

〈IT教育：小学校 算数〉

論理的思考力を育む学習指導の工夫

——第4学年算数科「面積」におけるプログラミングを通して——

南城市立百名小学校教諭 菅野朋和

I テーマ設定の理由

身近なものにコンピュータが内蔵され、プログラミングの働きにより生活の便利さがもたらされている現在。変化が激しく将来の予測が困難な時代にあっても、子どもたちが自分の人生を切り拓き、よりよい社会を創り出していくことができるよう必要な資質・能力をしっかりと育んでいくことが求められている時代の中、2020年にプログラミング教育が小学校に導入される。平成28年6月に文部科学省から出された「小学校段階における論理的思考力や創造性、問題解決能力等の育成とプログラミング教育に関する有識者会議」（以下、プログラミング教育に関する有識者会議とする）では、プログラミング教育が目指すこととして、「問題解決には必要な手順があることに気付くこと、各教科等で育まれる思考力を基盤としながら基礎的な『プログラミング的思考』を身につけること」と述べている。また、これを算数科で取り入れる例として「計算の手続を一つ一つのステップに分解し、記憶し反復し、それぞれの過程を確実にこなしていく」ということであり、これは、「プログラミングの一つ一つの要素に対応する」が挙げられている。

本学級児童の算数科の授業における実態は、問題に対し答えを求めることができるが、問題解決の過程を筋道立てて問題解決の手順に沿って考えを記入する力が不十分である。これまでの算数科の指導において、問題解決の手順を示し解答させるために、「まず・次に・だから」などの接続語を使って順を追って説明させるようにしてきたが、その力が十分でない姿が見られる。そのため、意見交換や練り合い場面においても流れを意識して発表することができない児童がいる。これらは、自分の考えをノートに書く段階で、問題解決の過程や思考の流れにそって記入することができないことが原因であり、よりよい方向へ導いていく必要がある。

また、算数科の内容に関する実態として、平成28年4月に実施した本校4年生における標準学力調査（3年生までの既習事項）で、「量と測定」の領域「はかりの目盛りの読み方の理解」では全国平均正答率と比べ-2.9ポイント、「身近にあるものの重さを推察し、適切な単位を使う」では、全国正答率と比べ-13ポイントとなった。さらに、単元テストの結果を見ると、「知識・理解」「技能」の観点では平均得点が高いものの、「数学的な考え方」の観点においては前述の2観点に比べ、平均得点が低い現状がどの単元でも見られる。これらの結果から学習内容の課題として、①量と測定の領域、②単位、③思考力の3つが挙げられる。そこで本研究では第4学年の「面積」の単元を通して課題の解決を図ることとした。

これまでの「面積」の指導では、複合図形については実際に紙を切り、図形を組み替え、操作を通して面積を求めさせ、「 cm^2 」「 m^2 」「a」の比較的小さな単位の学習では、実際の大きさを作成し、体験させる活動を行ってきた。どちらも算数的活動を通して、理解の定着を図っていかうと試みたが、複合図形の数値がきちんと読み取れていない、面積の単位の相互関係では量感が体験と伴っていない実態もあった。さらに、「ha」「 km^2 」の大きな面積の単位になると、体験的活動が難しく、数値を教え込む一方的な授業になってしまった課題もある。特にそれが第6学年の単元「量の単位のしくみ」の学習時に苦勞する児童が多く見られた。そこで、本校5・6年生56名に行った第4学年「面積」の調査問題を実施したところ、複合図形の面積を求める問題で正答率が64%、面積の単位換算の問題では、 $1\text{ km}^2=100\text{ ha}$ が14%、 $1\text{ ha}=100\text{ a}$ が36%、 $1\text{ a}=100\text{ m}^2$ が48%の結果となり、他の単位換算においても正答率が低い結果となり、第4学年の「面積」で学習する複合図形の面積の求め方や、「a」「ha」「 km^2 」の単位換算で既習事項が生かされなかった児童が多いことがわかった。

これらの課題を解決していくためには、面積の構成要素や単位の相互関係を筋道立てて体系的に考えていく力を身につけていくことが重要ではないかと考える。本研究では、「面積」の単元においてプログラミングを取り入れる。算数科「面積」における問題解決の流れを論理的に考えさせるためにも、どのような組み合わせをしたら意図する活動へと結びつくのかを考え、解決すべき問題やその方向性を見だし、プログラミングを取り入れることによって、面積の構成要素や単位の相互関係が論理的に理解できるのではないかと考え、本テーマを設定した。

〈研究仮説〉

第4学年算数科「面積」の学習において、算数科で育む思考力を基盤としたプログラミングを取り入れることによって、問題解決の流れや面積の構成要素が理解でき、論理的思考力が育まれるであろう。

II 研究内容

1 理論研究

(1) 論理的思考力

次期学習指導要領等に向けたこれまでの審議のまとめ（報告）（平成28年8月）では、各教科等で習得や活用、探求という学びの過程で、習得した概念・知識、考え方を活用しながら問題解決したり、自分自身の考えを形成したり、意味や価値を創造したりすることに向かうと述べられている。そのような学びの過程で「どのような視点で物事を捉え、どのように思考していくのか」という、物事を捉える視点や考え方も鍛えられていく。例えば算数・数学科においては、事象を数量や図形およびそれらの関係などに着目して捉え、論理的、統合的、発展的に考えること」と示されている。こうした「見方・考え方」が学習のみならず、大人になっていく過程においても重要な働きをするものと述べており、事象を論理的に考えることの重要性も指摘している。

小田敏弘（2011）は、論理について「解釈を一意に定めるための道具」とし、「それを適切に操作すれば、誰がどうやっても同じ結論にたどりつく、そういうことが可能になるように作られています。同じ結論にたどりつくということは、言い換えると、異論や反論を封じることができるということでもあり、それは、『説得力がある』ということなのです。」と示している。また、数学との関わりも含めながら、日常に生かせる「論理的思考」を身につけていく過程を示している（図1）。本研究では、小田の論理の過程をふまえ、①既習事項から課題に

