

D4D: FT8 用簡易 QRP トランシーバ キット組立用 完全版マニュアル

Rev.A

May 29, 2019
CRKITS.COM

日本語版 : 2019 年 6 月 25 日 ex.JA5GHK&JL1KRA

設計企画 : BD6CR
PCB 設計 : BD4RG

謝辞

BD4AHS, EA3GHS それに WA7DUY
: ベータテストとフィードバック
EA2SN(AE2SN) : スペイン語のマニュアル翻訳
WB9FLW & K4SWL : 多方面への紹介に感謝します。



Rev.A - May 29, 2019: First release.

日本語版 : 2019 年 6 月 25 日

D4Dとは、DSB transceiver for Digital mode(デジタルモード用のDSBトランシーバ)を表しています。デジタルモード、特にFT8用に設計されたダブルサイドバンドのトランシーバのキットです。FT8はその通信プロトコルとデジタルによる信号処理/ソフトウェアによる高度なデコード能力を有しています。私は、W6LGによる電球ダミーアンテナでFT8通信しているYouTube動画をご存知でしょうか。D4Dは電球の代わりにフルサイズのダイポールやEFHW(End Fed Half Wave: 端部給電半波長アンテナ)などの現代的なアンテナがあれば、トランシーバをどれだけ簡単にできるか考えたものです。

DSB トランシーバは SSB トランシーバと互換性がありますがずっと簡単です。しかし、知る限り FT8 用には使われたことはありませんでした。RF 回路実験用に工夫された Chocolate 基板を使用していくつか実験を行いました。FT8 用のダイレクトコンバージョン受信機から始めましたが、上手く動作しました。次に、DSB 送信部を作成し、送信された信号がデコード可能であることを確認しました。AA7EE, VK3YE や ZL2BMI の DSB 設計を参考にして、NE602 と PTT スイッチだけを使用して受信部と送信部を組み合わせたところ、FT8 の QSO を行うことができました。

マニュアルの PTT スイッチを使えば消費電力と複雑な回路を減らせるため、その構成で個人的には満足していましたが、コンピュータと同期する必要がありました。また、何人かの HAM 仲間からのリクエストにより、VOX 制御回路を見つけ、FT8 に合う様に調節し組み込み、信号純度と周波数安定性についての改良を行った結果、D4D が出来上がりました。

必要のない下側側波帯(LSB)や相互混変調歪(IMD)について心配がありますが、1Wの送信出力で、SOTA(Summits On The Air)や実験目的であれば、大きな問題にはなりません。送信出力1Wの簡易的なもので、実効電力の半分でしかありません。それでも、電波伝搬がオープンしている時には40m帯において1500マイル(約2400km)もの交信を簡単に何回か行うことができました。

■ 測定された仕様を以下に示します(予告なく変更することがあります)

概要：水晶制御方式の DSB トランシーバ。周波数は、20m (14.074MHz for FT8), 30m (10.130MHz for JS8Call), 40m (7.074MHz for FT8) or 80m (3.573MHz for FT8)。

リクエストがあればその他の周波数も追加可能です。

寸法：103mm(L) x 66mm(W) x 27mm(H)、突起部を含まず。

重量：約 165g

電源：10-14V の安定化された直流電源またはバッテリーパック。12V を推奨。センタープラス(+)、逆接続保護機能あり。

受信時消費電流：12V 時、約 15mA (R20 を使用しない場合)または約 23mA (R20 を使用した場合)。

送信時消費電流：12V 時 200-300mA。オーディオ信号レベルにより変動。

RF 出力：12V 時 0.5~1.5W

アンテナコネクタ：BNC

オーディオ入力コネクタ：3.5mmΦ モノラル用。VOX を動作させるには最小で 600mV 必要。PC サウンドカードのヘッドフォンコネクタに接続。PTT 制御用の端子なし。

オーディオ出力コネクタ：3.5mmΦ モノラル用。PC サウンドカードのマイクコネクタに接続。

黄色 LED：TX 時点灯

緑色 LED：RX 時点灯

周波数確度：-400 Hz ~ + 200 Hz

周波数安定性：テストでは FT8 仕様を満足。オプションの R20 のヒータを追加した場合、ウォームアップ後、10 分間の長時間周波数安定性が改善されますが、短時間の周波数安定性が犠牲になります。

■ 簡単な回路説明

回路図は、<http://j11kra.sakura.ne.jp/> からダウンロードして下さい。

オーディオ信号が入力されると、D2 (1N4148)、Q5 (2N3906)、Q6 (2N3904)、Q7 (2N3904) それとリレーから構成される VOX 回路が ON になります。リレーは DPDT (双極双投) で、アンテナと電源を制御します。LPF は L2、L3 と周囲のキャパシタから構成され、送信出力または受信入力を切り替えます。電源は D1 (1N5817) により極性が保護されており、受信部または送信部を切り替えます。受信回路は Q1 (2N3904) とオプションのヒータ用抵抗 R20 だけですが、送信回路は RX のミュート用の Q8 (2N3904)、TX ドライバ Q3 (2N3904) それに TX 出力段 Q4 (BD139) から構成されています。X1 は強力な放送局からの信号妨害を低減させるための受信部のフロントエンド中のフィルタ、X2 は U1 (NE602) 中に

内蔵された発振回路用の水晶振動子です。U2 (78L05)はU1用の5Vレギュレータ、Q2 (2N3904)はTXチェーン中のバッファアンプです。

■ パーツリストについての重要な注意：

全パーツリストは、<http://j11kra.sakura.ne.jp/> からダウンロードして下さい。ハンダ付けをする前に、すべての部品が揃っているかどうか確認して下さい。C25 (10uF 電解コン)、C26 (10uF 無極性電解コン)は外見がそっくりですが、よく見るとC26にはNPというマークがあります。2N3906と2N3904もマーキングが小さく外見もよく似ていますが、必要なら拡大鏡を使用して下さい。不足があれば、販売者にご連絡下さい。

