，プログラム体験・学習は一義的な目標ではない．目標はあくまでも各教科の学習を充実させることである．

図 1　プレイフル・ラーニング・スルー・プログラミング（PLtP）の定義
Fig. 1　Definition of Playful Learning through Programming (PLtP).

本稿では，まず，関連研究および教材の選定と実践の進め方について述べる．続いて，小学校 1 年生のいくつかの教科のそれぞれの単元を題材に，PLtP の教材プログラムを作成し，それを用いて行った複数の授業実践について報告する．最後にこれらに基づいて，PLtP の効果について議論する．

2. 関連研究

プレイフル・ラーニングを取り上げた研究は多く報告されており，コンピュータやプログラミングを組み合わせているものもある [14], [15]．その多くは，コンピュータゲームや LEGO Mindstorms などによって思考力や想像力の発達を促すことを述べている．これらの研究は，特定の学習内容を促すものではないため，PLtP とは目的が異なっている．

Barman ら [16] は，遊び心のあるアプリを教育実践に導入しようとするデザイナーや改革者は，学習成果と遊び心のある活動が教育実践とどのように共鳴するかを考慮すべきであることを示唆し，調査結果から，デジタル教育ツールは，教師と児童とが共同で設計および実装されるべきであると主張している．この研究は，算数の導入段階で幼児教育での使用を目的として開発した特定のアプリについて調査したもので，デジタル教育ツールの開発は，教師と児童とが共同で行うべきとしている点で興味深い．しかし，本研究での複数の教科を対象としたアプローチとは異なっている．

小学校段階でのプログラミングの研究は，プログラミング体験を目的とするものが多い．これらは，PLtP とは目的が異なっている．ただし，教科の内容を学ぶ際にプログラミングを活用するものもいくつか見られる．

徳島県立総合教育センターは，「徳島県のプログラミング教育」[17] のサイトに，徳島県内外の教員がプログラミング教育に取り組む際の資料を公開している．そこには，小学校 1 年生〜6 年生の各学年，および特別支援学級において，徳島県内で取り組んでいるプログラミング教育の事例集などが掲載されている．

竹林ら [18] は，小学 3 年生の国語，理科，算数の各教科において，ビスケットによるプログラミングの教材を用いて授業を行い，特に漢字プログラミングを実施した際のテスト結果について「プログラミングを施した漢字の正答率は 75%で，そうでない漢字の 45%を大きく上回っている」と，その成果を報告している．

次に竹林 [19] を見ると，小学校中学年から高学年を対象に，漢字の書き順と計算練習をプログラミングを用いて行っている．漢字の書き順や筆算の手順をプログラムによって再現させることで，これらの手順に興味関心を持ち，従来の紙に何度も書いて覚えていた方法よりも，意欲的に取り組むことができると述べている．

これら 3 つの事例は，具体的な教科の内容をプログラミングを用いて学習している点では，著者らのアプローチに近い．著者らのやり方で独自なのは，多くの教科の多くの内容に対して，プログラミングの活用を，PLtP の定義（図 1）に従って統一的な形で行っている点だと考える．

ピアジェの構成主義（constructivism）[20] では，「1 人 1 人が自ら頭の中に知識を構成する」ことを重視していて，人が現実社会の「現象」を自分のものとして取り込む「同化」と，自分の持つ知識が現象と合わない時に知識を変化させる「調整」によって学習が進むことを述べた．PLtP

© 2026 Information Processing Society of Japan

の不完全性と変更可能性は，この同化と調整に対応する．

パパートの構築主義（constructionism）[21] では，学習結果を現実世界で共有可能なものにするような「頭の外での有意義な活動に個人的に関わっている」ときに，学習はもっとも確実な効果をあげることができるとしていて，その素材として，コンピュータ（プログラム）を「戯れる」対象として使う事を提唱している．PLtP の導入，工夫，交流，省察がパパートの構築主義における，頭の外での有意義な活動に対応している．

3. 小学校の教科の学習におけるビスケットプログラミングの活用

3.1 授業における PLtP 活用の枠組み

本研究では基本的な枠組みとして，授業の中で図 1 の学習活動に関する内容を土台としてビスケットによる PLtP を活用することを考えた．

○**導入**：学習内容に沿った教授者が作ったプログラムを試して（遊んで），そのプログラムのしくみを観察する．

○**工夫**：プログラムの不完全な部分を修正したり，教科書に載っている他の例や，自分が思いついた動きになるようにプログラムを変更する．

○**交流**：友達の作ったプログラムで相互に遊ぶ．

○**省察**：自分や友達のプログラムで遊んでみた感想や気づいたことを発表する．

この流れで PLtP を実施することによって，次の効果が得られると期待される．

- 学び合い（分からないところを教え合う，友達の面白いプログラムの作り方を聞く）
- 最初は上手く行かなくても根気よく取り組んで，できるようになる
- プログラミングならではの自発的な試行錯誤を繰り返すことによりゴールに近づいていく
- 内発的な活動（知りたい，やりたい，できるようになりたい）が啓発される
- 教科の学びを能動的に獲得できる

ふだんの授業では教授者から教わる場面が多いが，このような形で PLtP を実施すると，プログラムの中に学ぶべき内容が埋め込まれているので，児童が操作することで自ずと分かってくる．

また，小学校 1 年の児童にとっては，動いた，あるいは（意図的に）動かすことができたプログラムを具体的な対象として説明することは，抽象的なものを説明するよりも容易である．活動ごとに短くてもいいので自分の言葉で説明するように毎回促すことは，さまざまな活動を主体的に表現する練習となる．

併せて，どうしてそう考えたのか（思考力），どうしてそれがいいと思ったのか（判断力），どういう言葉で表せばよいか（表現力），といったことを意識させながら，児童が自分の言葉で説明しようとする意欲を引き出すことが，思考力・判断力・表現力を身につける手助けとなるだけでなく，主体的に学ぶ態度を育むことになるのではないかと考えた．

3.2 教材の選定と実践の経緯

1 章で述べたように，本研究の根底には，幼稚園でビスケットによる遊びに慣れ親しんだ児童に，小学校の教科教育でも同様の体験を提供できないかという考えがある．そこで研究の協力が得られている福島県 T 町の小学校で実施することを前提に，PLtP の適用を以下の手順で検討した．

ここで，T 町内 3 校の小学校を以下のように区別することとする．A 小学校は町の南部にあり，B 小学校は町の北部にある．両校とも学年 1 学級の小規模校である．C 小学校は町の中央部にあり，各学年 2〜3 学級の中規模校である（以下，A 小学校，B 小学校，C 小学校を，A 小，B 小，C 小と略記）．それぞれの 2024 年度の 1 年生の人数は，A 小 15 人，B 小 15 人，C 小 1 組 24 人，2 組 23 人であった．

まずプログラミングを取り入れた授業のイメージを確認するため，2023 年度，A 小の 1 年生の学級において，教科にプログラミングを取り入れたパイロット授業実践を行った．この実践で，ビスケットを用いた教科の学習が可能であり，児童のやる気や取り組む態度の向上に効果があることが示唆された [11]．

これを受けて，2024 年度の 1 年間を通して，小学校 1 年生の複数教科の授業での，ビスケットによる PLtP を実施してもらえるよう，T 町教育委員会の承諾を得て，各小学校に協力を要請し，各校の教育課程（年間指導計画）が共有された．

例年小学校 1 年生への 1 人 1 台端末配付は 5 月以降のため，6，7 月に行われるいくつかの教科の単元について，ビスケットを活用できそうなものをピックアップして，PLtP の授業を実践できるか，各校に打診し，A 小，B 小で実施した．この 2 校では，1 年生は 1 学級なので，時間調整などが比較的容易に行えるため，その後の提案にも応じてもらい，年間を通じて PLtP 授業を複数回行うことができた．一方 C 小では，1 年生は 2 学級あり，PLtP を実施する際には学級間で足並みを揃える必要があった．さらに同校はキャリア教育推進校の指定を受けており，学校全体としての研究公開があり，PLtP までは手が回らない状況と考えていたため，こちらからの依頼は控えていた．しかし，担任教員 2 人から「ぜひ 2 学級で取り組みたい」との申し出が 11 月にあり，算数の「ひきざん」の単元で実施することになった．実施した PLtP の実践を**表 1** に示す．

なお，C 小の「ひきざん」の実践において，繰り下がりの仕組みを詳細に表すために，メガネを数十個使用したプログラムを提示したが，これが児童の GIGA スクール用端末で動作しないという，想定外の事態が起きた．このた

© 2026 Information Processing Society of Japan

表 1　PLtP による教科の学習（2024.2〜2025.2）
Table 1　Subjects to be learned using Viscuit (2024.2–2025.2).

