

ライントレーサー 組み立てガイド

ライントレーサー TK-742



ライントレースカーの特徴

搭載している機能、しくみ	学習できる内容
<ul style="list-style-type: none">・光センサーでの床面の明暗を検出・タイヤは摩擦車のしくみで回転・マイコン搭載採用	<ul style="list-style-type: none">→ センサー情報のデジタル化→ 動力伝達の仕組み→ コンピュータとプログラム

部品内容	部品数
電子部品数	11点(はんだづけ箇所:24か所)
メカ部部品数	54点

学習の狙い

	狙い	推測	確認	まとめ
(1)	身の回りのセンサー機器について、その仕組みや、成り立ちについて考えを持つことができるようになる。	<ul style="list-style-type: none"> 明るさに反応する機器を探してみよう。 センサーライトの仕組みを考えてみよう。 光センサーの反応を考えてみよう。 	(7~9ページ)	<ul style="list-style-type: none"> 用途、目的に合わせていろいろなセンサーを組み合わせて製品ができるということを知る。 光が電気信号になることを知る。
(2)	身の回りの回転機構を使った製品について興味をもつこができるようになる。	<ul style="list-style-type: none"> 回転伝達機構を探してみよう。 摩擦車のメリット、デメリットを考えてみよう。 	(10~11ページ)	<ul style="list-style-type: none"> 電気エネルギーが運動エネルギーにかわることを知る。 速度伝達比が計算で求まることを知る。

タイムテーブル例

例1	例2	項目	内容
1時間目 (A)か(B) の 一方のみ	1時間目	(A)身の回りのセンサー	探してみよう。 仕組みを考える。 光センサーの反応。
	2時間目	(B)身の回りの回転伝達	探してみよう。 摩擦車のメリットデメリット。
2時間目	3時間目	はんだづけ	はんだづけの方法、修正方法。 各部品のはんだ付け。
3時間目	4時間目	組み立て 動作チェック トラブルシューティング	主要な道具の使い方。 動作チェックとトラブルシューティング。
4時間目	5時間目	実験、確認 解説	線の幅を変える、線を途中でなくす。 回路の原理やメカのしくみ。 センサー情報の記憶。

学習内容(1) 7ページ～9ページのスライド

①身の回りの明るさに反応する機器を探してみよう。

予想される生徒の反応

街路灯、スマートホン、テレビ、センサーライト、防犯ライト

②防犯ライトの仕組みを考えてみよう。

質問例

どんなセンサーがついているのか？

いつ動作しているのか？

ライトの明るさはどの程度か？

目標

身の回りのセンサー機器について、その仕組みや、成り立ちについて考えを持つことができるようになる。

学習内容(2) 10ページ～11ページのスライド

①身の回りの回転伝達機構を探してみよう。

予想される生徒の反応

自動車、電車、扇風機(*1)、ロボット、自転車、電動工具、自転車の発電機(*2)、手回し発電機など。

*1 扇風機はモーターの軸に直接羽がついて回転している、つまり回転の伝達はしていない。

*2 ハブ発電式のような、磁石とコイルを使ったタイプは回転の伝達は行われない。

②もっとも単純な仕組みの「摩擦車」のメリット、デメリットを考えよう。

自転車の発電機を例に考えてみる。(発想が難しい場合は、「摩擦」だけに焦点を絞る。)

摩擦が少ないとどうなる？逆に摩擦が強すぎるとどうなる？

摩擦面の距離が離れていたらどうなる？

板の上に置いたモノを傾けると、初期は摩擦で止まるが、さらに傾けるとどうなる？

ギアで回転する電動工具と、自転車の発電機では回転するときの音の聞こえ方は違うか？

目標

身の回りの回転機構を使った製品について
興味をもつことができるようになる。

探してみよう

身の回りの光センサーを使った製品を探そう

・暗くなると自動的に点灯するライト

・暗いときにしか動作しない製品

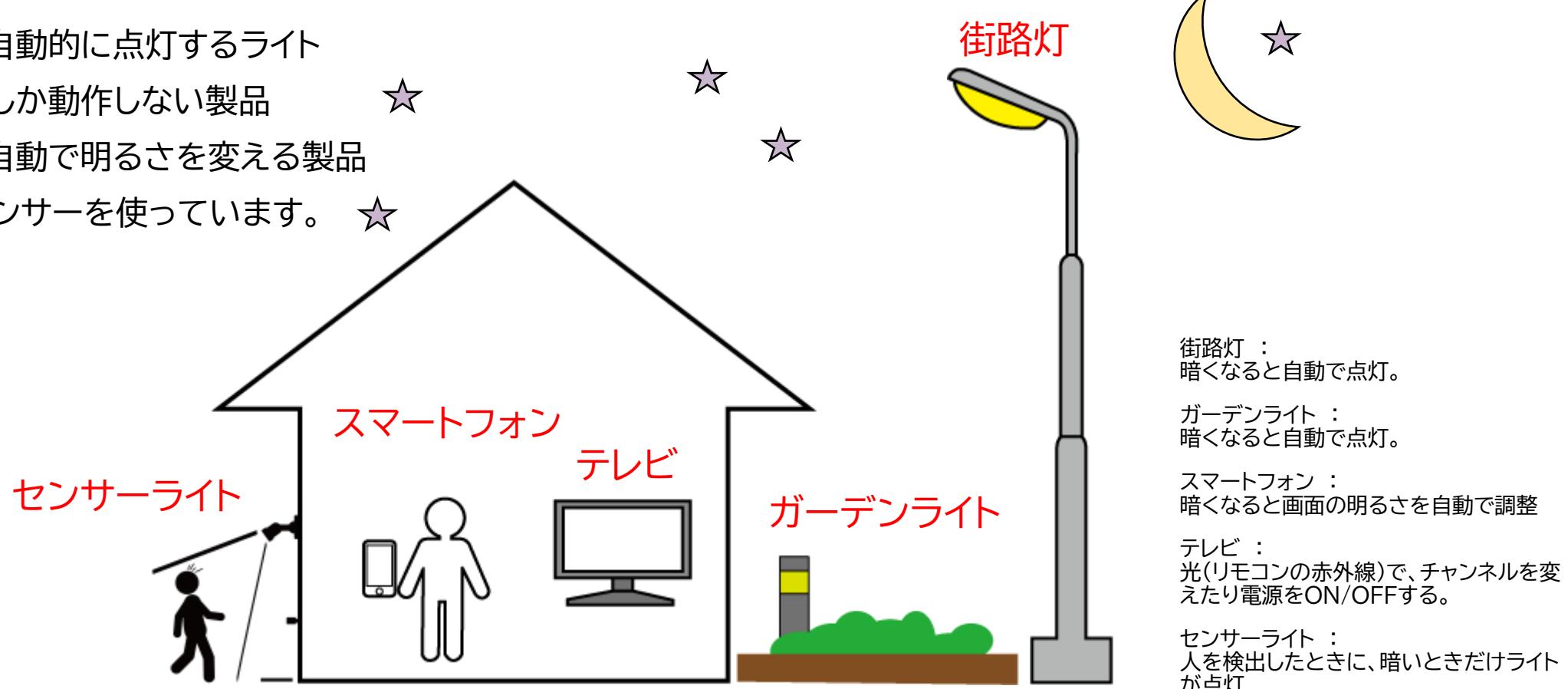


・暗くなると自動で明るさを変える製品

などが、光センサーを使っています。



例えば…



街路灯：
暗くなると自動で点灯。

ガーデンライト：
暗くなると自動で点灯。

スマートフォン：
暗くなると画面の明るさを自動で調整

テレビ：
光(リモコンの赤外線)で、チャンネルを変えたり電源をON/OFFする。

センサーライト：
人を検出したときに、暗いときだけライトが点灯

調べてみよう

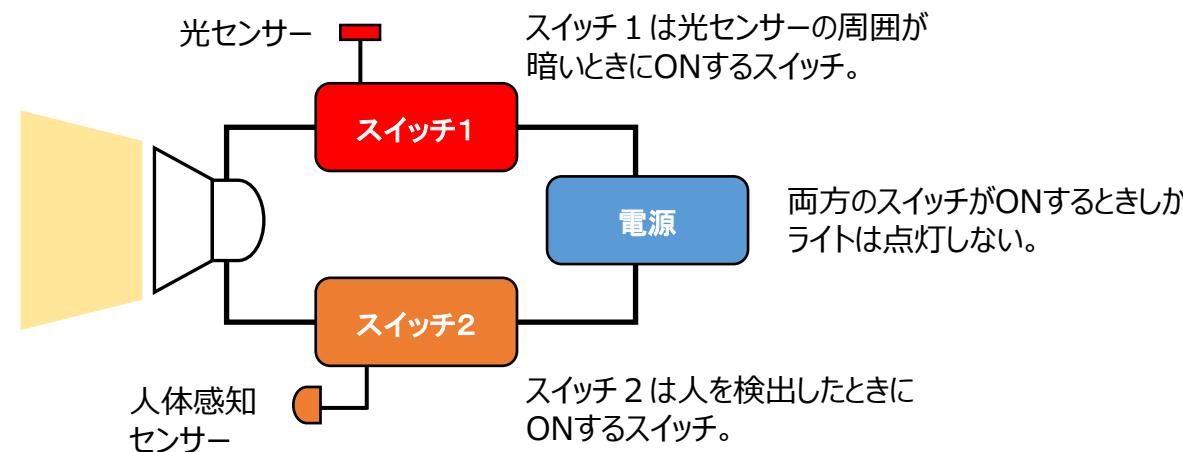
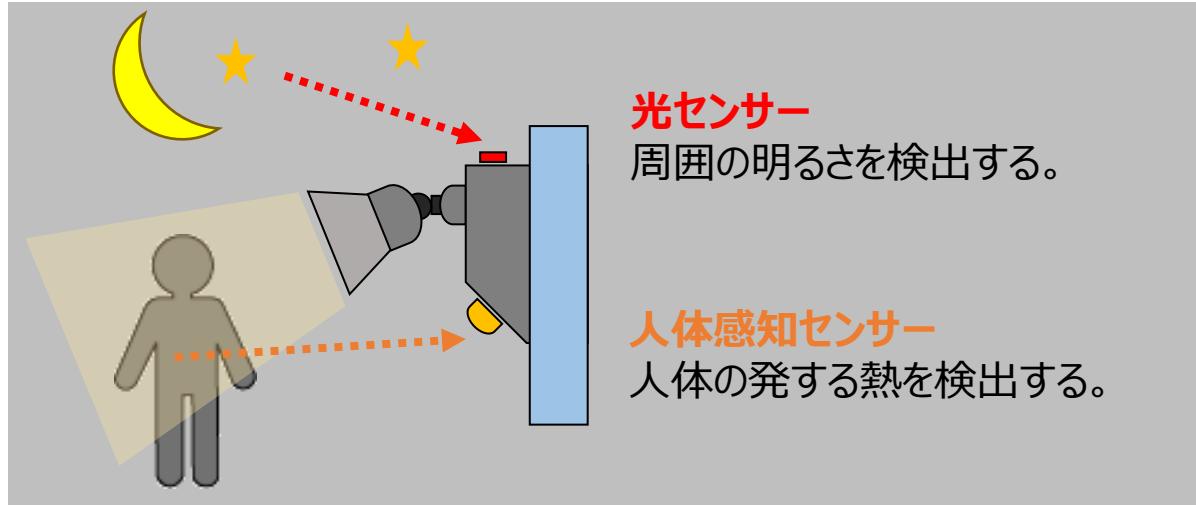
いろんな光センサー