■ ハンダ付けと組み立てについての重要な注意：

本マニュアルに従って、各STEP毎に部品をハンダ付けして下さい。各STEPの最後にテストを行い、次のSTEPに進んでいいかどうか確認します。部品はすべてリード線タイプで、部品配置はゆったりとしていますから、ハンダ付けの順序について悩む必要はありません。

R20*は水晶振動子X2のヒータです。一方は12Vの受信用電源に、他方はGNDに接続します。水晶振動子X2の上面に抵抗を配置する必要があります。確実にケースをグラウンドに接続するよう、また熱結合をよくするために、GNDへのリード線は水晶振動子のケースにハンダ付けします。12Vを水晶振動子のケースにショートさせないように注意して下さい。

RFトランスT1は難しくはありません。赤色と金色の20cmのエナメル線を、インチ当たり5回のピッチで捩じります。黒色のトロイダルコアに8回巻き、エナメル線の表皮をはがし、赤色の線の一方と、金色の線の他方を一緒にして、互いの捩じってある線の間タップを作成します。中間タップはPCB上の、大きい目の中心のパッドにハンダ付けします。トランスを正しく巻いているかどうか確認するために、三つの端子すべての間の抵抗を測定し、導通があるかどうか確認します。

コイルL1、L2やL3を巻く前に、線の長さが正しいかどうか部品表を確認します。線が長すぎると、最後に線が足りなくなることがあります。元々L1は固定値のインダクタンスとして設計してありましたが、後でトロイダルコイルに変更されました。

LED は、本体の 2/3 がプリント基板の外側に来るように、リード線を折り曲げます。リード線の長い方が A(アノード)、短い方が K(カソード)です。

オーディオ入力、オーディオ出力、DC 入力、それにアンテナの各コネクタは基板に密着するようにハンダ付けします。すき間があるとパネルを付ける時に干渉することがあります。

Q4 のハンダ付けは基板に Q4 を差し込み、プリント基板の中心を向いているかどうか確認します。Q4 とリアパネルの間に絶縁シートを挟み、ビスとナットを使用して一時的に固定します(トランジスタの穴は絶縁されているので、ビスの絶縁は必要ありません)。ANT コネクタのナットを一時的に固定します。DC IN コネクタの穴を合わせ、プリント基板を裏返して、プリント基板の端がリアパネルに対して直角かどうか確認しハンダ付けします。ハンダ付けした後に、ナットを固く締めます。

■ 調整についての注意：

どの部品も調整箇所はありません。電流測定を行うためには、1A、12V 以上の電源と、5W 以上の 50Ω のダミー負荷、または調整済のアンテナを用意します。R20 を使用していれば、受信時の全電流は約 23mA です。AUDIO IN に 600mV 以上のオーディオ信号を入力し VOX を動作させた場合の送信時の電流は 280-400mA です (WSJT-x または JTWD の tune ボタンを使用し、Pwr バーを押して max に、同様にシステムのボリュームも max にします)。IMD 生成など、動作が期待通りかどうか判断するためには、このマニュアルの FAQ の部分を確認します。

キットを製作する STEP を以下に示します。

STEP1: 電源と LED

- [] DC ジャックを取り付けます。
- [] 逆接続保護用のダイオード D1 を取り付けます。極性に注意して下さい。
- [] リレーを取り付けます。
- [] レギュレータ IC U2 を取り付けます。78L05 の印字を確認して下さい。
- [] C18 を取り付けます。極性に注意して下さい。短いリード線が線のある方です。
- [] LED1 を取り付けます。極性に注意して下さい。LED の本体の 2/3 がプリント基板から飛び出すように LED のリード線を折り曲げます。リード線の長い方が A(アノード)、短い方が K(カソード)です。
- [] LED2 を取り付けます。極性に注意して下さい。LED の本体の 2/3 がプリント基板から飛び出すように LED のリード線を折り曲げます。リード線の長い方が A(アノード)、短い方が K(カソード)です。
- [] R12 を取り付けます。
- [] U1 用のソケットを取り付けます。向きに注意して下さい。
- [] C1 を取り付けます。

STEP1 のテスト :

付属の DC ジャックを使用して電源ケーブルを作成します。センターピンがプラス (+) であることに注意して下さい。10-14v の電源またはバッテリーを接続します。ダイオード D1 の電源電圧、レギュレータ U2 の出力の 5v を測定します。回路が正しく動作していれば LED1 が点灯します。

