

東北大学学友会 アマチュア無線部



東北大学

2023 年 秋号

部誌 Vol. 10

はじめに

新たな視点でアマチュア無線を楽しむ

アマチュア無線とは、電波法では「金銭上の利益のためではなく、もっぱら個人的な無線技術の興味によって行う自己訓練、通信及び技術的研究」と定義されています。非常に漠然とした定義ですが、一言で言うと、電波で遊ぶことのできる趣味、と解釈することもできます。無線機を用いて通信するだけでなく、アマチュア無線の競技であるコンテストへの参加や、無線機やアンテナを自作するなど、さまざまな楽しみ方があります。

現在、単なるコミュニケーションの手段としてのアマチュア無線は、情報通信技術の発達で他の手段に置き換わりつつあり、終わりを迎えているといってもいい状況です。そこで、無線通信技術を体感し、学べるプラットフォームとしてのアマチュア無線の魅力を提案します。

ところで、電波は、現代社会においてどのようなところで使われているでしょうか。テレビやラジオ、スマートフォンなどが挙げられ、現代の情報化社会のなかで、さまざまな無線デバイスが広く普及しています。しかし、これらの身近な無線デバイスは、周波数や通信方式、送受信機、アンテナなどを自由に変更・改造することは基本的にできず、もはやブラックボックス化されています。無線デバイスが身近に触れられるようになった一方、無線通信技術を直接的に触れることは少ないのです。

一方、アマチュア無線では、身近な無線デバイスにおいてブラックボックス化されている技術を、ある程度自由に変更・改造することができます。そのため、通常体感することのできない無線通信技術を楽しむことのできる点が、情報通信技術の発達し、無線機器に触れる機会が増えた現代におけるアマチュア無線の価値なのではないでしょうか。つまり、アマチュア無線は、ソフトウェアやハードウェア、通信などの情報通信技術に関する要素を楽しみながら体感し、学ぶことができるプラットフォームなのです。

当部でも、楽しみながら学ぶということに焦点を当て、アマチュア無線の運用はもちろん、電子工作、プログラミングなど、さまざまな活動に挑戦したいと思っています。当部誌では、部の活動紹介や、部として、あるいは個人で取り組んだ製作物の紹介、さらには無線関連の文化的・技術的な調査・研究をまとめています。

**さあ、楽しみながら無線通信技術を体感できる
アマチュア無線の世界に飛び込もう！**

目次

はじめに.....	3
Bard にアマチュア無線について聞いてみた.....	5
今から始めやすいアマチュア無線.....	8
はじめての 6 m AND DOWN	10
フィールドデーコンテストへの参加.....	12
アマチュア無線の 体験運用制度	14
144・430 MHz 八木・宇田アンテナ製作へ Part1.....	19
モールス通信を始めてみた	21
リアリティのある CW 練習ソフトを作りました	25
アマチュア無線の画像電送に挑戦！	27
電子工作初心者が エレキギター用エフェクターを作ってみた	32
MATLAB の自己学習コースをやってみた.....	38
私的備忘録（2017 - 2023）.....	40
編集後記.....	42

東北大学学友会アマチュア無線部とは

東北大学の在学生からなる、アマチュア無線の運用やコンテストへの参加、電子工作やプログラミングなど、アマチュア無線を中心に幅広い科学技術に関する活動を行っている学友会の部活動です。川内と片平の2キャンパスで活動しています。

当部誌について

2020 年度、コロナ禍の中で活動が制限される中で部員の研究・活動成果を共有するため刊行を始め、皆様のご愛読もあって今回が第 10 号。バックナンバーは当部の公式 HP で絶賛公開中です。ぜひそちらも同時にご覧下さい。

Bard にアマチュア無線について聞いてみた

坂東入香

はじめに

この記事をお読みの方の中には、アマチュア無線っていったい何だろうか？何が面白いのだろうか？と思っている方もいらっしゃるのではないのでしょうか。本稿では、Google の生成系 AI である Bard (<https://bard.google.com/>) にアマチュア無線に関する質問を入力し、その出力を本記事にコピペすることで、読者の皆様にアマチュア無線について知っていただき、深めていただくという、手抜き記事となっております。なお、2023 年 10 月 12 日地点での出力となります。

Q: アマチュア無線とは

A:

アマチュア無線とは、金銭上の利益のためではなく、専ら個人的に無線技術に興味を持ち、正当に許可された者が行う自己訓練、通信及び技術研究のための無線通信業務です。

アマチュア無線は、電波法によって「アマチュア無線局」として定義されています。アマチュア無線局は、以下の条件を満たす必要があります。

- 無線技術の研究、技術の普及、自己訓練、通信、娯楽を目的とする。
- 営利目的で利用しない。
- 無線局免許を取得する。

アマチュア無線は、国内外の見知らぬ人などとの会話や交信証の交換、交信相手や地域の数やコンテストや表彰するアワードなど、コミュニケーションとしての趣味を中心に、個人レベルでの無線通信技術の探求も魅力とされております。

アマチュア無線の楽しみ方は、大きく分けて以下の 3 つに分けられます。

- 交信を楽しむ

アマチュア無線の最も基本的な楽しみ方です。国内外の見知らぬ人などと会話したり、交信証を交換したりして、世界中の人と交流を楽しむことができます。

• 技術を学ぶ

アマチュア無線は、無線技術の学習にも最適です。無線機の操作や運用方法を学ぶことで、無線技術の知識やスキルを身につけることができます。

• 災害時に役立つ

アマチュア無線は、災害時などの非常時に役立つこともあります。電気や通信網が途絶えた場合でも、アマチュア無線機を使って情報共有や救助要請を行うことができます。

アマチュア無線を始めるには、まず無線局免許を取得する必要があります。無線局免許は、総務省から交付される国家資格です。無線局免許を取得するには、アマチュア無線技士の資格を取得する必要があります。アマチュア無線技士の資格は、一般財団法人日本アマチュア無線連盟 (JARL) が実施する試験に合格することで取得できます。

アマチュア無線は、無線技術に興味がある人や、世界中の人と交流したい人、災害時に役立ちたい人などにおすすめの趣味です。

筆者のコメント：

アマチュア無線の定義から、楽しみ方、始め方まで、かなり網羅的な回答が出力されました。内容としては、免許取得の記述に明確な誤りがあり、総務省から授与される国家資格は無線局免許ではなく、無線従事者資格であり、国家試験の実施主体は、一般社団法人日本アマチュア無線連盟ではなく、公益財団法人日本無線協会です。

Bard の出力にもある通り、趣味で使用するのことができる無線という点がアマチュア無線のキーワードです。アマチュア無線は業務用無線とは一線を画し、個人の興味次第で、送受信機やアンテナ、周波数、通信方式の改造ができ、まさに、電波で遊ぶことのできる趣味なのです。しかし、アマチュア無線ライフをエンジョイするためには、無線従事者資格を取得する必要があります。そこで、続いてアマチュア無線の始め方について、Bard に聞いてみることにしたいと思います。

Q: アマチュア無線の始め方を回答せよ

A:

アマチュア無線を始めるには、以下の3つのステップが必要です。

1. 無線従事者免許証の取得
2. 無線機の購入
3. 無線局の開局

1. 無線従事者免許証の取得

アマチュア無線局を運用するためには、無線従事者免許証が必要です。無線従事者免許証は、国家試験に合格するか、一般財団法人日本アマチュア無線振興協会（JARD）等が行う養成課程講習会を受講して修了試験に合格することで取得できます。

国家試験は、第1級、第2級、第3級、第4級の4種類があり、第4級が最も簡単です。第4級の試験は、筆記試験と口述試験で構成されており、筆記試験は高校卒業程度の学力があれば合格できるレベルです。

養成課程講習会は、アマチュア無線の基礎から学べる講習会です。2日間の講習を受け、修了試験に合格することで、無線従事者免許証を取得できます。

2. 無線機の購入

無線従事者免許証を取得したら、無線機を購入します。無線機には、価格や機能、性能など、さまざまな種類があります。自分の運用スタイルや予算に合わせて、適切な無線機を選びましょう。

3. 無線局の開局

無線機を購入したら、無線局の開局を申請します。開局申請は、地方総合通信局に書面で行うことも、総務省のホームページから電子申請することもできます。

開局申請が受理されると、コールサインが交付されます。コールサインは、アマチュア無線局を識別するための符号です。

アマチュア無線の始め方のポイント

アマチュア無線を始める前に、以下のポイントを押さえておきましょう。

- アマチュア無線の基礎を学ぶ
- 自分の運用スタイルを決める
- 無線局の開局に必要な書類を用意する

アマチュア無線は、さまざまな楽しみ方ができる趣味です。まずは、基礎を学んで、自分の運用スタイルを決めてから、無線局の開局にチャレンジしましょう。

アマチュア無線の始め方に関するおすすめの書籍

- 『アマチュア無線を始めよう!』（日本アマチュア無線振興協会）
- 『アマチュア無線の教科書』（日本アマチュア無線振興協会）
- 『はじめてのアマチュア無線』（CQ 出版）

アマチュア無線の始め方に関するおすすめの Web サイト

- 日本アマチュア無線振興協会
- 総務省 情報通信振興局 電波利用推進課
- アマチュア無線チャンネル
- アマチュア無線を楽しもう!

アマチュア無線を始めて、世界中の人と交信を楽しみましょう。

筆者コメント：

参考となる書籍まで案内してくれるという丁寧さに感心しました。誤りとしては、4級の試験には口述試験はありません。筆記試験のみです。アマチュア無線開始の基本的な流れは、Bard の出力通りで、従事者免許を取得し、無線機を購入後、無線局の開設を行います。しかし、東北大生であれば、当部に入部することで、当部の所有する設備や無線局免許を使用することができます。つまり、個人で無線機購入や無線局の開設の必要がないため、初期投資少なくアマチュア無線を始めることができます。アマチュア無線に興味を持たれた東北大生の皆様におかれましては、ぜひ、入部をご検討ください…。

Q: アマチュア無線の魅力を回答せよ

A:

アマチュア無線の魅力は、大きく分けて以下の3つが挙げられます。

1. 世界中の人と繋がる

アマチュア無線は、世界中の人々と交信することができるのが魅力です。無線機とアンテナがあれば、どこからでも誰とでも交信することができます。そのため、遠く離れた家族や友人と連絡を取ったり、海外の人と交流したりすることができます。

2. 通信技術を学べる

アマチュア無線は、通信技術を学ぶことができるのも魅力です。無線機の仕組みや電波の性質を学ぶことで、通信技術に関する知識を深めることができます。また、アマチュア無線の資格を取得することで、通信技術に関するスキルを身につけることができます。

3. 新しいことに挑戦できる

アマチュア無線は、新しいことに挑戦できる趣味です。移動運用や衛星通信、デジタル通信など、さまざまな楽しみ方があります。そのため、自分の興味や関心に合わせて、さまざまなことに挑戦することができます。

具体的な楽しみ方としては、以下のようなものが挙げられます。

● 日常的な交信

近所の人や友人と、日常的な話をしたり、情報交換をしたりすることができます。

● 遠距離交信

海外の人と交信したり、DX（アマチュア無線でいう遠距離通信）を楽しんだりすることができます。

● 特別な交信

災害救助や救難活動、災害情報の伝達など、特別な目的で交信を行うこともできます。

● 技術的な楽しみ方

アンテナの自作や、無線機の改造など、技術的な楽しみ方もあります。

アマチュア無線は、幅広い世代の人が楽しめる趣味です。興味のある方は、ぜひ一度チャレンジしてみたいかがでしょうか。

筆者コメント：

私自身はモールス通信に最近ハマっているのですが、モールスという言葉もなく、次に魅力を感じているコンテストという言葉もありませんでした。少し、主力に不満がなくもないです…。一方で、無線通信することそのものの楽しみもあるのも事実であり、遠くの局と交信できたときの喜びは計り知れませんが、移動運用と呼ばれる電波の飛びのよい場所に移動して無線運用を行うという運用スタイルも非常に魅力的な楽しみ方です。ちなみに、私は、自宅運用より移動運用が好きです…。

まとめ

Bard にアマチュア無線に関する質問を入力し、回答を出力させたところ、様々な内容が出力に盛り込まれ、ほとんどが正しい記述であり、ある程度品質の高い回答が得られたものの、誤りの記述も散見されました。

Bard の出力は簡潔であり、見出しとその説明という構成で出力されることが多いため、非常に読みやすく、アマチュア無線の魅力について、アマチュア無線を知らない方に多少は伝えることができたのではないかと考えています。また、この記事で少しでもアマチュア無線について興味を持っていただければ幸いです。東北大生の学生の方におかれましては、現在も部員募集中ですので、ご興味を持たれましたら、入部いただければ幸いです。

今から始めやすいアマチュア無線

幽霊部員 2

はじめに

令和5年9月25日に施行された「ワイヤレス人材育成のためのアマチュア無線の活用等に係る制度改正」によって免許制度が大きく変わった。これによってアマチュア無線を始めやすくなったのである。ここでは私が免許を取得した養成課程講習会の体験と、制度改正によって簡単になった申請の内容について紹介する。

やさしい講習会

アマチュア無線従事者の免許を取得する方法は主に、「国家試験を受験する方法」と「養成課程講習会を受講する方法」などがある。私は第四級アマチュア無線技士無線従事者免許証を取得するために一般財団法人日本アマチュア無線振興協会（JARD）主催の養成課程講習会（第四級標準コース）に参加した¹。私が講習会で免許を取ろうと思った理由はそれまでアマチュア無線の知識が全くなかったことと知識がない状態からなるべく早く免許がほしかったこと、18歳以下の受講料金が安かったことが挙げられる。講習会は一般23,150円に対して18歳以下9,850円で受講ができるというお得感がある。

講習会の流れを説明する。ここで私は事前の流れについて説明しているサイトがなく不安だったため、そういった方に参考にしていただけるよう詳細に説明したいと思う。私はネット上で受付を行った。受付締切は講習会初日の1週間前の日（または、定員に達した日）であった。ネット上で申し込みが完了すると開講する4日前までに「受講に関するご案内書等」が届いた。事前に講習会参加のために準備が必要なものは、① 住民票、② 証明写真（2枚）、③ 84円切手、④ 受講票、⑤ 筆記用具であ

