

卷頭特集

プログラミング教育で育むもの

～子どもたちが、考える楽しさ、学びを社会に生かす楽しさを実感するために～

PROFILE

武藤 良弘 むとう よしひろ (公益財団法人 ソニー教育財団 理科教育推進室 室長)

1961年4月生まれ。1987年3月慶應義塾大学大学院理工学研究科化学専攻修士課程修了、同年4月ソニー株式会社に入社、技術研究所に配属、光磁気(MO)ディスクの研究・開発から商品化に携わる。2002年より公益財団法人ソニー教育財団で児童から小・中学校の教育実践論文の審査や活動支援に携わり、多数の実践に触れ学ぶ機会を得る。2009年の理数系教員養成拠点構築事業推進委員を始めとして、2017年の「小学校学習指導要領解説理科編」作成等に関わる。



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⁾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付け

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)を涵養すること、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1に「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、その構成をまとめてみました。

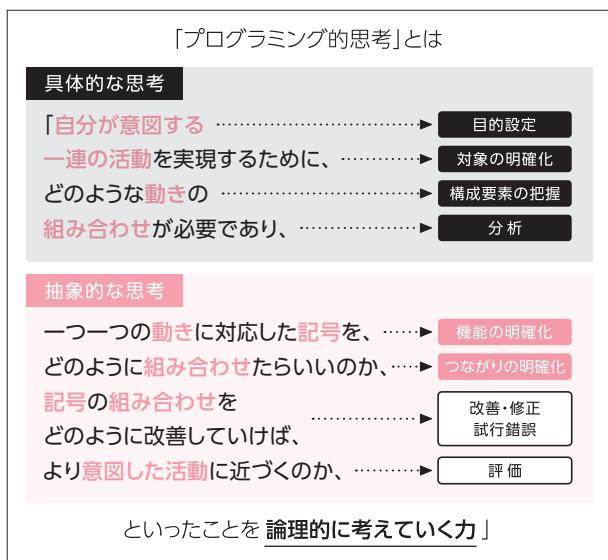


図1 「プログラミング的思考」の定義

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、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抽象化(記号に置き換える)した後、抽象化したものを使って論理的に考え、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3つの重要な思考過程が含まれています。

- 思考過程1:具体的な活動や現象を分析し、
基本的な構成要素に分解する
- 思考過程2:各構成要素の機能・役割を明確にし、
抽象化する(記号・概念に置き換える)と共に
それらのつながりを明確にする
- 思考過程3:抽象化した各構成要素の組み合わせを改善する

具体的な活動や現象を対象としてより良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、具体的な活動や現象を基本的な構成要素に分解し、各要素の機能・役割を明確にして抽象化した上でそれらのつながりを明確にするという過程を含む、これら3つの思考過程を経て論理的に考え、より良い解を見いだすという活動はあまり行われてこなかったのではないかでしょうか。

これら3つの思考過程が「プログラミング的思考」の大きな特徴となっています。

④ 「プログラミング的思考」を働かせてみる

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

問題1

図2に示されたモーターカーについて、「走る」という「活動」を実現するために

- 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。

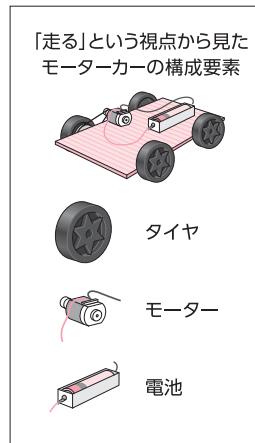
STEP 1

「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

図2

まず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考え、それらを書き出します。次ページの図3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3の他に、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。この段階では「タイヤ」「電池」等の具体物を対象とした思考過程となっています。

次に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)を付けていきます。その一例を図4に示しました。

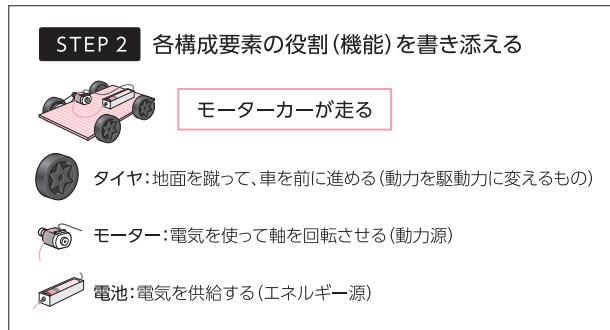


図4

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」ときに各構成要素がどの

ような順番で動作するかを考え、その順番に各構成要素をつなげていきます(つながりの明確化)。その一例を図5に示しました。

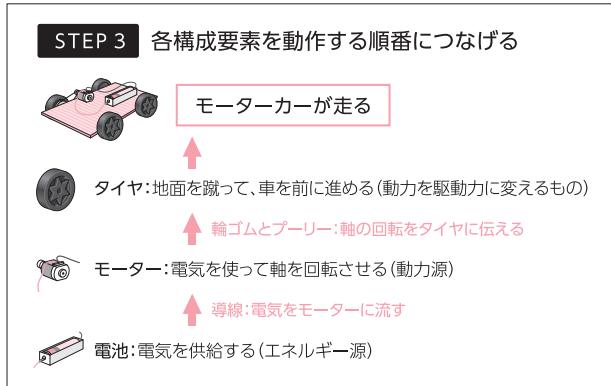


図5

図5に示したように、図4では考慮されていなかった「導線」や「輪ゴムとブーリー」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、「動作する順番につなげる」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「動作の順番に各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に必ず絞り込むことができます。

