

小学校教員養成課程の算数指導法におけるプログラミング的思考の育成
— アルゴリズムの言語化による，プログラミング指導力と教科指導力の育成 —

土井 理裕*

Fostering programming thinking in the arithmetic teaching method of the elementary school teacher training course : Development of programming leadership and subject leadership by verbalizing algorithms

Masahiro Doi

要約

小学校教育においては「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」を各教科等の特質に応じて計画的に実施し，「各教科等での学びをより確実なものとする」ことが求められている。小学校教員養成課程の学生は，各教科等での指導力だけでなく，プログラミング教育の指導力を身につけておくことが必要である。そこで，本研究では，アルゴリズムを言語化することで，プログラミング的思考を育成する指導と算数科での教科指導を有機的に関連させ，それぞれの指導力を相乗的に向上させる授業内容について考察する。

キーワード：プログラミング的思考，アルゴリズム，筆算，フローチャート，算数，算数教育，指導法，数理的データ活用，数理的なアプローチ

Abstract

In elementary school education, learning activities to acquire the logical thinking ability necessary for the computer to perform the intended processing while experiencing programming is systematically implemented according to the characteristics of each subject. Making learning in each subject more reliable is required. Students in the elementary school teacher training course need to acquire not only leadership abilities in each subject but also leadership abilities in programming education. Therefore, in this study, we will consider the lesson content that organically links the instruction to foster programming thinking and the subject instruction in mathematics by verbalizing algorithms, and synergistically improving each instruction ability.

Keywords: programming thinking, algorithm, calculation on paper, flowchart, Arithmetic, Arithmetic education, Teaching methods, mathematical data utilization, mathematical approach

受理年月日：2021年11月22日 *香川県立観音寺第一高等学校長

1. はじめに

1. 1 プログラミング教育の指導力の必要性

令和3年度から全面実施されている「小学校学習指導要領（平成29年3月公示）」では、「ア 児童がコンピュータで文字を入力するなどの学習の基盤として必要となる情報手段の基本的な操作を習得するための学習活動」、「イ 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」を各教科等の特質に応じて計画的に実施することが記されている。[1]

また、「小学校学習指導要領（平成29年告示）解説総則編」では、コンピュータ等や教材・教具の活用、コンピュータの基本的な操作やプログラミングの体験について、「子供たちが将来どのような職業に就くとしても時代を越えて普遍的に求められる「プログラミング的思考」を育むため、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の学習活動を計画的に実施すること」が記されている。さらに、小学校段階において学習活動としてプログラミングに取り組むねらいは、「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」ではなく、「論理的思考力を育む」とともに、「プログラムの働きやよさ」、「情報社会がコンピュータをはじめとする情報技術によって支えられていること」などへの気付き、「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」などの育成、さらに、「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」にあると記されている。[2]

そのため、小学校教員となるためには、プログラミング的思考を児童に身につけさせるための学習活動を実践できる力を身につけておく必要があると考える。

1. 2 プログラミング体験の必要性

文部科学省の「小学校プログラミング教育の手引（第三版）」（令和2年2月）（以下、手引き）では、プログラミング教育において、「児童がプログラミングに取り組んだり、コンピュータを活用したりすることの楽しさや面白さ、ものごとを成し遂げたという達成感を味わうことが重要です。」と記されている。また、「そして何より、教師が自らプログラミングを体験することが重要です。「プログラミングは難しそうだ」という印象がもたれがちですが、今日、教育用に開発されたビジュアル型プログラミング言語などの発展・普及により、児童も含めて多くの人々が容易に体験したり活用したりすることができるようになっていきます。」「教師が自ら実際に体験することによって、プログラミングはそれほど難しいものではなく、むしろ面白いものだということが実感でき、さらに、授業でこんな使い方ができそうだというアイデアも湧いてくるものと思われれます。」と記されている。[3]

1. 3 プログラミングの楽しさ

平成10年、大学入試で数学を必要としない高校3年文系クラスの数学の授業で、

N88BASIC を用いたプログラミング実習を行った。生徒は、1・2年次に「計算とコンピュータ」などでプログラムを学んでいたが、ほとんどがプログラムを作成するのは初めてであった。授業では、基本的なコンピュータの操作を学習した上で、ファイル操作などの基本的なコマンド(命令)に加え、「FOR～NEXT」などの流れ制御文、「PSET」、「LINE」、「CIRCLE」、「PAINT」などのグラフ表示命令、音楽演奏に必要な「PLAY」などのサウンド制御命令、画面に図形や文字を表示するコマンド等をプリントとモニター上で説明した。そして、動画と音楽演奏の簡単なプログラムを実際に行き実行して見せた上で、プログラミングに取り組みさせた。簡単な図形が表示できて音が出るプログラムができればよい程度に考えていたが、黙々と集中して実習に取り組み、手の込んだ力作を作り上げた生徒が多く見られた。なんと言っても秀作は、一軒家の上に夜空が広がり、「星に願いを」の曲と共に、歌詞が画面に現れ、煙突から煙が上がり、最後に、流れ星が画面を横切る作品であった。作品発表では、煙が上がる場面(図1)では驚きの声、星が流れた場面(図2)では感嘆の声が上がった。そして、大きな拍手が広がった。100行におよぶプログラムを画面に表示した際には、驚きと尊敬の表情が見られた。