る。教材は「第四級アマチュア無線教科書」、「第四級養成課程模擬試験問題集」を使用した。教材は講習会当日に会場で配布されるため受講者は用意する必要がない。そしていよいよ講習会に行く。講習会は法規が6時間、無線工学が4時間の10時間で第四級アマチュア無線技士養成課程講習会は2日間で行われる。全ての授業時間のうち1時間以内の遅刻・欠席・早退がある場合は、1時間の補講を受けることになる。この補講の時間は時間割に組み込まれているが全員が補講の必要がない場合、時間割を繰り上げて試験することがあり迷惑をかけないためにも遅刻・欠席・早退はしない方がいい。授業内では教科書にそって授業を聞く講座と問題集を使って問題を解く講座がある。私が受けた講習会では1日目に教科書を使い、2日目に問題集を使った。最後に試験について説明する。試験科目は法規と無線工学でそれぞれ10問、計20問を60分間で取り組む。試験は四者択一式で10問出題され、6問以上正解すると合格となる。どうしても心配になってしまう試験だが、今回私が参加した講習会を主催するFIVE9さんの講習会の合格率はここ数年100%であるという。講習会について調べると逆に不安になるくらい「絶対合格できる」というサイトを見つけるが、免許を取る気持ちがあれば取れるはずである。（全ての試験問題は授業内で扱う問題集の中から出題されるため一度は解いたことのある問題で6問以上正解すればよい。）

修了試験に合格すると10日ほどでメールが届く。しかし、すぐに手元に免許証が届いて運用できるようになるわけではなく私の場合、約1ヶ月後に免許証が届いた。

講習会で取得するメリットはアマチュア無線の知識がないところから2日で免許を取得できることとおそらく試験よりも合格率が高いことがある。デメリットとしては試験に比べて実施されている回数が少ないことと試験に比べて金額が高いことがある。それぞれの目的に応じて免許取得方法を選択していただきたい。

¹ 養成課程講習会の詳細は下記 URL を参照いただきたい。URL: <https://jard.or.jp/course/index.html>

やさしい制度改正

次にアマチュア無線に関する制度改正について紹介する。制度改正によってアマチュア無線の活動をすぐに始めやすくなった。無線従事者免許と無線局免許を同時に申請することが可能になり、アマチュア無線従事者資格の国家試験合格や養成課程修了からアマチュア局の開設・運用までに要する期間が、従来に比べ短くなった[1]。今までは従事者免許を取得した後、また別に無線局申請が必要で二度手間だったものが、運用に必要な従事者免許と無線局免許の申請が一度に行えるようになった。同時申請をする場合、無線従事者免許と無線局免許等の申請書の提出先はアマチュア局の設置場所や常置場所を担当する総合通信局等である。宮城県内からは東北総合通信局に提出することになる。ただし申請書必ずしも同時に申請する必要はない。アマチュア無線従事者免許の申請を提出した後は、いつでもアマチュア局の申請を行うことができる。

また、アマチュア局の申請書等に特例様式が導入されたことによって書類手続きがわかりやすくなった[1]。初心者やライトユーザー（空中線電力 50W 以下の適合表示無線設備のみを使用するアマチュア局（人工衛星等のアマチュア局を除く。）で移動するものの開設・運用を行う個人の方）用の特別様式では工事落成の予定期日、工事設計書中などの記載が必要なくなった。さらに、これまで工事設計書の無線設備に応じて無線局事項書に周波数等が細かく記載が必要だったが、「□指定可能な全ての電波の型式、周波数及び空中線電力」にチェックするのみになった。申請書を書く際に事前に確認する必要があった項目が減少し、申請の負担が軽くなった。申請の様式については総務省電波利用ホームページからダウンロードが可能である²。

アマチュア業務に使用する電波の型式及び周波数の使用区別も簡素合理化された[1]。利用の態様による使用区分（いわゆるバンドプラン（法令））が設けられている。周波数ごとに利用可能な電波型式が決められていて運用の際には守らなければならない。また、その他のルールに関しても総務省電波利用ホ

ームページでは「アマチュア無線は歴史が古く、これまでに引き継がれてきたマナーや慣習も存在します。アマチュア局にとって、バンドプラン（法令）だけでなく、マナーや慣習（JARL アマチュアバンドプラン）も守ってアマチュア局同士が譲り合って電波を使用することは大切なものと考えております。」と紹介されている[2]。私も今後経験を積みながらルールやマナーを覚えて一人前の無線従事者を目指したい。

今アマチュア無線を始めやすいように様々な動きがある。興味をもったタイミングで始めてみてはいかがだろうか。

参考文献

- [1] ワイヤレス人材育成のためのアマチュア無線の活用等に係る制度改正案(概要) (https://www.soumu.go.jp/main_content/000860054.pdf) accessed: 2023/10/16
- [2] いわゆるバンドプラン（法令）(https://www.tele.soumu.go.jp/j/others/amateur/band_plan/index.htm) accessed: 2023/10/15

² <https://www.soumu.go.jp/soutsu/tohoku/tetuduki/amateur/download.html>

はじめての 6 m AND DOWN

幽霊部員 1

はじめに

東北大学アマチュア無線部は、2023 年 7 月 1 日（土）から 7 月 2 日（日）にかけて開催された、JARL 主催の 6 m AND DOWN コンテストに参加しました。私は、まだアマチュア無線免許を取得していないため、無線業務は行わず、お手伝いという形で同行しました。前日準備を含め、2 泊 3 日の日程でした。この 3 日間、すべてが新しい経験で、さまざまな刺激を受けました。ここに、私が見たこと、感じたことをありのままに記したいと思います。

コンテスト前

1 日目、夕方ごろに片平部室に集合し、必要な荷物をまとめ、ハイエースに積み込み、出発しました。高速道路に乗って南下し、八溝山へと向かうのですが、道中冒険に行くような感覚で、ワクワクが止まりませんでした。

八溝山には 22 時頃に到着したのですが、電灯などはもちろん無く、目の前ですらなにも見えないような闇の中で、携帯の電波も圏外になったとき、とんでもないところに来てしまったと、正直不安な気持ちにもなりました。



図 1 設置したアンテナ

2 日目、コンテストに向けて準備を行いました。ここで、今まで耳にしてきた同軸ケーブルやラジアルとはいったい何なのか、どうやってポールを立てるのか、実際に目にして体験することとなりました。個人的に印象に残っているのが、ポールの設置（図 1）です。脚立を使って、OB や先輩方のサポートを受けながら、ポールを延ばして設置するのですが、これがとても大変でした。ポールを延ばし始めた最初のあたりは、そこまで重量を感じずスイスイと伸ばすことができたのですが、3 段目あたりから重くなってきて、ポールにピッタリ体を寄せて全身で持ち上げないと伸ばすことができませんでした。OB や先輩方が慣れた様子で簡単にポールを立てていたのですが、自分も余裕だろう、などと思っていたのですが、想定外の重さで衝撃を受けました。無線を始める前の準備が一番きついのではないかと感じました。また、ポールやアンテナは伸ばすとかなりしなるので、取り扱いにも十分に気を付けなければいけませんでした。

ポールの立て方のほかにも、ケーブルの端子をビニールテープで保護するなど、ケーブルの取り扱い方についてもたくさん教えていただきました。私は放送研究部にも所属しているのですが、学びになることばかりでした。

微力ながらも無線の準備を手伝わせていただいて、無事に問題なく交信することができたのを見たとき、達成感と安心感がありました。

コンテスト本番

7 月 1 日（土）21:00、コンテストが始まりました。コンテスト開始前はコンテストに参加する人にエールを送ったり、健闘を祈りあったりと、穏やかな交信状況でした。しかし、コンテストが始まると、コンテストナンバーだけの最低限のやり取りとなり、空気は一変して殺気立った状況となりました。OB や先輩方が次々とコンテストナンバーを聞き取り、記録していくその隣で、私も頑張ってコンテストナンバーを聞き取ろうとするのですが、全然聞き取れず、自分も OB・先輩方のように聞き取れるようになるのだろうか不安に感じました。1 時間ほど、体験としてコンテストナンバーの記録をやらせていただいたのですが、フォネティックコードを完

全に覚えておらず、苦戦しました。また電波状況が悪い交信ではほとんど聞き取れず、記録ミスにより先に交信いただいた局とまた交信しようとしてしまい、ご注意ください場面もありました。先輩には大変ご迷惑をおかけしました。こればかりは経験を積まないといけないものかと感じ、早く免許を取って実際に交信して慣れていきたいと思いました。

電話部門だけでなく、電信部門の交信の様子も見学させていただきました。モールス符号を全く覚えていなかったため、何が行われているのかさっぱりわかりませんでした。しかし、難なく聞き取り、ログを記録していく OB・先輩方の様子にあこがれを抱きました。というのも、私がアマチュア無線の存在を知ったのも YouTube でモールスの交信の様子を撮影した動画をたまたま視聴したからで、免許を取得したらモールスを中心に活動したいという思いがあるからです。

コンテストは真夜中も続くため、交代制で交信するのですが、OB・先輩方の不眠不休で交信するそのストイックさを見習うべきものがあり、尊敬の念を抱きました。

2 日（日）15:00、コンテストが終了し、一気に達成感と安心感と疲労感が押し寄せてきました。けれどもすぐに片づけに取り掛からなければならず、そのまま撤収の流れとなりました。あれだけ立てるのが大変だったアンテナやポールも一瞬で片付けられ、少しもったいないなあ、と感じました。

を糧に、この先もアマチュア無線部の活動に少しでも力となれるよう、頑張ります。

改めて、OB・先輩の方々、今回のコンテストの参加にあたって同行させていただいたこと、本当にありがとうございました。

おわりに

今回、6 m AND DOWN コンテストに同行させていただいて、技術面でも、肉体面でも、精神面でも学びを得ることができました。自分の未熟さを感じるとともに、まだまだこれからの部員としての活動の方が長いので、楽しみつつも努力していかなければ、と感じました。まずは、アマチュア無線の免許を取って、交信を始めるところからしていかなければ、と考えています。

また、今回の第 53 回 6 m AND DOWN コンテストにおいて、東北大学アマチュア無線部

(JA7YAA/7) は、XMA マルチオペオールバンド・東北エリアにおいて入賞しました。今回学んだこと

フィールドデーコンテストへの参加

K.M

はじめに

私は高校でもアマチュア無線部に所属していましたが、無線交信の免許を持った顧問の先生や先輩方が私の入部前に退職・卒業してしまったこともあり、3年間で一度も交信をしたことがありませんでした。せっかく免許を取ったのに交信する機会がないのももったいなかったため大学でもアマチュア無線部に入り、そして今回同級生の個人局で第66回フィールドデーコンテストに初参加しました。

自分にとって初めてのコンテスト参加であったため、ここではその活動内容や感想、反省点を報告したいと思います。

きっかけ

今回私がフィールドデーコンテストに参加したのは、普段から個人局でも運用している当部の同期(JJ1FNU、以降FNUさんと表記)に、よければ一緒に参加しないかと誘われたのがきっかけでした。もともと無線にはコンテストという競技があることは知っており少し興味があったため、いい機会だと思い喜んで参加することを決めました。しかし自分は当時ほとんど交信の経験がなかったため、この時は期待半分、不安半分といった心境でした。

当日の流れ

8月5日

21:00 運用地到着・アンテナ設営

運用は東北大学青葉山キャンパスのユニバーシティ・ハウス付近の駐車場で行いました。使用したアンテナは以下の通りです。



図 1 設営したアンテナ

- ・ 3.5 MHz : 1/2 λ ダイポール
- ・ 7 MHz : 短縮ツェップ
- ・ 21, 28, 50 MHz : V ダイポール
- ・ 144 MHz : 10 エレ八木
- ・ 430 MHz : 15 エレ八木
- ・ 1200 MHz : ハンディホイップ

21:30 頃 運用開始

運用は私が 144 MHz 帯、FNU さんは 7 MHz 帯を中心に運用していました。

交信に不慣れなためちゃんとできるか心配していましたが、コンテストはコンテストナンバーを交換するだけでよく、あまり雑談をする人が少なかったために、個人的にはむしろ通常の交信よりも慣れれば気が楽でした。

また、今回は JJ1FNU 局のゲストオペレーターとして参加していたために、普段から FNU 局と交信されている局と交信した際これからは無線を楽しんでほしいという激励をいただくこともありました。今回のコンテスト全体を通じてコンテストナンバーの交換以外の会話は少なかったですが、会話をした方の多くは気さくに話しかけてくださり、長時間の交信のモチベーションになりました。

24:00 頃 片付け・撤収

この時点では私はおよそ 40 局と交信することができました。睡眠をとるためにここである程度の片づけをして一時解散としましたが、地下鉄の終電の存在をすっかり忘れており、歩いて山を下る羽目になりました。真っ暗な中一人で山を下るのは苦労した

ため、今後コンテストに参加する際は終電の時間をきちんと把握しておこうと強く決意しました。

25:45 就寝

歩き疲れて泥のように眠っていました。

8月6日

9:00 交信開始

本来は 7:00 頃に集合する予定だったのですが、見事に寝坊してしまいました。私がいないうちに準備してくれた FNU さんには本当に感謝しきれないです…。

2 日目の交信は 1 日目よりもだいぶ人が少なかったです。また気温が想像以上に高く、CQ を出し続けるのも大変だったため日陰で都度休息を挟んでいました。



図 2 運用風景

12:30 頃 撤収

気温がさらに高くなり、また新しい交信も少なくなってきたために撤収しました。

の人が答えてくれるというアマチュア無線独自の感覚を楽しむことができました。

反省としては、まず 1 日目に終電を逃してしまったことです。深夜まで交信するコンテストでは終電の時間の把握は重要であると強く実感しました。

また、2 日目は気温が相当高かったため、コンテストの翌日に腕が日焼けで真っ赤になってしまいました。暑さ対策が甘かったと感じたため、テントや氷嚢など暑さ対策にも十分気をつけたいです。

そして何より、アンテナの設営などの準備をあまり手伝えず、ほとんど FNU さんにしてもらったことが一番の反省点です。寝坊などもありましたが 1 日目も何をすればいいかわからずあまり手伝うことができなかったため、次回以降のコンテストでは準備をもっとスムーズにできるようにしたいです。

いろいろなことがありましたが、初めてのコンテストはとても楽しく参加することができました。今回の反省も生かして、今後のコンテスト・交信も頑張りたいと思います。



図 3 今回発行した QSL カード

全体の感想・反省・まとめ

初めてのコンテストを終えて、まず初めに楽しかったという感想を持ちました。長時間 CQ を出し続けることはやはり少し大変ですが、その分実際に交信できた時の達成感は心地よいものでした。また、通常の交信と同様に、自分が発した声にどこか遠く

アマチュア無線の 体験運用制度

坂東入香

はじめに

免許を持たなくともアマチュア無線の運用ができる制度があるのはご存じだろうか。また、アマチュア無線をこの部誌で初めて知ったという読者におかれては、免許がないけれども、アマチュア無線を運用してみたいという気持ちをお持ちの方もいるのではないだろうか。

