

## 第2章

### 【成功のかぎ2】 増幅技術の基礎を身につける 3種類のアンプを使いこなす

アンプはOPアンプと数個の抵抗を組み合わせるだけで簡単に作ることができます。確実な増幅技術を身につけるには、まず基本回路のふるまいを理解することが重要です。

本章ではアンプの三つの基本形について説明します。

#### 2-1 位相は反転するけれど高精度な「反転アンプ」

##### ● 入力信号と出力信号の関係

図2-1に示すように、OPアンプを使ったアンプには次の三つの基本形があります。

- (1) 反転アンプ [図(a)]
- (2) 非反転アンプ [図(b)]
- (3) ボルテージ・フォロウ [図(c)]

ここでは、基本中の基本である反転アンプ(反転増幅回路)を取り上げ、そのふるまいを見ていきます。反転型が理解できれば、非反転型もボルテージ・フォロウも難しくありません。

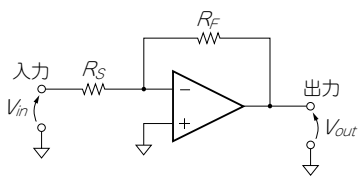
反転アンプは、OPアンプと二つの外付け抵抗で構成できます。

図2-2に示すのは、反転アンプの入力信号と出力信号の関係です。このように、入力信号を増幅すると同時に位相を反転させて出力します。入力と出力で振幅の変化する方向が逆なので「反転型」と呼ばれます。

入出力ゲイン $G$ [倍]は $-R_F/R_S$ と簡単に表すことができます。 $R_F = 2k\Omega$ 、 $R_S = 1k\Omega$ なら、

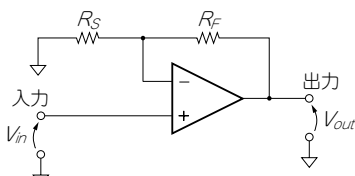
$$G = -\frac{R_F}{R_S} = -\frac{2}{1} = -2 \text{ 倍}$$

となります。出力信号の振幅は入力信号の2倍になり、位相が $180^\circ$  違います。



入力電圧 ( $V_{in}$ ) が  $-\frac{R_F}{R_S}$  倍されて出力される。入力が 1V なら、出力 ( $V_{out}$ ) は  $-\frac{R_F}{R_S}$  [V] になる

(a) 基本回路1…反転アンプ

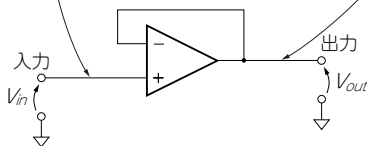


入力電圧 ( $V_{in}$ ) が  $(1 + \frac{R_F}{R_S})$  倍されて出力される。入力が 1V なら、出力 ( $V_{out}$ ) は  $(1 + \frac{R_F}{R_S})$  [V] になる

(b) 基本回路2…非反転アンプ

入力インピーダンスが高い。出力インピーダンスの高い信号源を接続しても信号の電圧が減衰しない

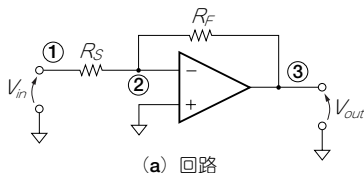
出力インピーダンスが低い。インピーダンスの低い負荷をつないでも信号電圧が減衰しない



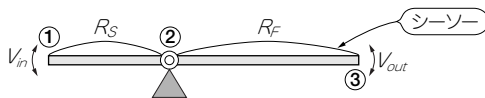
高いインピーダンスで受けて低いインピーダンスで出力する理想的なボルテージ・フォロフは、どんな信号源をつないでも入力電圧 ( $V_{in}$ ) = 出力電圧 ( $V_{out}$ ) になる

(c) 基本回路3…ボルテージ・フォロフ

【図2-1】OPアンプを使った増幅回路の三つの基本形

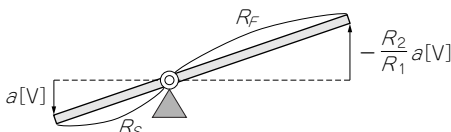


(a) 回路



(b)  $V_{in} = 0V$  のとき

$V_{in} : V_{out} = R_S : R_F$   
 が成り立つ。つまり、  
 $V_{out} = \frac{R_F}{R_S} V_{in}$   
 $V_{in}$  の変化に対して  $V_{out}$  は逆に変化するので、  
 $V_{out} = -\frac{R_F}{R_S} V_{in} \Rightarrow G = \frac{V_{out}}{V_{in}} = -\frac{R_F}{R_S}$



(c)  $V_{in} = a[V]$  のとき ( $a$  は負)

【図2-2<sup>(1)</sup>】反転アンプの入力信号と出力信号の関係

入力信号を増幅すると同時に位相を反転させて出力する

● 二つの外付け抵抗の比でゲインが決まる

前出の式にOPアンプの性能パラメータが一つも登場せず、抵抗比だけで入出力ゲインが決まるのは不思議です。その理由を説明するのが図2-3です。

OPアンプは、+入力端子と-入力端子の間の電圧差を 100 ~ 120dB (10万 ~ 100