図1:「星に願いを」①

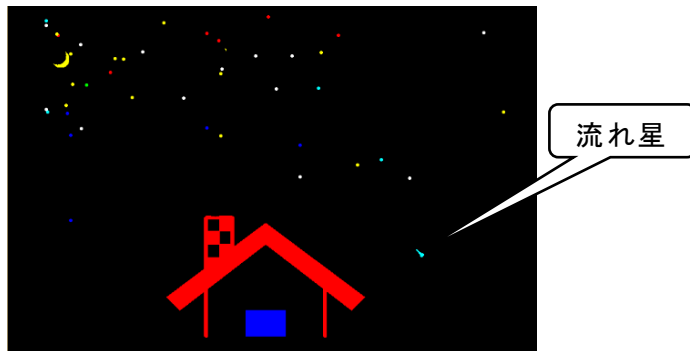


図2:「星に願いを」②

生徒が使用した命令は「図形を描く」「色を付ける」「音を出す」「文字を表示する」などだけであったが、プログラミングを通して、生徒の「こんなことができる」という楽しさが、「こんなこともできるのでは」という意欲につながり、そして「こうすれば面白くなる」と創作意欲を掻き立て、素晴らしい作品が出来上がったと考える。何よりも「創り上げたという達成感」を得るとともに、「自分の考えたことが実現できる」というプログラミングのよさを実感できたと感じている。

2. プログラミング的思考の育成

2. 1 プログラミング的思考

文部科学省は、「手引き」において、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」と解説している。また、「コンピュータを動作させるための手順(例)」として、①コンピュータにどのような動きをさせたいのかという自らの意図を明確にする、②コンピュータにどのよう

な動きをどのような順序でさせればよいのかを考える，③一つ一つの動きを対応する命令（記号）に置き換える，④これらの命令（記号）をどのように組み合わせれば自分が考える動作を実現できるかを考える，⑤ その命令（記号）の組合せをどのように改善すれば自分が考える動作により近づいていくのかを試行錯誤しながら考える，を挙げている。

2. 2 プログラミング的思考の育成のために必要なアルゴリズム

香川県教育センターは、「10年後の未来を創る子供たちのために 情報活用能力と小学校プログラミング教育」（令和2年2月）において、「プログラミング的思考」に想定される情報活用能力の具体的な例として「事象の分解と組み合わせ，順次処理・繰り返し・条件分岐等の手順の理解，プログラムの作成」を挙げている。[4]

2. 3 プログラミング言語について

プログラムとは，人間が意図した処理をコンピュータへ与える指示のことであり，プログラミングとは，プログラムを作成することである。そして，プログラミングを行うためのツールがプログラミング言語である。前述の N88BASIC のように，「PRINT」などの文字による命令文で構成するプログラム言語（C 言語，PHYTON，VISUALBASIC など）が一般的であるが，これを利用するためには，命令文や表記の取り決めを理解し覚えなくてはならない。一方，ビジュアルプログラミング言語は，命令の書かれたブロックなどのパーツを組み合わせることでプログラミングを行うため，視覚的・直感的にプログラミングを行うことができる。

3 算数科教育におけるプログラミング的思考の育成

3. 1 5年生の正多角形の作図におけるプログラミング的思考の育成

文部科学省の「手引き」では，「A 学習指導要領に例示されている単元等で実施するもの」として「A-① プログラミングを通して，正多角形の意味を基に正多角形をかく場面」（算数第5学年）が挙げられている。正多角形について，「辺の長さが全て等しく，角の大きさが全て等しい」という正多角形の意味を用いて作図できることを，プログラミングを通して確認するとともに，人にとっては難しくともコンピュータであれば容易にできることがあることに気付かせることを目的に挙げている。さらに，「手書きで正方形を作図する際の「長さ□ cm の線を引く」，「（線の端から）角度が 90 度の向きを見付ける」といった動きに，どの命令が対応し，それらをどのような順序で組み合わせればよいのかを考え（プログラミング的思考），また，繰り返しの命令を用いるとプログラムが簡潔に書けることに気付いていきます。」とある。また，ビジュアルプログラミング言語を用いたプログラムが



