

プログラミング教育実践資料集

2020年

公益財団法人 ソニー教育財団

プログラミング教育実践資料

もくじ

- ① はじめに
- ② プログラミング教育の位置づけ
- ③ 「プログラミング教育」を通して育成する資質・能力と主な育成の場
～アンプラグド（既存の授業）とプラグド（新たな取り組み）の役割～
- ④ 「プログラミング的思考」とは
- ⑤ 「プログラミング的思考」を体験を通して理解する
 - (1) 「具体的な思考」から「抽象的な思考」へ
 - (2) 得られた「モデル」を活かして「改善案」を考える
- ⑥ 授業を通して「プログラミング的思考」を育成するために
 - (1) 活用場面と対象に応じた「思考過程」の分類
 - (2) プログラミング的思考の育成（活用）を通して育まれる力等
 - (3) 学年に応じた「プログラミング的思考」の育成
 - 1) 全学年を通して大切にすること
 - 2) 「プログラミング的思考」の要とそれを支える力
～構成要素を見出す力、つながりを基に精選する力～
 - 3) 場合分け（条件分岐）を支える力 ～論理を集合で捉える力の基礎～
- ⑦ 授業を通して「学びに向かう力・人間性等」の育成や教科の学びを深めるために
 - (1) 「学びに向かう力・人間性等」の育成にプログラミング教育を活かす
 - (2) 教科の学びを深めることにプログラミング教育を活かす際のヒント
 - 1) 自然の素晴らしさを再認識するきっかけとして
 - 2) 新しい「表現手段（道具）」として
 - 3) 「問題解決の手段（道具）」として
 - 4) 人の作業を支援する（一部を肩代わりする）手段（道具）として
 - 5) 教材を活用する際のポイント
- ⑧ おわりに

① はじめに

「プログラミング教育」とその中核を成す「プログラミング的思考」の内容が示された（※1 p.123 参照。以下同。）とき、「研究・開発などの新しいものを生み出す現場で活用されている重要な思考の一つ」を子どもたちが学ぶ機会と、「日常生活や社会で役立つものを子どもたちの手で作る」機会が生まれたことにワクワクしました。本稿では、これら2つの視点から「プログラミング教育」を、①様々な教科等の中で「プログラミング的思考」（思考力、判断力、表現力等）を育むための学習と、②実際にプログラミングを行う中で「知識及び技能」、「学びに向かう力、人間性等」を育むための学習の、2つに分けて述べることを通して、読者の皆さんとワクワク感を共有すること、さらに、それを実現するための授業を考える際のヒントとなる情報を提供することを目指します。

② プログラミング教育の位置づけ

2020年に完全実施される新小学校学習指導要領は、育むべき資質・能力を明らかにして、教科はもちろんのこと、あらゆる教育活動を通してそれらを育むための様々な工夫が盛り込まれています。その流れの中で、「情報活用能力」が、「言語能力」「問題発見、解決能力」等と並ぶ「日々の学習や生涯にわたる学びの基盤となる資質・能力」として示されました（※2）。小学校における「プログラミング教育」は「情報活用能力」を育成する重要な教育の一つとして位置付けられています。

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（知識及び技能）
- (2)「プログラミング的思考」（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作りに生かそうとする態度（学びに向かう力、人間性等）を涵(かん)養(よう)すること

という3つの資質・能力として示され（※3）、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づけること

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（※4）。

このように、「情報活用能力」の育成を目的とした「プログラミング教育」はもちろんのこと、その資質・能力の一つである「プログラミング的思考」も「日々の学習や生涯

にわたる学びの基盤となる資質・能力」を構成する重要な要素として位置付けられています。

③ 「プログラミング教育」を通して育成する資質・能力と主な育成の場
～アンプラグド（既存の授業）とプラグド（新たな取り組み）の役割～

プログラミング教育を行う際に留意すべき点として、

教科等における学習上の必要性や学習内容と関連付けながら計画的かつ無理なく確実に実施されるものであることに留意する必要があることを踏まえ、小学校においては、教育課程全体を見渡し、プログラミングを実施する単元を位置づけていく学年や教科等を決定する必要がある。（小学校学習指導要領解説 総則編 P.86）

と示されている通り、今回のプログラミング教育の導入に際しては、「情報科」等といった教科として位置づけられず、教育課程全体で取り組むべきものと位置づけられています。したがって、プログラミング教育を実施するための時数は特に配当されておらず、既存の教育課程の時数の中で実施しなければなりません。

本資料は、このことを前提に「プログラミング教育をできる限り現実的な形で小学校の教育課程に導入し、そこで育まれる資質能力の育成を実現する」ための参考となるものとするを旨として作成しております。このため、コンピュータを活用した授業実践に割くことのできる時数は年間 10 時間以下程度であることを前提とし、図 1 に示したようにコンピュータを使った授業（プラグド）では、限られた時間数であっても、実際に体験することを通して着実に育むことのできる「コンピュータを役立てようとする態度」や「自分にも役立つモノを作

コンピュータの使用	思考力・判断力・表現力等	知識・技能		学びに向かう力・人間性等
	プログラミング的思考	物事には手順がある	コンピュータが活用されているものがある	コンピュータを役立てようとする態度
使う	時数を確保できない △	実体験が可能 ◎		
使わない	十分な時数を確保できる ◎	実体験ができない △		

図 1 コンピュータ使用の有無と育成する資質・能力との関係

ることができるという自己効力感」の涵養に重点を置き、様々な場面で繰り返し活用することで育まれる「プログラミング的思考」については、コンピュータを使わない（アンプラグド）既存の教科・教育課程の授業で育むことを目指します。

