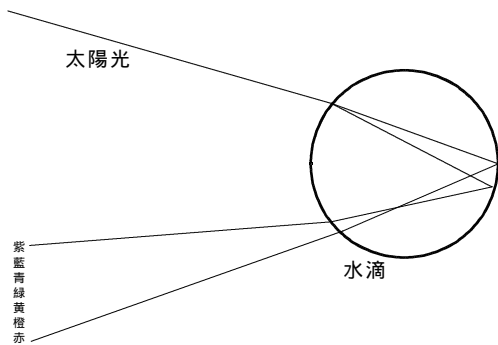
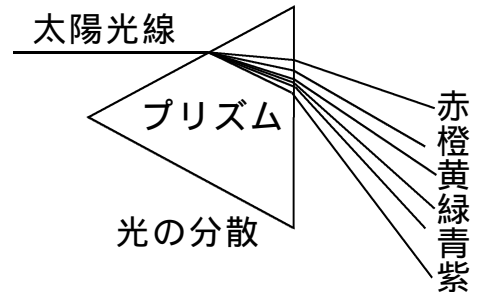


ものづくり体験教室 光の科学

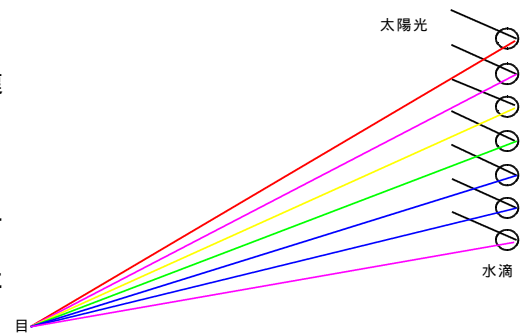
虹

太陽の光は、色々な色の集まりです。太陽の光をプリズムにあてると、色によって曲がる角度が違うので七色に分かれます。(太陽の光は無数の色の光の集まりなのです。実は7色どころか無限の色に分けられます。しかし、人が色を見分ける能力には限界もあり、また個人差もあります。ですから、人によって見える色の数が違います。右の図でも6色しかかいてありません。虹が7色というのは便宜的に決められたものであって、それを決めたのは「万有引力の法則」で有名なニュートンだといわれています。)

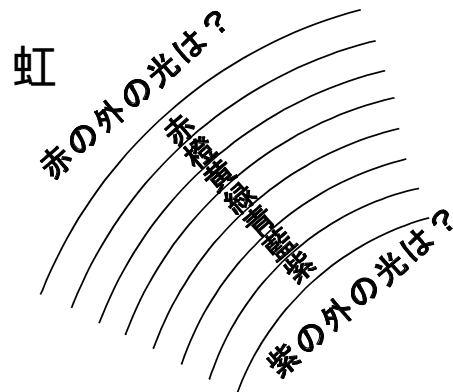


虹では、空気中にただよっている水滴が、このプリズムの働きをします。この図は実際の虹とは色の上下が逆です。実は虹というのは1つの水滴から出た光を見ているのではなく、たくさん水滴から出た光を同時に見ているのです。そして、1つの水滴から、分かれた光のうち1色だけが目に飛びこんでいることになります。

右の図は7色だけをかきましたが、7色の光はそれぞれ違った7つの水滴から目に飛びこんでいることになります。また、隣に立っている人と同じ虹を見ているつもりでも、実は隣の人は違う虹を見えています。さらに、虹を追いかけても捕まえることができないのも、次々に違った水滴から出た光を見ることになるからです。



