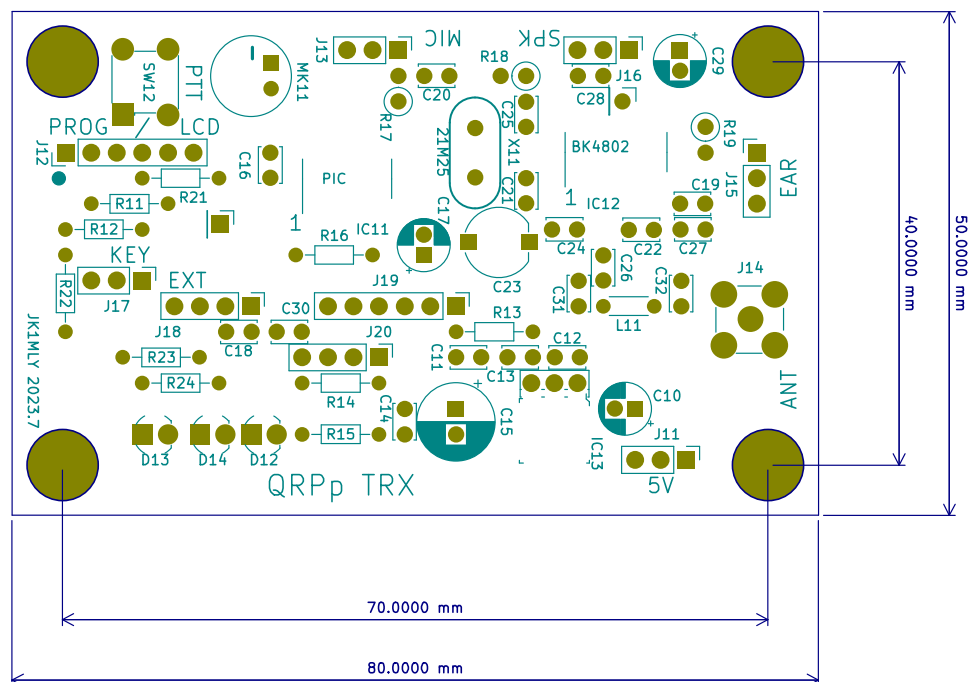


本書はハムフェア 2023 で頒布したモノバンド QRP 無線機に関する説明となる  
シルク印刷で JK1MLY 2023.7 と入っている基板が対象となるので、バージョンが違う場合は差が出る  
モノバンドとしているが 4 バンドで使うことは可能（ただし BPF を付け替えながらになる）

## 注意

- アンテナを接続する場合にはアマチュア無線局の開局または変更が必要
- 水晶(X11)の周波数をトリマ(C23)で合わせる前は周波数が離れている場合がある
- 3 端子レギュレータ(IC13)は昔からの左右が IN/OUT なピン配置な部品を使うこと
- PIC の（安価な）入手性が落ちているので必要に応じ移植して作ること
- バンドパスフィルタは入手できた・自作したコイルに対してチューニングして作ること
- 表示部を接続した状態で PIC をデバッグすることはできない
- 電源を切ると周波数などはデフォルトに戻る



## オプション

機能を使う場合のみ実装する部品は以下となる

### 1. マイク実装

MK11, R17, SW12(PTT)

### 2. GND 共通な外部イヤホン（基本回路のスピーカは BTL）

J15, C29, R19

### 3. 機能拡張用（シリアル接続 LED を想定）

J18, R13, C18

### 4. 機能拡張用（その他・予備回路）

R18, J19, J20

### 5. ローパスフィルタ

C31, C32, L11（L11 はジャンプされているのでパターンカット）

## 半田付

IC11（PIC・マイコン）、IC12（トランシーバ IC）、IC13（3 端子レギュレータ）は先に実装（後からだると他の部品と干渉して半田付けしにくいので注意）

あとは背の低い順に実装。抵抗（横）、セラミックコンデンサ（積層を含む）、水晶、トリマ、LED、コネクタ、電解コンぐらいの順番になる（各自の作りやすさ、普段の手順で良い）

