

課題情報シート

課題名：	7MHz アマチュア無線機の制作		
担当指導員名：	島津 高行	実施年度：	28 年度
施設名：	東海職業能力開発大学校		
課程名：	専門課程	訓練科名：	電子情報技術科
課題の区分：	総合制作実習	学生数：	5
		時間：	12 単位 (216h)

課題制作・開発のポイント

【開発（制作）のポイント】

アマチュア無線の交信をするためには、無線従事者免許の取得が必要です。学生は免許取得のために無線工学、無線法規について学習し国家試験を受験しました。結果メンバー全員第四級アマチュア無線技士として無線従事者免許を取得することができました。また、電波を発するために必要な無線局免許については、「東海能開大アマチュア無線クラブ」という団体を設立しクラブ局として取得しました。

第四級免許の場合、送信出力は10Wが上限と規定されています。限られた出力レベルで長距離通信を実現するために特にアンテナの選定と設置・調整に注力しました。

まず、本校の屋上には広大なスペースがあるという利点を活かし、効率面で優れているフルサイズ（20m）のアンテナを設置しました。第二に、アマチュアでは疎かにされがちなアンテナ系のインピーダンスマッチングに重点を置き、電圧定在波比（VSWR）を最適化させリターンロス（反射損失）を最小化しました。

【参考文献】CQ 出版社「第一級・第二級アマチュア無線技士国家試験用解説・無線工学」

【学生数の内訳】受信部・送信部・リニアアンプ部：3名、電源部・周辺回路：2名、アンテナ：全員、筐体設計：全員、資格取得、免許申請など：全員

【訓練（指導）のポイント】

最終目標に「長距離通信の実現」という高い到達点を掲げ、それを達成するためのステップとして、無線従事者免許の取得、無線機・アンテナの制作、無線局免許取得、アマチュア無線局との交信と、それぞれ段階的にハードルを越えていかなければならない構成としました。

まず直近のハードルを越えることを目指し、次に、そのハードルを越えたことによる達成感を糧にさらなるハードルに挑戦するという好循環が生まれ、その結果、期待以上の訓練成果を得ることができました。

課 題 に 関 す る 問 い 合 わ せ 先

施 設 名 : 東海職業能力開発大学校
住 所 : 〒501-0502 岐阜県揖斐郡大野町古川 1-2
電話番号 : 0585-34-3600 (代表)
施設 Web アドレス : <http://www3.jeed.or.jp/gifu/college/>

課 題 制 作 ・ 開 発 の 「 予 稿 」 お よ び 「 テ ー マ 設 定 シ ー ト 」

次のページ以降に、本課題の「予稿」および「テーマ設定シート」を掲載しています。

7 MHz アマチュア無線機の制作

東海職業能力開発大学校 専門課程 電子情報技術科

1. はじめに

無線通信技術は日々の生活において必要不可欠なものであるが、電子情報技術科の学生でありながらその内容は十分に理解できていると言えなかった。

本総合制作では、無線機の設計、制作、評価を通してこれら技術の実践的習得を図る。

2. 目標設定

短波帯の場合、一定の条件が整えば電離層に電波を反射させることにより1万Kmを越える長距離通信が原理的に可能である。高価な最新無線設備を購入することなく、安価な自作無線機によりアメリカ西海岸を想定した長距離無線通信を実現することを達成目標とした。

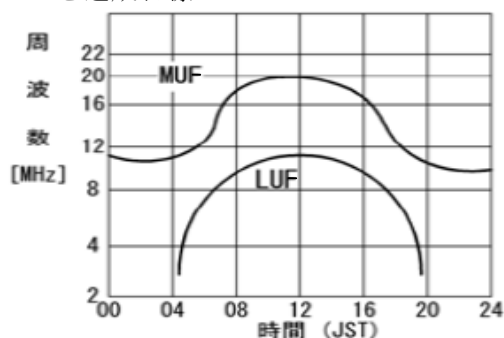


図1 MUF-LUF 曲線 (出典 (1))

