



## 第4章 狙った周波数特性を実現する OPアンプを選ぶための知識

# アンプの周波数帯域を伸ばす

★実験に必要な測定器：デジタル・マルチ・メータ  
(～1MHzまで測定可能なもの)、低周波発振器(～1MHzまで出力可能なもの)  
★あると便利な測定器：ネットワーク・アナライザ

川田 章弘  
Akihiro Kawata

### ● OPアンプを変更して周波数特性を伸ばす

第3章のマイク・アンプ回路では、+200倍アンプにC<sub>7</sub>のコンデンサをつけて帯域を制限していました。本章では、このコンデンサを取り除いてマイク・アンプの周波数特性を伸ばしてみましょう。

C<sub>7</sub>のない状態では、OPアンプをTLV272からOPA2350に変更するだけで、周波数帯域を10倍程度伸ばすことができます。なぜそうなるのかについても実験しながら確認していきましょう。

### アンプはゲインを変えると 周波数特性が変化する

この特集で使っているOPアンプは、三つとも電圧帰還型と呼ばれるタイプで、増幅回路の上限周波数が、二つの値で決まります。一つはGBWというOPアンプに固有の値で、もう一つは帰還量βと呼ばれるOPアンプ周辺回路(帰還回路)で決まる値です。

### ● GBWとは

OPアンプの帰還をかけていないときのゲイン(オープン・ループ・ゲイン)は周波数が高くなるのにしたがって-6dB/oct.で減衰しますが、そこで測定したオープン・ループ・ゲインと周波数の積のことで、したがってGBWは、GB積と呼ばれることもあります。この値はOPアンプによって決まっている定数です。この-6dB/oct.で減衰しているところでは、図4-1(a)に示したように、①のポイントでも、②のポイントでも、③のポイントでも、同じGBWになります。

なお、/oct.とは、「周波数が2倍になるごとに…」という意味で、また/dec.とは「周波数が10倍になるごとに…」という意味です。ちなみに、-6dB/oct.は、-20dB/dec.と同じ傾きです。

### ● GBW=ユニティ・ゲイン周波数ではない

GBWとときどき混同されるパラメータに、ユニテ

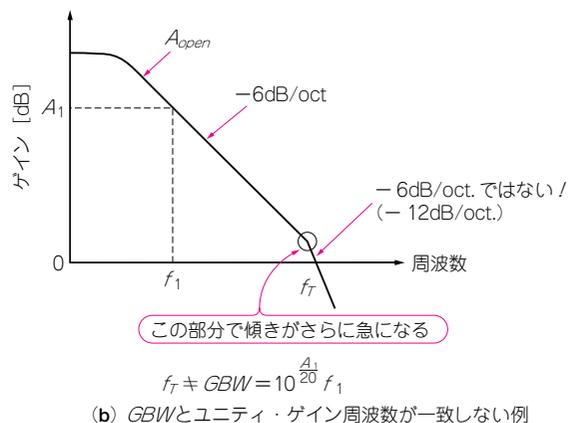
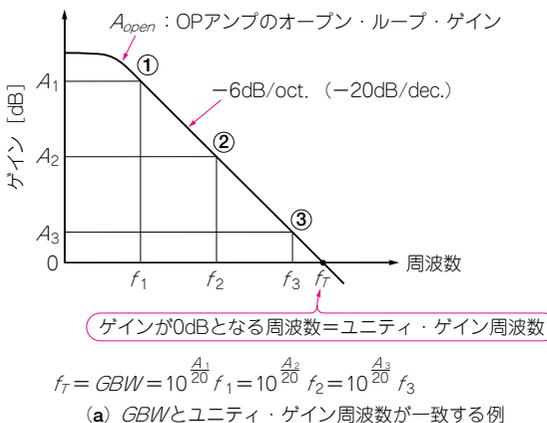


図4-1 GBWとユニティ・ゲインは異なる概念なので値が一致するとは限らない

## Keywords

OPアンプ、周波数特性、GBW、GB積、帰還量、β、ユニティ・ゲイン周波数、TLV272、OPA2350、ノイズ・ゲイン、ボルテージ・フォロワ、スルー・レート、容量性負荷

