

バーコードの仕組みを知ろう

～情報のデジタル化について～

<概要>

日常見かけるバーコードの仕組みを調べることを通して、情報をデジタル化することの意味、方法、技術等の基本を学ぶ。また、情報をデジタル化するときの科学的な理解を深めるために2進法の仕組みも学ぶ。さらに、学んだことを応用して、自分の学校・学年・組・番号を基にして、簡単なバーコードを作成してみる。

<キーワード>バーコード，デジタル化，2進法

1. 学習活動

(1) 導入 [約2時間]

日常の身の回りには、バーコードといわれる縦縞の模様が付いているものが多くある。

課題1 バーコードは何のために、またどのように使われているか調べてみよう。

『POSシステムについても簡単に触れる。』

課題2 どんな種類があるだろうか調べてみよう。

『数種類あるが、食品などで主に使われるJANを中心に議論することを確認する。』

バーコードにはいろいろな種類があるが、食品雑貨を中心にもっとも多く使われているJAN (Japanese Article Number) 規格のバーコードを用いて、その仕組みを探ってみよう。

図1は、ある商品のJAN規格バーコードである。縦縞の模様の下に記載されている数字4902506141002がこの商品のコード番号であり、その数字を模様化したものがバーコードということである。



図1 JAN規格バーコード

課題3 数字よりも縞模様の方が扱いやすい点は何かを考えてみよう。

『機械に1,2,3,...というような10通りの図形パターンを認識させるよりも、それぞれを白黒の並びで表したもののほうが認識させやすい。アナログとデジタルの違い、人間と機械の認識の違いについても言及する。』

(2) バーコードの仕組みを探ろう [約5時間]

実際のバーコード(以下すべてJAN規格とする)で、その商品コード番号とバーコード模様の関係を調べる。アプリケーションソフトウェアを利用して、バーコード模様の規則性を解析していこう。

課題4 その商品コード番号とバーコード模様の関係をどのような方法で調べたらよいだろうか。そのとき、どのようにコンピュータを利用するか考えてみよう。

『図形をコンピュータに読み込むためには、スキャナーを用いる。さらに、白黒のパターンの規則性を見付けるために表計算ソフトウェアが利用できることを予告する。』

【実習1】「バーコードの読み込み」

バーコードをスキャナーで読み込む。図形ソフト上でトリミング等の整形をする。

画像ファイル (jpg または gif) して保存する。
それを適当な大きさに印刷する。

バーコード模様をよく見ると、それは細い線や太い線、その間の細かい間隙、太い間隙からなっている。その中の一番細い線と間隙が縞模様の最小幅となっている。その最小幅一つに対して黒を 1 に、白を 0 に対応させる。この最小幅を単位とした物差しを厚紙で作し、印刷したバーコード模様とその物差しを当てて、バーコードを 0,1 の数字に直していく。

課題 5 この手作業をコンピュータ上で行うにはどうすればよいだろうか。

『表計算ソフトウェア上に図形を読み込み、セルの列幅をバーコードの最小単位の長さ調整する。次に黒の上のセルには 1、白の上のセルには 0 を入れる。そのとき画像を適当な大きさに調整する必要もある。』

【実習 2】「Excel 上でのデジタル化」

Excel 上に画像を読み込む。
100 個程度の列について、その列幅を最小にする。
画像を適当な大きさにして、列幅とほぼ同じになるように調整する。
黒に対応するセルには 1、白に対応するセルには 0 を入力していく。
名前を付けて保存する。

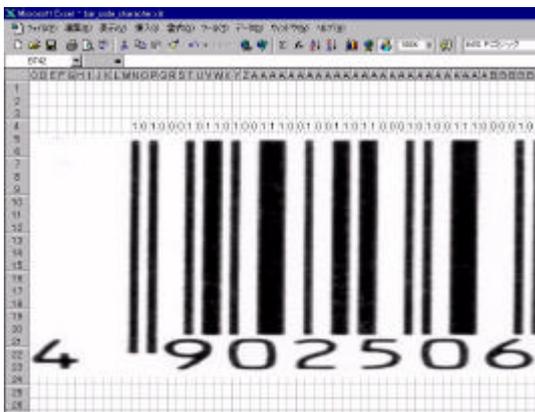


図 2 Excel 上でのバーコード画像

次に、JAN 規格のバーコードについて、そ

の細部の構造を考えてみよう。

課題 6 バーコードの構成はどのような規則になっているだろうか。インターネットから情報を収集して調べてみよう。

(<http://technical.or.jp/handbook/> など)