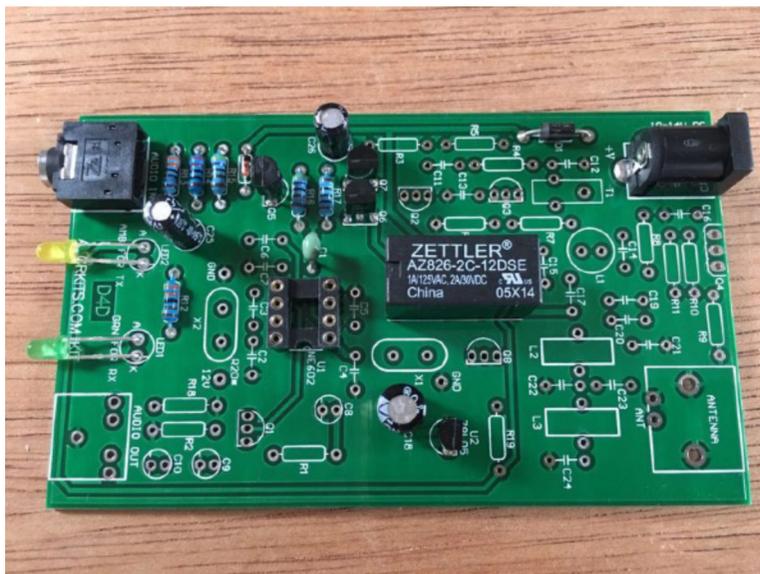


STEP2:VOX 回路

- [] AUDIO IN コネクタを取り付けます。正しい位置にハンダ付けします。
- [] R13 を取り付けます。[IMD 改良法は、数ページ後をご覧ください]
- [] R14 を取り付けます。
- [] R15 と R16 を取り付けます。
- [] D2 を取り付けます。極性に注意して下さい。
- [] R17 を取り付けます。
- [] Q5 を取り付けます。マーク 2N3906 に注意して下さい。
- [] Q6 と Q7 を取り付けます。
- [] C25 を取り付けます。極性に注意して下さい。
- [] C26 を取り付けます。極性はありません(NP)。

STEP2 のテスト :

VOX の動作を確認します。プリント基板の電源を入れて、リレーの音が生じて黄色の LED2 が約 1 秒点灯してから消灯した後、緑色の LED1 が点灯します。PC のサウンドカードの HEADPHONE コネクタから AUDIO IN コネクタにオーディオケーブルを接続します。WSJT-x または JTDX のファンクション Tune を使用して、1500Hz のオーディオ信号を入力します Pwr バーを max に、同様にシステムのボリュームを max にします。リレーの動作音が生じて、黄色の LED2 が点灯し TX 状態にあることを示します。

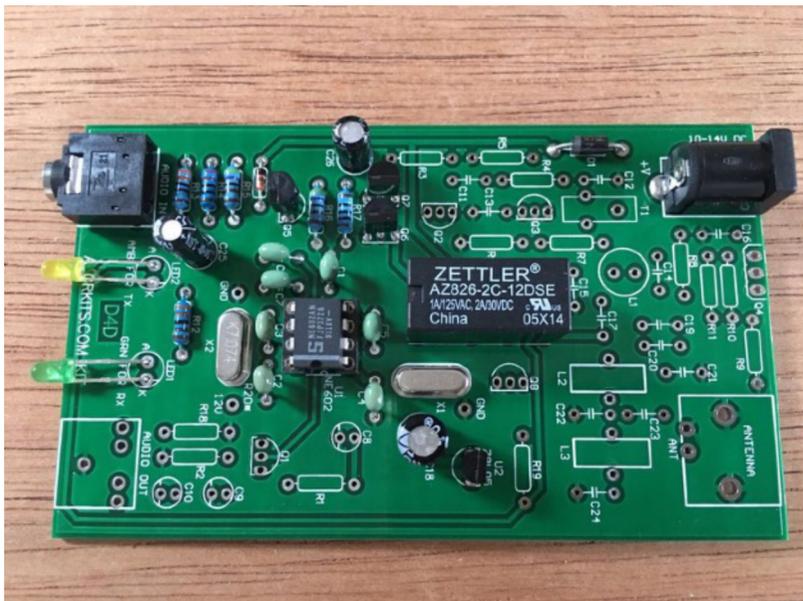


STEP3: NE602 の発振部

- [] C2 を取り付けます。
- [] C3 を取り付けます。
- [] C4 を取り付けます。
- [] C5、C6 と C7 を取り付けます。[IMD 改良は、数ページ後をご覧ください]
- [] X1 を取り付けます。ケースをグランドに接続しないで下さい。
- [] X2 を取り付けます。ケースをグランドに接続しないで下さい。
- [] ソケットに U1 を挿入します。向きに注意して下さい。

STEP3 のテスト :

周波数精度を測定するか、または少なくとも発振しているかどうかを確認します。確認方法は、短いリード線を使用して、受信機のアンテナ入力に接続し、発振部の近くに沿わせ拾います。ゼロビートにより周波数を確認します。プローブ接続の入力容量が発振周波数に影響する周波数カウンタよりはよい方法です。

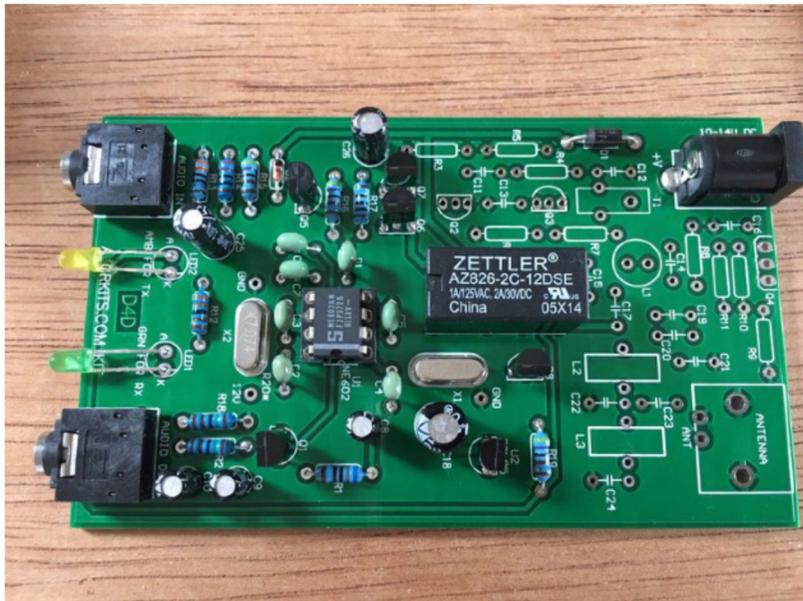


STEP4: 受信部のオーディオアンプ

- [] R1 を取り付けます。
- [] R2 と R18 を取り付けます。
- [] AUDIO OUT コネクタを取り付けます。正しい位置にハンダ付けします。
- [] C8, C9 and C10 を取り付けます。極性に注意して下さい。
- [] Q1 と Q8 を取り付けます。
- [] R19 を取り付けます。

