

乳児の造形遊びにみる論理的思考の萌芽 —クラフト紙の遊びからみたプログラミング的思考の 発達段階の体系化を目指して—

椎 橋 げんき
大 貫 麻 美
石 沢 順 子

1. 問題の所在

平成28年に閣議決定された第5期基本計画において、世界に先駆けた「超スマート社会」の実現（Society5.0）が示された（内閣府，2016）。このSociety5.0の時代における教育を検討した文部科学省内のタスクフォースは、高等学校時代において、「思考の基盤となる STEAM（Science, Technology, Engineering, Art, Mathematics）教育を、すべての生徒に学ばせる必要がある。こうした中で、より多くの優れた STEAM人材の卵を産みだし、将来、世界を牽引する研究者の輩出とともに、幅広い分野で新しい価値を提供できる数多くの人材の輩出につなげていくことが求められている。」としている。また、このSociety5.0における学校教育を学校 ver.3.0（「学び」の時代）と設定し、能力のレベル段階を縦軸とした「K-16 プログラム」や、人生100年時代のリカレント教育を前提とした教育の在り方が示されている。この中では「STEAM重視のプログラムにおける他者との協働を通じた価値創出のための学び（体験重視）」を支える基盤として「苦心してモノを作り上げる力」や「未知の世界に挑戦する好奇心」が示されており、幼少期からこれらを育成することが期待されていると考

えられる。

日本では2017年に小学校学習指導要領が改訂され、小学校でのプログラミング学習が必修化となった。小学校学習指導要領解説総則編（2017）の要点として「主体的・対話的で深い学び」の中で「情報手段の基本的な操作の習得やプログラミング教育を新たに位置付けた。」としている。また、「小学校においては、児童がプログラミングを体験しながら、コンピュータに意図した処理を行わせるために必要な論理的思考力を身に付けるため」とし、小学校段階のプログラミングの学習活動のねらいは、プログラミング言語を覚えたり、プログラミングの技能を習得したりといったことではないと示している。つまり、小学校でのプログラミング教育は論理的思考力を育み、身近な問題の解決に主体的に取り組む態度やコンピュータ等を上手に活用してよりよい社会を築いていこうとする態度などを育むこと、またプログラミングの体験を通して教科等で学ぶ知識及び技能等をより確実に身に付けさせることである。

小学校プログラミング教育の手引き（三版，2020）では、プログラミング的思考を、「自分が意図する一連の活動を実現するために、どのような動きの組合せが必要であり、一つ一つの動きに対応した記号を、どのように組み合わせたらいいのか、記号の組合せをどのように改善していけば、より意図した活動に近づくのか、といったことを論理的に考えていく力」と示されている。また、「子供たちが、情報技術を効果的に活用しながら、論理的・創造的に思考し課題を発見・解決していくためには、（中略）意図する処理がどのようにすればコンピュータに伝えられるか、さらに、コンピュータを介してどのように現実世界に働きかけることができるのかを考えることが重要になる。」と述べている。プログラミング学習で使用するプログラミング教材について吉田、阿部ら（2017）の研究から3つに大別することができるが（図1）、コンピューターを介するには図1の①か

②を用いることになる。このようにコンピューターを用いる場合、佐々木(2020)は「プログラミング言語を用いて、児童が考えた動きを、コンピューターの画面上のスプライト(キャラクター)などの他者に投影して考える必要がある。」とし、その際に他者への視点移動の必要性を説いている。この視点移動の能力はピアジェの認知的発達段階の「前操作期(小学校低学年)」では獲得していないとされる。つまり、それ以前の乳幼児期では他者に投影する視点移動能力は獲得できていないことが予想される。そのため、プログラミング教材③アンプラグドプログラミングについても、視点移動が必要となる教材は乳幼児期には活動導入時に指導者による意図的な介入などがもとめられる教材であると推測できる。

たとえば橋本(2019)は幼児を対象をした③についての関わりとしてロボットを活用した造形表現活動とプログラミング的思考との接点について検証を行なっているが、一連の活動が学習課題として設けられ、研究対象の幼児は「指導者からのプログラミングや紙工作に関する情報を活用」するなど、導入時に指導者がプログラミングの見本の提示を行なっている。そのため、遊びの内容や広がりが指導者の掲示したプログラミングをさせる範囲内となる。また、橋本(2019)が示している「ロボットを活用した造形表現活動『楽しく動く玩具づくり』展開内容」は教師の支援に『『ロボットをシールで思い通りに動かして、その動きを使った玩具を作ってみないか』と提案する』と記されている。つまり、この検証ではプログラミングの体験ができるようにするための導入がされており、それに即した遊びが

