

第3章 ゲイン1倍の増幅回路のなぜ？

バッファとして重宝する ボルテージ・フォロウの設計

エンジニア Engineer

OPアンプを使った基本回路の3つ目はボルテージ・フォロウです。ボルテージ・フォロウは、入力電圧をそのまま出力する回路です。非反転増幅回路のゲインが1倍になったものとして捉えることができるため、ユニティ・ゲイン・バッファとも呼ばれます。

ボルテージ・フォロウの理論

ボルテージ・フォロウは、回路中に抵抗は存在せず、図1に示すようにOPアンプ単体で構成されます。ボルテージ・フォロウの特徴的な点は、OPアンプの出力端子が反転入力端子に直接接続されていることです。これによって入力電圧に追従するように出力電圧が変化する、つまり入力信号をそのまま出力します。

このボルテージ・フォロウは、一見すると何のために必要な回路かわかりづらいですが、OPアンプを介することによって、入力インピーダンスを高くし、出力インピーダンスを低くできるため、バッファとしてさまざまな回路で重要な役割を果たします。

● 動作イメージ

ボルテージ・フォロウの動作は、反転増幅回路や非反転増幅回路と比較すると非常に単純です。

▶ 入力端子

ボルテージ・フォロウの回路を見てみると、信号源が非反転入力端子に直接接続されています。この接続状態は非反転増幅回路と同じです。つまり、入力信号に対して出力信号は極性が変化しません。

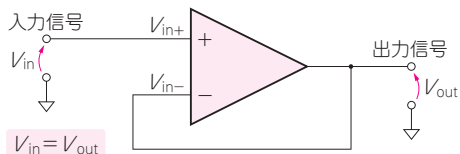


図1 ボルテージ・フォロウの構成
ボルテージ・フォロウは抵抗などの周辺部品は存在せず、OPアンプ単体で構成される

▶ バーチャル・ショート

OPアンプの動作で重要となるバーチャル・ショート的作用によって、ボルテージ・フォロウでも同じように非反転入力端子に入力された信号と同じ電位が反転入力端子にもかかります(図2)。そしてボルテージ・フォロウにおいては、出力端子が反転入力端子と短絡しているため、非反転入力端子に入力された信号がそのまま出力信号として出力されます。

▶ ボルテージ・フォロウの由来

このような動作は、入力信号に追従するように出力信号が変化するというように捉えることもできます。このことからボルテージ・フォロウ(voltage follower；電圧追従回路)と呼ばれています。

● 動作理論

ボルテージ・フォロウの動作を数式から見ていきます。

▶ ボルテージ・フォロウにおける抵抗

ボルテージ・フォロウ回路には抵抗は存在しません。非反転増幅回路の派生形として捉えることで、図3に示すような仮想の抵抗を配置できます。このとき、接地抵抗 $R_S = \infty \Omega$ 、帰還抵抗 $R_F = 0 \Omega$ となります。この値をもとにして、非反転増幅回路のゲイン G を計算します。

$$G = \frac{V_{out}}{V_{in}} = \frac{1}{\beta} \left(1 - \frac{1}{A_0 \beta} \right)$$

$A_0 \gg 1$ とすると、次のように簡単になります。

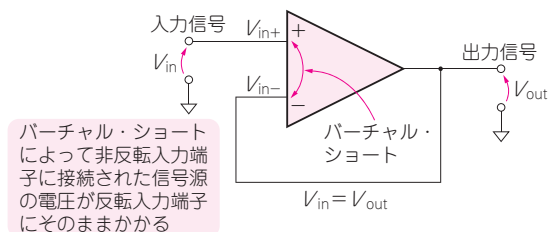


図2 ボルテージ・フォロウにおけるバーチャル・ショート的作用