節（項）	時期	実施校	教科	内容（単元名）	学習指導要領との対応
	2023 年度パイロット授業				
—	2 月	A 小	国語	読み聞かせ（わらしべちょうじゃ）	[思判表] C(2) イ
	2024 年度				
4.2	6 月	A 小	国語	助詞の文字（はをへをつかおう）	[知技](1) ウ
4.3	7 月	B 小	生活	植物の育成（はなをさかせよう）	[学校・家庭・地域の生活](7)
4.4.1	9 月	B 小	国語	読み物（うみのかくれんぼ）	[知技](1) カ，(2) ア，[思判表] C(1) ア，ウ
4.4.2	9 月	A 小	国語	読み物（うみのかくれんぼ）	[知技](1) カ，(2) ア，[思判表] C(1) ア，ウ
—	11 月	C 小	算数	計算（ひきざん）	A(1) ア [知技]（エ），A(2) ア [知技]（ア），（イ），（ウ），イ [思判表]（ア）
4.5	12 月	A 小	算数	計算カード（かあどをつかって）	A(2) ア [知技]（ア），（イ），（ウ），イ [思判表]（ア）
4.5	12 月	B 小	算数	計算カード（かあどをつかって）	A(2) ア [知技]（ア），（イ），（ウ），イ [思判表]（ア）
4.6	2 月	A 小	音楽	音楽づくり（ほしのおんがくをつくろう）	A(3) ア（ア），（イ），イ（イ），ウ（ア），（イ）

め準備していた PLtP の授業を行うことができず，「ひきざん」の授業については，4 章での実践の紹介には掲載していない（表の節（項）は「–」としている）．この失敗から，「教材開発は過度な演出よりも児童の実践を優先すべき」ということが再確認された．

4.　PLtP を用いた教科の学習の実践

4.1　ビスケットの画面構成とプログラムの仕組み

ここで，ビスケットにおける画面構成とプログラムの仕組みについて簡潔に説明する．ビスケットでは，1 つの画面（ページ）が 1 つのプログラムになっている．**図 2** に制作画面の 1 例を示す．画面は主に 3 つの領域に分かれており，左側の長方形がプログラムの動く「ステージ」，中央が絵の動きや変化のルールを設定する「メガネ置き場」，右端がお絵かきツールで作成した絵を置く「部品置き場」である．

ビスケットにおけるプログラムの実行ルールは，「メガネ」と呼ばれる部品を用いて記述される．メガネは，その左側の円内に置かれた絵を，右側の円内の状態へと書き換える機能を持つ．絵は複数配置することができ，左側の配置に合致しているときだけ，右側の配置に，その位置関係も含めて書き換わる．さらに，図 2 のようにメガネの左側に「指アイコン」を配置した場合は，ステージ上の該当する絵をタップ（またはクリック）した際にのみ，書き換えが実行される．

4.2　国語：助詞の文字（「はをへ」をつかおう [22]）

この実践は A 小で行った．

【本時の目標】助詞の「はをへ」を使ったクイズをビスケットのプログラムで作れるようになる．

【本時の概要】この単元の学習のために，3 ページ構成のビスケットの教材を作成した．1 ページ目では導入として，教科書の文章中の「くっつきの文字」を誤ったもので提示するプログラムを動かし（**図 3**，左の図は誤った文字の文章が現れているところ，右の図は誤った文字をタップして



図 2　ビスケットプログラムの制作画面
Fig. 2　Viscuit program editing screen.

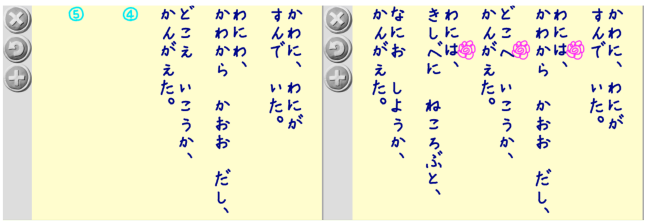


図 3　1 ページ目：誤った文字を探すプログラムの実行画面
Fig. 3　Page 1: Seek for erroneous use of characters.

正しい文字とはなまるが表示されたところ），どこかおかしなところがないかを考えさせる．次に 2 ページ目では，単語+助詞と，動詞からなる 3 つの文を見せる．これらの文では，助詞の部分だけ 2 つの文字が書かれていて，正しい助詞を選ぶと，はなまるが表示されるようにプログラムが組んである（**図 4**，左の図は初期状態，右の図は 2 つ正解したところのステージ）．

3 ページ目（図は省略）はその応用で，これまでに出ていない単語と動詞や形容詞を，あらかじめ部品として作成しておき，それらの部品を組み合わせて，児童がオリジナルの文を考えて，クイズが作れるようにしておいた．

実際に，授業の導入として，教材の 1 ページ目を大型ディスプレイに表示し，クラス全員が同時に間違っている

© 2026 Information Processing Society of Japan

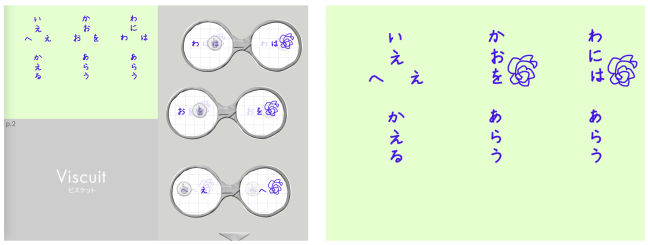


図 4　2 ページ目：「くっつきの文字」クイズ（児童が手直ししたプログラム）
Fig. 4　Page 2: “Connected characters” quiz (corrected by a child).

文字を探す活動を行った．

次に児童各自のタブレットで 2 ページ目を表示し，オリジナルのはなまるを描き，1 つ目の文のメガネに自分が描いたはなまるを入れて，正しい文字を選ぶとそのはなまるが表示されることを確認した．1 つ目の文のメガネに倣って，2 つ目，3 つ目の文でも，意図した動作となるように，各自でプログラムを作り，動作を確認した．

自分のプログラムが完成すると，共有されている友達のプログラムを順に動かして，はなまるの色や大きさ，現れる場所など，自分のプログラムとは違う，それぞれの良さを確かめた．授業の終わりには，「くっつきのは，を，へ」について分かったことや感想を児童が発表した．

なお，次回の国語の時間には，担任教員が，ゲストティーチャーや ICT 支援員の立ち会いなしで，この教材の 3 ページ目を使った授業を行った．「ねこ」「おやつ」「たべる」「あげる」など，これまでになかった単語でできた部品を使って，「くっつきの文字」クイズを作る内容であった．「ねこ（わ，は）たべる」「えさ（を，お）あげる」などの，1 人 1 人異なる文で，「くっつきの文字」クイズを作り，クラス内の児童同士が，互いに作ったクイズを解き合った．

【本時の成果】1 ページ目のプログラムでは，大型ディスプレイで示されたことが，各自のタブレットでも同じようにできることが分かると，教室中で歓声が上がり，クイズを解く楽しさを助詞の学習に結び付けられたことが分かった．

2 ページ目で，実際にプログラムを手直ししたり，新しく作ったりする場面では，児童は，教師からの指示を聞くや否や，メガネの修正や新しいメガネの作成に取り組んだ．動きを確めては修正するという試行錯誤の操作を，自分のお気に入りのプログラムができるまで何度も繰り返し行ったり，共有されている友達の作ったプログラムを動かしてみる活動を，意欲的に行った．最後の発表の場面では，複数の児童から，「はなまるをつけることでくっつきの文字が分かった」という声が聞かれた．

別時に行った 3 ページ目の活動では，児童はすべての語を部品置き場から探し出し，正解用のはなまるを描いて，正しい文字を選んではなまるをつけるプログラムを作成した．お互いの作ったプログラムを動かし合うことで，くっつきの文字の知識を深めると同時に，さまざまな友達の作った文を味わうこともできた．

表 2　くっつき文字クイズの正解数の分布
Table 2　Score distribution in the Japanese particle quiz.

正解数	5	6	7	8	9	10	中央値	平均値（標準偏差）
A 小	0	0	0	0	3	11	10.0	9.8（0.41）
B 小	2	0	3	1	2	6	9.0	8.4（1.80）

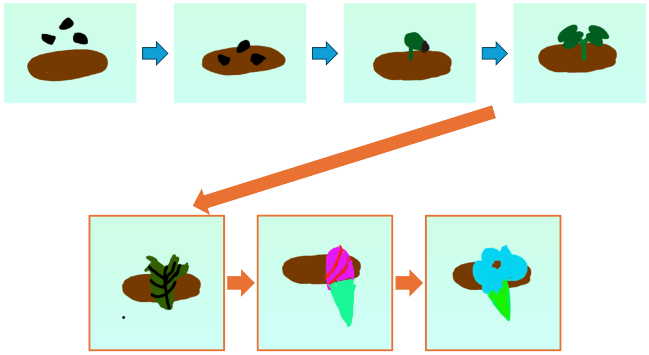


図 5　はなをさかせよう
Fig. 5　Let it bloom.

