# 第七回 SI4732 ラジオ IC 基板を用いた HF 帯 DSP ラジオをつくろう(1)

JH3RGD 葭谷安正

# ■はじめに

はるか 50 年ほど前の中学生時代に並四ラジオを作ってから、ラジオのキットや使いもしないトランシ ーバーキットを何回も作ってきました。作った後のラジオを活用することは少なく、どちらかというと 半田ごてを握ってラジオを組み立てる事が楽しい、というのが私のラジオ製作の本音のところです。こ の年になってもまだそんなラジオ作りをしています。ところで、少し前から気になっているラジオがあ ります。

#### ■DSP ラジオの製作

気になっているラジオ、それはアマゾンやヤフオクで「GENERIC SI4732 FM AM SSB Receiver」 のような名前でたくさん販売されている SI4735 というラジオ IC を使ったデジタルシグナルプロセッ サ(Digital Signal Processor、以下 DSP) ラジオです。キットや完成品が売られていますのでご存じの 方も多いのではないでしょうか。RTL-SDR の親戚のように見えます。私は DSP ラジオを組み立てた ことがありません。この IC の仕様を見ると老眼の私には半田付けするにはつらい大きさです。しかし、 半田付けが無ければラジオを組み立てるのに必要な作業はマイコンやディスプレイ装置との接続くら いであり、わりと簡単に製作できそうです。それにこのラジオ、FM 放送、AM 放送、HF 帯の SSB(LSB、 USB) 信号が受信できるとのこと。RTL-SDR のようなウォーターフォール表示はできませんが、その 大きさも 10×10×4cm とあり、この大きさの中にマイコン、電池を内蔵しており、アンテナを繋げ ばすぐ聞けるとのこと。コンパクトです。価格も思ったほど高くない。これくらいの大きさならばいつ でも仕事のカバンに入れて外に持っていけそうです。

いつも私のカバンの中に入っている 144/430MHz のハンディータイプトランシーバーでも短波帯の 受信ができますが、AMのみ。可変できる周波数ステップの最小間隔が 5kHz と大きいため、7MHz の CW 信号などはとても実用的な受信ができません。この DSP ラジオだったら BFO を持っており、最 小ステップが 10Hz 設定可能なようです。また、DSP 基板と Arduino マイコン、TFT や有機 EL デ ィスプレイ(以下、OLED)などの表示装置、それに若干の部品で構成されているので、どちらかという とマイコン寄りのラジオというイメージが見えてきます。さらに情報を集めていくと、ネットに多くの OM 諸兄の製作記事が掲載されており、製作上の注意点など多くの情報が提供されていました。「これ は作らねば。これがあればハンディータイプの HF 受信機として持ち歩けるぞ」(アンテナはどうするの (?) という視点が完全に欠落していますが・・・)と妄想が大きくなりました。 と言うわけで「SI4732DSP ラジオ IC を使ってハンディータイプの持ち運べる HF 帯 SSB 受信機」 を組み立てる事にしました。アマゾンやヤフオクには完全キットのものや完成品もあります。内部構成 をみると、上記のようにそれほど部品が多くありません。もう少し情報を集めてみると日本の「合資会 社エフエーエル」社が SI4732 の DSP 基板を発売していることがわかりました。ホームページを見る と動かない場合もサポートをお願いできると記載されていました(有償)。エフエーエル社の DSP ラジ オ基板の完成品ですが、この周りに Arduino や OLED などの表示装置をつければラジオが完成すると のこと。フルキットではなく、完成基板と手持ち部品、多少の部品購入で OK。「よし」とばかりにラジ オのサンプル回路図をエフエーエル社のホームページから探してみました。「SI47XX」と書かれた回路 図が何件かあります。ラジオキットが2、3 種類あるのでそのどれに当てはまるのかもわかってきまし た。そのうちの 1 つが図 1 です。



