

アナログシンセサイザーの製作

小向康夫

慶應義塾大学理工学部実験教育支援センター

komu@expr.st.keio.ac.jp

1.はじめに

慶應義塾大学理工学部電子工学科では、平成17年度秋学期（後期）から、学部3年生がおこなう『電気電子工学実験第2』において、新たに4テーマを追加して実験教育をおこなった。従来、春学期（前期）は基礎的内容の実験を1週1テーマで行い、秋学期は重点テーマを3週1テーマで行っていたが、発展的学習および総合的な実験・実習を希望する学生を対象として、新たに4テーマを準備した。（表1下線部）

表1 実験テーマ

春学期（前期）テーマ	秋学期（後期テーマ）
1.トランジスタ	1.半導体デバイス
2.演算増幅器	2.アナログおよびPCM通信
3.交流回路	3.レーザ
4.AM・FM通信	4.映像化システム
5.過渡応答	秋学期（新規4テーマ）
6.光デバイス	<u>アナログシンセサイザー</u>
7.熱電子・光電子	<u>AIBOプログラミング</u>
8.半導体デバイス	<u>レーザーポインター</u>
9.フィルター	<u>アンテナ</u>
10.デジタル回路	
11.電波の性質	

従来より行われている重点テーマ型の実験では、テキストが存在し実験装置が準備されているが、新規4テーマでは基本的に課題が与えられるのみで、課題の実現に向けて学生自らが調査・企画・設計・製作をおこなう点がその特徴となっている。今回は新規テーマの中から「アナログシンセサイザーの製作」実験について、その内容と技術職員の役割について報告する。

2.実験の概要

「アナログシンセサイザーの製作」実験ではテキストは存在せず、参考例を与えることも行わない。学生には予算が与えられ、どのような構成のアナロ

グシンセサイザーを製作するかを決定し、完成に向けて調査・スケジューリング・設計・部品調達・製作・調整・改良をおこなう。最終週には製作したアナログシンセサイザーの内容についてプレゼンテーションとデモンストレーションをおこなう。また、上記内容に予算管理状況・感想を含めたレポートの提出をおこなう。（表2）

表2 実験の概要

課題：アナログシンセサイザーを作る
学生がおこなうこと：（3～4人で1グループ） 1）アナログシンセサイザーの構成の決定（調査） 2）スケジューリング（発表を含め6週間）・役割分担 3）回路設計・部品調達 4）設計・製作 5）デバッグ・調整・改良 6）プレゼンテーション・デモンストレーション 7）予算管理（予算2万円） 8）レポート（ブロック構成図・回路図・レイアウト図・部品リスト・予算使用結果・進行表・工夫点・写真・感想）

3.技術職員の役割

実験前の段階では、学生がどのように計画し、どのように実現に向けて行動するか未知であったので、準備としてパソコン（主にWebを利用した調査の為）、半田付けのための道具一式、電源、オシロスコープ等を準備するにとどまった。また部品調達の際に、汎用性のある半導体関連の部品や、小数購入では割高になるもの等は実験準備室で一括購入し、パーツショップとしての役割を担うべく準備をおこなった。（それ以外の部品については学生が立て替えて購入する方式をとった）

実験開始後、アナログシンセサイザーに必要な各モジュールを手配線するよりもPCB(Printed Circuit Board) レイアウトをCAD(Computer Aided Design system)で設計し、エッチングによる基板作成の方が時間短縮やデバッグのしやすさにつながると学生が判断したため、急遽PCB設計用の

パソコンを追加し、レイアウト設計のアドバイスとエッチングの指導をおこなうこととなった。また、各モジュール作成時および統合時のデバッグの際にアドバイスをおこなった。（表3）

表3 技術職員の役割

技術職員の役割
1) 製作用機器・計測機器の準備
2) パーツショップ
3) レイアウト設計補助
4) エッチング指導
5) デバッグ時の（主に回路に関する）アドバイス

なかにはPIC(Peripheral Interface Controller)を用いた回路を作る班もあり、そのための環境を提供し、製作のアドバイスをおこなった。

