# ADX-Sキットの組み立て説明書

#### CRKITS.COM

2023/4/29 V1.3: 正式リリース CAT 追加



写真: Jack Liang, BG7IKK - EFHW アンテナを使用して 18,000 km 以上の DX 交信を達成した

変更履歴 2023/3/26 V1.0: 正式リリース 2023/3/29 V1.1: 正式リリース修正版 (2023/4/1 V1.1:日本語版 by exJA5GHK) 2023/4/2 V1.2: 正式リリース 修正版 2 2023/4/29 V1.3: 正式リリース CAT 追加(2023/4/29 V1.3:日本語版 by exJA5GHK)

## 目次

1
5
8
10
12
13
15
16
20
21
23
24
35
40
41
41

ADX (Arduino Digital Xcvr) は、uSDX の設計者の一人として有名な Barb、WB2CBA の 設計による Arduino ベースのデジタルモード HF QRP トランシーバです。BD6CR はこれ に変更を加え、スーパーヘテロダイン方式の ADX-S としました。受信性能が大幅に向上 し、また回路の改良により、とても初心者向けのデジタルトランシーバーキットになりま した。組み立てはほぼ 3 時間で終わります。また、最低限測定器として周波数カウンタが 必要ですが、アマチュア無線のトランシーバでも OK です。ADX-S は、PC 上では WSJTx または JTDX を、Android スマートフォンやタブレットでは FT8CN を使用可能で す。WSPR TX の場合、Android アプリの WSPR TX も使用可能です。

#### 仕様

- 寸法: 97 mm x 97 mm x 22 mm (突起部を除く)
- 重量: 150g、LPF バンドフィルタ基板1個を含む
- 電源: 10-12V(DC IN ジャック) または 5V(USB ポート)
- 電源電流(受信時): 12V時約60mA
- 電源電流(送信時): 12V時約 600mA (15m帯、10m帯では低下)
- 送信出力: 12V時約3.5W、5V時約0.3W(15m帯、10m帯ではこの約1/2)
- スプリアス抑圧比: 約-45dBc
- 使用可能モード: WSPR、JS8、FT4、FT8 を含むデジタルモード、上側側波帯(USB)
- 使用可能バンド: 40m、20m、15m、10m・LPF バンドフィルタ基板の取り換えが必要
- オーディオコネクタ : MIC (サウンドカードの MIC ジャックへ)、SPK (サウンドカードの PHONE または SPK ジャックへ)

#### 部品表

最初に構成部品リストに従って構成部品を確認し、不足している部品があれば連絡してくだ さい。

メインボード

$100\mu F/16V$ 3   C1,C16,C24 $10\mu F/16V$ 2   C13,C18 $560pF, 620pF \text{ or } 680pF$ 1   Cll $10nf$ 4   C4,CS,Cl2,Cl 7 $100nF$ 13   C2,C3,G6,C8,C9,C10,C14,C15,C19,C20,C21,C22,C23 $470nF \text{ or } 1\mu F$ 1   C7 $5.1pF$ 1   C25     PFB455JR $t = \overline{z} = \sqrt{7} / \pi / $
$10\mu F/16V$ 2C13,C18560pF, 620pF or 680pF1Cll10nf4C4,CS,Cl2,Cl 7100nF13C2,C3,G6,C8,C9,C10,C14,C15,C19,C20,C21,C22,C23470nF or 1 $\mu$ F1C75.1pF1C25PFB455JR セラミックフィルタ1FL1SPK 3.5mm オーディオコネクタ1CON1MIC 3.5mm オーディオコネクタ1CON2TX 5mm 赤 LED1D1
560pF, 620pF or 680pF1Cll10nf4C4,CS,Cl2,Cl7100nF13C2,C3,G6,C8,C9,C10,C14,C15,C19,C20,C21,C22,C23470nF or 1µF1C75.1pF1C25PFB455JR セラミックフィルタ1FL1SPK 3.5mm オーディオコネクタ1CON1MIC 3.5mm オーディオコネクタ1CON2TX 5mm 赤 LED1D1
10nf   4   C4,CS,Cl2,Cl7     100nF   13   C2,C3,G6,C8,C9,C10,C14,C15,C19,C20,C21,C22,C23     470nF or 1µF   1   C7     5.1pF   1   C25     PFB455JR セラミックフィルタ   1   FL1     SPK 3.5mm オーディオコネクタ   1   CON1     MIC 3.5mm ホーディオコネクタ   1   CON2     TX 5mm 赤 LED   1   D1
100nF 13 C2,C3,G6,C8,C9,C10,C14,C15,C19,C20,C21,C22,C23   470nF or 1µF 1 C7   5.1pF 1 C25   PFB455JR セラミックフィルタ 1 FL1   SPK 3.5mm オーディオコネクタ 1 CON1   MIC 3.5mm オーディオコネクタ 1 CON2   TX 5mm 赤 LED 1 D1
470nF or 1µF 1 C7   5.1pF 1 C25   PFB455JR セラミックフィルタ 1 FL1   SPK 3.5mm オーディオコネクタ 1 CON1   MIC 3.5mm オーディオコネクタ 1 CON2   TX 5mm 赤 LED 1 D1
5.1pF 1 C25   PFB455JR セラミックフィルタ 1 FL1   SPK 3.5mm オーディオコネクタ 1 CON1   MIC 3.5mm 赤 LED 1 D1
PFB455JR セラミックフィルタ     1     FL1       SPK 3.5mm オーディオコネクタ     1     CON1       MIC 3.5mm オーディオコネクタ     1     CON2       TX 5mm 赤 LED     1     D1
SPK 3.5mm オーディオコネクタ     1     CON1       MIC 3.5mm オーディオコネクタ     1     CON2       TX 5mm 赤 LED     1     D1
MIC 3.5mm オーディオコネクタ     1     CON2       TX 5mm 赤 LED     1     D1
TX 5mm 赤 LED 1 D1
FTS 5mm 赤色 LED 1 D2
fT4 5mm 赤色 LED D3
1S8 5mm 赤色 LED D4
WSPR 5mm 赤色 LED D5
1N4148 3 D6,07,08
1N5817 1 D9
43-47V 1W ツェナーダイオード 1 終段の保護用. テストポイント RFOと GND 間に接続
BNC 1 J1
DC-005 1 J2
1μH 1 L
100µH 1 L2
8S170 4 Q1,Q2,Q3,.Q4
1M or 470k 1 R1
2.7k 1 R 2
100 1 R14
4.7k 1 R2
10k 5 R3,R4,R10,R11,R15
lk 6 R5,R6,R7,R8,R9,Rl3
UP(BAND) タクトスイッチ 灰色 2 SW1
DOWN(CAL) タクトスイッチ 灰色 SW2
TX タクトスイッチ 赤色 1 SW3
CD2003GB_GP 1 UI
SI53SI_モジュールまたは同等品 1 U2
74ACT244 1 U3
IPF JBANO_MODULE ソケット 2 U4_A,U4_B
Arduino Nano または同等品 (プロログログログログログログログログログログログログログログログログログログロ
U/フム書さ込み済) I XAI
<u>                                    </u>
$\frac{\lambda 7 \sqrt{\Gamma} \sqrt{M} 5 \times 12 + 6}{2 \sqrt{D} \sqrt{M} 5 \times 12 + 6} \qquad 4$