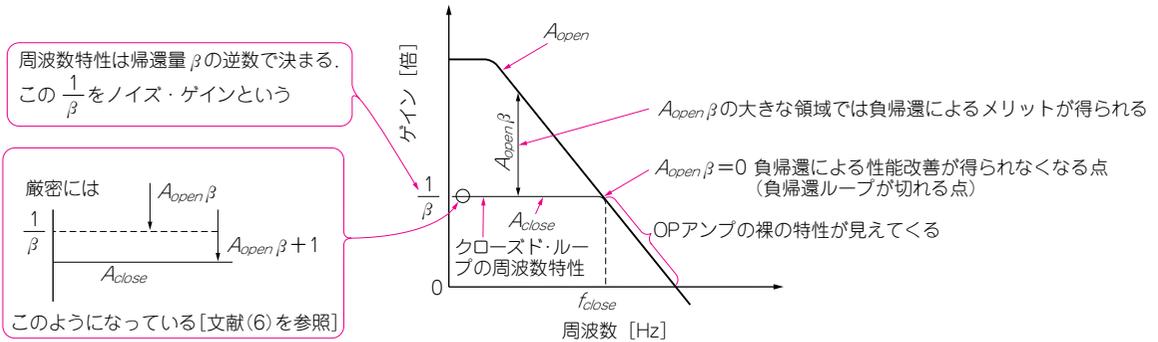


図4-2 GBWと帰還量  $\beta$  の関係

イ・ゲイン周波数と呼ばれる値があります。ユニティ・ゲイン周波数とは、OPアンプのゲインが0 dBになる周波数のことです。もし、ゲインが0 dBになるまで -6 dB/oct.の減衰傾度を維持するなら、ユニティ・ゲイン周波数とGBWは一致します。

しかし、実際のOPアンプでは、図4-2のように高域の減衰傾度が -6 dB/oct.よりも急峻になっているものもあるため、ユニティ・ゲイン周波数とGBWが一致しないこともあります。

### ● 帰還量 $\beta$ と周波数帯域の関係

OPアンプに負帰還をかけて動作させているときの帰還量は、図4-2の  $\beta$  で表すことができます。また、このときの上限周波数は  $f_{close}$  です。

帰還量  $\beta$  とGBW  $P_{GBW}$  との関係は、次のようになります。

$$P_{GBW} = \frac{f_{close}}{\beta} \dots\dots\dots (4-1)$$

この式を変形すると、

$$f_{close} = P_{GBW} \beta \dots\dots\dots (4-2)$$

となります。

式(4-2)からわかるように、帰還量  $\beta$  が増えると、 $f_{close}$  は大きくなり、逆に帰還量が減ると  $f_{close}$  は小さ

くなります。負帰還増幅回路では、 $\beta \leq 1$  ですので、 $f_{close}$  はGBW以下になります。

### ● GBWによる周波数特性の違いを実験で確認

付録の実験用プリント基板を使って、OPアンプをTLV272からOPA2350に変更し、ゲインの周波数特性を比較してみます。

第3章の最後では、OPアンプをOPA2350に変更しました。この+10倍アンプの周波数特性と、第2章で実験したTLV272の+10倍アンプの周波数特性を比較してみます。実験回路を図4-3に示しました。図4-4に実験結果を示します。

図4-4からわかるように、OPA2350を使用した+10倍アンプの-3 dBカットオフ周波数は約5.4 MHzですから、TLV272を使用したときのカットオフ周波数(約350 kHz)のおよそ15倍です。

### ● +10倍アンプのゲインを+1倍にしてみる

OPアンプのGBWが高域の周波数特性を決める要

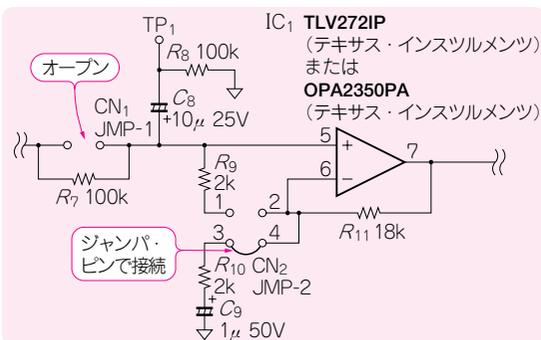


図4-3 TLV272とOPA2350の周波数特性を比較するための実験回路

付録の実験用プリント基板で製作する

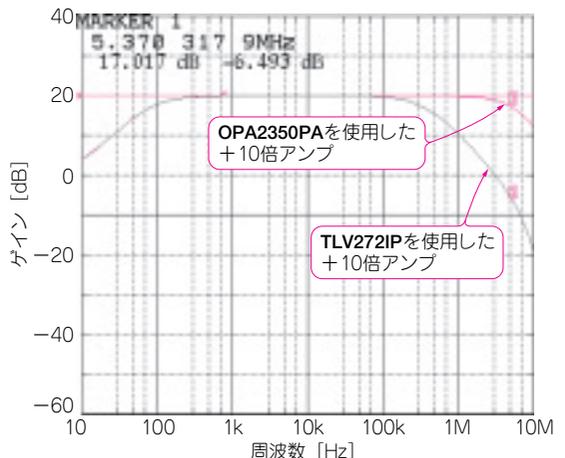


図4-4 GBWの大きいOPアンプのほうが高域まで周波数特性が伸びる

付録の実験用プリント基板で実測