

気楽に考えさせる情報B

～アルゴリズム～

富山県立八尾高等学校 河上 直人

1. はじめに

1-1 本校の概況

本校は平成15年度まで普通科の他に生活福祉科と情報会計科があったが、両学科ともに昨年度をもって閉科され、今年度より普通科単独校となった。現在は1学年普通科4クラスであるが以前の学科の流れをくむ福祉コース(3年15名、2年15名)と情報コース(3年12名、2年16名)を持ち、普通科といえども多様な生徒を抱えている。情報コースに在籍する生徒は、基本的に「コンピュータ」への関心を強く持つおり、中にはかなりの知識を持った生徒もいる。逆に福祉コースに在籍する生徒の多くは理数系の教科を苦手とし、「コンピュータ」を効果的に活用する科学的な考え方を敬遠する傾向にある。両コース以外の生徒にも「コンピュータ」に対する経験や関心の強さに開きがあり、特に現2年生は入学当初より理数教科を苦手とする生徒が多く、コンピュータに関する経験や関心は福祉コースの生徒とほぼ同様である。

本校では「情報B」を一年次に2単位実施しており、科学的な考え方を敬遠する生徒の関心を引きつけつつ、情報コース2年次以降につなげることを意識した授業を実施しなければならない。

1-2 情報に関する実態

まず、入学してきた生徒の実態を把握するため、情報Bの最初の授業でアンケート調査を行った。その結果の一部を下に示す。なお数値は平成16年度入学生160名中の百分率であり、()内は平成15年度のものである。

問 自宅にコンピュータがありますか？

自分のものがある	12 (14)
家族のものを使用できる	81 (73)
家族のものがあるが使用できない	1 (5)
ない	6 (8)

問 コンピュータでどのようなことができま すか？

ワープロ	64 (69)
表計算	24 (28)
データベース	3 (3)
インターネットでのHP閲覧	91 (86)
HP作成	8 (9)
電子メール(携帯電話は除く)	66 (51)
画像もしくは動画の編集	18 (19)
BasicやC言語でのプログラミング	0 (0)
その他	2 (1)
何もできない	3 (2)

問 次に示した語句について、あなたは①～④のどれに該当しますか？

- 語句の意味について解説することができる ①
語句を聞いたことがあり、何を意味するか簡単にわかる ②
語句を聞いたことはあるが、その意味はわからない ③
まったく聞いたこともない ④

	アプリケーション	ハードウェア	メールアドレス	サーバー	Excel	Access	Internet Explorer
①	5 (3)	5 (1)	19 (50)	9 (3)	13 (4)	1 (1)	14 (13)
②	6 (14)	12 (12)	71 (43)	15 (23)	22 (29)	1 (5)	32 (41)
③	75 (72)	81 (78)	10 (7)	72 (69)	36 (37)	42 (34)	39 (33)
④	14 (11)	2 (9)	0 (0)	4 (5)	29 (29)	56 (60)	15 (13)

	リンク	ログイン (ログオン)	フォルダ	USB	LAN	ルーター	プロパティ
①	10 (10)	9 (3)	17 (12)	2 (3)	4 (4)	0 (1)	7 (5)
②	24 (28)	27 (17)	44 (46)	4 (4)	7 (19)	3 (2)	15 (20)
③	66 (59)	52 (53)	38 (37)	18 (20)	44 (36)	15 (7)	64 (58)
④	0 (3)	13 (27)	1 (5)	76 (73)	45 (41)	82 (90)	14 (17)

	TCP/IP	プロトコル	Information Technology	ファイアーウォール	コンピュータ ウイルス	アルゴリズム
①	1 (0)	0 (0)	1	3	25	1
②	1 (4)	2 (3)	3	9	49	1
③	20 (7)	13 (7)	19	19	25	25
④	78 (89)	85 (90)	77	69	1	74

