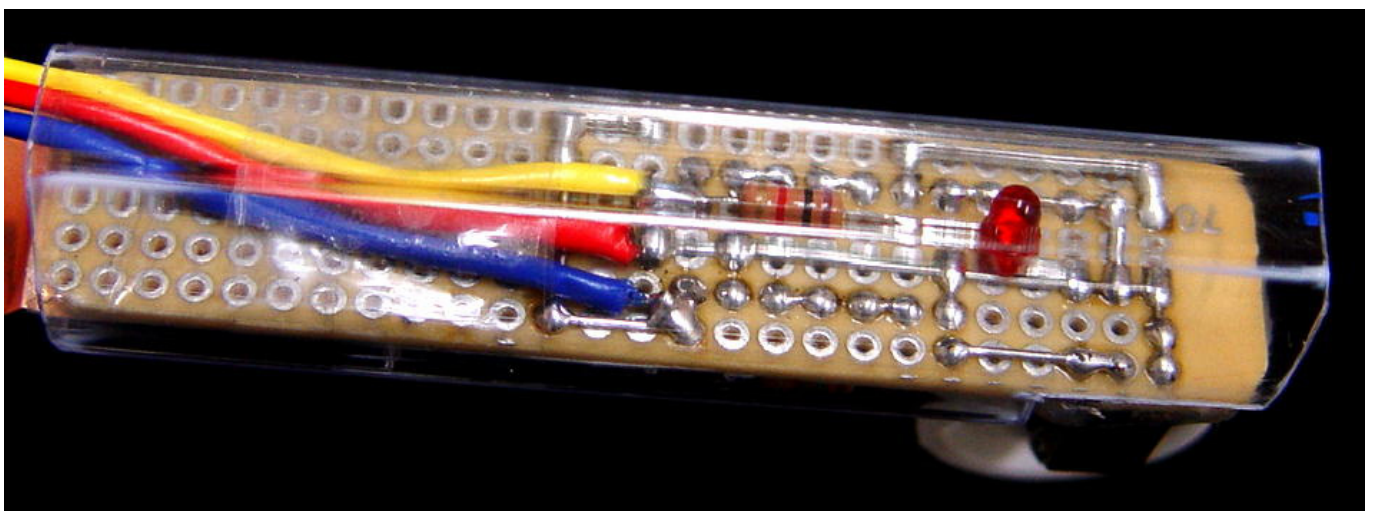
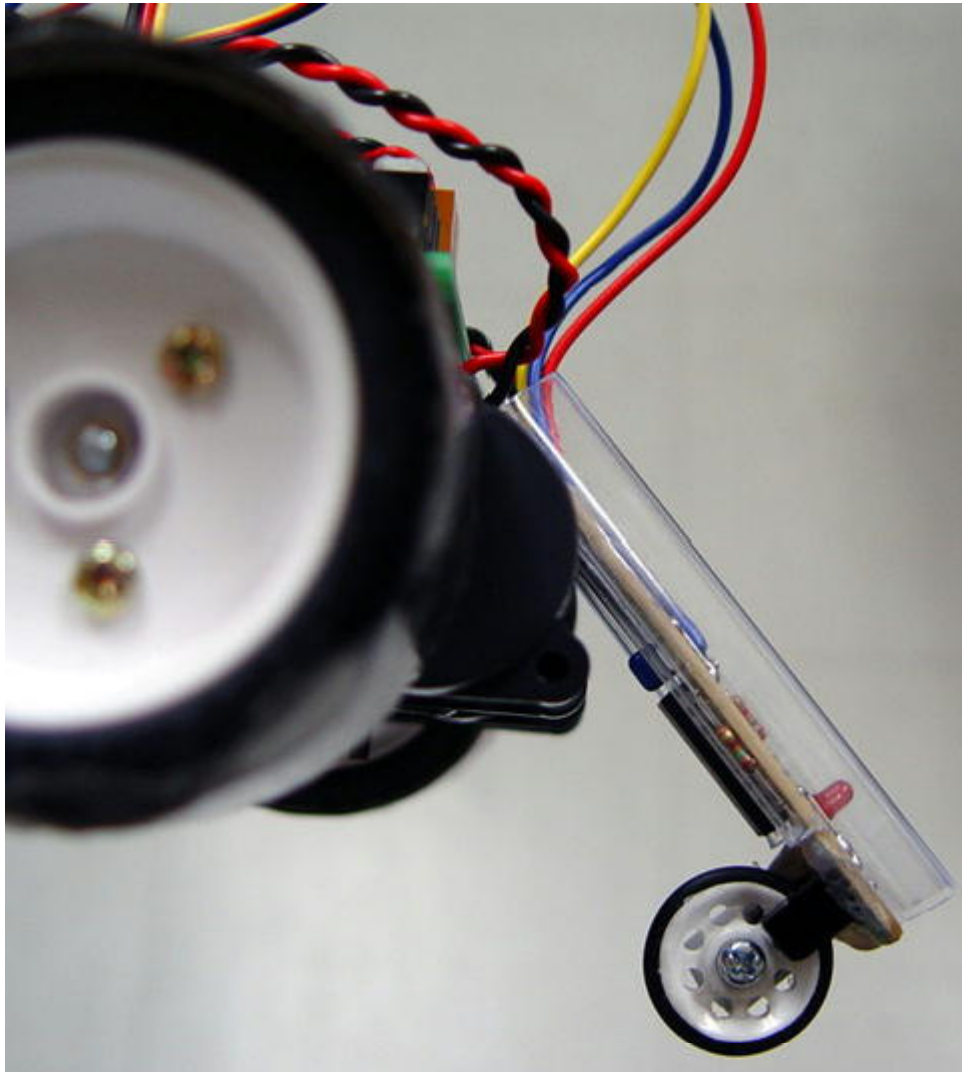


# ロータリーエンコーダ組立セット製作マニュアル

## 回路設計手順と製作手順 Ver1.10



目 次		ページ
1.	ロータリーエンコーダの回路設計	1
a.	回路図	1
b.	抵抗素子定数はどのように決定されていたか。	1
2.	ロータリーエンコーダの製作	9
a.	組立キット部品表	9
b.	全使用部品	10
c.	部品詳細	11
d.	穴あき基板の切断加工	17
e.	検出用ホイールの製作	21
1.	タミヤ工作シリーズプーリーセット S の利用	21
2.	プーリー穴開け作業	23
3.	ホイール取付支柱の製作	32
4.	ホイール支柱への取り付け	37
5.	ホイール基板への装着	43
f.	基板配線	44
1.	メッキ線, LED, 1k $\Omega$ の半田付け	44
2.	74HC14 の半田付	51
3.	150 $\Omega$ の半田付け	54
4.	0.1 $\mu$ F 積層セラミックコンデンサの半田付け	57
5.	5k $\Omega$ の半田付けとジャンパー線配線	59
g.	信号伝送ケーブル取り付け	65
3.	動作テスト	68
4.	板バネ製作と取り付け	71
a.	取り付け用板バネ穴開け作業	71
b.	リン青銅板の特徴	77
c.	折り曲げ作業	79
d.	基板への取り付け	81
e.	保護カバーの製作	82
5.	マイコンカーへの取り付け	89
a.	取り付け位置	89
	方法Ⅰ. ギヤボックス取り付けボルトを利用	89
	方法Ⅱ. ギヤボックス未使用取り付け穴を利用	91
b.	取り付け角度について	98

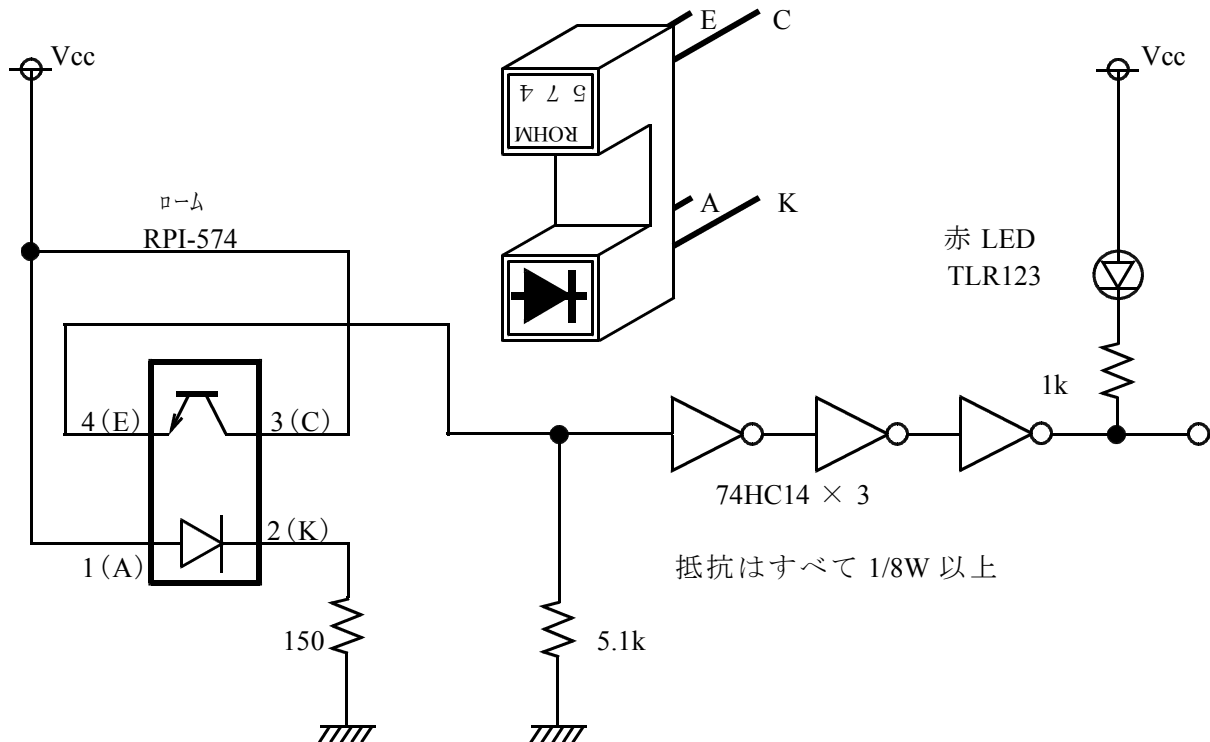
## 1. ロータリーエンコーダの回路設計

ロータリーエンコーダとは、回転数を計測する装置を言います。制御関係では応用範囲も広く特に直接関係する速度・距離の計測には欠かせない測定器になっています。しかし、残念ながら ¥ 5000 以上もする高価な装置なので、生徒個々が購入できるものではありません。しかし、ラリー出場に当たっては、是非揃えたい装置の一つとなっています。

¥1000 以内で入手できないものか検討した結果、以下のような回路設計で、マイコンカーで使える安価なロータリーエンコーダを実現できました。

原理的には以前マウスなどで使われていた、フォトインタラプタを利用し、波形整形型用として 74HC14 を使用するだけの簡単なものです。従って、回路素子も抵抗 3 本と積層コンデンサ 1 個のみで済みます。

### a. 回路図



### b. 抵抗素子定数はどのように決定されていったか。

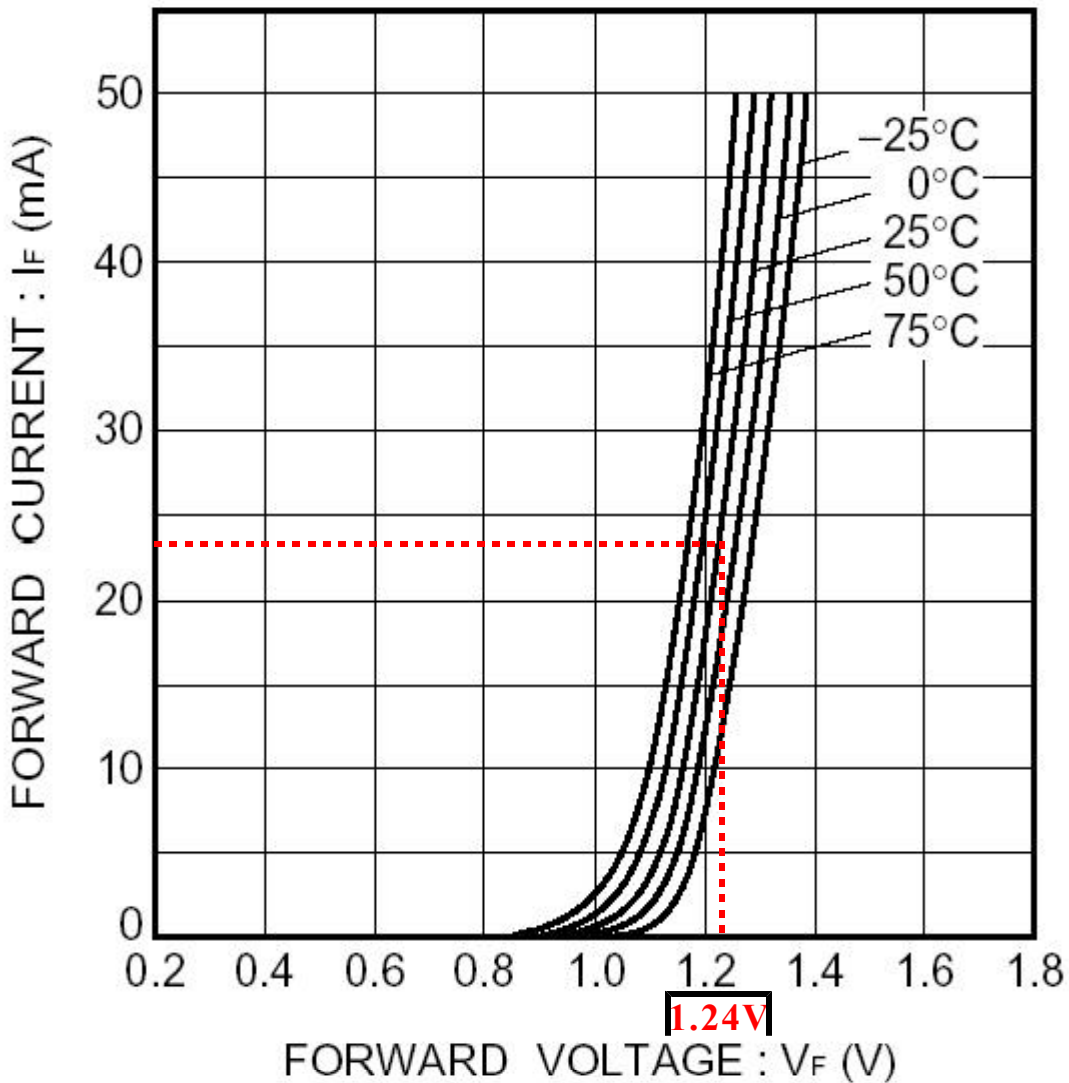
- ① 次に示すデータシート絶対最大定格より、入力発光ダイオードに 50mA まで流せることが分かります。

#### ●絶対最大定格 (Ta=25°C)

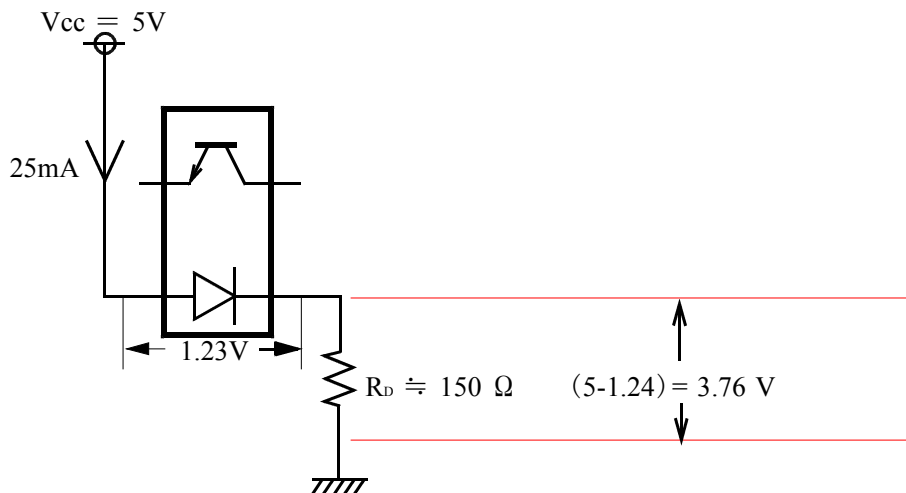
	Parameter	Symbol	Limits	Unit
入力発光ダイオード	順電流	$I_F$	50	mA
	逆電圧	$V_R$	5	V
	許容損失	$P_D$	80	mW
出力フォトトランジスタ	コレクター-エミッタ間電圧	$V_{CE0}$	30	V
	エミッター-コレクタ間電圧	$V_{E0}$	4.5	V
	コレクタ電流	$I_C$	30	mA
	コレクタ損失	$P_C$	80	mW
動作温度		$T_{opr}$	-25~+85	°C
保存温度		$T_{stg}$	-40~+85	°C

② 発光ダイオードの発光量が大きければ、外乱の影響がそれだけ少なくなります。しかし一方では、CPUの電流容量を考えると、出来るだけ発光ダイオードに電流は流したくないという希望もあります。

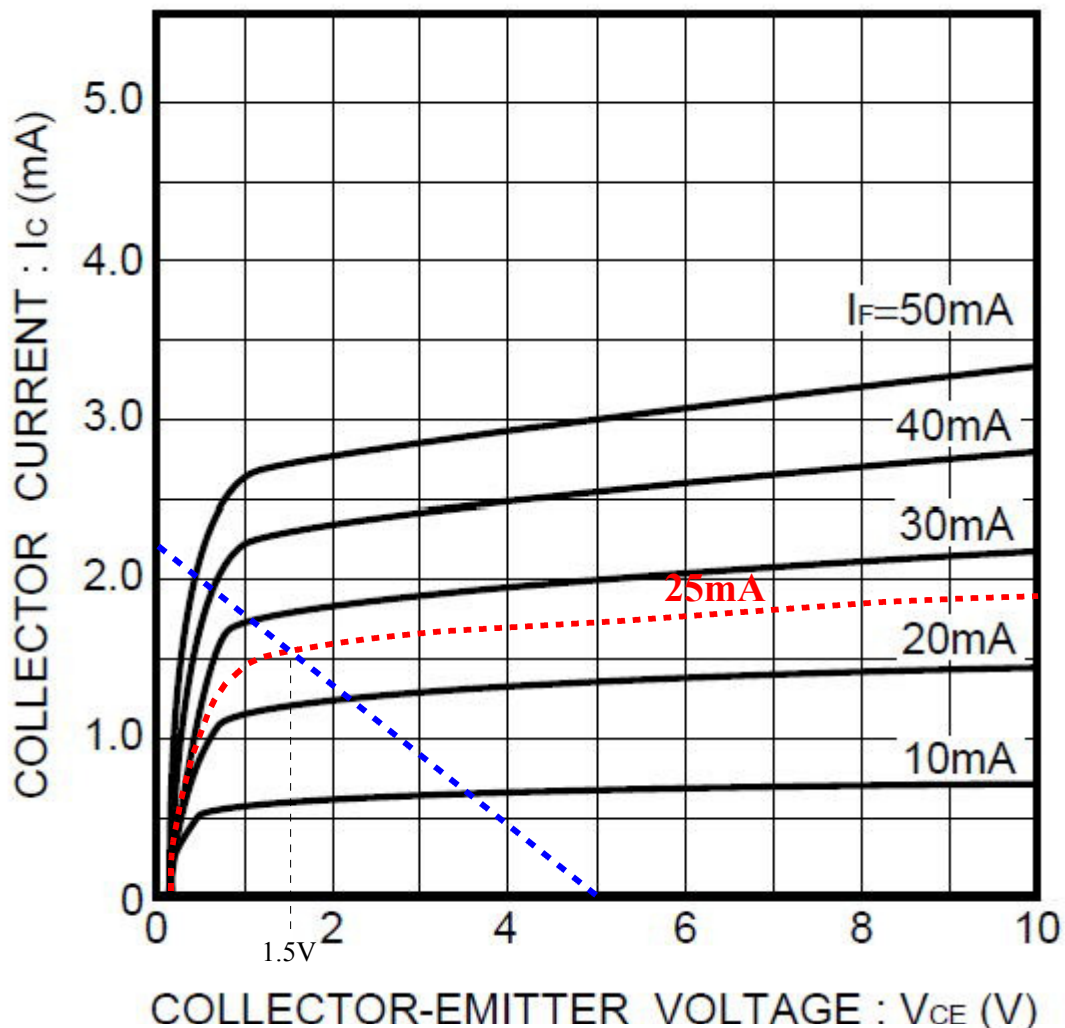
③ ①②を考慮して  $I_F = 25\text{mA}$  と決定しました。



⑤  $V_F = 1.24\text{V}$  であれば、 $5 - 1.24 = 3.76\text{V}$  が電流制限抵抗  $R_D$  にかかる電圧となるので、 $R_D = 3.76\text{V} / 25\text{mA} = 150.4\ \Omega \approx 150\ \Omega$  と決定されました。



- ⑥  $I_F = 25\text{mA}$  の時のフォトインタラプタ内部にある、フォトトランジスタの特性は下記のようになっています。



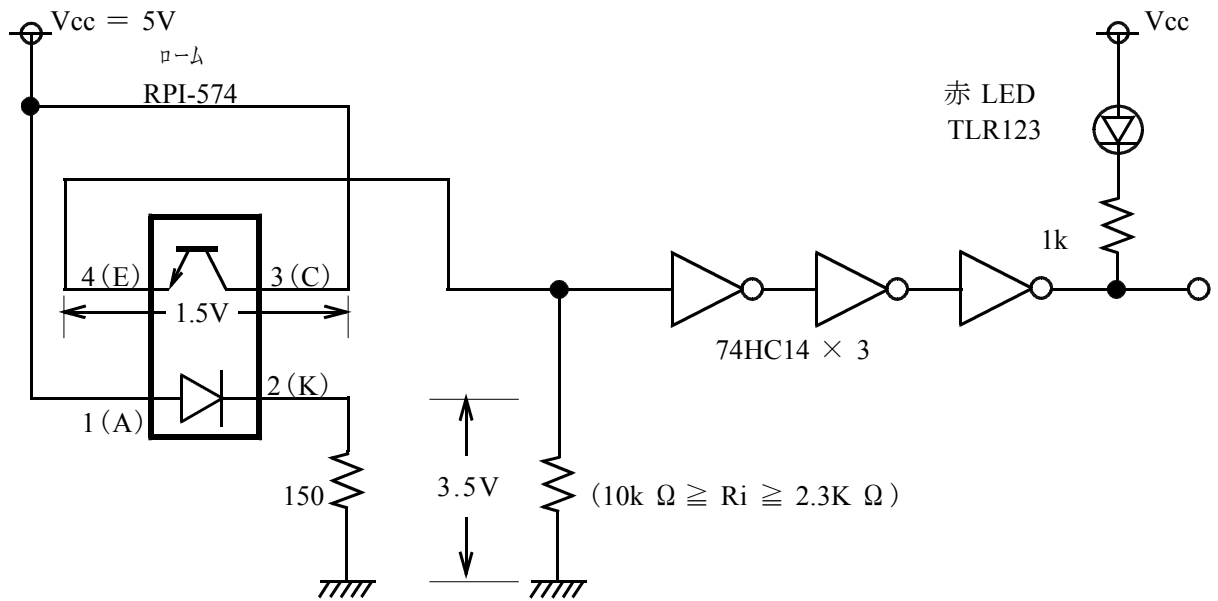
- ⑦ 74HC14 は C-MOS タイプの IC であり、その入力レベルは 3.5V 以上を H レベル、1.5V 以下を L レベルとしています。(実教出版平成 14 年 2 月発行ハードウェア技術 18 ページ参照)

従って、74HC14 への信号入力抵抗  $R_i$  (フォトトランジスタの負荷抵抗) には、3.5V 以上の電圧を掛ける必要があります。言い換えればコレクタにかかる電圧を 1.5V 以下にしなければならない事になります。そのためには前の  $I_c$ - $V_{ce}$  特性図で 1.5V の点線と、25mA の赤線との交点を使用の限界としなければなりません。

電源電圧は 5V ですから、負荷線を引くと青線のようになり、抵抗値は

$$R_i = 5V / 2.14\text{mA} = 2.3\text{k}\Omega \quad \text{または} \quad R_i = 3.5V / 1.5\text{mA} = 2.3\text{k}\Omega$$

程度となります。もし  $R_i < 2.3\text{k}\Omega$  とすれば青線の傾きが上に示したものより大きくなり、赤点線の 25mA との交点は、今よりもっと右へと移動することになります。言い換えれば、74HC14 への入力信号が、3.5V に満たないことになってしまいます。従って、 $R_i$  は 2.3kΩ 以上の値にしなければならないということになります。しかし、2.3kΩ 以上とは言っても上限はあるはずで

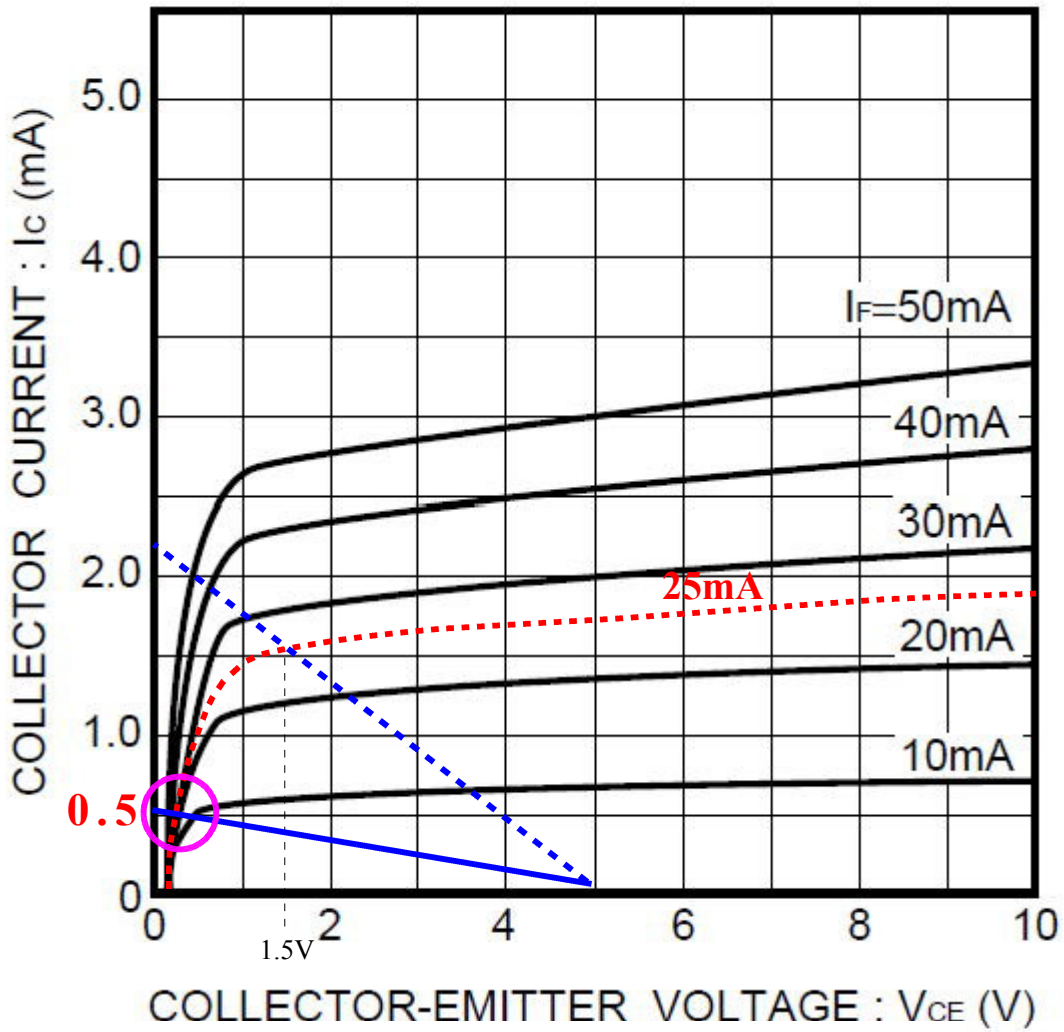


⑧ Ri の上限について考えてみます。

電氣的・工学的特性は次のようになっています、入力発光ダイオードに流す電流  $I_F$  が 20mA の時、最低でもフォトトランジスタのコレクタ電流を 0.5mA は流す必要があります。

●電氣的・光学的特性 (Ta=25°C)

Parameter	Symbol	Min.	Typ.	Max.	Unit	Conditions
入力特性						
順電圧	$V_F$	-	1.3	1.6	V	$I_F=50\text{mA}$
逆電流	$I_R$	-	-	10	$\mu\text{A}$	$V_R=5\text{V}$
出力特性						
暗電流	$I_{CEO}$	-	-	0.5	$\mu\text{A}$	$V_{CE}=10\text{V}$
ピーク感度波長	$\lambda_p$	-	800	-	nm	-
コレクタ電流	$I_C$	0.5	-	-	mA	$V_{CE}=5\text{V}, I_F=20\text{mA}$
伝達特性						
コレクターエミッタ間飽和電圧	$V_{CE(sat)}$	-	0.1	0.5	V	$I_F=20\text{mA}, I_C=0.5\text{mA}$
応答時間	$t_r \cdot t_f$	-	10	-	$\mu\text{s}$	$V_{CC}=5\text{V}, I_F=20\text{mA}, R_L=100\Omega$



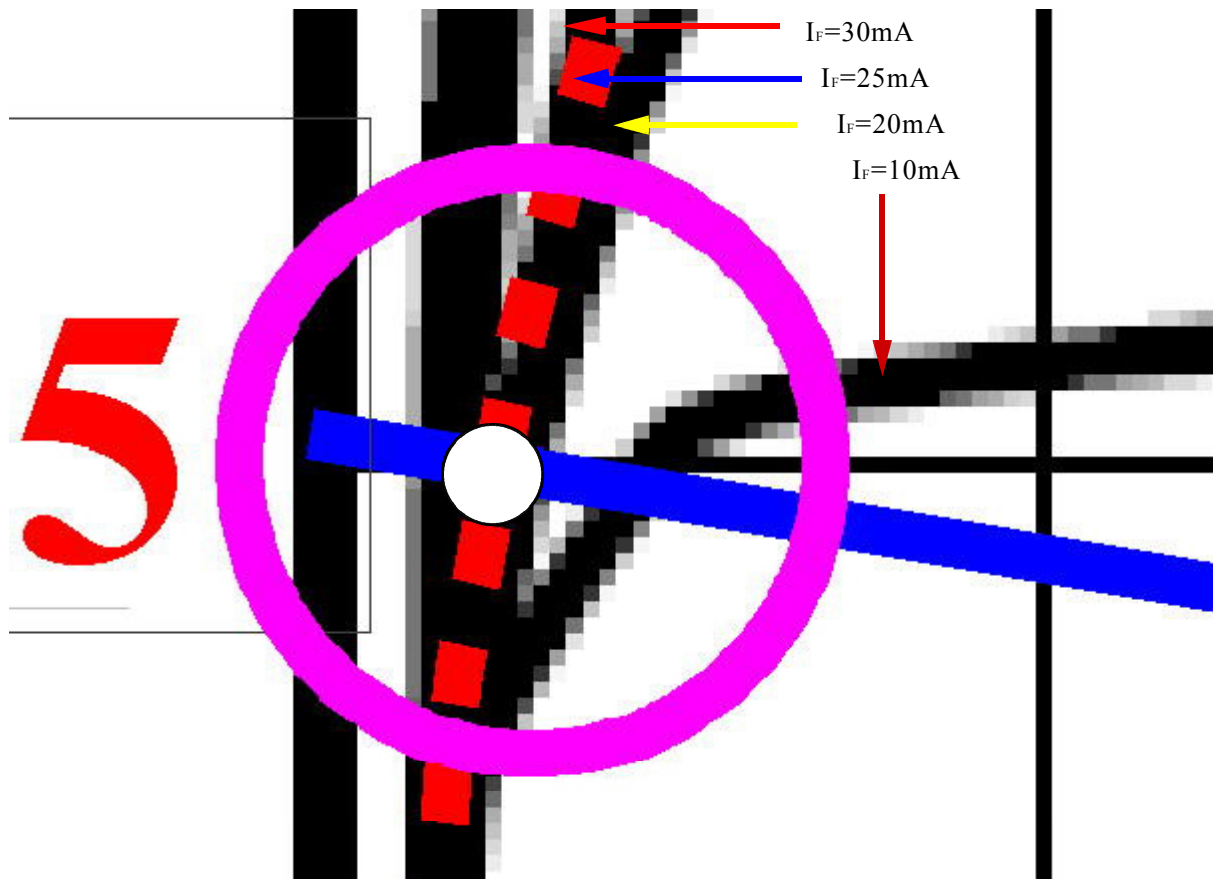
⑨ 上の特性図からも分かるように、電流  $I_F$  が 20mA であっても、25mA であっても負荷線と交差する位置はほとんど変わりません。図形を拡大してその様子を見てください。

⑩ 図形を拡大してみると、下図白ポイントが該当する点となります。

電流  $I_f = 20\text{mA}$  であっても、 $I_f = 25\text{mA}$  であっても、ほとんど変わらないことが分かります。また正確に言えば、負荷線とグラフの縦軸とは、 $0.5\text{mA}$  をわずかに越えているところで交わっていることが分かります。従って負荷の値は、

$$R_i = 5\text{V} / (0.5\text{mA} + \Delta)$$

となりますが、 $\Delta$  が非常に小さいため、 $5\text{V} / 0.5\text{mA} = 10\text{k}\Omega$  と考えることが出来る訳です。



⑪ 以上の経緯から、電流制限抵抗  $R_b$  は、

$$R_b = 150\Omega$$

また、フォトトランジスタの負荷抵抗  $R_i$  は、下限  $2.3\text{k}\Omega$ 、上限  $10\text{k}\Omega$  のほぼ中間の、きりのよい数値として  $5\text{k}\Omega$  にしようと思いましたが、残念ながら  $5\text{k}\Omega$  は、今は製造されていないということでした。そのため  $5.1\text{k}\Omega$  を使うことにしました。

私たちがよく使用する抵抗の数値は、ほぼ  $10^{(x/24)}$  で計算された、有効桁数 2 桁の数値で表される数値のものが多く、販売されている抵抗やコンデンサに使われている数値が、半端なものが多いのはこのためです。例えば、

$$10^{(0/24)} = 1 \quad 10^{(1/24)} = 1.10069 \quad 10^{(2/24)} = 1.21153 \quad 10^{(3/24)} = 1.33352$$

$$10^{(4/24)} = 1.46780 \dots \dots \dots 10^{(16/24)} = 4.64159 \quad 10^{(17/24)} = 5.10897$$

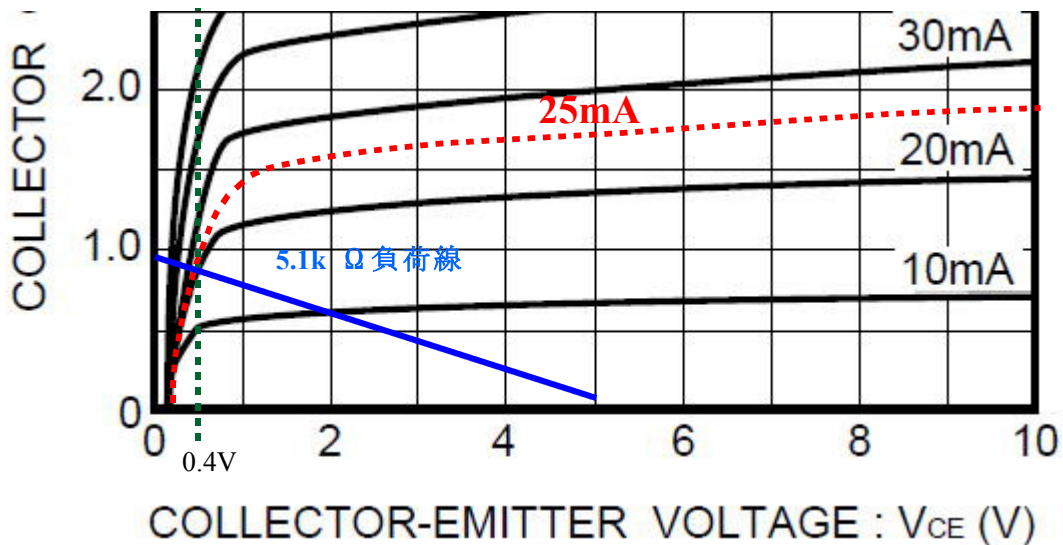
であり、E24 系列で挙げられている数値は、 $(10/24) \sim (16/24)$  は 0.1 追加、 $(22/24)$  は 0.1 引き去りとなっていて、一部上の計算とは異なるものの、次のようになっています。

10, 11, 12, 13, 15, 16, 18, 20, 22, 24, 27, 30, 33, 36, 39, 43, 47, 51, 56, 62, 68, 75, 82, 91

上の数列の中には 50 はありません。つまり原則として  $5\text{k}\Omega$  は製造されていないということになります。しかしながら、メーカーによっては  $5\text{k}\Omega$  を製造することもあるそうです。今は製造されていないというのは、このことを言っているものと思われます。

なお、話は変わりますが、74HC14 の入力インピーダンスは、FET であるため  $\infty$  と考えることができるので、フォトトランジスタの負荷とはなり得ません。すなわち 74HC14 の入力端子には電流は流れず、すべて  $5.1\text{k}\Omega$  の抵抗に流れる事になります。





⑫ 電源電圧 5V で 5.1kΩ の負荷線は、

$$5V / 5.1k\Omega = 0.98mA$$

となるので、上のグラフのように  $I_c = 0.98mA$  の縦軸に向かった直線となります。

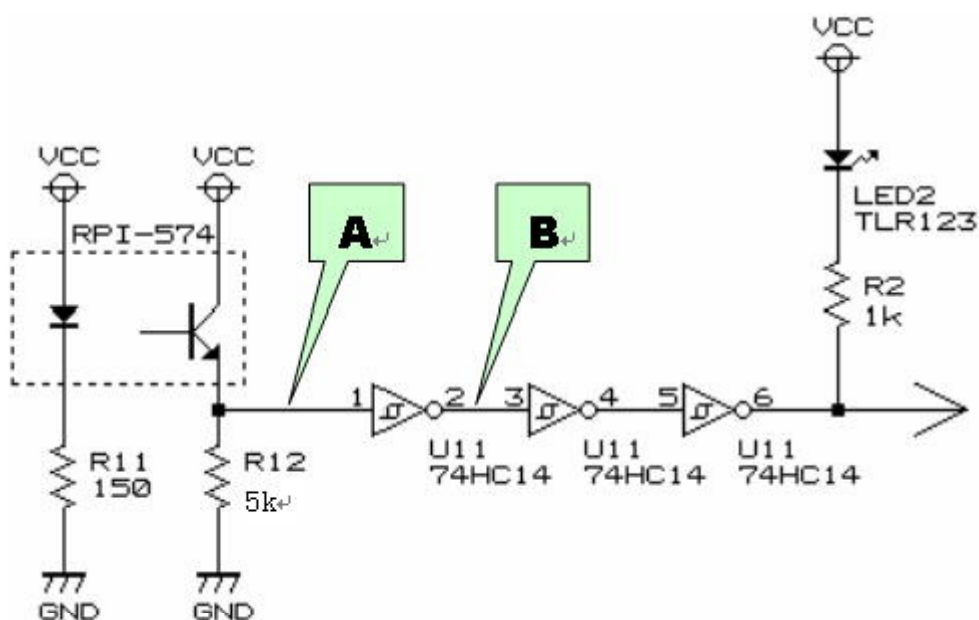
$I_F = 25mA$  との交点は上のグラフ上で、 $V_{CE} =$ 約 0.4V となっています。従って 74HC14 への入力電圧は、

$$5V - 0.4V = 4.6V$$

で、論理レベル "1"  $\geq 3.5V$  を、十分満足できる電圧が得られていることとなります。

⑬ 実測した結果は以下のようになりました。

観測点 A では 74HC14 への入力電圧波形を観測し、観測点 B ではインバータを 1 個経由したときの波形が、どのように波形整形されたかを観測しました。

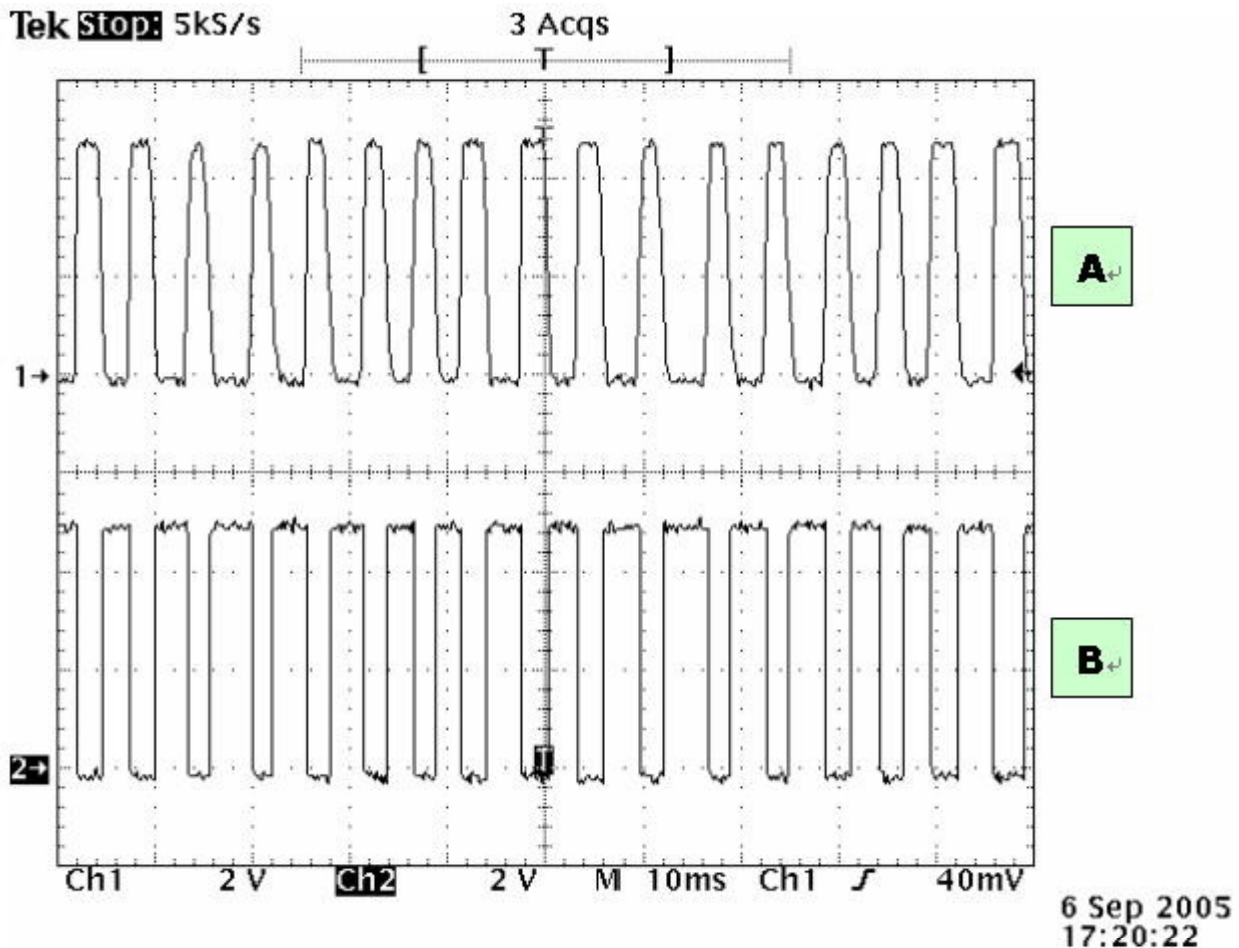


呼

⑭ 観測するときエンコーダに取り付けた車輪(ホイール)を思いっきり手で回して、その波形記録の中央部をピックアップしたものです。

A 点では、方形波と言うよりは正弦波に近く、テストで測って 4.76V なので、ほぼ計算値の値と同じになりました。

B 点では、ほとんど方形波といえる状態に整形されており、NOT 素子 1 個でも充分であることが分かります。なお、波形間隔が均一になっていないのは、ホイールに開けた 8 個の穴が均一でなかったためです。この不均一さは、マイコンカーの走行データとして、何ら影響は与えません。



これらのパルスをマイコンボードに入力してカウントさせましたが、全く異常無くカウントをしました。

## 2. ロータリーエンコーダの製作

### a. 組立キット部品表

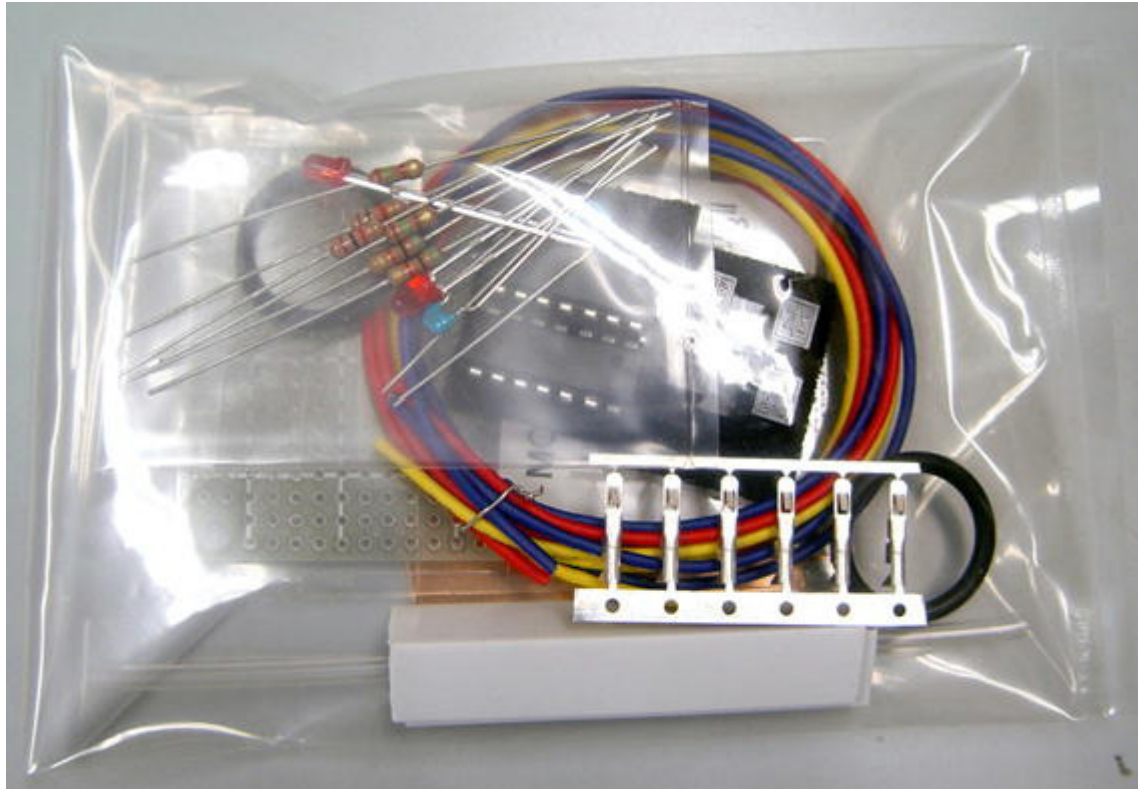
組み立てに必要な部品の一覧表です。

組立キット部品表

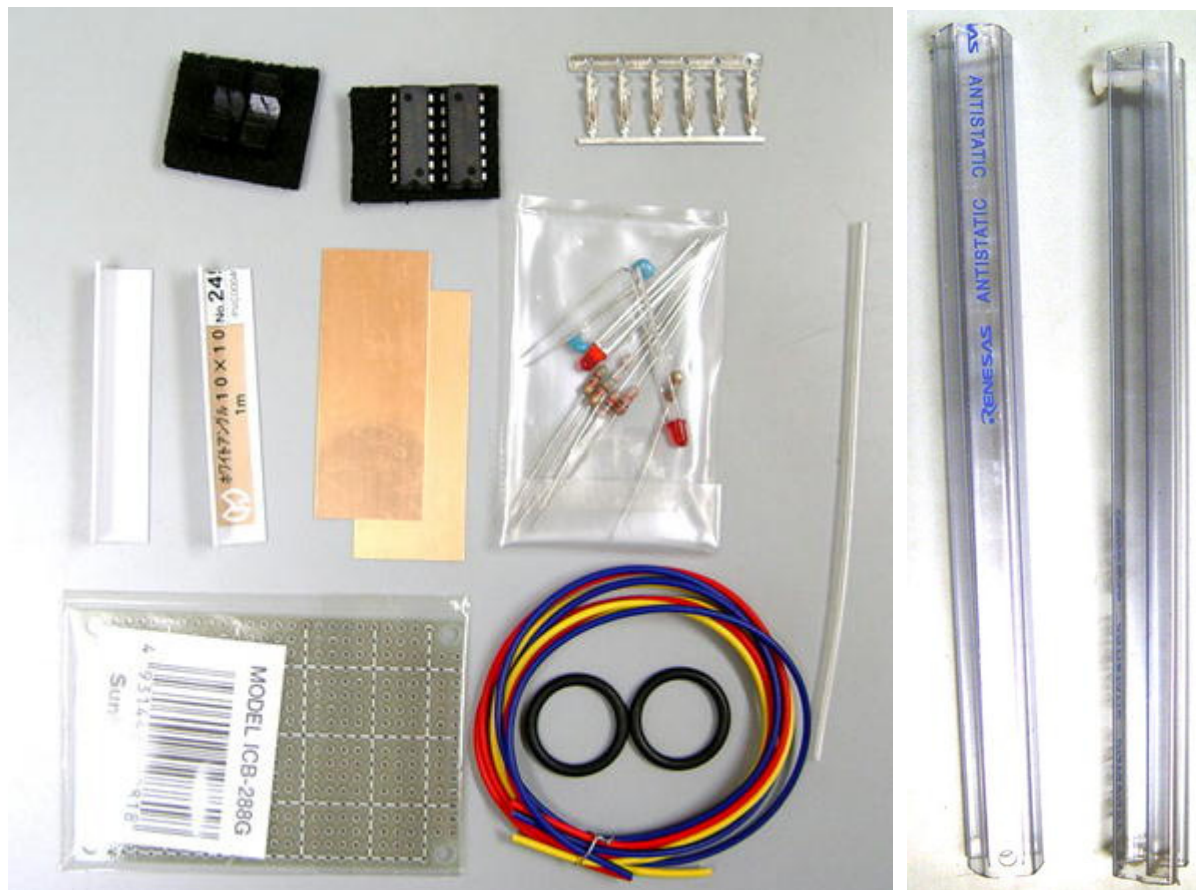
No	部 品 名	規 格	数 量
1	プーリー(S)	タミヤ 70140	1セット
2	ホワイトアングル(プラスチック)	10 × 10 NO.245	100mm
3	フォトインタラプタ	ローム RPI-574	2個
4	Oリング	1AP-15	2個
5	基板(ガラエポ穴あき)	ハヤト ICB288G (47 × 72)	1枚
6	0.2mm リン青銅板バネ	20mm × 50mm	2枚
7	抵抗 150 Ω	1/4W	2本
8	抵抗 5.1k Ω	1/4W	2本
9	抵抗 1k Ω	1/4W	2本
10	インジケータ用赤 LED	EBR3338S	2個
11	積層セラミックコンデンサ	0.1 μF (104)	2個
12	IC(シュミットトリガインバータ)	74HC14	2個
13	コンタクトピン	IL - C2 = 10000	6本
14	熱収縮チューブ	φ 2.0mm	100mm
15	ビニール撚り線	0.3mm <sup>2</sup> 3色	各 0.5m