図 1 SI47XX\_02\_ALL\_IN\_ONE\_OLED 動作試験用回路図

この構成を見ると、

- (1) DSP ラジオ基板(回路図中央上部の黄色ブロック)
- (2) 制御用マイコン Arduino(回路図中央下部の黄色ブロック)
- (3) 表示装置(右側黄色ブロックが OLED)
- (4) スイッチ(回路図左下部、8個のスイッチ)
- (5) その他(アンテナ周りのトランス、リミッタダイオード、配線)等で構成されています。Arduino と DSP ラジオ、OLED の通信プロトコルは I2C です。

エフエーエル社が発売しているのが「DSP-RADIO MODULE」(回路図中央上部の黄色ブロック)です。 アマゾンやヤフオクで入手できるキットは、この回路全体に相当する部品をすべて含んでいると思いま す。しかし、私の手元には何個かの部品がありそうですので、エフエーエル社の「DSP-RADIO MODULE」完成基板を購入してラジオをつくることにしました(エフエーエル社では完成基板とキット を販売しておられます)。「DSP-RADIO MODULE」の回路図を図2に示します。このラジオ基板の正 式名称は「SI4732-A10M-002 モジュール」とのことです。



図 2 SI4732-A10M-002 モジュール回路図

部品の準備にかかります。この完成基板を使ってラジオを作るために必要な他の部品の手持ち状況を調 べてみました。ラジオの音量や周波数変更、FM,AM,LSB などのモード変更などに使用する制御用マイ コン Arduino Nano が2 つ部品箱にありました。また、OLED も2 個ありました。抵抗、コンデンサ なども部品箱にありました。ケースも考えなければいけません。最初はプロトコル作成のつもりですの で、ブレッドボード上に組み立てて改良点を探ろうと思います。その後ケースに入れた実用版にという ようにステップアップしたいと思います。キットにはアルミと思しき小型のケースが付いています。私 の頭の中での出来上がりイメージはハンディータイプトランシーバーの形です。具体的には手元にある タカチのプラスチックケース(アルミにできればいいのですが)を加工する予定で現在考慮中です。あと の不足部品は週末の日曜日に日本橋に行って購入してきました。DSP ラジオ基板完成品(SI4732-A10M-OO2 モジュール)をヤフオクで購入しました。

# ■ラジオの組み立て(配線)

今回製作するラジオは試作と考えています。試作品を使いやすく、また VHF 帯を受信できるなどの機能の拡張を考えています(できるかどうかは自信がありません。来月号をお楽しみに)。

試作ですので、後ほど改変しやすいようにブレッドボード上にラジオ基板、マイコンなどを配置し、ブ レッドボード用ケーブルで配線して動作確認することにしました。ブレッドボード上に配置することで ノイズの影響が激しく現れるのではないかと懸念しましたが、影響が出たら考えることにしました。ブ レッドボード上で確実に動くことを確認した後に機能拡張やケース収納を考えます。ブレッドボード上 の配線にはジャンプワイヤーを使用しました。高周波信号が流れる回路部分に長い配線を行うとノイズ が乗ってトラブルを発生する恐れがあるかもしれませんが、なにも影響がでないことを祈って配線しま した。

配線の順番としては、最初にグランドを配線していきました。グランド(GND)であることをすぐに区別 できるように基本的に黒線を使用して配線しました。できるだけ短くまたは針金等を使って配線するよ うにしましたが、長さの異なるジャンプワイヤーが3種類ほどしかありませんでしたので短くきれいな 配線にする事はできませんでした。

グランドの次に 5V や 3.3V の電源部の配線を行いました。5V がメインになりますので赤色線で結線 していきました。配線箇所はそんなに多いほうではありませんが、一本でも配線していないと動かない ことがありますので注意して結線しました。配線を確実に行うため、配線した後は回路図にマーカーで 色を塗るようにしました(図 3)。このためにいつも回路図を2枚以上準備するようにしています。



