

第2章 増幅のしくみや性能の違いを 従来のアンプと比べてみよう！

キー・テクノロジー 「スイッチング増幅」の実験

鈴木 雅臣
Masaomi Suzuki

スイッチング技術を応用したデジタル・アンプは、リニア・アンプと比べると、**電力の使用効率がとても高い**という大きなメリットがあります。もちろんデメリットもありますが、たいへん魅力的な増幅方式です。本章では、デジタル・アンプを理解する第一歩として、増幅とは何なのかという最も基本的なことから話を始めます。そして、簡単な実験回路を動かしながらデジタル・アンプの動作イメージをつかんで、リニア・アンプと比較した性能面のメリットとデメリットを見ていきます。

「増幅」って何？

電子回路では、入力信号の電力または電圧、電流を大きなレベルにして出力することを「増幅」と呼んでいます。この増幅という動作を行う電子回路が増幅器

(amplifier, 以下アンプ)です。

● 増幅は拡大コピーと同じ

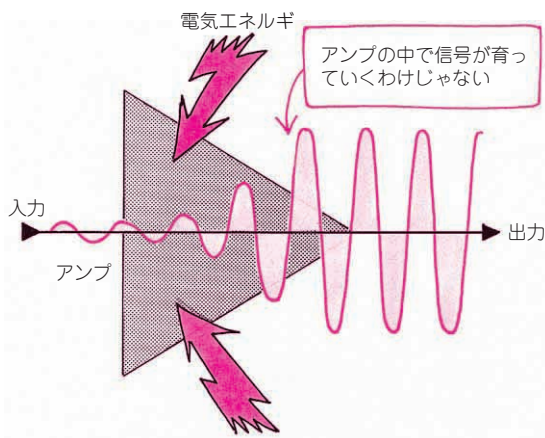
増幅は、図1に示すようにコピー・マシンで拡大コピーを撮るようなイメージです。つまり、入力信号をコピー元として参照し、電源からの電気エネルギーを使って、コピー元と相似の出力を一から作り出すというものです。

このように**増幅は所詮コピーですから、コピー元と完全に相似のプリント・アウトを作ることができません**。図2に示すように細かい部分がほけたり、ゆがみや汚れ、しみなどがプリント・アウトに現れます。これらは、アンプの電気的な性能にたどるなら、周波数特性の劣化、ひずみ特性や雑音特性の悪化に相当します。実際のアンプではこれらの特性劣化が複合的に発生します。

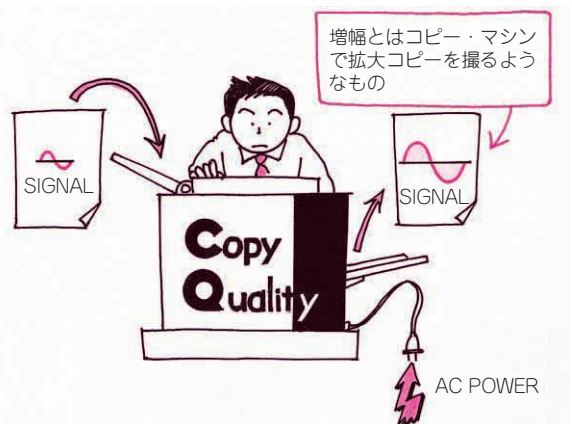
● デジタル・アンプの増幅のイメージ

増幅を行うコピー・マシン、つまりアンプは、従来

〈図1〉正しい増幅のイメージ



(a) 間違ったイメージ

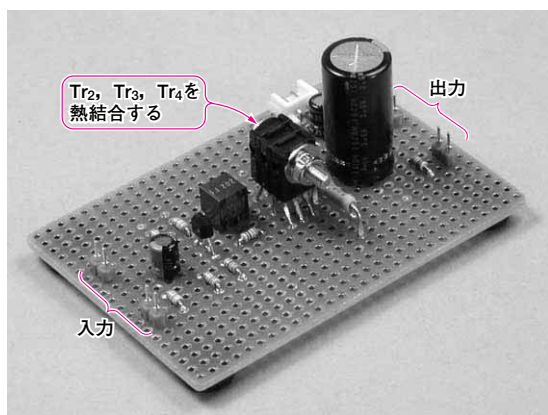
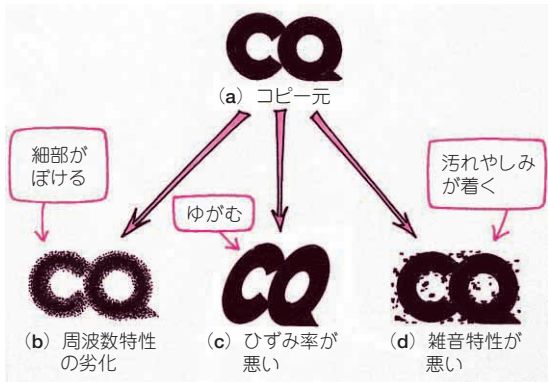


