

携帯型ゲーム機上で起動するプログラム言語を用いた算数補助教材の開発と授業構想案

藤井 康寿

東海学院大学人間関係学部子ども発達学科

要 約

最近、プログラミング教育に関して文部科学省は、2012年度に学習指導要領の技術・家庭科(中学校)の改訂を行い、プログラミングを必須にした。また、経済界からの要請を受けて2013年6月に政府が発表した日本再興戦略において、「義務教育段階からのプログラミング教育等のIT教育を推進する」ことを明記した。このように、国は実行性のある施策や提言を行い、積極的な展開を図っている。

本研究ではプログラミングの学習経験がない青少年に、特殊な機械(プラットフォーム)を用いなくてもソフトウェアの開発ができることを知ってもらうために、携帯型ゲーム機で起動するプログラム言語を用いてソフトウェア開発を行った。携帯型ゲーム機であってもプログラムを組むことで、自ら考えたことを表現する手段の機器に成り得るのである。今回はBASIC言語を用いて携帯型ゲーム機特有の機能をBASICのシステム関数で実現した。開発したソフトウェアの利便性の検証と、小学校の算数授業で補助教材として活用する授業構想案を提示する。

キーワード：携帯型ゲーム機、プログラム言語BASIC、マスターマインド、授業構想案

(2016.9.23 受稿 査読審査を経て 2016.10.7 受理)

1. はじめに

1.1 プログラミング教育に関する国の取り組みと経済界のニーズ

近頃、私たちの身の回りにはデジタル制御された製品であふれている。例えば、テレビゲームや電子機器を動かすには、数字やアルファベットを組み合わせてコンピュータを制御する命令書を作成する「プログラミング」が必要となる。このプログラミングを小学校のときから学ぶことで、デジタル制御の仕組みを理解することができ、新たな発明や革新的な技術を生み出す技術者を育てるだけでなく、表現手段としての活用にも期待が集まっている。表現手段で期待できる効果は、プログラミングの特性と密接に関連があり、コンピュータに指示を正確に出さないと思い通り動かないので、算数や国語で学んだ知識(数式や文法)を習熟して使えるようになる。言い換えれば、プログラミングを学ぶことから派生して、総合的な学習へ繋がるのが期待されている。その他に、一生懸命に考えてプログラミングしたものが思い通りに動けば、子どもたちにとっては感動や達成感を得ることができる。また、製作したソフトウェア(作品)をネッ

ト上に公開すれば、海外の人と意見交換ができてコミュニケーションも育むことになる。

文部科学省、経済界や政府は、プログラミング教育の必要性について、実効性のある提言を出して対策に乗り出している。具体的には、2012年度に改訂された新学習指導要領の中学校の技術・家庭科でプログラミングが必須になった。また、2013年4月に開催された政府の産業競争力会議でも、経済界から「エンジニアの質、量ともにレベルを大幅に上げるべき」との要請を受けて、同年6月に発表された日本再興戦略において、「義務教育段階からのプログラミング教育等のIT教育を推進する」ことが明記された¹⁾。

1.2 問題の所在と本研究の目的

2006年にアメリカではプログラミング言語の学習環境として、MITメディアラボのミCHEL・レズニックが主導するライフロング・キンダーガーデン・グループによって「スクラッチ」が開発された²⁾。スクラッチでは正しいプログラミング言語の構文の書き方を覚えることなく結果が得られるので、指示が書かれたブロックを

クリックすることで実験（テスト）できたり、ブロックを積み上げていくことで動作するプログラムを実際に作成できる。文部科学省は 2010 年 8 月にスクラッチを参考にして、動物などの絵を動かしてアニメーションなどを作ることができる「プログラミン」³⁾ というソフトを開発し公開している。

