

# 平成27年度 東京工業大学ロボット技術研究会 回路講習会①

日時:平成27年5月7日(木) 18:00~19:30

場所:S221

講義担当者:けり @Ryokeri14

# 第1回 全内容

1. 講義日程
2. 担当
3. 講義の目的
4. 電子工作のきっかけ
5. おすすめのサイト
6. おすすめの書籍
7. 秋葉原の電子部品店
8. 電子工作を始めるには
9. 電子回路とは
10. 電子回路の分類
11. アナログとデジタルの相互関係
12. 回路図の書き方
13. 回路のベース
14. ユニバーサル基板
15. プリント基板
16. ブレッドボード
17. ブレッドボードの使い方
18. ブレッドボードの使用例
19. ブレッドボードを使用するうえでの注意
20. 電源の種類
21. 抵抗
22. コンデンサー
23. コンデンサの種類
24. ダイオード
25. 発光ダイオード
26. LEDの抵抗の計算
27. トランジスタ
28. トランジスタの種類
29. バイポーラトランジスタ
30. Nchトランジスタ
31. Pchトランジスタ
32. トランジスタの注意
33. FET
34. 主なFET
35. バイポーラトランジスタとFET
36. 電子部品を使うときは
37. 宿題・トランジスタ

# 第1回 目次

- [1. 講義の概要](#)
- [2. 電子工作を始めるには](#)
- [3. 電子回路とは](#)
- [4. 回路図の書き方](#)
- [5. 電子部品の基礎知識](#)
- [6. 宿題](#)

←  
目次に戻る

※クリックするとそのページにジャンプします。

# 第1回 目次

- [1. 講義の概要](#)
- [2. 電子工作を始めるには](#)
- [3. 電子回路とは](#)
- [4. 回路図の書き方](#)
- [5. 電子部品の基礎知識](#)
- [6. 宿題](#)

- [1. 講義日程](#)
- [2. 担当](#)
- [3. 講義の目的](#)

←  
目次に戻る

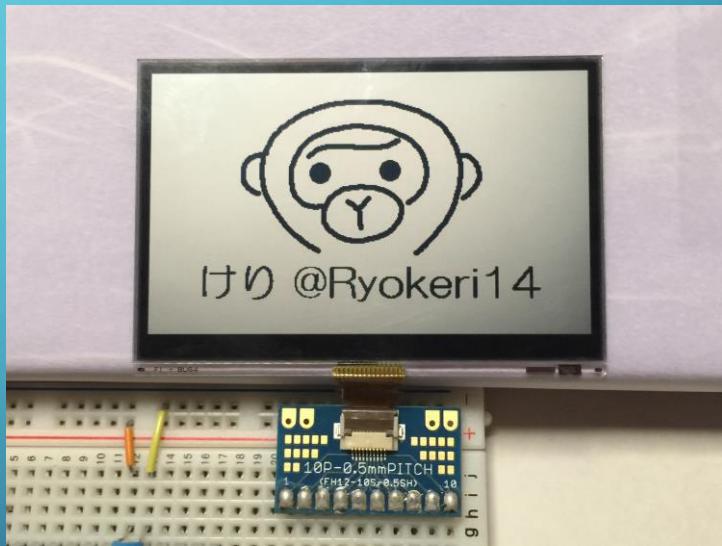
※クリックするとそのページにジャンプします。

# 講義日程

- 第一回 平成27年5月7日(木)
  - 電子部品の基礎知識
- 第二回 平成27年5月14日(木)
  - はんだ付けとマイコン
- 第三回 平成27年5月21日(木)
  - デジタル回路入門
- 第四回 平成27年5月28日(木)
  - センサ回路設計

# 担当

- 名前 けり
- Twitter @Ryokeri14
- 入学年 2014年(現在学部2年)
- 学科 制御システム工学科
- 趣味 電子工作



# 講義の目的

- 電子工作をほとんどしたことがない人が電子工作をするきっかけを作る.
- 電子工作を楽しさを知ってもらう.