図3:「正三角形を正しくかくためのプログラム例」

いくつか例示されている（図3）[3]。

これは、動きを「言語化」することが、具体的な「命令」につながり、その組み合わせが「プログラム」となることを示していると考えられる。

3. 2 筆算（足し算，引き算）におけるプログラミング的思考

文部科学省は、「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6月）において、「小学校で筆算を学習するということは、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。つまり、筆算の学習は、プログラミング的思考の素地（そじ）を体験していることである」と述べている。[5]

ここで、計算の手順を一つ一つのステップに分解することは、計算の手順を「言語化」することである。足し算の筆算の手順を「言語化」すると、「位を揃える」、「一の位を足す」、「和が10以上であれば十の位に1繰り上げる」、「十の位を足す」、…、となり、「順次」「条件判断」「繰り返し」などのアルゴリズムが見えてくる。

4 研究目的と先行研究

4. 1 研究目的

本研究では、小学校教員養成課程の学生が、以下の①～⑤ができるようになるために、教科指導に関する科目「算数指導法」における授業内容を考察することを目的とする。

- ①プログラミング実習において、ビジュアルプログラミング言語を用いて簡単なプログラムを作成することで、プログラミング的思考を理解する
- ②プログラミングを用いた正多角形の指導を行うことで、プログラミング教育の指導方法の一つを身につける
- ③足し算・引き算の筆算の指導において、アルゴリズムを「言語化」することで、プログラミング的思考が潜在していることを理解する
- ④足し算・引き算の筆算の指導において、アルゴリズムをもとに指示や発問を具体化することで、指導を改善する
- ⑤プログラミング教育を算数科の教科指導の中で実践して行こうとする意欲を持つ

4. 2 先行研究の調査

(1) 小学校教員養成課程におけるプログラミング教育の指導力の育成：山下祐一郎(2017)

山下(2017)は、「小学校養成課程の大学生がプログラミング教育を実施できるようになること」を目的に、ビジュアルプログラミング言語等を用いた授業実践に取り組んでいる。その中で、「小学校教員養成課程の学生は、プログラマほどのプログラミングに関する知識は必要ない。しかし、教員としてプログラミング教育を実現するためには、ある程度のプログラミングに関する知識・技能が必要である。」、「一般的に小学校教員を目指す学生の多

くは、教科化されている科目の学修や実習などを重視する傾向がある。つまり、学生たちにとってプログラミング教育に関する学修の優先順位は高くない。」と述べている。[6]

小学校教員養成課程の「算数指導法」の授業においては、学生が、プログラミング力の育成を目的とするのではなく、まず、児童にプログラミング的思考を育むために必要な最小限の力（プログラミングの指導ができる、プログラミング的思考を理解し教科指導の中で育成できる、など）を、教科指導力育成の過程を通して身につけることが必要であると考える。

(2) プログラミング的思考を育む、授業デザインの在り方：木村祐太（2019）

木村[2019]は、メタ認識の理論に着目し、教員がプログラミング的思考を意識し、児童に明示的な発問や有効性を実感させる声掛けをすること、どのような思考かがわかりやすくなるように可視化することが重要であると考え、

研究実践に取り組んだ。その中で、「アルゴリズム的思考 (Algorithmic)」とは「問題を解決するために、明瞭な手順を組むこと。」であり、「分解した手順を目的に合わせてよりよく並べることである。その手順は順次処理、分岐、反復の三つで構成される。」と述べている。さらに、「数学的な表現を用いて事象を簡潔・明瞭・的確に表すというのは、例えば筆算や合同な図形の描き方の手順を考え（アルゴリズム的思考）、ステップチャートなどにして明瞭な形で表現する（アルゴリズム的思考）ことである（図4）。



図4:「54+72」と「65+78」のステップチャート

このように、数学的に考える資質・能力とプログラミング的思考は共通する部分がある。プログラミング的思考を算数科の授業の中で意図的に浮き上がらせることで、より数学的に考える資質・能力が意識され、子どもたちにどのように思考させたいのかを明確にした教材研究や授業実践が為されるようになるのではないだろうか。」と述べている。

そして、「プログラミング的思考と教科の見方・考え方や育みたい資質・能力の共通点を考えた教材研究の結果、子どもたちへの指示や承認も「考えてみよう。」や「よく考えたね。」といった曖昧なものではなくなり、より具体的になる。」と述べている。[7]

(3) プログラミング教育を取り入れた授業実践

：鈴木はるか・坂井敦・古屋一希・牧野豊・小澤理・原田篤翼・福島健介（2018）

鈴木ら[2018]は、プログラミング教育を始めるにあたり、コンピュータを使わない「アンプラグド」の事例を蓄積するべきではないかと考え、算数の四則計算の筆算の手順を明らかにする活動に焦点を当て、プログラミング教育教材の開発に取り組んだ。開発において、四則計算の筆算における処理一つ一つを言語化することは、プログラミング的思考で求められる「分解」の活動であり、分解して言語化した処理の順番を考える活動は、プログラミング的思考で求められる「アルゴリズム的思考」であり、2桁の足し算の筆算を、小学校低学年児童でもわかりやすい図形を用いてフローチャート化することで（図5）、

