

研究主題

# 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

—小学校算数科・理科の指導を通して—

【研究担当者】長期研修生 及川 良紀  
(所属校 盛岡市立向中野小学校)

【この研究に対する問い合わせ先】

TEL・FAX 0198-27-2254

E-mail johor@center.iwate-ed.jp

## I はじめに

新小学校学習指導要領において、新たにプログラミング教育の必修化が盛り込まれました。そこで本研究ではプログラミングの体験を通して論理的思考力の育成を目指し、次のような目的、目標を掲げ、研究に取り組んできました。

目的：小学校算数科・理科の学習指導における、論理的思考力を育むプログラミングの体験の在り方について明らかにする。

目標：小学校算数科・理科の学習指導において、児童が論理的思考力を用いて課題解決に取り組めるように、プログラミングの体験を導入した学習展開例を作成し、実証的な授業実践を通してその在り方を明らかにする。

## II 研究構想

「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）」（以下「議論の取りまとめ」）には、キーワードとなる「プログラミング教育」と「プログラミング的思考」について以下のように示されています。

### プログラミング教育

子供たちに、コンピュータに意図した処理を行うように指示することができるということを体験させながら、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力としての「**プログラミング的思考**」などを育成するもの。

### プログラミング的思考

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、記号の組み合わせ意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**。

そこで本研究では、プログラミング的思考のもととなった「コンピュータショナル・シンキング」やイギリスの教科「コンピューティング」を参考にしながら、プログラミング的思考との関係性を整理し、プログラミング的思考で育成する能力を右の5つ【表1】とし、プログラミングの体験を通し、これらの能力を活用することで論理的思考力につながることを、授業実践を通し検証していくこととしました。

【表1】プログラミング的思考で育成する5つの能力

能力	概要
抽象化 (Abstraction) [AB]	問題を抽象化して理解する能力
分解 (Decomposition) [DE]	物事を分解して理解する能力
アルゴリズム的思考 (Algorithmic Thinking) [AL]	やるべきことを順序立てて考える能力
評価 (Evaluation) [EV]	最良の方法かどうかを評価・分析する能力
一般化 (Generalization) [GE]	方法を他に置き換えて一般化する能力

### Ⅲ 授業実践と考察

第4学年の算数科「平行四辺形の作図」、第6学年の理科「電気の制御」の授業実践を行いました。初めてプログラミングを経験する児童であることを考慮し、「プログラミングに関わる導入」の時間「プログラミング教材を用いた作図や制御」に関する時間に分けて行いました。

#### 1 授業実践

**4年生 算数「垂直・平行と四角形」(東京書籍 新しい算数4年 pp.60~83)**

(1) コンピュータサイエンスアンプラグドの活動 (導入)

コンピュータを使わずにコンピュータやプログラミングの仕組みや概念を学ぶことができる活動(コンピュータサイエンスアンプラグド)を取り入れました。日常生活を題材にしたり、ゲーム感覚で取り組んだりすることで、アルゴリズムの基礎やパソコン画面の座標(方向)感覚を養うことを目的としました。



【図1】宝探しゲームの様子

(2) プログラミング教材を用いた平行四辺形の作図(本時)

プログラミング教材ソフトを利用して、平行四辺形の作図を行いました。ブロックを並べコンピュータに指示を出し、キャラクターの歩く軌跡で作図することができます。



【図2】教材ソフトを利用したプログラミングの様子

操作する中で、プログラミングに必要な手順を自然と身に付けていくことができます。図形の角度は「外角」で入力する必要があります。

使用教材 「Hour of Code”code with Anna and Elsa”  
<https://hourofcode.com/frzn>

**6年生 理科「電気とわたしたちの暮らし」(東京書籍 新しい理科6年 pp.166~185)**

(1) コンピュータサイエンスアンプラグドの活動(導入)

理科では日常生活を題材にフローチャート図の作成を行いました。

また、センサーを使ったプログラムを作成するために、身の回りにはあるセンサーの種類や道具について話し合いをもち、たくさんの種類を探し出すことができました。実際の道具の働きを理解することで、自分の作るプログラムのイメージをもって取り組むことができました。

