

パソコンでHF帯用オールモード受信機を体験できる

TVドングル内蔵 ソフトウェア・ラジオ用 周波数コンバータ

数千円で販売されている、TV受信用USBチューナを使ったソフトウェア・ラジオでHF帯の受信をするための周波数コンバータを紹介します。簡単にHF帯を受信することができます。

JA7TDO 三浦 一則
Kazunori Miura

TVチューナ用USBドングルを利用したソフトウェア・ラジオ

ソフトウェア・ラジオ用の基板が本誌に付録として付いたのは、2006年12月号です。そのころからソフトウェア・ラジオが日本国内でも知られ、以降、多くのアマチュア無線家を魅了してきました。

近年、TVチューナ用USBドングル(TVドングルという呼び方もされている)を利用したソフトウェア・ラジオが話題になっています。

今回使ったTVドングルは、DVBというデジタルTV受信用で、海外で販売されています。感度が良いので人気があります。

このTVドングルは、シリコン・チューナにRaphael社R820T、復調/コントローラにRealtek社のRTL2832uを使用した製品です。国内でも販売している業者があるようなので、簡単に購入してみたい人は、インターネットで検索してみてください(※このTVドングルとコンバータ、ケースをセットにして頒布予定。詳細はp.100を参照のこと)。

● R820TとRTL2832uのおもなスペック

R820Tは、内部にPLL発振回路を内蔵したシリコン・チューナです。規格上の受信周波数は、42～1002MHz、受信感度は、-97.5dBmとなっています。これをI²C経由でRTL2832uからコントロールしています。また、クロック用の発振回路を内蔵しており、RTL2832uが必要とするクロック(28.8MHz)を供給することが可能です。

Realtek社のRTL2832uは、データシートが公開されておらず、多くのユーザーが解析を行い、スペックや動作コマンドなどが調べられています。これまでにわかっている簡単なスペックは、8bit ADC 0.9Msps～3.2Msps, clock 28.8MHz, USB 2.0 full/high speed controller, supply 3.3V, DVB-T COFDM Demodulator, Supports Zero-IF inputなどです。

以上からわかるように、RTL2832uは、36.125MHz, 4.57MHz, ZERO-IFの三つのIFに対応しています。

HF帯を受信するための周波数コンバータ

ここで紹介したTVドングル(R820TとRTL2832u使用)は、ソフトウェア・ラジオとして使った場合、規格上は、42～1002MHzまでが受信可能範囲です。これを周波数コンバータを使ってHF帯(1.9～30MHz)を受信しようと思えます。

ここでは、+50MHzとなる周波数コンバータ(アップ・コンバータ)を作ってみました(写真1)。元の信号に、回路で作った50MHzの信号をミキサで混合し、元の信号+50MHzの信号を取り出します(図1)。

