

## アナログとデジタルのおはなし

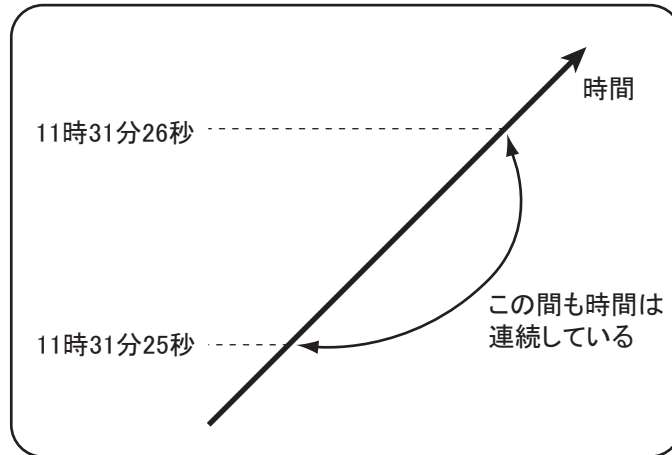
みなさんは「アナログ」と「デジタル」という言葉をよく耳にしたり使ったりしていると思います。では、「アナログ」や「デジタル」とはどのようなものなのでしょう？

辞書で調べると、

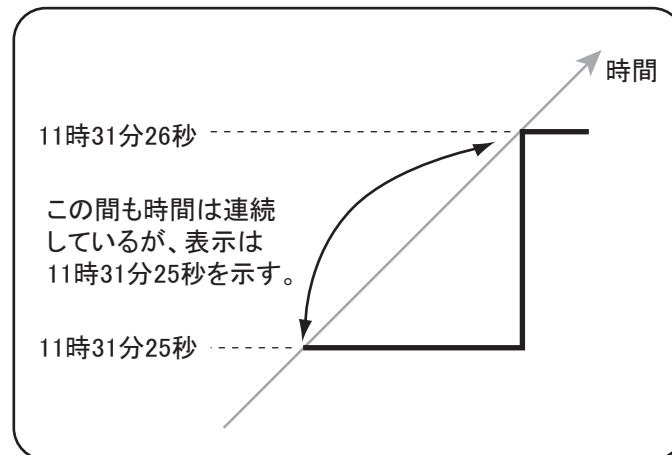
- アナログ……連続的に変化する物理量
- デジタル……連続的な物理量を段階的に区切ってあらわすこと

と、書いてありました。なんだか難しそうですね。では、「時間」を例にお話ししましょう。

時間は連続した物理量です。例えば11時31分25秒の次はいきなり11時31分26秒になるわけではありません。11時31分25秒と11時31分26秒の間の1秒は「時間」がずっと連続しています。



では、時間をデジタル時計のように数字で表示する場合を見てみましょう。11時31分25秒と時計が表示している場合、その時計が示している時間は「11時31分25秒以上11時31分26秒未満」の時間を表しています。時間が11時31分26秒になると、時計の表示は「11時31分26秒」になります。



つまり、「デジタル」とは「アナログ」のある瞬間の値を決められた範囲を表す数値に置き換えることなのです。

前述の時間の例では、「時間というアナログ量で、11時31分25秒と11時31分26秒の間の瞬間の時間を、1秒区切りの範囲で表したものがデジタル時計などの表示なのです。

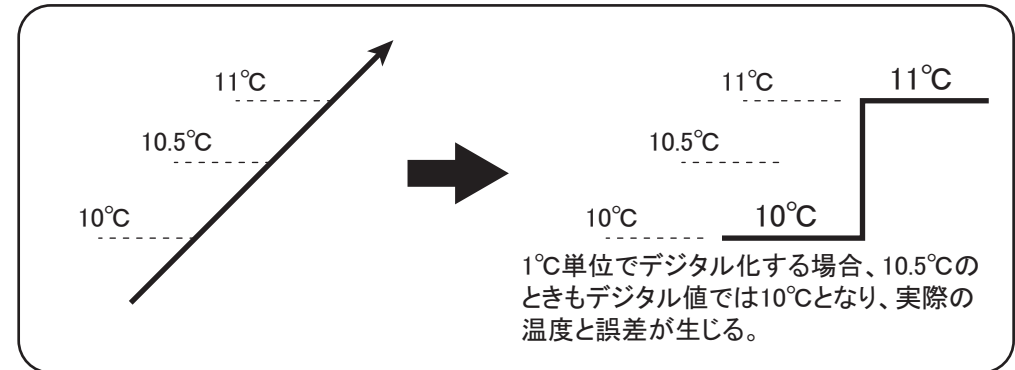
身の回りの物理現象はほとんどが「アナログ量」です。例えば「温度」「明るさ」「音量」などは全て連続した物理量です。