「逐次処理」, 「条件分岐」, 「繰り返し」の考え方を身に付けることができる考え, 研究実践に取り組んだ。[8]

5 授業方針と授業計画

5. 1 授業方針

5. 1. 1 プログラム言語として, Scratch を使用する。

Scratch はマサチューセッツ工科大学 (MIT) のメディアラボで生み出された, 小学生から使うことができるプログラミング言語である。ビジュアルプログラミング言語と呼ばれており, プログラムをテキスト (文字) で記述するのではなく,

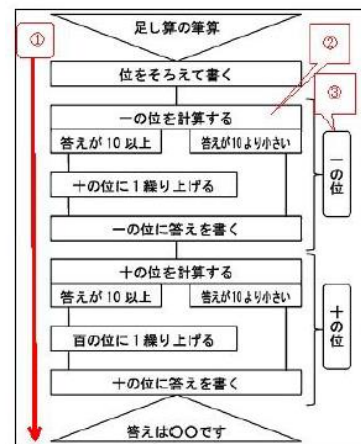


図5: 足し算のアルゴリズム例

ブロックなど視覚的に理解しやすいオブジェクトを動かすことでプログラミングができる言語である。具体的には, ブロックパレットに色がついたブロックが並んでおり, それぞれのブロックに命令が文字で書かれている。このブロックをマウスでスクリプトエリアにドラッグ&ドロップして組み合わせることで, そのブロックの指示通りに, ステージ上のキャラクターを動かすことなどができる。プログラムの結果をすぐに目で見て確かめることができるので, 直感的に楽しくプログラミングに取り組むことができる。また, 文部科学省の「小学校プログラミング教育に関する研修教材」においても例示されている。また, 今回の研究においては, フローチャートを用いて, プログラミング的思考を「言語化」することを目的の一つとしているので, 命令がわかりやすく文字で書かれていることは, 初めてフローチャート作成に取り組む大学生にとっては大きな手助けになると思われる。

5. 1. 2 「順次」, 「条件分岐」, 「反復」のアルゴリズムを重点的に取り扱う

この考察では, 小学校教員養成課程の学生に対して, プログラミング教育の指導力を育成することだけでなく, 足し算や引き算の筆算のアルゴリズムを言語化し算数の指導力を向上させることを目的の一つとしているので, 筆算のアルゴリズムに必要な「順次: プログラムされた命令等が一つひとつ順番に実行されること」, 「条件分岐: 条件を設定し, 答えによって次の実行を分岐すること」, 「反復: 同じことを何回も繰り返すこと」を重点的に理解させることとする。学生には, どのような動きをどんな順番に組み合わせればよいかを工夫し, プログラムを実行する中での状況を判断し, 同じことや規則性のある動きを見つけることが必要となってくる。

5. 1. 3 「Scratch 正多角形をプログラムを使ってかく」を教材として使用する

「Scratch 正多角形をプログラムを使ってかく」は, 文部科学省の「小学校プログラミング教育に関する研修教材」の「プログラミング教育を行う際に必要となる基本的な操作等に関する教材」に【A 分類 (学習指導要領に例示されている単元等で実施するもの)】として例示されている。これを教材として, 「プログラミング実習」, 「アルゴリズムの言語化」, 「Scratch を用いた算数科における正多角形の指導実践」を順次行う。使用する理由は, 以下の①~⑤と考えるためである。

①小学校5年生を対象としてビジュアルプログラミング言語を用いたプログラミング

実習のため、プログラミング経験のない大学生であっても取り組むことができる

②プログラミングの楽しさを実感できる

③命令が文字で書かれているため「言語化」できる

④ブロックを動かすことでプログラムを変更できるので、試行錯誤を通して、プログラミングにおける「順次」、「条件分岐」、「反復」などのアルゴリズムを理解できる

⑤算数科の授業におけるプログラミング教育指導法の一つを身につけることができる

5. 1. 4 アルゴリズムを「言語化」するために、フローチャートの作成を実施する

小学校の算数科での児童への指導においては、ステップチャートなどを作成させることが多いと思うが、学生には、フローチャートの作成に取り組ませる。ただし、始まりと終わり、処理、判断等の記号を用いて、基本的なルールを押さえる程度とする。

5. 1. 5 足し算、引き算の筆算の手順を、タイル等を用いて説明できるようにする

まず、「足し算及び引き算」の指導において、タイル等を使用して視覚的に「位取り」「繰り上がり」などを説明する方法を理解させる。その上で、「筆算」の手順を習得させる。