- | |
|--|
| <ul style="list-style-type: none">① ビジュアル型プログラミング: コンピューターやタブレットの画面上で操作する。② フィジカル型プログラミング: 主にコンピューターからセンサーやモーターなどに入力して物理的な操作する。③ アンプラグドプログラミング: コンピューターを使わずにパズルなどでコンピューターの仕組みや概念を学ぶ。 |
|--|

図1. プログラミング教材について吉田、阿部の研究(2017)を参考に3つに大別

求められるため、子どもの行動が制限されうる点が危惧される。

一方、乳幼児の発達についてみると舟井は（2014）は「作ること」の発達を整理し、素材が変わっても「手に取って遊ぶ子どもの行為（遊び方）はそれぞれの年齢でほとんど同じ」と述べている。また、「描くこと」の発達研究がしっかり区分比較されていることから、「作ること」の発達を区分比較している研究の乏しさを示唆し、「年齢別に見る素材に関わる子どもの行為」を示した。図2は舟井（2014）の示した「作ること」の発達に見られる「遊びに内在する要素を確かめる行動」について乳幼児を中心にしたものである。舟井（2014）は0歳児の素材に関わる子どもの行為（あそび）について「素材を確かめる行為」、1歳児には「素材に触

0歳児	1歳児	2歳児	3歳児	4歳児	5歳児	備考
口に入れる・噛む・におう・なめる・手で触る・叩く・投げる・蹴る・振り回す・見つける・入れる・出す・音を楽しむ・足を入れる・破く・引っぱる・つまむ・突つつく	「素材を確かめる行為」					3歳児まで継続されていく行為と、2歳児以降で徐々に消えていく行為が含まれる
	集める・並べる・重ねる・つなげる・足で引きづる・大小に気づく・軽重に気づく・はさむ・転がす・ちぎる・穴に通す・保育者の真似をする・隠す・詰める・保育者に呼びかける	「素材に触れて確かめる行為」				5歳児まで継続されていく行為と3歳児以降で徐々に消えていく行為が含まれる
		並べ替える・線に並べる・面に並べる・高く積む・積み方を考える・分ける・大きさや種類に分ける（分類する）・模様や種類にこだわる・ごっこ遊びをする	大小に積み替える。大きさに揃える。など	色や形できちんと分類する。大中小に分類し、形作る意味を示す。など	まとめる。配置する。など	2歳児以降は継続していく行為となる
		「関心・行動的な行為」	「物との関わり・ごっこからの構成的な行為」	「構成的な行為」	「構成的な行為」	

図2. 主に乳幼児期の遊びに内在する要素を確かめる行動（遊び方）の発達（舟井（2014）の「作ること」の発達を基に筆頭者が作成）

れて確かめる行為」と区分している。矢印はその行為が継続していくことを示している。0、1歳児の行為の特徴として、確かめるために口に入れる行為や口に入れてなめて確かめる行為など徐々に消えていく行為も含まれている。この徐々に消えていく行為の存在は小学校では見られない行為であり、乳幼児期に独特の視点となる。

図3に示すように0歳児であっても素材に触れようと何度も手を伸ばすなど強い思いが現れている行為が見られることは多い。0歳児からの連続的な発達段階を重視したプログラミング教育を検討するためには乳幼児が遊んでいる過程で示すプログラミング的思考の


乳児の活動	活動の様子
	抱っこされている状態から、なんとかマルチシートに手で触れようとしている様子。

図3. 抱っこされながらもマルチシートに触ろうとする様子

萌芽を抽出し、発達段階に即してそれらを体系化していくことが有効であろう。本研究では、その基礎的研究として乳児が遊びの過程で示したプログラミング的思考の萌芽を抽出・整理することを試みた。

2. 研究目的

本研究ではアンプラグド・プログラミングに着目し、0歳児（以下、乳児）の造形遊びに見られるプログラミング的思考の萌芽を抽出し、そして、抽出したプログラミング的思考の萌芽を乳幼児の発達段階に即して体系化することを試みる。

