

第26章 画像と音のデジタル化

- ✓ 画像のデジタル化
- ✓ 音のデジタル化

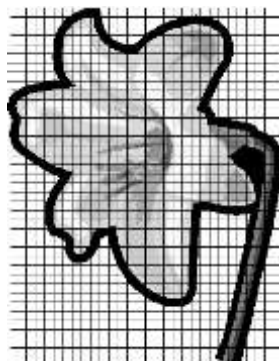
1. 画像のデジタル化

画像は、文字とは異なり数えることができない。このような情報も工夫してデジタル化している。話を簡単にするため、白黒画像の場合を考えてみよう。白黒画像を縦と横とに格子状に適度に区切り、比較的暗い部分を 0、明るい部分を 1 という具合に読み取っていく。すると、画像が 0 と 1 によって表され、デジタル化されることがわかる。

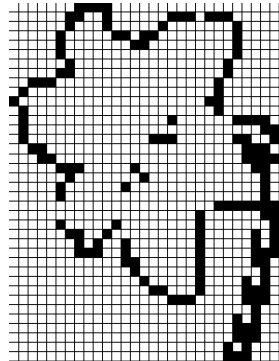
この格子状の区切りの目¹を細かくすれば、より鮮明なデジタル画像が得られる。この目のことを**画素**といい、その数を**ピクセル** (Pixel=Picture Element) という単位で表す。



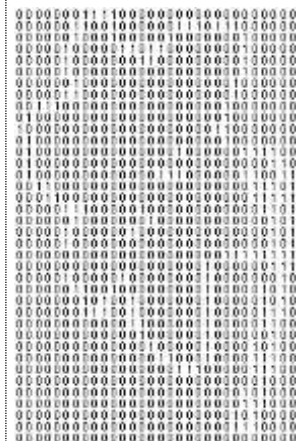
元の白黒濃淡画像



縦横適度に区切る



画像をマスごとに白か黒かに判定



黒を1、白を0として数値化する

花の画像のデジタル化

上の花の絵は、横30列、縦38行あり、格子の数は 1140 ピクセル

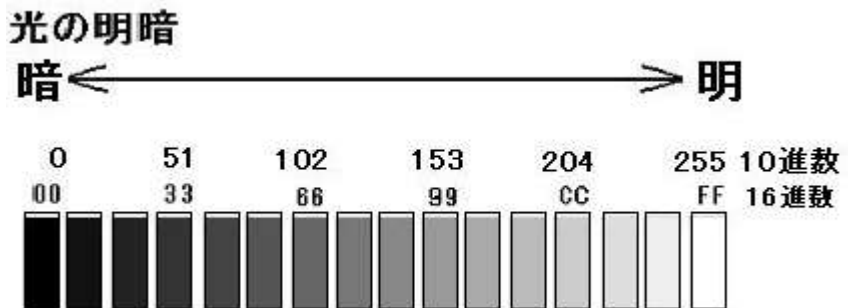
¹ この目の細かさを DPI という単位で表す。DPI=Dot Per Inch。1 インチあたりにマス目がいくつ並ぶかを表す精度の指標。

[FAX]

FAX は、取り込んだ画像の1点1点を白と黒の二つの状態で認識する。黒を1、白を0として置き換える。FAX では1インチ²あたり 200 個の白／黒を判定している³。だから、1インチ×1インチの画像には、200×200=40000 pixel があるため、全部で 40,000 bit の情報量があると計算される。

[白黒濃淡画像の場合]

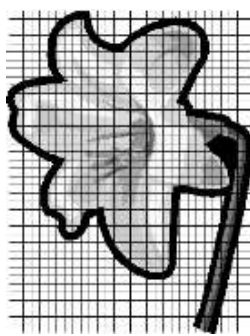
さらに濃淡を含むデジタル化を考えてみよう。黒から白までの濃淡の変化と0～255(=2⁸)の数字の対応をあらかじめ決めておく。完全な黒が0で、明るくなるに従い数字が増え、完全な白が255である。



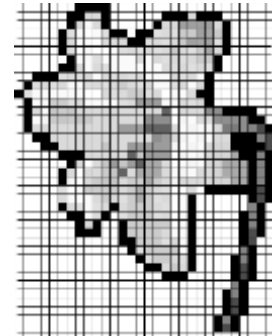
同じく縦横格子状に区切り、一つのマスに対し、一つの濃淡を表す数字に置き換えていく。数字は2進数にする。このようにすれば、白黒濃淡画像をデジタル化することができる。



