

プログラミング的思考を育む小学校理科学習指導の工夫 — 「順次」 「分岐」 「反復」 の三つの思考の型を取り入れた学習活動を通して —

三原市立本郷小学校 柏原 永知

研究の要約

本研究は、小学校第3学年においてプログラミング的思考を育む小学校理科学習指導の工夫について考察したものである。文献研究から、「プログラミング的思考」を「社会や産業の在り方が急速に変化する時代において、児童に身に付けさせるべき資質・能力の一つ」と捉えた。「プログラミング的思考」を育むことに当たっては、黒上晴夫が述べているプログラミングにつながる「順次」「分岐」「反復」を児童が学習活動を行う際の三つの思考の型として整理した。そして、「電気の通り道」の授業でこれらの三つの思考の型を取り入れた学習活動を実施した。その結果、児童のプログラミング的思考を育むことができ、所属校の課題の改善にもつなげることができた。

これらの研究成果から、「順次」「分岐」「反復」の三つの思考の型を取り入れた学習活動は、児童のプログラミング的思考を育むことに有効であることが分かった。

I 主題設定の理由

小学校学習指導要領（平成29年）の総則には、情報活用能力の育成を図ることが示されている。そして、各教科等の特質に応じて、計画的に実施する学習活動の一つに「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の学習活動」^①が挙げられている。プログラミング教育の手引（平成30年、以下「手引」とする。）には、プログラミング教育で育む資質・能力として、論理的思考力の一部であるプログラミング的思考が示されている^②。プログラミング的思考について、黒上晴夫（2017）は、プログラミングの基本的な型につながる思考の型を「順次」「分岐」「反復」の三つの型に整理し、一連の学習活動等を小さな活動に分け、それらを抽象化し活動や思考を可視化し、組み合わせることが、プログラミング的思考を育むことにつながると述べている^③。

所属校では、平成29年度「基礎・基本」定着状況調査の理科の通過率がタイプI、タイプIIとともに県と市の平均値を下回った。その中で、「並列つなぎの回路のつなぎ方」の通過率が50.8%（広島県51.7%）であり、回路図の通過率の低い状況が5年間続いている。また、問題文から必要な情報を読み取り、予想の根拠を記述する問題「予想の根拠」の

通過率も32.3%（広島県45.1%）と低い状況にある。普段の授業においても、根拠を書いたり、自分の考えをまとめたりすることに課題がある児童が多い。これらの課題を解決するには、児童に学習したことを整理させ、考えた手順を振り返らせる指導を充実する必要があると考える。

そこで、理科の学習が始まる第3学年の授業で、プログラミングの基本的な三つの思考の型を取り入れ、児童の思考の過程を可視化させ、実験結果から分かったことをワークシートやカードを用いて表現させるなどの学習活動を行う。このことを通して、児童のプログラミング的思考を育むとともに、所属校の課題の解決につなげることができると考え、本主題を設定した。

II 研究の基本的な考え方

1 プログラミング的思考を育む学習指導

（1）プログラミング的思考とは

小学校段階におけるプログラミング教育の在り方について（議論の取りまとめ）（平成28年、以下「まとめ」とする。）には、プログラミング的思考とは、「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」²⁾と定義されており、「『プログラミング的思考』は、プログラミングに携わる職業を目指す子供たちだけではなく、どのような進路を選択しどのような職業に就くとしても、これからの中において共通に求められる力」³⁾と示されている。また、赤堀侃司（2018）は、プログラミング的思考は、教科を横断する論理的な能力であり、世の中を生きる上で、必要な資質・能力と言つてもよいと述べている⁽³⁾。

（2）プログラミング的思考を育む学習指導の留意点

小学校学習指導要領（平成29年告示）解説総則編（平成30年）に、プログラミング的思考を育むためには、「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の学習活動を計画的に実施すること」⁴⁾と示されている。「手引」には、「児童がプログラミングを『体験』し、自らが意図する動きを実現するために試行錯誤することが極めて重要となります。」⁵⁾と示され、「プログラミングに取り組むことを通じて、児童がおのずと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するといったことは考えられますが、それ自体をねらいとしているのではない。」⁶⁾と示されている。

これらのことから、プログラミング的思考は、社会や産業の在り方が急速に変化する時代において、児童に身に付けさせるべき資質・能力の一つであることが分かる。学習指導に当たっては、プログラミング体験を計画的に学習活動に取り入れること、プログラミングの技能の習得自体をねらいにしないことに留意する必要がある。