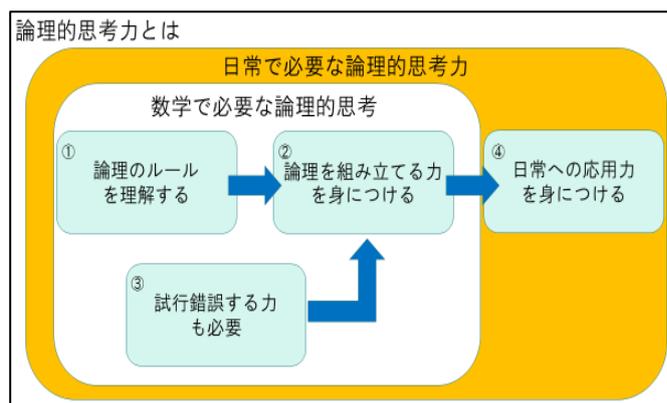


図1 論理的思考を身につけていく過程

対して有効的な解法を見つけ、その根拠が解答とどう結びつくかを考えさせ（論理のルールを理解）②公式やきまり等があるからと機械的に解答するなど効率化せず、算数的用語（公式やきまりも含む）を活用して筋道立てて解法を説明し（論理を組み立てる力）、③うまくいかなければ修正、修正しては取り組むなどを通して（試行錯誤する力）④面積の量感を実生活のものから画像化する（日常生活との関連）ことを通して論理的思考力を育てていきたい。

また、田中保成（2008）は、論理的思考力について「わからないものに対して、これまで蓄積した知識を総動員して理解しようとする主観的な能力」としている。また、論理的思考力を10の力の集合体と述べている（表1）。この田中が提言する集合体を本研究で取り入れていくことを想定すると次のようなことが考えられる。既習内容の知識（算数的用語・公式・体験活動等）から情報の探索及び収集をし、問題の解決の見通しを立て、それをもとに自分の考えを記入し、思考を具体化する。さらにプログラミングを通して、思考の流れが意図する動きとなるよう、試行錯誤を繰り返しながら推理力や直感力を発揮し、問題解決することが想定される。田中が述べている「論理的思考力の10の力の集合体」を身につけさせていくためにも、本研究でこの考えを取り入れ、論理的思考力を育てていく。

表1 論理的思考力の10の力の集合体

- | |
|--------------------------|
| ①道具を多く持つ - 情報収集力- |
| ②関係する知識を呼び出す - 検索力- |
| ③知識を関連づける - 構成力- |
| ④複雑な問題を単純な要素に分解する - 分解力- |
| ⑤具体的な数字をあてはめてみる - 具体化力- |
| ⑥図やグラフで表現する - 視覚化力- |
| ⑦視点を変える - 発想力- |
| ⑧場合に応じて考える - 推理力- |
| ⑨規則性を見つける - 洞察力- |
| ⑩補助線を引く - 直感力- |

(2) 算数科で育む思考力

小学校学習指導要領解説算数編（平成20年6月）において、数学的な思考力を育成するためにも「根拠を明らかにし筋道を立てて体系的に考えることや、言葉や数、式、図、表、グラフなどの相互の関連を理解し、それらを適切に用いて問題を解決したり、自分の考えを分かりやすく説明したり、互いに自分の考えを表現し伝え合ったりすることなどの指導を充実する。」と述べられている。また、「問題解決の方法や結果が正しいことをきちんと示すためには、筋道を立てて考えることが求められる。それは、根拠を明らかにしながら、一歩ずつ進めていくという考えである。」とも示されている。これらの事項を達成するために、説明手順の明示や話型等を示してきたが、児童のもつ力を引き出すことが十分にできず、筋道立てて考えさせる力を身につけさせることが不十分であった。

算数科の思考力を育んでいくためにも、既習事項をふまえた算数的用語を意識させながら活用させ、演繹的、帰納的な考え等を使いながら学習理解を深めさせ、見通しをもち筋道立てて考えさせることで論理的思考力の育成へとつなげていきたい。また、これまで行ってきた作業的・体験的活動をさらに充実させるために、写真アプリやGoogle mapを活用し、児童の考える「量感のイメージ」を「実際の量感のイメージ」へと変換することで、量感を豊かにすることができ、単位と測定の意味理解の指導において捉えやすくなるのではないかと考える。

(3) プログラミング教育

次期学習指導要領等に向けたこれまでの審議のまとめについて（報告）（平成28年8月）では、「身近なものにコンピュータが内蔵され、プログラミングの働きにより生活の利便さや豊かさがもたらされていることについて理解し、そうしたプログラミングを、自分の意図した活動に活用していけるようにすることもますます重要になっている。将来どのような職業に就くとしても、時代を超えて普遍的に求められる『プログラミング的思考力』などを育むプログラミング教育の実施を、発達の段階に応じて位置付けていくことが求められる。」と述べられている。また、プログラミング教育に関する有識者会議において、小学校教育におけるプログラミング教育の在り方を「新しい時代における社会や職業の在り方を見据えつつ、子供たちが、将来どのような職業に就くとしても生かすことができるような資質・能力を育む、ということを目指して行わなければならない。」とされている。また、プログラミング教育を導入するにおいて、プログラミング教育で得られる資質・能力について

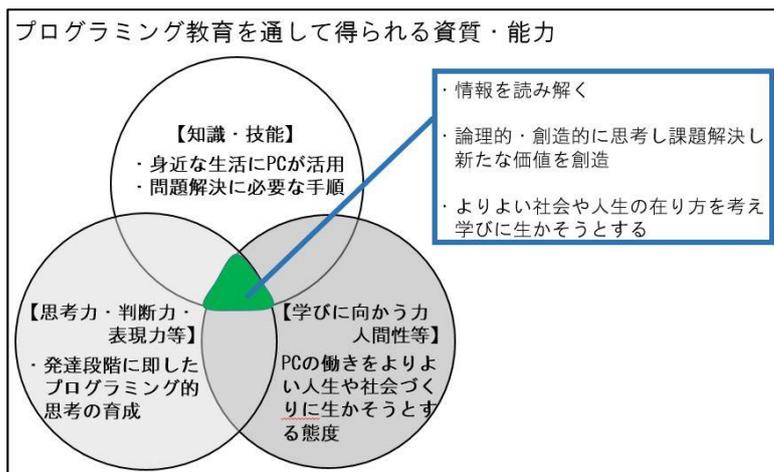


図2 育成されると考えられる資質・能力

3つの項目があげられており、それをまとめると図2のようになる。これらの資質・能力を育成していくために本研究では、プログラミングは改善点が視覚化・明確化されることから、自分の考えを意図した動きにするためには正しい組合せが必要であることに気付かせる。また、問題解決していくためには必要な手順があることを学習の中で学ばせる。また、ペア学習で学び合う中で、お互いの共通点や相違点を見つけて思考を深めさせ、その考えをプログラミングで思考の可視化をすることで、コンピュータを使うことで思考が表現されるよさに気付くとともに、3つの資質・能力が育成されるのではないかと考えられる。