元の白黒濃淡画像



縦横適度に区切る



暗い部分を0
明るい部分を255とする

格子の1マスあたりの値は最小値0、最大値255であるため、どの数字でも1Byte(8bit)の情報量があれば表現できる。パソコンのディスプレイいっぱいになった白黒濃淡画像であれば、ファイルサイズは 1 Byte×横 1280 列×縦 1024 行= 1,310,720 Byte=1280 KB になる。

² 1inch=2.54cm

³ 現在普及している G3 FAX 規格の場合。この読み取り解像度は 200dpi である。

[カラー写真の場合]

カラー写真も原理は同じである。写真を赤、緑、青の3原色に分解し、それぞれについて白黒画像だと思ってデジタル化していけばよい。

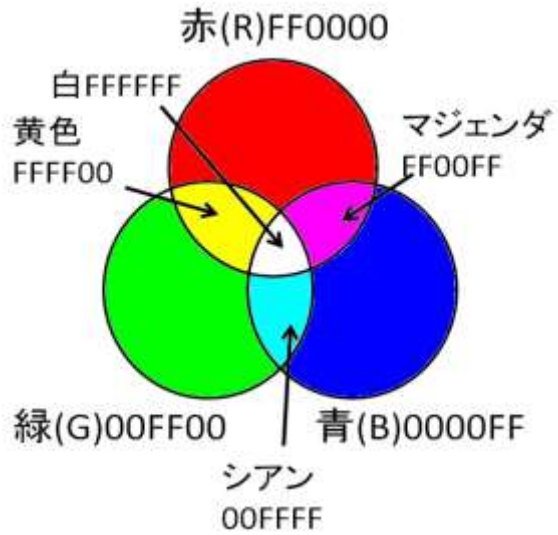
もし、光の3原色である赤、緑、青の各色について ON/OFF (光らせる/消す) のどちらかしか制御できないとすれば、白や黒を含めても8色しか表示できない。

白黒のときに白黒濃淡を 256 段階 (16 進数で 00 から FF) で表したように、赤、緑、青の各色を 256 段階の濃淡で表し光を重ねると

$$256 \times 256 \times 256 = 2^8 \times 2^8 \times 2^8$$

$$= 16,777,216 \text{ 色}$$

あることになり、自然な色の表現が可能である。一般に赤が“FF0000”、緑が“00FF00”、青が“0000FF”のように 16 進数の6桁の英数字で示される。



つまり、カラーの場合、1 マスあたりの情報量は 1Byte (8bit) × 3 色=3Byte (24bit) になる。例えばパソコンのディスプレイに写っている画像であれば、以下のファイルサイズとなる。

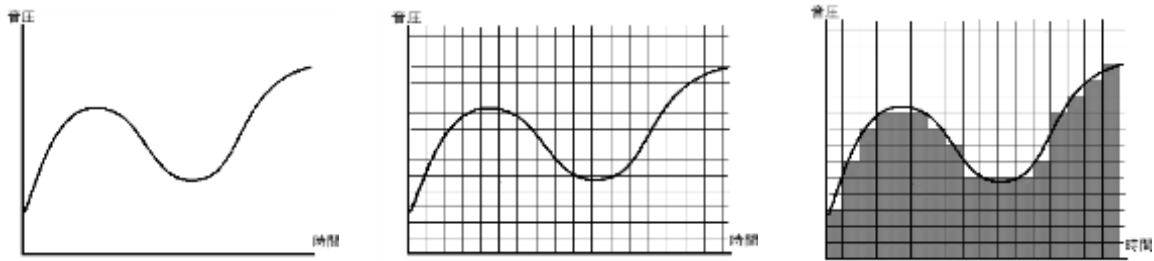
$$3\text{Byte} \times 1280 \text{ 列} \times 1024 \text{ 行} = 3,932,160 \text{ Byte} = 3,840\text{KB} = 3.75\text{MB}$$

パソコンの画面程度のサイズのカラー画像であっても、文章と比較にならないくらい大きい。このように画像はあまりにサイズが大きいため、デジタルカメラなどでは圧縮してサイズを小さくしている。画像ファイルを圧縮する方法として、JPEG、GIF、PNG、TIFFなどのいろいろな圧縮方法が考案されている。デジカメでは JPEG で保存されることが多い。