名前		特徴
フォトトランジスター		小型で使いやすいセンサーで多くの機器で使われています。
CdS		人間の目に近い特性を持ったセンサーです。
赤外線受光素子		赤外線用に特化したセンサーで、主にリモコン信号受信で使われます。
太陽電池		光の強さで発電量が変わることを利用してセンサーとして使われます。
光電子倍増管		宇宙から飛んでくる光子(ニュートリノ)をキャッチするセンサーです。スーパーカミオカンデ※で使われているのが有名です。

※岐阜県飛騨市神岡町 東京大学宇宙線研究所

センサーライトのしくみ

センサーライトのしくみ



発展

さらに考えよう：

センサーライトを、もっと便利に！
もっと確実に防犯するために！
どのようなセンサーや仕組みがあればよ
いか考えてみよう。

(例)
カメラを搭載して人(顔)認識。
インターネットに接続してスマホに知らせる。
異常接近したらアラームが鳴る。
など、自由に発想しよう。

探してみよう

身の回りの回転伝達機構を探してみよう。

身の回りの機器	使われてる場所	動き	使っている機構
電車		モーターの回転を車輪に伝える。	ギア
自動車	タイヤ	エンジンの回転をタイヤに伝える	ギア、ベルト
	ステアリング	ステアリングの回転をタイヤに伝える。 回転の向きで、タイヤの向きを変える。	ギア
ロボット	指、腕、脚など	モーターの回転を、曲げる、伸ばすなどの動きに変える。	ギア、ベルト
自転車	タイヤ	ペダルの回転をタイヤに伝える。	ギア、チェーン
	発電機	タイヤの回転を発電機に伝える。	摩擦車
電動工具		工具に取り付けた先端のドライバーなどに、モーターの回転する力を大きくして伝える。	ギア

調べてみよう

摩擦車

モーターの軸の円筒と、タイヤの外周の円筒を押し付けることで運動を伝えるしくみを**摩擦車**といいます。



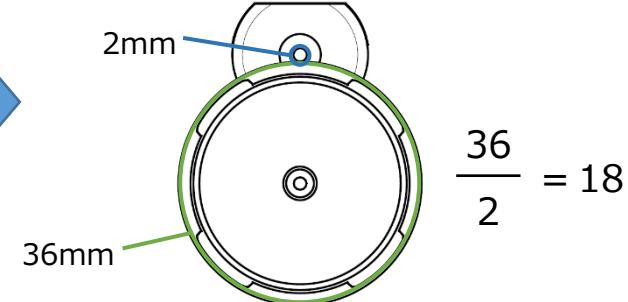
摩擦車を使って、「**速度伝達比**」(回転運動の速さ、力)を変えていきます。

特徴、用途例	自転車の発電機。 回転方向が逆になる。
メリット	音が小さい。 構造が簡単。 大きな力が加わっても(滑りにより)壊れにくい。
デメリット	滑りやすいので、大きな力や、正確な回転の伝達は難しい。

発展

速度伝達比を計算してみよう。

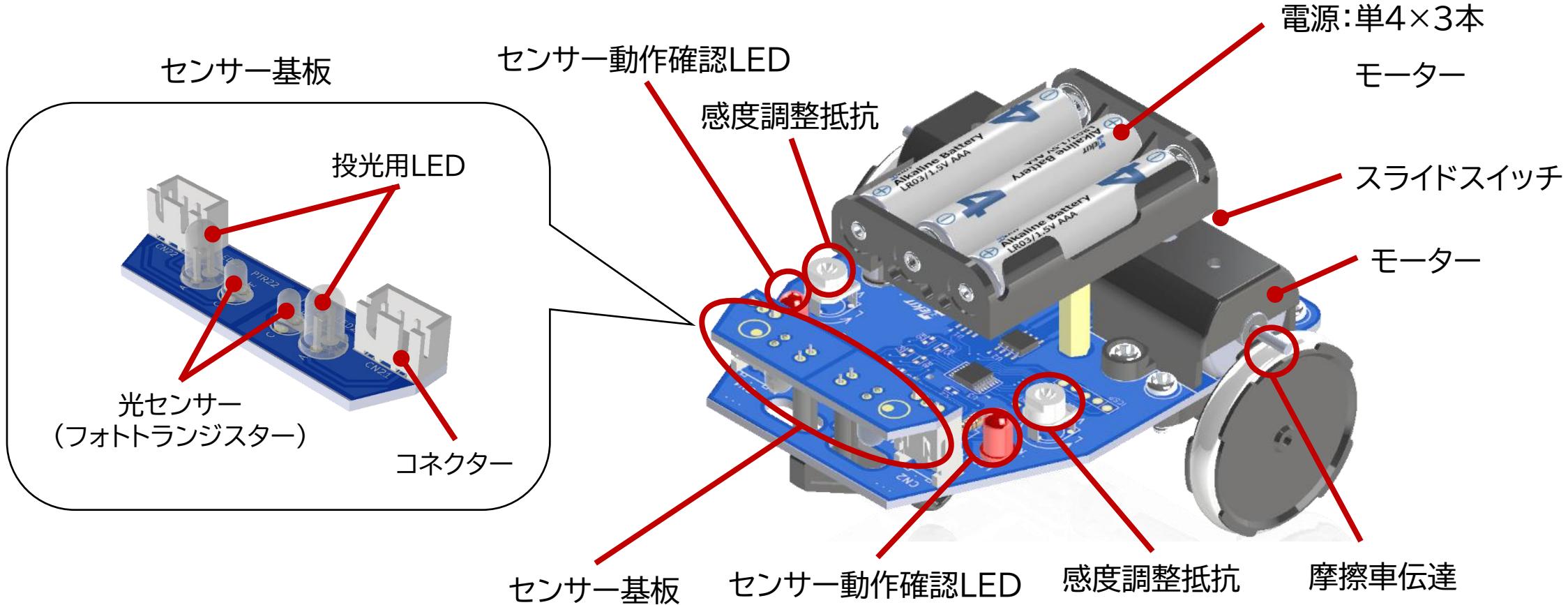
$$\text{速度伝達比} = \frac{\text{モーターの回転数}}{\text{タイヤの回転数}} = \frac{\text{タイヤの直径(外形)}}{\text{モーターの軸の直径}}$$



伝達比は18となります。

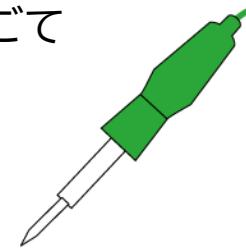
※これはモータが18回転するときに、タイヤが1回転することを表しています。

ライントレーサーの構造

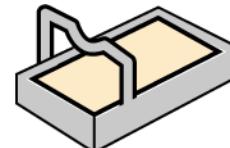


必要な工具

はんだごて



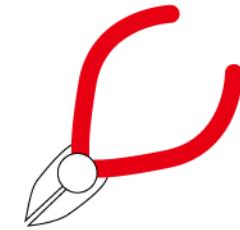
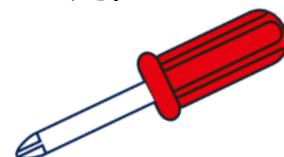
はんだごて台



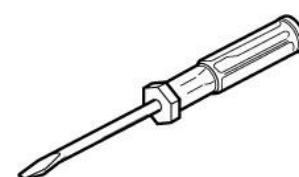
はんだ



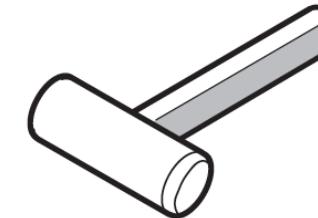
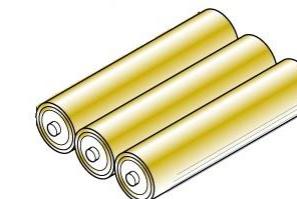
ニッパー

(+)ドライバー
(No.2 M3用)

(-)ドライバー



ハンマー

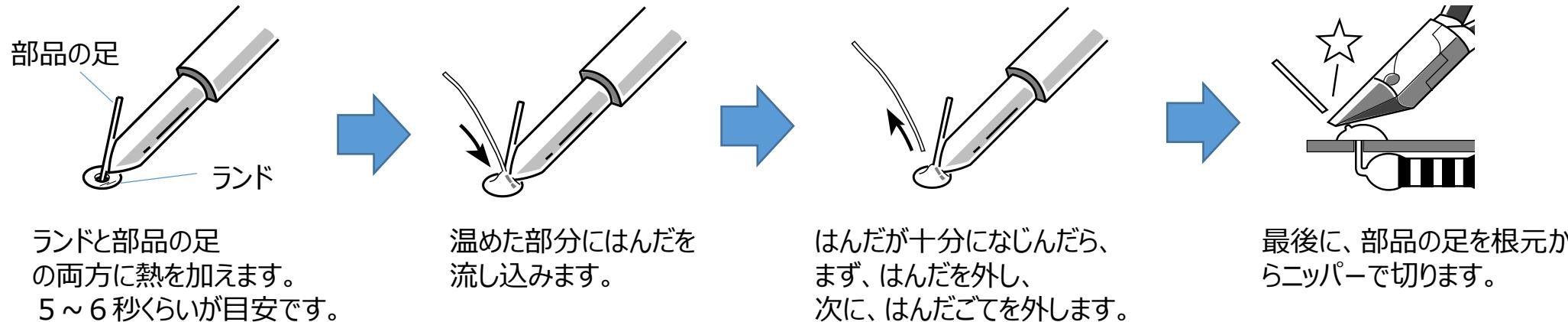
単4アルカリ乾電池
3本

はんだづけ (はんだづけの方法)

はんだづけとは

電子部品間で電気が流れるように、また物理的に接合が外れないように固定することです。
『電気が流れるように接合すること』ですから、単に固定するだけではダメです。

はんだづけの方法



Good!

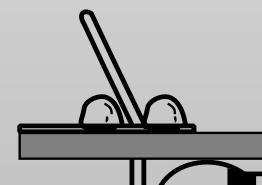


ランドと部品の足にまんべんなくはんだがついていて、ツヤがあり、富士山のような盛り上がりになつていれば完璧です！

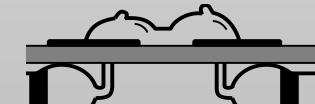
失敗例



イモはんだ



目玉はんだ



ショート

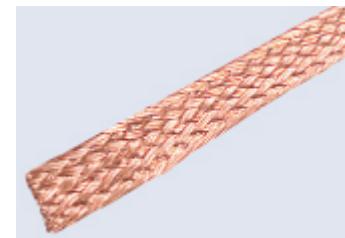
はんだづけ (はんだづけに失敗したら)

はんだの修正方法

もしはんだづけに失敗しても、慌てないでください。はんだづけは修正することができます。

はんだ吸い取り線

はんだ吸い取り線は、^あ銅線を編んで作られたものです。はんだ吸い取り線を取り去りたいはんだに重ね、上からはんだごてであたためると、溶けたはんだが毛細管現象ではんだ吸い取り線に吸い取られます。



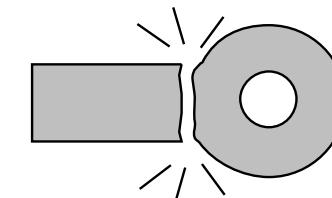
はんだ吸い取り機

バネがついた注射器のような構造になっています。はんだごてで溶かしたはんだに、ピストンを押し下げた状態の吸い取り機を近づけ、ボタンを押してピストンが元に戻るときに空気と一緒に溶けたはんだも吸い込むことではんだを除去します。



失敗したときに絶対やつてはいけないこと！

ぐらぐらと部品を揺らしたり、無理に上から押さえたり、引き抜いたりすると、ランドがはがれてしまいます。



断線すると、電気が流れないので回路は正常に動作しません。

はんだづけ (電気回路の組み立て)

