

## Ultimate3S: QRP Labs Multi-mode QRSS Beacon キット

# PCB Revision 2

## 1. 初めに

QRP Labsの第三世代機 “Ultimate3S” Multi-mode QRSS beacon キットをご購入いただきありがとうございます。本キットは、小電力でHF伝搬を調査するために利用されている種々の電波形式を自動的に送信することができます。Si5351Aシンセサイザモジュールに加え、バンド変更を簡単に行えるプラグインタイプのLPPを利用しているため正確かつ高い周波数安定度でLF/MF/HF/VHFの帯域で運用可能です。

**キット製作にあたって:**本キットはシンプルな構成ですが、非常に多数の機能と設定変更オプションがあります。**最初にマニュアルを全て読み理解してください。**（訳者注 日本語マニュアルに疑問点があれば英文マニュアルを参照して下さい。）そして組立方法の項目で述べられた順番で組み立てて下さい。本キットの送信信号のモニタ用に、ソフトウェア（例えば Argo）をPCにインストールし、受信機に接続し、予め動作することをお確かめください。キットが完成しても、すぐにアンテナに繋がず、ダミーロードで信号をモニタし、動作を理解してください。**良い結果を得るためには適切な設定が欠かせません。校正の項目を参照してください。**

**本組立マニュアルだけでなくオペレーションマニュアルも一緒に読んでください。**

本U3Sキットは次の電波形式で運用可能です。

- QRSS mode (plain on/off keyed slow CW)
- FSK/CW mode (frequency shift keyed slow CW)
- DFCW mode (dual frequency CW, dit's and dah's on different frequencies)
- WSPR and WSPR-15 modes (Weak Signal Propagation Reporter)
- Slow-Hellschreiber (frequency shifted slow Hellschreiber)
- Hellshreiber (full-speed standard Hellschreiber, and half-speed Hellshreiber)
- CW (plain CW) and fast FSK mode
- Transmitter mode (manual keyed, on/off CW or FSK)
- Customisable FSK patterns
- Opera
- PI4
- JT9 テレメトリーモードを含む

その他の特徴:

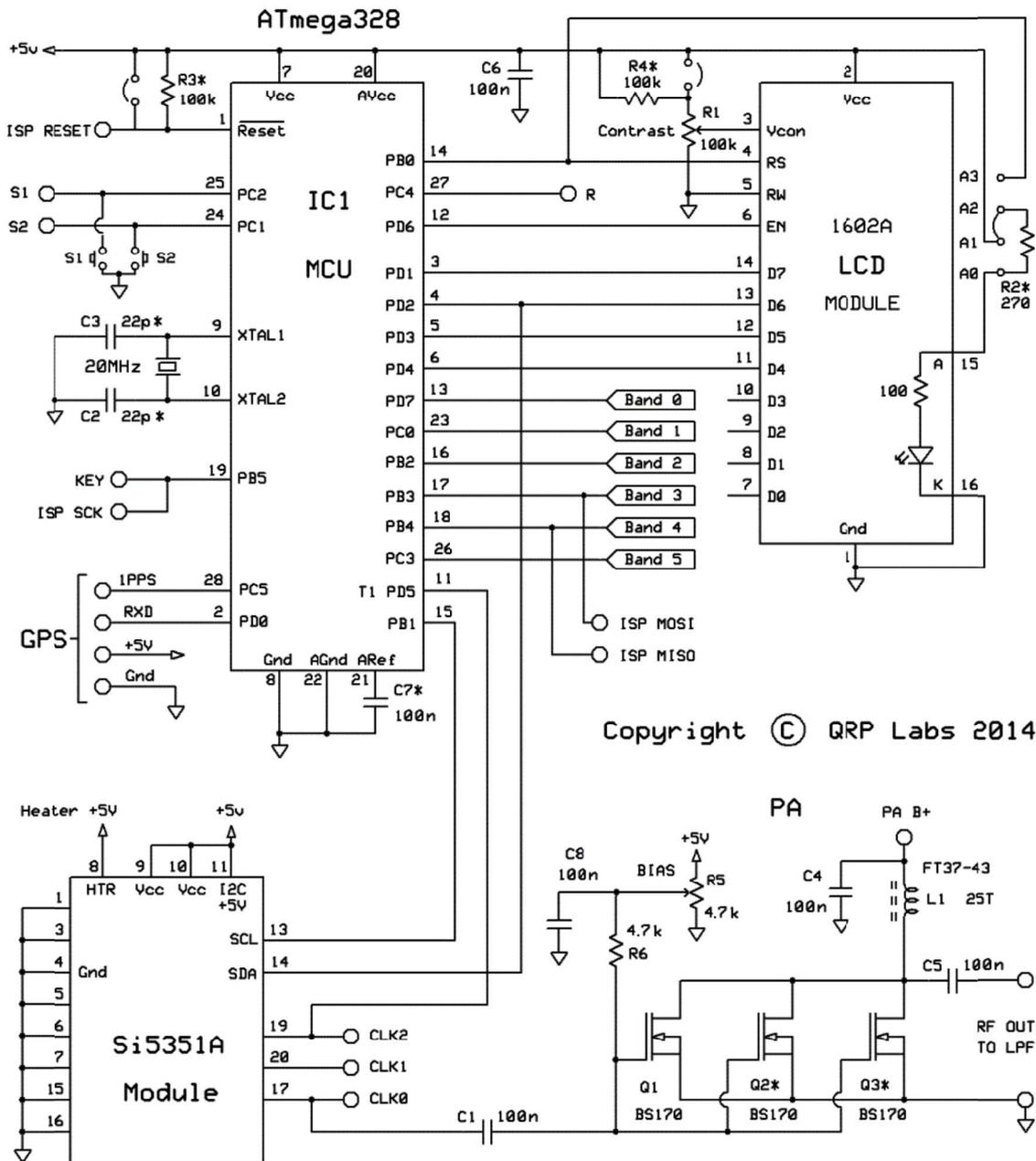
- Si5351Aシンセサイザーを利用した出力周波数制御（Si5351AシンセサイザーはU3Sキットに付属しています）

- プラグインLPFボード (2200m から 10mさらに6m までの全てのLF/MF/HF/VHF 購入時1バンド付属 それ以外は別途購入)
- ユーザーインターフェース (16文字x 2段 バックライト付きLCD表示と2つのボタン)
- ユーザー設定( コールサイン, メッセージ, 通信速度, FSK, モードなど)を保存するEEPROM
- GPSインターフェース: 周波数校正並びに時刻と無線局設置場所情報の自動取得用
- マイコンによる WSPRメッセージ送信機能 (外部PC不要)
- WSPR用グリッドロケータ自動生成機能 (GPSデータ利用時)
- QRSSにおける選択可能なフレームサイズ 複数フレームを利用したQRSS運用可。
- 選択的な送信間隔でCWによるID送信
- 約250mWの出力電力 (30mにおいて 出力は高い周波数では減少する)
- 出力トランジスタの追加とPA (終段) 電圧変更により出力電力変更可能

