

親子で六石スーパーラジオを作ってみよう

組み込みの里 管理人 西山茂丸
はじめに

電子工作の入門は鉱石ラジオいやゲルマラジオだよ・・・という世代の人からは、想像もつかないでしょうが子供の好奇心を芽を摘んでいるのは、そのゲルマラジオかも知れません。なになに聞き捨てならぬ・・・。本誌に限らず広く、子供たちの好奇心を煽ろうとか、若い人と電子工作を通じたコミュニティを提供しようという活動が最近出てきています。Fabcafe といった形だったりいろいろ、そんなコンセプトのメジャーな場所として電子工作界の殿堂である秋葉原近くにある「はんだづけカフェ」があります。廃校になった中学を利用した施設の一角を電子工作を応援したいというスイッチサイエンスさんが自社で借りたスペースの一間を開放して平日夜、休日に運用しているものです。

冒頭の事件は、ここはんだづけカフェで起こっていました。場所柄から、秋葉原で買い込んだキットを持ち込んでハンダ付けを楽しもうというカップルあるいは親子連れなどもいらっしゃるようですが残念ながらゲルマラジオを鳴らすことは出来ません。はんだづけカフェは鉄筋コンクリートの建物の中なのでラジオの電波が遮蔽されてしまっているのです。作っていたアベックのみならず、サポートに入った店子の人も、ゲルマラジオは、ボクも鳴らせたことがないんですよとコメントしている始末です。

やはり好奇心を刺激するには、実際に聞こえるラジオを完成させてもらうしたありません。教材として使うものが足を引っ張ってしまうのではお父さんの威厳やデートのチャンスも台無しです・・・。とはいえ現在では、逆にラジオを知らないお子さんが増えています。あまりにテレビが蔓延しすぎたせいでしょうか。カーラジオも今ではCDを再生することやMP3のiPodを再生するのが普通になってしまっているのもあり、タクシーなどに乗らない限りは聞くことが無かったからかも知れません。夜中に短波のラジオを聴いてアンデスから飛んできたラジオ番組を聴いたりする感動もなくて、ロマンも喪われてしまいましたね。たんにインターネットのURLをインプットしたらどこでも明瞭に放送が聞こえてしまうという状況では好奇心が生まれる余地も無いのかも知れません。

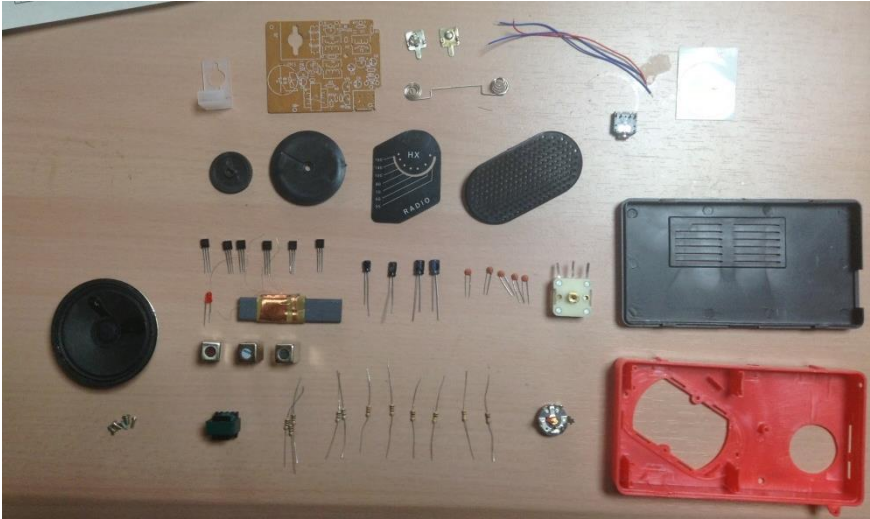
さて二年前の大震災のときにはじめてラジオを聴いたというお子さんがいらっしゃいます。電気がこなくなり、パソコンも携帯も使えなくなり近くのテレビの放送すらも止まってしまったからでしょうか、AMラジオが運んでくるラジオのニュースを聞くために一生懸命に発電機を回して聞いていた子供もいたようです。そうです、少しくらい不便にならないと今の子供たちにとっては好奇心を育てるきっかけにはならないくらい当たり前のことになってしまっているのです。そんな時代の子供たちにとっても、ちゃんとしたラジオを作るという体験は、昔同様に意味のあることのようにです。

ゲルマラジオが鳴らせないのであれば、次の世代の技術のもので手ごろな教材を探しましょう。残念ながら日本国内ではモノづくりを重視しない教育方針の成果が遺憾なく発揮されていてラジオのキットは輸入品になってしまいました。無論100円ショップで買える時代になったりしたこともありICラジオのパーツもあるのですが、ここは、1あえてスーパーヘテロダイン方式の六石ラジオを選択することにしましょう。いろいろな電子工作のサイトで紹介されるモデルS66E(旧型D)は中国製の大学生向け教材のようで、共通のようです。1000円

ほどで入手可能で、[中国通販のアリババ](#)や、[国内のサイト](#)、[秋葉原で最近話題のAitendo](#)でも購入可能です。

中国製六石スーパーラジオキット S66E(D)を紐解く

S66D という古いモデルと S66E という新しいモデルとが市場にはでまわっているようで、こちらの写真は S66D です。S66E はケースの表記が英語ではなくて中国語に変わっているようです。



部品点数は、結構なボリュームとなります。はんだ付け初心者の方には、ちょっと練習をしてもらった上で取り組んでもらうことが必要でしょう。不慣れな人には、ネットに[分かりやすい漫画説明](#)がありますので勉強してください。部品個々に極性のあるものがありますので間違わないようにしましょう。組み立てには三時間程度で終わると思います。

S66E(D)部品表

トランジスタ (VT1,VT2,VT3)	9018	3
トランジスタ (VT4)	9014	1
トランジスタ (VT5,VT6)	9013H	2
LED	赤	1
バーアンテナ (T1)	コアとコイルがあります。	1
IFT (T2,T3,T4)	赤、白、黒	3 (各 1)
入力トランス (T5)		1
スピーカ (BL)		1
抵抗 (R6,R8,R10)	100Ω	3
抵抗 (R7,R9)	120Ω	2
抵抗 (R11,R2)	330	1
抵抗 (R11,R2)	1.8K	1
抵抗 (R4,R5)	30K	1
抵抗 (R4,R5)	100K	1
抵抗 (R3,R1)	120K	1
抵抗 (R3,R1)	200K	1
ボリューム (RP) スイッチ付	5K	1
電解コンデンサ	0.47uF	1
電解コンデンサ	10uF	1
電解コンデンサ	100uF	2
セラミックコンデンサ (C2,C1)	682	1
セラミックコンデンサ (C2,C1)	103	1
セラミックコンデンサ (C4,C5,C7)	223	3
ポリバリコン (CA)		1
ケース	上、下(黒)	2(各 1)

