

■目次 (ほげが今回の範囲)

第 1 部 0 と 1 だけでどうやって計算するの?

第 2 部 コンピュータの気持ち

第 3 部 情報をどのように表現するか

第 4 部 コンピュータシステム

⇒ ★ 7 情報をどのように表現するか

★ 8 情報の転送と圧縮

第 3 部では、様々な情報をコンピュータで扱うにはどうしたらよいかを考えている。今回は、文字の情報を 0/1 のならびに符号化する方法を学び、具体例として ASCII コードについて知った。また、0/1 で表された情報の量について考えた。そのような量 (データ量) はビットやバイト (B)、さらにそれに接頭辞を付けた単位を使って測れるのだった。今回は、連続な数量で表わされるアナログ情報をデジタル情報に変換する方法について学び、音響信号のデジタル化の実例を考察する。

★ 7 情報をどのように表現するか (承前)

★ 7.5 標本化, 量子化, A/D 変換

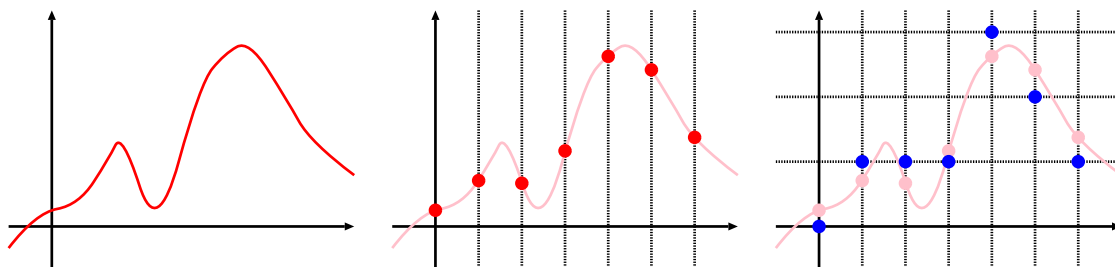
物理世界を観測して得られる情報は、「時間ともなって変化する気温」のように、時間や空間といった数量ともなって変化する何らかの数量であることが多い。気温の例における時間に相当する量を**変数**といい、気温に相当する量を**値**という。変数と値のどちらか一方もしくは両方が連続な数量であるような情報 (アナログ情報) をコンピュータで扱えるようにする (デジタル情報に変換する) ためには、連続な数量を**離散化**して 0/1 のならびに符号化する必要がある。

**Q1.** ほげおくんは、気温を測るのが趣味である。毎日 24 時間ずっと、30 分ごとに温度計で気温を測り、測った値が右の表のどれに当てはまるかを記録している。このとき、次の問に答えなさい。

- (1) 右の表の各区分を 0/1 に符号化するなら何ビット必要か。
- (2) ある日の 0 時, 0 時 30 分, ..., 23 時 30 分の気温を (1) の符号化によって 0/1 のならびで表すと何ビットになるか。またそれは何 B か。
- (3) ほげおくんの記録したデータ 365 日分を (1) の符号化によって 0/1 のならびで表すと、そのデータ量は何 KiB になるか。

温度の区分
零下
0 度以上 5 度未満
5 度以上 10 度未満
10 度以上 15 度未満
15 度以上 20 度未満
20 度以上 25 度未満
25 度以上 30 度未満
30 度以上

この例では、変数 (時間) も値 (気温) も連続量なので、両方を離散化している。変数の離散化のことを**標本化 (サンプリング)**といい、値の離散化のことを**量子化**という。上記の例では、30 分ごとに気温を測るという行動が標本化に相当し、測定した気温の値を表のように区分するという操作が量子化に相当している。



横軸が変数, 縦軸が値. 左から, 元のデータ (曲線), それを標本化したもの (赤点), さらに量子化したもの (青点)

