

第1章 デジタルって何だ？

デジタル回路 基礎の基礎

大中 邦彦
Kunihiko Ohnaka

私自身がそうであったように、読者の多くの方も「デジタル(digital)」という言葉は物心ついたころから知っていたのではないのでしょうか。また、「デジタル」というものが「アナログ(analog)」と対に使われていることも、当然のようにご存知かと思います。

しかし「デジタルって何？デジタルとアナログの違いは？」という問いにうまく答えるのは意外と難しいのではないかと思います。おそらく多くの方は「アナログはほんやりしていて、デジタルはカクカクしている」といったような、漠然とした印象しかもっていないのでは？と思います。

● デジタルは難しくない

もしかすると、「電子回路ができる前はアナログ的なものしか存在せず、デジタルは新しい考え方だ」といった印象をおもちの方もいらっしゃるかもしれません。確かに、レコードがCDに置き換わり、黒電話が携帯電話になったように、技術の進歩に伴っているいろいろなものがデジタル化されています。

また、「自然はアナログである」という印象から、

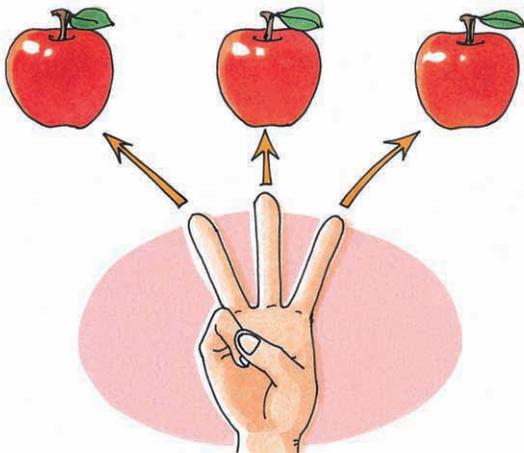


図1-1 りんごの数を表すために指を1本ずつ対応させている(これは1進法の考え方)

「人間の脳はアナログなので、デジタルを理解するのは難しい」という印象をもっていらっしゃるかもしれません。

もしそうだととしても心配は無用です。私はデジタルという考え方は、人間にとってそれほど馴染みの薄いものではないと思っています。皆さんも、日常生活で普通にデジタル的に物事を考えているはずなのです。もし、デジタルに難しい印象をおもちの方は、まずは本章を読んでみてください。それによって、デジタルの世界に少しでも入りやすくなっていただければ幸いです。

「数を数える」とは

● 指を折って数える

「コンピュータは2進数、人間は10進数を使う」とよく言われます。「人間が10進法を使っているのは両手で10本の指をもっているからだ」という話もよく聞きます。なるほど、確かにそうなのかもしれません。

しかし、指を伸ばしたり折ったりして数を数える方法は、実は「1進法」の考え方に近いと言えます。

10進法が記号を10個使って数を表現する方法であるように、1進法とは記号を1種類だけ使って数を表現する方法です。例えば、5という数を表すために石を地面に5個おいて表現する方法などがそうです。指で数える方法も「指が何本伸びているか」で数を表しているのです。1進法であると言えます。

図1-1は、りんごが3個あることを表現するために指を3本だけ伸ばしたようです。直感的でわかりやすく、現代でも誰もが使っている方法です。

● もっと大きな数を扱いたい

先ほどの指を使った数値表現では、両手を使っても10までしか数えることができません。もっと大きな数を表現する方法を、大昔の人はきっといろいろと悩んだに違いありません。

