

EN オープンカレッジ

デジタ₂ま講座

ハンドブック

内容

1. コンピュータの世界は「1」と「0」？
2. コンピュータの世界で使う「単位」
3. 文章を「1」と「0」であらわすには？
4. 絵や写真を「1」と「0」であらわすには？
5. 音楽を「1」と「0」であらわすには？
6. 音や声を「1」と「0」であらわすには？

竹田正幸・池内昌子・脇田早苗・有川裕子

国立大学法人 九州大学大学院 システム情報科学研究院

1. コンピュータの世界は「1」と「0」?

コンピュータはすべての情報を「1」と「0」であらわす、と聞いたことはありませんか?

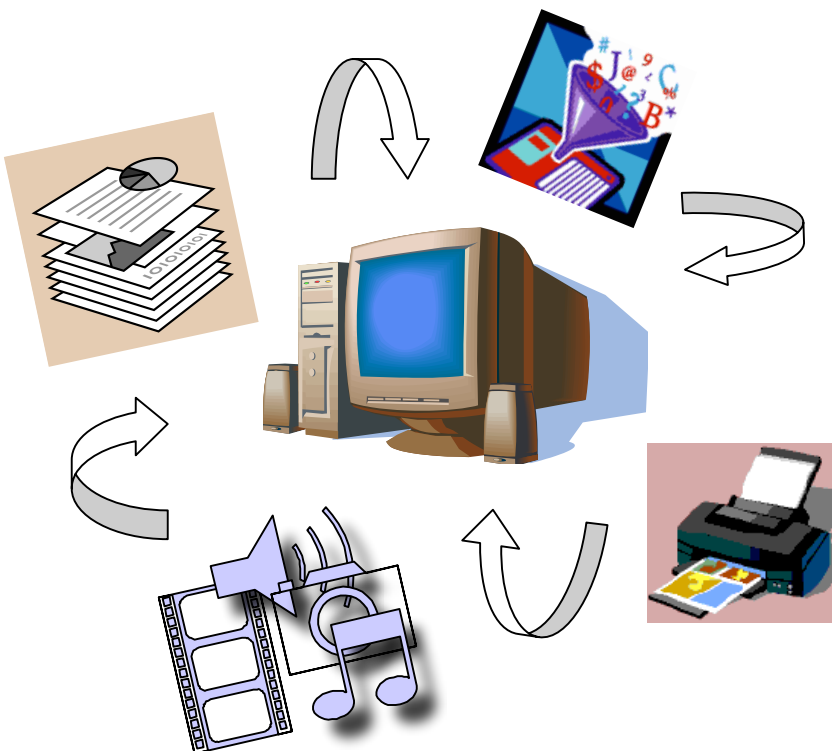
といっても、コンピュータの中を開けると中に「1」と「0」の数字がいっぱい並んでいる、というわけではありません。実際には、電圧の高低、コンデンサの電荷の有無、磁気の状態、光の強弱、くぼみの有無など、さまざまな方法で、「1」と「0」をあらわしています。

けれども、「1」と「0」が具体的にどうあらわされているかは、その道の専門家が知っていればいいことです。コンピュータを使う立場のひとにとって重要なことは、**絵や写真、音や声、文字といったさまざまな情報が「1」と「0」を使ってどうあらわされているのか**、を知ることです。

デジたま講座では、絵や文字などの情報を**デジたま**、つまり、黒球と白球の並びとしてあらわします。つまり、「1」と「0」の代わりに「黒」と「白」を使っています。

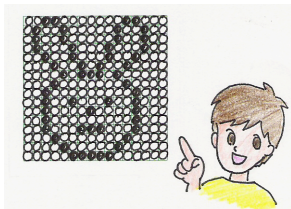
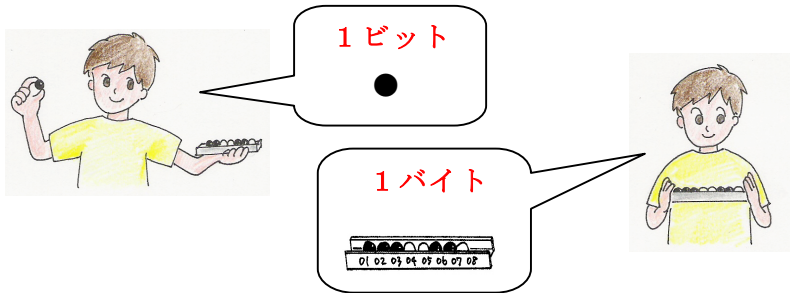