STEP4 のテスト :

オーディオアンプの出力インピーダンスが高いため、普通の低インピーダンスのヘッドホンは感度が悪くなります。しかし、ドライバで NE602 の入力ピン (ピン 1) に触れて、ヘッドホンから何かノイズが聞こえれば、正しく動作しています。



STEP5:LPF

- [] C19 を取り付けます。
- [] まだ C20 を取り付けないで下さい。2 次や 3 次の高調波減衰を改善する時に、楕円フィルタ等に変更する時に使用します。
- [] C21 と C22 を取り付けます。
- [] まだ C23 を取り付けないで下さい。2 次や 3 次の高調波減衰を改善する時に、楕円フィルタ等に変更する時に使用します。マニュアルの写真では違っていますので真似しないでください。
- [] C24 を取り付けます。
- [] 次の写真通りにトロイダルコイルを巻いて、L2 と L3 を作成します。40m 版では 16 回巻きます。リード線の長さは部品表を確認して下さい。
- [] L2 を取り付けます。
- [] L3 を取り付けます。

STEP5 のテスト :

RX 部の組立は完了しました。アンテナとオーディオケーブルを接続し、ソフトウェア WSJT-x または JTDX を使用してテストします。電波伝搬がオープンであれば、何か聞こえると思います。初心者の方は、デコードを開始するためのいくつかの基本的なステップを理解するために、この後の章をご覧ください。



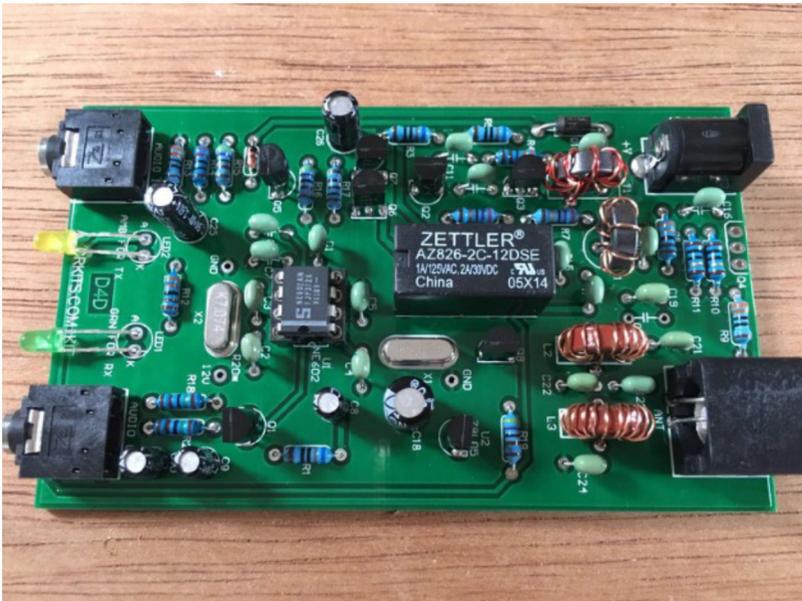
STEP6: TX アンプ

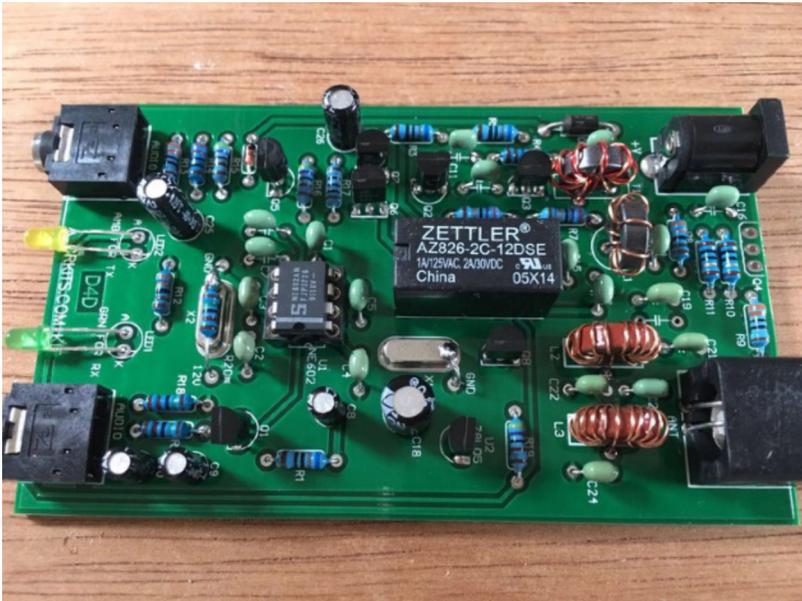
- [] R3 と R5 を取り付けます。
 - [] R6 と R7 を取り付けます。
 - [] R4 と R8 を取り付けます。
 - [] R9 を取り付けます。
 - [] R10 と R11 を取り付けます。
 - [] C11 を取り付けます。
 - [] C12、C13、C14、C15、C16 それに C17 を取り付けます。
 - [] Q2、Q3 を取り付けます。
 - [] 次の写真通りにトロイダルコイルを巻き L1 を作成します。8 回巻きます。リード線の長さは部品表を確認して下さい。
 - [] L1 を取り付けます。
 - [] 次の写真通りにトロイダルコイルを巻き T1 を作成します。赤色と金色の 20cm のエナメル線を、インチ当たり 5 回のピッチで振じります。黒色のトロイダルコアに 8 回巻き、エナメル線の表皮をはがし、赤色の線の一方と、金色の線の他方を一緒にして、互いの振じってある線の間タップを作成します。中間タップは PCB 上の、大き目の中心のパッドにハンダ付けします。トランスを正しく巻いているかどうか確認するために、三つの端子すべての間の抵抗を測定し、導通があるかどうか確認します。
 - [] T1 を取り付けます。
 - [] 次の写真通りに R20* を取り付けます。
- R20* は水晶振動子 X2 のヒータです。一方は 12V の受信用電源に、他方は GND に接続します。水晶振動子 X2 の上面に抵抗を配置する必要があります。確実にケースをグラウンドに接続するよう、また熱結合をよくするために、GND へのリード線は水晶振動子のケースにハンダ付けします。12V を水晶振動子のケースにショートさせないように注意して下さい。
- [] X1 のケースをリード線で GND に接続します。