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、「問題2」として、思考過程3について具体例を基に考えてみます。

(2)「機能・つながりの明確化」を踏まえた「改善」

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なるためには、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「階段があるても、その先まで行ける」に替えました。この問題に取り組む上で、Step3で得られた結果が重要な役割を果たします。図5に示した各構成要素に対して()で示した「機能」に注目すると、「階段がある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「動力を駆動力に変えるもの」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「動力を駆動力に変える方法」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他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。

ここまで述べてきたことで、「プログラミング的思考」とは何か、その御利益はどのようなものか、といったことが少し見えてきたと感じていただければ、本稿の目的の大半が達成できたということができます。このような思考過程は、ここで例示した「ものづくりに関わる分野」だけでなく、「プログラムを開発する場面」はもちろんのこと「社会の仕組みについて考える場面」においても重要な役割を果たすものです。

ここまで述べてきたことを基に、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。皆さんも、ご自身の言葉で「プログラミング的思考」を表現してみると、理解が深まることがありますので、ぜひ、試みてください。

⑤ 「プログラミング的思考」を支える学習

小学校における「プログラミング教育」の実施にあたり、そのための時間は配当されておらず、既存の教科等、教育課程の中で取り組むこととされています。そのため、どの教科で「プログラミング的思考」に関わる力を育むことができるのかを把握することは、実践する上で

参考になると思います。ここでは、いくつかの教科の学びと「プログラミング的思考」との関係を示すことで、既存の教育課程を通して「プログラミング的思考」を育む際の参考にしていただくことを目指します。



図6 「プログラミング的思考」と教科の学び

図6に示したように、「プログラミング的思考」を育む学びは大きく2つに分けることができます。1つ目は、主に「プログラミング的思考」を支える基礎力ともいえる、①「機能・働きなどの視点から抽象化する力」と②「原因と結果の視点からつなげる力」を育む学びであり、2つ目は主に「プログラミング的思考」を事物・現象に適用し活用することを通して、広げ、深め、定着させる学びです。

1つ目の学びを担っている主な教科が算数と国語です。算数では図7のように「日常の事象を数理的に捉える」ことが重視されています⁵⁾。この過程(数学化)は①「機能・働きなどの視点から抽象化する」と共通する思考過程であり、その基礎を育む上で重要なものです。

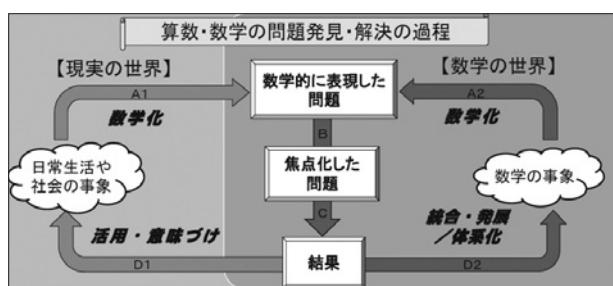


図7 算数・数学の学習過程のイメージ

また、国語では、知識及び技能として「情報の扱い方に関する事項」という項目が新設され、高学年において「原因と結果の関係などに重点を置いて情報と情報の関係を理解すること」などが盛り込まれており^{⑥)}②「原因と結果の視点からつなげる力」を支える学びとなっています。

2つ目の学びを担っている主な教科が理科、社会、総合的な学習の時間等です。理科においては、前述の「問題1、2」で示したように、様々な場面で「プログラミング的思考」を活用することが可能です。新学習指導要領で示された社会科の「見方・考え方」は、「時間、空間、相互関係などの視点に着目して事実等に関する知識を習得し、それらを比較、関連付けなどして考察・構想し、特色や意味、理論などの概念等に関する知識を身に付けるために必要となるもの」^{⑦)}であり、時間的な順番や相互関係といったつながりを意識しながら、概念などを身に付ける過程は、プログラミング的思考を働かせることに適した場面となっています。

以上のように、「プログラミング的思考」の育成については、既存の教科・教育活動の中で基礎的な力を育んだり、活用したりすることで無理なく身に付けることが可能であること、また、特に新たな機材等の購入をせずに実施できることをご理解いただけたのではないでしょうか。

⑥ 生活と関連付けた「プログラミング教育」

次に、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、人間性等について述べます。

これら2つの資質・能力は実際にプログラミングを経験すること、プログラミングを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。理科で例示された「センサーを活用したプログラミング」^{⑧)}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を作成する学習を通して、もの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駅間の所要時間と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①と③を育むには、身の回りに実際にあるものを作成することにこだわったプログラミングとのものづくりを行うことが効果的です。

⑦ おわりに

「プログラミング教育」は「学んだこと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、私が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を感じられることを願っています。

引用・参考文献

- 1) H28.12.21 中央教育審議会(答申)第5章4 p.37-38
- 2) 小学校学習指導要領解説 総則編 p.48-49
- 3) H28.6.23 教育課程部会 小学校部会 資料5-1
- 4) 小学校学習指導要領解説 理科編 p.95
- 5) 同算数編 p.8
- 6) 同国語編 p.22
- 7) 同社会編 p.19-20
- 8) 同理科編 p.95