「赤」と「黒」でも、「右」と「左」でも、「上」と「下」でも、ペアになるものなら何でもいいのです。



2. コンピュータの世界で使う「単位」

デジたま講座で使う白球黒球（デジたま）の並びのうち、球ひとつひとつを **1 ビット** といいます。そして、球が 8 個並んだものをひとつのまとまりと考え、**1 バイト** とよびます。デジたま講座「ころころファックス」では、絵を $16 \times 16 = 256$ 個の球の並びとしてあらわしました。 $256 \div 8 = 32$ ですからデータの量は 32 バイトということになります。



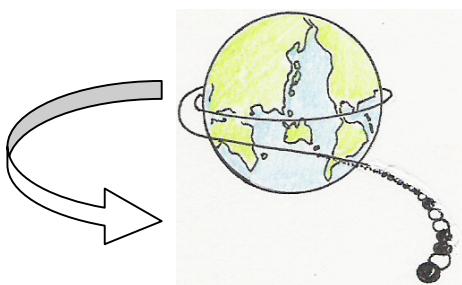
$$\begin{aligned} 16 \times 16 &= 256 \\ 256 \div 8 &= 32 \\ &\mathbf{32 \text{ バイト}} \end{aligned}$$

ところで、キロバイトやメガバイトという言葉をかいたことがありますか？キロバイトの「キロ」は 1024 倍ということになっています。つまり、1 キロバイトは 1024 バイトです。1 メガバイトはさらにその 1024 倍ですから、 $1024 \times 1024 = 1048576$ 、つまり、約百万バイトとなります。

実感がわくように、デジたまで考えてみましょう。球の直径は 12mm です。たとえば、1 キロバイト分の球を 1 列に並べたら何メートルになるでしょうか？

1 キロバイトは $8 \times 1024 = 8192$ ビットですので、 $12 \text{ mm} \times 8192 = 98304 \text{ mm}$ 、つまり、約 98 メートルですね。同じように考えると、1 メガバイトは約 100 キロメートルになります。

コンパクトディスク（CD）1 枚には、約 650 メガバイトの情報が書き込めるといわれています。 $100 \text{ km} \times 650 = 65000 \text{ km}$ ですので、地球一周が約 40000km とすると、650 メガバイトは地球の周りを約 1 周半強、という計算になりますね。



データの量をあらわす単位

1 ビット

1 バイト = 8 ビット

1 キロバイト = 1024 バイト

1 メガバイト = 1024 キロバイト

1 ギガバイト = 1024 メガバイト

(1024 は、2 の 10 乗)

1 キログラムは 1000 グラムだし、1 キロメートルは 1000 メートル。「キロ」といえば 1000 倍のはずなのに、なぜ 1024 倍なのでしょう？

コンピュータでは数をあらわすのに 2 進法を使います。1024 は 2 の 10 乗なので、2 進法では、**1000000000** となります。つまり、1024 はとてもはなばな数に見えますが、2 進数であらわすと、実はきりのいい数なのです。そして、これが 1000 に近いので、1000 倍のかわりに 1024 倍を使う習慣ができました。

3.文章を「1」と「0」であらわすには？

デジたま講座「ころころトンパ」では、こちらで選んだトンパ文字 246 文字を使って文章を作り、それを伝える体験をしてもらっています。ひとつひとつのトンパ文字を、黒球と白球を 8 個並べた列としてあらわします。つまり、1 文字を 8 ビットであらわしたのです。

付録 1 「アスキー文字コード表」では、記号、英字、数字、カタカナを同じく 8 ビットであらわしています。トンパ文字のつもりで白球黒球を送っているのに、もし相手がこの表で解読しようとしたら、正しく伝わりませんね。文章を文字コードで伝えるためには、**相手も同じコード表をもっていることが重要な**のです。

この表をよく見てみると、カタカナを除けばすべて上半分におさまっていることがわかります。アメリカやイギリスなど英語を使う国では、これだけの文字があらわせれば十分なのです。けれども、日本語の場合はそうはいきません。

