

エジソン倶楽部活動報告 (第9報)

花田 一磨[†]・佐々木 崇徳[†]・石山 武^{††}

A Report of Edison Club in Hachinohe Institute of Technology (Part 9)

Kazuma HANADA[†], Takanori SASAKI[†] and Takeshi ISHIYAMA^{††}

ABSTRACT

The education purpose of Department of Electrical and Electronic Engineering of Hachinohe Institute of Technology is to bring up engineers who acquired broad culture and ethics, applied skill and conception ability that can utilize the knowledge of electrical and electronic technique.

The department continued an educational activity according to this purpose, and established the place "Edison Club" which could perform manufacturing such as the electronic work at the end of 2009 by accepting requests of students.

In this report, the activity reports of Edison Club in 2022 are expressed.

Key Words: Hachinohe Institute of Technology, Electrical, Electronic and Communications Engineering Course, education support

キーワード: 八戸工業大学, 電気電子通信工学コース, 教育支援

1. はじめに

八戸工業大学工学部工学科電気電子通信工学コースでは「電気電子通信工学の深い知識と幅広い教養、俯瞰的視野ならびに倫理観を有し、豊かな人間性と総合的な判断力、問題解決・応用展開能力、構想力、自己表現力、協働性を備え、地域社会への関心と国際的視野を持った技術者を育成することを目的」¹⁾とし教育活動を続けている。「電子工作をもっと行いたい」「組込みシステムを学びたい」という学生の要望を受けたこと、本コースの教育懇談会において外部委員よりアナログ回路技術者育成の必要性が述べ

られたことなどを背景に、平成21年度末に4号館2階4-205研究室を改装し、平成22年度よりコース内でものづくりを行えるスペース「エジソン倶楽部」を開設している²⁾。本稿では、このエジソン倶楽部の令和4年における活動の報告を行う。

2. エジソン倶楽部における教材開発

2.1 ラジオコントロール教材の開発

電気電子通信工学コースの教員から卒業研究に関連して依頼があったためラジオコントロールの回路について調査・試作することとした。ラジオ送受信機は電子工作の定番であり、それだけでも面白いと思われるが、ラジオコントロールとしてモーターの制御も行えば、動きも伴うこととなり面白みが増すし、さらに符号化復号化も行うことができれば、アナログ回路とデジタル回路（と無線通信）を結び付ける良い

[†] 工学部工学科電気電子通信工学コース・准教授

^{††} 工学部工学科電気電子通信工学コース・教授

教材になりうる。

(1) ラジオコントロールの原理・方式³⁾

制御対象の側で操作することが機側操作であるが（例えば株式会社タミヤのミニ四駆の本体のスイッチを入れる、など）、制御対象から離れて操作することが遠隔操作、つまりリモートコントロールである。リモートコントロールには有線方式と無線方式があり、無線方式では電波や赤外線（例えばテレビやエアコンのリモコンなど）が用いられる。電波は周波数帯によって特徴があり、用途も分けられている。このうち、27MHz帯、40MHz帯、72MHz帯、73MHz帯の他、2.4GHz帯が割り当てられた電波を利用してリモートコントロールするのがラジオコントロールである⁴⁾。

ラジオコントロールの制御方式には①シングル方式、②マルチ方式、③プロポ方式がある。

シングル方式は初期のラジオコントロールで用いられた方式で、電波のオンオフでサーボモーターの動作を制御している（キャリア式）。しかし、電波のオフ時に雑音の影響を受けやすいため、ラジオ放送のように電波に低周波信号（トーン信号）を乗せるトーン式が一般的と言える。しかし、このシングル方式は1系統の操作制御しかできないため、ラジコン飛行機の操舵をするにはエスケープメントなどの工夫が要った。

マルチ方式はトーン式のトーン周波数を複数用意し、受信機にトーンデコーダを設けて複数のトーンを分離し、複数のサーボモーターを制御方式である。ただ、この方式もサーボモーターを動かすか動かさないかの制御しかできなかったようである。

プロポ方式はその名の通り比例制御（プロポーションナル）を行い連続的にサーボモーターを制御する方式であり、トーンの長さや間隔を変化させるパルス式、パルス位置変調や現在の主流であるパルス符号変調を用いたデジタル式がある。

今回は教材開発ということもあり、まずはアナログ回路で作るシングル方式のラジオコン

トロールについて扱うこととした。

(2) シングル式ラジオコントロール送受信機の試作

キャリア式の送受信機に関しては参考文献⁵⁾に回路の例が見つかるが、ラジオ送受信機と対応させるのであればトーン式の方がわかりやすいと思われる。トーン式に関しては文献^{6,12)}が詳しい。