回路図を図2(p.98)に示します。例えば7.1MHzの信号に50MHzの信号を混合すると、7.1MHzの信号は、

$$7.1\text{MHz} + 50\text{MHz} = 57.1\text{MHz}$$

の信号に変換されます。TVドングルのソフトウェア・ラジオで、この57.1MHzの信号を受信するわけです。

実際に使うときは、ソフトウェ

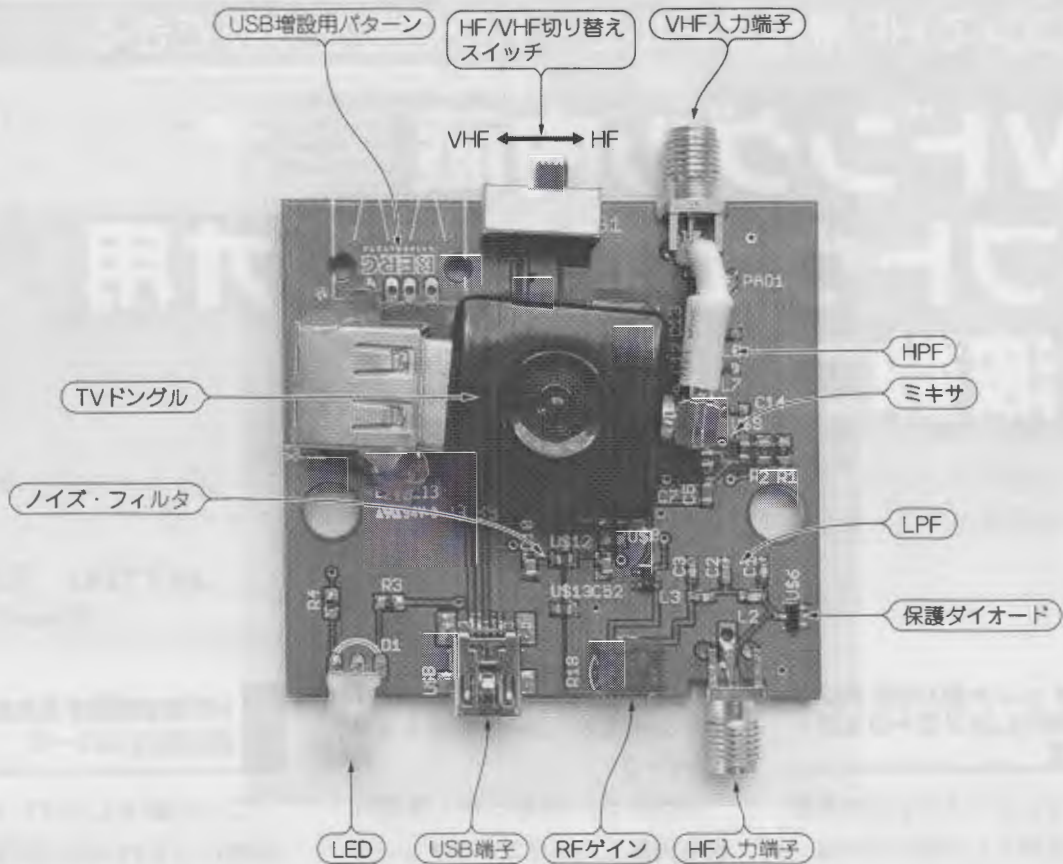


写真1 製作した周波数コンバータ(TVチューナ用USB Dongle付き)

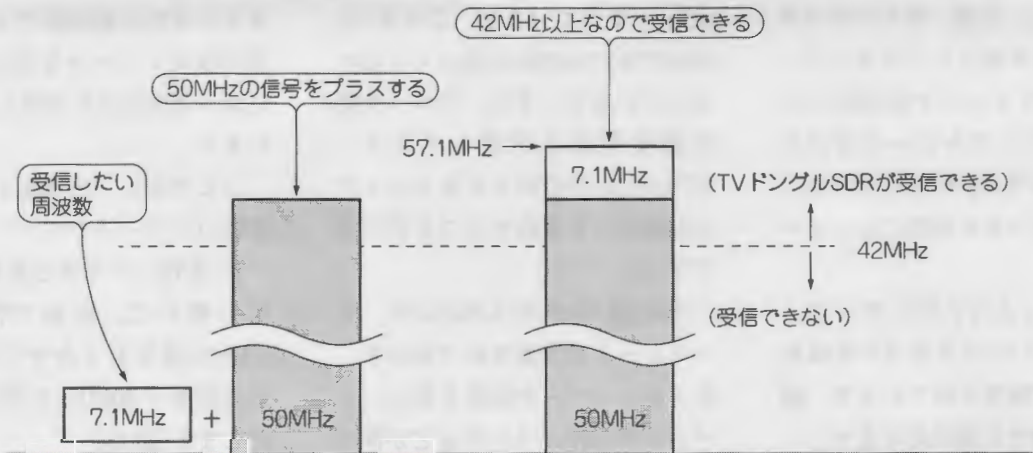


図1 周波数コンバータ(アップ・コンバータ)の働き

ア・ラジオの周波数表示を-50 MHzとすることで、周波数を+50MHzしたことを意識しないで、7.1MHzをTV Dongleのソフトウェア・ラジオで受信できるようになります。3.5MHzなら53.5MHzを、28MHzなら78MHzに周波数を変換して受信します。

周波数コンバータの構成を図3

に示します。

● ミキサ

二つの周波数を混ぜるのがミキサです。

周波数変換のために混合する信号の周波数を50MHzと低くとることにより、扱う周波数の上限を低めに抑えています。これにより、

ミキサは安価なアナログ・スイッチで代用しています。

使ったアナログ・スイッチは、NXPのCBT3306です。2chのアナログ・スイッチを並列にして、ON抵抗が下がるようにしています。アナログ・スイッチのON抵抗が低いほど変換時の損失が少なくなります。

