

音声デジピータを使った 可搬型無線中継器の試作 (試作 1 号機)

※記憶を頼りに書いてみました(笑)



2017年11月18日

JR5HJJ

ホームページ <http://wwwb.pikara.ne.jp/potter-2005/>

電子メール jr5hjj@jarl.com

■事の始まり

電子メールの記録を信じて(笑)、2014年6月8日に、ある会議へお邪魔させていただいた時、携帯電話が使えない山間部で無線の連絡を取るために設置している中継器が雷?で故障し使えなくなると非常に困るという話を聞いた。他にも南海トラフ地震の関連でいろいろと・・・。

そのような話を聞いている中、既存トランシーバに接続し、必要に応じて簡単に設置できる小型の中継器があれば・・・と思うようになった。

■簡単に設置できる小型の中継器をイメージする

スペースが狭くても設置可能で、簡単に運搬・設置できて、商用電源が無くても動作して、乾電池等でも長時間動作して、欲を言えば太陽電池で動作するような、中継所建設に比べてコストが安くて・・・言えばきりが無いが・・・(苦笑)

現実のところ、費用をかければそれなりの機能・性能・信頼性のある機械は手に入るようである。

特定小電力無線では、既製品の中継器があるし、トランシーバ自体が中継機能を持つ機種もある。実際にレジャー用としてもビジネス用としても既に設置されている。それらを使えば、今回のような中継器をわざわざ作らなくても良いのであるが・・・(それを言うと身も蓋もない(笑))

中継器として音声デジピータというのがある。音声デジピータについては以前から知っていたので、そういうイメージになるかな、と思った。

■音声デジピータについて

音声デジピータの詳細はインターネットで多数記事が公開されているので、それを見て欲しい。(苦笑)
記事をいろいろ読んでうちに、うん・・・作ってみようかな・・・という気になった。(笑)

■どんな中継器を作るか

① 既存のトランシーバに接続して使用できること

受信中か待機中かの判定はトランシーバの内部から信号を取り出すのではなく、トランシーバの外部で受信 LED の光をセンサで検出する方法と、受信時と待機時の消費電流の変化を検出する方法を試した。試作に使用したトランシーバでは受信 LED の光をセンサで取り込む際、センサへ照明の光や日光が入って誤動作したり、トランシーバ外部にセンサを安定して取付できないため、トランシーバの消費電流の変化をコンパレータで検出することにした。

受信音声による録音スタートストップ(VOX 機能)では受信時何らかの音声が無いと録音が終了してしまう。個人としては VOX 機能(音声による送受信切替)を便利には思っていないので今回は用いなかったが、後に時間があれば試してみようかな・・・(笑)という気持ちもある。

その他、トランシーバへの PTT 信号は、ハンドマイクやスタンドマイクの PTT スイッチに並列接続する方法とマイクの端子から音声信号に重畳して送受信切替する方法のいずれかとする。

※トランシーバ本体には手を加えず、無線設備の付属装置として申請(届出)して用いるものにする。

② 消費電力を極力抑える

今回の試作機は常設は考えず、商用電源の無い場所で仮設し電池により動作するものを考える。

③ モールス符号は使わない

第4級アマチュア無線技士でも使用可能にするため、音声デジピータの動作にモールス符号を使わない。また業務無線機での使用を考えてモールス符号を使わない。(従事者免許・局免許の範囲外となるため)よって、無線局の ID は音声で発報する。

④ 可搬型とする

付属品も含めて一人で人力運搬が可能なサイズにする。

音声デジピータと付属品1セットが一人で持ち運び可能なコンテナボックス等に収まるよう考える。

■設置場所 (案?)

今のところ常設は考えていない。需要も無いし。(苦笑)

耐久テストを兼ねて、どこかで短期間運用するのもいいかも知れない。

しかし、自宅以外で無人運転するのは簡単ではない。個人以外の山や河川敷等は占用許可が無いと無理か。

小型軽量であれば狭い場所でも設置しやすいが、見晴らしの良い場所へどこへでも持って行けるわけではない。一般にはロケーションの良い場所は標高が高かったり遠ければ自動車が必要になるし、車道が無いと自動車で行けないし、非常時に自動車が通行可能であるとは限らない。途中まで自動車で行って、途中から徒歩等になる恐れもある。

高くて見晴らしが良ければ、混信を受けたり妨害を与える恐れもあるので、必ずしも良いとは言えないが、アマチュア無線の場合、業務無線と違って使用可能な周波数が多いので、VHF以上の周波数であれば呼出周波数や非常通信周波数を避けて適当な周波数を選ぶのも良いかも知れない。

まあ・・・とにかく、どのエリアで通話を確保したいか、は、その時になってみないとわからないが、自分が住んでいる地域が徳島市なので主に徳島市や周辺地域で中継するには、どこに設置すれば良いか考えてみた。被災時、そこへ行けるかどうかわからないが・・・。



図1 設置場所 (案?)

アマチュア無線家の中には移動運用でいろんな場所からの交信可能エリアについて体感し知っている OM さんがいるから、そちらへ聞いた方がいいかも。(^^)

■設置場所（アホかおまえは！と言われそうであるが(笑)）

いわゆるラグチュー(雑談)でなければ、限られた資源(電波・周波数)を分け合って譲り合って使うということを考えて、1局で広いエリアをカバーしても良いわけで……。しかし、業務無線なら無駄なことは言わないので大丈夫かも知れないがアマチュア無線やレジャーになると我先と周波数の争奪戦が起きるかも。

いやいや、30年前のハムに比べれば今のハムは紳士的で(苦笑)争奪戦は起きないと思う。しかし、違法局や悪意によるレピータ妨害は現在もあるらしい。

悲観的なことを考えても仕方ないので……。さて、徳島の局同士の交信を中継するための中継ポイントが徳島に無ければならないことは無い。和歌山にあってもいい。←ちょっとハードル高い。(^^;)

近畿の局同士の交信を中継するための中継ポイントが徳島市内の……。眉山にあってもいいのではないかと。←これもハードル高い。(苦笑)

でも、VHF・UHF帯の電波の伝搬をイメージすると、もしかしたら、そうした方が必要なサービスエリアを容易に確保できそうな気がする。現実にはアマチュア無線の144MHzや430MHzでは徳島から近畿地方のあっちこっちの局と交信できる。

有志によって設置運用されている特定小電力無線のレピータは日本各地にあるらしい。

ネット情報では特定小電力無線のレピータが徳島県では剣山にあつて、剣山レピータを中継して交信しているのは四国外の無線局が多いようである。UHFの電波の性質上そうなるのは自然だと思う。パワー10mWでもレピータを使うことで遠方との交信が実現できている。



図2 近くのレピータより見通しの効く遠くのレピータ？

※あくまで、イメージです。(^^;)

■試作した音声デジピータと既存トランシーバとの接続

既存トランシーバ内部には手を加えないという条件で考えた。

音声デジピータを付属装置として申請するため。

既存トランシーバ内部に手を加えると壊す恐れや正常に動作しなくなる恐れがあるため。

内部に手を加えなくても想定されていない方法で接続すると回り込み等で故障や誤動作する恐れがある。

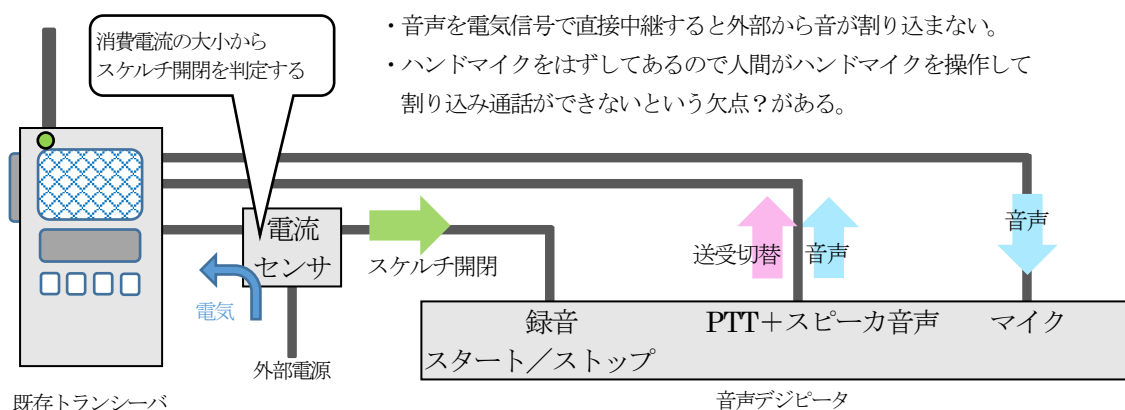


図3 既存トランシーバとの接続をイメージ

■試作した音声デジピータの構成

音声デジピータは、トランシーバが受信するか否かを判定し、受信中であれば音声を録音し、受信が終了すると録音した音声を再生し、これを電波に乗せて発射する。

音声の録音再生はネットで参考になる製作記事の多いAPR9600というICを用いることにした。

音声録音再生ICはいろんなメーカーがいろんなICを出しているが、IC単体で容易に購入できるのはAplus社のAPR9600とNuvoton Tecynology社のISD1730PY、ISD1820PYしか見当たらなかった。

試作としてはAplus社のAPR33A3やNuvoton Tecynology社の別のISDシリーズを試してみたかったのであるが、基板やモジュールとして販売されていて、IC単体の購入が困難だった。

トランシーバが受信するか否かの判定、トランシーバの送受信切替、APR9600のコントロールはPIC Peripheral Interface Controller(パライフェラル インターフェイス コントローラ)を12F629を用いることにした。試作中は12F629-I/Pで後に12F629-E/Pに変更した。

トランシーバの消費電流の監視は単電源のコンパレータIC LM393Nを用いることにした。

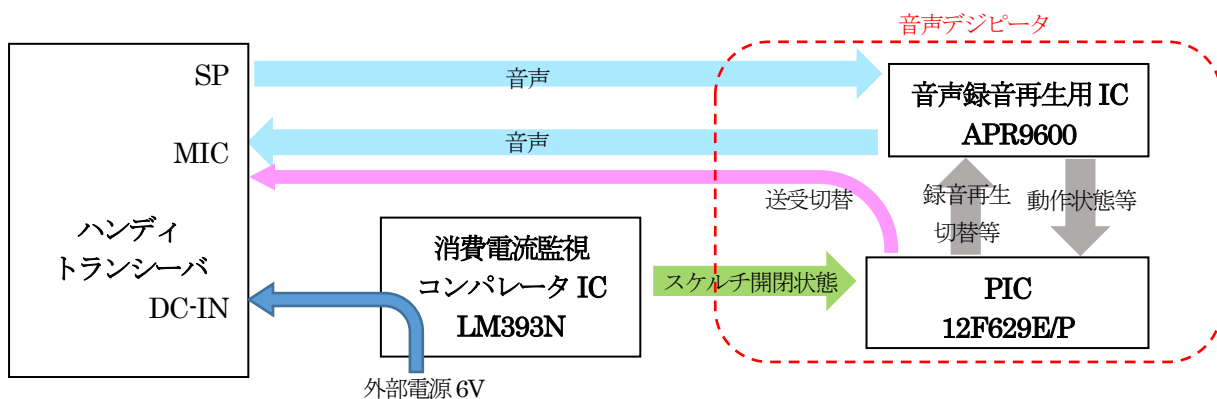


図4 試作した音声デジピータの構成

■録音時間

多くの録音再生 LSI では AD 変換してデジタル録音するのではなく、録音した音声の波形(瞬時値)をサンプリングして電圧の大きさをアナログのままフラッシュメモリのセルに書き込んでいるように思う。標本化(サンプリング)はするが、量子化(デジタル化)はしていないらしい。

フラッシュメモリのセル数には限りがあるのでセル数とサンプリング周波数で録音可能な時間が決まる。

大きなメモリ容量があれば長時間録音可能で長時間録音できる方が便利だとは思いますが・・・。

音声デジピータは受信した音声を録音しては再生しながら送信する中継方式で、中継地点に人間がいて伝言するようなやり方である。よって音声デジピータを経由の交信では通常の交信には無い待ち時間が生じる。

長時間録音が可能であれば、1回で伝えられる内容は多くできるが、待ち時間が長くなると、すぐに了解が返らない分、イライラしたり不安になることが考えられる。

短すぎても交信に支障が出る。例として次のようなメッセージを送信することを想像してみる。

「CQ、CQ、CQ、こちらは ジュリエット、ロミオ、ファイブ、ホテル、ジュリエット、ジュリエット、音声デジピータ経由、受信します」

約 10 秒必要だと思う。「CQ、CQ、CQ」が「CQ ○ メーター」でもあまり変わらないと思う。(笑)

やはり最低 10 秒は録音できないと支障が出ると思う。

しかし、10 秒のメッセージを送信した後、それに対する「了解」が戻ってくるとすれば、どんなに早くも自分のメッセージ送信後 10 秒以上待たないといけない。

20 秒のメッセージの場合、自分が送信し終わって、「了解」が戻ってくるのは 20 秒以上後になる。

どうだろうか。長時間録音できるからと言って必ずしも 1 メッセージを長くするのは好ましく思えない。効率の良い交信を短時間で言う方が好ましいと思う。

今回使用した APR9600 はメッセージの録音にチップ内のフラッシュメモリを使用しているが、他の音声録音再生 LSI で個人で入手できるものもフラッシュメモリを使用しているモノが多い。

音声デジピータは受信メッセージを録音後直ちに 1 回だけ再生しながら送信し動作を終了するので、受信メッセージを記憶する素子はフラッシュメモリである必要は無いが、自局呼出名称をあらかじめ録音しビーコンを音声で送信する場合はビーコンのフレーズを記憶するためフラッシュメモリである必要がある。

今回はフラッシュメモリを 2 分割し、一つは中継音声録音に、もう一つは自局 ID 録音に割り当てた。

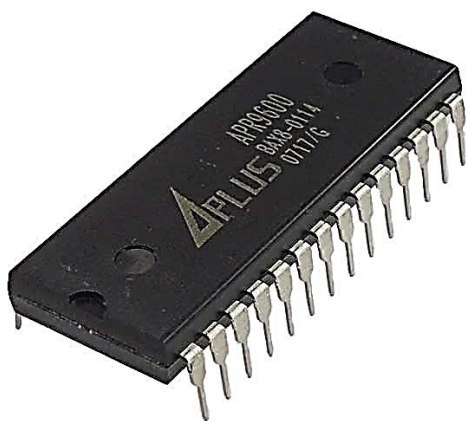


写真 1 APR9600 の外観

※自局呼出名称をモールス信号により送信する場合は PIC による符号発生が可能であるため、メモリを 2 分割して使用する必要はない。

フラッシュメモリは書込回数に限りがある。記憶セル単体の書込回数は少なくても 1000 回～多くても 10000 回という情報がある。通常、特定の記憶セルに書き込みが集中しないように使用することでチップとしての寿命を延ばす方法がある。