電離層反射における最高使用可能周波数 (MUF) の約 85 %の値が最適使用周波数 (FOT) と考えられ、図1より、FOTは日中では14 MHz～17 MHz、夜間は約7 MHzであることがわかる。

アマチュア無線に割り当てられているこの近辺の周波数のうち18 MHzと21 MHzは周波数として高過ぎる。14 MHzの運用には2級免許が必要である。10 MHzは最適時間帯が短すぎる。3.5 MHzは周波数として低すぎる。以上考察した結果、今回は7 MHz帯を用いることとした。

また、送信出力は4級アマチュア無線免許で許される最大値である10 Wとした。

3. 無線機の設計

受信回路と送信回路については、最もオーソドックスな回路構成を踏襲した。ブロックダイアグラムと仕様を図2及び表1に示す。受信感度は-110 dBm以下で高級機と比べても遜色はない。送信リニアアンプを設けたことにより確実に10 Wまで出力可能である。周波数安定度については水晶発振器を用いているため実用上問題ないレベルである。

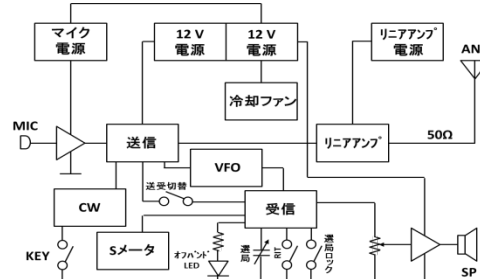


図2 無線機ブロックダイアグラム

表1 無線回路の主な仕様

受信方式 / 送信方式	スーパーヘテロダイン / 平衡変調
電波形式	SSB/CW/ AM(受信のみ)
周波数範囲	7.000 MHz ～7.200 MHz
受信感度/ 送信出力	<-110 dBm/ 10 W
IF/ スプリアス	4 MHz/ <-35 dB
電源電圧	12 V
受信電流/ 送信電流	約 100 mA/ 約 3.4 A

SSB: Single Side Band 抑圧搬送波単側波帯

CW: Continuous Wave 電信通信時に使用

AM: Amplitude Modulation

IF: Intermediate Frequency 中間周波数 (受信)

無線回路を格納する筐体については、JW_CAD®というCADソフトを用いて設計した。

リニアアンプ冷却用に筐体後部にファンを設けている。リニアアンプ用電源とスピーカは外付け

とした。

表 2 筐体の仕様

外形寸法	W300 mm×H150 mm ×D300mm
材質	アルミニウム 1 mm 厚
総重量	約 2 Kg
アンテナ接栓	M 型レセプタクル
マイク端子	8 ピン Kenwood 配列

4. アンテナの選定と設置

アンテナの選定と設置については他局との差別化を図るために最も注力した部分である。

7 MHz におけるアンテナ長は半波長である 20 m が最も放射効率が良い。しかし一般家庭の場合、設置場所が確保しにくいいためローディングコイル等を挿入してアンテナ長を短縮化している場合が多く、そのため大きな効率低下を招いている。それに対し本校には広大な設置場所があるという利点を活かしフルサイズのダイポールアンテナを選定した。大雑把に約 3 dB 程度の優位を見込んだ。また、建物の屋上という高さの優位も見込まれる。

第二のポイントはアンテナ系のインピーダンスマッチングである。調整にはある程度の専門知識が必要であり、また屋外の高所に接地されたアンテナの調整には非常に手間がかかるなどの理由でマッチングが不十分の無線局が多い。われわれはこの点を重要視し電圧定在波比 (VSWR) を最適化させリターンロス (反射損失) を最小化した。



図 3 実験棟屋上に設置したアンテナ

5. 無線従事者免許の取得

無線交信のためには無線従事者免許の取得が必要である。免許取得のために無線工学、無線法規について学習し国家試験を受験した。結果メンバー全員第四級アマチュア無線技士として無線従事者免許を取得することができた。さらに第三級アマチュア無線技士免許を取得予定である。