(b) 正しいイメージ

Keywords

増幅, プッシュ・プル・エミッタ・フォロワ, リニア・アンプ, PWM, PDM, 出力フィルタ, スムージング・フィルタ, スイッチング・ノイズ, イメージ・ノイズ, コレクタ出力型, ドレイン出力型, 全高調波ひずみ率, THD, ノイズ・フロア.

〈図2〉信号を増幅すると信号の質が落ちる



〈写真1〉製作したリニア・アンプの実験基板

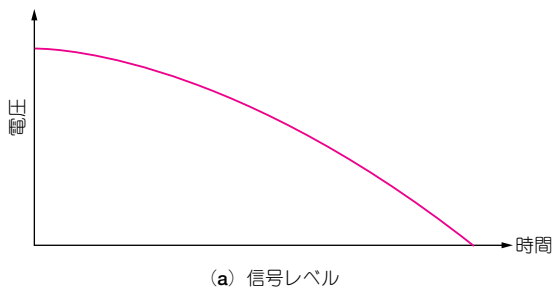
のリニア・アンプとニュー・タイプのデジタル・アンプの2種類に分けて考えることができます。

リニア・アンプは、信号の大きさ(信号振幅)を無限の分解能をもつアナログ信号のまま処理します。一方デジタル・アンプは、信号を2値(3値以上のものもある)のデジタル信号に変換して処理します。

信号の振幅を白から黒への濃淡で表すグレー・スケールにたとえるならば、図3のようなイメージです。リニア・アンプは無限の分解能で濃淡を表現できますが、デジタル・アンプは白と黒の2値しかありませんから、中間の濃度は白と黒の比率で表現することになります。

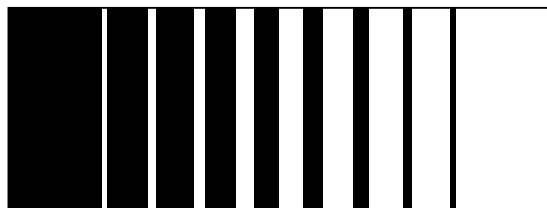
このままでは白と黒の境目がはっきりしているので滑らかに濃淡を表現できませんが、目を細めて図3(b)を見ると境目がはけてだいぶスムーズに見えます。この目を細めるという行為が実際のデジタル・アンプに不可欠な出力フィルタ(不要な高域雑音を除去するLPF)です。このフィルタの働きについては、このあとの実験で確かめます。

〈図3〉デジタル・アンプとリニア・アンプの増幅後の信号のイメージ



無限の分解能で連続的に濃淡を表現できる

(b) リニア・アンプ



白部分と黒部分の割合で濃淡を表現する。中間色はなし

(c) デジタル・アンプ

リニア・アンプを動かしてみよう!

● 実験回路…0.2 W出力のプッシュ・プル・エミッタ・フォロワ

写真1に示すように、リニア・アンプ回路を実際に行って、その動作や特性を実験で見ました。

図4に示すように、実験回路は電圧増幅を行うエミッタ共通増幅回路と低インピーダンス負荷に対する駆動能力の高い(出力インピーダンスの低い)プッシュ・プル・エミッタ・フォロワを組み合わせたものです。

出力電力は8Ω負荷に対して0.2 Wです。この回路の作り方は、稿末の参考文献(1)の第4章を参考にしてください。

● 各部の波形…どのポイントの波形も正弦波

写真2(a)に示すのは、1 kHz、200 mV_{P-P}の正弦波を入力したときの入出力波形です。電圧利得は約5倍で、入出力が逆位相の反転増幅回路です。