椎橋ら（2020）において、文部科学省の小学校プログラミング教育の手引（第三版，2018）によるプログラミング的思考の定義を基に「プログラミング的思考の要素」を整理した（図4）。また、この論文では小学校就学前の子どもの造形遊びの中で論理的思考が発揮されていることを明らかにし

た。本研究では、この図4に示す「プログラミング的思考の要素」に着目しつつ、椎橋ら（2020）の調査対象より更に低年齢の0歳児の造形遊びにおいて、どのようなプログラミング的思考の萌芽が見られるかを調査することとした。

プログラミング的思考について、図4の論理的思考に位置付けられている①～③の積み上がるイメージは「プログラミング的思考は繰り返し学習することで高次に育つ」（文部科学省、2018）とされていることを反映させた。またこの①から③は行きつ戻りつすると考えられる。本研究はこの図を基に、乳幼児期のプログラミング的思考の発達を考察する。

プログラミング的思考	④	その記号の組合わせがどの順番になるかがわかる（関係性を思考する力）
	③	個々の動きに対応する記号がわかる（分析） ↑ ↓ ② ①の活動のために必要な複数の動きがわかる（分類） ↑ ↓ ① 意図する一連の活動がある（気づき）

図4. プログラミング的思考の要素

3. 研究方法

1). 調査対象と方法

調査は平成30年度内に研究協力の承諾を得た茨城県内の私立の幼保連携型認定こども園（以下、調査協力園）0歳児クラスの通常の保育場面で行われた。造形遊びの環境として90×120cmに裁断した「黄土色のクラフト紙（以下、クラフト紙）」、「白色の不織布（以下、不織布）」、「園芸で 사용되는黒いポリエチレンマルチシート、以下、マルチシート）」、「透明ビニールシート」、を0歳児クラスの部屋に子どもが自由に取れるように設定した。色や質の違いは乳児が素材の何に興味を示したかを検討するために留意した。それぞれの特徴は図5の通りである。

素材	触った時の音	光の透過性	可塑性
黄土色のクラフト紙	◎	△	◎
白色の不織布	×	○	○
黒のマルチシート	○	×	△
透明ビニールシート	○	◎	△

- 触った時の音：◎触れると部屋中に聞こえる程度の音、○触った時に触った本人や周囲にいる人に聞こえる程度、×ほとんど音がしない
- 光の透過性：◎最も透過性がよい（そのまま全て見透かせる）、○半透明で透ける、△透けては見えないが明るさはわかる、×強い光でないと光を通さない
- 可塑性：◎力を込めた形については形を留める性質が強い、○自重を支えられる範囲では形を保つが、可塑性は低い、△張りがあるが細かな形を留めることが難しい

図5. 素材の特性

◇それぞれの素材の特徴について

• 触った時の音について

黒のマルチシート、透明ビニールシートは触った時に触った本人や周囲にいる人に聞こえる程度の音がする。クラフト紙は触れると部屋中に聞こえる程度の音がでる。不織布はほとんど音がしない。

• 光の透過性について

素材で光を隔てた際に隔てられた側からどれくらいの光を感じるか、ということと比較している。透明ビニールシートが最も透過性がよい。不織布は半透明で透ける素材である。クラフト紙は透けては見えないが明るさはわかる。マルチシートは強い光でないと光を通さない。

• 可塑性について

クラフト紙が一番高く、形を留める性質が強い。マルチシートや透明ビニールは自重を支えられる範囲では形を保つが、可塑性は低い。不織布は張りがあるが細かな形を留めることが難しい。

分析対象は0歳児クラス（0～1歳）の7名（内2名は保育者が抱っこをしている状態）である。調査方法は活動場面を撮影した動画映像記録からの読み取りである。

2). 分析の観点

乳児が遊ぶ活動の中で、図4のプログラミング的思考の要素の萌芽となる行動を抽出した。ここで萌芽と表現する理由は、乳児が自覚し使用しているかどうかに関わらず、乳児の行動内に結果として見られた思考過程を抽出しているためである。

4. 結果と考察

乳児がクラフト紙で遊ぶ場面でプログラミング的思考の萌芽が確認された。さらに、「図4のプログラミング的思考の要素」の論理的思考の①と③の段階を行きつ戻りする活動があった。活動事例を以下に図示する。