バンドフィルター部

LPF バンドモジュール										
バン										
ř	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	L1	L2	L3
40	120+10	470	470	1000	300	1000	100n	12T/黒	15T/赤	10T/赤
20	68	470		470	150	470	100n	12T/黒	10T/赤	7T/赤
15	68	300	15	300	100	300	100n	12T/黒	11T/黄	7T/黄
10	39	240		240	75	240	100n	12T/黒	9T/黄	6T/黄

#### 動作原理

Arduino Nano モジュール (XA1) は制御コアです。ボタンへの応答、LED の駆動、5351 モ ジュールを駆動などの処理の他に、SPK インターフェイスからのオーディオ信号の周波 数を識別して FSK 変調を行います。したがって、ADX-S の送信信号は D4D のような両側 波帯ではなく、単側波帯です。Arduino Nano は、受信信号に対して追加の処理を行わない ので、受信は純粋にアナログです。Nano はメインボードに安定した 5V を供給します。



5351 モジュール (U2) は、I2C インターフェイスを介して Arduino Nano によって制御さ れます。S0-S2 から異なる周波数を持つ 3 つのチャネルの方形波を出力しま す。そのう ち、S0 は送信信号、S1 は受信局部発振器、S2 は受信局部発振器です。キャリブレーショ ンモードでは、S2 はキャリブレーション用の CAL テストポイントに 1MHz の信号を出力 します。



CD2003 (U1) は東芝製 TA2003 の中国製代替品で、成熟した AM/FM ラジオ チップで す。IF フィルタは IFT の代りにセラミック フィルターを使用します。ADX の元の設計は DC 受信機として AM ミキシング段のみを使用しますが、ADX-S は JA9TTT の設計思想を 参考にして、セラミックフィルターを巧みに追加し、カップリングコンデンサーで CLK2 のビート信号を導入して、比較的良い準 SSB 受信を実現します。回路に使用している PFB455JR は村田製作所独自の 2 段内蔵セラミック フィルタで、帯域幅は 3kHz 以上と若 干広いのですが、選択度は向上しています。マルチバンドを前提にしているため、受信 回路の前段には周波数選択回路がないので、強力な BCI を避けるために必要なら、Z マッ チチューナのような ATU を追加してください。バリコン 2 個とトロイダルコイル 1 個あ れば簡単な Z マッチチューナを製作できます。https://www.qsl.net/g3vgr/zmatch.html を参 照してください。次に示す手描きの回路図は、ADX からの受信部の変更点を示していま す。





ADX-S の送信部は ADX のオリジナル設計と同じです。5351 モジュール (U2) の CLK0 信 号は 74ACT244 (U3) により駆動および増幅され、最終的に 3 個の BS170 パラレル接続で 構成されるクラス E モードの出力段へ送られます。そして、LPF バンドフィルタ基板 (U4) でフィルタされ、J1 からアンテナへ出力されます。送受信の切り替えは、最初に CLK0 または CLK1+CLK2 の出力切り替え、それに RX フロントエンドのための RXSW ラ インによる切り替え、さらに 7 4 ACT244 #OE ピンによる送信部の動作/停止、により行 います。



