

小学校 プログラミング教育

小学校算数科・理科における思考力、判断力、表現力等を高める
効果的なプログラミング教育の研究

－「分解」の思考を重視した事前のプログラミング体験を通して－

産業教育課 研究員 吉 浦 純

要 旨

教科におけるプログラミング教育が効果的に展開されるために、プログラミング的思考の「分解」の思考を重視した事前のプログラミング体験を行った上で、教科の中でのプログラミングを行った。その結果、教科の思考力、判断力、表現力等が高まるなど教科におけるプログラミングの有効性が明らかになるとともに、系統的な学習の効果も認められた。

キーワード：プログラミング教育 算数科・理科 思考力、判断力、表現力等
「分解」の思考 事前のプログラミング体験

I 主題設定の理由

人工知能や IoT など人々を取り巻く情報技術の発展と急激な少子高齢化により、Society5.0と言われる新しい社会が到来する。この新しい社会に向けた取組の一つとして、初等中等教育では情報活用能力の育成が求められるようになり、改訂された小学校学習指導要領（平成29年3月告示）では、次のような情報活用能力育成の充実が図られている。一つは情報活用能力を言語能力や問題発見・解決能力と同様に学習の基盤となる資質・能力と位置付けたこと。一つは学校のICT環境整備とICTを活用した学習活動の充実を図ることに配慮すること。一つは小学校において、文字入力などの基本的な操作を習得、プログラミング的思考を育成すること、以上3点である。このように、情報活用能力の育成の充実が図られる中、プログラミング教育の必修化が小学校学習指導要領に明記された。

この小学校プログラミング教育の課題を金子（2019）が整理する中で、「現状では、小学校におけるプログラミング教育のねらいを、すべての教員が完全に理解しているとは言えない状況である」「小学校におけるプログラミング教育に関する具体的な学習活動は、次期学習指導要領や解説において、『各学校において』『教育目標や児童の実情等に応じて』考えるとされているが、結局のところ担任教員がそれを担わざるを得ない現状がある」「プログラミングの『体験』だけではなく、各教科の中でプログラミング的思考につながるような学習活動も求められている」と述べている。上記を基に、具体的に「ねらいはどうすればよいのか」「どの教科で扱えばよいのか」「どのように実施していけばよいのか」の3点がプログラミング教育を進めていく上での課題であり、小学校教員の抱える不安であると捉えた。令和2年度からの全面実施となったプログラミング教育を実際に指導していくにあたり、このような不安に対応していきたいと考え、プログラミングを教科の中でどのように扱えばよいのかを課題に今回の研究を始めることとした。

II 研究目標

小学校算数科・理科における思考力、判断力、表現力等を高めるために、事前のプログラミング体験と教科の中でのプログラミングとの効果的な接続の仕方について、実践を通して明らかにする。

III 研究仮説

小学校算数科・理科におけるプログラミングに関する学習活動の実施に先立って、「分解」の思考を重視したプログラミング体験をすることにより、既習の知識・技能等を活用し、論理的に思考する手掛かりとなり、算数科・理科における思考力、判断力、表現力等を高めることができるであろう。

IV 研究の実際とその考察

1 研究内容

(1) 各教科等の学びをより確実なものとするプログラミング教育の実施

平成30年3月に文部科学省から「小学校プログラミング教育の手引（第一版）」，同11月に「同（第二版）」，令和2年2月に「同（第三版）」（以下，「同（第三版）」を「手引」とする）が示された。その中で，小学校におけるプログラミング教育のねらいは，「①『プログラミング的思考』を育むこと、②プログラムの働きやよさ、情報社会がコンピュータ等の情報技術によって支えられていることなどに気付くことができるようにするとともに、コンピュータ等を上手に活用して身近な問題を解決したり、よりよい社会を築いたりしようとする態度を育むこと、③各教科等の内容を指導する中で実施する場合には、各教科等での学びをより確実なものとする」と示されている。本研究では，教科の中でプログラミング教育を実施していくため，特に三つ目のねらいを重要なポイントとする。

(2) 小学校学習指導要領で例示された学習活動と実施上の課題

小学校学習指導要領において，算数科では正多角形の作図，理科では電気の性質や働き，総合的な学習の時間では情報に関する探究的な学習において，プログラミングを体験しながら論理的思考力を身に付けるための学習活動を行うと例示している。また，手引において，プログラミングを通して育む力について示している。算数科では図形の性質を筋道を立てて考え説明したりする力，理科ではより妥当な考えをつくりだし，表現する力，総合的な学習の時間では情報に関する探究の力である。つまり，教科の中でプログラミング教育を行うことにより，これらの論理的思考力を身に付け，各教科等での学びをより確実なものとしていくということである。

