

論理的思考力を育てるための小学校理科用 「プログラミング教育用教材パッケージ」の開発

－ 小学校・幼稚園等でのグループ学習にすぐに使える
「プログラミング教育用教材パッケージ」を貸し出します！ －



実施担当者 中国学園大学
教授 佐々木 弘記

1 はじめに

2020年度から小学校で全面実施される学習指導要領では、各教科等において、論理的思考力を育成することをねらいとして、プログラミング教育を導入することが示されている。理科においては、例示として第6学年の「電気の性質や働き」の小単元で行うことが記されているが、それ以外の単元においてもプログラミング教育を行うのにふさわしい単元があると考えられる。しかし、小学校現場は多忙で、理科の観察実験の準備をするのさえ時間が不足している。そこで、本活動では、小学校理科を中心に各教科において、プログラミングを体験しながら論理的思考力を身に付けるための学習活動を探り、学習指導案とプログラミング教育用の教材がセットになった「プログラミング教育用教材パッケージ」の開発を行おうと考えた。開発に当たり、プログラミング教育の先進地であるイングランドの事例を調査し、参考にすることとする。そして、授業実践を通して、児童の論理的思考力の育成について検討していく。

2 活動の内容

2-1 イングランドにおけるプログラミング教育の調査

(1) 教科「コンピューティング」の目標

イングランドでは、2013年のナショナル・カリキュラムにおいて、教科「コンピューティング」が新設され、2014年9月より実施されている。この教科では、「コンピューターショナル・シンキング」が中心となる。そこで、論理的思考力の中核となる「プログラミング的思考」をより明確にするためにコンピューターショナル・シンキングについて調査する。

教科「コンピューティング」は、CS(Computer Science), IT(Information Technology), DL(Digital Literacy)の3分野で構成されており、プログラミングは主にCSにおいて学習される。ナショナル・カリキュラムの目標を「高度なコンピューティング教育は、コンピューターショナル・シンキングを駆使し、世界を理解して変革する創造性を児童生徒に身に付ける。(以下略)」と述べている。

コンピューティングは一つの教科であるだけに、コンピュータやプログラミングそのものについての能力や技能の習得の色合いが強いと言えよう。

(2) コンピュータ・シンキング

イングランドでは Computing At School (CAS)が教科「コンピューティング」のための教員研修や教材・教具の提供を行っている。また、British Computer Society (BCS) が運営し、CAS がサポートしている Barefoot Computing Project では、学校の教員向けに学習指導案や教材などがオンラインで提供されている(図1)²⁾。

教員研修用の資料の中に、次のようにコンピュータ・シンキングについて解説したものがあ



図1 Barefoot の Web サイト

コンピュータ・シンキングとは何か

コンピュータ・シンキングとは、コンピュータが問題解決を助けてくれる方法で問題を見ることだ。これには2つのステップがある。

1. 最初に、問題を解決するのに必要なステップを考える。
2. 次に問題についてコンピュータを動作させる技術を使う。

例えば、アニメーションを作るとき、ストーリーを考え、コンピュータのハードやソフトを使う前にどうやって撮影するか計画することから始めなければならない。コンピュータを使う前にやっておく思考が、コンピュータ・シンキングだ。

コンピュータ・シンキングは、コンピュータについての思考や、コンピュータのような思考ではない。コンピュータはまだ自分で思考しない。少なくとも今のところは。

コンピュータ・シンキングには、6つの概念と5つのアプローチがある

○概念

- ・ロジック／予想し、分析する
- ・アルゴリズム／ステップとルールを作る
- ・分割／部分に分ける
- ・パターン／位置決めと類似性を使う
- ・抽象／必要のない細部を除く
- ・評価／判断する

○アプローチ

- ・試行錯誤／試しにやってみる
- ・創造する／デザインして作る
- ・デバッグする／エラーを見つけて修正する
- ・忍耐強く／やり続ける
- ・協働する／一緒に活動する



プログラミング的思考を、有識者会議では「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」と述べている³⁾。更に、「小学校プログラミング教育の手引(第二版)」には、「コンピュータを動作させるための手順(例)」も示されている⁴⁾。そこで、本活動においては、論理的思考力の育成の中核をなすプログラミング的思考の育成については、次のようにとらえ、各活動について検討していく。

1)コンピュータにどのような順序で動作させればよいかを考え、一つ一つの動きに対応する命令(記号)に置き換える能力(「記号への置換能力」と略す)

2)これらの命令(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試行錯誤しながら考える能力(「試行錯誤能力」と略す)

なお、開発する「プログラミング教育用教材パッケージ」については、1クラス40人での授業を想定し、一つの教材に接する児童の数ができるだけ少なくなるように教材を準備し、学習指導案と教材教具をセットしたしたものとする。開発した教材パッケージは、共同実施者の学校で試行実践し、改善・修正をした後、県内の小学校に提供する。

2-2 教材パッケージの開発と実践

(1) 第6学年理科用教材パッケージ「電灯をプログラムでコントロールしよう」

①教材パッケージの開発

小学校第6学年「電気の性質や働き」の単元で、電気を効率的に利用するために、コンピュータでのプログラミングによる電気をコントロールする活動を行う。先の手引には、そのねらいが次のように述べられている。