ADX-S のマン・マシン インターフェイスは、5 個の LED と3 個つのキーを使用しており、ハードウェアの点で は ADX と一致しています。このうち4つの LED は、バンド (B1~B4) とモード (WSPR、JS8、FT4、FT8)を同時に表示します。

バンドは電源投入時の点滅で、モードは固定点灯により表示します。モードを切り替えると、周波数テー ブルに基づいた周波数に切り替わります。TX LED は TX 時、またバンド設定モード時に点灯します。通 常の動作モードでは TX ボタンによりマニュアル送信しますが、バンド設定モードでは現在の設定の確認と 保存のために使用します。ADX と ADX-S の主な違いは、バンドの変更方法です。通常モード時に 2 個 のボタンを同時に押すのではなく、電源投入時に BAND ボタンを押すことにより切り替えます。

#### キットの組み立て

いよいよキットの組み立てを始めましょう。このキットはすべてリード部品ですので、目 に優しいでしょう。パッドが小さいので、先の細いはんだゴテを使用されることをお勧め します。ハンダは帰途に含まれていません。太さ 0.8mm、錫(Sn) 63%、鉛(Pb)のヤニ入り ハンダを用意してください。



キットはプラスティックケースに入っています。ケース内には、メイン基板、底面カバー 基板、メイン基板の部品一式、4個のバンドフィルタ用部品とオーディオケーブル一式、 が収められています。



メインボードにとりかかりましょう。完全な回路図と部品表については、IO グループの File セクションからダウンロードしてください。メンバーでない場合は、登録が必要です。 https://groups.io/g/crkits/files/ADX-S

次に現在の PCB の写真を示します。リビジョンの日付を確認してください。





### ステップ1:ダイオード

以下の写真のようにダイオードのリード線を曲げます。左から右へ、D9-1N5817、D10-1N4756A、D6-D8-1N4148です。

写真のように D6-D8 を差し込みます。ダイオードには極性がありますので、間違えないでください。





ハンダ付けのために PCB を裏返したら、抜け落ちないようにリード線を曲げてください。温度調節が可能なハンダごてを使用しているなら、350℃に設定します。鉛入りハン ダにも鉛フリーハンダにも適温です。各パッドを3秒間でハンダ付けします。長時間ハン ダごてをあてないでください。





ニッパーを使用してリード線をカットします。

D9を装着し、ハンダ付けします。向きを間違えないでください。



D10を装着し、ハンダ付けします。向きを間違えないでください。



## ステップ 2: +12V 電源

次の写真は C18-10uF です。長いリード線を + のマークのあるパッドに差しこみます。 向きを間違えないでください。



C24 - 100uF も同様です。C18、C19-100nF、C20-100nF、それに C24 をハンダ付けします。



次に、12V が XA1 - Arduino Nano モジュール - の VIN ピンとつながっているかどうか、テスト します。DVM を使用して、12V 前後かどうか確認します。赤いテスターリードを VIN パッド に、黒いテスターリードを BNC コネクタのグランドパッドに当てます。電源プラグに 12V 電 源(センター+)を接続し、測定します。今のところ良い感じですね。



## ステップ 3: Arduino Nano モジュールと、+5V、+3.3V 電源

XA1 - Arduino Nano モジュールは、メイン基板に対して+5Vと+3.3Vを供給します。そのため、Arduino Nano モジュールをハンダ付け後に電圧を確認します。



Arduino Nano モジュールをメイン基板にハンダ付けするために、ピンヘッダーを使用します。短い方のピンを上側にして、15 ピンのピンヘッダーを取り付けます。

Arduino Nano モジュールをメイン基板に差し込みます。USB 端子がメイン基板の端の方にあることを確認します。四隅のスルーホールに注意して、30 ピンをすべてハンダ付けします。



メインボードを裏返し、ピンヘッダ—のピンをすべてハンダ付けします。長いピンはカットしないでそのままにしておきます。



次はテストの番です。12V 電源(センター +)を供給して、赤いテスタリードを Cl-100uF の+パッドに当て、電圧を測ります。4.93V なら、Arduino Nano モジュール上の 5V レギュ レータの仕様範囲内です。このステップを飛ばさないでくださいね。レギュレータが破損 したら、Arduino Nano モジュールのハンダ付けをやり直すのは非常に困難です。



R1 - 1M の左側のピンで 3.3V かどうか測定します。大丈夫のようですね。このステップ を飛ばさないでくださいね。レギュレータが破損したら、Arduino Nano モジュールのハン ダ付けをやり直すのは非常に困難です。



## ステップ4: CD2003の電源

CD2003のようなアナログデバイスには、電源ラインのLCフィルタが必要です。以下の 写真に、L1 - 1uH とL2 - 100uHのインダクタを示します。



L2, C13-10uF, C1, C16-100uF, C2, C14, C15-100nF をハンダ付けします。C1、C13 それに C16の極性を間違えていないか確認してください。



