

第3章 マイナス電源も使わない デジタルに対応

プラス電源だけで OP アンプを動かす

宮崎 仁
Hitoshi Miyazaki

本章では、OPアンプを単電源で使用する実験を行います。付録基板は、**正負電源と単電源のどちらにも簡単に使えます**。第1章では $\pm 1.5\text{V}$ の正負電源で使いましたが、この章では 3V の単電源で使ってみましょう。

付録基板に搭載している2個のOPアンプ(新日本無線のNJM2732, NJU7043)は、どちらも主に単電源で使うことを前提として作られています。現実の電子回路では、デジタル・システムでは 5V や 3V などの単電源が主に使われています。OPアンプなどのアナログ回路も、デジタル・システムに組み込まれて使われることが多くなり、手軽に単電源で使えるOPアンプ製品の人気が高いのです。

この章の実験を行うには、直流電圧計(テスタ、DMM、普通のおシロスコープなど)があればやりやすいと思います。パソコンのオーディオ出力を利用したソフト・ジェネレータ、オーディオ入力を利用したソフト・オシロスコープは、原理的に交流専用なので、正電圧に限定した使い方をするには不向きです。

0-1 単電源化のコモンセンス

一般に「**単電源用OPアンプ**」と呼ばれるOPアンプは、別に単電源専用というわけではなく、正負電源でも単電源でも同じように使えます。また、単電源でないOPアンプでも、ちょっと回路に手を加えれば単電源で動作させられます。では、手軽な単電源動作の入門から実用的な使いこなしのマスタまでを狙っています。

● OPアンプは単電源でも両電源でも本来の動作をする

正負電源と単電源は何が違うのかというと、実際には電源電圧の違いというよりも、信号電圧範囲の違いです。どんなOPアンプにも正電源($+V_{CC}$)と負電源($-V_{CC}$)の2本の電源ピンがあります。単電源用OPアンプもしかりです。正負電源か単電源かは、OPアンプ側では区別できません。 $+V_{CC}$ と $-V_{CC}$ の電圧差が定格を満たしてさえいれば、ちゃんと動作します。例えば 3V 動作のOPアンプなら、 3V 単電源($+V_{CC}=3\text{V}/-V_{CC}=0\text{V}$)でも $\pm 1.5\text{V}$ 電源($+V_{CC}=1.5\text{V}/-V_{CC}=-1.5\text{V}$)でも -3V 単電源($+V_{CC}=0\text{V}/-V_{CC}=-3\text{V}$)でも、OPアンプは動作します(図1)。

● プラス電源だけで動くOPアンプが増幅できるのは入力信号の正の部分だけ

正負電源と単電源の違いは、正負電源では電源電圧の中間にGNDが位置するのに対して、単電源では電源電圧の端にGNDが位置することです。そのため、正負電源の場合は正負の信号電圧を扱えるのに対して、**単電源では信号電圧が正だけ(または負だけ)となります**(図2)。

● プラス単電源増幅のコモンセンス

① GNDレベルぎりぎりの入力信号を増幅したいときは単電源専用OPアンプを使う

1-1節では、この方法について解説します。非反転増幅回路のように、入力が正なら出力も正、入力が負なら出力も負という回路なら、信号電圧が正だけ(または負だけ)の範囲で使えます。したがって、そのまま単電源動作が可能です。電圧フォロワや非反転加算