※音声録音再生 LSI でなくシリアル EEPROM と PIC の A/D 変換機を組み合わせた音声デジピータというものアリかも知れない。

■PIC (Peripheral Interface Controller(ペリフェラル インターフェイス コントローラ))

PIC のどれを使うか・・・極力小型に仕上げたいし、今までに製作で使ったことのある 8 ピンの PIC12F629 を使いたいが、電源以外は 6 ピンであり、消費電力を抑えるためには外部に水晶振動子か抵抗・コンデンサをつないで動作させる必要がある。RC モードを使用しても、それで 1 ピン必要となるため、デジピータの動作には残った 5 ピンしか割り当てできない。

まあ・・・一つのピンを入出力両方に使うというテクニックもあるが・・・5 ピンでデジピータを操作させることを考えてみた。

APR9600 を使用した音声デジピータをコントロールするには

- ① 録音・再生のモード切替
- ② メッセージ 1 の制御(中継音声の録音と再生スタート)
- ③ メッセージ 2 の制御(ID 音声の再生スタート)
- ④ APR9600 の Busy 信号取り込み
- ⑤ 無線機の送受切替
- ⑥ スケルチ開閉信号取り込み

以上、6 つの信号が必要になるが、再生は送信中だけの動作であり、①再生モードへの切替と⑤無線機の送信への切替が一つの信号で共用可能だと考えると、5 ピンで足りる。

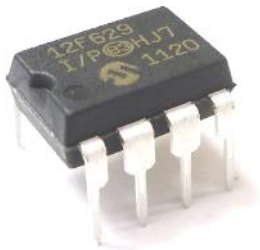


写真 2 PIC12F629I/P の外観

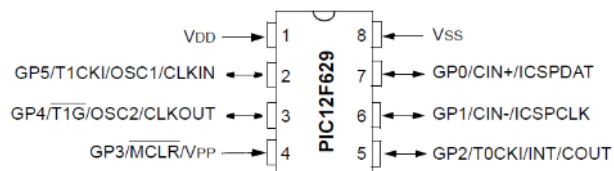


図 5 12F629 のピン配置

- ・ 8ピンフラッシュベース←何回も電氣的に消去書き込みができる
- ・ 8ビットCMOSマイクロコントローラ

=主な仕様=

- ・ プログラムメモリ：1024ワード←たぶん足りるだろう(笑)
- ・ SRAM：64バイト←今回は充分足りる
- ・ EEPROM：128バイト←今回は使わないが将来使ってもいい
- ・ I/O：6←今回は5つをI/Oに使用し、1つはRCモードのクロックに割り当てる
- ・ コンパレータ：1←今回は使わない
- ・ タイマー：8ビットx1、16ビットx1←クロックを分周して時間の処理するのに使う

※パッケージ：DIP8ピン

回路検討中、無線機の送信・受信・待機の各状態を取り込みするのに消費電流の変化をPICのコンパレータを使って取り込むことを考えたが、取り込み予定の電圧は10mV程度の電圧に対して数mVの変化を知る必要があり、PICのしきい値の設定ができない(電源が5Vの場合、しきい値は0.208V以上で設定可能であるらしい)と判断した。

12F629はGP3(4番ピン)が入力専用なので、GP3を無線機の状態またはAPR9600の状態取込用としてGP3を割り当てて、他のピンは別の用途に割り当てた。

■ブレッドボードでPIC単体の動作確認

PICとその周辺回路を組んでからテストする前に、PIC単体でテストしたら方が良いと判断してARDF用IDジェネレータの試作と同様、PIC単体の動作テストをブレッドボード上で行った。あまり複雑なことはやっていないし、高速の信号処理も必要ないのでブレッドボードで問題ない。

スケルチのON/OFFを手動で設定して、テストしてみた。毎度のことであるが(笑)、そう簡単には思ったとおりに動かない。それでもPIC単体で期待したとおりに動いていると思うようになった段階で、ブレッドボードへ周辺回路も追加して動作させてみた。

■PIC周辺の回路をブレッドボードに追加

APR9600と12F629をブレッドボードに乗せて周辺回路も組んでみたがうまく動かない。

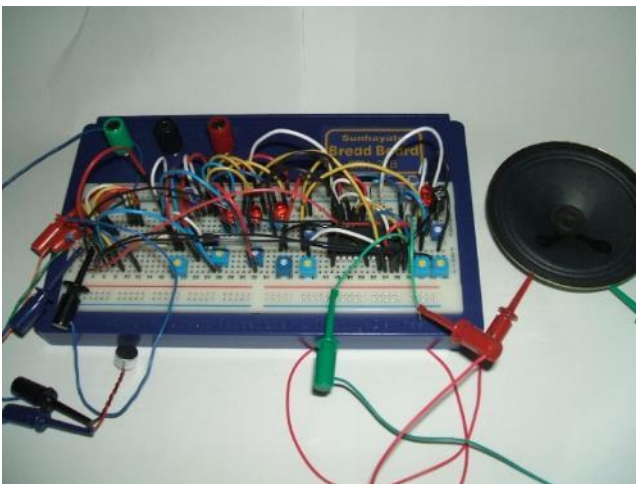


写真3 音声デジピータのブレッドボード上テスト

どうも、APR9600に与える信号のパルス幅やAPR9600から返ってくる信号のタイミングが思ったより遅いようで・・・。

APR9600の説明書にはクロックの何サイクル分の待ち時間や与えるパルスの時間等書かれている。PICの処理速度に比べるとはるかに長い時間になり、APR9600の動作時間やタイミングを考慮したプログラムが必要になる。トランシーバとやり取りするスケルチやPTTの信号のタイミングも考えながらプログラムを手直ししてみた。

信号の変化のタイミングをオシロスコープで測定しながら、PICで指令を出すタイミングを検討し、プログラムを手直しして行くと期待した動作をするようになってきた。

■テスト機

手持ちのタカチの樹脂ケースSW-100Sがあって、音声デジピータの回路が取りそうだったので、テスト機として1個作ってみた。基板はサンハヤトの感光基板NZ-P10K。(だったと思う(苦笑))



写真4 中継器試作前の?テスト機?

左のテスト機でいろいろとテストした後、温度カテゴリ105°Cのコンデンサや難燃樹脂ケースSW-N100Gを使った試作機を2組作った。

■トランシーバとの信号授受(音声や PTT など)

ジャックを用いて電氣的に接続する場合はメーカー機種別に回路を検討する必要がある。

トランシーバにはスピーカやマイク、または外部スピーカや外部マイクのジャックがあるので、音声デジピータとの音声授受はそれを利用したいが、ジャックが無い業務用無線機への接続やメーカー・機種別にトランシーバのジャックの形状が違うこともある。そこで、無線設備のスピーカやマイクに空気を通して授受する音響カプラのようなものを考えてみた。



写真5 音声デジピータ用音響カプラ？

スピーカやマイクのユニットを樹脂製ケースに収納し、プラグ付きコードで音声デジピータへ音声を受受するアタッチメントを試作し、手持ちのハンディトランシーバの近くに転がしたり輪ゴムで固定するなどして音声デジピータと組み合わせて動作させてみた。

中継された音声は2回空気を通すためか、やや音質は悪いように思うが支障が無いようだ。

このアタッチメントでは音声の授受について電氣的な接続は無いいため、電氣的接続による不具合は生じないであろうし、無線設備のジャック有無やジャック形状の違いに対して、ある程度自由度があると思う。

アマチュア無線のハンディトランシーバは外部マイクの入力に PTT 信号が重畳されていることが多い。

外部マイクの端子で MIC と GND(MIC)の間を抵抗を通して電流をいっくら流すと PTT ON となりトランシーバが送信状態になる。PTT ON になる抵抗値はメーカー機種により異なる。

昔、固定機のトランシーバでマイクの GND と PTT の GND が同電位になっていると思い込んで自作のスタンドマイクを接続し、トランシーバを壊したことがある。(苦笑)

このことを考えると、特に固定機では音声の回路はコンデンサで交流のみ授受し、PTT の回路はフォトカプラやリレーによる無電圧接点などを用いて音声の回路と切り離し可能とした方が良く思う。

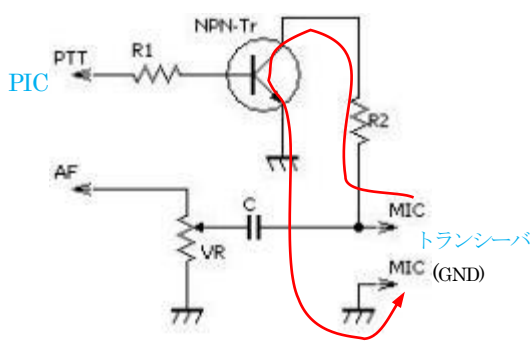


図6 ハンディ機専用ならこれで可能か？

PIC等から出力する PTT 信号を Hi にすると R1 から NPN-Tr のベースに電流すとトランシーバの MIC から R2、NPN-Tr のコレクタエミッタを通して電流が流れ、受信から送信に切り替わる。
※送信時に PIC から流出する電流はトランジスタを駆動するだけなので小さい。

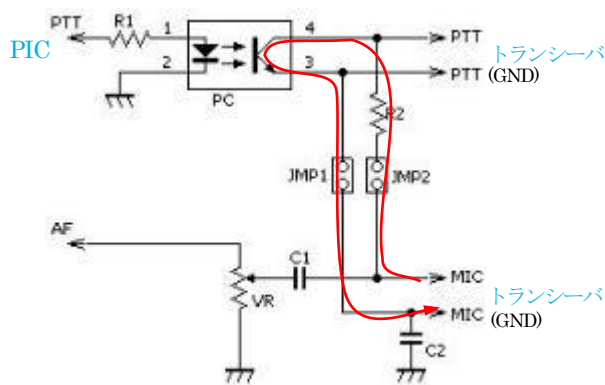


図7 固定機にも使うならこれで可能か？

PIC等から出力する PTT 信号を Hi にすると R1 からフォトカプラに電流が流れフォトカプラが ON になる。トランシーバへの MIC と PTT の回路を電氣的に切り離したいときは JMP1・JMP2 を切り離す。
左の図6と同じように MIC に PTT 信号を重畳させたいときは JMP1・JMP2 を接続する。
※送信時に PIC から流出する電流はトランジスタを駆動する時より多くなる。

■スケルチ開閉状態の取り込みについて 1

これが一番手間がかかるように思う。(笑)

トランシーバの回路図を調べてスケルチの回路に電線をつないで信号を引き出す？できたとしても、あまりやりたくはない。受信中を示す信号そのものだから確実な動作を期待できそうに思う反面、引き出した配線からノイズや誘導の影響を受けそうで不安もある。

他の方法として受信中に点灯する LED の光をフォトトランジスタ等の光センサで捉えてはどうか・・・。



写真6 DJ-S12のLED表示

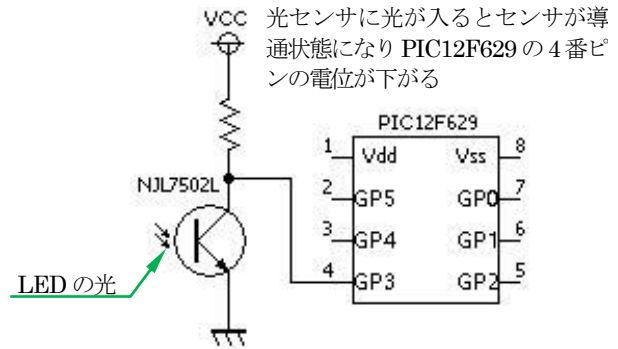


図8 LEDの光の取り込み

作ってみた。(笑)

透明の薄い樹脂の板に光センサをホットボンドで固定したものや、タカチの SW-15S という樹脂ケースに光センサを収納し受光部周辺を角材で囲ったり・・・。

光センサにはフォトトランジスタ NJL7502L を使ってみた。音声デジピータと組み合わせて使ってみたが・・・屋内ではちゃんとスケルチの開閉を取り込めるが・・・トランシーバとセンサの隙間からたまに蛍光灯の光が入ったり、直射日光でなくても太陽の光が入って誤動作することがあった。

この方法では、よほど機械的精度を上げて余分な光が入ってこないようにしないと・・・。

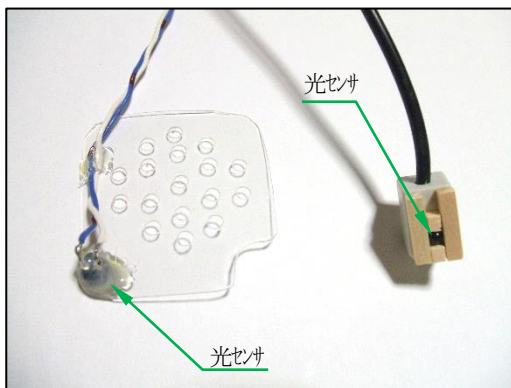


写真7 光センサ部の試作



写真8 光センサの取付

輝度の大きな LED を使っているトランシーバであれば光センサの感度を下げることで他の光の影響を軽減できるかも知れないが、光センサの位置が振動等によりずれることもあるので、負荷電流によるスケルチ開閉検出も考えてみた。

■スケルチ開閉状態の取り込みについて 2

さて・・・スケルチの状態を知るのにトランシーバに流れる電流の変化を捉えれば、既製品の電流センサを使う方法もあるが、容易に手に入る部品で安く、と考えると単に電源の配線に抵抗を直列接続して生じる電圧降下を捉えるのが作り易いと思う。

