

波の重ね合わせ

音色

●波の重ね合わせ

▶フーリエ級数

楽器はそれぞれ独自の波形を持っています。人間は波形の違いを音色の違いとして聞き分けます。

波形は複数の正弦波(サイン波)や余弦波(コサイン波)を重ね合わせることで合成できます。波形を構成する複数の音の中で最も低い音(周波数の小さい音)を基音といいます。

合成の条件として、基音以外の音が基音の周波数の整数倍の周波数を持っていることが挙げられます。人間の耳は合成してできた音を単一の音として認識し、和音と認識しません。そして、基音は、その音の高さとして認識されます。基音の周波数の整数倍の音を倍音といいます。

▶具体例

例の一つを示します。ギターのエフェクターでディストーションというものがあります。入力された音を方形波(矩形波)に変換し、おとなしい音も強烈でハデな音にします(図1)。この方形波を重ね合わせて合成してみましょう。

方形波は式(1)で示すような重ね合わせで合成できます(合成の詳細は「フーリエ級数」を自分で勉強してください。)

$$f(t) = \frac{4}{\pi} \left(\sin t + \frac{1}{3} \sin 3t + \frac{1}{5} \sin 5t + \frac{1}{7} \sin 7t + \dots \right) = \frac{4}{\pi} \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{2n-1} \sin(2n-1)t \dots (1)$$

式に従って音を重ね合わせて方形波になるか試してみましょう…と、式をよく見ると正弦波を無限に重ね合わせるようですね($n=\infty$)。そのようなことは現実では無理です。しょうがないので、とりあえず1つつ重ね合わせてみましょう。図2の青い線

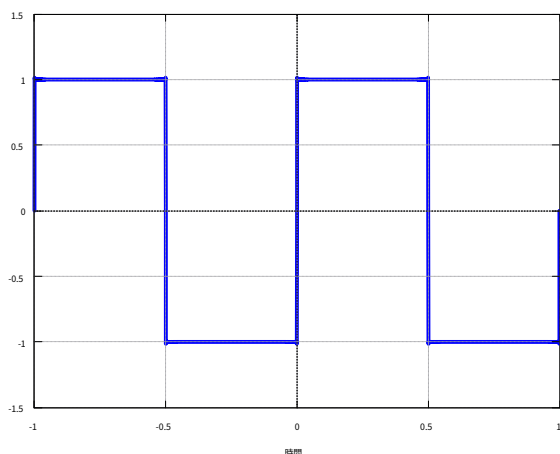


図1: 方形波

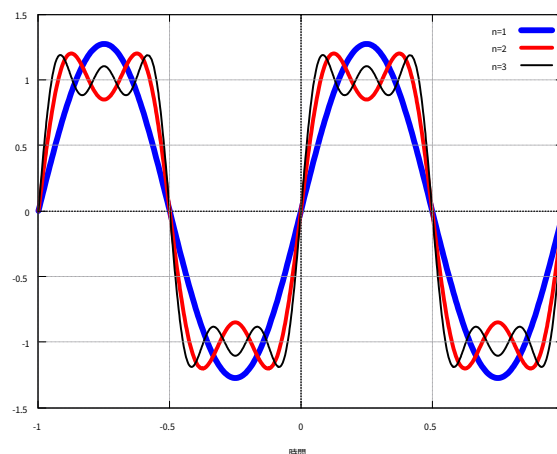


図2: n=1, 2, 3

が $n=1$ 、赤い線が $n=2$ 、黒い線が $n=3$ のときの曲線です(n は重ね合わせ回数を示します。)。図を見るに n が増えるほど方形波に近づいているのがわかります。

さらに n の数を増やしていきましょう。

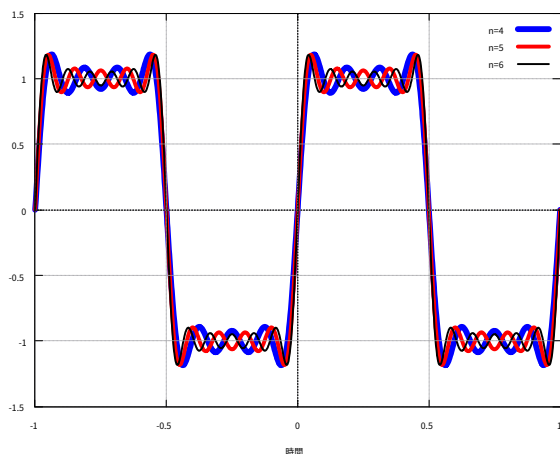


図 3: $n=4, 5, 6$

図 3 の青い線が $n=4$ 、赤い線が $n=5$ 、黒い線が $n=6$ のときの曲線です。方形波に近づいてはいますね。

では、 $n=20$ の場合を見てみましょう。

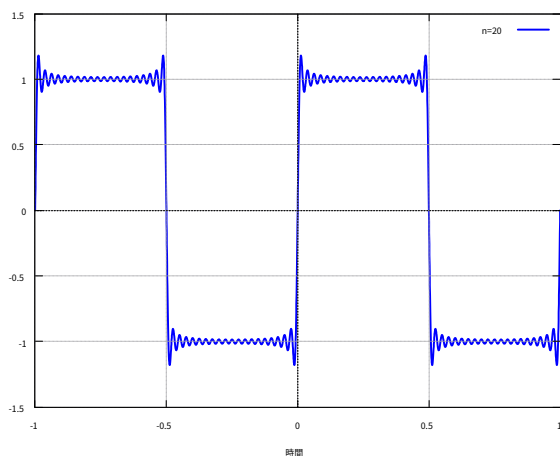


図 4: $n=20$

方形波にかなり近づきました。 n を増やすほど方形波に近づき、最終的に方形波に収束します。

以上のとおり、波の重ね合わせで波形合成が可能なのが視覚的に把握できたのではないのでしょうか。

▶イコライザで音色が変わる理由

イコライザなどで音をいじって音色が変化する理由は、波形を構成している複数の波(倍音)がその音の高さに応じて振幅を変化させられるからです。

例えば 1kHz の音に対し、イコライザで 3kHz の音を強調すると、音がシャープになる感じがします。1kHz の音なのに 3kHz をいじって、音が変わることを不思議に思うかもしれません。1kHz というのは基音の周波数であり、3kHz というのはその音の倍音領域の一部ということになります。その倍音領域を強調することで音色が変わるということです(倍音の大きさが変化することから波形も変化します。)

By 荻窪のおっちゃん

公開日:2023年10月25日

最新更新日:2023年10月25日

[「エフェクターの設計要点」に行く](#)

[「ホーム」に行く](#)