ラジオコントロール送受信機のブロック図を図1に示す。

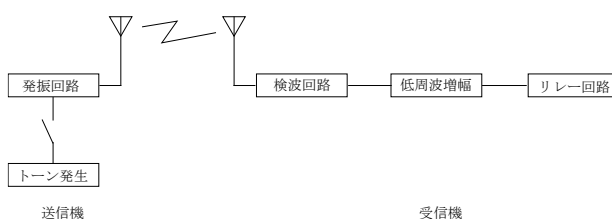


図1 ラジコンの原理⁷⁾

図1のように、シングル方式では送信機でトーンを発生させ、これを変調して発信させる。受信機ではこれを受信・検波し、増幅してモーター等を動作させる。

次に送信機の回路図と写真を図2、写真1に示す。

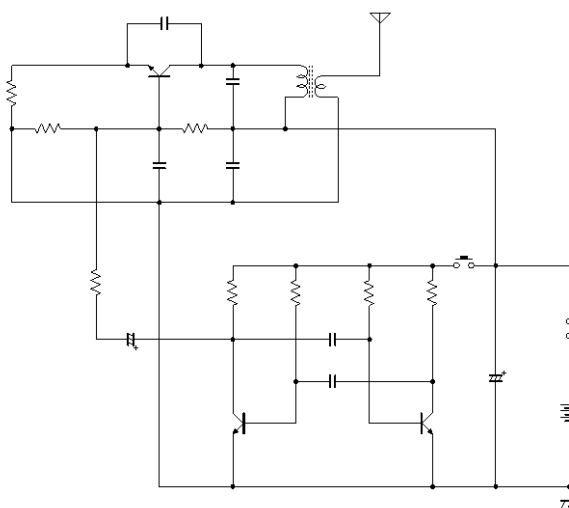


図2 シングル送信機

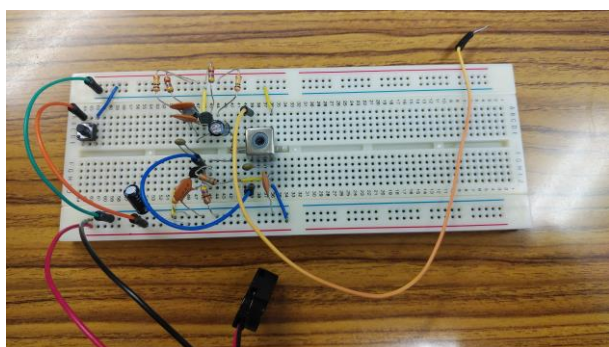


写真1 シングル送信機

回路図を見ると、右下は非安定マルチバイブレータとなっており、押しボタンが押されるとトーン信号を発生させる。左上の回路はFMワイヤレスマイクの回路に似ており、周波数変調を行い、送信する回路となっていることがわかる。

また、参考文献¹³⁾も参考にして試作したシングル受信機の回路図と写真を図3、写真2に示す。

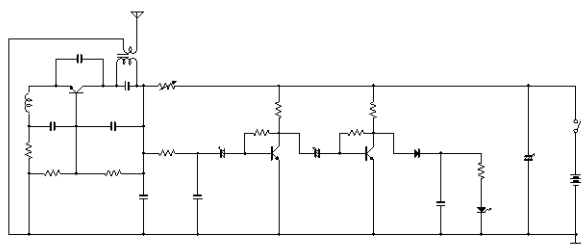


図3 シングル受信機

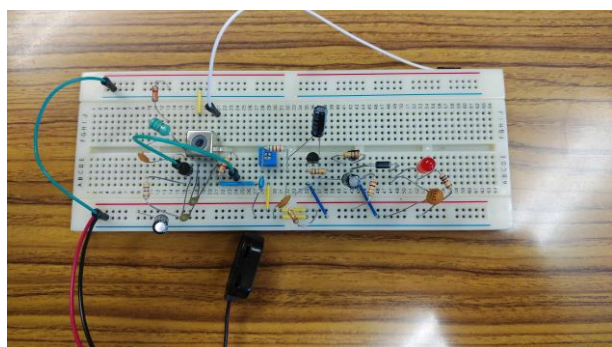


写真2 シングル受信機

左側の同調回路がある部分は超再生検波回路、中央は増幅回路で、増幅回路の出力をダイオードとコンデンサを使って平滑化してLEDを点灯させるようにしている。

デジタルオシロスコープDS-5524やスペクトラ

ムアナライザR3131Aを使い、送信機が発信する電波を観測すると、電波の発信や周波数変調がかかることが確認できた。また、受信機に関しても、クエンチング発振や超再生検波回路の特徴である電波発信が確認できた。同調コイルのコアを回して受信機の発振周波数のピークを送信機のピークに近づけていくと受信機が受信状態となり、送信機の押しボタンスイッチのオンオフでLEDが点滅し、ラジオコントロールができていることが確認できた。