しかし，プログラミングに関する学習活動を教科の中のみで取り扱うと，児童はプログラミングに関わる技能に慣れ親しんでおらず，混乱するであろう。さらに，教科内容の理解が進まず，プログラミングの体験が効果的でなかったということになってしまうと思われる。

(3) 解決の手立て

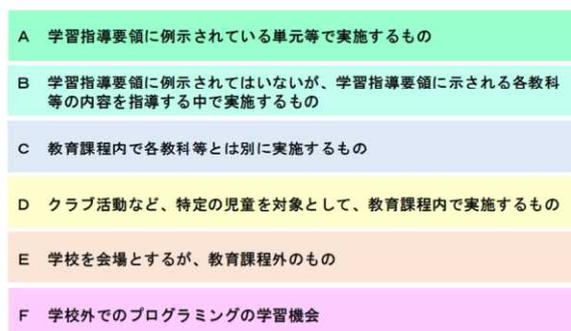
ア 事前のプログラミング体験

各教科等の学びをより確実なものとするために，事前のプログラミング体験が重要であると考えられる。本研究における事前のプログラミング体験とは，手引が示す小学校段階のプログラミングに関する学習活動の分類（図1）の中でのC分類（教育課程内で各教科とは別に実施するもの）の「各教科等におけるプログラミングに関する学習活動の実施に先立って、プログラミング言語やプログラミングの技能の基礎について学習する」活動とする。

事前のプログラミング体験に関わる先行研究として及川（2018）は，プログラミングの体験を教科の単元指導計画に配置するパターンをいくつか提示している。教科の中でのプログラミングより前に体験を行うパターンの一つとして，「プログラミングの体験を途中で配置する場合」を挙げている。検証授業後には，このパターンが「前時の内容を活かして取り組むことができ，スムーズな展開で実施することができた」と振り返り，「児童がある程度プログラミングの知識を持ち，操作ができる状態で本時の授業を展開できることが望ましい」とまとめ，事前のプログラミング体験の意義を述べている。

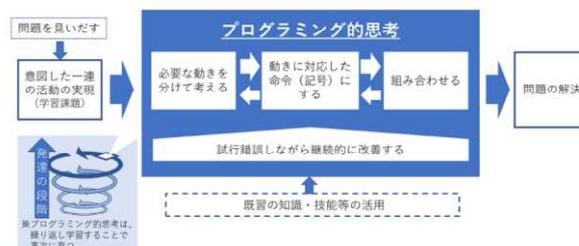
イ 「分解」の思考

手引において，プログラミング的思考（図2）について具体的に説明する中で，「『正三角形を



「小学校プログラミング教育の手引（第三版）p.23」より

図1 小学校段階のプログラミングに関する学習活動の分類



「小学校プログラミング教育の手引（第三版）p.16」より

図2 プログラミング的思考を働かせるイメージ

かく』の場合、数学的な見方・考え方を働かせながら、『正三角形をかく』という意図した一連の活動（学習課題）に対して、図形に関する既習事項を活用して、正三角形をかくのに『必要な動きを分けて考える』、『動きに対応した命令にする』、『それらを組み合わせる』、『必要に応じて継続的に改善する』といった試行錯誤を行う中でプログラミング的思考を働かせていきます」の記述がある。この中の「数学的な見方・考え方を働かせながら」「図形に関する既習事項を活用して」は、正に教科の学びに関わる部分であり、これらに最も関わるのが「必要な動きを分けて考える」であると捉えた。

この「必要な動きを分けて考える」に関わる先行研究として、安藤（2017）は、プログラミング的思考について説明する中で、「自分が意図する一連の活動を実現するために（抽象化）」、「どのような動きの組み合わせが必要であり（分解）」、「一つ一つの動きに対応した記号を（符号化）」、「どのように組み合わせたらいいのか（アルゴリズム・一般化）」、「記号の組み合わせをどのように改善していけば（デバッグ）」、「より意図した活動に近づくのか（評価）」のように、プログラミング的思考とコンピューショナル・シンキングを対応させている。また、中村（2019）は、やまぐち総合教育支援センター教育支援部情報教育班が作成した「プログラミング的思考の要素」を参考に、「手順を書く目的を捉える（抽象化）」「必要な要素を取り出す（分解）」「要素の順序を確認する（順序立て）」「手順を書く（一般化）」「手順を見直し気付きをもつ（デバッグ）（評価）」のプログラミング的思考の視点を取り入れた活動を一時間の授業の流れに対応させ、位置付けた。さらに、単元を通して、同じ流れで授業を実施した。その授業実践を通して、「論理的に考えを進める力の育成に効果があった」とまとめている。

