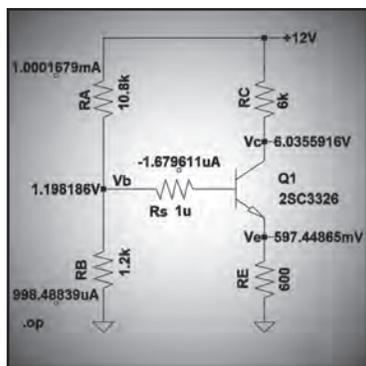


# 連載



産業分野の主要センサ活用と  
高精度なアナログ回路設計プロセスを学ぶ

## 新人技術者のための アナログ回路設計スタディ

第12回 モニタ用精密温度計に見る新規設計の手法(1)

中村 黄三 Kozo Nakamura

### 新規設計へのアプローチ…筆者の流儀

経験のない初めて担当する分野の回路設計(以下、新規回路設計)は、既存回路の改良や派生品に対する修正設計とは異なり難易度は格段に上がります。これは趣味の世界でも、会社の方針転換による新製品開発の場合でも同じことがいえます。

筆者は、定年まで勤めた半導体メーカーでのセミナ向け(正しく動作する)展示物の製作および、その前職では医療機器メーカーにおける特器(医学部向けの一品モノ)の製作を通じて、多品種のアナログ回路を設計する機会に恵まれました。幸いなことにいずれも本業ではないので、製作期間は可能な限り短く(大体3~4カ月程度)という条件の中で、成功することを求められてきました。こうした経験を通じて、効率的で失敗のない新規回路設計手法がいつしか身に付いたという次第です。

新規設計における体系的手法といっても、これが「標

準的手法」と言う見出しで教科書などには載っていません。筆者流の手法を本稿(アナログ回路設計スタディ)の総集編として紹介します。業務/趣味による新規回路設計を、手探りで始めようとしている読者諸兄の参考になれば幸いです。

### 今回の目標 モニタ用精密温度計の製作

#### ● 24ビット $\Delta\Sigma$ 型A-Dコンバータを使う

図1は、24ビット $\Delta\Sigma$ 型A-Dコンバータ(以下ADC)の販促用として決まったセミナ用測定器の目標スペックです。通常は製作する製品が決まり、次に使用するADCが決まる順序ですが、これは逆のアプローチでした。

製作する機器は、最小表示桁0.1℃ステップの高精度温度計に対するモニタ用精密温度計(以下、精密温度計)の製作となり、かなり挑戦的な内容です。

ポイントは、表示桁0.1℃ステップの高精度温度計をチェックするモニタ用なので、表示分解能はもう1桁下の0.01℃になります。さらに、この桁をチラつかせないというスペックなので、要求精度 $\pm 0.03$ ℃も考慮に入れば、もう1桁下(0.001℃)までのS/Nと精度の処理が必要になります。

また、ロー・コストというキャッチ・フレーズから、でき上がりの材料費は1万円程度という条件も付きました。完成品であれば人件費も含まれますが、市販価格で約50万円程度の基準温度計となります。この精密温度計の製作に要した材料費を、表1に示します。参考にしてください。コストの大半は精度が譲れない高精度抵抗の購入に割いています。

#### ● 新規設計を効率的に行うための設計手順

図2に示すフローが、新規設計を効率的に行うための手順を体系化してみたものです。このフローの中で時間をかけて慎重に行うのが、①の事前調査と②の構想設計です。

この段階は新規設計に付きものの、多数の未知数を

- (1) 超精密温度計の製作目的
  - ・顧客向けセミナにおける高精度ロー・コスト例の提示
  - ・セミナ終了後は実験室にある精密温度計の準基準器として流用
- (2) 表示範囲と分解能
  - 0~200.00(最終的に500.00)
  - 表示分解能 0.01℃
- (3) 付属機能としてアナログ出力
  - 0~2V
  - アナログ出力分解能は表示分解能と同等
- (4) 要求精度
  - ・表示安定性: 最下位桁がチラつかないこと
  - ・表示誤差:  $\pm 0.03$ ℃(ゲイン, 直線性, オフセットを含む)
  - ・アナログ出力の誤差:  $\pm 300$ μV(ゲイン, 直線性, オフセットを含む)
  - ・使用温度範囲: 25℃ $\pm 5$ ℃(実験室内でのみ使用)
  - ・精度の保持: 定期校正により保持する(外部の校正業者に委託)

図1 製作に際して与えられた目標スペック