## 注意

LED、電解コンなど有極性部品は方向を確認して実装

LED のシルクでカットのある方向、一般的なモノと逆なので注意

## 参考

部分的に電源の確認を行いながら組み立てる場合、以下の抵抗で電源が分離できる

R14 レギュレータ出力の 3.3V（通電前のショートチェック、3.3V チェック）

R16 トランシーバ IC への 3.3V（必要に応じてフェライトビーズを実装するポイント）

## 部品入手

多くの部品は[秋月電子](#)、[サトー電気](#)、[aitendo](#)などで購入できる

CAD データのデータシートの欄に秋月で扱いのある部品は通販コードが入っている

同等な部品に置き換え可能なので、部品箱にあるモノの利用、ふだんの購入先で調達し揃える

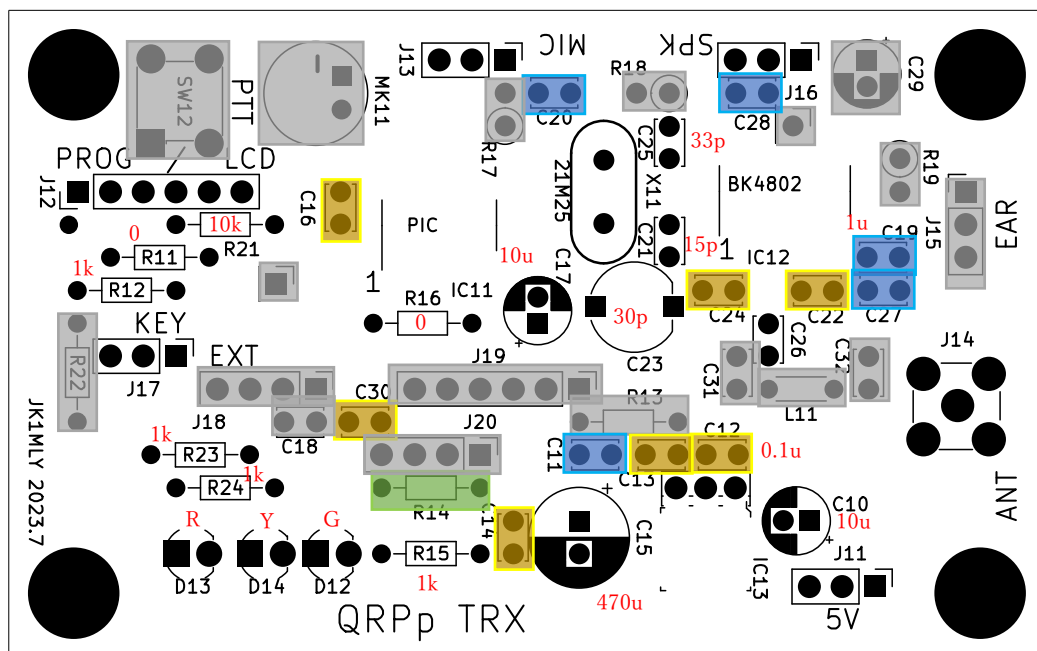
ただトランシーバ用の IC の入手が可能なことを確認しているのは [aitendo](#) のみである

## 部品実装

実装数が多い 0.1uF (黄)、1uF (青) のパスコンと、推奨状態での未実装部品 (灰) を表示

それ以外については定数を表示 (回路図と参考図で差がある場合は、基本的に回路図を優先)

R14 (緑) は 3.3V 出力を確認してから実装することを推奨



(注：できてきた基板は部品番号文字が反転)