Keywords

正負電源, 単電源, 疑似GND, 電源, パソコン, レール・ツー・レール

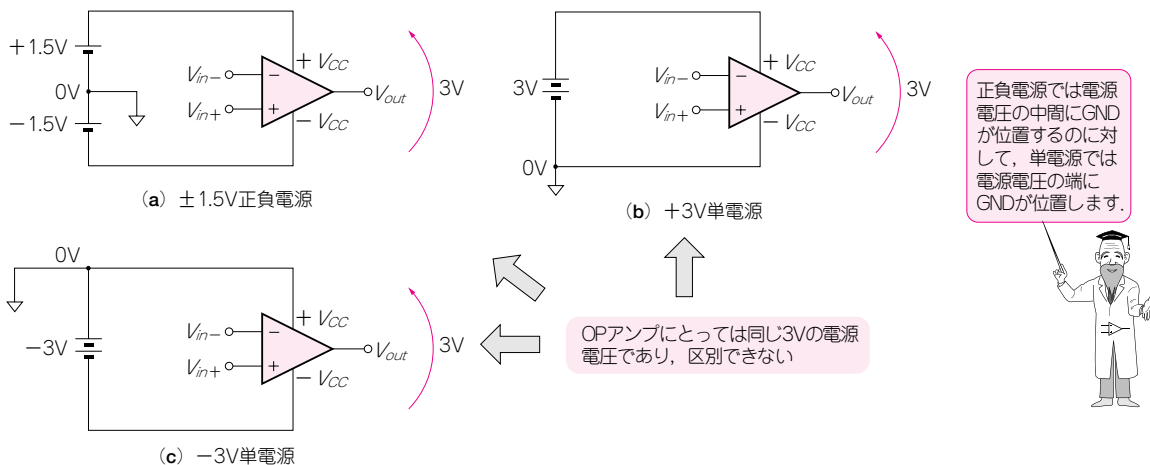
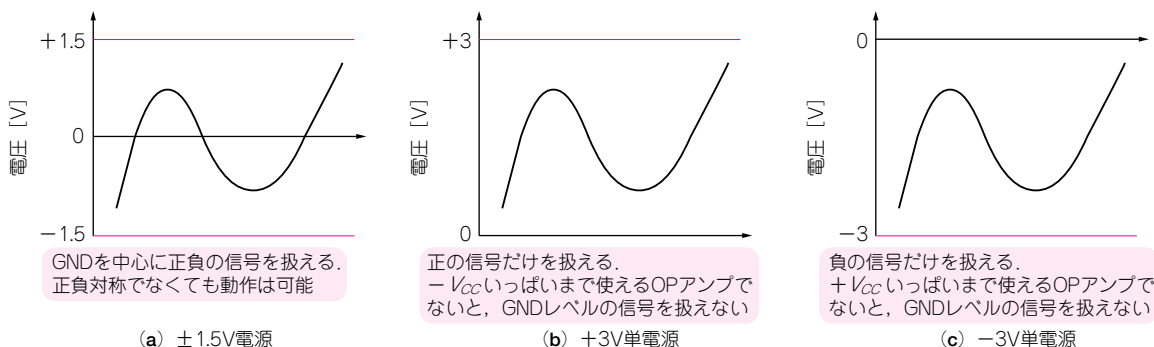


図1 OPアンプが動作可能な電源電圧



GNDを中心に正負の信号を扱える。
正負対称でなくても動作は可能

正の信号だけを扱える。
 $-V_{CC}$ いっぱいまで使えるOPアンプでないと、GNDレベルの信号を扱えない

負の信号だけを扱える。
 $+V_{CC}$ いっぱいまで使えるOPアンプでないと、GNDレベルの信号を扱えない

$-V_{CC}$ いっぱいまで扱えるOPアンプを「単電源用OPアンプ」と呼ぶ(負の単電源用はあまり使わないので、負の単電源用は作られていない)
 $-V_{CC}$ いっぱいから $+V_{CC}$ いっぱいまで扱えるOPアンプもある「入出力レール・ツー・レール」または「入出力フル・スイング」と呼ぶ

正負電源の場合は正負の信号電圧を扱えるのに対して、単電源では信号電圧が正だけ、または負だけとなります。

図2 正負電源と単電源の違い

回路も同様です。ただし、この使い方GND付近の電圧を扱うためには、単電源動作用に作られたOPアンプが必要です。

② 反転増幅回路は動作の基準電位を正側にシフトしなければ使えない

反転増幅回路のように、入力が正なら出力は負、入力が負なら出力は正という回路は、正負の信号電圧を同時に扱う必要があります。そのままでは、基本的に単電源動作はできません。これを単電源で使うには、信号全体を正側にシフトして、正の範囲だけで信号を扱うようにします(図3)。これには、次の二つの方法があります。

③ 入力信号と増幅回路の基準電位を正側にシフトすればどんなOPアンプでも使える

オーディオ回路のように、扱う信号が交流だけなら

比較的簡単です。0Vを中心に振れる交流信号に適切なバイアス電圧(電源電圧の中間に選ぶのが一般的)を加えれば、バイアス電圧を中心に振れる交流信号になるので、信号を正の範囲に収めることができます。2-1節、2-2節では、この方法について解説します。

単電源用OPアンプは必要なく、どんなOPアンプでも同じように使えます。

直流信号を正側にシフトするには、GND(0V)の代わりに正電位のGND(疑似GNDと呼ぶ)が必要です。3-3節で、この方法について解説します。

0-2 実験の準備

- 2個の電池を直列接続して3V単電源を作る
図4のように、2個の電池を直列に接続して3V電