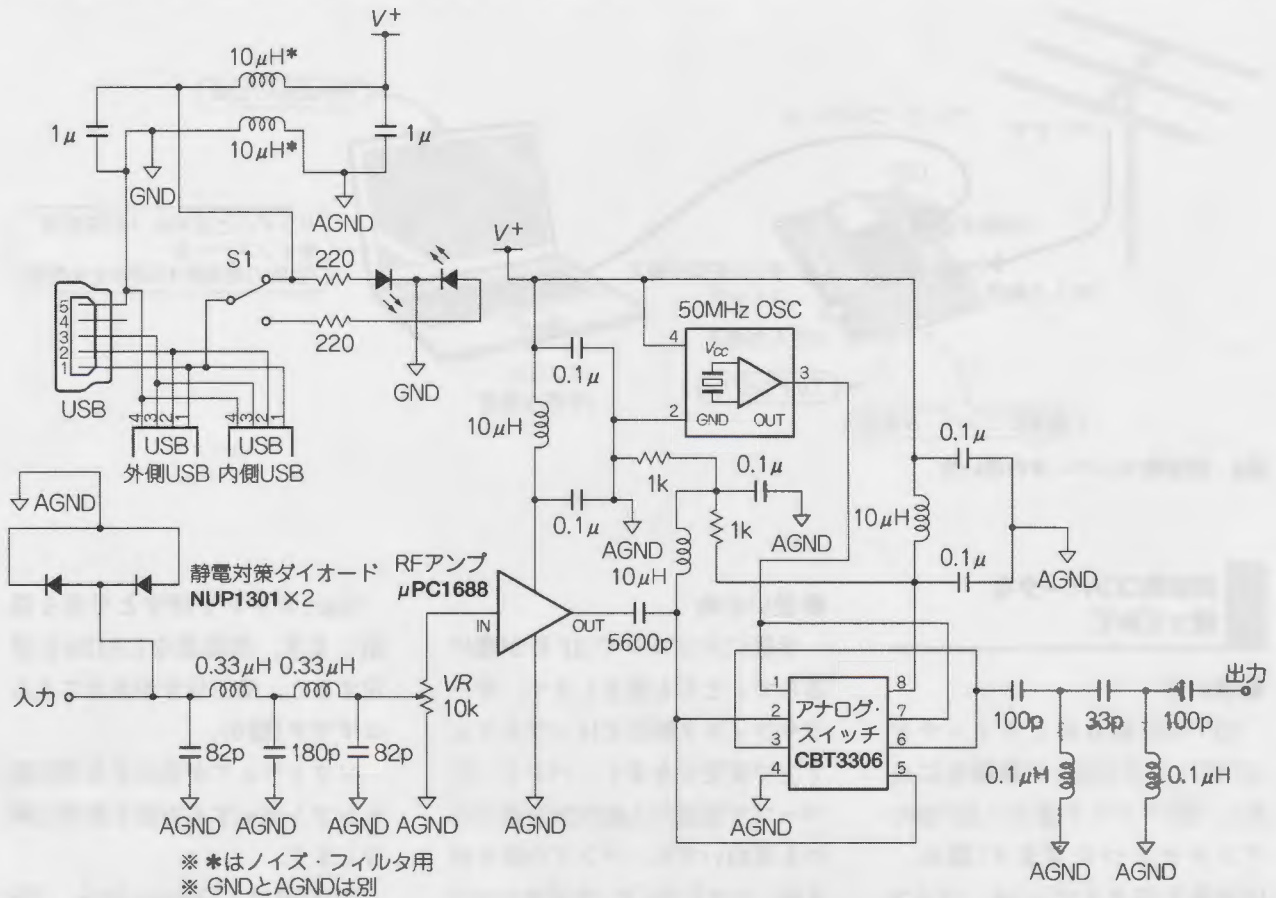


図2 周波数コンバータ部分の回路

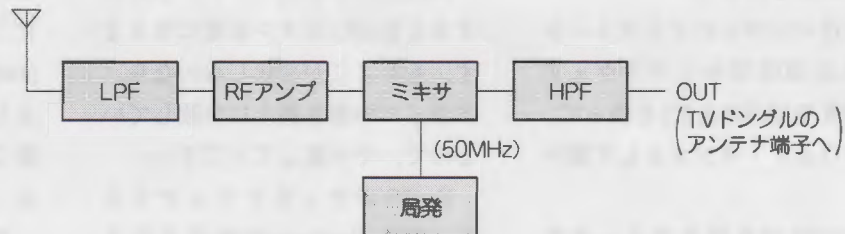


図3 周波数コンバータの構成

● ローパス・フィルタ(LPF)とハイパス・フィルタ(HPF)