2 プログラミング的思考を育む学習活動事例

（1）コンピュータを活用した事例

プログラミング的思考を育む学習活動の先行事例には、主として総合的な学習の時間において、視覚的に理解できるブロックやアイコンを使ってプログラムを作成する「Scratch（スクラッチ）」や「プログラミン」等のアプリケーションソフトが活用されており、ゲームのキャラクター等を自分が意図した動きになるよう、ブロックやアイコンを組み合わせ、試行錯誤しながら考える学習活動が行われている。また、プログラムを実行し、動作の確認

ができる「MESH」や「レゴ®WeDo2.0」等のロボット教材が活用されており、ICTの活用例を実感を伴いながら学べる学習活動も行われている。

（2）コンピュータを活用しない事例

「まとめ」では、「『アンプラグドコンピュータサイエンス』の考え方の下、コンピュータを使わずに紙と鉛筆で行う教育も提案されているところであります、小学校段階における具体的な教材や指導方法、その効果等について検討が求められる。」⁷⁾と示されている。アンプラグドコンピュータサイエンスとは、コンピュータを使わずに情報科学を教えるために、ニュージーランドで開発された学習法である。

赤堀は、「PC環境が完備されていない学校では、アンプラグドは歓迎される傾向にあり、コーディングしないで、プログラムそのものを理解させるねらいがある。」⁸⁾と述べている。また、中川一史（2018）は「アンプラグドにはICT環境に関わらず利用できるというメリットがあり、プログラミング教育の導入として非常に有益です。」⁹⁾とも述べている。久永ら（平成29年）は、アンプラグドコンピュータサイエンスの考えに基づくプログラミング教育の実施について、小学校第2学年の国語、算数及び体育で学習指導例及び学習成果を報告している⁽⁴⁾。

本研究では、所属校のICT環境や、児童のICT操作技能等を踏まえ、アンプラグドコンピュータサイエンスによる学習活動を取り入れた研究を進めることとする。

3 「順次」「分岐」「反復」の三つの思考の型を取り入れた学習活動について

（1）三つの思考の型

黒上は「順次」「分岐」「反復」がプログラミングの基本となる思考であると述べている⁽⁵⁾。「順次」「分岐」「反復」の詳細を表1に示す。

表1 プログラミングの基本となる思考

プログラミングの基本概念	説明
①順序（順次）	ものごとを手順としてとらえて実行すること（プログラムは、上から下に順序よく処理を進める）
②場合分け（分岐）	状況によっては次の行動を変えること（プログラムは、条件が揃ったときに該当する処理を進める）
③繰り返し（反復）	目標が達成されるまで同じ動作を続けること（プログラムは、条件が揃うまで処理を繰り返す）

黒上は、「この3つの要素は、日常生活の中にいくらでもある。」¹⁰⁾と述べている。例えば、ごみを捨てる場合、人間の考えていることは見ただけでは分からぬが、「順次」「分岐」「反復」で表現すると図1のようなことが起きていると考えることができる。

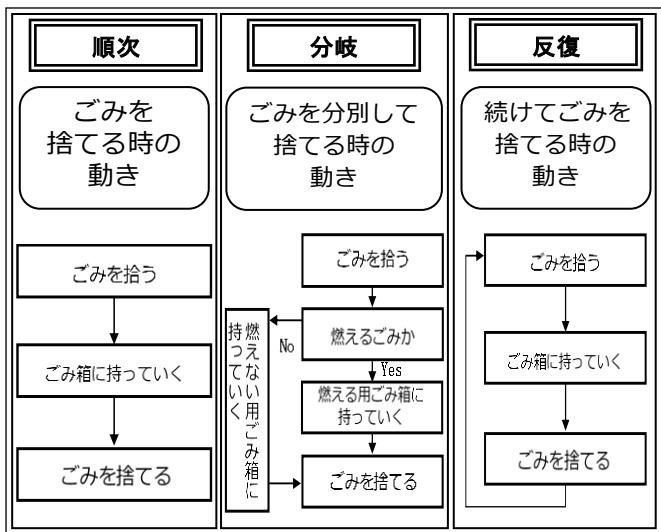


図1 日常生活における「順次」「分岐」「反復」の一例

このように、「順次」「分岐」「反復」は意識をしていないだけで日常の生活にたくさんある。各教科・領域等の学習場面にも、三つの思考の型は存在している。堀田龍也（2017）は、各教科等の学習や日常生活における様々な思考を、今よりもより論理的な学習活動にし、プログラミングにつながりやすくするには、三つの思考の型を取り入れた学習活動を行う必要があると述べている⁽⁶⁾。