これらの物理量をコンピュータなどで利用出来るようにする場合、コンピュータなどが理解しやすいデジタルに変換する必要があります。この処理を「デジタル化」といい、その処理をする仕組み(装置)をADC(アナログ-デジタル-コンバーター)といいます。

### ●デジタルデータの精度

アナログ量をデジタル化するとき、必ずデジタル化による誤差が生じます。

例えば、温度を1°C単位でデジタル化していく場合、温度が10°Cのときも10.5°Cのときも表示は10°Cで、実際の温度とは最大1°Cの誤差が生じます。



音楽の信号もアナログデータなのですが、パソコンなどに記憶させるためにはデジタル化する必要があります。

デジタル化された音楽データはそのままでは音楽として聞くことができませんので、音楽を聞くときにはデジタルデータをもう一度アナログ量にもどす必要があります。デジタル化されたデータをアナログ量にもどす仕組みや装置のことをDAC(デジタル-アナログ-コンバーター)といいます。USB-DACモジュール(PS-3249)はこのDACの1種なのです。

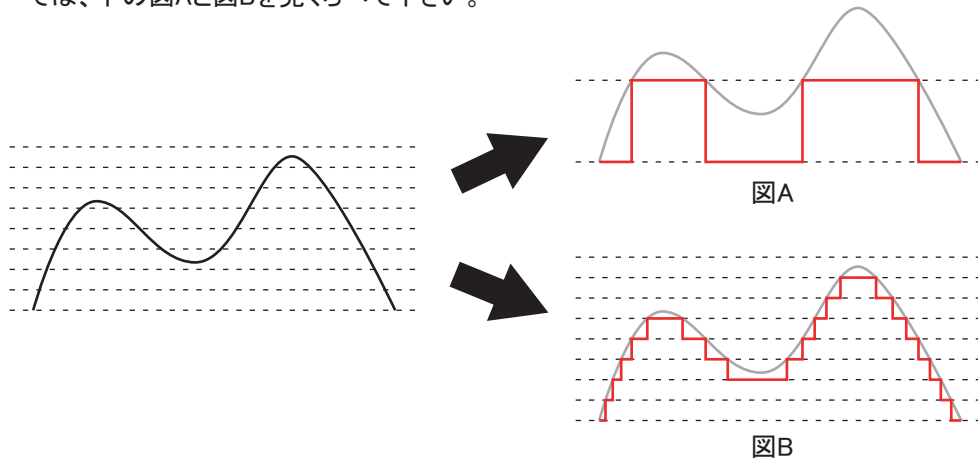
デジタルデータをアナログ量にもどすとき、先ほどの誤差が問題になります。

先ほどの「10°C」のデジタルデータをアナログにもどすとき、元のデータが10°Cなのか10.5°Cなのか10.9°Cなのかわかりません。最初のアナログ量と少し違った値のアナログ量になってしまう場合があるのです。

音楽データの場合、デジタルデータをアナログにもどしたとき、なるべく元のアナログ量と同じになるようにもどさないと、その誤差がノイズとなってしまう、せっかくの音楽が台無しになってしまいます。

では、誤差を少なくするためにはどのようにすればよいのでしょうか？

では、下の図Aと図Bを見くらべて下さい。



図Aはアナログ量を2つに分け、半分未満と半分以上の2つに区切ってデジタル化した場合のもので、

これに対し、図Bはアナログ量を8つに区切ってデジタル化した場合です。明らかに図Bの方が元のアナログ量に近いデータになっています。

このようにデジタル化するときアナログ量を区切る範囲を細かくすればするほど、元のアナログ量に近い誤差の少ないデジタルデータにすることができます。

どのくらい細かく区切っているかをあらわすものに「解像度」や「レゾリューション」、「量子化ビット数」などと呼ばれ、「〇〇bit(ビット)」とあらわします。

例えば、一般的な音楽CDの場合、解像度は16bitです。

これは、アナログ量を $2^{16}$ (2の16乗) $=65,536$ コに区切ってデジタル化したことをあらわしています。

最近はずっとたくさん区切った「ハイレゾリューション」の音源データなどもあり、その解像度は24bit $=16,777,216$ 段階に区切ってデジタル化されたデータなのです。