ウ 研究の方向性

本研究では、前述アを踏まえて、及川の研究を参考に教科の中でのプログラミング以前の近い日程で、事前のプログラミング体験を実施していくこととする。プログラミングに関わる技能に慣れ親しんだ状態で教科の中でのプログラミングを行うことにより、操作方法に混乱することなく、教科内容の理解に集中できるものとする。また、プログラミングに関わる技能に慣れ親しむ体験に加え、プログラミングの体験をより効果的にしていくため、事前のプログラミング体験では、プログラミング的思考を育む体験も行う。

プログラミング的思考については、前述イを踏まえて、中村、安藤の研究を参考にプログラミング的思考を五つの思考（表1）に分け、「目標」「分解」「置き換え」「組合せ」「試行錯誤」という児童が分かりやすい表現にした上で、事前のプログラミング体験において提示し、育成を図る。

事前のプログラミング体験において、プログラミングに関わる技能に慣れ親しむとともに、「分解」の思考を重視しながら、プログラミング的思考を育む。そして、教科の中でのプログラミングにおいて、慣れ親しんだプログラミングをコンピュータを用いて活用するとともに、「分解」の思考が、既習の知識・技能等を活用し、論理的に思考する手掛かりとなり、教科の思考力、判断力、表現力等を高めるであろうと考える。そのための学習過程として、事前のプログラミング体験、教科の指導、教科の中でのプログラミングの順で学習過程を進めていくこととした。教科の指導とは、各教科等の学習内容の理解を図るものであり、プログラミングの体験を伴わない。教科の中でのプログラミングとは、各教科等におけるプログラミングに関する学習活動である。事前のプログラミング体験については手引において、「学習指導要領に例示している単元その他において効率的にプログラミングに取り組めるようにするため、必要に応じ、あらかじめプログラミングを体験させ、プログラミング言語やコンピュータの操作等に慣れ親しませることは有効」としていることから、教科の中でプログラミングを行うために効果があると言える。また、実施する各教科等については、情報活用能力育成の一環として、学校裁量の時間を活用していくこととする。本研究では、この事前のプログラミング体験と教科の中でのプログラミングのより効果的な接続の在り方を、「分解」の思考を重視するという視点から探っていくこととする。

表1 プログラミング的思考の五つの思考

思考	概要
目標	意図した一連の活動の実現（学習課題）
分解	必要な動きを分けて考える
置き換え	動きに対応した命令（記号）にする
組合せ	組み合わせる
試行錯誤	試行錯誤しながら継続的に改善する

(4) 検証項目

ア 教科におけるプログラミングの有効性について

- (ア) プログラミング的思考の深まりについて
 - (イ) 教科の学びの高まりについて
 - (ウ) 思考力、判断力、表現力等の高まりと「分解」の思考の関わりについて
- イ 系統的な学習の効果について

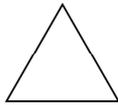
(5) 検証方法

検証の流れは以下のとおりである。

ア 基本的なデータの抽出

- (ア) 児童のプログラミング的思考の深まりについて把握するため、プログラミング的思考の「分解」に関するアンケートを事前・直前・事後に行う。考えたり友達に説明したりするとき、「分解」についてどの程度気を付けたかを、「とても気を付けた」「気を付けた」「あまり気を付けなかった」「気を付けなかった」から選択する4件法で行うアンケートとした。事前アンケートは事前のプログラミング体験前、直前アンケートは事前のプログラミング体験と教科の中でのプログラミングの間、事後アンケートは教科の中でのプログラミング後に行う。直前アンケートを取り入れることで、プログラミング的思考の深まりが事前のプログラミング体験によるものなのか、教科の中にプログラミングを取り入れたことによるものなのか、検討できるようにした。
- (イ) 児童の教科の学びの高まりについて把握するため、思考力、判断力、表現力等に関するテストを事前・直前・事後に行う。その際、各学習内容のねらいに応じた評価規準と評価基準を設定し、5段階（レベル0～4）で評価する。評価基準の設定については、川崎ら（2012）を参考に作成した。（表2・3）5学年では正多角形の作図について、筋道を立てて考え、説明する力を問うテスト、6学年では電気の性質や働きについて、妥当な考えをつくりだし、表現する力を問うテストとした。事前テストは事前のプログラミング体験前、直前テストは教科の指導と教科の中でのプログラミングの間、事後テストは教科の中でのプログラミング後に行う。直前テストを取り入れることで、思考力、判断力、表現力等の高まりが教科の指導によるものなのか、教科の中にプログラミングを取り入れたことによるものなのか、検討できるようにした。

表2 思考力、判断力、表現力等に関するテスト、評価規準、評価基準（算数科）

<p>右の図形（一辺が6 cmの正三角形）のかき方を友達に説明して、友達にかいてもらいます。 自分の思い通りに友達にかいてもらえるように、かき方を説明してください。</p> 	
評価規準	図形を構成する要素に着目し、正多角形のかき方を筋道を立てて考え説明している。
	4 3に加えて、正三角形をかき手順を分かりやすい順番や表現にして説明している。
	3 2に加えて、正三角形をかき手順を細かく分けて考え説明している。
評価基準	2 正三角形がどんな図形なのか考え説明している。（正しく作図できる。）
	1 説明になっていない。（正しく作図できない。）
	0 無答