このことから、「順次」「分岐」「反復」の三つの思考の型を学習活動に取り入れれば、プログラミング教育の導入時期において効果的にプログラミング的思考を育成することができると言える。

本研究では、この三つの思考の型を取り入れた学習活動を通して、プログラミング的思考を育むこととする。

（2）三つの思考の型を取り入れた学習活動

各教科にプログラミング的思考を取り入れる効果について、兼宗進（2017）は、「プログラミングの考え方を取り入れることで、子供達が授業の中で教科の学びを深めることができ、教科の内容を整理したり筋道を立てて考えるための方法を体験することができる。」¹¹⁾と述べている。また、「『プログラミング的な考え方をすることで、ものごとを整理して簡潔に考えられるようになること』につなげら

れるかもしれません。」¹²⁾とも述べている。

これらのことから、三つの思考の型を学習活動に取り入れることによって、児童の思考の過程が整理され、自分の考えを振り返ることにつながると考える。黒上は、「プログラミング的思考を、教科や日常生活の学習場面で培っておくことが、より有意義なプログラミング体験につながるのだと思う。」¹³⁾と述べており、日常的にプログラミング的思考を育む学習場面を設定すれば、プログラミング体験の充実につながると考える。

本研究では、コンピュータを活用しないアンプログラドコンピュータサイエンスの考えに基づく学習活動に三つの思考の型を取り入れた研究授業を実施し、その効果について検証する。

4 小学校理科学習指導の工夫

（1）所属校における理科教育の課題

所属校では、平成29年度「基礎・基本」定着状況調査タイプIIの国語、算数、理科の中で、理科の通過率が最も低かった。中でも、広島県の平均との得点の差が見られたのは、「A 物質・エネルギー」の領域における電気に関する内容の「回路のつなぎ方」、「光電池の特徴に関する問題」、「粒子に関する内容のものあたたまり方」であった。三つの単元の共通点は、可視化できないものを取り扱っているという点である。熱や電気の働きは、現象として捉えることはできるが、熱や電気そのものを見るすることはできない。この課題を改善していくためには、現象を整理し、どのような過程を経たのかを事実を基に分析し、考えたことを可視化するなどの手立てが必要である。

そこで、本研究では第3学年の「電気の通り道」の単元で思考の過程を可視化する学習活動を通して、プログラミング的思考を育むとともに、第4学年における「A 物質・エネルギー」の領域の課題を解決する力の育成につなげていく。

（2）プログラミング的思考を育む小学校理科学習指導

黒上は、「小学校で重要なのは、考え方を可視化できるように自己の考え方の筋道を客観的に捉える力を育成しておくこと」¹⁴⁾と述べている。しかし、所属校では、理科学習において、実験の結果から考察を書いたり、考えたことをまとめたりすることに課題がある児童が多い。

大場ら（2015）の研究によると、プログラミング教科で高得点を取った学生グループは論理的な文章

作成でも高得点を取る傾向にあり、プログラミング教科で低得点だった学生グループは論理的な文章作成でも低得点を取る傾向が見られることから、プログラミングと論理的な文章作成は相関していることを示唆している⁽⁷⁾。

このことから、所属校ではプログラミング的思考を育む学習指導が必要であると考える。プログラミング的思考を育む学習指導を取り入れれば、根拠を明らかにした論理的な文章が書けるようになると考える。

本研究では、プログラミング的思考を育むことが、児童の思考の過程を整理することにつながり、根拠を書いたり、自分の考えをまとめたりすることの課題解決につながるとも考え、小学校第3学年の理科で研究授業を実施、検証する。

III 研究の仮説及び検証の視点と方法

1 研究の仮説

「順次」「分岐」「反復」の三つの思考の型を取り入れた学習活動を行えば、児童のプログラミング的思考を育むことができるであろう。

2 検証の視点と方法

(1) 検証の視点と方法の概要

検証の視点と方法について、表2に示す。

表2 検証の視点と方法

検証の視点	検証の方法
<p>小学校理科で「順次」「分岐」「反復」の三つの思考の型を取り入れた学習活動は、児童のプログラミング的思考を育むことに有効であったか。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○四段階評定尺度法による事前・事後アンケート調査 ○ワークシートの分析
<p>「順次」「分岐」「反復」の三つの思考の型を日常生活にも当てはめて考えることができたか。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○プレテスト・ポストテストの実施

(2) プログラミング的思考の評価規準

プログラミングで育成する資質・能力の評価規準（試行版）（2017年、以下「評価規準表」とする。）では、「まとめ」を基にプログラミング的思考の評価規準を表3のように整理している⁽⁸⁾