JAN 規格は図 3 のように、最小単位 (モジュール) の 4 つをセンターバーとし、それを中心に左右に、7 モジュールずつを 1 つの数字 (キャラクタ) として構成されていることが分かる。

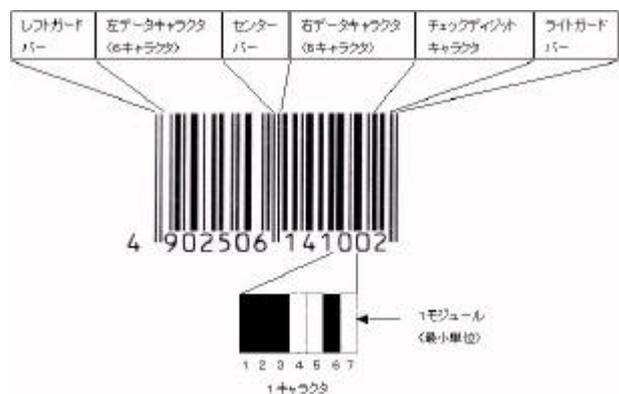


図 3 バーコードの構成

【実習 3】「コードの解析」

JAN 規格の構成に合わせて、1 キャラクタに相当する Excel のセルに対し図 4 のような罫線を引く。
セルをキャラクタごとに色分する。
1 キャラクタ分のセルを結合して、その中に、対応する数字を入力する。

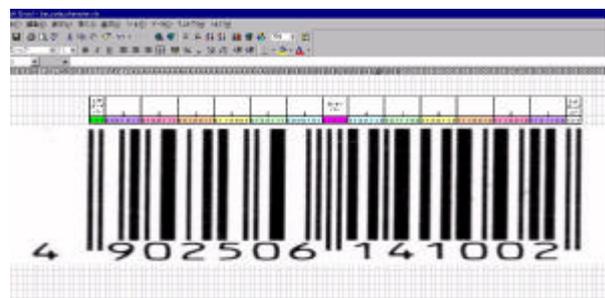


図 4 縞模様と数字の関係を調べる

図 3 において、さらに詳しくその構造をみ

てみると、センターバーから左に6キャラクタあり、さらにその左にレフトガードバーという読み始めを指示する2本の線が設けられていることがわかる。下に記載された数字の最左端には4という数字があるが、これは固定した数字（日本では4）であり、それに対応したバーコード模様はない。

また、センターバーから右には5キャラクタあり、その次にチェックディジットキャラクタという特別な数字がある。さらにその右にライトガードバーという読み終わりを指示する2本の線が設けられていることがわかる。このチェックディジットキャラクタは、左から先頭の4を含めた全部で12個の数字を基にして、ある規則で計算された数字であり、12個（実際には11個）の数字が正しく読めたかどうかを判断するために設けられている。

課題7 チェックディジットの算出方法を、課題6と同様に、インターネットから情報を収集し見付けよう。

課題8 490250614100について、6が誤って0と読まれた場合、チェックディジットキャラクタはいくつになるだろうか。

【実習4】「チェックディジットの自動算出」
490250614100を入力したセルに対し、チェックディジットを算出する計算式を作成する。

奇数桁の和×3=	(=V6+A.6+A.8+A.10+A.12+A.14+A.16+A.18)*3	39
偶数桁の和=	+A.7+A.9+A.11+A.13+A.15+A.17	19
チェックディジット =	10 - ((①+②)①1位0数) =	2

図5 Excel上のチェックディジット計算式

チェックディジットキャラクタのように、情報を送る際に本来の情報に余分な情報を付けて送り、その余分な情報をみることにより、本来の情報が正しく伝わったかどうかを判断する技術がしばしば用いられる。しかし余分な情報を付けることによって情報量が大きくなり、それが情報を伝える速度を遅くしたり、余分なコストがかかったりする。ここに情報

を正しく伝えることの困難さがある。

課題8 日常生活の中で、情報を正しく伝えるために、あなたが工夫していること、心がけていることを発表してみよう。

さて、1キャラクタごとに、数字とバーコード模様（0,1の並び）を対比させることにより、模様と数字の対応関係がわかる。この対応関係は、センターバーの左と右では異なるように設定されている。さらに、左側の数字においては、1キャラクタに対し、1が偶数個あるパターンと奇数個あるパターンの2種類がある。