スピーカカバー	黒メッシュ	1
選局ダイヤルカバー	数字記載	1
選局ダイヤル指示針シート	白地に赤線	1
パリコンダイヤル	大	1
ボリュームダイヤル	小	1
アンテナ押さえ	白または黒	1
電池金具		3(各)
リード線		3・4
イヤホンジャック (J)		1
ねじ		5

員数確認は重要です、国産のキットではないので部品確認は注意してください。員数不足、品種違い、部品不良は結構な頻度で私も経験しています。

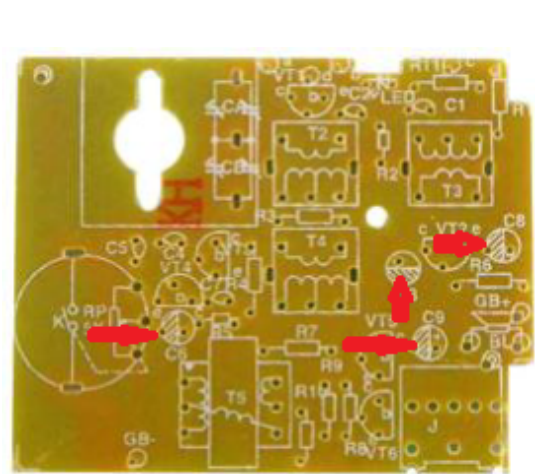
- 1) 部品表通りに数量がありましたか
- 2) 品種違いはありましたか
- 3) IFT の中点の導通確認をしましょう。目視でも結構です。ときどき以下のような不良があります。左側良品、右側不良です。テスターで確認してもらい中点側の両端との導通があれば OK です。



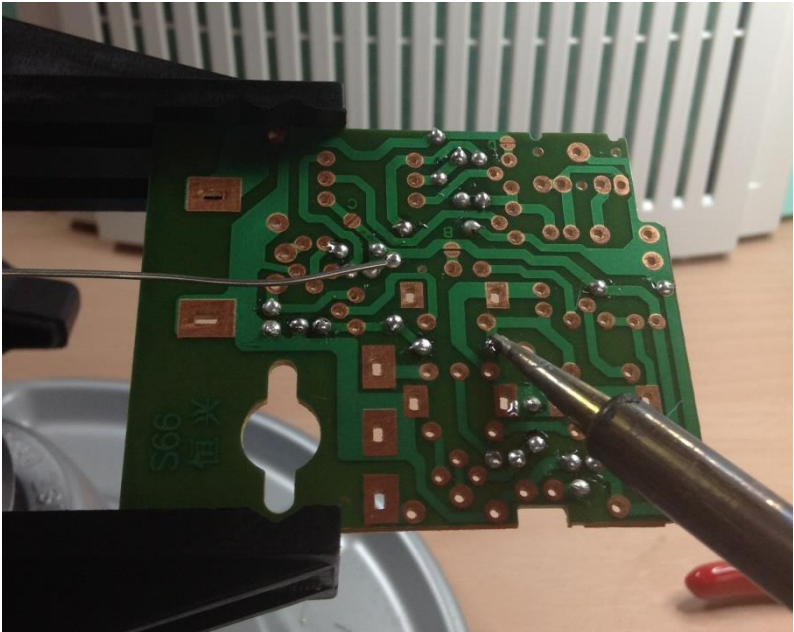
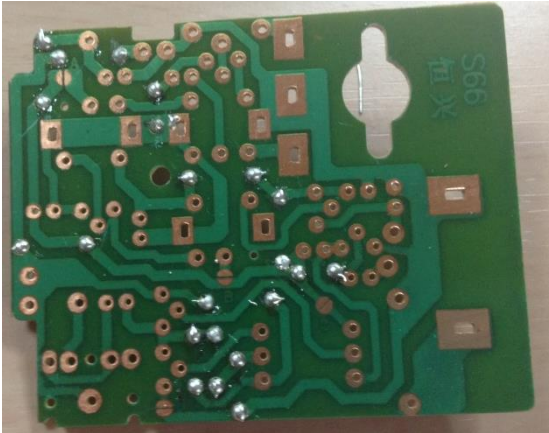
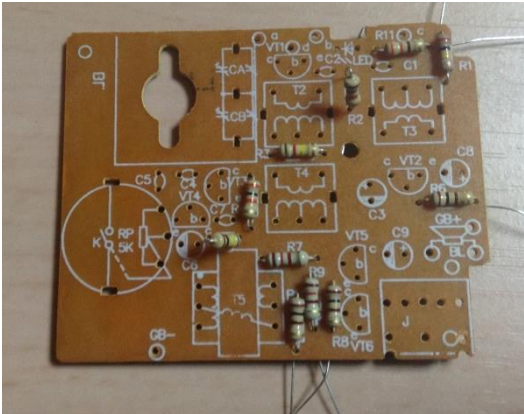
- 4) バーアンテナの引き出し線確認をして、対応番号 A,B,C,D を識別しましょう。B,C の識別が分かりにくい場合は、A との導通確認で B を識別しましょう。バーアンテナの引き出し線は、少し長いですが短くすると実装が難しくなるので、このまま組み立てることようにしましょう。