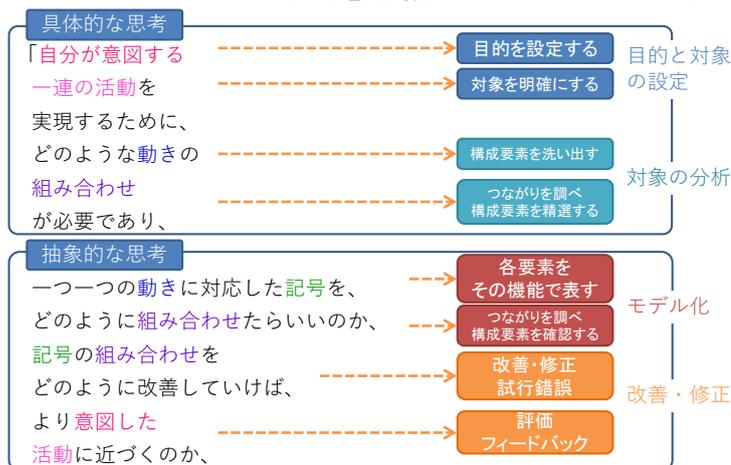
このように各場面で育む力を明確にする（分ける）ことで、特にコンピュータを使う授業で大切にすべきことが明確になり、子どもたちにとっても目的意識を持って取り組むことのできる授業作りが可能になると考えています。

④ 「プログラミング的思考」とは

「プログラミング的思考」が「生涯にわたる学びの基盤となる資質・能力」の一要素として位置付けられているのはなぜなのか？このことを理解するためには新学習指導要領で示された「プログラミング的思考」がどのようなものなのかについて、しっかりと理解する必要があります。図2に「プログラミング的思考」の定義（※5）として示された文章をいくつかの要素に分けて、その構成をまとめてみました。

この図から、この定義文が大きく分けて2つの部分から構成されていることがわかります。前半は、具体的な活動や現象などを対象として、目的を明確にした上でその対象を分析し基本的な構成要素に分解して理解する過程であり、後半は、分析・理解した結果をもとにモデル化（記号＝機能・役割に置き換える）した後、モデル化したものを使って

「プログラミング的思考」を構成する4つの過程



といったことを論理的に考えていく力」

図2 「プログラミング的思考」の定義

論理的に考え、より意図したものに近い解を見いだす過程となっています。

この分析・理解する過程には以下の3つの重要な思考過程が含まれています。

- 前提 : 目的と対象を設定（明確に）する。
- 思考過程1 : 具体的な活動や現象を分析して、構成要素に分解し、
(対象の分析) つながりに基づいて精選する。
- 思考過程2 : 各構成要素の機能・役割を明確にし、
(モデル化) モデル化する（記号・概念に置き換える）と共に
それらのつながりを確認する。
- 思考過程3 : モデル化した各構成要素の組み合わせを改善する。
(改善・修正)

具体的な活動や現象を対象とした思考を基に、より抽象的な概念等を獲得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、それらの過程で対象を構成要素に分解し、各要素のつながりについて考えたり、各要素の機能・役割について考えたりするといった思考過程を意識しながら丁寧に扱うことは、少なかったのではないのでしょうか。

これら3つの思考過程を意識して思考できる点が「プログラミング的思考」の大きな特徴となります。

⑤ 「プログラミング的思考」を体験を通して理解する

前述の3つの思考過程を含む「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。

この「プログラミング的思考」を具体的な活動と関連付けて理解することは、様々な場面での活用を考える上で有効なことと考えられます。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。皆さんも一緒に取り組んでみてください。

(1) 「具体的な思考」から「抽象的な思考」へ

<p>●問題1</p> <p>図3に示されたモーターカーについて、「走る」という「目的」を実現するために</p> <ol style="list-style-type: none">1) どのような「構成要素（基本的な機能）」が必要かを調べ、書き出してください。2) それらの「構成要素」の「役割（機能）」を示してください。	<p>「走る」という視点から見たモーターカーの構成要素</p>  <p>タイヤ</p> <p>モーター</p> <p>電池</p>
<p>STEP 1</p> <p>「走る」という視点からモーターカーの構成要素を書き出す</p> 	

図3 モーターカーの図（問題1）

図4 モーターカーの構成要素

まず問題1の設問1)で、「走る」という「目的」を達成するために必要な構成要素について「タイヤ」「電池」等の具体物を対象として考え、それらを書き出します。図4には既に絞り込まれた構成要素のみを例示しましたが、この段階では、あまり制限を設けずに考えることで、対象をより深く多面的に捉えることが期待できます。ある研修会では、図4のほかに、各要素をひとまとまりにするための「車体（ボディ）」や電気（エネルギー）をモーター（動力）に届けるための「導線」、モーターの回転をタイヤに伝えるための「ゴムベルト（輪ゴム）」、モーターカーを動かしたり止めたりするための「スイッチ」などの構成要素も提案されました。子どもたちが取り組む場合も、発達の段階や経験量等に応じて様々な深さや広がりを持った考えが出されると思います。

次に問題1の設問2)で、各構成要素が「どのような役割(機能)を担っているか」を考え、それらを適切に表す名前(機能)あるいは説明を付記していきます。その一例を図5に示しました。

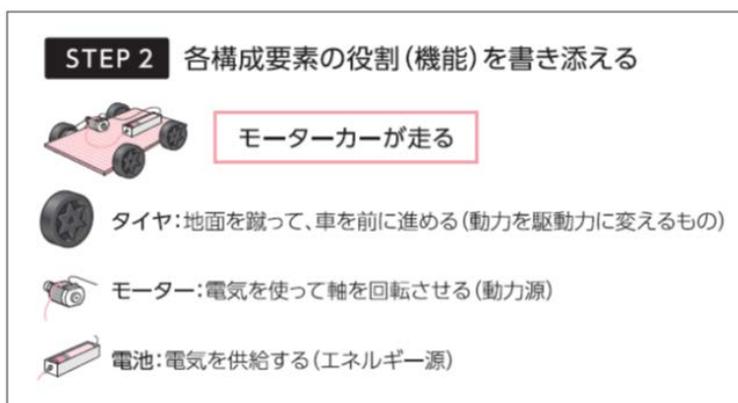


図5 各構成要素の役割(機能)