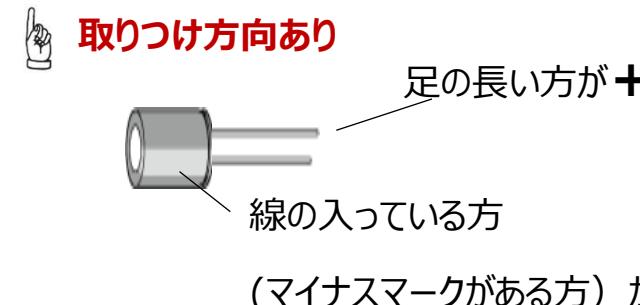
①抵抗 取りつけ方向なし。



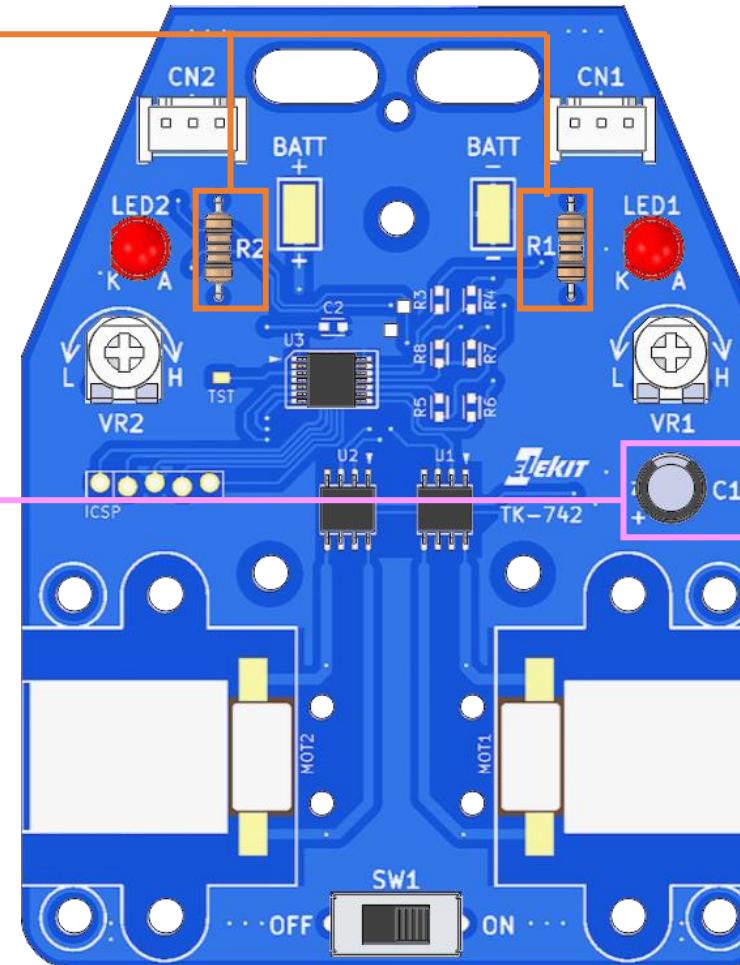
R1 33kΩ(橙橙橙金)

R2 33kΩ(橙橙橙金)

②電解コンデンサ



C1 100μF



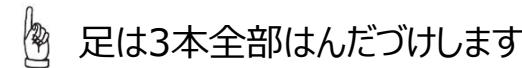
はんだづけ (電気回路の組み立て)

③半固定抵抗



取りつけ方向あり

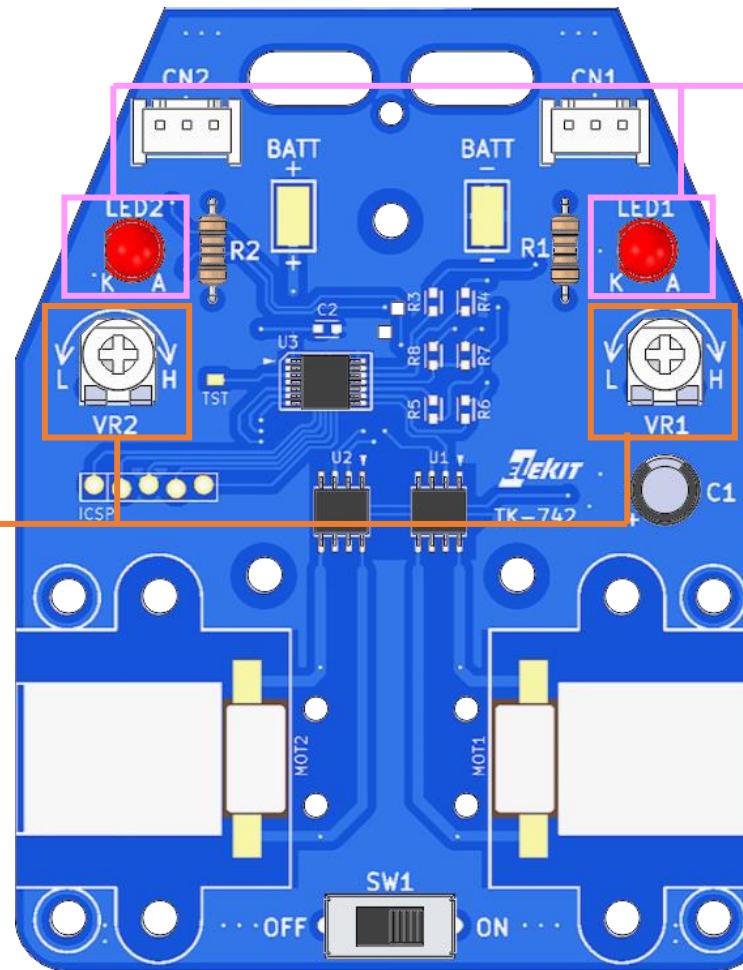
基板に穴にスムーズに入る向きにつける。



足は3本全部はんだづけします。

VR1

VR2



④発光ダイオード



取りつけ方向あり

足の短い方がK



足の長い方がA

LED1

LED2



取りつけた後で確認する場合。

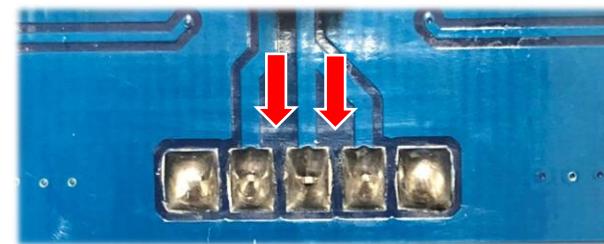


真上から見て
平らな面がK側です。

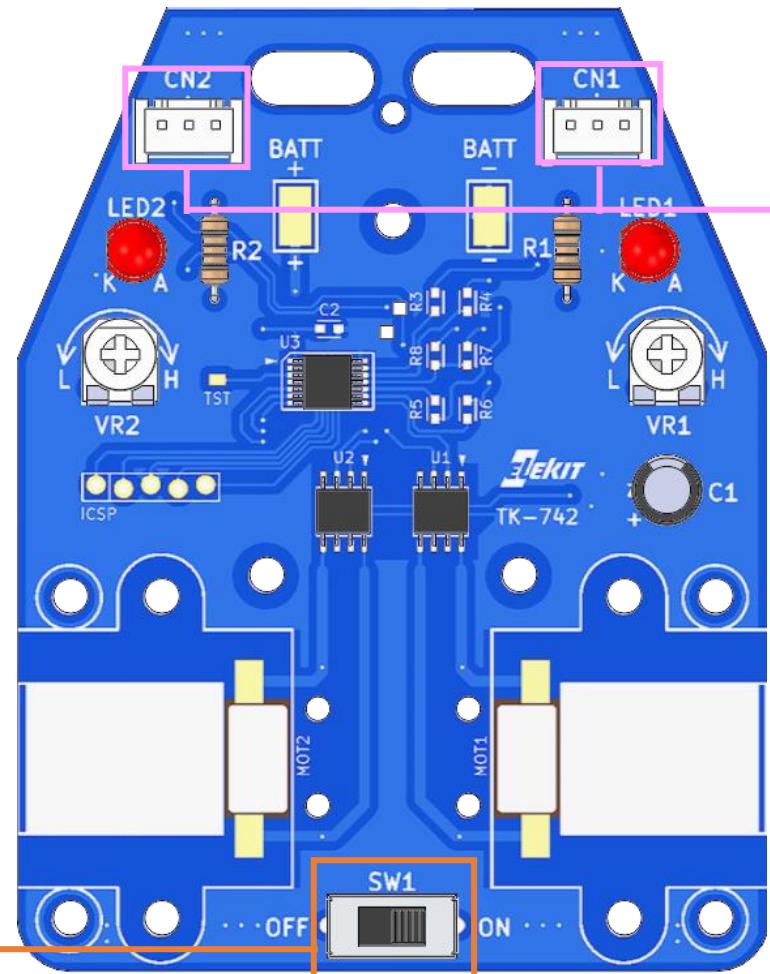
はんだづけ (電気回路の組み立て)

⑤スイッチ 取りつけ方向なし

下図の部分がショートしないよう
に特に注意する。

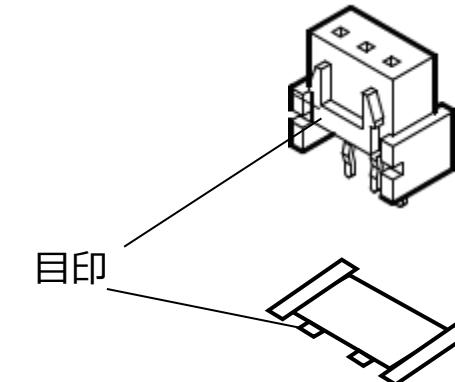


SW1



⑥コネクター 取りつけ方向あり

目印を合わせる



CN1
CN2

はんだづけ (電気回路の組み立て)