付録 2 「日本語文字コード表」を見てください。日本語の文字は種類がとても多いため、16 ビットであらわされています。漢字のほかに、ひらがな、カタカナ、英字、数字、記号が並んでいます。

英字、数字、記号、カタカナは、付録 1 の表にもありましたが、別物です。付録 1 の文字は**半角文字**、付録 2 の文字は**全角文字**とよばれています。

図の中の水色で示した部分は、「未定義領域」とよばれ、いわゆる「外字」や「機種依存文字」は、このへんのコードを使ってあらわしています。

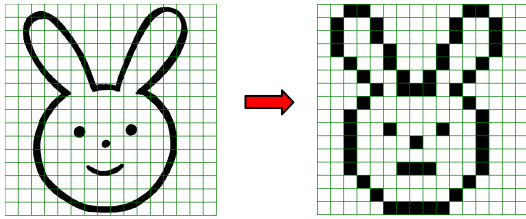
携帯電話のメールの「絵文字」は、携帯電話会社がちがうと正しく表示されませんが、それは、相手側のコード表がその部分だけちがっているため、と考えれば納得できるでしょう。

アスキー (ASCII) は、米国情報交換用標準コードを意味する英語である American Standard Code for Information Interchange を省略したものです。正確には、付録 1 のコード表は ASCII そのものではなく、ASCII にカタカナを加えて拡張したもので JIS X0201 とよびます。



4. 絵や写真を「1」と「0」であらわすには？

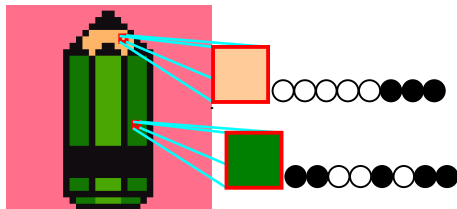
デジたま講座「ころころファックス」は、人間ファックス体験です。絵を細かいマス目に区切り、マス目のひとつひとつについてマス目全体の色を白か黒かに決め、これをデジたまとして1行ずつ送ります。



このマス目ひとつひとつのことを**ピクセル（画素）**といいます。マス目を細かくすると、つまり、ピクセル数をふやすと、絵はきれいになります。その代わりに、その分だけ白球黒球の数も多くなってしまいます。

ところで、実習では簡単のためにマス目の色は白と黒だけですが、カラーの場合には、次のようにすれば送ることができます。

まず、付録3「カラーコード表」のような対応表を準備します。各マス目について、表の中を探して一番近い色を選び、それをマス目全体の色とします。色が決まったら、表にしたがってその色のコードを求め、そのとおりに白球・黒球を並べます。付録3のコード表では、ひとつの色を球8個であらわすことになっています。



白黒の場合には、マス目ひとつにつき球1個だったので、球の数はピクセル数と同じでした。今度は、マス目ひとつにつき球8個が必要になるため、データ量（球の数）はピクセル数の8倍になります。

さらに、**フルカラー**とよばれるやり方では、ひとつの色をあらわすのに球24個を使っています。これだけ使うと約1670万色あらわすことができますが、画素数の24倍の球が必要ということになります。

たとえば、320万ピクセルの写真をフルカラーであらわすと、 $3200000 \times 24 = 76800000$ ですので、7680万ビット（約9メガバイト）となります。

このように、絵や写真のデータはとて大きくなりますので、保存するには場所を食うし、通信するには時間がかかります。

そこで、**データ圧縮**という技術が使われています。これは、簡単にいえば「ふとん圧縮袋」みたいにデータをぐぐっとつぶして収納または伝送し、必要なときにふくらませてから使う、というものです。