ここからが、前述の「思考過程2」に示した内容で

す。この過程を経ることで、例えば「何のためにタイヤが必要か」という必要性を伴った理解へと深めていくことができます。さらに、その「役割(機能)」を基に「タイヤ」という具体物を「地面を蹴って車を前に進めるもの」、さらには、「動力を駆動力に変えるもの」と捉え直すことで、その役割がより明確になります。

次に、モーターカーが「走る」を起点として、「走る」ということが実現されるためにはその前提として何が実現されている必要があるかという視点(「結果」と「前提条件(原因)」)から構成要素を選び出し、つなげていきます。「役割(機能)」で示された構成要素のつながりを明確にする⇒モデル化) その一例を図6に示しました。

図6に示したように、図5では考慮されていなかった「導線」や「輪ゴムとプーリー」

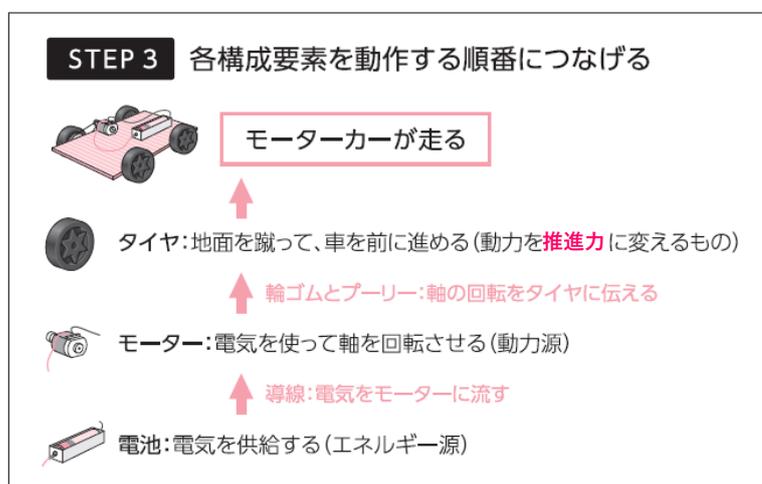


図6 因果関係に基づく構成要素の精選



図7 完成したモデル

が新たに加わっています。これら2つの構成要素は、いずれも図4に示した構成要素をつなぐ上で重要な役割を担っているものです。また、「車体」は「走る」という動作に直接関わる構成要素ではないことが、この思考過程を経ることで明らかになりました。

このように、「結果」と「前提条件(原因)」という視点から構成要素をつなげる過程を経ることで、① 提案された様々な構成要素から必要なものだけを取捨選択する、② 不足していた構成要素の存在に気付く、③ 物事を一連の活動として正しく把握すると

いったことが可能になります。この「結果」と「前提条件（原因）」という視点から構成要素をつなげるという過程があるので、構成要素を考える過程で多様な考えが出てきても、「目的」を達成するために必要な構成要素のみに絞り込むことが必ずできます。

「結果」と「前提条件（原因）」という視点から構成要素をつなげる思考を支えているのは、その逆向きの思考である「原因と結果の関係（因果関係）」であり、豊かな体験に裏付けられた確かな「因果関係」の見方を育むことがプログラミング的思考を身に付けるうえでとても重要です。

このようにして作られた「走る（移動する）」もののモデルを図7に示しました。「役割（機能）」で表されたモデルの形にまとめることで、学んだことを様々な場面に適用することが可能になります。

以上、「問題1」で扱った内容は、主に思考過程1と思考過程2に関連したものでした。次に、思考過程3について「問題2」に示した具体例を基に考えてみます。

(2) 得られた「モデル」を活かして「改善案」を考える

●問題2

階段があっても、その先にある目的地まで到達できるようにするためには、モーターカーの「どの構成要素」を「どのように」改善すれば良いかについて考えてください。

問題2では、「目的」を「(単に) 走る」から「階段があっても、その先まで行ける」にかえました。この問題に取り組む上でSTEP3で得られた結果（モデル）が重要な役割を果たします。図7に示したモデルの各構成要素を基に考えると、「階段があっても目的地まで到達できるようにする」ことを実現するために変更すべき構成要素が「動力を推進力に変えるもの」だけであることがわかります。このことによって、検討する対象を「動力を推進力に変える方法」に絞ることが可能になります。研修会では、この構成要素を「キャタピラーに替える」、「柔らかくて大きなタイヤに替える」、さらには、「プロペラに替えてドローンのように飛ぶ（この場合は、モーターの数を増やすなどほかの変更も必要になります）」など様々な解決方法が提案されました。

この問題2に取り組む場面は、どの研修会においても大変盛り上がります。そのポイントは、「改善する方法に制限を設けない（何をやっても良い）」という条件の下で仲間と共に改善方法を考えることにあると思っています。何の制限もない状況でのびのびと自由に発想することは大人であっても子どもであっても本来楽しいことであることがこの研修会の様子からわかります。これからの時代を生きる子どもたちに必要な自由な発想の力（想像力、創造力）はこのような経験を通して育まれる可能性があるのではないかと考えています。

「プログラミング的思考」の全過程を、実際に思考することを通して説明してまいりました。各思考過程で育まれる力等について、図8にまとめました。体験されたことを振り返りながらご覧いただくことで、「プログラミング的思考」を育むことの可能性を感じていただければ幸いです。