ここ最近の制度改正で注目を集めているアマチュア無線の体験運用制度ですが、実施事例として共有されている事例はまだ数少ないと思われます。

本稿では、体験運用はどのような制度なのか、さらには当部が主体となり体験運用を実施した、学都「仙台・宮城」サイエンス・デイにおける体験運用の実施事例を紹介することで、体験運用の実施を促進するとともに、アマチュア無線を体験したい方には免許がなくても体験可能であるということを知っていただければと思っています。

アマチュア無線の体験運用とは

アマチュア無線の体験制度とは、免許を持たない方でも、アマチュア無線の運用を体験できる制度です。

通常、アマチュア無線を運用するためには、無線従事者免許が必要であり、国家試験を受験するなどして取得必要があります。しかし、アマチュア無線を運用することにより、科学技術や無線技術に対する理解や関心を深めること深めることができるのではないかという議論が進み、無線従事者免許をもない方にも運用機会を提供できるようアマチュア無線の運用機会拡大することで、科学技術や無線技術に対する理解や関心を深めるためのきっかけを広く提供するという目的で法令改正が進み、免許がなくとも

もアマチュア無線の運用ができる機会がより拡大しました[1]。

スマホなどの無線デバイスが普及し、無線通信技術は現代社会を支える重要な技術ですが、その無線通信技術を体感できるプラットフォームは限定的です。スマホでは、周波数、通信方式、送受信機、アンテナなどの無線通信技術に関する技術を改造・変更することはできません。一方、アマチュア無線は、それらの技術をある程度自由に改造・変更可能です。まさに、ブラックボックス化されているが現代社会を支える重要な技術を体感できる手段としてのアマチュア無線が総務省などでも注目され³、体験運用の機会拡大へとつながったと考えられます。

法令改正と当部の体験運用の概要

体験運用に関する法令改正の動きと当部の動きを、時系列で表 1 にまとめます。

表 1 体験運用に関する法令改正と当部の活動

時期	動き
2002 年	無資格の小中学生による ISS との交信が可能に いわゆる「ARISS スクールコンタクト」
2020 年 4 月	体験局による体験運用制度が開始 無資格者のアマチュア無線の運用が可能に 体験局を申請する必要あり
2021 年 3 月	体験運用の機会の拡大 家庭や小中学校での無資格の小中学生の体験運用が可能に 体験局開局不要、年齢・人間関係の制限あり
2021 年 10 月	東北大学祭で体験局 8J7YAB/7 の運用
2022 年 10 月	東北大学祭で体験局 8J7YAB/7 の運用
2023 年	体験運用の機会の拡大

³ 総務省での議論の詳細は参考文献[1]で示した、「ワイヤレス人材育成のためのアマチュア無線アドバイザーボード」を参照いただきたい。URL: [https://](https://www.soumu.go.jp/main_sosiki/kenkyu/wirelessjinzaibat/index.html)

3 月	体験局の申請が不要，年齢，人間関係の制限なし いつでも，どこでも，だれでも体験運用が可能
2023 年 5 月	移動運用で従事者免許を持たない部員が体験運用
2023 年 7 月	学都「仙台・宮城」サイエンス・デイで，JA7RL/7 で体験運用

体験運用の制度は，2002 年に始まった，いわゆる ARISS スクールコンタクトと呼ばれている，小中学生による ISS との交信に始まっています⁴。ただ，この制度は小中学生のみで，かつ交信相手が ISS というかなり限定的なものでした。

さらに，2020 年に体験局による体験運用の制度が施行され，年齢も交信相手も制限のない体験運用の制度が開始しました。しかし，体験運用の実施に当たっては体験局を開局する必要がある，体験運用はイベントに限られる上，申請手続きについても，通常の局に比べ，用意する資料が多いため準備が大変であることに加え，イベントごとに申請する必要があり，体験運用を実施する側としては非常に煩雑でした。

その後，2021 年に，体験局を開局しなくとも，小中学校や家庭において体験運用を実施できるようになったものの，この制度は，大学における学生団体が活用できる制度ではありませんでした。そのため，2021 年，および 2022 年の東北大学祭においては，2020 年の体験局の開局により体験運用できる制度に基づき，体験局「8J7YAB」を開局し，体験運用を実施しました。

さらに，2023 年に体験運用の機会拡大へ制度改正され，ARISS スクールコンタクト，体験局，小中学校や家庭での体験運用の制度を統合する形で，体験局の申請不要で，年齢，人間関係の制限なく，アマチュア無線の体験運用が実施できる制度となりました。

た[2]。まさに，いつでも，どこでも，だれでも体験運用が可能になりました⁵。当部としての今回の制度改正のメリットは非常に大きいと考えており，体験運用の利用シーンが拡大する点，さらに体験局の開局手続きが不要になる点，また関連して，JARL に追加で加入しなくてよく申請の手数料がかからないため財政的にも負担が小さいなど利点があると考えています。この制度の下で，当部では，今年 5 月に移動運用従事者免許を持たない部員が体験運用を行い，さらに，7 月の学都「仙台・宮城」サイエンス・デイで体験運用を行いました。

本稿では，学都「仙台・宮城」サイエンス・デイでの体験運用の様子を紹介します。

学都「仙台・宮城」サイエンス・デイでの体験運用

学都「仙台・宮城」サイエンス・デイは東北大学内で行われる科学イベント⁶です。50 以上のさまざまな団体が出展し，高校の部活や企業，あるいは大学の研究室など，出展者はさまざまです。来場者は 1 万人規模，日時は 7 月の三連休の中日 7 月 26 日

（日）に行われた。当部は，JARL 宮城支部主催のブースに協力する形でブースを運営し，特に，体験運用の企画を運営しました。コールサインは JARL のコールである，JA7RL/7 のコールで体験運用を実施しました。

サイエンス・デイには毎年，JARL 宮城支部のブースに協力する形で参加していましたが，感染症の影響により，2019 年を最後に出展していませんでした。サイエンス・デイのキャッチフレーズは「科学技術を五感で体感できるイベント」であり，体験型のイベントを実施している団体が多いです。過去，2019 年は電子工作を実施していましたが，今回は，体験局を実施することになりました。

⁴ ARISS スクールコンタクトは国際宇宙ステーションに滞在する宇宙飛行士とアマチュア無線で交信する NASA の教育プログラムであり，2000 年 12 月からスタートしている。詳細は以下の URL を参照いただきたい。URL: https://www.jstage.jst.go.jp/article/kjsass/52/610/52_307/_pdf/-char/en

⁵ 体験運用に関する詳細，運用におけるルールについては，総務省の web ページを参照いただきたい。URL: https://www.tele.soumu.go.jp/j/sys/others/ama_experience/

⁶ <http://www.science-day.com/>

体験にあたり準備したこと

体験者に配布する配付物や体験運用の説明に使用するスライドの準備をしました。欧文通話表、和文通話表、体験運用の交信例などを掲載した資料や、QSL カード、体験者に体験運用後に授与する体験証明書、また、事前に体験者の名前の欧文通話表や自局のコールサインの欧文通話表を記入してもらうためのワークシート、さらに予約券を準備しました。

当日の運営

会場は、東北大学の講義棟ですが、50 人教室を 1 つ貸し切って運営しました。

会場の様子と配置、人員の様子を以下の画像に示します。教室の半分程度を体験運用に使用し、半分は他の展示に利用しているというイメージです。人員は、受付に 2 名、体験運用のスライドを用いた説明に 1 名、体験運用の実施に 2 名（144 MHz と 430 MHz に 1 名ずつ）とその補助に 1 名という割り振りで行いました。

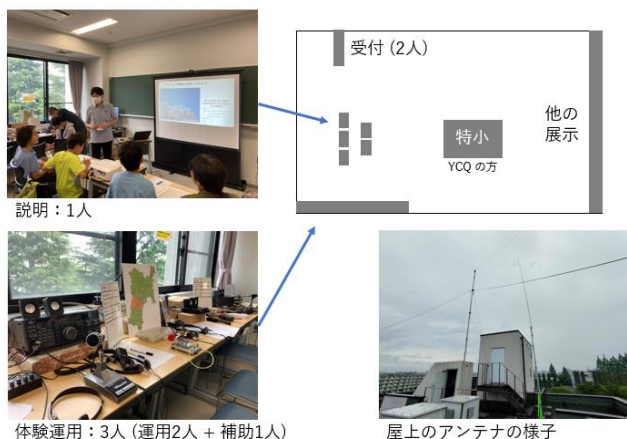


図 1 会場の様子と人員

当日の運営を表 2 にまとめました。

表 2 当日の運営の順序

1. 受付	ブースに来場して予約してもらう 1 時間に 5 名まで体験者を受付、予約券を渡す 全 6 回実施
-------	--

2. 体験運用の説明	資料配布 スライドを用いて、アマチュア無線の基礎知識、体験運用の説明
3. 特小での交信練習	アマチュア無線で運用する前に特小で運用 PTT の使い方、単信方式であることをつかむ
4. 体験運用	アマチュア無線の運用を実際に体験 144 MHz, 430 MHz の運用
5. QSL カード記入	交信相手に送付する QSL カードを体験者が記入
6. 体験証明書の授与	記念品として、体験者に体験証明書を授与

ここでは、2. の体験運用の説明と 4. の体験運用の様子を詳しく報告します。

体験運用の説明

基本的に、スライドを見せながら説明をした。内容は、電波やアマチュア無線の基礎知識（どのようなことができる趣味なのかなど）、運用の流れについて一通り交信例を示しながら説明しました。特に、アマチュア無線特有の事柄であり、運用する際に重要なコールサインや、RS レポート、和文通話表、欧文通話表については詳細に説明をし、欧文通話表については、体験者に一齐に発声してもらいました。



図 2 体験運用の説明の様子

さらに、自分の名前の和文通話表や、自局（JA7RL）の欧文通話表については、体験者自身にワークシートに記入してもらった。ワークシートを図 3 に示します。

体験交信ワークシート

自分のコールサイン	相手のコールサイン	自分の名前	
J ジュリエット			の
A アルファ			の
7 セブン			の
R ロメオ			の
L リマ			の
			の
			の

何かしゃべりたいことあれば(サイエンス・デイのこと、天気のこと、なぜアマチュア無線に興味持ったか)

図 3 ワークシート

左側の自分のコールサインの欄に記入されているように、左の枠にアルファベットを記入し、そのすぐ右の下線がある欄に対応する欧文通話表を記入していただくことで対応を体験者自身に確認してもらいました。また、下の大きなボックスには、交信相手の方と話したいことについて自由に記載していただきました。

体験運用

実際にアマチュア無線で体験運用している様子を紹介しよう。



図 4 体験運用の様子

周波数帯は 144, 430 MHz で行いました。デュープレクサーで 2 つのリグに接続することで、2 人同時に体験運用できるようにしました。7 MHz 帯にもオンエアできるようにしていたが、コンディション悪

く、運用は行いませんでした。430 MHz 帯は 439.72 MHz のレピーターを介して交信を行いました。

交信相手については、事前に JARL が体験運用を行うことを HP などでも告知をしていただいていたため、困ることはなかったが、見つからなかった際には、会場内のアマチュア無線家の方にハンディ機などでオンエアしていただき、交信相手になっていたこともありました。

QSO については、連絡の設定と終了については、法令に基づき有資格者の部員が行いました。連絡の設定については、CQ を出し、相手のコールサインを聞き取って体験運用の承諾を得るところまで、終了については、簡単な挨拶を行いました。体験者には、コールサインの交換、オペレーターネーム、レポートの交換、さらに、自由に聞きたいことについて、交信相手の方とやり取りしてもらいました。

体験運用の振り返り

アマチュア無線の魅力を伝える手段が 1 つ増やすことができることが一番の魅力だろうと感じた。これまでは、説明や運用の様子を見学してもらうのみで、アマチュア無線の魅力を効果的に伝えることに苦労していたが、そんな際に、「実際に運用してみます？」というようなやり取りが可能になります。

体験運用の説明を丁寧にしようとする 0.5 – 1 時間程度必要であり、1 時間に 5 人程度が適切でした。交信例の通りに交信が進まない戸惑う体験者がいたため、実演・QSO の様子を聞いてもらい、交信例の通りにならなかったときにどうしたらいいのかを示すなど、説明の仕方にもう少し工夫が必要だと感じました。また、相手のコールサインのロギング、体験者に欧文通話表とともに伝えるところで滞ってしまい、2, 3 分ほど交信相手の方には待機してもらっていたこともあったが、仕方ないのかなあと感じました。さらに、緊張などで大きい声で喋れない体験者がいて、変調がうまく乗らないなどのトラブルが起きたこともありました。SSB より FM が聞き取りやすく、体験運用に最適でことや、フォネティックコードをその場で慣れるのは、英語に触れていない小学生などは大変であるなどの治験が得られました。

まとめ

各種イベントでの体験運用により，アマチュア無線の体験機会の提供ができ，アマチュア無線，さらには無線通信技術の一端を知っていただけたのではないかと感じました。

今後，今年の法令改正により体験運用シーンの拡大が実現できるため，どのようなイベントでどのような展示をしたらよいか，積極的に体験運用を実施しながら模索しつつ，アマチュア無線の魅力をアピールしていきたいと考えています。

参考文献

- [1] ワイヤレス人材育成のためのアマチュア無線アドバイザーリポート (https://www.soumu.go.jp/main_sosiki/kenkyu/wirelessjinzai_at/index.html) accessed: 2023/10/16
- [2] ワイヤレス人材育成のためのアマチュア無線の活用等に係る制度改正案(概要) (https://www.soumu.go.jp/main_content/000860054.pdf) accessed: 2023/10/16

144・430 MHz 八木・宇田アンテナ製作へ

Part1

部員 J

経緯

アマチュア無線の世界に入ってから早2年、ついにハンディー機を手に入れた。無線交信を始めるに際して自作のアンテナで交信したいと思い、アンテナ作りに取り組むことにした。

八木・宇田アンテナを選んだ理由としては、他の部員が製作した八木・宇田アンテナを参考にできる点と、いつか自作したいと以前より思っていたからだ。

準備

八木・宇田アンテナを製作するにあたり、アンテナのブームをどうするかについて悩んだ。アンテナ設計の「MMANA」を使い設計を試み、約2mあれば十分であることを確認した。無線交信は山などに移動して行いたいと考えているため、持ち運びやすいように長さが1mほどに短縮できるものが良い。また、エレメントの間隔を容易に調整できることやエレメントとブームの取り外しが可能なものを求めた。