本 STEP のテスト：

この STEP ではテストはありません。





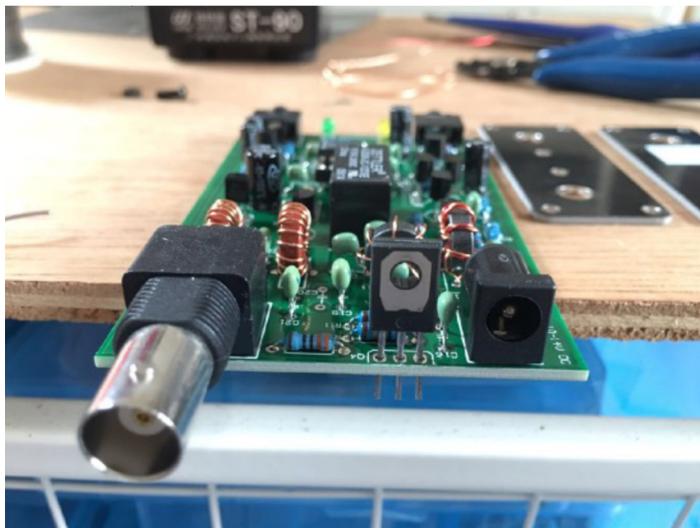


STEP7: ケースの組立

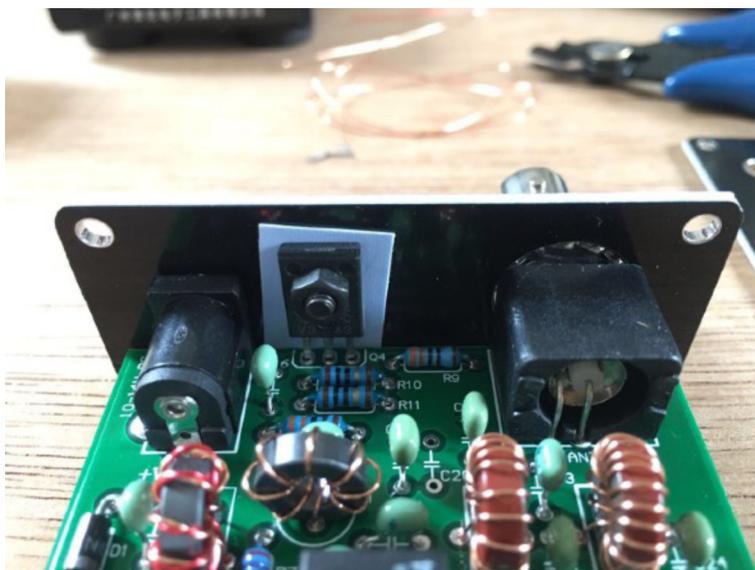
[] パネルを2つに分け、写真に従ってパネルに放熱シートを置きます。



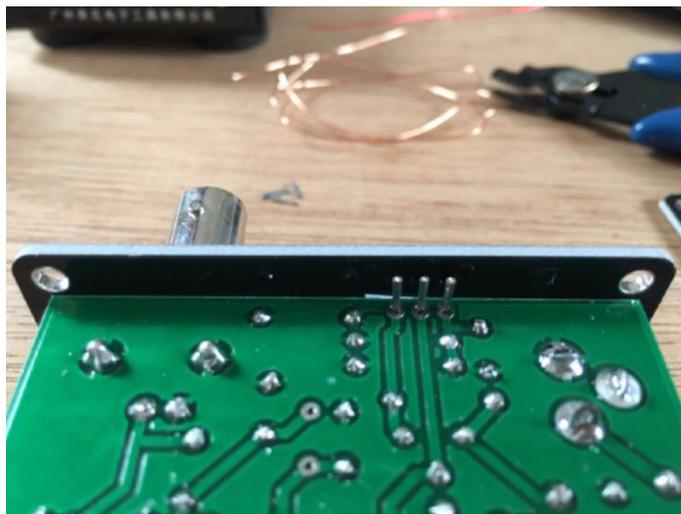
[] 写真に示すようにQ4を差し込みます。プリント基板の中心に向いています。まだハンダ付けしません。



[] Q4用のビスとナット、BNCコネクタのナットを取り付けます。リアパネルとQ4の金属部分の間に放熱シートがあることを確認します。



[] DC IN コネクタの穴を合わせ、プリント基板を裏返して、プリント基板の端がリアパネルに対して直角かどうか確認し、ハンダ付けします。ハンダ付けした後に、ナットを固く締めます。