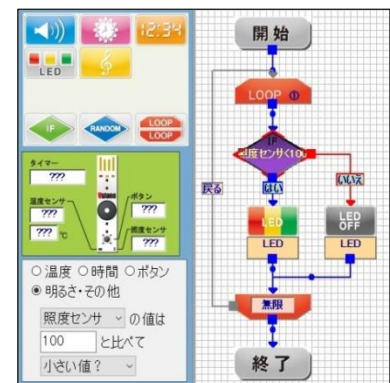
センサー	センサーを使った道具
光 センサー	太陽光発電、ライト、テレビ、計算器
温度 センサー	クーラー、ヒーター、れいぞうこ
距離 センサー	ロボット車、自動ブレーキ
人感 センサー	自動ドア、トイレ、防犯カメラ
タッチ センサー	改札口、水道、自動ドア
音 センサー	ハンディー、Siri
顔認識 センサー	羽田空港の顔認証、スマホ

【図3】センサーについての話し合いの記述例

(2) プログラミング教材を用いた電気の制御(本時)

プログラミング教材ソフトを用いて、電気の制御のプログラムを作成しました。フローチャート図を用いて条件を設定し、LEDを点灯させたり、音を鳴らしたりすることで、センサーの働きを理解しました。

フローチャート図は思考過程を視覚的にとらえることができるため、論理的思考を意識しながら活動することをねらいとして取り扱いました。自分の作成したプログラムを実感できるため、積極的な活動につながりました。



【図4】電気の制御のプログラム例

使用教材 「計測制御プログラマー、ビュートビルダーP」

(ヴィストーン社) <https://www.vstone.co.jp/products/mcprogrammer>

## 2 考察

### (1) ワークシートの活用

ワークシートを活用することで、児童が論理的思考を活用している様子を見取ることができます。

**児童A**

温度センサーを利用した問題

温度センサーの値が 30℃より高いとき、LEDが点灯しドレミの音が鳴る。

**抽象化**

- 温度が 30℃より 高い
- はいのとき……LED ON
- いいえのとき……LED OFF
- LOOP (繰り返し) は 無限
- 4 分音符で ド レ ミ

**児童B**

温度センサーを利用した問題

温度センサーの値が 30℃より高いとき、LEDが点灯しドレミの音が鳴る。

**誤答**

- 温度が 30℃より 高い
- はいのとき……LED 点灯 ON
- いいえのとき……LED OFF
- LOOP (繰り返し) は 無限
- 4 分音符で ド レ ミ

**未記入**

【図5】ワークシート記入例（6年生理科）

児童Aは問題から必要な要素を抽出する「抽象化」、対応するブロックに当てはめる「分解」、フローチャート図の作成「アルゴリズム的思考」など、プログラミング的思考の5つの能力を活用できているようすがうかがえます。一方児童Bは、条件を記入する欄が抜けていたり、ブロックを接続する矢印が間違っていたりするため、正しい反応が得られませんでした。

ワークシートは児童の思考を最終的な記録として残すことができるので、見取りたい能力を明確にして作成することで、有効に活用できます。

【表2】プログラミング的思考の評価例（6年生理科）

能力	概要	A	B
抽象化	必要な要素の抽出	○	○
分解	対応するブロックに当てはめる	○	
アルゴリズム的思考	フローチャート図の作成	○	
評価	間違いの修正	○	
一般化	他の数値や条件に置き換える	○	

### (2) 振り返りの活用

学習後の振り返りの記述からは、プログラミングに対する考えや授業の内容に関する感想を得ることができます。得られた感想を3つに分類してみました。

【表3】振り返りの記述例（6年生理科）

分類	感想
① プログラミングに関する内容	順序に気を付けて操作することができた。[AL]
	うまくいかない時にどうしてだろうと考えることができた。[EV]
	温度の数値を忘れていたのできちんと確認したい。[DE][EV]
② 教科や単元の目標に関する内容	制御をするといいいことがたくさんあることが分かった。
	センサーを利用して電気を制御することは省エネにつながる。
	センサーを使うことで無駄をなくすることができる。
③ 学習の様子や日常に還元される内容	身の回りにはセンサーを使ったものがたくさんある。
	センサーはプログラミングを使っていることが分かった。
	身の回りのセンサーをもっと探してみたい。

