

1 主題設定の理由

近年、教育界を取り巻く環境は目まぐるしく変化している。「アクティブ・ラーニング」の視点に立った学びや ICT 教育が推進され、生徒が主体的・協働的に学習できる授業や環境のあり方について研修すべき事項は極めて多い。情報教育においては、プログラミング教育が中学校で平成 24 年度から必修化され、小学校でも必修化が検討されている。高等学校の共通教科情報では、「情報の科学」においてプログラミング教育が取り扱われているが、来るべき新教育課程では、共通必修履修科目の設置が検討されており、この新科目でプログラミング教育が必須となることは十分に考えられる。

そこで、高等学校におけるプログラミング教育の指導方法について研究することで、自らの指導力を向上させ、新教育課程にも生かせる教材研究ができると考え、この主題を設定した。

2 実践内容

(1) 本校のプログラミング教育の現状

本校は「情報の科学」を履修させており、教科書は実教出版の「最新情報の科学」を使っている。「3章 問題解決のためのコンピュータ活用 2節 アルゴリズム」において、プログラミング教育を実践している。

具体的な指導内容は、アルゴリズムを文章及びフローチャートで表し、Excel の VBA を用いて、プログラム作成をするというものである。基本的なアルゴリズムとして順次構造、選択構造、繰り返し構造を理解させ、その後、逐次探索、二分探索、さらに交換法を、教科書に沿って説明している。

今までの指導方法では、教科書に記載されている内容を指導するにとどまり、生徒が主体的・協働的に問題の発見と解決をすることができていないという問題点があった。

(2) 事例 1 「Scratch」

Scratch (図 1) は、MIT メディアラボが開発した子供用ビジュアルプログラミング環境である。文部科学省教育課程部会情報ワーキンググループによる「情報教育に関連する資料」(平成 27 年 10 月 22 日)の中でも、小学校における指導事例として紹介されている。ソフトウェアのインストールが不要で Web 上で手軽に動かすことができる。コードを書く代わりにブロックを組み合わせるだけなので、ゲーム感覚でプログラミングの学習ができる。しかし、工夫すれば順次構造や選択構造、繰り返し構造といった基本的なアルゴリズムを効率的に生徒に理解させることが可能であり、高等学校での実践事例として、



図 1 Scratch の画面

静岡県浜松市立高等学校矢頭先生の「世界のナベアツ 3の倍数で『ニャー』と鳴く」等が報告されている。

(3) 事例2 「SMILE」

SMILE(図2)は、実教出版「最新情報の科学」の指導資料に添付されており、Excel-VBAにグラフィックスや音楽演奏などの機能を追加したプログラミングモジュールと呼ばれるものである。通常はVBA固有の言語で書かなくてはならないコードを、日本語で書くことができる点で、わかりやすい工夫がなされている。ただし、文法はあくまでもExcel-VBAの文法に従わなくてはならない。図3に、SMILEでのコードの一例を示す。

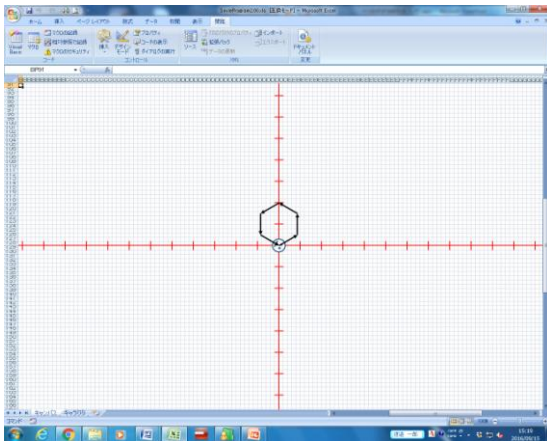


図2 SMILEの画面

```
Sub サンプル1()
    Dim 笑顔 As 図形クラス
    Set 笑顔 = 図形オブジェクト作成
    Dim 回数 As Integer
    笑顔.向きを変える 30
    笑顔.位置を移動する 50
    For 回数 = 1 To 5
        笑顔.向きを変える 60
        笑顔.位置を移動する 50
    Next 回数
    笑顔.軌跡をグループ化する "図形1"
    Set 笑顔 = Nothing
End Sub
```