もう一度 12V 電源(センター+)を供給し、U1-CD2003 のピン 15 に+5V が供給されているかどうか確認します。

### ステップ 5: 5351 モジュール

抵抗のカラーコードを確認して、このステップ用に10Kの抵抗2本を用意します。



R16, R17-10K を PCB に密着して取り付けてハンダ付けします。5351 モジュールには 8 ピンのヘッダーが用意されていますが、7 ピンしか使用しません。ですから、1 ピンだけ切り離した後、短い方のピンを上にして、7 ピンのヘッダーを差し込みます。



5351 モジュールをピンヘッダーに差し込み、ハンダ付けします。モジュール上のチップは、Silicon Labs SI5351 の中国製の互換チップの場合がありますが、十分に動作します。



メイン基板を裏返して、ピンヘッダーをハンダ付けします。ピンが長いからとカットしないでください。



これで次のステップに進み、5351 モジュールをテストします。

### ステップ 6:LED とボタン





10Kの抵抗、R3, R4, R10, R11, R15 をメイン基板に差し込み、ハンダ付けします。



LED の長いリード線は D1 の+のマークのあるパッドの方です。



D1を基板に密着するように差し込み、ハンダ付けします。



D2-D5 それに SW1-SW3 を、できるだけ基板に密着するように差し込み、ハンダ付けします。



SW2-DOWN(CAL)を押しながら、電源を供給し、B1 と B4 の LED が点灯するのを待ちま す。次に、テストポイント CAL に周波数カウンタ、またはオシロスコープなどの計測器 の入力を接続し、1MHzの方形波が出力されているかどうか確認します。クリップを CAL のテストポイントに接続する前に、必ず先にグランドをクリップしてください。周波数が ズレている場合は、キャリブレーションを行います。SW1-UP(BAND)または SW2DOWN(CAL)を押して、1MHz 近くになったことを確認したら、SW3-TX を押して設定を 保存します。オシロスコープで表示される周波数はあまり正確でないこと、また周波数を 表示するためには大きな入力信号を必要とする周波数カウンタがあること、に注意してく ださい。



## ステップ 7: TX ドライバ 74ACT244

C22, C23-100nF、それに U3-74ACT244 を差し込み、ハンダ付けします。74ACT244 にはソ ケットを使用することをお勧めします。IC のリードは正確に直角ではないことが多いの で、両手で IC チップを持ち、直角になるよう平らな場所に押し付けます。そうすると、 ソケットに差し込むのが簡単です。IC のリードピンを1 ピンづつ曲げたりしないよう に。



ここで TX 送信部のテストを行います。放射アンテナの代りに、DVM のテストリードを Q3-BS170 のセンターピンに当てます。



SW3-TX ボタンを押し送信にして、受信機を近づけると、強力な信号が聞こえます。私の TS-590 トランシーバでは、S9+60dB でした。LED の表示から 20m 版であり、モードが FT8 だったので、周波数を14.074MHz にあわせました。

#### ステップ8: TX 部の組み立て

抵抗4本、R1-1M、R2-4.7K、R12-2.7K、それに R14-100R のカラーコードを確認して、基板に取り付けて、ハンダ付けします。



Q1-Q3 - BS170 を取り付け、センターピン以外のリード線をすべてハンダ付けします。静 電気に弱いのでリード線に触らないでください。



ハンダごてのアースがとれているかどうか確認します。そうでなければ、ハンダごての電源 コードを抜いてから、センターピン3箇所をハンダ付けします。

LPF バンドフィルタ基板が用意できているなら、確認のため、まず LPF バンドフィルタ 基板にピンヘッダーを差し込んでみてください。



メイン基板にピンヘッダーを差し込み、ハンダ付けします。



メイン基板にJI-BNCを差し込み、ハンダ付けします。基板の高さに対する制限があるので、浮いていないように確認してください。



これでTX送信部の組み立ては終了しました。TXのテストの前に、LPFバンド フィルタ基板とArduino Nano モジュールのバンド設定が一致しているかどうか確認 します。一致していなければ、SW1-UP(BAND)を押しながら電源を投入して一致さ せます。バンドを変更するには、SW1-UP(BAND)またはSW2-DOWN(CAL)を押し ます。ディフォルト設定では、B1-40、B2-20、B3-15、B4-10です。SW3-TXを 押してバンド設定を確認します。ここで、TXをRF電力計、お持ちならスペクトラ ムアナライザに接続します。TXに対して 50Ωの負荷が接続されていることを確認し てください。私の場合、テスト中のTXとスペクトラムアナライザの間に 45dBの アッテネータを接続し、SW3-TXボタンを押した時に、RF出力レベルとスペクトル を確認しました。RF出力は3.13W、スプリアスは約-50dBcでした。RF出力は電源 電圧により上下します。スペクトラムアナライザが 35dBm 付近を示しているな ら、50Ω負荷時 3W 前後になります。送信時の電源電流が 600mA 付近なのを確認し てください。



ステップ9:オーディオジャック

C3、C6-100nF、C4、C5-10nF、C7-1uF、CON1-TO SPK、それに CON2-TO MIC を差し込み、ハンダ付けします。



iPhone 上の Sonic Tools のようなオーディオ信号発生器を使用して、CON1-TO SPK ジャックにオーディオ信号を入力します。ボリュームを最大にすると、TX 状態に変わり、TX LED が点灯します。このテストを実行する間、50Ω 負荷抵抗が J1-BNC に接続していることを確認してください。