(4) プログラミング的思考

プログラミング教育に関する有識者会議では、プログラミング的思考について「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み合わせが必要であり、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る力」と示している。また、「プログラミングに携わる職業を目指す子供たちだけでなく、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、これからの時代において共通に求められる力である」としている。これらをふまえ、本研究では、算数科で育む思考力を基盤としたプログラミングを取り入れ、既習事項との関連がどう活用できるかを紙媒体でイメージさせ、それらが意図した流れになるよう動きの組合せを考えながらコンピュータに入力し、可視化させることを通して、論理的思考力を育んでいきたい。

(5) プログラミングを進めていく際の基本方針

プログラミング教育における有識者会議において、「コーディングを覚えることが目的でないこと」「小学校教育では体験の中で触れるということでも十分であり、それ自体を教え込んだり、知識として、身に付けることを指導のねらいとしたりする段階ではないと考えられる。」としている。

米田昌悟（2016）においても、旧来のプログラミング教育の難点を「アイデアを考えたり、それを実現するための仕組みを検討することよりも先に、開発時に必要な『特定のプログラミング言語の文法』を学習させること」にあることを述べた上で、現在のプログラミング教育は「実際に何かを作る過程を経験しながら（もしくは経験した後で）、プログラミング言語の文法を学んでいくという流れが主流」と述べている（図3）。こうすることで、学んでいることを習得することによって何

が実現できるかをイメージできるようになり、効率的に学習を進められると考えられる。また米田は「何らかのアイデアを形にすること」をゴールに設定して学習することを勧めている。

本研究では、プログラミング言語やその文法について学ぶことを取り上げない。また、プログラムを作ることを目的とせず、プログラミングを通して、論理的思考力の基礎となる部分である「問題解決の流れの方向性」「筋道立てる」「順序を考える」などを育成していきたい。さらに、米田による「まずやってみる」の段階において、プログラミングシートを活用し、思考の流れを言葉や絵、図や式等を記入させる。そこでビジュアルプログラミング言語の学習サービス「Scratch」を使い、コンピュータにプログラミングシートの流れを実際に入力させ、意図した動きになっていくよう試行錯誤を通して、思考の流れをより深めることができるプログラミングを行っていきたい。

(6) Scratch (<https://scratch.mit.edu/>)

Scratchは、MIT（マサチューセッツ工科大学）メディアラボのライフロンギンダーガーディンググループが開発・運営を行っているビジュアルプログラミング言語の学習サービスである。対象年齢は7歳以上を対象に設計されており、無料で利用できる。操作が簡単で「命令」「制御」「変数」などの文字が書かれたブロックを組み合わせることでプログラムし、音を加えたりしながら、ゲームやアニメーションなどのデジタル作品が作れる。Scratchを使用するために、プログラミング言語の複雑な文法や数学の知識を覚える必要がない。また、他の人が共有した作品を自由に改良して新しい作品を作れる機能もあるため、実現方法がわからない機能があった際には、既存のプログラムの中身を見ることで、仕組みを理解したり、その作品をアレンジしたりすることもできる（図4）。本研究では、児童がこのScratchを利用してプログラミングシートに記入した課題解決の過程を入力し、より理解の定着へと結びつけていけるような手立てとして活用する。

2 調査研究

(1) 児童の実態調査と考察

本研究を進めていく上で、対象クラス32人にアンケート調査を行った（表2）。質問項目1の「算数の勉強は好きですか。」では、「あてはまる」「どちらかといえばあてはまる」と肯定的に答えた児童が75%という結果となった。その理由として、「勉強の内容がわかった時が楽しい」や「問題が解けた時がうれしい」と回答した児童が多かった。質問項目2で「算数の学習内容はよくわかりますか。」について肯定的に答えた児童が72%であったが、質問事項1との関連性を見ると、質問事項1で「どちらかといえばあてはまらない」や「あてはまらない」に回答した児童4名が質問事項2でも質問事項1と同様の否定的な回答を選択している。この課題を改善していくためにも、現在の指導法の工夫改善を図り、学習内容を理解させることで、算数科に対する関心が高まり、学習意欲の向上へとつながっていくのではないかと

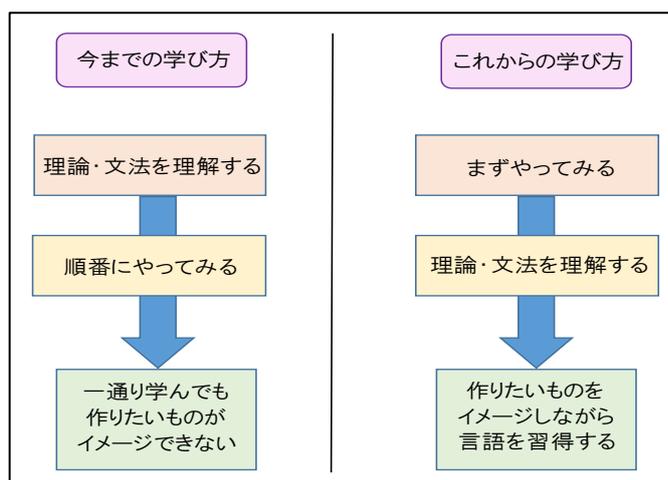


図3 旧来と現在のプログラミング方法の違い



図4 Scratch

表2 肯定的に答えた児童の割合 N=32

番号	質問事項	対象クラス
1	算数の勉強は好きですか。	75%
2	算数の学習内容はよくわかりますか。	72%
3	ノートやワークシートなどに自分の考えをきちんと書いていますか。	87%
4	自分の考えを説明する時、相手に分かりやすいように発表の順番を考えて伝えることができていますか。	47%
5	友達の考えを聞くときは、自分の考えと比べながら聞いていますか。	47%
6	解き方のきまりを習う時、なぜそうなるかを考えていますか。	63%