データ圧縮の技術は、情報を伝えるいろんな場面で、縁の下の力持ちとして働いています。

ファックスやデジカメ、イメージスキャナなどでは、ピクセルごとにびっしりと並べた CCD という半導体素子の働きによって、ピクセルごとの色を読み取っています。

デジカメの宣伝文句で「500万画素」などと言っているのをきいたことがあるでしょう。あれは、マス目の数の多さを宣伝しているのです。

フルカラーといっても、32ビットを使うフルカラーもあるので、区別するために24ビットフルカラーということもあります。

乾燥わかめや濃縮還元ジュースも同じですね。

5. 音楽を「1」と「0」であらわすには？

携帯電話（ケータイ）の着メロも、「1」と「0」を使ってあらわされています。

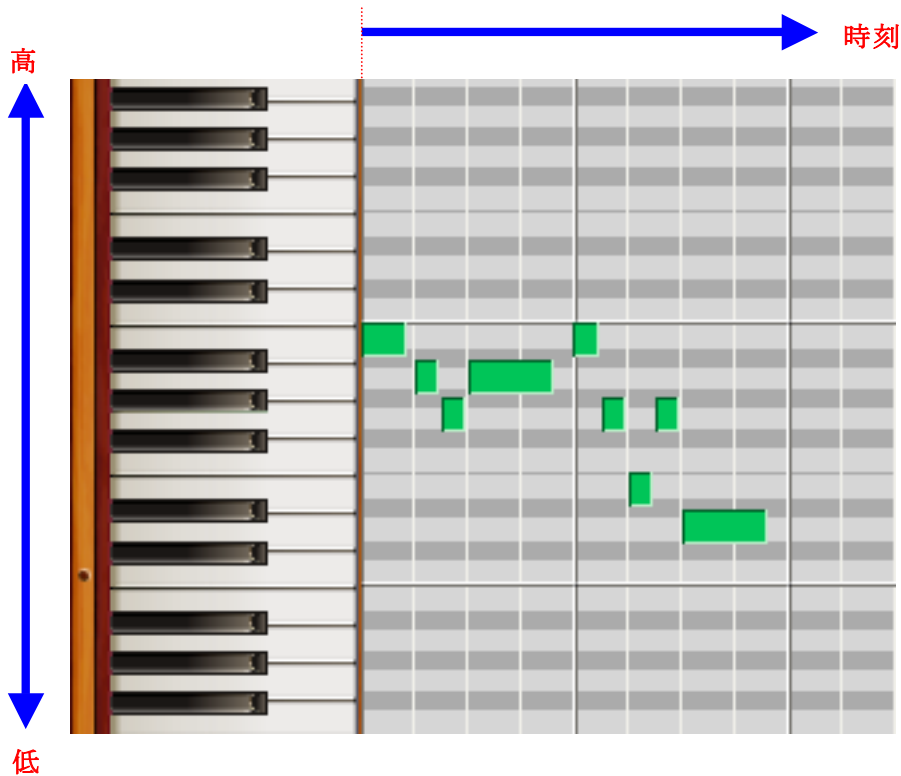
ピアノの場合、指で鍵盤を「たたき」ますが、エレクトーンなどの電子楽器の場合には、鍵盤はスイッチと同じです。つまり、鍵盤を指で押すとスイッチが**オン**になり、指を離すとスイッチが**オフ**になるというわけです。

そこで、そんな音楽をあらわすためには、ひとつひとつの音について、

- ① 鳴り始めの時刻
- ② 鳴り終わり時刻
- ③ 高さ

の3つをあらわせばいいことになります。着メロもこれと同じ原理であらわされています。

カラオケの曲は、MIDIとよばれる形式であらわされていますが、これも基本的には同じ仕組みです。



デジたま講座「ころころミュージック」では、ペーパーラウンドオルゴールを教材に使っています。オルゴールの場合には、音の長さはみな同じですから、①と③だけをデジたまであらわせばOKですね。

6. 音や声を「1」と「0」であらわすには？

電話は、音や声を伝えてくれます。また、音楽 CD は、音や声を記録して好きなときにきくことができます。音や声を「1」と「0」であらわすには、いったいどうやっているのでしょうか？