なお，帰りの時間などを利用して「くっつきの文字」クイズ（全 10 問）を A 小（受検者 14 人）と，この実践を行っていない B 小（受検者 14 人）の 1 年生に対して実施した結果を**表 2** に示す．A 小（中央値 10.0）は B 小（中央値 9.0）と比較して高得点帯に分布が集中しており，マン・ホイットニーの U 検定によるノンパラメトリック検定を行った結果，5%水準で有意な差が認められた（$p = 0.0227$）．また，効果量として Cliff's δ を算出したところ 0.45 であり，中程度から大の実質的な効果が確認された．このような定量的なデータは，本実践の範囲内において，一定の有効性を有していることを支持するものといえる．

【学習指導要領との対応】助詞「は・を・へ」を適切に使い分ける能力が身についた．

4.3　生活：植物の育成（はなをさかせよう [24]）

この実践は B 小で行った．

【本時の目標】朝顔を観察したことを思い出し，種をまいて芽が出て双葉になり本葉が出てくる（現在）までの順番を，プログラムで表し，説明することができる．

【本時の概要】朝顔の現在までの成長のようすを思い出し，さらにその後どうなるかを想像して，ビスケットで表現する．種をタッチすると芽が出て，それをタッチすると双葉になり，さらに，本葉になるところまでが観察されている．このあと，つぼみがついて，花が咲くことなどを想像してタッチするたびに変化するという朝顔の成長のようすをプログラミングで表現した．

図 5 に示したつぼみや花の絵は，実際にこのクラスの児童が描いたものである．最初の 3 つのメガネはあらかじめ

© 2026 Information Processing Society of Japan

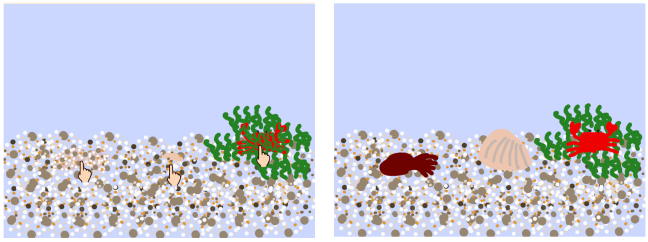


図 6　うみのかくれんぼのプログラム（著者作成）．（左）生き物が隠れているところ，（右）タップして現れたところ

Fig. 6　Program for hide-and-seek in the sea (written by the author). (left) creatures hidden in the sand, (right) Creatures revealed by tapping.

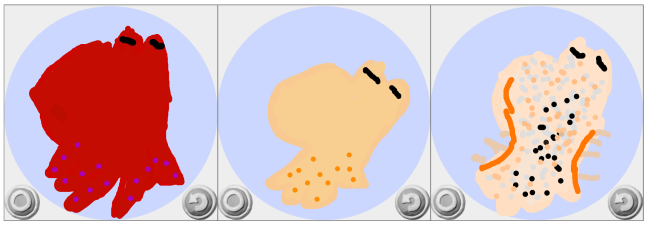


図 7　たこの変化に着目した児童の描いた絵．（左）変化前，（中）変化途中，（右）変化後

Fig. 7　A child's drawing while focusing change of octopus. (left) before change, (middle) while in change, (right) after change.

用意しておき，全員に同じものを配布した（図の上段，「種 → 発芽 → 双葉」まで）．

現在の本葉の様子を思い出して絵で表し，双葉をタッチすると本葉になるプログラムは各自で作成した．さらにこのあとどうなるかを想像して絵を描きプログラムを作成するように促した．図の下段は，児童が想像して描いたつぼみと花で，「本葉 → つぼみ → 花」のようにタッチすると変化するプログラムも正しく動いた．自分のプログラムができたら，友達のプログラムを見たり，動かしたりして，自分のプログラムとの違いなども観察した．

【本時の成果】この授業自体は，まだつぼみもついていない，ようやく本葉が生え始めた時期に行ったが，教科書を見たり，児童のこれまでの経験から，朝顔にはどのような花が咲くのかを想像させながら，花が開くところまでのプログラミングを行うことができた．

授業の最後に「感想を発表してくれる人」を募ったところ，「どんどん成長していくところがかけて嬉しかった．」，「お友達の作品を見たり動かしたりできて楽しかった．」など，多くの児童から発言があった．

【学習指導要領との対応】植物の変化や成長に対する気づきが促され，「親しみをもち大切にする」態度の育成につながった．

4.4　国語：読み物（うみのかくれんぼ [25]）

A 小と B 小で，同じ「うみのかくれんぼ」の単元を取り扱ったが，授業の進み具合の違いから，ビスケットで行う学習内容に相違が出たため，以下 2 項に分けて紹介する．

4.4.1　B 小：1 時間扱い

【本時の目標】教科書に載っている生き物のかくれんぼのようすをビスケットで表すことができる．

【本時の概要】教科書に載っているはまぐり，たこ，かに，それぞれの隠れる様子を教授者がビスケットで表した見本のプログラム（**図 6**）を実際に動かしてみる．次に，教授者のプログラムがどうなっているか，メガネを調べる．

教科書に載っている 3 種の生き物の中から 1 つ，ビスケットで表してみたいものを選び，自分で絵を描き，動きやかくれ方を考えて，プログラムを作成する（時間があれば，他の 2 つの生き物についてもプログラムを作成してみる）．

最後に，自分の作ったプログラムや，うまくいったところ，難しかったところなどを発表する予定だったが，描画・プログラミングが計画した時間では終わらず，大幅に延長したため，発表は行わなかった．しかし，描画やプログラミングを行っている過程で，児童同士が作品を見せ合い，動きを教え合っている姿が随所で見られた．

【本時の成果】単に教科書の写真を写すだけでなく，教科書の QR コードから誘導される動画を視聴し，自らが選んだ姿を詳細にスケッチをしたり（**図 7**），教科書の生き物以外にも自発的に拡張するなど，児童が主体的に課題に取り組んでいる姿が見られた．

【学習指導要領との対応】主語と述語の関係性の理解などの言語スキルの習得が図られた．また，文章の重要な語句を抽出して絵に表すことにより思考力・判断力・表現力が育まれた．

4.4.2　A 小：2 時間扱い

【本時の目標】自分で調べた生き物のかくれんぼのようすをビスケットで表し，クラスのみんなの前で発表することができる．

【本時の概要】

（第 1 時限）

教科書に載っているはまぐり，たこ，かにが隠れる様子を表した，見本のビスケットプログラム（図 6）を実際に動かし，プログラムがどうなっているのかを知るためにメガネを調べる．

前時までに，自分が決めた生き物の隠れる様子や，隠れ方の特徴などをあらかじめ図鑑などで調べ，ワークシートに記載していた．それを見ながら自分が決めた生き物や隠れる岩，海藻，変身した姿などを描く．絵が描けたら，メガネの左右にそれぞれの部品を入れて，かくれる前の生き物をタッチすると，あるいは何かにぶつかると，姿が変わったり隠れたりするようなプログラム（**図 8** はその 1 例）を各自で作る．

© 2026 Information Processing Society of Japan

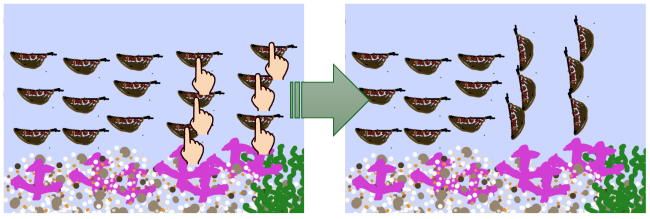


図 8　うみのかくれんぼ（児童が調べた生き物）泳いでいるヘコアユにタッチすると向きを縦に変えてサンゴのフリをしてかくれるところ

Fig. 8　Hide-and-seek in the sea (a child research creatures) when swimming razorfishes are touched, they turn to vertical position, and pretend as they are corals.



図 9　うみのかくれんぼの発表会

Fig. 9　Presentation of hide-and-seek in the sea.