### ステップ 10: CD2003 受信 IC

次の写真は、C11-560pF, 620pF or 680pF と C25-5.1pF を示しています。同じように見えますね。



次の写真は、Q4-BS170のセンターピンが静電気にさらされていないかどうかを示しています。



次の写真は、FL1 のマーキングが CD2003 側かどうかを示しています。



残りの部品、L1-1uH、Q4-BS170、FL1-PFB455JR、U1-CD2003、C8、C9、C10、C21-100nF、C12、C17-10nF、C11-560pFまたは620pFまたは680pF、そしてC25-5.1pFを取り 付けハンダ付けします。これで、メインボードのハンダ付けは終わりました。



ハンダ面です。



ここでトップカバーを取り付け、ネジで固定します。スイッチのキャップを取り付けます。赤色は SW3-TX 用です。



ボトムカバーを取り付け、M3×6スタンドオフで固定します。

トップ/ボトムカバーの重なり具合やスタンドオフが正しく組み立てられているかどう か、を確認します。回路ショートが気になるようでしたら、電源に接続する前に再度確認 してください。



これで、メインボードの組み立てが終了しました。



### ステップ 11: LPF バンドフィルター基板

20m LPF バンドフィルター基板の例です。取り付ける部品はこれだけです。10m や15m 版の場合は、赤色のトロイダルコアは黄色になります。



部品表に従って、トロイダルコイルを巻き、ピンヘッダーとキャパシタを準備します。黒 色のトロイダルコイルは 12回巻き、赤色のトロイダルコイルは 10回巻きと7回巻きで す。エナメル線の端のエナメルをはがしてからハンダ付けします。紙やすりを使ってもい いでしょう。必要なエナメル線の長さは、1回巻く毎に 1.5cm + 5cm です。12回巻きな ら、長さは23cm になります。



サポートとして、メインボード上のソケットを使用することをお勧めします。部品を正し く差し込み、ハンダ付けします。 C7-100nF が黒色トロイダルコイルの側に、赤色トロイ ダルコイルが3個のトロイダルコイルの中央にあることを必ず確認してください。オリジ ナル設計の ADX の回路図と部品表が、PCB と一致しないことがあります。ADX-S の部品 表を再度確認してください。



マーカーペンまたはラベルを使って、LPF バンドフィルター基板に印をつけます。



完成した 20m 版 LPF バンドフィルター基板はこんなようになります。



### ステップ 12: ADX-S のケース

キット到着後にプラスティックケースがお気に入りに感じたら、PCBのサンドウィッチも 十分素敵に見えるのですが、ケースとして使用してみてください。壊れていた場合 は、BOMに表示されていないのですが、遠慮なく申し出てください。

BNC 用の穴の位置を決めてマークを付けます。ケースの上縁が BNC の穴の上限です。ADX-S を上下逆さまに組み込むことをお勧めします。そうすると、LPF バンドフィルタ基板の交換が簡単になります。



最初にドリルで小さな穴を開けてから、穴を大きくして、BNCコネクタが出るようにします。



ケースの底の方にボードを入れると、オーディオジャック、電源ジャック、それにUSB ポートの穴の位置が決まります。そして、ボードのボタンが底部に当たっていると思いま す。穴開け位置をマークします。



USBポートの位置は短い線でマークし、2個の穴を開け、それを大きくしてつながるようにします。穴開けの終わったケースは次の写真のようになります。



#### 設定とキャリブレーション

必要な設定が2ヶ所あります。BAND 設定と MODE 設定です。BAND 設定の方法が ADX のオリジナルの設計から変更されていることに注意してください。

送信する前に、LPF バンドフィルター基板と Arduino Nano のバンド設定が一致しているこ とを必ず確認してください。BAND 設定を確認するには、W1-UP(BAND)ボタンを押した まま電源を投入します。LED の点滅が終わった後、SW1-UP(BAND) または SW2-DOWN(CAL) を押して BAND を選択します。デフォルト設定では、Band1 - 40、Band2 -20、Band3 - 15、Band4 - 10 です。

SW3-TX ボタンを押してバンド設定を保存します。

MODE 設定は通常の動作中でも変更可能です。LED が現在の MODE を表示しています。 左から右へ、WSPR、JS8、FT4 そして FT8 です。MODE 変更時に周波数も変更しま す。BAND と MODE の組み合わせによりキャリアの周波数が決まります。例えば、20m バンドで FT8 モードを選択すると、キャリアの周波数は 14.074MHz になります。ファー ムウェアにある周波数の表を次に示します。

(kHz)	40 meter	20 meter	15 meter	10 meter
WSPR	7038.6	14095.6	21094.6	28124.6
JS8	7078	14078	21078	28078
FT4	7047.5	14080	21140	28180
FT8	7074	14074	21074	28074