表3 プログラミングで育成する資質・能力の評価規準（一部参照）

発達の段階に即して、「プログラミング的思考」を育成すること。						
	分 動 き に け る	記 号 に す る	一 連 の 活 動 に す る	組 み 合 わ せ る	振 り 返 る	考 え を 進 め る
目標	割 削 す る こ と。い わゆる 分 割。	自 分 が 意 図 す る 一 連 の 活 動 を 実 現 す る た め に、大 き な 動 き (事 像) に 分 解 可 能 な 小 さ な 動 き (事 像) に 分 け る。	分 解 し た 動 き (事 像) の 適 切 な 側 面・性 質 だ け を、取 り 出 し て 他 の 部 分 を 捨 て る こ と。い わゆる 抽 象 化。	記 号 (動き) の 類 似 の 部 分 を 特 定 し て、別 の 場 合 で も 利 用 で き る 内 容 に す る こ と。い わゆる 一 般 化。	同 様 の 事 像 に 共 通 し て 利 用 で き る 明 確 な 手 順 を 創 造 す る こ と。	目的 に 応 じ て、必 要 十 分 な 評 価 の 観 点 を 考 え、実 行 す た こ と が、意 図 す た 活 動 に 近 づ い て い る か、ど う か 評 価 す る こ と。
【評 価 規 準】 小 学 校・中 学 年 (3・4 年 生)	日 常 生 活 で、経 験 し た こ と や、教 科 で 学 習 し た こ と。	内 容 は、い くつか の ま と り に 分 解 で き る こ と に 気 付 き、自 分 な り の 判 断 で 分 解 し、分 解 す る こ と。	日 前 の 問 題 を 解 決 し た の で、複 数 の 手 順 を、順 次 处 理、繰 り 返 し 处 理、条件 分 歧 处 理、など を 利 用 し て、組 み 合 わせ、書 き 出 し た り、他 者 に 伝 え たり す る こ と。	意 図 し た 活 動 を 実 行 す る た め、複 数 の 手 順 を、順 次 处 理、繰 り 返 し 处 理、条件 分 歧 处 理、など を 利 用 し て、組 み 合 わせ、書 き 出 し た り、他 者 に 伝 え たり す る こ と。	も の の ごと の 原 因 と 結 果 の 関 係 を 考 え、そ の 関 係 性 に 気 付 き、そ れ を 筋 道 立 て て 書 き 出 し た り、他 者 に 伝 え たり す る こ と。	

本研究では、育成するプログラミング的思考を明確にし、指導と評価を合わせるために、「評価規準表」の評価規準を踏まえて、研究授業、アンケート、プレテスト等を作成する。

(3) アンケート

アンケートは、研究授業前と終了後に行う。全ての項目において、四段階評定尺度法を用いて、「順次」「分岐」「反復」の三つの思考の型に関する意識調査を行う。質問事項について表4に示す。

表4 事前・事後アンケート

	質問事項	評価規準
1	友達に説明をするのが好きです。	
2	順序や順番を考えて、友達に分かりやすく説明することができます。	組み合わせる
3	文章を書くのが好きです。	
4	順序や順番を考えて、文章を書くことができます。	論理的に考えを進める
5	自分の考えたことがよかったです、もっと良くする方法がないか、など考えながら、振り返りを書くことができます。	振り返る
6	絵や図、短い言葉を使って説明されると、話の内容がよく分かります。	記号による
7	朝の支度や、家に帰って、寝るまでのことをなど毎日が計画的に過ごせるように、1つ1つの順番を考えながら生活しています。	動きに分ける
8	勉強したことや体験したことが、他の場面で使えるかどうかを考えて生活しています	一連の活動にする

(4) プレテスト・ポストテストとループリック

本研究で作成したプレテスト・ポストテストを図2に示す。児童の変容を明らかにするために、研究授業前と終了後に解答例を示さず、同様の内容で実施する。①では、三つの思考の型を取り入れた学習をする上で、基本となる「動きに分ける」について自由記述欄を設けて記述させる。②では、選択問題と選択理由を記述させることにより、「組み合わせる」について検証する。