これらの結果より、高校入学以前の生徒たちの情報に関する知識や経験は、次のようなものと推測できる。

- ・ ほぼ全員がインターネットでのHP閲覧を経験しているが、インターネットやホームページの仕組みについてはほとんど知らない。
- ・ コンピュータウイルス等のネットワーク社会の脅威についてある程度の知識を得ているが、その対策についてはあまり知らない。
- ・ 約2／3の生徒がコンピュータでの日本語入力ができる(残りの1／3はできないとは限らないが、実習を行うとキーボード入力にかなりの困難を感じる生徒が1割ほどいる)。
- ・ 約1／4の生徒が表計算ソフト(おそらく Microsoft Excel)の利用経験があるが、残りの生徒はExcelとは何かわからなかったり、この名前を聞いたこともない。中学による取り扱いが異なっているのであろう。
- ・ ほぼ9割の生徒が家庭でコンピュータを利用できる状況にある。しかし自分で周辺機器を接続したり、コンピュータのメンテナンスをしている生徒は少数と思われる。
- ・ ごく少数ではあるが、情報機器に精通している生徒がいる。

2. 情報Bの授業を進めるにあたって

学習指導要領解説には、情報Bのねらいとして次のように記載されている。

- ・コンピュータにおける情報の表し方や処理の仕組み、問題解決の手順、使用する情報機器の特性、解決した結果の評価など、問題解決にコンピュータを活用する際に必要な考え方や方法を理解させ、実際に問題解決に当てはめて考え方や方法の習得を図る。
- ・情報技術の面から情報社会を考えさせ、情報社会を発展させるためには社会のニーズに応じた様々な情報技術の開発や改善が必要であることを理解させ、情報社会に参画する態度を育成する。

この中で私がもっとも意識した点は、下線部「問題解決にコンピュータを活用する際に必要な考え方や方法を理解させ」ることである。前述の通り理数系に弱点をかかえる本校の生徒であるが、情報Bの授業を通して生徒たちが少しでも「科学的な考え方や方法を習得」し論理的な思考ができるよう、授業実践をおこなってきた。

3. コンピュータにおける情報の処理と科学的な考え方

3-1 日常の行動を考える

問題解決のための科学的な考え方や方法の一つとして、「複雑な処理を要素的な処理の組み合わせ」で組み立てていくことがあげられる。そのためには「処理手順を明確に記述する」ことが必要である。これはまさにコンピュータにおける情報の処理と似通っている。コンピュータでの複雑な処理も、データの入出力・演算などの処理・条件による分岐・繰り返し処理等の組み合わせで成り立っている。情報Bの单元「簡単なアルゴリズム」の中で、我々の日常生活における行動を要素的な処理手順の組み合わせであることを例示しながら授業を進めた。

例 八尾高校(平成15年度)1年生では毎朝英単テストを実施している。この英単テストで誤答が1つ以内の人は合格、それ以外の人は不合格とし、お昼休みに再テストを実施している。この再テストでは満点を取らないと合格とはならず、それまで何回も再テストを繰り返し受けなければならない。

この一連の行動をみると、条件による分岐や繰り返し処理が含まれていることは容易にわかる。生徒にこれを、できるだけ簡潔な箇条書きになるよう考えさせると、おおよそ以下のようなものになる。

- ① 英単テストを受け、採点する。
- ② もし間違いが1つ以下なら、合格(終了)。
- ③ そうでなければ、
- ④ 昼休みに再テストを受ける。
- ⑤ もし、再テストの間違いが0であれば、合格(終了)
- ⑥ そうでなれば④に戻って繰り返す。

このように、処理手順を簡潔明瞭な日本語で記述できることを、单元「簡単なアルゴリズム」の第一目標とし、全員が目標に達することができた。

3-2 コンピュータの利用

日本語文章の記述だけではコンピュータの利用につながらないため、教科書にあるような数値演算を用いた処理を実習させ、簡単なプログラミングを体験させた。このときも、まず処理手順を簡潔な日本語文章で箇条書きさせ、それをプログラム言語に置き換える手法を用いた。プログラム言語は容易に入手でき、英語に近い表現であることから Microsoft Excel 付属の Visual Basic for Application(VBA)を利用した。

例 下図のようにセル(B:1)に入力した数値が50以上ならば「GOOD」を、50未満ならば「BAD」をセル(B:2)に表示する。

- ① はじめ
- ② セル(1, 2)の値を変数 tokuten に代入する。
- ③ もし tokuten の値が50以上なら
- ④ 変数 G に文字列 GOOD を代入する。
- ⑤ そうでなければ
- ⑥ 変数 G に文字列 BAD を代入する。
- ⑦ セル(2, 2)に変数 G の値を表示する。
- ⑧ おわり

これをVBAで表記すると次のようになる。

```
Sub 選択()
    tokuten = Cells(1, 2).Value
    If (tokuten >= 50) Then
        G = "GOOD"
    Else
        ....①
        ....②
        ....③
        ....④
        ....⑤
    End If
End Sub
```

The screenshot shows a Microsoft Excel window titled 'Microsoft Excel - 簡単なアルゴリズム'. The menu bar includes 'ファイル(F)', '編集(E)', '表示(V)', '挿入(I)', and '書式(S)'. The ribbon tabs include Home, Insert, Page Layout, Formulas, Data, Sort & Filter, and View. The status bar at the bottom left says 'I18'.