2000年正月，真岡鉄道七井駅付近で撮影



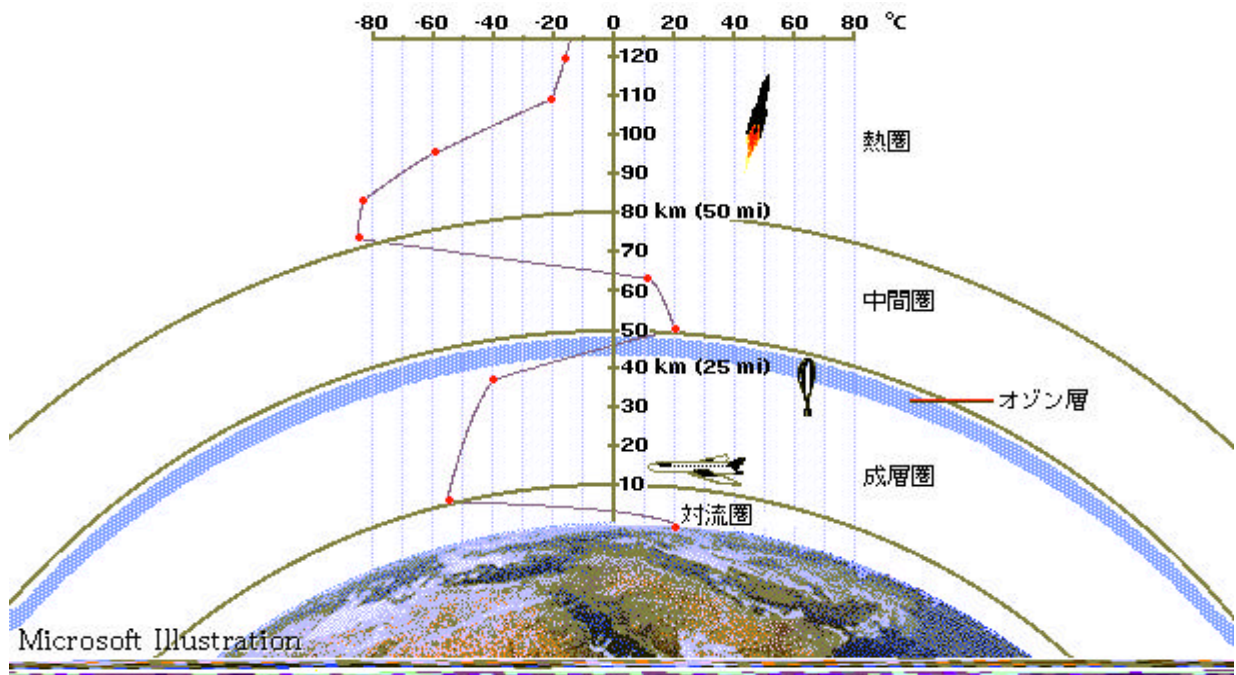
紫外線・赤外線

虹の赤い色の外側にも、人の目には見えませんが光が出ています。その光を赤外線と言います。赤外線は物を暖める作用が強い光です。炭火でお肉を焼くとおいしいと言われていますが、それは炭火からは炎は出ていなくても赤外線がたくさん出ているためです。

虹の紫色の外側にも、目では見えませんが光が出ています。その光を紫外線と言います。紫外線は細菌やウイルスをころすので、殺菌にもちいられています。床屋さんでは、紫外線ランプが点灯したボックスの中にハサミやカミソリを入れているのはこのためです。また紫外線によって日焼けがおり、何年にもわたってさらされると皮膚癌を生じることがわかっています。

もし太陽の出す紫外線のすべてが地表にとどいたとしますと、地球上の生命のほとんどが破壊されると言われています。幸いに大気中のオゾン層が、ほとんどすべての紫外線を吸収しています。ただ、最近、フロンガスなどが大気中のオゾン層を破壊して、大きな穴、オゾンホールが発生するようになりました。この穴の下ではたいへん強く紫外線が降りそそいでいるのでとても危険です。

しかし紫外線のすべてが有害なわけではなく、人間や動物の健康に必要なビタミンDは、皮膚が紫外線に照射されることによって体内でつくられます。

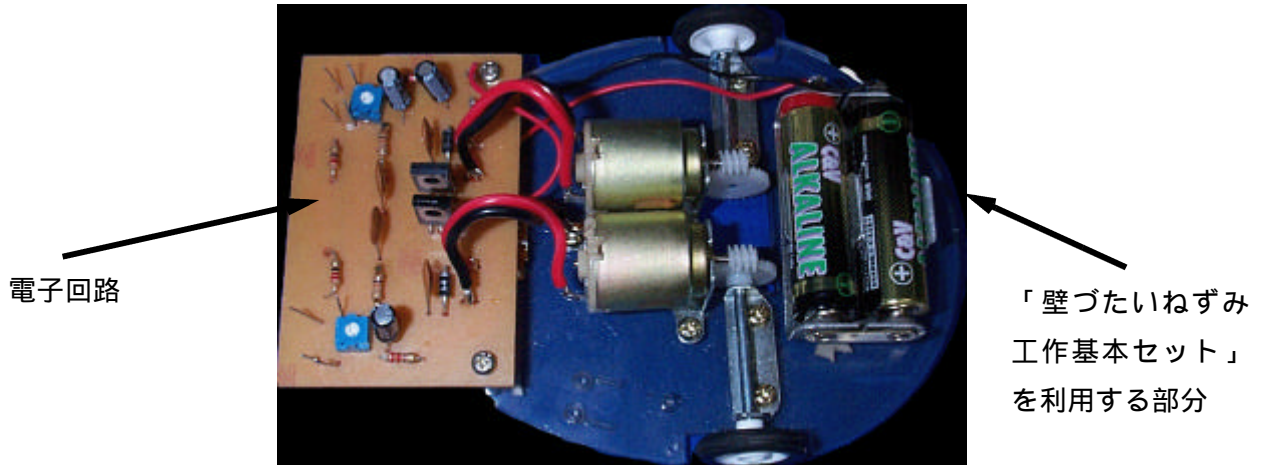


ライン・トレース・ロボットは赤外線を出してコースを検出しています
電子回路を組み立てるための基盤を製作する時に紫外線を利用します。

ライン・トレース・ロボット (自動搬送ロボット) を作ろう!

ライン・トレース・ロボットてなに?

