



理科 プログラミング体験を通じた学び

1. プログラミング教育で育むもの

公益財団法人ソニー教育財団理科教育推進室室長
小学校学習指導要領解説理科編執筆者
武藤良弘

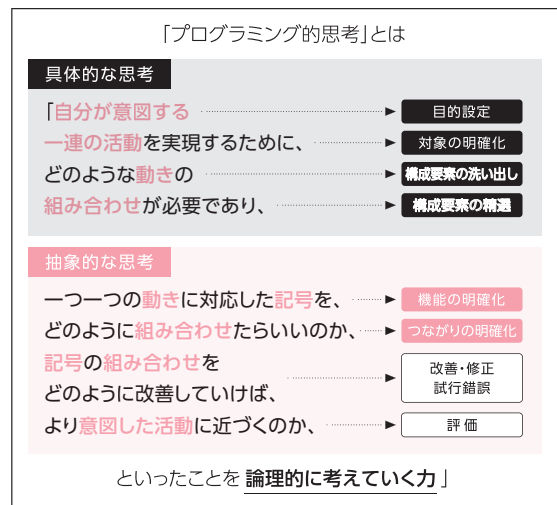
ー プログラミング教育のねらい

- 小学校における「プログラミング教育」のねらいは、
- ①身近な生活でコンピュータが活用されていることや、問題の解決には必要な手順があることに気付くこと（知識・技能）
 - ②「プログラミング的思考」を育成すること（思考力・判断力・表現力等）
 - ③コンピュータの働きを、よりよい人生や社会づくりに生かそうとする態度を涵養すること（学びに向かう力・人間性等）
- という3つの資質・能力として示され¹⁾、実施に際しては、
- ④学習上の必要性や学習内容との関連付けを考えて、プログラミング教育を行う単元を位置付けること
- つまり、各教科等の学びをより確実なものにするものでなければならないことが示されています²⁾。

ー「プログラミング的思考」とは

上記②の「プログラミング的思考」の定義¹⁾として示された文章をいくつかの要素に分けて、その構成を図にまとめてみました。この図から、この定義文が大きく2つの部分から構成されていることがわかります。

具体的な活動や現象を対象としてよりよいものに改善していくことは、これまでの学習においても行われてきたと思います。しかしながら、それらを構成要素に分解し、各要素の機能やつながりを明確にするとといった抽象的な思考過程、特に、具体物の機能・役割を明確にして捉え直す「モデル化」の思考は、あまり行われてこなかったのではないのでしょうか。



ー「プログラミング的思考」を働かせてみる

「プログラミング的思考」を育むためには、これらの思考過程を繰り返し経験し、活用することが効果的です。そこで、具体例を使って「プログラミング的思考」を働かせてみることにします。

例1 発芽の条件を基本的な機能の組み合わせとしてとらえると

- ・温度や湿度などの条件を調べる（センサー）
- ・適切な条件が成り立っているかどうかを判断する（コンピュータ）
- ・芽を出して、成長をスタートさせる（動作）

→センサー、コンピュータ、モーターで構成される「温度によって自動的に動作する扇風機」と同様な機能が、とても小さな種子の中にも組み込まれているという、自然の巧みさが再認識できる。

例2 モーターカーを「走る」という目的を達成させるものとして分析すると

- 必要な構成要素（電池，モーター，タイヤなど）が理解できる
 - 各構成要素の役割（エネルギー源，動力源，駆動力への変換など）とつながりが明確になる⇒モデル化
- 目的を変更した場合も，変更すべき構成要素がどの部分であるかがわかる（例えば「階段があってもその先まで行ける」という目的では，タイヤの部分を変更）。

これらのことを基に，私なりに「プログラミング的思考」の名前を付け直すと，「物事の仕組みを分析・理解し，新しい物事を創り出すための思考方法」といったものになりました。

一生活と関連付けた「プログラミング教育」

小学校における「プログラミング教育」のねらいのうち，①知識・技能，③学びに向かう力・人間性等は，実際にプログラミングを経験すること，活用することを通して育むことができます。その際のキーワードは「日常生活との関わり」です。理科の学習指導要領で例示された「センサーを活用したプログラミング」³⁾がこの目的に適していると考えています。「センサーの入力を基にしたプログラムによる制御」が可能になったことで，自律的に機能するものの作成が可能になります。このことによって，日常生活に役立つもの（プログラム）を作成したり，身の回りからプログラムを活用したものを見いだしたりすることが容易になります。

1) H28.6.16 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）

2) 小学校学習指導要領解説 理科編 第4章 2

3) 小学校学習指導要領解説 理科編 第3章 4

2. 「わくわく理科」で Let's Programming!