① 今日から小早川さんが、ほかの小学校から、てん校してきました。 きょうは小早川さんとてん校します。 おはようございます。 そこで、小早川さんは、はしやおほん、食べ物などをはいぜんのし方を紙に書いて教えることにしました。 あなたなら、小早川さんが『はいぜん係』ができるように、どのような手じゅんでつえますか。次の口にせつ明を書きましょう。	
<p>ループリック（評価規準表「動きに分ける」を基に作成） ※プログラミング的思考が育まれると判断されるものをB以上とする。</p> <p>A：自分の主張に沿って、内容の精査ができる。（できるだけ細かい情報を取捨選択している。） B：条件に沿った順序が意識されている。（気持ちよく配膳するためにお盆から配る順次処理ができる。） C：条件に沿った順序が意識されたりしていないもの（はしから配る、おかげから配るなど、また不必要な情報がある） D：問い合わせしていない回答（短すぎる、条件である口にかかわる内容がない） E：無解答</p>	
<p>② これは、朝の会がはじまる前のいつものタカカゲくんのすこし方です。あなたは、タカカゲくんのすこし方と同じすこし方をしますか。それともちがうすこし方をしますか。あなたの考えを書きましょう。</p> <p>朝の会がはじまる前のタカカゲくんのすこし方</p> <p>みんなはどんなじゆん番で朝をすこしているのかな。</p> <p>1 → 2 → 3 → 4 → 5 → 6 → 7 → 8</p> <p>あなたの朝のすこし方を、上の番号をつかって書きましょう。</p> <p>□ → □ → □ → □ → □ → □ → □</p>	
<p>ループリック（評価規準表「組み合わせる」を基に作成） ※プログラミング的思考が育まれると判断されるものをB以上とする。</p> <p>A：新しい意見も付加して説明できている。 (木曜日だったら朝会がある、係の仕事をするなどが加わっている) B：意見と理由が、論理の飛躍がなく、根拠が明確に書かれている。 (早くするためには必要なことからするなど) C：意見と理由は書いている。 (番号がかけているが、選んだ理由とずれている、順番がおかしいなど) D：意見と理由が書けていない。 (理由がかけっていない、また番号に過不足があるなど) E：無解答</p>	

図2 検証問題（プレテスト・ポストテスト）

IV 研究授業について

1 研究授業の内容

- 期間 平成30年6月26日～平成30年7月5日
- 対象 所属校第3学年（1学級28人）
- 単元名 明かりをつけよう
- 目標

乾電池に豆電球などをつなぎ、電気を通すつなぎ方や電気を通す物を調べ、電気の回路についての考えをもつことができるようとする。

2 研究授業の概要

(1) 単元指導計画

プログラミング的思考を育成するための理科の「電気の通り道」単元指導計画を表5に示す。

表5 理科の単元指導計画（全7時間）

時	ねらい	三つの思考の型	評価規準
		プログラミング的思考を育む場面	
1	乾電池と豆電球を導線でつなげば明かりが点灯する理由について話し合うことで、明かりをつけることに対する意欲を高めることができる。	順次	動きに分ける
	懐中電灯を分解し、内部構造を細かく見る場面		
2	明かりがつく回路とつかない回路の差異点を比較することで、乾電池の+極と-極についてつなげて、回路を作ることを理解することができる。	順次・反復	動きに分ける
	乾電池の見方を細分化し、+極と-極、回路の構成を整理する場面		
3	豆電球にソケットを取り付けずに、回路を作ることで、電気の通り道について理解することができる。	順次・反復	一連の活動にする
	回路の順序を順次や反復によって整理したり並び替えたりする場面		
4	電気の特徴を生かしたデータ作りすることで電気の利活用に対する関心を高めることができる。	順次	振り返る
	これまでの学習をもとに回路を生かした作品を作る場面		
5	身の回りにある物が電気を通すか通さないかを調べ、豆電球の様子の違いを比較し表現する活動を通して、電気を通す物の性質を考察することができる。	分岐	記号にする
	同じ特徴をもつ物で分類しそれらを抽象化する場面		
6	塗料が塗られた金属の電気の通り方を調べ、やすりを使つて被膜をはがす方法を話し合う中で、電気を通す時の条件を考察することができる。	順次・分岐	論理的に考えを進める
	前時の学習を生かし、実験結果を予想し、話し合う場面		
7	金属が電気を通す物を校外で確認し、電気を通す時の共通点を考えることができる。	分岐	組み合わせる
	既習事項を整理し、学習してきた思考過程をまとめる場面		

(2) 第2時

次頁図3は、第2時に行った三つの思考の型を取り入れた授業イメージについて示したものである。児童が思考の過程を「順次」によって表現させた後、

児童の気付きが変容したり、「反復」の考え方方が表れたりした時を想定している。また、大きく捉えていた事象を小さな事象に捉え直すことができる場面を意図的に設定し、「動きに分ける」というプログラミング的思考を育むこともねらいにしている。