ライン・トレース・ロボットとは、床に描いた黒い線にそって走るロボットの事です。ロボットと言うとなんだかとても作るのがむずかしそうに感じますが、^{きかいてき}機械的な部分は、ミニ四駆で有名なTAMIYA 模型の「壁づたいねずみ工作基本セット」を利用します。ですから、特別な工作機械は必要有りません。

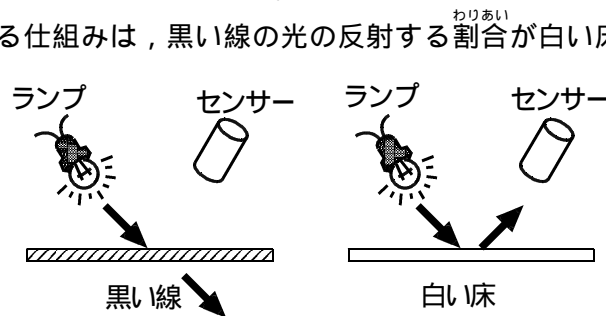


黒い線にそって走る走る仕組みは、トランジスターや発光ダイオードなどの^{はんどうたい}半導体を使った^{でんしかいり}電子回路をハンダ付けして^{せいまく}製作します。少しむずかしいかもしれませんががんばれば誰でも完成できます。

ライン・トレース・ロボットの原理 (どのような仕組みで黒い線にそって走るかの説明)

まず黒い線を^{けんしゆつ}検出する方法を説明しましょう。黒い色は光を良く^{きゆうしゆう}吸収します。黒いカーテンをひいた部屋で^{でんとう}電灯をつけてもあまり部屋が明るくならないのはカーテンで光が^{はんしや}反射せず吸い取られてしまうからです。ところが白いカーテンを引いた部屋は、同じ明るさの電灯でもけっこう明るく感じます。それはカーテンで光が反射するためです。

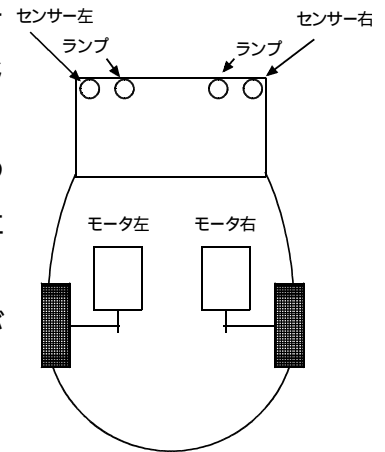
実は黒い線を検出する仕組みは、黒い線の光の^{わりあい}反射する割合が白い床よりずっと小さいことを利用します。



この上の図を見てください。ランプの光は黒い線の場合、ほとんどが吸収されて反射されません。ところが白い床の場合、反射する光があり、「センサー」と書いた光を検出する部品に光が届きます。このような原理で、センサーからの信号が有れば床(白い)、無ければ黒い線(黒い)のようにはんだんすることができます。製作する場合利用するランプ、センサーは

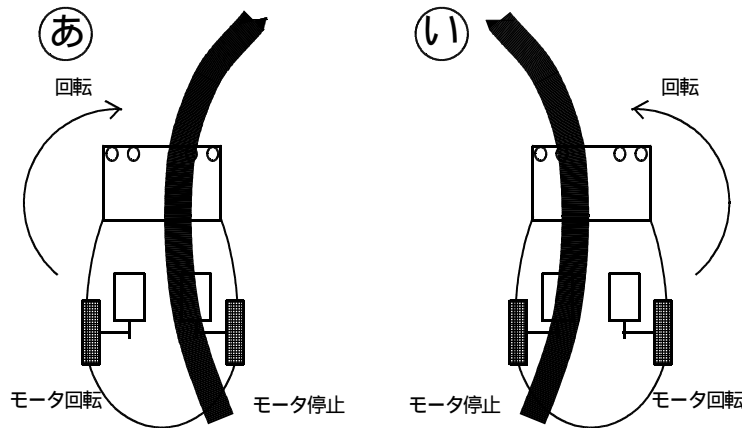
- ランプ : 赤外線発光ダイオード 目に見えない光(赤外線)をだします。
 - センサー : フォト・トランジスター 目に見えない光(赤外線)にも反応します。
- と言う部品を使います。ちょっとかっこいいー?!

センサーとランプは右の図のように左右に配置されています。そしてセンサー左が光を感じるとモーター左は回転し、センサー右が光を感じるとモーター右が回転します。



線にそって走る仕組みは、下の図のようになります。例えば線が右の方向に曲がっている場合、下の図のあのように右のモーターは停止し左のモーターは回転します。その結果ライン・トレース・ロボットは頭を右の方向に回転します。いの場合は全く逆ですが左方法に回転します。