# 第1回 目次

- [1. 講義の概要](#)
- [2. 電子工作を始めるには](#)
- [3. 電子回路とは](#)
- [4. 回路図の書き方](#)
- [5. 電子部品の基礎知識](#)
- [6. 宿題](#)

←  
目次に戻る

※クリックするとそのページにジャンプします。

- [1. 電子工作のきっかけ](#)
- [2. おすすめのサイト](#)
- [3. おすすめの書籍](#)
- [4. 秋葉原の電子部品店](#)
- [5. 電子工作を始めるには](#)

# 電子工作のきっかけ

- 自分で作りたいものがある
  - 作りたいものがあるなら、それがきっかけだ！
- 他人が作ったものを見て、作ってみようと思う
  - 口技研では、みんながさまざまなものを作っているのでそれをきっかけにする。
- イベントや大会に参加(出展)する
  - ロボコンや展示会に出ることで、ロボットなどをルールに合わせて作る。  
→口技研では初心者向けのロボコン「F<sup>3</sup>RC」の参加を勧めています。



# おすすめのサイト

- 「趣味の電子工作」

[http://www.piclist.com/images/www/hobby\\_elec/menu.htm](http://www.piclist.com/images/www/hobby_elec/menu.htm)

- 「電子工作etc」

<http://www8.plala.or.jp/lnHisTime/>



## 趣味の電子工作によるこそ

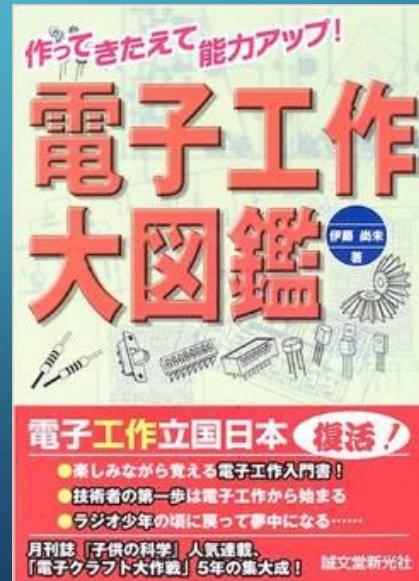


出版のご案内

- クイック・インデックス
- 電子回路工作 入門
- 電子回路工作 素材集
- 電子回路工作 事例集
- PIC入門
- PICを使用した電子回路集

# おすすめの書籍

- 渡波郁(2003年) 「CPUの創り方」 毎日コミュニケーションズ
- 伊藤尚未(2006年)  
「電子工作大図鑑—作ってきたえて能力アップ!」  
誠文堂新光社
- トランジスタ技術



# 秋葉原の電子部品店

- 秋月電子通商
  - さまざまな電子部品を安価で売っている。とにかく安い！
  - 部品数があまり多くなくて、目当てのものがないこともある。
- 千石電商
  - 店舗がたくさんあり、かなり多くの種類の部品を扱っている。
  - 工具もたくさん売っている。
- マルツパーツ
  - かなり多くの部品を上品質で扱っている。ただし、価格は高い。
- 西川電子部品
  - ネジや、圧着端子、コネクタを多く扱う。地味に重要なお店。

# 電子工作を進めるには(1)

- まずは、他人の真似をする！
- インターネット上のブログや、口技研の先輩が過去に作ったものをそっくりそのまま真似をして作ってみる。  
→正常に動くことが保障されているから、ここ重要！
- 正常に動いたら、それを少しずつ変えていって、自分オリジナルのものに変えていく。そのときも動作を確認しながら進めるとよい。  
→一番怖いのは、動かないこと

# 電子工作を進めるには(2)

- 電子工作は**経験**がかなり重要な要素になる
  - 「〇〇をするには△△をすればよい」を増やす
- 原理がわからなくても、とりあえず動けばよい(趣味だから)
  - 原理をすべて理解してから作ろうとすると、理解するだけで疲れてしまって、実際に作る体力がなくなってしまう。
  - 動作が確認されてから、原理を確かめるのでも遅くない。  
→動作を実際に見てから原理を学んだほうが、わかりやすいかも？

# 第1回 目次

- [1. 講義の概要](#)
- [2. 電子工作を始めるには](#)
- [3. 電子回路とは](#)
- [4. 回路図の書き方](#)
- [5. 電子部品の基礎知識](#)
- [6. 宿題](#)