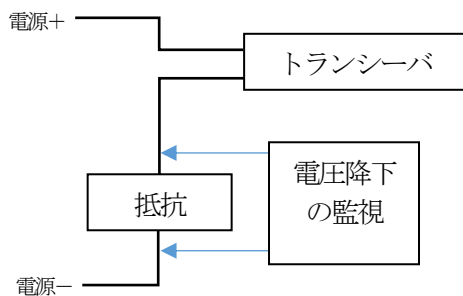


図9 マイナス側で電圧降下の監視

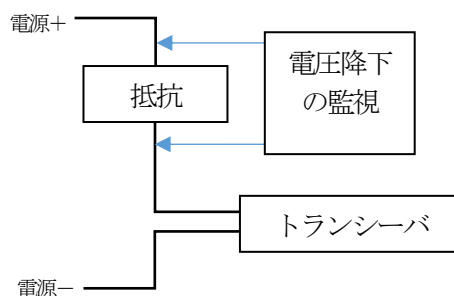


図10 プラス側で電圧降下の監視

抵抗を電源のプラス側へ入れるかマイナス側へ入れるか・・・12V系の電源であればマイナス側が接地だろうから、マイナス側の電位が安定しているだろうか・・・マイナス側に抵抗を入れて電圧降下を監視することにした。

抵抗の値はどうか・・・待機・受信中の電流は少ないが、送信中は大きな電流が流れる。抵抗を大きくすれば電圧降下が大きくなるので電流の変化はわかりやすいが、その分、トランシーバに供給される電圧が大きく変化するので、送信時に空中線電力が低くなるか、トランシーバが停止に至るか。トランシーバの設定でバッテリーの保護をOFFにしておくと、少々電圧が下がっても停止には至らないと思う。

抵抗が小さいと電圧の変化が少ない分、スケルチ開閉の判定がしづらくなるだろう。

手持ちのトランシーバを取扱説明書で確認してみた。

表1

機種	出力設定	出力	消費電流	
DJ-S12	Lo	約0.5W		左の数値は外部電源6V時 外部電源の動作範囲は3V~6Vと書かれており、6Vより低くても動作可能。
	Hi	約2W	0.8A	
DJ-S42	Lo	約0.5W		
	Hi	約2W	1.0A	
IC-S25	Lo	0.5W	1.0A	左の数値はBP227装着時 PB-227は7.2V付属リチウムイオン電池 外部電源の動作範囲は5.5V~11Vと書かれており、11Vより低くても動作可能。
	Mid	4.0W	2.0A	
	Hi	7.0W	2.6A	
IC-S35	Lo	0.5W	1.2A	
	Mid	2.0W	1.6A	
	Hi	5.0W	2.0A	

上の表を見て考えると、トランシーバの動作可能な範囲で電源の電圧を落とせばトランシーバのメーカー・機種・設定の違いがあっても出力をLoにして電源の電圧を低めにするなどすれば1A出せる電源で何とか動かせるかなと思った。VHF・UHFの運用を考えるとパワーよりロケーションの方が重要だと思う。

■電流センサの試作

抵抗にはセメント抵抗を用いることにした。安いし、多くのパーツ屋さんで扱ってるだろう。小さいのは 0.1Ω からあるらしい。DJ-S12 の消費電流を確認するとスケルチ閉時で 35mA 、スケルチ開時で 62mA 、送信はハイパワー 2W 出力時で 0.8A くらい。ざっと計算してみる。

0.1Ω のセメント抵抗で電圧降下を捉えると
スケルチ閉時 $0.035\text{A} \times 0.1\Omega = 0.0035\text{V}$
スケルチ開時 $0.062\text{A} \times 0.1\Omega = 0.0062\text{V}$
送信時 $0.8\text{A} \times 0.1\Omega = 0.08\text{V}$

スケルチ開閉の判断を行うには $0.0062\text{V} - 0.0035\text{V} = 0.0027\text{V}$ の差を検出しないとイケない。わずかに 2.7mV の差である。送信時に 0.08V の電圧降下であれば、抵抗値をもっと大きくしてはどうか。

0.2Ω のセメント抵抗で電圧降下を捉えると
スケルチ閉時 $0.035\text{A} \times 0.2\Omega = 0.007\text{V}$
スケルチ開時 $0.062\text{A} \times 0.2\Omega = 0.0124\text{V}$
送信時 $0.8\text{A} \times 0.2\Omega = 0.16\text{V}$

スケルチ開閉の判断を行うには $0.0124\text{V} - 0.007\text{V} = 0.0054\text{V}$ の差を検出しないとイケない。

ちょっとしたノイズや誘導と変わらないレベルのような気がする。コンパレータ IC で安定して判定できるだろうか。実は、自作でコンパレータを扱ったことが無かった。電圧の比較にはコンパレータ、と聞いているが、そもそも、コンパレータって何があるの？という自作レベルである。(苦笑)

音声デジピータを動作させる PIC に入っているコンパレータは使えるか？後述の理由で今回は使えそうにない。やはり、PIC と別にコンパレータ IC が必要か。

ネットでコンパレータについて調べてみた。

いくつかあるが、LM393 という IC の記事がいくつか取り上げられていた。単電源でも動作する IC で、だいぶ前から出ている IC らしいが、現在でも無理なく入手できるようだったので、試してみることにした。



写真9 LM393Nの外観

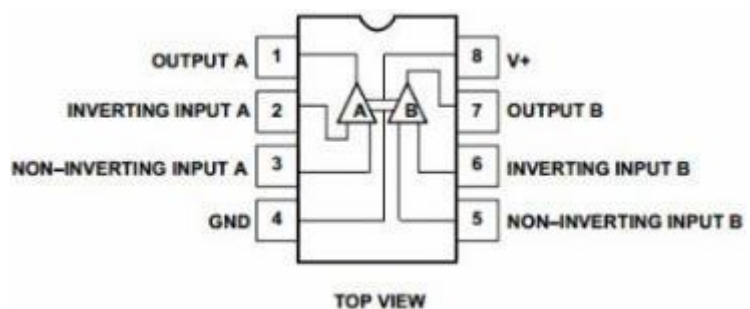


図11 LM393Nのピン配置

ブレッドボードで 10mV 前後の電位差を LM393N で判定させると 1mV の差でも安定して判定できた。どちらかというと、基準電圧を可変抵抗器により設定する方がシビアだった。回路の定数を考えるとき、必要以上に広範囲で基準電圧を設定できるようにすると調整が難しくなりそうである。

実験してみた。(笑)

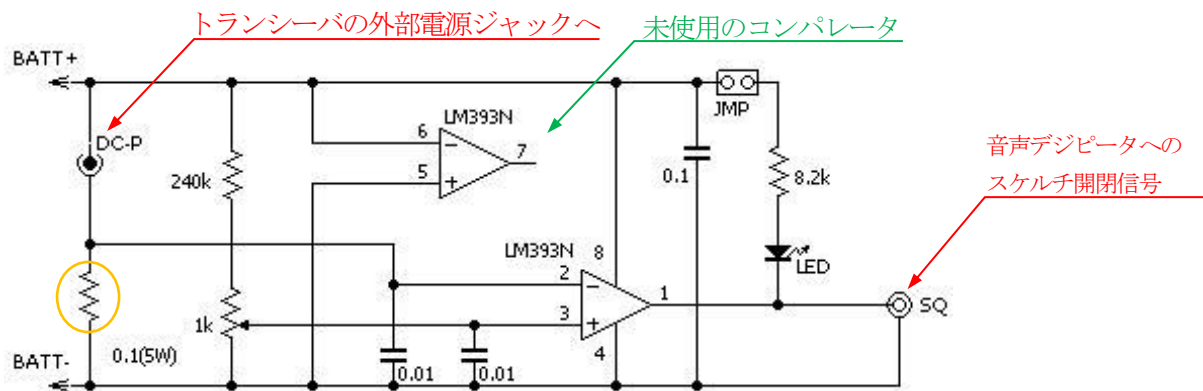


図 12 電流センサの実験回路

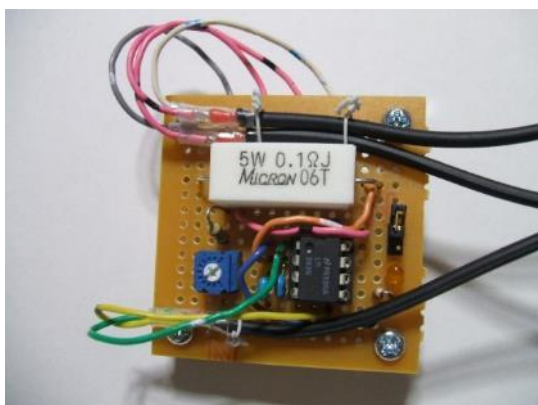


写真 10 電流センサの実験回路

電流センサにはセメント抵抗○を用いた。
 数値としては0.1Ωでも問題無く動作したが、判定に余裕を見る意味で後に0.18Ωとした。
 W数は5Wもいらないが形状の大きな方が機械的にも頑丈で温度に対する安定性(放熱など)が良いのでは?と考えた。
 電流センサの抵抗○の抵抗値を大きくして電流の変化を捉えやすくした時に送信中の電圧降下が大きすぎるのであれば、抵抗と並列にダイオードをつなげば電圧降下を0.6V程度に抑えられるように思う。

===マイナス側へ電流センサを入れた後悔?===

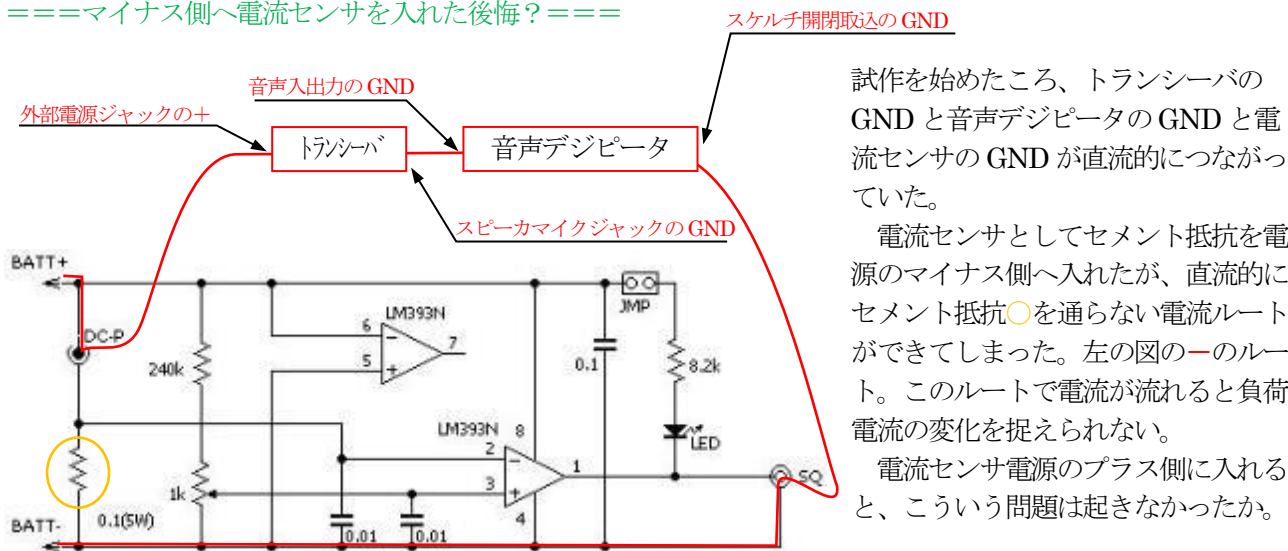


図 13 想定していなかった電流ルート

後悔?2

この回路ではセメント抵抗を電源のマイナス側へ入れて抵抗で生じる0V付近のわずかな電圧降下の変化を捉えているが、今回の試作で単電源のオペアンプやコンパレータは0V付近の電圧を判定するのが得意ではないことを知った。セメント抵抗を電源のプラス側へ入れてトランシーバにかかる電圧の変化を捉えた方が良かったかも知れない。

しかし、マイナス側がノイズや電位の面で安定しているだろうと考えてマイナス側へセメント抵抗を入れたので、そのまま使用することにした。

■ トランシーバの負荷電流

手持ちのトランシーバ DJ-S12 の負荷電流をアナログテスタで確認すると、針がピクピク動く。バッテリーセーブ ON の時は間欠受信しているからだろうか。間欠受信していても電流の大小でスケルチ開閉の状態が判断できれば問題は無かったのであるが・・・バッテリーセーブ ON になっていると、瞬間ではあるがスケルチが開かなくてもスケルチが開いた時より大きな電流が流れていることが分かった。詳細は下記のとおり。

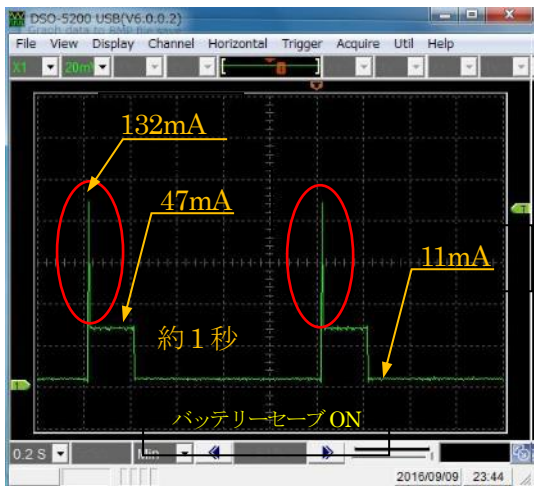


図 14

5Vの電源をDJ-S12の外部電源に接続し、電源線に0.68Ωのセメント抵抗を直列に接続した時のセメント抵抗の両端に生じる電圧を記録した。

左の波形はバッテリーセーブ ON 設定でスケルチは閉。セメント抵抗にかかる電圧は最小で 8mV 消費電流は 11mA くらい流れているだろうか。1 秒毎に 0.2 秒くらいの間 32mV くらいの電圧が出ているが消費電流にすれば 47mA くらいだろうか。