しかしながら、ブレッドボード上で回路を組んだためか受信機が異常発振し受信できなくなることが多かったため、スペクトラムアナライザなどの測定器がない環境では送受信の調整が難しく、教材として活用するにはさらなる工夫が必要であると言える。

2.2 エフェクターコンテストの企画立案

2022年10月22日、23日に八戸市庁舎前および八戸市美術館で開催された八戸工業大学創立50周年「まちなか学園祭」でエヂソン倶楽部の作品展示を行ったが(写真3)、そこを訪れた卒業生と話し込むうちに電子回路の応用先として音響機器もあり、変わった音を出す自作エフェクターのコンテストをコース内で開催するのも面白いのではないかと、との話になった。元々、2012年に当時の電気電子システム学科で開催されたSEM(走査型電子顕微鏡)画像コンテストの次の企画のアイデアとして案はあったことから再度調べてみることにした。



写真3 まちなか学園祭における作品展示

エフェクターとはエレキギター等の音に何らかの効果（エフェクト）を施すもので、参考文献¹⁴⁾によると次のような種類がある。

- ・歪み系（音を歪ませるもの）
オーバードライブ、ディストーション、ファズ、他
- ・モジュレーション系（音を揺らすもの）
コーラス、フランジャー、フェイザー、他
- ・空間系（残響音を加える）
ディレイ、リバーブ、他
- ・フィルター系（周波数帯域を調節するもの）
イコライザー、ワウ、オートワウ、他
- ・ピッチシフト系（音程を変化させるもの）
オクターバー、ピッチシフター、ワーマー他

実際にエフェクターの回路を調べてみるとトランジスタやオペアンプを使った増幅回路やクリップ等の波形整形回路で構成されており、先のラジオのような高周波回路とは違う低周波回路の応用例として興味深い分野であると気づかされる。例えば参考文献に載っているBuzz Boxという回路をブレッドボードで組み（図4、写真4）、パソコンとスピーカの間に挿入し、パソコンでアコースティックギターの音を再生するとエレキギターのように音が歪むことが確認できる。

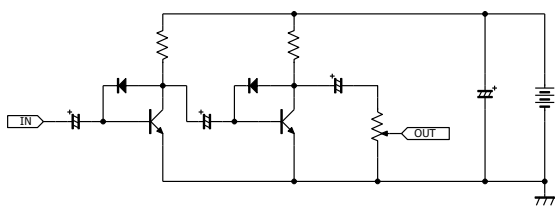


図4 Buzz Box

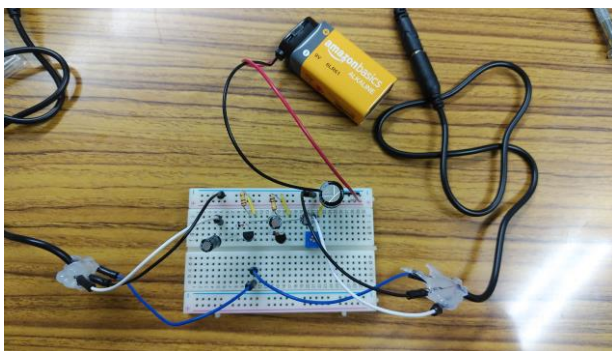


写真4 Buzz Box

企画を進める上での課題としては、エヂソン倶楽部の電子部品の在庫としてオーディオ用の部品がほとんどないため収集が必要な事その他、音をどのように評価するのか、といった点がある。後者に関しては、八戸工業大学に軽音楽部があるので協力を求めるのも良いと思われる。

3. おわりに

以上、令和4年におけるエヂソン倶楽部の主に教材開発に関する報告をまとめた。コース内の学生の様子を見ると、学生実験における電子工作に手間取っていたり、科目が細分化されているため科目間のつながりが見えづらくなっているようである（例えばアナログ回路、デジタル回路、計算機工学、プログラミングといった電子情報工学分野）。このため、今後はもう少し学科・コースの学生が遊びながら学べるように教材の作成・キット化を行っていきたい。

ところで、ラジオコントロール教材で使用した超再生検波回路について調べた際、原理について詳細に触れている書籍がほとんど見つからなかった（文献⁶⁻¹²⁾だと軽く、文献¹⁷⁻¹⁹⁾だと多少書いてある程度）。そもそも超再生検波回路がアームストロングにより発明されたのは1922年でトランジスタの発明より前である。この回路について知るにはラジオの歴史についても勉強したほうが良いのではないかと手に取った書籍²⁰⁾の冒頭に次のような一文があった。