啓林館小学校理科編集部

一 第6学年「発電と電気の利用」

○「プログラミングを体験しよう」(p.180-183) では，巻末の「シート&シール」を使って，センサーライトが必要なときだけつく，「条件」と「動作」の組み合わせを考える「活動」を設定しています。

●授業の流れ

- 前時までの電気の利用の資料調べを受けて，人を感じたときに，自動的に明かりがつく照明を取り上げます。
- 「明かりをつけること」が動作で，「人を感じたら」が条件になることを伝えます。
- プログラムとプログラミング（プログラムをつくること）の言葉の違いを説明します。

Let's Programming! 「プログラミング」を体験しよう

- 人感センサー・明るさセンサー
- 小型コンピュータ
- 電球

電気をむだなく使うために工夫されたものとして，人の動きを感じたとき，自動的に電球の明かりがつく器具があります。

これは，周知のようすをセンサーで読み取って，あらかじめ教えていた「動作させる条件」に合うかどうかをコンピュータに判断させ，自動的に明かりをつけるという動作をさせています。

このような，

コンピュータが動作するための手順や指示のことを**プログラム**といい，プログラムをつくることを**プログラミング**といいます。

ここでは人の動きを感じる「人感センサー」と明るさを感じる「明るさセンサー」を使って，必要なときに明かりをつけるプログラムを考えてみましょう。

180

6年 p.180

●授業の流れ

- 教科書巻末付録「シート & シール」を使って、プログラミングを行います。
- ステップ① ステップ②
- 「条件シール」と「動作シール」を使って、明かりをつけるプログラムと消すプログラムを考えます。
- ステップ③ ステップ④
- 「まとめシール」も使って、より電気をむだなく使うプログラムを考えます。

活動 プログラムを考えてみよう

必要なときだけ明かりがつくように、「条件」と「動作」を組み合わせて、次のステップでプログラムを考えてみましょう。

- 電球の明かりをつける「条件」と「動作」の組み合わせを「条件シール」と「動作シール」を使って考える。
 - 人感センサー
条件: もし、人が近づいたら
 - 動作: 明かりをつける。
 - 明るさセンサー
条件: ?
 - 動作: 明かりをつける。
- 電球の明かりを消す「条件」と「動作」の組み合わせを、ステップ①と同じようにして考える。
- ステップ①で考えた2つの条件を「まとめシール」でまとめ、「明かりをつけるとき」の判断のしかたを考える。
 - 人が近づいて、しかも、暗かったら明かりをつける必要があるね。
 - 2つの条件をまとめて考えよう。
- 同じようにして、ステップ②で考えた2つの条件を「まとめシール」でまとめ、「明かりを消すとき」の判断のしかたを考える。
 - まとめ: すべての条件に当てはまったら
 - 動作: 明かりをつける。

この教科書の最後にあるプログラミング用「シート&シール」を使って活動しよう。

181

6年 p.181

学習指導要領でのプログラミング

小学校学習指導要領解説(理科編)の第6学年「A-(4)電気の利用」では、電気の効率的な利用をとらえる学習として、センサーを使って発光ダイオードの点灯を制御するようなプログラミング体験が例示されています。

また、「内容の取扱いについての配慮事項(2)-(2)」では、「与えた条件に応じて動作していることを考察し、更に条件を変えることにより、動作が変化することについて考える場面で取り扱うものとする。」と示されており、「プログラミングを体験しながら論理的思考を身に付けるための学習活動」と位置づけられています。

教科書巻末付録『シート & シール』

○巻末のシートにシールをはったりはがしたりしながら、電気をむだなく使うためのプログラムを考えます。



プログラミング用シール シートに、はったりはがしたりしてプログラムを考えよう。

条件シール

人感センサー
条件
もし、人が近づいたら

明るさセンサー
条件
もし、明るかったら

動作シール

動作
明かりを消す。

動作
明かりをつける。

例えば「人が近づいて、しかも、暗かったら」というときは、この「まとめシール」を使うよ。

「人が近づくか、暗いか、どれか1つでも当てはまったら」というときはこの「まとめシール」だね。

もっとプログラミング!