○の部分は一瞬(数 msec)90mV、消費電流では 132mA くらい流れているらしい。

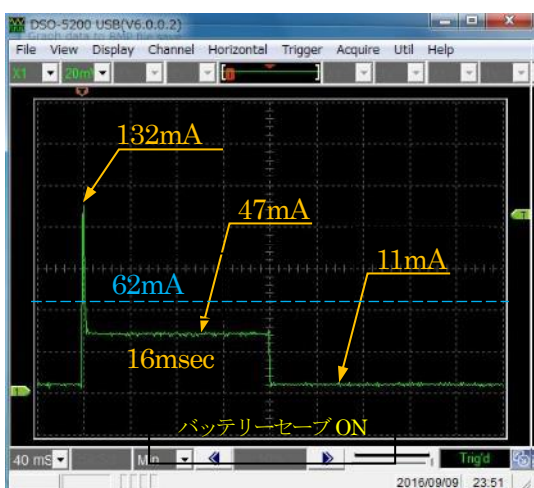


図 15

左の波形は上の波形で掃引速度を速くしたもの。スケルチ閉で消費電流が 47mA となる時間は 16msec くらいだろうか。

バッテリーセーブ ON でスケルチが開く(無変調受信)と左の図の青の破線の位置、消費電流が 62mA になる。

62mA 以上流れたらスケルチ開と判定すると、スケルチ閉でも 1 秒ごとに 132mA 流れる瞬間がありスケルチ開と判定してしまう。

音声デジピータのソフトウェアでこの瞬間を無視するよう処理するか・・・。

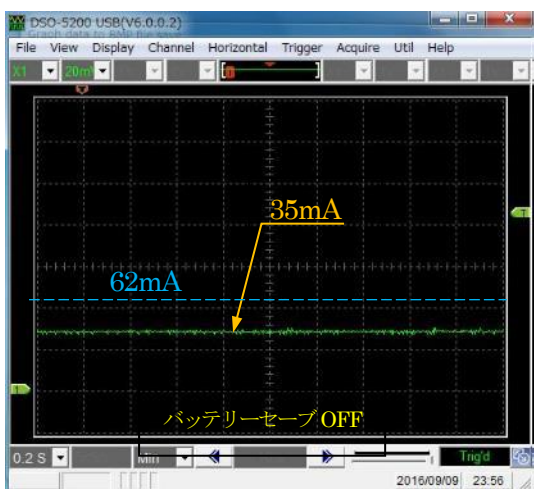


図 16

左の波形はバッテリーセーブ OFF に設定した時のスケルチ閉時のもの。消費電流にすれば 35mA くらい流れているだろうか。

バッテリーセーブ OFF 時、スケルチが開く(無変調受信)と左の図の青の破線の位置、42mV、消費電流にすれば 62mA くらいの連続した状態になる。電波を受信しているときはバッテリーセーブの設定に関係無く消費電流は 62mA くらい流れるようだ。

これらの電流の値は平均的に見ればアルインコから出ている DJ-S12 の取り扱い説明書どおりだと思う。が、時間的変動については、こういった測定をしておく必要がある。バッテリーセーブ OFF にすれば電流量だけでスケルチ開閉が判断できそうである。

ICOM の IC-S25 についても確認してみた。

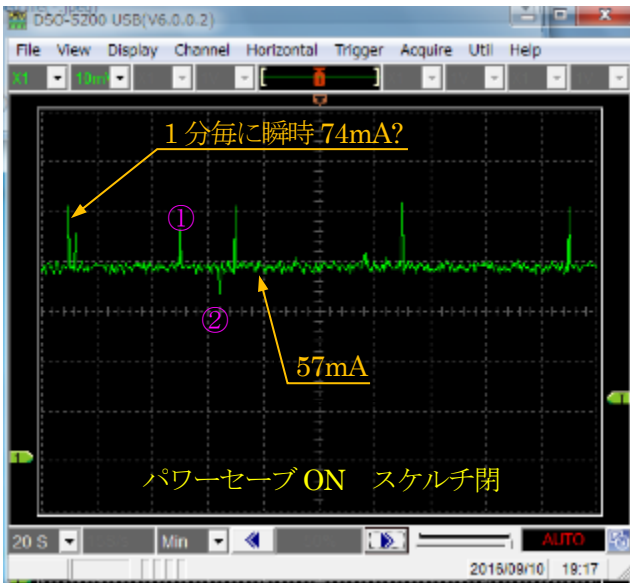


図 17



図 18

上の二つの図は IC-S25 の外部電源端子に流れる電流。
パワーセーブ ON にしても IC-S25 では外部電源には効いていないようだった。
DJ-S12 の時と同様に 0.68Ω の抵抗に生じる電圧を記録。掃引は $20\text{sec}/\text{div}$ 。感度は $10\text{mV}/\text{div}$ 。
小さい抵抗に生じる電圧なのでノイズの影響は少ないと思うが変なヒゲが出ている。上の図の①②③④ 等



図 19

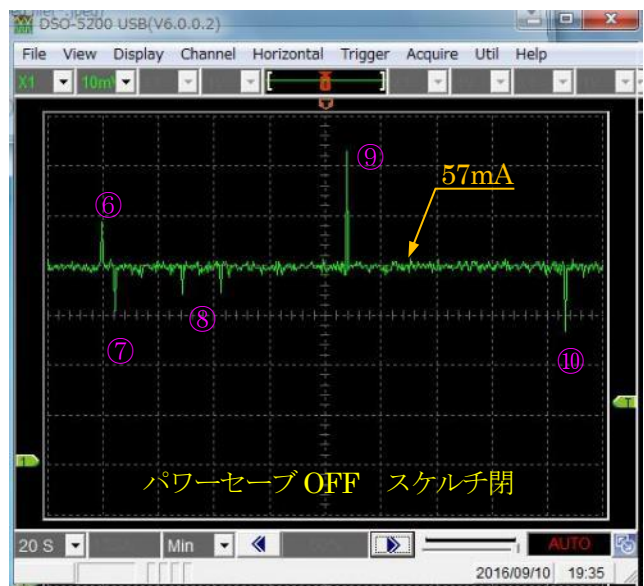


図 20

上の二つの図は IC-S25 のパワーセーブ OFF 設定で外部電源端子に流れる電流。
やはり変なヒゲが出ている。サンプリング速度によれば、もっとヒゲは出ているかも。上の図の⑤~⑩ 等。
パワーセーブ ON/OFF に関係無く上下にひげが出ているのでスケルチ開閉の判定が難しい。

IC-S25 の消費電流で消費電流が瞬間増加する変化については・・・解らなかつた。m()m。
測定のミスか、ノイズか、時々何かの回路が動作するのか・・・単純に負荷電流の変化を取り込んでスケルチの開閉を判定しようとする、ありがたくない事象であった。

実際に IC-S25 で消費電流の変化を取り込んでスケルチ開閉を知ろうとすると、電波を受信していなくても試作中の音声デジピータが瞬時録音動作してしまうことがあった(IC-S25 は瞬時何か電波を拾っていたのかも知れないが・・・)ので DJ-S12 を使って試作・テストを進めることにした。

消費電流の変化でスケルチ開閉を知ろうとすれば、電源の電圧が安定していないといけなないので、電流センサ付きの電源? を作ることにした。

スケルチ開閉を判定する基準電圧は の部分で設定する。

設定できる範囲は 0~LM317T の出力電圧の 1/241 まで。LM317T の出力が 6V の場合、0~約 24.8mV の範囲で設定できる。電流センサとして 0.18Ω の抵抗 を用いたのでスケルチ閉時の消費電流が 24.8mV/0.18Ω = 約 138mA 未満のトランシーバなら使用可能か・・・。

 のコンデンサはコンパレータの入力に対するノイズや誘導対策としてつけてみた。音声デジピータはトランシーバの近くやトランシーバに接続して使用するし、このセンサ付きの電源もトランシーバにつながっている。自局の電波の影響はあると思う。

 の LED は、このセンサ付き電源単体で基準電圧の設定・調整を可能にするため。電波を受信しスケルチが開いた時に LED が点灯するよう 1kΩ の半固定抵抗器でしきい値を設定する。

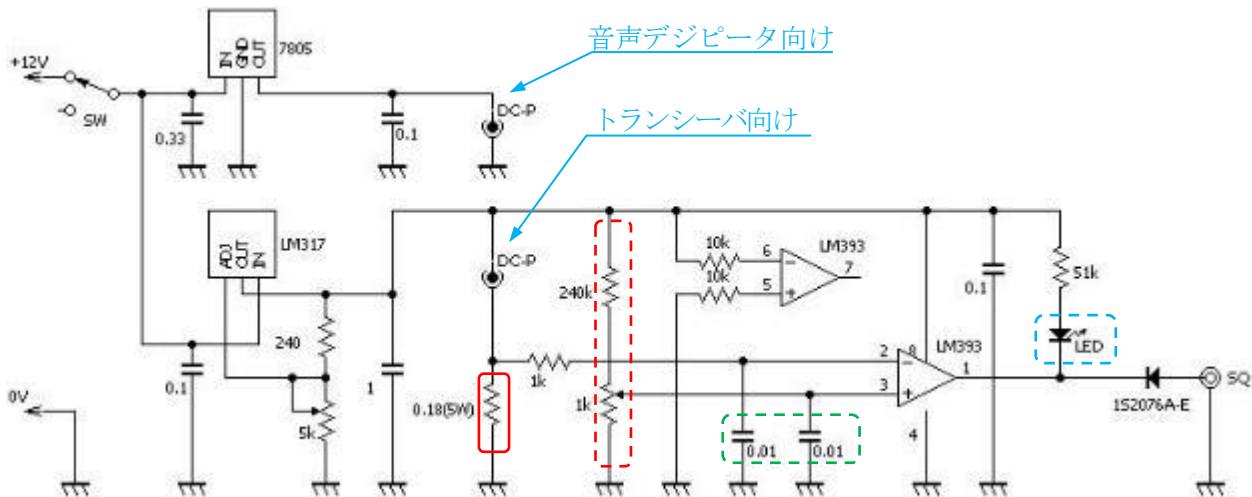


図 21 電流センサ付き電源の試作回路

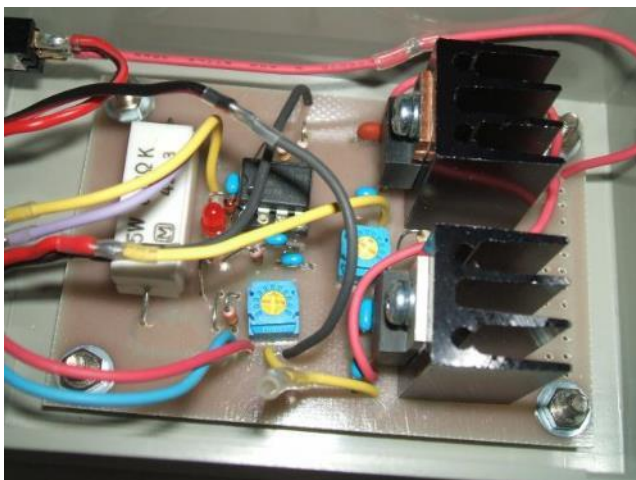


写真 11 センサ付き電源

センサ付き電源のケースはタカチの難燃樹脂ケース SW-N100G

ケースの外で 12V 電源側にヒューズを入れた。

基板につながる配線は耐熱電子ワイヤ。

コンデンサは温度特性 X7R、X8L を使用。

無線機の送信が無ければヒートシンクがわずかに暖くなる程度。音声デジピータと組み合わせて使用すると暖くなるのが、はっきりわかる。

やはり、金属ケースにした方が良かったか。(反省)

■センサ付き電源の難燃ケース内の温度上昇

スケルチ開閉状態を消費電流から知るため電源まわりに抵抗入ると送信時に熱が発生するし、電源の電圧安定化に使用しているレギュレータ IC からも熱が発生する。使用により、どのくらい温度が上がるだろうか。

ハンディトランシーバは防塵・防水の機能が充実していて樹脂やゴムで密閉されていて、内部の熱の放出は極力ボディの樹脂を薄くしたり、アンテナ向けコネクタ付近の金属を利用する等工夫されているように思う。

ハンディトランシーバは高出力で交信を続けると高温になる。内部は触れないほど熱いような気がする。

今回試作した電流センサ付きの電源も熱くなるだろう。さて・・・、どのくらいか・・・。

温度を確認する方法をいろいろ考えてみた、サーミスタを購入して抵抗を読む方法もあるが、手持ちのサーミスタが無い。遠い部品屋さんにサーミスタだけ買いに行くのも・・・通信販売で購入すると送料がもったいないし、今すぐ通信販売で購入したいものが無いし、気温を測るものでは上限が 50°C くらいまでで 60°C や 70°C あたりは測れない。何より直読したい。(泣)

ネットで調べていると気温よりはるかに高温が測定できて簡単なものがあった。揚げ物用の温度計。邪道にはなるが(苦笑)使ってみることにした。



写真 12 揚げ物用温度計

揚げ物用の温度計は先端にセンサがついて電池により動作し液晶表示で直読するものと、左の写真のように電池無しで中のバイメタルにより動作し目盛から直読できるものがある。細い筒の中にバイメタルが入っていて先端からある程度の範囲は油につける必要があるらしい。近くのホームセンターで税込 718 円で購入できた。

表面は金属で電気の流れる回路の近くで使うのは好ましくないが、物は試しである。

(爆)