部品不良や員数間違いがあった場合に備えて、少し余分に手配しておくか、国内の場合には、その購入元に問い合わせをして交換送付してもらいましょう。

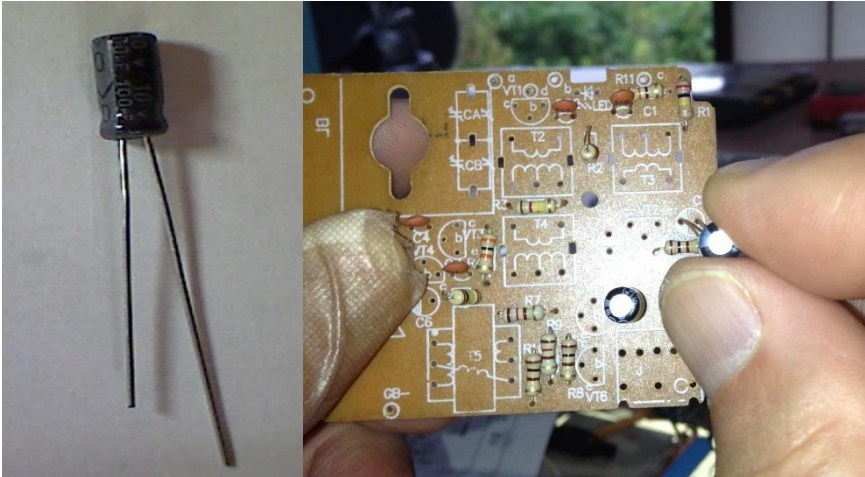
使用するはんだ付けは、鉛入り半田のほうが間違いが少ないので作成の観点からはお勧めします。最近の鉛フリーの半田は、高温設定にしないとイケませんし、温度調整付の鎔でないとその点からも酸化しやすいです。鉛フリーだからといって毒性がないわけではありませんので、半田付け作業のあとには手洗い励行しましょう。



基板には、シルクで部品指示がありますので、これに従って背の低い部品から順次実装していきます。抵抗はカラーコードで記載されていますので、モノづくりにこだわりのある人は実装方向を整えたりしてください。金色や銀色で誤差表示があるのを右側に配置するようにします。実装位置の都合から部品が寝かせられず立てるケースもありますので適宜工夫してください。抵抗から順次実装していきます。



コンデンサーを実装しますが、電解コンデンサーには極性があります。シルクにはハッチングをいれてある方向と反対側には+と書かれています。電解コンデンサは足の長いほうがプラスで、帯に白地があるほうがマイナスです。

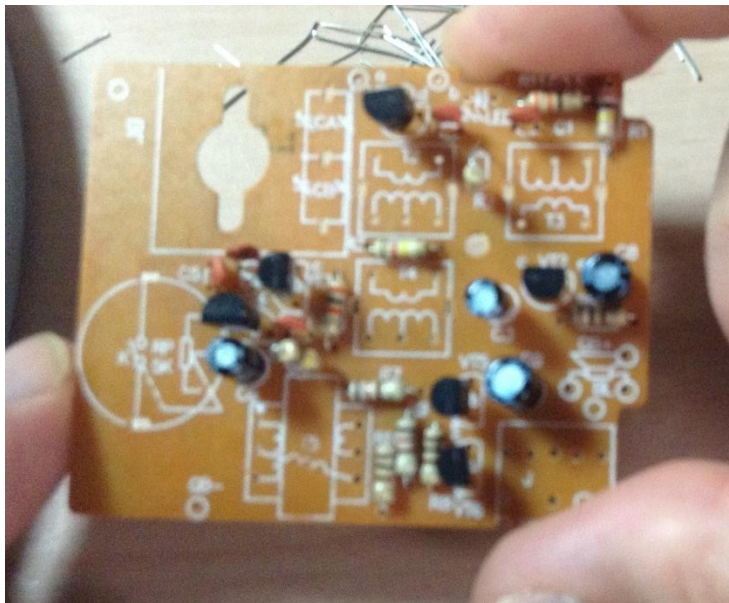


余談ですが、半田付けでは、パターンと部品リードを温めて半田をそっと添えると溶けて広がりこの時点で半田は離すのが鉄則ですが、はじめて半田付けをするときに呼吸が分らず半田を半田付けしてし

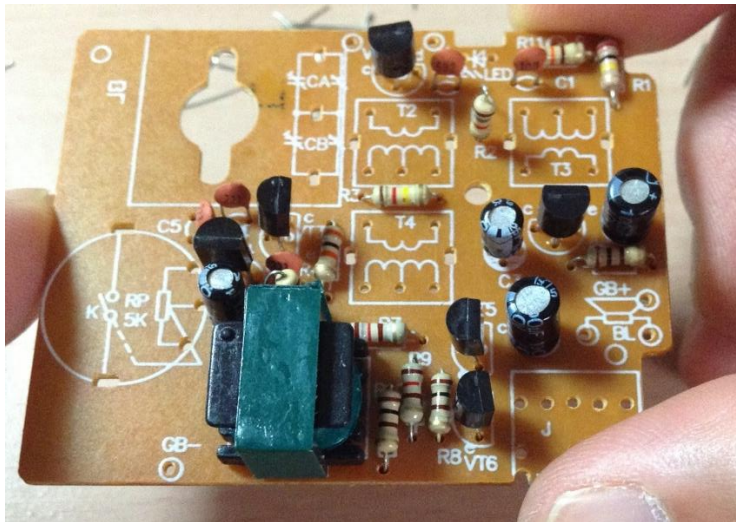
まいリードではなくて半田を切っている風景をみました。大事に半田を最後まで供給していたのでしょうか。



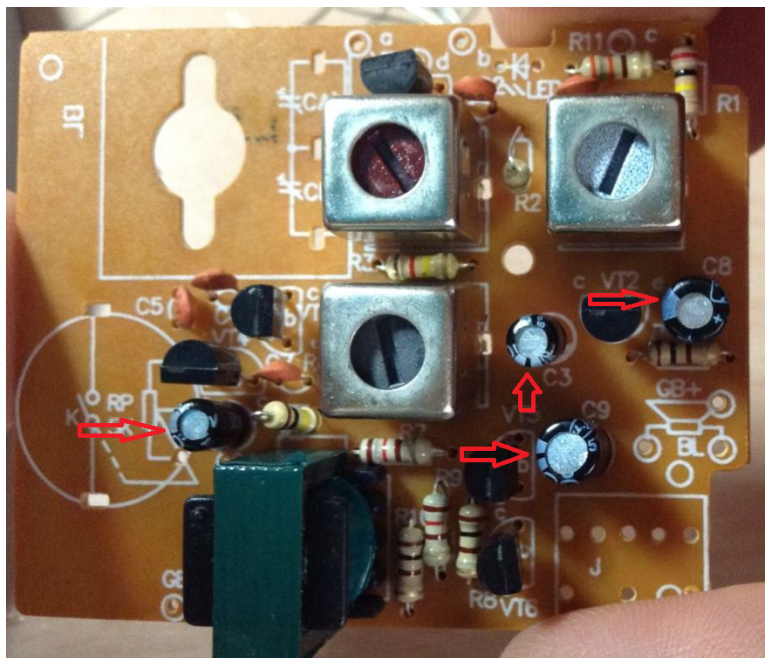
トランジスターは、シルクの外形シンボル通りに実装します。中国製のNPN トランジスターですが、回路図にはVTと記載されています。真空管(Vacum Tube)の名残がここにあります。