上述のように、プログラミング言語を学習するソフトウェアは目覚ましい進歩を遂げているが、ソフトウェアが動作する機器はパーソナルコンピュータ（以下 PC と呼称する）であったり、インターネット接続環境が整った PC の利用が前提条件である。このように、ほとんどのソフトウェアは PC 環境を必須条件とする。これに対して本研究で製作したソフトウェアの開発環境は、株式会社任天堂が開発した携帯型ゲーム機「任天堂 DSi」上で動くプログラミング言語「BASIC」を用いて開発した。任天堂 DSi を開発環境の機器に選んだ理由は 2 つある。一つは、次の事柄を紹介することにある。すなわち、平成 23 年 3 月に内閣府が実施した「青少年のゲーム機等の利用環境実態調査」⁴⁾ の質問項目「ゲーム機の所有状況」によると、青少年[小学生（満 10 歳）から高校生（満 17 歳）2000 人を対象]の約 9 割（90.4%）は、なんらかの固定型あるいは携帯型ゲーム機を持っている結果が報告されている。特筆すべきことは、調査結果約 9 割の中で「ニンテンドーDS(DS Lite/DSi/DSiLL)」を 81.5% 所有していることである。この事実から推測の粋を超えないが、青少年たちはゲームなどのソフトウェアを購入して遊んでおり、ソフトウェアを操作する上で欠かせない機器の取り扱いについても十分に精通していると推定される。しかし、ソフトウェアおよび機器を使いこなすことができないのを同じ状況であるを旨える。本研究では既存の機械に対して、上手に操作できて高得点が得られる満足感の他に、表現することができるツールがあることを知ってもらい、自分で考えたアイデアを具現化できる（自由に表現する可能性）方法があることを紹介したいと考えたのである。もう一つには、プログラミング言語を習得する開発環境として携帯型ゲーム機を活用する条件において、開発ソフトウェアの一つとして携帯型ゲーム機上で動く「BASIC」の利便性を検証することである。文部科学省は平成 11 年 3 月に学習指導要領を改定した。高等学校学習指導要領（数学）に関しても同様に改定が

行われ、教科数学 B の項目「(4) 数値計算とコンピュータ」⁵⁾ に「簡単な数値計算のアルゴリズムを理解し、それを科学技術計算用のプログラミング言語などを利用して表現し、具体的な事象の考察に活用できるようにする」と記載されたことから、1997 年から大学入試センター試験の数学 B には、「数値計算とコンピュータ」として、BASIC 言語を用いたプログラムの問題が出題されるようになった。センター試験で出題される BASIC 言語は、新課程以降は FullBASIC と呼ばれる言語でプログラムが記述されるようになったが、本研究では携帯型ゲーム機上で起動する「プチコン mkII（マーク II）」⁶⁾（以下、プチコンと呼称する）という BASIC 言語を利用して第 2 章で詳述するソフトウェアを開発した。BASIC 言語のコマンド（命令）群は、FullBASIC と酷似している。その他に携帯型ゲーム機に装備された個別の機能も用意されており、本研究で開発したソフトウェアの利用方法を通して紹介することである。

最後に授業実践での活用を想定して、第 4.2 節では文部科学省が小学校算数教科で提唱している「進んで生活や学習に活用しようとする態度を育てる」という算数的活動⁷⁾ に対して授業構想案を提示している。これらの案を小学校で実践活用することで、算数を学ぶことの楽しさや数の表し方や順序を理解することに期待が持てる。

2. マスターマインド

2.1 定義

マスターマインドとは、隠されたピンの色をヒントに推理するボードゲームの名称であり、ヒット・アンド・ブローと呼ばれることもある。マスターマインドをベームの色をそれぞれに数字を当てる形式にするのが多い。本研究で開発したソフトウェアは起動後、ランダム関数により選定された異なる 3 桁の数字を、利用者が当てる方式である。

2.2 ルール⁹⁾

ソフトウェア起動後、0～9 までの数字が書かれた 10 個数字のうち 3 個の数字を使って、3 桁の番号を生成する。数字には重複は無いとして「550」「377」といった同じ数字を 2 つ以上使用した番号は作れないとする。