考えられる。

次に質問事項3の「ノートやワークシートなどに自分の考えをきちんと書いていますか」という質問に対し、「あてはまる」「どちらかといえばあてはまる」と答えた児童が87%と高かった。その一方で質問事項4の「自分の考えを説明する時、相手に分かりやすいように発表の順番を考えて伝えることができますか。」の質問に対し、肯定的に答えた児童は半数以下の47%であった。これらの結果から問題に対し自分の考えが書いているものの、問題解決に向けての思考過程を順序立ててノートに表記することができていないのではないか、またそれが原因となり、分かりやすい発表へとつなげていくことが難しかったのではないかと考える。問題に対する有効な解決策を導き出していくためにも、既習事項から情報を集め、整理・分析し、活用していく論理的思考力が必要である。その力を身につけていくためにも、プログラミングを通してどのような思考過程を経て問題解決へと結びつけていったかを、自力解決（ノート）からペア学習（プログラミングシート）、プログラミング入力（Scratch）へとステップを踏ませながら段階的に考えさせ、論理的思考力を育成していきたい。筋道立てて考えることを経験させていくことで、質問事項5の「友達の考えを聞くときは、自分の考えと比べながら聞いていますか」や質問事項6の「解き方のきまりを習う時、なぜそうなるかを考えていますか」が試される学習場面において、自分自身と他者との思考過程の違いを見つけやすくなったり、きまりの根拠となる内容を既習事項から意識して見つけ出そうとしたりする姿が見られるのではないかと考える。これらの活動を通して、プログラミングを通じた論理的思考力の育成を図り、児童の実態をよりよい方向へ結びつけていきたい。

Ⅲ 指導の実際

1 単元の概要

単元名		広さを調べよう（東京書籍 第4学年）
目標		面積について単位と測定の意味を理解し、面積を計算によって求めることができるようにするとともに、面積についての量感を豊かにする。
観点別目標	関心・意欲・態度	面積を数値化して表すことのよさや、計算によって求められることの便利さに気づき、身の回りの面積を求めるなど生活に生かそうとする。
	数学的な考え方	面積について、量や乗法の学習を基に、単位の何こ分で数値化して表すことや、辺の長さを用いて計算で求められることを考え、とらえることができる。
	技能	長方形、正方形の面積を、公式を用いて求めることができる。
	知識・理解	面積について、単位と測定の意味や、長方形や正方形の面積は計算によって求められることやその求め方を理解し、面積についての量感を身につける。
単元指導計画	第1時	面積の比べ方をいろいろな方法で考え、面積を比べることができる。(考)
	第2時	面積の単位「 cm^2 」を知り、面積の意味について理解する。(知)
	第3・4時	長方形、正方形の面積を計算で求める方法を理解し、面積を求める公式をつくることができる。 (関・技)
	第5・6時	既習の長方形や正方形の面積の求め方を活用して、複合図形の面積の求め方を考えることができる。 【検証1】 (考)
	第7時	面積の単位「 m^2 」を知り、辺の長さがmの場合も、長方形や正方形の面積の公式が適用できることを理解する。(知)
	第8時	面積の単位「 m^2 」と「 cm^2 」の関係を理解する。(知)
	第9時	面積の単位「a」「ha」「 km^2 」を知り、面積の単位について理解する。(知)
	第10・11時	面積の単位「a」「ha」「 km^2 」を知り、面積の単位の相互関係を考えることができる。(考) 【検証2】
	第12時	学習内容を適用して問題を解決する。(技)
	第13時	学習内容の定着を確認し、理解を確実にする。(知)

2 単元について

(1) 教材観

第1学年では面積の意味や直接比較、任意単位による測定を行い、面積を比べる活動を通して、面積についての基礎的な学習をしてきている。第4学年では、こうした経験をふまえ、面積についての単位と測定の意味を理解し、長方形、正方形の面積の求め方について考え、公式をつくり出し、それらを用いて面積を求めることができるようにすることをねらいとしている。また、この公式を基に複合図形の面積の求め方を考えるが、このような考えが第5学年の平行四辺形や三角形などの面積や、直方体や立方体の体積にもつながる。さらに、面積を表す単位として、「 cm^2 」についてとらえ、「 m^2 」「a」「ha」「 km^2 」などの単位を指導する過程となっている。「 m^2 」の次に「 km^2 」だと数値が

大きくなってしまふ場合があるので、別の単位「a」や「ha」が必要になることに留意する。

(2) 児童観（児童の意識調査については表2を参照）

本単元で学習する「面積」に関連するレディネステストでは、どの問題も正答率が高かったが「アの図形とイの図形ではどちらが広いですか」の問題において、どちらが大きいかを重ねて比べる問題でつまずきがあった。これまでの学習を振り返ってみると、黒板に書かれた内容をきちんと板書することができる。また、自分の考えを自分なりにノートに書き、問題解決に向け、積極的に取り組むことができるが、わかる情報を順序立てて組み立てていくことが不十分であり、また答えを導き出していくことはできるが、なぜそうなるかを答えることができない面もある。

(3) 指導観

本単元の指導において、レディネステストの結果をふまえ、面積の単位と測定の意味について理解させるためにも、単元当初では、実際に操作して比較するなどの算数的活動の充実を図る。それを通してレディネスの課題を解決していきたい。また、児童へのアンケート調査の分析を通して出た「自分の考えをノートに書けるが、順序立てて伝えることができない」課題を解決するためにも、単位そのものの、もととなる大きさがどれくらいかをプログラミングシート（ワークシート）を活用して思考させる。プログラミングシートに記入した思考の流れに加え、説明文章を記入させることで、より論理的に思考でき、発表力にもつながるのではないかと考えられる。それをビジュアルプログラミング言語の学習サービス「Scratch」を使い、面積の単位のもととなる大きさを構成させ、意図する動きへと結びつくのかをペアで協働させ、プログラミングを通して論理的思考力を育てていきたい。