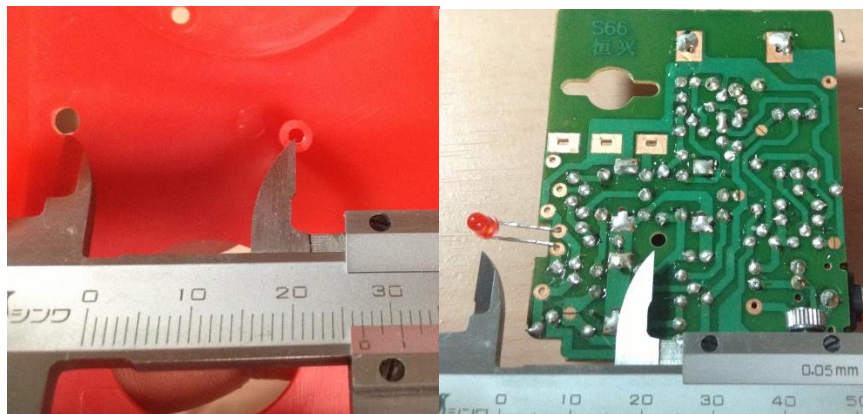
オーディオの入力トランスは、丈夫に突起がついていますので、それをシルクに書かれているC6そばの白丸とあわせませう。



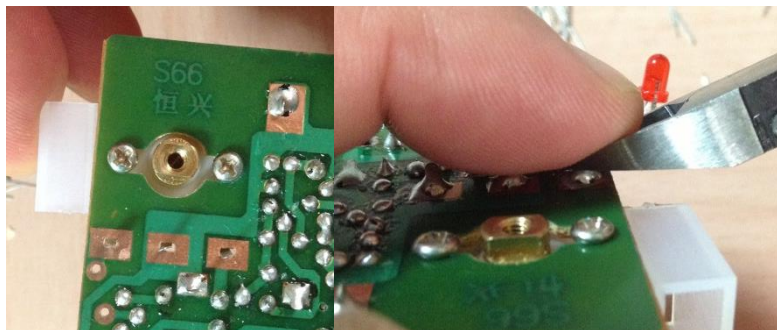
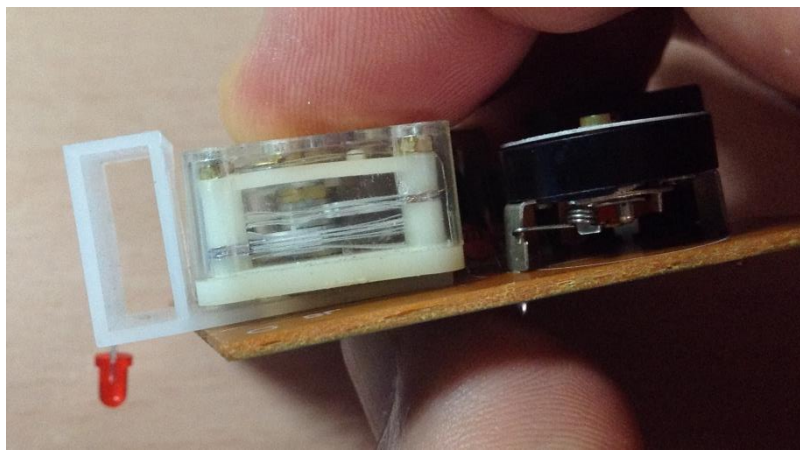
スーパーヘテロダイナミックラジオの肝となる中間周波数トランスなどのコイルはコア材の色で識別して実装します。T2(赤)は局部発振回路を構成する要です。T3(白)、T4(黒)はそれぞれ中間周波数のトランスとなります。ここでは455KHzにあらかじめ調整されているようなのでコアはまわさないでおいってください。



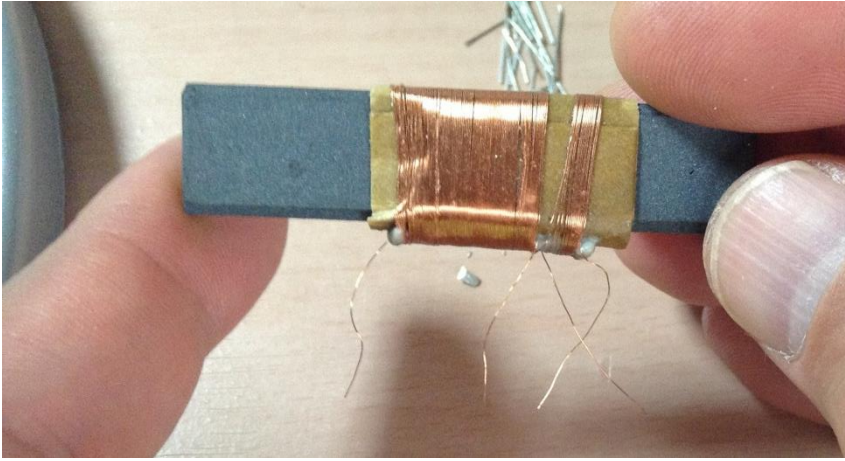
続いて大型部品をつけていきます、イヤホンジャック、ボリュームです。Led は取り付け位置を確認して曲げ加工をしておく必要があります。ケースの左に見えるのがLED が露出する位置ですので基板支持のビス穴との距離を測定しておきます。凡そ27mmでした。