上記セットは下の袋にセットされています。

セットの中身として、業者の好意により、ロータリーエンコーダ保護カバー用部品が入っていることもあります。保護カバー用部品は IC 保管用のレールそのものであり、常に在庫しているわけではないので、在庫しているときのみのサービスだそうです。



b. 全使用部品



袋の中身を上の写真に示しています。内容は以下のようになっています。

写真 1 段目：フォトインタラプタ、IC74HC14、コンタクトピン

写真 2 段目：アングル、リン青銅板バネ、C, R, LED パーツ、熱収縮チューブ

写真 3 段目：基板(ガラエポ穴あき)、ビニール線、Oリング

写真 横 : IC レール

c. 部品詳細

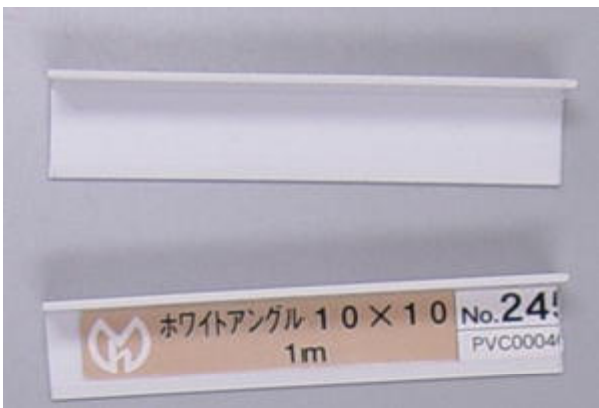
No.1 タミヤ工作シリーズプーリーセット S



この袋の中のプーリー，ダブルブッシング，ボルト，ナットが必要となります。  
 プーリー                                  ダブルブッシング                                  ボルト，ナット



No.2 ホワイトアングル(プラスチック)

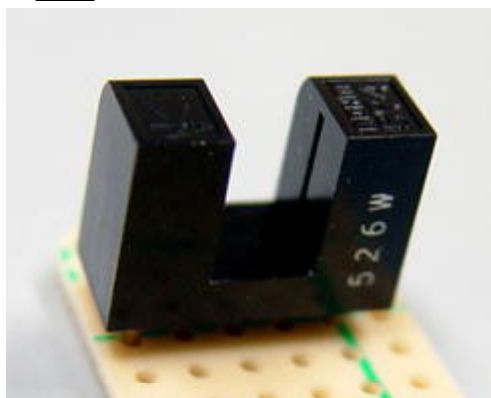


ホイールとそれを支えるための支柱部品です。  
 10mm × 10mm の L 字アングルで、ベニヤなどの縁飾り用建材としてよく使われるものです。1 台分は 50mm となっているので、実際に使用する約 20mm 程度の長さの 2 倍あり、十分な余裕があります。

2 台分としてほぼ同じ長さのものが 2 本入っています。切断機の関係で、左写真のように直角には切れておらず、またバリ処理もしていません。

手数をかけて、高い価格にならないように配慮したためのリスクです。

**No.3** フォトインタラプタ



ローム社の RPI-574 と呼ばれるフォトインタラプタです。  
左側のボックス内に入っている、赤外線 LED から赤外線が発射され、右側の「526W」と書かれている側の、ボックス中央部の細長い溝を通り抜けて、中に入っているフォトトランジスタを ON にするものです。凹部に遮蔽物が入れば赤外線は透過できず、フォトトランジスタを OFF にしてしまいます。邪魔する遮蔽物を指してインタラプタと呼ぶ事からこのような名称が付けられています。

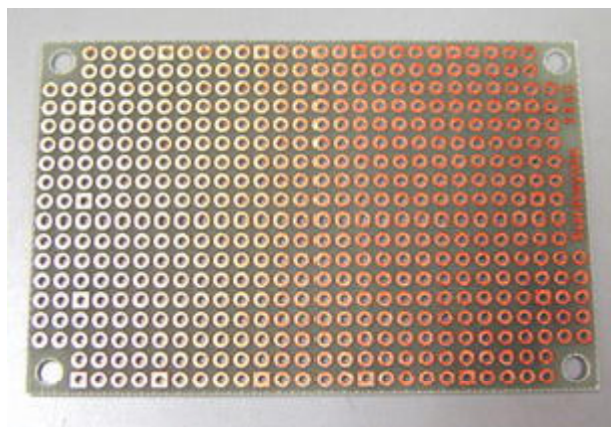
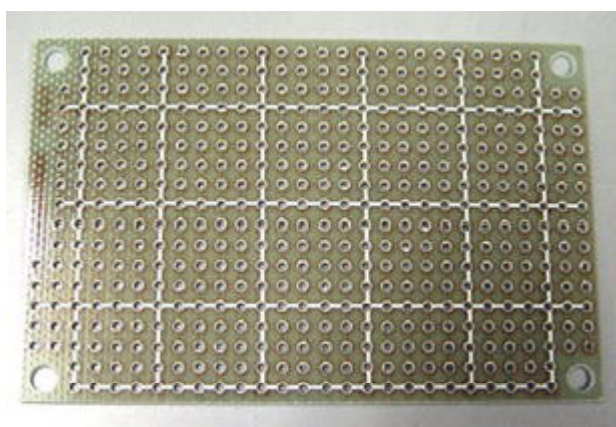
**No.4** Oリング 1AP-15



直径 15mm でゴム製のものです。シリコン系の乳白色した Oリングもありますが、価格が 2 倍する割には何のメリットもないので、安い方を選びました。

**No.5** 基板(ガラエポ穴あき)

フォトインタラプターや抵抗等を、ハンダ付けするための穴あき基板です。  
ガラエポキシで出来ているので非常に丈夫なものです。この基板 1 枚からロータリーエンコーダ用の基板を 2 枚切り出します。



**No.6** 0.2mm リン青銅板バネ



板バネとして使用します。リレーなどの接点用のバネとしてよく使われている材料です。0.2mm の厚さで 20mm × 50mm の大きさがあります。

製作過程で基板の幅に合わせるため、5mm 切り取り 15mm × 50mm にして使います。

工作バサミでも目に沿って切る場合は、簡単に切り取ることが出来ます。

**No.7** 抵抗 150 Ω

フォトインタラプタ内赤外線発生ダイオードの電流制限抵抗として使われます。

茶 → 1 / 緑 → 5 / 茶 → 1 / 金 → 許容誤差 5 %      茶緑 × 10 の茶乗 = 15 × 10 = 150



**No.8** 抵抗 5.1k Ω

フォトインタラプタ内フォトトランジスタの負荷抵抗として使われます。

緑 → 5 / 茶 → 1 / 赤 → 2 / 金 → 許容誤差 5 %      緑茶 × 10 の赤 = 51 × 100 = 5.1k



※

マニュアル内の写真で使用されている負荷抵抗は 5k Ω です。

組立セットの中に入っている抵抗が 5.1k Ω と変更されたのは、マニュアル製作時には入手できた 5k Ω が、ロータリーエンコーダ組立セット販売が決定された時点では、入手出来なくなった為の変更です。

理論的な部分に変更しましたが、写真までは変更できませんでした。

変更による特性の変化は、ほとんどありません。ご了承下さい。

**No.9** 抵抗 1k Ω

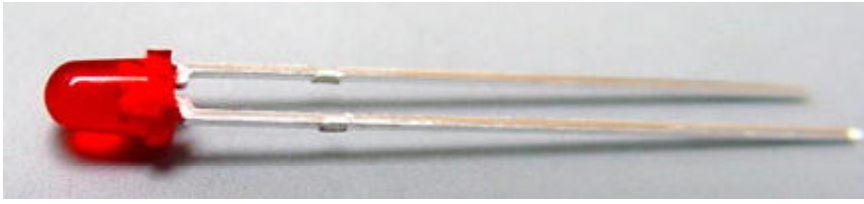
赤色 LED の電流制限抵抗として使われます。

茶 → 1 / 黒 → 0 / 赤 → 2 / 金 → 許容誤差 5 %      茶黒 × 10 の赤 = 10 × 100 = 1k



**No.10** インジケータ用赤 LED

ロータリーエンコーダからの、パルス発生を確認するための表示器として使用されます。足の長い方がアノード (+) です。



**No.11** 積層セラミックコンデンサ

電源パスコン(バイパスコンデンサ)と呼ばれているものです。

ICを使う場合、Vcc 端子と GND 間に必ず必要とされているため、回路図に表されていないこともあります。IC へのノイズ混入を防止する意味と、瞬間の電位変動を押さえる機能があります。

表示されている **104** は、**10 × 10 の 4 乗** という意味で  $10^5$  を意味しています。コンデンサのコードは抵抗の場合と異なり、後に [pF] が付くため  $10^5 \times 10^{12} = 10^7 = 0.1 \times 10^6 = 0.1 \mu$  となります。極性はありません。



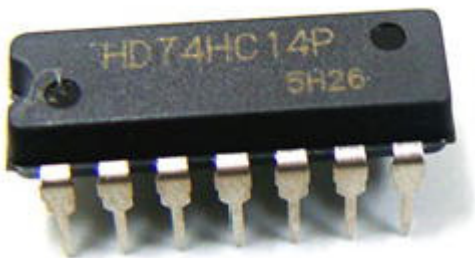
**No.12** IC(シュミットトリガインバータ)

論理否定 (NOT) 回路が 6 個入っています。システリシス特性を利用して、波形整形が可能な IC です。

左の写真のものは表示が見えにくく、導電性スポンジを抱かせ、手で持ち上げて斜めから撮影して、ようやく見えるようになりました。



入荷，在庫の関係で、色々なメーカーのものがセットされる可能性があるため、前後に何が書かれていようと、表示されている文字が、「74HC14」が書かれていれば、同じ機能のものと考えてよいでしょう。





**No.13** コンタクトピン

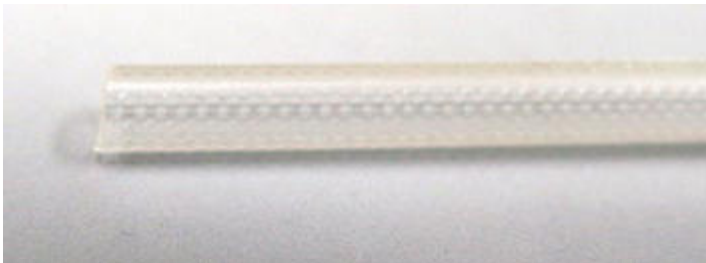


通信ケーブル(電源+、GND、信号)の先端に取り付け、CPU ボードの 10P コネクタに差し込まれます。正規の工具がないときは、ペンチで鉄板を曲げ、更にハンダ付けの必要があります。

**No.14** 熱収縮チューブ



コンタクトピンにかぶせるチューブです。加熱すれば半径方向に縮みます。1台分 50mm です。



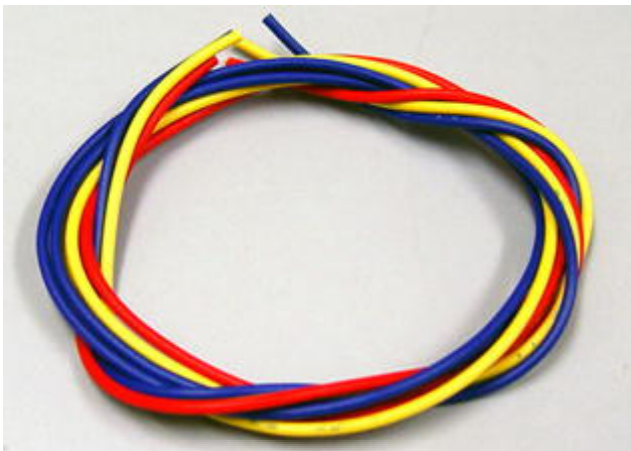
先端を拡大してみました。  
左に示したような模様のあるものと、模様がなくて透明なものがあります。  
ヒシチューブとか、スミチューブなどと、メーカー名をもじった商品名で呼ばれています。

**No.15** ビニール撚り線

ロータリーエンコーダから CPU ボードへのケーブルは、一応 25cm 程度にしていますが、ケーブルの長さは自分のマイコンカーに合わせて、あまり長くしない方がよいでしょう。

電源+用として赤線、-用としては青線、信号線としては黄色を使います。

CPU ボードの各ポート端子へ差し込みが出来るように、撚り線コードの先端には、上で示したコンタクトピンが取り付けられます。コンタクトピンは、ほぼ透明な熱収縮チューブでカバーされます。



赤, 黄, 青色の撚り線が、各 50cm(2台分)のものがセットに入っています。

撚り線の場合は面積表示となるため、線の規格は  $0.3\text{mm}^2$  となっていて、これを 0.3 スケアと呼んでいます。

ノギスで測ったところ、 $\phi 0.6\text{mm}$  の単線と同じくらいの太さがありました。

#### No.?? IC レール

ロータリーエンコーダの保護カバーを作るための材料 として、セット に入ってくることもあるサービス品です。保護カバー部品として、下に示す IC レール 15cm のものが 2 本入ってくることもあります。ロータリーエンコーダ全体を覆うカバーとして使います。カバーとして使わないときは、本来の IC 保管ケースとして使えます。

入ってくるときは、1 台分 15cm のものが 2 個入 ってきます。



#### No.?? その他

##### 紙ヤスリ

アングル、プーリーの成形用として必要です。少し粗めの CC-120 番が良いでしょう。

##### 糸半田

基板上に載せる電子部品のハンダ付けに必要となります。1m もあれば十分です。

##### 布両面テープ

ポスタやカーペット・マットなどの固定用として、東急ハンズなどで販売されている幅 25mm のものであれば、3cm もあれば十分です。フォトインタラプタ、板バネを固定するために必要になります。

##### メッキ線

回路配線は、ほとんどが部品とそのリード線で間に合うので、ランド間を結ぶ線としてのメッキ線は、約 5cm 程度しかありません。用意出来ればハンダ付けがきれいに出来ると思います。

ランド間の接続に使用するので、メッキ線が無いときは、単線の被覆を剥いて代用する、不要な他の抵抗やコンデンサなどのリード線を利用する、撚り線 3 本くらいを強く撚って、単線のようにして使う、いよいよ何もなければ、ハンダでランド間にブリッジを架ける、などの工夫をすれば、メッキ線は特に用意をする必要はありません。

##### セロテープ

基板に板バネを固定するとき必要です。10cm もあればよいでしょう。

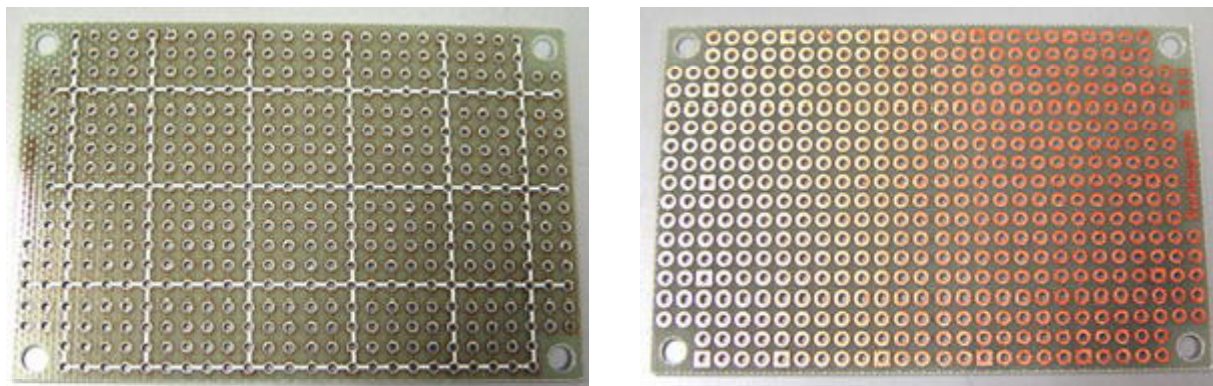
##### ホットボンドまたはゴム系ボンド

フォトインタラプタとアングル支柱を固定するために必要になります。

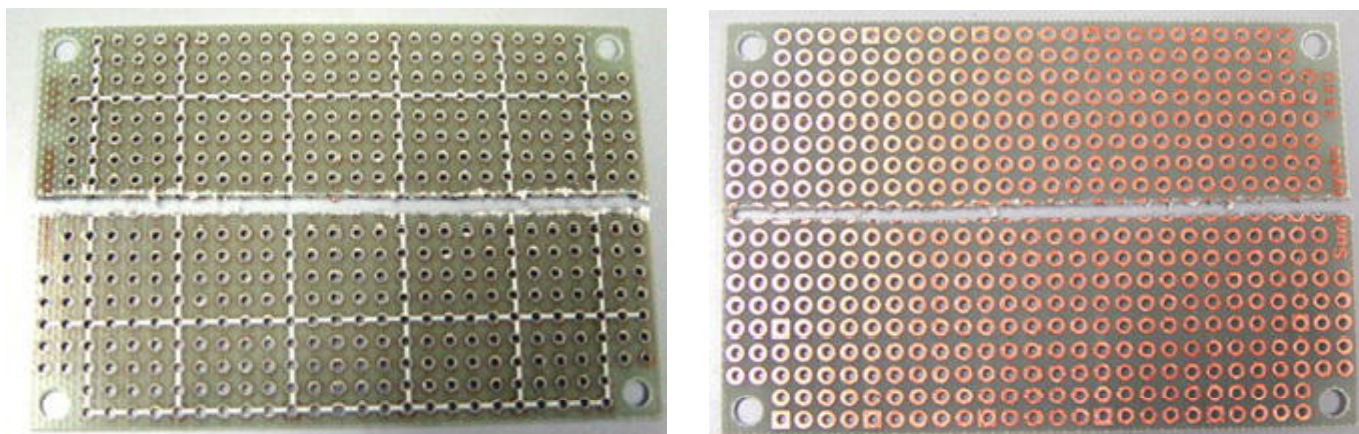
#### d. 穴あき基板の切断加工

① セットには、サンハヤトのガラエポ穴あき基板 ICB288G (47mm × 72mm) が 1 枚、2 台分として入っています。

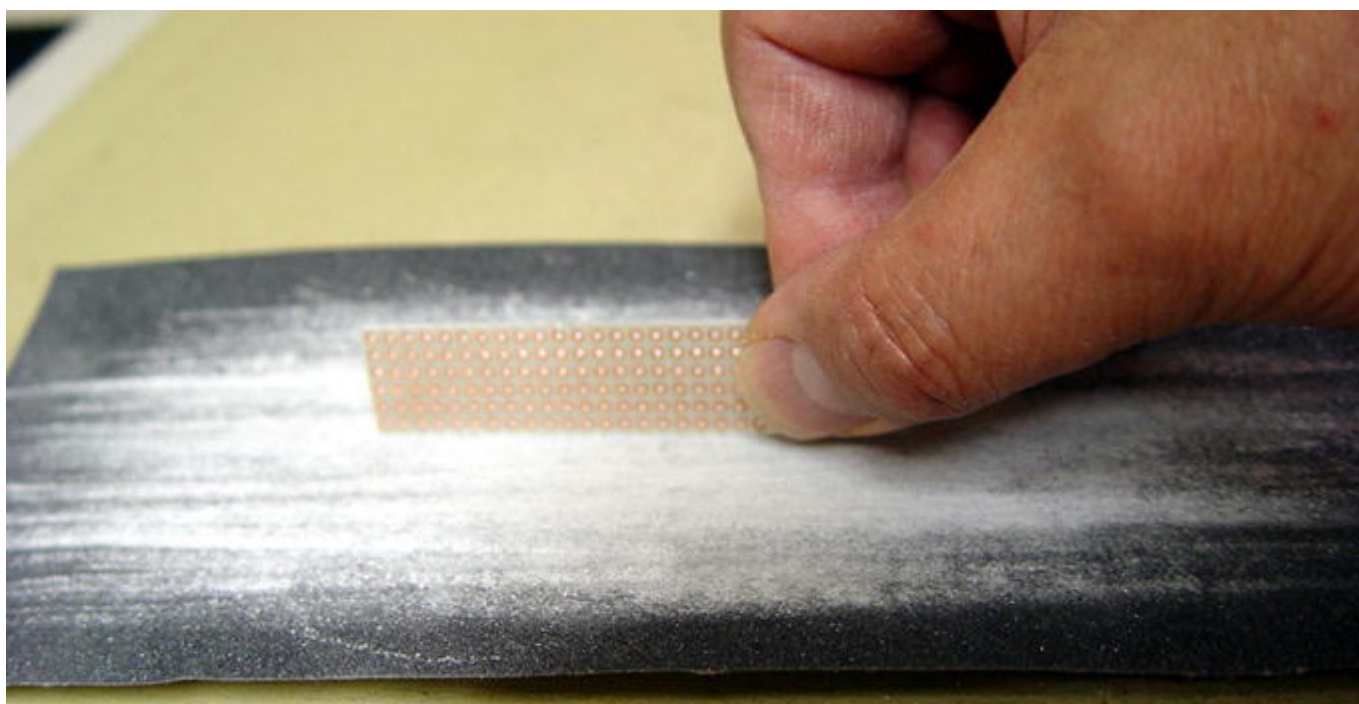
左は部品面(表)で、右はプリント面またはハンダ面(裏)です。丸や四角の小さな銅箔を、ランドと呼んでいます。



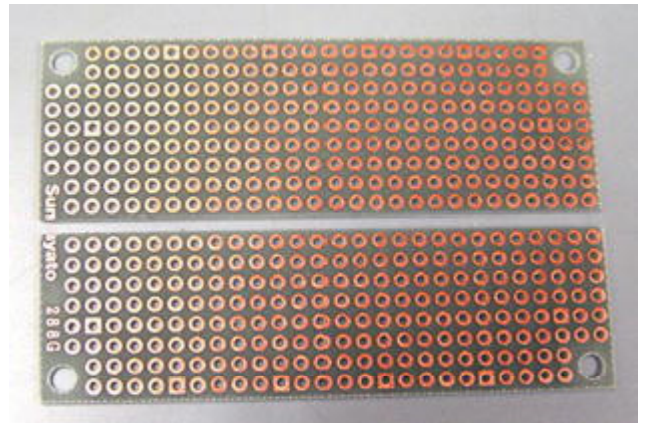
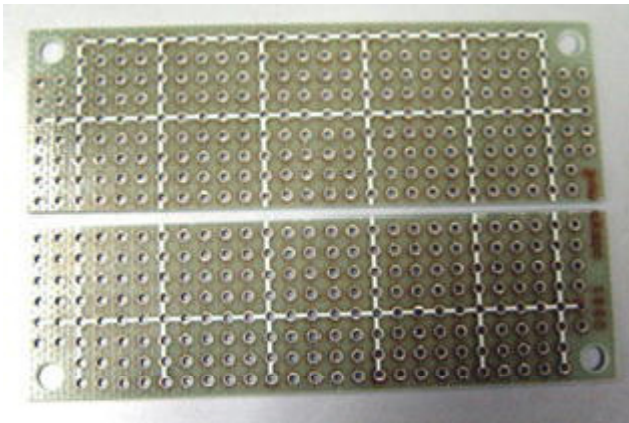
② 下の写真で上から 9 列目、下から 10 列目の列を目安にして、金鋸で基板を半分に切断しました。左は表面(部品面)の二分した様子で、右は裏面(プリント面)の様子です。



③ 切断面は紙ヤスリの上で滑らせながら、偏り無く平らにします。



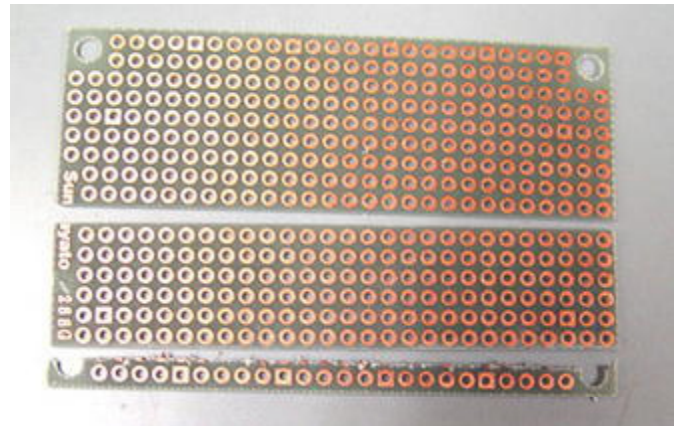
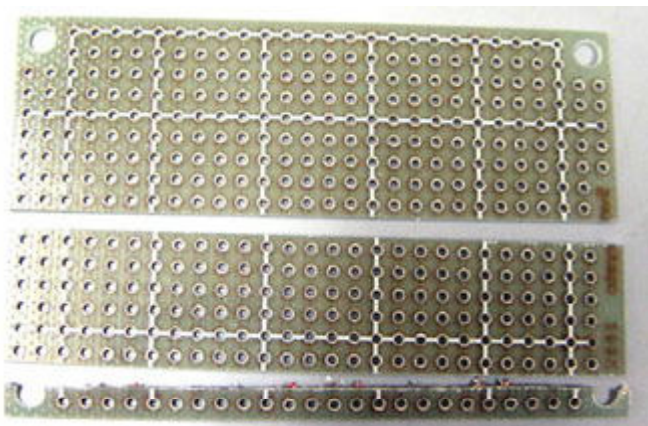
④ 紙ヤスリで切断面を処理しました。オモテ・ウラの様子です。



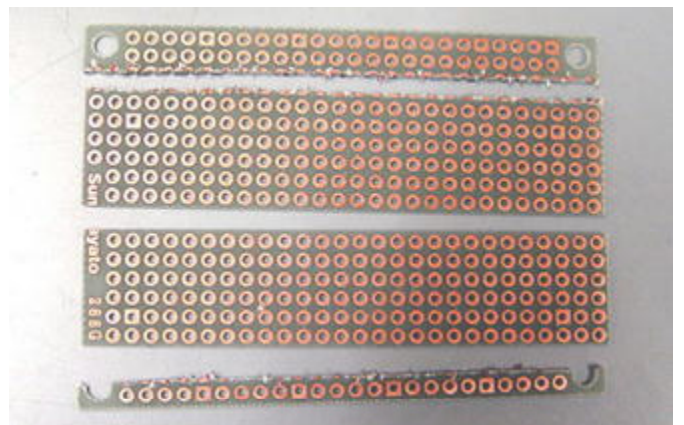
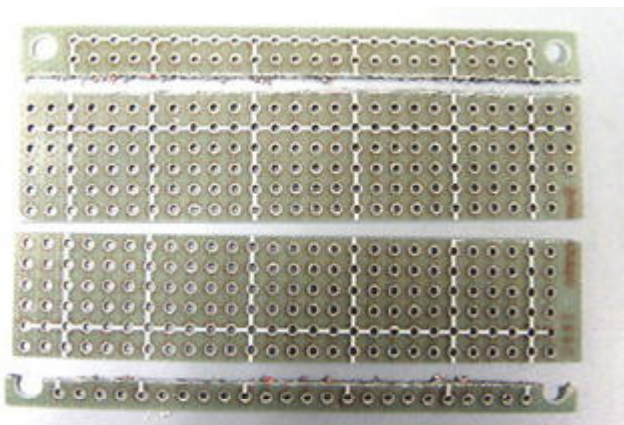
⑤ 穴 6 個分の基板を作るために、下から 2 列目を切断した様子です。右肩に文字が書いてありますが、そちら側にフォトインタラプタが載せられ、左には板バネが取り付けられることとなります。

後で上半分にも穴 6 列の基板を作りますが、上下対称にはなっていないので、切断するときは穴の数を数えて、十分注意してください。

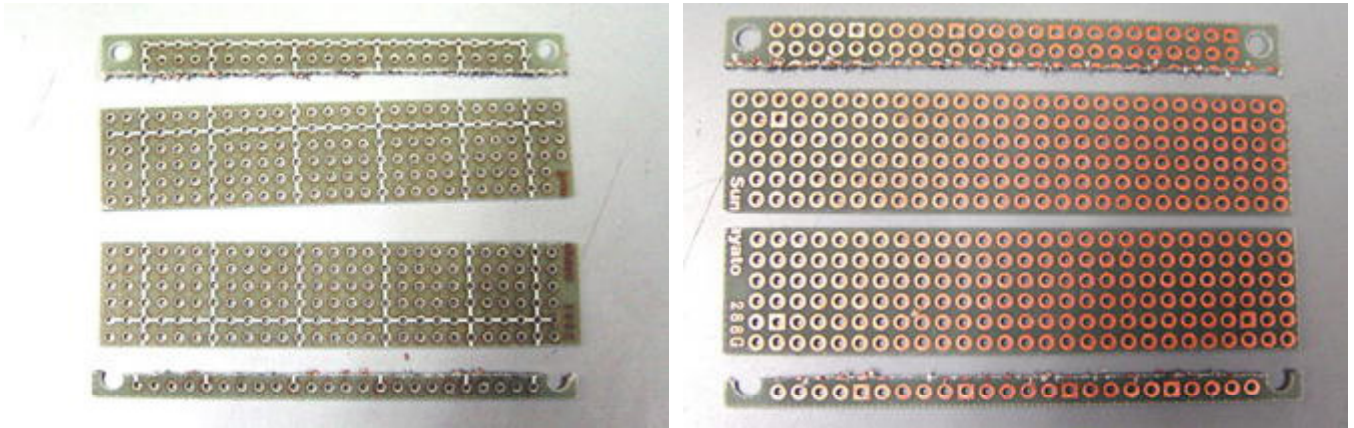
⑥ 切断面に紙ヤスリをかけて、平らにしました。



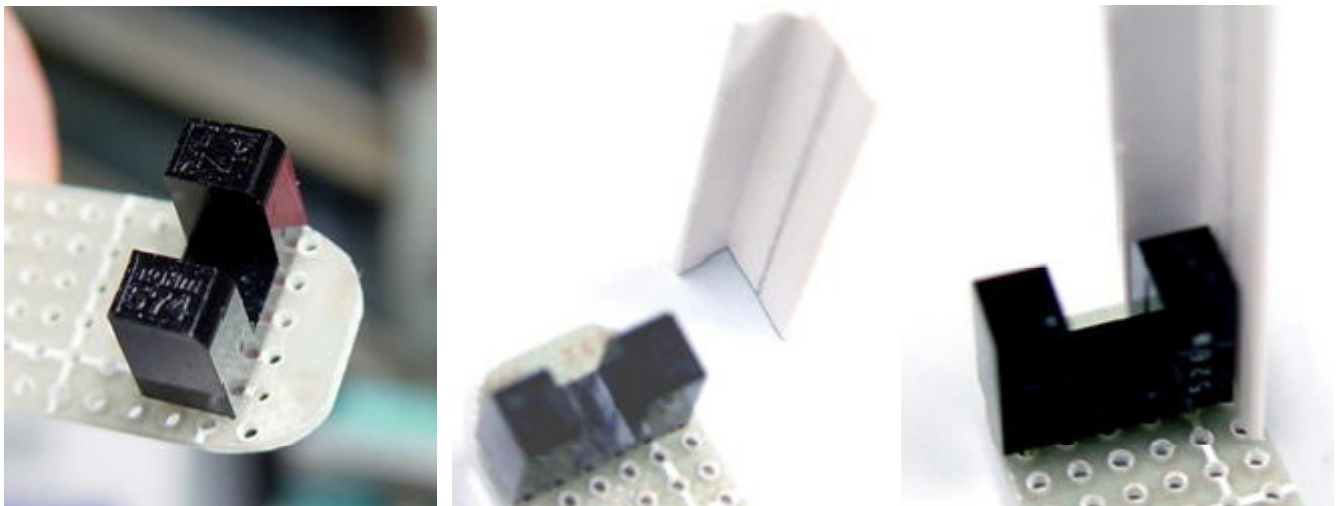
⑦ 上から 3 列目を切断しました。下の半分の切り取り方とは異なっているので要注意。



⑧ ヤスリがけをしました。



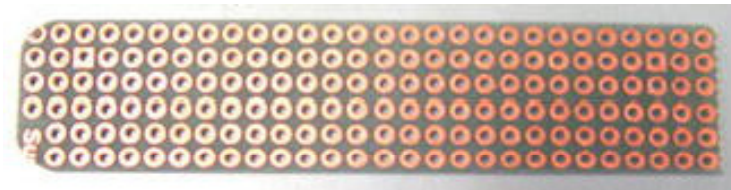
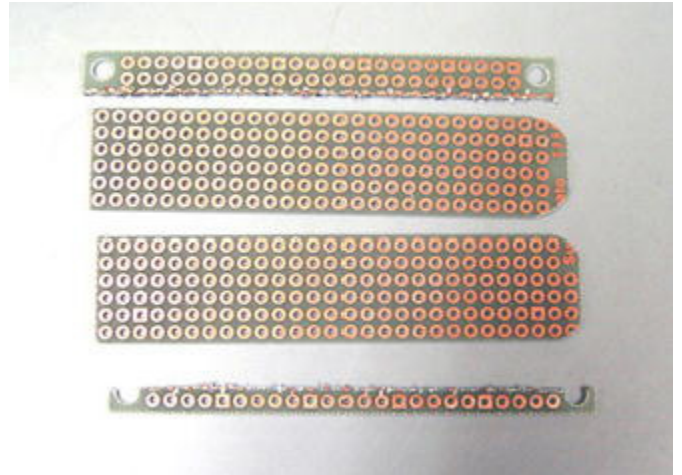
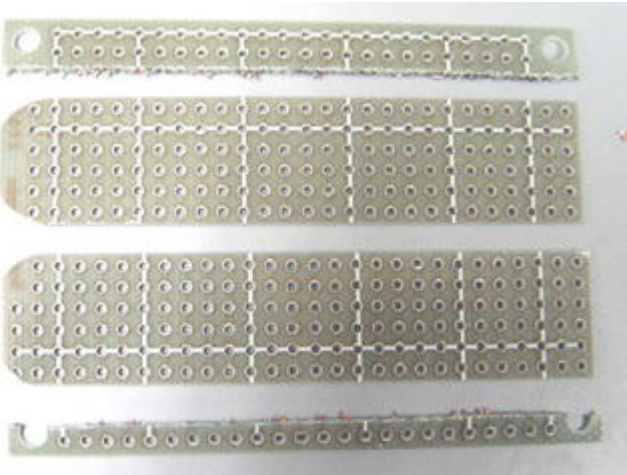
⑨ ロータリーエンコーダ後尾には、ホイールが付いていて、そのホイールに付いている小さな穴が、フォトインタラプタの赤外線を通過・遮断をさせています。そのフォトインタラプタを取り付ける側を、基板上で見分けるために、基板の角を丸めます。丸めはあまりしすぎると、支柱となるアングルが乗らなくなります。丸めの限界は下に示したカーブ程度です。アングルがはみ出るほど丸めないようにしましょう。



⑩ フォトインタラプタを基板に取り付ける場合、下の3パターンがあります。どの場合も基板の端から7mm離れた穴から使っています。つまり基板の右端は、穴2個分空けるということです。



⑩ 下に示す下段程度の丸めよいでしょう。



⑨ 紙ヤスリの仕上げが終われば完成です。

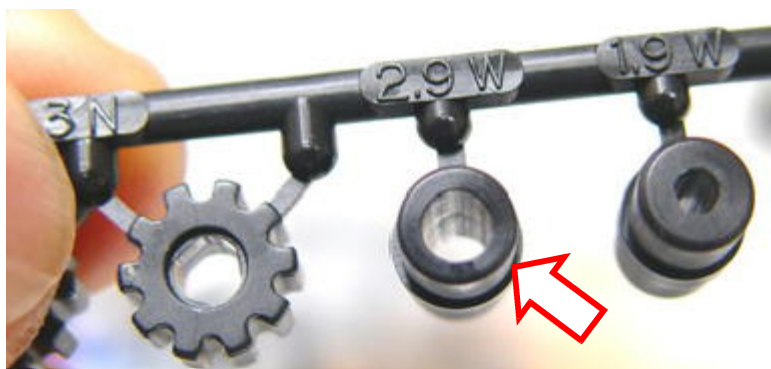
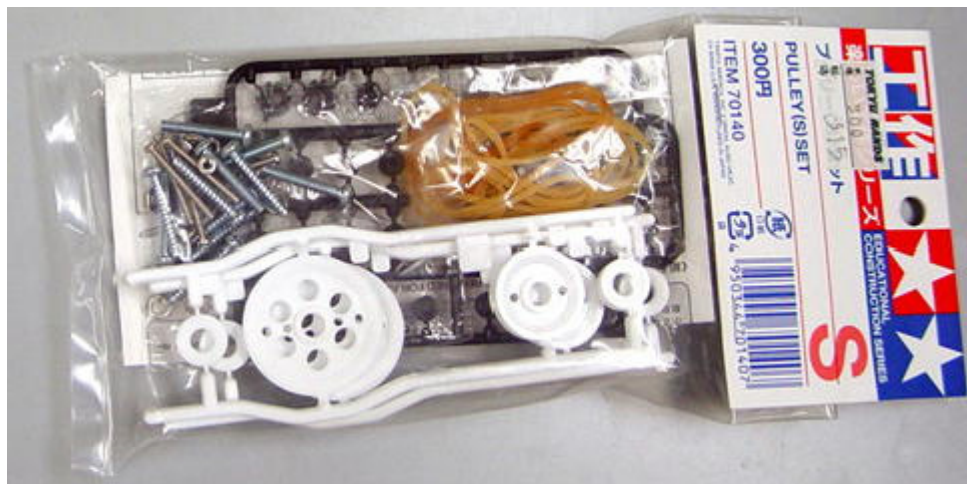
完成した 2 枚の基板です。

### e. 検出用ホイールの製作

#### 1. タミヤ工作シリーズプーリーセット S の利用

検出用ホイールとしての材料は、比較適どの地方でも入手可能なもので、使用するフォトインタラプタとの関係から、下に示す写真右側の、タミヤプーリーセット S が適当と思われます。

20mm のプーリー 1 個、20mm × φ 3mm のビス 1 本、φ 2.9mm のダブルブッシング 1 個、φ 3mm のナット 3 個がロータリーエンコーダ 1 台分に必要な部品です。



- ① φ 2.9mmのダブルブッシングです。  
プーリーにはめ込みます。対称になっているので、どちらから差し込んでも同じです。



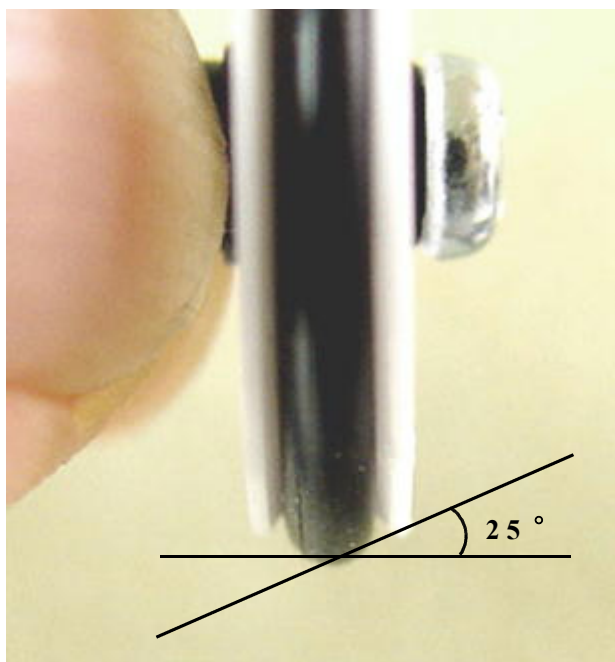
- ② 内径が 2 段になっている方から差し込みます。  
ちなみに、反対側は 2 段にはなっていません。



- ③ プーリーに O リングをはめ込み、ダブルブッシングをはめ込みます。  
O リングは最後にはめてよいのですが、ここで敢えてはめ込んでもらいます。  
ホイールがどれくらい傾いたら、路面にプーリーのプラスチックが触れるかを確認するためです。



- ④ プーリーセット S の中から、20mm × φ 3mm のビス 1 本をシャフトとして、プーリーに差し込みます。  
テーブル上で転がして接触の様子を見ます。



- ⑤ 約 25° でプラスチックに当たってしまいます。  
このことより、プーリーの溝が深すぎると言うことが分かります。そのため後でプーリーの溝を浅くするための、工程が必要となります。



- ⑥ 差し込んだ反対側にはブッシングが少し飛び出しています。フォトインタラプタに差し込んだとき、こちらの方が位置調整は楽になります。ちなみに、反対側からブッシングを差し込んだ場合は、この飛び出し分はなくなり、平坦になります。その場合、取り付け用のナットの厚さが厚すぎて、インタラプタの溝の中央に、ホイールを設定できなくなるので、ブッシングを削り落とす必要が出てきます。





⑦ プーリーセット S に入っているビスナット類の袋です。

この中から 1 台分として、20mm × φ 3mm のビス 1 本、φ 3mm のナット 3 個を取り出します。他のものは使いません。



⑧ プーリーセット S から取り出す部品は、O リングを除いて、左の写真の通りです。

なお、ナットは 2 個あれば十分ですが、振動によるナット締め付けのゆるみを防止のため、2 重ナットロックにするため、1 個追加しています。

以降の写真の中には、ナットが 2 個しか写っていないものもありますが、追加ナットを省略して写真撮影したためです。ご了解下さい。

## 2. プーリー穴開け作業



① ここで製作するロータリーエンコーダは、光透過型と言われる方式を使って、回転角を計測します。

そのため検出用ホイールにたくさんの穴を開け、その穴の数をカウントして、何回転したかを計測します。穴の数が多いほど性能は良くなりますが、マイコンカーで使用するには、せいぜい精度 1cm 程度もあれば充分で、O

リングを含めホイールの外周は、 $\phi 21\text{mm} \times \pi = 66\text{mm}$  ですから、ほぼ 6 個の穴を開ければよいことになります。既に 2 個の穴の位置が決まっていることと、穴の位置決めのはやすさから、8 個の穴を空けることにします。

穴あけは上の写真のよう、百元ショップで購入した  $\phi 1.0\text{mm}$  と  $\phi 2.50\text{mm}$  のハンドドリルを使いました。切れ味は余り良くないので、きれいな穴にはなりません。後でその処理はします。

② 使用するプーリーの、どちらの面にも径を示す「20」の文字が浮き出ています。



既に空いている穴の中心の関係で、「0」と「2」の間でやや外よりの位置×にセンターを取ってφ 1mmのハンドドリルで穴を開けます。



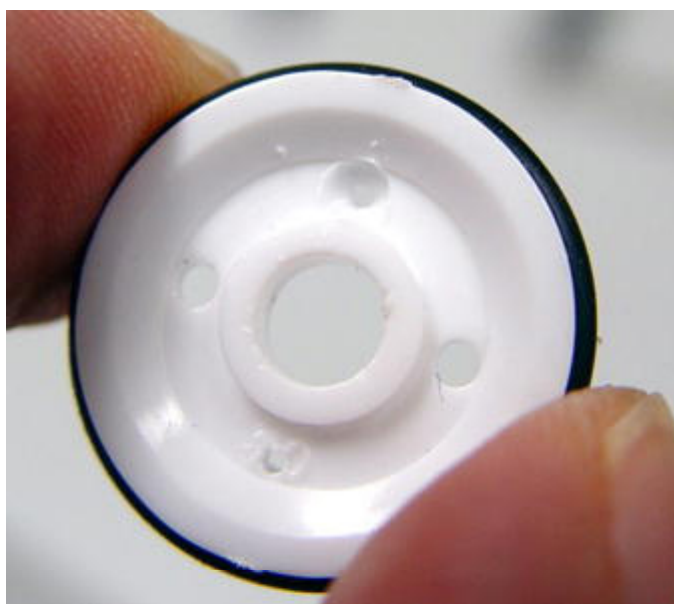
③ 刃先が細いので直ぐ穴が空きます。うっかり裏側に指などで、プーリーを支えているとケガをします。十分気を付けて穴あけをしましょう。

④ φ 1mmの穴が空いたならば、φ 2.5mmのドリルを用意して、プーリーの両面から軽くφ 1mmの穴を揉んで、外形がφ 2.5mmになるまで、すり鉢状に穴を広げておきます。バリ取りの意味があるからです。貫通はまだしないようにして下さい。





⑤ こんどは反対側の対称な位置に、 $\phi$  1mm の穴を空け、さらに表裏両面を $\phi$  2.5mm のドリルで、穴の周辺を軽く揉んでおきます。

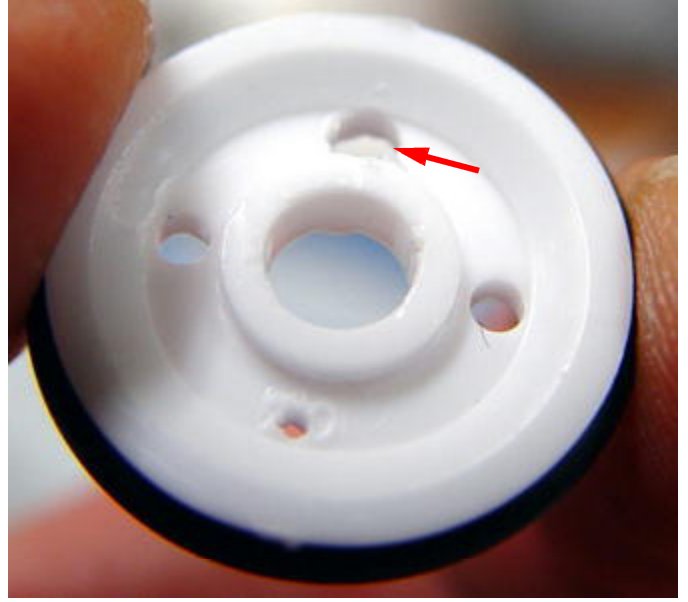
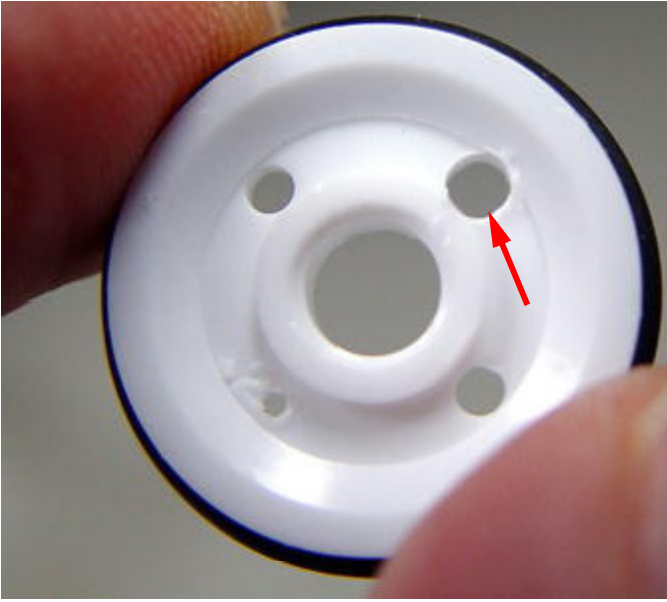


