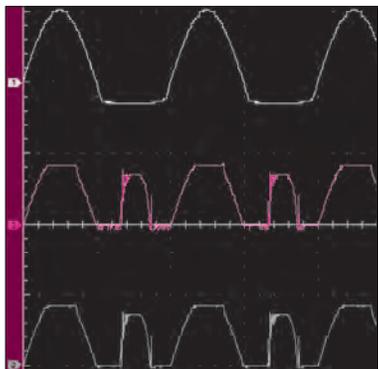


# 重点企画 電子回路の試作&実験テクニック



## 第1章 出力の飽和やオフセット電圧, バイアス電流の影響を探る

# OPアンプによる増幅回路の試作と実験

宮崎 仁 Hitoshi Miyazaki

## 1-1 反転増幅回路の動作実験

反転増幅回路は、OPアンプの基本回路のなかでも代表的な回路です。基本形は、図1のようにOPアンプ1個と抵抗2本で作れます。抵抗 $R_F$ はOPアンプの出力 $V_{out}$ を反転入力 $IN_-$ にフィードバックする働きをもち、**帰還抵抗**と呼ばれます。抵抗 $R_I$ には回路の入力電圧 $V_{in}$ が加えられるので、**入力抵抗**と呼ばれます。

入力電圧 $V_{in}$ を $K$ 倍に増幅して $V_{out} = K \times V_{in}$ を出します。増幅率 $K$ が負であることが特徴であり、 $V_{in}$ が正なら $V_{out}$ は負、 $V_{in}$ が負なら $V_{out}$ は正になります。また、 $V_{in}$ として0を中心に正負に振れる正弦波を入力すれば、 $V_{out}$ は正負が逆の正弦波になります。このように、入力と出力の符号が反転し、位相も反転することから、反転増幅回路と呼ばれます(図2)。

### 反転増幅回路

#### ● 増幅率

増幅率 $K$ は、入力抵抗 $R_I$ と帰還抵抗 $R_F$ の比で決まり、

$$K = -\frac{R_F}{R_I}$$

となります。増幅の目的で使うなら $R_F > R_I$ としますが、 $R_F = R_I$ とすれば増幅なしの反転バッファになり、

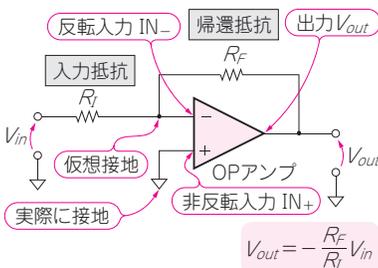


図1 反転増幅回路の基本形

$R_F < R_I$ とすれば反転減衰回路になります。ただし、一般には全部まとめて反転増幅回路と呼びます。

図3に実験回路、図4に-10倍、-1倍、-0.1倍のときの動作波形を示します。OPアンプはTL071、電源電圧は±15Vです。

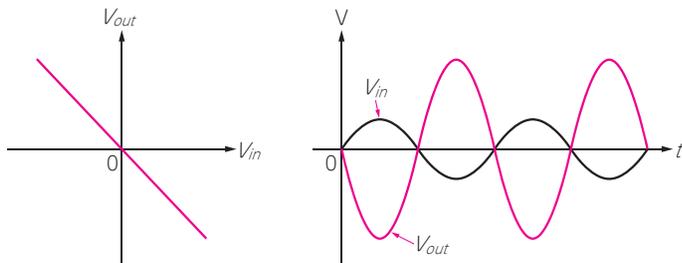
#### ● 反転増幅の原理

理想OPアンプは、 $IN_+$ と $IN_-$ の2つの入力電圧の差をゲイン無限大( $\infty$ )で増幅し、出力 $V_{out}$ は、

$$V_{out} = \infty \times (IN_+ - IN_-) \dots\dots\dots (1-1)$$

となります。 $IN_+$ と $IN_-$ にどんな値を入力したとしても、わずかでも $IN_+$ のほうが大きければ $V_{out} = +\infty$ 、 $IN_-$ のほうが大きければ $V_{out} = -\infty$ になり、 $V_{out}$ は発散してしまいます。しかし、 $V_{out}$ を反転入力 $IN_-$ にフィードバックすることにより、

- $IN_+ > IN_-$ のとき、 $V_{out} = IN_-$ は $+\infty$ に向かって上昇するが、 $IN_+$ と一致すると上昇が止まる
  - $IN_+ < IN_-$ のとき、 $V_{out} = IN_-$ は $-\infty$ に向かって下降するが、 $IN_+$ と一致すると下降が止まる
- という働きによって、OPアンプはつねに $IN_+ = IN_-$ の状態を維持します。



(a)  $V_{in}$ と $V_{out}$ の符号が反転

(b)  $V_{in}$ と $V_{out}$ の位相が反転

図2 反転の意味