「①プログラミングに関する内容」では、「手順」や「順番」という記述が多く、プログラミング的思考の大切さを感じ取っています。

「②教科や単元の目標に関する内容」では「省エネ」「エコ」などの記述が多く、本時の目標に迫ることができています。

「③学習の様子や日常に還元される内容」では「センサーが生活の中にたくさんある」「他にも探してみたい」など、日常生活に関連付けた内容が目立ちました。

また「難しかった」という記述もありますが、「解けたときがうれしかった」「難しい問題に挑戦することが楽しい」など、肯定的に捉えられている傾向がありました。

記述の視点を明確にすることで、児童が「どんな能力を活用できたか」「目標を達成できたか」といったことを知る手掛かりとなります。



## IV 研究のまとめ

### 1 成果

- (1) 新学習指導要領に記載されている「算数科」「理科」のプログラミングの体験において、授業の一例を示すことができました。
- (2) 「プログラミング的思考」を5つの能力に細分化したことにより、論理的思考力の見取りが可能になりました。一人ひとりの能力を確認することができるので、個に応じた指導の方向性が明確となります。
- (3) 「プログラミング的思考」の細分化は、活用する能力に合わせた指導計画の作成や使用教材の選定、ワークシートの作成などに反映させることができました。
- (4) ワークシートは、児童の思考を記録として残すことができるため、有効に活用することができます。その際、「記述に時間をかけない工夫」「操作画面に近づけたものを提示する」など、イメージを崩さず活動させる配慮が必要となります。

### 2 課題

- (1) 導入期である現在は本時に関わる授業の前に、プログラミングの概念やスキルを学ぶ時間が必要となります。扱う教科や時数など、情報教育の一部として年間指導計画に位置付け、計画的に実施する必要があります。
- (2) プログラミング教材はこれから更に改良・開発され増えてくることが予想されます。情報収集や実践事例を増やすなどして、様々な教材を使った展開例を共有していくことが必要です。
- (3) 学習活動が停滞している児童への対応は、「学習内容が分からないのか」「操作が分からないのか」を的確に判断して指導する必要があります。安易に手助けをしてしまうと、児童の学習意欲や閃きを摘んでしまうことになりかねません。

