

小学校におけるプログラミング活用の現状と課題

佐藤 和浩[†], 紅林 秀治[‡], 兼宗 進^{*}

千葉市立金沢小学校[†], 静岡県立島田工業高等学校[‡], 一橋大学 総合情報処理センター^{*}

k.sato@asahi-net.email.ne.jp[†], kurezo@vcs.wbs.ne.jp[‡], kanemune@cc.hit-u.ac.jp^{*}

概要

小学校における情報教育は、知識を伝達するだけでなく、児童が楽しく学び、将来の可能性を広げることが重要である。本稿では、プログラミングとロボット制御を取り入れた情報教育を提案し、その取り組みを紹介する。

An proposal of using programming in elementary school

Kazuhiro Sato[†], Shuji Kurebayashi[‡], Susumu Kanemune^{*}

Kanezawa elementary school[†], Shimada technical high school[‡], Hitotsubashi University^{*}

Abstract

In the information education of an elementary school, it is important for children to learn happily and to extend the future possibility. In this paper, we propose the information education which uses programming and robot control, and report our experiences.

1 はじめに

小学校で行われる情報教育では、知識を伝達するだけでなく、児童が楽しく学び、将来の可能性を広げることが中心になる。特に小学校では年齢による発達段階の差が大きいため、学年に合わせた学習内容や難易度を設定することが重要である。

本稿では、小学校における情報教育の状況を紹介します。プログラミングを取り入れた授業の取り組みを報告する。

2 小学校での情報教育の現状と課題

2.1 情報教育のねらい

小学校における情報教育のねらいは、審議会の答申や学習指導要領に次のように示されている。

文部科学省は答申 [11][13] の中で、情報教育の目標として「情報活用の実践力」「情報の科学的な理解」「情報社会に参画する態度」の3つの柱

を示した。学習指導要領では、学年の発達段階に応じてコンピュータや情報通信ネットワークなどの情報手段に慣れ親しみ、適切に活用する学習活動を充実させることを明示している。

小学校学習指導要領 [12] ではコンピュータ等の教材・教具の活用に関して「各教科の指導に当たっては、児童がコンピュータや情報通信ネットワークなどの情報手段に慣れ親しみ、適切に活用する学習活動を充実するとともに、視聴覚教材や教育機器などの教材・教具の適切な活用を図ること」と記されており、特定の教科・領域などで活用するのではなく指導の効果を高める観点から活用したり総合的な学習の時間で利用することをねらっている。

2.2 千葉市のカリキュラム例

小学校の事例として、千葉市における情報教育カリキュラムを紹介する。

情報は主に総合的な学習の時間で扱われる。総合的な学習の時間は週あたり3時間の配当である。3,4年生では年間105時間、5,6年生では年間110時間であり、国語、算数に次ぐ時数の多さとなっている。

また他の教科とは異なり、指導内容や順序などの規定はない。そのため、小学校を通して一貫した情報教育を行うためには、教育委員会や学校を単位として6年間のカリキュラムを編成する必要がある。千葉市では平成11年に指導の手引を作成し、情報教育指導資料として市内の全小中学校向けに配布した。情報活用の実践力を高めるために学年ごとの内容を定めている。以下に、学年ごとの内容を示す。

(1) 低学年 (1,2年生)

ペイント系のアプリケーションを使ってコンピュータの操作に慣れ親しむようにする。この段階では、マウスによる操作が中心となる。

(2) 中学年 (3,4年生)

キーボード操作を導入し、マルチメディアにも触れさせる。この段階では理解する能力や指先の巧緻性が高まり、キーボード操作を習得することが可能になる。また、4年生では国語の教科書にローマ字が登場するため、ローマ字入力を取り入れることができる。また、デジタルカメラを利用したり、マイクから音声を入力してマルチメディアの活用を行なう機会を増やす。

(3) 高学年 (5,6年生)