以上を考慮して良さそうなのを一つ見つけた。それは「伸縮式カーテンレール」だ。ランナーにエレメントを固定することでエレメント間の調整が容易にできそうと考えた。また、実際に購入したものは最大2m、一番短くて1.1mほどのもので持ち運びも容易である。不安点としてはランナーにエレメントを固定できるかであるが、その点は製作しながら考えることにした。私が見たサイトでは伸縮式カーテンレールのシングルとダブルが販売されていた。費用の観点からシングルを購入したが、ダブルの方が良かったかもしれない（エレメントの安定性から）。

今回エレメントには針金を用意した。理由はパイプに比べてカットが容易であるから。144 MHz 帯にも針金をエレメントにしようとする針金がつるんでしまうというアドバイスを受けて、ホームセンターで売られている中で一番太い針金を選んだ。放射エレメントには、家にたまたまあった伸縮棒を用いることにした。短いので0.3mほど、長いので2mほどあるため、二つを用いればV/UHF どちらも対応可能である。

開始

給電部は同軸ケーブルと放射エレメントが取り外せると便利と考えて図1のような構成にした。半田付けで直接つなげていないので多少影響が生じると思うが、気にしないことにする。

一番苦労したのがカーテンレールのランナーとエレメントの固定である。前述した通り、ケチってダブルでなくシングルを購入したためなかなか安定しない。そこでスポンジのような緩衝材を詰め込み、そこにワイヤーを刺すことで安定化を図った。幸い針金がレールから落ちることはなくなったが、どちらか一方に傾いてしまうのでそこは手で調整した。

最初は6エレくらいを製作しようと思っていたが、カーテンレールで上手くいくか不安だったので、ひとまず3エレで試すことにした。また、144 MHz 帯では針金が予想以上に垂れてしまうのと、歪みを無くす作業が面倒であったため針金で行うことは断念した。今後はパイプで行おうと思うが、今回は時間の都合上間に合わないので430 MHz 帯のみでトライした。完成した様子を図2に示す。



図1 給電部の様子



図 2 3 エレ八木・宇田アンテナ

エレメントを増やした場合のエレメント間の間隔を探していくことにする。

参考文献

- [1] 「430MHz 144MHz 八木宇田アンテナを作ってみた」 (<http://y-bldg.blog.jp/archives/6761872.html>) accessed: 2023/10/15

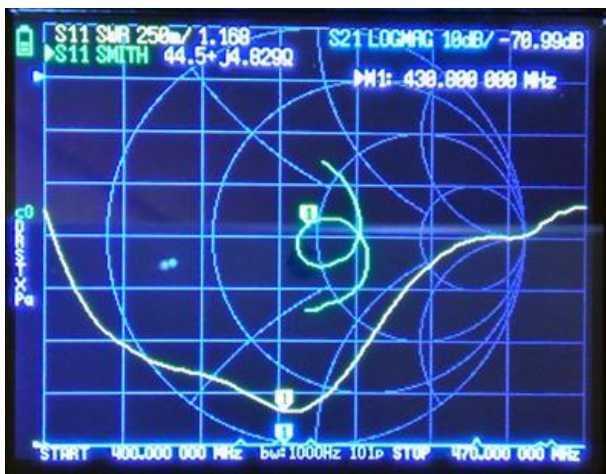


図 3 アンテナ調整

土台をつくるのが間に合わなかったため、一時的に固定した。最初は設計通りの針金の長さで間隔で固定してみたが、470 MHz 周辺で SWR が下がる結果となった。

その後は、SWR が 430 MHz 帯の適当な場所で下がるように、ワイヤーの長さや間隔の微調整を行った。

最終的に 430 MHz で SWR が 1.15 となったまた、440 MHz までの SWR も 1.5 以下と良さげであった。

今後

カーテンレールで八木宇田アンテナをできるか不安であったが、エレメント間の微調整が行いやすく手ごたえを感じた。一方、少しの衝撃でエレメントがすぐ動いてしまう問題点も浮き彫りとなった。固定方法はレールに何か詰めるか、テープで固定するかなどこれから考えることにする。また、今回は諦めた 144 MHz において細いパイプで試すことにする。無線運用は 3 エレで試み、感触がよさそうなら

モールス通信を始めてみた

坂東入香

はじめに

これまで、私は SSB や FM などの電話での交信しか行ったことがなかったが、今回、アマチュア無線の楽しみの幅を広げるため、モールス通信を始めた。本稿では、モールス通信の簡単な基礎知識とデコード練習や初運用の様子を報告する。

モールス通信とは

モールス通信とは、一般的に、短点と長点を組み合わせで構成された符号を用いて通信を行うことである。モールス符号は、日本の法令では、「モールス無線電信による通信（以下「モールス無線通信」という。）には、別表第一号に掲げるモールス符号を用いなければならない。」（無線局運用規則第十二条）と定められており、和文や欧文、数字さらには各種記号も定められている[1]。欧文のモールス符号の一部を表 1 に示した⁷。

表 1 モールス符号（欧文）

A	・－	J	・－－－	S	・・・
B	－・・・	K	－・－	T	－
C	－・－・	L	・－・・・	U	・・・－
D	－・・・	M	－－	V	・・・－
E	・	N	－・	W	・－－
F	・・・－	O	－－－	X	－・・・
G	－－・	P	・－－・	Y	－－－－－
H	・・・・	Q	－－・－	Z	－－・・・
I	・・	R	・－・		

モールス通信は、他の通信手段の発達により使われなくなってきており、航空自衛隊でもモールス通信の運用を終了するといった報道がある[2]。しかしながら、アマチュア無線では、まだ現役で運用され

ている通信方式であるため、趣味としてモールス通信を楽しむことが可能である。

モールス通信の歴史は、1800 年代にまでさかのぼる。1844 年には、アメリカでモールスとヴェイルにより発明されたモールス符号を用い、130 km の電線による通信に成功した。この電信による通信方式は、アメリカ全土に普及し、さらにはその後、アメリカ国内のみならず国際通信にも用いられ、情報通信技術の発展に大きく貢献した[3]。

その後、1888 年のヘルツによる電波の実証がきっかけとなり、電波による通信実験が行われ、無線通信における電信の運用が普及していった[3]。

また、モールス符号による通信方式の発明は現代の情報通信技術の源流となっているともいえるだろう。モールス通信における文字を符号化⁸することで伝送するというアイデアは、現代において、文字のみならず、画像や音声、さらには動画など、さまざまな情報を符号化して伝送するという、現在の情報通信技術の発展に大きく寄与しているのではないだろうか。

モールス通信の魅力

アマチュア無線におけるモールス通信の魅力を 2 点挙げたい。

電話に比べ、長距離通信が可能である [4]

一般的に、電信はトーン音の有無さえ聞き取れば通信することができるため、電話に比べ、受信信号の S/N 比が悪くとも交信することができる。例えば、遠距離のノイズ混じりの局との交信の際に、電話ではノイズに埋もれてしまい聞き取れない局であっても、電信では聞き取ることのできる可能性がある。

この点は、通常交信における楽しみの幅を大きく広げるだけでなく、限られた時間に交信数を競うコンテストの際に威力を発揮することができる。遠距離である、あるいは送信電力が小さいなどの理由で、信号の弱い局と交信できるので、得点の伸びに大きく貢献することができるからである。

⁷ 短点を「・」、長点を「－」で表している。

⁸ 入力した文字列などのデータを 2 進数符号など別の符号に一对一に割り当てること。

英語が苦手であっても海外交信できる可能性がある [4]

モールス符号は世界共通であり、モールス通信において交信する事柄はほぼ決まっているため、英語のリスニングやスピーキングが苦手であっても、モールス通信によって海外交信できる可能性がある。

私は、特にこの2点に魅力を感じ、今までしたことなかったモールス通信を始めることを決意した。

デコード練習

はじめは全くデコードできなかった

1級アマチュア無線技士の試験では、紙に短点（・）と長点（－）で示されたモールス符号を読み取る問題が出題される⁹。1級の免許は取得していたため、欧文と数字については紙にモールス符号が書いてあれば、読み取ることができる状態ではあった。しかし、トーン音をデコードすることは、紙に書いてあるモールス符号を読み取ることとは全く違うことに気づいた。その大きな理由が、音声は待ってくれないことである。つまり、紙に書いてある符号であれば、書いてある符号が何を示しているのかを少し時間かけて考えることができるが、音声は絶え間なくトーン音が聞こえてくるため、考えている間は全くなく、1つのアルファベットのトーン音が流れた後、瞬時にそのトーン音が意味するアルファベットや数字を判断しなければならないことに気づいた。そのため、ひとまず、トーン音の聞き取り練習に専念することにした。

ひらすらトーン音を聞いた

まず行ったのは、AからZまでのモールス符号のトーン音をひたすら聞き続けることである。使用したのは、Discord上でモールス符号のデコード練習の

できる Bot である、MorseCord である¹⁰。この Bot にはテキストチャンネルに任意のアルファベットや数字を送信するとそのモールス符号のトーン音をボイスチャンネルに流す機能がある。

まず、アルファベット順にトーン音を繰り返し流した。そのことで、アルファベットとそのトーン音の雰囲気の対応を叩き込んだ。

次に、ランダムにアルファベットを並び替え、そのトーン音の音声を流し、1つ1つデコードできるか確認した。その際に、瞬時にデコードできないアルファベットを洗い出した。私は、F, L, P, X が特にデコードできないアルファベットであった。さらにその後、デコードできなかったアルファベットをランダムに並べ、聞き取る練習を行うことで、苦手をつぶしていった。

このような練習を地道に行うことで、一通りアルファベットとトーン音の対応がつくようになった。

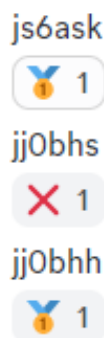


図 1 モールス符号練習 Bot のスクリーンショット
聞こえてきたトーン音の回答を入力し、送信するとスタンプで正誤が表示される。

その後、実践的な練習として、コールサインのデコード練習を行った。この練習も MorseCord で行った。練習風景のスクリーンショットを図 1 に示した。この Bot はボイスチャンネルにランダムなコールサインのトーン音を流し、そのトーン音をデコードした結果をテキストチャンネルに送信すると正誤がスタンプで判定されるという機能がある。練習は、16 WPM 程度から、徐々に速度を上げながら行い、最終的に、20 WPM 程度まで、およそ一回のトーン音のみで聞き取れるようになった。

⁹ 平成 23 年から電気通信術の試験が廃止され、「法規」においてモールス符号の理解度を試す問題が出題されている。

¹⁰ 東京大学の学生の方が開発されたモールス練習用の Discord の Bot である。GitHub repository の URL: https://github.com/ibuki2003/discord_cw_bot

運用してみた

通常交信で電信デビューをしたが、まず、運用時の装備の写真を示す。



図 2 設営したアンテナ全景

運用は、東北大学の青葉山キャンパス内の見晴らしがよく、迷惑にならない場所に移動して行った。(図 2)



図 3 無線機周辺

送受信機は個人で所有している IC-7100M、アンテナは釣り竿を用いた垂直型のアンテナで 7 MHz 帯に整合が合うように、途中に挿入してあるコイルを調整してある。さらに、パドル、PC、バッテリー（カーバッテリーを使用）を用意した。これらの荷物は送受信機を除き、リヤカーで運ぶことができるようになっている。また、釣り竿はリヤカーに取り付けた。また、IC-7100M とパソコンは digiaid¹¹で接続した。

運用は、デコードは自分で行き、送信はパソコン上で zLog を用いてキーイングした。zLog は事前に送信する文章を記録することができ、さらに CW Keyboard 機能により、入力した文字を随時キーイングする機能がついており、事前に設定した定型文以外の文を送る必要となったときは、この機能を使用した。

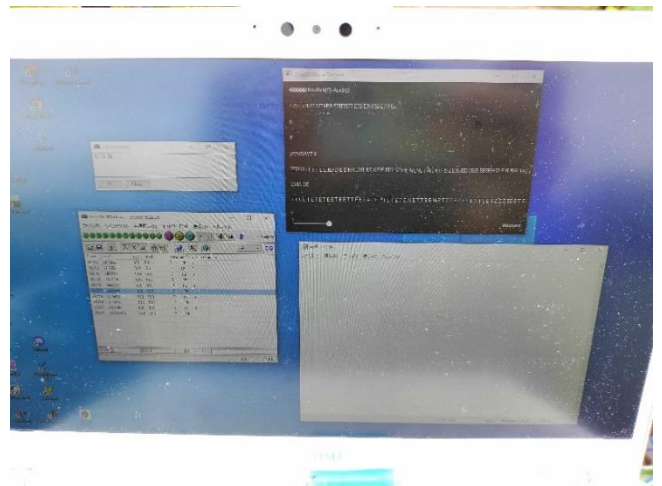


図 4 運用中のパソコン画面

運用中はログの入力用に zLog, CW のパソコンキーイング用に CW Keyboard, さらに CW デコードソフトである「CW4ISR¹²」を補助的にしようしながら、デコードの記録用にテキストエディタのメモ帳を起動しておいた。

次に、運用の様子を紹介する。結果的には、思いのほか交信に苦戦せず楽しめた。コンディションが悪く出ている局がほぼいなかったため、私から CQ を出した。基本的には、いわゆる「599BK」方式での交信を行った。「599BK」方式の文は、zLog に事

¹¹ FT8 などのデジタルモードや CW などパソコンを用いた運用のために送受信機とパソコンを接続するためのインターフェース

¹² CW デコードソフト。GitHub repository の URL: <https://github.com/nextzlog/cw4i>

前に記録しておき、ボタン1つで送信できるようにしておいた。練習の成果があつてか基本的には1回のみで聞き取ることができることも多かった。しかし、練習では体感できない QSB などによるトーン音のフェージングやノイズによる不安定さがデコードをしにくくする要因であることがわかった。なぜならば、トーン音がよく聞こえる局はまあまあ速くてもデコードできた一方、ノイズ混じりの局や、QSB の激しい局はどんなに遅く送信していただいてもデコードしにくかったからだ。

また、コールサインとレポート交換以外の情報を送ってくる局もあったが、基本例文をマスターしたおかげで慌てずに対応できた。基本例文は具体的には、QTH やオペレーターネームである。これらの例文は紙にリストを作って手元においておき、zLog の CW Keyboard 機能を用いて送信した。

結果的に、デビュー初日は10局とQSOできた。1局程度やっとできるかなくらいにおもっていたため、想定以上の局と交信でき、大満足であった。



図 5 移動無線車と東北大学青葉山キャンパス

ンにも対応できるよう、手動でもできるようになりたいと思った。

さらに、聞き取りにも課題がある。練習で使っているトーン音はノイズもフェージングもない品質のよいトーン音であるが、実際はそのような規範的なトーン音はむしろすくなく、ノイズに埋もれそうな信号も多いように感じた。このような実践的な状況に対応できるようになるため、積極的に実際に運用を積極的に行って、耳を慣らしさまざまな場面で難なくデコードできるようになりたいと感じた。