「プログラミング的思考」の活用を通して育まれる力

目的を設定する過程（対象を明確にしなが）
 どのような未来を創っていくのか、どのように社会や人生をよりよいものにしていくのかという「目的」を自ら考え出す力は、AIの時代になっても、というより、なればこそ重要になる人間の重要な力

対象を分析する過程
 物事をいくつかの構成要素に分解し、主に因果関係でつなぐことを通して構成要素を精選する力は、様々な物事の原因を見出したり、新たな物事を創り出したり改善したりするときに有効な力

モデル化する過程
 各要素の機能を考える過程で、対象の理解が深まるとともに、モデルは一見関係のない物事同士を関連付けるときにタグとなり、創造性を支えるものとなりうる

改善・修正する過程
 変数の変更等といった容易な変更・修正を繰り返し行う場合は、粘り強さの育成に、また、構成要素の変更等の場合は新たなものを創り出す力を支えるものとなる

図8 プログラミング的思考の各過程で育まれる力

⑥ 授業を通して「プログラミング的思考」を育成するために

(1) 活用場面と対象に応じた「思考過程」の分類

様々な教科・教育課程の授業において「プログラミング的思考」を活用するために、検討する「対象」と「活用場面」で4つのタイプに分類し、図2に示した「プログラミング的思考を構成する思考過程（図中の右側の部分）」をできるだけ分かりやすい形に書き直してみました。（図9）

タイプ A1（図10）は、学級会でクラス内で起こった問題の原因を明らかにする場合などに有効なものです。検討の対象が「○○の原因は？」といった内容であるため、図11に示したように、様々な視点からその原因と思われる事実や考え（構成要素）

が提案されます。これらの構成要素を、役割（機能）、意味、影響などの視点から共通点を見出して分類し、ひとまとめにすることで構成要素を整理した後、結果を起点として因果関係を基につないでいくことで構成要素を精選しモデル化するという思考となっています。

タイプ A2（図11）は活用場面が何かのプランを作る場合のように「○○を実現するには？」といった場合であり、タイプ A1 と同様に、検討の対象が具体的な「もの」等

適用する対象と目的の違いによる分類

		対象	
		抽象的なもの	具体的なもの
活用 場面	原因究明 (結果、現状起点) 学級会など	タイプA1	タイプB1
	プラン作りなど (目的、未来起点) ものづくりなど	タイプA2	タイプB2

図9 「プログラミング的思考」の分類

ではない場合に有効な思考です。

具体例としては、「1年生のためにおもちゃ祭りを開こう」といったことについて、子どもたちが話し合いを行う場合などが考えられます。

この場合、目的は単に「おもちゃ祭りを開く」ということではなく、例えば、「1年生に楽しんでもらえるおもちゃ祭りを開く」ということになります。この目的を実現するために「1年生に楽しんでもらうためには」という視点で「おもちゃ祭り」の構成要素（どんなおもちゃを用意するか、どんな会場設営をするかなどなど）を考え、おもちゃ祭りの実現方法をまとめていきます。

「楽しんでもらう」という目的を実現するための方法（手立て）は様々な視点から考えることが可能であるため、多様な視点から様々なアイデアが出させることが予想されます。この状況は、前述のタイプ A1 の場合と同様であり、図 11 に示した思考の過程を活用することで、見通し良くおもちゃ祭りの実現方法をまとめていくことが可能です。

なお、「おもちゃ祭りを開催する」という大きな目的を実現するための活動（単元）には、役割を決める、おもちゃを作るなどといった、「ひとまとまりの小さな仕事（授業）」が複数含まれています。これら一つ一つの「ひとまとまりの小さな仕事（授業）」各々について、例えば、「○○な動きをするおもちゃを作る」といったものには「タイプ B2」の思考過程が活用するといったように、適した思考過程を選んで活用します。

このように、大きな目的を実現するための活動（単元）にプログラミング的思考を活用する際には、それらを構成する「ひとまとまりの小さな仕事（授業）」に分けることも視野に入れて考えることで活用しやすくなります。



図 10 対象が抽象的な場合に有効なタイプ A

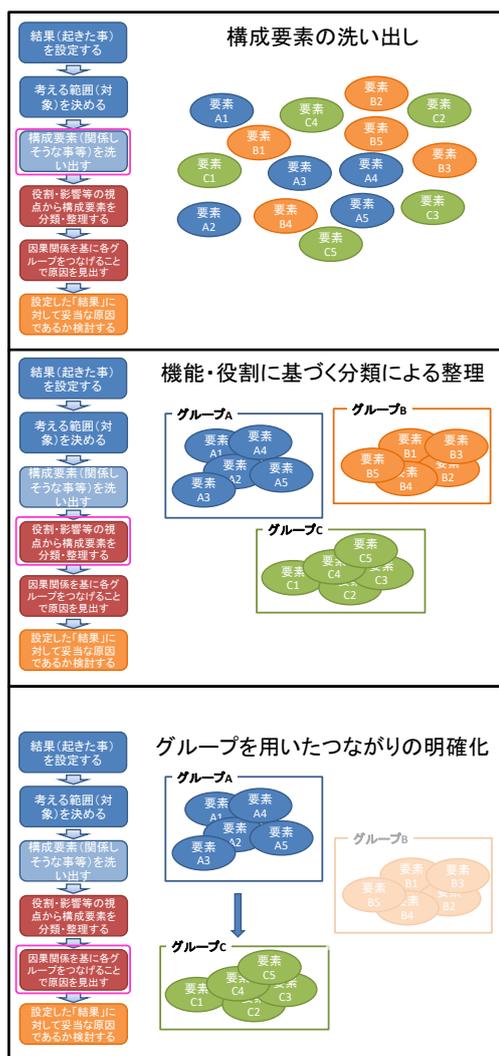


図 11 タイプ A の活用例

一方、タイプB（図12）は思考過程の説明で用いたモーターカーの例と同様な「具体物を対象とする場合」に適した思考です。その特徴は、構成要素が具体物であり、その役割などを概ね一義的に決められるため、タイプAの様なグループ分けの過程を必要としない点にあります。このため、具体物として構成要素を洗い出した段階で因果関係に基づくつながりについて考え、必要な構成要素を選び出すことができます。