音のデジタル化

音とは、空気の圧力変化である。縦軸に圧力(音圧)、横軸に時間をとると、音は波のように表現される。波が大きいと音が大きく、すばやく波が上下するほど高音になる。

この音圧の変化を一定時間ごとに測定する。測定された音圧に 0~255 の数字を割り振っていく。こうして、音も数字の羅列に変換できる。音圧や時間の分け方をもっと細かくすればするほど、自然な音に近づく。



音圧の変化=音

デジタル化のために
格子状に分ける

近似値を得る

これは丁度、音圧変化のグラフを格子状に区切り、縦の値を0~255の間で近似値を読み取っていることと同じである。グラフの縦軸を左から 3、6、8、9、9、8、7、5、5、5、5、6、9、10、11、12、…という具合に数字列に変換できる。

【電話の場合】

1秒間に11,020回、音圧を256段階で測定してできた音は、電話の音質と同じになる。この場合1秒間の音声に必要な情報量は、1Byte(0~255)×11,020回=11,020Byte=約10.8KBである。

【CDの場合】

CDは、1秒間に44,000回、音圧を65,536段階(2Byte)、さらにステレオ音声の左右それぞれをデジタル化するため、1秒間に必要な情報量は、2Byte(65,536段階)×44,000回×2(左右)=176,000Byte=約172KBである。

音をデジタル化する方式には上記以外にもいくつかの方法がある。上記のような方式でデジタル化した音声情報⁴を単純にファイルに格納したものを **WAVEファイル**と呼び、Windows ではよく使用される。音楽CDに格納されるデータもこの方式と同じである。

⁴ 本書で説明した音のデジタル化を **PCM** (Pulse Code Modulation)という。

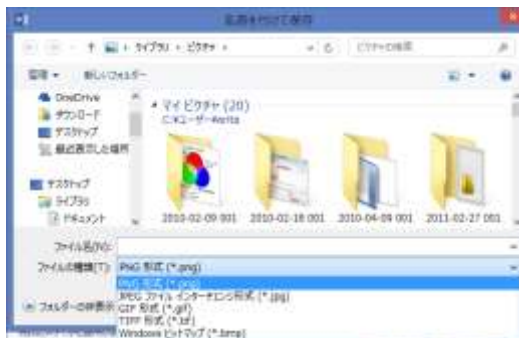
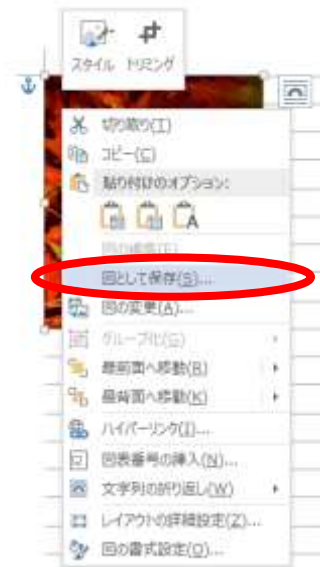
ところが、WAVE はファイルサイズが非常に大きいため、通信には向かない。そこで、人間には聞き取りにくい部分の情報を取り除いたり、冗長な部分をまとめたりしてサイズを小さくしたものに **MP3⁵** という形式がある。MP3 は WAVE ファイルに比べ 10 分の 1 程度のサイズになり、近年音楽データの配信によく使われている⁶。

一方、音になる前の楽器の演奏データのみをデジタル化して、もっと小さいファイルサイズにする **MIDI^{ミディ}** という方法もある。MIDI は楽器のみしかデジタル化できないが、通信カラオケやゲーム音楽など幅広く使われている。




演習

1 画像ファイルの形式による違いを確かめよう

- ① Word を起動し、[挿入] / [オンライン画像] / クリップアートから写真を選び、挿入で、Word に貼り付ける。
- ② 画像にマウスを合わせると、右側にプルダウンメニューが出るので、「図として保存」を選択。
- ③ 「名前を付けて保存」のダイアログが開くので、「ファイルの種類」を PNG 形式、JPEG 形式、GIF 形式、TIFF 形式、Windows ビットマップ形式でそれぞれ保存する。



- ④ エクスプローラーを開いて、ファイルの容量を確かめてみよう。どれが少ないか？

 かえで.bmp	2,036 KB
 かえで.gif	544 KB
 かえで.jpg	260 KB
 かえで.png	1,575 KB
 かえで.tif	1,641 KB