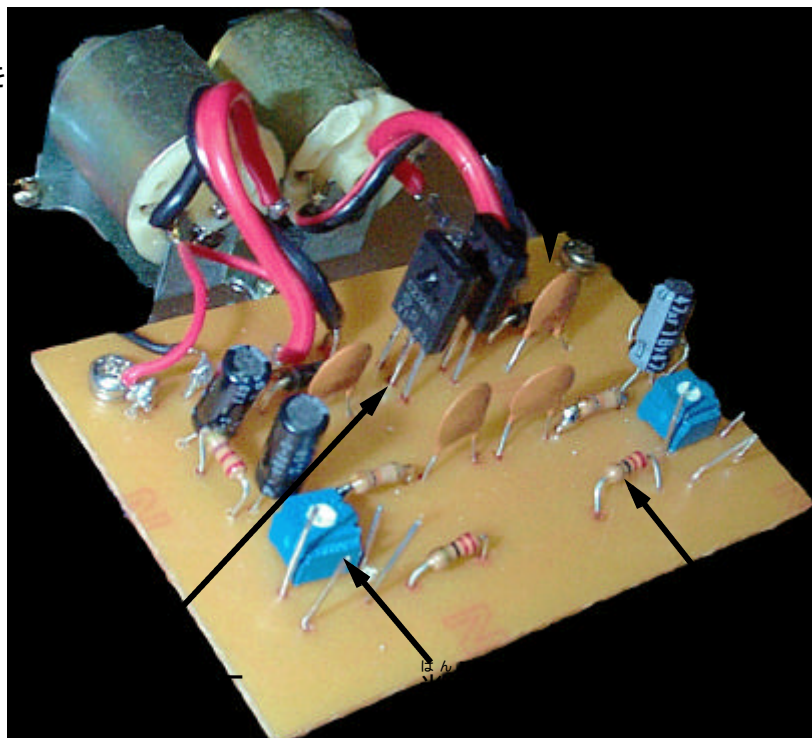
このようなことを繰り返すことで、黒い線にそって進むことになります。



トランジスタの働き

センサーは光があたると電^{でんりゅう}流が流れるようになります。しかし、モーターを回転させられるような電流（1 A ぐらい）を発生させることはできません。そこで、センサーがだす小さな電流を、モーターをまわすぐらいお^{そうぶく}大きな電流に増幅させる必要があります。その働きをする部品がトランジスタ^{ぶひん}です。3本足の部品です。

その他の部品の名前は右の写真を参考にしてください。



センサー

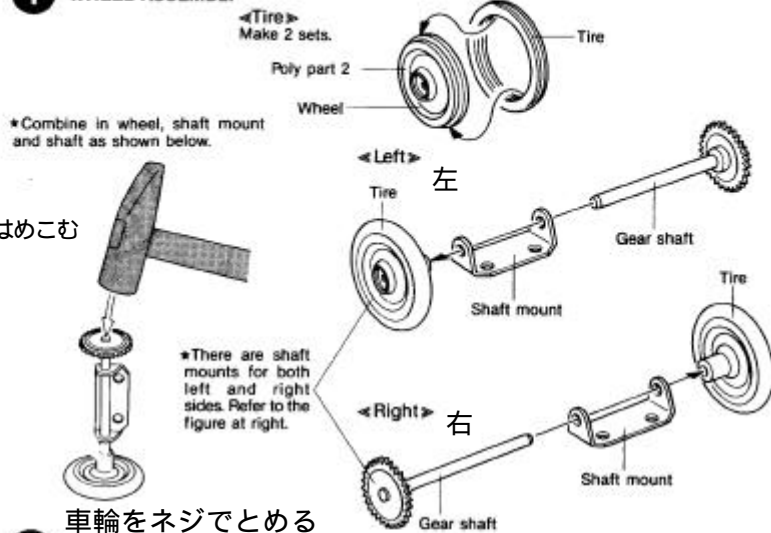
壁づたいねずみ工作基本セットを作ろう

図のように、「壁づたいねずみ」を組み立てましょう。ライン・トレース・ロボットで利用するのはこの図に示した部分だけです。

タイヤ部分の組み立て

1 WHEEL ASSEMBLY

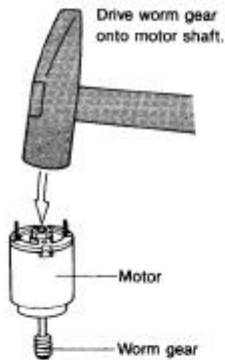
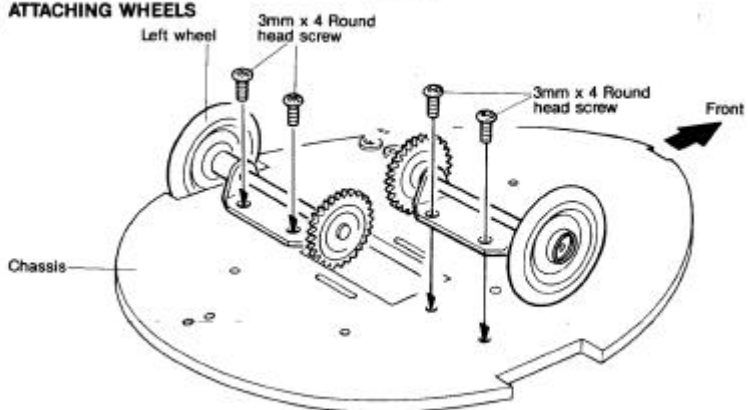
車輪にゴムのタイヤをはめ込む