調べ学習の一手段として Web ブラウズやメールを利用しながらメールの送受信やネットケットを学習する。ホームページ作成ソフトを利用しながら学習の成果をハイパーテキストにまとめ、学級・校内で発表会をしたり、サーバなどに学習の蓄積を図ることが多い。

2.3 現状と課題

千葉市の事例は、小学校を通じた学年ごとの内容を定めているという点で優れた取り組みと言える。しかし、一般に小学校で行われる情報教育では教員を支援する人材や学習材が十分に確保されていないために、以下のように「コンピュータを

使用しているだけの学習」が行われる傾向があると感じている [9]。

- 機器の操作が中心であり、情報活用の実践力のみ重点を当てている校内カリキュラムが多い
- 情報の科学的な理解を取り上げている小学校は少ない
- 情報社会に参画する態度については、情報の影の部分に焦点を当てている場合が多い

「コンピュータは表現ツール、あるいは教授用のツールであればよい」という意識を持つ教員も少なくない。このような教育環境では情報に対する理解はもとより、体験や活動を通して慣れ親しむという指導要領のねらいを達成することは難しいのではないかと考えている。

3 プログラミングを用いた情報教育の提案

児童の将来の可能性を拓げ、芽を摘まないこと、そして楽しい体験を増やし、「もっと学びたい」、「もっと知りたい」といった内発的動機づけによる学習を構成したいと考えた。本章ではそのために行った授業のアイデアを述べる。

3.1 学年を考慮した学習の流れ

小学校では、学年に応じた学習の流れが必要である。千葉市立金沢小学校(以下本校)では、生活科と総合的な学習の時間において、コンピュータを主とした情報教育の題材を構成した [8]。

プログラミングに慣れ親しませるために、4年生より題材を位置づけた。

4年生：紙しばい(クイズ)をつくってみよう

キューブプロジェクター(プレゼンテーションソフト)を使い、紙しばいやクイズなど簡単な作品づくりを行なう。画面上に配したボタンを押すことによって呼び出される画面(フレーム)を意図的に変更したり繰り返すことにより、自らの意志で実行順序が変更できることを体験させる。

5年生:はじめてのドリトル / はじめての Squeak eToy, 惑星 Z を探査せよ!

プログラミング言語(ドリトル [2] または Squeak eToy [1] ¹) を使って基本的な操作や動作を学習した後, 作品づくりに取り組ませる. 学習は 2 人組で行う. 言語の学習は交代で行い, 作品づくりは共同作業となる.

後期には, LEGO の ROBO Technology Set と ROBO LAB(制御用ソフト) [14] を使い, ローバーと呼ばれるロボットカーの制御を行なう. 図 1 にローバーの作品例を示す.

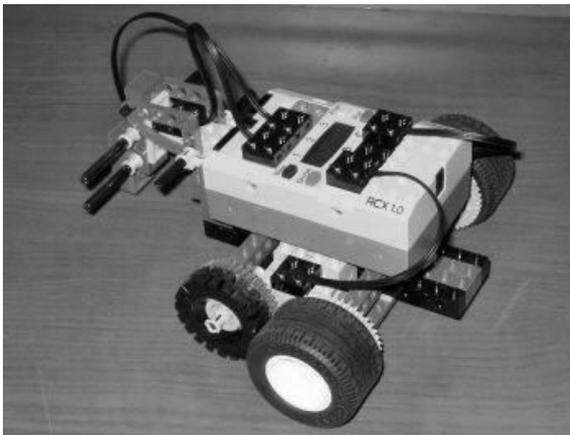


図 1: ローバーの作品例

6 年生: 金沢小ミニロボットコンテストを開こう

前学年で学習したことを生かしながら, ロボット制御を学習に取り入れる. ドリトルを選択した学級は 2 軸キャタピラロボット [5] を, Squeak eToy を選択した学級は WonderBorg [10] を使ってプロジェクト型による制御とものつくりの学習を行なう. 図 2 に 2 軸キャタピラロボットと WonderBorg を示す.