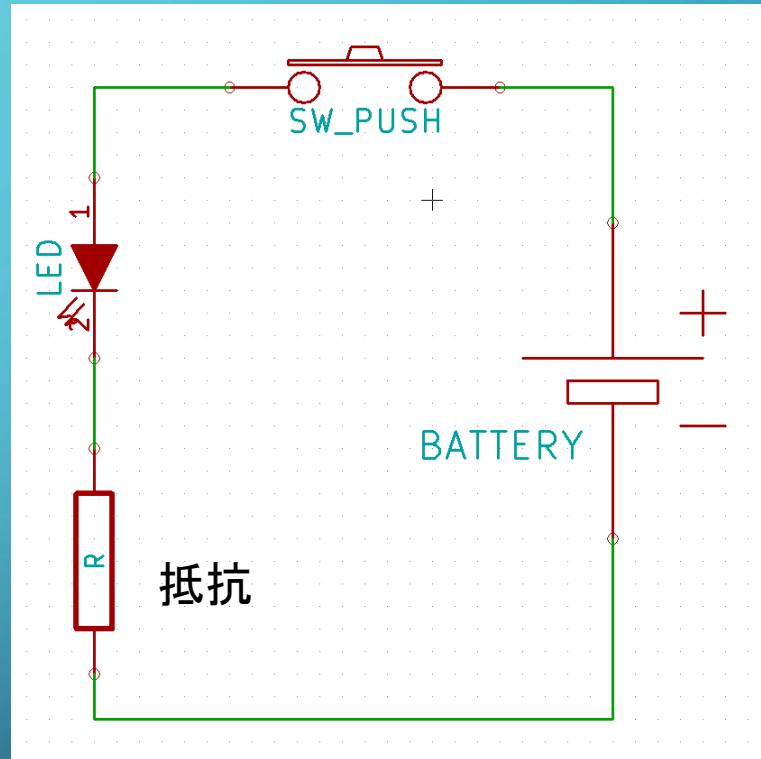
←  
目次に戻る

※クリックするとそのページにジャンプします。

- [1. 電子工作とは](#)
- [2. 電子工作の分類](#)
- [3. アナログとデジタルの相互関係](#)

# 電子回路とは

- 電気が、電源の+から動かしたい電子部品を通って電源の-に戻ってくる1周の輪.



# 電子回路の分類

- アナログ回路
  - 電圧がさまざまな値をとりうる  
→ ややこしい



- デジタル回路
  - 電圧は、0Vまたは電源電圧のどちらか  
→ 明確



# 電子回路の分類

- アナログ回路

- センサー

- 温度計, 距離計, 回転角度センサ, 加速度センサ

- オーディオ

- アンプ

- パワー

- 電源装置, モーター

- デジタル回路

- 論理回路

- IC(集積回路)

- 制御回路

- マイコン(マイクロコンピュータ)

# アナログとデジタルの相互関係

- ロボットを作るときはもちろんどちらも使う
- ADC(AD変換, アナログtoデジタル変換)
  - AD変換器(電圧を数値にしてくれる)
  - センサー
- DAC(DA変換, デジタルtoアナログ変換)
  - DA変換器(数値から電圧を生成)
  - モーター

# 第1回 目次

- [1. 講義の概要](#)
- [2. 電子工作を始めるには](#)
- [3. 電子回路とは](#)
- [4. 回路図の書き方](#)
- [5. 電子部品の基礎知識](#)
- [6. 宿題](#)

