

第4章

増幅回路の周波数特性

この章では、基本的な RC 回路を例にフィルタの原理を復習してから、増幅回路の周波数特性を決める要素を分離して説明し、最後にそれらを統合して増幅回路全体としての周波数特性が理解できるようにします。

デジタルが全盛の時代になっても、自然界ではアナログ信号の情報が満ちあふれています。昔、スイスのツェルマツトから山岳鉄道に乗って標高 3,000 m 以上の高原に出かけたことがあります。足元に広がる長大な氷河に感動しながら、さわやかな風に誘われて高原を降りていくと、その途中の小さな池に白いマッターホルンの山容が映っていました。しかし、こんな美しい山岳の景色もデジタル・データに変換してしまえば、'1' と '0' の無味乾燥な数字の羅列になってしまいます。自然界のいろいろなアナログ情報は、人の心の中にまで入り込んで感動を生みますが、デジタル信号だと味気のないものになってしまいます。みなさんもコンサート会場で聴いたピアノの繊細な音楽に感動し、もう一度その音楽を聴いてみたい気持ちになったことがあるでしょう。そんなときには CD を購入してオーディオ・アンプで再生することになります。CD に詰め込まれている無味乾燥なデジタル・データでもアナログ信号に戻せば人の心に入り込む信号となるのです。

オーディオ・アンプには CD のデジタル信号をアナログ信号に変換する D-A コンバータのほかに、スピーカを駆動する増幅回路が入っています。でもオーディオ・アンプだけが増幅器ではありません。最近の携帯電話には GHz の周波数領域で信号を増幅するパワー・アンプや低ノイズ増幅回路(LNA; low noise amplifier)が使われています。このような高周波で使用する増幅器と可聴周波数領域で使用する増幅器(オーディオ・アンプ)とは何が違うのでしょうか。単に

取り扱う信号の強弱の問題ではないようです．同じ名称の増幅器でもオーディオ帯域の増幅器を高周波信号の増幅に使うことはできません．

この章では電圧利得の周波数依存性に隠されたなぞを探る旅に出かけます．

4.1 フィルタ特性を理解する

どのような繰り返し波形の信号も，フーリエ変換してしまえば多数の正弦波の合成として表せます．このことが理解できれば，任意の入力信号の応答特性は個別の正弦波の応答から推測することができます．つまり増幅回路の周波数特性があらかじめわかっていると，どんな入力信号が入ってもその信号がどのように増幅されて出力されるかがわかります．この意味で，増幅回路の周波数特性を知ることがとても重要なことなのです．

増幅回路の周波数特性について話を進める前に準備をしましょう．抵抗とキャパシタを図4-1のように接続し，その入出力特性を調べてみます．すると低周波の信号はほとんど減衰せずに出力されますが，高周波の信号は減衰します．

このことは，電気回路の簡単な計算から求めることができます．入力信号を v_{in} ，出力信号を v_{out} とすれば，その間には次の関係式が成り立ちます．

$$H(j) \frac{v_{out}}{v_{in}} = \frac{1}{1+jRC} = \frac{1}{1+j\frac{1}{p}} \quad (4.1)$$

式(4.1)は，図4-1の回路の周波数応答特性で， $p = 1/RC$ は出力端子にある時定数 RC の逆数です．このように，電子回路の周波数応答特性は各節点に存在する時定数で決まります．

横軸に対数表示の周波数，縦軸に dB(デシベル)で表したボード線図で表現す

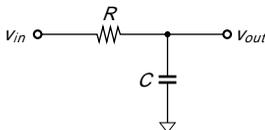


図4-1 RC回路

抵抗 R とキャパシタ C で構成されたローパス・フィルタ回路