6. 無線局免許の取得

電波を発するために必要な無線局免許については、「東海能開大アマチュア無線クラブ」という社团を設立しクラブ局として取得した。総務省より呼出符号 (JJ2YQZ) が割り当てられた。

7. 結果

受信部、送信部それぞれ個別評価を行い、表 1 の送信出力以外の項目について仕様を満足していることを確認した。送信出力についてはダミーロード (疑似負荷) を接続し、10 W を越えない範囲で調整可能である。

受信性能、および出力レベルを除く送信性能は、最新の無線機と比べ同等、送信出力については 200 W 級のハイパワー局と比べると 13 dB 程度劣るが、アンテナ系の効率では 6 dB 程度当方の優位が期待できる。全体としては、ハイパワー局と比べ 7 dB 程度の劣位はあるが、十分海外局との交信が可能であり、目標の自作無線機が実現できた。



図 4 制作した無線機とリニアアンプ用電源他

8. おわりに

目標達成に向け、立案から設計、制作、評価にいたるまでの一連の取り組みにより、実践的な技術力を身につけることができた。

限られた条件、制約の下でも、知恵と工夫と努力しただけでは高い目標を達成できるという、技術職を目指す者にとって非常に貴重な経験をすることができた。

今後、海外通信の実績を積み上げていきたい。

参考文献

- (1) CQ出版社「第一級・第二級アマチュア無線技士国家試験用 解説・無線工学」

課題実習「テーマ設定シート」

科名：電子情報技術科

教科の科目		実習テーマ名	
総合制作実習		7MHz アマチュア無線機の制作	
担当教員		担当学生	
○電子情報技術科 島津 高行			
課題実習の技能・技術習得目標			
アマチュア無線機の設計、制作、評価、及びその無線機を用いて実際の通信を行うことにより、電子情報技術科の学習内容である電磁気学、電子回路、高周波技術のみならず、無線工学、電波伝搬等に関する知識まで総合的かつ実践的に習得する。			
実習テーマの設定背景・取組目標			
実習テーマの設定背景			
本テーマには電子情報技術科で学習する技術要素とその応用技術が多く含まれており、専門課程の集大成として非常に有意義な実践の機会になると思われるため実習テーマとして設定した。 まず、7MHz アマチュア無線機を設計・制作する。（第一ステップ）次に、制作した無線機によりアマチュア無線局を申請し、開局する。（第二ステップ）さらに、その無線局で、DX（Distance の略）通信と呼ばれる海外局との遠距離通信にチャレンジする。（第三ステップ；最終目標）以上、第一から第三までを取組目標とする。			
実習テーマの特徴・概要			
比較的難易度が高く、具体的でわかりやすい最終目標であること、また、送受信機の設計・制作、アンテナの設計・設置というハード的工工程から、無線従事者免許の取得、無線局の申請、さらに実際の外国との通信まで、幅広い内容を段階的に経験して行ける構成となっていることから、目標達成へのモチベーションを常に高く維持させることが期待できる。			
No	取組目標		
①	目標仕様の作成方法を学びます。		
②	目標仕様から設計仕様を作成します。		
③	無線機の実践的な回路設計技術、電波伝搬技術及びアンテナ関連の知識を習得します。		
④	国家試験を受験し、アマチュア無線従事者免許を取得します。		
⑤	設計した無線機を制作、設計したアンテナを屋上に設置、また、無線機のための筐体を設計し制作します。		
⑥	無線クラブを新設し、無線クラブ局免許を申請し取得します。		
⑦	海外局との DX 通信にチャレンジします。		
⑧	進捗状況を都度見極め、実習全般のスケジュール管理を実践します。		
⑨	5 S（整理、整頓、清掃、清潔、躰）を徹底し、安全衛生面を重視した実習を実行します。		
⑩	報告書の作成、制作品の展示および発表会を行います。		