参考文献

- [1] E-Gov 法令検索 無線局運用規則 (<https://elaw.s.e-gov.go.jp/document?lawid=325M50080000017>) accessed: 2023/08/26
- [2] <中央通信隊市ヶ谷通信所で「電鍵の返納式」>航空自衛隊航空システム通信隊、モールス信号による運用を2019年3月31日をもって終了 (<https://www.hamlife.jp/2019/05/20/jasdf-morse-qso-end/>) accessed: 2023/08/28
- [3] アマチュア無線への思い 第2回 CW (モールス電信) はアマチュア無線の原点 (https://www.fbnews.jp/201305/rensai/ja1cin_amateur_omoi_02_01.html) accessed: 2023/08/26
- [4] アマチュア無線への思い 第4回 CW通信の魅力 (https://www.fbnews.jp/201307/rensai/ja1cin_amateur_omoi_04_01.html) accessed: 2023/08/26

まとめ

CW の練習から、デビューまでの何かと苦戦しながらもたどり着くことができた。特に、実際に聞き取りをする際は、心が折れそうだったが、練習や準備を念入りに行ったおかげで、実際に運用する際に慌てずに済んだのではないかと振り返る。

今後の目標として、まず、電鍵を用いてキーイングができるようになることである。今回はパソコンを用いてしまったが、パソコンのないシー

リアリティのある CW 練習ソフトを作りました

tk0h

概要

現在部内で CW 通信の機運が高まっています。例えば、今年の冬には部で CW 専用機である QCX-mini を製作する予定もあります。しかし、現時点で満足に CW 送受信が可能な部員は数名のみです。このままでは、せっかく作る無線機が宝の持ち腐れになってしまいかねません。そこで、効率的に CW の聞き取り練習ができるソフトを作ることになりました。

Web 上を探すと、PC/モバイル問わず様々な CW 練習ソフトを見つけることができます。(例えば、当部の Discord サーバーには JA1ZLO さんが作った discord_cw_bot が常駐しています)。しかし、それらの CW 練習ソフトで受信練習をした方のなかには、実際に無線機から聞こえてくる音との違いに戸惑った方もいるのではないのでしょうか。

実際の交信では、信号にノイズやフェージングが加わることにより、聞き取りの難易度が上がります。もしも交信相手が縦振り電鍵や往復電鍵を使用していた場合は、それらに加えて癖のあるリズムやネバりに悩まされるかもしれません。ソフトから聞こえてくるような明瞭で綺麗な信号を期待して、初交信でいきなり出鼻を挫かれた方も多いかと思います。

今回製作した練習ソフトでは、これらの要素を再現したトーン音を生成することで、より実践的な聞き取り練習を行なうことを可能にしました。現時点でサポートしている動作環境は Linux, FreeBSD, macOS, Windows です。(バージョンがあまり古過ぎると動かないかもしれません)。

製作過程

1. 技術選定

今回の技術選定で重視したポイントは、ずばりクロスプラットフォームへの対応の有無です。私はスマートフォンを所持しておらず、かつ手元にある PC には Linux 及び *BSD しか入っていないため、開発にあたってこれら以外の環境を必要とする技術には手を出し難いのが実情です。それに対して当部に所属する部員の多くは Windows や macOS を使用しているため、クロスプラットフォームへの対応は必要不可欠でした。

上記の条件を踏まえ、今回は Godot Engine (以下 Godot) というゲームエンジンを使用することになりました。Godot の特徴としては、クロスプラットフォームに対応していること以外にも、無料かつオープンソースであること、標準で搭載されている機能が豊富であること、公式ドキュメントが充実していること等が挙げられます。また、Unity 等の他ゲームエンジンでは CW 練習ソフトの作例が既に沢山公開されているのに対して、Godot での作例は殆ど見つからなかった事も、今回 Godot での製作に踏み切った理由の 1 つです。

2. 製作

ソフト全体について解説すると非常に長くなってしまいうため、今回は主要な部分を掻い摘んで紹介します。まず、本ソフトの現時点での大まかな動作を以下に示します。

1. ランダムに生成したコールサインを再生
2. ユーザーから回答を受け取り、正誤判定を行なう
3. 正解の場合は難易度を上げる
4. 1 に戻る

ステップ 1 でコールサインを再生する方法としては、大きく分けて 2 つの戦略が考えられます。1 つ目は、事前に「ト」と「ツー」にあたる音をアセットとして用意しておき、それらを組み合わせて再生する方法です。そして 2 つ目は、ゲームプログラム内でトーン全

体を生成し、それを再生する方法です。今回は、概要で述べたように信号に様々な加工を施す必要があるため、より柔軟な処理が可能な後者を選択しました。以下に、該当する箇所を簡略化したプログラムを示します。

まず、サンプリング周波数およびその他グローバル変数のデフォルト値を定義します。

```
var sample_hz = 22050.0
var pulse_hz = 440.0
var dotDuration = 0.05
var dashDuration = dotDuration * 3
var gapDuration = dotDuration
var spaceDuration = dotDuration * 7
```

次に、コールサインを生成します。ここでは、便宜上国内のみを対象とします。

```
func generateCallsign() -> String:
var word: String
var prefix = "ahrefgijklmnopqs"
var suffix = "abcdefghijklmnoprstuvwxyz"
word += "j"
word += prefix[randi()% len(prefix)]
word += str(randi()% 10)
for i in 3:
word += suffix[randi()% len(suffix)]
return word
```

生成したコールサインから信号を生成します。デフォルトでは 440Hz の sin 波で、この時点ではノイズ等は含まれていません。ここでは「ト」の単音に相当する信号を生成するプログラムを前後の処理を省いて示します。

```
var stream: Array[Vector2] = []
var increment = pulse_hz / sample_hz
var phase = 0.0

for k in int(sample_hz * dotDuration):
stream.append(Vector2.ONE * sin(phase * TAU))
phase = fmod(phase + increment, 1.0)
```

さて、これで基本となる信号を生成することができました。次に、この信号に加工を施していきます。手始めにノイズを追加してみましょう。ここでは最も簡単なホワイトノイズの例を示しますが、同様の方法を用いて他の種類のノイズやフェージングを追加することができます。

```
var out: Array[Vector2]
var noise_lev = 0.9

for i in stream.size():
```

```
var noise = Vector2(randf() * 2.0 - 1.0, randf() *
2.0 - 1.0) * noise_lev
out.append(stream[i] + noise)
```

リズムやネバリ等については、実際のプログラムでは sin 波を生成する段階で調節しています。以上でコールサインを再生する準備は整いました。後は適当な `AudioStreamPlayer` を準備して、`stream` を流し込めばコールサインが再生されます。以降のステップについては Web 上に例が沢山あるのでここでの紹介は省きます。なお、難易度の調節は再生スピードやノイズ/フェージングの強さ、リズム等を変更することで調節することができます。

おわりに

今回の CW 練習ソフトの製作を通し、様々な学びがありました。また、今回初めて Godot Engine を触り、機能の豊富さに大変驚かされました。特に、プログラムで生成した信号を再生したい場合、一般的なプログラミング言語と使うと各プラットフォームへ個別に対応しなければならないのが普通ですが、それが不要なのはゲームエンジンならではの感じました。今後はよりリアルな信号の生成や、モバイルアプリ/ウェブアプリへの対応、UI やゲームシステムの改善等に取り組んでいきたいと考えています。

アマチュア無線の画像電送に 挑戦！

JJ1FNU

はじめに

アマチュア無線が他の無線と一線を画す一番の特徴といえば、様々な周辺機器を自作や改造できるという点であろう。アマチュア無線技士の資格は例外なく自分の操作範囲の「技術操作」が許可されており、リグ（無線機）やアンテナを自作したり、付属装置、付加装置を取り付けたりなど、様々な楽しみ方ができる。

令和5年9月25日施行の規則改正により、リグにパソコン等の附属装置を設置する際の免許申請が簡素化され、より簡単に様々な電波形式の通信をできるようになった。具体的には、「無線機の外部接続端子にはPC等が設置されているものとみなす」ということになり、無線局にリグの設置の免許が下りた時点でPCを用いて、電波形式を自由に変えることができるようになった。そこで、今回は画像送信技術として、アマチュアファクシミリ及びSSTVについて「簡単」な操作をモットーに、実際に通信操作に挑戦してみた。

ファクシミリとは

ファクシミリの歴史は、1843年にもさかのぼり、電話よりも早い段階で発明されたものである。当時、通信の手段といえば、7年前に開発されていた電信である。電信以前には、26本プラス α の線を用いて、1文字につき1本の線で通信する方法があったが、電信により、1本の系統の線で通信を行うことができるようになった。その後、文字を送信するだけでなく、手書きのサインや二次元的な絵を送信する方法としてファクシミリが開発された。その後、真空管が開発され、増幅や変調が容易になったことにより、普及していった。

ファクシミリには写真電送および模写電送の二つの種類がある。写真電送はグレースケールであり、アナログ的に濃淡を送信するのに対し、模写電送は白黒のデジタル的な信号を送信するものである。模写電信はデジタル信号となるため、復元がしやすいという利点があるが、写真を送るのには適していない。そのため、アマチュアファクシミリや電話線を用いたFAX¹³では写真電送が多く使われている。

ファクシミリの原理は非常に簡単で、画像を画素に分割して、その画素の白黒（濃淡）を送信するだけである。模写電送の場合は、白と黒の二つの周波数をあらかじめ決めておき、対応する周波数をデータとして送信する。写真電送の場合は白と黒の周波数をあらかじめ決めておき、その間で濃さによって周波数を変化させて送信する。

そして、音声通信として使用する周波数で通信を行うため、電話と同様に変調することができ、電話回線を使ったFAXのサービスが世界中で提供されている。このように一般にFAXが普及しており、ファクシミリの信号を作る機械の入手も容易だったことから、アマチュア無線においても画像通信の方法としてアマチュアファクシミリが知られていた。

SSTV とは

先にファクシミリについて述べたが、このファクシミリには、画像送信の手段として2つ大きな欠点が存在する。一つは送信に時間がかかることである。ファクシミリは、電話で使う周波数を使用するため、走査線の速度を上げることができず、一つの画像を送信するのに5分や10分などの膨大な時間がかかってしまう。電話線やUHF帯のような安定した通信を維持できる環境であれば問題はないが、HF帯の電離層を使った送信ではコンディションに左右されてしまい、5分間フェージングや混信を受けることなく受信し続けることは難しい。1局と5分もかけて交信することは、周波数を独占することにもなってしまうため、特にアマチュア無線には向いていないといえる。さらに、二つ目の問題として、白黒またはグレースケールの送信しかできない点がある。こ

¹³ファクシミリとは、日本の電波法施行令の中で、電波を使用して静止画像を送受信する設備と定められ

ており、便宜上ここでは電話線を使用した写真電送および模写伝送はFAXと表記する。

れについては RGB の 3 色分の信号を送信するという、カラーファクシミリという技術が開発されたが、3 倍の送信時間となってしまう、アマチュア無線で多く使われることにはならなかった。

このような欠点を解決するためにアマチュア無線家によって、アマチュア無線のために作られた画像伝送方式が SSTV である。SSTV は通信に必要な最低限の画質を落とし、電送時間を短くしている。このようなデータを削減した通信はアマチュア無線のみならず、ほかの無線通信でも使われることになり、宇宙との画像伝送でも使用された。初期の SSTV はモノクロであったが、半導体が開発され、カラーディスプレイやカメラが使用されるようになると、カラーの送信もできるようになった。

アマチュアファクシミリ/SSTV の環境整備

PC が登場する以前、アマチュアファクシミリや SSTV を楽しむためには専用のスキャナと変調器が必要であり、アマチュア無線が盛んであった時代には製品が市販されていた。しかし、アマチュア無線人口が減少傾向である現代、アマチュアファクシミリや SSTV の専用の附属装置の入手は困難である。そこで今回はパソコンのソフトを用いて信号を作り出す。なお、今回は私の所有している FT-450DS および Windows 11 のパソコンを使用した環境を構築する。

リグとパソコンの接続について

近年、パソコンとリグを接続する最も簡単な方法は USB で接続する方法である。ドライバをインストールすれば使用できることが多く、画像通信に限らず、FT8 をはじめとしたデジタル通信にもよく使用されている。しかし、少し古いリグには USB 端子が搭載されていないことも多く、FT-450DS には搭載されていない。

次に考えられる方法として、RS232C (D-sub 8pin/シリアルポート) を使用して接続する方法である。現在のパソコンには RS232C の端子がないことが多いが、USB-RS232C の変換器は安価に市販されてい

る。しかし、RS-232C ポートは機械によって癖が強く、接続するのが大変なこともある。私は、速度など、設定を変更しながら、2 年間くらい挑戦しているのだが、接続できたことがない。

さて、こうなると残された方法として、マイク端子に直接音を入れる方法がある。この接続方法は、附属装置で電波形式を変更し、周波数や送信を制御する場合には使用できない。しかし、ファクシミリも SSTV もどちらも音声と同様の周波数の信号を使用し、変調の形式も振幅変調 (AM) や単側波帯 (SSB) が一般的であるため、マイク端子とスピーカ端子をパソコンに入力することで送受信が可能になる。

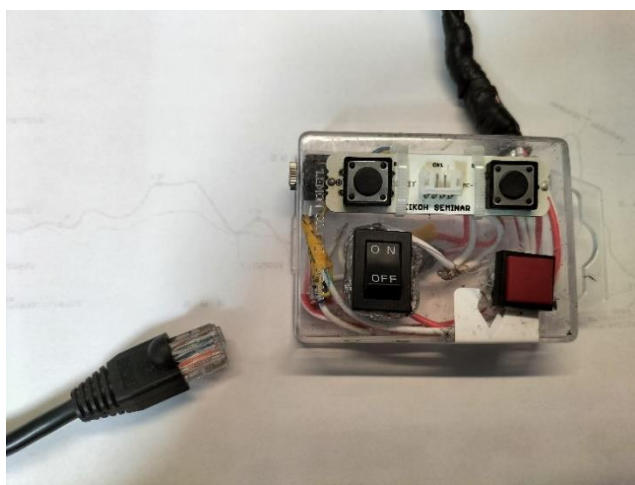


図 1 装置

装置の詳細

PTT の制御

- ・ シーソースイッチ (黒の ON/OFF)
- ・ モーメンタリ型プッシュスイッチ (赤いボタン)