評価基準3の段階で評価規準を達成したものとみなす。

表3 思考力、判断力、表現力等に関するテスト、評価規準、評価基準（理科）

<p>電気を効率よく利用できる照明を考え、友達に説明します。 どんな照明ですか。友達にも分かるように説明してください。</p> 	
評価規準	電気を効率よく利用したものの仕組みを説明するために、習ったことを基にして、より妥当な考えをつくりだし、表現している。
	4 3に加えて、効率よく照明がつく手順を分かりやすい順番や表現にして説明している。
	3 2に加えて、効率よく照明がつく手順を細かく分けて考え説明している。
評価基準	2 どんな工夫をした照明か考え説明している。
	1 説明になっていない。
	0 無答

評価基準3の段階で評価規準を達成したものとみなす。

イ 抽出したデータの活用

- (ア) アンケートの平均値を統計処理し、プログラミング的思考における事前のプログラミング体験と教科の中でのプログラミングのそれぞれの有効性を検討する。
- (イ) テストの平均値を統計処理し、教科の学びにおける教科の指導と教科の中でのプログラミングのそれぞれの有効性を検討する。
- (ウ) 「分解」の思考への意識と思考力、判断力、表現力等の評価をクロス集計し、「分解」の思考が思考力、判断力、表現力等の高まりに関わったのか検討する。
- (エ) 系統的な学習を行っていない1年目6学年と系統的な学習を行った2年目6学年のテストの平均値を比較し、系統的な学習の有効性を検討する。また、系統的な学習を行った1年目5学年と2年目6学年のテストの平均値の推移からも、系統的な学習の有効性を検討する。

2 検証授業

(1) 授業対象

1年目…研究協力校A校 第5学年64名, 第6学年45名
2年目…研究協力校A校 第5学年47名, 第6学年64名

(2) 実施期間

1年目…令和2年1月17日～2月21日
2年目…令和2年6月29日～7月20日

(3) 単元について

ア 5学年

学校裁量の時間において事前のプログラミング体験を3時間, 算数「円と正多角形」において教科の指導を3時間, 教科の中でのプログラミングを1時間の計7時間で実施した。(表4)

(ア) 事前のプログラミング体験

プログラミング的思考を育む体験では, 友達に歯みがきの仕方を伝えるために付箋を用いて歯みがきの手順を細かく分けるなど, コンピュータを使わないアンブラグドによるプログラミングで「分解」の思考を体験した。プログラミングに関わる技能に慣れ親しむ体験では, インターネットソフトのHour of Codeやオフライン版のScratchを用いて, ビジュアル型のプログラミングを体験した。

(イ) 教科の指導

「円と正多角形」の単元の前半部分で, 正多角形の性質や特徴, 円を利用した正多角形の作図の仕方について学んだ。

(ウ) 教科の中でのプログラミング

「正多角形をかく」という目標に対して, まず, 正多角形をかくために必要な手順を付箋を用いて細かく分けた。(図3)「分解」を通して, 正多角形をかくために必要な既習の知識や技能を活用し, 論理的にかき方を考えていくことができた。この「分解」した手順を基にScratchでプログラミングした。正多角形をかくための基本のプログラムや角度の設定の仕方を考え, 正方形, 正三角形, 正六角形, 正八角形, 任意の正多角形をかいていった。

イ 6学年

学校裁量の時間において事前のプログラミング体験を3時間, 理科「電気と私たちの生活」において, 教科の指導を1時間, 教科の中でのプログラミングを3時間の計7時間で実施した。(表5)

(ア) 事前のプログラミング体験

プログラミング的思考を育む体験では, ワークシートを用いて場面に合った服装を考えるなど, アンブラグドによるプログラミングで「条件分岐」の思考を体験した。プログラミングに関わる技能に慣れ親しむ体験では, MakeCodeを用いて, 制御対象物 micro:bitのプログラミングを体験した。micro:bitのA・Bボタンや温度センサー, 光センサー, 傾きセンサー等を入力装置として, 数値や文字を表示するプログラミングを行った。

表4 単元指導計画(5学年)

単元指導計画【5学年】			
教科	C分類	A分類:算数	
単元	情報活用能力の育成	円と正多角形	
小単元	プログラミングを体験しよう	①正多角形	②円周と直径
時間	1-3	1-4	5-9
学習内容	1 アンブラグド 2 インターネットソフト 3 Scratch	1 正多角形の意味 2 正多角形の作図(円の中心角の等分割) 3 正多角形の作図(円周の等分)	4 プログラミングによる正多角形の作図
検証の流れ	事前のプログラミング体験	教科の指導	教科の中でのプログラミング