選び出された各構成要素の機能（役割）について考え、明確にすることを通して、対象に対する理解が深まるという点が、教科の学習でこの思考を活用する際の大きなメリットとなります。ここで得られた「対象物を構成要素と機能で表したモデル」は、ここで学んだことを他の場面に活かす際の大きな助けとなることが期待できます。



図12 対象が具体物等の場合に有効なタイプB

【関連実践】

UP1 国 TO、UP1 国 NI、
UP1 生 TU、UP2 生 TU、
UP2 特 NI、UP6 特 TO

(2) プログラミング的思考の育成（活用）を通して育まれる力等

1) 異なる場面で「モデル」を活用する力

様々な場面（授業）で、物事を構成要素に分解し、その機能とつながりを明確にしたモデルして表すことを繰り返すことで、様々なモデルが蓄積されるとともに、物事をモデルとして捉える力が育まれます。その結果、蓄積されたモデルを新たな場面に適用したり、まったく異なる場面で現れた二つのモデルの共通性に気付いたりといったことが起こる可能性が高まると考えています。（図13）

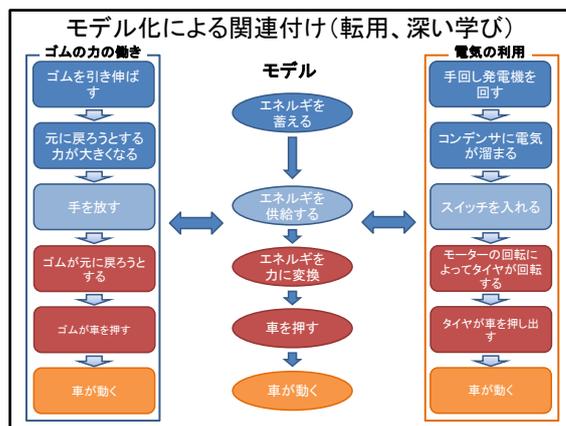


図13 モデル化に基づく関連付け

「モデル」を介して異なるものを関連付けたり、過去の経験を活用したりする力は、一つの論理に基づいて進めてきたことが壁にぶつかった時、その論理から離れ、打開策を見出す上で重要な役割を演じるもので「創造性」の一つの要素と考えており、将来、必ず子どもたちを救う力になると思っています。

【関連実践】

UP2 算 NI、UP3 理 TU、
UP4 算 NI、UP6 社 NI

2) 自分の思考を視覚化し客観的に認識（メタ認知）する力

プログラミング的思考を活用する場面、例えば、何かの手順を考える場合、次のような手順で思考すると考えられます（図 14）。まず初めに、実現したい動作の全体像を考え、小さなステップに分解し（対象の分析）、それを短文で実行する順番に書き記します（モデル化）。これは、自分の頭の中にある思考を「短文」の「羅列」として「見えるように（可視化）した」ことに相当します。この段階では、書き記した手順が正しいか（思った通りの動作を表しているか）どうかは不明な状態です。プログラミング的思考では、書き

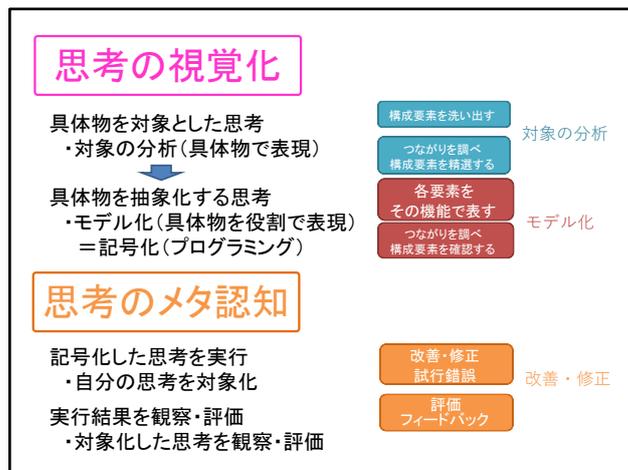


図 14 思考の視覚化とそのメタ認知

記した手順を「(他者が) 実行する」過程（改善・修正）が必ず含まれています。自分の思考を（他者が）実行し、その様子を自分で確認する（メタ認知する）過程が、思考過程の中に組み込まれている点が、プログラミング的思考の大きな特徴となっています。

【関連実践】

UP5 総 NI、UP5 音 TU、P（プラグド）すべて

この過程（可視化した思考を他者が実行する過程）を経ることで自分の思考を客観的に見ることが可能となり、その誤りや他者との共通点・相違点に気付くことが可能になります。

(3) 学年に応じた「プログラミング的思考」の育成

プログラミング的思考はいくつかの思考過程で構成されていますが、これらすべての思考過程を低学年から扱うことは難しいことが実践から明らかになってきました。ここでは、実践に基づいて学年に応じてどのようにプログラミング的思考を育むと良いかについてまとめます。