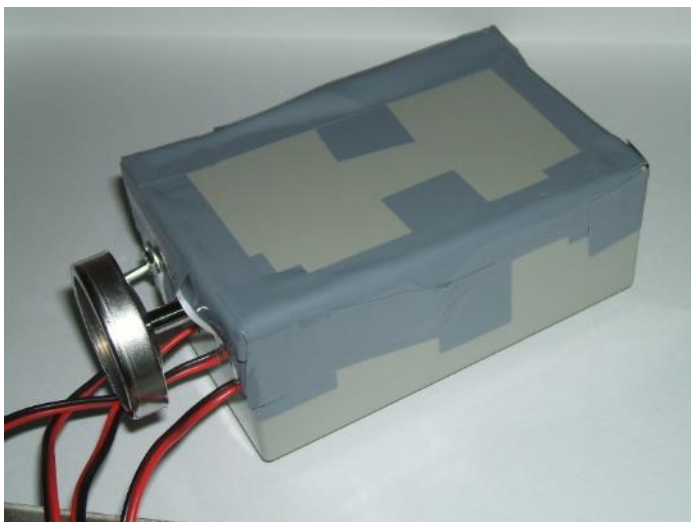


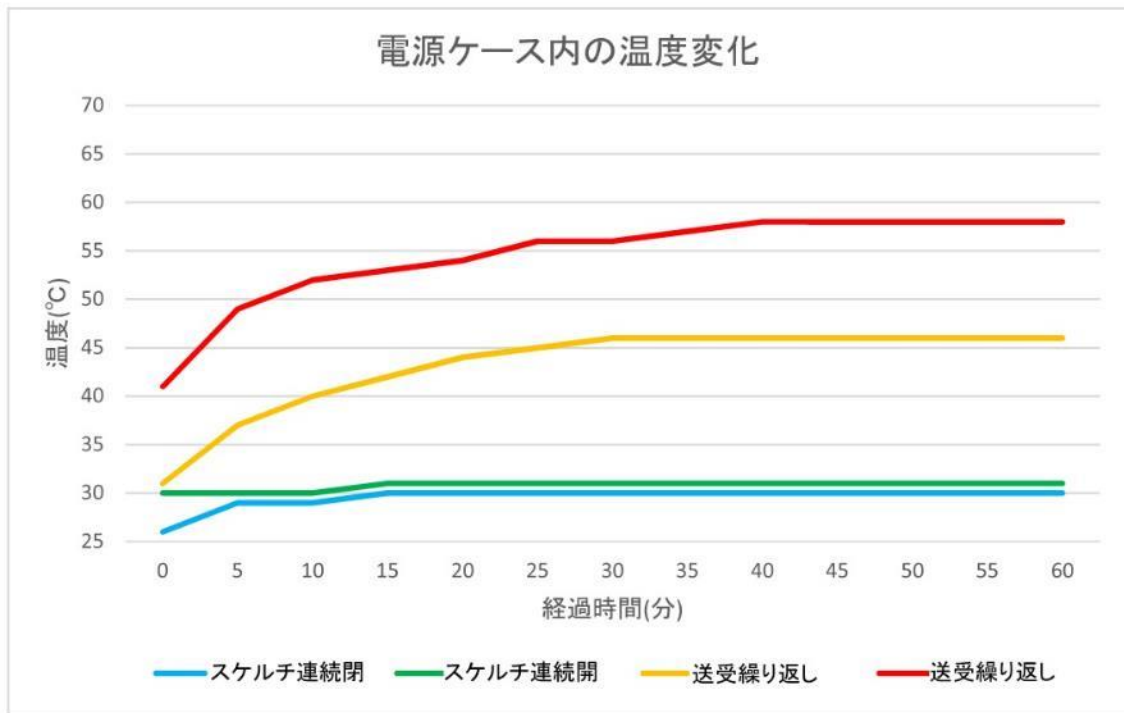
写真 13 揚げ物用温度計でケース内温度を測定中

ケース内の回路をショートさせない位置で、レギュレータのヒートシンクの上に温度計の先端が来るよう差し込んで、ケースをビニルテープで何重か目張りし測定してみた。

筒の部分の挿し込みが少ないとやや低めに指示し、必要以上に挿し込むとやや高めに指示する誤差があるらしい。

揚げ物用なら、先端 2cm~3cm くらいにバイメタルが入っているのだろうか。

左の写真の状態なら高めに指示されそうに思うが、それでも誤差か。



経過時間(分)	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
スケルチ連続閉での温度(°C)	26	29	29	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
スケルチ連続開での温度(°C)	30	30	30	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31
送信Loと受信の繰り返し時の温度(°C)	31	37	40	42	44	45	46	46	46	46	46	46	46
送信Hiと受信の繰り返し時の温度(°C)	41	49	52	53	54	56	56	57	58	58	58	58	58

グラフ 1

測定場所：屋内、2016年9月17日、エアコンあり、室温26°C前後

電源の電圧(レギュレータ LM317 の入力)：13V

DJ-S12 向けレギュレータの出力電圧：6V

DJ-S12 の送信出力 Lo 時のレギュレータ出力電流：約0.47A

DJ-S12 の送信出力 Hi 時のレギュレータ出力電流：約0.8A

送受信繰り返し時の送受時間間隔；送信 30 秒・受信(スケルチ開)30 秒の繰り返し

経過時間 0 分の温度は、測定開始時に、たまたま、その温度だった、ということ。

まず、スケルチ連続閉で測定し、続いてスケルチ連続開、その後送信出力 Lo で送受信を繰り返し最後に送信出力を Hi に変更し送受信を繰り返し測定を終了した。 今回の条件であれば

長時間の使用において、待機が続くならケース内温度は 30°C に

受信(スケルチが開いた状態)が続くならケース内温度は 31°C に

DJ-S12 の送信出力を Lo にして 1 : 1 の時間比で送受信を続けるとケース内温度は 46°C に

DJ-S12 の送信出力を Hi にして 1 : 1 の時間比で送受信を続けるとケース内温度は 58°C になるだろう、と、思う。

今回使用したタカチの難燃樹脂ケース SW-N100G は難燃であるが使用温度は上限 60°C。

実際の運用時を考えると屋内のテーブルの上でなく、小さいケースかコンテナボックス、あるいは車内に設置することが考えられるので、送信出力を Hi に設定した運用や高温になる場所ではセンサ付き電源のケースの蓋を解放した方が良いかも知れない。

推測ではあるが、レギュレータの出力で電圧を下げると消費電流は減るが、レギュレータ自体のドロップが増えるので発熱を抑える効果は期待できないように思う。

ケースの外でセンサ付き電源の入力にシリコンダイオードでもいくつか入れた方がマシかも知れない。(^^)

■温度対策

車内や屋外で高温にさらされることを想定して電解コンデンサはカテゴリ温度上限 105°Cの部品を選んだ。センサ付き電源のセラミックコンデンサは温度特性 X7R、X8L を使用した。

センサ付き電源の基板に直接つながる配線はヒートシンクが高温になると考えて耐熱電子ワイヤを使用した。耐熱電子ワイヤの仕様は

- ・ 導体太さ：AWG22（断面積：0.33sq 相当）
- ・ 導体構成：φ0.16mm×17 より線
- ・ 絶縁体：難燃架橋ポリエチレン
- ・ 仕上外径：約 1.36mm
- ・ 定格電圧：150V
- ・ 定格温度：125°C

試作で使用したレギュレータは LM317T で最大出力 1.5A まで。もっと細い電線で良かった。(反省)
試作途中、車載無線機の負荷電流も確認したりしたので、電流量を勘違いしたかも。。。(反省)

■焼損対策

何かの原因で部品が燃えるとすれば、一瞬で燃えて飛び散るか、燃え落ちるまで何秒かかかるか。今回試作機に使用したケースはタカチの SW-N100G。店によっては SW-N のケースが耐熱と表示されていることがあるが、タカチのホームページでは SW-N は難燃、SW-T は耐熱と表示されている。

難燃の SW-N のケースがどういうものだろうか。。。。

SW と SW-N の使用温度は-10°C~60°C、SW-T は使用温度が-10°C~100°C。

SW-N は 60°C を超えると変形の恐れがあるということだろうか？夏場の自動車の車内に置けないかも。

SW-T であれば自動車の車内においても変形しないと思うが、燃えだすと燃え続けるかも。

そう考えるとケースの変形より、燃える方が危険だと思ったので、難燃の SW-N を選んだ。

SW-N のケースは難燃性 ABS 樹脂 UL94V-1 と UL94V-0 となっている。SW-N100G は UL94V-0。

■強電界に対する対策

ハンディトランシーバと音声デジピータの距離が近いと至近距離から強い電波を受ける。

昔自作した安定化電源(入力 AC100V で外部から侵入するノイズ・誘導に対する対策は無し)を用いて音声デジピータの動作テストをした際、トランシーバが送信状態になると安定化電源の電圧が落ちトランシーバが停止する現象が時々あった。安定化電源は鉄とアルミのケースに入っていて、電源の回路が直接電波を受けた影響か、電源の配線から回り込んだかは不明。この時の電源とトランシーバの距離は 20cm くらいだった。



写真 14 パッチンコアの例

近年、ノイズ・誘導の影響を軽減を考えながら製作することが多くなったが、今回も回路や部品の配置、プリント配線等は外部からのノイズや誘導の影響を軽減するよう考えたところ、不具合は見られなかった。空中線電力が小さかったからかな。(苦笑)

空中線電力が大きいとケースを金属製にしても強電界の影響が配線を通して現れるかも知れない。

安定化電源の電圧が落ちる問題は、電源の出力側の配線に左の写真のような「パッチンコア」をかませると軽減できた。

仮設時にはアンテナ(垂直偏波時)の垂直面指向性を考慮して、なるべくアンテナの下方向に音声デジピータ・センサ付き電源などを配置するのが良いかも知れない。

■ハンディトランシーバに対する接地（高周波接地）の必要性

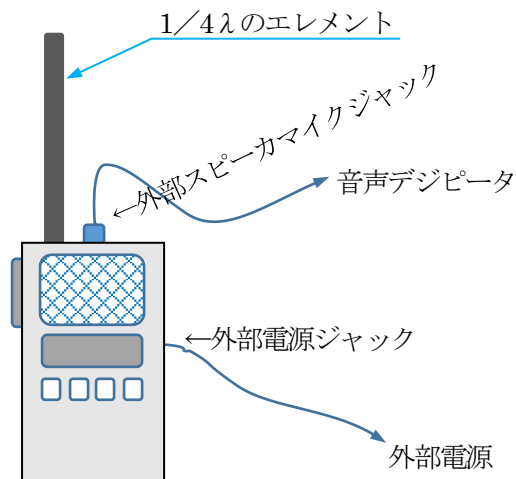


図 22 電線がエレメントになる？

ハンディトランシーバは人間が手に持って使うことを前提に設計されているようで、付属のホイップアンテナが1/4λのアンテナとして動作している場合、トランシーバの筐体を通して人体がグランド(接地)として働いているらしい。

トランシーバの筐体につながる導体(電線含む)があると導体がグランドとして働き、その導体に電流が流れるようで、音声デジピータや外部電源に使用しているレギュレータ IC へ悪影響の出る恐れがある。

動作に支障があれば前頁同様、パッチンコアを付けようと思うが、屋外試運転にはノンラジアルアンテナを用いたため、あまり問題無いように思う。

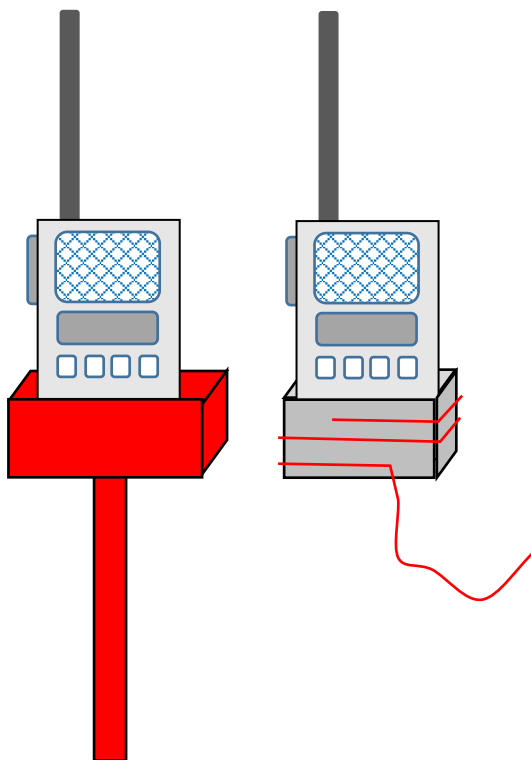


図 23 ハンディトランシーバの接地

ハンディトランシーバの付属アンテナを使ってトランシーバを手を持たず接地を効かせる方法を考えてみた。

左の図のようにトランシーバを金属製の台に載せるか、携帯無線機の下部分をアルミ箔などで巻いて電線を巻き付けて垂らしておくとか・・・

試していないので、何とも言えない。(苦笑)

■バッテリー

普通のアナログの FM トランシーバ等でカタログや取扱説明書を見ると、送信 1、受信 1、待機 8 の比率で電池での使用可能時間を明記しているものがある。電池がフル充電された状態から、この比率で連続運用したら、少なくとも〇〇時間は使用可能という見方をして良いのだろうと思う。

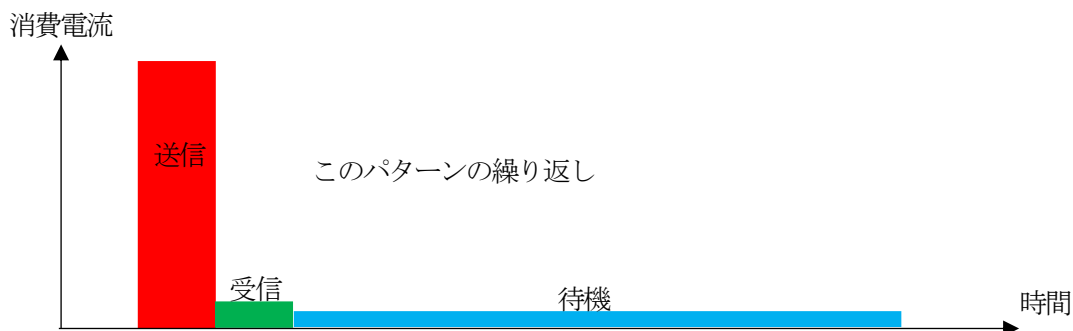


図 24 消費電流の変化

商用電源で運用している無線局が停電後の使用可能時間を〇〇時間確保したい、という場合は送信 1、受信 1、待機 8 の時間比率で電気の使用量からバッテリーの容量を計算するのだろう。恐らく安全率なども考えて。

DJ-S12 をハイパワー運用した時の消費電流は送信時 0.8A、受信時 0.062A、待機時 0.035A。音声デジピータの APR9600 の動作時消費電流は 25mA、PIC12F629 の消費電流は無視できるほど小さい。

今回電源は太陽電池とバッテリーの組み合わせも考えている。ネットでいろいろ調べたところ、太陽電池パネルを最適の角度で設置するとが 12 時をはさむ前後 3 時間で 1 日の 40% を発電するそうである。別の表現をすれば 1 日の 60% は 9 時以前と 15 時以後で発電している(発電可能)ということか？

何時にバッテリーに充電できなくなるか・・・仮に 16 時とする。何時からバッテリーに充電できるか・・・仮に翌日 8 時とする。この間、16 時間になる。

バッテリーだけの電力でハイパワーで送信 1、受信 1、待機 8 の比率で 16 時間運用すると

(送信(0.8A+0.025A)で 0.1 時間、受信(0.062A+0.025A)で 0.1 時間、待機(0.035A+0.025A)で 0.8 時間)の 16 倍

$$((0.8A+0.025A) \times 0.1H + (0.062A+0.025A) \times 0.1H + (0.035A+0.025A) \times 0.8H) \times 16 \approx 2.23AH$$