プログラミングを通して、身の回りには電気の性質や働きを利用した道具があることに気付くとともに、電気の量と働きとの関係、発電や蓄電、電気の変換について、より妥当な考えをつくりだし、表現することができるようにします。

ここでは、豆電球の点灯回路を作成し、光センサーや赤外線センサーでの受信状況によって、スイッチの通電をコントロールするプログラムの作成に取り組む学習指導案を作成した。論理的思考力の育成としては、第6学年であるので、「試行錯誤能力」について検討する。教材としては、アーテック社の「スタディーノ」を用いて、プログラミング活動が2人1組でできるように、スタディーノ21台(1台は教師用)とその操作用のタブレットPC21台(1台は教師用)、学習指導案からなる教材パッケージを開発した。

②教材パッケージの実践

この教材パッケージを用いて、2019年12月には、C大学近隣の児童を集めて行う講座「子ども科学体験大学」において実践した(写真1)。

4～6年生の児童25名が参加したが、この講座では一人1台のスタディーノとタブレットPCを用いた。参加した児童ははじめにスクラッチでのプログラミングの仕方を学習した後、スタディーノを用いて、電球が点灯する回路を作成して、その上でスイッチの通電をコントロールするプログラムの作成に取り組んだ。ほとんどの児童が通電をコントロールするプログラムを作成することができた。

また、2020年1月に、井原市内のI小学校の第6学年において、光センサーと赤外線センサーとを組み合わせて、電気を無駄なく使えるプログラムを作成することをねらいとする授業を行った。児童は、光センサーによる制御のプログラムと赤外線センサーによるそれとの組合せを試行錯誤しながら活動に取り組んだ。学習後に、児童からは、「今までは、センサーの付いたライトを守っていて、どうして人が近づくと光るのが気になっていたけど、プログラミングをして、同じ仕組みを作ることができてうれしいと思いました。」「いろいろなプログラムを組み合わせでプログラムを作れることが分かった。ふだん使っている電気機器もプログラムで動いているものがあると分かった。」などの感想が聞かれた。

「試行錯誤能力」については、スクラッチで命令(記号)を組み合わせたもので動作を確認し、うまくいかなかった場合、どう改善したらよいか見通しを持ちながら改善をする児童の活動の様子が見られ、試行錯誤により、プログラミング的思考が身に付いていくことが確認された。



写真1 講座の一場面

(2) 幼児教育用教材パッケージ「プログラミングカーであそぼう」

①教材パッケージの開発

幼児（5才児）の遊びの中で、プログラミングカーに前後左右に動く命令を与えることで、地図上のスタート地点からゴールまで自分の考えた道筋で進ませる学習活動を想定した。論理的思考力の育成としては、就学前であるので、「記号への置換能力」について検討する。教材としては、学研ステイフルの「プログラミングカー」を用いて、プログラミング活動が4人のグループでできるように、プログラミングカー11台(1台は教師用)と学習指導案からなる教材パッケージを開発した。

②教材パッケージの実践

T認定こども園の幼児（5才児）のクラスにおいて試行した。地図上を移動するときの動作を実際に大きな地図の上を歩いて確認した後に、プログラミングカーにプログラムを組み込んで動作させる活動を行った(写真2)。

「記号への置換能力」については、プログラミングカーに視点を移動させながら、ゴールまでの道筋を地図上で確認しながら命令をプログラミングカーに入力する姿がどの幼児にも見られ、記号への置換能力が身に付いていることが確認できた。



写真2 遊びの一場面

(3) 低学年生活科用教材パッケージ「ロボホンでまちたんけん」

小学校低学年の生活科において、「まちたんけん」の学習を行う際に、町の地図上での位置や移動について確認する活動において、ロボットを人に見立てて地図上を移動させる学習活動を想定した。教材としては、シャープの「ロボホン」を用いて、プログラミング活動が6~7人のグループでできるように、ロボホン6体とその操作用タブレットPC6台、学習指導案からなる教材パッケージを開発した。小学校での実践はまだできていないが、幼児（5才児）のクラスにおいて試行したところ、有効性が確認できた。

3 まとめ

小学校理科及び生活科、幼児教育において、プログラミングを体験しながら論理的思考力を身に付けるための「プログラミング教育用教材パッケージ」の開発と実践を行った。まず、プログラミング教育の先進地であるイングランドの事例を調査し、論理的思考力の概念規定の参考にした。そして、学習指導案とプログラミング教育用の教材がセットになった「プログラミング教育用教材パッケージ」を3本開発し、小学校や認定こども園において実践した。今後は、児童の論理的思考力の育成についての客観的な評価方法の開発や新しい教材パッケージの作成などが課題である。

謝辞

この活動は、公益財団法人中谷医工計測技術振興財団の助成による成果である。

参考文献

- 1) National curriculum in England: computing programmes of study : <https://www.gov.uk/government/publications/national-curriculum-in-england-computing-programmes-of-study>
- 2) Barefoot Computing Project : <https://barefootcas.org.uk/>
- 3) 文部科学省: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(議論のとりまとめ), 2016 http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chousa/shotou/122/attach/1372525.htm
- 4) 文部科学省:小学校プログラミング教育の手引(第二版), 2018 https://www.mext.go.jp/content/20200214-mxt_jogai02-000004962_002.pdf