図3 配線チェックシート

ブレッドボードへの配線が終わったら、出来上がった配線をできるだけきれいに整えました。せっかく 配線したものが外れてしまったり、バラバラにならないようにしましょう。



(a)結束前

(b)結束後

#### 図 4 DSP ラジオ試作品

## ■SI47XX 用 Arduino ライブラリの情報

SI47XX 用ライブラリは指定の URL からダウンロードする必要があります。購入した DSP ラジオ IC の発売元会社のホームページにもソフトウェアのダウンロードサイトが明記されています。サンプルソフトウェアについては、すでに多くの方がこの SI4735 という DSP ラジオ IC を使ってラジオを組み立てておられるようで、参考になるサイトがたくさん見つかりました。それらのサイトの情報を参考にさせていただいてソフトウェアの設定やちょっとの改変を試みていきました。

DSP ラジオ IC、SI4735 の Arduino ライブラリの情報が、下記 URL に記載されています。 https://github.com/pu2clr/SI4735

(このライブラリを開発された PU2CLR さんはブラジルのアマチュア無線家のようです。QRZ.COM 上に自己紹介があります。QRZ.COM ページの下のほうに「Si4735 Arduino Library」についての記 載が少しあります。)

このページから多くの関係情報へのリンクが張られています。SI4735の情報ページですが、今回購入 した DSP ラジオ IC 基板に搭載されている IC は SI4732 です。 互換性があるとのことですのでその情 報を信じて製作しました。

SI4735、SI4732 装置上の SSB モードのサポートについての記載があります。 https://pu2clr.github.io/SI4735/#si4735-patch-support-for-single-side-band

# ■ソフトウェアのインストール

使用するソフトウェアは、上記 PU2CLR 氏が開発したライブラリとそれに付随するサンプルプログラムです。サンプルプログラムがたくさんついています。最初はどのサンプルプログラムを開けばいいのかわかりませんが、それは制御するマイコンの種類と使用するディスプレイを考慮して選択します。

この SI47XX ライブラリのインストールは、サポートサイトに直接接続してダウンロードするのでは なく、Arduino 開発環境からライブラリ管理の方法でインストールを行います。 以下にその手順を示します。

• Arduino をたちあげます。

・Arduinoのスケッチ上部から「ツール」-「ライブラリを管理」を選択すると図5が表示されますので、「SI4735」と入力します。

💿 Arduino_Life   Arduino 1.8.13			×
ファイル 編集 スケッチ ツール ヘルプ			×
			ø
🥯 ライブラリマネージャ			
タイプ 全て ~ トピック 全て ~ s	i4735		
	イブラリの管理_	- <sup>[</sup> si47	735 を入え

> J1 J J J Y K T-	ジヤ				>
ロイブ 全て	~ Hts	ク全て	~	si4735	
PU2CLR SI47 by Ricardo Lin Control your S RADIO RECEN	35 na Caratti, p Silicon Labs S (VER. This li	pu2clr@gmail. SI47XX Famih ibrary provider	com y (Si4730, s an easier	Si4732, Si4731, Si4734, Si4735, Si4740, Si4745 etc) BROADCAST AM/FM/SW r interface to control the CI SI47XX Family.	^

図6 「PU2CLR SI4735 ライブラリ」のインストール

ライブラリを発見すると図6のような画面になりますので、「PU2CLR SI4735」の「インストール」 ボタンを押します。これでライブラリが読み込まれます。ライブラリの読み込み時にサンプルプログラ ムも読み込まれます。

私の場合、配線が終わってサンプルプログラムを動かそうと思ったとき、たくさんあるうちのどのサン プルプログラムを開けばいいのかわかりませんでした。調べてみましたら、それは制御するマイコンの 種類や使用するディスプレイにより選択するのだということがわかりました。今回作成した回路に対応 するサンプルプログラムは、ディスプレイが有機 EL(OLED)を使用しており、使用するドライバを確認 した結果、SI47XX\_O2\_ALL\_IN\_ONE\_OLED というスケッチだということがわかりました。手持ち の部品や表示装置を使用する場合は少し調べる必要がありそうです。スケッチを開いてみます。 「ファイル」-「スケッチ例」-「PU2CLR SI4735」-「SI47XX\_03\_OLED\_I2C」-「SI47XX\_02\_ALL\_IN\_ONE\_OLED」