次のシールに自分なりの条件や動作、まとめをかいて、上のシールと合わせてプログラムを考えてみよう。

「30秒後に消す」のようなプログラムを考えてもいいね。

Let's Programming! **プログラミング用「シート&シール」**

プログラミング用シート シールを使って、このシートで「条件」「動作」の組み合わせを考えよう。

ステップ①、②では、1つ組み合わせがきたら、シールをはがして、ほかの組み合わせも考えてみよう。

ステップ 1

明かりをつけるとき

ステップ 2

明かりを消すとき

「まとめシール」を使ってプログラムを考えよう。

ステップ 3

明かりをつけるとき

ステップ 4

明かりを消すとき

6年 組

わくわく理科6資料(啓林館)

6年巻末付録「シート&シール」

— 教科書 QR 『シミュレーター』 —

○教科書 6年 p.182 のQRコードから、巻末付録「シート&シール」に準拠したシミュレーターを利用できます。

このプログラムは、次のように整理できる。

- 電球の明かりをつける「条件」と「動作」の組み合わせ
- 電球の明かりを消す「条件」と「動作」の組み合わせ
- ステップ①を「まとめシール」でまとめたときの組み合わせ
- ステップ②を「まとめシール」でまとめたときの組み合わせ

プログラミングを使うと、「必要なときだけ明かりをつける」などの目的に合わせて、判断のしかたをコンピュータに教えることができます。

電気製品には、プログラミングにより、電気をむだなく使うくふうがされているものがあります。複雑な目的でも、要素に分けて、順序よく組み合わせることで、プログラムをつくることができます。

182



6年 p.182



○プログラミングのフローチャートの例や、実物のセンサーとコンピュータを組み合わせる器具を目的に合うよう動作させる活動例も掲載しています。

コンピュータを使ったプログラミングの例

センサーで周りの状況を読み取って、コンピュータが判断し、器具の動作を自動的に行えるよう、手順をあらかじめ決めておく。

明かりをつけるときの条件と動作の手順は、右のような1つの流れ図でも表すことができるよ。

人感センサーと明るさセンサーを使った例

1. コンピュータが入っているスイッチを、右の写真のように、回路につなぐ。
2. 人が近づいて、暗かったら、明かりがつくプログラムを、別のコンピュータ(入力用)でつくる。
3. つくったプログラムをスイッチに送り、プログラムどおりに、自動的に動作するかを調べる。
4. よりよいプログラムがないか、もう一度、考える。

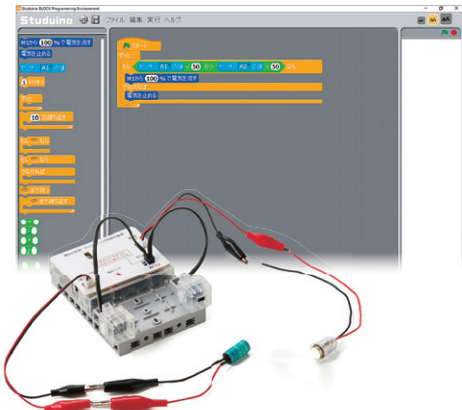
人感センサーと温度センサーを使った例

1. プログラムに従って動作する無線スイッチを、コンデンサーとせんぷう機の回路につなぐ。
2. 人が近づいて、暑かったら、せんぷう機が回るプログラムを、コンピューターでつくる。
3. つくったプログラムどおりに、自動的に動作するかを調べる。
4. よりよいプログラムがないか、もう一度、考える。

183

Scratch(スクラッチ)