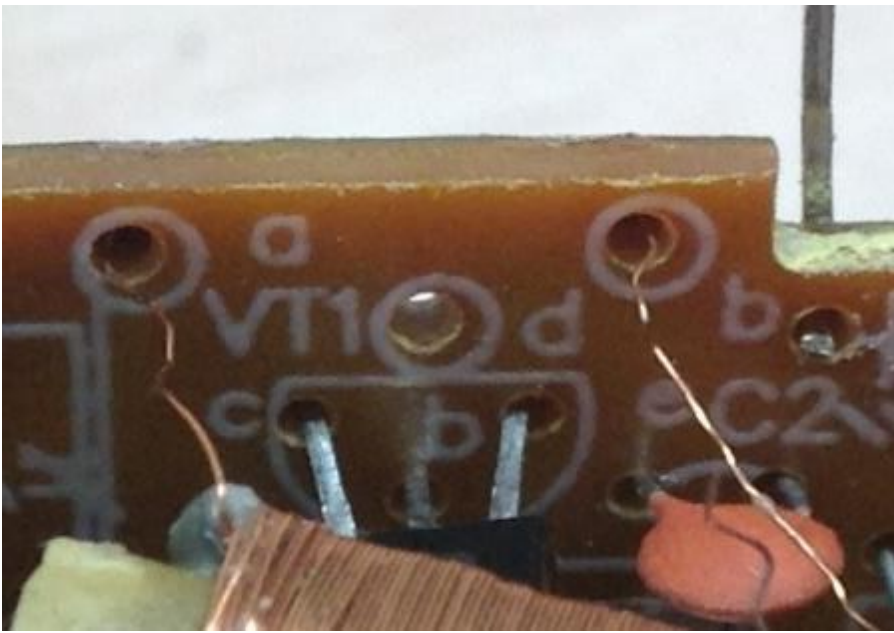
スケールを当てながら必要な位置で曲げるようにします。LED も極性があります。間違えると点きませんのでご注意ください。シルク表記で矢印の向きの反対側(アノード)にリード線の長いほうが対応します。バーアンテナホルダーは、ポリバリコンの基板の間に挟みこむ形で取り付けます。ポリバリコン締め付けネジで留めます。



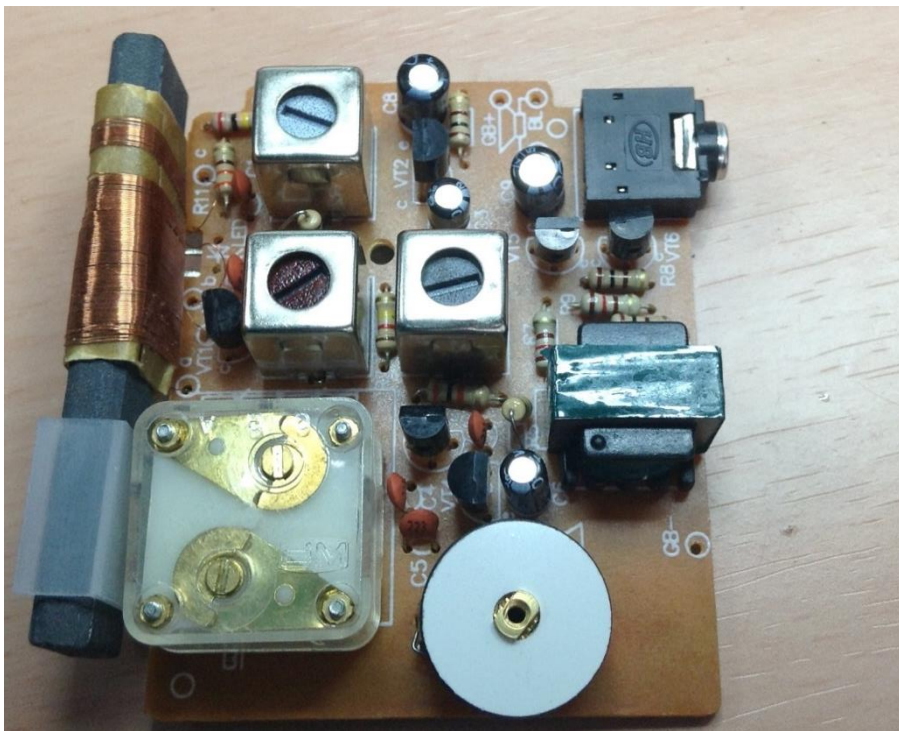
バリコンのリード(舌)は、長いので半田付け後適宜切ってください。ニッパーで切るのですが、こうした作業では切片が飛ばないように指で押さえて切るように心がけてください。



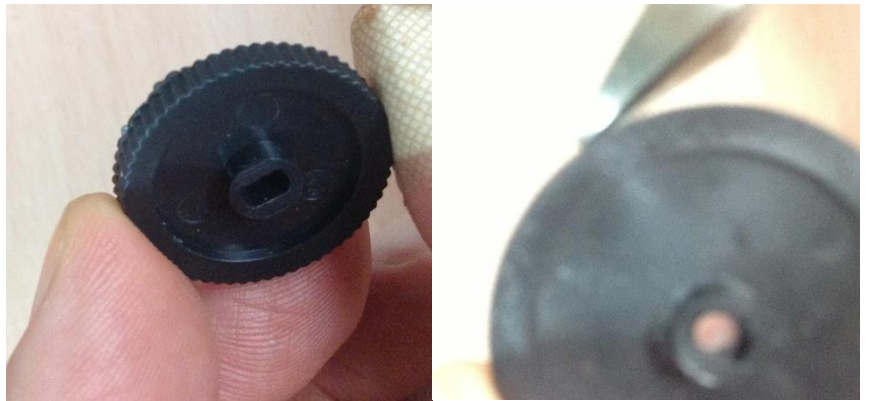
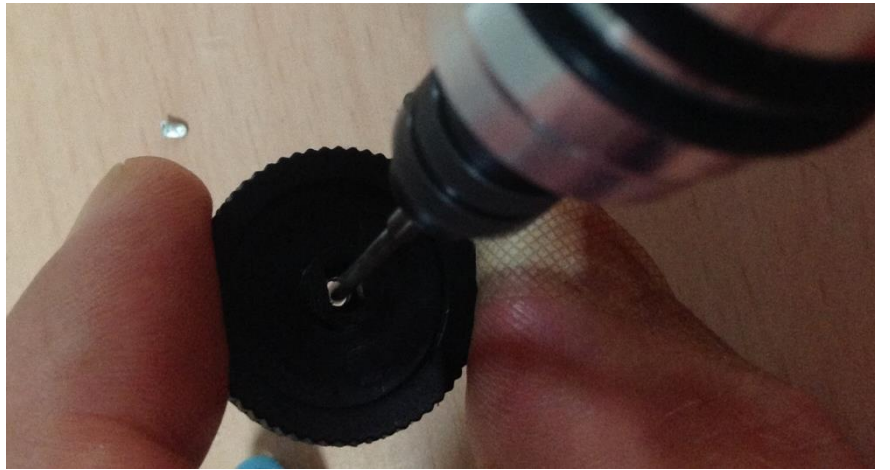
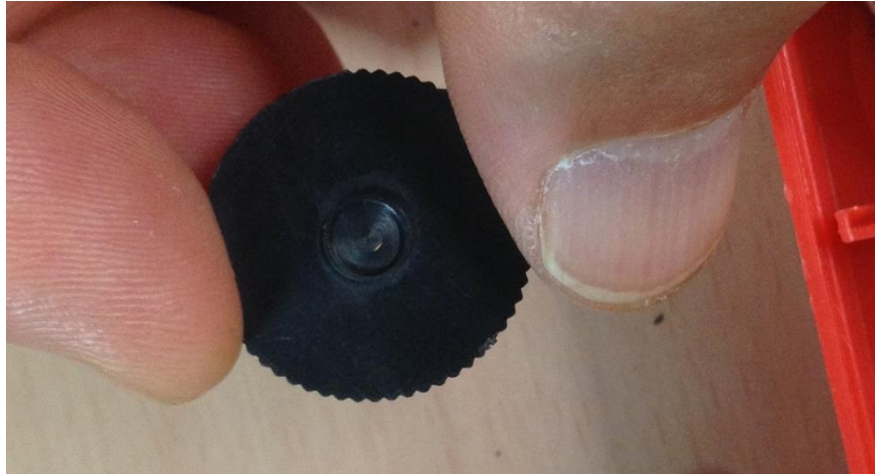
バーアンテナの取り付けは、部品リードの長さのままで行ってください、間違っってこのように切ってしまうわないでください。(悪い例です) 取り付けが大変なことになってしまいますので以下を参照してください。