プログラムができたら，思ったとおりに動くことを確認したり，友だちの作品を見て，感想や意見を述べたりした．また，次時に行う発表の準備として，プログラムの見せ方を考えたり，発表練習を行ったりした．

（第 2 時限）

うみのかくれんぼの発表会を行った．児童は順番に，自分が調べた生き物について発表し，ビスケットで作ったかくれるようすを見せた．**図 9** は，その一場面である．発表者がカレイ（左の画面）をタッチすると，砂に隠れた（右の画面：矢線で示した）．見ていた児童は，拍手や歓声で発表を称えた．

【本時の成果】クラスのすべての児童が，自分で調べた生き物の隠れ方について，ビスケットでプログラムを作成し，発表することができた．児童は各自が決めた生き物について，図鑑や書籍などの紙媒体で調べ，その記述や断片的な写真から，隠れる様子を理解し，ビスケットを用いてアニメーションとして表現し，発表会では，それを見ている児童に分かりやすく伝えることができた．

この一連の学習に携わったクラス担任の教員は，「動かない紙の資料から動きを想像して表現することで友だちに分かりやすく伝えることができた」と，今回ビスケットを使用したことを肯定的にとらえ，この活動をやり遂げた児童を称賛した．

【学習指導要領との対応】時間や事柄の順序の理解が促進

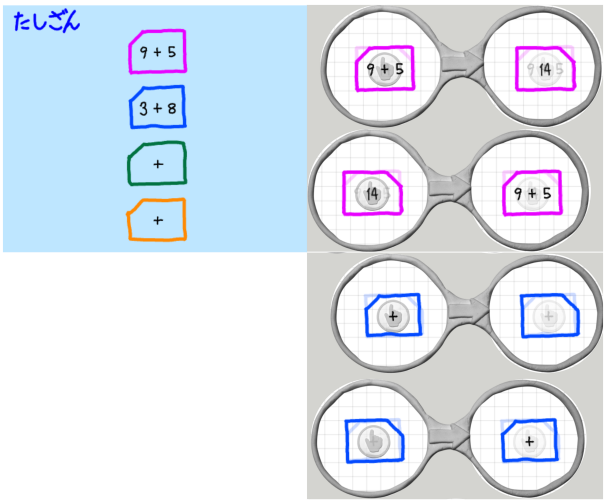


図 10　けいさんかあど

Fig. 10　Calculation cards.

され，さらに順序を考えながら全体の内容を把握すること，文章の重要な語句を抽出することといった思考力・判断力・表現力が身についた．

4.5　算数：計算カード（かあどをつかって [26]）

この実践は A 小と B 小で，同様の内容で行った．

【本時の目標】教科書にある計算カードをビスケットで表してみよう．

【本時の概要】まず最初に，教授者が作った計算カードのプログラム（**図 10**）を動かしてみる．見本では，式をタップすると答えが表示され，再度タップすると式に戻る計算カードの動作を確認した．

次に児童は，図 10 の右側上 2 つのメガネで式 → 答え，答え → 式の 2 つの動作がプログラミングされていることを知り，この仕組みを参考に，別の式と答えを入力して自分の計算カードを作成した

プログラム作成に要する時間には個人差があったが，自分のカードが完成した児童から，共有されている友達の作ったプログラムを試し始めた．中には，友達のカードの答えが間違っていることを友達に伝える児童も現れ，指摘された児童はすぐに計算を確認して，正しい答えに書き直した．

次のページには引き算のカード，その次のページには足し算も引き算もできるような用意があり，児童は各自のスピードで計算カードを作ったり，友達のカードを使ってみたりして，この活動を楽しんでいた．最後に計算カードのプログラムに関する感想を発表した．

【本時の成果】この授業は A，B 両小学校で実践を行ったが，どちらの学校でも，すべての児童が計算カードのプログラムを作成し，各々の意図するように動くことが確認できた．B 小で，授業の最後に感想を発表する場面では，挙手して指名された 3 人の児童が口々に「楽しかったので

© 2026 Information Processing Society of Japan

もっとやりたかった」と述べていた．
【学習指導要領との対応】1 位数と 1 位数との加法およびその逆の減法の計算が確実にできるように，習熟が図られた．

4.6　音楽：音楽づくり（ほしのおんがくをつくろう [27]）

この実践は A 小で行った．
【本時の目標】ビスケットでおんがくを作ろう．
【本時の概要】教科書の「せいざのおとをつないで，せんりつをつくろう」という練習問題に，実際に音が鳴るようにしたビスケットのプログラム（**図 11**）を使って取り組む．前時に児童は紙の上で旋律を作り，ワークシートに音の並びを記録した．本時では，児童はまず各自のタブレットで，ビスケットの本棚から「ほしのおんがく」の絵本（プログラム）を選び，1 ページ目（図は省略）でタップした音が鳴ることを体験した．

次に，図 11 のページを開く (1)．この画面は教科書と同じ配置になっている．階名をタップすると☆マークが残り，選んだ音が最下段まで落ちていく．すべての列で音が選ばれると，最下段に選んだ音が並び，(2) の画面となる．左下の♪マークをタップすると，創作した旋律が再生される．1 人 1 人順番に自分の作った旋律を再生していくことで，クラス全員による 1 曲の音楽ができあがる．

ここでは，直接メガネをアレンジする活動は行わないが，使い慣れているビスケットのユーザインターフェースを用いて，紙の上では確認できない音の連なりを，ビスケット上で視覚的・聴覚的に確認しながら試行錯誤できる環境を提供した．

この後児童は，リズムを変更することにも取り組んだ．また次時には，本時に作った各々の旋律を鍵盤ハモニカで演奏し，創作した旋律を振り返った．
【本時の成果】音楽を作る活動において，ビスケットで，「ど・れ・み・・・の階名を押す（タップする）と，実音が鳴る」という仕組みを提供したことで，「音の出ない」紙と「階名の見えない」楽器の橋渡しを行うことができた．紙の上で，音の名前を並べただけの旋律作りではなく，実際に音を鳴らして試行錯誤しながら旋律作りを行えたことで，自分のお気に入りの旋律を作ることができた．

1 人ずつ作った 2 小節の旋律をビスケットで演奏して，クラス全員で順番につなげたとき，クラス全員が演奏を行い，曲を作り上げたという達成感が得られた．また，鍵盤ハモニカでの演奏の練習を行う際に，ビスケットで自動演奏される旋律がお手本になった．ビスケットを用いたこれらの音楽の授業において，児童は，楽しみながら主体的に音楽づくりを行っていた．
【学習指導要領との対応】音遊びを通して，音楽づくりの発想が得られた．また，どのように音を音楽にしていくかについて，思いをもって，音楽作りを楽しむことができた．

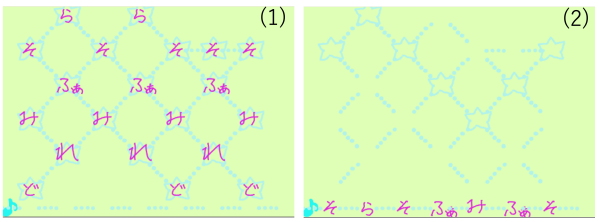


図 11　ほしのおんがくをつくろう
Fig. 11　Let's make melodies of stars.

5.　評価

5.1　質的分析法 SCAT の活用

児童の学習プロセスや情動の変化を明らかにするために，複数の教科において PLtP の授業を実施した A 小，B 小の各担任教員に対するインタビューの質的な分析を行った．分析には，質的分析法 SCAT（Steps for Coding and Theorization）を用い，この分析結果と著者らが PLtP の授業を観察して得られた事柄を照合し，整理を行った．

SCAT は，大谷により開発された質的データ分析手法である [28], [29], [30]．その特長として，(1) 明示的で段階的な分析手続きを有する，(2) 比較的小規模なデータに適用可能である，(3) 初学者にもきわめて着手しやすい，があげられる．

SCAT による分析は，文字起こししたテクストに対して，**表 3** の手番 1〜4 の順に段階的にコーディングを行って得られたテーマ・構成概念を紡いでストーリー・ラインを記述し，そこから理論を記述する手続きからなる．

本研究では，評価のために，授業を行ったクラスの担任教員へインタビューを行い，そこから本質となる理論を抽出するために SCAT を用いた．

SCAT による分析の妥当性と信頼性を担保するため，著者らによる複数段階の検証を行った．第 1 著者は，分析過程における表現候補の整理や観点の抽出の補助として生成 AI を利用した．ただし，SCAT の各ステップであるコーディングの採否，概念化，ストーリー・ラインおよび理論記述の確定は，すべて著者らの協議により行った．生成された概念が元のデータ（テクスト）から逸脱していないか，あるいは論理的な飛躍がないか，分析プロセスを反復的に往復する再検証を重ねることで，共著者間での解釈の収束

表 3　SCAT の分析手順
Table 3　Analysis procedure of SCAT.