キャリブレーションが必要なのは、周波数のキャリブレーションです。5351 モジュールにある 25MHz の水晶 発振器の発信周波数には誤差があります。SW2-DOWN(CAL)ボタンを押しながら電源を投入して、 キャリブレーションモードになり、B1 と B4 の LED が点灯します。ウォームアップのために 2 分間そのままにし ておきます。標準的なキャリブレーション方法は、CAL テストポイントに分解能 1Hz の周波数カウンタを 接続し、SW1-UP(BAND) または SW2-DOWN(CAL)を押してできるだけ 1MHz に近くなるようにした 後、SW3-TX ボタンを押して設定を保存します。キャリブレーションモードを終了するために、一度電源を 切った後再度投入します。

周波数カウンタをお持ちでない場合は、周波数誤差の小さいアマチュア用のトランシーバ または受信機を使用します。周波数キャリブレーションを実行するのは 10m バンドを選 択してください。そうすれば、低いバンドの周波数は自動的に正確になります。例え ば、10m バンドで FT8 モードを選択し、28074kHz USB に周波数をあわせます。10m LPF バンドフィルタ基板を装着しており、バンドの設定が正しいことを必ず確認してくださ い。少なくとも 5W のダミーロード、または同調するアンテナを BNC コネクタに接続し ます。SW3-TX ボタンを押すと、約 1kHz のオーディオ音が聞こえると思います。iPhone 上の Sonic Tools などのオーディオスペクトラムアナライザのアプリを使用して、オー ディオ音の周波数を測定します。オーディオケーブルを使用しているなら、http:// www.qsl.net/zl1an/Software/Spectrum3.zip をダウンロードして、PC 上で実行することも可 能です。電源投入してキャリブレーションモードに入り、一方向に 10 ステップ繰り返し た後、SW3-TX を押して設定を保存します。電源を再投入し、受信機で周波数測定を行い ます。周波数を精確に合わせるには何度か実行する必要がありますが、正確な 1kHz の音 になるまで繰り返します。



tinySA をお持ちの場合、信号発生機能を使用して、28075kHz、(30dB または 40dB の)アッ テネータを追加して-85dBm の信号として入力し、WSJT-x または JTDX モードでの ADX-S の受信スペクトルをモニタします。電源投入してキャリブレーションモードにして、次 に示すようにスペクトラムを確認します。



nanoVNA をお持ちの場合、LPF バンドフィルタ基板を細かく調整することが可能です。 これにより、RF 出力をより大きくしながら、高調波を抑えることが可能になります。元 の設定でも悪くはないので、経験者だけに通用する選択肢です。

### ADX-Sの使い方

最初に LPF 小型基板を ADX-S に差し込み、電源投入時に BAND ボタンでセットしま す。LPF バンドフィルタ基板が正しい向きかどうか、ボトムカバーを取り付けていないと きは特に注意して、確認してください。さもないと、LPF バンドフィルタ基板が壊れるこ とがあります。LPF バンドフィルタ基板上のキャパシタはメイン基板の外側に向いていま す。バンドフィルタ基板を正しく差し込んだら、電源投入時に BAND ボタンを長押し し、現在のバンドが表示されたら、UP または DOWN キーで切り替え、TX ボタンで設定 を確認します。

ADX-S に接続する電源は 10-12V です。最大値は、リチウムイオン電池の 3 本分、または 12.6V です。出力電力は QRP の範囲内です。電源電流は 400-600mA であり、JS8、FT 4 それに FT8 動作用に最適な QRP 電力です。送信部で発生する熱により周波数変動する可 能性があり、WSPR にはあまり向いていません。

USB ポートを使用して 5V で電源を供給することにより、QRPP に切り替えることが可能です。12V 電源 とUSB ポートを同時に接続しないでください。Arduino Nano モジュールに損傷を与える可能性がありま す。出力電力は QRP 電力の約 1/10 に低下します。QRPP では発熱が小さいので、WSPR としても適し ています。もちろん、できるだけ遠くのラジオ局に接続するために QRPP パワーに挑戦する友人もいて、とて も楽しいです。



ADX-Sには VOX 用プログラムが組み込まれているため、2本のオーディオケーブルで接続するだけで機能します。一本のオーディオケーブルで ADX-Sの MIC または TO MIC 端子とサウンド カードの MIC 端子を、もう一本のオーディオケーブルで、ADX-S の SPK または TO SPK 端子とサウンド カードの SPK 端子を接続します。逆に接続すると、受信 スペクトルに奇妙な縦線が現れ、また送信に切り替えできなくなります。ADX-S は、大きめのオーディオ入力レベルが適しています。過変調の問題について気に掛けることはあ

りません。ADX-S のオーディオ出力が低い場合は、システムがサポートしている場合は MIC の感度を調整してみてください。例として WSJT-x について説明すると、Radio は [None] に、PTT 方法は[VOX]にそれぞれ設定します。ログを正しく記録するには、メイン インターフェイスで適切な帯域周波数とモードを手動で選択してください。

设置	20							?	3
常规(1)	电台(R)	音频(u)	自定义文字(M)	报告(g)	频率	颜色	高级设置		
无线电设备	None						▼ 轮询间隔:	1秒	A
CAT控制	3 <del></del>			[ PTT 方》	±		2		
串行端口:	COM7		-	💿 vox			O DTR		
串口参数	<u>م</u>			🔵 CAT			RTS		