	A	B	C	D
1	得点	51		
2	判定	GOOD		
3				

図1 条件分岐の例

```

G = "BAD"          ⑥
End If            ⑦
Cells(2, 2).Value = G
End Sub           ⑧

```

プログラムの記述は実際にコンピュータを作動させるためであり、これを全員の到達目標とはしていない。しかし、プログラム言語の理解に結びつきやすいように、最終的に提示する日本語の表記は、できるだけVBAの表記と1対1の対応になるようにした。また、これら一連の実習の中で、変数や配列変数の概念、数値や文字列の区別、For～next、Do While～loop、等の利用も取り扱った。

4. 並び替えのアルゴリズムを考えさせる

4-1 コンピュータを利用しない並べ替え

単元「簡単なアルゴリズム」の最終として、生徒たちに並び替えのアルゴリズムを考えさせることとした。ただし、実習で BVA でのプログラムもおこなうようになってから「情報Bは難しい」と言う雰囲気が感じられたため、コンピュータを利用せず気楽に並べ替えのアルゴリズムを考えさせるようにした。

具体的には、

- ・ 5つのボール（ソフトボールが手頃な大きさである）に1～5の番号を記入する。
- ・ 500ml のビーカーにA～Eの記号を付け、順に並べる。
- ・ ビーカーの上に番号を付けたボールを適当に置く。

これだけを用意し、生徒に「Aから小さい順になるようにボールを並べ替えよ」と発問し、実際に生徒にボールの並べ替えをおこなわせた。数字を知っている人間には、いとも簡単に解決できる問題である。ただし、次の条件を与えた。

- ・ どのような操作（作業）を行ったか、ワンステップずつ口頭で述べながら実行する。

この程度の問題であれば、プログラミングに躊躇していた生徒でも積極的に挑戦してきた。ただ、ほとんどの場合、最初の段階ではこのような答えが出てくる。

- ① (5つの中から1の数字が書かれたボールを選び)これが一番小さいからAのビーカーのボールと交換する。
- ② 次に(2の数字が書かれたボールを選び)これが2番目に小さいからBのビーカーのボールと交換する。

以下 略

ここで、「なぜ(1と書かれた)このボール(の数字)が一番小さいと判断できるのか」と発問する。この発問には多くの生徒がとまどった。そこで次のヒントを順次与えた。

- ・ もしコンピュータに判断させるとすれば、コンピュータは2つの数値の比較しかできない。
- ・ どのようにボールが並んでいようと、この操作をすれば必ず小さい順に並ぶ方法を考えよ。

ここまでくると、多くの生徒は端のビーカーから順に2つずつ比較する必要があると気づくようだ。A-B、B-C、C-D、D-E、B-C、C-D……これは「隣接交換法」に相当する比較の仕方である。またA-B、A-C、A-D、A-E、B-C、B-D……の比較でも正しい結果が得られる。4クラス全てで、この2種類の方法が出てきた。以下は隣接交換法の場合で記す。

ここで、生徒たちはAからDまでのボールをその隣のボールと比較するという繰り返しであり、それを4回（全体の数-1）繰り返せばよいことがわかつてくる（図2）。さらに、1巡目の比較で、一番大きい数字のボールがEの位置にくるために、2巡目のD-

1巡目	A-B、B-C、C-D、D-E
2巡目	A-B、B-C、C-D、D-E
3巡目	A-B、B-C、C-D、D-E
4巡目	A-B、B-C、C-D、D-E

図2 AからDまでの繰り返し

Eの比較は不要であり、さらに3巡目ではC-D、D-Eの比較が無駄な作業であることに気づくことは容易であった。従って、1巡目・2巡目…と繰り返しの最後をD-C-B…と一つずつ減らせばよい。