図3 SMILEのコードの一例

(4) 事例3 「Excel-VBAの応用『パズルを解くプログラムの作成』」

実教出版の教科書「情報の科学」に、ナンバープレイスというパズルを解くプログラムを作成する指導方法が記載されている。このパズルは「ナンプレ」や「すうどく」といった呼び方で世界中に広まっているパズルで、9×9マスのものが一般的だが、教科書ではわかりやすく4×4マスで説明されている

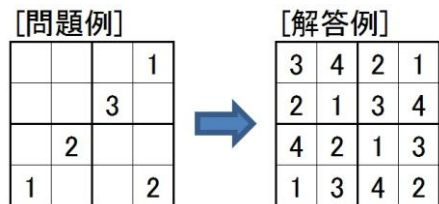


図4 パズル「ナンプレ」

(図4)。パズルということで、生徒の興味・関心を引きやすいであろうことと、ExcelのVBAでプログラムが記載されており、教科書の問題を終えた後の発展的問題として扱いやすいと考え、これを用いて生徒にプログラム作成を行わせることとした。指導に当たっては、図5のようなプリントを作成し、使用した。

図5 自作プリント

ア ルールの説明

- (ア) すべての行に 1～4 の数字が重複なく入る
- (イ) すべての列に 1～4 の数字が重複なく入る
- (ウ) すべてのブロック（太線で囲まれた 2×2 の領域）に 1～4 の数字が重複なく入る

イ パズルを解く手順

- (ア) 数字が入っているセルを塗る
- (イ) 特定の数字がある行を塗る
- (ウ) 特定の数字がある列を塗る
- (エ) 特定の数字があるブロックを塗る
- (オ) 残ったセルには特定の数字を入れることができる

ウ プログラムの説明・入力（例：数字が入っているセルを塗る）

イの(ア)のプログラムを図6に示す。選択構造や繰り返し構造の部分が意味するところを説明しながら、生徒に入力させた。

エ 演習問題「特定の数字が入っているブロックを塗る」ためのプログラムを考える

イの(ウ)までのプログラムは、教師主導で指導し、その後この演習問題を与えた。プログラム作成は、数名で協力して行うこととした(図7)。目的が達成されるプログラムができていれば合格点を与え、わかりやすく明快なプログラムほど高評価にすることとした。

(ア) 生徒の作品例

生徒が作成したプログラムの例を以下に2つ記す(図8, 図9)。4つのブロックごとに分けてわかりやすくプログラムを記しており、無駄も多いが目的は達成されている。教師からのヒントも与えたが、基本構造は生徒同士で話し合ってきたものであり、評価できる。作品例2については、情報系の大学への進学を考えている理系生徒のものであり、理系らしい工夫が見られる作品である。自ら調べ学習をして知った Mod 関数を上手に用いている。

```
Sub 数字のあるセル()  
    n = 4  
    For i = 1 To n  
        For j = 1 To n  
            If Cells(i, j).Value <> 0 Then  
                Cells(i, j).Interior.ColorIndex = 6  
            End If  
        Next j  
    Next i  
End Sub
```

