

# 知っ得!

ご購入はこちら

# 軽量 $\sin/\cos$ 計算アルゴリズム

第1回 連載で紹介する関数計算法のメリット

三上 直樹

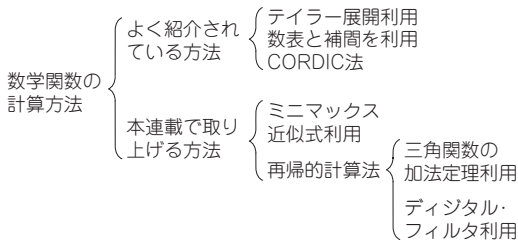


図1 数学関数の計算法の分類  
よく紹介されている方法と本連載で取り上げる方法をまとめた

## 連載のねらい

### ● リアルタイム処理では高速な数学関数ライブラリが求められる

マイコンのプログラミングでは、 $\sin x$  のような三角関数や、指数関数  $\exp x$  などの数学関数の値を計算することが必要なことがよくあります。実行速度がそれほど要求されなければ、通常は数学関数のライブラリとして提供されているものが使えます。例えば C 言語であれば  $\sin(x)$ 、 $\exp(x)$  などと書けばそれで終わりです。

しかし、リアルタイム処理のように実行時間に制限がある場合は、既存のライブラリでは実行速度が追いつかないことも出てきます。そのような場合は、どこから、高速のライブラリを探してくるか、探しても見つからなければ自作するしか方法はありません。特に、固定小数点演算のライブラリは、なかなか目的に合ったものが見つからないことが多いので、自作しなければならない場合も出てきます。

### ● マイコンでも使える軽量・高速数学関数計算を紹介

そこで、本稿では固定小数点演算を使い高速で実行できる数学関数のライブラリを自作する場合のために、特に  $\sin$ 、 $\cos$  に絞ってその方法を示します。また、具体的なプログラム例として、固定小数点演算で

これらの関数の値を求めて二相発振器 ( $\sin/\cos$  同時発生器) を実現するプログラムを作ります。この二相発振器は、ST マイクロエレクトロニクス社のマイコン・ボード Nucleo-F446RE<sup>注1</sup> で実現します。

プログラムの開発環境は、mbed を使います。

## 代表的な数学関数計算法と本連載で取り上げる方法

### ● 数学関数の計算法の分類

数学関数の計算方法を分類したものを図1に示します。

### ● よく紹介されている方法…短時間で処理するには物足りない

なぜこのような記事を書こうと思ったかという、数学関数の計算方法<sup>注2</sup>をウェブで探してみても、ほぼ間違いなく、次の3つ方法しか出てこないからです<sup>注3</sup>。

- ① テイラー展開を使う方法<sup>注4</sup>
- ② 関数値の数表と補間を利用する方法
- ③ CORDIC 法

これらの方法に問題がなければそれでよいのですが、それぞれ欠点があります。

①の方法で精度を上げようとすると、かなり高次の

注1: CPU コアは ARM の Cortex-M4 である。FPU (浮動小数点演算ユニット) を内蔵しており、float 型のデータに対する乗算は1クロックで実行できる。

注2: 正確には「近似値の計算法」だが、本稿の中では単に「計算法」と書く。

注3: それ以外の方法がもちろん見つからないわけではないが、その方法まで具体的に示してあるものはほとんど見つからない。

注4: 実際に、よく出ているのは「テイラー展開」の特別の場合である「マクローリン展開」を使う方法だが、本稿では、「テイラー展開」という言い方にする。

注5: 補間の方法にもいろいろある、説明しようとするとうるるので、今回は省略する。

注6: PC のようにメモリをたくさん搭載していれば問題はない。マイコンの場合は、使えるメモリ容量がそれほど大きくない場合が多いので、そういった場合にはメモリをたくさん使ってしまうことは大きな問題である。