

# 増幅回路からフィルタまで… 電気回路のモデル設計

新井 正敏

## 本章のキー・アイテム… モデル化ツール「Simscape」

### ● 機械部品や電気部品が最初から使える

今までMATLAB/Simulinkを使って基本的な公式や自然現象をモデル化してきました。

MATLAB/Simulinkは、基本的な部品を組み合わせることで、エンジニアリングとしてさまざまなモデルを構築できます。一方、MATLAB/Simulinkを使うには、物理現象を抽象化し、微分方程式や公式からのモデル化が必要です。

機械部品や電気部品など、ある程度の機能をまとめた部品があれば、利便性だけでなくモデルとしての信頼性が向上します。Simscapeは、さまざまな部品を有するモデル化ツールの1つです。一般的には、複雑で大規模になる物理モデルの設計にSimscapeを使い、制御や入力モデルの設計にMATLAB/Simulinkを使います。

本章から、電気部品のモデル化にSimscapeを使います。また、モデルを確認するために、MATLAB/Simulinkで三角関数の入力モデルと接続します。ここでは、MATLAB/SimulinkとSimscapeの連携とともに、三角関数の有効性を感じてもらえれば幸いです。

### ● 回路シミュレータとの違い

電子回路のシミュレーションではSPICE (Simulation Program with Integrated Circuit Emphasis) が広く用いられています。筆者は「SPICEがあればSimscapeは不要ではないか」という意見をよく耳にします。確かにPC上でシミュレーションを行うだけであれば、その通りだと思います。しかし、SPICEには自動コード生成機能がないので、SILS構築が困難です。また、MATLAB/Simulinkと連携させて制御を行うことも困難でしょう。

## 4.1 OPアンプのモデル化

### ● OPアンプとは…電気信号を増幅する部品

基本的な電子部品の1つにOPアンプ (Operational Amplifier) があります。OPアンプは、微小な電気信号を増幅する素子です。OPアンプの回路図記号を図1に示します。

#### ▶ SimulinkのGain部品との違い

形はMATLAB/SimulinkのGain部品に似ています。Gain部品も信号を倍増させるものでした。Gain部品は1つの信号を倍増させるのに対し、OPアンプはプラス入力 ( $V_1$ ) とマイナス入力 ( $V_2$ ) の差 (差動入力と呼ぶ) を増幅する、という違いがあります。

最大の違いで重要な点は、OPアンプは出力を入力に戻すフィードバック構造を利用するという点です。フィードバックは機械制御などさまざまな機構で使われる重要な概念です。本章では、シンプルなOP

アンプを使ってフィードバックを体感します。

#### ▶ 入力と出力の関係

増幅する大きさ (増幅率) を  $A$  とし、出力を  $V_0$  とすると、次式の通りになります。

$$V_0 = A \times (V_1 - V_2) \dots\dots\dots(4.1)$$

増幅率  $A$  は、一般的に1000 ~ 100万倍という巨大な倍率になります。このため、デシベル表記では60 ~ 120 [dB] となります (dBへの変換方法は4.3節で説明する)。

#### ▶ さまざまな電気回路に使われている

OPアンプは、第5章で解説する降圧/昇圧回路をはじめ、さまざまな電気回路で役立ちます。

降圧とは、電圧を下げることです。例えばノートPCの電池 (あるいはACアダプタ) が直流12 [V] だったとします。ノートPC用のCPUは3.3 [V] など、12