3 本時の学習指導について

(1) 目標

面積の単位「a」「ha」「km²」を知り、面積の単位の相互関係を考える。

(2) 授業仮説

面積の単位の相互関係を理解するために、第10時において大きな面積の単位の構成をプログラミングシートに記入し、第11時においてビジュアルプログラミング言語のScratchを使って表現させることによって、その関連性と大きさの概念について理解を深めることができ、学習の定着が図られるであろう。

(3) 本時の展開（第10時）

過程	学習段階と発問 (●)	学習活動 (◎) 反応例 (○)	留意点 (※) ・評価規準
導入 10分	<p>1 前時に学習した「a」「ha」「km²」の単位についてふり返る。</p> <p>2 課題をとらえる。</p> <p>● それぞれの単位をm²に変えることは勉強しましたが、今日は「a」「ha」「km²」の隣り合った関係を調べていきましょう。</p>	<p>◎ 本時の問題を把握し、解決の見通しをもつ。</p> <p>○ m²と同じだと思う。</p> <p>○ 辺の長さをもとに考えていけばいいと思う。</p>	<p>※ それぞれの大きさが把握できるよう、Google mapを使って実際の大きさがどれくらいかを見せる。</p> <p>※ 図を示しながら課題をとらえさせる。</p>
	めあて 単位同士 (「m ² 」「a」「ha」「km ² 」) の関係の調べ方を考えよう。		
展開 30分	<p>3 「m²とaの関係」「aとhaの関係」「haとkm²の関係」の3つに児童を分け、与えられた課題について自分の考えをノートにまとめる。</p> <p>4 同じ課題同士でペアを組み、自分の考えを伝える。</p> <p>5 ペアで相談しながらプログラミングシートを完成させる。</p>	<p>◎ 与えられた課題について、前時を振り返りながら、自分の考えを書く。</p>  <p>◎ 「m²とaグループ」「aとhaグループ」「haとkm²グループ」の3つに分かれ、ペアを組み、個人で考えたことを伝え合う。</p> <p>◎ 伝え合ったことをもとに、プログラミングシートに説明文章やプログラミングすることを相談しながら記入する。</p>	<p>※ 考えを導き出せない児童には「1ha=10000 m²」「1km²=1000000 m²」から考えさせたり、前時のノートを振り返らせたりし、既習事項を活用させる。</p> <p>・ 1a、1ha、1km²のそれぞれの単位のもととなる大きさが何かを考え、しきつめることをもとにして考えることができる。(考)</p> <p>※ 説明用文章の流れを意識させ、それを活用してScratchで作成するプログラミングの手順を決めていくことを助言する。</p> <p>※ 「みんなにわかってもらうためにどうブロックを組むか」の視点も意識させる。</p>

ま と め 5 分	6 学習したことを振り返り、感想を書く。	◎ 学習したことをもとに感想を書く。 	※ プログラミングシートに記入した内容を使い、次時に Scratch を使ってプログラミングしていくことを予告する。
-----------------------	----------------------	---	--

(4) 本時の展開 (第 11 時)

過程	学習段階と発問 (●)	学習活動 (◎) 反応例 (○)	留意点 (※) ・評価規準
導 入 3 分	1 前時の学習をふり振り返り本時の学習の流れを確認する。 ● プログラミングシートに記入したことをもとに確認しながら学習を進めていきましょう。	◎ 前時に記入したプログラミングシートを再確認する。 	※ 授業前にコンピュータを起動し、ユーザー名とパスワードを入力させ、Scratch のサイトを開かせる。
めあて 単位同士 (「m ² 」「a」「ha」「km ² 」) の関係について考えよう。			
展 開 34 分	2 Scratch を使ってプログラミングする。 ● プログラミングシートに書いた順を意識しながら、作っていきましょう。 ● プログラミングが難しい時は、他のペアと相談して組み立てて下さい。	◎ プログラミングシートを見ながら、自分たちの考えを Scratch に入力する。 ◎ ペアで協力しながら、プログラミングする。 	※ プログラミングシートに記入した順序を確認しながらプログラミングしていくことを声かけする。 ※ ローマ字入力が難しい児童には、「ローマ字表」と「キーボードローマ字入力確認表」を活用させる。 ※ 戸惑っている児童には、プログラミングシートを再確認させたり、ペアで相談させたりする。
ま と め 8 分	3 できあがった大きな面積の単位についてのプログラミングを紹介する。	◎ それぞれの発表を聞いて単位の相互関係を見つけ、ワークシートに記入する。 ○ a から ha は、辺は 10 倍だけど面積は 100 倍だ。 ○ ha から km ² も辺は 10 倍で面積が 100 倍で一緒だ。	※ 児童用画面をプロジェクターへ映し出す。 ※ 黒板へ掲示する際、単位の相互関係が図れるよう注意して掲示する。 ※ 児童の発言を通して、まとめを記入する。
まとめ 単位が 1 つ大きくなると (m ² →a→ha→km ²)、前の単位の大きさが 100 個集まった数 (面積が 100 倍) になる			
			・プログラミングを用いて面積の単位の相互関係を筋道立てて考えることができる。(考)

4 仮説の検証

研究仮説に基づき本研究では、児童の解決すべき課題やその方向性がプログラミングを通して論理的に捉えられているかを検証前、検証後のアンケート調査からの児童の意識の変化、プログラミングシート (ワークシート) やノートの内容、Scratch で作成したプログラミングのデータ、単元テストの結果をもとに検証を行った。

(1) 「論理的思考力を育む」活動の検証

論理的思考力を育てていくために、第 10 時 (第 5 時) で個々の考えをまずノートに書かせ、それをもとにペアでプログラミングシートを作成し、第 11 時 (第 6 時) で Scratch を使って問題解決の順序を再確認させた。第 10 時と第 11 時で行った「隣り合った単位同士の面積の関係を調べる」