ギアの付いた軸を通して車輪をはめこむ

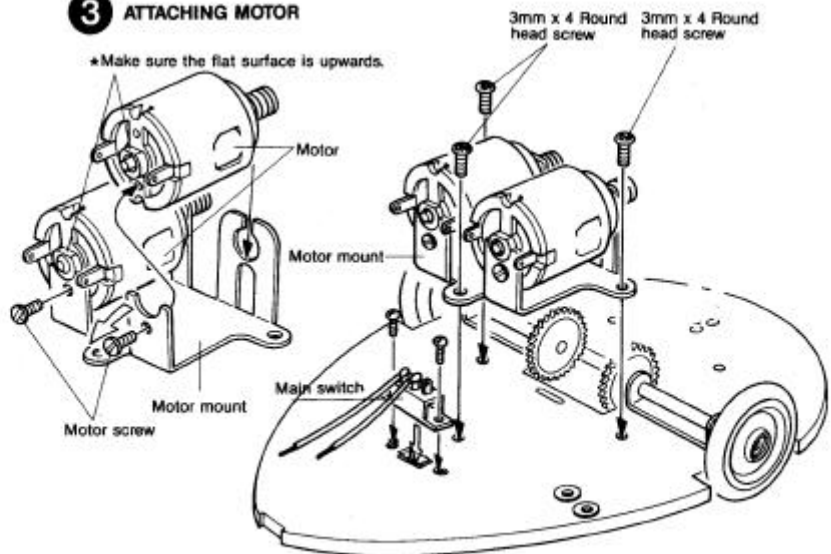
車輪をネジでとめる

2 ATTACHING WHEELS



3 ATTACHING MOTOR

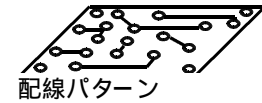
*Make sure the flat surface is upwards.



フォトリソグラフィの仕方

1. 配線パターン原図の製作

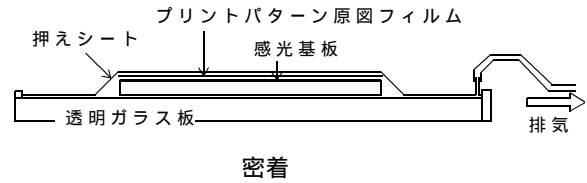
透明フィルムに黑白のはっきりした、配線パターンをつくります。作り方は様々な方法が考えられるが、パソコンで配線パターンを作って、プリンターで透明なフィルムに印刷して作成しました。



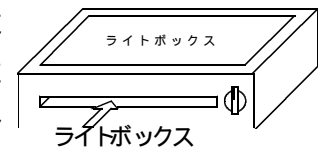
2. 焼付け..... 薄暗い部屋で行うこと。

(1) 準備

パターン原図フィルム、ライトボックス（紫外線蛍光灯つき）、ポジ感光基板、密着器、空気ポンプ、バット、竹ピンセット、現像液



(2) ポジ感光基板を袋から取り出し、パターン原図フィルムを裏表に注意して上に乗せ、密着器のガラス面におきます。ずれないように注意して透明シートで押え、空気ポンプで空気を排気すると、フィルムが基板に密着します。この時点で、ずれていないことを確認します。



(3) 空気ポンプで排気を続けながら、ライトボックスへ挿入します。

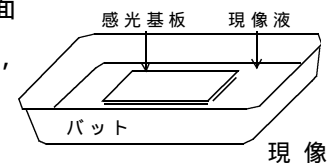
(4) 電子レンジの要領で、時間ダイヤルを設定して、紫外線を照射する。照射時間は、紫外線の強さに応じて設定します。

(5) 焼き上がると、感光面に青黒く配線パターンが現れます。

3. 現像..... 薄暗い部屋で行うこと。

予め作っておいた現像液の中に、焼付けの終わった感光基板を感光面を下にして入れます。1～2分程度で、配線パターンだけが青黒く残り、他の部分は下の銅面が露出してきます。

(注) 現像液が強アルカリ性なので、指先などについたら直ちによく水洗いすること！

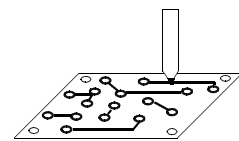


4. 水洗い

現像が終わったら、水洗いして、パターンに傷をつけないように水分を取る。

5. 検査・修正

配線パターン切れは、レジストペン（油性のマジック）でつないでおきます。余分なパターンは、カッターなどを用いて確実に切り離してきます。感光基板の周辺部は細い線につながってしまうので、必ず削っておくこと。紫外線が部分的に弱くて、薄く残ってしまった場合、工業用アルコールで消すとよいでしょう。