設定インタフェースでは、Radio は [None] を、PTT 方法は[VOX]を選択します。

メインウィンドウでは、正しい動作周波数を表示するよう、バンドとモードを手動で設定します。例えば、 20m、WSPR を設定すると、周波数は 14.095600 に移動しますが、これは ADX-S のファームウェアの設 定と同じです。

交信を成功させるためには、時刻と周波数を校正する必要があります。ブラウザ中で time.is を入力して、 コンピュータの内蔵時計が正確であることを確認します。1 秒以内なら良好です。ADX-S により実際の QSO をする前に、周波数の校正をしてください。送信出力は QRP の範囲内ですので、まず強力な送信 局、少なくとも SNR が-5B 以上ある局、を呼ぶことから始めます。その後、さらに弱い信号の局を呼びま す。フルサイズのアンテナがあれば、DX 交信を行うことも夢ではありません。

もし受信部が強力な放送局による BCI を受ける場合は、マグネチックループアンテナのような同調型のアンテナを使用するか、アンテナとの間に Z マッチチューナのような ATU を追加してください。それでもだめだった場合は、アンテナと ADX-S の間に一時的に固定アッテネータ、例えば -20dB、を挿入して、効果があるかどうか確認してください。効果があったなら、受信部を改造して、入力にアッテネータと、ON/OFF を切り替えるスイッチを追加します。

### オープンソースファームウェアの修正とアップデート

Arduino のネイティブ コード ADX\_S\_Vx.ino はオープンソースですので、自分で変更し てコンパイルすることが可能です。デフォルトでは、事前に Arduino Nano モジュールの ファームウェアは書き込み済であり、B1-B4 はそれぞれ 40 20 15 10 メートルバンドにプ リセットされています。コードを参照して個人的な変更を加えたい場合は、https://www.ar duino.cc/en/software から Arduino IDE をダウンロードしてください。

12V 電源を落とした後、まず TypeC ケーブルを使用して Arduino Nano ボードを PC の USB ポートに接続します。USB ポートよりボードに電源が供給されます。Arduino IDE のボー ドマネージャでは、 Arduino Nano を選択し、COM5 などの正しいポートを選択しま す。Arduino Nano モジュールが青色の場合は、プロセッサで ATmega328P (旧ブートロー ダー)を選択してください。Arduino IDE にファームウェアをロードした後、コンパイル し、Arduino Nano モジュールにアップロードします。5351 ライブラリが見つからないと いうエラーが表示された場合は、Sketch - Include Library - Add .ZIP Library からライブラリ Si5351Arduino-master をロードする必要があります。バージョンの互換性を確保するため に、ソースファイルとライブラリファイルを同時にダウンロードしてください。

🔤 AD.	K_S_V1   Ard	uino IDE 2.0.4	
File I	dit Sketch	Tools Help	
		Auto Format Ctrl+	F <sup>1</sup>
v	<b>V</b> 🔍	Archive Sketch	
P	ADX_S_\	Manage Libraries Ctrl+Shift-	
	1	Serial Monitor Ctrl+Shift+N	A * * * * * * * * * * * * * * * * * * *
-	2	Social Diattor	ES 4 BAND HF TRANSCEIVER ************************************
1	3	Senai Pictuei	02/01/2022 **********************************
1000	4	WiFi101 / WiFiNINA Firmware Updater	/4/2023
	6	Upload SSL Root Certificates	
	7	7.	
5	8	Board: "Arduino Nano"	le of EEPROM.
102	9	Port: "COM5"	
0	10	Get Board Info	D6CR E-mail: rongxh@gmail.com
Q	12	Processor: "ATmega328P (Old Bootloader)"	com/jeirav/QP-/L, now lower and nigher audio frequency will be better supported rheterodyne based on JA9TTT's blog https://ja9ttt.blogspot.com/2018/07/short-wave-radio-des.
	13 14	Programmer	I and improve RX performance. • 6CR for a new PCB design or a whole kit:
	15	Burn Bootloader	(AM MIX) and 0.47uF capacitor or 1uF in ADX UNO for audio output, and between CD2003 pin 7
	16	// D. Add a S.IPF ceramic capacitor (C25)	perween SI5351 CLK2 and CD2003 pin 4 (AM MIX), and use an extension wire if required.
	17	<pre>// c. Add a 455kHz ceramic filter MURATA F</pre>	FB455JR or equivalent (FL1) to CD2003 pin 4 (AM MIX), 6 (VCC) and 7 (AM IF), same as CD2003 ref
	18	<pre>// d. Add a wire between CD2003 pin 11 (DE</pre>	T OUT) and 0.47uF capacitor or 1uF in ADX UNO for audio output.
	19	// 3. Add 1kHz tone to manual 1X (theq + 100 // 4. Changed the way to switch hand by proceed.	(0) for monitoring at the carrier frequency.
	20	//************************************	zung die inzerig amt die bomet off.
	22	// Required Libraries	
	23	//	
	24	// Etherkit Si5351 (Needs to be installed via L	ibrary Manager to arduino ide) - SI5351 Library by Jason Mildrum (NT7S) - https://github.com/et/
	25	//*************************************	***************************************
	26	//* IMPORTANT NOTE: Use V2.1.3 of NT75 515351 L	ibrary. This is the only version compatible with ADX!!!*
	27	// Arduino "Wire h" I2C library/built-into ardu	ing ide)
	Output		
8	Sketch Global	n uses 15836 bytes (51%) of program storage spac t variables use 418 bytes (20%) of dynamic memor	e. Maximum is 30720 bytes. y, leaving 1630 bytes for local variables. Maximum is 2048 bytes.
			Ln 27, Col 104 Arduino Nano on COM5