## 操作・表示回路

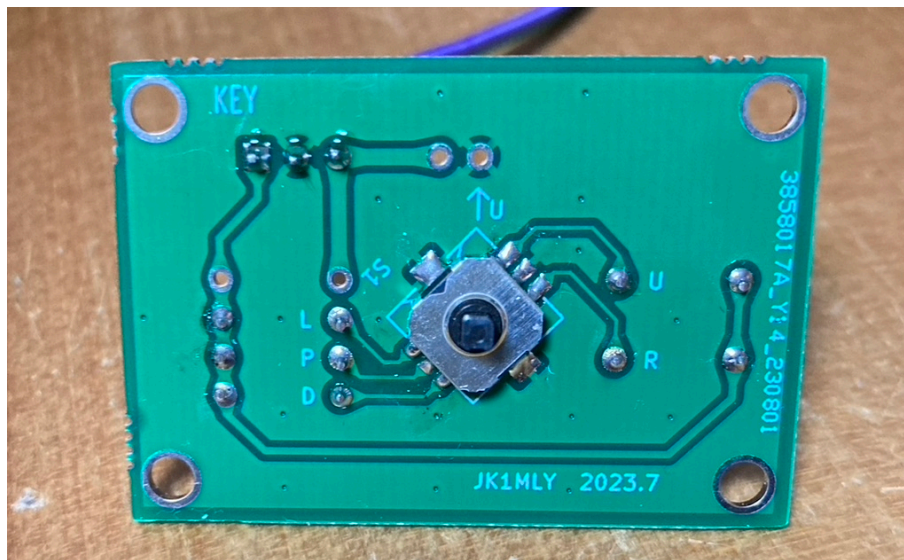
専用の基板も用意しているが、市販のキットでも対応は可能になっている。

操作は PIC でアナログ電圧を見て、スイッチ状態を把握することで行っている。

10k（固定）と 1.5k, 3.3k, 10k, 15k, 33k（各スイッチ）で分圧することで、概ね 1/8 ごとの電圧を得ている。

秋月のジョイスティック（5 ポジションスイッチ）D I P 化キット；K-15233 を利用し、ユニバーサル基板に抵抗を実装することでも実現できる。

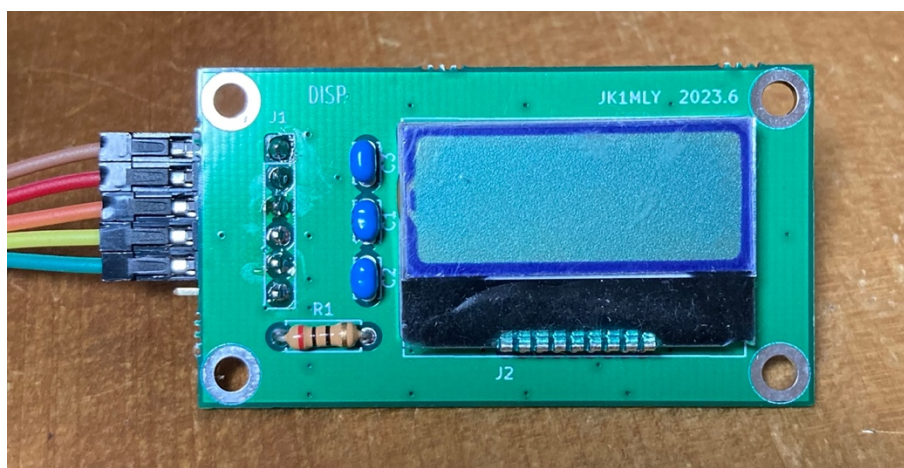
あるいはジョイスティックをタクトスイッチに分解して作っても良い。



表示は I2C で接続する LCD を使っている。

秋月電子の I2C 接続小型 LCD モジュール（バックライト付）ピッチ変換キット；K-12238 を使うことができる。

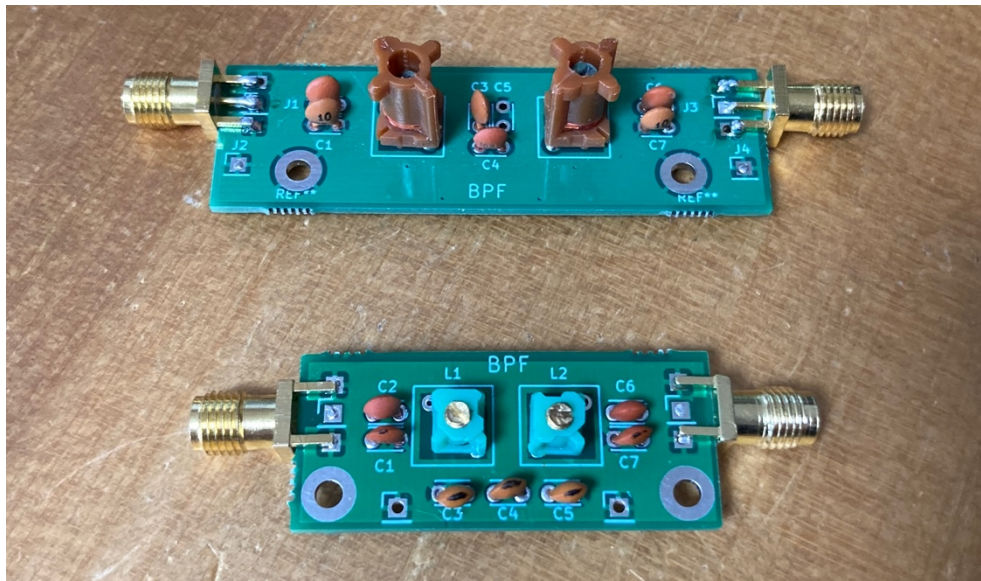
ピン数から I2C などシリアル接続でないと無理だが、他のデバイスに変更してプログラムを改造するのも良いと思う。