ソフトウェア利用者は、生成された番号を推理してタ



図 5(a) ソフトウェアとルールの再説明の確認

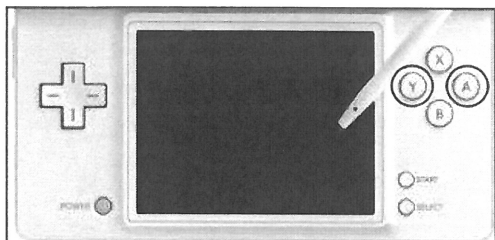


図 5(b) ゲーム機に本体に配置されているボタン

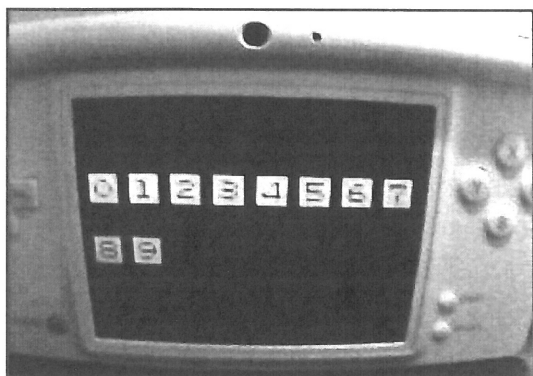


図 6 下部スクリーン表示

される。図 4 は、後述の図 6 で選択および入力された 3 桁の整数が、ゲーム機本体内で生成された 3 桁の整数と一致する場合と一致しない場合の応答ルールの説明を、上のスクリーンでカタカナ表示されると同時に、音声にして読み上げられる。ここで、人口音声流れる様子は紙面上で実現することができないので、活用した関数(コマンド)を示して再生される仕組みを説明する。文字を人口音声で読み上げるには次の手順でプログラムを記述する。読み上げる文字は半角のカナ文字で入力して文字変数に代入する。プチコンに装備されている組み込み関数「TALK 関数(読み上げ関数)」を次のように記述する。具体的には、先に記述した文字変数と TALK 関数を組み合わせて「TALK 文字変数」と記述するのである。以上の方法により、カタカナで記述した文字を組み込み関数 TALK が音声として読み上げるのである。図 3 および図 4 の表示結果がカタカナであるのは、スクリーン上に文字を表示すると同時に、音声読み上げの 2 つの機能

を担っているのである。このように、簡単な組み込み関数とカタカナの文字列を文字変数に格納することで、画面上に表示された文字が人口音声として読み上げることが可能となるのである。

図 5(a) は初めて利用する人に対して、本ソフトウェアの紹介とルールの説明(図 3 と図 4)を再度行うかどうかを問い合わせている画面である。

もう一度説明する場合は、ゲーム機本体に設置してある「Y」ボタンを、説明しなくても良い場合は「A」ボタンと押すと、次のステップへ進むことになる(図 5(b) および図 1 の「ルール再説明」参照)。

ルール説明後、次のステップへ移行して携帯型ゲーム機に装備されている下のスクリーンにキャラクター(数字)が図 6 に示すように表示される。これらの数字はソフトウェアに登録済みのスプライトと呼ばれるキャラクターである。ここで、スプライトは画面上の小さなキャラクターを高速に合成するための技術であり、テキスト(定型の大きさ)とは異なり自由に変形(拡大、縮小や回転)することができる。また、下のスクリーンにはスプライトを表示する他に、本体付属のタッチペンや指などでスクリーンを触ると、情報を取得することができるシステム変数が用意されている。