セラミックフィルタの通過帯域と中心周波数には誤差があるため、ビート周波数を精確に 調整した方がよいでしょう。そうすれば、SNR が向上し、干渉が低下します。そのため には、ソースコードの検索を行って、異なるビート周波数、2ヶ所を見つけてください。 一つは 464570 で、他の一つは 447430 です。今のところ、447430 は 20m バンドでしか使 われていません。500-1kHz ステップで調整し、その前の設定値の結果と比較します。そ うやって、自分のキットに最適の設定値を見つけます。これが、オープンソースのキット の醍醐味の一つです。変更オプション: 3pF のキャパシタをお持ちでしたら、5.1pF と交 換し、最適化を行ってみてください。通常、3pF の方が 455kHz により近くなります。 SPECIFICATIONS

Part Number	3dB Band Width (kHz)	Selectivity +9kHz off (dB) min.	Insertion Loss (dB) max.	Composition
₽FB455JR♥	5.5 ± 1.5	17 (23)	6 (3)	2 Elements

#### CAT サポート

CAT は、Computer Aided Tuning の略語です。この機能を使用することにより、PC のソフトウェアにより無線機を制御することが可能になります。Arduino モジュールのファームウェアは出荷時に CAT を直接サポートしているわけではありませんが、ファームウェア V1.2 以降(ソースコード https://groups.io/g/crkits/files/ADX-S から)ダウンロードして、再プログラムすることにより、CAT 機能を使用可能です。サポートしている CAT コマンドは限られていますが、WSJT-x または JTDX 上で動作します。CAT の導入はよく考えられています。CAT コマンドを受信するまでは、ADX-S はもともとのノーマルモードで動作します。CAT コマンドを受信すると、ADX-S は B2 と B3 の LED を点灯し、CAT モードに変わったことを表示します。これで、ボタン操作は無視され、CAT による制御しか受け付けません。このモードから抜けるには、電源を再投入します。

ファームウェアは、CAT 周波数を検出し、マニュアルで設定されたバンドと比較します。別のバンドである場合、受信は可能ですが、送信はできません。これは、出力トランジスタの保護のために追加した機能です。

繰り返しますが、12V 電源と USB ポートを同時に接続しないでください。Arduino Nano モジュールに損 傷を与える可能性があります。CAT モードではいつも USB ポートを接続するので、USB の 5V による QRPP で使用するか、または PCB の配線をカットすることにより 12V 電源と USB ポートを同時に接続 し、3-5W の QRP レベルで送信可能になります



WSJT-x または JTDX の設定は、Kenwood TS-2000 です。正しいシリアルポートを選択し、ボーレートを 115200 に設定します。その他の設定は変更の必要はありません。動作確認のために Test CAT ボタンを押 します。TX にするためにはオーディオ信号が必要なので、Test PTT は機能しません。

周波数同期の問題:動作開始時に、周波数表示ウィンドウ中に周波数同期が外れたことを示す赤色の バックグランドが表示されることがあります。MODEを切り替えた後、再度 sync に切り替えてください。

送信中に CAT を切り離すと、RFI が発生することがあります。USB ケーブルにフェライトコアを追加するか、またはアンテナから遠ざけてください。

通常、Arduinoの再プログラミング後に周波数のキャリブレーションを再実行す必要はありません。

#### 追加ドキュメント

本ドキュメントは、他のドキュメントと共に、以下のフォルダにアップロードする予定 です。 メンバーでない場合は、登録が必要です。

https://groups.io/g/crkits/files/ADX-S

または、スマートフォンでこの QR コードをスキャンしてください。

### 参考情報と謝辞

Barb, WB2CBA https://antrak.org.tr/blog/adx-arduino-digital-transceiver/ https://github.com/WB2CBA/ADX

Burkhard Kainka, DK7JD https://www.elektronik-labor.de/HF/ FT8QRP.html http://elektronik-labor.de/HF/SDRtxFSK2.html

JE1RAV https://github.com/je1rav/QP-7C

JA9TTT https://ja9ttt.blogspot.com/2018/07/short-wave-radio-design-2.html

QRPGUYS https://qrpguys.com/qrpguys-digital-fsk-transceiver-iii

Jason Mildrum, NT7S https://github.com/etherkit/Si5351Arduino

Peter Parker, VK3YE

https://www.youtube.com/watch?v=FGH0kUvkqX0

BD4AHS, BG7IKK, BH3RQW, BD6EC, BG7IBQ, BD8TE, BG8NSK, BA7MPY、その他、に感謝します。