## バンドパスフィルタ・ローパスフィルタ

基板上にローパスフィルタを実装するパターンはあるが、外部にバンドパスフィルタを設けることを前提にしている。

このためフィルタを作るための基板も別途に用意しているので、必要に応じて活用して欲しい。



## 調整・確認

### 準備

5V 電源

選択したバンドを受信できる無線機または受信機

周波数カウンタ（無い場合は受信信号で調整）

3G まで確認できるスペクトラムアナライザ（JARD などへ実測スペクトラムを出すため）

アッテネータ（スペアナに入力できるレンジによっては不要）

PIC のコンパイル環境（XIDE）

PIC の書き込み環境（PicKit3）

終端器（ダミーロード）

### 調整

IC13 の入力側と GND、出力側と GND、入力側と GND がショートしていないことを確認

電源を供給し R14（未実装状態）に 3.3V が出ていることを確認

（J11 の裏面シルクミス 5V/GND 逆なので注意）

R14 を実装（R13, R16 は実装状態）

J12 に PicKit3 を接続

事前にプログラムをコンパイル（後述）

PIC にプログラムを書き込む

PicKit3 を外す

J17 に操作部（KEY）、J12 に表示部（DISP）を接続

J13 にマイク、J16 にスピーカを接続

電源を供給すると LCD に周波数表示が出る

J14 に周波数カウンタを接続

マイクの PTT を押して送信状態にする

（SW12 を実装する場合、スイッチを押す操作でも可）

周波数カウンタがない場合は J14 に終端器を接続、無線機などで聞いて合わせる

この場合、数十 kHz 周波数がズレていることもあるので上下も確認する

C23 で周波数を合わせる（電源 ON 時は 433.00M になる）

### 確認

操作部を操作し周波数が変わえられることを確認

左右で操作する桁、上下で値を変える

うまく動作しない場合、操作スイッチを操作したまま電源を入れる

操作している方向が表示されるので合っているか確認

PTT を押しても送信しない場合も同様にして確認

何も操作しない状態にすると通常動作に戻る

操作していないのにテスト状態が続く場合も確認が必要

データ取得

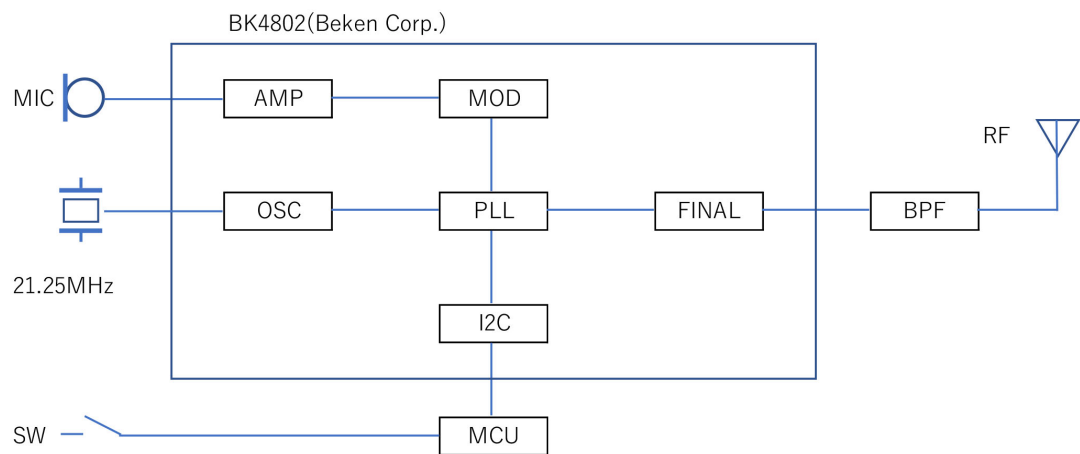
- J51 にスペクトラムアナライザを接続
- 接続する際は必要に応じてアッテネータを入れる
- 各バンドでスプリアスを測定
- 現状 430M 帯だと 3GHz までの測定が必要になる
- 変調波での測定を求められる場合は J13 から信号を入力
- 帯域外領域の波形を求められる場合は各バンドで取得