4.実験の様子・製作結果

学生自身が希望して実験を行っていることもあり、実験中は活気に溢れていた。回路設計・製作に関しては未経験に近い学生が多く、配線ミスによりICやコンデンサといった部品を破損したり、電源をショートさせてヒューズを飛ばしたりということが何度もあった。結果として簡単な回路でも作り直しをすることがしばしば見受けられたが、実験が進むにつれ回路を理解した上でのチェックがおこなえるようになり、失敗からの学習が機能している様子が感じられた。（図1）

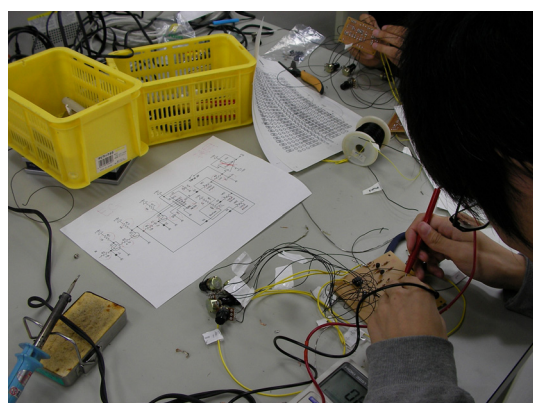


図1 製作の様子（チェック中）

また、各モジュールは機能するのだが、モジュール同士を結合するとうまく動作しない問題も多く見受けられた。しかしこれらをデバッグする際に、回路の機能を理解した上でテスターやオシロスコープといった計測機器を使えるようになり、計測機器の機能の理解や操作の習熟度も格段に進歩しているのが確認できた。（図2）

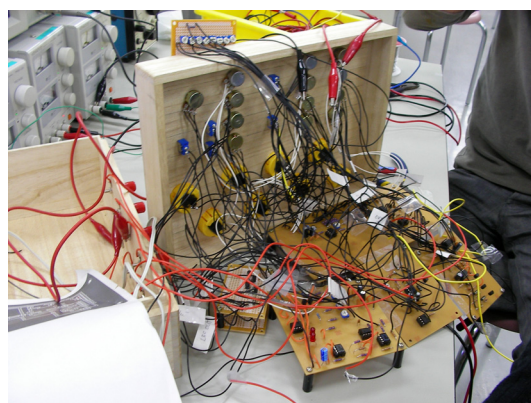


図2 デバッグの様子

今年度は全部で6班がアナログシンセサイザーの製作を試みたが、どの班も基本構成であるVCO (Voltage Control Oscillator)、VCF (Voltage Control Filter)、VCA (Voltage Control Amplifier)、EG(Envelope Generator)、LFO(Low Frequency Oscillator)を備え、一通りの機能を実現した。また、実装まで含めて完成させるグループもあり、想像以上の結果となった。（図3）

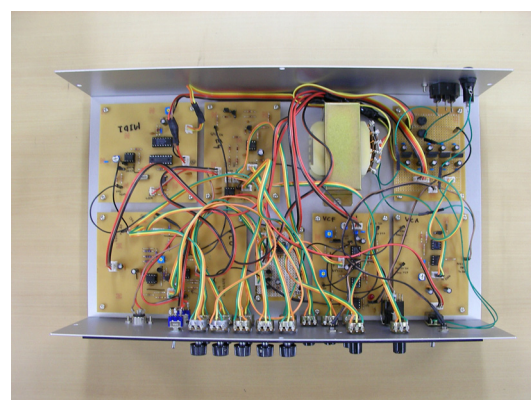


図3 完成

5.おわりに

本実験に対する学生のモチベーションは高く、学生の”やる気”が結果につながるため、通常の実験よりも長時間であるにもかかわらず最後まで根気よくおこなっていた。また終了時の発表やグループ内の会話から窺える理解度の高さが印象的であった。表2に示す内容を6週間以内で終えることは非常に難しく、空き時間を利用しての製作も多く見られた。特にデバッグを意識した設計がなされていない為、必要以上に時間を費やすケースが多く見られた。今後はスケジューリング（時間内に製作を終える＝納期の意識）を考慮した工程の改良、例えばデバッグを考えたモジュールの製作方法の指導等について担当の教員と議論し、次年度以降の実験に向けて準備する予定である。