標本化の過程では、上記の例のように変数を一定間隔に刻んで値を取得することが多い。特に変数が時間である場合、この間隔を**標本化周期**という。例では、標本化周期は 30 分である。また、標本化周期の逆数をとって「標本を単位時間あたり何回取得するか」を表すようにした量である**標本化周波数** (☆1) を用いることもある。

☆1) 1 秒を単位として標本化回数を数える場合、標本化周波数の単位は Hz となる。

一方、量子化の過程において「量子化後の値を何種類とするか」を表す数を**量子化段階数**または**量子化レベル**という。例では 8 である。量子化後の値をコンピュータで扱うことを想定すると、量子化段階数が 2 のべき乗になるようにしておくともビットパターンに符号化する際にきりがよい。そのため、段階数のかわりに「量子化後の値を何ビット/バイトで表せるか」で考えることもある。これを**量子化ビット数/バイト数**という。例では 3 ビットである。

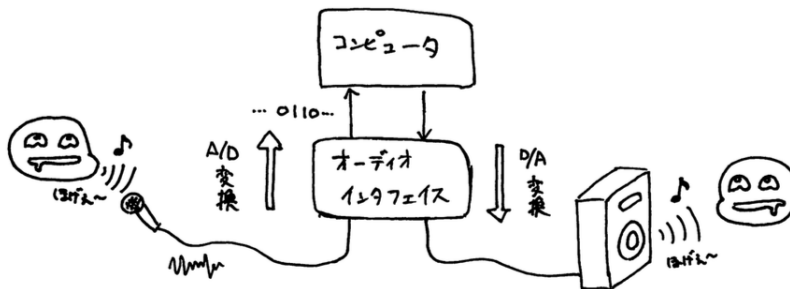
このように、アナログ情報に標本化と量子化を施すと、デジタル情報に変換することができる。この操作を**アナログ-デジタル変換**、略して **A/D 変換** という。一方、逆の操作を**デジタル-アナログ変換** (**D/A 変換**) という。

### ★ 7.6 音響信号の例

音は、空気の振動である。マイク (マイクロフォン) は、この空気の振動を電気信号に変換する機器である。一般的なマイクは、時間にもなって変化する電圧という形のアナログ情報を出力する。これをコンピュータで記録したり加工したりするためには、A/D 変換する必要がある (☆2)。一方、録音された音を再生するためには、スピーカーを用いることが多い。スピーカーはちょうどマイクと逆の働きをするものであり、一般的にはアナログの電気信号を空気の振動に変換して音を出す。そのため、コンピュータに記録されているデジタル情報を実際の音にするためには、D/A 変換してアナログの電気信号を作り、スピーカーを駆動することになる。

☆2) レコード装置やテープレコーダーは、音をアナログ情報のまま扱う。レコード盤では盤上の細かい溝の形状、カセットテープではテープ上の磁気の変化を利用して音の情報を記録する。

☆3) CD は、音のデジタル情報をディスク上の微細なくぼみのパターンによって表現する。



音をデジタル化する処理の実用例として、音楽等のための CD(Compact Disc)(☆3) の規格 CD-DA(☆4) を取り上げる。CD-DA の仕様は次の通りである。

- チャンネル数: 2 (右耳用と左耳用)
- 標本化周波数: (講義時に説明します) (☆5)
- 量子化ビット数: (講義時に説明します)

これらの数値を用いると、ある長さ (録音時間) の音を CD-DA の規格にもとづいてデジタル化 + 符号化するとどれだけのデータ量になるかを計算できる。

**Q2.** 次のものを求めなさい。

- (1) 左右どちらか 1 チャンネルで 1 秒分は何 B か
- (2) 4 分 16 秒の曲ひとつ分は何 MiB か
- (3) 容量 1GiB のフラッシュメモリには、(2) と同じ長さの曲は何曲記録できるか

☆4) Compact Disc Digital Audio

☆5) 標本化周波数がこのような値になっているのには、数学と人間の聴覚の性質の両方がかかわっている。興味のあるひとは「標本化定理」や「人間の可聴域」をキーワードに調べてみたらよい。