コードのはんだ付け

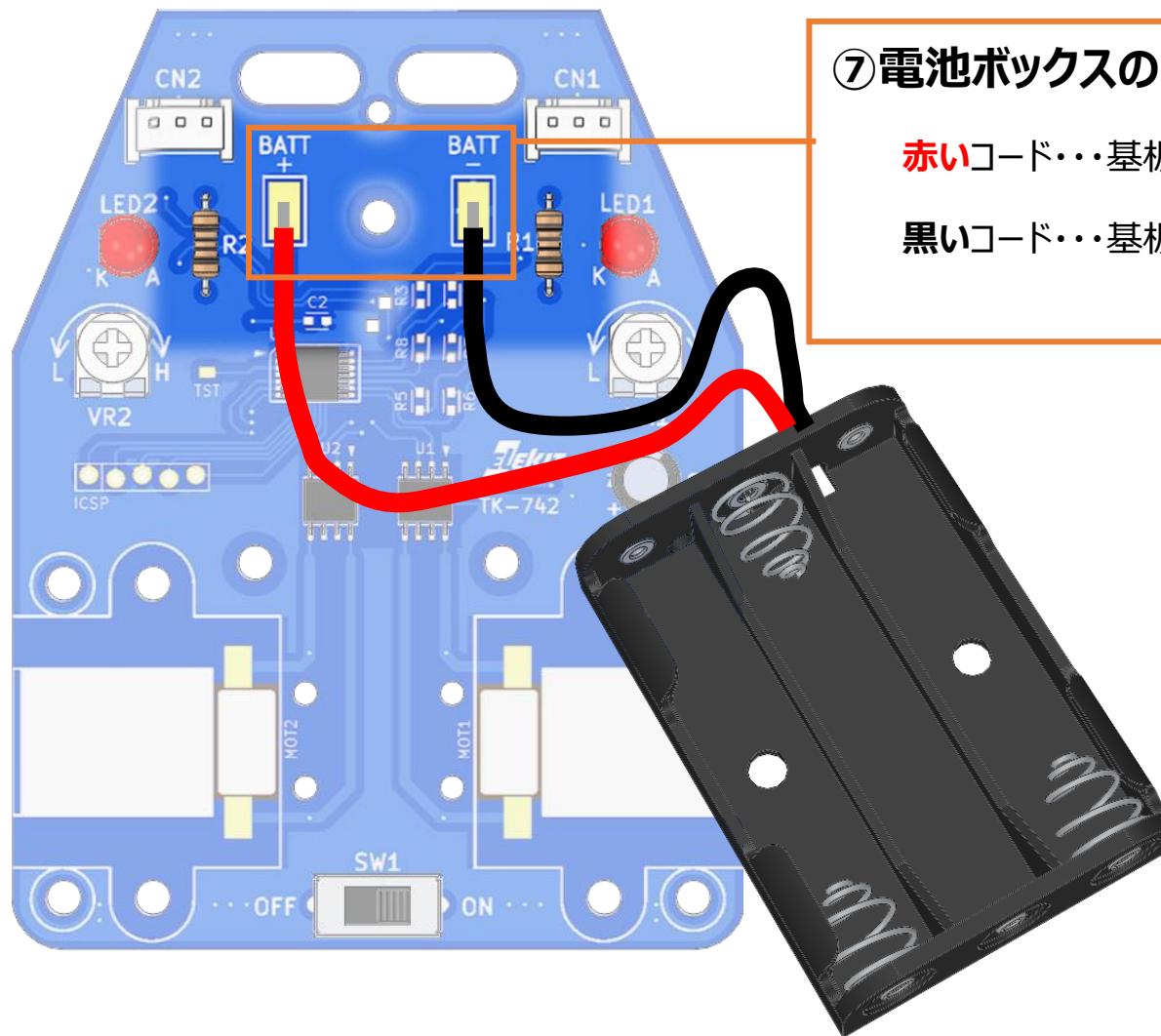
①端子をはんだあたためます。



②端子にはんだだけを溶かしてつけます。



③はんだをつけた端子の上にコードを重ねて、コードを抑えるようにして温めて固定します。



メカの組み立て (知つておこう)

ドライバーの使い方

👉 **ねじのサイズに合ったドライバーを使う。**



MR-002に使用しているねじはM3サイズのねじです。
M3のねじを回すときは、M3用、またはNo.2のドライバーを使うようにします。

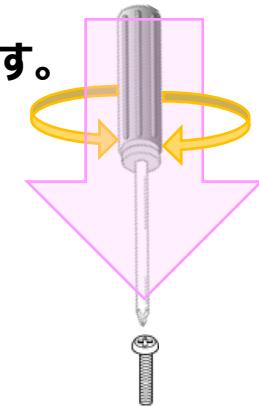
ねじとドライバーのサイズが合って
いると、右図のように、ドライバー
の先にねじが乗ります。



👉 **押す力が8、回す力が2のイメージで回す。**

押す力が弱いと、十字の形をした
「ねじ溝」がつぶれてしまい、ひどい
場合は、ねじが回せなくなります。

👉 **ぐらつかないように、まっすぐ回す。**

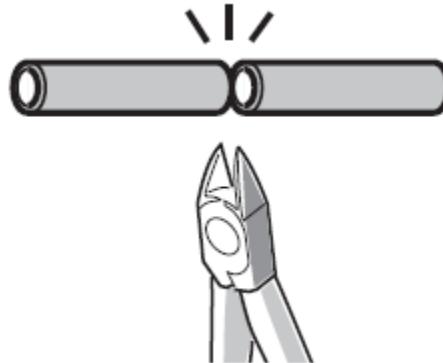


組み立て

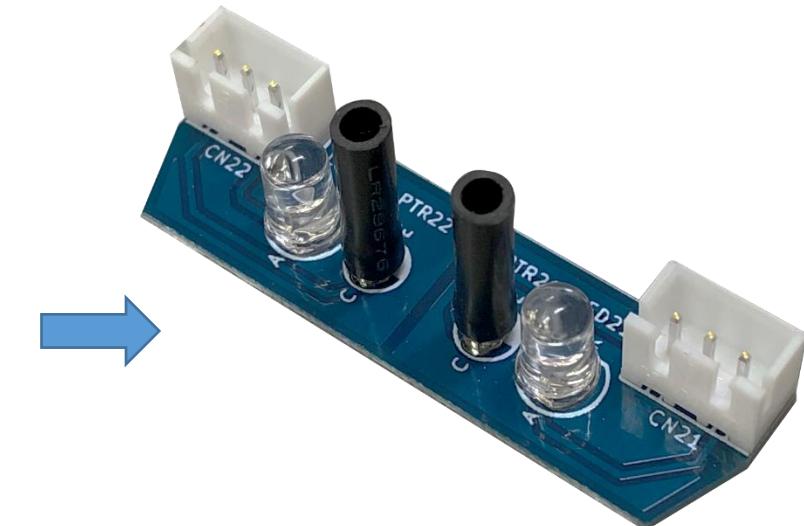
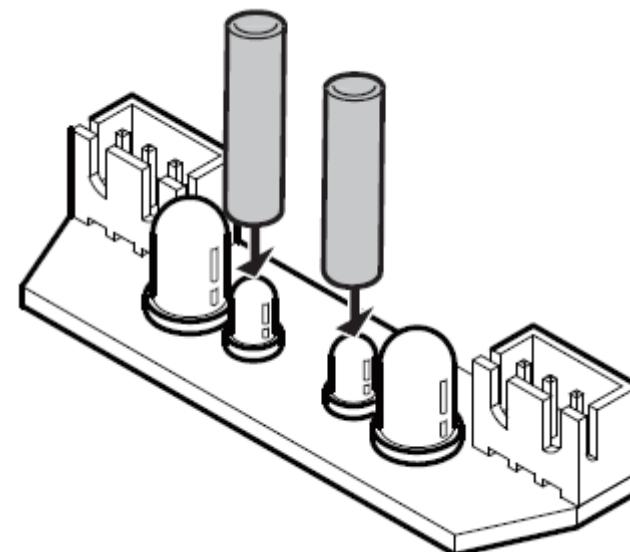
[1]チューブの取りつけ

2コつくります

①黒色チューブを
15 mmの長さに切る。



②センサー基板に
チューブを差し込む。

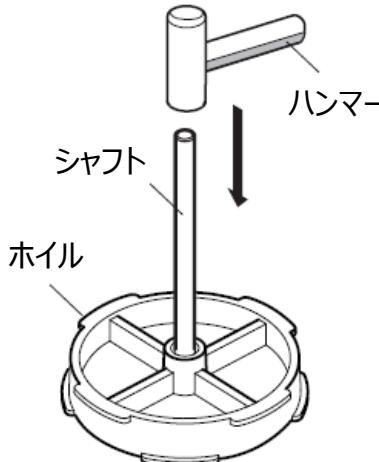


組み立て

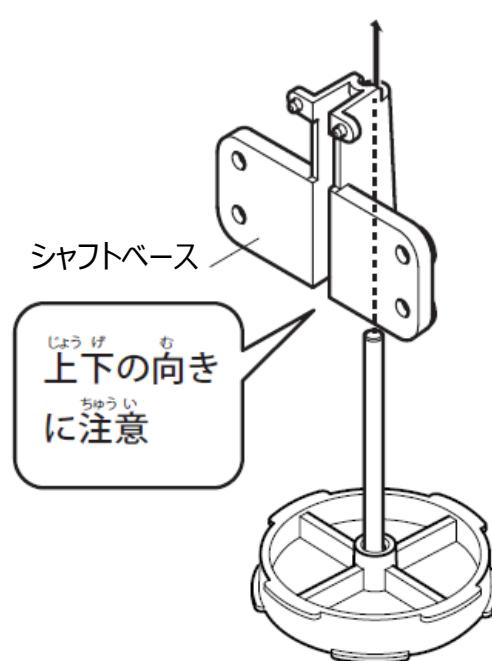
[2]タイヤユニットの組み立て

2コつくります

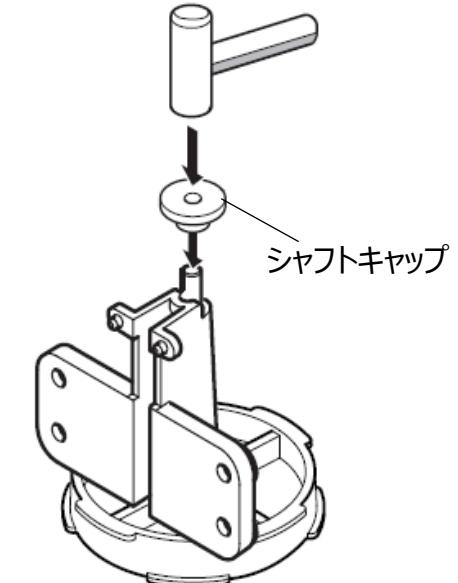
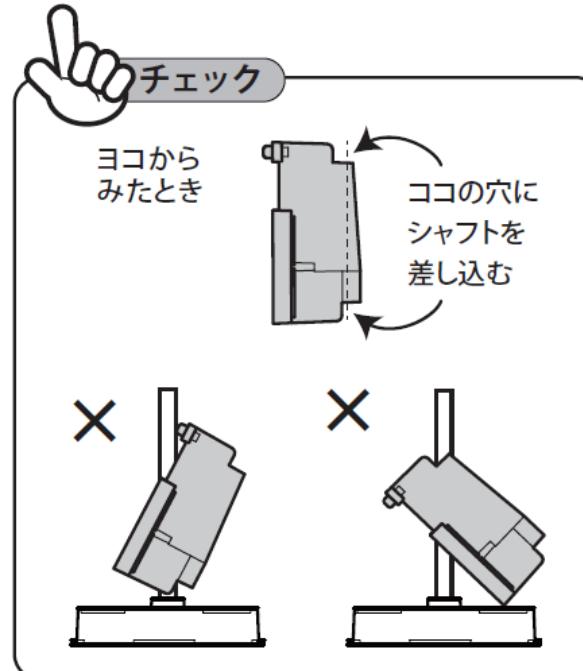
①ホイルにシャフトを打ち込む。