1) 全学年を通して大切にすること

問題 2 に取り組んでいただいた際に体験された通り、「目的」を変えることで、その構成要素が大きく変化することを実感されたことと思います。

「目的」を常に意識することは、とても重要なことであり、また、低学年から取り組むことが可能です。さらに、「何のために」に加えて「誰のために」を意識することで、子どもたちが物事に取り組む姿勢に大きな違いが現

れることが実践から明らかになってきており、この点も大切にしながら取り組むことで、子どもたちの「学びに向かう力」を育むことができる可能性があると考えています。

2) 「プログラミング的思考」の要とそれを支える力

～構成要素を見出す力、つながりを基に精選する力～

前述の通り、「プログラミング的思考」は「目的」を設定する過程を含む4つの過程で構成されています。この中でも中心となるのが「対象の分析」の過程であり、それを支える力が「構成要素を洗い出し、つながりを明確にすることを通して精選する」力です。

ここでは、この力を中心に学年に応じて「プログラミング的思考」を育むことについて考えます。

<低学年> 「対象を分析する力」の基礎を育む

～つなげる力と構成要素を意識する体験～

低学年の子どもたちは生活科の授業等を通して、「～したら、○○になるかな」と考えながら具体的な対象に関わっていますが、無自覚であることが多く、取り組んでいる最中や事前に言語化することはなかなかできません。そこで、低学年ではある程度体験したところで、自分が試してみたことを友達に伝える場面を設け「☆☆するために、～したら、○○になったよ」という形で体験したことを表現することを通して、「つなげる力」の基礎を育むことを目指します。

さらに、「～したら、○○になったよ」という形で子どもたちから出された様々な体験を、その役割（機能）に基づいて教師が仲間分け（分類）することで、構成要素を意識する基礎的な体験とすることを目指します。

【関連実践】

UP1 生 TU、UP2 生 TU、
P3 図 TU

<中学年> 「対象を分析する力」を自ら使う基礎を育む

低学年で育んだ「つなげる力」と「構成要素に分解する力」の基礎を基に「対象を分析する力」の活用場面を設定し、体験を通して自ら活用する力を育むことに取り組みます。

ここでは、具体物を対象として「☆☆するために、～すると、○○になる」という思考を活用して対象を分析することに取り組みますが、可能な範囲で「各構成要素（具体物）」を基に、その「役割（機能）」について考えることに取り組むことで、プログラミング的思考だけでなく、対象の理解を深める、すなわち、教科の学びを深めることにもつながります。

【関連実践】
UP3 理 TU、P4 理 HI
P4 理 HI

<高学年> 自ら見出した「目的（問題解決）」を「プログラミング的思考」を活用して実現する力を育む

日常生活の中から自ら見出した問題の解決（目的）を実現するために、実際にプログラムを作成したり、コンピュータを活用したものづくりを行ったり、「プログラミング的思考」を活用したりすることを通して、「プログラミング的思考」の育成はもちろんのこと、豊かな社会を実現するためにコンピュータを活用しようとする態度を育むことを目指します。目的を設定する際に「誰のために」を明確に意識することで「他者を思いやる心」の育成も期待できます。

【関連実践】
UP5 総 NI、P5 音 TU、
UP6 社 NI、P6 特 TO、
P（ブラグド）すべて

3) 場合分け（条件分岐）を支える力 ～論理を集合で捉える力の基礎～

コンピュータを使ってプログラムを作成する際、便利で特徴的な命令文に「条件分岐（if~then~else~）」があります。この命令文を理解し正しく使いこなす上で、自分が設定した「条件」が、考えている対象をどのように分割するのかをイメージ（図）として把握する力が重要になります。このように捉えることで、プログラムが機能しない場合の有無を直感的に理解することが可能となります。このように捉えられれば、図 15 の下に示したように、二つの場合に対応したプログラムとして表現する必要性が直感的に理解できます。この力は国語の授業を通して低学年から育成できることが授業実践から明らかになって決まりました。

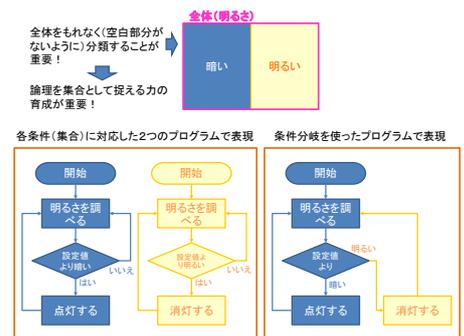


図 15 「条件」による全体の分割とプログラム

【関連実践】
UP1 国 TO、UP1 国 NI

⑦ 授業を通して「学びに向かう力・人間性等」の育成や教科の学びを深めるために

(1) 「学びに向かう力・人間性等」の育成にプログラミング教育を活かす

これまでの実践から「人の役に立つもの、豊かにするものを作る」という目的をもって子どもたちがコンピュータを活用したモノづくり等の活動に取り組み、完成させることを経験すると、たとえほんの数時間の体験であっても「自分にもできる」という自己効力感や「こんなこともやってみたい」という前向きな気持ちが着実に湧き出すことがわかってきました。

このことを実現する際、教科単独（例：理科エネルギーの利用）で授業を行うと、教科の目標（エネルギーの有効活用について科学的に探究する）を中心に設定する必要があるため、「役に立つ、生活を豊かにする」といった視点でモノづくりを行うことが難しくなることが多くなります。このことに対応するため「総合的な学習の時間」と組み合わせ、「身近な課題を見出し、その解決のために教科（理科）の学びとコンピュータを活用する」という形で授業を構成することがとても有効です。

【関連実践】

P3 図 TU、P4 理 HI、
P6 総 TU、P6 図 TO

(2) 教科の学びを深めることにプログラミング教育を活かす際のヒント

既存の授業、特に教科の授業において、プログラム（コンピュータ）を活用した取り組みを行うことを考える際、プログラム作成を教科の学びにどう活かしたらよいか、悩まれることが多いかと思います。