⑥ 2 個目の $\phi$  1mm の穴を空け終わった様子です。上部の穴の揉み具合をよく見て下さい。

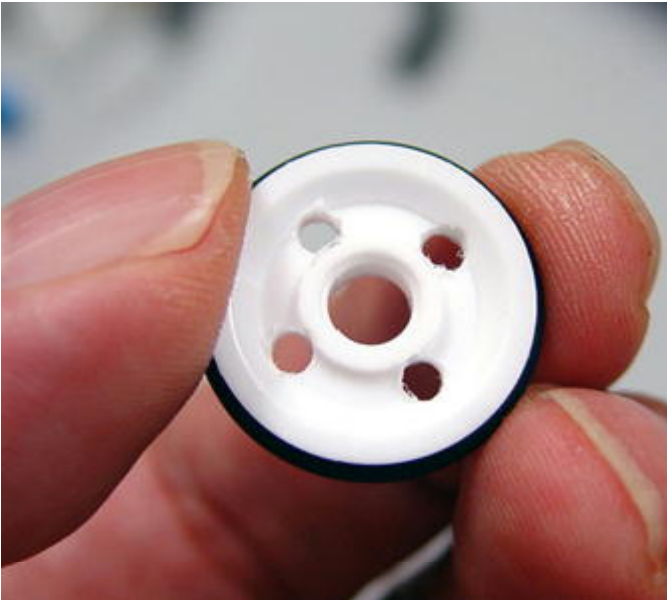
⑦ 両面の揉みが終わったならば、 $\phi$  2.5mm のドリルを貫通させます。



⑧ 貫通させた穴の様子です。それでも少しバリが残ります。



⑨ 4個所の穴あけが終わり、更に間隔を2等分したところにφ1mmの穴を空けました。



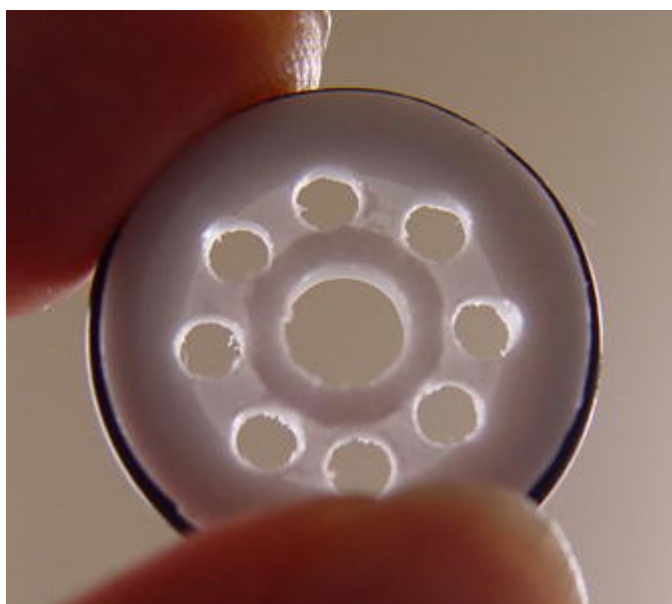
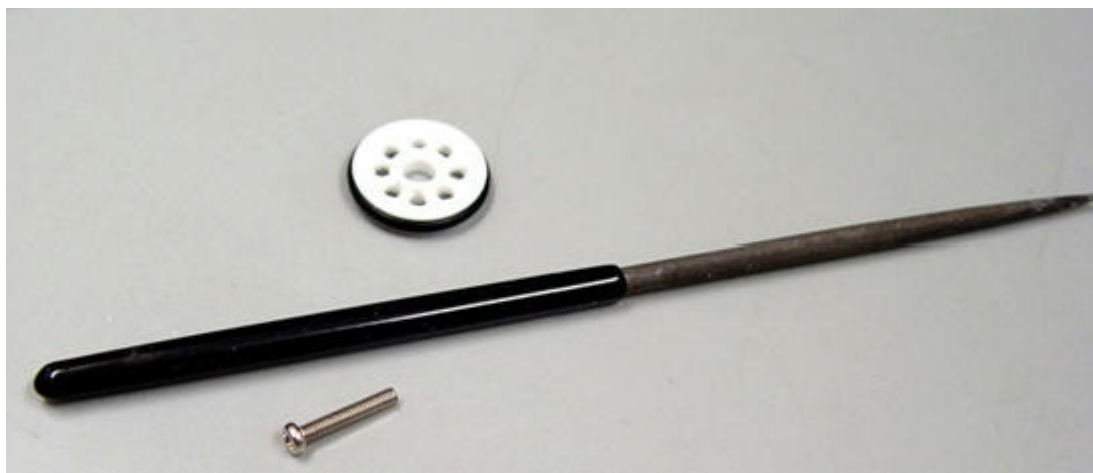
⑩ 穴を拡大してみると結構バリは残っています。





⑪ 丸ヤスリを使ってバリを落とします。少しくらい穴が大きくなっても、何ら問題はありません。バリは出来るだけ取り除いて下さい。バリはカウントミスの大いなる要因ともなり得るものです。ここではヤスリを使って処理をしましたが、写真にも示していますが、もしヤスリがないときは、φ 2.6mm の長めのビスを穴に入れて、何回もしごいて、バリを取り除くことも出来ます。

⑫ ヤスリは、少なくとも先端が、φ 2.5mm の穴に、10mm 程度は入る径の、細いものが適当です。



⑬ ヤスリがけが終わった状態です。まだ若干のバリは残っていますが、この程度であれば問題はありません。



⑭ 1. タミヤ工作シリーズ  
プーリーセット S の利用  
の④で確かめたように、  
プーリーの溝が少し深い  
ので、溝の両壁を削って  
みました。

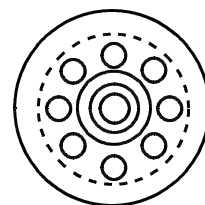
マイコンカーが蛇行す  
るとき、取り付け板のし  
なやかさによっては、こ  
のホイールが左右に傾い  
て、プラスチック部分が  
路面に接触して、スリッ  
プする場合があります。

下図点線部までは平坦  
になっているので、そこ  
までニッパーで、外周を  
削り溝を少し浅くして  
みました。

ホイール外周のヤスリ  
がけや、8個の穴のバリ  
取りは、まだしていま  
せんが、結果は左写真の  
ようになり、ホイールが  
左右に傾いても、ゴム  
タイヤの部分はしっかりと  
接地していました。

何回かテスト走行をしてみました  
が、このように周辺を削り  
とってタイヤ部分を大きく露  
出させた方が、急カーブやク  
ランクなどでのスリップによ  
るカウントミスは減りました。

是非この方法を使ってみて  
ください。次ページに手順を  
写真で示します。構成の関  
係で、異なったプーリーが  
写真に混ざって表示されて  
いますが、工程には関係な  
いのでご了承下さい。



片面の縁を削り取ってからの工程を示します。

(1) シャフト穴に段のある方を削りました。 (2) ひっくり返してこちら面の縁を削ります。



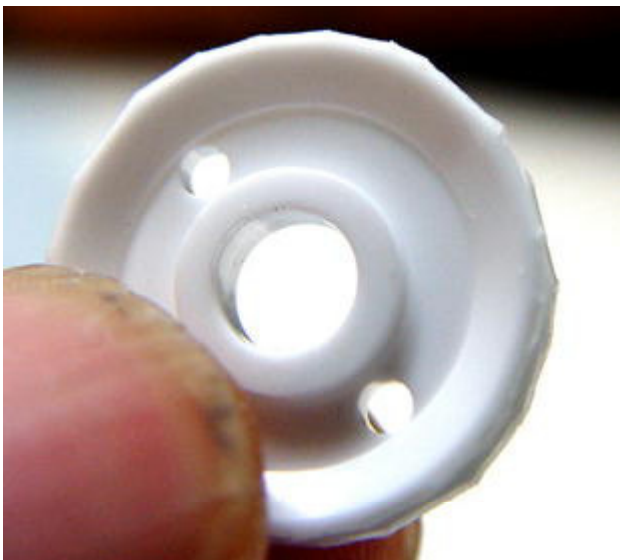
(3) ニッパーで少しずつ切り取ります。

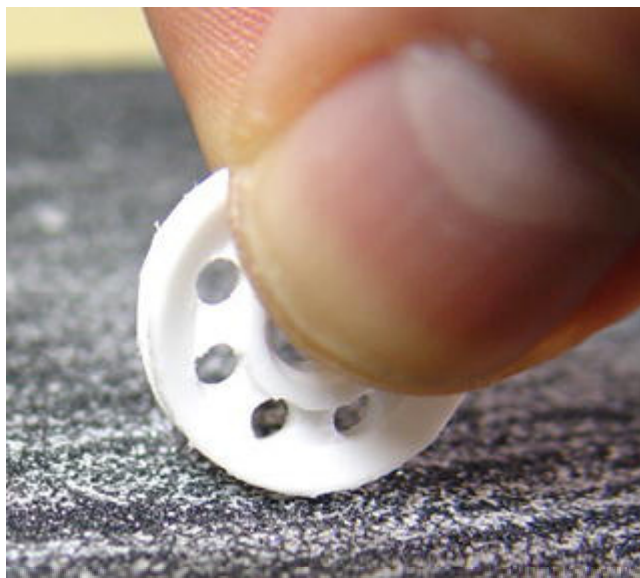
(2) 内側に切り込まないように気を付けます。



(4) 一周しました。

(5) ガタを見ながらヤスリ掛けをします。



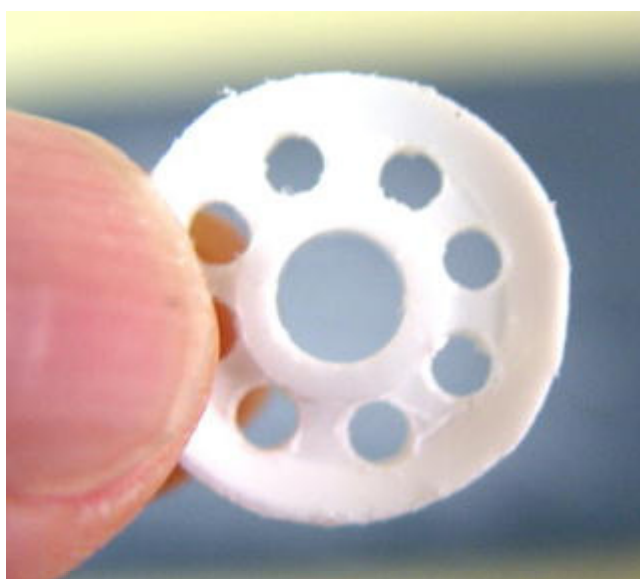


(6) なるべく細かい目の紙ヤスリを用意します。プーリーを回転させながら、周辺のカタを無くしていきます。

時折横から眺めて、ガタの大きいところを探し、その部分を回転させながら、ヤスリ掛けをします。



(7) 溝がこれだけあるので、走行中に O リングがはずれる事はありません。



(9) ヤスリの目が少し粗かったので、若干ヒゲ状のバリがあり、右下に少し角張ったところがありますが、この程度であれば問題ないでしょう。



(9) 周辺のガタはほぼ無くなりました。

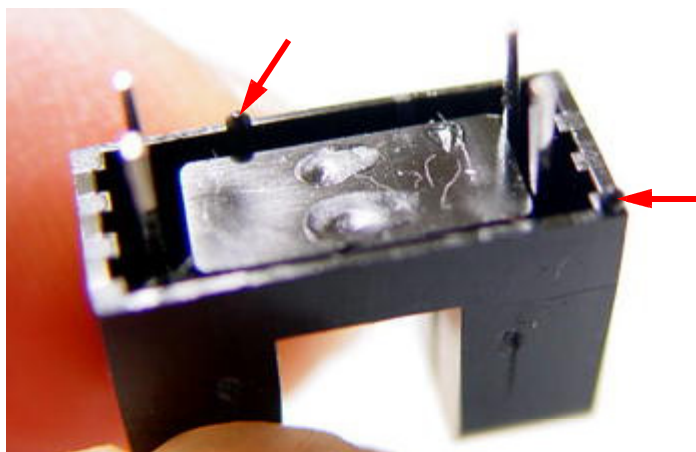


(10) Oリングをはめました。

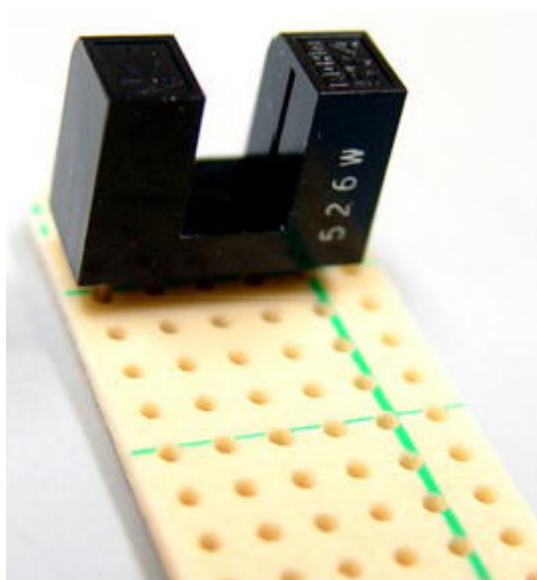


### 3. ホイール取付支柱の製作

- ① 部品としてリストアップはしていませんが、支柱を取り付けるに当たっては、ボンド類や両面テープ、セロテープなども必要になります。また半田付けなどでは、糸半田等も必要になります。例としてホットボンド、布用両面テープの写真を示しておきます。



- ② 支柱の製作 1 番目の工程は、フォトインタラプタの底面についている、突起を削り落とします。  
ニッパーなどで切り取っても良いでしょう。矢印で示しているように 2 箇所あります。



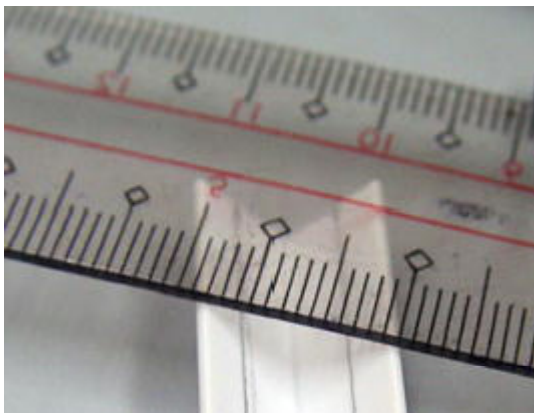
- ③ 基板に密着させるための突起部切り取りをしました。左の写真のように、フォトインタラプタを半田付けし、更にこのフォトインタラプタに、両面テープとボンドで支柱を支えることになるため、このフォトインタラプタの底面を、完全に基板に密着させる必要があるわけです。

- ④ 支柱となるべきものは、下に示すホワイトアングルと呼ばれる、プラスチックの材料です。約 2cm 程度しか使いませんが、作業のしやすさを考えて、5cm 程度に切り落としたものがセットの中に入っています。

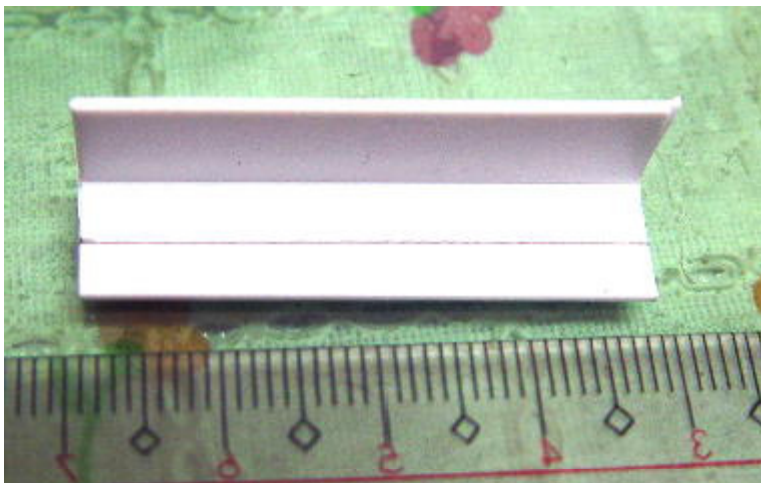
この材料は意外と堅いので、ニッパーで一気に切り取ると、変な割れ方をするので、予め傷を付けるくらいにしておいてから、切り取るように心がけて下さい。

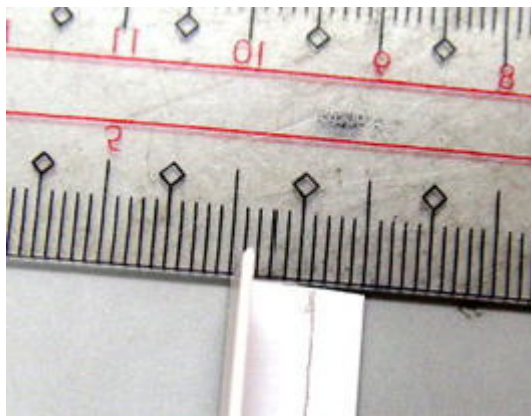
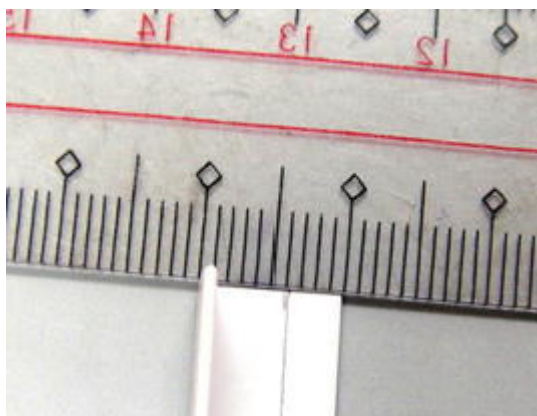


- ⑤ アングルの外側から 4mm の位置に、鉛筆で線を書きます。両サイドとも書きます。

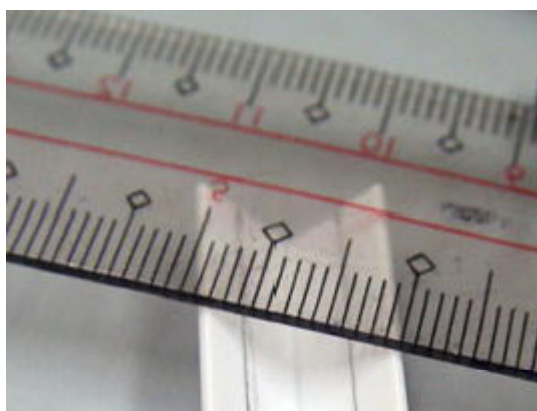


- ⑥ 手前から 4mm のところに線が引かれました。反対側にもう 1 本線を引きます。



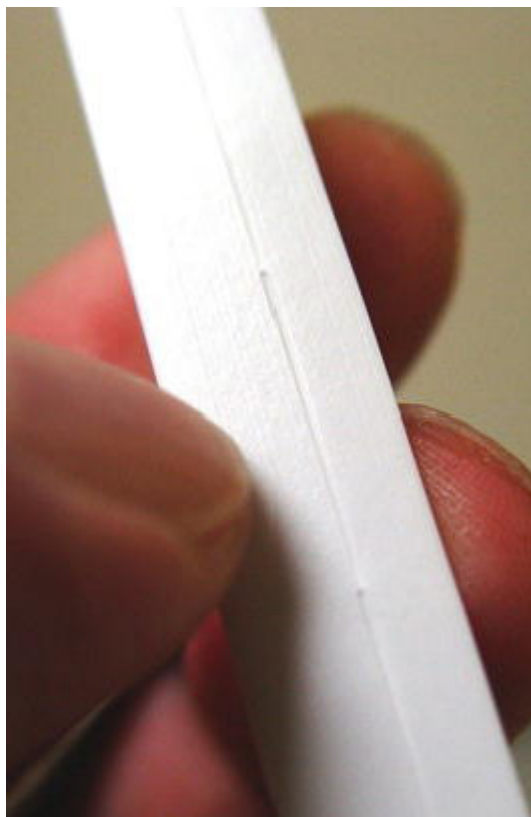


⑦ アングルの内側 4mm の位置に、それぞれ 1 本ずつ線を描きます。

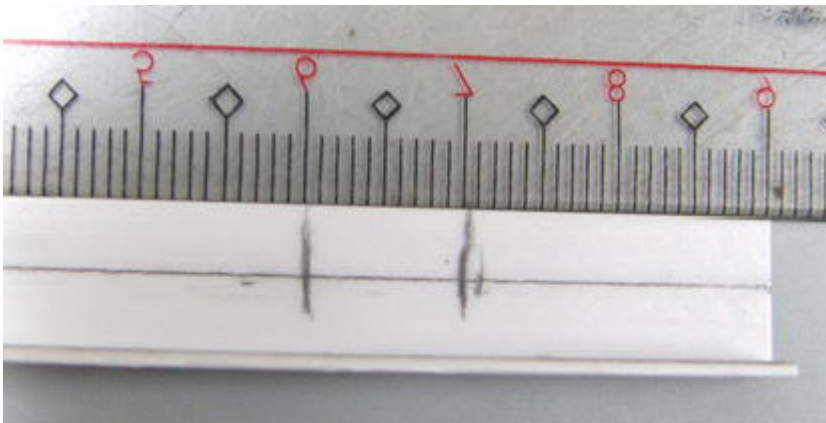
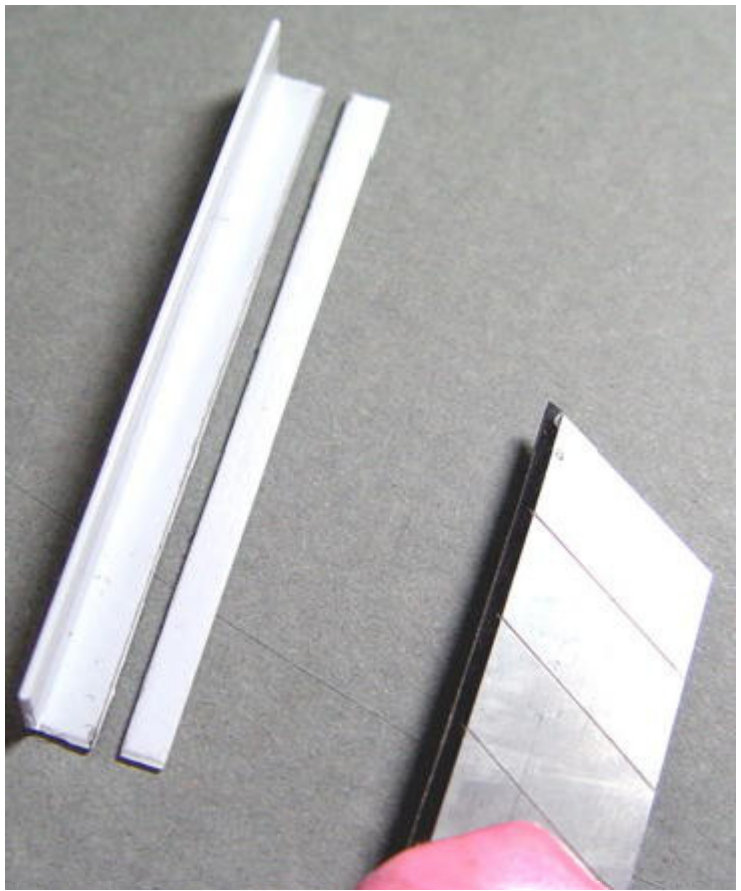


⑧ 2本の線が描かれました。

⑨ どちらか一方だけ、4mm 幅で縁を切り落とす作業に入ります。予めニッパーで、線に沿ってキズを入れます。

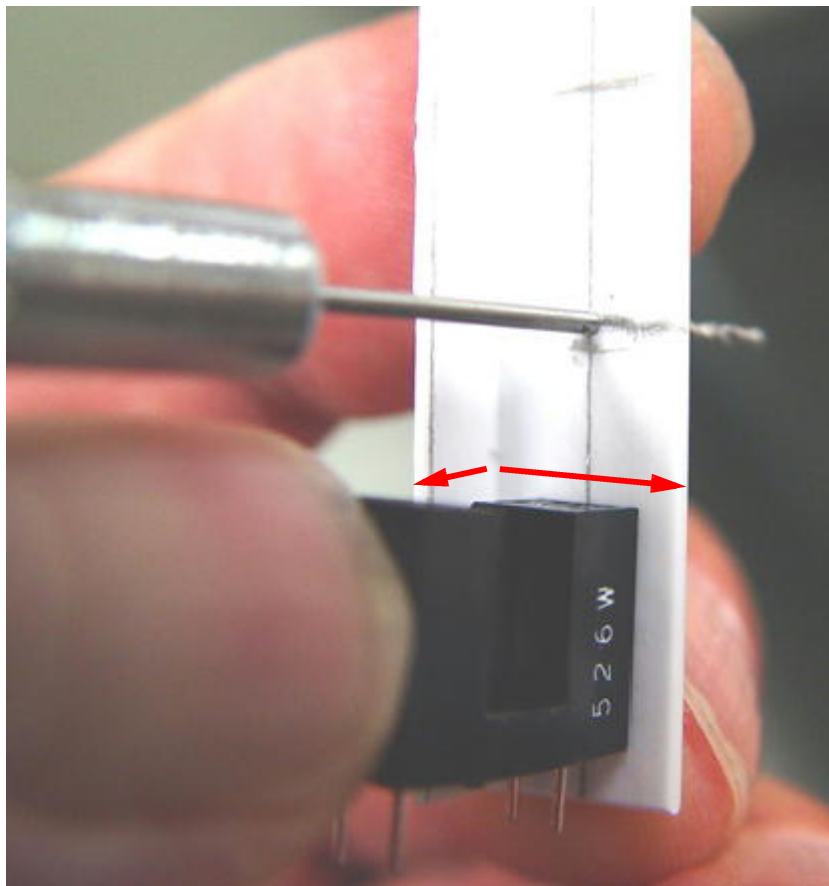


⑩ キズに沿ってカッターナイフを滑らせ、傷を深くしながら切り取ります。



⑪ 切り落としていない方の端から、約 20mm と 30mm のところに、線を引きます。1, 2mm の誤差はあっても問題ありません。

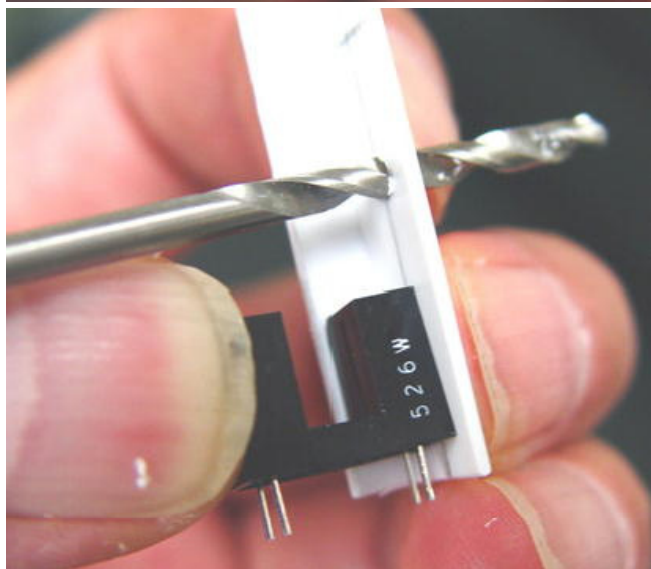
この写真と全く同じ位置にアングルを置いて、線を引いて下さい。反対側に引くとフォトインタラプタの取り付けが、逆になってしまうからです。



⑫ 端に近い交点へ、 $\phi$  1mm のドリルで穴を空けます。

フォトインタラプタは、このような向きで、取り付けられると示すことを示すために、入れてあるだけです。作業をするときはフォトインタラプタを置く必要はありません。

なお、フォトインタラプタの取り付けは、写真にも「526W」と見えているように、数字が印刷されている面が、外から見えるように取り付けられることとなります。

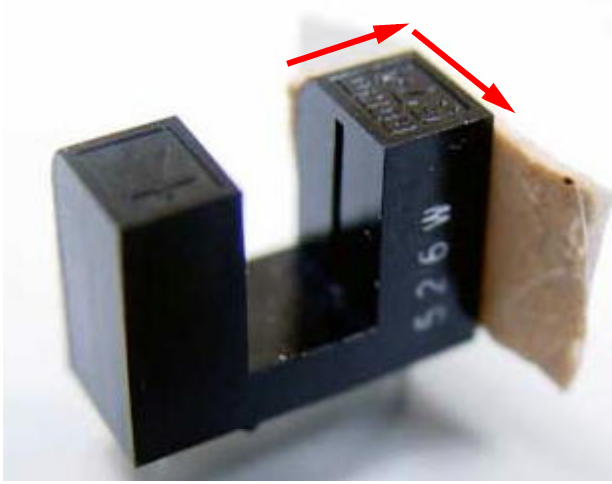


⑬  $\phi$  3mm のドリルで穴を広げます。バリ取りはきれいにしましょう。

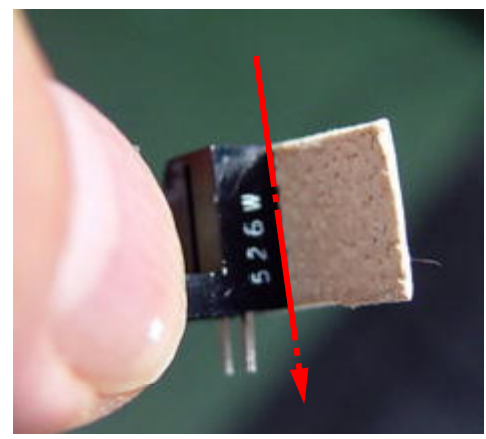


⑭ 支柱にホイールを取り付けます。ホイールが回らない程度に内側のナットをねじ込み、1/4 回転程度戻してから、外側のナットを締め付けます。回転がスムーズになるまで、何回もトライして下さい。

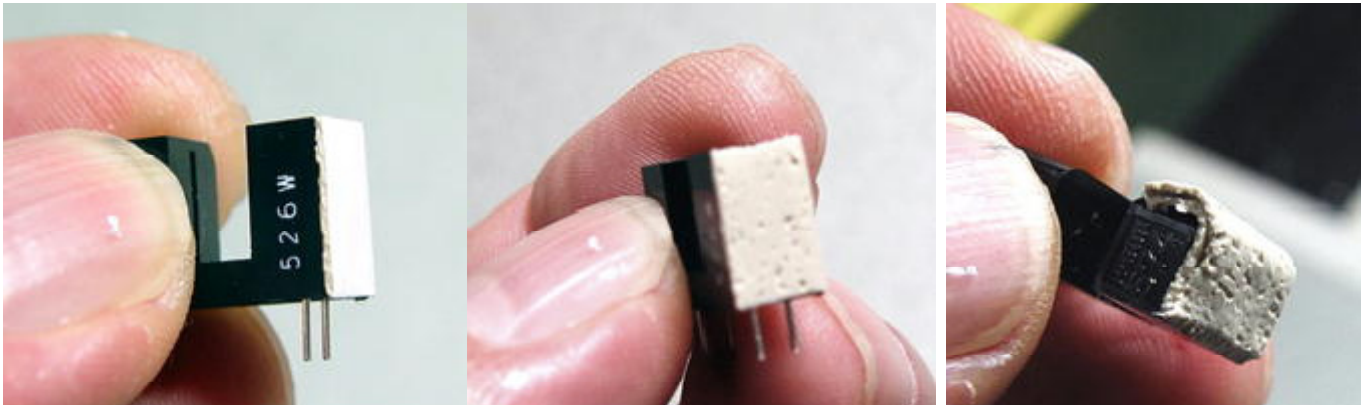
4. ホイール支柱への取り付け  
① L字型に両面テープを貼ります。



② 切り取ります。



③ 白い剥離紙を剥がし、重ねてもう一枚貼り付け、二重にします。

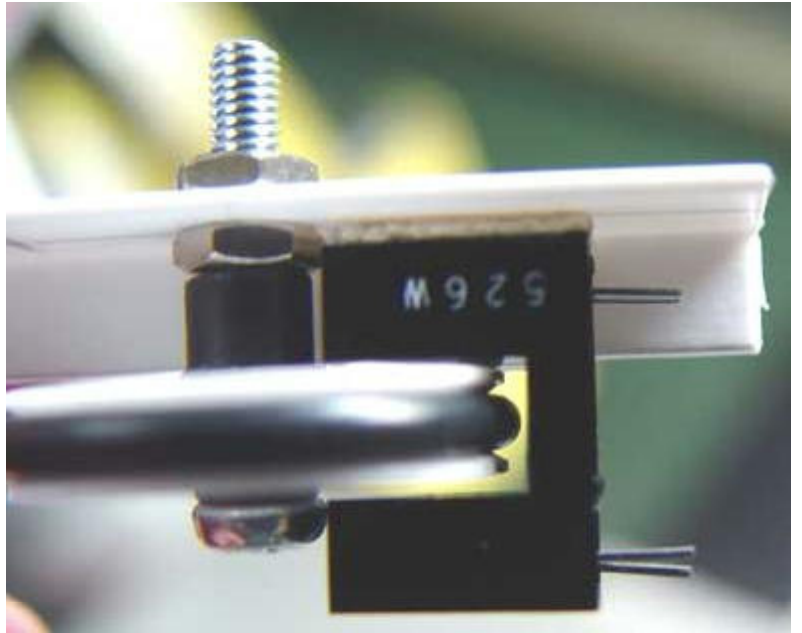
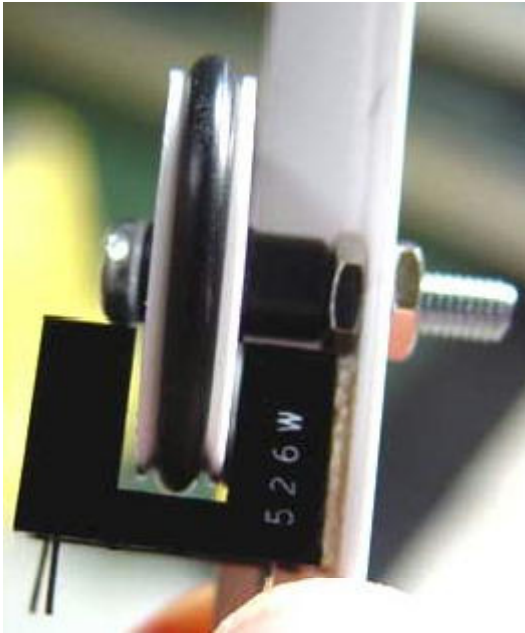


- ④ 出来るだけ深く、しかし接触しないように、フォトインタラプタを支柱に貼り付けます。両面テープの厚さは約 1mm で、時間がたつとほんの少し縮みます。従って内側のボルトを、ホイールがスムーズに回る程度にゆるめて固定すれば、下の写真のように、わずかに「526W」と書かれている側に、寄ることになると思います。ボルトに薄いワッシャーをかませたり、薄い紙などをかませて調整しても良いと思います。

一、ホイールが軽く周ること。

二、ホイールに空けられた穴に、フォトインタラプタのスリットから出た赤外線が、透過したり、遮断されたりできる程度の深さに、ホイールをフォトインタラプタの溝に差し込むこと。

これらが締め付けのポイントになります。



- ⑤ 位置決めが終わったならば、支柱の余分な部分は削り落とします。ニッパーなどで傷を付けてから、カッターナイフで切り取ります。

ニッパーで一気に切断すると、余計なところに、割れ込みが入るおそれがあります。必ずキズを付けておいてから、カッターで切り取って下さい。



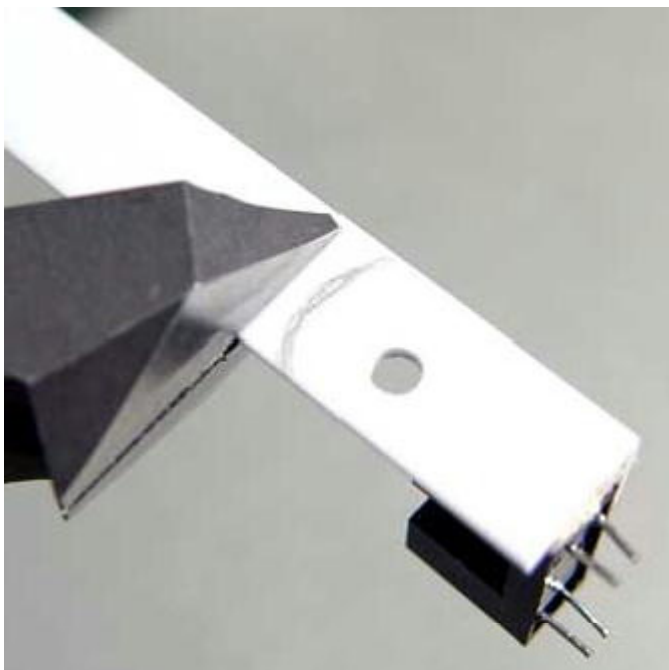


⑥ カッターで切り落とした様子です。この面を穴あき基板に密着させるので、出来るだけ平にしてください。

⑦ ホイールがしっかりと接地出来るように、余分な支柱を切り取るためのガイド線を、後で消せるように鉛筆で書きます。

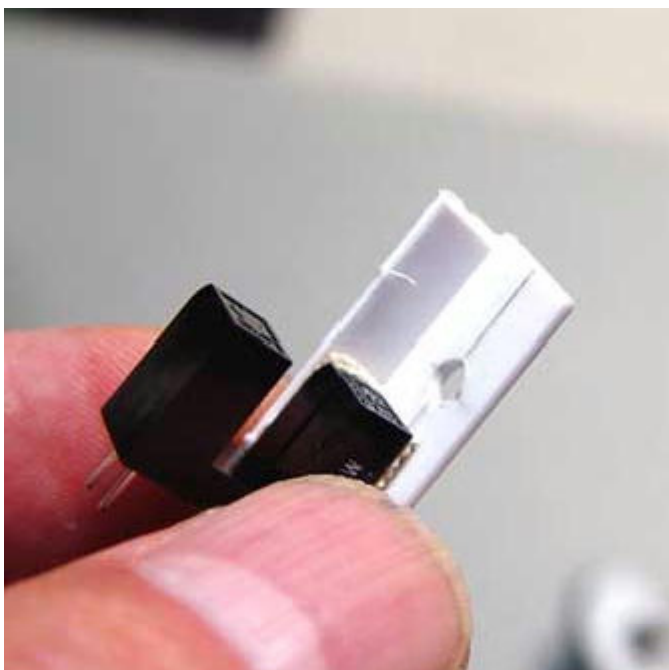
支柱の広い側も狭い側も、ホイールの外周から、5mm 程度内側の適当な場所に書き入れます。



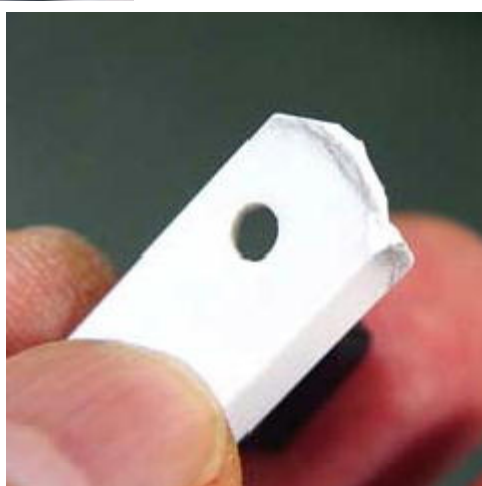
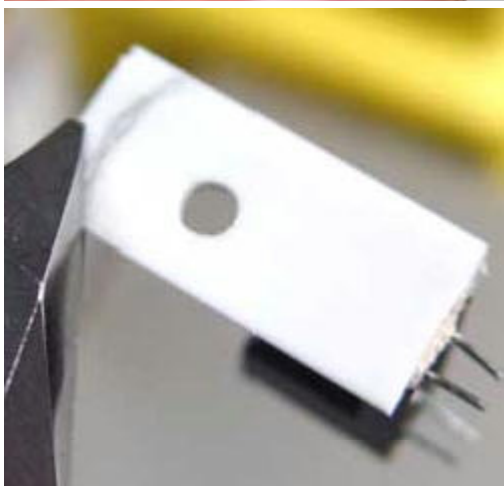


⑧ 幅の広い方を、大まかにニッパーで切り落とします。

狭い方はそのとき少しゆがみますが、後で削り落とすので、多少切り口が汚くても、問題はありません。



⑨ 切り口が余りきれいではありませんが、この部分は切り落とされるので、問題はありません。また気になるのであれば、ここで内側に描かれている鉛筆書きの線を、消しゴムで消します。



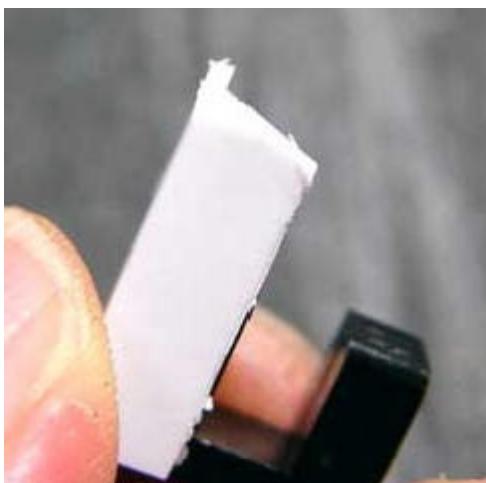
⑩ ニッパーで少しずつ、ガイドラインに沿って切り落とします。狭い方も切り取ります。

おおよそ切り落としたならば、消しゴムで線を消します。

⑪ 紙ヤスリを使って切断面をガタつきのないスムーズな面にします。

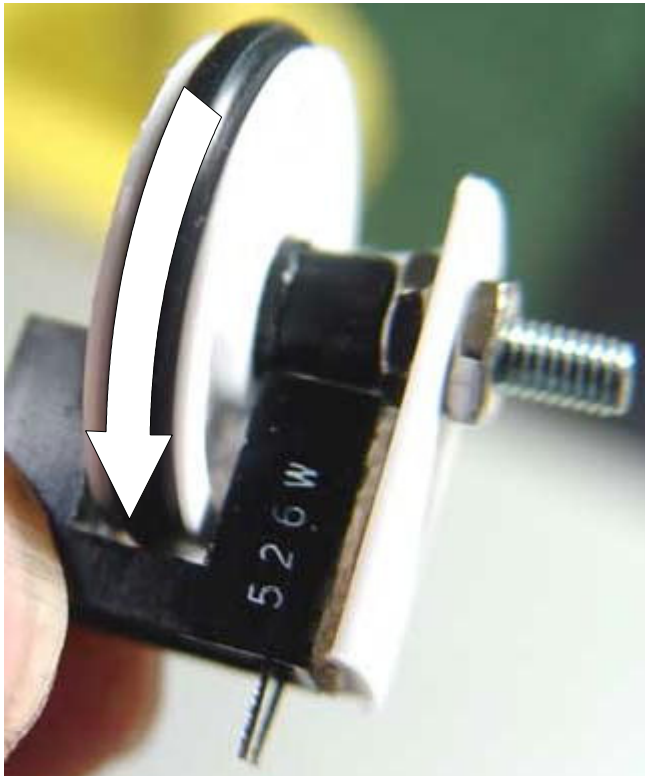


⑫ 広い面はこの程度にしました。

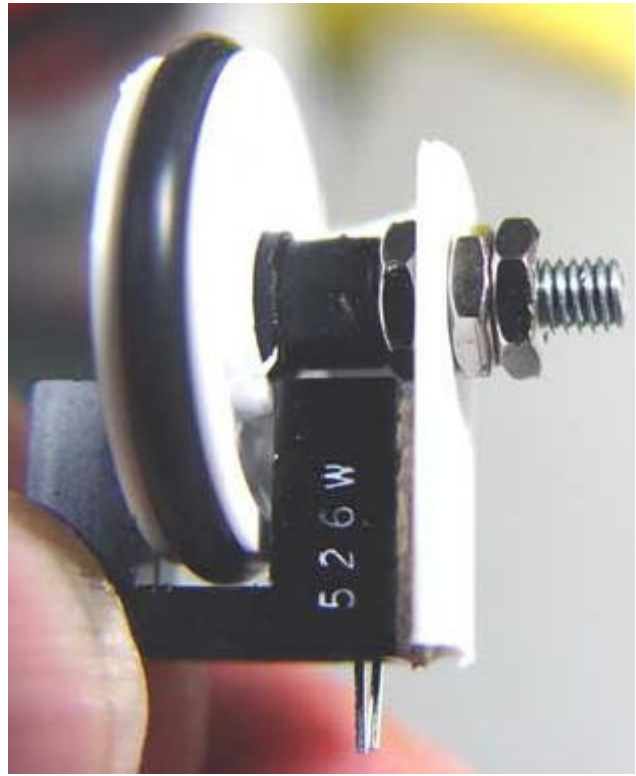


⑬ 狭い方は少し右下がりにしてみました。  
根拠はありません、適当に決めて結構です。

⑭ ホイールを取り付けました。

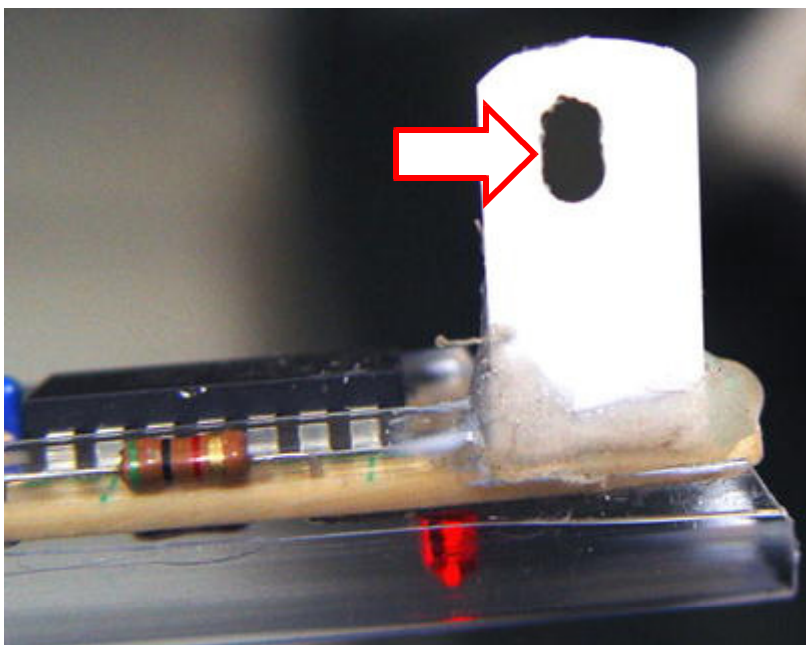


⑮ ダブルナットで固定しました。



ロータリーエンコーダは、ホイールが回転することによって、内側のネジが閉まるように取り付けられます。その代わりに、外側のネジがゆるむ方向でもあるので、ダブルナットにしたり、釣り用の浮きゴムなどをボルトに差し込むなどの対策は必要です。

⑯ プーリーの上下位置が合わず、ホイールがうまく回転しない場合は、丸ヤスリなどを使用して、穴の位置を上または下に広げます。



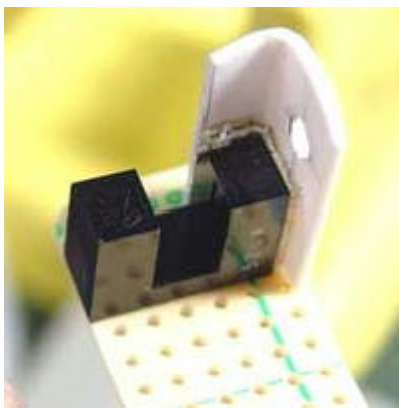
このようにすれば、ホイールの位置は、自由にアジャスト出来るようになります。それほど加重が加わらないので、走行中にゆるむことはないと思います。