の課題に対し、「1aは何㎡か」を課題とした児童のノート(図5)とプログラミングシート(図6)を見ると、個人で問題を解決した考えでは2行で解決の流れを表現している。「1aが縦10m、横10m」や「正方形の面積の公式は1辺×1辺」などの問題解決の鍵となる算数的用語が含まれておらず、具体的なことが記されていない。論理的思考力を育むためにも、プログラミングシートに考えを記入する場面では、単位の相互関係について順を追って説明し、辺の長さや公式などの算数的用語を書き入れながら、それらの構成を細かく説明することができている。また、この場面ではペア学習を取り入れたことで、自分の考えだけでなく、意見交換の中から友達の見解との共通点や相違点を取り上げ、本時の学習の鍵となる言葉をプログラミングシートに記入することができている。面積の構成要素や単位の相互関係を筋道立てて体系的に考えていく力をつけ、論理的に思考していくには、これらの活動が有効であったのではないかと考える。さらに第11時では、プログラミングシートを記入したペアでScratchを使ってコンピュータにプログラムを入力させた(図7)。プログラミングシートに記載した内容の通りに、意図した動きになるよう試行錯誤しながら活動する姿が見られた。プログラミングシートに記入した内容を視覚化することで単位相互の関係を再確認することができている。これに加え、大きい面積の単位の大きさを実生活から感じ取らせるために、「1㎡は児童が自ら作った大きさ」「1aは百名小学校の体育館の一部」「1haは百名小学校の校舎と運動場」「1km²は百名小学校周辺」の画像を用意し、それをScratchで活用させた。身近にあるものを画像化し、それを操作させることで、大きさの概念を実生活の中から理解させることができ、児童からも「1km²の中だったら百名小がとても小さい」「わたしの家が1km²の中にある」などの声が聞かれた。量感を捉えさせ、児童に大きい面積の単位をイメージ化させるためにも、この活動は有効であったのではないかとと思われる。授業後の児童の感想から検証していくと、「言葉や説明の入れ方などがわかり、だんだんと振り返ってできた」や「プログラミングの方がわかることが多かった」などの感想を記入する児童がいた。

10mが10×10で100になります。だから100こ入ります。

図5 個人の考え(ノート)

①		プログラミングすること 1mの正方形をたてに10こ(くりかえして同じ物でもズレないようにする)	説明(発表) 1aのたての長さは、10mなので1mが10こなります。
②		プログラミングすること たてと同じように木も×する。	説明(発表) 正方形なので横もたてと同じで10こならびます。
③		プログラミングすること 下からたてにたてたぶんぶんといくうにして全部うめていく	説明(発表) たてに10こならんでいるので
④		プログラミングすること 10×10=100という言葉を出す	説明(発表) 正方形の面積の公式は、1辺×1辺なので10×10=100
⑤		プログラミングすること 1a=100㎡をつける	説明(発表) だから1a=100㎡になります。

図6 ペアの考え(プログラミングシート)

```

    上向き矢印 キーが押されたとき
    大きさを 10% にする
    1秒でx座標を -164 に y座標を -161 に変える

    このスプライトがクリックされたとき
    x座標を -165、y座標を -160 にする
    10回繰り返す
    1㎡ のクローンを作る
    y座標を 35.5 ずつ変える
    x座標を -165、y座標を -160 にする
    10回繰り返す
    1㎡ のクローンを作る
    x座標を 36 ずつ変える
    x座標を 159、y座標を -160 にする
    10×10=100 と言う
    3秒待つ
    1a=100㎡ と 4秒言う

    がクリックされたとき
    大きさを 100% にする
    x座標を -2、y座標を 0 にする
  
```

図7 ペアの考え(Scratch)

Scratchに入力するプログラムに対し、試行錯誤しながらもペアで相談しながら理解できたところが読み取れる。また、言葉や説明の入力を通して、自分の考えを振り返る場面をつくることができ、プログラミングを通してより思考力を深めることができたと考えられる。

(2) テスト結果の変容

検証授業後に本単元で行ったプログラミングを通した論理的思考力が、学習結果への程度反映され、定着へとつながったかを確認するためテストを行った。第1時から第6時までの学習がメインとなる思考力に関するテスト5問を実施したところ表3の結果となった。複合図形の面積を求める授業でプログラミングを取り入れたグループが、平均正答率が高かった。また、検証終了直後と検証1か月後に行った穴埋めテストを行った結果「 $1\text{ m}^2 = \square\text{ a}$ 」の正答率が表4の結果となった。検証終了直後はプログラミング無しのグループが3.2ポイント上回っていた。だが検証1か月後はプログラミング有りは85.7%を維持し、プログラミング無しのグループは検証終了直後より16.7ポイント下回った。また、検証授業終了から1か月後に論理的思考力が定着しているかを調査するため、表記に関する問題「 $1\text{ a} = 100\text{ m}^2$ であることを言葉や図、絵や式を使って説明する」を実施したところ、表4の結果となった。大きい面積の単位の相互関係に関する授業において、プログラミングを取り入れたグループの57%の児童が、問題解決のキーワード（図形の名前、公式、縦と横の長さなど）を活用して根拠を示し、筋道立てて解くことができていた。また誤答だった児童の解答では、数値の記入ミスやキーワードが足りない点があったが、単位の相互関係の順を追って説明する成果も見られた。3つの調査結果から、次の2つが考えられる。①問題解決の順序を考え、論理的に思考させていったことが、「思考過程を表す記述問題」において大きな差が出たと考える。②根拠となる事項をきちんと理解し、問題解決の根拠となる事項と関連づけていくことができたとともにシートに書いた内容をアウトプットし、その論理をチェックしたことで、長期記憶へとつながったのではないかと考える。総務省が2016年に出した「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」において、プログラミングに関する教育がもたらす効果には「フローチャートやプログラムの構想の作成とそれらに基づきプログラミングするという過程で、俯瞰的に考えたり、順序立てて考えたり、仕組みを考えるなどの合理的、論理的な思考が必要となるため、論理的な思考力が向上する。」と報告されており、本研究で行ってきた自力解決・プログラミングシート作成・プログラミング入力の流れが有効であり、それが論理的思考力の育成につながり、テスト結果の変容へとつながっていったのではないかと考える。

(3) ノート記述の変容

検証授業前後の単元におけるノート記述をもとに検証を行った(図8)。検証前の単元「変わり方調べ」では、検証前は、表に答えを挿入し、矢印を使って何倍かを表し、答えを導き出している。また、「小数のしくみ」においても同様に自分なりに答えを表記している。検証前のノート記述を見ると、事前アンケートの考察から読み取れた本学級の課題「ノートやワークシートに自分の考えを書けるが、分かりやすいように発表の順番を考えて伝えることができない」が表れている。「変わり方調べ」においては「段の数が1段増えると、まわりの長さは4cm増える」などの用語の活用、「小数のしくみ」においては、「1や0.001の位の説明」や「0.001が何個分の数」などの説明が必要であった。