手番	操作内容
0	音声などの非文字データから文字起こしをする．
1	個々のテクストについて，注目すべき語句を抽出する．
2	上記の語句をニュートラルな形でいい換える．
3	上記を説明するようなテクスト外の概念を見出す．
4	上記をテーマや構成概念の形でいい換える．
5	構成概念を繋ぐ形でストーリー・ラインを書き出す．
6	ストーリー・ラインから抽出して理論記述を行う．

© 2026 Information Processing Society of Japan

ビスケット導入による各実践の省察の促しを受けた教員 A は，次のように語った．

まず，**ビスケットによる協調学習への個別と全体におけるそれぞれの効果**があり，個別の児童について**長期的な学習成果**が見られ，**学習進捗と能力発展に貢献**があった．また，**ビスケットによる学習意欲の喚起**が見られ，各児童が，**主体的な選択**によって表現したいものを自ら選び，**デジタルならではの動的かつ創造的な表現**を用いて，学習に取り組んだ．さらに，**ビスケットによる基礎学力の定着**が図られ，**自己調整学習への導き**を得られた．特に，学習者同士が**ピアフィードバックを通じた学びの深化**を得たり，**ビスケットによる学習意欲の向上**が実感できたことなど，ビスケットによる**個別最適な学びへの導き**があった．

ビスケットを活用した学習の導入条件としては，**ビスケット導入における環境要因**や**組織的サポートの重要性**が挙げられる．特に，**発達段階に合わせた適切なプログラミングツールの選択**がなされた上での，**段階的なビスケット導入**において，**下地となる先行経験の重要性**が強調されている．**ビスケット教材の適切な使用頻度**は，**必要に応じたビスケットの利用**ができるように，その都度判断すればよく，**教材の代替**が可能なように**カリキュラムの柔軟性**が担保されている．教員 A は，**ビスケット導入による学習効果の向上**を確信し，ビスケットを活用することで，**従来の学習方法の限界の補完**も可能であると考えており，**ビスケットを活用した教育実践の成功**を実感している．ただし，そのためには**教員支援の必要性**も無視できない．

この活動を**主体的な学びのためのビスケット活用**という観点から俯瞰すると，学習困難を抱える児童に対する**教師の認識変容**をもたらしている．その児童の**得意の発見**が，**ビスケットによる潜在能力の発揮**につながり，**主体的な協働学習への参加**が促進されている．また，**ビスケットによる自己表現**の機会を意図的に用意することで，**主体性の育成**が図られ，**ビスケットがもたらす試行錯誤できる環境**があるからこそ，そこで培われる**自信が意欲の源**となり，**学習意欲と自己肯定感の好循環**が得られるのである．

図 12　SCAT により得られた教員 A のストーリー・ライン
Fig. 12　The story line of “teacher A” using SCAT.

表 4　教員 A インタビュー：SCAT による分析シート（RQ1〜RQ3 に関連するものを抜粋）
Table 4　The interview of “teacher A”: analysis by SCAT (Excerpt).

番号	発話者	テクスト	<1>テクスト中の注目すべき語句	<2>テクスト中の語句のいいかえ	<3>左を説明するようなテクスト外の概念	<4>テーマ・構成概念
6	教員 A	そうですね．問題を作るために．まあ友達のやってみて間違っているよという指摘もあったのはあったんですけれども，ああそうかー，って，それでお互いにね，間違い直しもできたので，それもまたよかったのかなと思いました．	間違っているよという指摘/間違い直し	他者からのフィードバック/改善学習	ピアフィードバックの促進/学習の深化と修正	ピアフィードバックを通じた学びの深化
8	教員 A	いや，そんなことがなかったです，すごくよかったと思います．と思います．おんがくで，page2 では，自分で作った旋律の音を聞きながら，鍵盤ハーモニカで弾くことができました．page3 では，page2 で作った旋律を使って，四分音符を八分音符のリズムにかえました．そして，新しい旋律を聞きながら鍵盤ハーモニカで演奏できました．鍵盤ハーモニカが苦手な子も，音を聞きながら演奏することで，すらすらと弾けました．子ども達は，音楽を作ることを楽しんでいました．本当にありがとうございました．私はもう本当に私のお願いしていることを先生がすごい一生懸命やってくださるので，すみませんって．いつも思うんです．．．，ごめんなさいです．	そんなことがなかった/苦手な子も，音を聞きながら演奏することで，すらすらと弾けました/音楽を作ることを楽しんでいました	非常に満足/苦手意識の克服/制作意欲の喚起	学習成果への肯定的な評価/個別最適化された学び/創造性と学習意欲の向上	ビスケットによる学習意欲の向上/個別最適な学びへの導き
17	教員 A	そうですね．合っていれば，そのビスケットを入れる，入れてやることはできるんじゃないか．子どもたちも，ただ計算カードのプリントをやるよりは，こういうもので自分で操作して作った方が，印象にも残るし，理解も深まると思うので，教科の単元に合ったものがあれば入れていってもいいんじゃないかなと思います．ただ，使いこなせないとは思うんですけど私が．	ビスケットを入れる，入れてやることはできる/ただ計算カードのプリントをやるより/自分で操作して作った方が/教科の単元に合ったものがあれば入れていってもいい/使いこなせない	ビスケット導入の可能性/従来の学習方法との比較/能動的な学習体験/単元内容との整合性/教員のスキル不足の懸念	デジタル教材導入の意義/カリキュラム変更の条件/教員研修とその支援の必要性/学習効果の比較優位性	ビスケット導入による学習効果の向上/従来の学習方法の限界の補完/教員支援の必要性

を図った．このように，分析者間での相互検討を通じて，多角的な視点から分析プロセスの妥当性を担保した．

また，分析プロセスの透明化を図るため，理論記述の根拠となる構成概念との対応関係を明示し，第三者が分析過程を遡及して確認可能な状態を確保した．

なお，本研究で用いた SCAT は，データから潜在的な意味を構造化する「発見的」な側面を持つ．そのため，参加者の主観的な納得感に依拠するメンバーチェッキングは，手法の特性上必ずしも適切ではないとの立場 [30] に基づき，本研究ではこれを行っていない．

5.2　SCAT を用いたビスケットによる PLtP の分析

2024 年度のすべての実践が終わった後で，A 小の教員 A と B 小の教員 B に対して，ビスケットを用いた教科の授

© 2026 Information Processing Society of Japan

小学 1 年生へのビジュアルプログラミングツールビスケットを用いた教科における授業実践の実践者による省察によれば，ビスケットの直感的なインターフェースによる高い操作性がもたらす自律的な学習活動は反復実践による学習曲線の上昇をもたらし，高い児童のデジタル適応能力が示された．また，卓越した児童の存在が牽引した休み時間の自発的な学びによって高度なスキルの獲得がもたらされた．発達段階の適合によるつまずきの回避がなされたことで，1 年生への適合性が保証され，心理的安全性の確保による学習意欲の維持につながっている．

インタラクティブな UI のアフォーダンスは，操作のフィードバックが喚起する楽しさをもたらし，思考の外化 (表現) 機能と反復機能を持ったツールと紙教材とのメディア特性の比較を促したところ，静的な媒体である紙媒体の優位性に対して，動的な可視化を行うプログラミングの有効性とともに，シミュレーションを用いた学習への興味関心につながることが指摘された．反復学習におけるデジタルの拡張性と，共有機能がもたらす動的かつ相互作用的な学習環境の創出は，紙媒体の限定的共有時の相互同意による局所的な同期アクセスと比べてデジタル共有時の主体的な非同期アクセスの比較からもわかるように，デジタルによる共有の高い拡張性と即時性が，ビスケットの操作容易性により可能となる児童の自発的な相互参照を促進する．

ビスケットによる就学前後の連続性は，幼稚園での初学者向け題材の強い印象を想起させ，小学校への導入の容易性に繋がった．連続性による認知負荷の低減が既習経験に基づく学習対象への親和性と有能感の喚起を促した．同一支援員と結びついた既習経験の想起から既習経験による安心感が得られ，心理的負担のない円滑な導入や，学習内容の連続性による児童の認知負荷の軽減というカリキュラム接続の実効性が，教育的連携の肯定として示された．そして，就学前の経験と就学後の発展による相乗効果は，さらなる自律的活動がもたらす発展と深化へと導かれる．

ビスケットを実施していない幼稚園からの入学者に対する T 町での実践の転移可能性は，基礎的な操作であれば，反復に基づくスキルの定着による実現可能性を教員 B は確信している．就学後に，T 町で行っている就学前実践の部分的再現や，スモールステップをまとめることによる所要時間の圧縮を施すことにより，簡便な操作に限定した実行可能性への期待が寄せられる．教員 B は，自らのスキル習得は児童から教師への知識・技能の移転であり，そこでは卓越した児童の自己効力感がみなぎる情動的充足に支えられた主体的学習が成立していたと振り返った．

主体的な学習が困難な児童に対する課題におけるビスケットによる学習意欲の喚起，および主体的な学びへの移行の実現可能性の確認では，児童による自律的な知識構築・表現活動を促進するツールであり，多様な学習ツールの一つとしてのビスケットは時系列の変化を捉えるシミュレーションツールとしても支持される．学習意欲を喚起し，内発的動機づけを促すツールであるビスケットは，デジタル・ネイティブ世代の子供たちに学びと遊びのボーダーレス化をもたらし，ICT を活用した学習活動への能動的参加を促す．幼小の分断から遊びと学びの連続性へのパラダイムシフトが起こり，遊びと学びの媒介ツールであるビスケットにより，プレイフル・ラーニングの有効性に気付かされた．（プログラミングを学ぶのではなく，）プログラミングで学ぶことによる選択肢の広がりは，教師と児童の情動的共鳴をもたらし，承認に基づく児童の自己効力感の醸成が得られた．

図 13　SCAT により得られた教員 B のストーリー・ライン
Fig. 13　The story line of “teacher B” using SCAT.