これで部品はすべて実装しましたので、ケースへの組み込みのための電源とスピーカー配線のリードを取り付けます。



バリコン、ボリュームにはそれぞれダイヤルを取り付けますが周囲に出ているバリなどをニッパーで切り取り成型しておきましょう。ボリュームのダイヤルは中心のホールが開いていないものもありましたので、その場合はドリルかキリなどで加工しておきましょう。



スピーカーカバーの取り付けは半田ごてで樹脂部の爪を溶かしてつぶします。



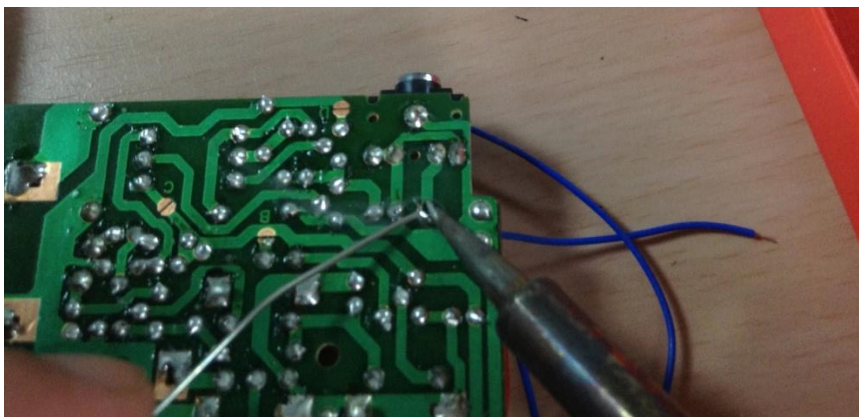
スピーカーの取り付けには接着剤を使います。スピーカ穴の円周部に接着剤を塗り、これで固定します。



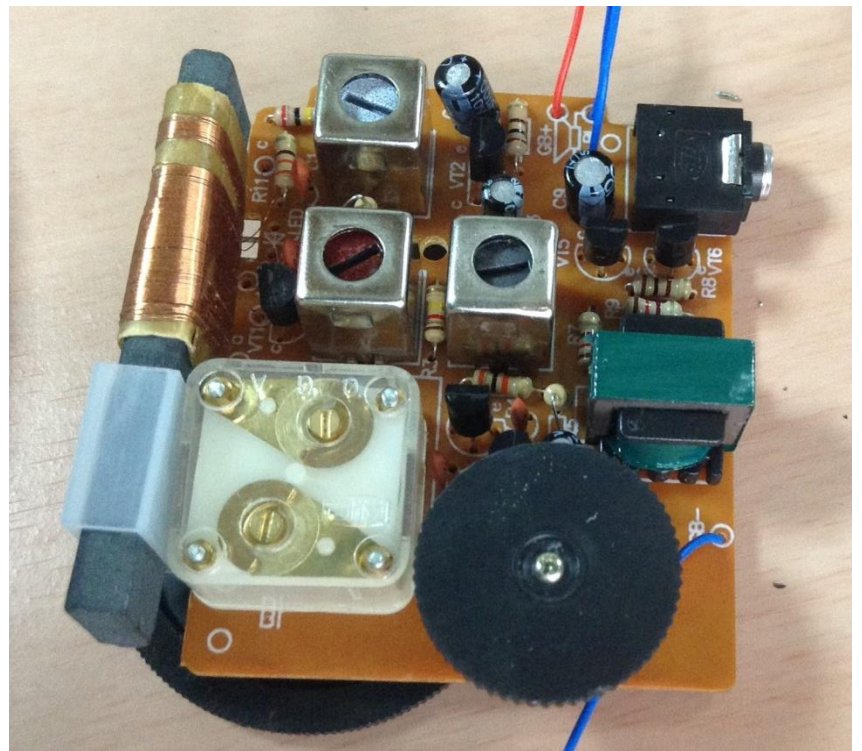
スピーカの向きはプリント基板の側に端子が来るようにします。



基板と外部部品の配線の色は、どれでも良いというわけではありませんが赤と青の線が入っていたので電源のプラス側には赤を使い、スピーカ配線と電源マイナス側には青を使いました。電源の配線長さを確認して、残った線材でスピーカ用に用います。最近のキットは4本の線材が入っているようですが、私のものは赤一本、青二本という構成でした。スピーカの線材は半分に分割して使います。キットに同梱されている線材にあわせてチョイスしてください。