[] ケースに入れ最後の組立をする前に、もういちど付け忘れた部品が無いか、間違っている部品が無いか確認してください。テストと測定を実行するよいタイミングです。



[] ケースにゴム足を貼り付け、ドライバを使用してパネルをケースに取り付けます。これで、組立は完了です。



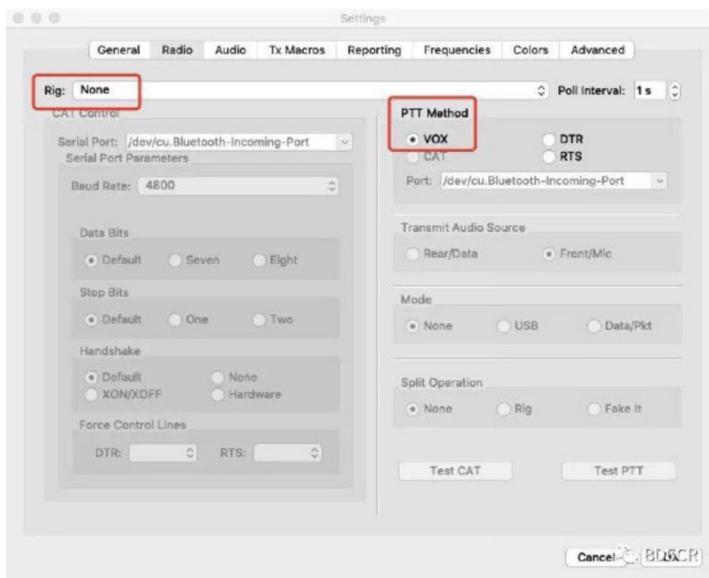
STEP8:ソフトウェア WSJT-x の設定

例としてソフトウェア WSJT-x を取り上げます。以前 FT8 用に WSJT-x を使用したことがあれば、最初に特段となる設定だけを行うだけで済みます。

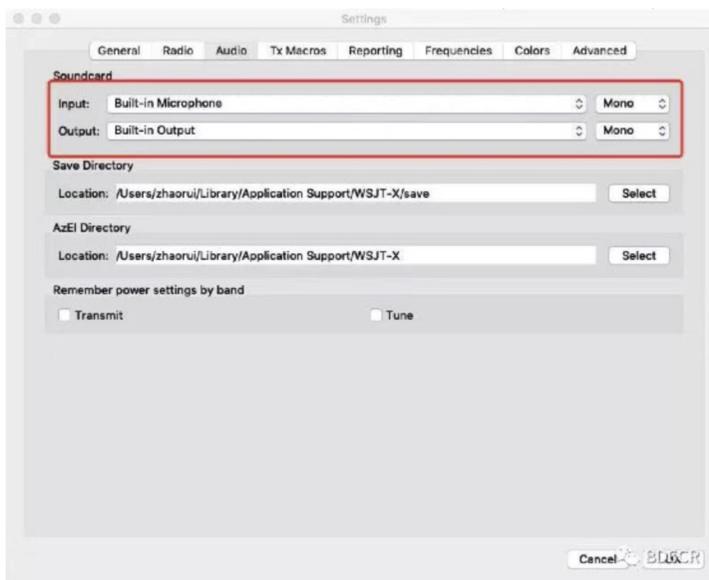
main ウィンドウでは、**Pwr** バーを max に設定し、オーディオ入力があるかどうか確認します。同様に**システムのボリューム**を max にする必要があるかもしれません。Tune ボタンをクリックすると、大きなオーディオ音が聞こえます。送信可能状態ですが、オーバードライブのため歪が大きくなるため、安定してリレーが動作するまで **Pwr** バーをゆっくりと下げます。CAT はサポートされていないので、このインタフェース上の周波数をマニュアルで調整する必要があります。そうでなければ、間違った周波数だったり、ログ中に間違ったバンドを記録したり、になります。



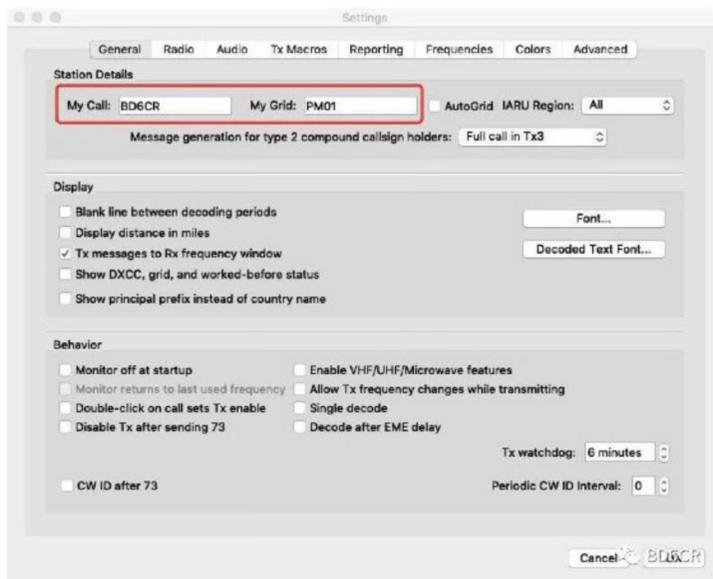
ウィンドウの Radio タブ設定では、Rig に None を、PTT Method に VOX を選択します。