業について半構造化インタビューを実施し，その音声を録音した．教員 A へのインタビューは対面で行い，所要時間は 12 分，全会話数は 25 であった．一方，教員 B へのインタビューは電話で行い，所要時間は 18 分，全会話数は 41 であった．なお，PLtP という用語は著者らの間でのみ使用しており，インタビューでは，「ビスケットによる（プログラミングを含んだ）実践」といういい方を一貫して使用した．本研究で用いた SCAT による分析の全容（手番 0 から手番 4 までの全分析シート）については，既報の研究会報告 [31] に掲載している．

まず，教員 A のストーリー・ラインを**図 12** に示す．文中の太字は，手番 4 で抽出された語句である．また，教員 A の SCAT による分析シートのうち，RQ1〜RQ3 の考察の根拠となった重要な発話箇所を抽出して，再構成を行ったものを，**表 4** に示す．

教員 A のストーリー・ラインから抽出した理論記述は以下の (a)〜(e) である．

(a) ビスケットによる協働的な学びは，学習意欲の喚起・向上，基礎学力の定着をもたらし，個別最適な学びを導くものである．
(b) ビスケットを活用した学習の導入条件として，導入における環境要因，および組織的サポートの重要性があげられる．ここで，環境要因としては，発達段階に合わせた段階的な導入を行うことで実現された，下地となる先行経験がある．
(c) 学習困難を抱える児童も，ビスケットによって協働的な学びへの主体的な参加が促進され，潜在能力を発揮することができる．
(d) ビスケット教材は，必要に応じて従来の教材と代替することが可能である．
(e) ビスケットが試行錯誤できる環境をもたらすことで，そこで培われる自信が意欲の源となり，学習意欲と自己肯定感の好循環が得られる．

次に，教員 B について行った SCAT による分析のストーリー・ラインを**図 13** に示す．また，教員 B の SCAT による分析シートのうち，RQ1〜RQ3 の考察の根拠となった重要な発話箇所を抽出して，再構成を行ったものを**表 5** に示す．

また，教員 B のストーリー・ラインから抽出した理論記述は，以下の (a')〜(c')，(f)〜(i) である．(a')，(b')，(c')

© 2026 Information Processing Society of Japan

表 5　教員 B インタビュー：SCAT による分析シート（RQ1〜RQ3 に関連するものを抜粋）
Table 5　The interview of “teacher B”: analysis by SCAT (Excerpt).

番号	発話者	テクスト	<1>テクスト中の注目すべき語句	<2>テクスト中の語句のいいかえ	<3>左を説明するようなテクスト外の概念	<4>テーマ・構成概念
12	教員 B	そうですね．そこをしっかりと，それぞれの良さがあるっていうか，その変化の様子を自分で，こう，自分で動かせるじゃないけど，動きがあるのがいいんですよね．紙だとしっかり見て学べば，アサガオでも何でもしっかり見て，細かいとこまで見て表現するっていうのでは，やっぱり紙の方があれですね．ペンでなかなか書こうとかって書くのもね，なかなか大変だったりするので，しっかり描いて書くとかっていう面に観察的なやつは紙がいいなって思いますけど，その成長の変化の様子をまとめるとか，そういうやつだとこう，変化があるからプログラミングでやってみるっていうのはすごく面白いかな．あの，紙でも変化は追ってるんですよ．カードみたいなので，どんどんどんどん双葉から本葉が出て，つるが出て，っていうやつでもあるんですけど，実際ぽんぽん，ぽんぽんと成長していく様子を自分でまとめられるっていう点では，プログラミングの方が面白いっていうか．子どもたちは楽しいんじゃないですかね．	それぞれの良さ/変化の様子/自分で動かせる/動きがあるのがいい/紙だとしっかり見て/細かいとこまで見て表現する/観察的なやつは紙がいい/成長の変化の様子をまとめるとか，そういうやつだとこう，変化があるからプログラミングでやってみるっていうのはすごく面白い/紙でも変化は追ってる/ぽんぽんぽんぽんと成長していく様子を自分でまとめられる/プログラミングの方が面白い/子どもたちは楽しい	デジタルの動きのよさ/紙はしっかり見て細かく表現/観察における紙の優位性/メディアの違いによるアフォーダンスへの影響/プログラミングによる動きのある楽しさ	媒体固有性/デジタルの可動性/デジタルのアフォーダンス/紙の静的表現の優位性/紙のアフォーダンス/紙のメディア特性/デジタルのメディア特性/シミュレーション/デジタルの楽しさ/デジタルの動的表現/児童にとってのデジタルの面白さ・楽しさ	静的な媒体である紙媒体の優位性/動的な可視化を行うプログラミングの有効性/シミュレーションを用いた学習への興味関心
14	教員 B	共有するのはすごくいいと思います．共有するのには，あの紙のカードでも友達同士問題出し合いましょうとか，シャッフルしてきたカードで答えられるとか，トランプみたいな感じで計算の練習とかをしたりもするんですけど，そうするとやっぱり 1 対 1 とか 1 対 2 ぐらいでやりますけど，クラス全体でじゃあ誰々くんの問題をみんなでやってみようとか，自由に選んで，そういういろんなみんなで共有クラスみんなで共有するのには，ああやってタブレットを使ってやるとやりやすいと思います．	共有するのはすごくいい/紙のカードでも友達同士問題出し合いましょう/1 対 1 とか 1 対 2/クラス全体で/誰々くんの問題をみんなでやってみよう/自由に選んで/クラスみんなで共有する/タブレットを使ってやるとやりやすい	デジタルと紙のスケーラビリティの違い/デジタルによるクラス全体への任意の要素の共有/デジタルの共有操作の容易性	デジタルの共有性/紙の共有の制約/紙のスケーラビリティの低さ/デジタルのスケーラビリティの高さ/ピア・ラーニング/児童の主体性・選択性/デジタルの広域共有性/デジタルの操作容易性	紙媒体の限定的な共有/デジタルによる共有の拡張性と即時性/ビスケットの操作容易性により可能となる児童の自発的な相互参照
35	教員 B	あれですね，その主体的に学習するっていういろんな指導とか支援の中の 1 つとして，その自分で作って自分でまとめるっていうやつは，そのビスケットを活用するっていうのも，その中の 1 つの方法としては 1 つの方法としてはいいんじゃないかなって思います．それだけでっていうわけにはいかないからあれですけど，このいろんな方法，調べ学習とかグループ学習でとか，いろんな方法のある中の 1 つに，その自分でタブレット使って，プログラミングで学んだことを生かしまとめていくっていう，変化とか，特に本当にドリルもできますけど，そういう 1 年生だったら，ああいう朝顔の成長の過程をどんどん変化させてまとめていくとか，ああいうのだったらいいんじゃないかなって思います．	主体的に学習する/指導とか支援の中の 1 つ/自分で作って自分でまとめる/ビスケットを活用する/その中の 1 つの方法/それだけでっていうわけにはいかない/いろんな方法のある中の 1 つ/プログラミングで学んだことを生かしまとめていく/変化とか/ドリルも/朝顔の成長の過程をどんどん変化させてまとめていくとか/ああいうのだったらいいんじゃないかな	主体的な学習の支援/ビスケットは自学自習の方策の 1 つ/プログラミングの学習の有効利用/変化のプログラムによる記述/反復練習のプログラムによる記述/肯定的なプログラムの利用	主体的な学習方法の多様性/ビスケットの学習ツールとしての位置づけ/ツールの適材適所/ツールの限界/変化の学習手段/反復練習の学習手段/ビスケットの有効な活用	多様な学習ツールの 1 つとしてのビスケット/児童による自律的な知識構築･表現活動を促進するツール/時系列の変化を捉えるシミュレーションツール

は，教員 A の理論記述における (a)，(b)，(c) と類似していたため，それぞれ「’」を付して記した．

(a’) ビスケットは，児童の高い適応能力を引出し，反復学習や自律的学習につながった．その要因としては，UI のアフォーダンスが肯定的情動をもたらしたことがあげられる．

(b’) 幼稚園段階からの連続性が，有能感と安心感を導き，心理的安全性と学習意欲につながった．一方で，幼稚園段階との連続性がない場合でも，基礎的スキルからはじめることで，実現可能性がある．