3.2 利用するツール

3.2.1 プログラミングの利用

プログラミングを学ぶことによって繰り返される試行活動は, 他の教科と共通する面も多いが, 達成感や効力感という面では異なっている [6]. 児童はプログラミングを学びながら, 「よりよい作

¹どちらの言語を扱うかは使うロボットの選択などを考慮して担任が決定する. 本稿ではドリトルの実践を報告する.

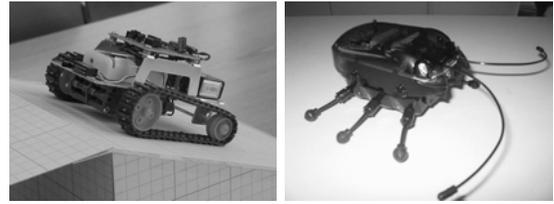


図 2: 2 軸キャタピラロボットと WonderBorg

品を作りたい」「もっと工夫してみたい」という内発的動機づけが高まってくる. 学習を続けることによって, “楽しい” が “思うようにできた”, “イメージに近づいた” という感想に変容していく [4] ことから, 重要な学習であると考えられる.

また, 日常生活ではプログラムを意識することはほとんどないが, 身近なアプリケーションソフトやゲームソフトがプログラムによって成り立っていることを理解できるようになる. さらに, プログラミングを学ぶことによって, 情報を処理する過程と情報を加工する過程を学習するときに理解しやすくなるという点も重要である. 日本語で, 話し言葉のように作れるプログラミング言語があれば, 小学生でも十分にプログラミングの学習は可能である.

今回は, 5・6 年生の主たるプログラミングツールに学校教育用プログラミング言語ドリトル [2] を採用した. ドリトルは, 日本語で命令を記述することができるので, 英語を使うことのできない小学生には最適な言語である. また, 2 軸キャタピラロボットを制御することもできる.

3.2.2 ロボットの利用

児童は生れたときからデジタル世代である. 情報教育で扱ってきたものはディスプレイやスピーカを通したリアリティの少ないものが主体であった. 一方, 目の前にあるロボットは, マウスやキーボードにない質感を児童に与える. ディスプレイの中ではない現実の空間に存在するものに触る, 目の前で動かすことができる [3]. このことは児童の理解を深めたり学び方を獲得するために重要である.

そこで, 簡単な構造を持つ 2 軸キャタピラロボット [5] を学習の中に取り入れることにした. このロボットは, 次の特徴をもつ.

- 車の形をしたロボットカーである

- 2個のモータによって前後進と回転を含め移動することができる
- ドリトルで制御できる
- 家庭用のTVリモコンでも操作できる

特にTVリモコンで操作できることは、学習の導入時に遊ぶ(体験)することで、意欲を高めることができることや、プログラミング時に移動時間を測定するときなどに便利である。

3.2.3 ”総合的な”学習

体験を通して楽しみながら学び、興味を持たせて将来の財産にするための学習は、さまざまな見方や考え方が発見できるような学習でなければならない。そのためにはいろいろな仕掛けを用意し、児童が興味を持つことを徹底的にこだわらせてあげられるような場が必要である。

達成感や効力感が味わえ理解しやすいプログラミング言語、触りながら動かすことのできるロボット、こだわりを追究することのできる場、これらを総合的な学習の時間の中で扱うことで、教科の枠を超え、じっくりと時間を使うことのできる文字通り“integrate”な学習にすることができる。

4 授業設計

4.1 方針

より効果を上げるために、次の2点をポイントに授業を設計した。

- グループ学習
2~3名の小グループを編成する。それぞれの児童に役割分担を明確にさせる。
- プロジェクト型学習
チームに課題を与え達成させる。ただし、児童やチームごとの個性が発揮できるようにする。
プロジェクト型学習 [7] は、参加するプロジェクトに与えられた課題を解決するために、情報収集、実験、モデル作成、シミュレーションなどを行う学習である。