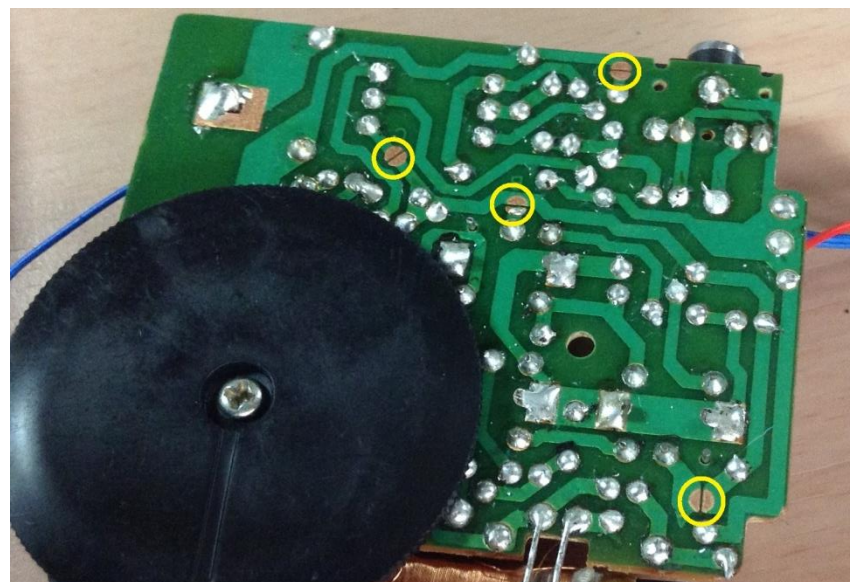


一通りの完成ですので、落ち着いて一服しましょう。

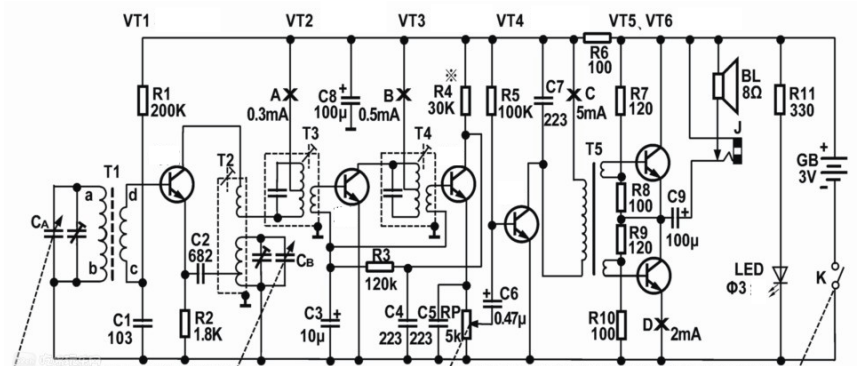


ここから調整確認準備作業です。

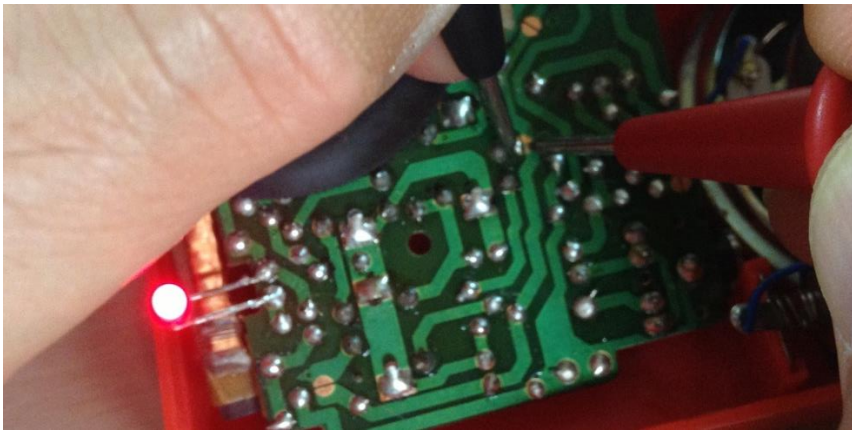
これで一通りの配線が完了しましたが、まだ実は、半田付けの箇所が残っています。下の写真にある黄色のマーク箇所です。



この四箇所がチェックポイントになります。スピーカ接続して、3Vの電源から電池代わりに供給して確認をします。電源極性は間違えないでください。テスターがない場合には、このステップは不要ですが、動作しない場合には確認で戻ってくる必要があります。



- 1) ボリュームをまわしてスイッチを入れて LED が点灯するのを確認してください。電流の正常値は、回路図に記載されていますのでほぼそれに近いオーダーの電流が流れていれば OK です。



最近のケースでは、A のポイントで 0 という表示で悩んでしまいましたが、解析していったところ IFT T3 のセンタータップが配線されていないというトラブルでした。最初に導通テストをしていれば、トランジスタの故障程度になるところでしょう。

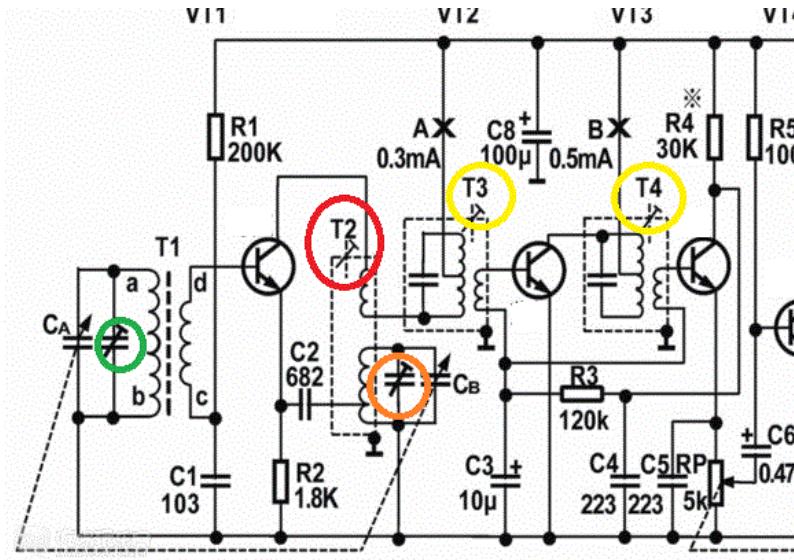
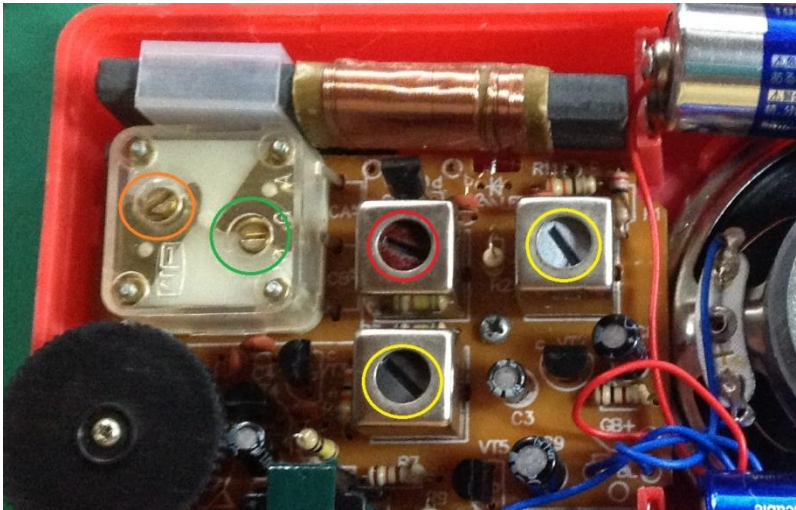
電流値がみな問題なければ、先ほどの四か所の黄色のマークポイントを半田を盛ってショートさせます。スイッチを入れればおそらくスピーカから音が出てくるはずです。