5. 1. 6 足し算、引き算での筆算におけるアルゴリズムを「言語化」し、指導時の「発問」「指示」を考察する

筆算を通してのプログラミング的思考の育成と筆算の指導方法の改善を図るために、以下の①～③に取り組む

①計算の手続きを一つ一つのステップに分解し、筆算における「順次」、「条件分岐」、「反復」などのアルゴリズムを理解する

②アルゴリズムをフローチャートにすることで「言語化」する

③フローチャートを基にして、各ステップでの児童への指示と発問、想定される児童の回答を考える

5. 2 授業計画

5. 2. 1 「プログラミング実習」及び「アルゴリズムの言語化」

(1) 正方形を描くプログラムを作成し、実行する (図6、図7)

①基本的な操作の確認

②ブロックに描かれた命令とキャラクターの動き及び「順次」「反復」の確認

1) ブロック「100歩動かす」(4回実行)

2) ブロック「90度回す」(4回実行)

3) ブロック「100歩動かす」、「90度回す」の組み合わせ(4回実行)

4) ブロック「ペンを下ろす」を組み合わせる(4回実行)

③「反復」をプログラムする

1) ブロック「4回繰り返す」を②4)に組み合わせる

④プログラムについてフローチャートを作成(図8)

1) ③1)のプログラムについてフローチャートを作成

2) アルゴリズムを「言語化」して捉える



図6:「プログラム」

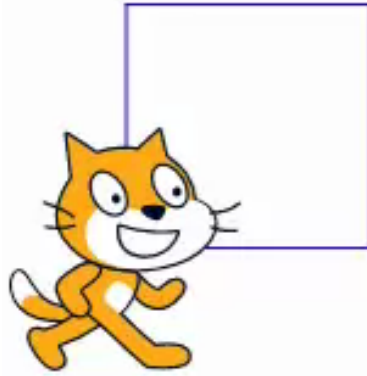


図7:「実行結果」

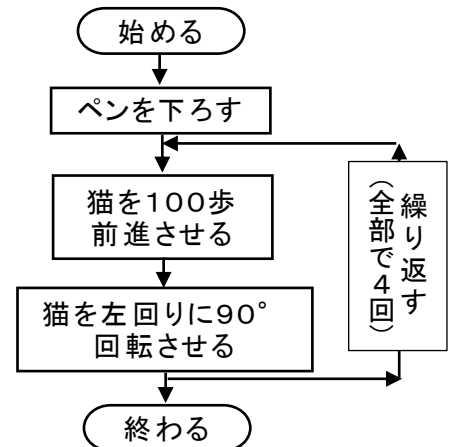
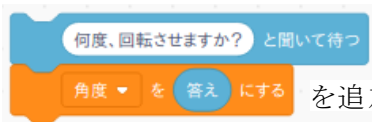


図8:「フローチャート」

- (2) 正三角形を描くプログラムを作成する
- (3) 正六角形を描くプログラムを作成する
- (4) 正多角形を描くプログラムを作成する

① 「猫が回転する角度」「繰り返す回数」を変数としてプログラムを作成する (図9)



を



に変更する など

を追加して、

図9:「変数」を用いるためのプログラムの変更

- ② 正八角形, 正十二角形, 正二十角形, 正三十六角形描くプログラムを作成する。
- (5) それ以外の正多角形が描けるか, 考察する。
- (6) 「条件分岐」について, 簡単な例で理解する (図10, 図11)