6. エッチング

エッチング液に15分程度基板を入れます。すると、パターン以外の銅の部分は液に溶けて無くなります。

7. ドリルでの穴あけ

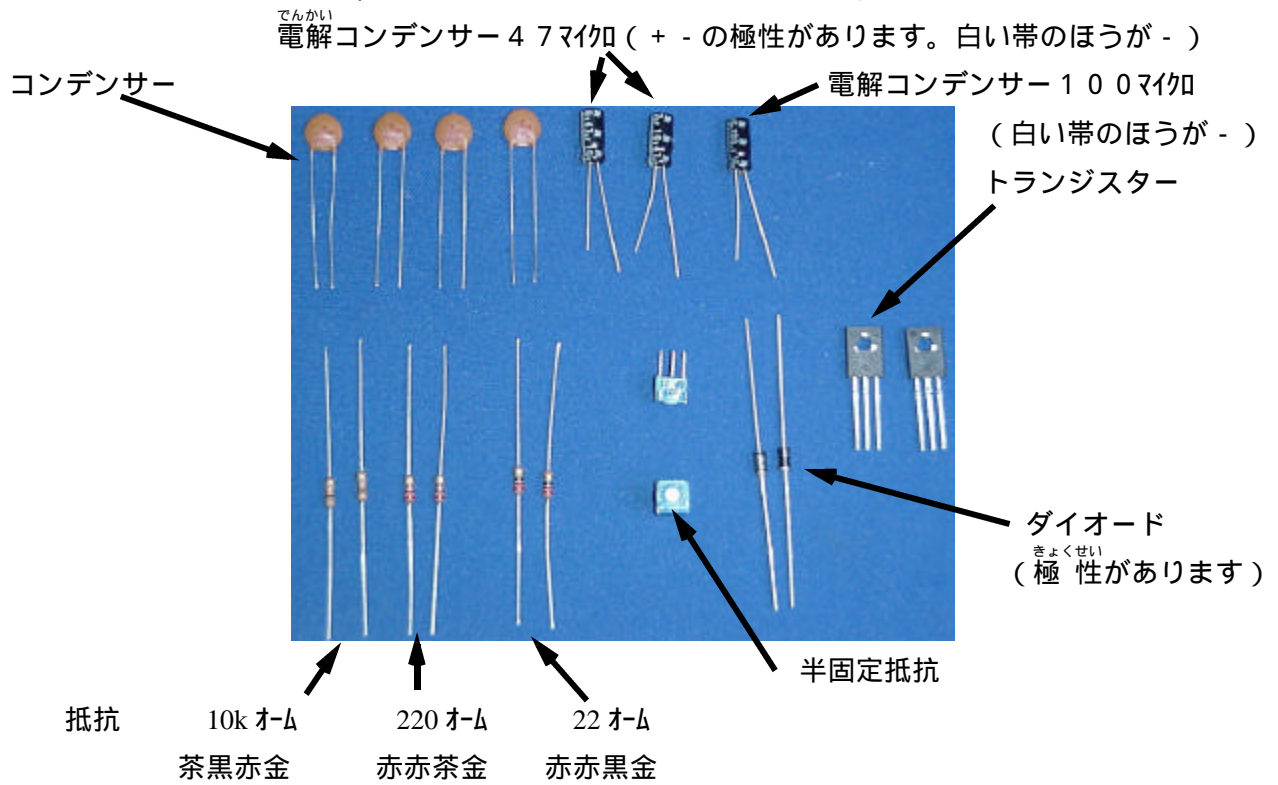
部品をさす穴をドリルであけます。ドリルは1mmで細く、大変折れやすいので、垂直に入れ、垂直に引き上げ穴をあけます。

8. 完成処理

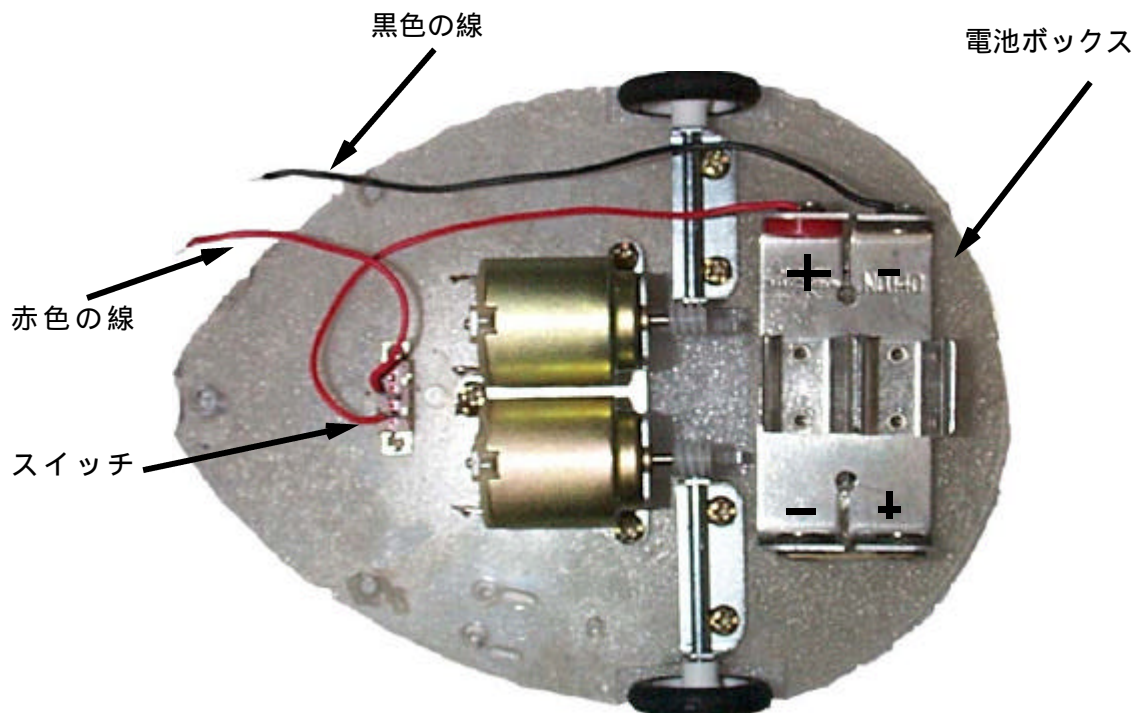
穴あけが終わったら、青黒く残っているパターンをアルコールでふき取ると、銅の配線パターンが顔を出します。そして最後に、さびないようにフラックスという薬品を塗っておきます。