送信機は5VDCで動作するように設計されています。このため携帯電話の充電器やACアダプタ、さらに直列接続された4本の1.5V電池と低ドロップタイプの電源回路で動作します。しかしながら、充電器やACアダプタの種類によっては出力のレギュレーションが不十分で内部のマイコンが正しく動作しないことがあるので注意しましょう。6V以上の電源に接続しないでください。6V以上の電圧でマイコンが故障します。また、LCDは5V以上では正常に動作しません。十分に安定化された5V電源を利用してください。

(訳者注 私は9V ACアダプタの出力を秋月の超低ノイズ電源キットで8.5V (終段回路に供給) に降圧し、さらに5V3端子レギュレータを利用しています。もっと簡単な回路を望まれる方は1000uFを超える大容量コンデンサ等を用い、電源リップルを減らすと電波の質が改善されます。)

# Ultimate 3S Multimode QRSS / WSPR TX Kit



Copyright © QRP Labs 2014

(\* optional parts not included by default in the kit.

## 2. 設計仕様

ATmega328 AVRマイコン(IC1)はLCDやボタンの制御を行い、GPSとインターフェースするようにプログラム済みです。Si5351Aシンセサイザモジュールキットには基準信号の27MHz水晶発振器が実装されています。出力のOn/off制御は、ソフトウェアで、Si5351AシンセサイザICの出力を直接制御し実現しています。Q1 BS170 MOSFETを用いた終段回路は、5V電源で、30mにおいて約250mW出力です。(出力電力は周波数により異なります)。出力に接続された7素子LFPで不要なハーモクスを除

去しています。

## 3. 部品表

### 3.1 抵抗

- R1 100K - LCDコントラスト設定用 (表示 "104")
- R2 実装せず - LCDのバックライト輝度調整抵抗実装用
- R3 実装せず - AVRファームウェアアップデートの為に 100k抵抗実装用
- R4 実装せず - LCDのコントラスト調整を精細に行うための220k抵抗実装用
- R5 4.7K - 出力段バイアス設定用ポリウム (表示 "472")
- R6 4.7K

### 3.2 コンデンサ

- C2, 3 22pF 実装せず。22pFのコンデンサが必要になった時のためにパターンあり。
- C1, 4, 5, 6, 8 100nF (セラミックコンデンサ, 表示 104)
- C7 実装せず - 将来の拡張用

### 3.3 コイル

- L1 25回巻き, FT37-43 トロイダルコア (黒)

### 3.4 半導体等

- Q1, 2, 3 BS170 (注:キットにはBS170が1個Q1用に梱包されています。終段回路に供給する電源電圧を5V以上にすると、Q2さらに Q3が利用できます。)
- D1 実装せず - LPF切替リレーキット使用時に実装
- IC1 ATmega328マイコン (プログラム済み)
- Si5351Aシンセサイザモジュール 27MHz基準水晶発振器を含む

### 3.5 その他

- S1, S2 プッシュボタン
- 16キャラクタ x 2段 LCD (HD44780同等品) LEDバックライト付き
- プリント基板, 外形80 x 37mm
- トロイダルコア用巻線
- ICソケット IC1用
- 20MHz 水晶発振子
- 10ピン ヘッダーソケット メス 2個
- 4ピン ヘッダーソケット メス 2個
- 16ピン ヘッダーソケット メス 1個
- 16ピン ヘッダープラグ オス 1個
- ナイロン六角スペーサ 4個
- 6mm M3 ネジ 8個
- Relay RL0 - 実装せず, LPF切替リレーキット使用時に実装

## 4. 組立方法

### 4.1 組立にあたり一般的な注意

キットにはプラグインタイプのSi5351Aシンセサイザモジュール と 発注時に指定いただいたバンドのプラグインタイプ LPFが含まれます。このSi5351A シンセサイザモジュールとLPFは個別にモジュールとして販売しています。Si5351A シンセサイザモジュールとLPFはそれぞれの取扱説明書に従って組立てて下さい。

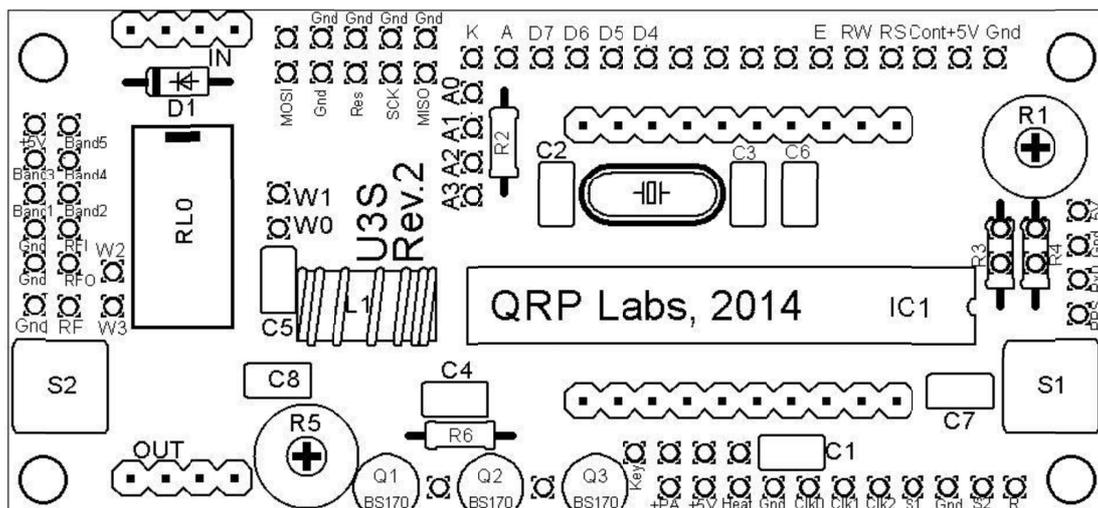
部品の配置はプリント基板のシルク印刷で示されています。シルク印刷に従って注意深く組立てて下さい。特に半導体の向きに注意するようにして下さい。

プリント基板が小さいため、部品同士が隣接しています。低ワット数(訳者注 15W から 20W程度がお勧め)で細いこて先の半田ごてと細い半田(例えば、直径1mm以下)を使用してください。プリント基板を加熱しすぎるとパターンが剥がれることがあるので注意して下さい。明るい場所で拡大鏡を利用して確認しましょう。隣接したパターンで半田ブリッジを作らないように注意してください。半田ブリッジが発生していないことを確認するためにテスター等で確認することをお勧めします。