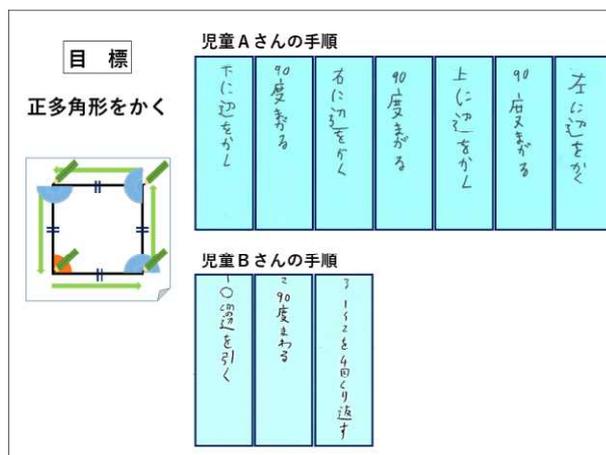


図3 「分解」した手順の例(5学年)

表5 単元指導計画(6学年)

単元指導計画【6学年】					
教科	C分類	A分類:理科			
単元	情報活用能力の育成	電気と私たちの生活			
小単元	プログラミングを体験しよう	電気を つくる	電気を ためる	電気を 使う	
時間	1-3	1-4	5-7	8-9	10 11-13
学習内容	1 アンブラグド 2-3 micro:bit	検証の 対象外		10 プログラムやセンサーの利用について	11 人が近付くと明かりがつくプログラム 12-13 電気を利用したもののづくり
検証の流れ	事前のプログラミング体験	教科の指導		教科の中でのプログラミング	

(イ) 教科の指導

「電気と私たちの生活」の単元の後半部分で、生活の中のプログラムやセンサーの利用について学んだ。

(ウ) 教科の中でのプログラミング

「電気を効率よく利用できる照明」という目標に対して、まず、照明を条件に合わせて点灯・消灯させるために必要な動きを付箋を用いて細かく分けた。「分解」を通して、照明の点灯と消灯を制御するために必要なプログラムやセンサーの知識を活用し、より妥当な条件を考えることができた。そして、この「分解」した動きを基にMakeCodeでプログラミングし、micro:bitが思い通り動くか試した。

次に、「電気を効率よく利用できるもの」という目標に対して、何の電気製品にどんな動きをさせたいのか目標を設定した上で、その動きを付箋を用いて細かく分けた。(図4)そして、この「分解」した動きを基にMakeCodeでプログラミングし、micro:bitを利用したスピーカー、車、扇風機などが思い通り動くか試した。

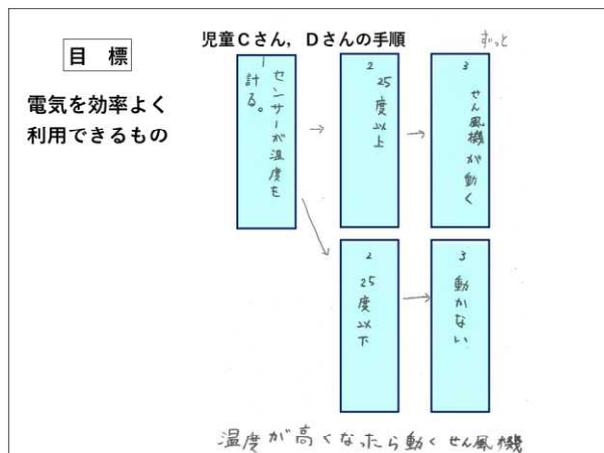


図4 「分解」した手順の例(6学年)

3 検証結果と考察

(1) プログラミング的思考の深まりについて

Wilcoxonの符号付き順位検定で事前アンケートと直前アンケートの平均値を比較したところ、検証授業を行った全ての学年で、0.1%水準の有意な差が見られた。次に、直前アンケートと事後アンケートの平均値を比較したところ、2年目5学年で5%水準の有意な差が見られたが、それ以外の学年では有意な差は見られなかった。(表6)

事前のプログラミング体験で、5学年は付箋を用いて必要な手順を細かく分ける活動を行った。また、6学年はmicro:bitを制御する際に、目標に合わせて動きを細かく分ける活動を行った。0.1%水準の有意な差が見られたのは、このようなアンブラグドによるプログラミング的思考を育む体験や制御対象物のプログラミングに必要な活動が作用したためと考えられる。