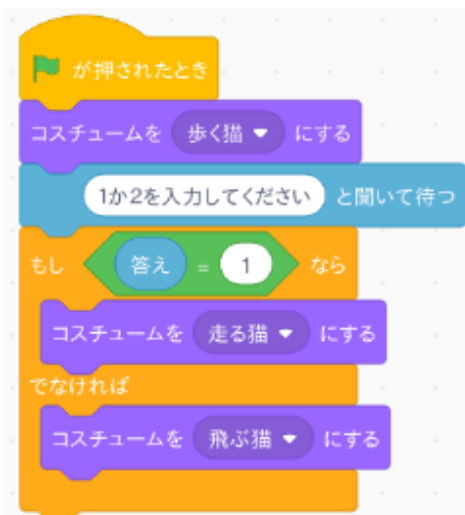


図10:「プログラム例」

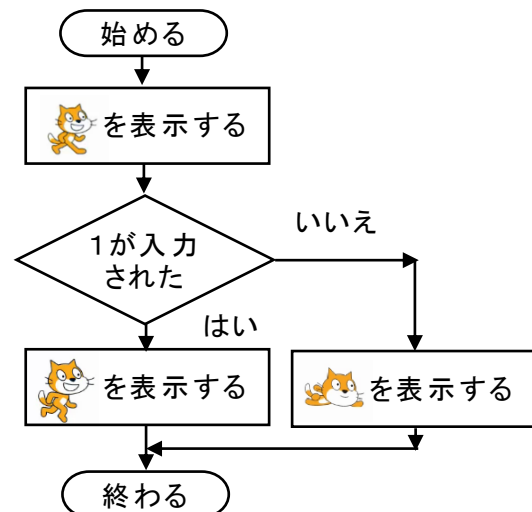


図11:「プログラム例のフローチャート」

(7) プログラミング的思考を確認する

5. 2. 2 算数科における Scratch を用いた正多角形の指導案を作成する

学生が, 「Scratch 正多角形をプログラムを使ってかく」(文部科学省)を参考に, 授業の指導案を作成する。授業展開案を作成する際には, 文部科学省「小学校を中心としたプログラミング教育ポータル」「A 学習指導要領に例示されている単元等で実施するもの」「算

数：[第5学年] B 図形(1)正多角形」「正多角形をプログラムを使ってかこう（杉並区立西田小学校）」からダウンロードしたワークシートを利用する。

5. 2. 3 筆算（足し算，引き算）での教科指導法を学ぶ

- (1) 「位取り」，「繰り上がり」などをタイル等を用いて確認する（図 12）
- (2) 筆算での「位取り」と「繰り上がり」を確認する
- (3) 2桁以上の足し算，引き算の筆算の手順を一つひとつ確認する

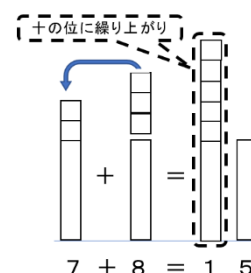


図 12:「繰り上がり」

5. 2. 4 筆算におけるアルゴリズムを「言語化」し，

指導時の「指示」，「発問」を検討する

- (1) 1桁の足し算「 $7 + 2 = 9$ 」，「 $7 + 8 = 15$ 」について

- ① 筆算の手順を言語化する
- ② 筆算についてフローチャートを作成する（図 13）
- ③ 筆算を指導する「指示」の言葉を考える
- ③ $7 + 8 = 15$ の指導において，生徒が筆算の手順を「言語化」して答えられるような「発問」を考える（図 14）

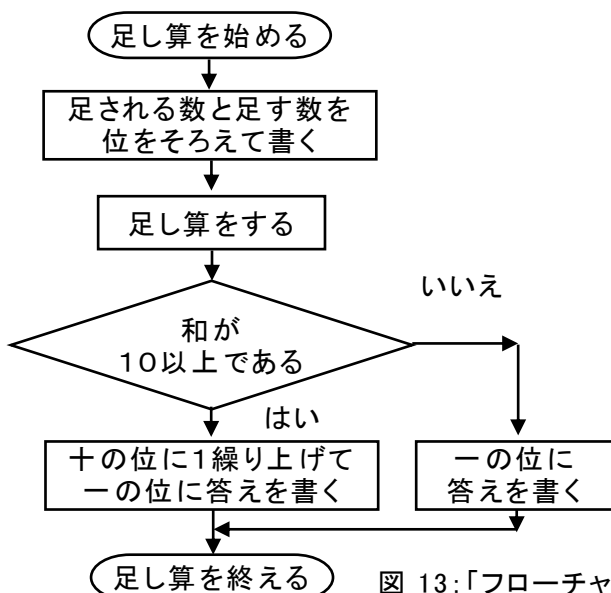


図 13:「フローチャート」

手順	発問（教師） →回答（児童）
1	まず何をしますか？ →位をそろえて書きます
2	次に何をしますか？ →足し算をします
3	和は10以上になりましたか？ →10以上になりました
4	次に何をしますか？ →和を書きます
5	どのように書きますか？ →十の位に1繰り上げて、一の位に答えを書きます

図 14:「発問と回答」

- (2) 2桁の足し算「 $17 + 28$ 」について

- ① 筆算での「位取り」と「繰り上がり」を確認する
- ② Scratch で作成したプログラムで演示（図 15）
- ③ 筆算のアルゴリズムを言語化する（図 16）
- ④ 筆算について，フローチャートを作成する（図 17）
- ⑤ 筆算について，指導時の「指示」と「発問」を考える