D1, Q2, Q3, R2, R3, R4, C1, C2 そしてC7は実装不要かあるいはキットに含まれません。(LCDのバックライトを暗くしたいときはR2をご自身で準備し、実装してください。Q2とQ3のBS170はキットに含まれません。出力を増加させたいときはQ2とQ3にBS170を実装してください。(後で解説します。) IC1 (マイコン)はICソケットに実装します。将来のファームウェア アップグレードは、マイコンを交換あるいはご自身でAVRプログラマを利用してプログラムすることにより実現できます。シンセサイザモジュールやLPFモジュールもソケットに実装します。

### 4.2 組立の順番

部品の配置は下図を参照してください。



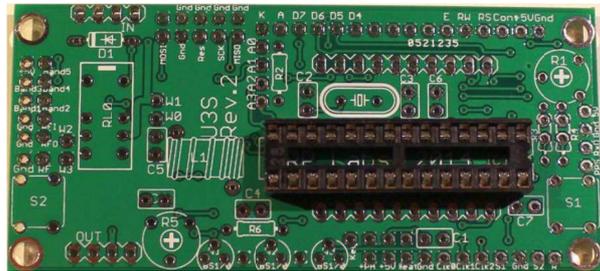
半導体の向きに特別注意してください。IC1のICソケットやICはシルク印刷のくぼみと方向が一致するように(訳者注 右側になるように) 特別注意してください。

組立の順番は重要ではありません。しかしながら、基本的に小さな部品を先に実装すると大きな部品に

邪魔されることなく組立できます。以下に推奨する組立順を示すので、その通りに組立てください。

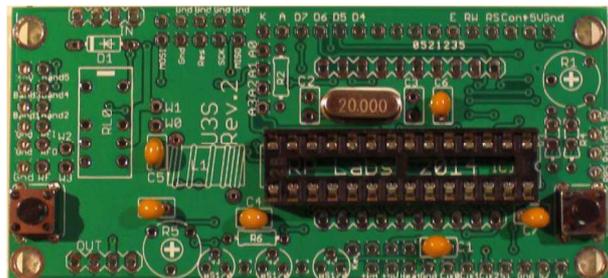
### 1) IC1用ICソケットを半田付け

プリント基板のシルクで印刷されたくぼみとICソケットのくぼみを合わせて下さい。くぼみはプリント基板の右側で基板の端面に近いほうです。



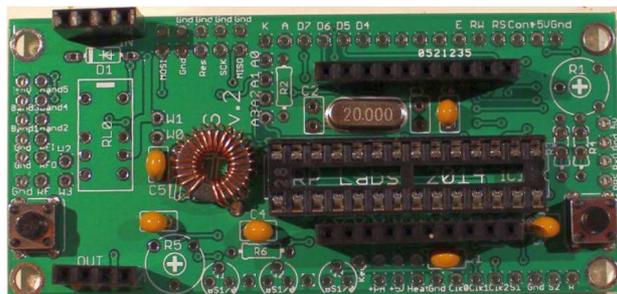
### 2) 全てのコンデンサ、水晶振動子及びボタンスイッチS1/S2を半田付け

5個の100nF(0.1uF)コンデンサをC1,C4,C5,C6,C8にはんだ付けします。20MHzの水晶振動子は22pFのコンデンサ無で、発信することが確認されたので水晶発振子の両端に配置されたC2,C3は実装しません。(22pFのコンデンサを実装すると問題が発生することがありました) ですから 22pFのコンデンサはキットに含まれません。



### 3) トロイダルコアを巻き実装

プリント基板のシルク印刷はトロイダルコアを立てて実装するように表示されています。十分は場所があるのでトロイダルコアを平置きしてもよいでしょう。トロイダルコアの巻数は中心の穴を通す回数で数えます。35cmの線材は25回巻いても余るはずですが、適当な長さに線を切断し、両端のエナメルを半田ごてで除去しましょう。もう一つの方法は（著者が好む方法は）プリント基板のスルーホールにエナメル線を通し、プリント基板から2mm程出して切断し、溶けた半田を押し付け、10秒ほどそのままにします。7-8秒でエナメルが融解し、銅線部分とプリント基板がはんだ付けされます。はんだ付け後、テスターで接続を確認してください。



### 4) Si5351Aシenseサイザモジュール及びLPF用ソケットの半田付け

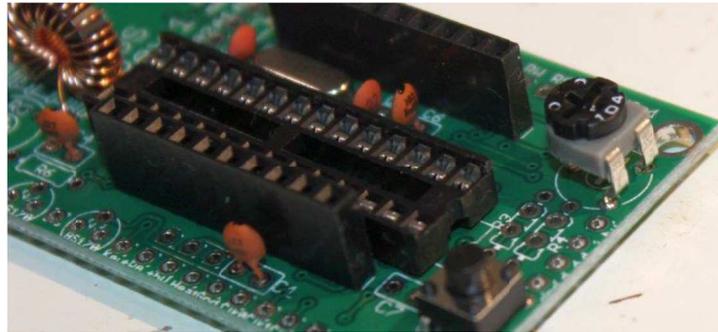
プラグインボードがうまく取付できるようにソケットの位置に気を付けて下さい。先にSi5351AシenseサイザモジュールとLPFを組立、ソケットに入れて位置を確かめると良いでしょう。所定の位置にあることを確認した上ではんだ付けすることができます。