だが検証後の「小数のかけ算とわり算」では、問題解決の流れを表記し、筋道立てて考えることがわかる。また、「○が○こ分」や「単位換算」も示されており、小学校学習指導要領解説算数編で示されていた「数学的な思考力」を育成するために「筋道を立てて考え、根拠を明らかにしな

表3 複合図形問題における正答数比較

プログラミング有り	プログラミング無し
4.3問/5問中	4.1問/5問中

表4 単位の相互関係の問題における正答率比較(穴うめ式)

	プログラミング有り	プログラミング無し
検証授業終了直後	85.7%	88.9%
検証授業1か月後	85.7%	72.2%

表5 単位の相互関係の記述問題における正答率比較(検証1か月後)

プログラミング有り	プログラミング無し
57%	22%

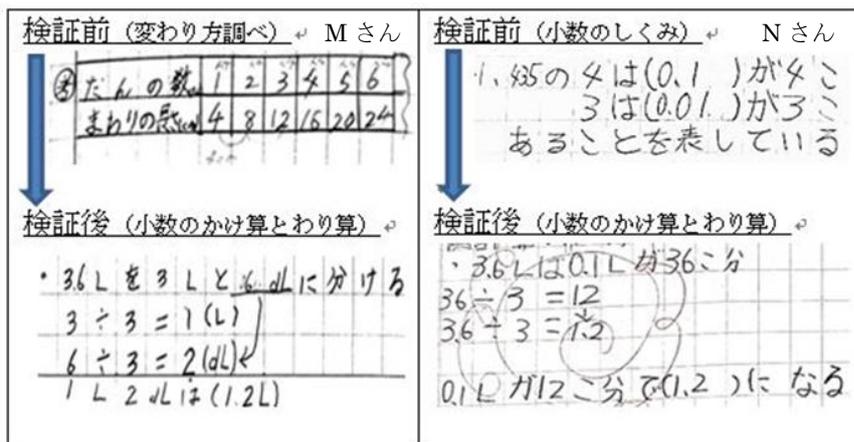


図8 検証授業前後のノート比較

がら、一歩ずつ進めていく」ことが児童自身に身につけてきていると思われる。また、本研究で行ってきたプログラミングシート作成やコンピュータ入力などのプログラム構想の過程が、根拠を示しながら順序立てて考えたりする力の育成へとつながっていったのではないかと考えられる。

(4) アンケート結果と考察

検証授業前と検証授業後に児童の実態調査アンケートを実施した。「自分の考えを説明する時、相手に分かりやすいように発表の順番を考えて伝えることができましたか」については、肯定的に回答した児童が12名増えた(図9)。また、個々の変容を見ると、事前で否定的回答であった17名中15名が改善の方向へと回答した。お互いの考えの共通点や相違点を見つけ合いながら、きまりの根拠を見つけ出し、それを使ってプログラミングしたことで、意図した内容や動きにするために順番を意識して取り組ませたことがこのアンケート結果へとつながったのではないかと考える。

次に「友達のことを聞くときは、自分の考えと比べながら聞くことができましたか」において、「あてはまる」「ややあてはまる」と回答した児童がそれぞれ8人増え、全体の96.9%ととても高い結果となった(図10)。否定的な回答をした児童が1人いるが、検証前のアンケートと比べると「あてはまらない」から「ややあてはまらない」へと回答しているため、プログラミングを通して論理的に思考していったことで比較検討しやすくなり、全体的に改善の方向へとつながったのではないかと考える。

さらに、検証授業が効果的に継続して児童の力として発揮できているかを検証するため、1ヶ月後にアンケートを実施した(図11)。「問題の解決の順番を考えながら、ノートに自分の考えを書いていますか」に肯定的に回答した児童が25人で、全体の約80%を占める割合となった。自力解決(ノート)からペア学習(プログラミングシート)、プログラミング入力(Scratch)へと段階的にステップをふませながら考えさせた結果、現段階にも生かされていると考える。その他のアンケート結果として「解き方のきまりを習う時、なぜそうなるかを考えることができましたか」についても肯定的な回答が62%から91%へと増加した。以上までの成果から、論理的思考力を育成するために行ってきた面積の単元におけるプログラミングの効果をアンケート結果の変容から確認することができた。