図 6 はソフトウェアに登録済みのスプライトを拡大表示し、下のスクリーンに一定の間隔で配置した結果である。このスプライトから情報を読み取る方法(この場合、0 から 9 の数字を読み取る方法)は次のようにして行う。スクリーンの大きさ(高さ×横の長さ)、および拡大したスプライトの縦と横の大きさは分かっているので、個々のスプライト(0 から 9 の数字)がスクリーン上のどの範囲に配置されているか 2 次元座標(スクリーンの高さ×横の長さ)で表しておく。次に、タッチペンや指がスクリーンに触れて値の読み取りはプチコンの以下の 3 つのシステム変数を活用する。最初に、タッチペンや指が下のスクリーンに接触したどうかの判定は「TCHST」というシステム変数を用い、接触している位置の 2 次元座標 x および y 座標の値は、システム変数「TCHX」と「TCHY」を用いて取得する。読み取った x および y 座標の値が 2 次元座標で表したスプライトのどの範囲にあるかをプログラム内で検索判定して、選択された数字として 0 から 9 の数字 1 つを上スクリーンに表示する。以上の選択操作を 100 の位に数字、10 の位の数字および 1 の位の数字の順に行うことで 100 以上の異なる 3 桁の整数が図 7 に示すように決定される。

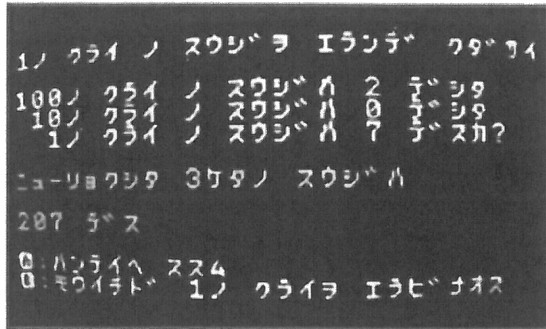


図7 選択された3桁の数字表示および判定画面へ

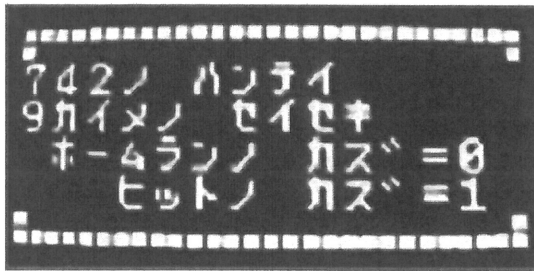


図8 判定結果の表示

選択された3桁の100以上の整数は、ゲーム機本体内で生成された整数と、数字および桁が一致しているか比較される。その結果、桁の位置と数値が一致する場合は「ホームラン」、数字が他の桁にある場合は「ヒット」として、ホームランの数とヒットの数をカウントして図8の結果として表示される。以上の操作をホームランが3本になるまで繰り返すと正答が得られる。

4. プログラミング言語の可能性と算数補助教材としての授業構想案

4.1 携帯型ゲーム機上で動くプログラミング言語の可能性

携帯型ゲーム機上で起動する BASIC 言語として、プチコン（プチコン mkII（マークII））を用いてソフトウェアを開発した。本研究ではパーソナルコンピュータ上で動く BASIC 言語の機能にはない音声合成のコマンドを活用して、ルールの説明、入力した文字の読み上げや正答を音声によって判定する機能を実現した。

また、プチコン内に登録済みのスプライト用キャラクター（数字）を、折りたたみ式本体の両側にある2つのスクリーンの下画面に表示して、本体附属のタッチペンや指で触れると数字が選択され入力および表示される仕組みを開発した。

音声入力やスプライトは携帯型ゲーム機に精通してい

る青少年には目新しい機能ではない。しかし、このような機能を自らの発想でプログラミングして自由に表現できることを認識・理解して活用に結びつける仕掛けが重要であり今後の課題である。

4.2 開発したソフトウェアの算数補助教材の授業構想案

最後に、開発したマスターマインドを算数補助教材として授業で活用する構想案を提示する。

文部科学省は小学校学習指導要領算数編の中で、算数を学ぶことの楽しさを実感できる算数的な活動の導入を提唱している。このためには、児童が主体的に取り組めるよう教員による授業での展開指導が重要となる。