今後、新たな授業づくりに取り組まれる際に役立てていただければと考え、これまでに行われた実践から、プログラム作成やコンピュータを活用したもののづくりなどがどのように取り入れられていたかを整理しました。

1) 自然の素晴らしさを再認識するきっかけとして

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以下のようになります。

- ・ 温度や湿り気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）

このようにセンサー、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ます。

2) 新しい「表現手段（道具）」として

- ・ 図画工作の授業において、絵筆や画用紙、段ボール、粘土などを用いた絵画、造形に加えて、コンピュータを取り入れることで、環境の変化に応じて光る、動く、音が出るといった表現手段として活用したり、描いた絵画が動き出すといった表現手段として活用することが可能となり、教科の学びを広めたり深めたりすることにつながります。
- ・ 総合的な学習の時間において、子どもたちが見出した身近な問題を解決する手法を表現する手段（道具）として、これまでは図や文章に頼らざるを得ませんでした。コンピュータとセンサーを使って実際に動くモデルを作成することで、相手により良く伝わるだけでなく、「本物も作ることができるかもしれない」という自己効力感やコンピュータを役立てようとする姿勢を育む経験となります。

【関連実践】
P3 図 TU、P6 図 TO

3) 「問題解決の手段（道具）」として

- ・ 総合的な学習の時間で子どもたちが見出した身近な問題を解決する際に、解決するための仕組みを実現する手段（道具）としてコンピュータを使ったり、ものづくりと組み合わせたりすることで実際に使うことのできるものを作ることができます。子どもたちがアイデアを形にできる手段（道具）を持ち、実際に困っている人に使ってもらうことが可能になることで、使った方のご意見を聞く機会が得られるとともに、モデルを作成するとき以上に自己効力感を育む経験となることが期待できます。

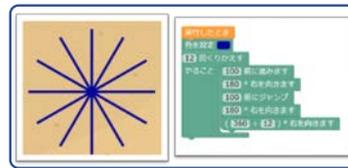
【関連実践】P6 総 TU

4) 人の作業を支援する（一部を肩代わりする）手段（道具）として

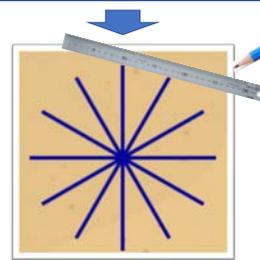
- ・ コンピュータの活用を考えると、最初から最後まで全過程を通してコンピュータを用いることを想定することが多いのではないのでしょうか。ここでは、一連の活動（作業）の一部をコンピュータが担い、残りの部分は子どもたち自身が担うといった使い方についてご紹介します。

算数で子どもたちが「正多角形」を作図する際に難しさを感じている点は、「正多角形の頂点の位置」を正確に作図することだと思います。この部分のみをコンピュータに任せ、各頂点を結んで正多角形を完成させる部分は子どもたちが担うようにするのが、ここで紹介する例です。これを実現

するためのプログラムは「1点から同じ長さの直線を描く」という動作を正多角形の角数に応じた角度だけ向きを変化させながら角の数だけ繰り返すというシンプルなものなので、できあがる図形は傘の骨のような図となります。できあがった図形を印刷し、子どもたちが各頂点を定規を使って結ぶことで正多角形を完成させます。この活動の良さは



1. コンピュータで角度を変えながら中心から同じ長さの直線を描く



2. 画像を印刷し、各頂点間の長さを測りながら隣り合う頂点を結び、正多角形を完成させる

図16 正多角形の作図

a) 正多角形の各頂点は一点から等距離にあることを理解しやすい、そのため、b) 角の数を増やしていくと、円に近づくことに気が付きやすい、さらに、c) 子どもたちが頂点を結ぶ際に辺の長さを測ることで、正多角形の周の長さを無理なく測定することができる、これらの結果として、d) 角の数を増やしていくと、正多角形の周の長さは円周の長さに近づいていくことが実測と視覚との双方から実感できるという点にあります。

このように、子どもたちが作業として難しさを感じていることを自らの手でコンピュータを活用しながら解決することで、本来学ぶべき点に集中できるようになり、教科の学びを深めることに役立てることができる可能性があります。

このタイプのコンピュータ（プログラム）の活用は、すべての作業をコンピュータで扱う場合よりも広い応用範囲を見出せる可能性があると感じています。

【関連実践】P5 算 TO

5) 教材を活用する際のポイント

これからプログラミング教育に取り組む皆さんの多くは、使用する教材をご自身で選ぶことは難しく、例えば、教育委員会単位で導入が決まった教材を活用して授業を行う方が多いと思います。ここでは、与えられた教材を教科の学びに生かす際のポイントについて述べます。

例としてセンサーを搭載したロボット（自動車）が教材として採用された場合について考えてみます。

A) 決められたコースを決められた通りに動かすことが課題の場合

この場合、子どもたちにとっての目的は「ロボットを正しく動かす」ことそのものとなってしまいます。途中で障害物を設けるなどの工夫をしたとしても、プログラム作成のスキル向上にはつながりますが、正しく動かす以外の工夫をしようという発想も生まれにくい活動となる可能性が高いと考えられます。

B) 解決すべき課題を子どもたちが見出し、解決するための道具のモデルとしてロボットを制御する場合（例：電動車いす）

コースを設定し、そのコース上で思った通りに動作するかを確認しながらプログラムを完成させるという活動そのものは A)と同じですが、a) 身近な地域をイメージしながら子どもたち自身の手でコースを設定できる、b) 車いすに乗っている人、車いすの周辺にいる人をイメージしながら工夫できる、c) 完成したものが実際に役立つもののモデルになっているという点で、A)の場合とは質的に異なった活動となります。B)のような扱いであれば、総合的な学習の時間に位置付けることが可能になります。