のバッテリー容量が必要になるだろうか。チャージコントローラの自己消費電流が無視できない場合はもっと大きな容量が必要か。

このバッテリー容量では、翌日 8 時以後も連続運用すればバッテリーは電力の残量が無いし、太陽電池の出力が小さいと中継器を動作させながらのバッテリー充電は難しいだろう。

2.23AH という容量は手持ちのトランシーバの付属バッテリーに比べると 1.5 倍以上の容量がある。2.23AH のバッテリー容量でローパワー運用した場合の動作可能時間を考えてみる。

1 時間当たりの所要エネルギーは

$$(0.47A+0.025A) \times 0.1H + (0.062A+0.025A) \times 0.1H + (0.035A+0.025A) \times 0.8H \approx 0.11AH$$

チャージコントローラの自己消費エネルギーは $0.01 \times 1H \approx 0.01AH$

動作可能時間は

$$2.23AH \div (0.11AH + 0.01AH) \approx 18.5H、約 18 時間使えるだろうか。$$

・・・どこか計算を間違っているかも知れないが・・・(^_^)

さて、どのバッテリーにするか・・・。悪い環境で、ということでオートバイ用のバッテリーを考えた。産業用のバッテリーは空調の効いた比較的環境の良い場所の使用でないとダメだろうと思っていたが、秋月電子通商で扱っている GS YUASA の PXL や PE、NP のバッテリーは推奨温度範囲が 0~40℃。行けそうである。(笑)

毎日天候が良くて定時連絡程度の運用であれば何とか2.23AHのバッテリー容量でも使えそうであるが、余裕を見て2倍くらいのバッテリー容量(5AH)がほしいところである。人力運搬で重すぎず、仮設時の重石にして軽すぎず、容量5AHあたりで・・・PXL12050。これにしよう！

最初はそう思ったが(爆)・・・(悲)うーん・・・ちょっと寸法が・・・このバッテリーは薄くも細長くもない。どちらかと言えばサイコロに近い印象だった。(苦笑)

ハンディトランシーバ、音声デジピータ、センサ付き電源、バッテリー、チャージコントローラを同型2つのプラボックスに分けて収納し太陽電池や工具とともに運搬することを考えていたので寸法が気になった。せめて一辺でも寸法が小さければ良かったのであるが・・・。

今回試作としてはプラボックスのサイズ・形状や運搬ケースへの収納、個人的な趣味？(これが一番大きい)などトータルを考えて(苦笑)2.3AHのバッテリーを使うことにした。

ハンディトランシーバ、音声デジピータ、センサ付き電源の3つをタカチのプラボックスBCPR212110Sへ収納することを考えていたため、チャージコントローラとバッテリーの2つもBCPR212110Sに収納したいという気持ちもあった。

表2 PXLシリーズ参考技術資料 (秋月電子通商ホームページから)

タイプ	シリーズ名	GSユアサ形式	公称電圧[V]	定格容量[Ah] 20時間率	外形寸法[mm]				質量[約 kg]	端子形状	端子位置	蓄電池設備形式認定	生産地
					長さ(L)	幅(W)	箱高さ(BH)	総高さ(TH)					
高率放電・長寿命タイプ	PXLシリーズ	PXL12023	12	2.3	178	34	60	65.0	1.0	F1	3	×	台湾
		PXL12050		5.0	90	70	102	106.0	2.0	F2	11	×	日本
		PXL12072		7.2	151	65	94	98.0 103.0	2.8	F1 F2	3	×	台湾
	REシリーズ	RE5-12		5.0	90	70	102	106.0	2.0	F2	11	×	台湾
		RE7-12		7.0	151	65	94	97.5	2.7	F2	3	×	台湾
		RE12-12		12.0	151	98	94	98.0	4.2	F2	3	×	台湾
		RE7-6		6	7.0	151	34	94	98.0	1.4	F2	2	×

■太陽電池

以前、太陽電池やチャージコントローラを購入し使ってみて良かった会社の製品を改めて確認すると12V系で15Wクラスの太陽電池であれば最大0.87Aくらいの電流が出せるようである。12V系で8Wクラスの太陽電池であれば最大0.47Aくらいの電流が出せるようである。

DJ-S12をローパワー設定し、送信1、受信1、待機8の比率で運用すると1時間当たり $(0.47A+0.025A) \times 12V \times 0.1H + (0.062A+0.025A) \times 12V \times 0.1H + (0.035A+0.025A) \times 12V \times 0.8H \approx 1.27Wh$ 1日で $1.27Wh \times 24h \approx 30.48Wh$ の使用電力量となるだろうか。

チャージコントローラの自己消費電流は実測10mA程度。

$0.01A \times 12V \times 24h \approx 2.88Wh$ 、双方足して $30.48Wh + 2.88Wh = 33.36Wh$

33.36Whの電力量を正午前後3時間の6時間だけ12Vで充電可能とすれば

$33.36Wh \div (6H \times 12V) \approx 0.46A$ ←(苦笑)8Wクラスの太陽電池で最大出力が連続で出せても厳しい・・・)

の出力電流を維持できれば、充電が放電に追いつく。計算合ってるかなあ・・・間違ってるかも(^^)

天気に左右されるし、設置条件にもよるし、どんな回路にも損失があるので、そんなに上手くは行かないか。

15Wクラスが欲しいところである。でも本当に送信1、受信1、待機8の比率で長時間運用するか・・・？

15Wクラスの太陽電池は運搬ケースの収納や運搬を考えると少々大きい。送信1、受信1、待機8の比率での運用に対する疑問(苦笑)もあり長運搬・仮設・運用をイメージして、他の機材とともに運搬ケースにピッタリ(苦笑)収納できそうなサイズの8Wの太陽電池を使うことにした。



写真15 太陽電池とプラボックス内のチャージコントローラ、バッテリー

上の写真では、太陽電池は運搬ケースの内側に立てかけてあるが、直射日光が当たってなくても、すでに発電中のランプが点灯している。しかし、この置き方では発電したエネルギーは小さく大部分がチャージコントローラで消費されバッテリーを充電するには足りない。ここで使用しているチャージコントローラは自己消費電流が12mA以下となっていて、実測では約10mA、広告通りであるが、もう少し効率の良い？自己消費電流が1~2mAのチャージコントローラを選んだ方が良かったかも。(苦笑)

■トランシーバ・音声デジピータ・センサ付き電源のプラボックスへの収納

タカチのプラボックス BCPR212110S にトランシーバ・音声デジピータ・センサ付き電源を収納した。プラボックス内の固定はマジックテープを使ったので工具無しで着脱可能。



写真 16



写真 17 プラボックス内

※上の写真で音声デジピータとセンサ付き電源の難燃ケース SW-N100G に蓋がついていないのは、プラボックスの BCPR212110S の説明に耐熱・難燃に優れたポリカーボネート製という記載を見つけたため蓋無くてもいいか、と思ったから。

■アンテナと仮設

中継器を仮設したい場所での車載無線機と音声デジピータによる運用が確実でないことを考えると、ハンディトランシーバ、音声デジピータ、センサ付き電源、バッテリー、太陽電池、チャージコントローラ、アンテナなどをコンテナボックス等で保管し、セットで置いておくのが良いかも知れない。

アンテナの型式を考えてみた。本来は使う場所と必要なエリアで決まると思うが、取り扱い易さという面で考えるとモバイル用のホイップアンテナが良さそうである。

試作を始めた頃は同軸ケーブルで製作したスリーブアンテナを巻いてコンテナボックスへ収納することを考えたが、仮設場所でアンテナを吊るための支持物や構造物が必要になる。またスリーブアンテナを含め、可搬型の自作アンテナは、とちらかと言えば、機械的に構造が弱く、防水の面でも弱点が多くなりがちだと思う。

市販のアンテナは比較的小型で機械的強度も防水性能も良い。コンテナボックスに入らなくても、かさばらないものを用意すれば良いような気がしてきた。(笑)

市販の基地局用アンテナはパイプへ取付する製品が多いようで、パイプへ取付するための金物が付属しているらしい。エレメントはグラスファイバー等で保護されているし耐候性は良いと思うが受風面積は大きい。

コンテナボックスなどを用いて仮設することをイメージしてみる。受風面積が大きいと強風で転倒するかも・・・という問題を感じた。モバイルアンテナは走行中の風の影響を軽減するためか、長さの短いものが多く、エレメントが細い。少々長くなるがノンラジアルのホイップでどうだろうか。

いろいろ仮設をイメージすると下の図のようになった。

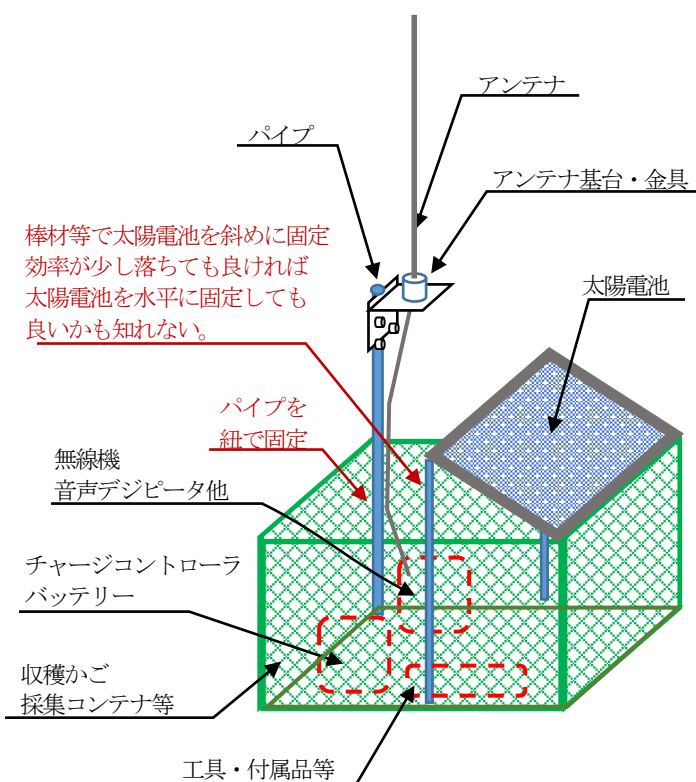


図 25 仮設イメージ

プラボックスを 2 段積みになっているが 良くないかも知れない。 カゴのスペースとしては プラボックスを積まずに 横並びでも置ける。

無線機・音声デジピータ他
センサ付き電源
チャージコントローラ
バッテリー

仮設していない時は、コンテナボックスや収穫かご等に 1 式を保管。

運搬時はコンテナボックスや収穫かご等に紐をつけて背負う等する。アンテナは運搬時にパイプ内に収納する。

仮設時には必要な工具を減らすためネジなど使わず紐等で材料を固定。

トランシーバ・音声デジピータ、チャージコントローラ・バッテリーはプラボックスに入れ工具・付属品等とともに転倒防止の重石も兼ねる。



写真 18 屋外試運転中の写真

■変更申請（届）

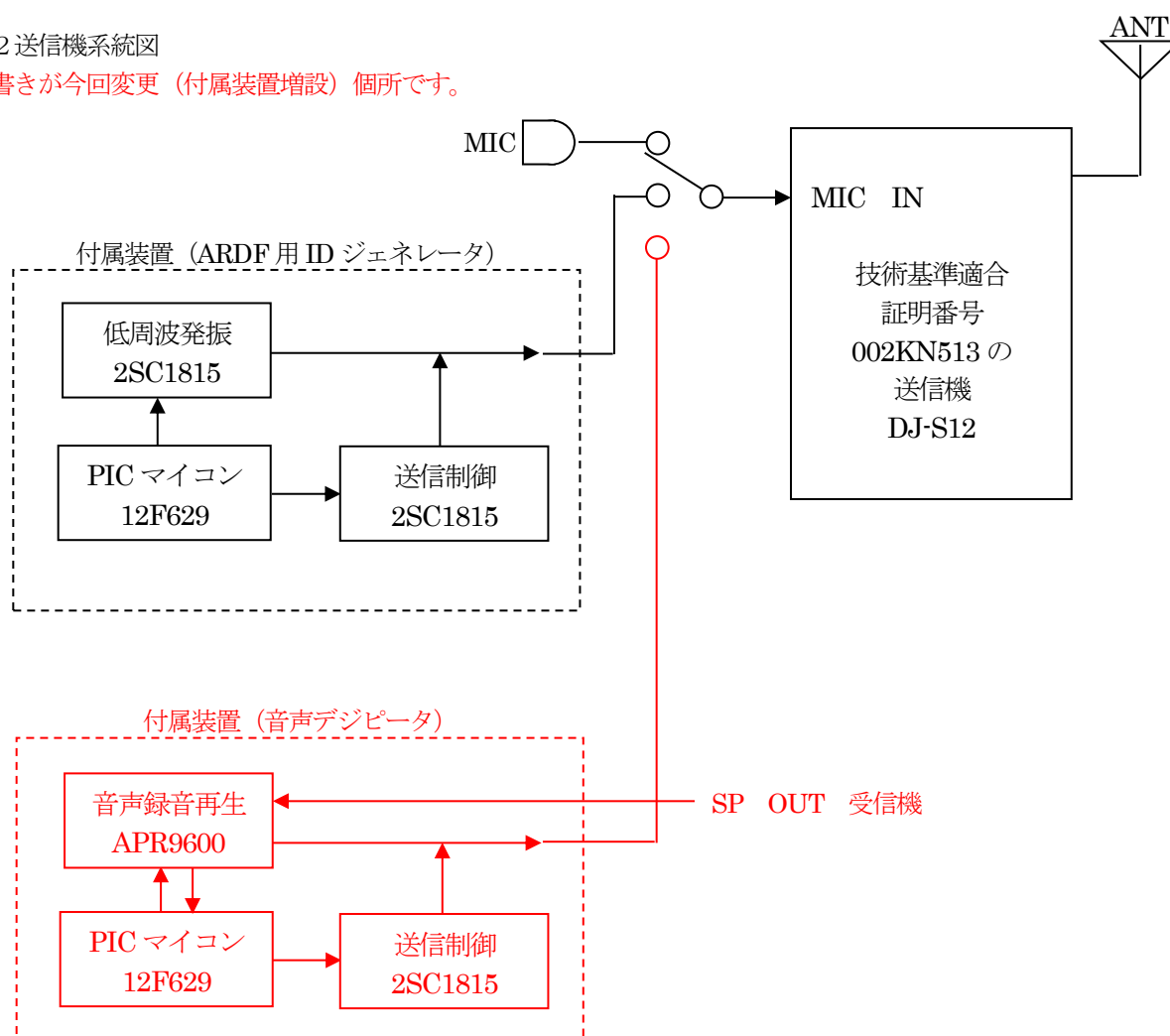
今回、第2送信機の付属装置として変更申請(届)することにした。既に ARDF 用の ID ジェネレータを付属装置として届出・受理済だったので、それを参考に今回変更申請(届)の対象となる音声デジピータの部分[※]を朱書きで追記して、その旨書いておいた。