ボールを使った並び替えを考えることにより、この一連の手順を生徒から引き出すことができた。

最終的には、次のアルゴリズムができあがった。

- ①はじめ
- ②「最終」をDからAまで減らしながら繰り返す。
- ③「基準」をAから「最終」まで繰り返す。
- ④「基準」のビーカーにあるボールとその隣のボールの番号を比べ、「基準」番号が大きければ
- ⑤2つのボールを交換する。
- ⑥そうでなければ
- ⑦そのまま
- ⑧「基準」の繰り返しここまで
- ⑨「最終」の繰り返しここまで
- ⑩おわり

4-2 コンピュータを利用した並べ替え

まず、ボールを使用した場合と同様隣り合う数値の比較を繰り返すことにより並べ替えができる事を、表計算ソフトのワークシート上で確認した。ここでは、並べ替えの手順が理解し易いよう多少の工夫を加えたプログラムを教師側であらかじめ用意し、使用した(図4)。なお、ここで使用したプログラムは参考として最後に記す。

図4 ワークシート上の並べ替えシミュレーション

これを数回見せ、大小関係の比較と2つの数値の交換がどこで行われているか充分確認した後で次の課題を与え、そのアルゴリズムを教師側の誘導によりまとめていった。

課題： ワークシートのセル(B:3)から(K:3)までにある10個の数値を、左から小さい順に並びかえよ。

1巡目	A-B, B-C, C-D, D-E
2巡目	A-B, B-C, C-D
3巡目	A-B, B-C
4巡目	A-B

図3 繰り返しの最後を減らす

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1											
2		数値1	数値2	数値3	数値4	数値5	数値6	数値7	数値8	数値9	数値10
3		78	154	164	11	79	132	143	186	68	76

手順その1(隣接交換法)

はじめ

- ① 配列変数suuを10用意する。
- ② 配列変数suuにセル(B:3)からセル(K:3)のデータを読み込む。
 - ②-1 変数kを1から10までくりかえす。
 - ②-2 配列変数suu(k)にセル(3, k+1)の値を代入する。
 - ②-3 kのくりかえしこまで。
- ③ 変数iを9から1まで一つずつ減らしてくりかえす。
- ④ 変数jを1からiまでくりかえす。
- ⑤ もし、suu(j) > suu(j+1)なら、
- ⑥ suu(j)とsuu(j+1)を入れかえる。
 - ⑥-1 変数wkにsuu(j)の値を代入。
 - ⑥-2 suu(j)にsuu(j+1)の値を代入。
 - ⑥-3 suu(j+1)にwkの値を代入。
- ⑦ jのくりかえしこまで
- ⑧ iのくりかえしこまで
- ⑨ セル(B:3)からセル(K:3)に配列変数suuの値を表示する。
 - ⑨-1 変数kを1から10までくりかえす。
 - ⑨-2 セル(3, k+1)に配列変数suu(k)の値を代入する。
 - ⑨-3 kのくりかえしこまで。

おわり

プログラム

```

Sub 隣接交換法()
    Dim suu(10)
    For k = 1 To 10
        suu(k) = Cells(3, k + 1).Value
    Next k
    For i = 9 To 1 Step -1
        For j = 1 To i
            If suu(j) > suu(j + 1) Then
                wk = suu(j)
                suu(j) = suu(j + 1)
                suu(j + 1) = wk
            End If
        Next j
    Next i
    For k = 1 To 10
        Cells(3, k + 1).Value = suu(k)
    Next k
End Sub

```

.....①
.....②-1
.....②-2
.....②-3
.....③
.....④
.....⑤
.....⑥-1
.....⑥-2
.....⑥-3
.....⑦
.....⑧
.....⑨-1
.....⑨-2
.....⑨-3

ボールを使用した並び替えではさほど困難な様子を見せる生徒はいなかったが、手順に変数や配列変数といった語句が出てくると、難しさを感じる生徒が増えてきた。この授業での目標も、日本語の文章で書かれた手順を理解することとした。

なおこの一連の手順が正しいかを検証するために、実際にプログラムを打ち込み実行する必要

がある。プログラム言語の理解は生徒全員の到達目標とはしていないため、これはあらかじめプリントで用意して生徒に Visual Basic Editor で入力させ、Microsoft Excel で実行させた。ただし、情報コースの生徒や、プログラミングに関心を持つ生徒のために、日本語の手順と対比しながら、簡単な説明をおこなった。

