

第4章

数学的な表現方法を使って物理的な意味を理解しよう アナログ・フィルタの 特性解析に便利なツール

アナログ・フィルタの特性を解析する際に、ぜひとも知っておいてもらいたい数学的な表現方法について、Scilabや電子回路シミュレータを動かしながら解説する。とくに、アナログ・フィルタの伝達関数や周波数特性の数式表現の背後にある物理的な意味をわかりやすい言葉で説明してあるので、活用できるようにしてほしい。同時に、アナログ信号処理の本質に関わる重要な内容が多数含まれている。じっくりと読み進めていってほしい。なお、前章までと同様に、フィルタ解析ツール用プログラム・ファイル FspLib.scelは必ず実行することを忘れないこと(ほかの章でも必要な処理.p.209参照)。

4.1 特性解析の基本は複素数のフェーザ表示(極座標)

一般的なフィルタは、入力と出力を1個ずつ有し、入出力関係を表す特性パラメータとして伝達関数、周波数スペクトル、ゲイン(振幅)特性、位相(フェーズ)特性、極と零点、インパルス応答がよく登場します。そこで、各特性パラメータの物理的な意味や相互関係にフォーカスして、フィルタを論じていくのに必要となる数式による表現を紹介しておきましょう。

交流信号に対するフィルタのふるまいは、振幅、位相、周波数といった多次元(複素)のパラメータ相互の関連を考慮しなければなりません。このようなパラメータを取り扱うために、通常は2次元量(2次元ベクトル、複素数)で考えます(図4.1)。

2次元量の複素数は、虚数単位 $j (= \sqrt{-1})$ を用いて、

$$w = a + jb \quad \dots\dots\dots (4.1)$$

； a は実部(実数部)、 b は虚部(虚数部)

と複素表示され、直角座標による表現と呼ばれます。

まずは、Scilabでの複素数の取り扱い方を例題で示しながら身に付けてもらうことにします。

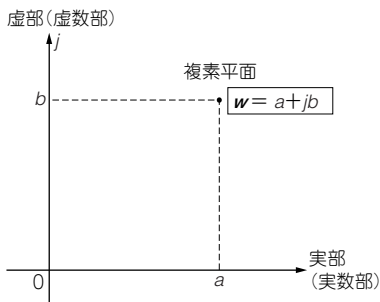


図 4.1 2次元量の表現(複素表示, 直角座標)

例題 4.1

次の複素数を入力し、計算結果を示しなさい。

- ① $j6$ ② $3+j4$ ③ $2-j$
 ④ $(3+j4) \times (2-j)$ ⑤ $\frac{3+j4}{2-j}$

解答 4.1

Scilab では虚数単位 $j = \sqrt{-1}$ を、%i と記述します (p.15 参照).

実行例 4.1

```

-->a = %i*6 .....①
a =
    6.i
-->b = 3 + %i*4 .....②
b =
    3. + 4.i
-->c = 2 -%i .....③
c =
    2. - i
-->b*c .....④
ans =
    10. + 5.i
-->b/c .....⑤
ans =
    0.4 + 2.2i
    
```

例題 4.2

次の複素数の実部と虚部の値を求めなさい。

$$\frac{5-j10}{1+j2} (= -3-j4) \dots\dots\dots (4.1)$$

解答 4.2

複素数の実部は real 命令、虚部は imag 命令を用います。なお、実部は real part、虚部は imagi-

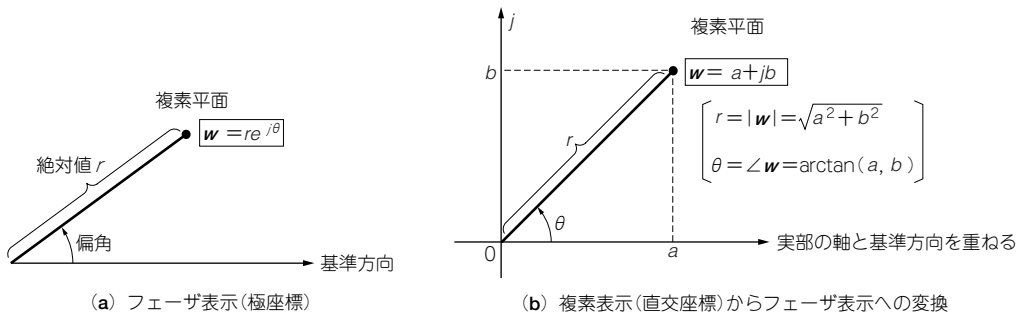


図 4.2 2次元量の表現 (フェーザ表示, 極座標)