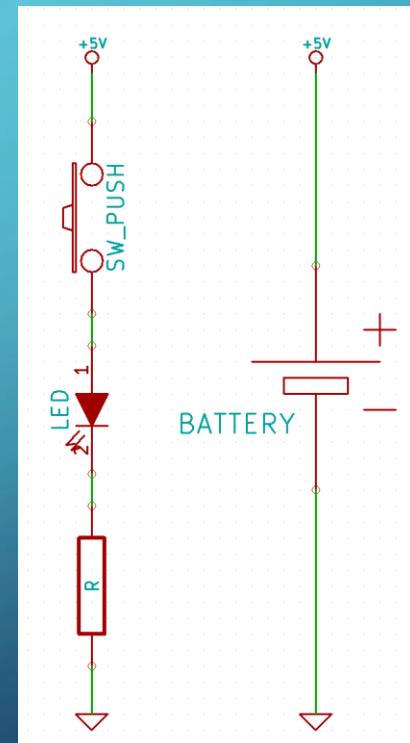
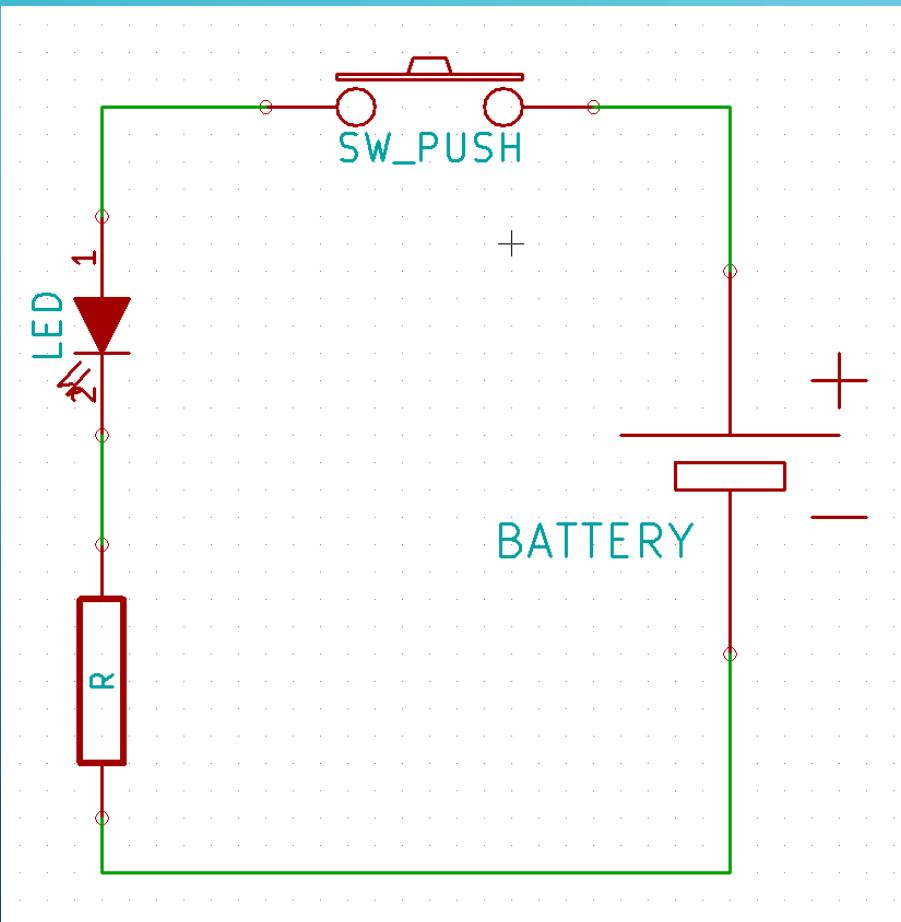
- [1. 回路図の書き方\(1\)](#)
- [2. 回路図の書き方\(2\)](#)
- [3. 回路図の書き方\(3\)](#)

←  
目次に戻る

※クリックするとそのページにジャンプします。

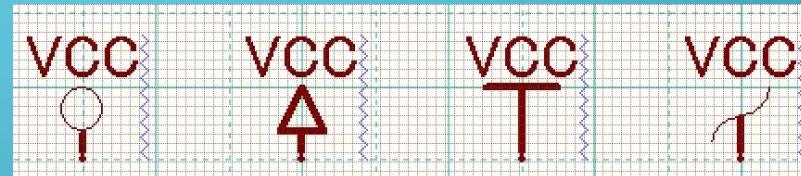
# 回路図の書き方(1)

- この2つの回路図は、全く同じことを表す。
- 右の図では、バッテリーの記述を省略することもある。

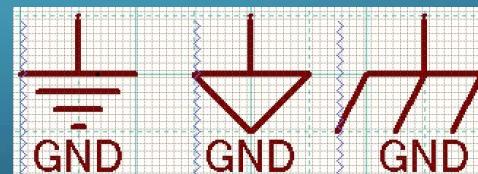


## 回路図の書き方(2)

- 電源の+側を表すVCC(ブイシーシー)電位は5Vとかさまざま
  - よく使うので上向きの矢印などでどこからでもアクセスできるようにする.
  - さまざまな書き方があるので注意.