Audio タブでは、ケーブルの先に接続しているオーディオデバイスを正しく選択します。



初心者が初めて使用する場合は、最小限、設定ウィンドウの General タブ中にコールサインとグリッドロケータを入力する必要があります。システムクロックを誤差 1 秒以内に手動で設定するか、または同期させます。受信とデコードが始まります。何かの信号をデコードすると、典型的な FT8 QS0 の全手順について学ぶことができます。599 (RST) の代わりに -5 (dB SNR) のようなシグナルレポート、その他諸々です。call sets Tx enable をダブルクリックすると、全 QS0 がより簡単になります。中国では FT8 がシニア向けのオモチャと呼ばれています。WSJT-x に不明点があれば、ネット検索がよい情報源です。FT8 の初心者用のビデオなら YouTube に見つけられますし、WSJT-x のマニュアルを読むこともできます。WSJT-x バージョン 2.0.0 以降をインストールする必要がありますことに注意して下さい。それ以前のバージョンはサポートされていません。JTDX では、同様にの基本的な設定をして使用ください。



STEP9: デバイスの接続と操作

以下に示すようにオーディオケーブルを接続し、QSO を楽しんで下さい。通常の QRP の更新と同様に、強い信号に応答すれば成功率が高まります。CQ を出す場合、より注意を引くために QRP、例えば CQ QRP BD6CR PM01、を追加することを推奨します。

送信する前に 1-2 分ワッチすると、ウォームアップを行い熱ドリフトを低減するのに役立ちます。



マイクとヘッドホンコネクタ両方のある古いコンピュータの場合、AUDIO-IN をヘッドホンコネクタに、AUDIO OUT をマイクコネクタに接続します。



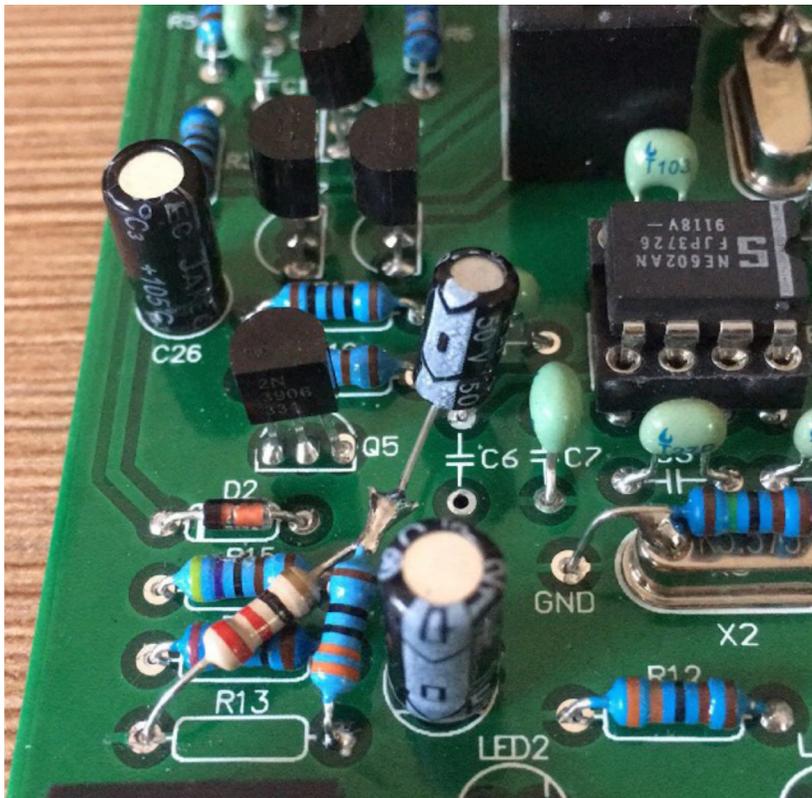
ヘッドセット用のコネクタが一つだけある新しいコンピュータの場合、Yアダプタを使用して接続します。Yアダプタはオプションとして入手可能です。



MACBOOK AIR などのコンピュータの場合、Yアダプタでは機能しないので、分離されたマイクとヘッドホンコネクタを有するUSB サウンドカードを使用します。

■ 改良するとしたら

1. NE602 への入力レベルを小さくすることで IMD が改善されます。C5 を 103 (10nF) の (積層)セラミックキャパシタに変更します。オリジナルの R13、330Ω に対し 22-27Ω の抵抗を (直列に) 追加します。C6 を除去し、1-10uF の電解コンデンサに置き換え、C6 のマイナス側を先程の二つの抵抗の接続点に、C6 のプラス側を NE602 の 2 番ピン、元のパッドに接続します。これらの変更により、IMD は向上しますが、同じオーディオ入力レベルの場合、RF 出力の低下になります。RF 出力を調整するには **Pwr** バーまたはシステムボリュームを調整します。この変更は特にお勧めします。



##訳注

同じ出力を得ようとするなら、結局NE602への入力レベルは同じなのだから、IMDの改善にはならないのでは？ (kT) ⇒照会中

2. NE602 のピン 1、2、3 に $1M\Omega$ の半固定抵抗を接続することで、キャリア漏洩が改善されます。中間接点をピン 3(GND)に、片端を NE602 のピン 1 に、半固定抵抗の残りをピンを NE602 のピン 2 に接続します。Q6 の C と E をショートし、マニュアルで TX に切り替え、オーディオ入力を無入力にすると、出力はキャリア漏洩になります。出力レベルが最小になるように半固定抵抗を調節します。NE602 のバランスが悪い場合、この変更は有効です。キャリア漏洩を低減すると、IMD も同様に改善されます。

3. LPF を楕円フィルタに変更すると、2 次や 3 次高調波が驚く程低減化できます。次に示す web ページ

https://pa3csg.nl/?page_id=40

を参照してやってみてください。

訳注 : C19、C21、C22、C24 も変更が必要かもしれません。

4. 温度の安定化のために、PTC(Positive Temperature Coefficient : 正温度特性)のヒータを追加すると、周波数安定性が向上されます。AT カットの水晶振動子の周波数変動は、環境温度が 50°C 付近で最小になります。