## 5. ホイール基板への装着



① ここではホイールを基板へ装着させるために、ホットボンドを使用しました。

ゴム系のボンドや二液性のボンドなど、接着剤はいろいろ販売されているので、適宜お使い下さい。

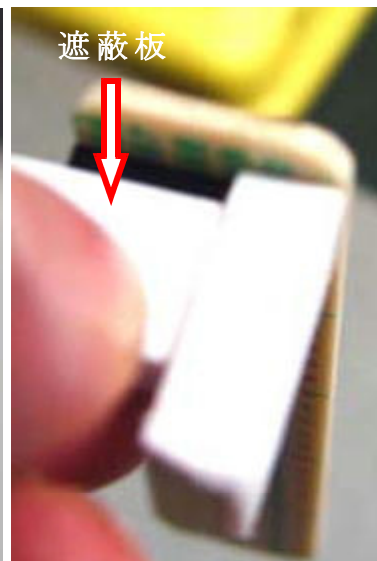
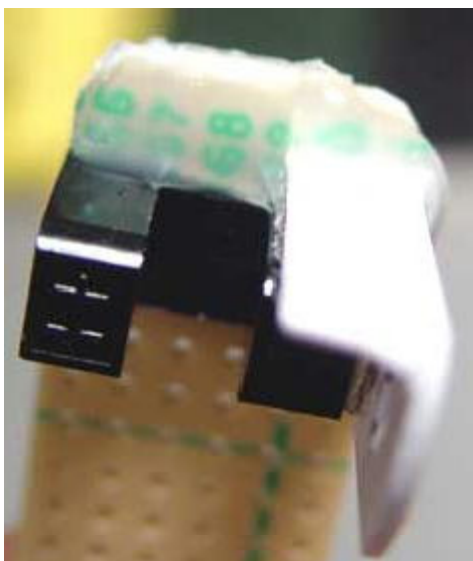


② 装着のしやすさを考え、ホイールをはずし、フォトインタラプタのリードは、右側の写真のように、しっかりと折り曲げます。

折り曲げに関して2つの注意があります。

a : リードは写真に示す方向通りに曲げること。

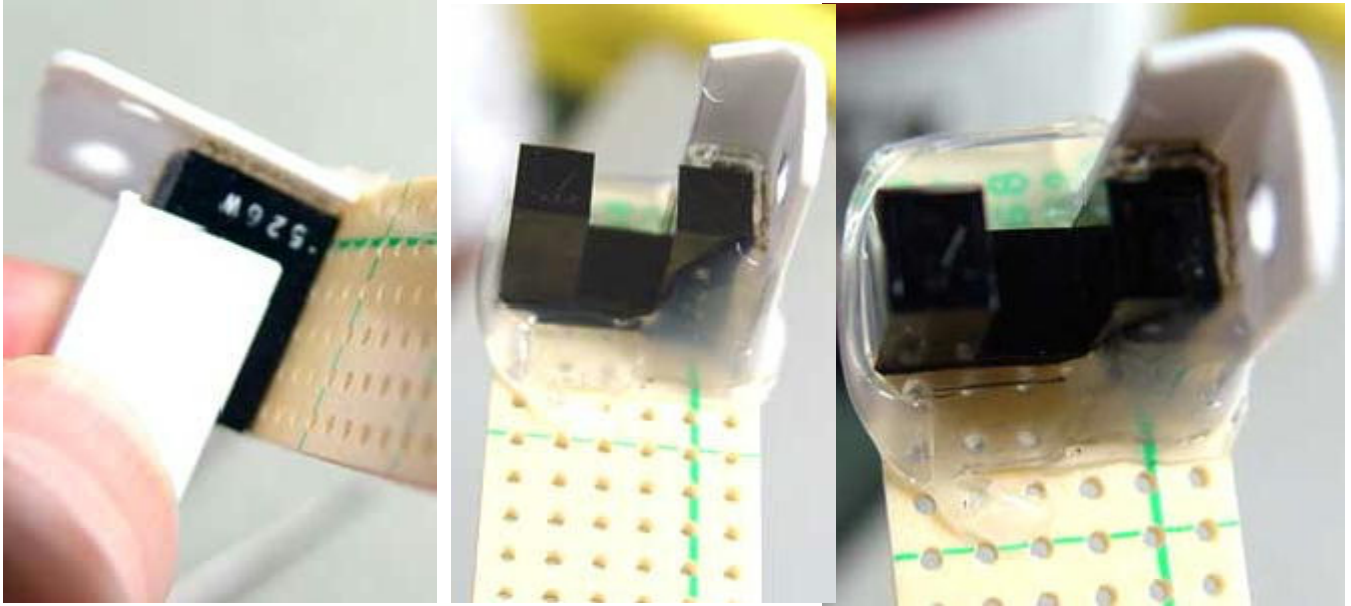
b : フォトインタラプタが、基板に密着するように、出来るだけ根本から曲げること。



③ 写真のように基板、フォトインタラプタ、支柱がしっかりと接着するようにボンドを付けます。

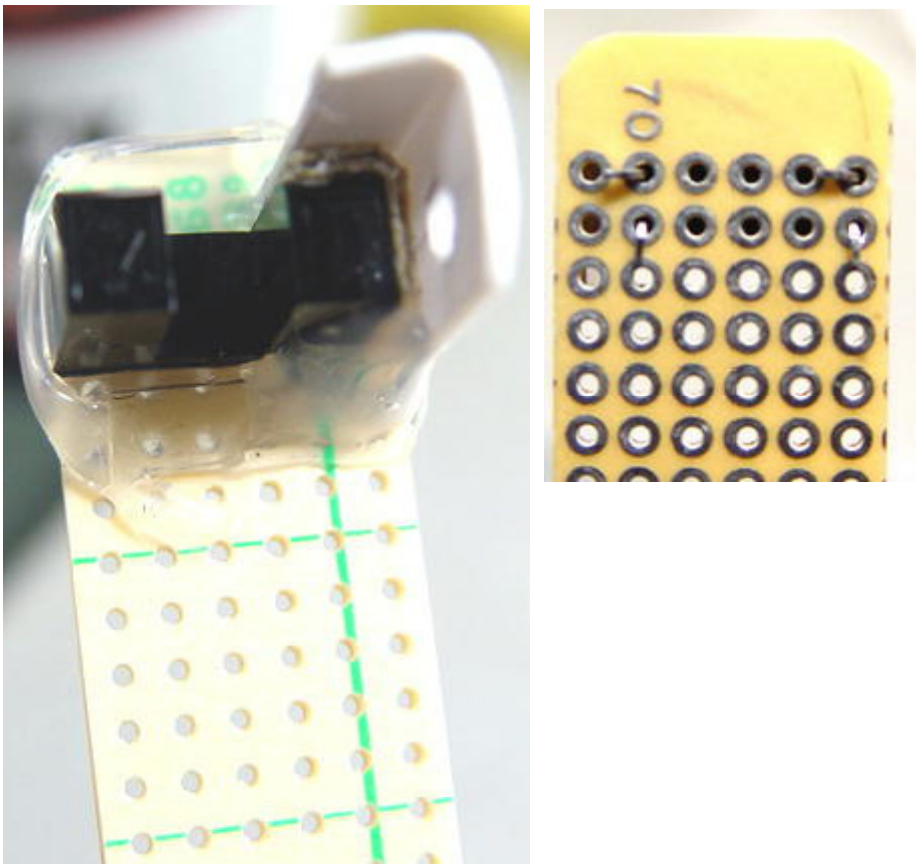
ピントが合っていないため非常に醜いのですが、フォトインタラプタの溝に、ボンドが入らないように、遮蔽板を置いてボンドを注入しました。

- ④ 取り囲むようにボンドをしっかりと付けました。写真の例は誇張して接着しましたが、アングルと穴あき基板の接着にポイントを置けばよいと思います。  
両面テープだけの強度では心細いのでこのようにしました。



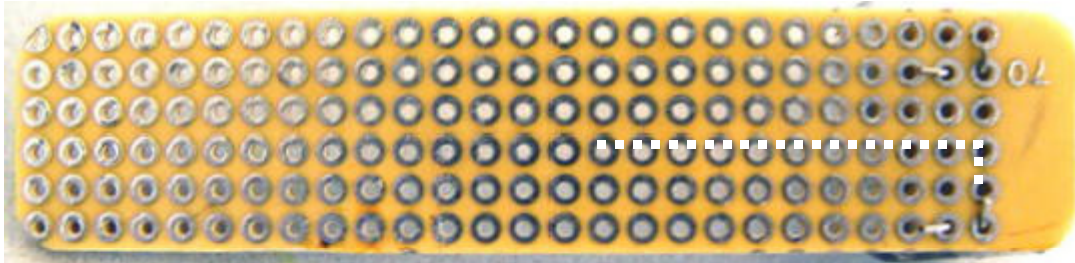
#### f. 基板配線

1. メッキ線, LED, 1k  $\Omega$  の半田付け

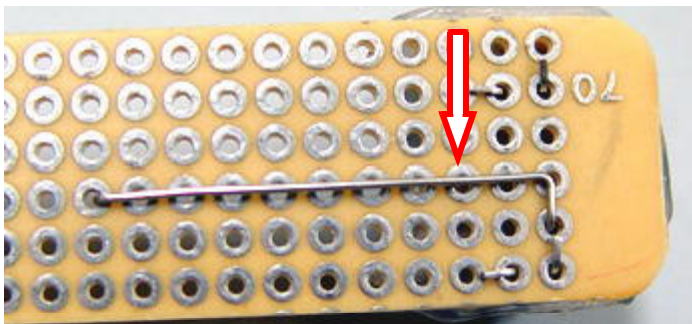


- ① 半田付け配線をします。  
ホイールを基板への装着する段階で、既にフォトインタラプタのリード線4本は、左のような向きに折り曲げられています。

- ② 白い点線の部分に、メッキ線を配置します。横 11 穴、縦 2 穴分で約 5cm 程度は必要になります。メッキ線が用意できないときは、電子回路製作で捨ててしまうような、抵抗やコンデンサの切り取ってしまったリード線などを利用したり、φ 1mm 以内の単線の被覆を剥いて用意するのも良いでしょう。ロータリーエンコーダ組立セットには入ってはいません。
- 基板の裏に折り曲げる線の長さは 2mm 程度にして、裏側に飛び出さないようにします。半田付けする際に、線が動かないように穴に差し込むために、そのようにします。



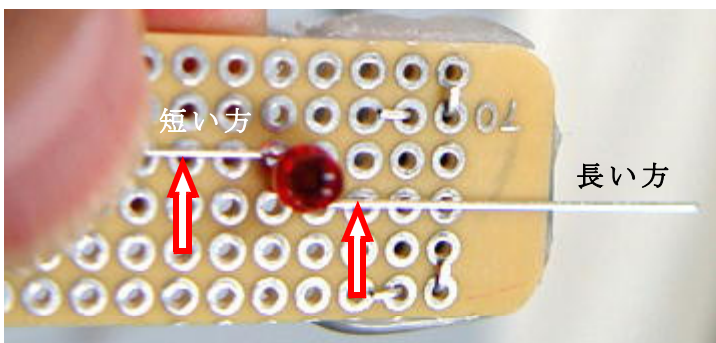
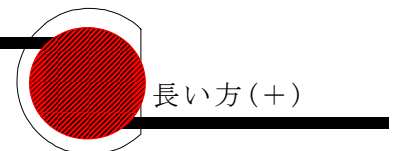
予め寸法を測ってメッキ線を曲げておきます。



下から 3 番目で右から 3 番目の穴には LED の+リード線が入る予定なので、まだ半田付けはしません。

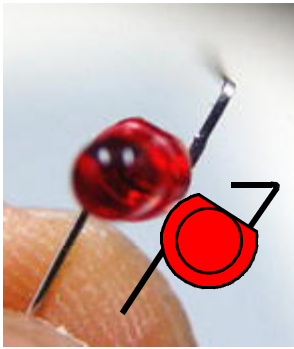


- ③ LED のリード線を上から見て、下図の様に折り曲げます。
- (-) 短い方

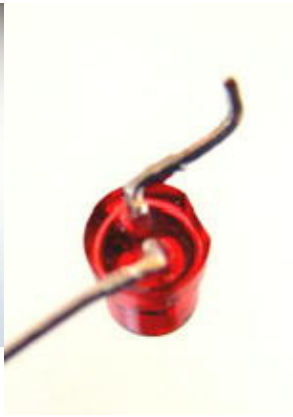


- ④ 下から 3 番目で右から 3 番目の穴には、LED の+リード線を直角に折り曲げて差し込みます。
- 下から 4 番目で右から 7 番目の穴には、LED の-リード線を直角に折り曲げて差し込みます。

( i )



( ii )



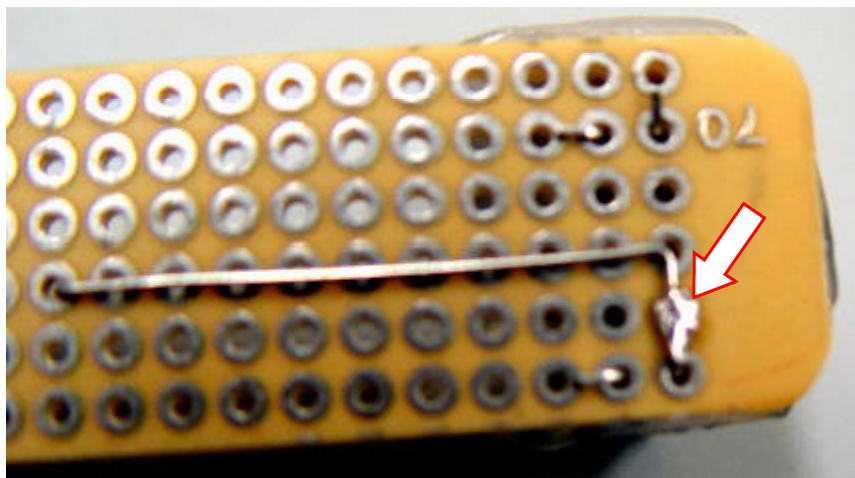
( iii )



( i ) はじめは長い方だけ、穴までの距離を見込んで直角に折り曲げます。折り曲げたならば基板の厚さ(1.5mm)で切り取ります。適当な穴を利用して差し込み、飛び出した分を切り取れば間違いありません。

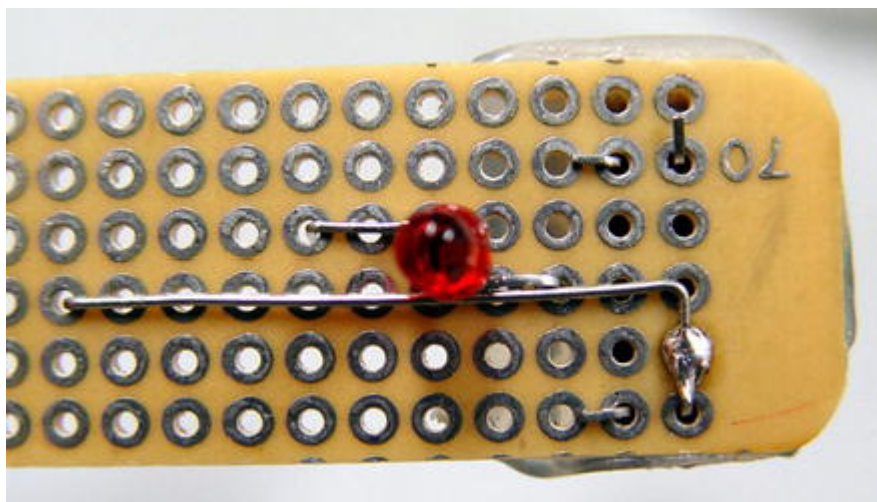
( ii ) 長い方 (+) を折り曲げ取り取って、裏から眺めた様子です。

( iii ) 短い方 (-) も直角に折り曲げます。  
切らずにそのままにしておきます。



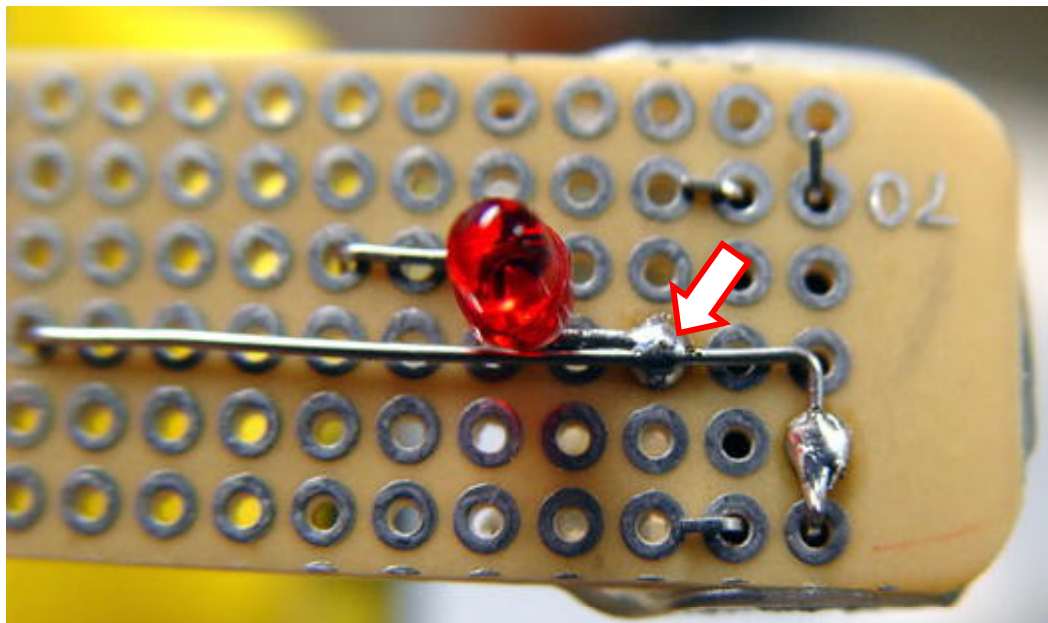
⑤ ここでメッキ線を矢印の部分だけ半田付けします。

手が滑って下の穴にも半田が流れたとしても問題ありません。その穴の半田付けも、後でまとめてやることになっています。

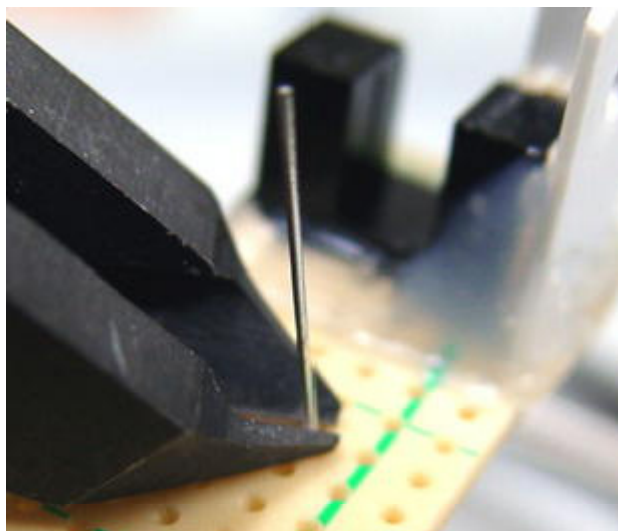


⑥ LED を差し込みます。



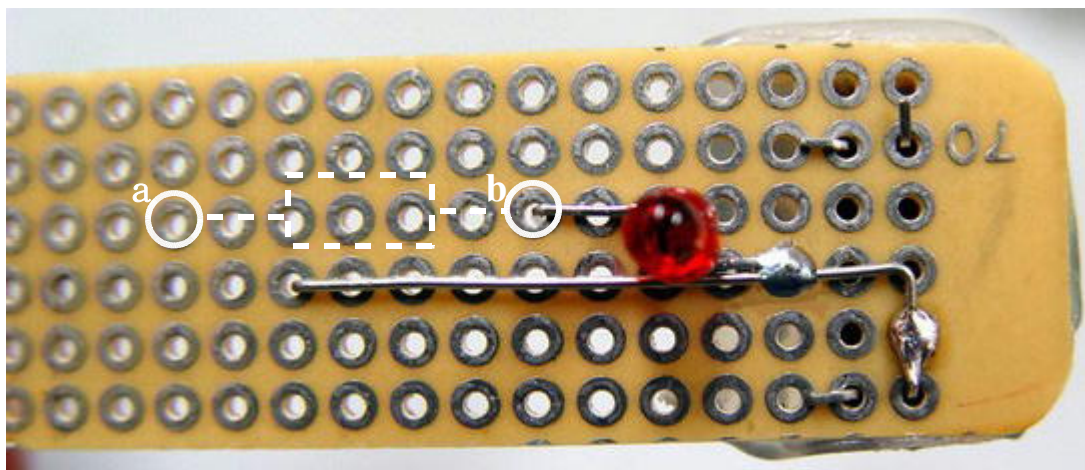


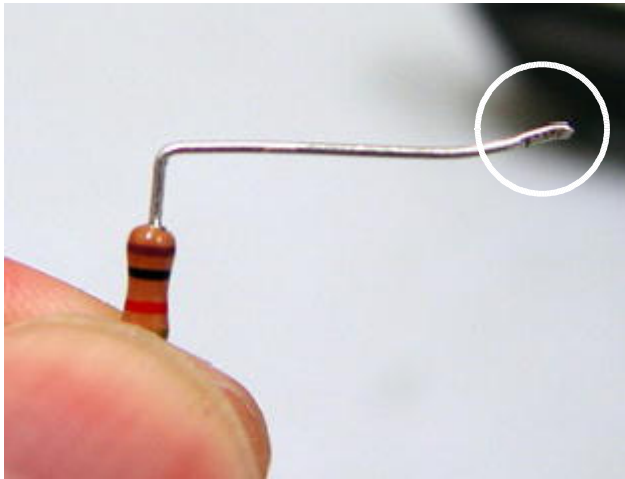
- ⑦ メッキ線、ランド、LEDの+リードを、一緒に半田付けします。  
 ランドに半田が完全に一周するまで、加熱と十分な半田追加をします。



- ⑧ 裏から飛び出したLEDのリード線は、根本から切り落とします。

- ⑨ 点線の位置(a - b : 右から13番目と7番目の穴)に、1kΩの抵抗が取り付けられます。1kΩの抵抗には茶・黒・赤・金の色が施してあります。LEDの(-)リードが入っている穴bに、抵抗のリード線も差し込みます。穴が小さくて入りにくいので、若干細工をします。





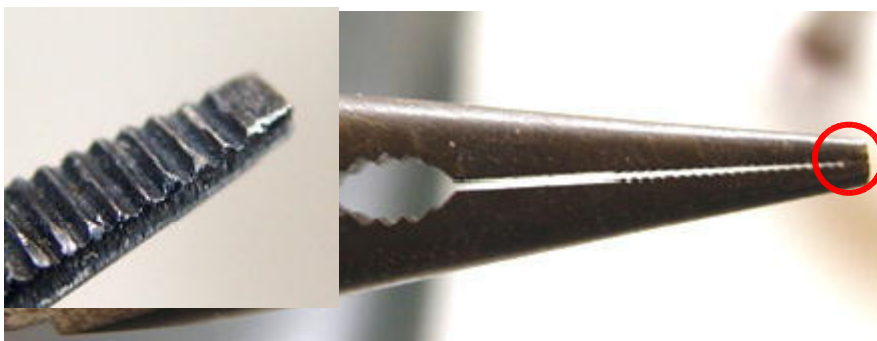
⑩ 7番目の穴に差し込むので、まず 90° に折り曲げます。穴 1.5 個分程度の距離です。

基板に抵抗をあてがって距離を決めるとよいでしょう。多少異なっても問題ありません。要は、7番目と13番目のホールの間に抵抗が入ればよいのです。

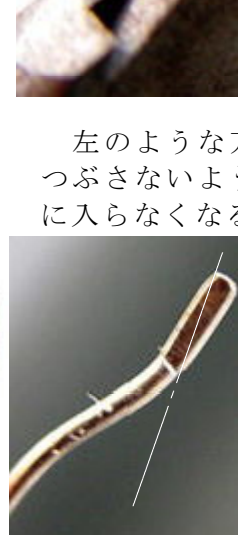
左写真のリード線先端に注目して下さい。

穴に LED のリード線と、抵抗のリード線を入れるとき、隙間が狭いので少し入れにくいと思います。抵抗のリード線の先端を、ペンチや万力(バイス)で少しつぶしてから差し込むと、うまくいきます。写真の先端は使わないので、練習の意味でこのようにつぶし、実際に穴に差し込んで穴を広げておくと、正規の状態で差し込むときに、何もしないでも差し込める可能性があります。

ラジオペンチの場合、密着するのは先端の 3mm 程度で、しかも支点から一番遠い位置にあるため、この丸印の部分で、抵抗のリード線をつぶすことは出来ません。

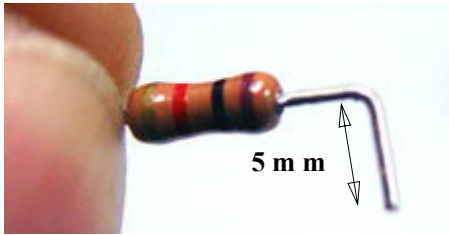


左に示すペンチのように、ギザギザが無く、しかも支点の近くが平になっているものであれば、簡単につぶせます。



左のような万力(バイス)を使う場合は、リード線の太さの半分以上につぶさないようにします。つぶしすぎると、面積が広がってかえって穴に入らなくなるからです。

押しつぶした様子です。これでも穴に入らない場合は、白線で示したように、ニッパーで斜めにカットしてから入れると確実に入ります。



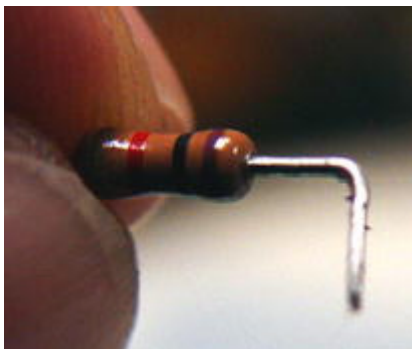
⑪ 穴 b に差し込む側を、図のように 5mm 程度のところで切り落とし、とりあえず穴 b に差し込んでみます。



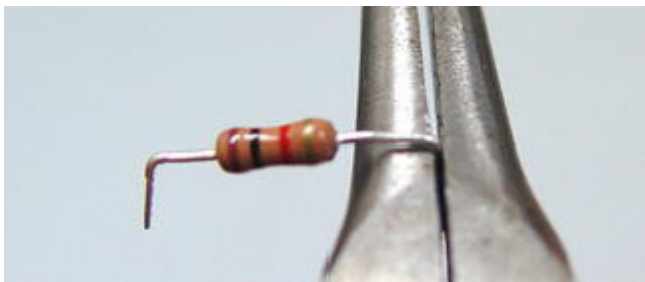
うまく入らない場合は、ペンチで夾んで押しつぶします。



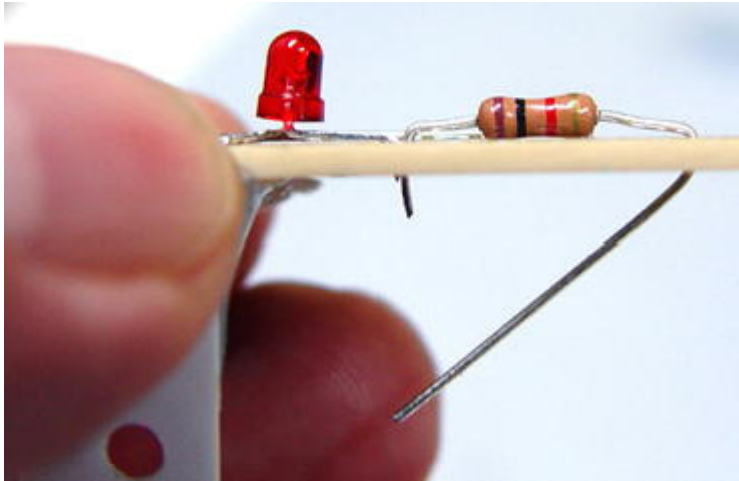
こんな感じになりました。(たまたま磁化されていたので金属の粉が付いてしまったようです。後で拭き取っておきました。)



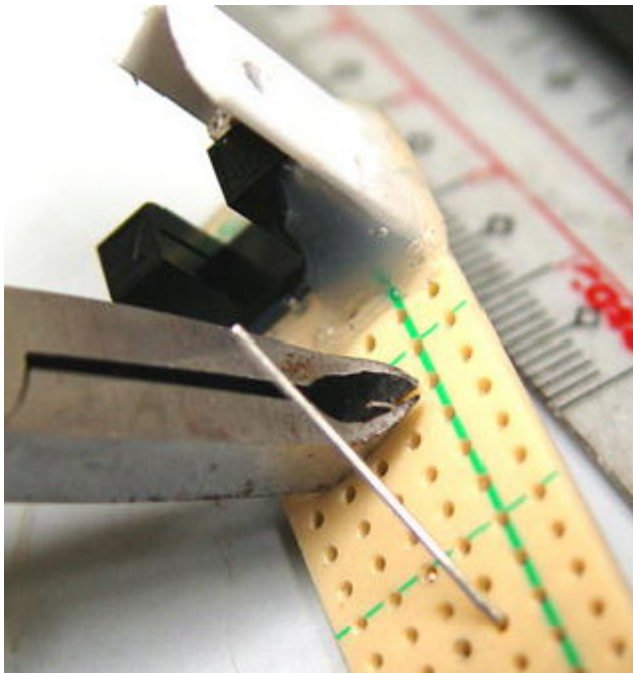
若干つぶれた状態で十分です。むしろつぶしすぎに気を付けましょう。



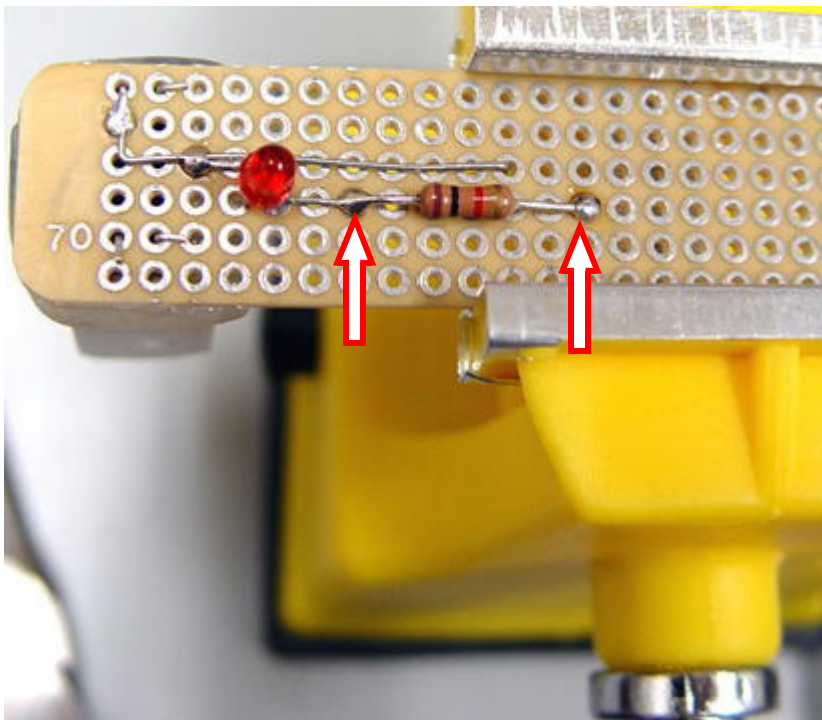
⑫ 穴 a - b に合わせて、穴 a 側に差し込む抵抗のリード線を直角に折り曲げます。



⑬ 抵抗を穴 a - b に差し込みます。  
既に穴 b には、LED のリード線が入っ  
ていますが、強引にねじ込みます。

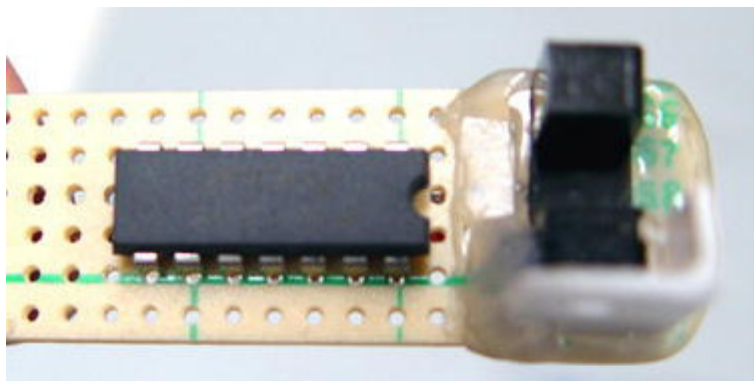


⑭ 飛び出したリードは根元から切り取ります。  
きついくらいに穴に入っているので、半田付け  
しなくても、抜けてしまうことはありません。  
手前のリード線も根元から切り取ります。

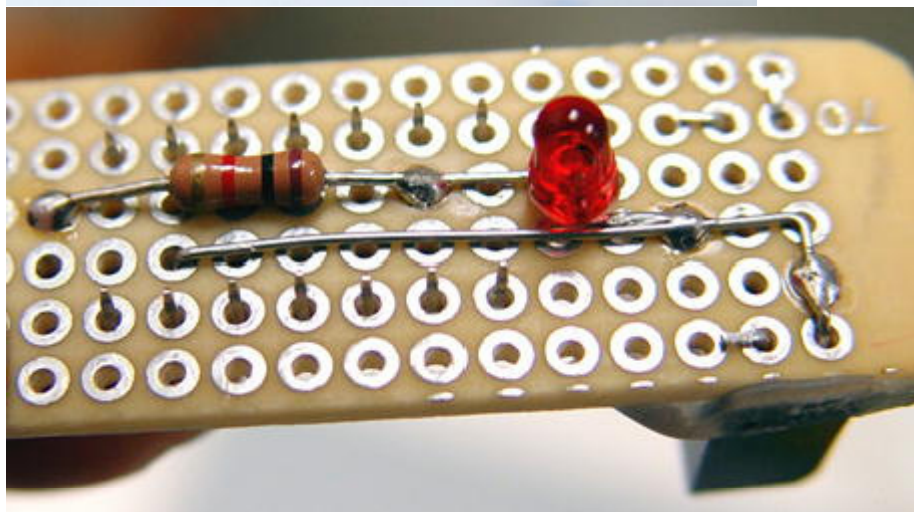


⑮ ひっくり返して、半田付けをし  
てしまいます。

## 2. 74HC14 の半田付



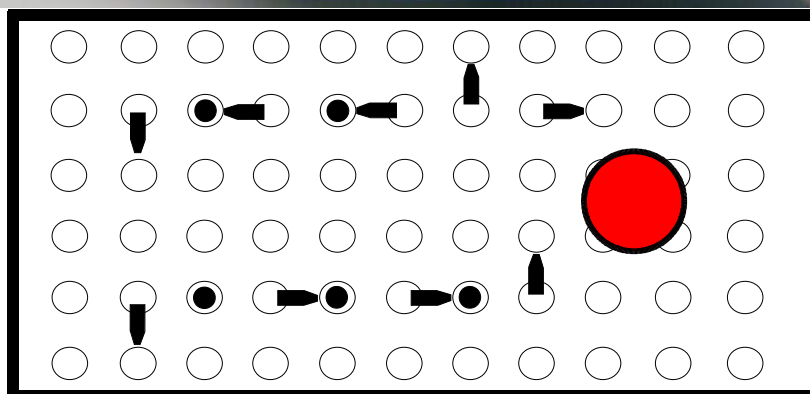
① 74HC14 を差し込みます。凹部が右に来るようにして下さい、下から 2 段目の列と 5 段目の列に差し込みます。



② 半田面から眺めるとこのようになります。確認をしましょう。  
飛び出した IC の、ピンの折り曲げ作業に入ります。

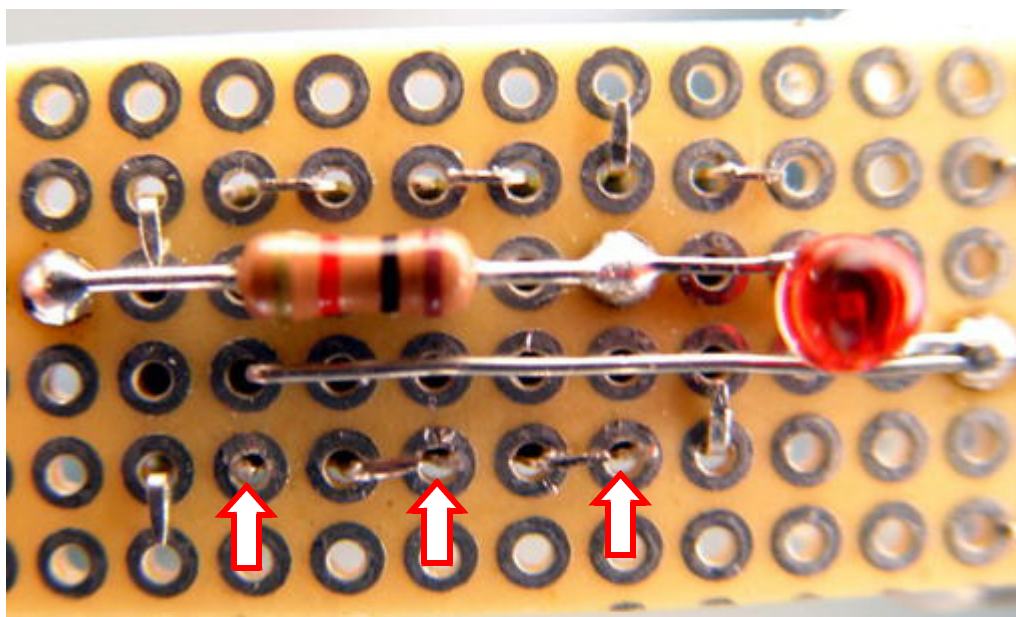


③ 14 本のピンは左の写真のように、それぞれの方へ折り曲げます。



●のところは折り曲げず、まっ直ぐしておきます。

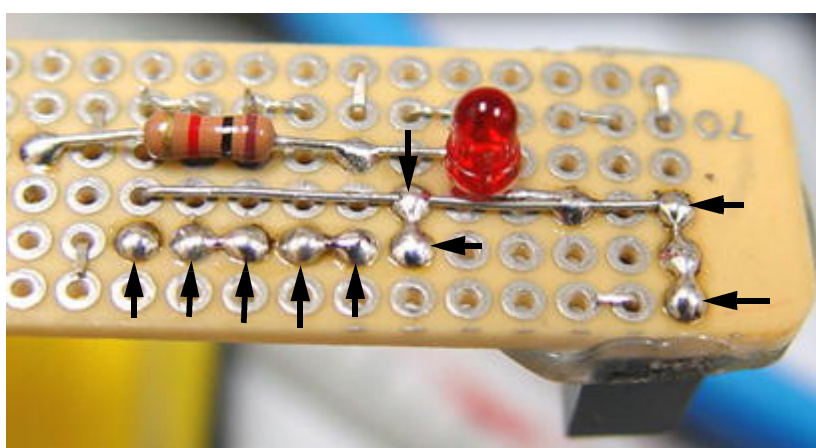
IC のピンはこの図で言えば、上下には曲げやすいのですが、左右には非常に曲げにくいので、ラジオペンチなどを使って曲げます。



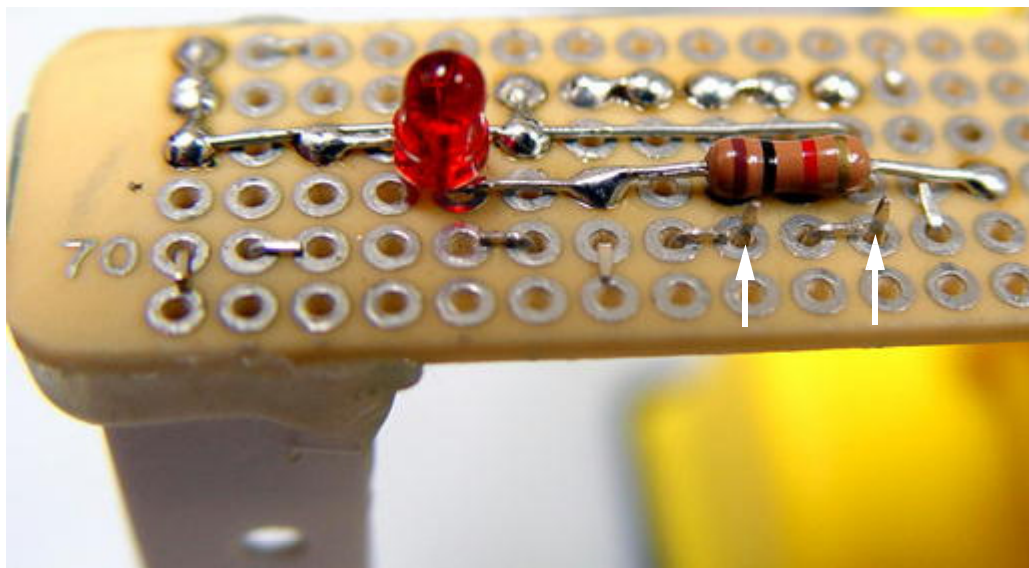
- ④ まっすぐにして  
いるピンは、飛び出し  
分の長さの、半分に  
切り落とします。  
長いままにしてお  
くと、半田付け過ぎ  
の原因となるからで  
す。  
手前側 3 本の切断  
をします。



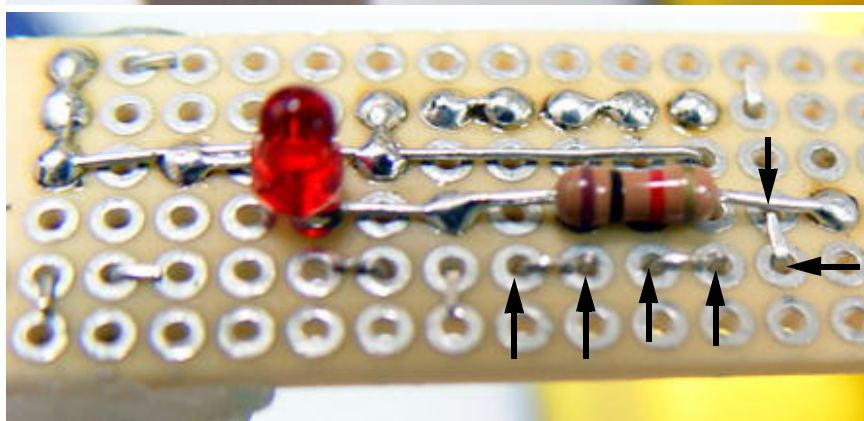
- ⑤ 半田付けすぎ  
防止のため、ピン  
同士が重なら  
ないようにしま  
す。



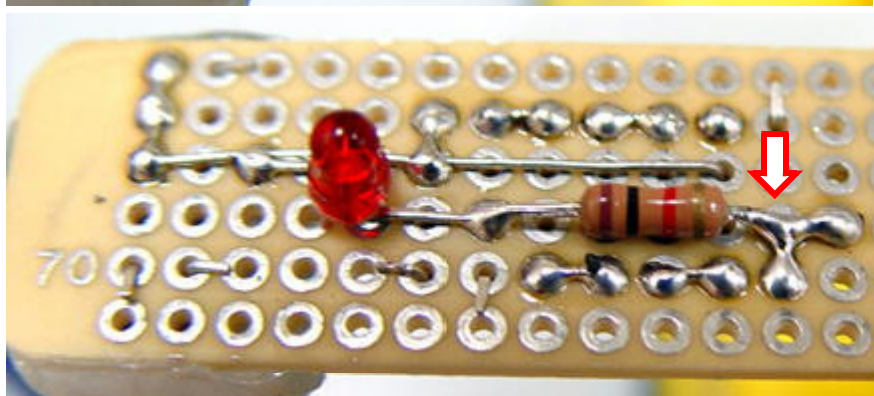
- ⑥ 左に矢印で示したように、9 個所  
の半田付けをします。  
終わったならば、反対側のピンの  
半田付けをします。



⑦ 手前2本のピンの飛び出し部分を、半分に切り落とします。

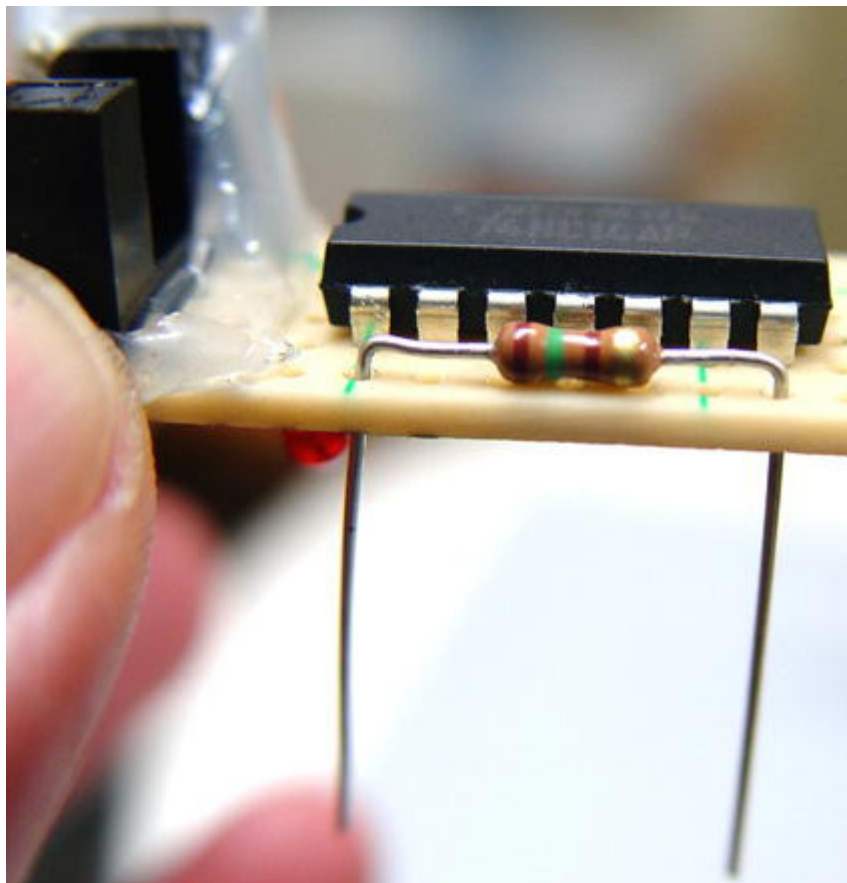


⑧ 左に矢印で示したように、6個所の半田付けをします。



⑨ 半田付けをしました。  
この時点では気が付かなかったのですが、矢印の部分のランドに、半田が回っていませんでした。後の工程で手直しをしています。

### 3. 150 Ω の半田付け

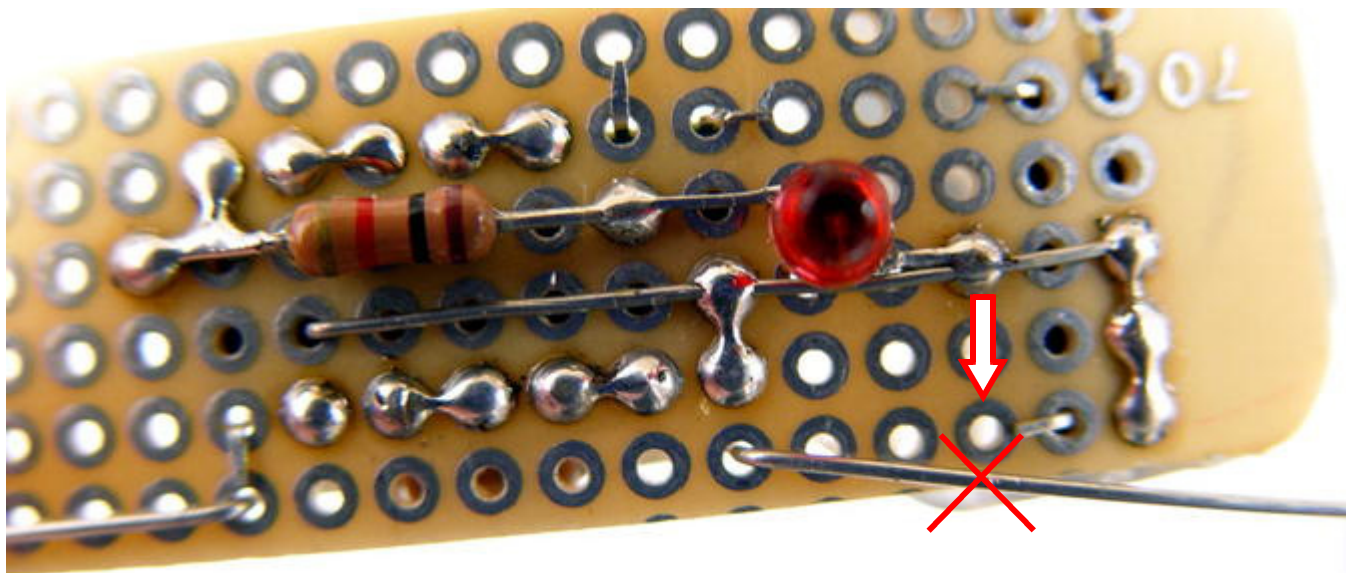


① 150 Ω の抵抗には茶・緑・茶・金の色が施してあります。

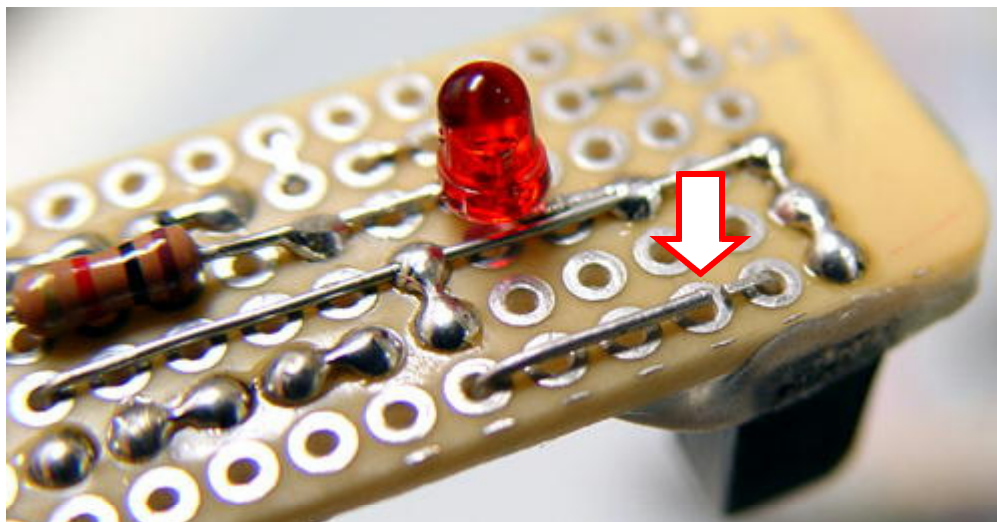
リード線を直角に曲げ、写真の位置に 150 Ω の抵抗を差し込みます。

74HC14 の足を目印にすると良いでしょう。

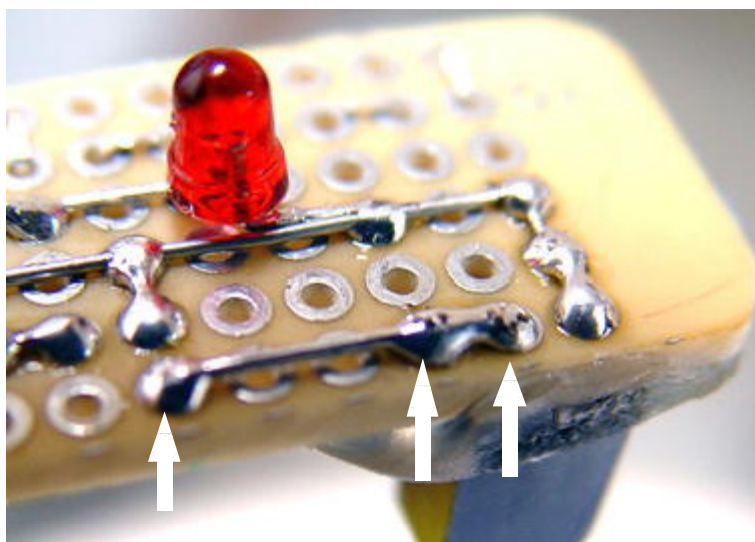
② 写真のようにリード線を出来るだけ直角になるように折り曲げます。折り曲げ方向はほぼ写真の方向です。矢印で示すランドの中心あたりで、右のリード線を切り取る予定です。