免許申請

- 取得した波形を添えて JARD など保証認定を受け無線機を追加する申請・届出を行う
- 系統図は以下となるので、「平成 17 年 12 月に施行された新スプリアス規格により設計・製作したもの」であることを明記して工事設計書に記載する。

注

筆者が申請を行ったのは 4 バンド機であり、かつスペクトラム波形が必須となる前なので波形を添付しておらず、設計内容の説明で保証認定を受けているため実申請例は無い



参考資料として BK4802 のデータシート抜粋を付け 10mW の根拠とする。

Table 5Transmitter Characteristics

Parameter	Symbol	Test Condition	Min	Typ	Max	Unit
Operating Frequency	F <sub>OP</sub>	1	384	—	512	MHz
		2	128	—	170	
		3	35	—	57	
		4	24	—	32	
Output Power	POUT	5	-40	—	12	dBm
Adjacent Channel Power Rejection	ACPR	6		61	73	dB
Microphone Sensitivity	MICSENS	7		0.5		mV
TX SINAD	TSINAD	7		33		dB



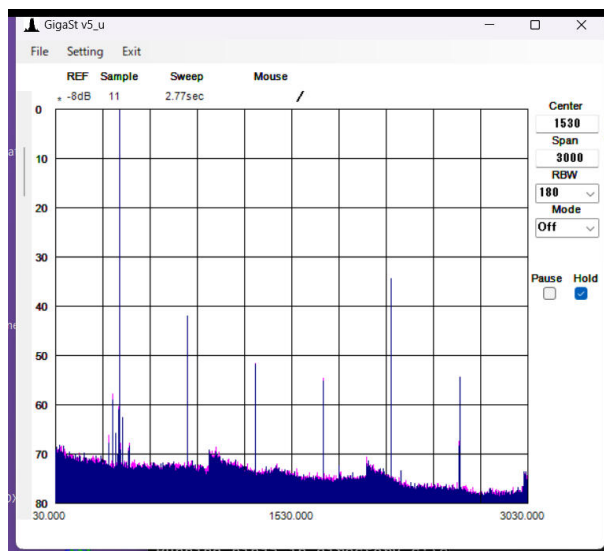
## 実機での測定

以下が 430M 用とし BPF 子基板を付けた状態での測定例になる。

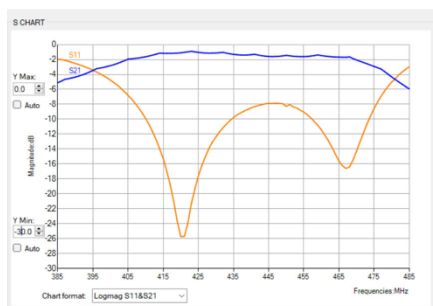
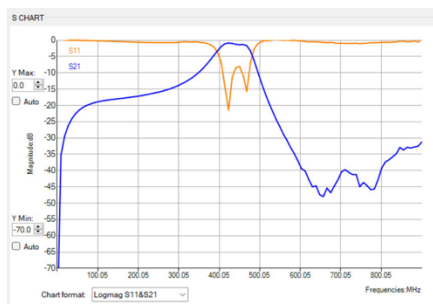
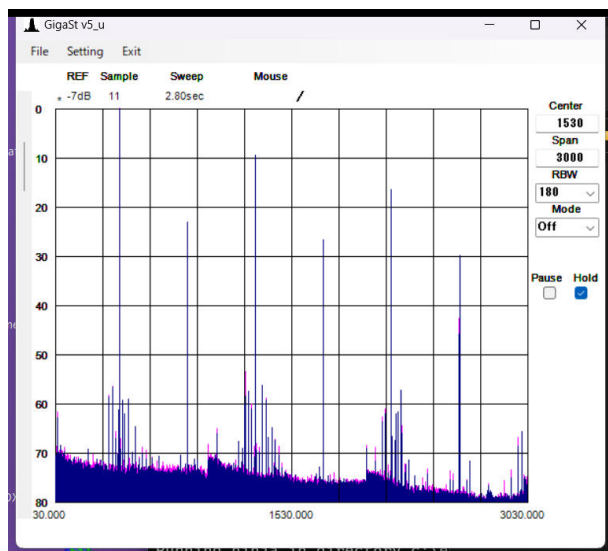
GigaSt(<http://www.wa.commufa.jp/gigast/>)を使用、ATT10dB を入れて測定している。

第 5 高調波が-34dBc あるが、出力（基本波）が+10dBm(10mW)なことから、スプリアス領域の最大値 50uW(-13dBm)は十分に満たしている。同様な測定を行い JARD などに提出することで保証認定を受けられると思う。

他のバンドについては確認していない。



提出の必要はないと思うが BPF 無のスプリアスと BPF の特性は以下。





## 回路図

基板の回路図などは GitHub に入っている

CAD は [KiCAD](#) を使っているが、pdf にした図面も入れてある

## 本体

<https://github.com/jk1mly/pcb-qrp-fm/tree/mono>

(ブランチ mono が該当)

## 表示

<https://github.com/jk1mly/pcb-lcd>