- (3) 3桁以上の足し算について

- ① 筆算のアルゴリズムを言語化する
- ② 筆算について，フローチャートを作成する
- ③ 筆算について，指導時の「指示」と「発問」を考える



図 15:「Scratch での演示」

(4) 引き算の筆算について、(1)～(3)と同様に行う

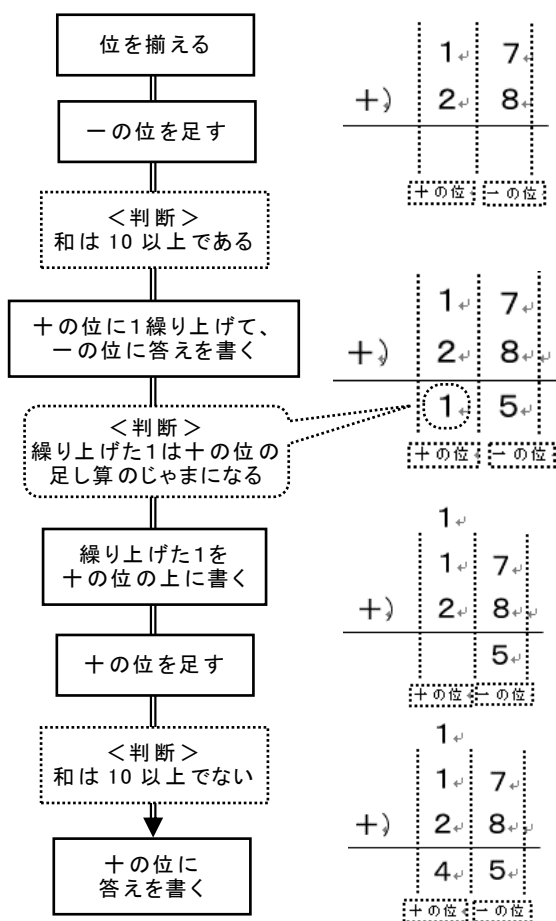


図 16:「アルゴリズムの言語化」

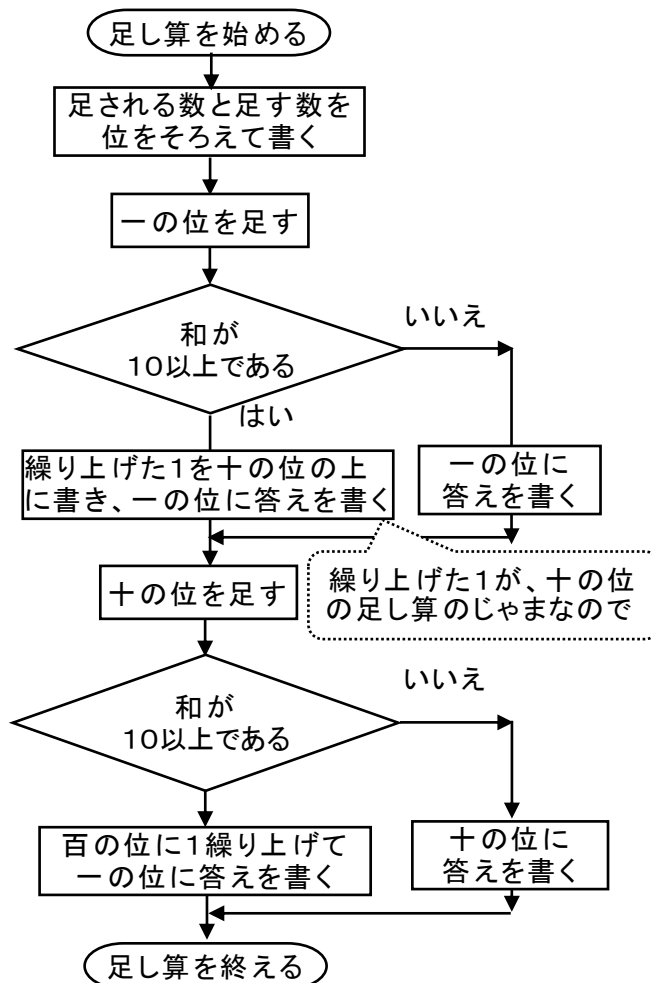


図 17:「フローチャート」

6 評価について

本研究の評価については、「4. 1 研究目的」に上げた①～⑤を評価項目として、指導の前後に学生の自己評価を実施し、学習到達状況の変化等により評価する。到達レベルは「S：期待する以上の成果」、「A：十分満足できる」、「B：概ね満足できる」、「C：努力を要する」とし、以下の評価基準でルーブリック評価を実施する。(表 1)

項目	S	A	B	C
①	ビジュアルプログラミング言語を用いて、発展的なプログラムを作成できた。	ビジュアルプログラミング言語を用いて、簡単なプログラムを作成できた。	ビジュアルプログラミング言語は理解できたが、簡単なプログラムは作成できなかった。	ビジュアルプログラミング言語を用いて、簡単なプログラムを作成できなかった。
	プログラミング的思考を理解し、自分なりに考察を深めた。	プログラミング的思考を理解できた。	プログラミング的思考をある程度は理解できた。	プログラミング的思考を理解できなかった。
②	プログラミングを用いた正多角形の指導法を身につけ、他の分野での指導方法を考察した。	プログラミングを用いた正多角形の指導法を身につけることができた。	プログラミングを用いた正多角形の指導法を理解できたが、指導には自信がない。	プログラミングを用いた正多角形の指導法を身につけることができなかった。
③	足し算・引き算の筆算	足し算・引き算の筆算	足し算・引き算の筆算	足し算・引き算の筆算