②シャフトベースを差し込む。

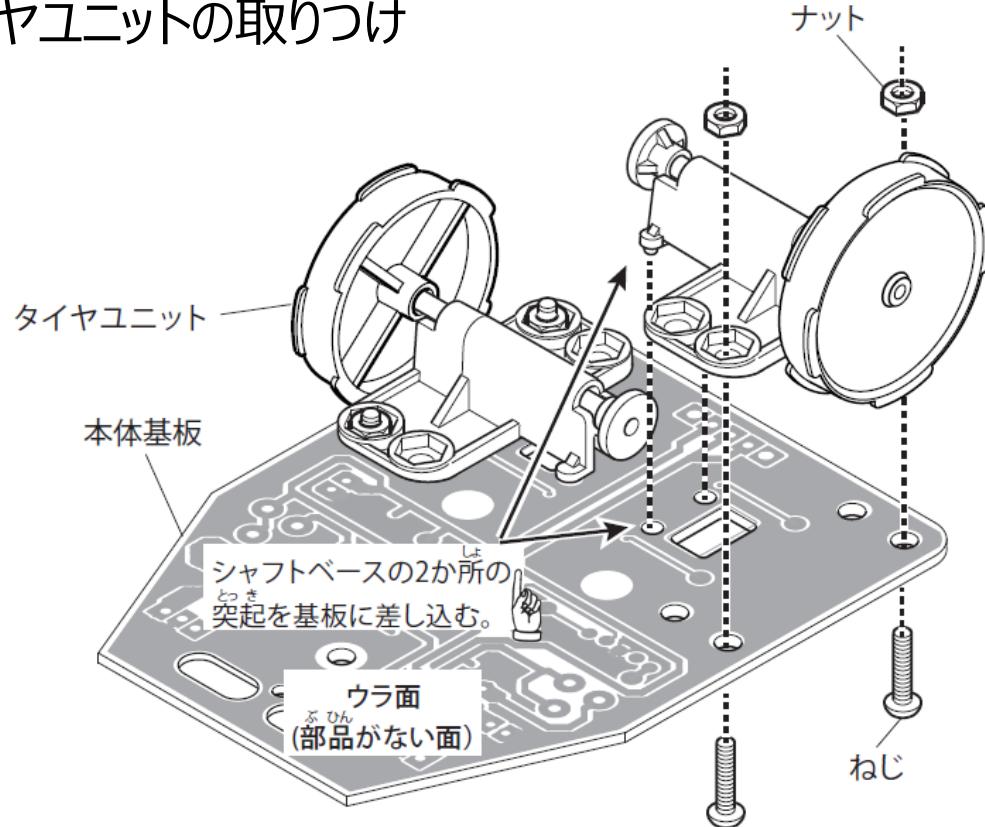


③シャフトキャップを打ち込む。

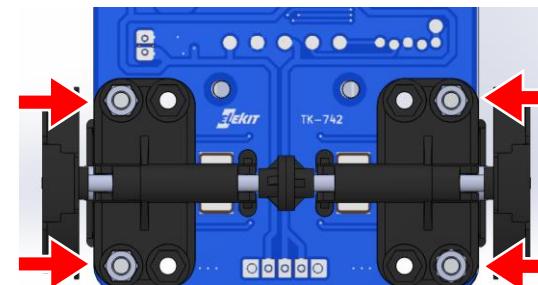


組み立て

[3]タイヤユニットの取りつけ



ねじ・ナットを取りつける
位置を確認。



組み立て

01
概要

02
始めよう

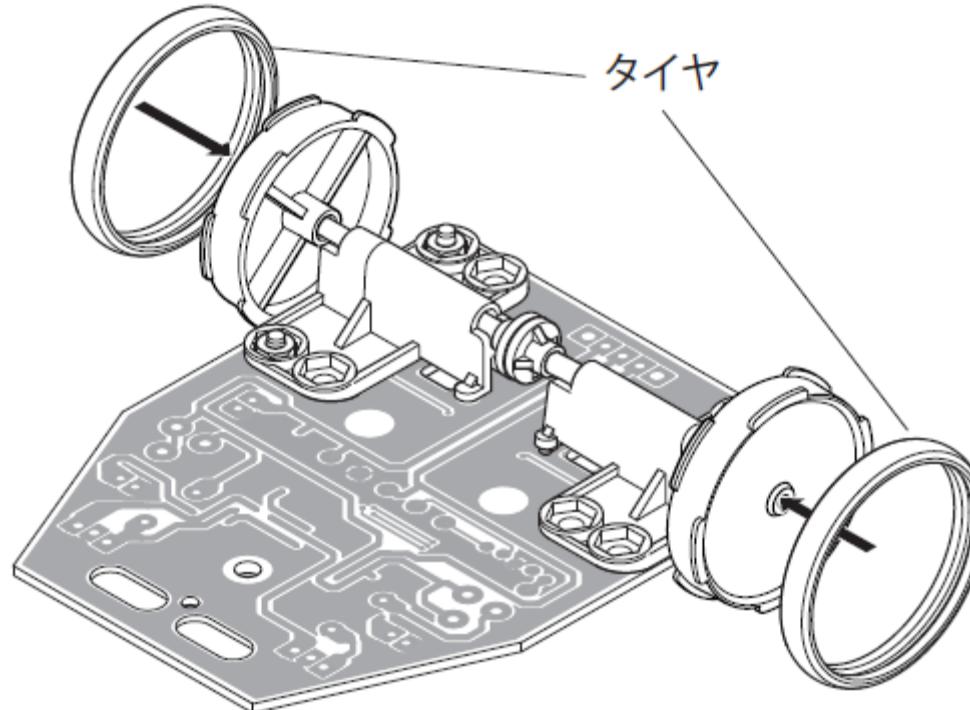
03
はんだ付け

04
組み立て

05
動作チェック

07
解説

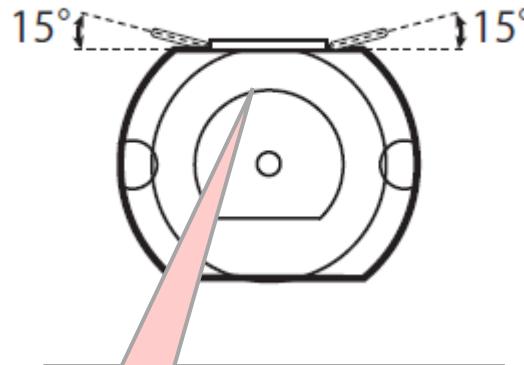
[4]タイヤの取りつけ



組み立て

[5]モーターの準備

モーターの端子を図と同じように起こしておく。

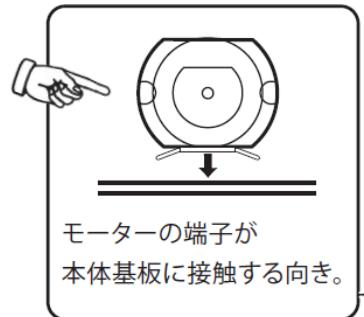


モーターの端子と本体基板のパターンが接触しないと電気が流れずモーターが動きません。

[6]モーターの取りつけ

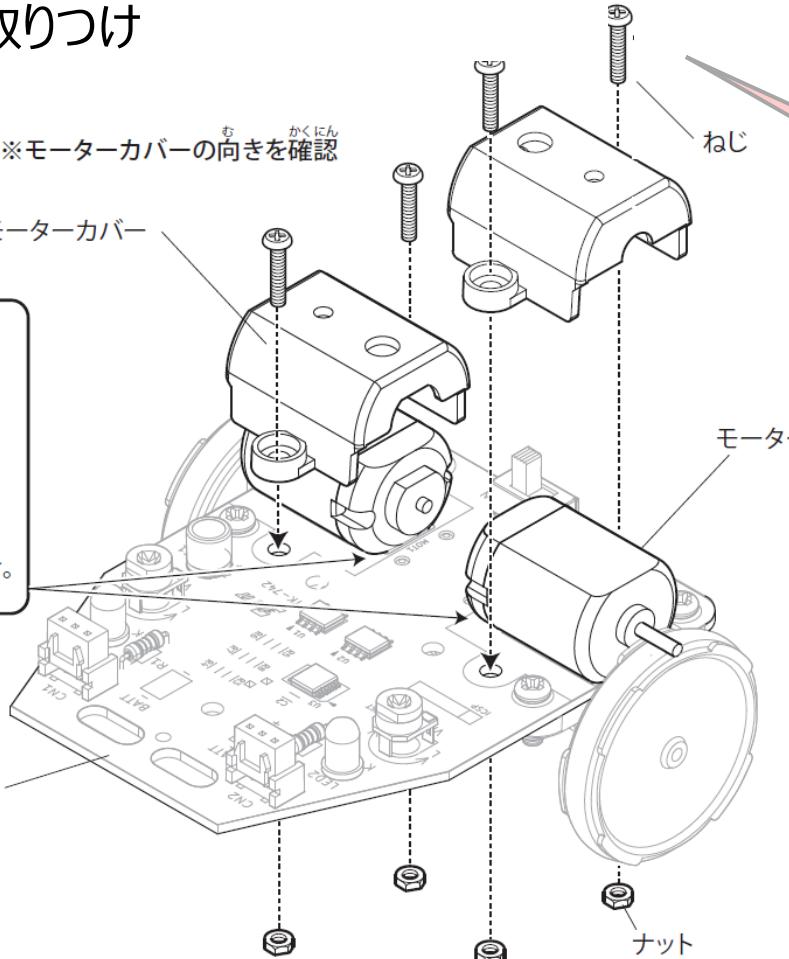
※モーターカバーの向きを確認

モーターカバー



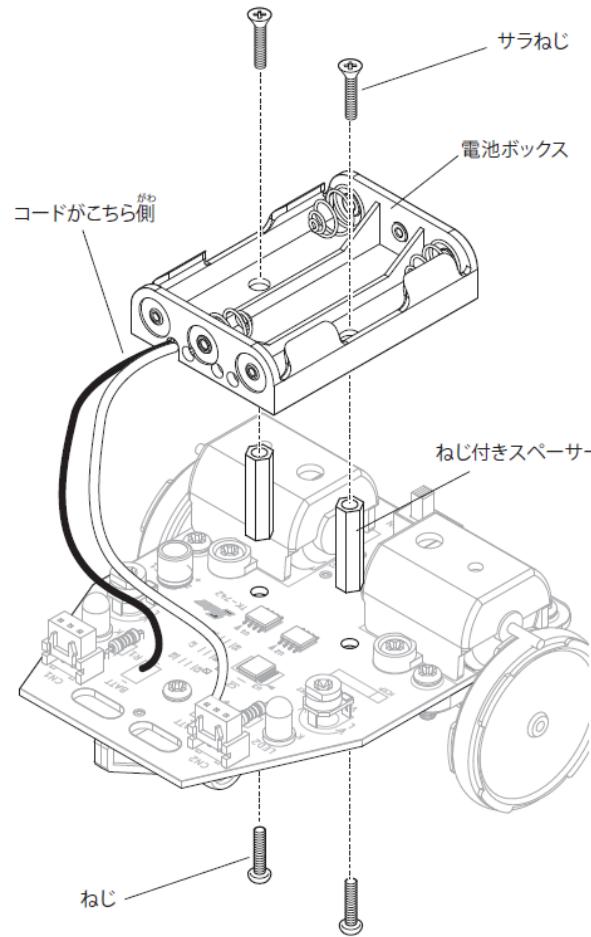
モーターの端子が本体基板に接触する向き。

本体基板オモテ