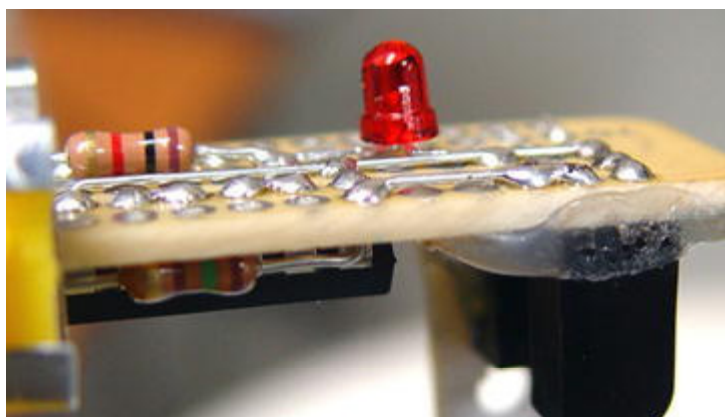




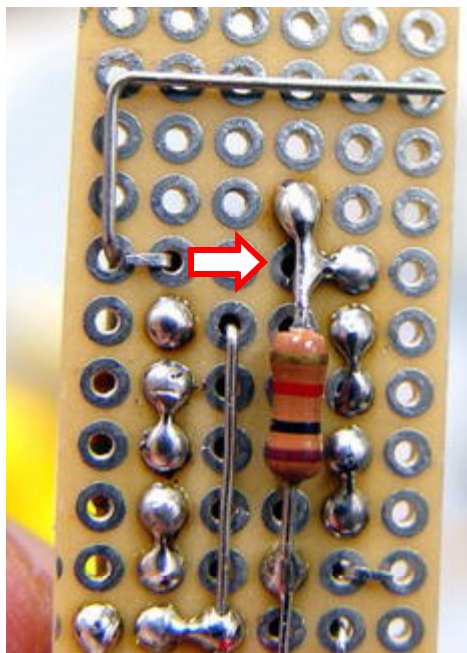
③ 右のリード線は矢印のところで切り取りました。



④ 右の写真のように、3 個所の半田付けをします。

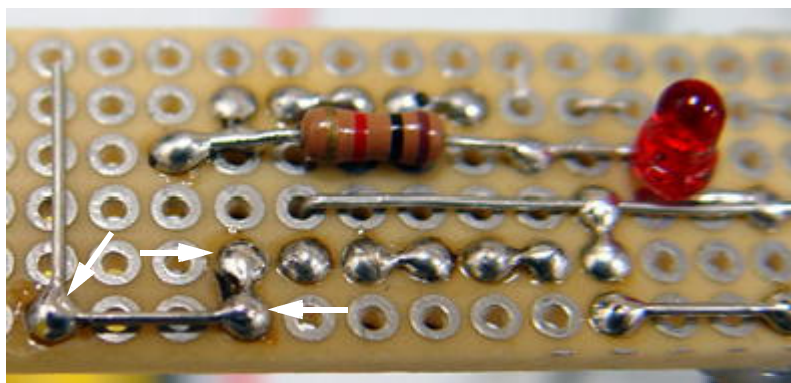


⑤ 150  $\Omega$  右側リードの半田付けは終わりました。



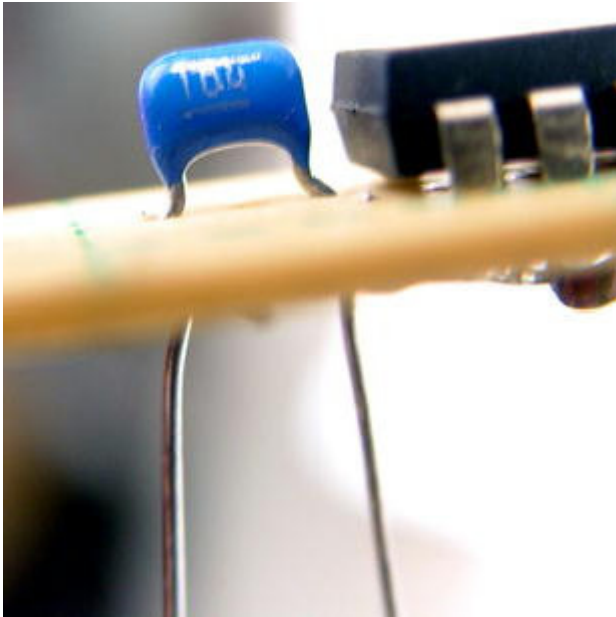
⑥ 左写真のように折り曲げ、右写真のように、ランドに少しかかるあたりで、リード線を切断します。

なお、矢印のように  $1k\Omega$  の半田付けをしたとき、ランド全体に半田が回っていないことを、眺める角度を変えることによって、確認することができます。



⑦ 3個所の半田付けをします。

#### 4. 0.1 $\mu$ F積層セラミックコンデンサの半田付け



① 104 と書かれています。

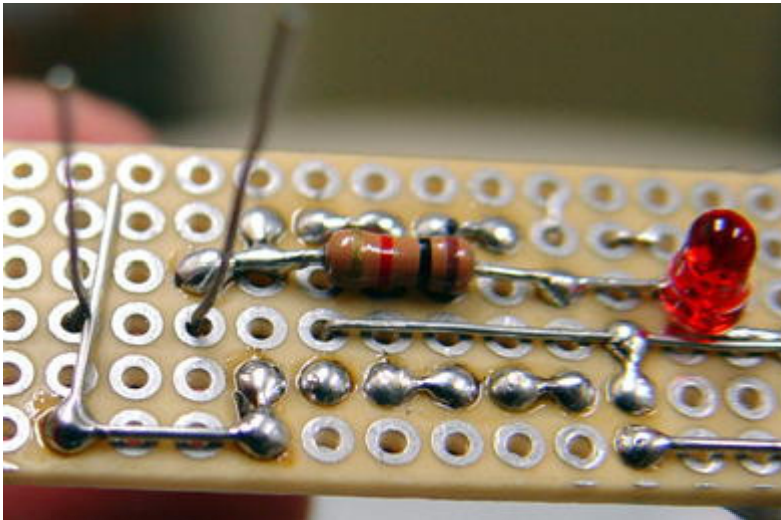
104  $\rightarrow$   $10 \times 10^4$  pF = 0.1  $\mu$ F

常識として知れ渡っているため、回路図には書かれないコンデンサです。普通 IC を使用するとき、Vcc のピンと GND の間にこのコンデンサが接続されます。

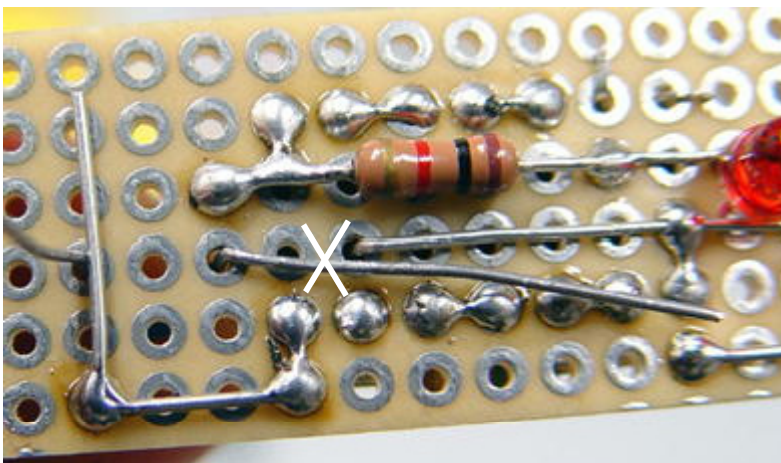
デジタル回路では、取り扱い信号がパルスになっているため、急峻な信号の立ち上がりや、立ち下がりが生じます。一瞬のことですが、その折電圧降下が生じて、IC に正規の電圧がかからなくなり、IC が誤動作を起こす可能性があるのです。それを補正する役割をしているのが、このコンデンサです。

ほんの一瞬のことなので、その一瞬の時間のための補助電池としてその役割を果たしているわけです。

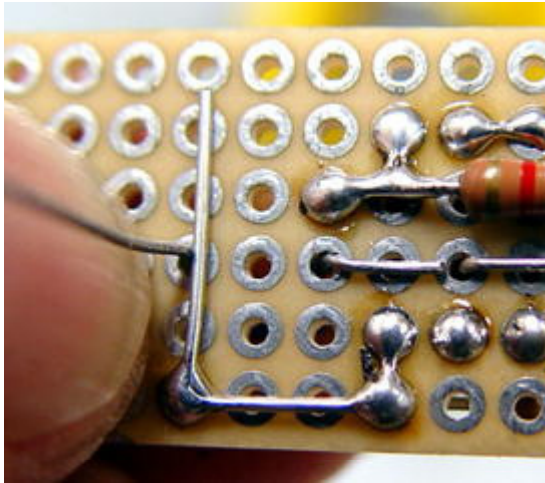
このコンデンサには取り付けの向きはありません。



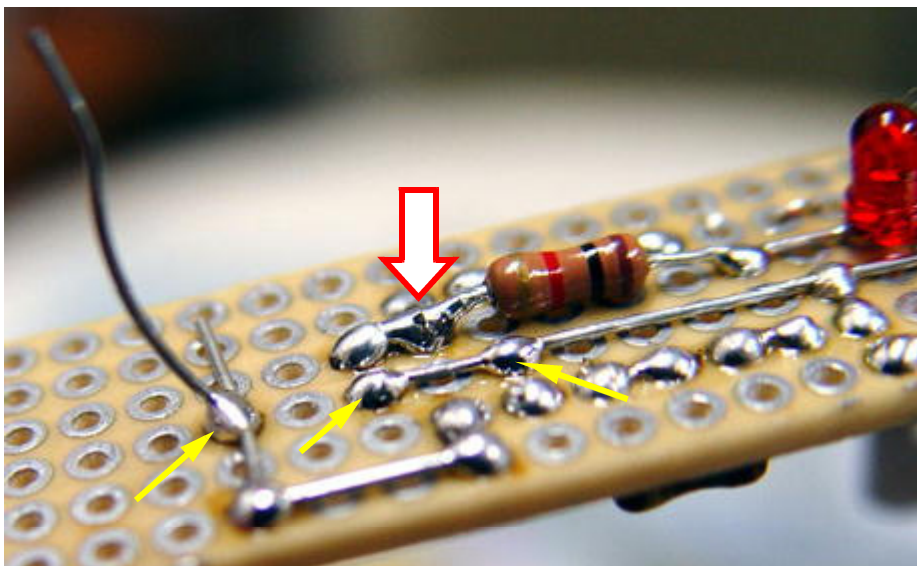
② 取り付け位置は、左の写真を参考にしてください。根本までしっかり差し込んでから、リード線を折り曲げます。



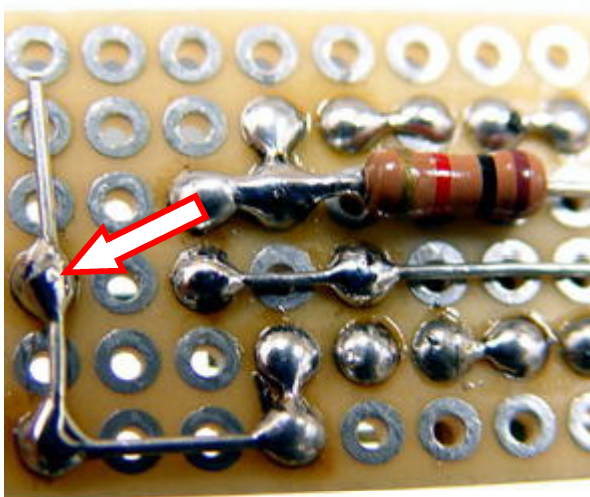
③ 隣のランドに少しかかるくらいところで切断します。



④ 切断しました。



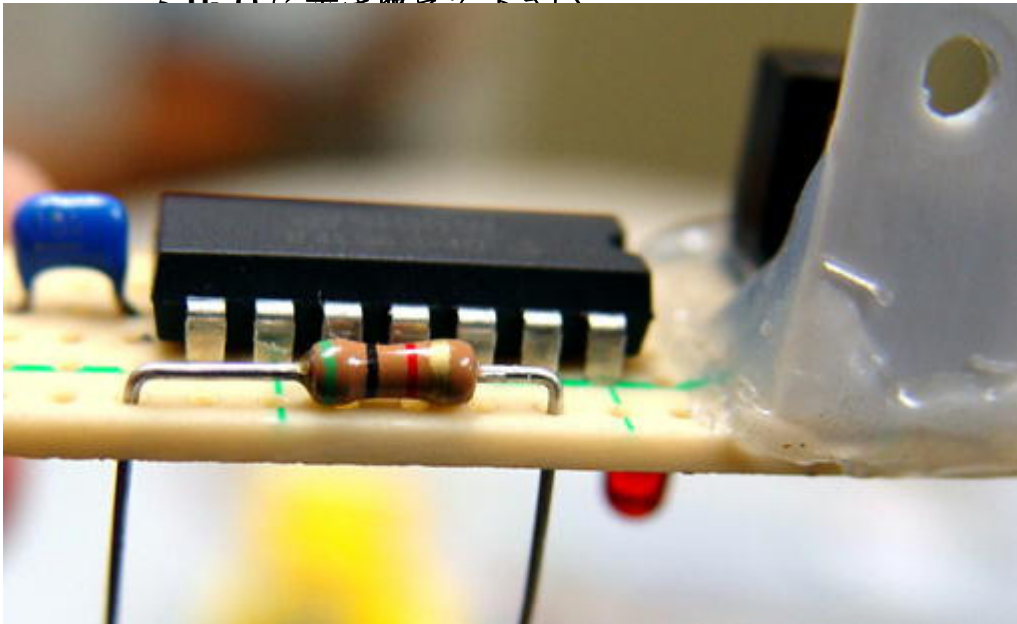
⑤ 3 個所の半田付けをし、さらに先の工程で未完成にしていた場所(太矢印)の、再半田付けをします。



⑥ 不要なリード線を切断すれば、コンデンサの取り付けは終了です。

5. 5k Ω の半田付けとジャンパー線配線

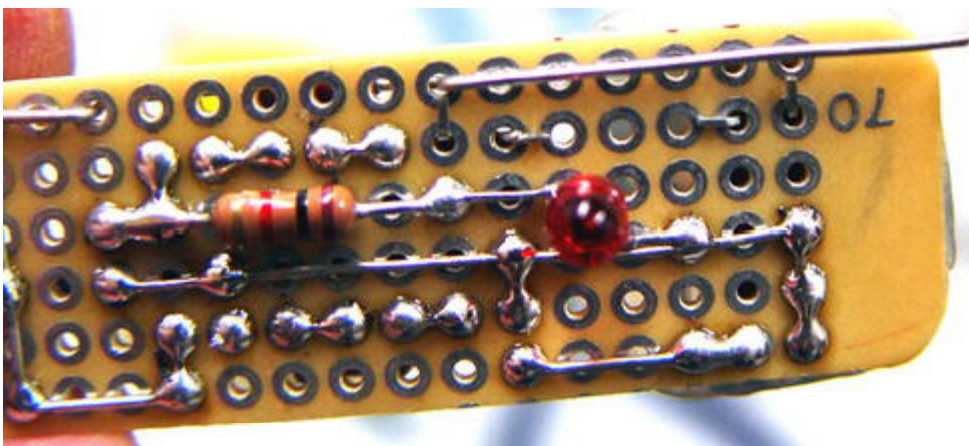
※ 写真撮影終了後、5k Ω が 5.1k Ω に変更となりました。そのため、写真および説明はすべて 5k Ω となっています。したがって以降 5k Ω はすべて 5.1k Ω に置き換えて下さい。



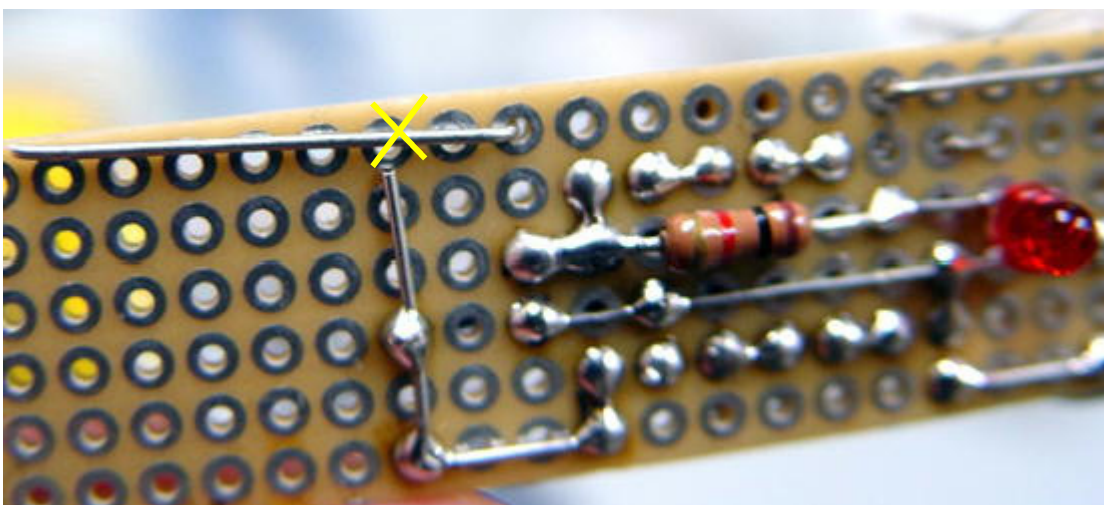
① 5k Ω は緑・黒・赤・金の色が施してあります。

74HC14 の足を目安にして、リード線を直角に折り曲げ、それぞれの穴に、差し込みます。

抵抗には極性はないので、どちら向きでも良いのですが、色は数値の代わりにしているので、写真のように配置した方がよいと思います。

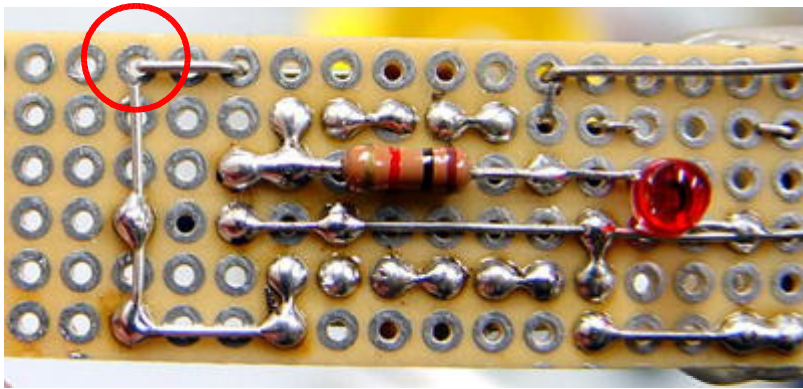


② 裏側に飛び出したリード線は、写真のようにランドに沿わせて直角に曲げます。



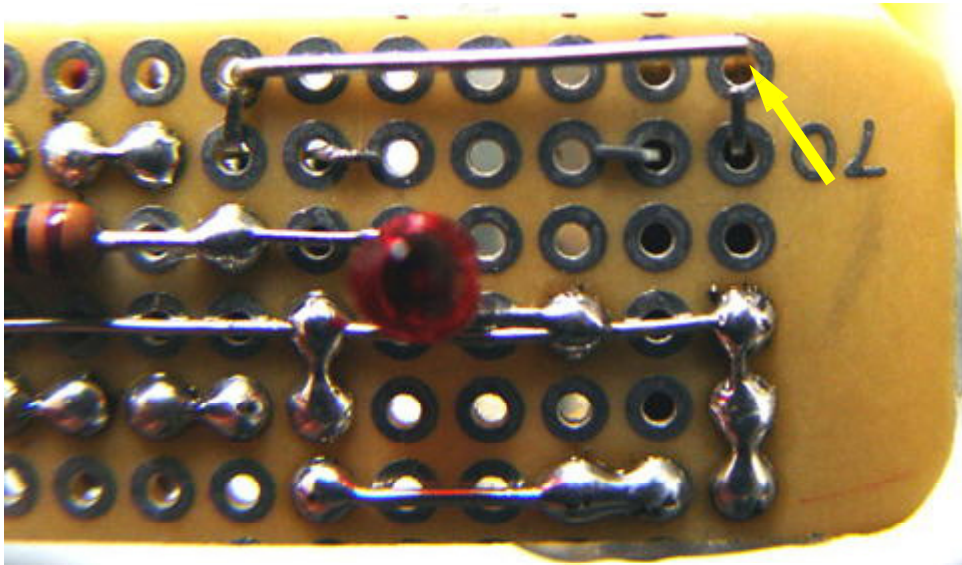
③ 片側は×印のあたりで切断します。

線と線が重ならないようにするのが、ポイントです。

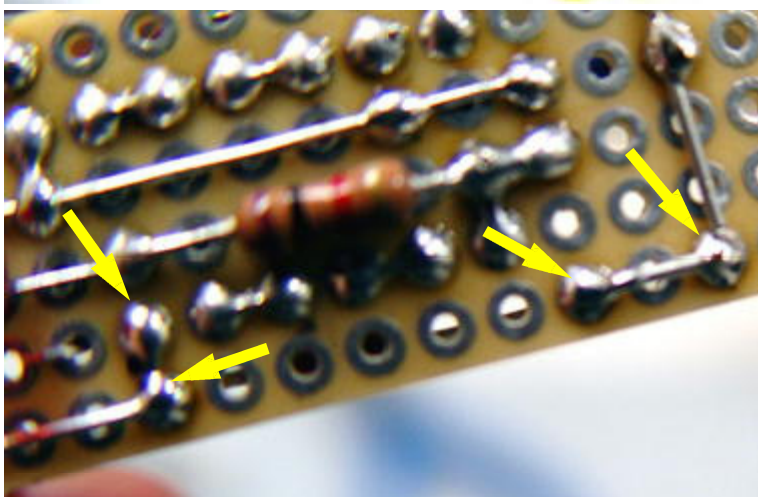


④ この程度のところがよいと思います。

互いのリード線が、基板から浮き上がらないように、しっかりと上から押さえつけておきましょう。また、線が曲がっているとみっともないので、平行または直角になるように、絶えず気配りしながらハンダ付けしましょう。



⑤ 反対側のリード線は、写真のように、ランドの最も右端のところで切断します。



⑥ 写真が少しピンぼけになっていますが、基板を前の状態から、180°回転して見ている様子です。4個所のハンダ付けをします。

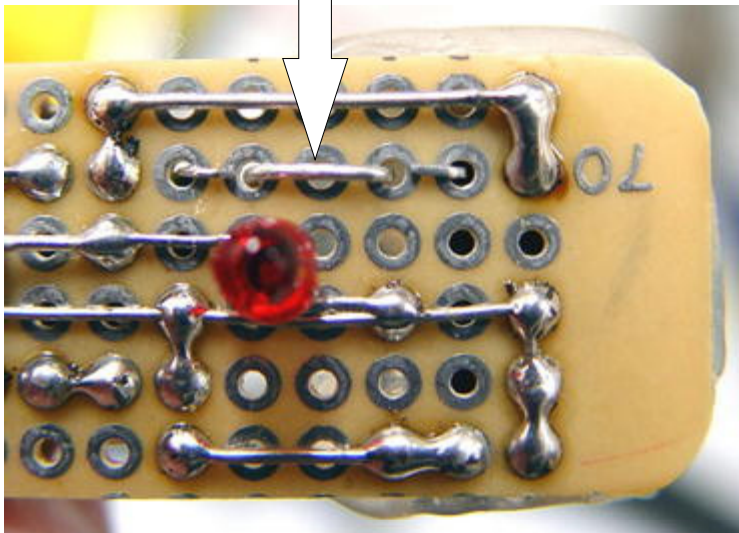
⑦ フォトインタラプタ側は、写真に示すように、2個所のハンダ付けが必要です。





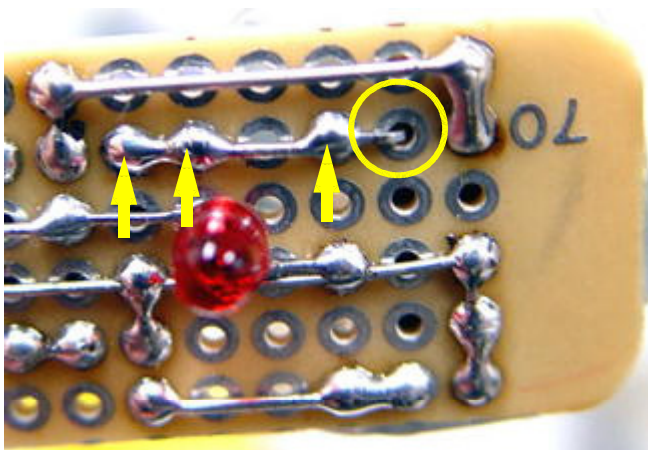
⑧ 切り取って不要になった、抵抗のリード線を利用して、左のようなジャンパー線を作ります。

片側は基板の裏側に突き出ないように短く切り、残りは長くしておきます。両方切ってしまうと、差し込んだ後不安定になり、ハンダ付け作業がしにくくなるからです。



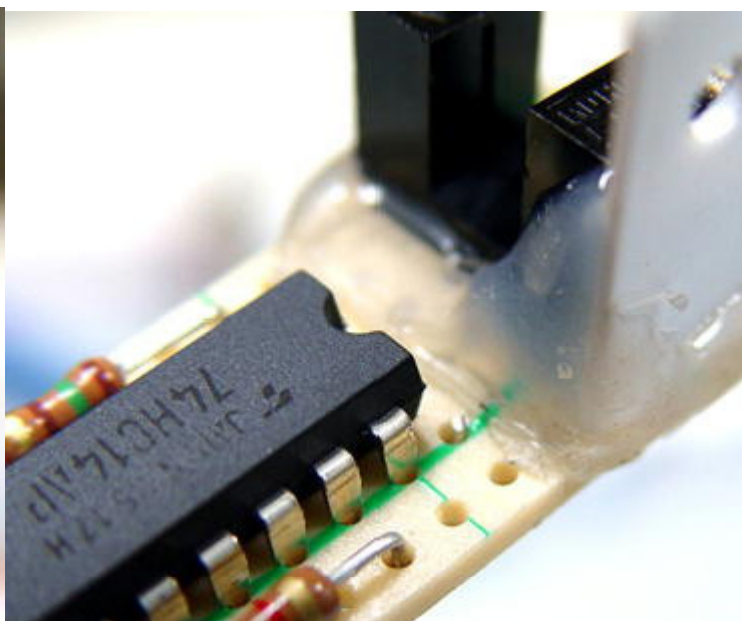
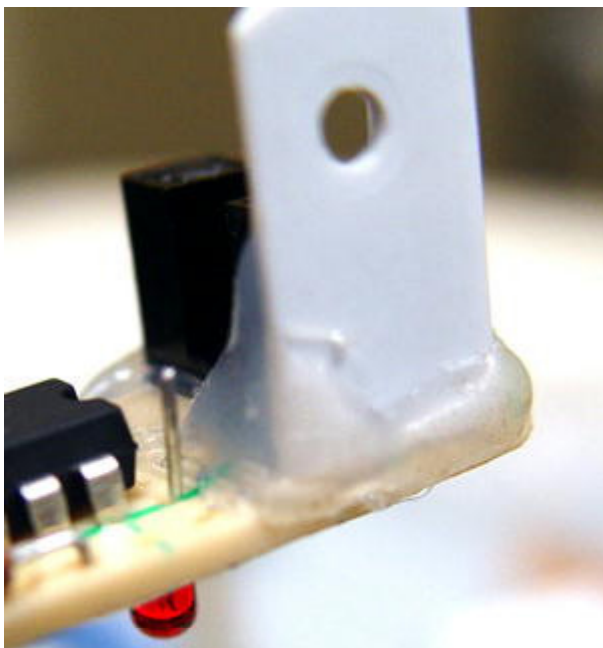
太矢印の部分へ差し込みます。右は短い方、左は長い方になります。

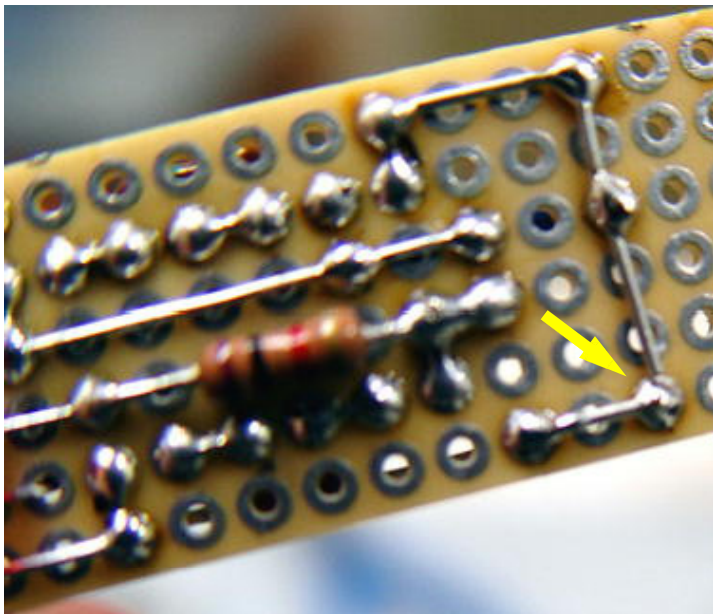
両方の穴には他のリード線は入っていないので、簡単に差し込めます。



⑨ 3個所のハンダ付けをします。右端の黄色い矢印の隣は、次の工程でジャンパー線を差し込むので、ハンダ付けしないで下さい。

⑩ 飛び出したリード線は、エンドニッパーなどで切り取ってしまいます。

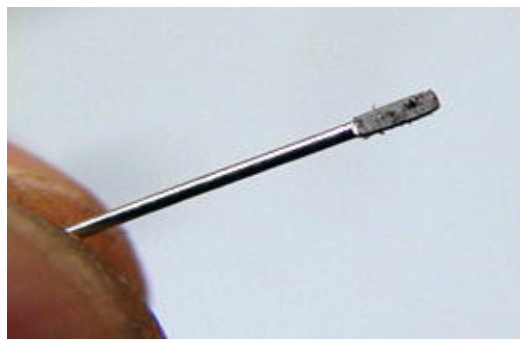
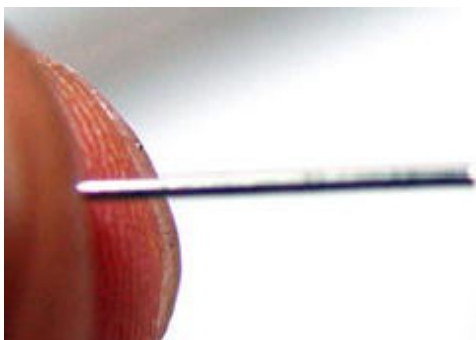




⑪ ハンダ付けの最中に怪しいハンダ付け箇所を発見しました。



⑫ 2箇所補強しておきました。



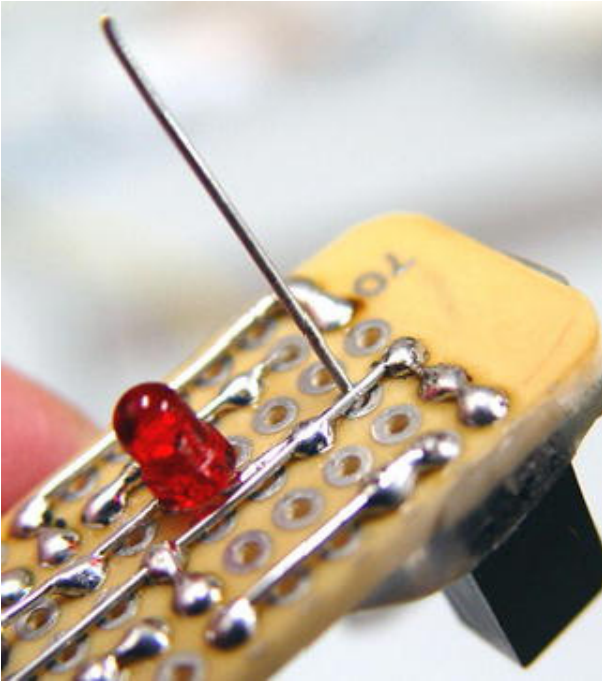
⑬ ⑨でやり残したハンダ付けの準備をします。  
3cm以上あるリード線の切れ端を用意します。



万力などで先端を3、4mm程度つぶし、ニッパーで斜めに切ります。



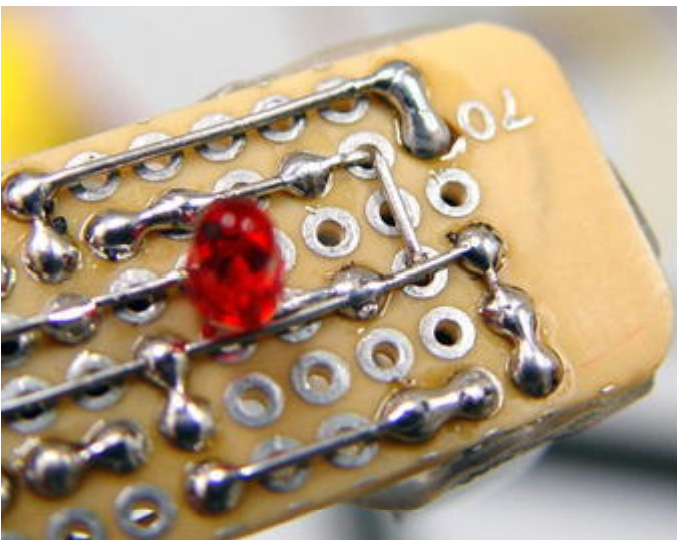
- ⑭ 左の写真に示す位置に、ジャンパー線のとがった方を、基板の厚さ程度まで差し込みます。

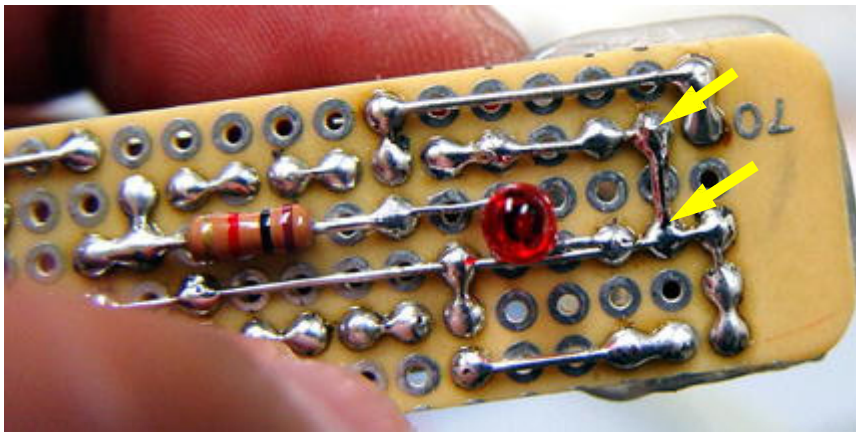


- ⑮ 折り曲げます。

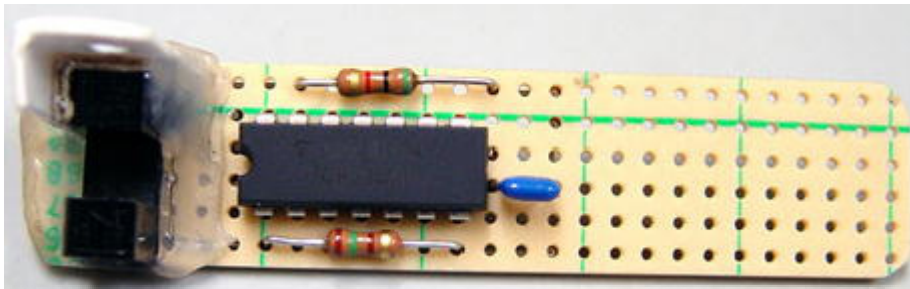


- ⑯ 線が重ならないように、長さを考えて切り取ります。

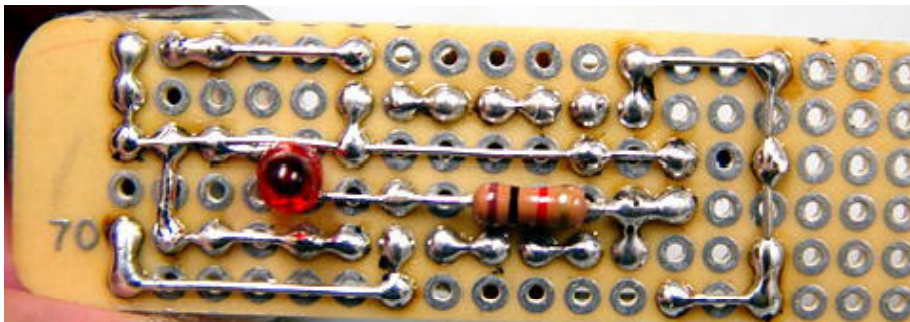




⑰ 2箇所ハンダ付けします。



⑱ 穴あき基板への配線は終了しました。  
左に完成した基板の表と裏を示します。

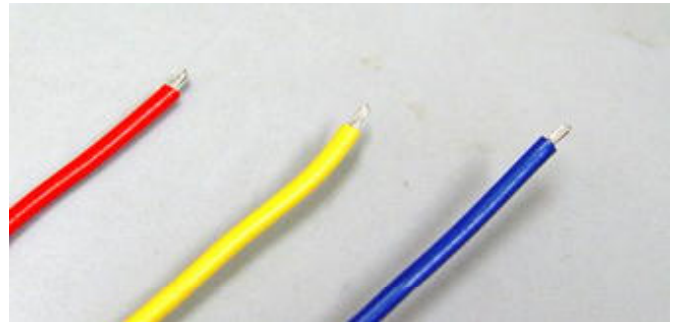
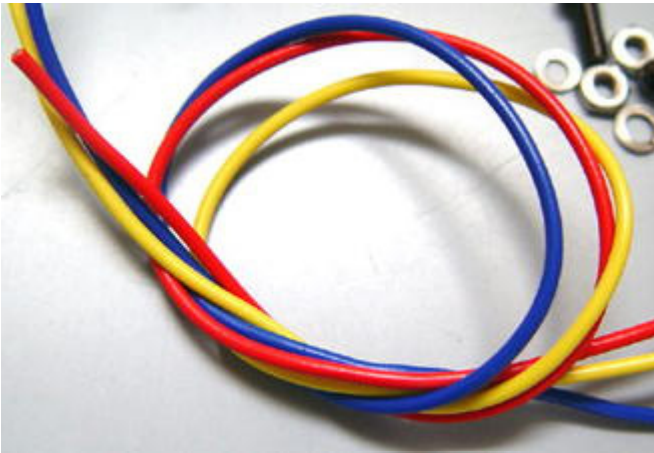


g. 信号伝送ケーブル取り付け

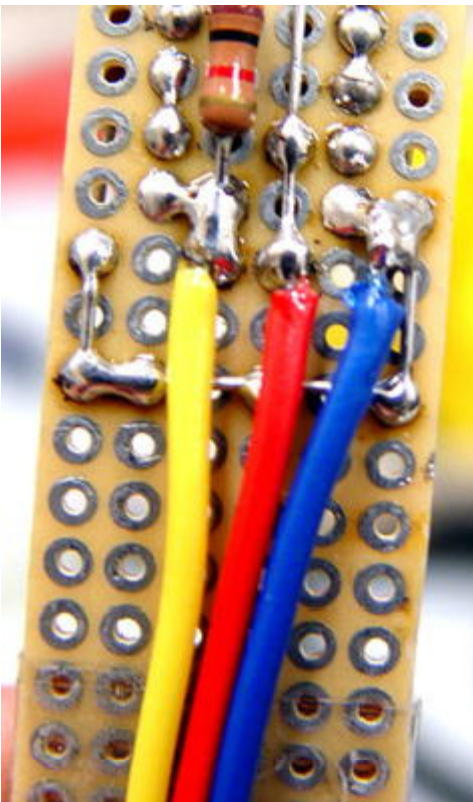
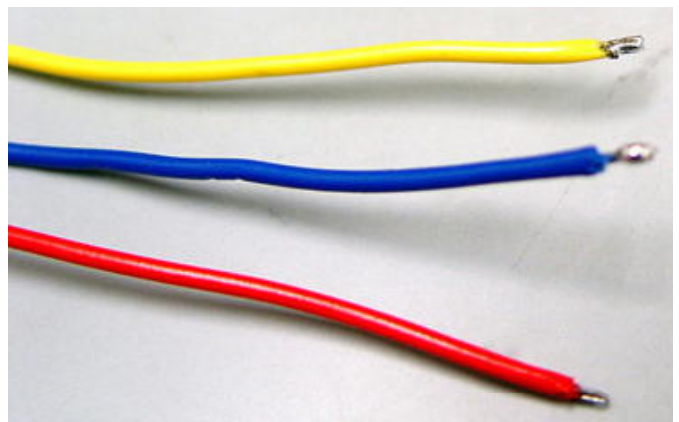
① 3色のコードを用意し、先端2mm程度の被覆を剥き、ハンダ上げをします。

〈1〉

〈2〉



〈3〉



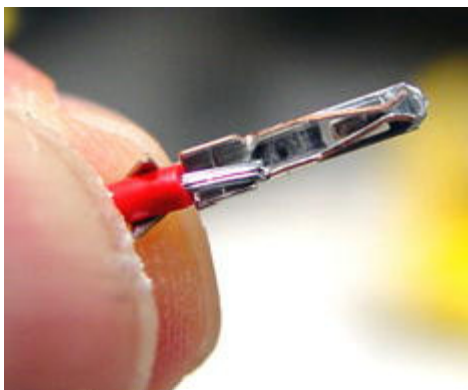
② ランドの右端は GND になっているので、青線を接続します。

右から3列目は Vcc のラインなので、赤線を接続します。また、4列目は信号の出力端子で、抵抗 1k  $\Omega$  のリード線と共通になっていて、黄色線を接続します。

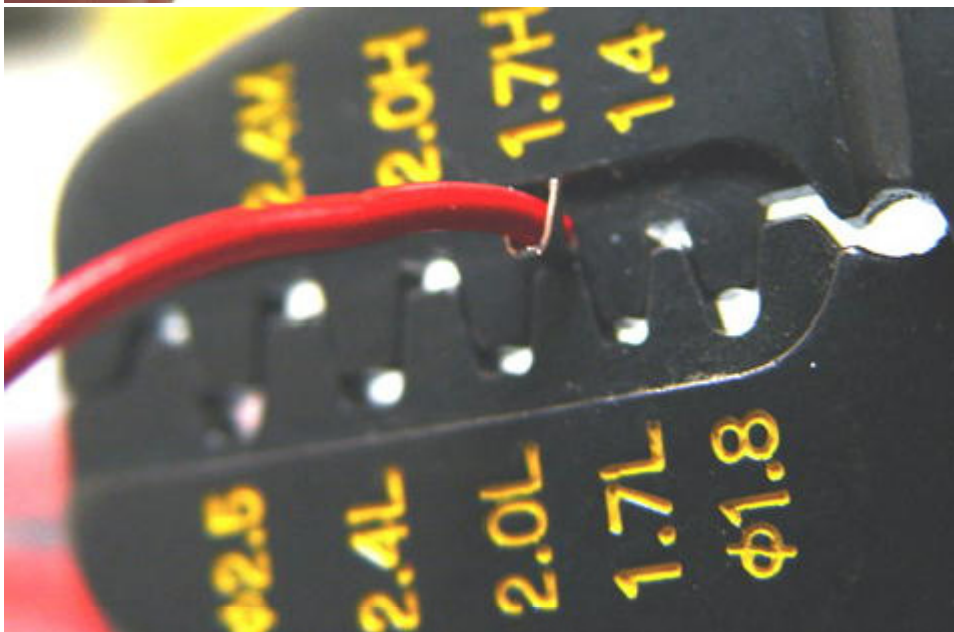
このハンダ付け作業で、隣同士がくっ着いてしまうブリッジ状態にならぬよう、ハンダの量を加減するなど、細心の注意が必要です。

③ ケーブルの反対側の先端は、約 3mm 程度被覆を剥き取ります。

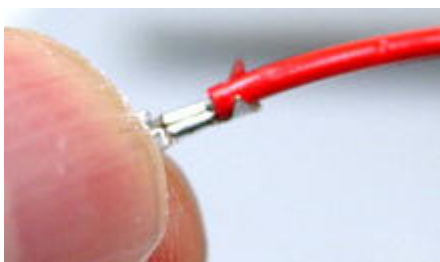
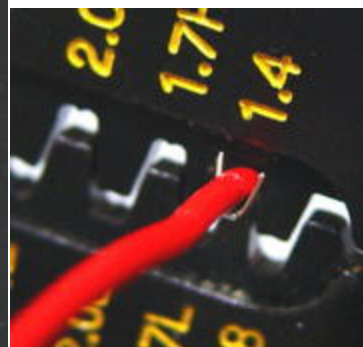




- ④ このように線を置いて、金属板をペンチで線に巻き付けます。その後はなるべく少量のハンダ付けをします。



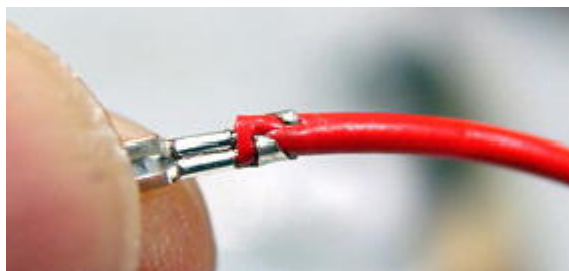
- ⑤ 圧着ペンチがある場合は、1.7Hのところでは予備締めをしておいて、最終的には1.4で完全に締めて下さい。