4.2 金沢小ミニロボットコンテスト

2003年度の授業は、6学年の3学級(計102名)を対象に2~3学期に14時間で行なった。表1にカリキュラムを示す。

4.2.1 課題

ロボットコンテストを開催し、チームごとに入賞を目指すことを目標とした。

工作用紙で作った橋に二軸キャタピラロボットを通過させ、そのタイムと橋・ロボットのデザインを競う。プログラミングだけのコンテストにすると一部の児童だけの発表の場となることも予想されるため、この学習では複合的な課題を追究させることをねらった。

コンテストに入賞するための要因(課題)に複数の可能性を示すことによって、より多くの児童が意欲的に参加し、興味や関心を持続することをねらう。

この学習は2~3人のチーム単位で参加する。チーム内はロボットの制御プログラムを作成するプログラマ、ペーパーブリッジを設計製作するデザイナー、プロジェクトの進行を調整するディレクタ(リーダー)に分担させた。2人で行なうチームは、ディレクタを兼任させた。

以下は児童の課題(教師の評価観点)である。

1. ロボットの効率的な動かし方
2. 限られた材料の中で、橋を設計・製作する
3. 橋のデザインと強度の両立
4. ロボットの装飾

4.2.2 ロボットの効率的な動かし方

学習課題の説明時にはコース図を示し、ロボットがたどる経路をチームごとに考えさせた。児童は橋脚の位置や大きさ、モーターの回転方向などからコースを決定し作戦とした。図3のように4回の方向転換をするコースが一般的であるが、135°の回転を2回入れた三角形を描くようなコースを作戦としたチームも存在した。方向転換する回数を減らすことでタイムを縮める戦略である。

分業制で同時進行するプロジェクトを教師1人で支援するために、児童が自学するための資料(プリントとWeb)を用意した。図4にWebの例を示す。ロボットの制御については初めての体験になるため、プログラム中の初期化や終了処理などの部分は“おまじない”として指導した。赤外線インターフェースによるプログラムの転送は、実演しながら説明した。

表 1: 活動計画 (6年 金沢小ミニロボットコンテストを開こう)

時配	学習の課題	学習内容
2 時間	ドリトルでどんなことができたかな？	前年の復習をする．
1 時間	ミニロボコンの作戦を立てよう	ロボットを手にして計画を立てる．
8 時間	金沢小ミニロボットコンテストに挑戦しよう	チーム内で分担して課題解決学習を行なう．
1 時間	デザインコンテストを開こう	ロボットと橋のプレゼンを行なう．
2 時間	金沢小ミニロボットコンテストを開こう	ロボットコンテストを開催する．

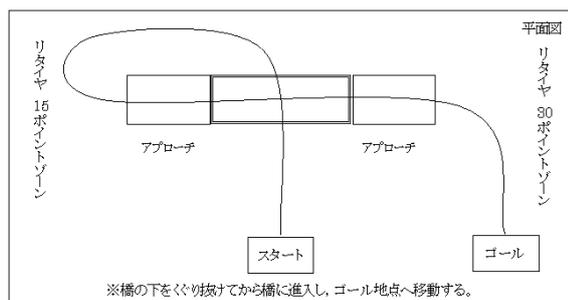


図 3: コース図

計時と製作時には熟慮することが求められている．

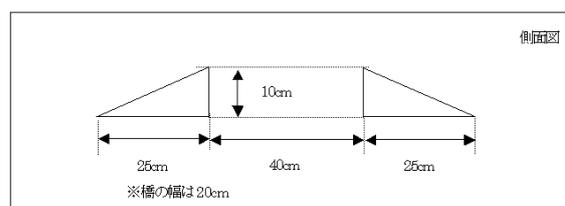


図 5: 橋の条件



図 4: 説明資料の例 (ロボットの説明)