(c’) 主体的な学習が困難な児童に対しても，ビスケットによる自律的な知識構築・表現活動の促進は有効であり，学習意欲を喚起し，内発的動機づけを促す．

(f) 卓越した児童の存在が学びの牽引や他の児童の自発的

© 2026 Information Processing Society of Japan

学びにつながった．また，卓越した児童から教員への知識・技能の転移は主体的学習につながった．

(g) プログラミングによる思考の外化と反復は学習への興味と関心を導いた．デジタルによる共有の拡張性と即時性がコミュニケーションを促した．

(h) 学びと遊びのボーダーレス化がもたらされ，ICT を活用した学習活動への能動的参加を促す．幼小の分断から遊びと学びの連続性へのパラダイムシフトが起きる．

(i) 反復学習におけるデジタルの拡張性と，共有機能がもたらす動的かつ相互作用的な学習環境の創出は，児童の自発的な相互参照を促進する．

一方，次の (1)〜(5) は，著者らが実践した PLtP の活動の中で，特に重要と考えている点で，これらは理論記述 (a)〜(e) および (a')〜(i) におおむね沿っている．

(1) 言語化のサポート手段を提供—言語化が未熟な児童でも，ビスケットによって動きを表現できることで，思考力・判断力・表現力を発揮する場所が得られる（(a), (a') に関連）．

(2) 複数の立場の使い分けをサポート—問題を作成する場面と解く場面など，複数の場面をうまく使い分ける事を可能とする．また，その役割を複数人で分担することができる（(c), (c'), (i) に関連）．

(3) 幼小接続がある場合の活用，およびそれがない場合の活用—幼稚園段階でのビスケット体験による幼小接続の効果は大きかった．一方，それがない場合もそれに相当する体験を時間をとって行えば十分対応可能と考えられる（(b), (b') に関連）．

(4) 従来の教材との互換性および拡張性—ビスケットによる教材は，絵や文字が自由に使えるので，従来の教材の代替として十分機能する．さらに，プログラミングツールとしての長所も兼ね備えている（(d), (e) に関連）．

(5) 従来教材であまり対応できていなかった児童へのサポート—消極的な児童，学習に困難を抱える児童でも，ビスケットを使う場合はその中で発言がしやすく，そのことで自信や主体性を持つことができる（(c), (c') に関連）．

6. 研究課題についての考察

以下，研究課題について，1 つずつ検討を行う．

RQ1：PLtP による授業は，児童 1 人ひとりの進度や興味に応じた「個別最適な学び」を実現し，学習に対する主体的な態度を引き出すか．

著者らが PLtP の授業で体験したところでは，児童はそれぞれに興味を持った対象物を絵やプログラムで表現し，思いどおりに動かそうとしていた．

たとえば，くっつきの文字の単元では，自分がもらってうれしい「はなまる」を描き，終わりの方では自分が選んだ単語や助詞のクイズを作っていた．けいさんカードでも，好きな数字の組み合わせで問題を作り，正しい結果であることを自分で確認してプログラムを作っていた．なお，C 小における「ひきざん」の実践の失敗から分かるように，興味関心を引くために過度な演出をするよりも，児童の多様な活動を配慮したシンプルな教材作成を心がけるべきである．

SCAT シートから得られた理論記述のうち，(a)，(a')，(c)，(c')，(e)，(f) が，RQ1 に関係していると思われる．

細かく見ると，教員 A の SCAT シートの 8 番では，「鍵盤ハーモニカが苦手な子も，音を聞きながら演奏することで，すらすらと弾けました．」というテクストから，「個別最適な学びへの導き」というテーマを導いている．一方教員 B の SCAT シートの 35 番では，「いろんな方法のある中の 1 つ」，「プログラミングで学んだことを生かしまとめていく」というテクストから，「児童による自律的な知識構築・表現活動を促進するツール」というテーマを導いている．

全体として，PLtP の授業において，それぞれの児童が，興味を持った対象物を表現し，試行錯誤しながらプログラミングすることにより，主体的な学びを実現していた．

これらのことから，PLtP による授業は，児童 1 人 1 人の進度や興味に応じた「個別最適な学び」を実現し，学習に対する主体的な態度を引き出すといえる．

RQ2：PLtP による授業は，児童間の相互作用を誘発し，「協働的な学び」を促進するか．

著者らが PLtP の授業で体験したところでは，児童は教員の促しを待たずに，自発的に友達同士のプログラムを見合って，真似してみたり，やり方を聞いたり，教えたりしながら，授業を受けていた．

たとえば，けいさんカードの単元では，友達の作った問題が自動的に共有されるので，自分の問題ができた児童は，他の児童の問題を順番に解くことを楽しんでいた．

SCAT シートから得られた理論記述のうち，(a)，(a')，(c)，(c')，(g)，(i) が，RQ2 に関係していると思われる．

細かく見ると，教員 A の SCAT シートの 6 番では，友達から計算カードの答えが間違っていることを指摘されて修正するという，協働プロセスを経て理解が深化している様子をとらえている．また，教員 B の SCAT シートの 14 番では，クラス全体で誰か 1 人のけいさんカードを共有するという，紙のカードではできない広がりを持った協働的な学びが行われた．

全体として，PLtP では 1 つはプログラムという電子的な媒体が元となっているために，またもう 1 つはプログラムという共通の「もの」を皆が扱っているために，児童間の共同作業を促し，それによって，多くの協働的な学びが実現された．

これらのことから，PLtP による授業は，児童間の相互

© 2026 Information Processing Society of Japan

作用を誘発し，「協働的な学び」を促進するといえる．

RQ3：PLtP による授業は，ねらいとする教科内容の深い理解および知識の定着に寄与するか．

著者らが授業で体験したところでは，PLtP による授業は，楽しみながら取り組むことで，普通の授業に比べて，教科内容の理解・定着に大きな働きを持つことが多く見られた．

たとえば，音楽の創作活動において，紙の上で作った曲を鍵盤ハーモニカで演奏するために，まずタブレットでの PLtP プログラムによる演奏を行い，創作したメロディーを理解してから，実際に楽器で演奏することは，教科内容の理解と定着に大きな効果を及ぼした．

SCAT シートから得られた理論記述のうち，(a)，(a')，(f)，(h) が，RQ3 に関係していると思われる．

細かく見ると，教員 A の SCAT シートの 17 番のテクストの「自分で操作して作ったほうが，印象にも残るし，理解も深まる」から，「学習効果の向上」，「従来の学習方法の限界の補完」が導かれている．一方教員 B の SCAT シートの 12 番で「ぽんぽん，ぽんぽんと成長していく様子を自分でまとめられる」というテクストから「シミュレーションを用いた学習への興味関心」というテーマを導いており，ビスケットによるシミュレーションを用いることで，学習内容の習得・定着が図られることが期待される．

実際，SCAT による分析に加えて，4.2 節で示したように，PLtP で学習した A 小の児童の方が，PLtP を用いなかった B 小の児童よりも，くっつきの文字クイズの正答率が有意に高く，効果量（Cohen's d）も大きかったことは，PLtP による授業が，教科内容の理解を深め，定着を促進するうえで，質的・量的の両面から，一定の有効性を有していることを裏付けている．

全体として，児童はプログラミングを楽しみながら教科の学習に取り組むことができ，また，プログラミングが教科内容の理解を助けるシミュレーションツールとしても機能するため，PLtP は，各教科において学習内容の理解・定着を図るうえで，有効な一助となりうることを示している．

これらのことから，PLtP による授業は，教科内容の理解・定着に寄与するといえる．

7. まとめ

本稿では，プレイフル・ラーニングの考え方をプログラミングと組み合わせて教科学習に活かす教育手法として，プレイフル・ラーニング・スルー・プログラミング（Playful Learning through Programming，PLtP）を提唱し，その効果を小学校 1 年生の教科学習を題材として調査した．その結果，T 町のように幼稚園段階でビスケットによる遊びを受け入れている児童についていえば，ビスケットを用いた PLtP が，小学 1 年生の教科の学習に有効であった．

今後は，より多くの学年・教科・単元について，その効果を確認して行くとともに，幼稚園段階でプログラムを動かした経験がない児童のために，数時間のキックオフを提供する方法も考えて行きたい．

謝辞　本研究の実施にあたって，ご協力くださった福島県 T 町の教育委員会・学校関係者各位に感謝の意を表します．

本研究については，東京女子体育大学研究倫理委員会に，研究倫理審査を申請し，承認番号：「研倫審・2025 - 01 号」により承認されている．また，授業実践の実施および児童の学習データの研究利用については，福島県 T 町教育委員会教育長の許諾を得たうえで，各校長の了解のもとに行った．