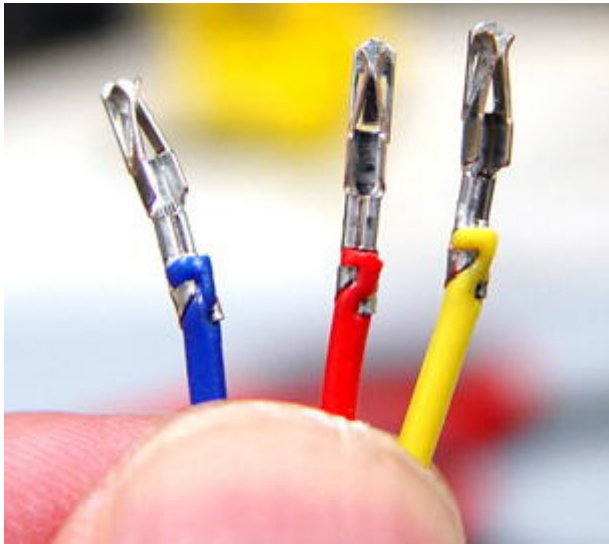


- ⑥ 三角形の金属板は被覆ごと巻き付けるためにとんがっています。工具がないときは単純に巻き付けて下さい。

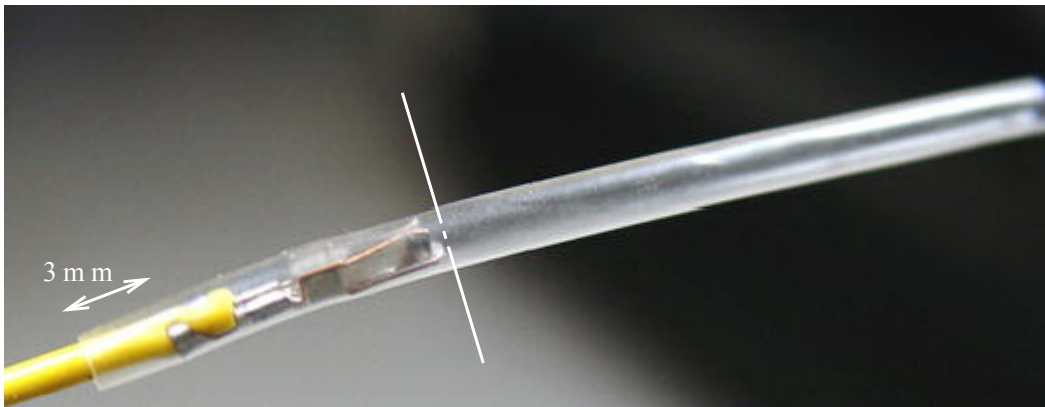
- ⑦ 工具を使う場合は、一度コンタクトピンを工具からはずし、このようにピンを持ち変えてから、1.7Hで三角形の金属板を締め付けると、ちょうど良くなります。1.4では少しきつすぎて、ビニールが破けてしまう可能性があります。

締め付けの後は下の写真のように、被覆ごと三角形の金属板が巻き付くので、接触状態もよく引っ張りにも強くなります。





⑧ 3本ともコンタクトピンを付けます。

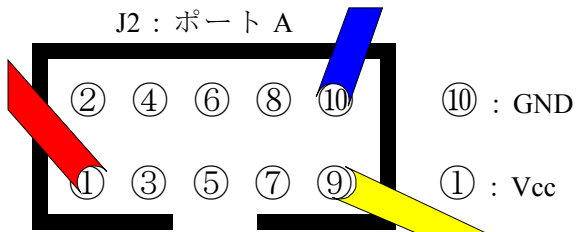
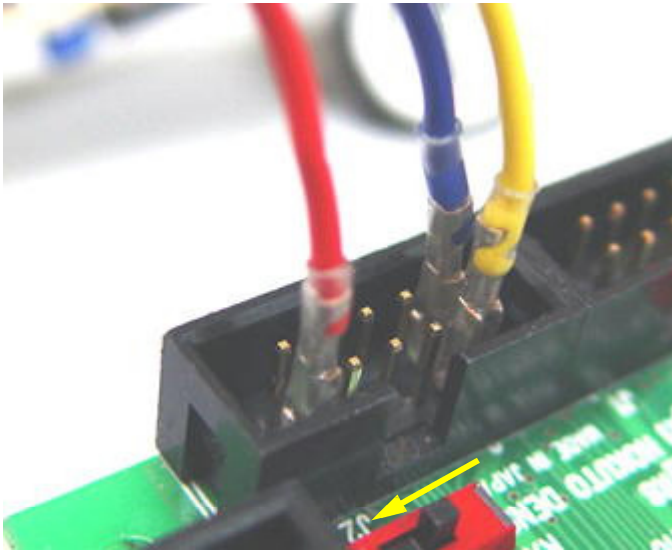


⑨  $\phi 3\text{mm}$ の熱収縮チューブをかぶせます。  
金属から約 3mm程度離れたところあたりまでかぶせます。

⑩ チューブは左写真のように、コンタクトピン先端 1mm あたりで切り取り、ハンダごてを当てて収縮させ、右の写真のようにしっかりと全体をチューブで締め付けます。



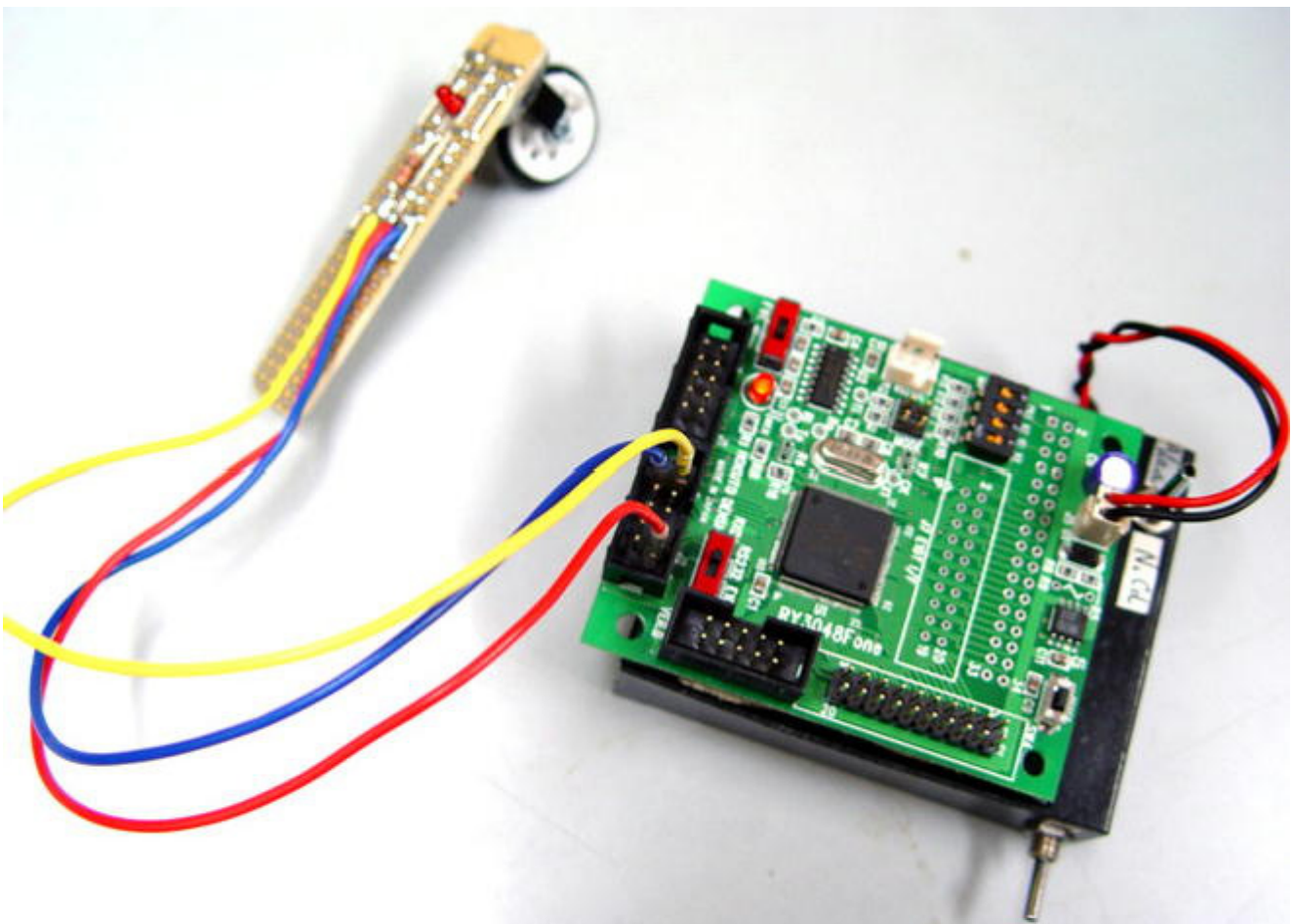
### 3. 動作テスト

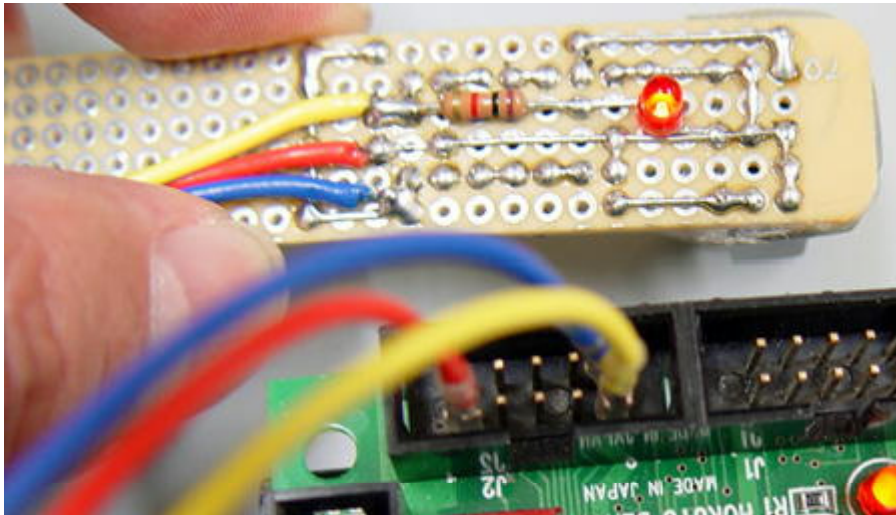


① 信号伝送ケーブルの取り付けが終わったならば、CPUボードの10Pコネクタを利用して、簡易動作テストをします。

10PのコネクタはCPUボード上に3個ありますが、どのコネクタも、左図のように1番ピンはVcc、10番ピンはGNDとなっています。簡易動作テストの場合は、赤線と青線をそれぞれ①、⑩に接続するだけでチェックできます。したがって黄色線は何処にも接続しません。しかし、きちんとした動作テストをする場合は、黄色線も含めポートA(J2:黄矢印)に写真または図のような接続をします。

② 接続状況全体図は下の写真のようになります。





- ③ CPUの電源を入れるだけで、簡易テストをすることが出来ます。プログラムは不要です。  
9番ピン⑨に黄色線を接続しておいても問題ありません。ホイールを回し、回転に応じてLEDが点滅すれば、テスト成功ということになります。

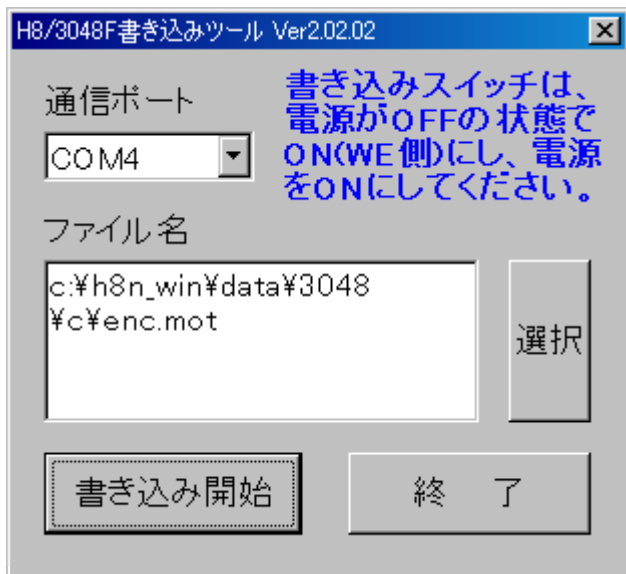


- ④ 正式に動作テストをする場合は、2005年度版CDROMなどから、左のような開発環境を立ち上げ、プログラム「enc.c」を、CPUボードに転送して実験する必要があります。

```
t encstart,enc
c:¥h8n_win¥3048¥c¥c38hae.lib
ut enc
t enc
t V(000000)
t P,C(000100)
t B(0fef10)

CANNOT FIND SECTION(C)
```

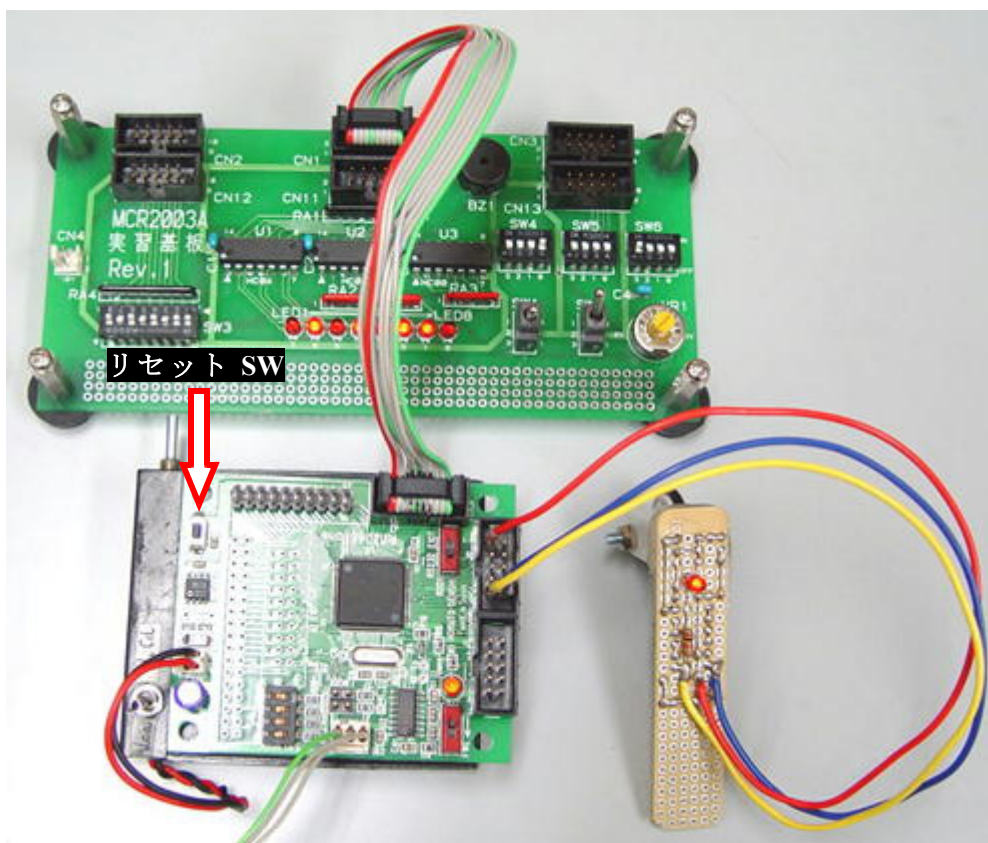
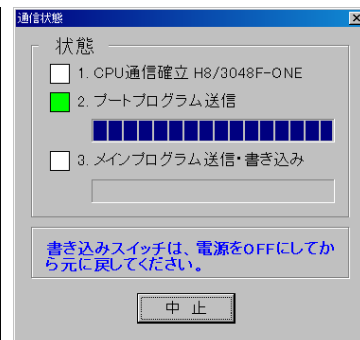
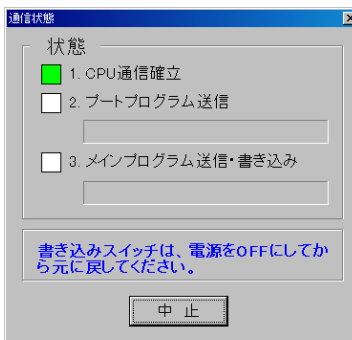
- ⑤ コンパイル・書き込みを実行します。



⑥ 伝送ケーブルを接続し、プログラムをパソコンから CPU ボードに転送します。

CPU ボード上の赤いスライド SW を、書き込み側 (FWE 側) にしてから、書き込み開始をします。

転送が終了したならば、CPU の電源を切ってから赤い書き込みスライド SW を元に戻します。



⑦ ポート B (J3) に平コードで、MCR2003A 実習基板の LED 回路を左の写真のように接続し、CPU の電源 ON にしてから、ロータリーエンコーダのホイールを回します。カウントしたホイールの穴の数が、2 進数で LED に表示されます。

ホイールを前進させても後退させても、LED 表示は増加するようになっています。

白いリセットスイッチを押すと、LED は全消灯となりカウンタはクリアされます。

ホイールの回転に合わせて、LED のカウントが増えるかどうかなどのチェックをします。



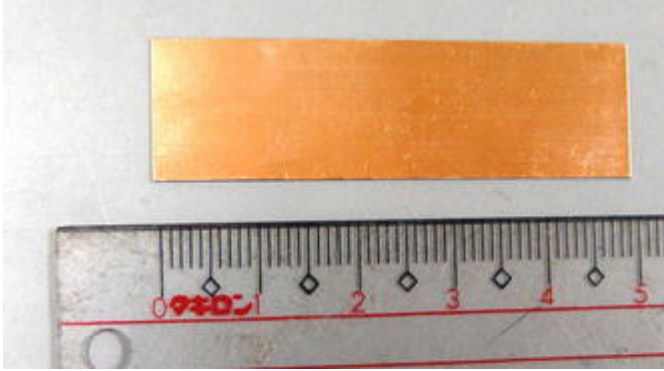
#### 4. 板バネ製作と取り付け

走行コースには7°のスロープもあるため、ロータリーエンコーダのホイールを、常に路面へ押しつける必要があります。

あまり強すぎても、駆動輪を持ち上げる作用が働き、マイコンカータイヤの、グリップを悪くします。逆に弱すぎると正確にパルスをカウントしてくれなくなります。

以下に論理的根拠はありませんが、実践結果が比較的良かった板バネの取り付けについて述べます。

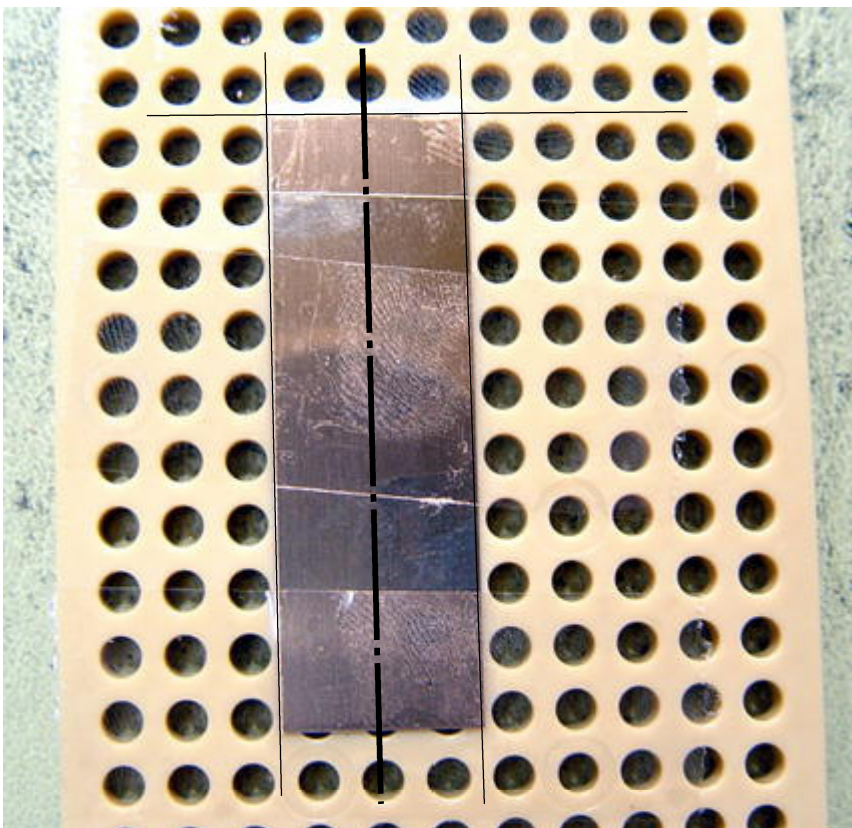
##### a. 取り付け用板バネ穴開け作業



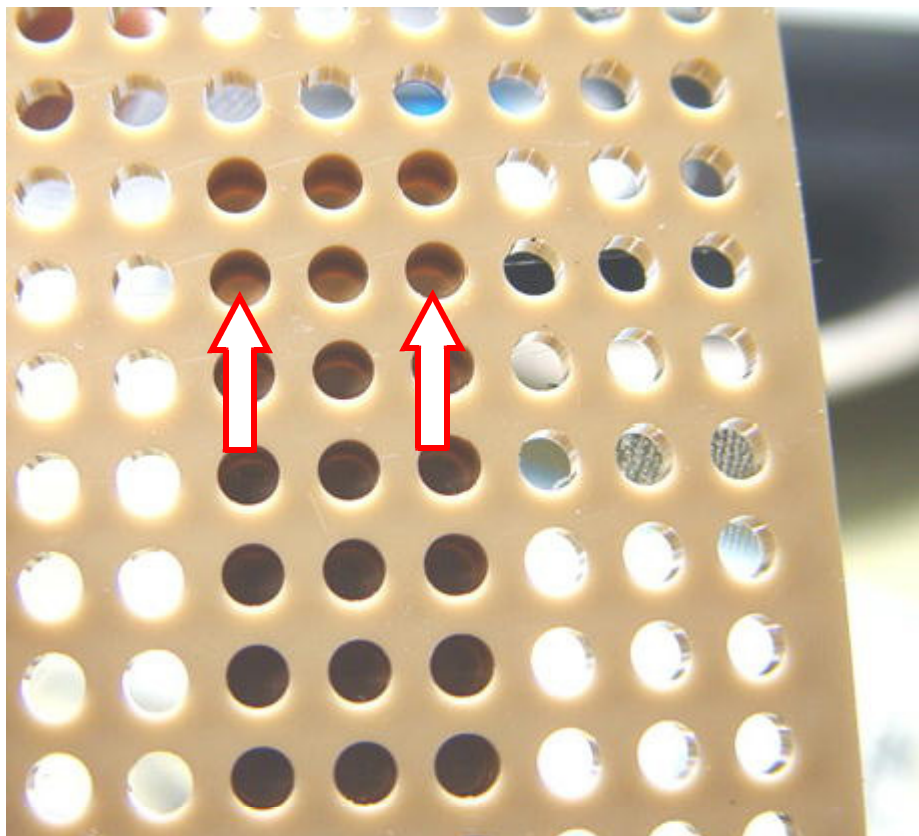
① セットの中には左の写真のように、20mm × 50mm のリン青銅板バネが、2 台分として 2 枚入っています。



② 実際に必要な分は、穴あき基板の幅が 15mm なので、それに合わせた幅 15mm のものです。  
5mm を切り取るには、百円ショップの裁ちばさみで十分切れます。

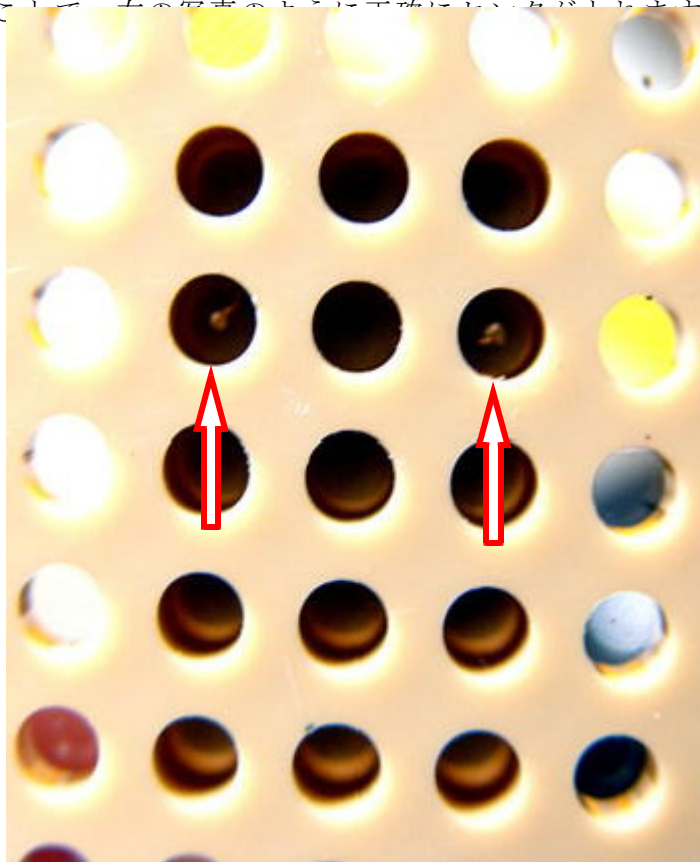
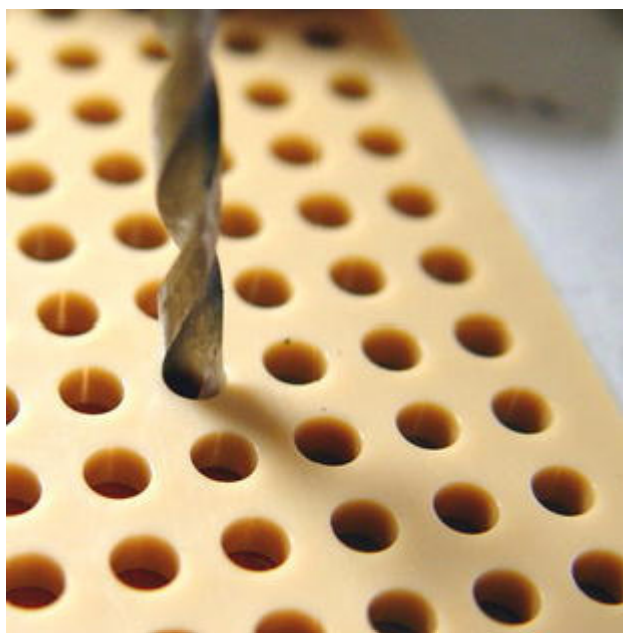


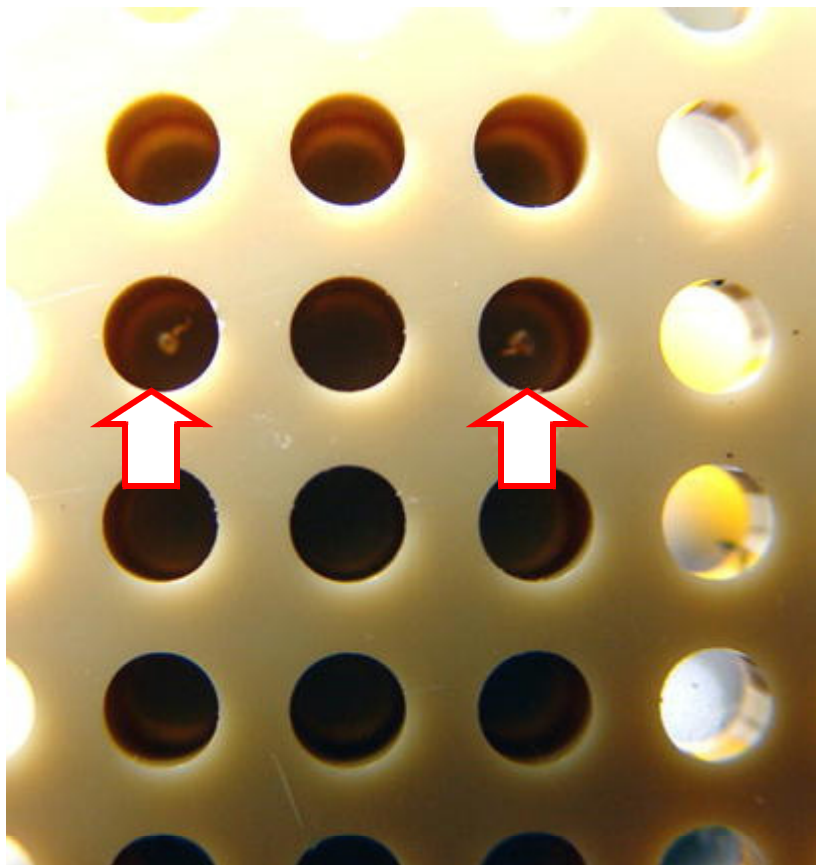
③ ユニバーサルプレートへ、左写真の位置に、板バネをセロテープで貼り付けます。  
ア. 板バネの先頭が、プレートの穴と穴の中央になるように配置すること。  
イ. プレートの穴 3 個が、板バネの真下にきて、中央の穴の列が板バネの中心線を通るように配置すること。  
このように配置すると、穴あけ位置を正確に求めることが出来ます。



④ 上から 2 列目の矢印で示した 2 個の穴に、 $\phi 3\text{mm}$  のドリル刃で、穴あけ用のセンターポイントを、付けることにします。

⑤ ドリル刃を当てて何回も軽く揉むことで、穴の径をより正確なものに仕上げます。



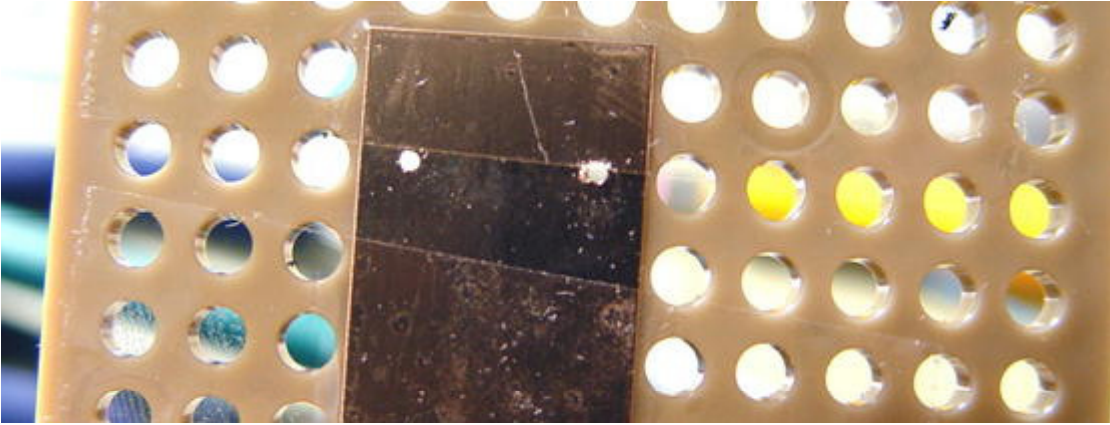


⑥ こちら側から  $\phi$  1mm のドリルで穴を開けます。

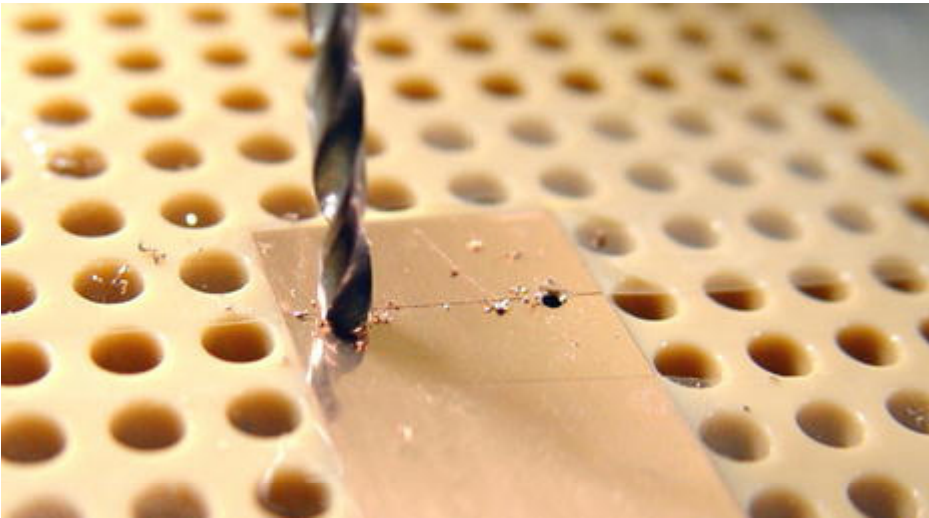


⑦  $\phi$  2.5mm のドリルを使って、こちら側と反対側からバリが出ないように、揉むようにして穴を広げていきます。

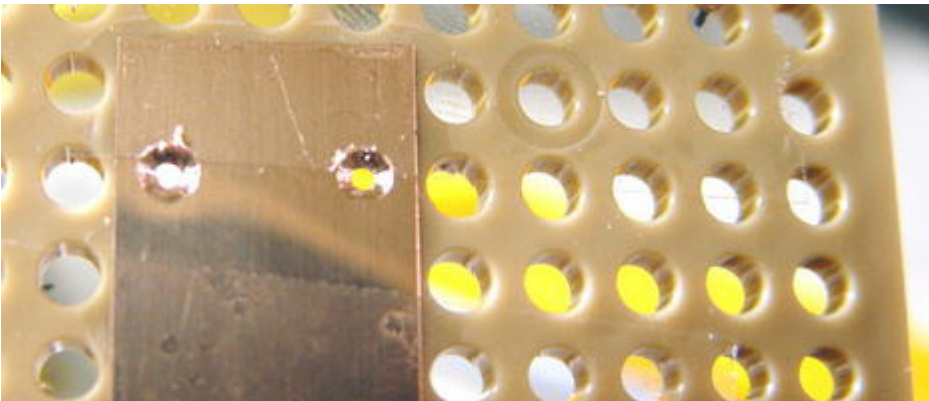
⑧ セロテープをしっかり貼ってあるので、多少力を入れても板バネはずれません。

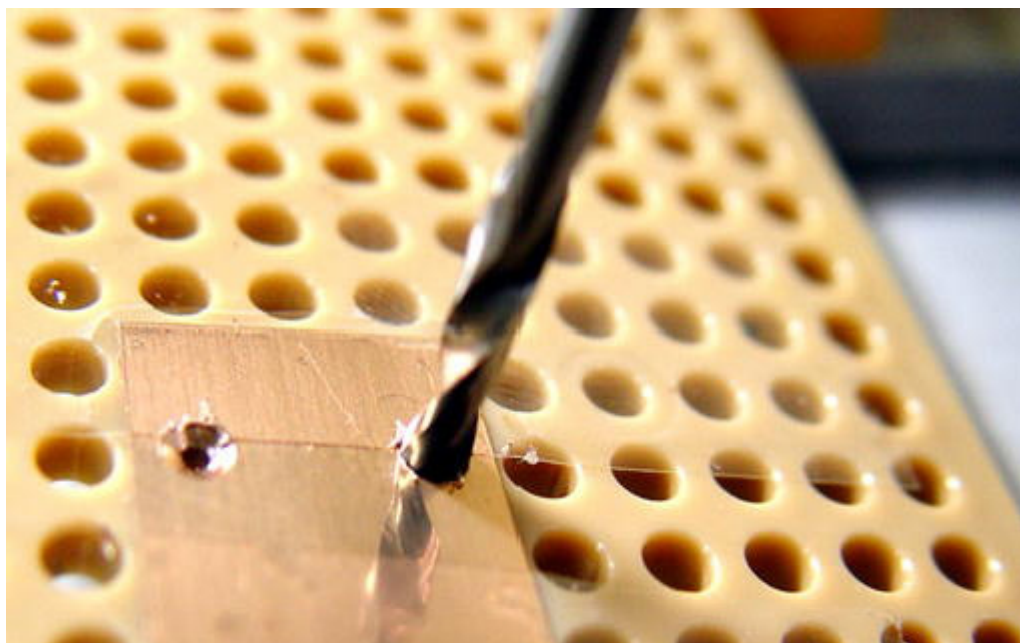


⑨ 表裏両面から穴を広げます。

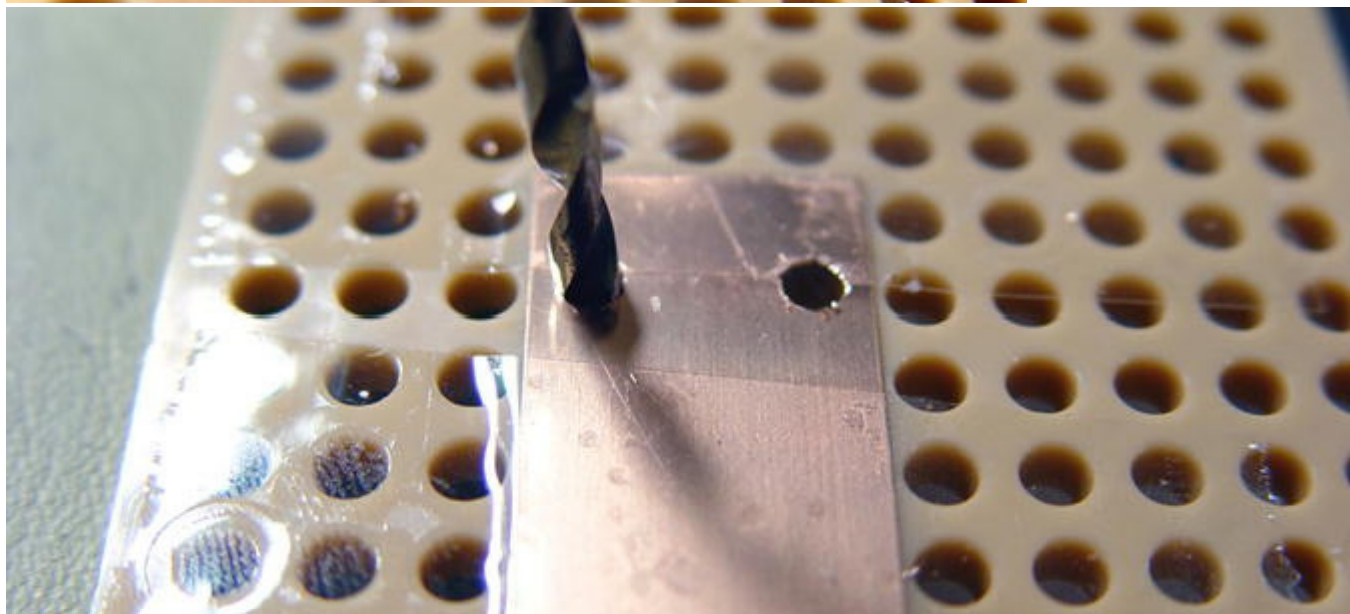


⑩ 表裏、この程度まで穴を広げたならば、今度は $\phi$  3mm のドリルを使って、穴を貫通させます。



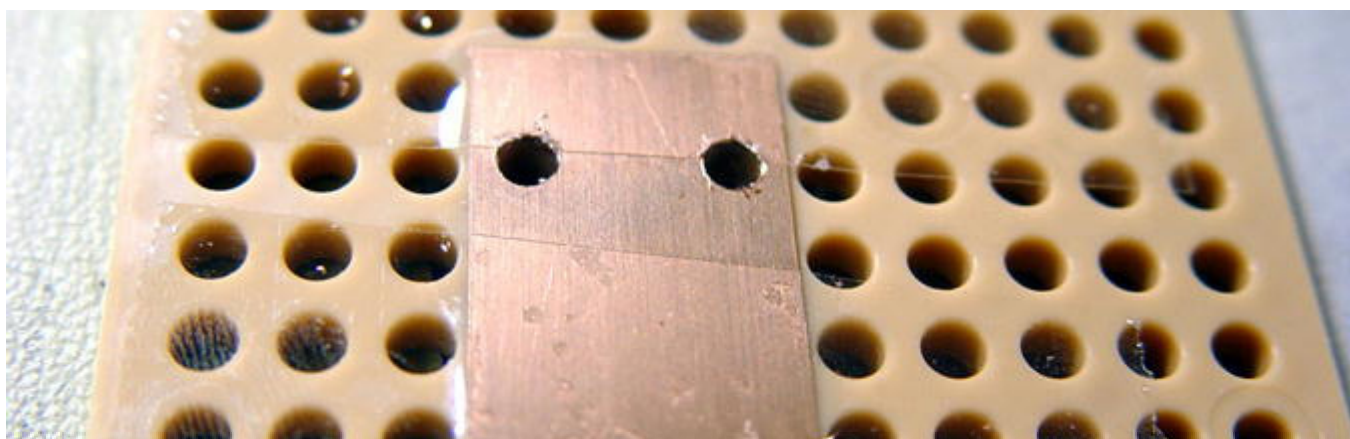


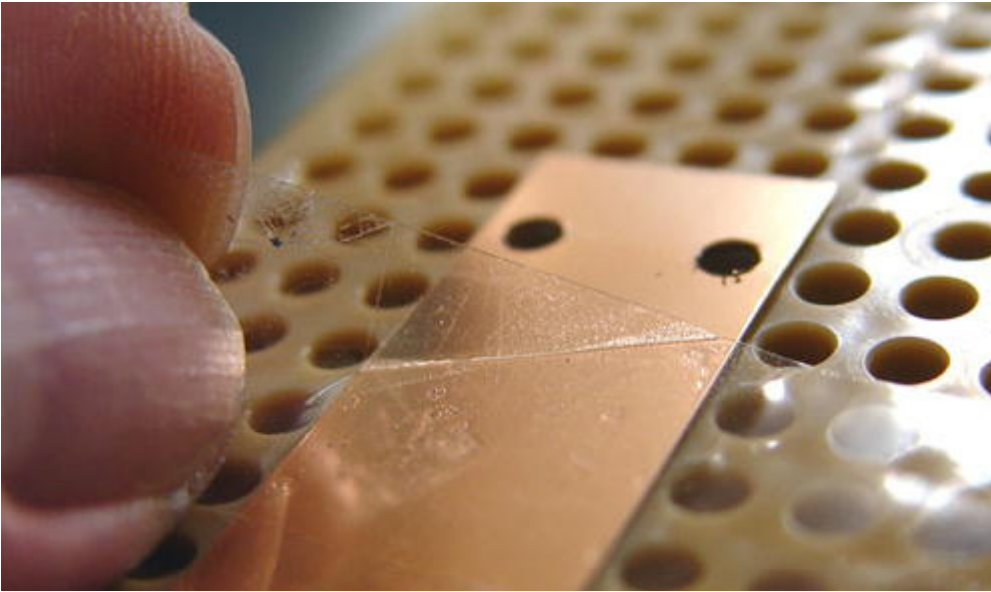
⑪ 貫通させるときは、こちら側から穴をあけた方がよいと思います。プレートの穴が支えとなるからです。



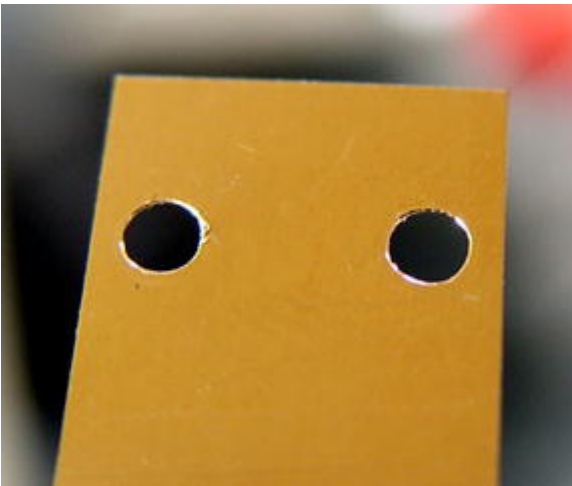
⑫ 反対側の穴も開けます。

⑬ これで取り付けの穴が開きました。しかし、バリが少し気になります。





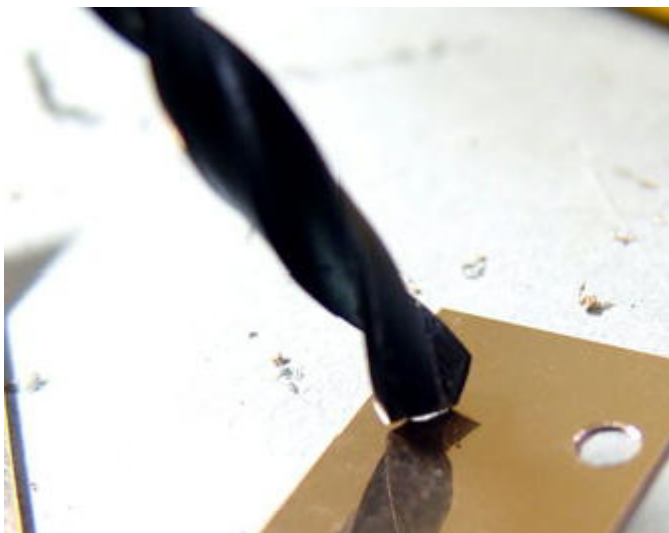
- ⑭ ユニバーサルプレートから、セロテープをはがし、板バネをとりはずします。



- ⑮ 拡大してみると少しバリが出ています。この程度であれば、あまり気になりませんが、一応作業手順として、バリ取りをすることにします。



- ⑯ 5本1組のドリルセットが百元ショップにありました。電池ボックスの、スイッチ取り付け用の穴あけにも使えます。φ 5.5mm となっています。



- ⑰ 写真撮影の都合で床におきましたが、手に持って揉む程度でバリ取りは出来ます。

#### b. リン青銅板の特徴

リン青銅板は、リレーの接点板などに使われる、バネ材料としてよく使われるものです。この材料は単なる鉄板とは異なり、その取り扱いには注意が必要です。以下に工作上の失敗例を示します。参考にして同じ失敗をしないようにしましょう。



##### ① 失敗例 1 (釘先で罫書いた)

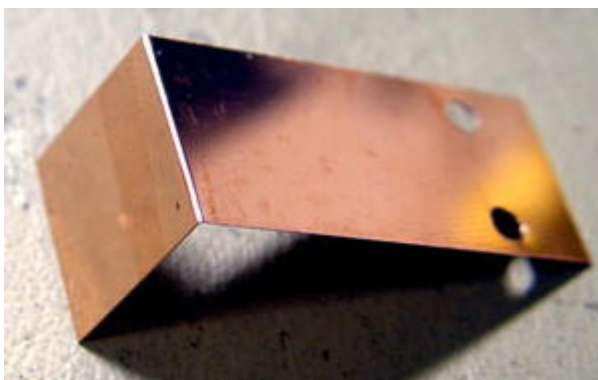
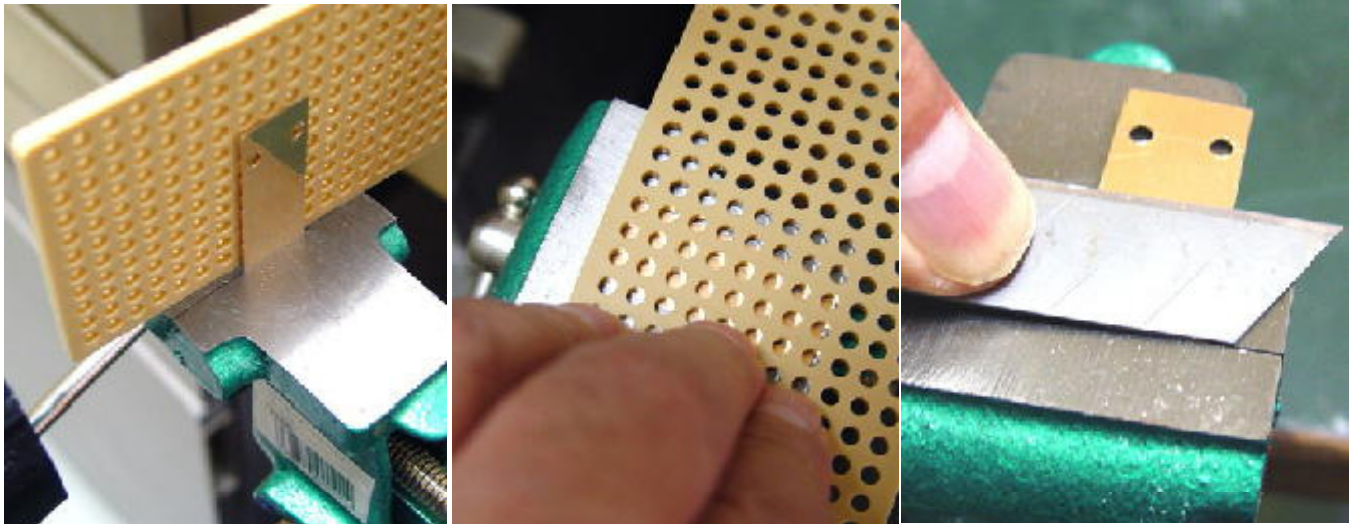
折り曲げをするために、釘先でけがき(罫書)をしてしまいました。この状態で直角に曲げてから、平に開こうとした時折れ目にひびが入ってしまいました。

リン青銅はキズがあると、そこから折れてひび割れを起こし、バネとしての機能は果たせなくなってしまいます。マジックまたはせいぜいエンピツ程度のもので印を付けるようにしましょう。

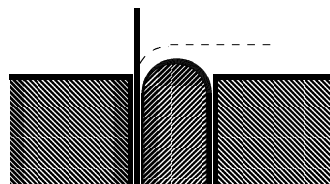
② 失敗例 2 (板を使って根本から曲げた)