ハンダ付け

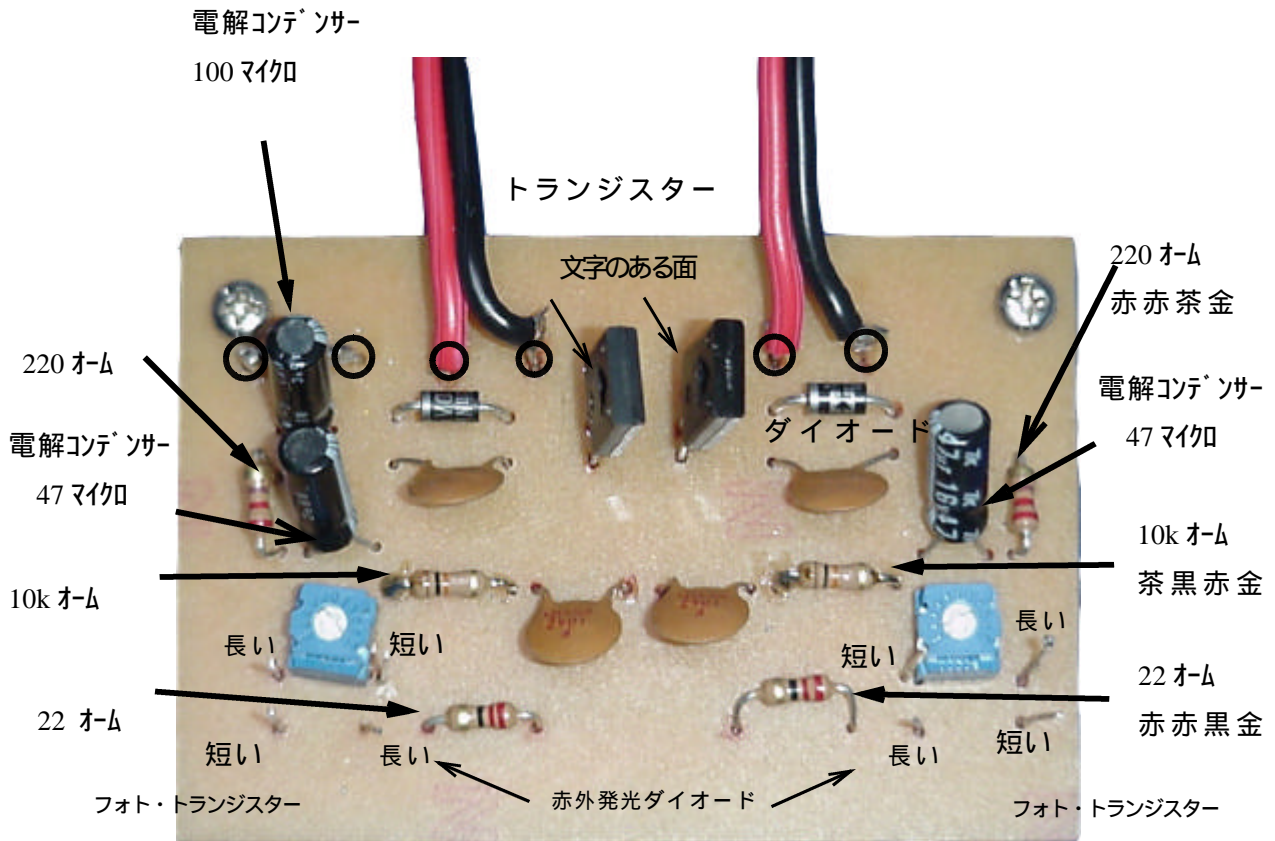
部品を基盤の穴に差し込んで、裏側のパターン面でハンダ付けします。



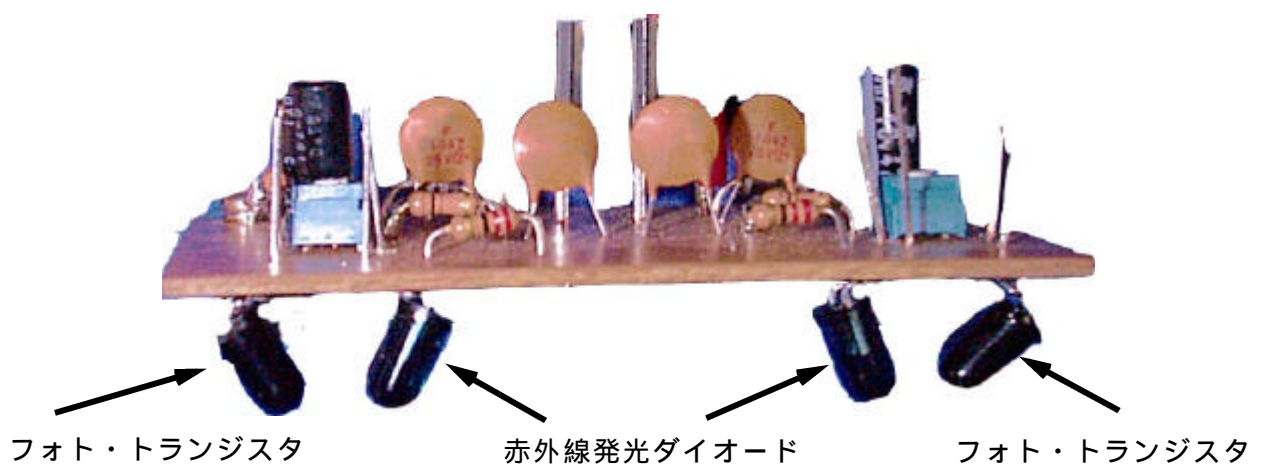
1. 電池ボックスを両面テープで固定し、スイッチと電池ボックスを電線で配線します。ハンダ付けをしますのでやけどに注意してください。