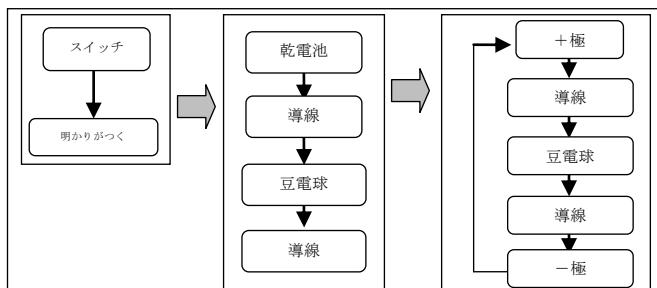


図3 第2時「動きに分ける」での「順次」「反復」授業イメージ

(3) 第5時

図4は、第5時に行った三つの思考の型を用いた授業イメージについて示したものである。テスターを用いた実験から、電気を通す物、通さない物で分類させた後、物質の性質によって分類したものを「分岐」で整理させる。そして、「分岐」させたものを一つのまとめとする「記号にする」というプログラミング的思考を育むことをねらいとしている。

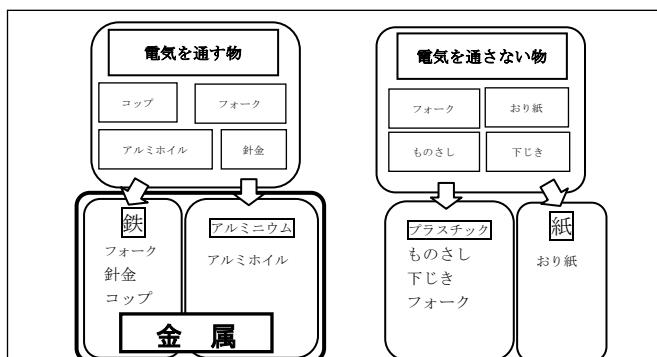


図4 第5時「記号にする」での「分岐」授業イメージ



電気を通す物かどうか分類している様子

V 研究授業の分析と考察

1 小学校理科で「順次」「分岐」「反復」の三つの思考の型を取り入れた学習活動をしたことでのプログラミング的思考を育むことができたか

(1) アンケートの分析

研究授業前と終了後のアンケート結果を表6に示す。

表6 事前・事後アンケート結果

	質問事項	授業	A	B	C	D	t 検定	
1	友達に説明をするのが好きです。	前	11	10	3	4	0.013	*
		後	17	6	5	0		
2	順序や順番を考えて、友達に分かりやすく説明することができます。	前	11	12	2	3	0.055	
		後	16	7	4	1		
3	文章を書くのが好きです。	前	14	6	5	3	0.006	**
		後	19	7	1	1		
4	順序や順番を考えて、文章を書くことができます。	前	14	8	3	3	0.19	
		後	18	4	3	3		
5	自分の考えたことがよかったです、もっと良くする方法がないか、など考えながら、振り返りを書くことができます。	前	11	8	6	3	0.008	**
		後	17	7	3	1		
6	絵や図、短い言葉を使って説明されると、話の内容がよく分かります。	前	18	4	4	2	0.045	*
		後	19	8	0	1		
7	朝の支度や、家に帰って、寝るまでのことを毎日が計画的に過ごせるように、1つ1つの順番を考えながら生活しています。	前	9	7	9	3	0.000053	***
		後	18	9	0	1		
8	勉強したことや体験したことが、他の場面で使えるかどうかを考えて生活しています。	前	12	12	2	2	0.009	**
		後	18	7	2	1		

A : よくあてはまる B : ややあてはまる

C : あまりあてはまらない D : あてはまらない

t 検定の数値は、有意確率（片側）を示す。P < 0.05

***は P < 0.001 **は P < 0.01 *は P < 0.05 (n = 28)

事前・事後アンケートの結果から1, 3, 5, 6, 7, 8の項目においてt検定によって、有意な差が見られた。

所属校の課題である「自分の考えをまとめる」につながる質問事項5では、肯定的な回答をした児童が68%から86%に向上した。特に肯定的に変容した児童のワークシートを、次頁表7に示す。

表7 特に肯定的に変容した児童の記述

	第1時	第6時
A児	明かりは乾電池と電球とどう線が必ずいるということが分かりました。	①金ぞくなら電気を通せると思ってたけど、できない物もあるんだなと思いました。 でも、②やすりでこすれば明かりがつかなかつたものも、明かりがつくようになりました。 ③こういう電気の通し方があるんだなと思いました。また新しい発見がありました。