<事例1>

活動開始時には、クラフト紙に手で触れる行為や、クラフト紙を動かして音を楽しむ行為などが散見された。活動初期には、クラフト紙を手にした時の行為から違う行為に移行し、クラフト紙を確かめている様子があった。図6の右図ではクラフト紙の可塑性に気付き、今持っている形を維持したまま集めようとしている。一方で、その前の段階（図6の左図）では

乳児の活動（事例1）	活動の様子 （左から時系列）
	手前の乳児Bが奥の乳児Aと一緒にクラフト紙の音を楽しんでいる（左図）。手で擦り合わせたり、握ったりして楽しむうちに、クラフト紙を抱え込む（中図）。その後はクラフト紙を丁寧にたたみ集める（右図）。

図6. 乳児Aと乳児Bがクラフト紙で遊ぶ様子

叩いて音が出ることを楽しんでいた。ここでは、音や形の変化に即して次の行動を決定する様子は見られず、情動的に感触を楽しむ行為があったと考えられる。しかしその後、手で擦り合わせたり、握ったりして楽しむ（図6の中央図）行動を経て、クラフト紙の可塑性に気付き、丁寧に畳み集める様子（図6の右図）が見られた。つまり、左図から中央図の行動に移行した時には、紙の特性を考え、扱い方に注意を払う必要性があることへの「気付き（図4の①）」は見られなかったが、右図の行動では見られるようになっていた。このことから、中央図から右図の行動に至る過程に「気付きの萌芽」があったと考えられる。

このことから、プログラミング的思考以前に「遊びに内在する要素を確かめる（感じる）」が存在すると考えられる。ここでの「遊びに内在する要素を確かめる（感じる）」とは遊びの中で次の行動へのつながりや意図はないが教材、教具、自らの行動、他者の行動、環境などに関わって感じていることを示す。

<事例2>

事例1の乳児Bが音を鳴らしている活動（図6の左図）と並行して、乳児Cの活動に変化があった（図7の上段）。乳児Cは周囲を見渡ししながら、乳児Bの遊ぶ音に注意が向く様子が見受けられた。初めは1秒に満たないほどの短時間で目を向ける程度であったが、乳児Bの全身を使ってクラフト紙とかかわる活動に声をかける保育者たちの様子を乳児Cはうかがっていた。その後、乳児Bが断続的にクラフト紙で音を出すことで乳児Cはそちらに気が向き、今度は2秒強ほど乳児Bの動きに目を向け、クラフト紙の音に興味を示し観察をした。観察後、乳児Cは手を前方に少し出し、手にものを乗せ掴むような仕草を見せた（図7、中段中図）。そして先程の周囲の様子をうかがう視線とは違い足元にある3つの素材に目を向けた。

乳児の活動（事例２）	活動の様子
	<ul style="list-style-type: none"> ・奥の乳児Bがクラフト紙で音を出している遊びに手前の乳児Cが気付き音の方へ目をむける（左図）が、すぐに周囲の雰囲気を目に向け様子をうかがう（右図）。
	<ul style="list-style-type: none"> ・乳児Bが再度大きな音を立てた際に乳児Cが2秒強ほどその様子を観察する（左図）。 ・素材を探す様子で足元に目を向ける（中図）。 ・足元に一番近い不織布を手に取り、乳児Bの音を出す遊びと同じ動きをする（右図）。
	<ul style="list-style-type: none"> ・乳児Dがクラフト紙で音を出している近くで乳児Cが周囲を見渡し、視線の先のクラフト紙へ向かう（左図）。 ・乳児Dが音を出して遊ぶ様子を見ながら乳児Cもクラフト紙で音を出し遊ぶ（右図）。

図7. 乳児B・Dと乳児Cの関わり

迷う様子もなく足元に一番近い不織布を手にし、乳児Bと同じ行為をしたがすぐに手を離してしまった。乳児Bのような音が鳴らず、違うと判断したためと考えられる。

乳児Cはその後少し教室内を徘徊したが、乳児Dが座りながらクラフト紙を掴んだまま腕を上下に動かし音を出している横を通り過ぎる際、クラフト紙に視線を向けクラフト紙を手にとった。次に視線を乳児Dの方に向け乳児Dと同様に腕を上下させ音を出し遊ぶ様子がうかがえた。これら一連の活動からうかがえるプログラミング的思考の萌芽を図8に整理した。