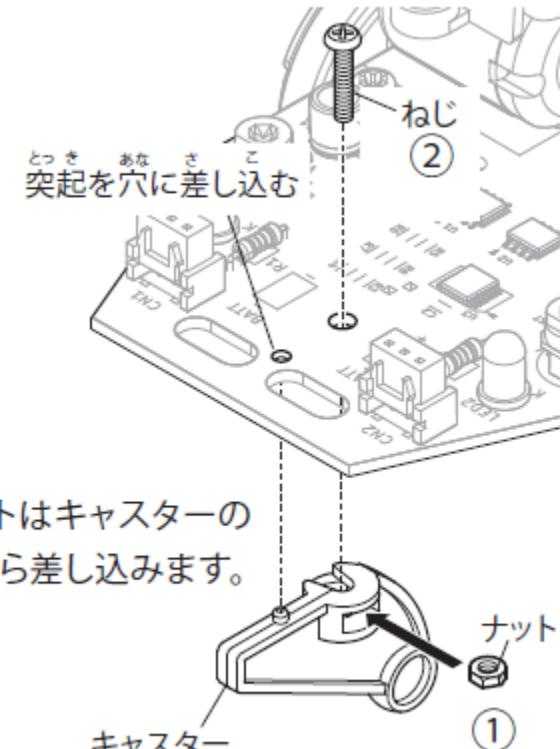
組み立て

[7]電池ボックスの取りつけ



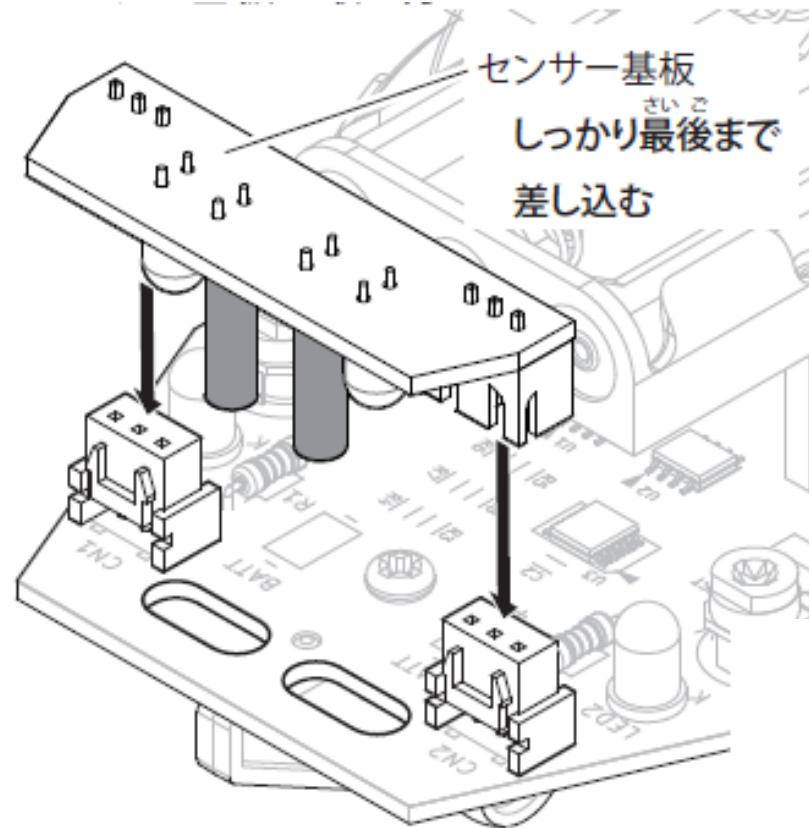
[8]キャスターの取りつけ

①→②の順で取りつける。

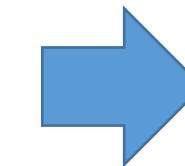


組み立て

[9]センサー基板の取りつけ



完成！



動作をチェック

チェック & 電池のセット

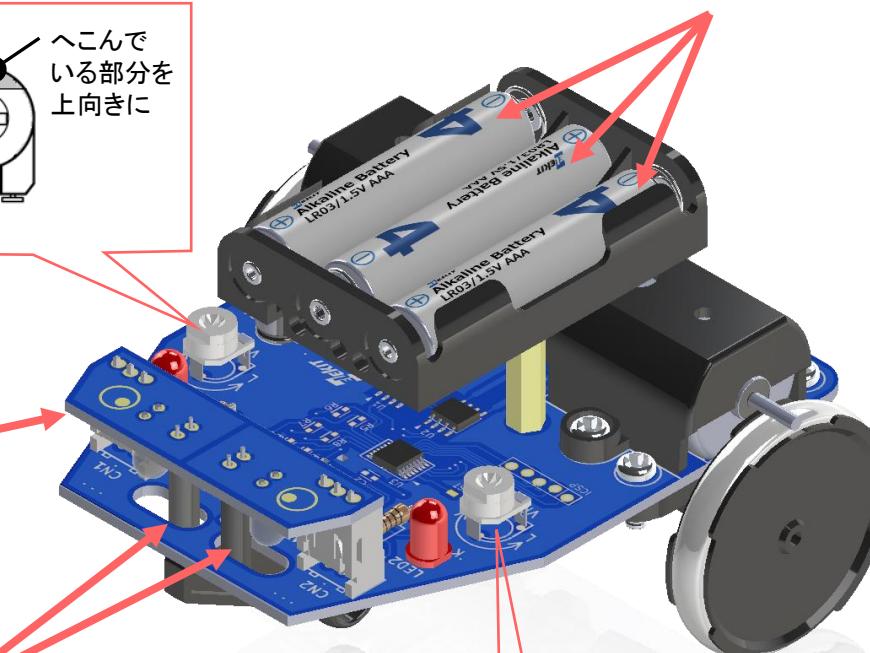


ポイントをチェックしたあとで、電池をセットします。

VRのツマミを
真ん中に
しておきます。



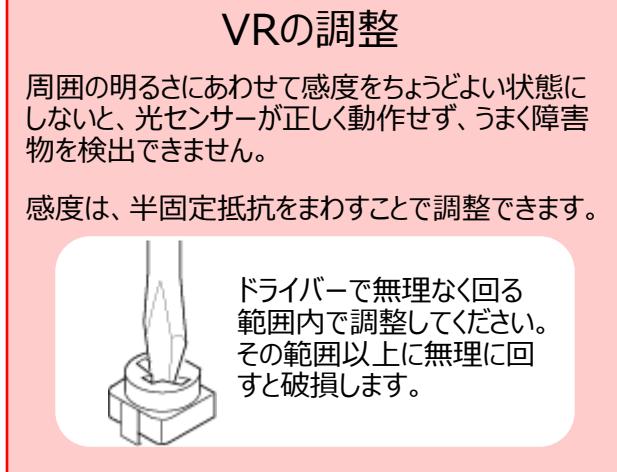
電池の向きをチェック
+ / - の向きを再確認



基板のとりつけ状態をチェック
しっかり最後までさしこんで
いますか？

黒色チューブがついている
ことをチェック

VRのツマミを真ん中に
しておきます。

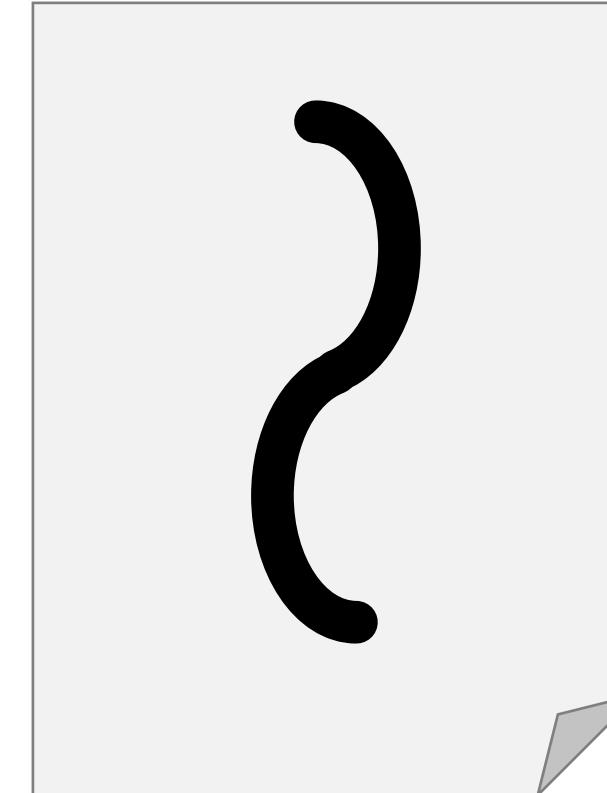
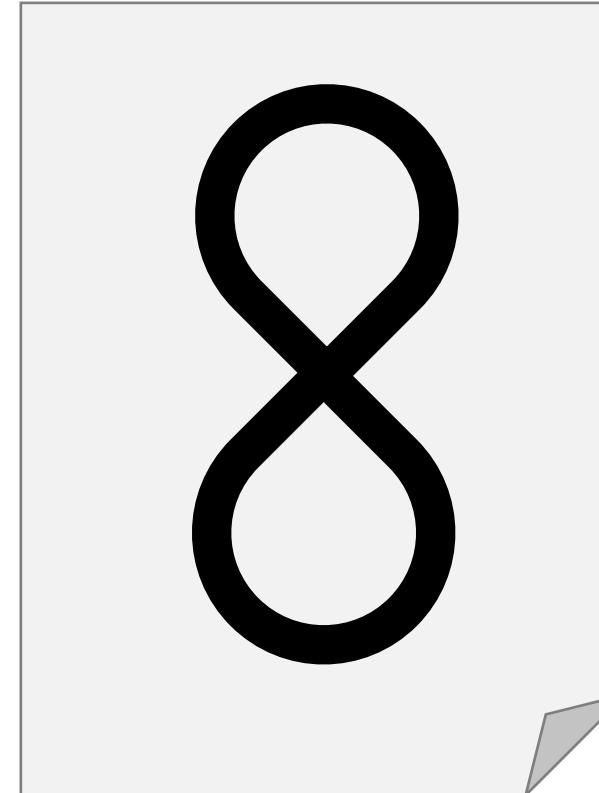
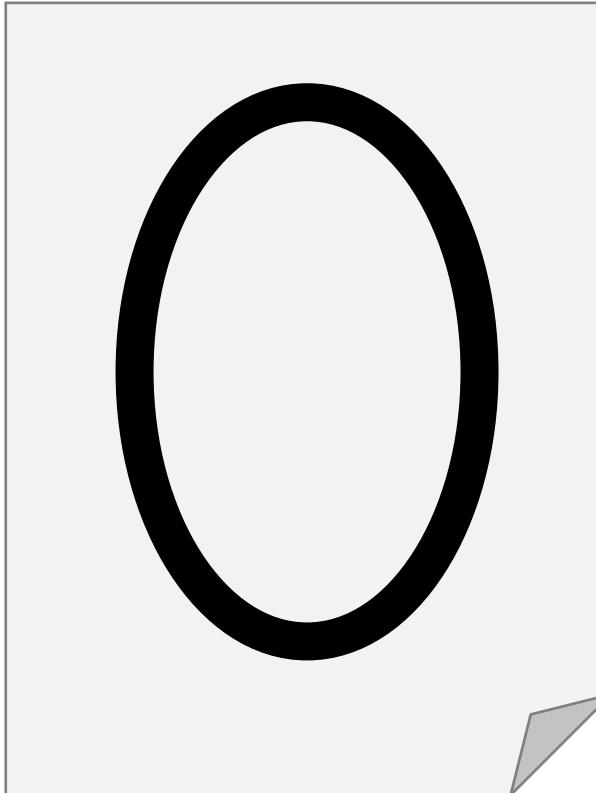