## プログラミングガイドブックの紹介

本研究をもとにしたガイドブック（算数・理科）を作成しました。

プログラミングに対する疑問や、授業実践を行った際の指導案、教材の活用方法などを分かりやすく示しています。

岩手県立総合教育センターのwebページから資料をダウンロードできますのでご利用ください。

<http://www1.iwate-ed.jp/kankou/kkekyu/173cd/h29tyou.html>



教材を使った実践例（算数科）	教材を使った実践例（理科）	プログラミング教材の使用方法														
<p>(2) プログラミング教材を利用した平行四辺形の作図（2時間）</p> <p>ア 本時の目標 平行四辺形を作図する際には図形の特徴を使って作図することができることを理解する。</p> <p>イ 本時の展開</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>学習活動</th> <th>指導上の留意点・評価</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1 学習課題を把握する 右のような平行四辺形 ABCD を作らせます。A, B, C, D の各頂点を指定し、平行四辺形の特徴を使って作図してください。</td> <td>・初期には平行四辺形やひし形の特徴を活かして作図させる。 ・「コンピュータ」はあくまで「図形定規」や「コンパス」と同じツールの一つです。目標はプログラミングスタイルの習得ではなく、運動や発見、美観のねらいに新しします。</td> </tr> <tr> <td>2 学習課題を把握する 平行四辺形の特徴を使ってコンピュータで作図してみよう。</td> <td>・「コンピュータ」はあくまで「図形定規」や「コンパス」と同じツールの一つです。目標はプログラミングスタイルの習得ではなく、運動や発見、美観のねらいに新しします。</td> </tr> <tr> <td>3 発想しをもち 作図するとき大事なことを話し合う。 ・定義やコンパスを使えない。 ・順序に気を付ける。 ・平行四辺形の性質を使えばよい。 4 自力解決をする 隅角を始点とした平行四辺形を作図する。</td> <td>・前時までの作図の仕方を確認させ、平行四辺形の定義や特徴が大切であることを確認させる。 ・プログラミングでは正しい順序で入力することが大切であることを確認させる。 ・作図の仕方についてグループで話し合いを持たせる。</td> </tr> </tbody> </table> <p>この図解では子供たちはまだ「角」で入力することに慣れていません。あえて図解させて、「角（デグ）」の能力を定めました。ただし、外角の概念は4年生には習っていないので、この図解は省かれています。</p> <p>・どのコードがどの手順に対応しているかをワークシートに書き込ませることで思考の混乱を防ぐ。 ・コードが増えにくくなる自分や、どの角の角を入力しているのかわからなくなりますが、ワークシートに順番と同じコードを貼りました。</p>	学習活動	指導上の留意点・評価	1 学習課題を把握する 右のような平行四辺形 ABCD を作らせます。A, B, C, D の各頂点を指定し、平行四辺形の特徴を使って作図してください。	・初期には平行四辺形やひし形の特徴を活かして作図させる。 ・「コンピュータ」はあくまで「図形定規」や「コンパス」と同じツールの一つです。目標はプログラミングスタイルの習得ではなく、運動や発見、美観のねらいに新しします。	2 学習課題を把握する 平行四辺形の特徴を使ってコンピュータで作図してみよう。	・「コンピュータ」はあくまで「図形定規」や「コンパス」と同じツールの一つです。目標はプログラミングスタイルの習得ではなく、運動や発見、美観のねらいに新しします。	3 発想しをもち 作図するとき大事なことを話し合う。 ・定義やコンパスを使えない。 ・順序に気を付ける。 ・平行四辺形の性質を使えばよい。 4 自力解決をする 隅角を始点とした平行四辺形を作図する。	・前時までの作図の仕方を確認させ、平行四辺形の定義や特徴が大切であることを確認させる。 ・プログラミングでは正しい順序で入力することが大切であることを確認させる。 ・作図の仕方についてグループで話し合いを持たせる。	<p>(2) プログラミング教材を用いた電気の制御（2時間）</p> <p>ア 本時の目標 プログラミング教材を使って電気を制御する活動を通し、センサーを利用して電気を有効活用することの大切さについて理解する。</p> <p>イ 使用教材 「計測制御プログラマー、ビュートビルダーP」 <a href="https://www.vstone.com.jp/products/mcprogrammer">https://www.vstone.com.jp/products/mcprogrammer</a></p> <p>ウ 本時の展開</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>学習活動</th> <th>指導上の留意点・評価</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1 課題把握 ・センサーの働きについて確認し、身の周りの様々なセンサーに利用されていることを伝える。 ・身の周りのセンサーを利用した課題について考えさせる。 センサーを利用したプログラムをつくらせ、電気を制御するよさについて考えるよう。</td> <td>・センサーの働きを確認し、センサーの種類や働きについて考える。 ・身の周りのセンサーを利用した課題についてグループで話し合う。</td> </tr> <tr> <td>2 自力解決 ・プログラミング教材を利用し、センサーを使ったプログラムを作成する。 