この例の様に、子どもたちが「課題を見出し、その解決のためにコンピュータ（プログラム）を活用する」という枠組みを設けることで、その学習を通して「コンピュータを役立てようとする態度」を涵養することや「自分にもできる」という自己効力感を育むことにもつながります。

使用できる教材が決まったらその教材をそのまま使うのではなく、何に見立てることができるか、あるいは、どのような道具として使うことができるかを見極め、教科の学びを深めることや身近な問題の解決に役立てるという視点から教材研究に取り組むことで、小学校における「プログラミング教育」を通して身に付けるべき資質・能力である、①知識及び技能、③学びに向かう力、人間性等の内、特に③を育むことにつながります。

【関連実践】P5 総 KA

その際のキーワードは「日常生活との関わり」です。理科で例示された「センサーを活用したプログラミング」（※6）は特に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、日常の生活に役立つもの（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。

これらのことに適した教材は比較的高価なものが多く、予算的な制約はあ

りますが、その可能性と応用範囲の広さは大変魅力的なものと考えています。

このような教材の購入が困難な場合には、無料で提供されているビジュアルプログラミングソフトを使い、日常生活で使われているものを対象として、算数で学んだことを活用したプログラム作成に取り組むことを通して、前述のもの（プログラム）づくりと同様な効果を目指すことが考えられます。例としては、架空の鉄道路線図（環状線）を作り、隣接駅間の所要時間と料金をもとに、任意の2駅間の最短所要時間と最低料金を求めるプログラムを作成することなどが考えられます。

ここまで述べてきたように、資質・能力の③である「豊かな社会を実現するためにコンピュータを役立てようとする態度を涵養する」には、子どもたち自身が見出した課題の解決や身の回りに実際にあるものやそのモデルを作成することを大切にしたプログラミングとものづくりを行うことが効果的です。

⑧ おわりに

「プログラミング教育」は「学んだことやコンピュータを社会に役立てるための考え方や手段」について子どもたちが学び実践する機会を提供するものと考えており、私を感じたワクワク感はこのことによるものです。本稿がきっかけとなり、一人でも多くの子どもたちがこのワクワク感を感じられることを願っています。

※1 平成28年12月21日中央教育審議会（答申）第5章4p.37, 38

※2 小学校学習指導要領 第1章 総則の第2教育課程の編成の2（1）

※3 平成28年6月16日 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）

※4 小学校学習指導要領（平成29年告示）解説 理科編 p.100

※5 平成28年12月21日中央教育審議会（答申）第5章4p.37, 38

※6 小学校学習指導要領（平成29年告示）解説 理科編 p.83

【参考文献】

- ・平成28年12月21日 中央教育審議会（答申）
- ・小学校学習指導要領 総則編
- ・平成28年6月16日 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）
- ・小学校学習指導要領（平成29年告示）解説 理科編
- ・小学校学習指導要領（平成29年告示）解説 算数編
- ・小学校学習指導要領（平成29年告示）解説 国語編
- ・小学校学習指導要領（平成29年告示）解説 社会編
- ・理数啓林 No19 2018年9月 p.1~5（啓林館）

授業実践対応表

No.	コード	プラグド アンプラグド	学年	教科	単元名	学校名
1	P3図TU	P	3	図工	「コンピュータを使って_光と色のファンタジー」	つつじ小学校
2	P4理HI	P	4	理科	「電気の働き」	東菅小学校
3	P5算TO	P	5	算数	「正多角形と円周の長さ」	陶鎔小学校
4	P5総KA	P	5	総合	「こちら烏山情報局」	烏山小学校
5	P6理TO	P	6	理科	「電気の利用」	陶鎔小学校
6	P6理KA	P	6	理科	「電気と私たちの生活」	烏山小学校
7	P6社TU	P	6	社会	「私たちの生活と工業生産」	つつじ小学校
8	P6総TU	P	6	総合	「自分たちの生活をもっとよくしよう」	つつじ小学校
9	P6図TO	P	6	図工	「MESHを使って」	陶鎔小学校
10	P特生KA	P	特別 支援	生活 単元	「お買い物ロボットを動かす」	烏山小学校
11	P特生KA	P	特別 支援	生活 単元	「お買い物ロボットを動かす」	烏山小学校
12	UP1国TO	UP	1	国語	「友達に聞いてみよう」	陶鎔小学校
13	UP1国NI	UP	1	国語	「すきなもののクイズをしよう」	西新井小学校
14	UP1生TU	UP	1	生活	「みずであそぼう」	つつじ小学校
15	UP2算NI	UP	2	算数	「掛け算②」	西新井小学校
16	UP2生TU	UP	2	生活	「うごくおもちゃをつくろう」	つつじ小学校
17	UP2特NI	UP	2	特活	「帰りの支度の順番を見直そう」	西新井小学校
18	UP3理TU	UP	3	理科	「風やゴムで動かそう」	つつじ小学校
19	UP4算NI	UP	4	算数	「面積のはかり方と表し方」	西新井小学校
20	UP5総NI	UP	5	総合	「防災マップを作ろう」	西新井小学校
21	UP5音TU	UP	5	音楽	「和音とリズムで音楽を作ろう」	つつじ小学校
22	UP6社NI	UP	6	社会	「国力の充実を目指す日本と国際社会」	西新井小学校
23	UP6特TO	UP	6	特活	「最高学年として学校をよりよくしよう」	陶鎔小学校

解説・編集

2020年3月

公益財団法人 ソニー教育財団

理科教育推進室

室長 武藤良弘