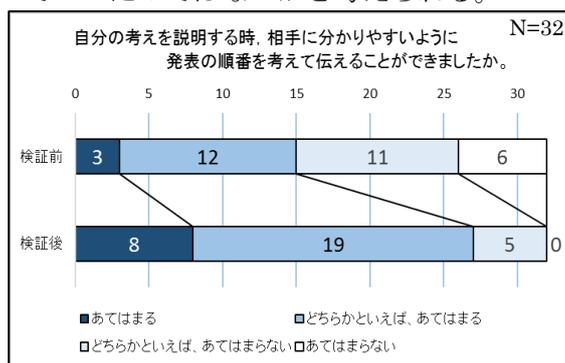


図9 順番を考えることに関するアンケート

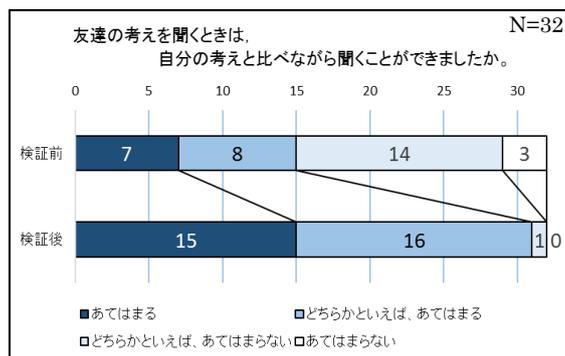


図10 考えの比較に関するアンケート

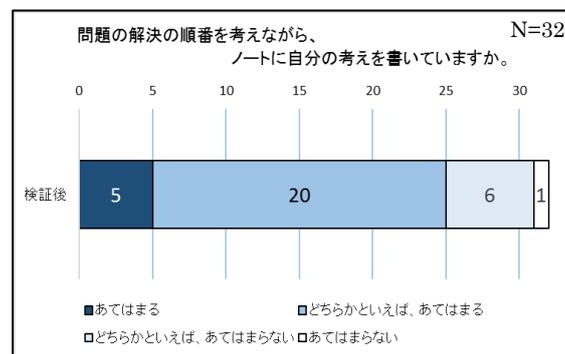


図11 検証1ヶ月後のアンケート

IV 成果と課題

1 成果

- (1) プログラミングを取り入れたことによって、1つ1つの作業の組み立ての根拠を明らかにしながら、問題解決の流れを筋道立てて説明することにより、論理的思考力を育むことができた。
- (2) ビジュアルプログラミング言語の学習サービスであるScratchを使ったことで、児童の興味関心が高まり、意欲的に学習に取り組むことができていた。
- (3) プログラミングシートやScratchを使ってプログラミングをする場面で、児童にペアで学習を進めさせたことによって、児童相互の意見交換から意図する動きとなるよう、試行錯誤を繰り返すことで、問題解決の流れを導き出すことができた。

2 課題

- (1) プログラミングを進めていく上での基本的な学習スタイルの確立及びその評価の研究。
- (2) 確実なローマ字習得やタイピングなどのパソコンを操作するスキルの育成。
- (3) 教科との連動を図っていくために、年間を見通した指導計画及び情報教育に関する時間の確保。

〈参考文献〉

- 赤堀侃司 2016 『デジタルで教育は変わるか』 ジャムハウス
エリオット・アロンソン/シェリー・パトノー 2016 『ジグソー法ってなに？ みんなが協同する授業』 丸善出版
キェラン・イーガン 2016 『深い学びをつくる 子どもと学校が変わるちょっとした工夫』 北大路書房
国立教育政策研究所 2016 『平成 28 年度 全国学力・学習状況調査 報告書・調査結果資料』
清水亮 2016 『実践としてのプログラミング講座』 中央公論新社
豊福晋平（責任編集） 2016 『子どもの未来と情報社会の教育』 国際大学グローバル・コミュニケーション・センター
日経 Kids+ 2016 『親子で始めるプログラミング』 日経 BP 社
宮川洋一・森山潤 2016 『学習者の思考力を高めるプログラミング教育の学習支援』 風間書房
米田昌悟 2016 『プログラミング入門講座－基本と思考法と重要事項がきちんと学べる授業－』 SBクリエイティブ
神谷加代&できるシリーズ編集部 2015 『子どもにプログラミングを学ばせるべき 6 つの理由 「21世紀型スキル」で社会を生き抜く』 インプレス
沖縄県教育委員会 2013 『わかる授業 Support Guide』
小田敏弘 2011 『論理的思考のための数学教室』 日本実業出版
西村克巳 2011 『[図解] 問題解決力が身につく！論理的な考え方』 PHP 研究所
田中保成 2008 『消える学力、消えない学力 算数で一生消えない論理思考力を育てる方法』 ディスカバリー・トゥエンティワン
文部科学省 2008 『小学校学習指導要領』
文部科学省 2008 『小学校学習指導要領解説 算数編』
井上尚美 1998 『思考力育成への方略メタ認知・自己学習・言語論理～』 明治図書出版
市川伸一 1994 『コンピュータを教育に活かすー「触れ、慣れ、親しむ」を超えてー』 勁草書房

〈参考URL〉

- 文部科学省 2016 『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）』
<http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chukyo/chukyo0/toushin/1380731.htm> (2017年2月最終アクセス)
文部科学省 2016 『次期学習指導要領等に向けたこれまでの審議のまとめについて（報告）』
<http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chukyo/chukyo3/004/gaiyou/1377051.htm> (2017年2月最終アクセス)
文部科学省 2016 『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（議論のとりまとめ）』
<http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chousa/shotou/122/attach/1372525.htm> (2017年2月最終アクセス)
総務省 2016 『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』
<http://www.soumu.go.jp/main_content/000361430.pdf> (2017年2月最終アクセス)
国立教育政策研究所 2013 『特定の課題に関する調査『論理的な思考』調査結果 ～21世紀グローバル社会における論理的に思考する力の育成を目指して～』
<http://www.nier.go.jp/kaihatsu/tokutei_ronri/pdf/10_tyousakekka.pdf> (2017年2月最終アクセス)
国立教育政策研究所 2011 『評価規準の作成、評価方法等の工夫改善のための参考資料（小学校算数）』
<https://www.nier.go.jp/kaihatsu/hyouka/shou/03_sho_sansu.pdf> (2017年2月最終アクセス)
沖縄県教育委員会 2016 『平成 28 年度～30 年度 学校教育における指導の努力点』
<<http://www.pref.okinawa.jp/edu/gimu/jujitsu/shisaku/documents/28-30sidou-no-doryokuten.pdf>> (2017年2月最終アクセス)
福岡県教育センター 2011 『必見！新指導要録に即役立つ 『思考力・判断力・表現力』の評価と授業づくりガイドブックー小学校編ー』
<<http://www.educ.pref.fukuoka.jp/html/chosa/h22/guide-book.pdf>> (2017年2月最終アクセス)
広島県立総合教育センター 『学習指導案 教材・ハンドブック等』
<http://www.hiroshima-c.ed.jp/center-new/?page_id=125> (2017年2月最終アクセス)
山口県教育委員会 やまぐち学習支援プログラム
<<https://shien.ysn21.jp/gakushi/>> (2017年2月最終アクセス)
CoREF 第2章 CoREFによる実践事例の分析
<http://coref.u-tokyo.ac.jp/wordpress/wp-content/uploads/2015/04/handbook_045-068.pdf> (2017年2月最終アクセス)
Scratch スタジオ Scratchではじめよう！プログラミング入門
<<https://scratch.mit.edu/>> (2017年2月最終アクセス)
みんなの知識 ちょっと便利帳 『面積を測る 地図上で面積計測』
<http://www.benricho.org/map_area/index.html> (2017年2月最終アクセス)
かわいいフリー素材集いらすとや
<<http://www.irasutoya.com/>> (2017年2月最終アクセス)
Google マップ
<<https://www.google.co.jp/>> (2017年2月最終アクセス)