これらのことから、教科の中でのプログラミングによる効果が見られる学年もあるが、「分解」の思考は、事前のプログラミング体験によって育まれることが明らかになった。

(2) 教科の学びの高まりについて

Wilcoxonの符号付き順位検定で事前テストと直前テストの平均値を比較したところ、2年目6学年で0.1%水準の有意な差が見られたが、それ以外の学年では有意な差は見られなかった。次に、直前テストと事後テストの平均値を比較したところ、1年目6学年と2年目6学年で0.1%水準の有意な差、2年目5学年で1%水準の有意な差、1年目5学年で有意傾向が見られた。(表7) 検証授業を行った全ての学年で有意な差、または有意傾向が見られたこととなる。

表6 アンケートの結果

学年	平均値			Z値	
	事前	直前	事後	直前-事前	事後-直前
1年目 5学年	2.71 (N=62)	3.63 (N=63)	3.73 (N=59)	-5.415 *** (N=62)	-1.147 n.s. (N=59)
2年目 5学年	3.22 (N=46)	3.84 (N=44)	3.91 (N=45)	-4.498 *** (N=44)	-2.000 * (N=44)
1年目 6学年	2.61 (N=44)	3.64 (N=44)	3.73 (N=44)	-5.044 *** (N=44)	-0.943 n.s. (N=44)
2年目 6学年	3.08 (N=63)	3.70 (N=63)	3.74 (N=61)	-4.793 *** (N=63)	-0.277 n.s. (N=61)

注：***p<.001, *p<.05, n.s.:有意差なし

表7 テストの結果

学年	平均値			Z値	
	事前	直前	事後	直前-事前	事後-直前
1年目 5学年	1.97 (N=62)	2.03 (N=63)	2.41 (N=59)	-.352 n.s. (N=62)	-1.901 † (N=59)
2年目 5学年	2.54 (N=46)	2.64 (N=44)	3.13 (N=45)	-.378 n.s. (N=44)	-2.673 ** (N=44)
1年目 6学年	2.64 (N=44)	2.68 (N=44)	3.20 (N=44)	-.171 n.s. (N=44)	-3.556 *** (N=44)
2年目 6学年	2.46 (N=63)	2.95 (N=63)	3.39 (N=61)	-3.649 *** (N=63)	-3.521 *** (N=61)

注：***p<.001, **p<.01, †p<.1, n.s.:有意差なし

教科の中でのプログラミングで、5学年は正多角形をかくために、正多角形の性質などの既習の知識や技能を活用してその手順を考え、付箋やコンピュータで表現し、目標を達成できるように試行錯誤した。6学年はものを条件に合わせて制御するために、プログラムやセンサーの利用についての知識を活用してその手順を考え、付箋やコンピュータで表現し、目標を達成できるように試行錯誤した。このようなアンプラグドやコンピュータを用いたプログラミング体験が、思考力、判断力、表現力等の高まりに有効であったと考えられる。

これらのことから、教科の指導による有意な差が見られる学年もあるが、教科の思考力、判断力、表現力等は教科の中でのプログラミングを行うことによってより高まることが明らかになった。

(3) 思考力、判断力、表現力等の高まりと「分解」の思考の関わりについて

「分解」への意識と思考力、判断力、表現力等の評価をクロス集計し、 χ^2 検定を行った。(表8～11) その結果、1年目5学年 ($\chi^2(2) = 7.365$, $p = .025$) で5%水準の有意な差、2年目5学年 ($\chi^2(3) = 7.490$, $p = .058$) と2年目6学年 ($\chi^2(4) = 10.863$, $p = .093$) で有意傾向が見られ、この三つの学年では、「分解」への意識の違いで思考力、判断力、表現力等の評価に違いがあるといえる。

さらに、この三つの学年の残差分析を進めたところ、1年目5学年では、「分解」をとてども気を付けた児童が評価4となる傾向(調整済み残差= 2.0, 5%水準で有意)と「分解」を気を付けた児童が評価3となる傾向(調整済み残差= 2.5, 5%水準で有意)が強かった。2年目5学年では、「分解」を気を付けた児童が評価1となる傾向(調整済み残差= 2.3, 5%水準で有意)が強かった。2年目6学年では、「分解」をあまり気を付けなかった児童が評価2となる傾向(調整済み残差= 3.1, 1%水準で有意)が強かった。「分解」への意識が高いほど、思考力、判断力、表現力等の高評価の比率が高い傾向がみられ、思考力、判断力、表現力等に「分解」が関わったと考えられる。

一方、1年目6学年では有意な差が見られず ($\chi^2(6) = .968$, $p = .915$) , 「分解」への意識の違いで、思考力、判断力、表現力等の評価に違いがあるといえなかった。その要因として考えられるのが、5学年時での「分解」の体験の有無である。有意な差、または、有意傾向が見られた三つの学年では、5学年時の事前のプログラミング体験において、プログラミング的思考を育む体験としてアンプラグドでの「分解」を体験している。1年目6学年は、5学年時にプログラミングを体験していないため、プログラミング的思考を育む体験として「分解」を体験していない。6学年時にプログラミング的思考の一つとして学んだ程度である。表6から事前のプログラミング体験を通して「分解」の思考が育まれたとはいえるが、思考力、判断力、表現力等に関わる活動の中で、効果的に活用されなかったといえる。