4.2.4 橋のデザインと強度の両立

橋の全長は 40cm，全幅は 20cm である．工作用紙のサイズは 40cm × 35cm であるため，橋の路面にあたる部分を確保すると，残り 3/4 強の部分で橋脚や橋桁を製作しなければならない．ポイントは，ロボットが橋の下を通過することのできる高さや橋脚の間隔，橋の上を通過するときの重量に耐えることのできる強度である．児童はそのような観点で橋を見たり調べたことがないため，図 6 参考となるサイトのリンク集を用意して参照させた．

4.2.3 限られた材料の中で，橋を設計・製作する

ペーパーブリッジの設計・製作には，製作に使うことのできる材料などに制限が設けられている．全てのチームに同じ材料を配布した．制限を設けることによって，児童の知的好奇心を刺激する効果も期待できる．

児童には工作用紙 2 枚を与え，希望するチームには若干のたこ糸も与えた．補強目的のテープの使用は禁止した．橋の全長や全幅，最低高は図 5 のように範囲の制限を設け，その条件の中で，設計させた．裁断の失敗や無駄を避けるために，設



図 6: 説明資料の例 (ペーパーブリッジ)

このサイズや材質ではトラス橋や箱桁橋が有効である。これらは身近な地域にも存在するにもかかわらず、多くの児童はアーチ橋やつり橋に目が向きがちであった。十分な強度が確保できない橋に共通しているのは、形状だけに目が向いてしまい、橋が立体であるという意識が不足してしまう点である。横から見ると確かにアーチ橋の形状ではあるが、1枚の工作用紙を曲げただけでは重さに耐えられない。図7に児童の作品例を示す。



図7: 児童の作品例

4.2.5 ロボットの装飾

ロボット本体に興味を持たせるために、ロボットに被せる装飾を課題にした。橋のデザインやロボットのコースを検討するをする際に、ロボットの外観も話し合わせ、チームらしさが表現できるように工夫した。図8に児童の作品例を示す。ロボットのデザインは、児童相互による投票でデザインコンテストを開いた。

評価観点を明かにすることで、高学年の児童であれば相互に妥当な評価を行なうことが可能である。

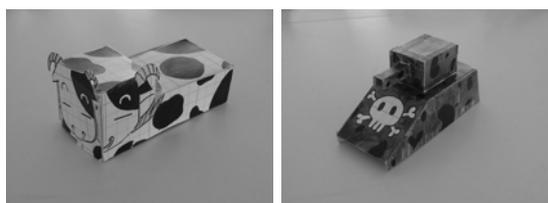


図8: 児童の作品例

5 結果と考察

5.1 授業の結果

プログラミング、ロボット制御、橋の設計と工作、ロボットのデザインを扱い、チームによるグループ学習を行うことで「総合的な」学習を行え

た。児童たちは最後まであきらめずに課題に取り組むことができた。

- 練習段階を含めると、ほぼ全チームが完走できた。(本番で完走できたのは各学級17チーム中3チーム程度である)
- スムーズにロボットの制御に移行することができた。
- ロボットを制御するコマンドも日本語であるため、児童にはわかりやすかった。

5.2 目標の達成

授業の目標である「楽しみながらコンピュータの原理を体験する」を達成することができた。図9に児童の感想を示す。試行錯誤そのものを楽しんでいる取り組みの様子や、プログラミングを通してコンピュータの仕組みに気付いていることがわかる。

ロボットの個性に邪魔されてゴールできなかった。でも、克服するプログラムを組んだので多分大丈夫!! 橋、完成!!!!

ゲームをやっている時、ぼく達はかんたんに進めているけど、本当はすごい。プログラムは大変だなあと改めて気がついた。

図9: 児童の感想

5.3 プログラミングによる効果

プログラミングによって、ソフトウェアを通してロボットなどを動かす体験を学ぶことができた。ラジオコントロールのような手動での遠隔操縦とは違い、ドリトルを使いプログラムから操作することで、ゲーム機器などの組み込みソフトウェアを含む身近な情報処理の仕組みを体験的に学ぶことができた。