### 5) LCDコントラスト調整用ポリウム R1の半田付け

R1 (100K) と R5 (5K)を間違えないでください。R1には104 と表示されています。

プリント基板に挿入するとき、少し硬いですがポリウムを平行に保ちそれぞれのピンに均等に力をかければ入ります。

ポリウムを時計方向に回しきっておきます。

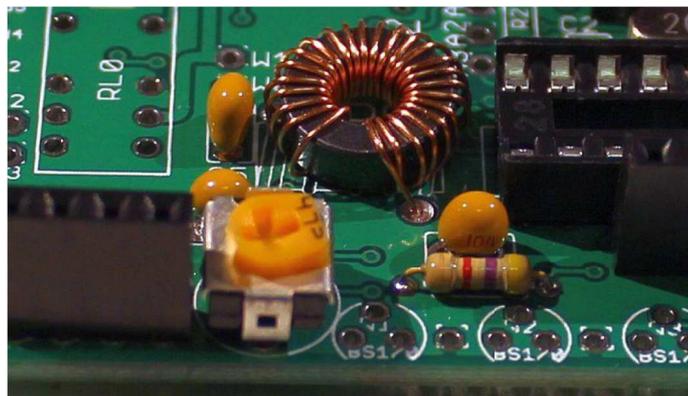


### 6) PAバイアス用ポリウムR5の半田付け

抵抗R6 4.7kをはんだ付けします。

R1とR5を間違えないでください。

**重要: U3Sのプリント基板に電源を加える前に、R5を反時計方向に回しきってください。後で“PAバイアスセット”の項目を参照してください。写真のR5は正しい向きに回してあります。**

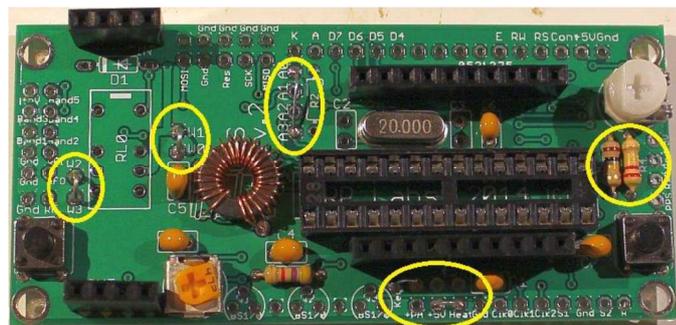


### 7) ジャンパー線を写真及び次図のとおりにはんだ付け (オプション設定あり)

代表的なジャンパー線を右の写真の黄色の部分 (次図において赤線) で示します。

**ジャンパー線をはんだ付けする前に“ハードウェア オプション”の項を読んでください。**

**写真には間違った配線を示しています。写真の下の方の“key”コネクタが誤って“+PA”にジャンパー配線されています。部品の配置が混んでシルク印刷の文字が小さいので間違いやすい。私が犯した間違いと同じような間違いをしないように気を付けて下さい。**



ジャンパー線は部品のリード線 (例えばコンデンサのリード) を利用してください。写真に示すように5mm程度ループ状にはんだ付けすると良いでしょう。後で配線変更 (例えばハードウェア オプションを変更するとき) をするときにジャンパー線を簡単に切断することができます。その方がはんだ付けを外すよりも簡単です。

W0-W1 と W2-W3 のジャンパー線は基板上的LPFだけを利用するとき配線します。RL0にリレーをはんだ付けするときはこのジャンパー線は不要です。リレーは本キットではなく、LPF用リレースイッチキット

に含まれます。LPF用リレースイッチキットを利用するとU3Sで最大6バンドの送信が可能です。

LCDの明るさを減らすためにR2を実装するときは A0-A1のジャンパー線は配線せず、A1-A2に配線します。(ハードウェア オプションの項参照) ソフトウェアによる輝度調整をおこなうときはA0-A3のジャンパー線を配線します。

終段 (PA) に+5Vを供給するときは+PAと+5Vの間をジャンパー線 (写真の一番下のジャンパー線) で接続します。もっと高い電圧をPAに供給するときはこのジャンパーは配線しません。ハードウェア オプションの項を参照してください。

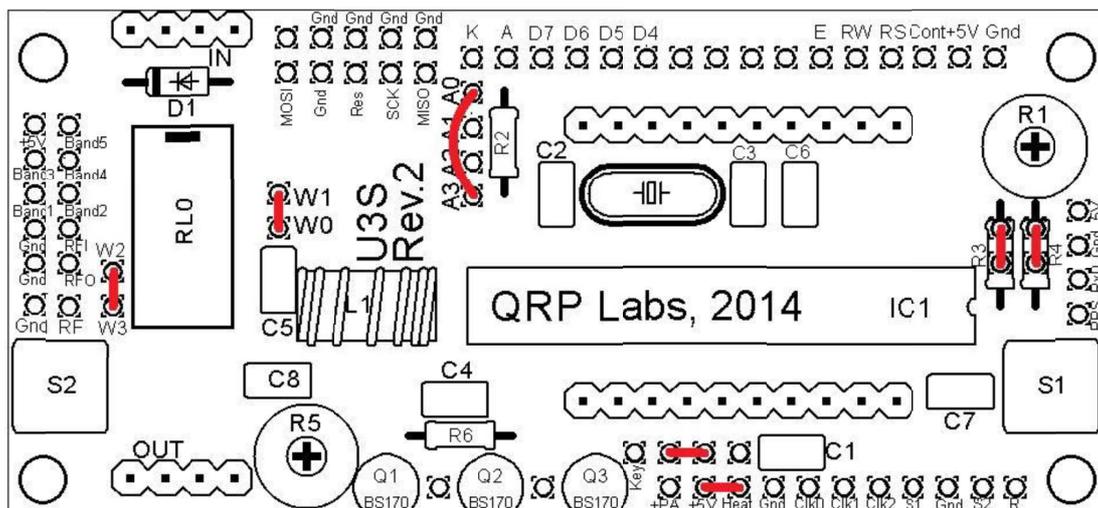
OCXO付Si5351Aモジュールを利用するときは "Heat"を +5Vに接続してください。このジャンパーはプリント基板上の太い配線を経由し、+5Vを恒温ヒータに供給します。プリント基板のパターン配線で電圧降下が発生しないように太いパターンになっています。通常のSi5351Aシンセサイザモジュールを使用するときは"Heat"のジャンパーは不要です。

回路図の右側に記載されたR3, R4にも注意してください。後で、ご自身でファームウェアのアップデートを行うときはR3をはんだ付けするとインサーキットプログラムが可能になります。

**R3に100kをはんだ付けしないときは図のとおりジャンパー線を配線してください。**

R4はオプション抵抗で、コントラスト調整用ポリウムR1と+5Vの間に接続されています。コントラスト電圧の代表値は1V以下ですこし調整がやりにくいと思います。R4に220kの抵抗をはんだ付けするとコントラスト調整がやりやすくなります。

**R4に220kの抵抗をはんだ付けしないときは図のとおりジャンパー配線としてください。**

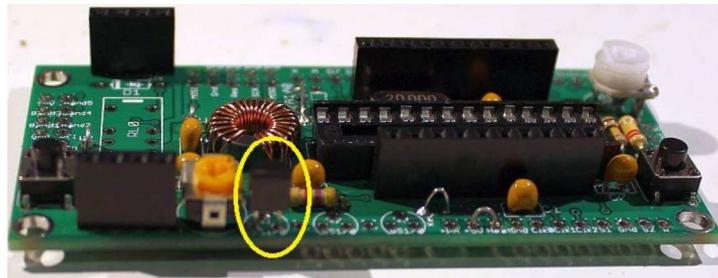


## 8) トランジスタ Q1の半田付け.

出力電力を増加させるためにQ2,Q3の追加用トランジスタを購入した場合でも、まずはQ1のみはんだ付けし、PAの電圧を+5Vとすることをお勧めします。基本的な設定で動作を確認した後、後でトランジスタ

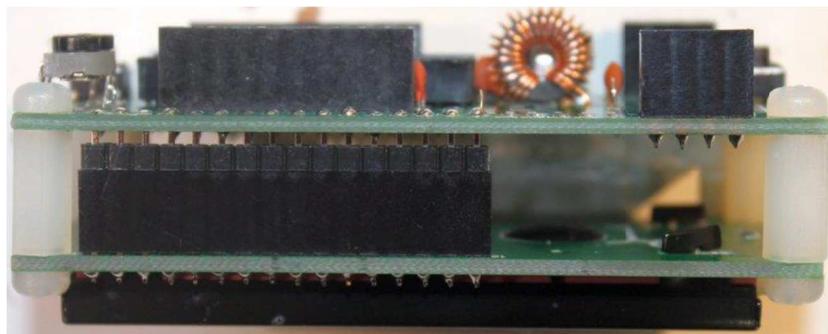
タを追加しましょう。走る前に準備体操をするようなものです。

トランジスタの平らな面はプリント基板端面に配置されています。必要とあれば放熱板や放熱器を簡単に取り付けることができます。(高出力を得るために高い電圧をPAにかけた時に必要になるかもしれません。)