UP/DOWN の制御

- ・ 左右のタクトスイッチ

音声入力

- ・ 左の 3.5 mm フォーンプラグ

最近の Yaesu 無線のマイク端子は LAN と同じ 8P8C (RJ45) であり、各端子は、以下のように割り振られている。ここで、マイク端子を 3.5 mm のフォーンプラグに変換し、パソコンに接続できるようにする装置を製作した。

※ この装置はただリグのマイク端子の該当する端子と接続しただけである。そのため、増幅や給電はされないため、3.5 mm フォーンプラグに市販のコンデンサマイクを接続して使用することはできない。

PTT もマイク端子で制御しているため、PTT のスイッチも必要である。さらに今回は、一般の交信の際も使用できるように、UP/DOWN のスイッチも取り付けた。この装置をリグに接続し、3.5 mm のフォーンプラグに PC の LINE OUT を接続すれば、OC の音声出力をリグのマイク端子に入力できる。

パソコンのソフトの準備

アマチュアファクシミリは、画像を横方向に読んでその画素が白か黒かを判別し、白なら 2300 MHz/黒なら 1500 MHz の音を出すプログラムがあれば動かすことができる。本当は自分でプログラムを組みたかったのだが、SSTV とシステムを統一することと、回転数（走査線の動く速度）の調整が難しいと判断し、今回は MULTIPSK という F6CTE が作成し、配布しているソフトウェアを使用することにした。

インストールおよび設定の方法は、ハムフェアにも毎年出店し、展示を行っているファクシミリ・クラブが分かりやすい資料¹⁴を公開しているのでそちらを参照した。

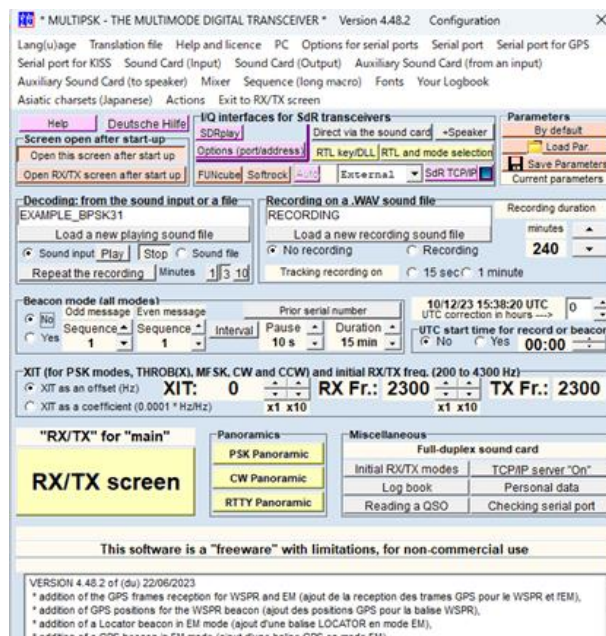


図 2 設定画面

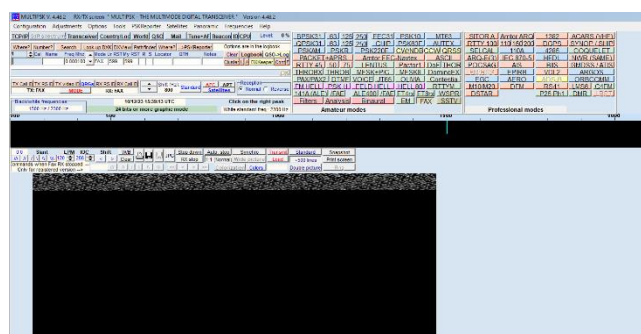


図 3 操作画面

ファクシミリの送信実験

前章のように構築した設備で、実際に、ファクシミリの送信実験を行ってみた。

受信設備

- ・ デスクトップパソコン（図 4 上）
- ・ HF 帯受信機

送信設備

- ・ ノートパソコン（図 4 下）
- ・ FT-450DS

¹⁴ <http://facsimileclub.jpn.org/pdf/multipskmanual.pdf>

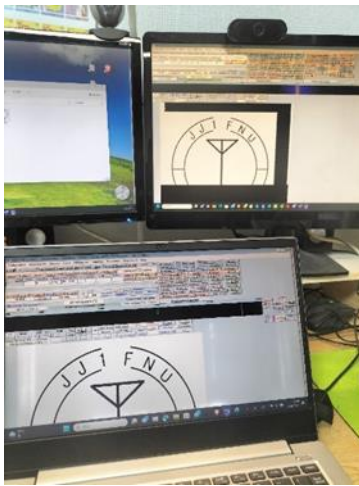


図 4 構築した設備

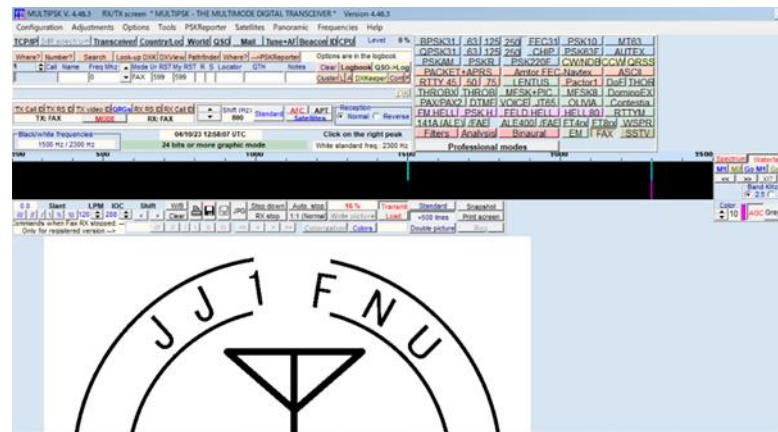


図 6 送信時のパソコン画面

SSTV の送信実験

ファクシミリと同様に SSTV の送信を実際に行った。

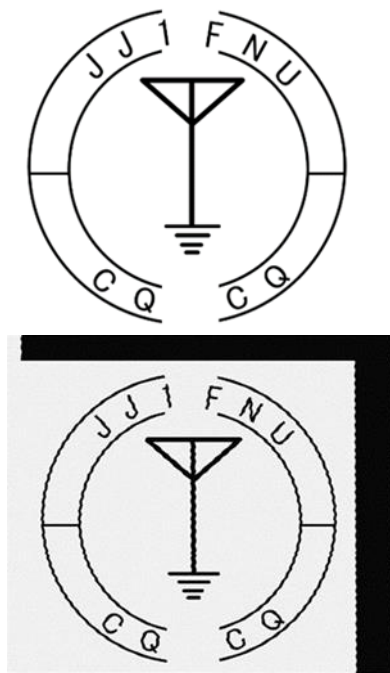


図 5 送信画像（上），受信画像（下）

個人局の(JJ1FNU)のロゴを送信した。送信と受信の同期が難しく、横軸がずれた受信画像になった。しかし、画像の補正は受信後の画像に対して簡単にでき、右端の白と黒の境界が直線になるように補正することで、きれいな画像を得ることができた。一方で、通信時間は約5分と長く、HF帯で実際に使用することは難しいと感じられた。



図 7 送信画像（上），受信画像（下）

個人局の2018年に配布していたQSLカードを画像データにして送信した。ファクシミリと同様送信と受信の同期が難しく、横軸がずれた受信画像になった。しかし、画像の補正は受信後の画像に対して簡単にでき、ゆがみは解消することができた。また、通信時間は1分未満と、HFの運用に耐える時間での送信ができた。一方で、画質はかなり

悪くなった。そのため、低画質になることを意識した送信画像づくりが大切であると感じた。



図 8 受信時のパソコン画面

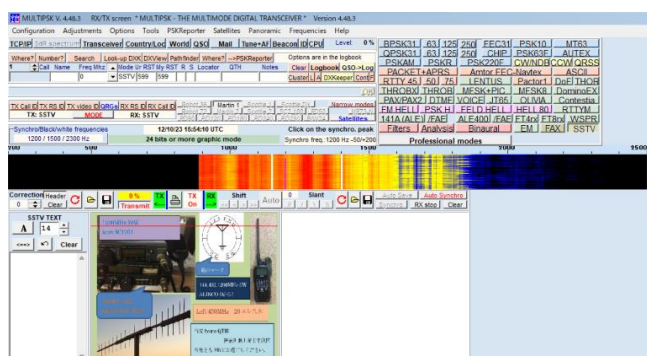


図 9 送信時のパソコン画面

さておき、今回の免許申請の簡素化により、パソコンを用いた様々な通信方式がやりやすくなった。当局は SSTV や FT8 を含む、附属装置を用いた工事設計の免許を既に持っていたが、これから挑戦する方にはとても良い状況であると思う。アマチュア無線家の皆さん、いろいろなことに挑戦して、アマチュア無線を盛り上げていきましょう!!

そして、まだアマチュア無線をやったことがない方、アマチュア無線の魅力を今後も伝えていきたいと思いますので、ぜひハムの世界へ、足を踏み入れてみてはいかがでしょうか？

最後に

最後で読みいただきありがとうございます。今回はアマチュア無線の画像通信について、ファクシミリと SSTV について取り上げた。現在注目の画像通信には、D-STAR をはじめとしたデジタル方式が多いが、今回はあえてアナログな通信に挑戦してみた。今回、画像の通信に挑戦しようと思ったきっかけはハムフェアで、ファクシミリ・クラブが、ファクシミリの送受信を Raspberry Pi で行う装置を展示しており、面白いと思ったことである。アマチュアファクシミリはハードルの高いイメージがあったが、パソコンやマイコンによってとても簡単なものになっていることを知り、いろいろな通信形式を試してみたいと思った。

電子メールの普及により、ファクシミリの契約数は年々減少傾向にあり、キュルキュルという、FAX の送信音を聞いたことがないという人も学生にはいるかもしれない。個人的には FAX のピポパで相手の電話番号の音が流れた後、キュルキュルという音が流れるのは好きなのだが、これも過去の技術となってしまうのだろうかと思うと、少し寂しい気分になる。

電子工作初心者が エレキギター用エフェクター を作ってみた

寝不足オペレーター44

はじめに

私は、電気/機械関連の構造物（発電所、送電鉄塔、飛行機、工業地帯など）に“良さ”を感じるたちである。その気質が乗じ、今年四月に東北大学学友会アマチュア無線部に入部した。しかし、私は電気や機械に関する実践的な知識に乏しく、はんだ付けや配線、パーツ選びなどの電子工作に関する基本的な技術も持ち合わせていなかった。そこで、本誌への寄稿に合わせて人生（ほぼ）初の電子工作を行うことにした。本項は、「初心者が初めて行った電子工作に関する感想および報告」を示すものである。したがって、回路の構造や役割に関する詳細な解説を主とするものではないということについて、予めご了承願いたい。どうか肩の力を抜いて、ゆったり読んでいただければ幸いである。

今回制作したものについて

“エフェクター”とは、エレキギターの音に様々な変化を起こす機械のことであり、音を歪ませるものや、音の残響に変化を加えるものなど、数えきれないほどの種類が存在する。

今回は、数あるエフェクターの中でも音を歪ませる“歪み系”エフェクターのひとつである“ファズ”を制作した。簡単に説明すると、歪み系エフェクターとは音を増幅する装置であるアンプの増幅値の限界を超えて音を増幅させることで波形を潰し、音を歪ませる機械である[1]。その中でもファズは、クリッパー回路にダイオードを使用して無理やり波形を潰すことで音を歪ませるエフェクターである[1]。

今回は、桜屋電機店 (<https://www.sakurayadenkite.com/>) で販売されている「ゲルマニウムトランジスタ-FUZZ 基板・パーツセット」をもとに制作を行った。このキットには、ゲルマニウム・トランジスタという部品が付属している。この部品は熱に弱

く高価であるため、現代ではより安定したサウンドが作れるシリコン・トランジスタが用いられている[1]。しかし、今回のように、ゲルマニウム・トランジスタが生み出すチリチリした特徴あるサウンドを求めて、あえてゲルマニウム・トランジスタを使用する場合もある[1]。

パーツを揃える

通販でキットと穴あけ加工済みケース（入手が難しい）を入手したあと、他に必要なパーツを揃えるために私は市内でも有数の電子パーツ店に向かった。



図 1 キットに含まれていた部品の一部

パーツ屋にはたくさんの部品が並んでおり、事前の調査不足のためにどの部品を買えばよいのか判然としなかった。とりあえず、ケースにあいている穴の大きさを確認しながらステレオジャックとモノラルジャックを購入した（結果は後ほど）。また、ほかに配線材が必要であったので、とりあえず一番太めのものを選択した（結果は後ほど）。こうして、必要な部品をひとつおき揃えた私は、不安とともに家路についた。

部品の寸法には気を付けよう

家に帰り、試しに購入したケースにパーツをはめてみる。DC ジャック、LED は問題なく取り付ける

ことができた。そしてステレオジャック、モノラルジャックを取り付けてみると…。

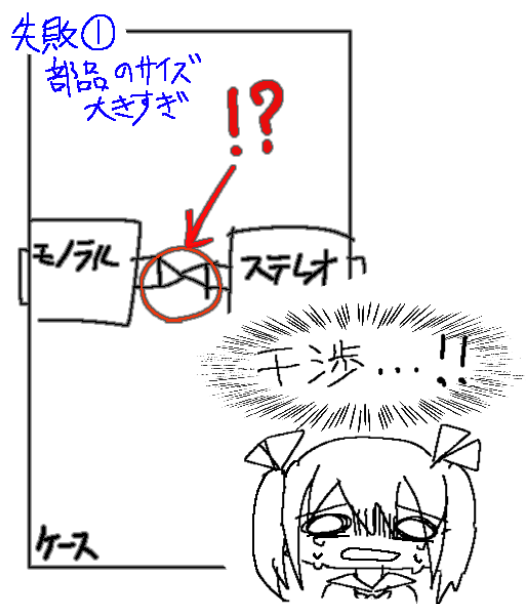


図 2 部品が干渉していた様子のイメージ

なんと、モノラルジャックとステレオジャックが大きすぎて挿したシールドケーブル同士がくっついてしまうのである。これでは、間違いなくエフェクターは機能しないことだろう。穴径だけではなく、部品全体の大きさも考慮しなければならなかったのである。私は泣く泣く再度電子パーツ屋へ向かい、よりコンパクトなジャックを購入した。

基板へのはんだ付け作業

なんとか部品を揃え、いよいよ基板のはんだ付け作業に入る。今回のキットに付属していた基板はプリント基板であり、スズメッキ線を使って部品同士をつなげる必要はなかった。手始めに、抵抗から取り付けていくことにした。