Scratchは、ビジュアルプログラミングの1つで、無償で利用できます。Scratchを使って制御できるセンサーなどの教材が、教材メーカーから販売されています。

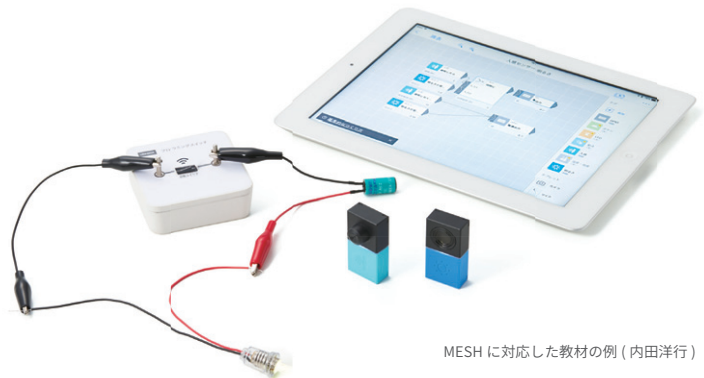


Scratch ベースのソフトに対応した教材の例(アーテック)

6年 p.183

MESH™(メッシュ)

ブロックと呼ばれるセンサーやスイッチなどを、専用のアプリを使って、タブレットなどから無線で操作できます。コンデンサーやLEDなどをつないで体験できるものが、教材メーカーから販売されています。



MESHに対応した教材の例(内田洋行)



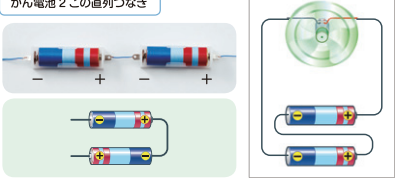

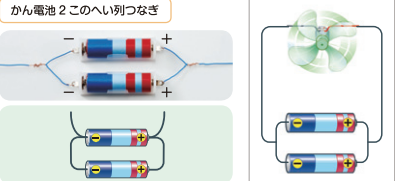

一ほかの単元での例

3年

- 「おもちゃランド」(p.160-163)では、磁石、豆電球、ゴムなどの材料を用い、おもちゃが動作する条件を制御する計画・製作・活動を行い、理科でのプログラミング的思考の入り口としています。
- 「これまでの学習をつなげよう」(p.138)では、身の回りにあるものを、電気を通す・通さない、磁石につく・つかないという条件で見分ける構成とし、条件分岐の考え方に結びつくようにしています。

4年

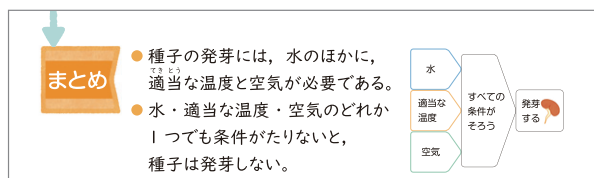
- 「電気のはたらき」(p.32-43)では、乾電池の向きとモーターの回る向き、乾電池の数やつなぎ方とモーターの回る速さなど、条件を変えることによって動作が変わることを習得し、p.41の「まとめノート」でまとめることにより、プログラミング的思考につながるようにしています。

かん電池の数やつなぎ方	モーターの回る速さ
<p>かん電池1こ</p> 	
<p>かん電池2この直列つなぎ</p>  <ul style="list-style-type: none"> ●かん電池の+極と別のかん電池の-極がつながっている。 ●回路が1つの輪になっている。 	<p>かん電池1このときより速かった。</p> 
<p>かん電池2このへい列つなぎ</p>  <ul style="list-style-type: none"> ●かん電池の+極どうし、-極どうしがつながっている。 ●回路がとちゅうで分かれている。 	<p>かん電池1このときと変わらなかった。</p> 

4年 p.38

5年

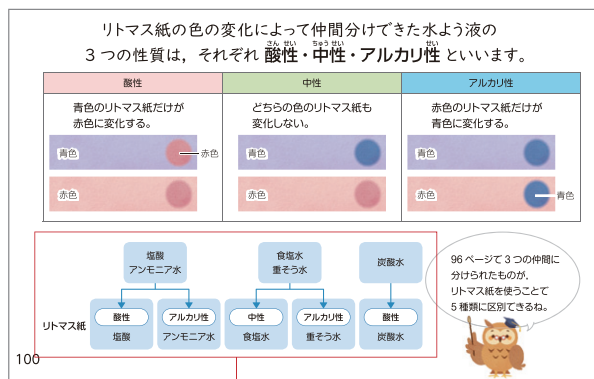
- 発芽の条件、ふりこが1往復する時間、電磁石の強さなどでは、目的に合うように制御する条件を考えて実験を行うようにし、「ものづくり広場」(p.188-191)で計画・製作も体験できるようにしています。また、発芽の条件は、6年のプログラミングのページと同様にタイルを組み合わせた図でまとめています (p.17)。
- さらに論理的思考を育成するために、メダカとヒトの誕生～成長、植物の発芽～成長は、順序性などについて比べるようにしています (p.78-79)。