### 9) 16ピンコネクタをメインPCBとLCDにそれぞれ取付

16ピンコネクタをメインPCBとLCDモジュールにそれぞれ取付けます。オスメスどちらのコネクタをどちらのボードに取り付けてもかまいませんが、LCDモジュールのLCD側の面にメス(ソケット)を取付け、オス(プラグ)をメイン基板にとるけることをお勧めします。



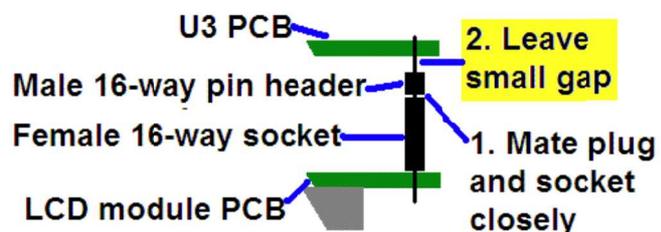
**16ピンコネクタはU3S メイン基板の半田面側にはんだ付けすることに注意してください。(写真参照) 部品面側ではありません。間違っているとコネクタを取り外すのはとても困難です。**

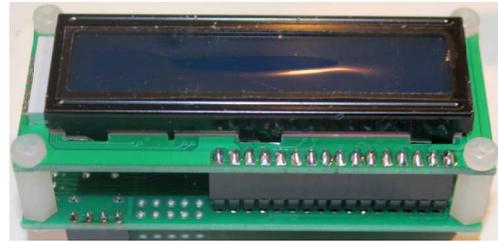
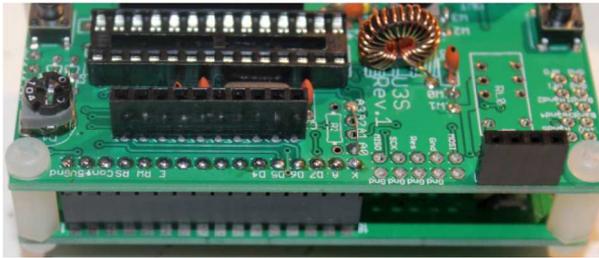
最初ははんだ付けせずにLCDモジュールとメイン基板を組立てます。そのあとにはんだ付けをすれば正しい位置にコネクタを配置することができます。LCDモジュールとメイン基板を組立てる為には8個のM3 6mmネジと 4個の12mm ナイロン六角スペーサを利用します。

16ピンのコネクタを勘合させると高さは12mmに少し足りません。ですから、何処かに隙間が空きます。推奨する方法を図示します。コネクタのオス/メスをしっかりと勘合します。オスコネクタとU3Sプリント基板の間に空隙を設けます。このようにするとうまくいくでしょう。

写真をご覧になるとわかるようにU3Sプリント基板の部品面側のコネクタピンの半田付けする長さは短くなります。しかしながらはんだ付けするに十分な長さがあります。この後、LCDモジュールに取り付けた16ピンソケットをはんだ付けします。

次の図はRev1のプリント板なので、少しだけRev2とは異なります。

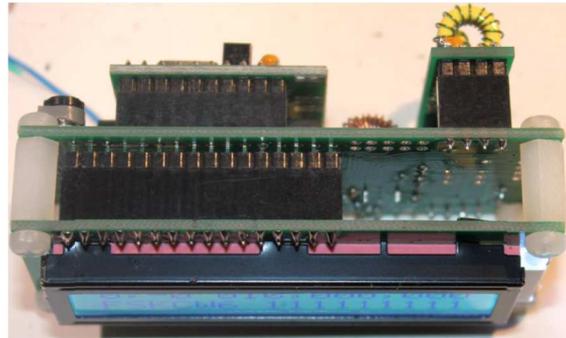




### 4.3 モジュールの組立

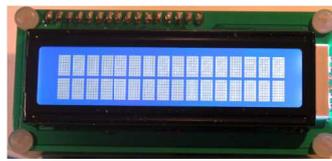
最初にマイコンIC1をソケットに挿入します。マイコンの向きを間違えないようにしましょう。マイコンの窪みとソケット窪み、そしてプリント基板のシルク印刷で示された窪みは全て一致します。

次に3つのモジュールを次の写真のように組立てます。



Si5351Aシンセサイザモジュールは上記の写真を通りの向きに取り付けて下さい。LPFモジュールは、“Out”がプリント基板のRF Outputコネクタ側になるようにして下さい。(写真参照)

**重要!** 電源投入し、LCDが表示されるようにR1を調整します。そのままにR1を時計方向に回しきってください、(電源投入前に)そして、電源を入れたのち、ゆっくりと反時計方向にR1を回し、LCDのテキスト表示が見えるように調整します。次の写真はR1を a)時計方向に回しきる、b)反時計方向に回しきるc)適切に調整した状態を示します。R1を調整すると"Diagnostic Mode"と表示されます。



"Diagnostic Mode" と表示されたならばマイコンとLCDの接続がうまくいっています。

左側のスイッチを押すと"Diagnostic Mode (診断モード)" は終了します。そしてLCDがフラッシュします。Si5351Aシンセサイザモジュールが正しく組立てられ、正常に実装されていたならばマイコンはSi5351Aシンセサイザモジュールを認識します。LCDに"Ultimate3S"と表示されます。この表示で最後の"S"はSi5351Aが正しく認識されたことを意味します。

R1を調整してもテキストが表示されなければ、何処かに問題があります。U3S WEBサイトの"Troubleshooting"を参照してください。(本マニュアルの参考をご参照ください。)