⁵ MP3...MPEG Audio Layer-3。ほぼCD音質のまま 1/10 に圧縮。

⁶ そのほかにも **AC-3**(Audio Code number 3。通称ドルビーサウンド)、**WMA**(Windows Media Audio) といった圧縮技法がある。

ファイルの形式	ファイル名	拡張子	容量(KB)	容量(バイト)
PNG				
JPEG				
GIF				
TIFF				
ビットマップ				

注 JPEGとは規格策定団体(ジョイント・フォトグラフィック・エキスパート・グループ)の名称であり、正しくはJFIF画像(JPEG・ファイル・インターチェンジ・フォーマット)と言うべきだが、現状数あるJPEG策定規格でほぼ唯一JFIF画像のみが採用されており、JPEG画像と呼んでもほとんど差し障りがない。

2 A4サイズ用の紙に、1mm×1mmに16ピクセル(4pixel×4pixel)印刷できるような画像は何ピクセル必要か？

ヒント：A4サイズの大きさは210mm×297mm。

補足：100万ピクセルのことをメガピクセルという。

3 CD1枚にCD音質の音は何分間記録できるか

計算のヒント





- ・CD音質は1秒間で44000回2byteで測定された音をデジタル化しているため、1秒間で44000回/秒×2byte×2(Stereo) = 176000byte/秒 必要。
- ・CDのサイズはいくつか種類があるが、650MBで計算してみよう。

コラム 声を録音してみよう

音の仕組みをよりよく理解するために、声を録音するソフトウェアを利用してみよう。

Microsoft Windows には、標準で「サウンド レコーダー」というソフトが付属しているが、これは単純すぎるので、フリーソフトの Audacity を利用してみよう。学校では「スタート」-「すべてのプログラム」-「マルチメディア」-「Audacity」に登録してある。

最初は英語メニューであり、英語のままでも問題ないが、Edit/Preferences.../Interface のダイアログ中の Language を「Nihongo」マイクを使って録音してみよう。

 録音ボタン
  録音終了ボタン
  再生ボタン
  波形を拡大


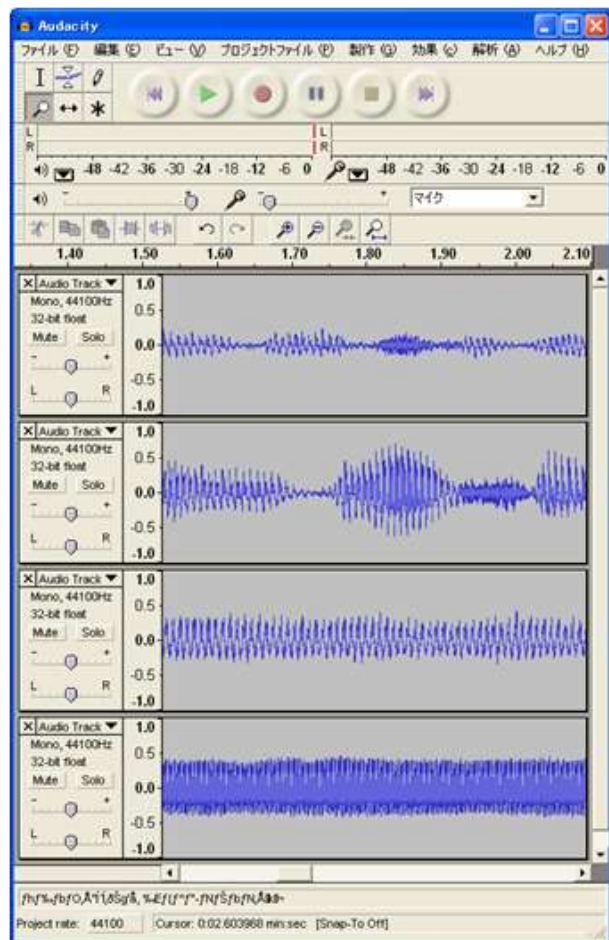
録音した後、 ツールで拡大して波の形を観察してみよう。録音するたびにトラックが増えていく。不要なトラックはトラック左上の「X」ボタンで消そう。

図 Audacity で録音した様子



実験 1 : 小さい声で録音。
実験 2 : 大きい声で録音。

大きい声、小さい声で波形はどのように違うか？

実験 3 : できるだけ低い声で「おーーーーー」と発声して録音

実験 4 : できるだけ高い声(裏声など)で「あーーーーー」と発声して録音

高い声、低い声で波形はどのように違いますか？