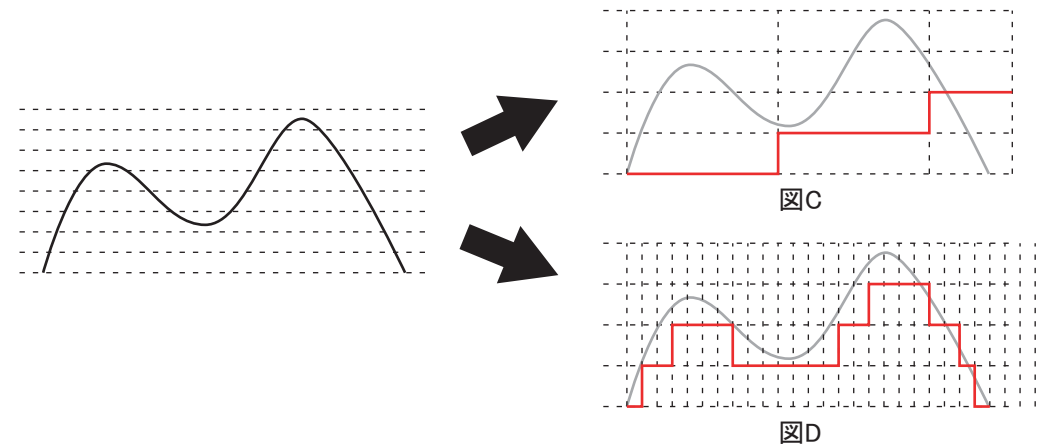
PS-3249はCDとおなじ16bitの解像度データに対応しています。

## ●サンプリング周波数

アナログ量をデジタル化するとき重要なものに「サンプリング周波数」があります。アナログ量は連続した物理量ですから、時間とともに変化していきます。このアナログ量をデジタル化するとき、1秒ごとにデジタル化する場合と0.1秒ごとにデジタル化する場合では、どちらが誤差が少ないでしょう？

例えば、100m走のタイムを計測するとき、使用するストップウォッチが1秒単位でしか計れないものと0.1秒単位で計れるものでは、どちらがより正確にタイムが計れるのかを考えて見ましょう。明らかに0.1秒単位で計れる方が誤差が少なくなりますね。

次の図は横軸が時間の変化で、途中の破線のタイミングでデジタル化した場合の図です。縦軸はいくつかに区切るかの解像度をあらわしますが、比較しやすいようにどちらも2bit(4段階)にしています。



図Cはもとのアナログ量とはぜんぜん違うものになっていますが、図Dは何となく同じような形をしています。このことから、デジタル化するタイミングが短い間隔で多い方が、よりもとのアナログ量に近いデータになることがわかります。

1秒間に何回デジタル化を行うかをあらわしたものが「サンプリング周波数」で、「〇〇kHz(キロヘルツ)」と表示されています。

一般的な音楽CDの場合、サンプリング周波数は44.1kHzで、1秒間に44,100回デジタル化が行われているのです。

最近ではサンプリング周波数もだんだんと高くなってきていて、192kHz(1秒間に192,000回)といったものもあります。

PS-3249ではCDとおなじ44.1kHzのほか、32kHzや48kHzのデータにも対応しています。

## ●解像度、サンプリング周波数と実際の音について

解像度やサンプリング周波数がデジタルデータをアナログにもどしたときの誤差などに影響を与えると書きましたが、実際はどのように影響するのでしょうか？

解像度は、どのくらい細かな音を再生できるかをあらわす「ダイナミックレンジ」に関係します。解像度が高いほど、細かな音の違いやニュアンスなどを再現できます。

サンプリング周波数は「高周波レンジ」という、再生できる音の周波数の幅に関係します。サンプリング周波数が高いほど、再生できる周波数の幅が大きくなります。

一般的な音楽CDの場合、ダイナミックレンジは96dB、高周波レンジは20kHzといわれています。

人間の耳で聞くことのできる音は、ダイナミックレンジが120dB、周波数は数Hz~20kHzといわれています。ダイナミックレンジはCDより大きいのでもう少し解像度が欲しいところですが、サンプリング周波数は人の耳で聞くことのできる音の範囲はカバーしているため十分のように思えます。

しかし実際は、体で感じる振動や本来の楽器から出ている音の中に20kHz以上の成分があり、それらが臨場感などをかもし出しているという意見もあります。

アナログにしるデジタルにしる、音楽やオーディオは奥が深いですね~！