5. 評価

前述のように、単元「簡単なアルゴリズム」の目標は「処理手順を簡潔明瞭な日本語で記述できること」としたため、並び替えに関する定期考査での出題は、以下のようにした。

定期考査問題(抜粋)

ワークシートのセル(B:3)から(K:3)までにある10個の数値を左から小さい順に並びかえるよう、プログラムを組みたい。このことについて以下の問い合わせよ。

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1											
2		数値1	数値2	数値3	数値4	数値5	数値6	数値7	数値8	数値9	数値10
3		78	154	164	11	79	132	143	186	68	76
4											

(1) このアルゴリズム(手順)を、次のア～クを正しく並べて完成せよ。

はじめ
ア. もし、 $suu(j) > suu(j+1)$ なら、 $suu(j)$ と $suu(j+1)$ を入れかえる。
イ. セル(B:3)からセル(K:3)に配列変数 suu の値を表示する。
ウ. 配列変数 suu にセル(B:3)からセル(K:3)のデータを読み込む。
エ. 変数*i*を9から1まで一つずつ減らしてくりかえす。
オ. *i*のくりかえしここまで
カ. 変数*j*を1から①までくりかえす。
キ. *j*のくりかえしここまで
ク. 配列変数 suu を10用意する。
おわり

(2) 上記アルゴリズム(手順)のカ.について、空欄①に適する数値、または変数を解答欄に記せ。

この他も、単元「簡単なアルゴリズム」に関しては日本語で処理手順を書かせる問題を主とし、発展の問題としてIfやFor Next等の基本的なコードの穴埋め問題を出題した。

定期考査以外では、生徒が実習でプログラムを入力したExcelのファイルをサーバーに保存させ、正常に作動するかを確認し評価対象とした。

6. 最後に

八尾町では、毎年秋に幼稚園・小学校・中学校・高等学校の教員が学校の枠を超えて互見授業をおこなっている。昨年度、このボールの並べ替えを考える授業を実施したのがちょうどこの期間に当たっており、おそらく小学校の先生と思われる方が参観された。授業の後で「情報の授業はもっと難しいと思っていたが、これなら機械音痴の私でもよくわかった」と感想を述べていかれた。実際生徒たちの様子を見ても、皆の興味を引きつけながら並べ替えのアルゴリズムを導き出させることができた。しかし、日本語による表記だけではコンピュータの利用はできない。理数系に苦手意識を持つ生徒の感覚では、日本語の表記とプログラム言語の間には大きな段差があるようだ。このギャップをいかに埋めていくかが今後の課題と感じた。

参考資料：隣接交換法による並べ替えの状況を確認するプログラムと、乱数による数値生成(VBA)

Sub 隣接交換法色付き Step0

Dim suu(100)

kazu = Cells(1, 1).Value

If (kazu <= 1 Or kazu >= 100) Then

 kazu = 10

End If

For k = 1 To kazu

 suu(k) = Cells(3, k + 1).Value

Next k

For i = kazu - 1 To 1 Step -1

 Cells(kazu - i + 4, 1).Value = Str(kazu - i) & "回目"

 For j = 1 To i

 x = j + 1

 y = kazu - i + 4

 Cells(y, x).Value = suu(j)

 Cells(y, x + 1).Value = suu(j + 1)

 Cells(y, x).Font.ColorIndex = 3

 Cells(y, x + 1).Font.ColorIndex = 3

 For w = 1 To 30000000

 Next w

 If suu(j) >= suu(j + 1) Then

 wk = suu(j)

 suu(j) = suu(j + 1)

 suu(j + 1) = wk

 End If

 Cells(y, x).Value = suu(j)

 Cells(y, x + 1).Value = suu(j + 1)

 For w = 1 To 30000000

 Next w

 Cells(y, x).Font.ColorIndex = 1

 Cells(y, x + 1).Font.ColorIndex = 1

 Next j

Next i

Cells(kazu + 4, 1).Value = "結果"

For k = 1 To kazu

 Cells(kazu + 4, k + 1).Value = suu(k)

Next k

End Sub

Sub 亂数による交換法の数値生成()

Randomize

kazu = Cells(1, 1).Value

If (kazu <= 1 Or kazu >= 100) Then

 kazu = 10

End If

Dim suu(100)

For k = 1 To kazu

 Cells(2, k + 1).Value = "数値" & Str(k)

 suu(k) = Int(Rnd * 200)

 Cells(3, k + 1).Value = suu(k)

Next k

End Sub