	だけでなく、他の分野の指導においても、アルゴリズムを「言語化」できた。	の指導において、アルゴリズムを「言語化」できた。	の指導において、アルゴリズムは理解できたが、「言語化」はできなかった。	の指導において、アルゴリズムを「言語化」することができなかった。
	足し算・引き算の筆算だけでなく、他の分野の指導においても、プログラミング的思考が潜在していることを理解できた。	足し算・引き算の筆算の指導において、プログラミング的思考が潜在していることを理解できた。	足し算・引き算の筆算の指導において、プログラミング的思考が潜在していることをある程度は理解できた。	足し算・引き算の筆算の指導において、プログラミング的思考が潜在していることを理解できなかった。
④	足し算・引き算の筆算の指導だけでなく、他の分野でも、アルゴリズムをもとに指示や発問を具体化して指導を改善できた。	足し算・引き算の筆算の指導において、アルゴリズムをもとに指示や発問を具体化して指導を改善できた。	足し算・引き算の筆算の指導において、アルゴリズムをもとに指示や発問を具体化できたが、指導の改善には繋がらなかった。	足し算・引き算の筆算の指導において、アルゴリズムをもとに指示や発問を具体化して指導を改善できなかった。
⑤	プログラミング教育を算数科だけでなく他の教科の指導の中でも実践して行こうとする意欲を持てた。	プログラミング教育を算数科の教科指導の中で実践して行こうとする意欲を持てた。	プログラミング教育を算数科の教科指導の中で実践して行こうとする意欲をある程度持てた。	プログラミング教育を算数科の教科指導の中で実践して行こうとする意欲を持てなかった。

表1:「ルーブリック評価」

7 おわりに

香川県教育センターの研究発表会で、小学校においてプログラミング教育が始まることとビジュアルプログラミング言語の存在を知った。簡単そうに思えたScratchを用いたプログラミングでは、その手強さに驚いたが、文字で働きが書かれていることによりアルゴリズムが視覚的に見える点は、これからプログラミングを学ぶ学生にとって、また、小学生にプログラミング教育を行う学生にとって、とても魅力的なことに思えた。実際に、小学生に対して算数指導を行ったことはないが、高校生の就職試験対策として行った算数分野の問題演習において、アルゴリズムが見え隠れしていることやその理解のための指導方法の難しさも痛感しており、アルゴリズムの理解が、算数の理解に繋がるのではと考えた。

そのような思いで、指導方法を考察してみたものの、その検証は、小学校教員養成課程の学生に指導する機会を待つしかないのが現状である。この指導方法は「机上の空論」あるいは「絵に描いた餅」であるのかも知れない。現場での実践を通して、小学校の教員を目指す学生に有意義な授業となるように、工夫していきたい。

引用文献

- [1]文部科学省(2017)「小学校学習指導要領(平成29年告示)」(平成29年3月)
- [2]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」(平成29年7月)
- [3]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)
- [4]香川県教育センター(2020)「10年後の未来を創る子供たちのために 情報活用能力と小学校プログラミング教育」(令和2年2月)
- [5]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

の取りまとめ)」(平成 28 年 6 月)

[6]山下祐一郎(2017)「小学校教員養成課程における プログラミング教育の指導力の育成」

[7]木村祐太(2019)「プログラミング的思考を育む, 授業デザインの在り方ー思考を可視化・意識化することを通してー」

[8]鈴木はるか・坂井敦・古屋一希・牧野豊・小澤理・原田篤翼・福島健介(2108)「プログラミング教育を取り入れた授業実践 - ICT 機器を使わない指導の提案 - 」

参考文献

(1) 文部科学省「小学校プログラミング教育に関する研修教材」

<https://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/zyouhou/detail/1416408.htm> (2021 年 9 月 15 日) 閲覧

(2) 文部科学省「Scratch 正多角形をプログラムを使ってかく」

<https://www.mext.go.jp/component/a_menu/education/micro_detail/__icsFiles/afieldfile/2019/05/21/1417094_005.pdf> 及び

<https://www.mext.go.jp/component/a_menu/education/micro_detail/__icsFiles/afieldfile/2019/05/21/1417094_006.pdf> (2021 年 9 月 15 日) 閲覧

(3) 文部科学省「小学校を中心としたプログラミング教育ポータル」「A 学習指導要領に例示されている単元等で実施するもの」「算数:[第 5 学年] B 図形(1)正多角形」「正多角形をプログラムを使ってかこう (杉並区立西田小学校)」

<<https://miraino-manabi.mext.go.jp/content/111>> (2021 年 9 月 15 日) 閲覧