「距離センサーの値が10より小さいとき、LEDが点灯する」 「距離センサーの値が10より大きいとき、LEDが点灯し、ブザーが鳴る」</td> <td>①もしプログラムの並べ方や数値の入力ができる、②初期で習得した技能を使って、センサーを利用したプログラムを作成させる。 センサーを利用したプログラムを作成するには「分岐」のブロックを使用します。「センサーの値は100か？」という条件に対し「はい」「いいえ」に分岐させ、次に何を行うかを指示します。</td> </tr> </tbody> </table> <p>ワークシートを活用すると、児童よりの活動を記録と見直ししておくことが可能です。</p>	学習活動	指導上の留意点・評価	1 課題把握 ・センサーの働きについて確認し、身の周りの様々なセンサーに利用されていることを伝える。 ・身の周りのセンサーを利用した課題について考えさせる。 センサーを利用したプログラムをつくらせ、電気を制御するよさについて考えるよう。	・センサーの働きを確認し、センサーの種類や働きについて考える。 ・身の周りのセンサーを利用した課題についてグループで話し合う。	2 自力解決 ・プログラミング教材を利用し、センサーを使ったプログラムを作成する。 「距離センサーの値が10より小さいとき、LEDが点灯する」 「距離センサーの値が10より大きいとき、LEDが点灯し、ブザーが鳴る」	①もしプログラムの並べ方や数値の入力ができる、②初期で習得した技能を使って、センサーを利用したプログラムを作成させる。 センサーを利用したプログラムを作成するには「分岐」のブロックを使用します。「センサーの値は100か？」という条件に対し「はい」「いいえ」に分岐させ、次に何を行うかを指示します。	<p>(3) プログラミングにチャレンジ ア プログラミング教材の操作方法① 実際に図形を作図するプログラミングに挑戦してみましょう。ここでは正方形の作図の仕方について説明します。プログラミング教材は「Hour of Code」Code with Anna and Elsa（<a href="https://hourofcode.com/frzn/">https://hourofcode.com/frzn/</a>）を利用します。</p> <p>基本画面の構成</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>時間経過: ステップが進むにつれて黒くなっていきます。</li> <li>問題・ヒント: 問題の解説やヒントを出してくれます。</li> <li>スピードボタン: この問題で使えるブロック（コード）です。</li> <li>実行ボタン: 作成したプログラムを、キャラクターを動かすことで確認できます。</li> <li>ワークスペース: ブロック（コード）を組み立てる場所。</li> </ul> <p>操作の手順</p> <p>①ブロックをドラッグ キャラクターを動かして軌跡で正方形を作図します。ワークスペースから、必要なブロックをドラッグしてワークスペースに移動します。</p> <p>②数値の修正 必要に応じて辺の長さや方向の数値を変更します。数字の横にある▼をクリックするか、直接入力することができます。</p> <p>「ピクセル」とは画面を構成する最小単位のことです。この単位を1ピクセルとします。ここでは1ピクセルを1単位と仮定して説明します。</p>
学習活動	指導上の留意点・評価															
1 学習課題を把握する 右のような平行四辺形 ABCD を作らせます。A, B, C, D の各頂点を指定し、平行四辺形の特徴を使って作図してください。	・初期には平行四辺形やひし形の特徴を活かして作図させる。 ・「コンピュータ」はあくまで「図形定規」や「コンパス」と同じツールの一つです。目標はプログラミングスタイルの習得ではなく、運動や発見、美観のねらいに新しします。															
2 学習課題を把握する 平行四辺形の特徴を使ってコンピュータで作図してみよう。	・「コンピュータ」はあくまで「図形定規」や「コンパス」と同じツールの一つです。目標はプログラミングスタイルの習得ではなく、運動や発見、美観のねらいに新しします。															
3 発想しをもち 作図するとき大事なことを話し合う。 ・定義やコンパスを使えない。 ・順序に気を付ける。 ・平行四辺形の性質を使えばよい。 4 自力解決をする 隅角を始点とした平行四辺形を作図する。	・前時までの作図の仕方を確認させ、平行四辺形の定義や特徴が大切であることを確認させる。 ・プログラミングでは正しい順序で入力することが大切であることを確認させる。 ・作図の仕方についてグループで話し合いを持たせる。															
学習活動	指導上の留意点・評価															
1 課題把握 ・センサーの働きについて確認し、身の周りの様々なセンサーに利用されていることを伝える。 ・身の周りのセンサーを利用した課題について考えさせる。 センサーを利用したプログラムをつくらせ、電気を制御するよさについて考えるよう。	・センサーの働きを確認し、センサーの種類や働きについて考える。 ・身の周りのセンサーを利用した課題についてグループで話し合う。															
2 自力解決 ・プログラミング教材を利用し、センサーを使ったプログラムを作成する。 「距離センサーの値が10より小さいとき、LEDが点灯する」 「距離センサーの値が10より大きいとき、LEDが点灯し、ブザーが鳴る」	①もしプログラムの並べ方や数値の入力ができる、②初期で習得した技能を使って、センサーを利用したプログラムを作成させる。 センサーを利用したプログラムを作成するには「分岐」のブロックを使用します。「センサーの値は100か？」という条件に対し「はい」「いいえ」に分岐させ、次に何を行うかを指示します。															