図6 プログラム「数字のあるセル」



図7 生徒が取り組む様子

```

Sub 特定の数字があるブロック ()
x = 1
For i = 1 To 2
  For j = 1 To 2
    If Cells(i, j).Value = x Then
      For u = 1 To 2
        For v = 1 To 2
          Cells(u, v).Interior.ColorIndex = 6
        Next v
      Next u
    End If
  Next j
Next i
For i = 1 To 2
  For j = 3 To 4
    If Cells(i, j).Value = x Then
      For s = 1 To 2
        For t = 3 To 4
          Cells(s, t).Interior.ColorIndex = 6
        Next t
      Next s
    End If
  Next j
Next i
For i = 3 To 4
  For j = 1 To 2
    If Cells(i, j).Value = x Then
      For w = 3 To 4
        For x2 = 1 To 2
          Cells(w, x2).Interior.ColorIndex = 6
        Next x2
      Next w
    End If
  Next j
Next i
For i = 3 To 4
  For j = 3 To 4
    If Cells(i, j).Value = x Then
      For y = 3 To 4
        For Z = 3 To 4
          Cells(y, Z).Interior.ColorIndex = 6
        Next Z
      Next y
    End If
  Next j
Next i
End Sub

```

図8 作品例1

```

Sub 特定の数字があるブロック ()
n = 4
x = 1
For i = 1 To n
  For j = 1 To n
    If Cells(i, j).Value = x Then
      y = i Mod 2
      Z = j Mod 2
      w = 10 * y + Z
      If w = 0 Then
        For p = i - 1 To i
          For q = j - 1 To j
            Cells(p, q).Interior.ColorIndex = 6
          Next q
        Next p
      End If
      If w = 10 Then
        For p = i To i + 1
          For q = j - 1 To j
            Cells(p, q).Interior.ColorIndex = 6
          Next q
        Next p
      End If
      If w = 1 Then
        For p = i - 1 To i
          For q = j To j + 1
            Cells(p, q).Interior.ColorIndex = 6
          Next q
        Next p
      End If
      If w = 11 Then
        For p = i To i + 1
          For q = j To j + 1
            Cells(p, q).Interior.ColorIndex = 6
          Next q
        Next p
      End If
    Next j
  Next i
End Sub

```

図9 作品例2

(イ) 教師からの解答案

実際のプログラムは、一般化し、極力少ない行数であることが望ましいので、図10のような解答案を教師から示した。

オ 事後の指導及びアンケート結果

一斉指導はここまでとし、4×4マスだけでなく、9×9マスのパズルも自動で解けるプログラムを紹介して、指導終了とした。指導後、理系・文系1クラスずつ

(74名)でアンケートを実施した。アンケート結果は以下の通りである。

(ア) 今までプログラミングを体験したことがありましたか？

- A あった・・・14名
- B なかった・・・60名

(イ) 過去のプログラミング体験はどのような形態でしたか？

- A 学校で教わった・・・12名
- B 学校以外で教わった・・・1名
- C 個人で独学・・・1名

(ウ) どのような言語を学びましたか？

- JavaScript・・・2名
- PHP・・・1名
- C・・・1名
- わからない(忘れた)・・・11名

(エ) 今回学んだプログラミングは難しかったですか？

- A かなり難しい・・・40名
- B やや難しい・・・32名
- C 普通・・・1名
- D やや易しい・・・0名
- E かなり易しい・・・1名

(オ) 今回の学習を通して、プログラミングや情報教育に興味が増しましたか？

- A かなり増した・・・12名
- B やや増した・・・32名
- C 変化なし・・・19名
- D あまり興味なし・・・4名
- E 全く興味なし・・・7名

(カ) グループでプログラムを考えてもらいましたが、どう感じましたか？

- A 他人と協力し合うことが有意義だと感じた・・・59名
- B 個々で考える方が良いと感じた・・・14名 (無答1名)

(キ) この演習の感想を書いてください。

- ・自分で考えるのは最初難しいと思っていたが、自分で工夫してオリジナルのプログラムが成功したときは感動し、努力して自分で考えて良かったと思った。
- ・友達からもらったアイデアを元に、自分で考えたプログラムが動いてとても嬉しかった。
- ・複数の方法があるので、どれだけ効率良い、短いプログラムを作るかがプログラミングの醍醐味なんだと思った。
- ・コンピュータを使う職業について知りたかったので、とても役に立った。

```
Sub 特定の数字があるブロック()  
n = 4  
x = 1  
For i = 1 To n  
  For j = 1 To n  
    If Cells(i, j).Value = x Then  
      If i <= 2 Then  
        a = 1  
      Else  
        a = 3  
      End If  
    If j <= 2 Then  
      b = 1  
    Else  
      b = 3  
    End If  
    For c = a To a+1  
      For d= b To b+1  
        Cells(c, d).Interior.ColorIndex = 6  
      Next d  
    Next c  
  End If  
Next j  
Next i  
End Sub
```