図7上段で見られた中断の活動の様子から、乳児がクラフト紙での経験

がない、もしくは少ないと思われる。乳児Bの行動を視覚的に確認し、乳児Cも手近にあった不織布を持って同じ行動をしたが、乳児Bのような音が鳴らず、すぐに手にした不織布を離していた。素材が意図した行動には不適であることを体験活動を通して「分

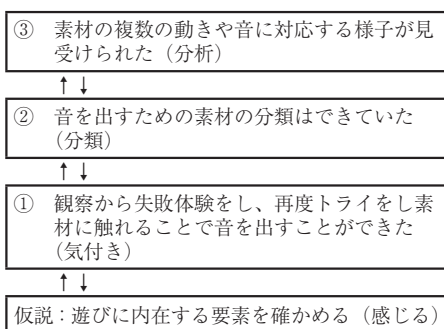


図8. 事例2から抽出されたプログラミング的思考の要素

析（図8の③）」したと考えられる。図7下段の活動は、中段での失敗体験をふまえ、触れる素材をクラフト紙に変え、再度トライをし、音を出す意図に叶った活動ができた。これはトライ&エラーに基づく「分析」から「気付き（図8の①）」に至ったことを示唆している。クラフト紙と不織布の音の違いを確認する行動は、図4の②「分類」への萌芽ととらえることができる。つまり事例2では、図7上段の「気付き（図8の①）」に至らない活動を起点に、図7下段で図4の③「分析」の萌芽が確認できた。

＜事例3＞

事例1のあとに乳児Bはクラフト紙からマルチシートに興味に移り、遊ぶ様子があった。関わり方はクラフト紙と似たものとなった。しかし、動きにはクラフト紙との関わり方と少し変化があった。例えば、素材を持ち歩く際にクラフト紙は腕を大きく振り音を立てながら歩いていたが、マルチシートの場合は身にまとったり、目隠しをしたりするように持ち歩いていた（図9）。マルチシー



図9. 乳児Bがマルチシートで顔を覆い目隠しをして遊んでいる様子

乳児の活動（事例3）	活動の様子
	<ul style="list-style-type: none"> • マルチシートを動かして音を確認める（左図）。 • 腕を振りマルチシートの動きを確認めている（中図）。 • 下に敷き、マルチシートを叩きながら形や音を確認めている（右図）。
	<ul style="list-style-type: none"> • マルチシートに関わっている途中、視線の先にクラフト紙を見つけ、クラフト紙に向かっていく（左図）。 • 手に持ったクラフト紙をすぐに持ち上げ、大きく振り下ろす（中図→右図）。

図10. 乳児Bがマルチシートとクラフト紙で遊ぶ様子

トは持った時に可塑性が低いため、クラフト紙に比べると体にまとわりつくような動きになる。また、音もクラフト紙ほど立たないなど、素材の違いによる刺激の変化が乳児の情動的な活動を変えていると考えられる。

乳児Bは次第にマルチシートを掴んだり、揺すったりと図10のような確かめる行為へと移行していく。ここでもクラフト紙との関わり方の違いが見受けられた。マルチシートでの関わりはクラフト紙に似ているが、活動の様子の違いは確かめる行為の過程で判明したクラフト紙とマルチシートの反応の違いからだと考えられる。図10上段では音を確認めているために大きな動きを見せたがすぐにその活動は終息し、腕を振り動かそうとするが手元のマルチシートしか動かないところで活動を終えている。また、下に敷き叩きながら遊んでいたが視界にクラフト紙が入るとすぐに移動をした（図10下段左図）。

移動後すぐにクラフト紙を手にし、掴み、持ち上げ、大きく振り下ろす様子が見受けられた。活動としてはマルチシートで終息してしまった行為

をクラフト紙の性質を理解した上で、マルチシートではできなかった腕を振り動かす行為や音を大きく立てる行為を行っていた。クラフト紙を発見した直後にマルチシートからクラフト紙に遊びを移行したことから、この移動に活動から意図する一連の動き（腕を動かすと素材も大きく