キットに封入されていた抵抗の形式が古いものなのか、どれが何オームの抵抗なのか見た目ではわからなかった。そこで、やや手間ではあるがテスタを用いて抵抗を測定し、配線図と対応させていく。

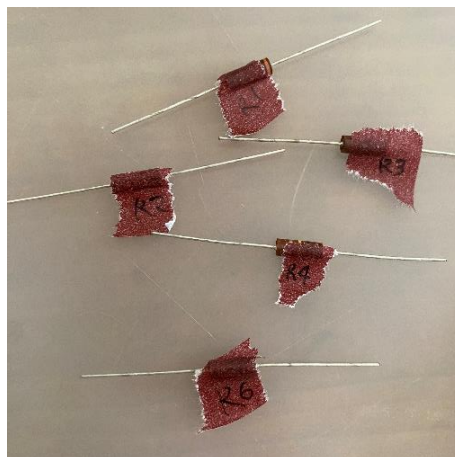


図 3 ラベリングされた抵抗

抵抗のラベリングが完了したあと、抵抗を基板にはんだ付けしていく。

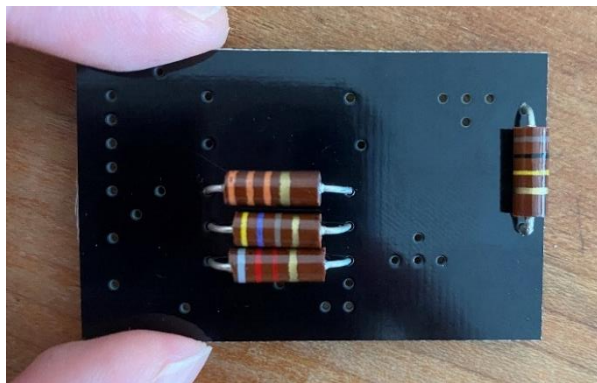


図 4 抵抗の取り付けが完了した基板（表）

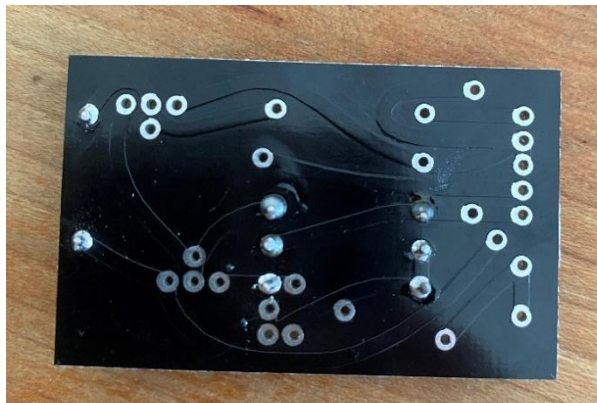


図 5 抵抗の取り付けが完了した基板（裏）

多少不格好ではあるが、なんとか無事に部品を取り付けることができた。その後も、コンデンサやトランジスタを（向きに四苦八苦しながらも）基板に取り付けた。

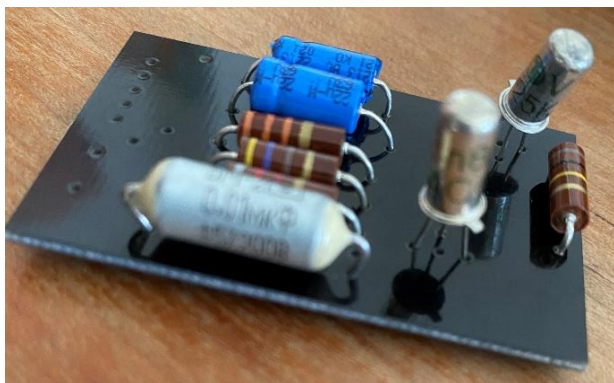


図 6 ひとつとおり部品の取り付けが完了した基板

ケースのデザイン作業

配線作業に移る前に、ケースのデザイン作業に取り掛かることにした。技術や費用、時間の問題で今回はケースへの塗装作業は行わないことにし、代わりに透明シールでオリジナルのデザインを貼り付ける。

まず、Word 上でイラストや文字の配置を決定する。ケースの穴の部分にシールが被らないよう、手元でケースの寸法をしっかりと測りながら調整作業を行う。



図 7 Word でケースのデザインを行っている様子

調整が完了したら、専用の耐光耐水ステッカー用紙にデザインを印刷し、シールを切ってケースに貼り付ける。



図 8 オリジナルシールを貼り付けたケース

配線作業

配線材は適当に買わないようにしましょう

ケースのデザイン作業も終わり、いよいよ配線作業を始める。手始めに基板に繋がる線をはんだ付けしてみようと、配線材を基板の穴に差し込もうとしたが…。



図 9 配線材が太すぎて基板の穴に入らない様子のイメージ

入らないのである。「細すぎると電圧に耐えられないとかあるのかな?」と思い、雑に太い配線材を購入したのが間違いであった。この日は配線作業を進めるのを断念し、悲しみに暮れながらより細い配線

材を通販サイトで購入、配達員の来訪を待ちわびるのだった。

うっかりミスには気を付けよう

数日後、無事細い配線材を入手し、今度こそ、と配線作業に取り掛かる。配線材が1か所に複数繋がっている部分に苦戦したり、フットスイッチの向きを間違えかけたりしたが、なんとか作業を進めていく。無事にすべての箇所への配線が完了し、部品を穴に固定しようとしたそのとき…。



図 10 ナットに配線材を通し忘れてしまった様子のイメージ

ナットに配線材を通し忘れてしまったのである。これでは部品を固定できない。悲しいことに、このとき通し忘れた線は基板上の3本の配線材が繋がられている部分にはんだ付けされていた。3本の配線材を、もう一度はんだ付けしなおさなければならないのである。初心者にはかなりショックな状況にしばらく頭を抱えたが、再びはんだごてとはんだ吸い取り線を握りしめ、作業を継続する。

いろいろなミスはあったものの、無事に配線作業が完了した。

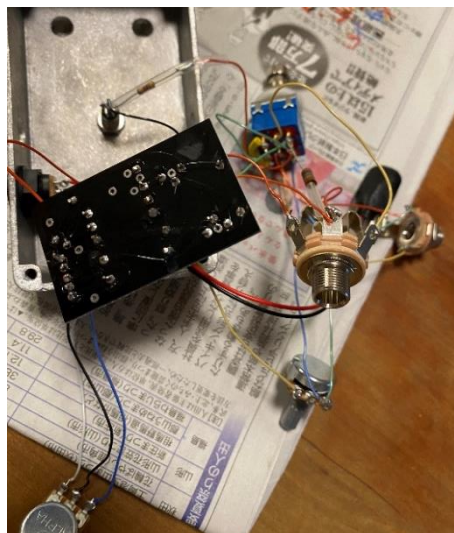


図 11 配線が完了した様子

動作確認

動作確認①

部品を固定する前に、1回目の動作確認へと移る。まず、エフェクターがオンの状態であることを示すLEDが点灯するかどうか確認する。仕組みの説明は省くが、多くのエフェクターにおいてはステレオジャックに挿されたシールドケーブルがスイッチの役割をする。ステレオジャック（in側）にシールドを挿し、フットスイッチを踏んでみると…。



図 12 LEDが点灯した様子

正直、一度で成功すると思わなかった。LEDが無事に点灯したときの高揚感は非常に大きなものであ

った。続いて、ギター及びアンプと接続して音を出してみる。緊張のなか、ギター弦にピックを引っかけると…。チリチリ、ビリビリとした音がアンプから流れ出た。正常に動作したのである。私は胸を大きく撫で下ろし、しばらく生暖かい感動に浸った。

ケースに部品を固定する

動作が確認できたところで、部品を固定する作業に取り掛かる。まず、アルミ製ケースが基板と干渉するおそれがあったため、スポンジを基板の裏に敷いてみる。普通の掃除用スポンジが思いの外基板のサイズと適合した。



図 13 スポンジを基板の下に敷いた様子

ケースが小さすぎたため、非常に大変な作業となってしまった。先ほどは正常に動作したが、こんなに無理やりケースに押し込んだ状態で果たして正常に動作するのだろうかという不安を抱えつつ、ケースの蓋を閉める。



図 14 部品を固定した様子

動作確認②

部品を固定した状態で、再び先ほどと同様に動作確認を行う。結果は成功であった。これで、作業のすべてが無事完了したのである。初めての電子工作が成功したことが大変うれしく浮かれていた私は、完成したエフェクターで軽く音作りをしてみたり、じっと眺めたり、友人に写真を送って自慢したりしていた。



図 15 ギターとアンプとエフェクターを繋いでいる様子



図 16 完成したエフェクター

まとめ

はじめての自力での電子工作ということで不安でいっぱいでも問題もたくさん起きたが、最後にはうまくいって非常にうれしかった。自分の手で、自分が使えるものを作るという行為の喜びを十全に感じることができた。今回の取り組みで電子工作へのハードルが自分の中で少し下がったため、今後いろいろなものの自作に挑戦してみたいと思う。

追伸

このような駄文/乱文に最後までお付き合いいただきありがとうございます。読んでくださった初心者の方が電子工作に興味をもってくれたり、熟練者の方が初心者のつまづきポイントに気づいてくれたりしたのなら幸いです。

参考文献

- [1] 【今さら聞けない】エフェクターの基礎知識編
～歪み系エフェクター～ - 島村楽器 ギタセレ
ニュース (<https://guitarsele.com/article/feature/basic-knowledge-of-effector-hizumi/>) 閲覧: 2023/10/11

MATLAB の自己学習コースを やってみた

プロフェッショナル糸電話士

はじめに

予めことわっておきたいことがある。MATLAB は当部のバックナンバーでも度々取り上げられているが、私が書く記事は偉大な先輩方のそれに遠く及ばないものであり、入門前のガイダンスレベルであること、そして筆者は大学の必修の授業でしかプログラミングをしない（選択必修のプログラミングの講義は逃げた）ような、全くの素人であることを理解して頂きたい。そもそも MATLAB を選択したのも、先述の逃げた選択必修で取り扱われていた言語であったからであり、「重いレポートとかはやりたいくないけど後れを取り戻したいな」という甘ったれた願望と「大学で契約しているから本来は有料なものが無料で使えてお得」といった不純な動機が根底にあるからだ。

何はともあれインストールしたが、右も左も分からない。するとチュートリアル的なものがあったのでそれをやってみた。本稿はそのチュートリアル的なもの、「自己学習形式のオンラインコース」を受けてみて感じたことをまとめたものである。

1. MATLAB 入門

MATLAB を立ち上げると第一に推奨されるコースだ。内容は表 1 に示す通りである。

表 1 MATLAB 入門のモジュールの表

1	MATLAB入門	
2	1 コース概要	9 データのプロット
3	2 コマンド	10 問題の確認
4	3 MATLAB デスクトップおよびエディター	11 データのインポート
5	4 ベクトルと行列	12 logical 配列
6	5 配列のインデックス付けと変更	13 プログラミング
7	6 配列の計算	14 最終プロジェクト
8	7 関数の呼び出し	15 終わりに
9	8 ヘルプの取得	
10		

尚、本稿で紹介するコースは全てオンライン上の MATLAB を用いて行われる。各セクション（モジュール）について、いくつかのタスクと任意の追加課題が割り振られておりそれらをこなしていく形式で進んでいく。全てのコースでヒントと解答を確認で

きるようになっており、分からない問題があってもそこで停滞することはない。実際の画面を図 1、図 2 に示す。

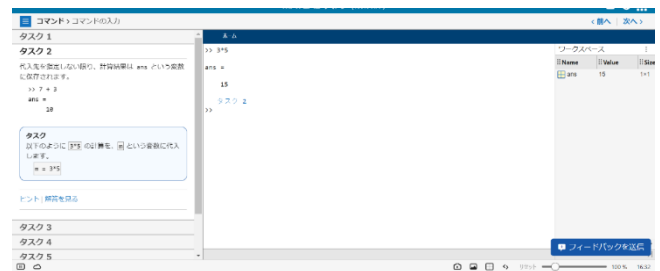


図 1 MATLAB 入門より抜粋。この形式は始めのうちだけである。

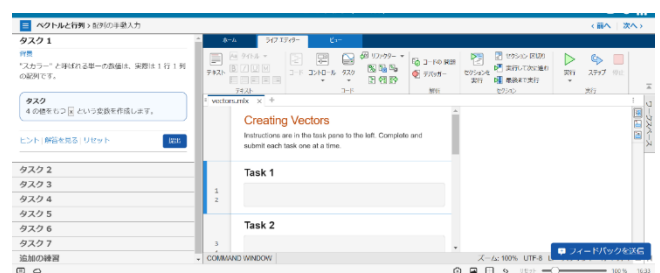


図 2 MATLAB 入門より抜粋。他のコースもこの形式が多い。Task ごとに欄が区切られているが無視して 1 つの欄に入力しても構わない。

このコースは四則演算のレベルから始まり、簡単なグラフへのプロットや for ループまでを取り扱っていて MATLAB 以前にプログラミング自体の経験がない人でも取り組めるようになっていて感じた。モジュール数は 15 で所要時間の目安は 2 時間と書いてあったが筆者は 2 時間を少しオーバーするくらいであったと記憶している。15 個目のモジュールはアンケートでフィードバックを送るものになっていた。

2. MATLAB 基礎

先述の入門のコース終了後に勧められたことや夏休み期間で時間にゆとりがあったこともあり選択した。内容は表 2 に示す通りである。

MATLAB の主な機能を紹介するというコースであり、序盤のうちは入門と重複する箇所もあったが後半、特に復習プロジェクト I を過ぎたあたりから難易度が上がっていったと感じた。以前のモジュールで学んだことが（解答を写してばかりであったから）身につけていないため手が止まるが多々あった。

表 2 MATLAB 基礎のモジュール一覧

1	MATLAB基礎	
2	1 はじめに	10 データの table
3	2 プロットと一般的な変更	11 データの管理
4	3 ライブ スクリプトの使用	12 データの前処理
5	4 配列の作成と操作	13 一般的なデータ解析手法
6	5 配列内のデータへのアクセス	14 プログラミング構文
7	6 配列を使用した数学演算と統計演算	15 関数を使用したタスクの自動化
8	7 2次元および3次元でのデータの可視化	16 コードのトラブルシューティング
9	8 条件付きデータ選択	17 復習プロジェクト II
10	9 復習プロジェクト I	18 まとめ