タイヤのとりつけ状態をチェック
ねじれたり、はずれかけたりしていませんか？

動作チェックの準備

大きめの白い紙に、油性のマジックで走行させるコースを書きましょう。

黒い線の幅は1cm以上にしましょう。



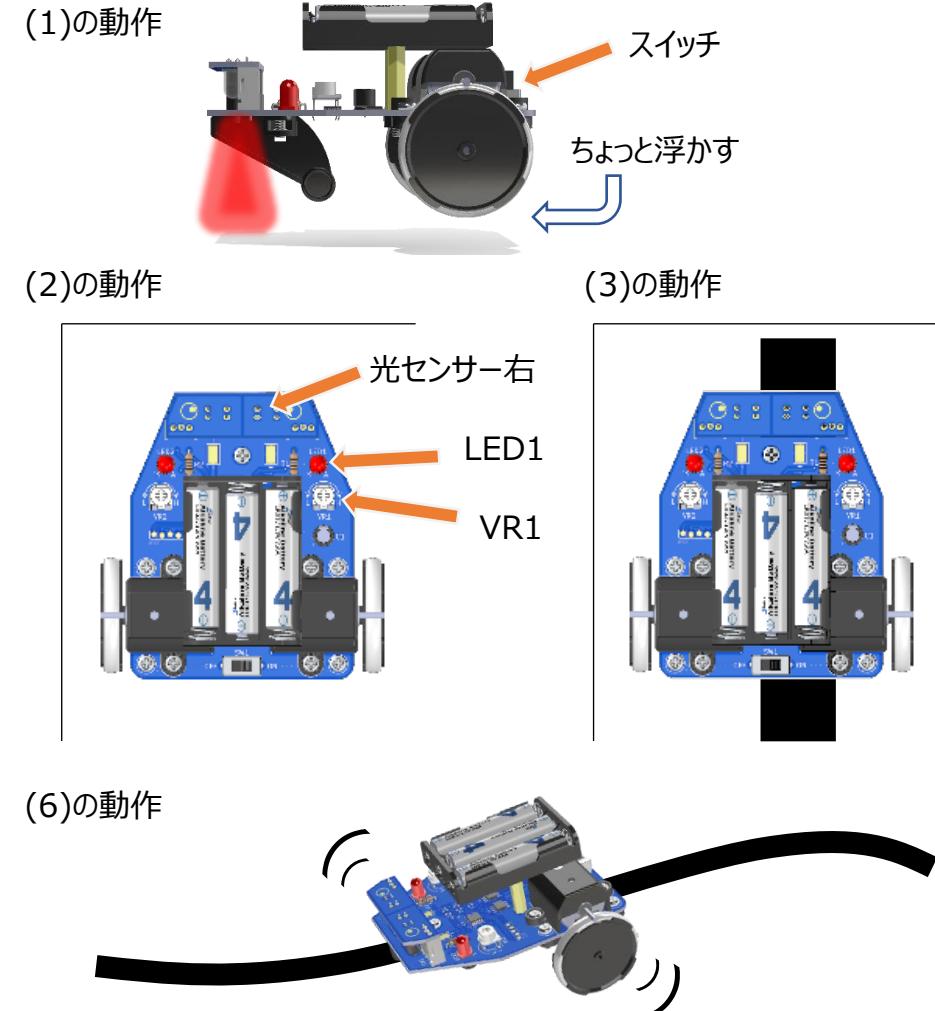
動作チェック



テーブルの上でチェックするときは、動作中の機体から目をはなさないこと！
センサーがうまく反応しなかったときに落下することがあります。

チェックの手順

- (1) タイヤを床から1~2mm浮かした状態で、スイッチをONへスライドすると、下向きLEDが数回点滅して点灯することをチェック。
- (2) 浮かしたまま、光センサー右が**白い紙の上**にくるように持つと、LED1が**点灯**することをチェック。
→点灯していなければ、**点灯するまでVR1を時計回りにゆっくり回す**。
- (3) 次に、光センサー右が**黒い紙の上**にくるように持つと、LED1が**消灯**することをチェック。
→消灯していなければ、**消灯するまでVR1を反時計回りにゆっくり回す**。
- (4) **白い紙の上ではLED1が点灯、黒い紙の上ではLED1が消灯**するようになるまで (2) と (3) を繰り返して調整します。
- (5) 光センサー左も同じように、**白い紙の上ではLED2が点灯、黒い紙の上では消灯**するようになるまでVR2のつまみの位置を調整します。
- (6) 左右のセンサー調整ができたら、コースの上に機体をのせて、線をたどるように進めばOKです！



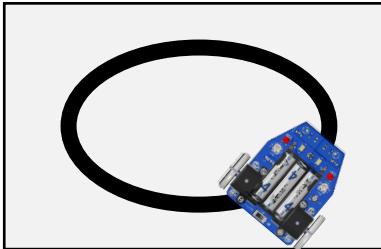
テーブルから落ちずに動き続ければ動作チェックはOKです！

トラブルシューティング

症状	ここをチェック
全く動かない	乾電池の(+)、(-)は正しい向きですか？ 電池ボックスの配線の(+)、(-)が逆になってしまですか？ 消耗した電池を混ぜてつかっていませんか？ 部品のはんだづけは正しくできていますか？
片方のモーターが動かない	動かない側のモーターの端子は、15度くらいに起こしましたか？ モーターカバーを力まかせにしめつけていませんか？少しゆるめてみてください。
発光ダイオード(LED)が点灯しない	LEDの極性が逆になってしまですか？
線をうまくとらない	センサーの感度は正しく調整されていますか？ センサー基板はしっかりと最後まで差し込まれていますか？ 黒色チューブは取り付けられていますか？ VR1、VR2、R1、R2は正しくはんだづけされていますか？