A児は、文章量が増えており、学習内容を予想や根拠を基に整理し、具体的に表現できるようになつた。下線部①、②のように「分岐」につながる「～なら」「～すれば」という表現で記述しており、「組み合わせる」というプログラミング的思考が育まれてきたと考える。また、下線部③では、本時の学習で分かったことを「電気の通し方」という概念でまとめており、「記号にする」というプログラミング的思考を活用して、学習内容を整理できたと考える。

しかし、2、4の質問事項には、有意な差が見られなかった。2はプログラミング的思考の「組み合わせる」、4は「論理的に考えを進める」の項目である。

「組み合わせる」の項目で、アンケートの結果が変容した人数を分類すると、肯定的に変容した児童が8名、変容しなかつた児童が17名、否定的に変容した児童が3名だった。変容しなかつたB児のワークシートを表8に、否定的に変容したC児のワークシートを表9に示す。

表8 変容しなかつた児童のワークシート

	第1時	第6時
B児	いろいろな道具や電球、どう線をつかうんだな。	さびたくぎをやすりでこすればいいんだと思います。 理由はさびてないのもこすったら光がついたからです。

表9 否定的に変容した児童のワークシート

	第1時	第6時
C児	未記入	今日、やすりでこする勉強をしました。 さびているときは、やすりでこすって銀色になるまでこすって、電気を通せばいいことが分かりました。

B児、C児ともに文章量が増えており、事実や根拠を具体的に表現できるようになった。しかし、「順次」や「分岐」を用いた表現ができていないことが分かった。全体を通して、「順次」「分岐」を組み合わせて文章表現できた児童が3名であった。特

に「分岐」につながる表現ができた児童が28名中11名しかいなかつたことからも、指導に課題があつたと考える。

「論理的に考えを進める」の項目で、アンケートの結果が変容した人数を分類すると、肯定的に変容した児童が7名、変容しなかつた児童が16名、否定的に変容した児童が5名だった。変容しなかつたD児のワークシートを表10に、否定的に変容したE児のワークシートを表11に示す。

表10 変容しなかつた児童のワークシート

	第1時	第6時
D児	かん電池だけじゃなくていろいろなもので電気ができる。	金の紙をやすりですったら銀になってあかりがついた。 だから、やすりでさびたところをこすると明かりがつく。

表11 否定的に変容した児童のワークシート

	第1時	第6時
E児	未記入	さびていたら紙やすりで銀色になるまでこすればいい。 そうすると、電気が通らなかつた金ぞくでも電気がとおるようになる。

D児、E児ともに文章量が増えており、根拠をもつて文章を書くことができている。また、「順次」を用いた表現になつてることから、論理的に考えることができるようになつていると考える。全体でも、「論理的に考えを進める」というプログラミング的思考を活用している児童が24名だったことから、三つの思考の型を取り入れた学習指導を行うことにより、論理的に考える力が育まれることが分かった。課題は、児童が論理的に書けるようになったと実感できる学習指導をすることが挙げられる。

(2) 考察

アンケート結果やワークシートの分析から、「順次」「分岐」「反復」の三つの思考の型を取り入れた学習活動をすることにより、理科の学習において根拠をもちながら学習したことを論理的にまとめることができたと考える。また、思考の過程を可視化し、整理することは、所属校の課題の改善につながつたと考える。

しかし、「組み合わせる」の項目では、「順次」や「分岐」を意識させる学習活動が十分でなかつたため、アンケートの回答が大きく変容をしなかつたと考える。児童が考えた手順を全体で共有し、共通点を話し合う活動や、よりよい手順になるよう意見を出し合い改善するような学習の機会を設定してい

く必要がある。今後、三つの思考の型を用いてプログラミング的思考が育むことができるよう、論理的な思考場面を見出し、三つの思考の型で表現する機会を多く設定したり、「分岐」で考えている児童の表現を学級全体に伝えたりすることで、身に付けられると考える。このような指導の工夫をさらに進めていく必要がある。

2 「順次」「分岐」「反復」の三つの思考の型を日常生活にも当てはめて考えることができたか

研究授業では、適宜「順次」「分岐」「反復」の三つの思考の型は、日常生活にも当てはめて考えることができることを伝えてきた。ここでは、三つの思考の型を使って日常生活の自らの行動を整理して考えることができるようにになったかについても、図2の検証問題を研究授業前と終了後で実施し検証することにした。結果を表12に示す。