図7 サンプルプログラムのロード

このスケッチをコンパイルして Arduino に転送します。事前に使用する CPU ボードの種類やボードが接続されているシリアルポートを選択しておく必要があります。

- ・「ツール」-「ボード:Arduino Nano」を選びます。
- ・「ツール」-「プロセッサ:ATmega328P(Old bootloader)」を選びます。

• Arduino が PC と接続されていることを確かめたのちに「ツール」-「シリアルポート」を選びます。

・「スケッチ」-「マイコンボードに書き込む」を選びます。

サンプルプログラムのコンパイルが終わると転送が始まります。転送が終了すると、配線等に間違いが なければ FM ラジオが鳴ります。ただ、FM ラジオの設定範囲が日本と異なるために、私がいつも聞い ている FM 局(76.5MHz)は周波数選択範囲外になっていました。プログラムを確認しましたところ、 スケッチの 185 行目に FM 周波数帯が 84MHz~108MHz で、周波数の初期値が 105.7MHz にな っていました。これをコメントアウトして 186 行目を追加しました。こうすることで FM 周波数帯が 75MHz~108MHz に設定され、周波数の初期値が 76.5MHz になりました。 リスト1 プログラムリスト(一部)

185 // {FM\_BAND\_TYPE, 8400, 10800, 10570, 10}, <- プログラムdefaultの値

186 {FM\_BAND\_TYPE, 7500, 10800, 7650, 10}, <- 変更した値

187 {LW\_BAND\_TYPE, 100, 510, 300, 1},

コンパイル、転送が終わると私がいつも聞いている近くの「FM COCOLO」が聞こえてきました。FM アンテナをつけていなかったのですが受信できました(図 8)。また 7MHz のアマチュア無線バンドも受信することができました。



図 8 FM76.5MHz を受信

#### ■操作性の改善等(案)

このライブラリを開発した PU2CLR 氏が書かれていますが、サンプルを自分の使いやすいようにカス タマイズしてほしいとのことです。これは使いにくいなというところが数か所ありました。このラジオ を作られた OM 諸兄のどなたかがすでにサンプルを改変しておられるかもしれませんが、私の感じたこ とを以下に記載します。

# ・音量調整について

普通のラジオでは音量調節用の可変抵抗器を用いていることが多いですが、このラジオでは2つのタク トスイッチを使って音量調整をしています。一般によく使われるラジオのようにボリュームを回転する ことによって音量の調節をしたいと思いました。

これを実現するためには、可変抵抗器と同じようなインターフェースを持つロータリーエンコーダで音 量調整できるように改変する必要があります。音量調節に使っている 2 つのボタンのうち 1 つを使用 し、ボリューム調整用のスイッチを押されているときはロータリーエンコーダが音量調節を行うように ソフトウェアを改変しようと思いました。

#### ・周波数表示について

このラジオでは周波数変更はロータリーエンコーダで行っており、最小 1kHz ステップで周波数を変化 させることができます。そのため 1kHz 以下の微調整は BFO で行っており、メインの周波数表示と BFO の周波数表示が別々になっています。このため、これを統合して表示すると現在の受信周波数が いくらなのかが解りやすくなります。

#### 周波数拡張について

このラジオで受信できる最大周波数は FM で 108MHz と仕様に記載されています。エアバンドや 144MHz 帯を受信できるようにコンバータを付けたいなと思いました。その他いろいろ触ることがで きそうなラジオです。次回までにソフトウェアの改変やハード組み立てがうまくできましたら報告させ ていただきます。