5.4 ロボットによる効果

ロボットを学習に取り入れることによって制御を体験することができた。プログラミングで学習を構成することは、小学校段階の児童には仮想空間だけの出来事として認知されてしまう。具体物であるロボットに命令するという行為を追加し、コ

ンピュータ内部で行なわれているプログラムの働きとロボットを制御するための一連の行為を結び付けることで、現実世界との結び付きを保ったままコンピュータの仕組みを理解することができた。

5.5 学年選択

キーボードの入力や論理的な思考力など児童の発達段階を考慮し、今回の授業では5年生以上を対象としてプログラミング言語を利用した。授業には論理的な思考を必要とするプログラミングや3次元の物体を2次元の材料から構築する橋の設計などが含まれていたが、問題なく扱うことができた。

6 まとめ

小学校でいろいろなことを楽しみながら経験することができれば、児童にとっての将来の選択肢を増やすことができると考える。

今回の授業では、プログラミング、ロボット、プロジェクト型学習、紙工作を組み合わせることにより、児童が無理なく楽しみながら、コンピュータの働きや仕組みを体験的に学ぶことができた。授業にプログラミングを取り入れることで、身近な情報処理の仕組みを体験的に学ぶことができた。授業にロボット制御を取り入れることで、コンピュータの世界と現実世界を結び付けた学習ができた。プログラミングを取り入れた学習は、5年生以上の学年において問題なく行えることを確認した。

今後も実践を続け、小学校における情報教育のノウハウを深めたいと考えている。

参考文献

- [1] Alan Kay. Etoys and simstories in Squeak. <http://www.squeakland.org/author/etoys.html>.
- [2] 兼宗進. プログラミング言語「ドリトル」. <http://kanemune.cc.hit-u.ac.jp/dolittle/>.
- [3] 紅林秀治, 兼宗進, 岡田雅美, 佐藤和浩, 久野靖. 画面を飛び出したオブジェクト: 自立型ロボットを活用した情報教育の提案. 情報処理学会 情報教育シンポジウム (SSS2002), 2002.
- [4] 紅林秀治, 兼宗進. プログラミング学習についての一考察: ロボット制御のプログラミング学習とソフトウェア作りのプログラミング学習を比較して. 情報処理学会 情報教育シンポジウム (SSS2004), 2004.
- [5] 紅林秀治. 制御・ネットワークの授業実践例. 実践 情報科教育法 「ものづくり」から学ぶ. 東京電機大学出版局, 2004.
- [6] 紅林秀治, 兼宗進. 制御と計測を取り入れた情報教育の提案. 情報処理学会研究報告 (コンピュータと教育) 2004-CE-76, 2004.
- [7] 情報処理振興事業協会, 財団法人コンピュータ開発センター. 平成10年度新100校プロジェクト成果報告集I 「ここまで来たインターネットによる国際交流」, 1998. <http://www.cec.or.jp/es/E-square/h10seika/html-I/h10sin100kouseika-I.html>.
- [8] 千葉市立金沢小学校. 情報教育カリキュラム (生活科・スペースタイム). <http://www.cabinet-cbc.ed.jp/school/es/115/plan.html>.
- [9] 永野和男. 情報モラル: 「学校が対策を」, 2005. <http://www.mainichi-msn.co.jp/shakai/edu/>.
- [10] バンダイ. WonderBorg. <http://www.roboken.channel.or.jp/borg/>.
- [11] 文部科学省 情報化の進展に対応した初等中等教育における情報教育の推進などに関する調査研究協力者会議. 情報化の進展に対応した教育環境の実現に向けて 最終報告, 1998. http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chousa/shotou/002/toushin/980801.htm.
- [12] 文部省 (編). 小学校学習指導要領. 1999.
- [13] 文部科学省教育課程審議会. 幼稚園、小学校、中学校、高等学校、盲学校、聾学校及び養護学校の教育課程の基準の改善について (答申), 1998. http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/12/kyouiku/toushin/980703.htm.
- [14] ラーニングシステム. ROBOLAB. <http://www.mdstorm.com/robolab/>.