入力側には、30MHzより上の信号をカットし、30MHz以下の信号を通過させるLPFを、出力側には50MHzより下の信号をカットし、50MHz以上の信号を通過させるHPFを入れました。これにより、アンテナから、30MHz以下の信号だけ入力され、コンバータでHF帯の信号に50MHzの信号を加えた信号だけが出力されるようにしてあります。

ただし、このLPFとHPFを入

れることによって、少しだけ信号を損失してしまいます。

● RFアンプ

LPFとHPFでの損失を補うために、広帯域のRFアンプを入れました。ここで使ったのは、NECのμPC1688というローノイズのRFアンプICです。アマチュア無線機でも使われています。

● USB電源用フィルタ

USBの電源は、パソコンから回り込むノイズが多いので、周波数

コンバータ回路に簡単なフィルタを入れてノイズを減らしています。

● USBパターン

基板の上には、内側を向けたUSBジャックと、外側を向けたUSBジャックの二つのパターンがあります。未使用のUSBパターンには、例えば、違うICを使ったTVドングルと聞き比べてみたい場合を想定しています。ただし、このコンバータ基板にドングルを2個同時に刺すことはできません。

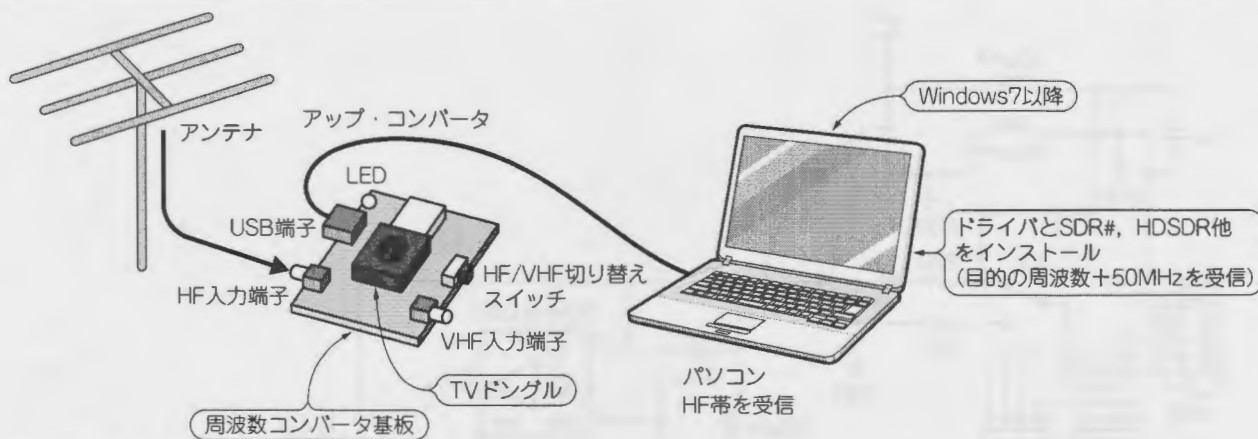


図4 周波数コンバータの使い方

周波数コンバータを 使ってみて

● 使い方

HF/VHF切り替えスイッチをHF側にして(LEDが黄緑色に点灯), HFアンテナ端子にHF用のアンテナをつなぎます(図4)。USB端子(Bタイプ)には, パソコンをつなぎます。電源はUSB端子から供給されます。

あとはパソコンにインストールしてあるSDR用のソフトウェア(HSDRやSDR#など)を使って, ソフトウェア・ラジオとして使います。

HF/VHF切り替えスイッチをVHF(USB側)にして, VHF用アンテナ端子にアンテナをつなげば, コンバータの電源がOFFになり, アンテナは直接TV Dongleに接続されます。つまり, 周波数を変換していない状態でソフトウェア・ラジオとして使うことができ, 42MHz以上の周波数を受信することができます。

ただし, この場合, HPF(ハイパス・フィルタ)を通した状態でVHFを受信することになります。HPFでの減衰が気になる方は, 外付け用のUSB端子にTV Dongleを移動して使うこともできます。

● 使い心地

手軽にパソコンでHF帯が開けるので, とても重宝します。モードやフィルタ幅などはソフトウェア上で変更できます。バンド・スコープで電波の入感状況を見れるのも面白いです。バンドの切り替えは, ソフトウェア・ラジオのソフトで周波数を変更するだけです。