2. 部品のハンダ付け



線をつなぐところ(上の写真で ^{はりがね} の所)は、針金を曲げて端子としてハンダ付けします。
 電解コンデンサーの白い帯の向きに注意してください。
 ダイオードの帯がある向きに注意してください。
 トランジスターの向きに注意してください。
 赤外線発光ダイオード、フォト・トランジスターは ^{せきがいせんはっこう} その他の部品とは逆向きに配線パターンの方にハンダ付けします。

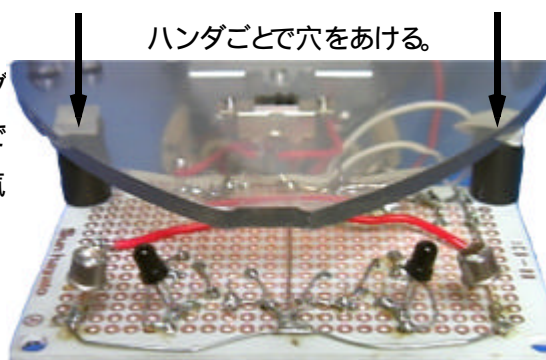


赤外線発光ダイオード、フォト・トランジスターは極性があります。
 赤外発光ダイオードは上の写真で、長い方の足が手前に
 フォト・トランジスターは長い足が向こう側になる向きでハンダ付けします。

電子回路と「壁づたいねずみ」との配線

1. ^{でんしかいろ}電子回路取り付けようの穴あけ

電子回路をあてて、ハンダコテで穴をあけます。ハンダコテで穴をあけると、バリがかなり出ますので、ニッパーでよけいなバリを取り除きます。穴の位置が一致するように気をつけましょう。

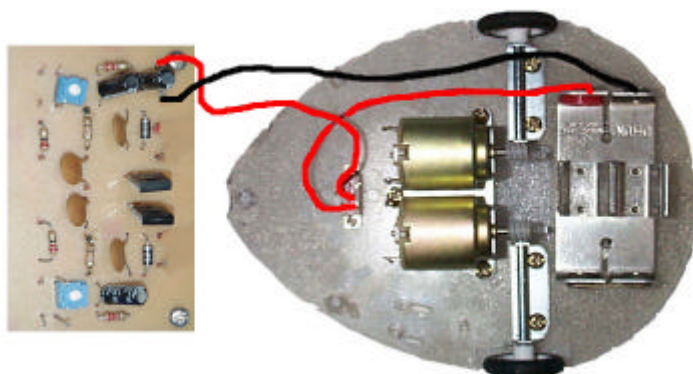


2. 電池ボックスと電子回路との配線

図のように配線します。

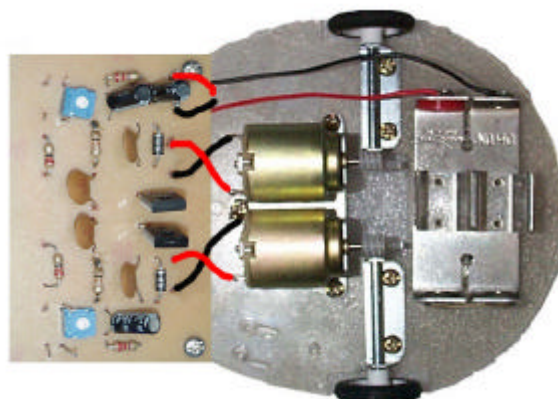
赤 +
黒 - 　　です。

電子回路を固定する前に配線します。



3. 電子回路とモーターの配線

電子回路をねじで「壁づたいねずみ工作基本セット」に固定します。次に図のように電子回路とモータを配線します。



調整

完成した ライン・トレース・ロボット を調整します。よけいな光がセンサーに入らないように薄暗いところでおこないます。あつくなりませんがカーテンを閉め、電気を消しておこなひましょう。

1. 白い紙の上にライン・トレース・ロボットをおいて、モーターが回転することを確認めます。回転しない場合は半固定抵抗^{はんこていていこう}をドライバーで回して回転させます。
2. 黒い紙の上にライン・トレース・ロボットをおいて、モーターが回転しないことを確認めます。もし回転するときは半固定抵抗を調整します。
3. 1. 2. をくりかえします。
4. なんと調整してもうまくいかなひときは、赤外線発光ダイオード、フォト・トランジスターの角度を調整して再度 1. 2. をくり返します。