本研究で開発したソフトウェアは、数に関わる問題を対象としている。小学校の算数で数に関わる知識の修得は低学年で取り扱われる。小学校学習指導要領算数編の中から数に関わる内容を調べると、小学校2年生の「数と計算」領域の中に3桁の整数に関する目標が設定されている。具体的には、「数の意味や表し方について理解を深める」ことであり、この目標を達成するために複数の項目が設定されている。本研究では、これらの項目の中から「3位数までについて、十進位取り記数法による数の表し方や数の大小や順序について理解する」⁷⁾ことに重点をおいた算数的活動に対して、開発したソフトウェアを活用する授業構想を提案する。

具体的には、以下の2通りの算数的活動を取り入れた授業展開が可能である。

第1案は、携帯型ゲーム機を書画カメラで映し出して、クラス全員で正答の整数が得られるよう授業の中で活用するのである。開発したソフトウェアは、「百の位の数字、十の位の数字、一の位の数字」の数を音声で伝えるので、位取り記数を繰り返し聞き、また、機械の操作を繰り返し行えるので自然に位取りの意味が修得できると推察される。同時に、スクリーン（液晶パネル）には0～9までの数字が表示されて、タッチパネル操作で数字が入力できる。携帯型ゲーム機を教員自ら操作しなくても児童は十分に精通している。このことから、児童の代表が携帯型ゲーム機を操作して、マスターマインドの問題を書画カメラで映し出して、クラス全員で正答を考えることで、児童同士の自発的な取り組みの環境を創り出すことにもなり、学びあいの教育効果も期待できる。

第2案は、児童に自宅にある携帯型ゲーム機を持参してもらい、開発したソフトウェアをQRコードで配布・

インストールを行い活用するのである。この教授法の利点は、使用方法の説明を行う必要があるが、授業以外の家庭でも活用できて、小学校学習指導要領で設定された学習目標を楽しみながら取り組むことで理解を深めることが期待できる。

5. まとめ

本研究では、青少年が操作に習熟していると考えられる携帯型ゲーム機（ニンテンドーDSi）上で起動するBASIC言語を用いてマスターマインドを開発した。マスターマインドは第3章で詳述しているように、コンピュータ内で乱数を発生することができる関数を用いて生成された異なる3桁の整数を、利用者が推理して正答を当てるソフトウェアである。いわゆる、3桁の数字を当てる単純なロジックであるため、青少年に受け入れられると考えた。同時に、単純であるのでプログラミングしたソフトウェアであることも認識され得るのである。本ソフトウェアを利用する青少年に対して、プログラミング言語を用いて開発したソフトウェアであることを認識してもらうことで、携帯型ゲーム機であっても考えたことを具現化できる表現手法があることを伝えることができるのである。今後の課題として、興味関心をきっかけにして、自由な表現手法を獲得するためにプログラミング言語を習熟することや、派生する学習（教科指導）へ繋ぐ活用方法を考案して授業の中で実践することが重要である。

引用文献

- (1) 中日新聞（1月13日付け朝刊），（2014年）小学生からプログラミング，p.13.
- (2) スクラッチ，URL：
http://info.scratch.mit.edu/ja/About_Scratch
- (3) プログラミン，URL：
<http://www.mext.go.jp/programin/>
- (4) 内閣府，青少年のゲーム機等の利用環境実態調査，URL：
<http://www8.cao.go.jp/youth/youth-harm/chousa/h22/game-jittai/html/index.html>
- (5) 高等学校学習指導要領（数学），URL：
http://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/cs/1320155.htm
- (6) 松原拓也，（2011）プチコン公式活用テクニック，株式会社ジョルス，pp.1-160.
- (7) 文部科学省，（2008.8）小学校学習指導要領解説 算数編，東洋館出版社，pp.69-77.
- (8) Numer0n（ヌメロン），URL：
<http://www.fujitv.co.jp/games/numeron/>
- (9) 野口哲典，（2007）数学的センスが身につく練習帳，ソフトバンククリエイティブ，pp.161-162.

Development of Arithmetic Supplement Teaching Aid using the Programming Language running on a Portable Game Machine and Its Class Plan

Fujii Kouju
Department of Child