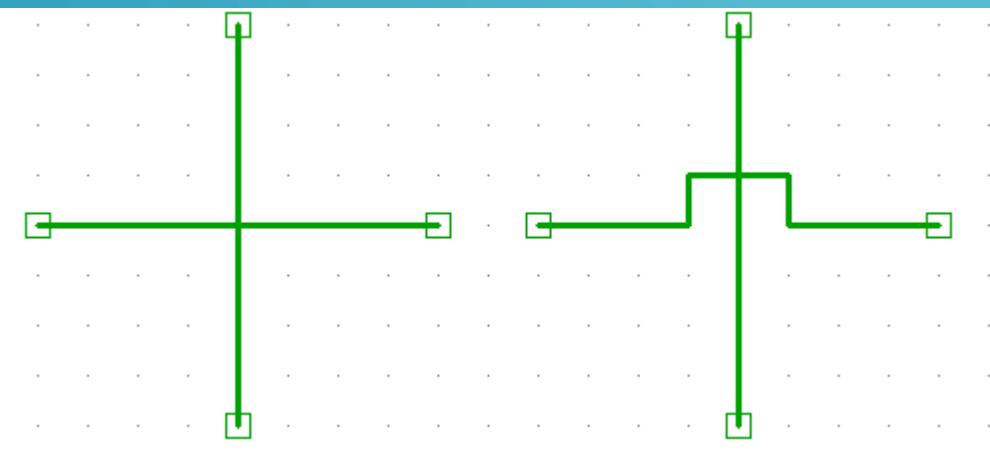
- 電源の一側を表すGND(グラウンド)電位は0V
  - よく使うので下向きの矢印などでどこからでもアクセスできるようにする.
  - さまざまな書き方があるので注意.



# 回路図の書き方(3)

- 分岐の書き方
  - これもさまざまな書き方がある.  
→要はつながっているのか否かがわかればよい

こちらは交差しているがつながっていない.



こちらはつながっている.



# 第1回 目次

1. [講義の概要](#)
2. [電子工作を始めるには](#)
3. [電子回路とは](#)
4. [回路図の書き方](#)
5. [電子部品の基礎知識](#)
6. [宿題](#)

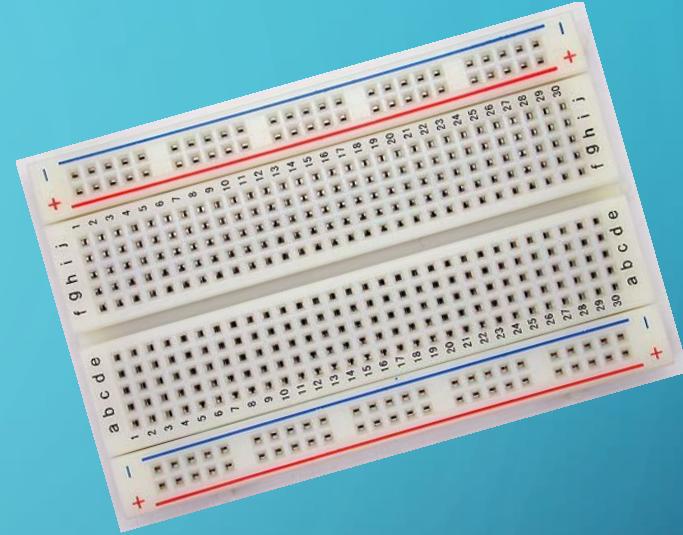
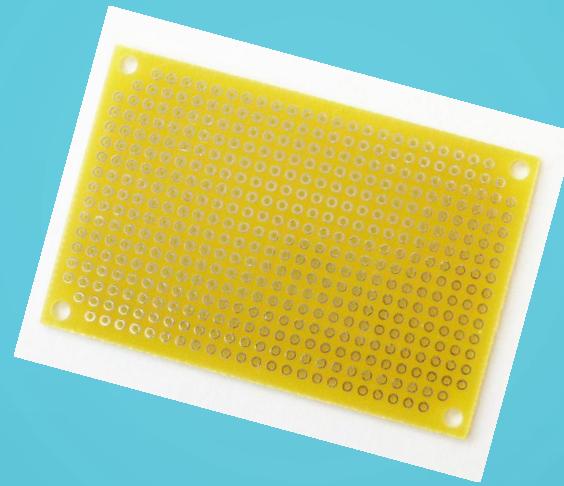
1. 回路のベース
2. 基板
3. ブレッドボード
4. 電源種類
5. 抵抗
6. コンデンサー
7. ダイオード
8. トランジスタ

[目次に戻る](#)