実験してみよう

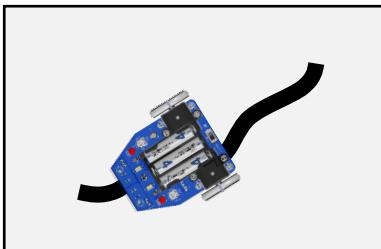
動きを確認して、なぜか考えよう。



感度調整をしないとどう動きますか？

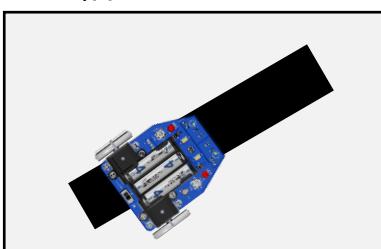
センサーをカバーを取り付けなかったら
どう動きますか？

途中で線がなくなる



線がなくなったときどう動きますか？

線の幅を太くする

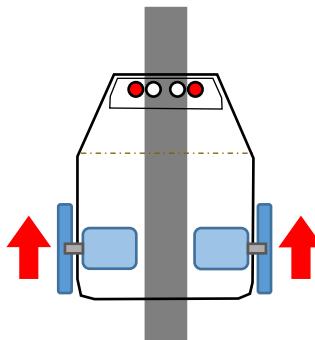


線が細いときと比べて同じ距離を進
む時間はどうなりましたか？

解説 ライントレース動作

光センサーが
右左とも線上

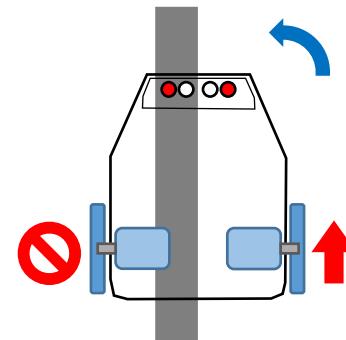
右モーター回転
左モーター回転



まっすぐ進む

光センサーが
左だけ線上

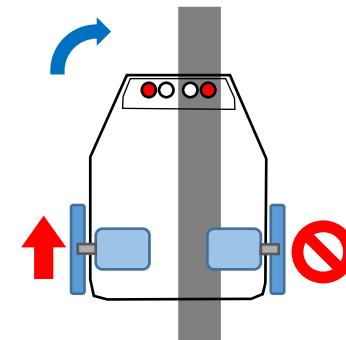
右モーター回転



左にまわる

光センサーが
右だけ線上

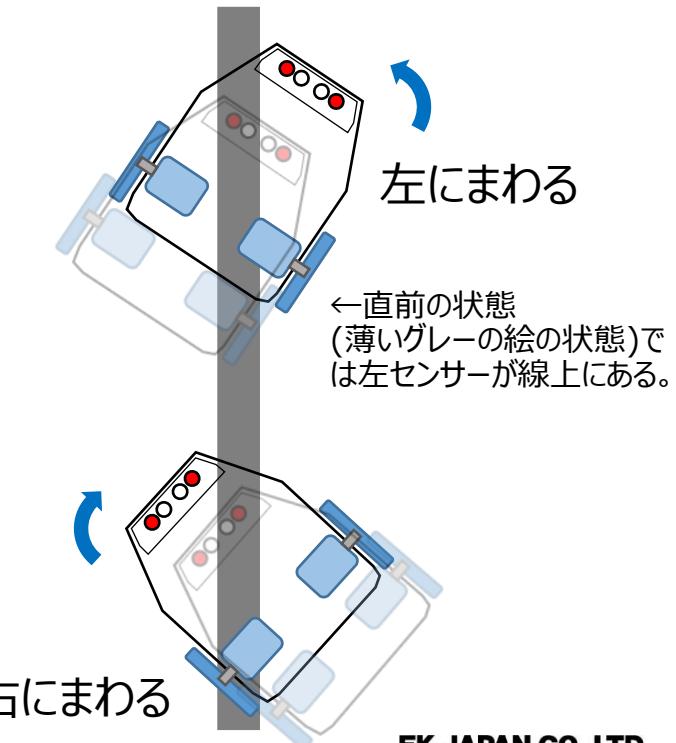
左モーター回転



右にまわる

光センサーが
左右とも線外

どちらのセンサーが最後に線上だったのかマイコンが覚えている。

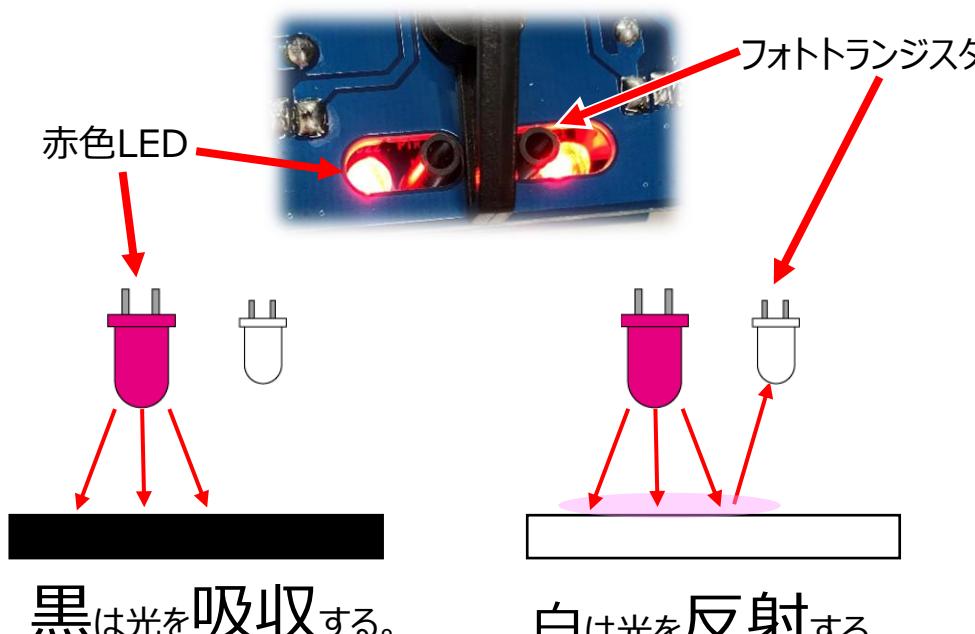


右にまわる

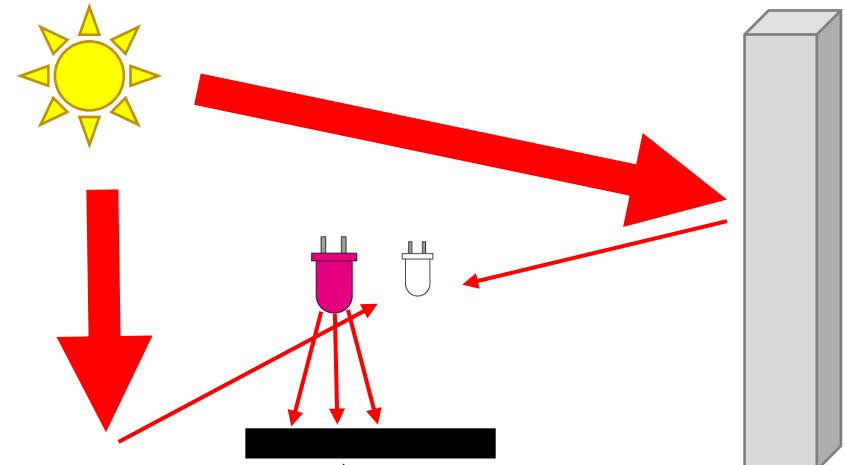
解説 光センサーの反応

白い紙の上／黒い紙の上のセンサーの反応

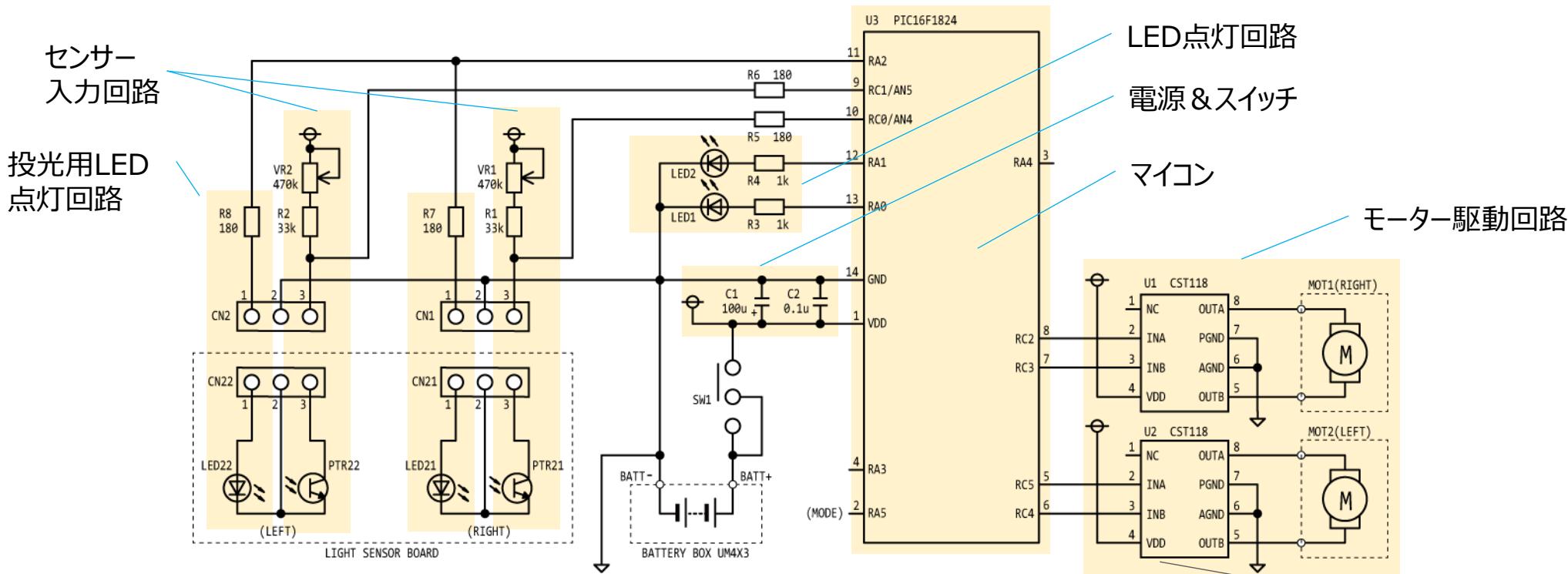
- ◆光センサーにはフォトトランジスタを使っています。フォトトランジスタは受け取った光の量で電流の量を変化させる部品です。電流の流れる量の違いで、明るいか暗いかを知ることができます。
- ◆「光」は黒い色したものに当たると吸収され、白い色したものに当たると反射するという性質を持っています。



周囲がとても明るいときのセンサーの反応



解説 回路図



光センサーが反応したときと反応していない時では
流れる電流が違うことを利用して明るい・暗いを判
定します。電流の流れる量が電圧に変換されて次
につながるマイコンに伝えられます。

2つのセンサーからの信号などが今どんな状態であるかをいつもチェックして、内部に書き込まれたプログラムに従って、モーターを駆動します。それらの処理はここにある1つのマイコン（マイクロコントローラ）の中に書き込まれているプログラムで処理しています。

モーターを動かすためには多くの電流が必要ですが、マイコンからは大きな電流を取り出しができないので、大きな電流を取り出せる専用のICを使ってモーターを駆動します。

解説 使用している電子部品

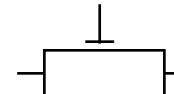
抵抗

電流の流れを制限して、回路にちょうど良い値にします。



半固定抵抗

感度調整のように、抵抗の値を環境に合わせて調整するときに使います。



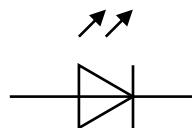
コンデンサ

電気を貯めることができ、電源の安定などに使われます。



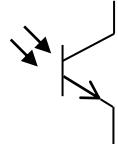
LED

蛍光灯や白熱電球に比べて少ない電流で光ります。



フォトトランジスター

光が入力されると、電気が流れやすくなる性質を持っています。



スイッチ

主に電源のON/OFFに使われます。



モーター

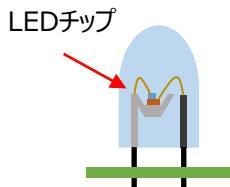
電気のエネルギーを回転エネルギーに変換します。アクチュエータと言われることもあります。



解説 LEDとフォトトランジスター

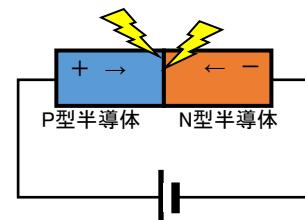
発光ダイオードを知ろう

LEDの内部は図のような構造になっています。



特性の異なった2つの半導体（P型半導体とN型半導体）が接合された「PN接合」で構成されます。これをLEDチップといいます。

LEDチップの中で「再結合」という現象が起きる時に生じた余分なエネルギーが光のエネルギーとなり発光します。

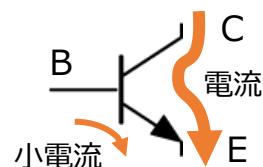
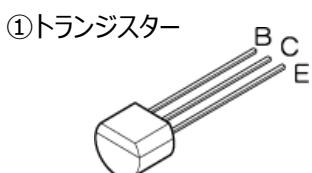


特徴

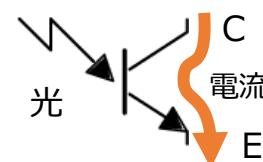
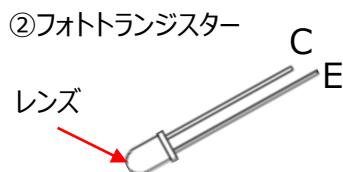
白熱電球や蛍光灯よりも省エネで発熱が少なく、長寿命。

フォトトランジスター

フォトトランジスターは、トランジスターと似た構造を持ち、同じような動作をします。トランジスターは、ベースに電流を流すとエミッタとコレクタに電気が流れるようになりますが、フォトトランジスターは、ベースに相当する部分に、光があたるような構造になっており、その部分に光が入力されると、エミッタとコレクタに電気が流れるようになる部品です。



B(ベース)に電流が流れると、C(コレクタ)とE(エミッタ)の間で電流が流れようになる。



レンズ部分に光があたると、C(コレクタ)とE(エミッタ)の間で電流が流れようになる。

フォトトランジスターも2種類の特性の違う半導体を組み合わせて作られています。

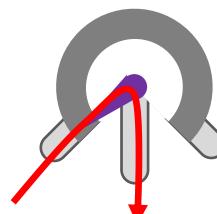
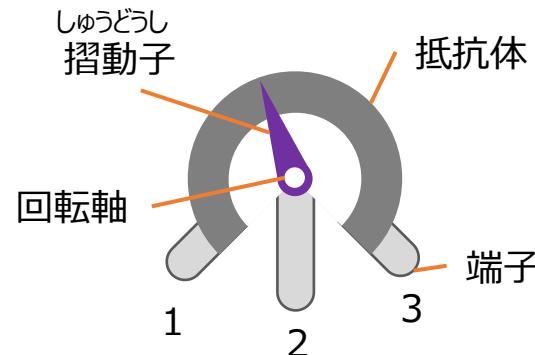
解説 ボリューム

ボリュームのしくみ

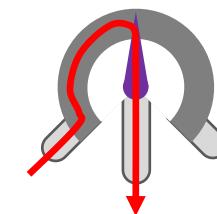
ボリュームとは、つまみを回すことで抵抗の値を変えることができる部品です。つまみは回転軸につながっていて、つまみを回すと回転軸が回ります。回転軸と一緒に摺動子(しゅうどうし)も移動します。摺動子と抵抗体が接する場所が変わることで、抵抗の大きさが変わるしくみです。

端子1と3の間の抵抗値がボリュームの最大の抵抗値で、端子1と2(または端子3と2)の間の抵抗値が可変したときの抵抗値になります。

摺動子の位置と、電流の経路を見ると、抵抗体を通る距離が違うのが分かると思います。抵抗体を通る距離が長いと抵抗の値が大きく、距離が短いと、抵抗が小さくなります。



摺動子が端子1に近い
端子1と2の抵抗 = 小



摺動子が端子1から遠い
端子1と2の抵抗 = 大

閑話

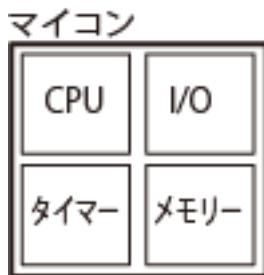
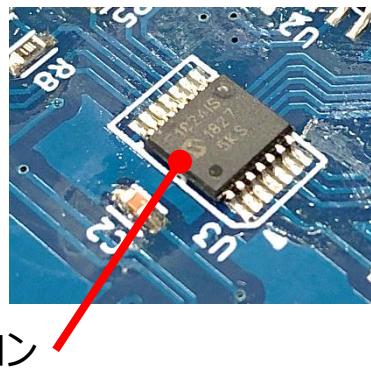
ボリュームとは一般的には音量を調整する可変抵抗や仕組みのことをいいますが、電子部品の分野では、音量調整用に限らず、可変抵抗のことをボリュームということもあります。

可変抵抗を英語にすると、
Variable Resistorとなり、
省略してVRと表記されることもあります。

解説 マイコン

全てを制御する心臓部

マイコンはマイクロコントローラーの略で、周辺装置を制御するためのプログラムがあらかじめ書き込まれています。このマイコン一つで必要な働きを行うことから「ワンチップマイコン」とも呼ばれます。



マイコンの内部は図のような構成になっています。

- ・CPU(中央演算処理装置)
計算や周辺装置の管理などを行う。
- ・メモリー
プログラムなどを記憶する。
- ・I/O(アイ・オー)
周辺機器と信号のやり取りを行う。
- ・タイマー
制御のタイミングなどをコントロール。

この4つがマイコンの基本的な構成です。

発展

身の回りでマイコンが使用されているものにはどんなものがあり、どのようなことをコントロールしているか調べてみよう。

洗濯機	例：洗濯の手順をコントロール
テレビ	例：チャンネルや映像のコントロール
カメラ	例：最適な撮影になるようにコントロール

最近の電気製品にはほとんどのものにマイコンが使用されています。複雑な手順の作業を間違えることなく、常に同じレベルで行うことができるからです。

また、自分でプログラムを作成してそのマイコンに書き込み、独自の機器を作成できる「マイコンボード」も多く販売されています。(micro:bit, Arduinoなど)

まとめ

センサー

身の回りには多くのセンサーが使われており、センサーの特徴を生かしたハードと組み合わせることで、希望する動作を実現している。

ライントレース

光は黒い物体には吸収され、白い物体では反射される。

センサーの状態で、モーターをON/OFFする仕組みだけでライントレース動作を実現している。

動力伝達

動力伝達方法の一つに摩擦車があり、摩擦による伝達方式は滑りにより、正確な回転数の伝達や、大きな力の伝達には向きである。

速度伝達率は、ライントレースカーの実際の部品の大きさで計算できる。

マイコンとプログラム

最近の電気製品にはほとんどのものにマイコンが使用されている。マイコンの中にはプログラムが書かれていて、複雑な手順の作業を間違えることなく、常に同じレベルで行うことができる。

必要とする動作が、どのような回路、メカの構造で実現しているのかを知るのは、技術的、科学的な目を育てます。

これから身の回りの機器はもっと高度にもっと複雑になっていくでしょう。その中で、その機器の動作を技術的な目で見てみることはますます大切になります。