鉄板などをきれいに 90° に曲げるには、下の写真のようにあて板をあてて、特に根本に力を加えて折り曲げます。その後平らな堅いものを折れ目の部分に当て、ハンマなどで軽くたたけば、きれいな直角を作ることができます。

出来上がりは下に示したように、非常にきれいですが、このあと一度平にしたとき、折れ目にひび割れが入ってしまい、使い物にならなくなりました。リン青銅の場合、この方法では折れ目に傷が付く可能性があると言うことです。



実際には R のついたあて板と共に、万力にはさみ付け、R に沿わせて折り曲げます。すなわち R のついた直角にするわけです。正確には半径を厚さに合わせるなど、かなり面倒な問題があるので、マニュアルでは最も簡便に手で曲げることにしています。



③ リン青銅板には「目」がある

製造工程で「目」が出来るそうですが、柾目や竹の筋のようになっているので、切り取るときに目に沿って細長く切り取り、使うときは筋と直角に曲げの力が加わるようにしなければなりません。



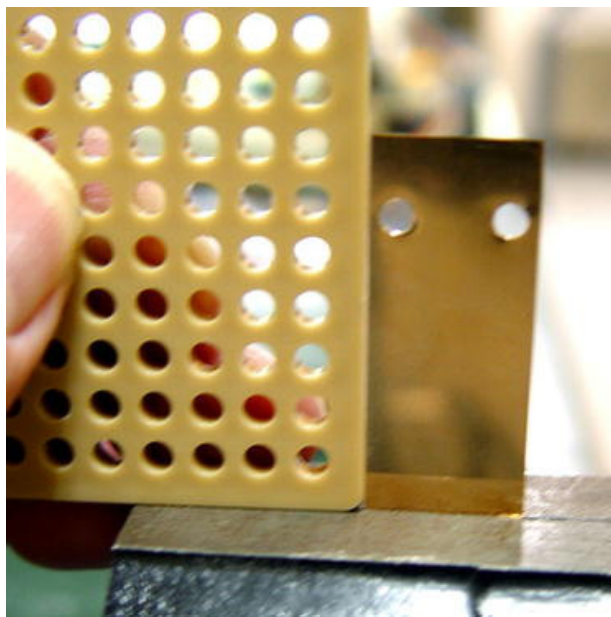
### c. 折り曲げ作業



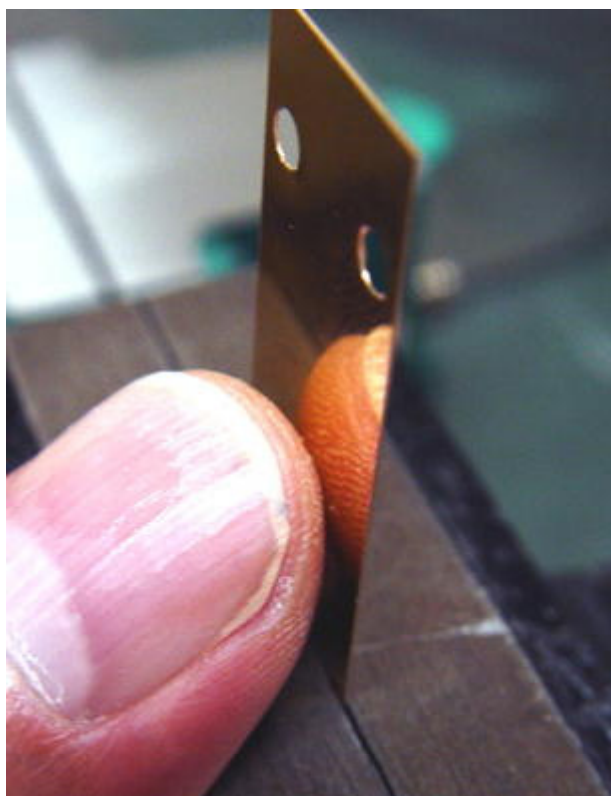
① バリ取りが終わったので、折り曲げ位置を決めています。

折り曲げ位置は、ロータリーエンコーダの、取り付け位置によって変わります。

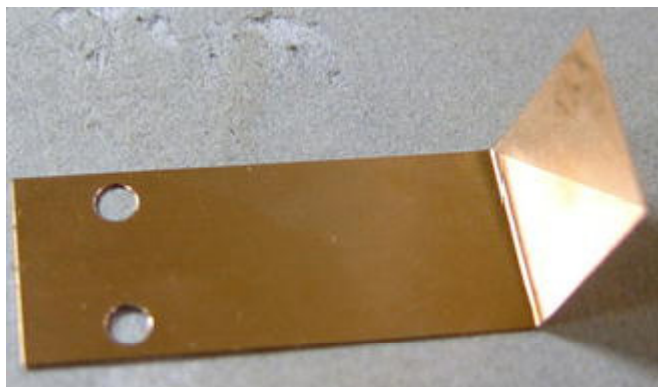
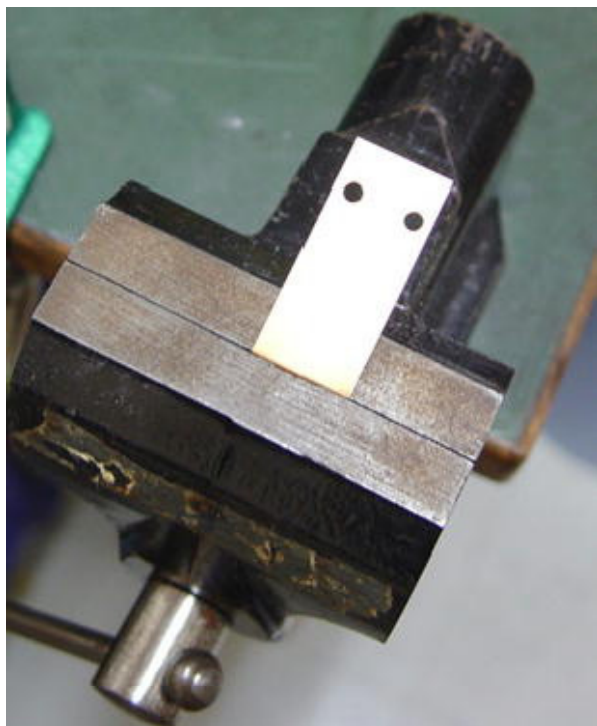
ここでは端から 15mm の位置として、エンピツで印を付けました。



② バネ板を万力に 15mm 差し込み、正確に折り曲げるために、定規代わりにユニバーサルプレートを横に添えて垂直を取りました。これをいい加減にすると、ロータリーエンコーダを曲がって取り付けることとなります。



③ なるべく根本に力を入れるようにして、親指で曲げました。こうすることによって、板バネの根本は折り目が付かず折り曲がる事になります。



④ ほぼ直角に曲げて手を離したら、 $20^{\circ}$ 程度元に戻ってしまいました。



⑤ さらに曲がった部分を指で全体的に押さえつけ平にしました。

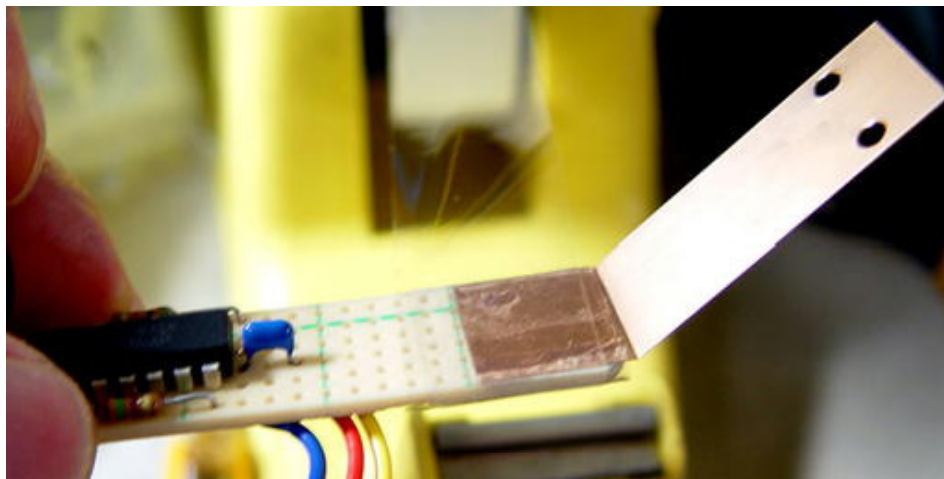


⑥ 手を離したらこの程度になりました。  
曲がり目が心持ちΩの文字に似た感じになりました。

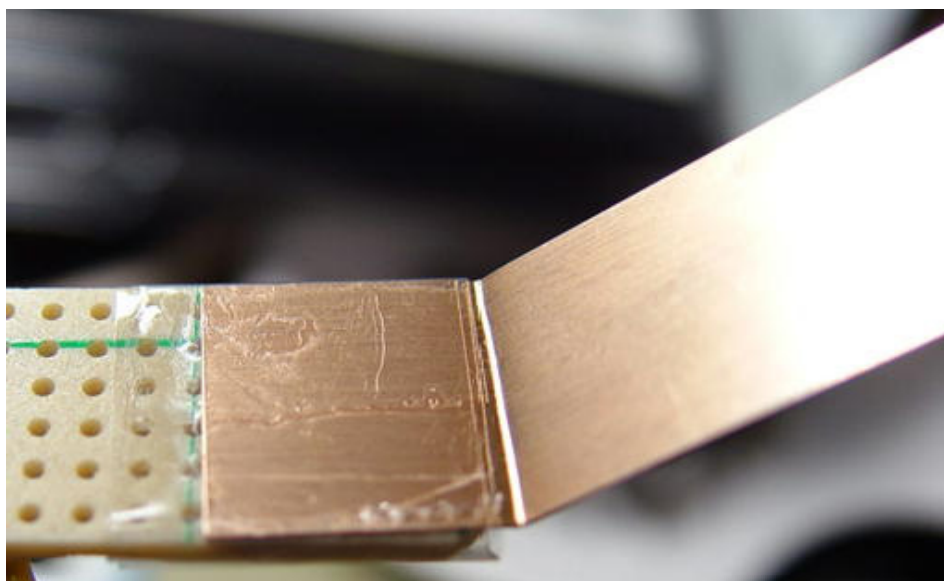


⑦ 万力で $90^{\circ}$ に曲げたものが $50^{\circ}$ 戻って $40^{\circ}$ になりました。このあと⑤の操作を何度繰り返しても、角度はほとんど変わらず一定でした。

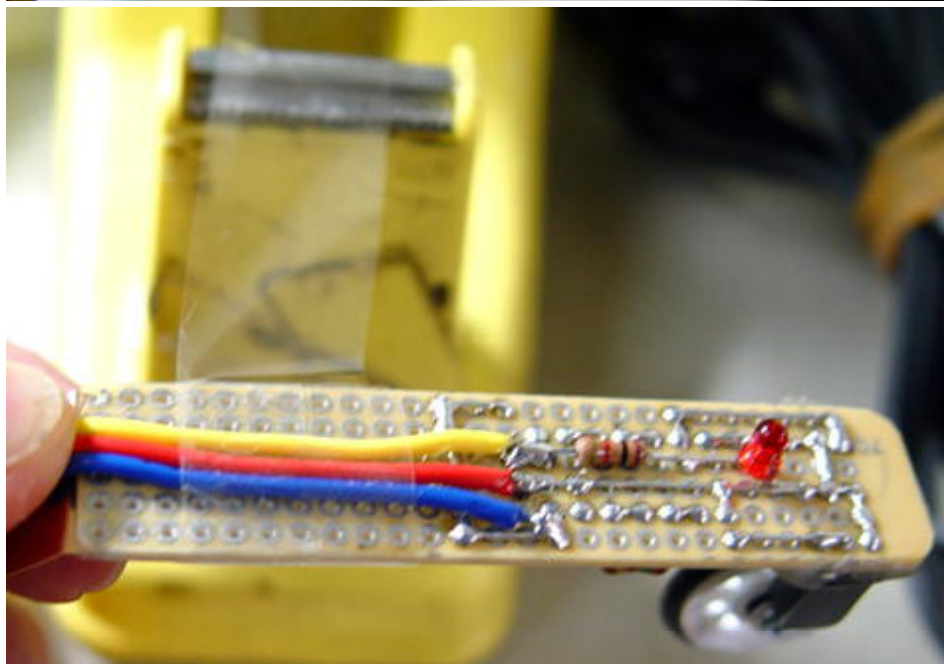
d. 基板への取り付け



- ① 折り曲げた 15mm の部分と基板の端を、セロテープで 3 回ほど巻き付けて固定します。両面テープで貼り付けて、その上セロテープを巻くと、かなり強力で接続出来ます。  
板バネを左写真のように基板の上に乗せても、基板の下にしても良いですが、写真のように、IC 側に板バネが「く」の字に曲がっている必要があります。



- ② 基板は 15mm 程度長くしてあるので、基板リン青銅板を切り取って少し短くし、ロータリーエンコーダ全体の長さを短くすることも出来ます。  
自分のマイコンカーに合わせて、切り取る長さを調節して下さい。  
このマニュアルでは、切り取らずにそのまま使うことにします。



- ③ 基板に取り付けている 3 本のケーブルも、セロテープで固定します。

e. 保護カバーの製作

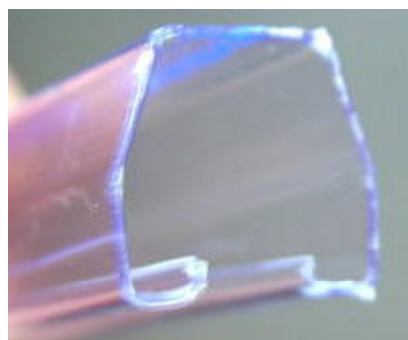
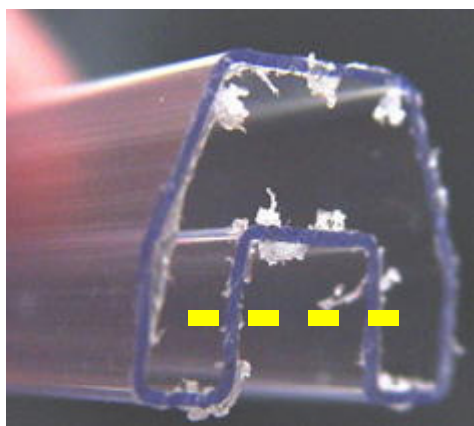
ロータリーエンコーダの保護カバーは、下に示したような IC を入れる「レール」と呼ばれるものを利用します。このマニュアルに使っている穴あき基板であれば、下に示す大きさのケースが最適です。IC メーカーによって、レールの大きさが若干異なっています。

下に示すルネサス製の、74HC04 等の IC が入っているものを利用して製作します。



セットの代金に含まれないサービス品として、在庫している限りは入れて頂く事になっていますが、150セットくらいが限界と聞いています。

セットには 15cm 程度の長さのものが、2 台分として 2 本入っています。



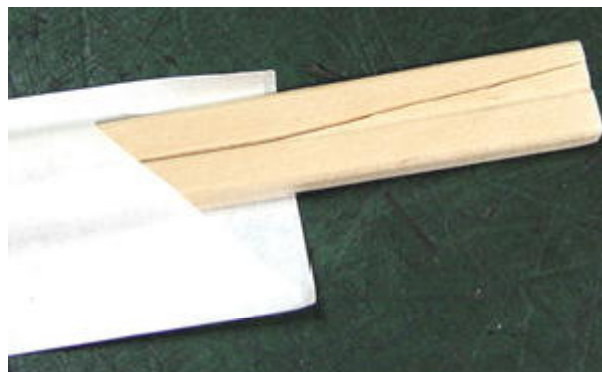
左写真のように、切断面の処理はしていないので、バリ取りは自分でして下さい。

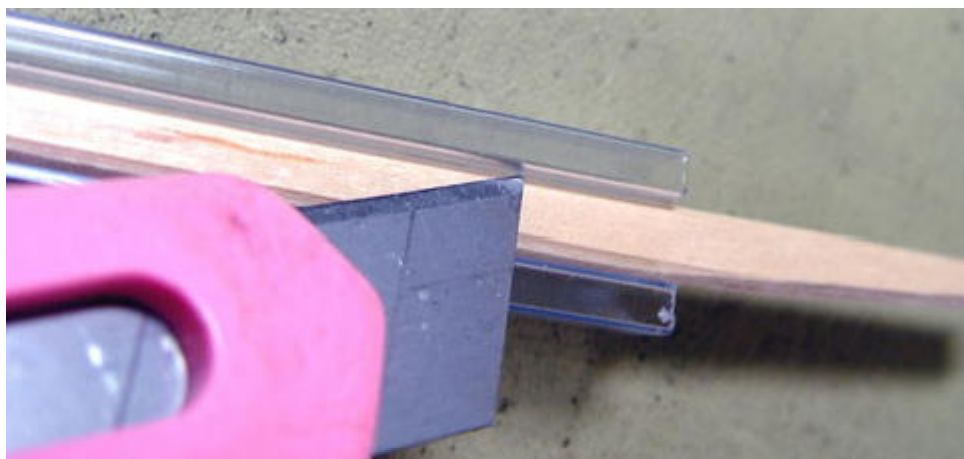
カッターナイフを、溝から斜めに差し込み、5、6回切り込みを入れながら、左写真の凸部を黄色点線部で 2.5mm 程度残して切り取り、右側の写真のように切断します。



単純にカッターを斜めに差し込んで切り込んでも、刃先がブレて水平に移動することは、非常に難しいと思います。

使用済みの割り箸を利用すればうまくいきます。

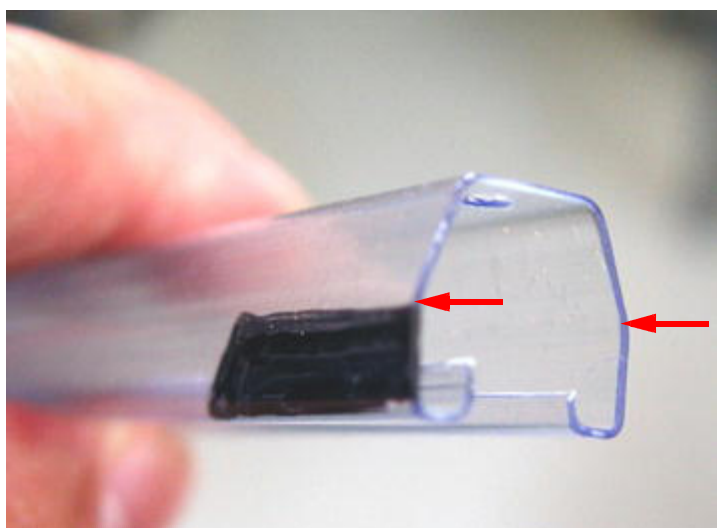
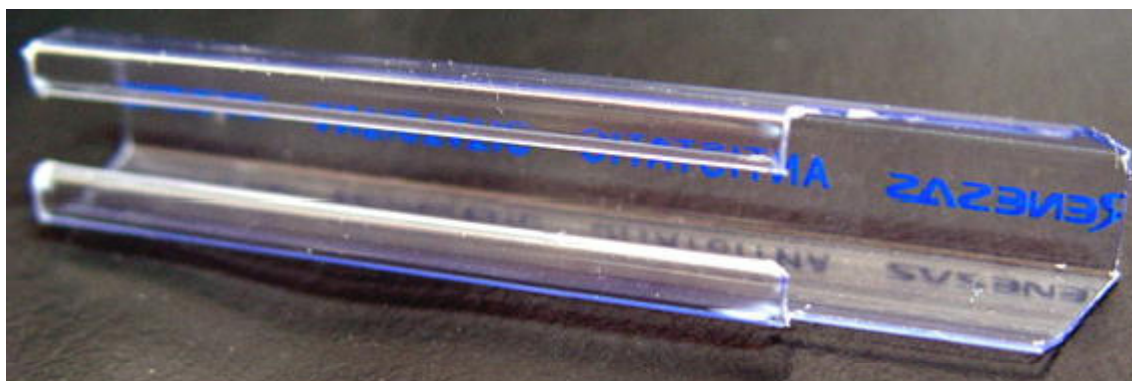




凸部の切断をするとき、ガイドを入れなければうまく切断できません。割り箸をゲージにして、力を入れず何回も切り込みを入れると、水平にカットすることが出来、非常にうまくいきます。

割り箸は安いものほど、角が丸くなっていないので、都合がよいと思います。

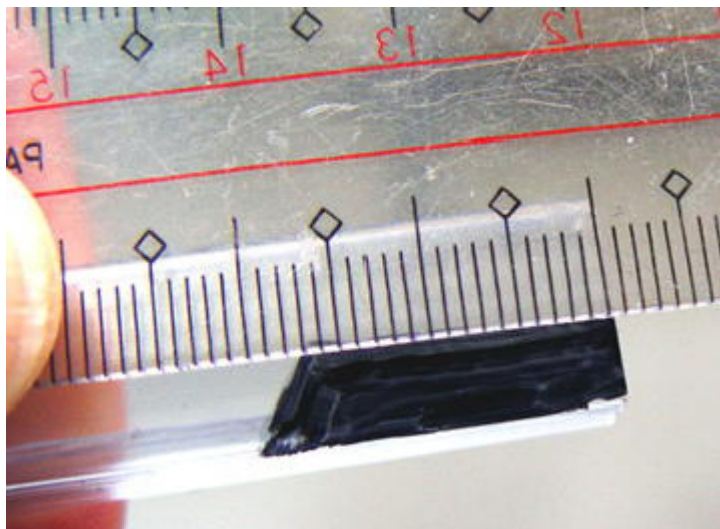
凸部の切断が終わったならば、ハサミやニッパーなどを利用して、下の写真のように加工を施します。なお、セットの中には下の写真のように、ケースに文字が書かれているものや、何も書かれていないものなどがあります。1本のレールは51cmありますが、袋詰めの際には約15cm位にしないと、セットしにくいと言うことで、適当に3個に切断しているそうです。そのためすべてを揃えることは出来ないとのこと。切断作業をしてまでサービスしてくれるとのこと、贅沢は言えません。



#### 製作手順 1

切り取る部分を、わかりやすいようにマジックで塗りました。

折れ曲がっているところが目印です。

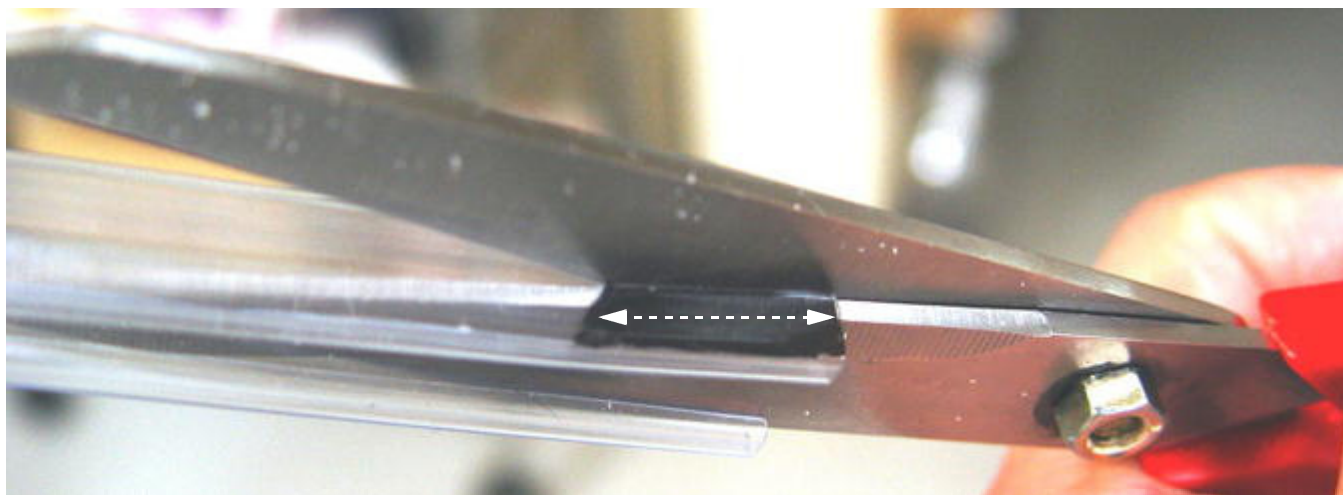


製作手順 2

下 20mm, 上 17mm の台形で切り取ります。  
反対側も同じ寸法で切り取ります。

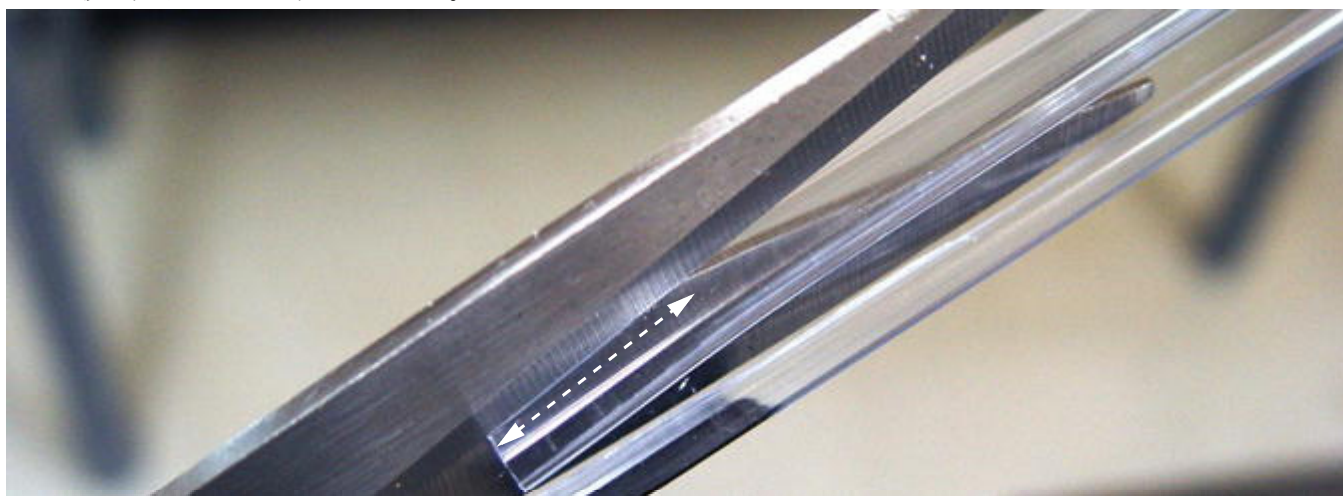
製作手順 3

裁ちばさみで、台形の上 17mm を切りました。



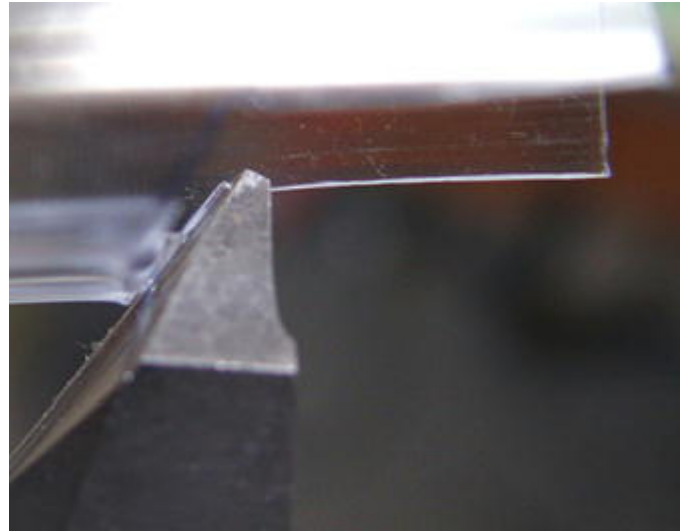
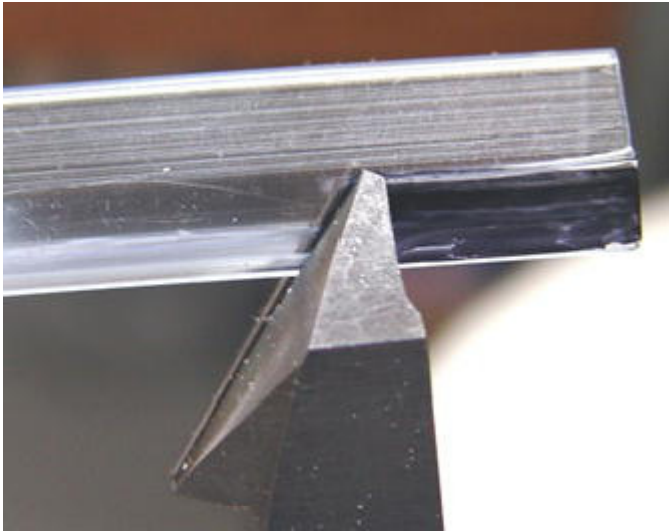
製作手順 4

反対側も 17mm 切りました。



### 製作手順 5

20mm のところから 17mm に向かって、斜めに一気にニッパーで切り落とします。

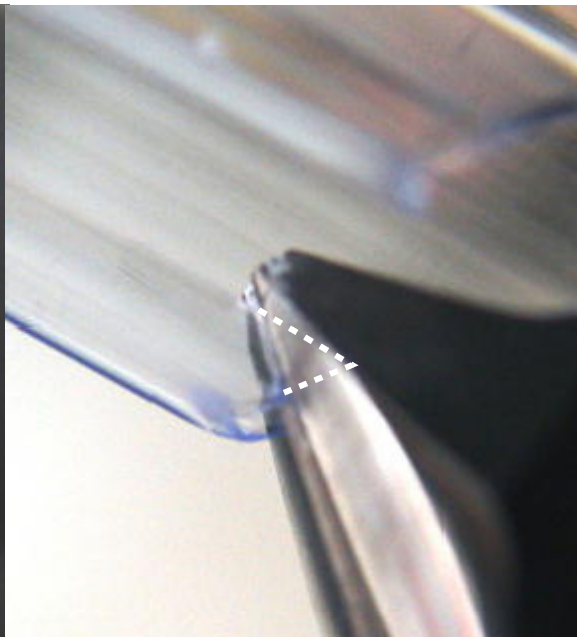
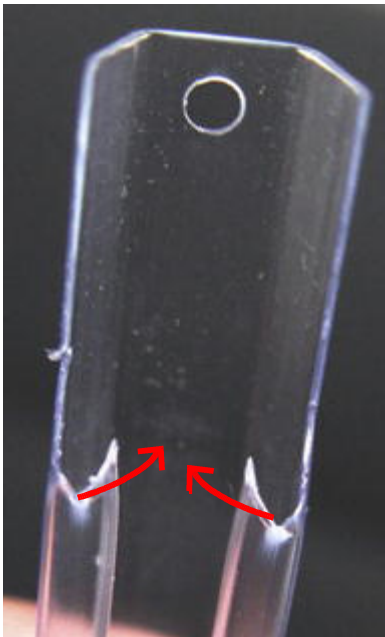


### 製作手順 6

内側のとんがり部分を斜めに切り取ります。

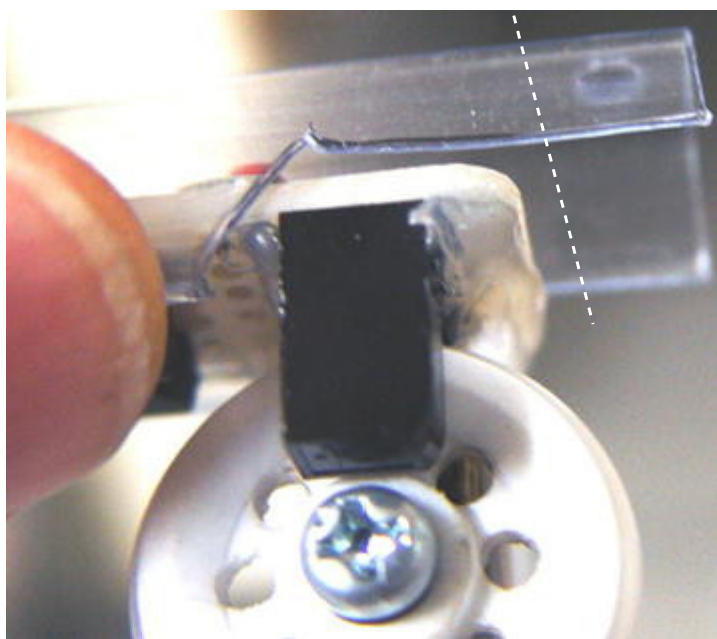
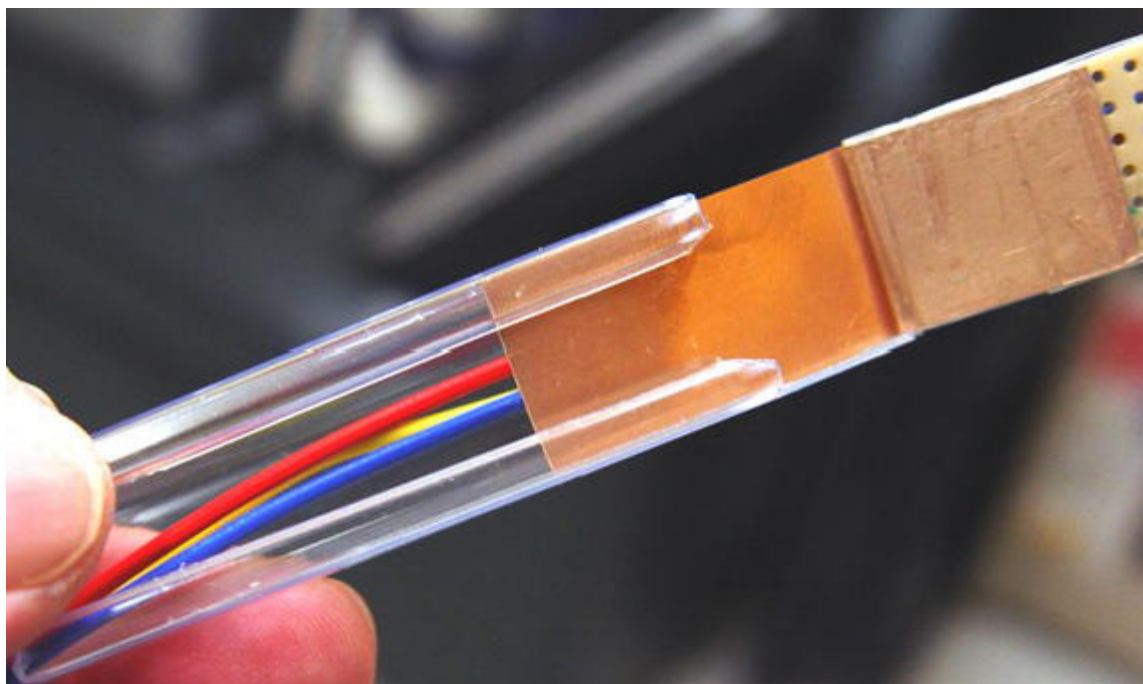
ニッパーで強制的に切り取ったため無理がかかり、U字型がV字型に変形してしまう可能性があります。

この溝には IC 横に配置した 2 本の抵抗がはまりこむ様になっています。そのため基板を差し込むとき、この入り口で支えないようにしています。中央の点線部分をカットすれば、U字型になると思います。もしそれでも U字型にならないときは、エンドニッパなどで障害部分を取り除いて下さい。



製作手順 7

基板を保護ケースに差し込んでいきます。

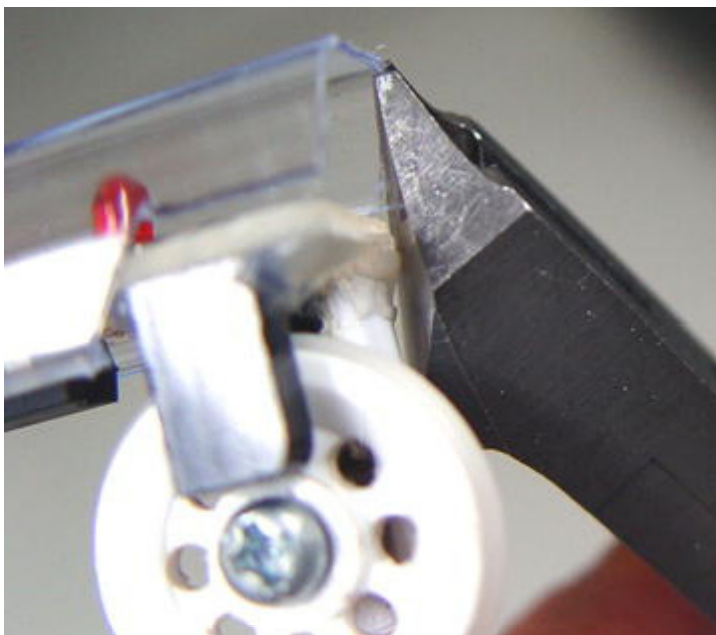


製作手順 8

黒いフォトインタラプタのところで止まります。

飛び出した部分は、ニッパなどで切り落とします。





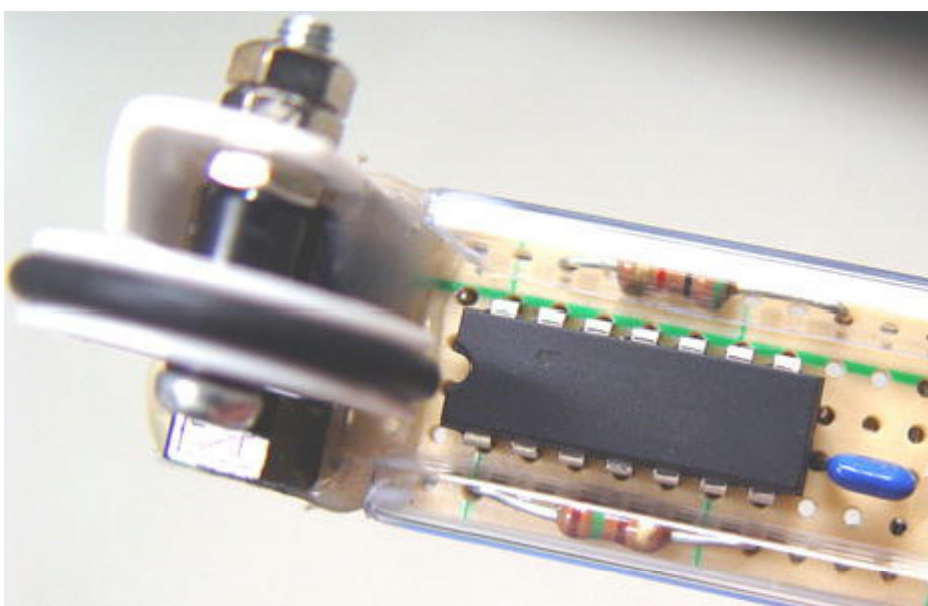
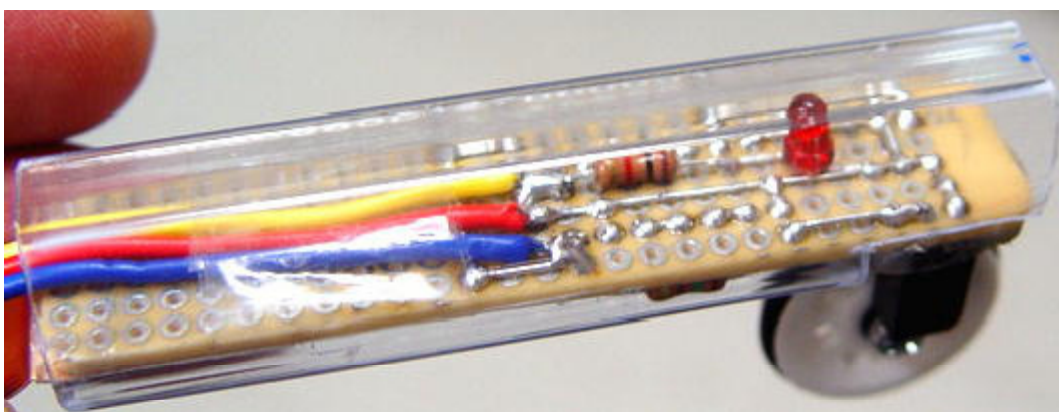
#### 製作手順 9

カバーの飛び出しは適宜決めて下さい。走行中に路面に接触しなければ、少々長くても問題はないと思います。

カバーの反対側も、適当な長さにして、金鋸などで切り取り、バリ処理をします。

#### 製作手順 10

ロータリーエンコーダに保護カバーをかけた様子です。



#### 製作手順 11

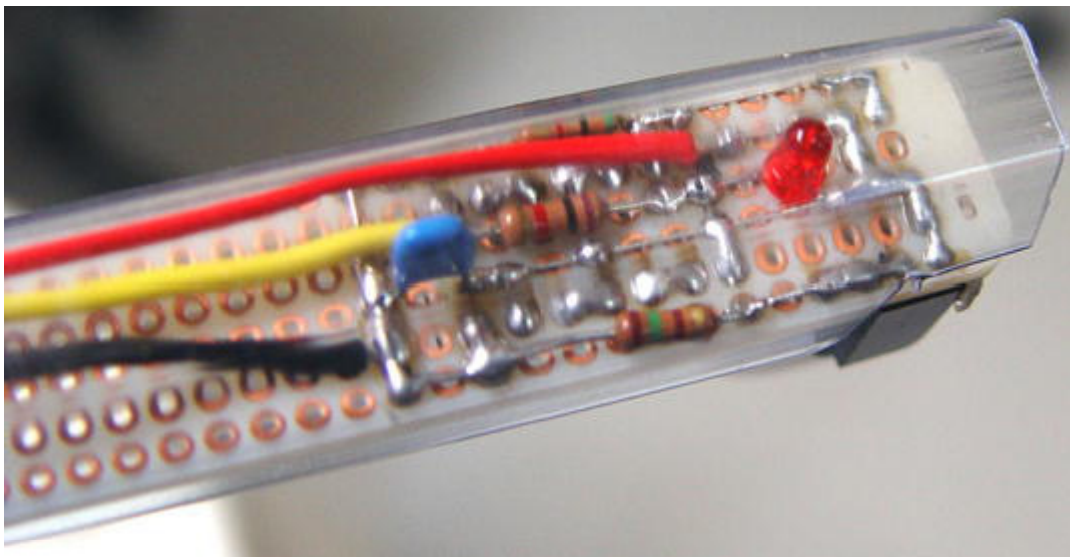
裏側の様子です。両脇の溝に  $5k\ \Omega$  と  $150\ \Omega$  の抵抗がはまりこんでいます。

前後左右がすべてロックされているので、カバーをはずすときは、本体に取り付けネジをはずす必要があります。

緊急時にどうしても直接はずしたいときは、LEDが少し曲がるかもしれませんが、指でICを支えておいて、ケースを上から強く押しつけると、抵抗に被さっている部分が少し浮き上がるので、外側にケースを広げると、片側ずつはずすことは出来ます。

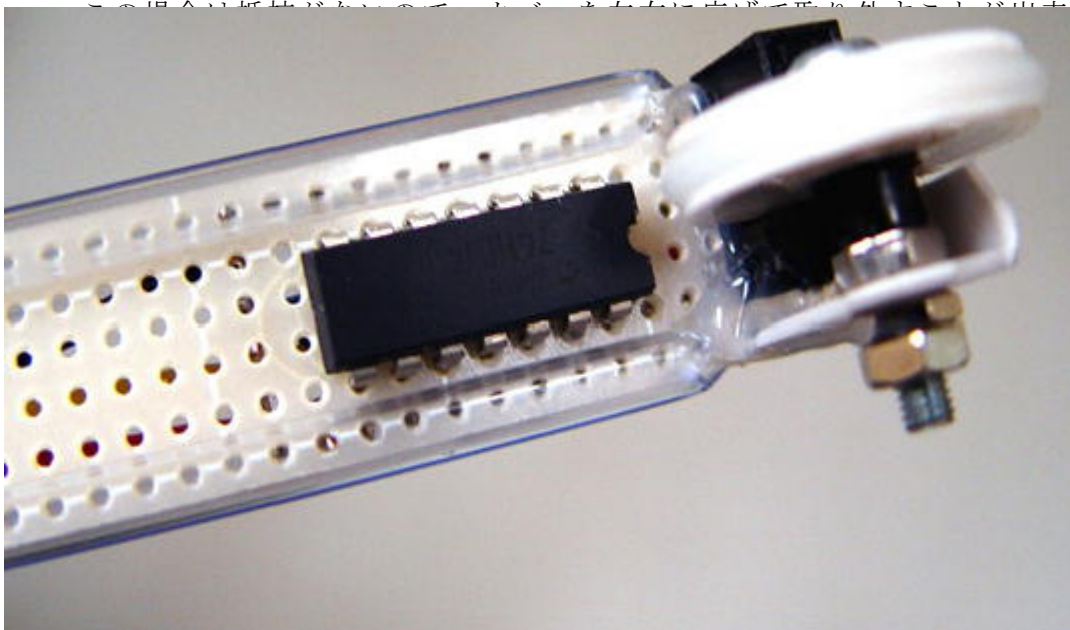
製作手順 1 2

配線するときにコンデンサ、 $5k\ \Omega$ と $150\ \Omega$ の抵抗をLED側に取り付けた例です。



製作手順 1 3

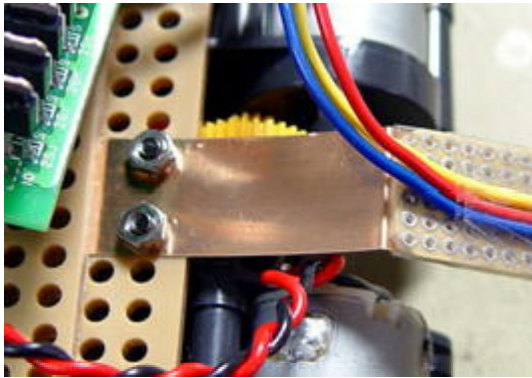
この場合は抵抗が10k $\Omega$ と150 $\Omega$ の抵抗をLED側に取り付けた例です。



## 5. マイコンカーへの取り付け

### a. 取り付け位置

ロータリーエンコーダを取り付ける場所は、2箇所考えられます。

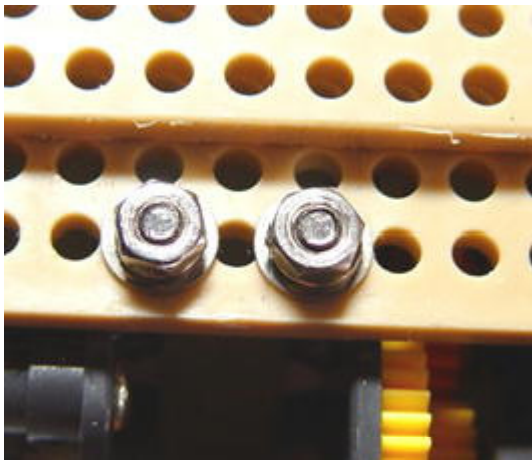


方法 I. ギヤボックス取り付けボルトを利用

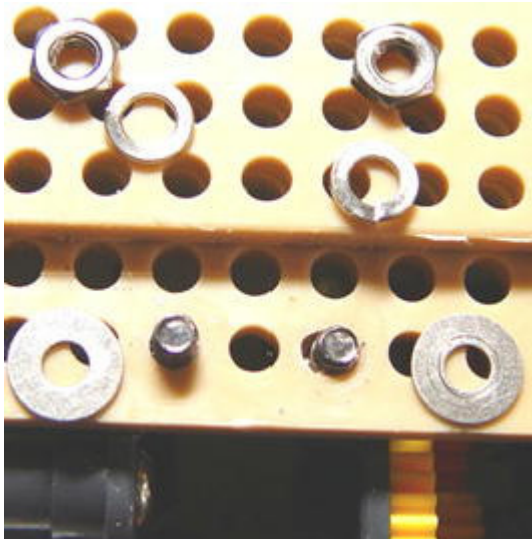
- ① 一番簡単な方法です。ギヤボックスを取り付けているボルトと、スプリングワッシャーを利用します。