これらのことから、事前に「分解」の思考を育む体験をアンプラグドで行ったことが、思考力、判断力、表現力等と関わる活動に実践的に活用されたと考えられる。つまり、思考力、判断力、表現力等の高まりに「分解」の思考への意識が関わるということが明らかになった。児童の感想からもその傾向が見られた。(表12・13)

表8 クロス集計表(1年目5学年)

		思考力、判断力、表現力等の評価				合計
		4	3	2	1	
「分解」への意識	とてども気を付けた	17	6	0	20	43
	気を付けた	2	7	0	7	16
	あまり気を付けなかった	0	0	0	0	0
	気を付けなかった	0	0	0	0	0
合計		19	13	0	27	59

表9 クロス集計表(2年目5学年)

		思考力、判断力、表現力等の評価				合計
		4	3	2	1	
「分解」への意識	とてども気を付けた	21	13	3	4	41
	気を付けた	1	0	1	2	4
	あまり気を付けなかった	0	0	0	0	0
	気を付けなかった	0	0	0	0	0
合計		22	13	4	6	45

表10 クロス集計表(1年目6学年)

		思考力、判断力、表現力等の評価				合計
		4	3	2	1	
「分解」への意識	とてども気を付けた	9	23	0	1	33
	気を付けた	2	8	0	0	10
	あまり気を付けなかった	0	1	0	0	1
	気を付けなかった	0	0	0	0	0
合計		11	32	0	1	44

表11 クロス集計表(2年目6学年)

		思考力、判断力、表現力等の評価				合計
		4	3	2	1	
「分解」への意識	とてども気を付けた	26	16	3	1	46
	気を付けた	6	6	2	0	14
	あまり気を付けなかった	0	0	1	0	1
	気を付けなかった	0	0	0	0	0
合計		32	22	6	1	61

表12 児童の感想（5学年）

5学年	
<ul style="list-style-type: none"> 必要な手順を細かく分け、命令を組み合わせるとよいことがわかった。分かりやすく説明することが大切だと思った。この授業をとおして、細かくわかりやすく、かんたんにせつめいすることが大切だと思った。 	<ul style="list-style-type: none"> わたしがプログラミングをして、分かったことは、機械などにはいねいに分解や組み合わせたものを伝えることです。プログラミングを生かして、いろんな生活に生かしてやって見たいです。

(原文のまま)

表13 児童の感想（6学年）

6学年	
<ul style="list-style-type: none"> 手順を細かく分けて命令を出せば機械などでも分かりやすくいいと思いました。電気を効率よく使うためにはセンサーを使えば効率よく使えるとわかりました。これからの生活に役立てたいと思いました。 	<ul style="list-style-type: none"> 場合分けの組合せを使って、電気を効率よく使うことがわかりました。命令を細かく分けて指示すればいいなと思いました。私も、電気を効率よく使う方法を考えようと思いました。

(原文のまま)

(4) 系統的な学習の効果について

まず、系統的な学習の有無で思考力、判断力、表現力等の高まりに違いが見られるのかを考察する。1年目6学年は系統的な学習がなし、2年目6学年は系統的な学習がありで、事後テストにおいて2年目6学年の平均値が高くなっている。この1年目6学年と2年目6学年の思考力、判断力、表現力等の平均値の差が統計的に有意かを確かめるために、Mann-WhitneyのU検定を行ったところ、5%水準で有意差が見られた。(表14)

次に、系統的に学習を進めた場合の思考力、判断力、表現力等の高まりを考察する。系統的に学習した1年目5学年と2年目6学年の思考力、判断力、表現力等の事後テストの平均値の差が統計的に有意かを確かめるために、Wilcoxonの符号付き順位検定を行ったところ、0.1%水準で有意差が見られた。(表15)

また、(3)で思考力、判断力、表現力等の高まりと「分解」の思考の関わりについて考察した際も、5学年時の事前のプログラミング体験の有無で結果に違いが見られていた。

これらのことから、今回の事前のプログラミング体験、教科の指導、教科の中でのプログラミングという流れでプログラミングを系統的に学習していったことが、教科の思考力、判断力、表現力等の高まりに有効であることが認められた。

表14 系統的な学習なしとありの比較

	平均値		Z値
	1年目6学年 系統的な学習なし	2年目6学年 系統的な学習あり	2年目-1年目
思考力, 判断力, 表現力等	3.20 (N=44)	3.39 (N=61)	-1.970 *