電流値に問題がある場合には、当該回路の半田付けを確認しましょう。部品の問題か、半田付け、はたまたパターンが切れていたりするかも知れません。

- 2) ケースに組み込んで調整をしますので、バリコンについているダイヤルを右または左に回しきってください。その状態でダイヤルに指示針のシールの向きをケースに向かって水平になるように貼ります。ケースに基板を入れて、留めネジで軽く締め付けます。

いよいよ調整作業本番です。

実際の基板の調整箇所は、赤丸、橙丸、緑丸、黄丸二箇所です。



スーパーヘテロダインの肝となるトラッキング調整という作業に入ります。スーパーヘテロダインという方式は、受信する信号を抽出増幅する目的で局部発振器というものでビートを起こして中間周波数というものに変換してこれを増幅することで安定に増幅して感度をあげようというものです。こうした変換をしない場合には、高い周波

数になるほど感度を上げにくいということから開発された方式です。現在では、素子の開発が進み低雑音で広域で直接検波する方式も出てまいりましたが、まだ主流として利用されているものです。実際の回路と実装部品の対応を示しました。受信したい周波数は T1(バーアンテナ)と Ca(ポリバリコン)+緑のトリマコンデンサとで同調抽出されます。うなりを起こす局部発振の周波数は受信したい周波数からここでは中間周波数分だけ低い周波数を Cb(ポリバリコン)+橙のトリマコンデンサと赤いコアの T1 で作ります。ポリバリコンの Ca と Cb は連動して変化しますが、並列になっているトリマコンデンサの容量の差があります。厳密に中間周波数の差分をもつ発振回路と入力部分の同調回路とは構成できませんが、出来るだけその誤差を減らそうというのが、ここで行うトラッキング調整というものです。最初に行うことは、中間周波数で動作する部分のアンプの同調回路を合わせることですが、それには標準信号発生器(SSG)というものがようになります。ないとしても部品の段階で同調確認まで行われているようなので、ラジオを鳴らす程度のことは支障なくはじめることが出来ます。

ここでは SSG がなくても調整できる方法で説明していきます。調整には調整ドライバーもしくは調整棒が必要になります。鉄心のコアを調整するのは、影響を受けてしまうので普通の鉄のマイナスドライバーでは出来ませんので、竹の割箸などで作っていただければと思います。写真に双方を示します。市販の調整用ドライバーと左端が竹製の自作品です。



まずは、お住まいの地域の AM ラジオ放送局の周波数を調べていただき低い周波数の放送局と高い周波数の放送局とを調べていただきます、私が週末住んでいる、千葉県木更津では地元ニッポン放送 1242kHz が強力な電波を出していますので、高い周波数はこれを選択しました。低い周波数は、NHK 第一放送局が 594Khz ですので、こちらを選択いたしました。ネット上に[ラジオ放送局を知らせるサイト](#)がありましたので、こちらをご利用してください。あるいは、新聞にラジオ番組表が載っているかも知れません。以下は皆さんの状況に合わせて読み替えてください。

- 1) NHK 第一放送 (594kHz) にダイヤルを合わせ、赤い IFT (T2) を回して音量 (受信感度) が最大になる様にする。
- 2) ニッポン放送 (1242kHz) にダイヤルを合わせ、バリコン橙のマイナスネジ ((トリマーコン) を回して音量 (受信感度) が最大になる様にする。
- 3) 1), 2) を繰り返して近い形にあわせる。
- 4) 高い周波数の局でバリコン緑のマイナスネジ ((トリマーコン) を回して音量 (受信感度) が最大になる様にする。
- 5) その周波数のままで、白い IFT (T3) を回して音量が最大になる様にする。

6) 黒い IFT (T4) を回して音量が最大になる様にする。

さて、ここまでの調整でラジオはすっかり完成となりました。

ラジオ作りは、ここまでですが是非ラジオは昼と夜の不思議を感じてください。夜間になってから聞くと不思議と遠くの放送局も聞こえるようになると思います。そこから、また電波に対しての好奇心が出てくると思いますので是非お試しください。



これまでに、このキットで遭遇した失敗談については出来るだけ記載したつもりですので問題なく仕上がったのではないかと思います。不幸にして、うまく鳴らせなかった方にはお近くの工業高校や工業高等専門学校を訪ねていただくと地域の方の要請に応じてくれるかも知れません。またアマチュア無線をされている方なども相談に乗っていただけるかもしれません。私が週末やっている Fabcafe の流れの「組み込みの里」でも同様にサポートできます。SSGをはじめとして、スペアナやネットワークアナライザなどの測定器もありますので無線機の調整や電子工作の方のための実験工作スペースとして開放していますのでご利用ください。ある程度の電子部品についてもストックしていますのでトランジスタの不良などの場合にも対応可能です。仕事の合間に住まいではない地域でオープンしていることもありますので、あらかじめネットでオープン日については開示していますので、あわせてご利用希望の方はお知らせください。Facebook で電子工作オープンラボを検索していただくと [山形の涵養塾](#)と [木更津の組み込みの里](#)が見つかると思います。ご利用ください。若いエンジニアの卵の指導や、好奇心にあふれたお子さんの電子工作などをお手伝いできます。