平ワッシャーは不要となります。

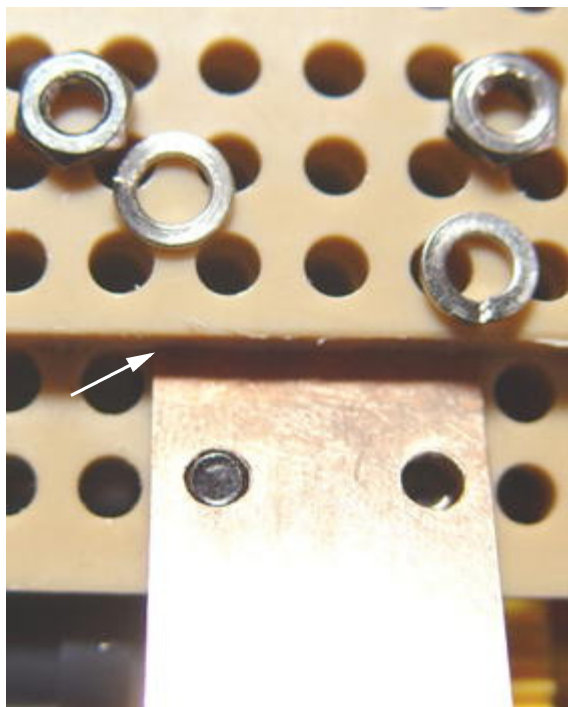
この取り付け方法は、このマニュアルの標準として採用しています。



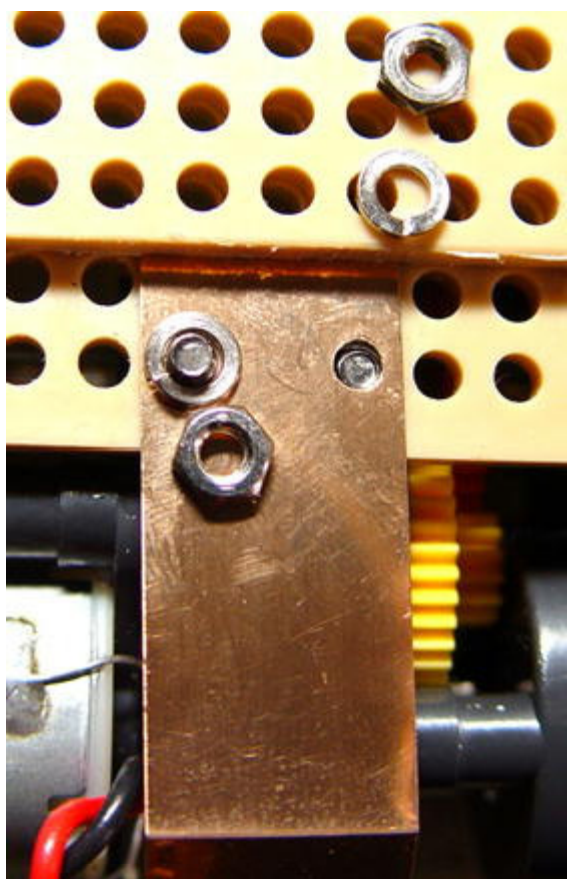
- ② ドライバー基板を本体からはずすと、ギヤボックスを固定しているボルトナットがあります。



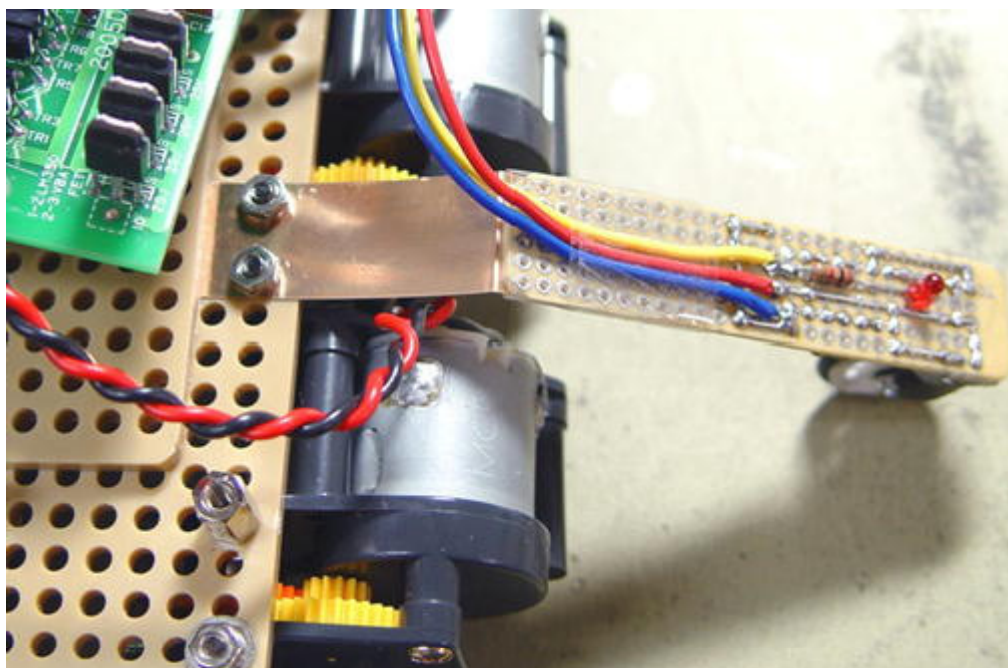
- ③ ナット・ワッシャーをはずします。一番下の平ワッシャーはリン青銅バネが代用するので不要となります。



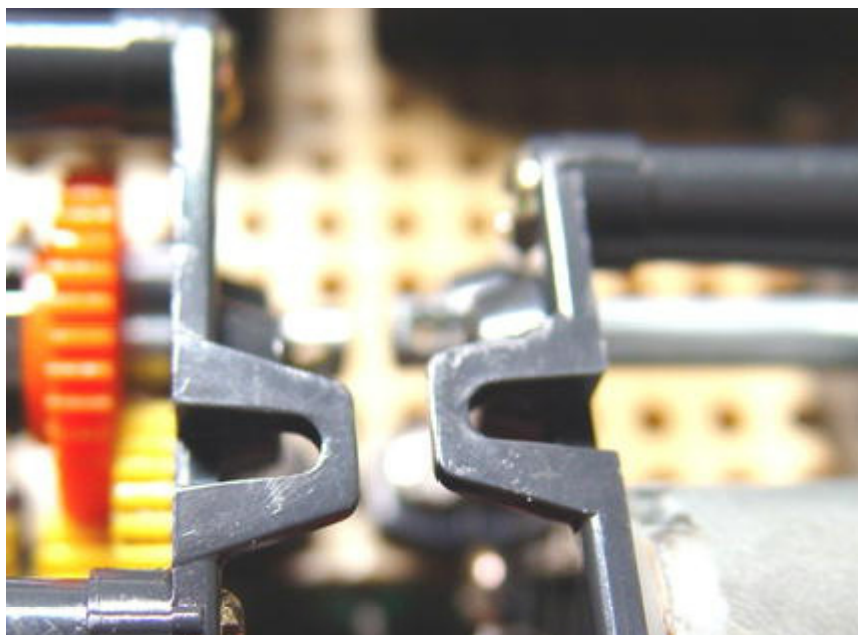
④ リン青銅バネを取り付けます。ほんのわずか 1mm 程度と思いますが、上のユニバーサルプレートにぶつかると思います。1枚目と2枚目のプレート間にバネの先端を差し込みます。こうすることにより、よりしっかりとバネは固定されます。



⑤ スプリングワッシャーを入れてナットで締めます。

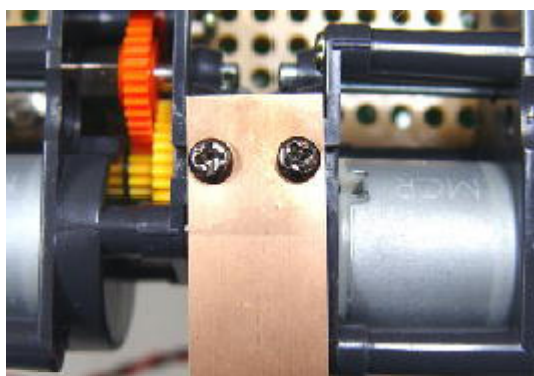


- ⑥ 保護カバーを掛けない状態で、取り付けた様子です。



方法Ⅱ. ギヤボックス未使用取り付け穴を利用

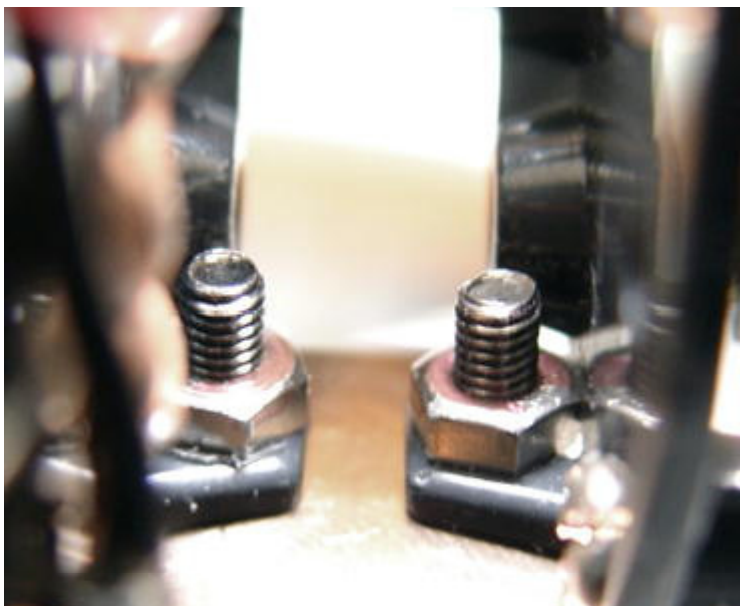
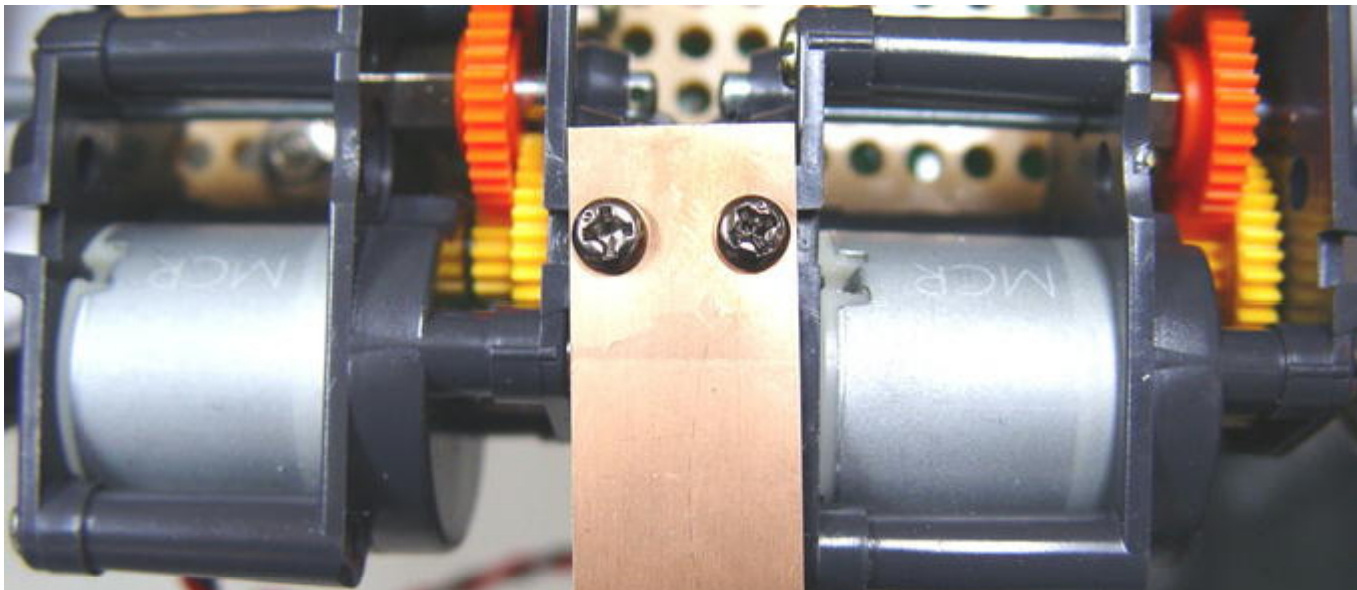
- ① マイコンカー本体をひっくり返して見てみると分かるように、標準仕様では、ギヤボックスの路面側の取り付け端子は、左写真のように使っておりません。この穴を利用します。



- ② この方法ではφ 8mm のビス、ナットがそれぞれ 2 個ずつ必要になります。プーリーセットにはφ 3mm のビスが全部で 10 個入っているのですが、2 台分としても間に合いますが、ビスは別途用意して下さい。

走行コースに傷を付けない配慮として、ボルトの頭を路面側にしなければなりません。ワッシャーを入れた方がよいのですが、取り付け場所が狭いのでここでは省略します。

③ リン青銅板バネを、φ 3mm、長さ 8mm のビス 2 本で取り付けます。



④ ナットで固定すればよいのですが、場所が狭くて指も入らず、ペンチでナットを夹んで入れようとしても、なかなかうまくいきません。



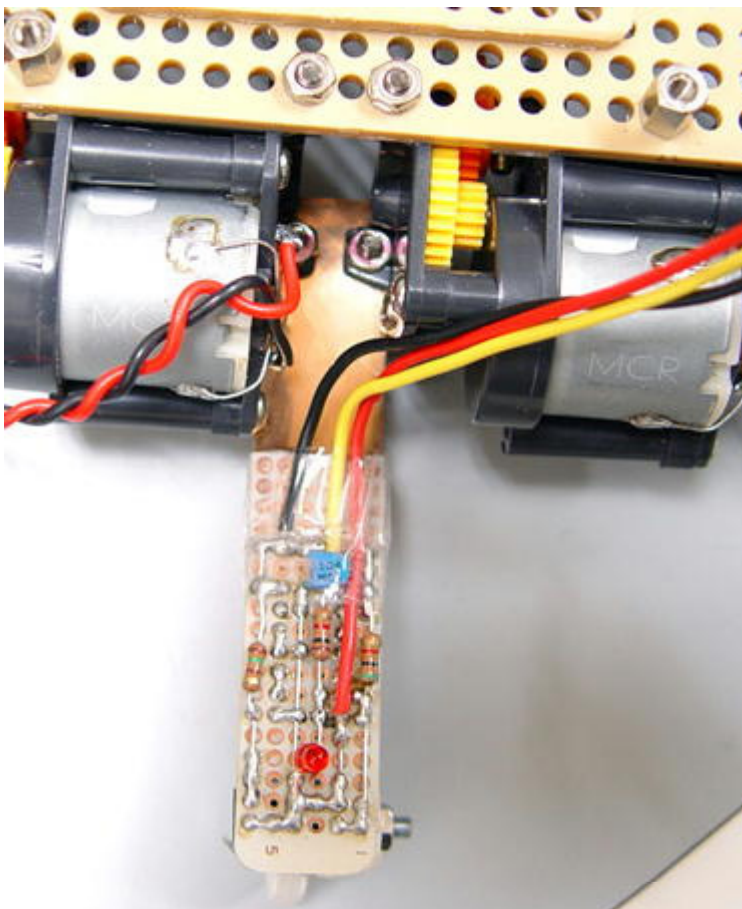
⑤ ドライバの先端にセロテープを、粘着面が外側になるように巻き付けます。



- ⑥ 先端部のセロテープは、折り曲げるか切り取るかします。



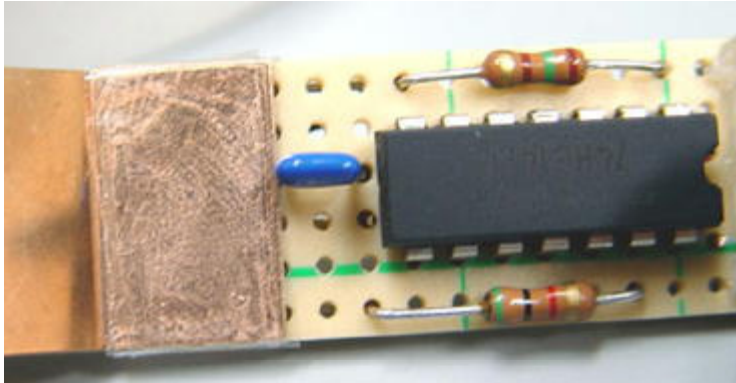
- ⑦ ナットを先端に貼り付けて、ボルトの先端をこのナットのほぼ中央になるようにして合わせ、+ドライバーで軽く押し込めるようにして、引っかけたら締め付けるとうまくいきます。



- ⑧ 取り付けの様子を左に示します。  
 左の映像は抵抗やコンデンサをすべてランド面側に出したロータリーエンコーダを取り付けていますが、基本的には方法Ⅰ.で取り付けしたロータリーエンコーダと同じものです。  
 この取り付けをする場合、いくつかの細工をする必要があります。
- A. 基板または板バネを短くしなければならない。
  - B. ギヤボックスの止めネジが、板バネにぶつかる場所がある。
  - C. 板バネは導電材であるため、基板のオモテに飛び出した、リードの切り残しによってショート状態になる可能性がある。
  - D. 路面が近くなるため、板バネの折れ角を小さくしなければならない。

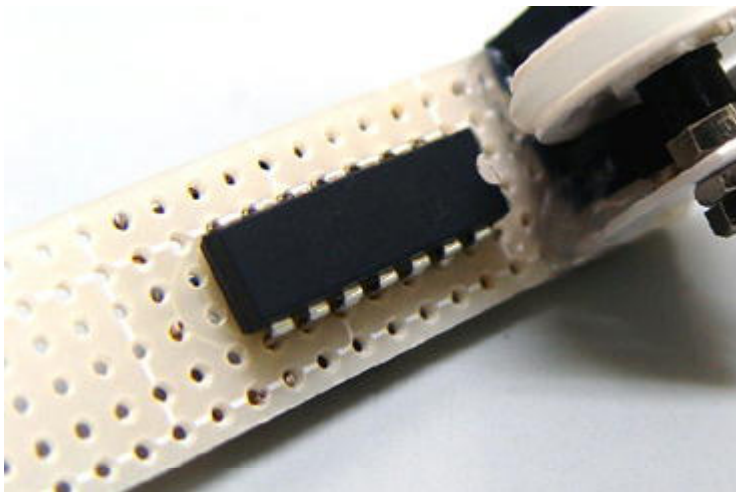
## Aに対する対応

方法Ⅱ.では、方法Ⅰ.におけるロータリーエンコーダ・ホイール位置より 10mm 程度後方となり、クランクや急カーブで、ホイールが左右に大きく傾くなどの問題が生じます。それを解消するために、基板または板バネを短くする必要があります。板バネを短くすると、基板の間にロータリーエンコーダを差し込むことになり、ギヤボックス間の隙間があまり無いので基板が入らず、結局基板を可能な限り短く切断することにします。



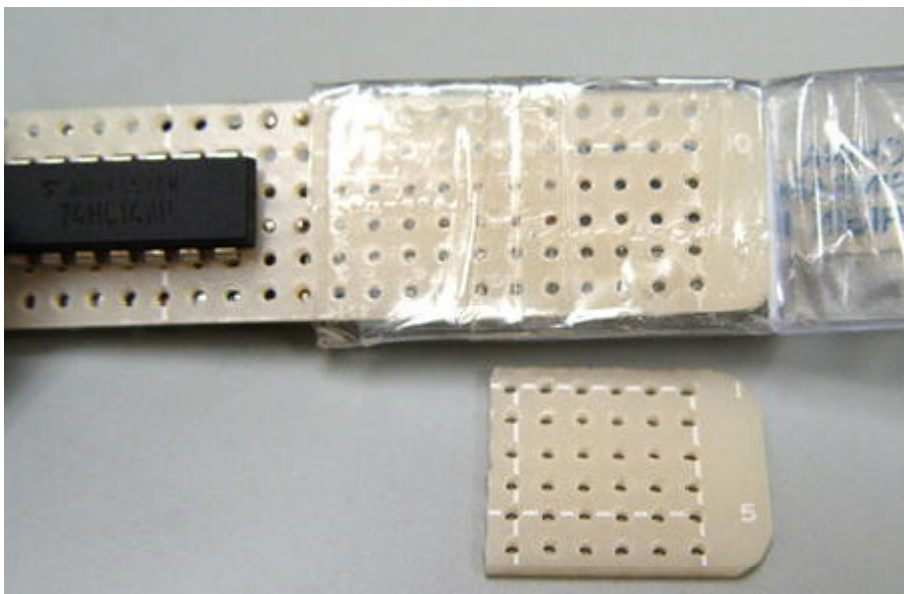
⑨ このロータリーエンコーダは、抵抗を IC 側に出した標準の基板です。

左の場合は、リン青銅板バネの基板側取り付け部を、15mm から 10mm に変更し、更に基板も端から 20mm 切断したものです。



⑩ こちらは、抵抗もコンデンサも、全部反対側に取り付けたロータリーエンコーダです。

IC の根本まで、板バネを取り付けることが出来るので、上の場合より、更に 5mm 程度は短くできますが、写真でも気づくように、基板の裏から飛び出した、リード線によるショートを防止する意味で、両面テープで防止策を施してから、板バネの取り付けをしなければなりません。

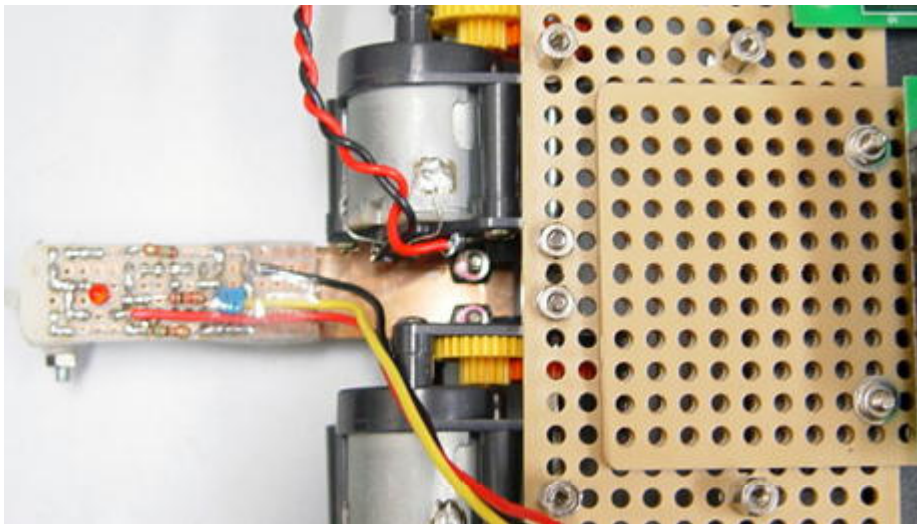


⑪ 基板を約 20mm 切り取ってみました。

端から 7 個目の穴の列を目安に切ったところ、約 20mm 短くなります。

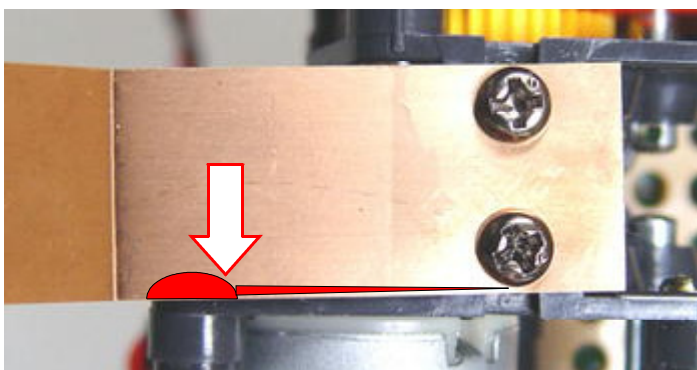
これ以上短くすれば、板バネを取り付ける余裕が無くなり問題が生じます。



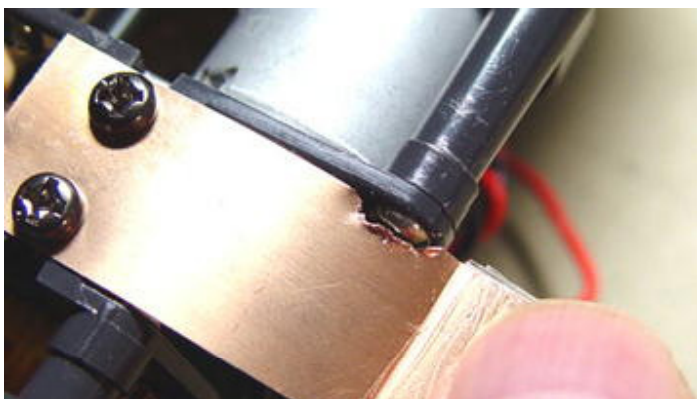


⑫ セロテープを巻き付け、板バネを固定しました。

Bに対する対応



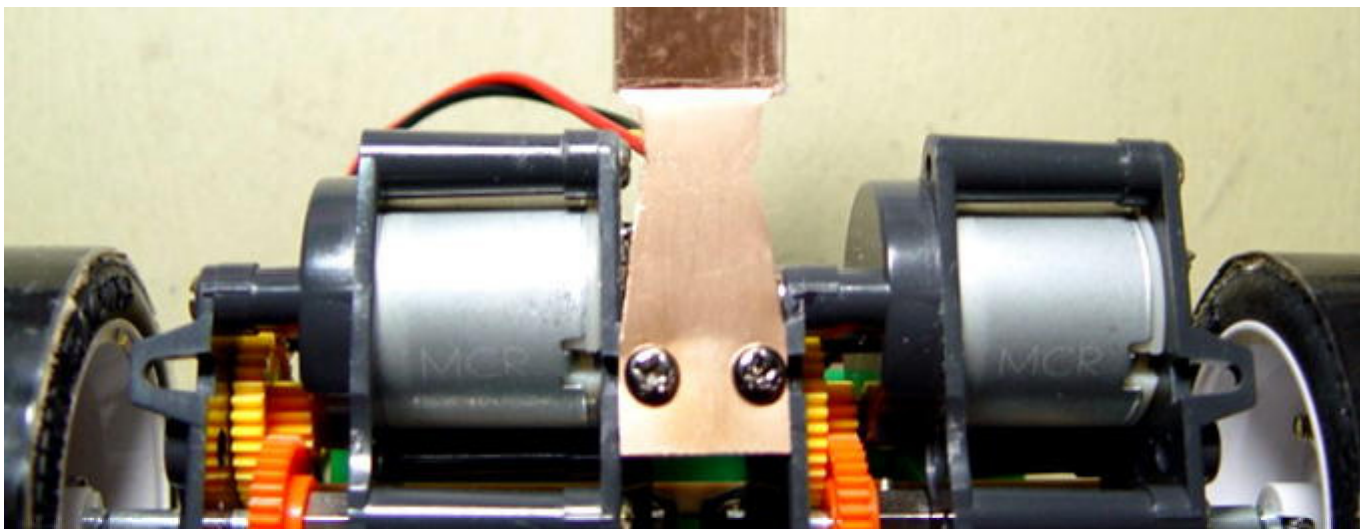
⑬ 左写真に示した赤塗りの場所(ギヤボックス止めネジと枠)で、ギヤボックスと板バネとの接触があり、板バネが水平にならず、エンコーダが斜めになってしまいました。



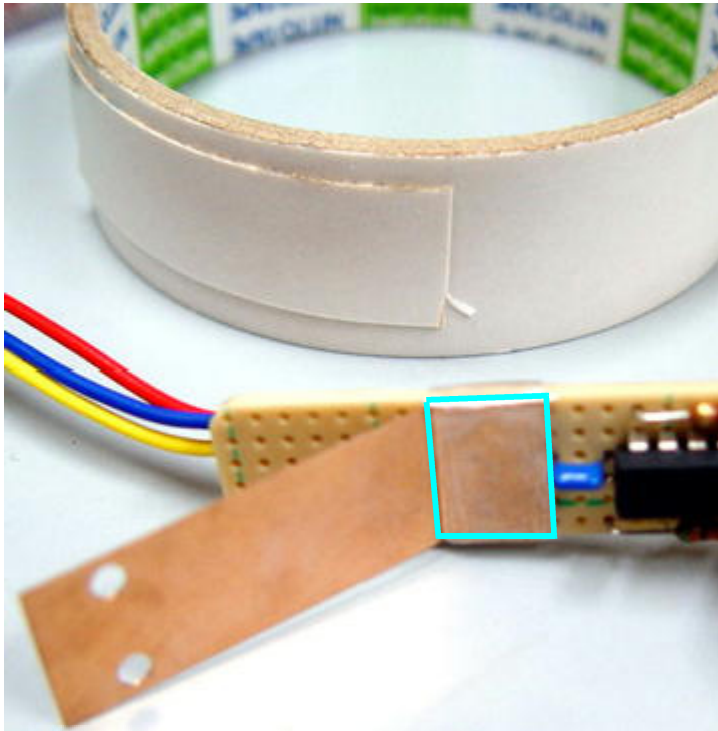
⑭ 丁寧にヤスリがけをするべきところですが、手を抜いて板バネを取り付けたまま、ニッパーでむしり取ってみました。また、板バネの取り付けが、ほんのわずか右にずれていたため、ボルトをゆるめて修正した結果、板バネの縁の引っかかりはなくなりました。

しかし、見かけが汚いばかりでなく、急カーブやクランクなどの様子を見ると、バネの左右バランスが崩れるなど、具合の悪い状態となったので、結局はボルトをはずして、下のように、ハサミとヤスリで修正を加え、整形しました。

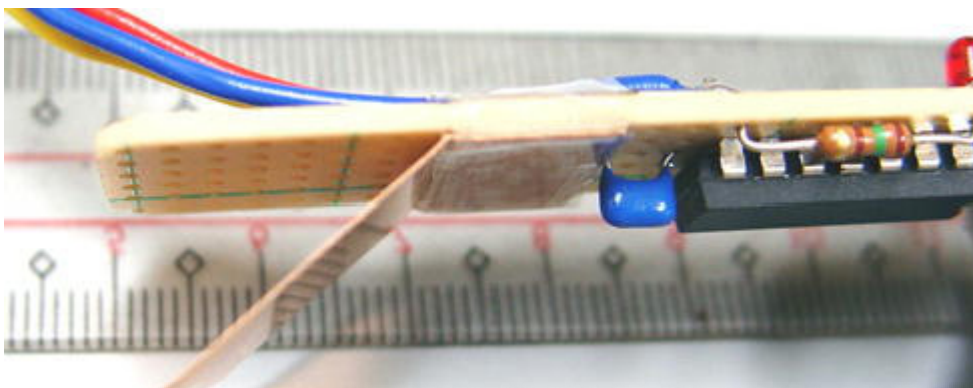
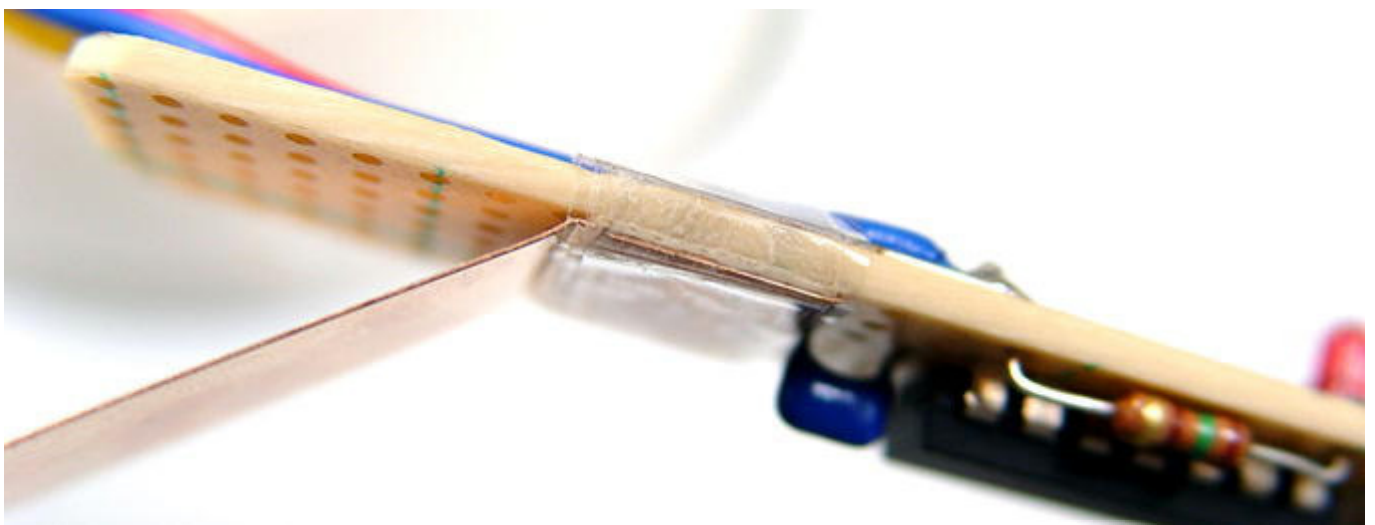
一番細いところで 10mm ですが、結構スプリングも効いて、いい感じとなりました。



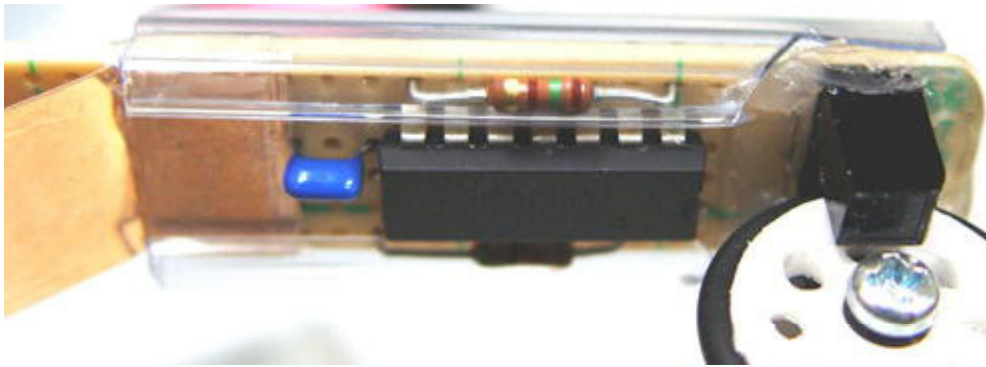
## Cに対する対応



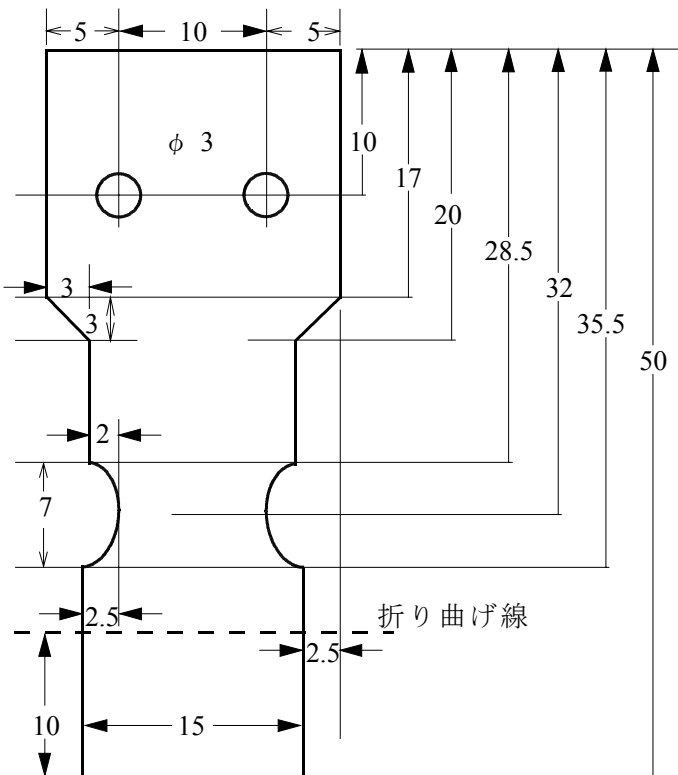
- ⑮ 左写真は説明のために急遽用意したものです。そのため基板はまだ切断していません。必要なければ切断してお使い下さい。
- Cに対応する方法として、両面テープを写真青枠部分の基板に貼り、板バネを載せセロテープで固定しました。固定度が強力になったため、中折れ部分までの距離を10mmにしてみました。問題ありませんでした。



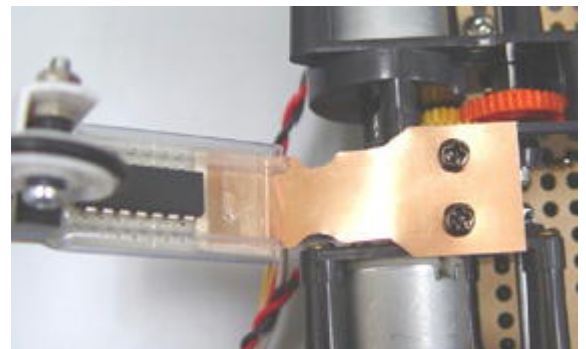
基板の飛び出しは、約20mmありました。



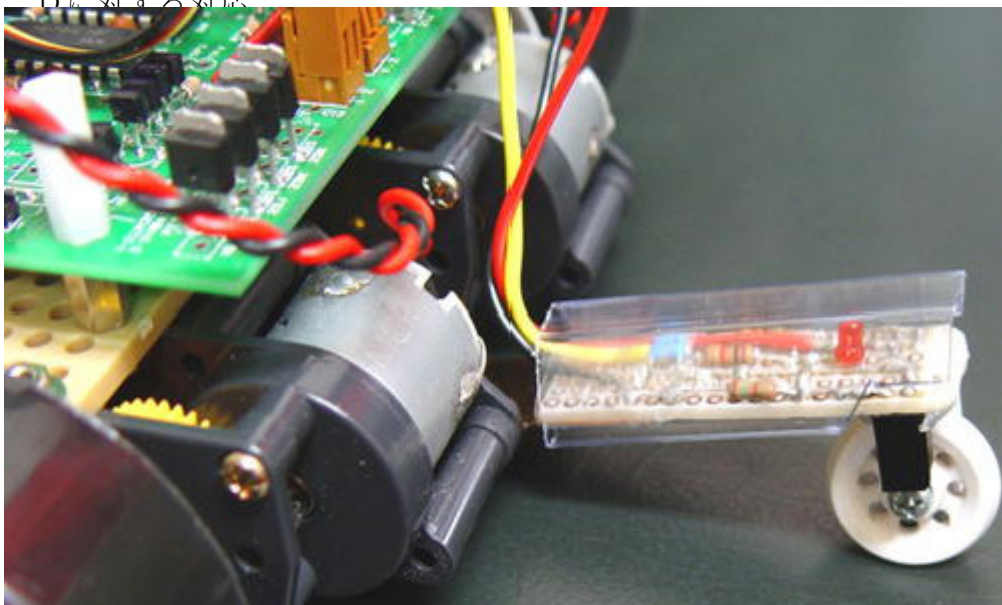
保護カバーも少し短く  
しました。



左にリン青銅バネの切断サンプルを示  
します。幅 20mm のまま利用しています。



Dに対する対応

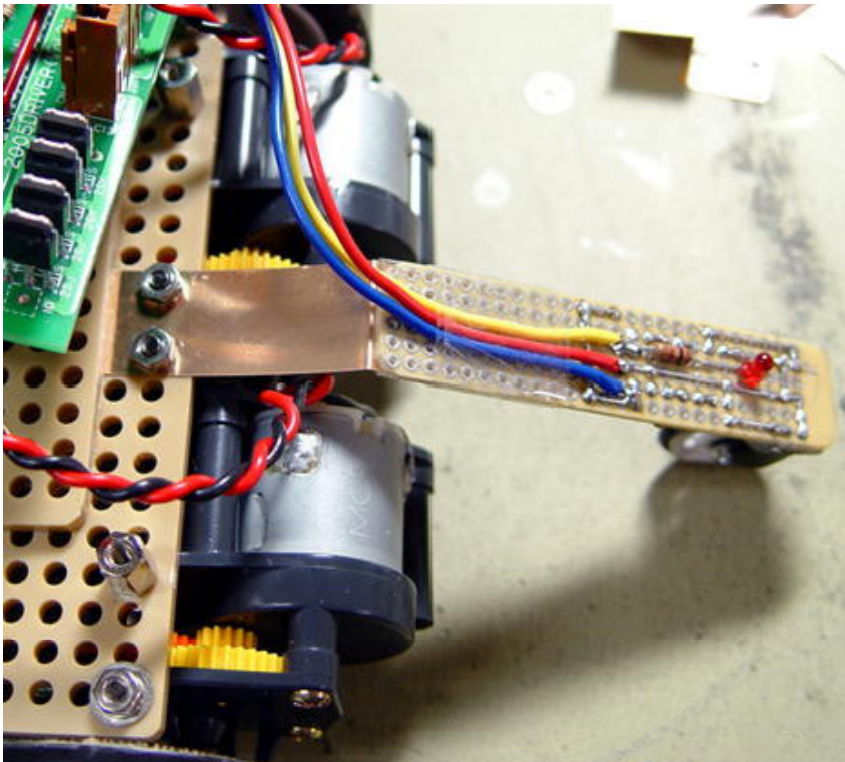


- ⑩ 特に対応せず 90°  
に曲げて、平にした  
状態のまま使って  
みましたが、若干  
バネが強い感じは  
しますが、問題は  
ないと思います。

気になる様でした  
ら、45°で試して  
下さい。

走行コースで、坂  
の上り口、頂上で  
車が水平になった  
瞬間、急カーブ、  
クランクなどが  
チェックポイント  
です。

b. 取り付け角度について

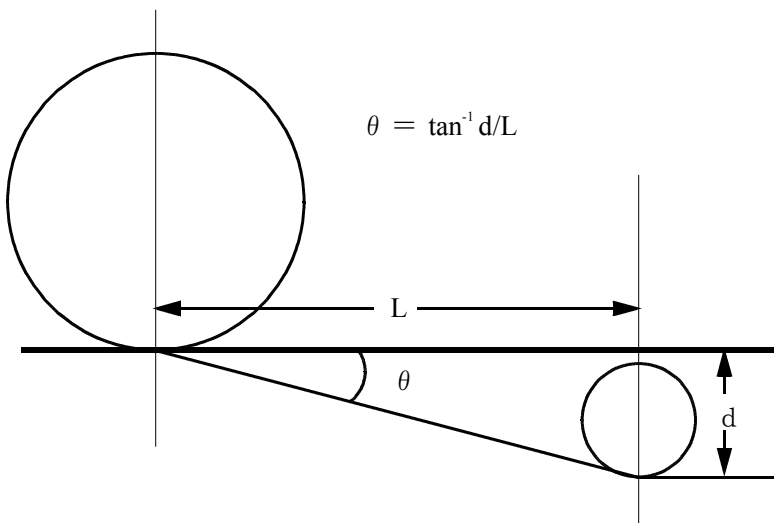


ロータリーエンコーダのホイールが、どの程度路面へ圧力をかけるかは、板バネの取り付け角度が、大きく関わってきます。

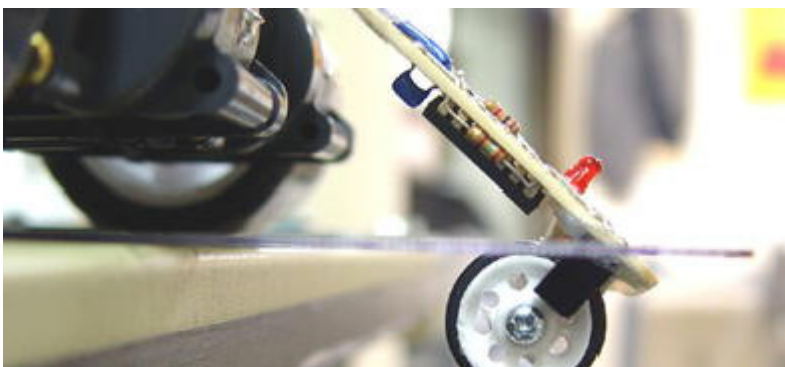
本来は路面に対するホイールのタイヤ圧や摩擦係数など、理論的背景があつて角度を決めるべきだと思います。

路面に対するタイヤ圧が低ければ、ロータリーエンコーダのホイールスリップによるカウントミスにつながり、強すぎればマイコンカー自体のタイヤグリップを弱めたり、旋回能力を落としてしまう、リスクを負うことにもなります。

しかし、どのようにすればよいのか資料がないため、ここでは対策を施すことはできません。せめて7°の傾斜角に対して、どのような位置関係になるか、検討したいと思います。



左図に置いてL, dが分かれば $\theta$ を出すことができます。これを利用して取り付けられた板バネが、走行コース上の坂道7°と、どんな関係になっているか調べてみます。



机の上に車を置いて、定規を当てて、どの程度ホイールが下がっているか調べてみました。

ホイールの外径がタイヤを含め21mmあるので、ほぼ $d = 20\text{mm}$ と判断できます。

机からホイールの中心までは、約 40mm あります。



机の端からタイヤまでは約 30mm 程度あります。

したがって、

$$L = 70\text{mm}$$

ということになり、

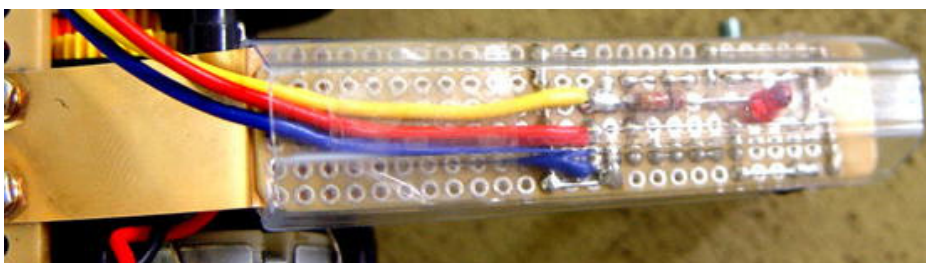
$$\begin{aligned}\theta &= \tan^{-1} d/L \\ &= \tan^{-1} 20/70 \\ &= 15.9^\circ\end{aligned}$$

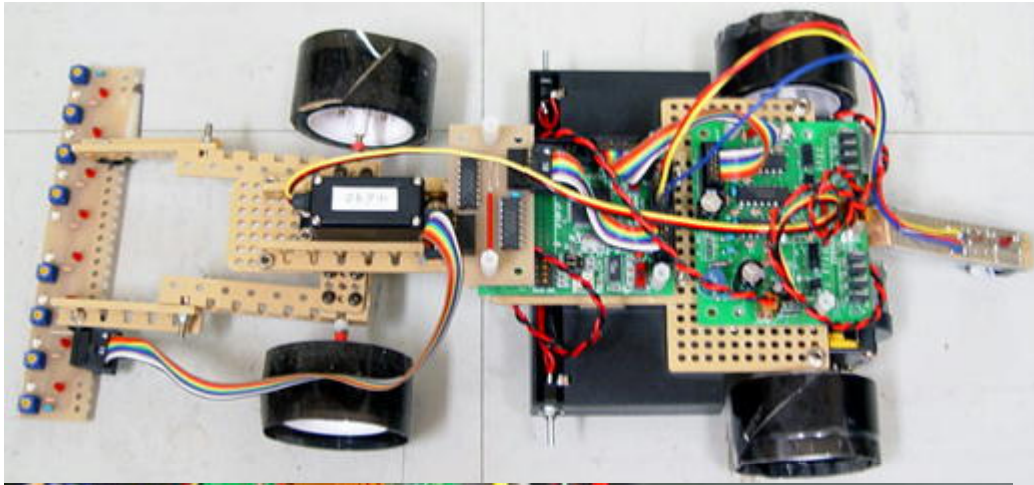
となり、坂道のほぼ 2 倍程度の取り付け角度であることが分かりました。



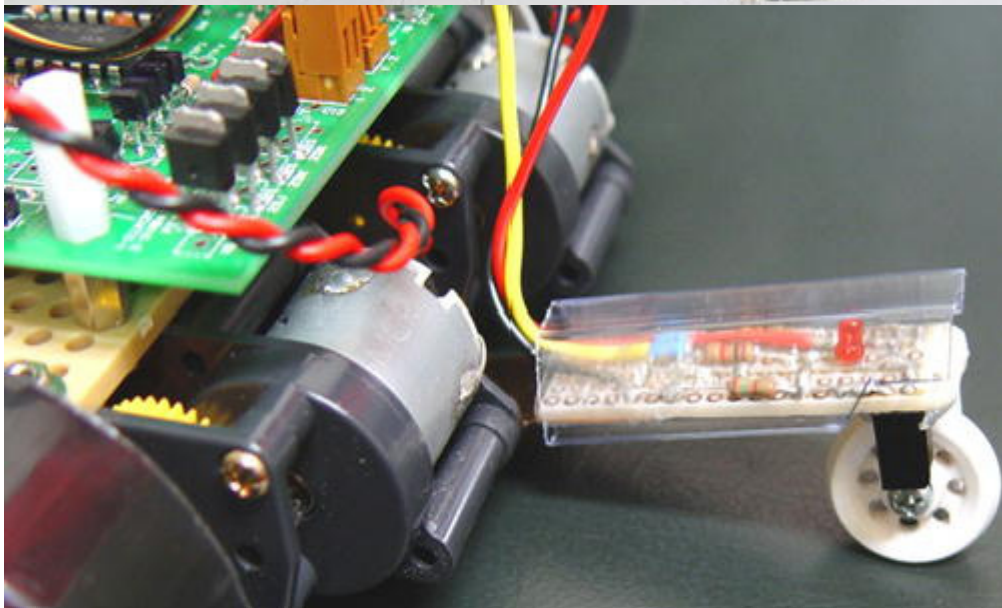
これでよい角度なのかどうかは分かりません。

実際に走行させて、結果から判断する事にしましょう。





ロータリーエンコーダを取り付けた、マイコンカー全体の様子です。



取り付け場所を、ギヤボックスの路面側にした場合は、かなりスプリングが、効いているような感じがします。これも走行テストをして、データを取ってみなければ、良い悪いの判断は出来ないと思います。