## 4. ハードウェアオプション

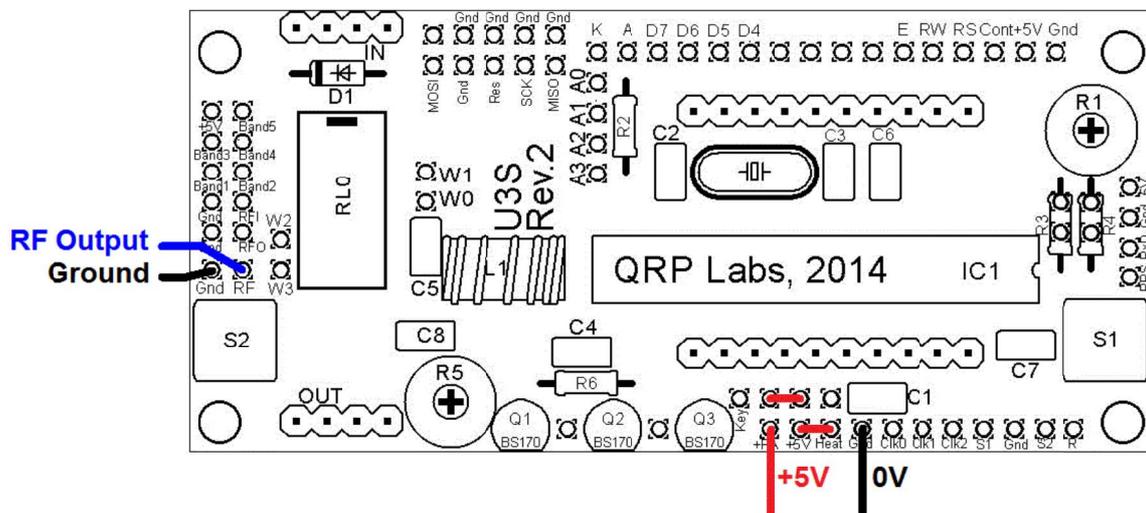
### 4.1 接続の説明

次の表にプリント基板の右側とスイッチの周りの配線オプションを示します。ピン間隔は0.1インチ(約2.5mm)ピッチなので2.5mmピッチのコネクタを利用することができます。これらのオプションの利用方法を以下に説明致します。

プリント基板の左に配置されたスルーホールはLPFリレーボード用の配線です。ここでは説明致しません。A0そしてA1, A2,A4はLCDのバックライトの設定です。通常ソフトウェアでバックライトを調整できるようにA0とA3を接続します。

Label	Group	Description
5V	GPS	+5V supply to GPS module
Gnd	GPS	Ground connection to GPS module
RxD	GPS	Serial data input from GPS module
Pps	GPS	1 pulse per second input from GPS module
R	Future	No connection – for future enhancements
S2	Buttons	Optional external button S2, switch to Gnd
Gnd	Buttons	Ground for optional external buttons
S1	Buttons	Optional external button S1, switch to Gnd
Clk2	Signal	Clk2 Si5351A output, 3.3V p-p squarewave
Clk1	Signal	Clk1 Si5351A output, 3.3V p-p squarewave
Clk0	Signal	Clk0 Si5351A output, 3.3V p-p squarewave
Gnd	Power	Ground connection to Power supply
Heat	Power	+5V heater for OCXO/Si5351A module option
+5V	Power	+5V power supply
+PA	Power	PA power supply – may be connected to +5V
Key	Control	“Keying” output: high during transmit
Gnd	RF	Ground for RF output
RF	RF	RF output

### 4.2 基本的な設定



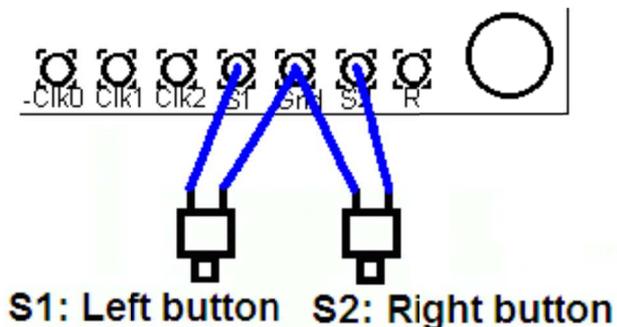
もっとも標準的な設定である“PA(終段)”に5Vを利用し、QRSS送信機として使用する場合は、“power supply(電源)”と“RF output(RF出力)”を配線してください。

“PA”に高い電圧を利用するために、“PA”と“+5V”の配線は別になっています。“PA”に5Vを利用する場合は“+5V”と“PA”を接続します。この配線を次の図に短い水平な赤い線で示します。

“Heat”の配線はOCXOバージョンの Si5351Aシンセサイザモジュールを使用した時だけ必要です。恒温槽用ヒータの接続として“Heat”と“5V”を接続します。

### 4.3 追加ボタンスイッチ

U3キットの操作用にボタンスイッチを追加できます。ボタンスイッチ用のパターンはプリント基板の端に、S1(左)そしてS2(右)として準備されています。ボタンスイッチは押したときに接点がONとなる押しボタンスイッチを利用してください。左のボタンスイッチはS1とGND間に接続し、同様に右のボタンスイッチをS2とGND間に接続します。QRP Labsが販売しているU3用ケースにはスイッチが付属しています。

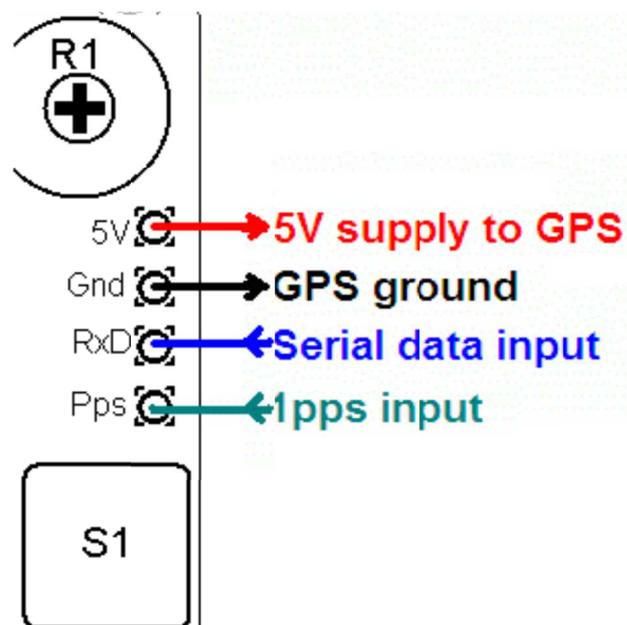


### 4.4 GPS用の配線

GPSモジュールを接続すると、周波数校正、正確な時計、WSPRのメッセージに含まれる経度緯度情報が利用できます。

(訳者注 ぜひともGPSを利用してください。)

使用するGPSの電源電圧に気を付けて下さい。多くのGPSモジュールは3.3Vで動作するので、その時は3.3V用の電源回路を追加する必要があります。3.3V動作のGPSモジュールであっても、“serial data input(シリアル通信用入力)”と“1pps input(1秒パルス, PPS)”を5Vで動作している本キットのマイコンにそのまま直接配線できます。3.3V-5Vレベル変換用回路