表12 プレテスト・ポストテストの結果の変容

	プログラミング的思考	授業	A	B	C	D	E	t 検定	
①	動きに分ける	前	3	5	14	4	2	0.000022	***
		後	9	13	3	2	1		
②	組み合わせる	前	0	8	17	3	0	0.011	*
		後	0	15	13	0	0		

t 検定の数値は、有意確率（片側）を示す。P < 0.05
***はP < 0.001 **はP < 0.01 *はP < 0.05 (n = 28)

この結果から、研究授業前と終了後において、有意な差が見られた。児童は、日常生活における自らの行動を順序立てて考えることもできたと考える。

VI 研究のまとめ

1 研究の成果

- 「順次」「分岐」「反復」の三つの思考の型を取り入れた学習活動を行えば、思考の過程を可視化することができ、授業の目標を効果的に達成する手段として活用できるとともに、プログラミング的思考を育むことに有効であることが分かった。
- 「順次」「分岐」「反復」の三つの思考の型を小学校理科の学習活動に取り入れれば、児童が思考の過程を整理することができ、根拠を書いたり、自分の考えをまとめたりすることに有効であることが分かった。

2 研究の課題

- 各教科、領域等において、論理的な思考場面を見出し、三つの思考の型を取り入れた学習活動を行い、児童のプログラミング的思考を育む必要がある。
- プログラミング的思考を育むにあたって、効果的な教材やワークシート等の開発を行うとともに、プログラミング体験にどのようにつながるか検証する必要がある。

【注】

- 文部科学省（平成30年）：『プログラミング教育の手引』p. 11に詳しい。
- 黒上晴夫・堀田龍也（2017）：『プログラミング教育導入前に知っておきたい思考のアイディア』小学館p. 7に詳しい。
- 赤堀侃司（2018）：『プログラミング教育の考え方とすぐに対応できる教材集』ジャムハウスp. 29に詳しい。
- 久永剛・清水秀公・玉繁克明・池野進一郎（平成29年）：『プログラミングの思考を育成する学習指導に関する研究－アングラードコンピュータサイエンスに基づく教材開発を通して－』に詳しい。http://www.hiroshima-c.ed.jp/center-new/kenkyu/shoin/h29_shoin/h29_106.pdf
- 黒上晴夫・堀田龍也（2017）：前掲書p. 7に詳しい。
- 黒上晴夫・堀田龍也（2017）：前掲書p. 15に詳しい。
- 大場みち子・伊藤恵・下郡啓夫（2015）：『プログラミング力と論理的思考力との相関に関する分析』に詳しい。https://ci.nii.ac.jp/naid/110009885514
- 特定非営利活動法人CANVAS（2017）：『プログラミングで育成する資質・能力の評価基準』に詳しい。http://progstd.org/

【引用文献】

- 文部科学省（平成29年）：『小学校学習指導要領』p. 8
- 文部科学省（平成28年）：『小学校段階におけるプログラミング教育の在り方について（議論の取りまとめ）』http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chousa/shotou/122/attach/1372525.htm
- 文部科学省（平成28年）：前掲書
- 文部科学省（平成30年）：『小学校学習指導要領（平成29年告示）解説総則編』東洋館出版社p. 85
- 文部科学省（平成30年）：前掲書p. 8
- 文部科学省（平成30年）：前掲書p. 9
- 文部科学省（平成28年）：前掲書
- 赤堀侃司（2018）：前掲書p. 142
- 一般社団法人ICT CONNECT 21（2018）：『小学校プログラミング教育導入支援ハンドブック2018』p. 9
- 黒上晴夫・堀田龍也（2017）：前掲書p. 7
- 小林祐紀・兼宗進（2017）：『コンピュータを使わない小学校プログラミング教育“ルビィのぼうけん”で育む論理的思考』翔泳社p. 8
- 小林祐紀・兼宗進（2017）：前掲書p. 9
- 黒上晴夫・堀田龍也（2017）：前掲書p. 9
- 黒上晴夫・堀田龍也（2017）：前掲書p. 6

【参考文献】

- 文部科学省（平成28年）：『幼稚園、小学校、中学校、高等学校及び特別支援学校の学習指導要領等の改善及び必要な方策等について（答申）』
- 文部科学省（平成30年）：『小学校学習指導要領（平成29年告示）解説理科編』東洋館出版社
- 総務省（平成27年）：『プログラミング人材育成の在り方に関する調査研究報告書』
- 草野俊彦（2018）：『教養としてのプログラミング的思考今こそ必要な「問題を論理的に解く」技術』S B クリエイティブ