

【 レポート 】

第 54 回熱測定ワークショップ「温度制御のための電子回路作製講習会」開催報告

2018年8月21日、22日の2日間にわたり、近畿大学東大阪キャンパスにて第54回熱測定ワークショップ「温度制御のための電子回路作製講習会」が開催されました。ワークショップとしては珍しく実習の形式を採用して、電子部品から温度制御回路を作製しました。

本ワークショップの企画意図は、ブラックボックス化している電子回路をより身近に感じてもらうことにあり、回路技術の基本を身に付けることで、新しい装置の開発、さらには新しい研究テーマの創設につなげてもらいたいという期待を込めました。精密な熱量測定に必須である温度制御回路を対象に選び、講師には、長年にわたり様々な高精度熱量計を作製され、回路設計などの基本を熟知しておられる松尾隆祐先生（大阪大学名誉教授）をお願いをして、快く引き受けていただきました。

回路の構成は、はじめにサーミスター温度計の抵抗をアームの一つとするホイートストンブリッジを作り、ブリッジの不均衡電圧をオペアンプで100倍に増幅した後で、増幅された電圧信号をパワートランジスタに与えて、その出力電流をヒーターに通じて加熱させる仕組みを採用しました。温度が下がってサーミスターの抵抗が大きくなると、不均衡電圧が大きくなり、その電圧に比例する電流がヒーターに流れて加熱する仕掛けになっており、回路全体が負帰還系を形成しています。ブリッジに組み込む可変抵抗（ヘリポット）の設定値を変えることで目的とする設定温度を変えることができ、オペアンプとパワートランジスタの間に組み込んだ別の可変抵抗で、ヒーターに流す電流の利得を調節します。写真1が完成した回路の外見と内部配線の様子です。

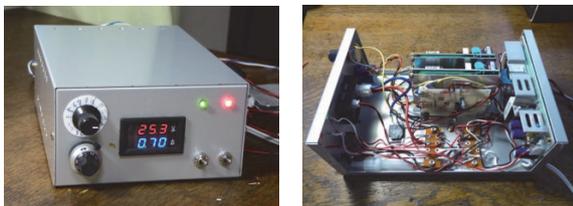


写真1 温度制御回路の外見（左）と内部配線（右）。

当初、定員は15名に設定しましたが、多数の参加申し込みを頂き、最終的に見学者を含めて19名の参加者となりました。参加者には、松尾先生が書き下ろされたテキストを事前にメール配布して、十分に予習を行うことを推奨しました。ワークショップ当日は13時に集合して、はじめに1時間程度松尾先生に回路の概要を講義していただいた後に、回路作製の作業に移りました。あらかじめ準備しておいた4個のデモ機とテキストを参考にしながら各自作業を進め、必要に応じて松尾先生の指導を直接受けるスタイルを夕方まで続けました。松尾先生には、工具の扱い方や回路図の見方、回路が機能しているかのチェックの方法などを丁寧にご指導いただき、事前にデモ機の作製を行なった堀井洋司先生と高城大輔先生（いずれも大阪大学・構造熱科学研究センター）にも指導のサポートをしていただきました。

1日目の夕方には懇親会を行い、お互いに自己紹介をして交流を深めました。参加者の多くが30代以下の学会員であったこともあり、貴重な若手交流の場にもなりました。2日目は10時から続きの作業を始め、昼休憩を経て夕方まで指導を受けながらの作業が続きました。17時ごろに回路が

完成する人が現れ始め、松尾先生より改めて回路がどのように機能するかを、実物を示しながら講義していただきました（写真2）。特に2個の可変抵抗器の役割について丁寧な説明があり、ヘリポットの設定値を設定温度に変換するための較正方法についても解説がありました。さらに、発展実験として、オペアンプの増幅機能が直流だけでなく交流の入力に対しても有効であることを、オシロスコープを使って演示実験していただき、入力周波数が10kHzを超えるとオペアンプの応答が追いつかなくなることもし示していただきました。ワークショップは18時に終了としましたが、その後も時間の許す限り作業を続けていただき、中には20時近くまで残る方もいらっしゃいました。



写真2 回路の機能について解説される松尾先生とそれを熱心に聞く参加者。

今回のワークショップはこれまでにない形式となりましたが、参加者からは高い評価を頂きました。「回路図の見方が分かった」、「回路図と実物の関係が理解できた」というコメントを多くいただき、参加者の電子回路に対するハードルを少しでも低くできたのではないかと感じております。

最近では市販の装置を使った実験を行うことが多く、計測機器を自作する機会が減りましたが、その基本となる電子回路の考え方を知っていることは、計測機器の能力を最大限に発揮させる際に役立つと期待されます。また、簡単な装置であれば自作できるという自信も、研究の幅を広げることにつながると考えられます。現代において、アナログ回路技術は決して主流とはいえませんが、基本を大切に日本熱測定学会と相性のよい技術であるようにも思います。今回、30代以下の若い世代の参加者が多くを占めたことは、今こそ、このような基本技術の伝承が必要であることを示唆しているのかもしれませんが、既に第2回目を希望する声も頂いておりますが、誰がどのような位置づけで行うかも含めて、慎重に検討する必要があると思います。

ワークショップ開催にあたり、大変多くの方のご協力を頂きました。とりわけ、講師の松尾先生には、回路図やテキストの作成、電子部品の選定から下準備の工作に至るまで、あらゆる面で大変お世話になりました。深く御礼申し上げます。堀井先生には大量の電子部品を準備していただいたほか、高城先生と一緒にデモ機の作製や下準備工作を行っていただきました。企画幹事の皆さまには、本プロジェクトをワークショップにすることをご提案いただき、齋藤一弥会長をはじめ庶務幹事の皆さまに心強い後押しを頂きました。事務局の土信田様には事務手続きを、近畿大学の学生さんには会場整備をそれぞれ手伝っていただきました。また、近畿大学には会場の実験室を提供していただきました。皆さまに御礼申し上げます。（近畿大学 鈴木 晴）