なお、ID ジェネレータの時は紙による申請(届)であったが、前回の[※]変更申請から電子申請に切り替えていたので、申請(届)の時に添付ファイルとして送信した。

送信機系統図

第2送信機系統図

朱書きが今回変更（付属装置増設）個所です。



付属装置（ARDF用IDジェネレータ）は

PICマイコンにより低周波発振回路のON/OFFを行いトーン信号を使用したモールス符号を発生させます。送信のON/OFFはPICマイコンから送信制御回路を通してMIC INへPTTのON/OFF信号を送ります。（トーン信号を使用するモールス符号の送信）

付属装置（音声デジピータ）は

受信機が受信中でない時は待機し、受信中には音声録音再生IC(APR9600)を用いて受信した音声を録音します。受信が終了すると録音した音声を1回再生しながら同時に送信機より送信します。

送信のON/OFFはPICマイコンから送信制御回路を通してMIC INへPTTのON/OFF信号を送ります。音声の再生が終了すると送信機は送信を終了し、待機状態に戻ります。

自局の呼出符号は、音声によりあらかじめ録音再生ICに録音し、送信機から送信します。

付属装置諸元

装置の名称または種類	方式・規格など	
ADRF 用 ID ジェネレータ	副搬送周波数	550Hz
	送信符号	欧文モールス符号
	符号の内容	MO MOE MOI MOS MOH MO5 呼出符号

呼出符号は JR5HJJ

装置の名称または種類	方式・規格など	
音声デジピータ	録音再生素子	音声録音再生 IC
	録音メッセージ数	2 受信音声録音用×1 呼出符号用×1
	最長録音時間	1 メッセージあたり 約 20 秒
	受信音声の再生回数	1 回

呼出符号は JR5HJJ

■ 音声デジピータ回路図(試作機)

2017年9月17日現在、試作機の回路は図26

何個か試作した回路の中にはフォトカプラでなく
ハンディ機用にトランジスタで
オープンコレクタ出力にしたものもある。

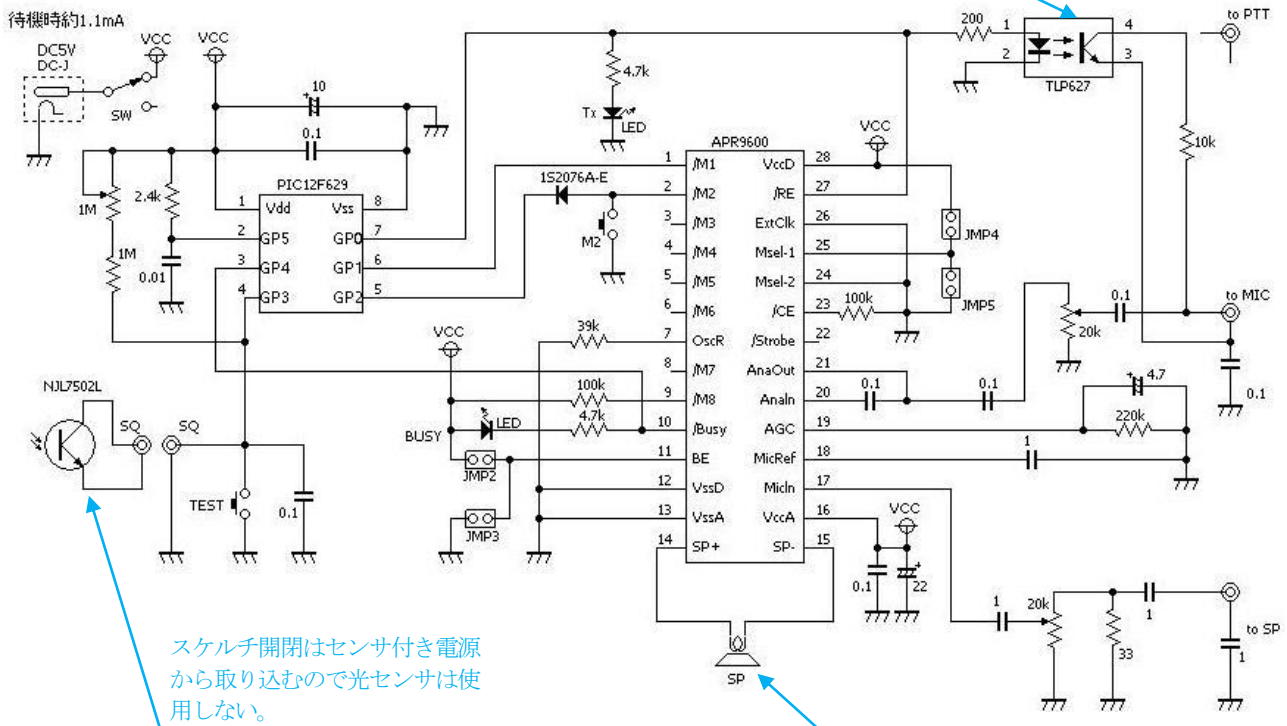


図26 音声デジピータ回路図

スピーカ用のプリント配線はあるがスピーカは未接続。

次回製作するとすれば、図27のように見直したい。

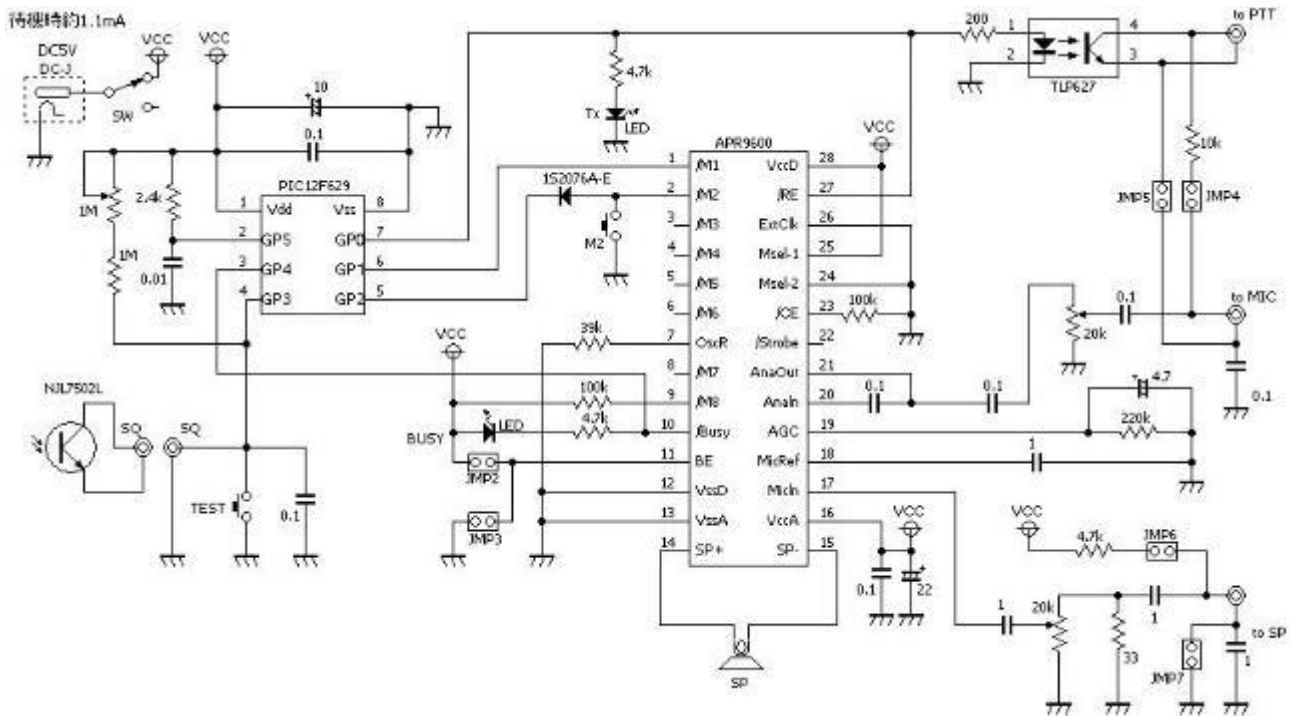


図27 音声デジピータ回路図(見直し版)

PIC に書き込んだプログラムのフローチャート

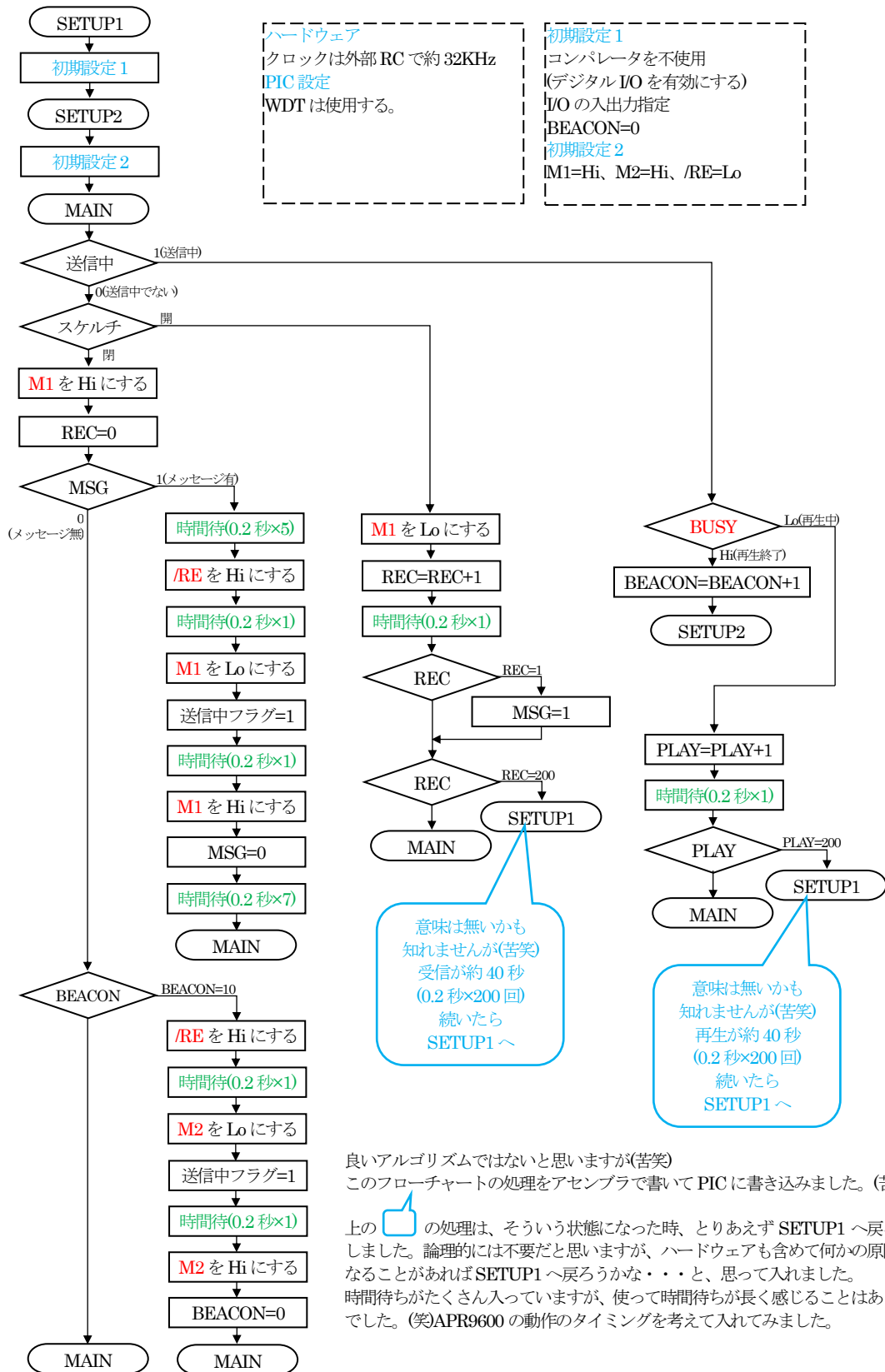


図 28

■屋外(自宅庭)での試運転

2017年8月14日、自宅庭に中継器を置いて屋外で試運転を始めた。周波数はバンドプランで全電波形式使用可能な実験・研究用として割り当てられている145.72MHz。144MHz帯はガラ空きとあって、トーンスケルチを有効にしなかったが、2017年8月29日8時30分頃、音声デジピータが遠くの他局の電波を受信し誤動作しているのを確認した。なるべく145.72MHzをワッチするようにしていたので分かったのであるが・・・コールサインを全く言わないので相手が違法局か不法局か不明。

やはり、使っていないようでも、使ってる。(苦笑)。定石通り、トーンスケルチを設定することにした。

改めて消費電流を確認した。前より電源の電圧が高かったのか、設定がどこか違っていただけなのか、測定器の違いかトーンスケルチ無効時の消費電流が以前とわずかに違うが、わずかなので気にしないことにする。(苦笑)

トーンスケルチを有効にすると、電波受信中はスケルチが開かなくても、わずかに消費電流が増加する。

トーンスケルチ有効時にトーン無しの電波受信するとスケルチは開かないが消費電流はさらに増加する。

トーンスケルチ有効時にトーン有りの電波受信しスケルチが開くと消費電流はさらに増加する。

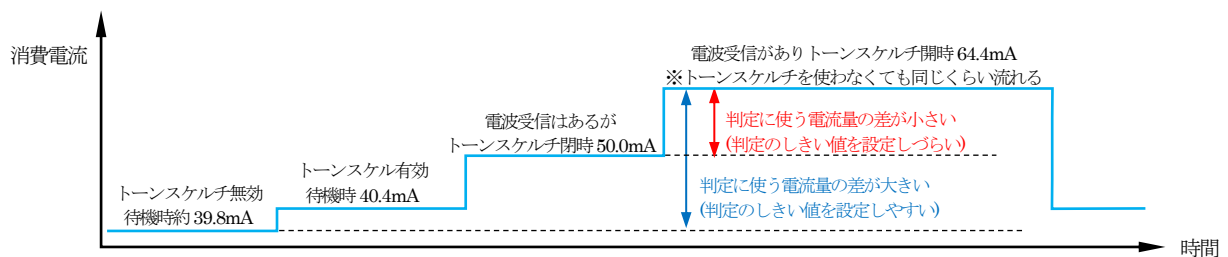


図 29 トランシーバの消費電流

不要な中継をさせないためには、中継器に使用するトランシーバのトーンスケルチを使わざるを得ないが、トーンスケルチを有効にすると、トーンの無い電波を受信した時スケルチが開かなくても消費電流が増加することが分かった。