図10 教師からの解答案

3 結果と考察

今まではExcel-VBAを教科書に沿って指導していたが、パズルを用いることで生徒の興味・関心が高まり、問題解決の方法をじっくりと考えさせることができた。問題は難しかったが、生徒は主体的・協働的に問題解決に当たっており、アクティブ・ラーニングとして十分に機能したと思う。アンケート結果からは次のようなことが考察できる。

- ・高校入学以前にプログラミングを学習している生徒も少なからずいる。小・中学校でプログラミング教育が始まることから、この数値は今後増えていくものと予想される。
- ・約60%の生徒が、プログラミングに対する興味・関心が増したと回答しており、親しみやすい題材を用いた成果が現れた。
- ・約80%の生徒が、個々で考えるよりも協力し合うことが有意義だったと回答している。問題が難しく、話し合うことでヒントを得たいと考える生徒が多かったとも考えられる。グループで考える形態を取ったことは一定の成果があったと思われる。
- ・感想を見ると、工夫して考えたプログラムが正しく動いたことで達成感を味わうことができた生徒や、将来に役に立つ内容であると感じた生徒もおり、この演習を通してプログラミングの面白さを伝えることができたのではないかと思う。

4 まとめ

高等学校では表計算ソフトの利用方法を実践的に学ぶので、その延長として、Excel-VBAを用いたプログラミング教育を行うという流れが、現状としては最も適切であると思う、今回の実践に至った。実践を終えて感じたのだが、生徒は数学や英語などの主要教科における学習の経験から、唯一の正解とされる解答にたどり着かなければならないという概念に縛られており、成績が優秀であると言われる生徒ほどその傾向が強いように思う。今回のような解答がいくらかもあるプログラムの作成においても、すぐに正解を知りたいがる。それは知的好奇心ではないと思う。基本的な事項を十分に理解し、その知識を発展的に用いて難題に取り組む態度と、解答にたどり着いても、さらに貪欲により良い解答を見つけようとする姿勢が、本当の意味での知的好奇心であり、知識基盤社会における「生きる力」の養成に繋がると私は思う。今回、プログラミング教育をアクティブ・ラーニングで実践したことで、生徒の問題発見能力、問題解決能力や知的好奇心の養成が多少なりともできたのではないかと思うし、プログラミング教育自体が、そういった能力を養成するのに適した教育分野であると実感することもできた。難易度や指導方法を改良すれば、さらに効果は大きくなるものと思う。

また、今回はできなかったが、ScratchやSMILEについても研究を深め、生徒に効果的にプログラミング教育を行う具体的な指導方法を考えたい。

これから高等学校に入学してくる生徒が、小・中学校でどの程度プログラミング教育を受けて入学し、高等学校の教科「情報」において、どの程度のプログラミング教育が必須となるのかに注目し、今回扱ったパズルのように、生徒が興味を持ちやすく、問題の発見と解決に意欲的に取り組める教材について、今後も研究を続けていきたい。

最後に、本研究に行うにあたり、多くのご助言をいただいた本校教員藤原秀夫先生、村井浩昭先生、三好遥奈先生に、感謝申し上げます。ありがとうございました。

参考 情報の科学, 最新情報の科学, 最新情報の科学指導資料 (実教出版)
情報教育に関連する資料 (文部科学省教育課程部会情報ワーキンググループ)
SMILE 使用画面 (作者天良和男先生に掲載許諾済)