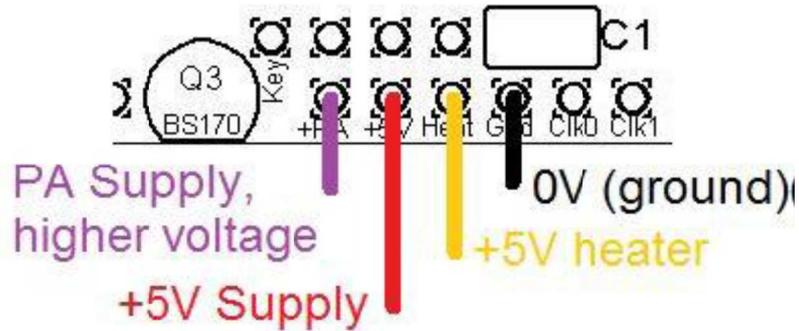
は不要です。GPSモジュールによってはプルアップ抵抗が必要となります。5V動作のGPSモジュールはQRP Labsが販売しています。

経度緯度情報が不要な場合 (WSPR以外のモード) あるいはWSPRを運用する場合でもグリッドロケータを手動で入力する場合シリアルデータ“serial data input”端子は開放としてください。“1 pps input”は周波数校正に利用します。“1pps signal input”にGPS以外の信号源、たとえば実験用発

信器を接続することもできます。(訳者注 GPS並の安定な発信器が必要です) 周波数校正を利用するためには、送信しない校正用期間を設定する必要があります。詳しくは操作マニュアルのGPSインターフェースの設定の項をご参照ください。

#### 4.5 ハイパワー設定

BS170トランジスタ一個を利用した終段回路に5Vを供給することにより、約250mW(周波数により変化します)の出力電力を得ることができます。このとき終段トランジスタはほんのりと温



かくなります。よりハイパワーが必要ならば終段の電源電圧を5V以上にすることができます。この時、マイコンの電源電圧は5.5Vを超えてはなりません。(5Vを推奨します) 終段の電圧を5V以上とし、マイコンの電源電圧を5Vとするために、それぞれ配線用スルーホールが準備されています。

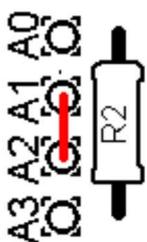
終段の電源電圧を高め、ハイパワーを実現するとBS170の消費電力が増加し、トランジスタの温度が上昇します。そこで2個のトランジスタを追加し、3個のトランジスタを並列接続することができます。そうすると、電源電圧が5Vであっても出力は250mWから増加し、5V以上の電圧を供給することによって生じた消費電力の増加を3つのトランジスタで分担することができます。

トランジスタの温度上昇がはなはだしい場合はヒートシンクを取付けて下さい。ヒートシンクを取付けやすくするためにトランジスタはプリント基板の端面に取り付けられています。“PA”電圧を12V程度にする場合は温度上昇の確認実験を行う必要があるでしょう。

#### 4.6 LCDのバックライトの設定



**a) 最大輝度の設定:** 基本的な設定はA0とA1をジャンパー線で接続します。(ジャンパー線にはリード線の切りはし、たとえばコンデンサのカットしたリードを使います) LCDモジュールの青色LEDバックライトは最大期輝度になります。この配線を左図の赤線で示します。この設定ではR2の抵抗は不要です。



**b) 輝度を下げる設定:** LCDのバックライトLEDが明るすぎると感じた時、あるいはU3Sをバッテリーで動作させ、消費電力が気になるとき、バックライトLEDの電流を減らすことができます。A1とA2の間にジャンパー配線を行い、R2の抵抗値を選択することでバックライトの明るさを制御できます。例えば100オームから徐々に抵抗値を増やしてください。180オームでいい具合の明るさになります。220オームあるいは270オームを選択しても良いでしょう。



c) **輝度をソフトウェアで制御する設定:** U3は"Backlight"の設定でバックライトの明るさを制御できます。(0でバックライトオフ 9で最大輝度) バックライトの明るさはPWMで制御しています。A0とA3をジャンパー線で接続するとこの設定になります。(この時R2は実装しないでください。)

d) バックライトのON/OFF制御: LCDモジュールのバックライトを常時ONにしたいときはジャンパー線の代わりにスイッチに配線してください。電池動作のとき消費電力の低減に役立ちます。例えば、U3Sの設定中はLEDバックライトをONし、運用中はバックライトをOFFします。QRP Labから販売されているU3S用ケースにはこのためのスイッチが付属しています。

#### 4.7 Si5351Aの出力

今後の応用を考慮し、Clk0及びClk1, Clk2用からSi5351Aの出力に直接配線されています。この3つの信号はインピーダンスが50オームで3.3Vppの方形波です。この配線に他の負荷を接続しないでください。実際の振幅はこの値よりも小さく(最悪値 2.1Vp-p)、特に高い周波数において小さくなっています。詳細はSi5351Aのデータシートを参照してください。

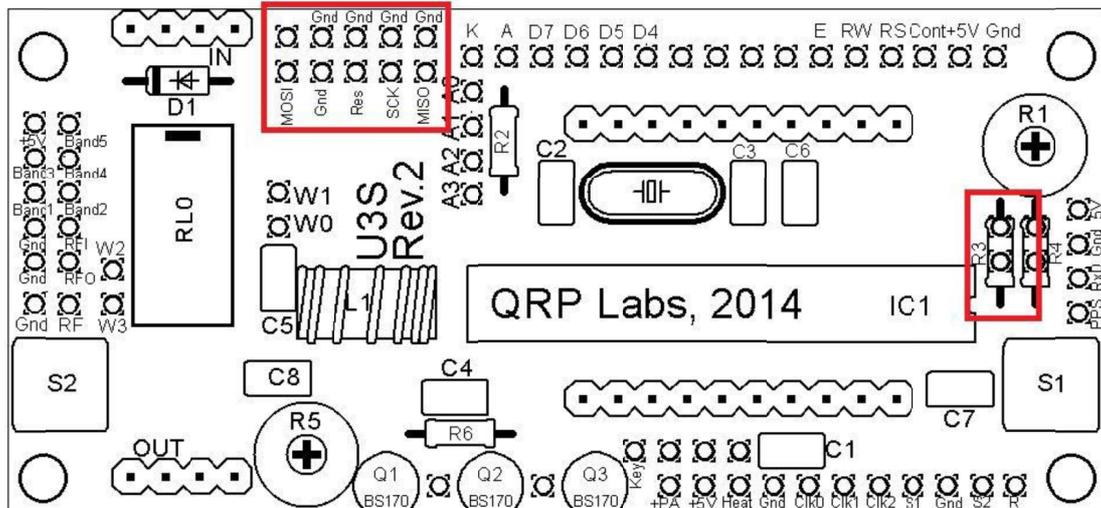
#### 4.8 AVRのインサーキットプログラム

AVR用のインサーキットプログラムライターを利用すれば、U3Sのマイコンチップを取り外さずにファームウェアのアップデートが可能です。

この場合、R3にジャンパー線ではなく、100kの抵抗を実装します。この配線を赤線で図に示します。これ以外にプログラマ用にMISOやMOSI, SCK、Res (reset)が必要になります。(赤線で四角に囲って示す) この部分の配線は標準的なAVRプログラマ用ケーブルに適合するよう、2x5のピンヘッダが実装できるようになっています。プログラマを接続する前に、お持ちのプログラマの配線とプリント基板の配線が適合するか確認してください。AVR用プログラマケーブル配線にはいくつかの種類があるようです。プリント基板はできるだけ柔軟な利用方法を提供するように設計されています。プログラマによってはMOSIとResの間の配線が"NC"であったりGNDであったりするようです。どちらの場合もU3Sに接続できるでしょう。