課題9 数人のグループと交流し見比べることにより、次の対応関係を完成しよう。

左側の数字について、数と0,1の並び

数字	1が偶数個の場合	1が奇数個の場合
0		
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		

右側の数字について、数と0,1の並び

数字	0,1の並び
0	
1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	

(3) 情報のデジタル化と2進数 [約3時間]

今まで見てきたように、コンピュータ等に数字を認識させるためには、0,1,2,3,4,5,6,7,8,9の10種類の数字を図形として読み込ませることよりも、それぞれを0,1の並びで表現した方が正確に読ませることができるし、また処理上便利である。それは情報がコンピュータ内部で表現させるときに、すべて2つの値のみの電気的な信号に変換されて表現されることによる。このような表現をすることによって、情報を入出力したり伝達したりする際の誤りを小さくすることができるほか、様々な形態の違う情報でも、同一の処理で加工ができるなどの利点がある。

数字を数えるとき、数を0,1,2,3,4,5,6,7,8,9の10通りの記号で表現する記法を10進法といい、それらで表された数を10進数という。10進法では、これら10通りの数字を並べるとともに、桁という仕組みを使ってあらゆる数を表すことができる。10進法の桁の仕組みは、たとえば、234という数字の2は100の位、3は10の位であり、4は1の位であるとし、100が2個、10が3個、1が4個あることを示している。

数を0,1のみで表現する記法を2進法という。2進法では数を表す記号が0,1の2つしか使わないので、数を数えるとすぐに桁上がりをさせなければならなくなる。

課題10 2進法で数を数えてみよう。

課題11 片手の5本の指を使って、指を伸ばす状態を1、折った状態を0とすると、いくつまでの数が数えられるだろうか。



図6 指を使った2進法(10011の例)

数を表記する方法は10進法や2進法のほかにもいろいろ考えられるが、何進法を使っているかをはっきりさせるために、たとえば、10進法の234については、 $234_{(10)}$ のように表す。

2進法の仕組みを詳しくみてみよう。0,1の2種類の記号を使って数を数えるとき、 $0_{(2)}, 1_{(2)}$ まで数えると記号を使い尽くす。従って、3つ目は桁上がりをさせて2桁とし、 $10_{(2)}$ としなければならない。また、 $0, 1, 10, 11_{(2)}$ まで数えると2桁が尽くされるので、3桁に桁上がりをさせる必要がでてくる。

10進数と2進数の対応表

10進法	2進法	10進法	2進法
		8	1 0 0 0
1		9	1 0 0 1
2	1 0	10	1 0 1 0
3	1 1	11	1 0 1 1
4	1 0 0	12	1 1 0 0
5	1 0 1	13	1 1 0 1
6	1 1 0	14	1 1 1 0
7	1 1 1	15	1 1 1 1

上記のように2進法の桁上がりは、10進法で数えたときの2,4,8,16₍₁₀₎...のときに起こるので、それぞれの桁を2の位、4の位、8の位、16の位...と呼ぶことができる。従って、たとえば1101₍₂₎という数は、8が1個、4が1個、2が0個、1が1個という数であり、これを10進法の数で表すと、

$1 \times 8 + 1 \times 4 + 0 \times 2 + 1 \times 1 = 13_{(10)}$
ということになる。

課題12 1011010₍₂₎を10進法の数に直し
てみよう。

次に、10進法で表された数を2進法に直す方法を考えてみよう。たとえば、27₍₁₀₎を2進法で表すには、2進法の位取りである2の位、4の位、8の位、16の位...がその数の中に取りれるか否かを調べればよい。この場合、

$$\begin{aligned}
 27 &= 16 + 11 \\
 &= 16 + 8 + 3 \\
 &= 16 + 8 + 2 + 1 \\
 &= 1 \times 16 + 1 \times 8 + 0 \times 4 + 1 \times 2 + 1 \times 1
 \end{aligned}$$

$= 11011_{(2)}$
 ということになる。

課題 13 $57_{(10)}$ を 2 進法で表してみよう。

課題 14 課題 13 のように，10 進数で表された数を 2 進数に直すことためのアルゴリズムを考えよう。

$$\begin{aligned} \text{『 } 27 &= 1 \times 16 + 1 \times 8 + 0 \times 4 + 1 \times 2 + 1 \times 1 \\ &= 1 \times 2^4 + 1 \times 2^3 + 0 \times 2^2 + 1 \times 2^1 + 1 \times 2^0 \\ &= 2(1 \times 8 + 1 \times 4 + 0 \times 2 + 1) + 1 \\ &= 2(2(1 \times 4 + 1 \times 2 + 0 \times 1) + 1) + 1 \\ &= 2(2(2(1 \times 2 + 1) + 0) + 1) + 1 \\ &= 2(2(2(2 \times 1 + 1) + 0) + 1) + 1 \text{』} \end{aligned}$$