（前略）当時の日本の少年のすべてが、いちどはラジオを組み立てたといわれる。ホビーやアルバイトとしてラジオ工作を始めた少年の多くが、大きくなってエレクトロニクスを職業にした。急激に拡大成長した日本の電子工業は多数の技術者・技能者を必要としたが、元ラジオ少年がそのニーズを満たした。いま六十歳代までの世代の電気技術者のうちの大多数は元ラジオ工作ファンであって、ラジオ工作の経験から電気技術者という道を選んだのである。ラジオ工

作の文化という背景があることは、電気技術教育の現場にとって大きな助けになった。ラジオ工作、ラジオ雑誌、ラジオ技術通信教育、ラジオ・テレビ技術学校といったunofficialなセクターは、電気技術者養成の一翼でありその基盤であった。これも、機械工学や化学、土木・建築といった他の分野と比較して、電気工学の際立った特徴である。

かつての工作と最新機器は別物とも思えるが、学生をはじめ地域の方々が電気電子情報通信系の理論や技術に興味を持てるようエヂソン倶楽部の活動を続けていきたいものである。

謝 辞

ラジオコントロール教材の開発に当たり、本学基礎教育研究センター山本忠先生に貴重なアドバイスをいただきました。この場を借りて御礼申し上げます。

参考文献

- 1) 八戸工業大学：令和4年度学生要覧，2022，
- 2) 花田一磨他：エヂソン倶楽部活動報告，八戸工業大学紀要 第32巻，pp.183-188，2013，
- 3) 姉齒章：ラジオコントロール技術における通信制御方式の移り変わり，電子情報処理学会通信ソサイエティマガジン 2014 冬号 No.31，pp.164-172，電子情報通信学会通信ソサイエティ，2014，
- 4) 総務省：我が国の電波の使用状況，
<https://www.tele.soumu.go.jp/resource/search/myuse/use/ika.pdf>（最終アクセス日 2023/2/1），
- 5) 最新エレクトロニクス製作読本，誠文堂新光社，pp.46-49，1963，
- 6) 増永清一：図解ラジコンの設計と製作，誠文堂新光社，1972，
- 7) 増永清一：絵ときトランジスタ工作入門，オーム社，1977，
- 8) 増永清一：図解ラジコンの設計，誠文堂新光社，1978，
- 9) 増永清一：ラジコンの技術と製作，誠文堂新光社，1982，

- 10) 増永清一：絵ときホビーエレクトロニクス入門，オーム社，1979，
- 11) 増永清一：絵ときハンドメイドロボット工作入門，オーム社，1990，
- 12) 増永清一：手作り工作で楽しむセンサーロボット製作実例集，パワー社，1999，
- 13) おもちゃ病院「ゼンマイ」：リモコン・ラジコンなど動くおもちゃ，<http://ssc.in.cocan.jp/radicon.html>（最終アクセス日 2023/1/16），
- 14) エレキギター博士：<https://guitar-hakase.com/effector/>（最終アクセス日 2023/2/1），
- 15) 林幸宏：回路図で音を読み解く！ギター・エフェクターとアンプの秘密がわかる本，リットーミュージック，2022，
- 16) Home0wrecker.com：Bazz Fuss，<http://home-wrecker.com/bazz.html>（最終アクセス日 2023/2/1），
- 17) 鈴木憲次：ラジオ&ワイヤレス回路の設計・製作，CQ出版社，1999，
- 18) 渡辺明禎：作りながら学ぶ初めての高周波回路，CQ出版社，2006，
- 19) 今井栄：作りながら理解するラジオと電子回路，CQ出版社，2010，
- 20) 高橋雄造：ラジオの歴史，p2，法政大学出版局，2011.

要 旨

八戸工業大学工学部工学科電気電子通信工学コースでは「電気電子通信工学の深い知識と幅広い教養、俯瞰的視野ならびに倫理観を有し、豊かな人間性と総合的な判断力、問題解決・応用展開能力、構想力、自己表現力、協働性を備え、地域社会への関心と国際的視野を持った技術者を育成することを目的」とし教育活動を続けており、「電子工作をもっと行いたい」「組み込みシステムを学びたい」という学生の要望を受けたことなどを背景に、平成 22 年度よりコース内でものづくりを行えるスペース「エジソン倶楽部」を開設している。本稿では、このエジソン倶楽部の令和 4 年における諸活動の報告を行う。

キーワード:八戸工業大学, 電気電子通信工学コース, 教育支援