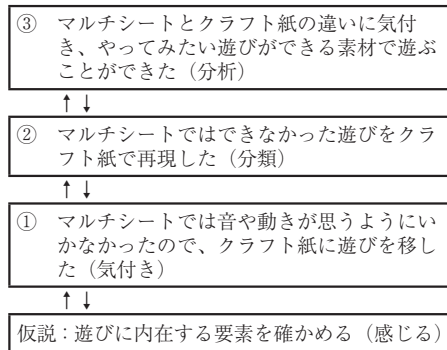


図11. 事例3から抽出されたプログラミング的思考の要素

動く行為、音を大きく立てる行為）には、クラフト紙が適している。以上のことから、乳児Bの活動には、図11に示す一連のプログラミング的思考の要素が見られたと言える。さらに、マルチシートで確かめる活動はクラフト紙との違いに気付く起点とも考えられる。これは、「遊びに内在する要素を確かめる（感じる）」ことが、プログラミング的思考の前段階にあるとした図8の仮説と一致する結果であったといえる。さらに、クラフト紙で遊ぶ際に、音を立てるなど意図する一連の活動をしながらも、叩いたり握ったりし確かめる行為で素材を確認していることから、「気付き（図12の①）」と「遊びに内在する要素を確かめる行動（感じる）」も行きつ戻りつ繰り返し行っていると考えられる。

また、マルチシートとクラフト紙の違いを体験を通して選択したことになり、図12の③「分析」を行った活動であると読み取れる。

5. おわりに

先行研究で調査した年長児が布を用いた活動に加え、乳児がクラフト紙を用いて遊ぶ過程においても多様なプログラミング的思考の萌芽を見いだ

すことができた。さらにプログラミング的思考の前段階として「遊びに内在する要素を確かめる行動」があることを明らかにした（図12）。今後、これらの事例研究を基に、より広範な調査を実施し、乳幼児期のプログラミング的思考の萌芽についての体系化を試みる。

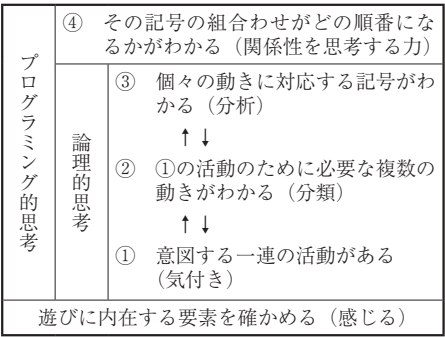


図12. 図4を基に「遊びに内在する要素を確かめる」行動を追加したプログラミング的思考の要素

付記

本研究においては共同研究チームによる協議を経て論文を執筆しているため、章ごとの分担執筆ではない。全体構成、活動の実践、活動場面の撮影、動画映像記録からの読み取りは椎橋げんきが担当し、社会情勢に関する内容、プログラミング教育についての内容の協議、プログラミング的思考の文献調査および実践と理論の考察は大貫麻美・石沢順子と共に全員で担当した。

注記：

本研究は一部、科研費No.20K03281（研究代表：椎橋げんき）による助成を受けている。

引用文献

内閣府（2016）閣議決定「科学技術基本計画」
<https://www8.cao.go.jp/cstp/kihonkeikaku/5honbun.pdf>

文部科学省 Society5.0に向けた人材育成に係る大臣懇談会 新たな時代を豊かに生きる力の育成に関する省内タスクフォース（2018）Society5.0に向けた人材育成～社会が変わる、学びが変わる～
https://www.mext.go.jp/component/a_menu/other/detail/_icsFiles/afieldfile/2018/06/06/1405844_002.pdf

文部科学省（2017）『小学校学習指導要領（平成29年告示）解説総則編』

文部科学省（2020）『小学校プログラミング教育の手引（第三版）』

https://www.mext.go.jp/content/20200218-mxt_jogai02-100003171_002.pdf
2020.9.23確認

吉田葵・阿部和広（2017）はじめよう！プログラミング教育 日本標準 p. 38

佐々木弘記（2020）幼児教育における視点移動能力の育成を目指したプログラミング教育の試行 日本科学教育学会研究会研究報告 Vol. 34 No. 9

橋本忠和（2019）ロボットを活用した幼児の造形表現活動のプログラミング教育としての可能性についての一考察 北海道教育大学紀要. 教育科学編, 69（2）

舟井賀世子（2014）みんなで造形やってみよう！株式会社サクラクレパス出版部 pp70-71

椎橋げんき・石沢順子（2020）幼児の造形あそびにみる論理的思考の検討 日本保育学会発表

文部科学省（2018）小学校プログラミング教育の手引（第二版）

https://www.mext.go.jp/component/a_menu/education/micro_detail/__icsFiles/afeldfile/2018/11/06/1403162_02_1.pdf
2020.9.23確認