メモ:

- 1) プログラムするときはU3Sに電源を接続する必要があります。プログラムの最中はU3Sの動作(例えば送信)は自動的に停止します。
- 2) LPF用リレー切替機を実装しているとプログラム中にリレーが動作することがあります。リレー3,4等の信号ラインがプログラム用の信号と共用になっているためです。もし、あなたのAVRプログラマでこのようなことが起きるならばLPF用リレー切替機のボードを一時的にとりはずすか あるいは リレー3,4の信号ラインにスイッチを入れ、プログラム中は信号ラインを切断できるようにして下さい。
- 3) 2x5ピンヘッダの周辺のスペースが不十分な場合があります。AVRプログラマによってはコネクタが大きい場合があります。プログラムを実施する前に確認してください。



#### 4.9 コントラスト調整をやり易くする方法

LCDのコントラスト調整に必要な電圧は通常 1V 以下ですが、コントラスト調整用のポリウム R1 は +5V - GND 間に接続されているため、可変範囲は 5V から 0V です。その結果ポリウムの調整はやや敏感です。これを改善するためには R4 のジャンパー線の代わりに 220k を実装します。

## 5. 校正

校正は重要です。QRSS ビーコン送信機を実現するために周波数校正が極めて重要です。例えば一般的な 30m QRSS ビーコンは 10.1400MHz から 10.1401MHz の 100Hz の帯域を利用しています。この周波数範囲を逸脱すれば、あなたの信号を受信することはできません。ですから、校正された正しい周波数カウンタか あるいは校正された受信機で送信周波数を校正しなければなりません。

GPS モジュールの 1pps 信号を利用する場合、校正は不要です。1pps の信号を用い U3S は自動的に校正されます。

もし GPS モジュールを利用しない場合は 27MHz の基準信号出力の周波数を測定し、コンフィグレーションの“Ref. Frq.” に周波数を入力します。

Si5351A シンセサイザモジュールの適当なピンから 27MHz の基準信号を測定することができます。しかしながらキットを製作する方が皆さんそのような周波数測定器等の機器をもっているとも、周波数の測定をうまい具合にできるとは思えません。

もっと簡単な方法は、例えば 13.500000MHz に周波数をセットし、その送信周波数を測定することで。送信周波数を校正された周波数カウンタで測定することもできますし、Argo のようなソフトウェアを利用して校正された受信機を利用することもできます。

送信周波数を正しく測定できれば 27MHz の基準周波数の値に変換し、コンフィグレーションの“Ref. Frq.” に周波数を設定できます。例えば送信周波数を 13.500075MHz に設定し、測定したこと実際の周波数が 13.500075MHz だったとします。送信周波数が 75 Hz 高い。送信周波数は 27MHz

の 1/2 ですから、27MHz の基準周波数は 150Hz 高い。ですからコンフィグレーションの“Ref. Frq.”に 27,000,150 と入力できます。

## 6. 終段(PA)のバイアス調整

OCXO/Si5351A シンセサイザモジュールを利用した場合でも、R5 をなんとか調整できる位置に配置しました。ReV1 のプリント基板では OCXO に完全に隠れていたのが改善致しました。基板の端から落ちこまないようになんとか工夫した配置です。下に述べる第 2 の調整方法を利用すると OCXO モジュールを実装しなくても調整が可能です。

最初にバイアス調整用ポリウム R5 は反時計回りに回しきってください。U3S のソフトウェアを送信にする前に 50 オームダミーロード（100 オームの抵抗を並列接続したもので 47 オームの抵抗でも構いません。訳者注 抵抗の消費電力に注意。2W100 オームの金属皮膜抵抗の並列接続がお勧め）を出力に接続してください。出力電力を測定してください。R5 を時計回りにゆっくりと回すと出力電力は増加します。おおよそポリウムの半ばで、増加していた出力電力が減少し始めます。ここは良い調整点ではありません。BS170 の温度上昇が始まっていると思います。かなり熱くなります。ですから少しポリウムを反時計方向に戻しましょう。電力のピークの点よりも少し反時計方向に戻した点に設定することをお勧めします。

次のような方法でもうまく調整できます。U3S のアイドル状態（送信しない）状態で、消費電流を測定します。Si5351A シンセサイザモジュールも実装不要です。OCXO モジュール実装し、R5 の調整が困難な方には朗報です。U3S の消費電流を注意深くモニタしながら、R5 を回すと消費電流が少しだけ増加するでしょう。R5 をこの位置に調整すると終段のバイアス電流は適当な値になります。電源を OFF し、Si5351A シンセサイザモジュールを実装してください。

## 7 参考

最新の情報は、キットのWEB <http://www.hanssummers.com/ultimate3> をご参照ください。

トラブルシュートについては <http://www.hanssummers.com/ultimate3/u3trouble> をご参照ください。

オペレーションマニュアルにも参考情報が記載されています。

## 8. バージョン情報

0 14-Jan-2015

• First version

1 26-Jan-2015

• Correction to section 2, Design. Removed incorrect reference to DDS module and keying transistor Q1

2 03-Feb-2015

- Correction to R5 value, the supplied trimmer is 4.7K (not 5K as previously stated)

3 25-May-2015

- Warning about pin 2 of programmer header, in U3S PCB Rev 1.
- Clarification regarding Si5351A output p-p magnitude

4 16-Jun-2015

- Updates for PCB Rev 2: different PCB layout; 22pF C1 & C2 are omitted; new C8 capacitor, etc.

5 06-Jul-2015

- Correct typo, wrong capacitors mentioned in construction step on page 5  
(訳者注 ページ番号は英文マニュアルの番号です)

翻訳者から。

本翻訳は GOUPL Hans Summer 氏の許可を得て、原意を損なわない範囲で日本語に意識したものです。翻訳の著作権は 北村 透 / Toru / JG1eiQ が保有します。再配布、WEB への転載はご遠慮願います。 <http://www.hanssummers.com> 及び関連 WEB にリンクを貼られるのが良いと思います。本文書は GOUPL Hans Summer 氏の活動を応援するために作成致しました。キットの製作や利用方法についてご質問頂いても、回答は致しかねます。

十分に注意を払いましたが、誤りがあるかもしれません。必ず、原文を参照してください。本文書が原因で発生した直接的/間接的ないかなる被害に対し私は責任を負いません。(例えば本文に誤りがあり、それが原因でキットがうまく組み立てられなくとも責任を負いません。)

Rev.NC 2015/09/03 JG1eiQ