■ アクセサリ



ヘッドセット用のコネクタ 1 個しかないコンピュータの場合、Y 型オーディオアダプタが役立ちます。通常、マイクロホンとヘッドホンのコネクタが一緒になった 4 ピンのコネクタで、スマートホンのコネクタと同じものです。Y アダプタは、マイクロホンとヘッドホンのコネクタを分けて、別のコネクタにし、同封のオーディオケーブルを使用してそれを D4D に接続します。

<http://crkits.com>

の D4D Frequency and Option のドロップダウンメニューから注文可能です。注文する前に、ヘッドホン出力のレベルが VOX の動作に十分で、送信可能であることを確認して下さい。ノート PC の場合、出力が小さすぎて、以下に示すような外付けの USB サウンドカードしか選択できない場合があります。このアダプタは MacBook Air では機能しないことに注意して下さい。MacBook Pro はテストしていませんが、Apple ユーザの皆さん、次に示す Creative 社の SoundBlaster Play!3 を選択することが可能です。

Creative 社の SoundBlaster Play!3 は D4D には偉大な仲間です。Creative 社の外付け USB サウンドカードの中では下位機種ですが、SNR が 93dB にもなり、また強力な出力で、300 Ω のヘッドホンをドライブ可能です。この強力な出力レベルにより、(IMD が悪いが)大きな出力を得たり、(出力は小さいが)良好な IMD にしたり、が選択可能です。Creative 社の SoundBlaster Play!3 は多くの国で注文可能です。Y アダプタの代替品になり得ます。

電源スイッチの付いた 3x AA(単三型)電池ホルダーに DC プラグをハンダ付けして、1200-mAh の(AA と同じサイズの)14500 サイズの Li イオン電池 3 本に置き換えると、8 時間の動作時間が得られます。D4D には電源スイッチがないので、電池ホルダーの電源スイッチが重宝します。12.6V、1A の充電器があれば、充電は簡単です。必要なものは、アダプタケーブルだけです。Li イオン電池パックを使用する際は、十分注意して下さい。保護回路が必須です。

■ よくある質問(FAQ):

1. 私のコンピュータにはマイクロホン用の独立したコネクタがありません。どうすればいいのでしょうか？。

回答：

選択支 1： Yアダプタを購入します。これは、4ピンのヘッドセットコネクタをマイクロホンとヘッドホンの別の3ピンのコネクタに分離します。

選択支 2： マイクロホンとヘッドホンのコネクタが別になっている USB サウンドカードを購入します。

2. VOX が動作しません。どうすればいいのでしょうか？。

回答：まずオーディオケーブルが間違いなく接続されているかどうか確認します。二つのオーディオケーブルのコネクタは同じ色とサイズなので、間違っただけで入れ替わっている可能性があります。場合によっては、オーディオの設定時に、デフォルトのモノラルに代えて Left または Right の正しいチャンネルを選択する必要があります。ヘッドホンのボリュームを max まで上げます。システムとソフトウェア WSJT-x の両方のバーを調整する必要があります。オーディオの出力レベルが小さくて VOX をドライブできないコンピュータを見たことがあります。この場合は、Creative 社の SoundBlaster Play!3 などの USB サウンドカードを探して下さい。

3. MacBook Air はこのデバイスを外部マイクロホンとして認識しません。どうすればいいのでしょうか？

回答：マイクロホンとヘッドホンのコネクタが別になっている USB サウンドカードを購入します。

4. 電源投入時に短時間送信しても安全でしょうか？

回答：出力電力レベルが低ければ問題ありません。

5. 新しい FT4 モードをサポートできますか？

回答：サポートします。そのためには水晶振動子を特注する必要があります。

6. JS8Call モードをサポートできますか？

回答：サポートします。10.130MHz は既にサポートしています。7.078MHz などの他の周波数は、解決する必要があります。

7. ウォーターフォール形式で送信信号近傍をモニタすると、オーディオの高調波成分が見えますが、正常でしょうか。

回答：それは相互変調歪み(IMD)の成分です。それを低減させるには、出力電

力を絞る必要がありますが、章「改良するとしたら」をご覧ください。シンプルな設計であり、高調波は-10dB 以下ですので、お奨めするのはそのまま使うことです。もし改良する能力があるのでしたら、前記の章「改良するとしたら」をご覧ください。

8. 周波数オフセット(精度)はどうすればいいのでしょうか？

回答：-400 ~ +200 Hz の周波数オフセットは問題ではありません。そのまま使用して下さい。2700Hz 付近のウォーターフォール形式スペクトルを観察できないなら、Start 0 Hz 設定を変更します。0~200Hz の範囲なら変更しないでおきます。-400~-100Hz の範囲なら、0Hz を-400~-100Hz に変更します。

9. 周波数の変動はどうすればいいのでしょうか？

回答：数 Hz の周波数変動はデコーディングには影響しません。気になるようでしたら、交信している相手局に追従するよう TX のオーディオ周波数をマニュアルで調整可能です。

10. VOX が誤動作するのですが？

回答：

出力電力は低いのですが、アンテナなどから RF 信号による干渉(回り込み)が原因かどうか確認します。トランシーバへの接続に同軸ケーブルを使用して、アンテナから距離をおくようにします。電源ケーブルやオーディオケーブルの端部に EMI 防止用トロイダルコイルを追加します。電源ハムが原因なら、電源の品質をチェックしたり、ケースをグランドに接続したりします。