5年 p.17

6年

- 水溶液の性質の単元では、水溶液の区別を条件分岐の考え方で整理しています (p.96, 98, 100)。



条件分岐のフローチャートで整理。

6年 p.100

不安と負担を解決する「シート & シール」と「シミュレーター」

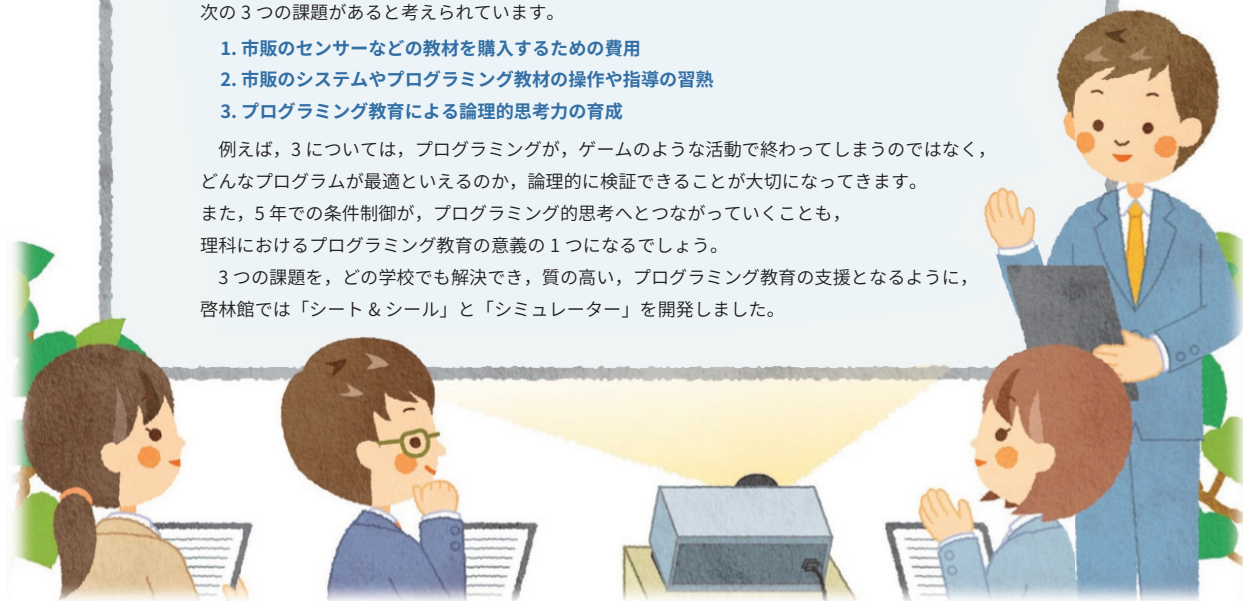
「9. 発電と電気の利用」の単元で、新学習指導要領から追加となったプログラミングの活動には、次の3つの課題があると考えられています。

1. 市販のセンサーなどの教材を購入するための費用
2. 市販のシステムやプログラミング教材の操作や指導の習熟
3. プログラミング教育による論理的思考力の育成

例えば、3については、プログラミングが、ゲームのような活動で終わってしまうのではなく、どんなプログラムが最適といえるのか、論理的に検証できることが大切になってきます。

また、5年での条件制御が、プログラミング的思考へとつながっていくことも、理科におけるプログラミング教育の意義の1つになるでしょう。

3つの課題を、どの学校でも解決でき、質の高い、プログラミング教育の支援となるように、啓林館では「シート & シール」と「シミュレーター」を開発しました。



2020年度用小学校教科書内容解説資料

理科 プログラミング教育 のページを見る