音や声のあらわし方は、今までにお話した「文章」「絵や写真」「音楽」のときのやり方と比べると、少し複雑です。

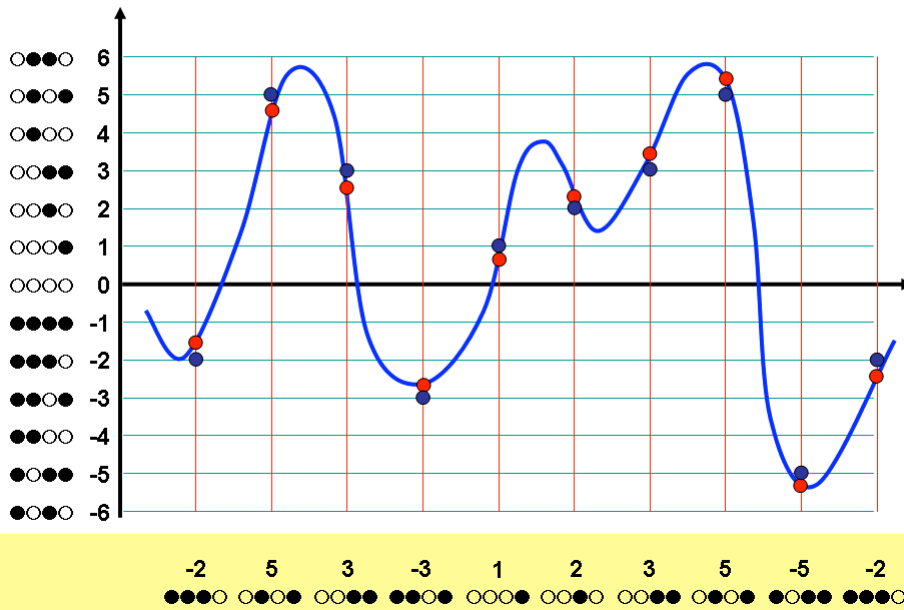
音は、**空気の振動**（ふるえ）です。音の強さ（振動の強さ）は、時間とともに変化します。その変化の様子をグラフにあらわすと、下のように波の形になります。**音や声をあらわすには、この波の形をあらわせばいいのです。**

まず、ある決まった時間間隔ごとに音の強さをとびとびに調べます。下の図の●がそれです。

さて、それぞれの時刻において音の強さがどのくらいだったかをあらわしたいのですが、ここで、定規をあてて何かの長さをはかる場合を思い出してください。長さがどの目盛りともピッタリ一致しないとき、どうしますか？ふつう、一番近い目盛りを読みますよね。

これと同じことをやった結果が、下の図の●です。目盛りにあたるのが、水色で書いた横線ですね。横線の一本ごとに、それをあらわす白球・黒球の列を決めておきます。必要な球の個数は、どのくらい目盛りを細かくするかに応じて決まります。

こうして、波の形を白球・黒球の並びとしてあらわすことができました。



音楽 CD の場合、時間間隔は 44100 分の 1 秒です。

これを**量子化**といいます。

音楽 CD の場合、音の強さを 16 ビットであらわします。2 の 16 乗は 65536 です。つまり、音の強さを 65536 段階に分けてあらわしていることになります。

参考文献

| | | |
|--------------------------------|-------------------|--------------|
| 「大人のための『情報』教科書」 | 坂村 健 | 数研出版 |
| 「痛快！コンピューター学」 | 坂村 健 | 集英社インターナショナル |
| 「子どものためのIT教科書 コンピューターと友だちになる本」 | 鈴木二正 | 小学館 |
| 「はじめて出会うコンピューター科学1 1と0の世界」 | 徳田雄洋 | 岩波書店 |
| 「トンパ文字伝説 絵のような謎の文字」 | 王 超鷹 | マール社 |
| 「トンパ文字 生きているもう1つの象形文字」 | 王 超鷹 | マール社 |
| 「トンパ！！」 | トンパであそぼう会 編 | パーソナルメディア |
| 「パソコンで楽しむ愛と友情のトンパ文字」 | | 技術評論社 |
| 「漢字のルーツ 古代文字で遊ぶ」 | マール社編集部編 | マール社 |
| 「ヒエログリフを書こう！」 | フィリップ・アーダ（吉村作治監修） | 翔泳社 |
| 「腕木通信 ナポレオンが見たインターネットの夜明け」 | 中野 明 | 朝日選書 |

デジたま講座

① 「情報」って何？

導入：身の回りの情報通信手段を題材に、情報伝達の意味や歴史を学びます。

② ころころファックス

実習：デジたまを用いて「画像」を送り、ファックスやデジカメなどのしくみを学びます。

③ ころころトンパ

実習：デジたまを用いて「文字」を送り、コード表の意味などを学びます。

④ ころころミュージック

実習：デジたまを用いて「音楽」を送り、2進数などを学びます。