## 操作

<https://github.com/jk1mly/pcb-key>

## フィルタ

[https://github.com/jk1mly/pcb\\_rffil](https://github.com/jk1mly/pcb_rffil)

## プログラム

動作させるには PIC のプログラムが必要になる

[Github](#) からソースコードをダウンロードしてコンパイルし、PicKit3 などで書き込む  
ソフトは 4 バンド用になっているので、モノバンドにする場合は変更する必要がある

<https://github.com/jk1mly/fm-trcv/tree/pic1705>

(ブランチ pic1705 が該当)

開発環境として X IDE を使った場合のソースコードになる

開発環境はマイクロチップの Web サイトからダウンロードして準備する

<https://www.microchip.com/en-us/tools-resources/develop/mplab-x-ide>

使うデバイスに合わせてプロジェクトを作成し、ダウンロードしたソースを取り込む

モノバンド化は chg\_frb() で fr\_band を操作している箇所を変更

(430M 用なら 0 と 7 を 4 と 7、50M 用なら 0 と 7 を 1 にして main の初期値を 1)

PIC16F1503 と PIC16F1705 についてはバイナリも用意してある (最新とは限らない)

(1503 は main ブランチ)

PICKit3 を使う場合、J12 でシルクの丸表示がある側とケーブルの三角表示を合わせる

電源は本体側から供給するので PICKit 側からは供給しない (デフォルト設定)

## 使い方

電源を ON すると 433.00M になる

操作基板のジョイスティックを右に動かすと B という表示なる

この状態では MHz 単位、バンドの上下ができる

さらに右にすると H、L となり、100kHz、10kHz（ステップは 20k）で上下できる

その先にある V はボリューム、S はスケルチ、P はパワー設定となる

PTT を押すと送信状態になる

使うマイクが ECM で電源が必要な場合は R17 を実装する

現時点ではスケルチを常にオープンする設定はない

現時点では周波数などの設定状態を保存する機能はない

## 注意

+8V などの電源が必要なマイクは使えない

ハンディ機用のマイクと PTT が兼用なピンになっているマイクは使えない

## その他

概ねハムフェア 2023 から年内は下記 URL に記載される案内により、[Trello](#) で頒布基板、展示内容についてサポートやディスカッションを行う。

<https://www.prug.com>