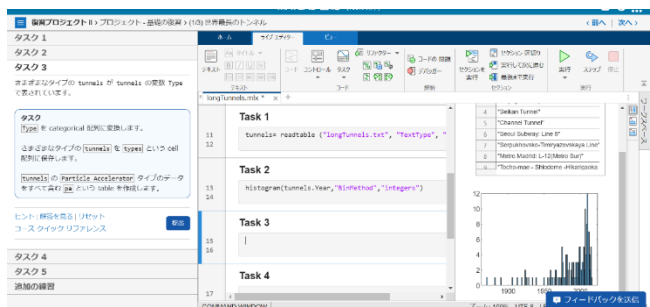


図 3 MATLAB 基礎復習プロジェクト II から抜粋。右の表やヒストグラムは Task1, Task2 で作ったものである。

モジュール数自体は 18 と入門とあまり変わらないように見えるが、モジュール内のタスク数が多くなっているため所要時間は 25 時間となっている。夏休み期間で怠惰な生活を送っていたとはいえ数週間はこのコースに費やされた。大事そうなことはやっていったようであったが、身についたとは言えず、消化不良気味に終わってしまったのが正直な感想である。

3. 無線通信入門

無線部ということでいくつかあった入門コースの中から選択した。内容は表 3 に示す通りである。

表 3 無線通信入門のモジュール一覧

1	無線通信入門	
2	1 はじめに	
3	2 基本的なデジタル通信リンクのシミュレーション	
4	3 パルス整形フィルタ	
5	4 マルチパスチャネル	
6	5 OFDM	
7	6 まとめ	

0 と 1 からなるベクトルをつくり、4 つのビットごとにまとめて QAM 信号を作成復号するという流れでシミュレーションを行う。最初は変調と復調を行う

だけだが、フィルターやチャネルを追加したり、SNR の値を変えてみたりといったことができる。

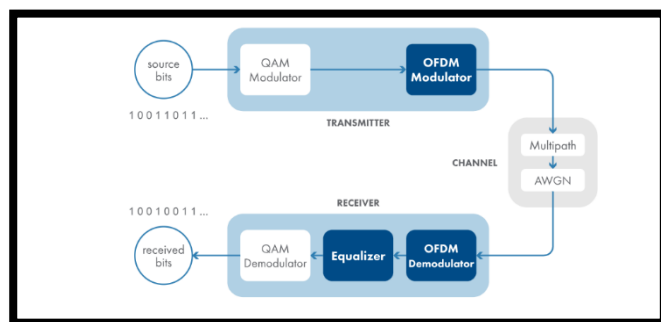


図 4 信号処理の流れ。無線通信入門内 OFDM のモジュールから抜粋。

モジュール数は 6 で所要時間は 1 時間程度であった。

4. おわりに

今回、3 つのコースを受けてみた感想としては無料ということを考えれば悪くはないという印象である。筆者の取り組み方に問題がないとは言えないが、このコースを終えたからと MATLAB ができるようになったとは言えない。他にもしばらく放置しているとタイムアウトになったり、提出を押してもフリーズし、再更新したら採点途中のプログラムが消えてしまったということがあったりと不満点もあった。しかし、日本語にも対応している点や色々な機能を網羅している点など評価できる点もある。更に本稿では触れなかったが、MATLAB にはこの自己学習形式のコース以外にも小問を解いていく形式の Cody やコミュニティのブログや動画による解説など様々なリソースが使える。こういったツールを使いこなせば独学での習得も可能なのかもしれない。
(私はしていないが)

参考文献

- [1] MathWorks 社 自己学習形式のオンラインコース <https://matlabacademy.mathworks.com/jp/> (閲覧: 2023/10/7)

私的備忘録 (2017 – 2023)

富沢いずみ

はじめに

私事で恐縮ではあるが私がアマチュア無線部に入部してからはや六年が経ち、今年が最後の一年となった。本記事は私個人の活動を振り返ると共に、部員数の減少やコロナ禍などの様々な障害を乗り越えてきた6年間、部で行っていた様々な取り組みなどを個人の記録という形を通して残したいと考え、過去を懐かしみながら執筆したものである。(なおこの記事は個人の記憶を淡々と書き連ねたものであり、写真は載せておりません。)

入部と一年目の活動

私が入学した当初、部やサークルの新歓活動はやはり対面が主体であった。入学式会場の沿道は数多のサークル関係者で埋め尽くされ、入退場の際には抱えきれない程の活動紹介や見学会に関したビラを渡されたものである。Twitter (現 X) 等を使用したオンラインでの活動も行われており、新歓イベントの告知や質問箱等を利用した相談も活発に行われていた。部・サークル活動に対する胸の高まりは新生活などと並び今後の楽しみの一つとなっていた。そうこうしているうちにオリエンテーションや授業が行われ、本格的な新歓シーズンが始まる。川内キャンパスでは休み時間になると積極的な勧誘が行われ、右往左往する新入生は声を掛けられる度に話を聞いたものであった。

そんな中、私がアマチュア無線部を知ったのは本当に偶然の巡り合わせであった。緑色の地肌が隠されるまでに多くのビラが貼られた掲示板の中で、私の目を引いたのがアンテナの写真を主体として「アマチュア無線部」の文字が大きく書かれた一枚のポスターであった。なんとなく興味を持った私は、川内キャンパスの片隅にある部室へと向かう。歴史を感じる平屋建ての建物の隅、アンテナからケーブルが数本引き込まれた部室に入る際は少し緊張したが、扉を叩くと一人の先輩が出迎えてくれた。当時2回生だった彼はアマチュア無線や電子工作、プログラミングなど様々なことを手掛けており、彼の話術と内容に興味を持った私は気付けば入部届にサイ

ンを書いていた。学部で仲の良かった同級生を成り行きで誘い、最終的には3人の新入生と数人の先輩でこの年のアマチュア無線部は活動をスタートした。

アマチュア無線部に入部した私は早々に新歓運用へと駆り出された。キャンパスや部室の位置すらあやふやなまま片平キャンパスで積み込みを行い、山形県鶴岡市の運用地へ。この段階では無線従事者免許を取得しておらず運用自体は出来なかった。しかし先輩が交信している姿を見ることが、スピーカーから遠くの地で無線運用を行っている交信相手の声が聞こえること、自分たちで立てた頼りないアンテナでその交信を可能にしているということになんとも言えない面白さを感じたものであった。

その後、夏休み期間を使ってアマチュア無線技士3級の試験を受験し免許を取得。試験に関しては過去問や問題を繰り返し解くことが出来るサイトのお陰で9割近くの正答率で無事クリア。申請後、免許取得のために東北総合通信局まで足を運んだのも今となっては懐かしい思い出である。フォネティックコードがなかなか覚えられず、何度か交信相手に聞き返す羽目になったり、機器の操作に戸惑ったりと決して順風満帆では無かったが、数回の運用、芋煮会や忘年会等の懇親を深めるイベントなどを経て一年目の活動は終わりを告げた。

二年目

昨年はお客様として臨んだ新歓活動であったが、二年目となると立場は変わって受け入れる側となる。ポスターの作成や頒布、部室での説明会などを経てなんとか新入生を確保。相変わらず大人数とまでは言えないが、アマチュア無線の経験を持つ新入生が入ってきたことで活動のハードルは少し下がったようだ。この年は岩手県岩蔵山での新歓移動運用を実施。小雨が降る中のテント設営に苦戦した記憶は今でも少し残っている。この年も昨年に引き続き数回の大会や運用に参加。八溝山で行われた6m&down コンテストでは夜を徹して運用や運用のサポートを行っていたと思うのだが、何故か記憶があまり残っていない。この頃より無線技術や電子工作にも興味を持つようになり、授業と並行して部で行われていた勉強会等に参加したり、何か自分で無線に関する機器を作ってみようと思ったりしていた

が、目立った成果を上げること無く今に至ってしまったことは後悔として今も残っている。

とはいえ、この年度は無線運用や様々なイベントも行い楽しく活動を行っていた。翌年以降に訪ずれる修羅場などつゆ知らず……

コロナ禍、そして今に至る

そして翌年、2020 年は新型コロナウイルスによる混乱が全世界を駆け巡った。大学では対面での授業やサークル活動が禁じられ、慣れないオンラインを主体とした生活や未知のウイルスに対する恐怖と戦いながらの一年となった。

最初の頃はサークル活動どころではない状態ではあったものの、新歓の時期ともなれば活動しないわけにはいかない。これまでは対面がデフォルトだった新歓活動はオンラインへの転換を強いられることとなり、Twitter や Google meet、classroom を使い活動することになった。迎える側の私達も、新入生の側も十分に慣れているとは言え難く大小様々な苦労はあったものの、一定の成果を挙げたオンライン主体の活動はこれまでアプローチ出来なかった層への浸透や柔軟な活動が可能になる等の気付きより、2023 年現在でも積極的に活用されるようになっていく。また、部員間の交流や必要情報の伝達という点ではコロナ禍以前から利用していた slack の積極的な活用に加え、discord 等のサービスを導入することにより多様な形での意見交換や情報伝達が可能となっている。

そして、対面活動の禁止は私達のメインの活動である無線運用にも大きな影響を及ぼした。片平・川内の部室での運用や、県内外への移動を伴う運用が制約されたことで個人免許・設備を持つ部員以外はほぼ運用が不可能となった。そのため個人参加を軸とした活動を実施。青葉山や県内への移動運用も大手を振って実施することが可能となったのも最近になってからである。私自身は多忙故にあまり活動に参加は出来ていないものの、今年からは 5 類への緩和、新入生の増加等を背景に積極的な活動が行われていることは極めて嬉しい話である。

この記事が掲載されている「部誌」もコロナ禍における重要な活動として始まったものである。対面での活動が出来ない中で、部として活動する意義として何か出来ないか、活動成果として外部に発信できるものは無いかと考える中、兼部しているサーク

ルで例年機関誌を発行していたことを参考とし一人一記事を書いて部誌を発行しようと提案したのがきっかけであった。部の紹介から個人の研究活動、電子工作から運用の報告まで幅広い内容が集まり今号まで続いていること、そして大学祭や WEB 公開によって多くの人の手に取ってもらい、感想を頂けていることはこれほど嬉しいことはない。

2020 年度は結局対面での活動は極めて少ない結果で終わったものの、2021 年度・2022 年度では活動の規模や方法を工夫して運用や交流イベントを実施、そして大学祭にも参加した。体験局制度を利用した無線体験や、電子工作で作成した物品の展示、ポスター展示など私達の活動を伝え楽しんで貰ったことは極めて大きな成果であった。また、普段あまり接さない属性の方にアマチュア無線部とはどのようなことをする部で、どんな思いで活動しているのかについて伝える機会となったこと、そして様々な感想を直に聞くことが出来たのも個人的にとっても嬉しく思っている。

この原稿を書いている現在、定例部会や移動運用など対面での活動もほぼ以前と同じ形で行われるようになり、学祭も例年通りの規模で実施される見込みである。この 3 年間、厳しい制限の中で試行錯誤した経験から得るものは部としても個人としても大きかったのではないだろうかと思改めて思う。

最後に

前半こそ個人の感情も多めに書いていたが、後半は部としての活動報告のようなものが多くなってしまった。これは、途中から学生代表の方を支援する形で部の運営に多少なりとも携わっていたため部と個人の経験や感情が一体化したためであろうか。

とにかく、偶然の出会いから始まった六年間の部活動。無線運用を極めることは出来なかったがアマチュア無線の魅力に気付き、電波や通信等の周辺技術・電子工作等への興味関心が高まった。また、部の運営や様々な人との交流からも多くのものを得たように思う。そう思うとこの 6 年はとても充実しており、また貴重な経験であったように感ずる。

今後の部の繁栄を願い、活動を支えてくれた部員や OB の方、顧問の先生を始めとした全ての方に感謝して私の駄文をべたいと思う。

編集後記

今後とも弊部、東北大学アマチュア無線部をよろしく願います！

坂東入香

M1の坂東人香です。大学に入学して始めたアマチュア無線も今年で5年目になり、この夏、ようやくモールス通信を始めることができました。ずっとやるやると言っていたことをようやく実現できてうれしいです。まだまだ、慣れないモールス通信ですが、いつか海外交信できるように頑張りたいと思います。また、私の記事がモールスを始めたいけど勇気が出ないという方のきっかけになれば幸いです。

幽霊部員 2

最後まで読んでいただきありがとうございます。
徐々にアマチュア無線について学びながら楽しみたいと思います。

幽霊部員 1

最後まで読んでいただき、ありがとうございます。
 た。今後も部の一員として、精力的に活動に取り組
 んでいきたいと思います。

これからもよろしくお願いします。

K.M

最後まで読んでいただきありがとうございます。
た。まだ至らない部分が多いですがこれからも部の
一員として活動に励んでいきます。よろしくお願ひ
します！

部員 J

最後まで読んでいただきありがとうございます。
今後とも弊社、東北大学アマチュア無線部のほど
よろしくお願いします！

tk0h

最後まで読んでいただきありがとうございます。

JJ1FNU

The image displays a 15x15 grid of 225 small squares. Each square contains a unique combination of horizontal and vertical line segments. The segments are drawn in black on a white background. The combinations vary across the grid, creating a complex, non-repeating pattern. The segments are drawn in black on a white background. The combinations vary across the grid, creating a complex, non-repeating pattern.

プロフェッショナル糸電話士

ボクの頭は自分が 思うより C だった
float をつけなきゃ 不安になってしまうよ
あの軽量なコードで 動かせないのは
マイコンでも ノートでもなく僕かもしれないけ
ど

Python でも MATLAB でも 僕が僕らしくある
ために

整数なら int つける気持ち抱きしめてたい
そしていつか言語を学び まともな記事を書ける
知識 自分の力に変えていきたいけど

寝不足オペレーター44

寝不足オペレーター44 と申します。今回、初めての電子工作及び部誌への寄稿ということで、至らない点もたくさんあるかと思いますが、温かい目でご覧いただけますと幸いです。私事になりますが、9月初旬にようやく第3級アマチュア無線技士の免許証が交付され、10月に初めて他局の方との交信を行いました。先輩方や先生、同級生のおかげで楽しく活動させていただいております。今後もアマチュア無

線や電子工作に関する活動にどんどん前向きに取り組んでいきたいと思いますので、よろしくお願いします

富沢いずみ

富沢いずみです。今回の投稿が多分最後になります。これまでありがとうございました！

表紙：東北大学川内北キャンパス

裏表紙：広瀬川と大橋

東北大学学友会アマチュア無線部 2023 年 秋号 部誌 Vol. 5

2023 年 10 月 27 日 初版 第 1 刷発行

発行者 東北大学学友会アマチュア無線部

連絡先 ja7yaa@gmail.com



東北大学学友会アマチュア無線部