参考文献

[1] Hirsh-Pasek, K.: *A mandate for playful learning in preschool: Applying the scientific evidence*, Oxford University Press (2009).
[2] 文部科学省：幼稚園教育要領 (2017)，入手先 ⟨https://www.mext.go.jp/content/1384661_3_2.pdf⟩（参照 2026-05-11）．
[3] 厚生労働省：保育所保育指針 (2017)，入手先 ⟨https://www.mhlw.go.jp/web/t_doc?dataId=00010450⟩（参照 2026-05-11）．
[4] 厚生労働省：幼保連携型認定こども園教育・保育要領 (2017)，入手先 ⟨https://www.mhlw.go.jp/web/t_doc?dataId=00010420⟩（参照 2026-05-11）．
[5] 文部科学省：小学校学習指導要領（平成 29 年告示）(2017)，入手先 ⟨https://www.mext.go.jp/content/20230120-mxt_kyoiku02-100002604_01.pdf⟩（参照 2026-05-11）．
[6] 文部科学省：初等中等教育における教育課程の基準等の在り方について（諮問）(2024)，入手先 ⟨https://www.mext.go.jp/content/20241226-mxt_kyoiku01-000039494_1.pdf⟩（参照 2026-05-11）．
[7] 今井むつみ：学力喪失—認知科学による回復への道筋，岩波書店 (2024).
[8] Massachusetts Institute of Technology, National Science Foundation, Siegel Family Endowment, LEGO Foundation: Scratch - Imagine, Program, Share，available from ⟨https://scratch.mit.edu/⟩ (accessed 2026-05-11).
[9] デジタルポケット：ビスケット viscuit — コンピュータは粘土だ!!，入手先 ⟨https://www.viscuit.com/⟩（参照 2026-05-11）．
[10] 渡邉景子：幼稚園におけるプログラミング実践，研究報告コンピュータと教育（CE），Vol.2023-CE-169, No.31, pp.1–6 (2023).
[11] 渡邉景子，久野　靖，角田博保，中山泰一：ビスケットプログラミングによる幼小接続の提案，研究報告コンピュータと教育（CE），Vol.2024-CE-173, No.6, pp.1–5 (2024).
[12] The LEGO Foundation:5 signs you're (already) a playful parent, available from ⟨https://learningthroughplay.com/how-we-play/5-signs-you-re-already-a-playful-parent⟩ (accessed 2026-05-11).
[13] 渡邉景子，久野　靖，角田博保，赤池英夫，中山泰一：プレイフル・ラーニング・スルー・プログラミング PLtP の小学校低学年への適用，研究報告コンピュータと教育（CE），Vol.2025-CE-181, No.12, pp.1–6 (2025).
[14] Price, S., Rogers, Y., Scaife, M., Stanton, D. and Neale, H.: Using 'tangibles' to promote novel forms of playful learning, *Interacting with Computers*, Vol.15, No.2, pp.169–185, DOI: 10.1016/S0953-5438(03)00006-7

© 2026 Information Processing Society of Japan

(2003).
[15] Kangas, M.: Creative and playful learning: Learning through game co-creation and games in a playful learning environment, *Thinking Skills and Creativity*, Vol.5, No.1, pp.1–15, DOI: 10.1016/j.tsc.2009.11.001 (2010).
[16] Barman, L. and Kjällander, S.: Playful and Meaningful Learning of Programming. What Does It Take to Integrate an App-Based Game Promoting Digital Mathematics into Early Childhood Education?, *Designs for Learning*, Vol.14, No.1, pp.165–178 (2022).
[17] 徳島県立総合教育センター：徳島県のプログラミング教育，入手先 ⟨https://programming.tokushima-ec.ed.jp/⟩（参照 2026-05-11）.
[18] 竹林芳法，辰己丈夫，渡邉景子，原田康徳：小学校教員，教育関係者，開発者のコミュニティによる小学校におけるプログラミング教材の開発と実践，研究報告コンピュータと教育（CE），Vol.2016-CE-137, No.9, pp.1–8 (2016).
[19] 竹林芳法：教科内で「プログラミングで学ぶ」教材案の紹介と作成デモ，情報教育シンポジウム論文集，Vol.2017, No.36, pp.221–224 (2017).
[20] 竹内道夫：ピアジェの構成主義と教育：ピアジェが私たちに投げかけたもの，あるむ (2015).
[21] シーモア・パパート：マインドストーム：子供，コンピューター，そして強力なアイデア，未来社 (1995).
[22] 甲斐睦朗ほか：こくご 一 上 | かざぐるま，pp.78–79, 光村図書出版 (2024).
[23] 渡邉景子，久野　靖，角田博保，中山泰一：プログラミングを用いた小学校初年次の学習の成果と課題，研究報告コンピュータと教育（CE），Vol.2024-CE-177, No.23, pp.1–8 (2024).
[24] 田村　学，奈須正裕，吉田豊香ほか：どきどきわくわく新編あたらしいせいかつ 上，pp.26–35, 東京書籍 (2024).
[25] 甲斐睦朗ほか：こくご 一 上 | かざぐるま，pp.112–117, 光村図書出版 (2024).
[26] 清水美憲，真島秀行ほか：新編あたらしいさんすう 1 ②，pp.67–68, 83–84, 東京書籍 (2024).
[27] 新実徳英ほか：小学音楽おんがくのおくりもの 1，p.59, 教育出版 (2024).
[28] 大谷　尚：4 ステップコーディングによる質的データ分析手法 SCAT の提案—着手しやすく小規模データにも適用可能な理論化の手続き，名古屋大学大学院教育発達科学研究科紀要，教育科学，Vol.54, No.2, pp.27–44 (2008).
[29] 大谷　尚：SCAT: Steps for Coding and Theorization—明示的手続きで着手しやすく小規模データに適用可能な質的データ分析手法，感性工学，Vol.10, No.3, pp.155–160 (2011).
[30] 大谷　尚：質的研究の考え方—研究方法論と SCAT による分析まで，名古屋大学出版会 (2019).
[31] 渡邉景子, 久野　靖, 角田博保, 赤池英夫, 中山泰一：PLtP 実践授業への質的分析法 SCAT の適用，研究報告コンピュータと教育（CE），Vol.2026-CE-183, No.13, pp.1–22 (2026).



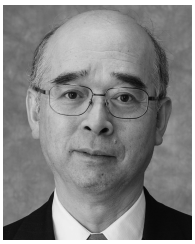
渡邉 景子　（正会員）

1989 年東京学芸大学大学院教育学研究科修了，2026 年電気通信大学大学院情報理工学研究科情報・ネットワーク工学専攻単位取得退学．小学校常勤講師，人材派遣会社社員，いわき明星大学情報科学教育研究センター嘱託職員，福島学院短期大学非常勤講師，いわき明星大学科学技術学部研究助手，聖心女子大学および聖心女子専門学校非常勤講師，東京女子体育大学・東京女子体育短期大学講師を経て，2021 年より同大学・同短期大学准教授．日本教育工学会，日本教育情報学会，日本天文教育普及研究会等の会員．本会シニア会員．



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単位取得退学．同大学助手，筑波大学講師，助教授，教授，電気通信大学情報理工学研究科教授を経て，同大学特命教授．筑波大学名誉教授．理学博士．2017 年度科学技術分野の文部科学大臣表彰科学技術賞受賞．日本学術会議特任連携会員．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．



角田 博保　（正会員）

1974 年東京工業大学理学部情報科学科卒業．1981 年同大学大学院博士課程単位取得退学．1982 年電気通信大学計算機科学科助手．1990 年同大学情報工学科講師，1992 年助教授，2007 年准教授，2016 年定年退職．現在，電気通信大学客員教授．理学博士（東京工業大学）．情報教育，教育支援システム，ヒューマンコンピュータインタラクション，文字列処理等に興味を持つ．2021 年度本会学会活動貢献賞．ACM 会員．本会シニア会員．

© 2026 Information Processing Society of Japan



赤池 英夫　（正会員）

1988 年電気通信大学計算機科学科卒業．1990 年同大学大学院修士課程修了．1994 年同大学院博士課程単位取得退学．1996 年電気通信大学電気通信学部助手．2010 年電気通信大学大学院情報理工学研究科助教．HCI，インタラクティブシステムに関する研究に従事．博士（工学）．2021 年度山下記念研究賞受賞，2023 年度本会論文賞受賞．ヒューマンインタフェース学会会員．本会シニア会員．



中山 泰一　（正会員）

1988 年東京大学工学部計数工学科卒業．1993 年同大学院工学系研究科情報工学専攻博士課程修了．博士（工学）．同年電気通信大学情報工学科助手．現在，同大学院情報理工学研究科教授．計算機システム，並列分散処理，情報教育の研究に従事．本会では，論文誌ジャーナル編集委員会編集長，教育担当理事，事業担当理事，監事を歴任．2014 年度学会活動貢献賞，2016 年度山下記念研究賞，2017 年度科学技術分野の文部科学大臣表彰科学技術賞．日本学術会議連携会員．国立情報学研究所客員教授．電子情報通信学会，IEEE-CS 等の会員．本会フェロー．

© 2026 Information Processing Society of Japan