注：*p<.05

表15 系統的に学習した1年目と2年目の比較

	平均値		Z値
	1年目5学年 系統的に学習	2年目6学年 系統的に学習	2年目-1年目
思考力, 判断力, 表現力等	2.41 (N=59)	3.39 (N=61)	-4.218 ***

注：***p<.001

V 研究のまとめ

本研究は、各教科等におけるプログラミング教育が効果的に展開されるために、「分解」の思考を重視した事前のプログラミング体験をすることで、教科の学び（思考力、判断力、表現力等）をより確実なものにすることを検証した。その成果として次のことが挙げられる。

- ・プログラミング的思考は、事前のプログラミング体験によって育まれる。
- ・教科の思考力、判断力、表現力等は、教科の中でのプログラミングを通して高まる。
- ・教科の思考力、判断力、表現力等の高まりに「分解」の思考への意識が関わっている。
- ・教科の思考力、判断力、表現力等の高まりにプログラミングの系統的な学習の効果が見られる。

VI 研究の課題

今回行った事前のプログラミング体験は、C分類（教育課程内で各教科とは別に実施するもの）の活動として実施した。授業時数に余裕がない中で、学校裁量の時間を活用しての事前のプログラミング体験は現実的とは言えないであろう。手引でもカリキュラム・マネジメントの重要性を述べているように、実施する各教科等については、「教育の情報化に関する手引」等を参考にし、学校の情報教育全体計画や年間計画を整備しながら、総合的な学習の時間を活用する等、情報活用能力育成のために、組織的かつ計画的に取り組んで行く必要がある。

本研究をまとめるにあたり、御協力いただきました研究協力校の校長先生並びに関係いただきました先生方に厚く御礼申し上げます。

<引用文献・URL>

- 1 金子大輔 2019 「小学校におけるプログラミング教育の必修化とその実施上の課題」
https://hokusei.repo.nii.ac.jp/?action=repository_uri&item_id=2356&file_id=45&file_no=1
(2021.1.8)
- 2 文部科学省 2020 「小学校プログラミング教育の手引（第三版）（令和2年2月公表）」
https://www.mext.go.jp/content/20200218-mxt_jogai02-100003171_002.pdf (2021.1.8)
- 3 及川良紀 2018 「論理的思考力を育むプログラミングの体験の在り方に関する研究ー小学校算数科・理科の指導を通してー」
http://www1.iwate-ed.jp/kenkyu/siryu/h29/h29_13_2_1.pdf (2021.1.8)
- 4 安藤明伸 2017 「ネットワークを利用した双方向のあるコンテンツについて」
<http://staff.miyakyo-u.ac.jp/~andy/distribute2.pdf> (2021.1.8)
- 5 中村千草 2019 「論理的に考えを進める力を育てる小学校算数科の指導に関する研究ープログラミング的思考の視点を取り入れてー」
https://www.ysn21.jp/wp/wp-content/uploads/2019/03/6_H31_nakamura.pdf (2021.1.8)

<参考文献・URL>

- 1 折笠史典 2019 「新学習指導要領における小学校プログラミング教育」
https://www.soumu.go.jp/main_content/000605586.pdf (2021.1.8)
- 2 文部科学省 2018 「Society5.0に向けた人材育成の推進」
<https://www.kantei.go.jp/jp/singi/keizaisaisei/miraitoshikaigi/dai16/siryu6.pdf> (2021.1.28)
- 3 文部科学省 2017 『小学校学習指導要領（平成29年3月公示）』
- 4 文部科学省 2017 「小学校プログラミング教育の手引（第一版）（平成30年3月公表）」
https://www.mext.go.jp/content/20200214-mxt_jogai02-000004962_004.pdf (2021.1.8)
- 5 文部科学省 2017 「小学校プログラミング教育の手引（第二版）（平成30年11月公表）」
https://www.mext.go.jp/content/20200214-mxt_jogai02-000004962_002.pdf (2021.1.8)
- 6 川崎正盛 妹尾進一 村上良太 植田敦三 松浦武人 2012 「論理的な図形認識を促す算数・数学科カリキュラムの開発（3）ー中学校第1学年における図形の性質間の関係に焦点をあててー」
https://ir.lib.hiroshima-u.ac.jp/files/public/3/32653/20141016191055136219/AnnEducRes_40_237.pdf (2021.1.8)
- 7 リンダ・リウカス著 鳥井雪訳 2016 『ルビィのぼうけん こんにちは！プログラミング』 翔泳社
- 8 文部科学省 2019 「教育の情報化に関する手引（令和元年12月）」
https://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/zyouhou/detail/mext_00724.html (2021.1.8)
- 9 文部科学省 2020 「教育の情報化に関する手引（追補版）（令和2年6月）」
https://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/zyouhou/detail/mext_00117.html (2021.1.8)