最も簡単なのは「指を増やす」方法です。両手には

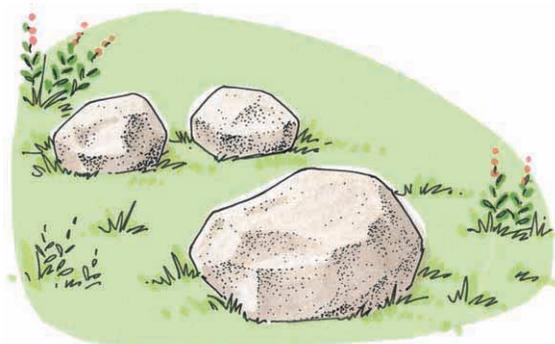


図1-2 大きな石1個と小さな石2個で12を表す

10本しかありませんが、器用な人なら両足も入れることで20まで数えられるようになります。

指を増やすのはこれが限界ですが、棒や石を並べることで、もう少し大きな数まで表現できるようになります。

● まとまりを一つにする

指の代わりに石を使ったとしても、そのうち石の数が足りなくなってしまうかもしれません。仕方がないので、ちょっと大きめの石をもってきて「これを小さな石10個分ということにしよう」というルールにしてみます。

この考えをさらに押し進めて、「大きめの石10個をさらにもっと大きな石一つで表し、またそれが10個集まったら…」というように再帰的にルールを決めます。また、「ある大きさの石は10個以上使わず、10個集まったら必ず次のサイズのもの置き換える」というルールも追加します。このようにすると、各大きさの石をそれぞれ9個ずつ用意しておけば事足り、また、ある数を表現する石の組み合わせが必ず一意になるというメリットも生まれます。

図1-2は、10を表す石1個と1を表す石2個で12を表したようすです。

おわかりのとおり、これが10進法の考え方です。2進法などのように基数が異なるとしても、指を何本単位でひとまとまりととらえるかの違いしかありません。片手をひとまとまりとしていたら、世の中は5進法の世界になっていたかもしれませんね。

● 「位」の考え方

10倍の大きさになるたびに少しずつ石を大きくしていく方法には、石の大きさのバリエーションを何種類も用意しなければいけないデメリットがあります。これは、漢数字で数値を表す場合にも言えます。例えば123を漢数字で表すと「百二十三」となりますが、

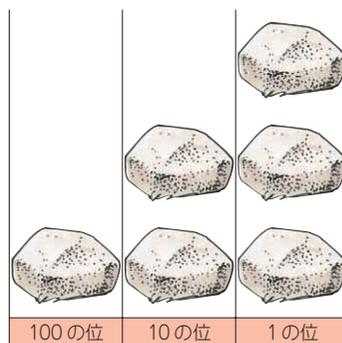


図1-3 100の位に1個、10の位に2個、1の位に3個の石が置いてあるので123を表す

「百」や「十」といった「大きさのバリエーション」、つまり単位の名前を何種類も用意しなければなりません。

このデメリットを克服する方法に「位取りの原理」というものがあります。ご存知のように、数(石)の置かれている「場所」に意味をもたせ、それによって数の大きさを表す方法です。百二十三を「123」と表す方法も同じですね。

図1-3は位取りの原理を使い、すべて同じ大きさの石を使って123を表したようすです。

**両手の指で1023まで
数えることができる!?**

● 両手の指を効率良く使う…6進法なら35まで数えられる

先ほど5進法について述べましたが、ちょっと実験的に指を使って5進法で数を数えてみましょう。

ルールは以下のようにします。すべての指を折り曲げている状態を0とし、1増えるたびに右手の指を伸ばしていきます。そして「右手が5になったら左手を1増やし、右手は0に戻す」ということにします。左手も同様に「5になったら0に戻す」ことにします。

このように数を数えると、5進法で数えていることになるのはおわかりでしょう。

実際にこのルールで数を数えていくと、両手とも4の状態になったときが一番大きな数字を表しています。なぜかと言うと、あと一つ数が増えると両手とも0になって一巡してしまうからです。

ところで、両手とも4の状態というのは10進法の24に相当しますので、実は5進法を使うと両手だけで10よりも大きな数まで数えられるということがわかります。

実は片手で0～5までの6通りの数が表せるので、6進法を使えばさらに効率が良く、両手だけで35まで数えることができます。