【実習 5】「Excel 上の 2 進 10 進変換」

Excel 上のセルに 2 進法の数を入力すると，その 10 進数法現が自動的に計算されるような計算式を作る。

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
1		2進数→10進数変換													
2															
3			10111(2)	=	23	+B3*16+C3*8+D3*4+E3*2+F3									
4															
5															

図 7 Excel 上での進 10 進変換

課題 13 で考えたアルゴリズムに沿って，Excel 上で 10 進数で表現された数を 2 進数に直す。

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1		10進→2進変換									
2											
3			57	==	1	←MOD(+C3,2)					
4			INT(+C3/2)→	28	==	0	←MOD(+C4,2)				
5			INT(+C4/2)→	14	==	0	←MOD(+C5,2)				
6			INT(+C5/2)→	7	==	1	←MOD(+C6,2)				
7			INT(+C6/2)→	3	==	1	←MOD(+C7,2)				
8			INT(+C7/2)→	1							
9											
10									111001(2)		
11											

図 8 Excel 上での 10 進 2 進変換

(4) 自作バーコードを作ってみよう [約 2 時間]

自分の入学年度，学年，組，出席番号の情

報を基にして，それらから独自のバーコードを作ってみよう。まずこれらの情報を 10 進数で記号化し，その後 2 進数表現にしていくことにする。このとき，記号が長くなりすぎないように，かつ必要十分な情報が盛り込まれるように，記号化していく約束事（規格化）を決めなければならない。

課題 14 入学年度を規格化する場合，西暦を使って 1999 とする方法，その内の下 2 桁の 99 だけにする方法，平成を使って 11 とする方法，同様に平成を使って H11 とする方法など，いろいろな方法が考えられるが，それらの長所と短所を考えてみよう。

『2000 年問題にも言及する。』

課題 15 バーコードの規格化を次のようにする。

(は 10 進数)

入学年度 H

学年 (1~3)

組 (1~10)

出席番号 (1~40)

これらを 2 進数に直すには，それぞれ何桁にすればよいだろうか。またアルファベット H を 2 進数の記号にするためには，どうすればよいか，考えてみよう。

H のデジタル化については，ここでは，H はアルファベット 8 番目の文字であるから 08 を割り当てることとして，デジタル化する。このように規格化した数を 2 進数に変換して 0,1 の並びにし，1 を黒に，0 を白に対応した縞模様を作り，バーコード化する。また，その最右端に一桁の 0,1 を付け加えてチェックディジットを作ることにする。

課題 16 この数の並びのチェックディジットをどう作ればよいか考えよう。

【実習 6】「バーコード化」

実習 5 で作成した Excel の計算式を利用して，課題 15 により規格した数を 2 進数に変換する。

チェックディジットの定義は，0,1 の

並びの中にある1が偶数個のとき1，奇数個のとき0とすることに決める。変換した2進数を，Excel上の一行に並べて，1に対応するセルは黒，0に対応するセルは白を付けて，バーコードを作る。最左端にレフトガードバー，最右端にライトガードバーとして，最小幅の2本の縦線を入れることにする。

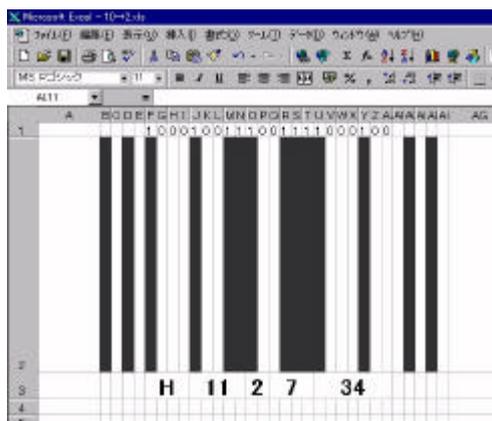


図9 Excel 上でのバーコード化

印刷する。

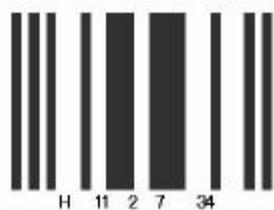


図10 印刷結果

2 参考サイト

<http://technical.or.jp/handbook/>