トーンスケルチを有効にするとスケルチ開閉の判定に使う電流量の差が小さくなり、小さい差の中にスケルチ開閉を判定する基準電圧を設定しなければならないが、調整が難しいということは無かった。

2017年9月17日夕方、中継器の応答が無くなった。台風18号が接近していたので翌日18日にプラボックスを開けて確認したところ、故障でなくバッテリーの放電終了が原因だった。8Wで水平取付の太陽電池では容量不足だったか。中継器を置いた庭は隣近所の人に囲まれた狭い場所。

中継器の場所を移動し太陽電池を直射日光に当てると1分後くらいだろうか・・・チャージコントローラが負荷へ電力供給を開始、中継器は動作を再開した。



写真 19 日当たりが悪かった

同日正午過ぎ、庭の中継器の太陽電池に直射日光が当たっているだろうと見てみると・・・完全に隣の家の影に入っているのを確認した。(苦笑)

屋外試運転開始の頃は中継器に直射日光が当たっていたのであるが、2017年の夏至は6月21日で試運転中にどんどん太陽が低くなり、影が伸びて、ここしばらくは直射日光が当たる時間が想像以上に少なかったようだ。

気づかないうちにバッテリーが劣化してしまったかも・・・。

中継器の待機時の消費電流はトランシーバ 0.035A + 音声デジピータ 0.025A で合計 0.06A となるが、今回使用したチャージコントローラは自己消費電流が実測でおよそ 10mA。0.06A に 0.01A を足すと 0.07A。太陽電池が発電していても取り出せる電流が 70mA を超えないと中継器待機中にバッテリーの充電ができない。回路の損失やバッテリーの自己放電を考えるともっと電流が必要か。

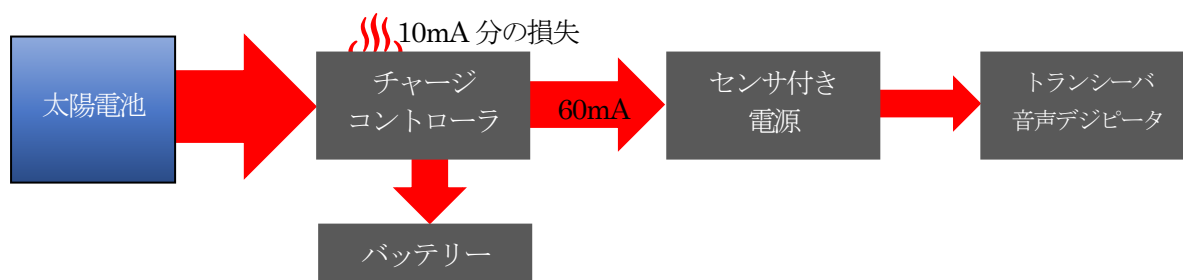


図 30 わずかな損失も無視できないのか・・・

中継器の 8W の太陽電池と同じものがもう 1 個あったので太陽電池単体で電圧と電流を測定してみた。

2017 年 9 月 24 日晴の午前 7 時、庭の直射日光の当たらない場所へ太陽電池を水平に置いた状態で測定すると解放電圧は 17.6V、短絡電流は 13.1mA であった。チャージコントローラで 10mA 消費していると考えたとバッテリー保護のためチャージコントローラが負荷への出力を OFF にしている時は、微弱ながらバッテリーへ 3.1mA 充電電流が流れているはずである。しかし、これでは微弱すぎる。

2017 年 9 月 24 日晴の午前 8 時、庭の直射日光の当たらない場所へ太陽電池を水平に置いた状態で測定すると解放電圧は 18.8V、短絡電流が 30.6mA、庭の直射日光の当たる場所で太陽電池を水平に置いた状態で短絡電流が 181.2mA。まだまだ足りない。

2017 年 9 月 24 日曇の午前 11 時、庭の直射日光の当たらない場所へ太陽電池を水平に置いた状態で測定すると解放電圧は 20.6V、短絡電流が 150mA、庭の直射日光の当たる場所で太陽電池を水平に置いた状態で短絡電流を測るとテストの 200mA ヒューズが切れた。たくさん流れた証拠である。(苦笑)、でもまだ足りない。

太陽電池を水平に置いた状態では、そんなに効率が悪いのだろうか・・・日本ではおよそ 30 度傾斜させて設置するのが一番効率が良いらしいが、傾斜 30 度の発電量を 100% とすれば水平に置いた状態ではおよそ 90% となるそうで、水平に置くのが悪いかと言えば、意図的にメンテナンスや強風の影響を考えて小さい傾斜で設置することもあるのだとか・・・。90%・・・う～ん・・・太陽電池にテストをつないで太陽電池の角度を振ってみたら、少々であればあまり差は無いような・・・気がした。(苦笑)

今回使用したチャージコントローラはバッテリーの過放電保護のため一度バッテリーの放電終止を判定するとバッテリーの電圧がある程度上がってくるまで負荷への電力供給が止まる。太陽電池の容量不足が原因か、バッテリーの電圧がなかなか上がらなくて、負荷への電力供給が長時間再開されないようだ。

8W の太陽電池での試運転では毎日 1 日中晴れていると問題無いが、朝から曇や雨となれば、その日は中継器が動作しても翌日朝までには中継器が停止する、という感じ。

だいたい計算通りか・・・。

手持ちに 15W の太陽電池が 1 個あったので、2017 年 10 月 9 日午前、15W の太陽電池に取り換えてみた。

発電量はおおよそ 2 倍になる。8W の太陽電池と違って、快調に運転を続けていたが、2017 年 10 月 12 日から秋雨前線が停滞し天気は曇、10 月 14 日朝、中継器は 1 回応答した後停止した。ディープサイクル用のバッテリーではないため、連日の曇雨台風でバッテリーが劣化してしまったか・・・。

その後、10 月 14 日から雨となり、中継器は停止したまま。10 月 18 日朝には中継器が停止していたが、午前中少し晴れ間があり充電できたようで、夕方動作再開を確認した。

日当たりの悪い状態が続いたし、2017 年 10 月 12 日～10 月 22 日は「こんな長雨記憶に無い」というほど連日天気が悪かった(日中晴は無かったし、14 日～22 日は毎日雨が降った)のが原因か、その後中継器はほとんど停止するようになった。太陽電池の容量不足と見るかディープサイクルバッテリーでないのが問題か・・・？

■ 温湿度データロガーの記録

25年くらい前?にパケット通信が流行した時には、同軸ケーブルのロスを小さくするために水道管を加工したクロージャ?にハンディトランシーバを収納し屋根の上に設置したが、今回は機器を既製品のプラボックスに収納した。ケーブルグラウンドの締め付けや穴あけ加工の結果が気になったので、温湿度データロガーを使って、プラボックス内の状態を記録してみた。



写真 20 使用した WATCH LOGGER

使用したロガーは藤田電機製作所の WATCH LOGGER KT-255U。使ってみて・・・小型で、すごく便利だなあ・・・と思った。記録の条件をあらかじめパソコンにつないで設定してプラボックスの中へポンと入れておきだけ。測定器やロガーと言えば設定が難しいという先入観があったが、難しくなかった。

添付ソフトウェアで記録結果のレポートも作成してくれる。

添付ソフトで2017年8月15日0:00～2017年9月18日10:40のレポートを出してみた。グラフの最後が変になっている(笑)のは、WATCH LOGGER を中継器プラボックスから出した後の記録。

ケース内温湿度記録
LOGGER 温湿度 測定データレポート
 レポート期間: 2017/08/15 00:00 ~ 2017/09/18 10:40

ID番号 00000001
 シリアル番号 A1-20160729002986
 測定開始日時 2017/08/15 00:00
 使用場所 01 自宅屋外設置

	温度データ	湿度データ
サンプリング数(n)	4,961 件	4,961 件
規格値(SI/Su)	-40.0 / 80.0 °C	5 / 90 %
上限オーバー件数	0 件	407 件
下限オーバー件数	0 件	0 件
最大値(Max)	43.4 °C	98 %
最小値(Min)	19.5 °C	56 %
平均値(Ave)	28.4 °C	75 %
標準偏差(s)	4.98	9.22

JR5HJJ
 音声デジビータフィールドテスト

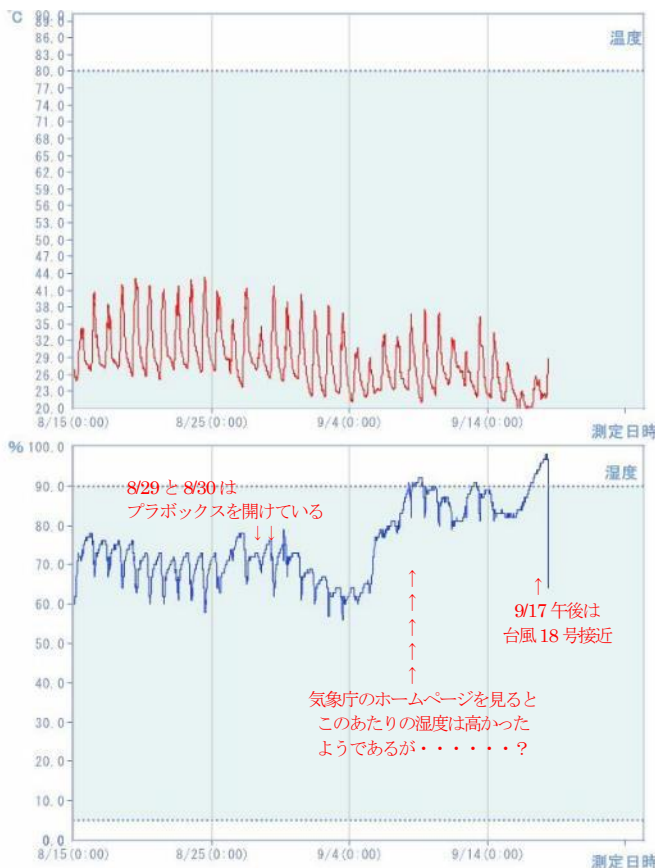


図 31 WATCH LOGGER のレポート

気温が毎日、日の出とともに上昇して午後下がって行くのは当然のように思うが、9月6日以後、湿度が急上昇している原因が不明。気象庁のホームページを見ると徳島市の降水量や湿度の高い日に WATCH LOGGER の記録湿度が高いような気がする。

湿度の高くなる時間帯は朝方、気温の一番低くなる時間帯のようだ。

太陽電池の真下にプラボックスを設置し、直射日光がプラボックスに当たりにくくした効果があったのだろうか。プラボックスは収穫かごの中に設置したので熱が溜まりにくかったのか。最高温度は43.4℃。

プラボックスにはベントフィルタを付けてある。

屋外設置後、何回かプラボックスを開けたが、結露は見られなかった。

■その他、反省点、思うところ等

音声デジピータのジャックをミニジャックにすると挿し具合によっては短絡の恐れがあると思いピンジャックにしたが、ピンジャックはサイズが大きく抜き差しが固い。ジャックをケースにつけるとジャックに力がかかったとき回転してしまうのでピンヘッダのようなもので配線を基板に接続しても良かったかも知れない。

音声デジピータとセンサ付き電源を難燃ケース SW-N100G に収納したものを、さらにポリカーボネート製のプラボックスに入れる結果となったが、これはタカチのプラボックス BCPR212110S が難燃だということの後から知ったため。プラボックスが難燃だと最初から知っていれば、造りが違っていても良かったかも知れない。

しかし、音声デジピータとセンサ付き電源を屋内で使用する事も考えると、まあいいか、と思っている。(笑)

今回は1個のプラボックスにトランシーバ・音声デジピータ・センサ付き電源を収納し、もう1個のプラボックスにチャージコントローラ・バッテリーを収納した。仮設で数日~1週間程度使うというのであれば太陽電池を使わず、トランシーバ・音声デジピータ・センサ付き電源の入ったプラボックスの電源線に直接自動車用のバッテリーなどドン！(笑)とつないで使う、というのもアリか。

常時は中継器をACアダプタなどで動作させ太陽電池はチャージコントローラを通してバッテリーの充電のみとして、必要時は必要な場所へ運んで行ってACアダプタか太陽電池いずれかで運転というというのもアリか。

バッテリーはディープサイクルと呼ばれるタイプが良かったかも知れない。通常のバッテリーでは少ない電流で充放電を繰り返すような使い方は極板劣化が早いらしい。今回そういう問題はあったように思う。

自宅庭では日当たりの良いと思う場所でも意外と日照時間が短かった。住宅地以外の開けた場所であれば8Wの太陽電池でも、もう少し良い運転状況だったかも知れない。住宅地の中では途中8Wから15Wの太陽電池に取り換えても電力不足のようだ。すぐに何かの影がかかってしまう。

また、太陽電池を水平に設置すると太陽電池表面の汚れが溜まるのが速いような気がした。傾斜を付ければ雨天時に汚れが少しでも流れ落ちたかも知れない。効率を妥協する(苦笑)場合でも傾斜をつけるべきだったかも。

試作を始めた時には汎用を意識して今回は12V系の太陽電池とバッテリーを使ったが、音声デジピータはハンディトランシーバ専用で電源は6V系で構成した方が太陽電池パネルも小型で中継器の運転もやり易かったのではないかと・・・と思った。その方がレギュレータのドロップも小さかったし・・・。(苦笑)

■注意

この文書や当方サイトの情報および情報を基に製作した機器によって、いかなる損害や問題が発生しても当方は一切の責任を負いません。

修正など

2017年11月19日：反省点の文章表現を一部修正(苦笑)

2018年1月7日：7ページと33ページの誤字・文章を修正(苦笑)