HSDRの場合, ソフトを起動するとExtIOボタンが青になります。もしここが変化しないなら, ドライバの書き換えに失敗しているので, やり直してください。

ExtIOボタンをクリックすると, RTL Settingsが表示されます。ここでは, Sample Rate(帯域幅), Buffer Size(64kBが適当), Tuner Gain(信号を見ながら調整)などを設定できます。慣れないうちは, AGCは使わずにマニュアルでゲイン調整してください。

周波数コンバータ回路にもRFゲイン調整用トリマがついているので, アンテナに合わせて調整してください。

帯域幅は最大3.2Mspsまで設定できますが, そのまま受信すると復調信号が荒くなります。適当に幅を狭めるとよいでしょう。できれば2.4Msps以下がよいでしょう。

Startボタンを押すと受信を開始します。周波数を57MHzに設定すると, 受信信号が見えてくるはず(図5)。

ソフトウェアが表示する周波数をシフト表示する方法を簡単に紹介します。

HSDRは, 「Options」から, 「RF front-end frequency options & Calibration」を選び, 図6のように「SDR Down/Up Converter」に5000000と入力すれば, 表示が正しくなります。なお, SDR#も同じような機能があります(Shiftに-5000000と入れる)。

以前CQ ham radioの付録に付いたソフトウェア・ラジオに比べると, とても使い勝手が良くなりました。パソコンの操作だけで, スムーズにHF帯内をチューニングできます。

パソコンや周波数コンバータのスプリアスが出る場所もありますが, コスト・パフォーマンスを考えると我慢できると思います。

● 実用周波数範囲

この組み合わせで作ったソフトウェア・ラジオは, 理論上は0MHzから受信可能なのですが, 実用になるのは, およそ3MHz以



図5 HSDRで7MHzを受信した例(表示周波数は修正前なので、57MHzとなっている)

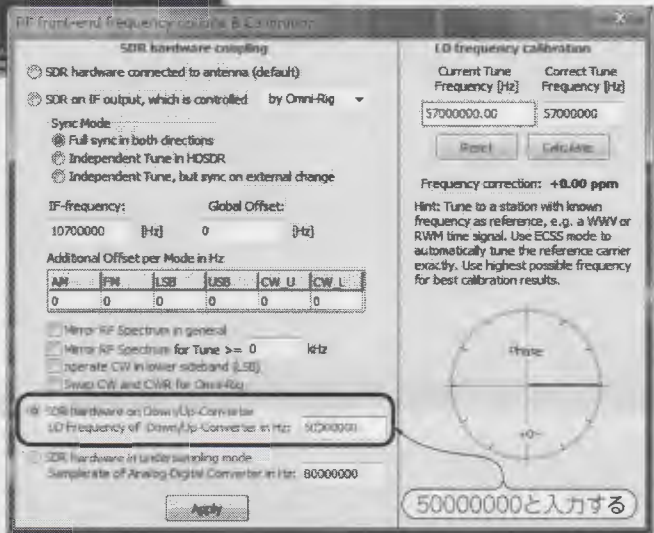


図6 周波数表示を修正する

上です(局部発振回路に使用している発振器のスプリアスの影響が大きいため)。

● パソコンのスペック

周波数コンバータのことではあ

りませんが、ここで紹介したTVドングルを使ったソフトウェア・ラジオを動かすためには、ある程度のパソコン・スペックが要求されます。Windows7以降なら、ほぼ大丈夫です(ただしメモリが少

ないと処理できないことがある)。WindowsXPを使っている方も多いと思いますが、その場合は、パソコンのCPU能力やメモリの容量によって動作できない場合があります。 CQ

パソコンで手軽に短波を受信しよう!

TVドングルを使ったソフトウェア・ラジオ体験キットHF版

近日発売! 9,800円 (限定販売、税込)

(実装済みアップ・コンバータ基板, ケース, TVドングル, 説明書, 説明用CD-ROMを含むセット。ドライバを使った簡単な組み立てが必要)

本稿で紹介したTVドングル内蔵ソフトウェア・ラジオ用周波数コンバータです。別途SDR用ソフトウェアが動作するパソコンが必要です。

■詳細は、CQ出版社販売部のページで <http://www.cqpub.co.jp/hanbai/kit.htm>