※クリックするとそのページにジャンプします。

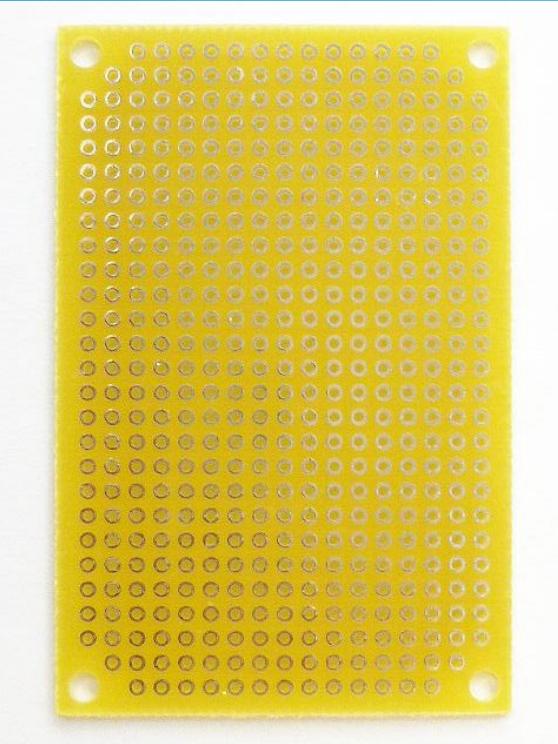
# 回路のベース

- 基板
  - ユニバーサル基板
    - 穴がたくさん開いていて自由に部品を差して裏で配線(はんだ付け)をする
  - プリント基板
    - あらかじめ配線されているので、部品を差して半田付けするだけで回路ができる
- ブレッドボード
  - 穴がたくさん開いていて、電子部品を差すだけで回路を組める。はんだ付けがいらない。

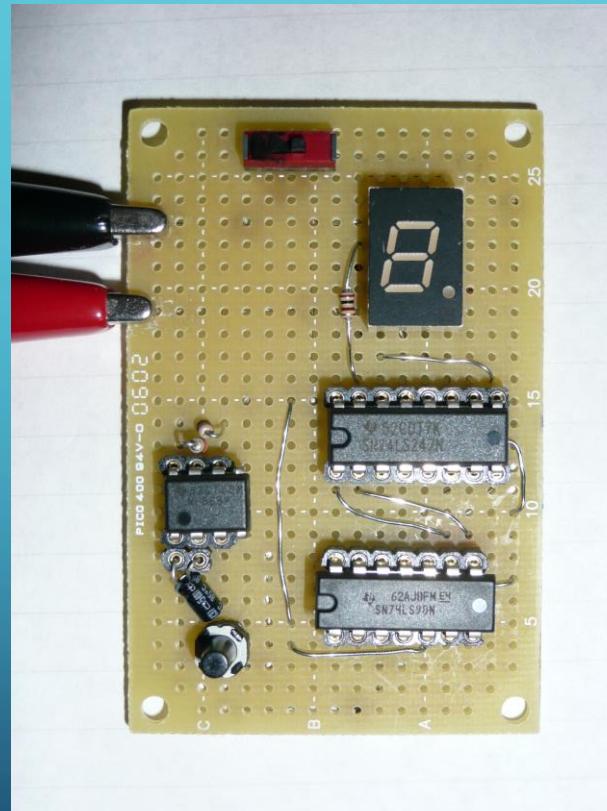


# ユニバーサル基板

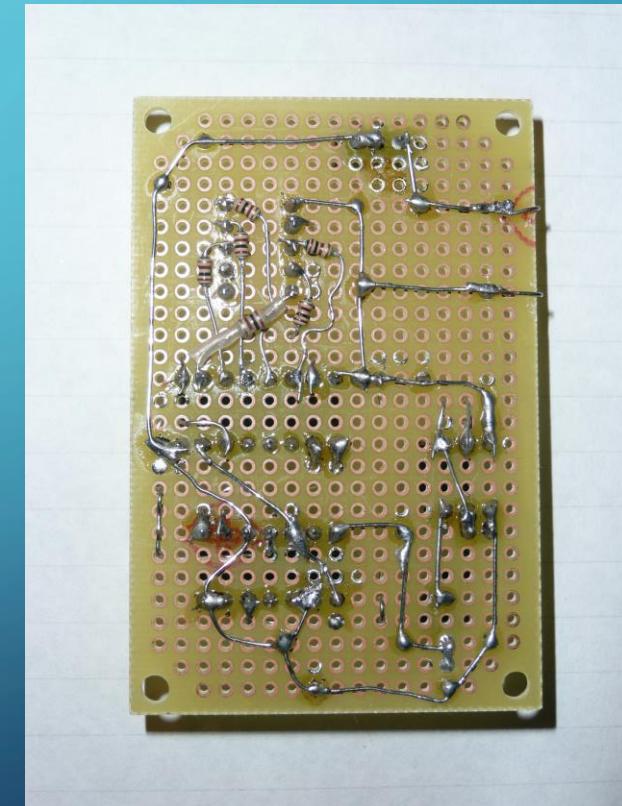
穴がいっぱい



表に部品

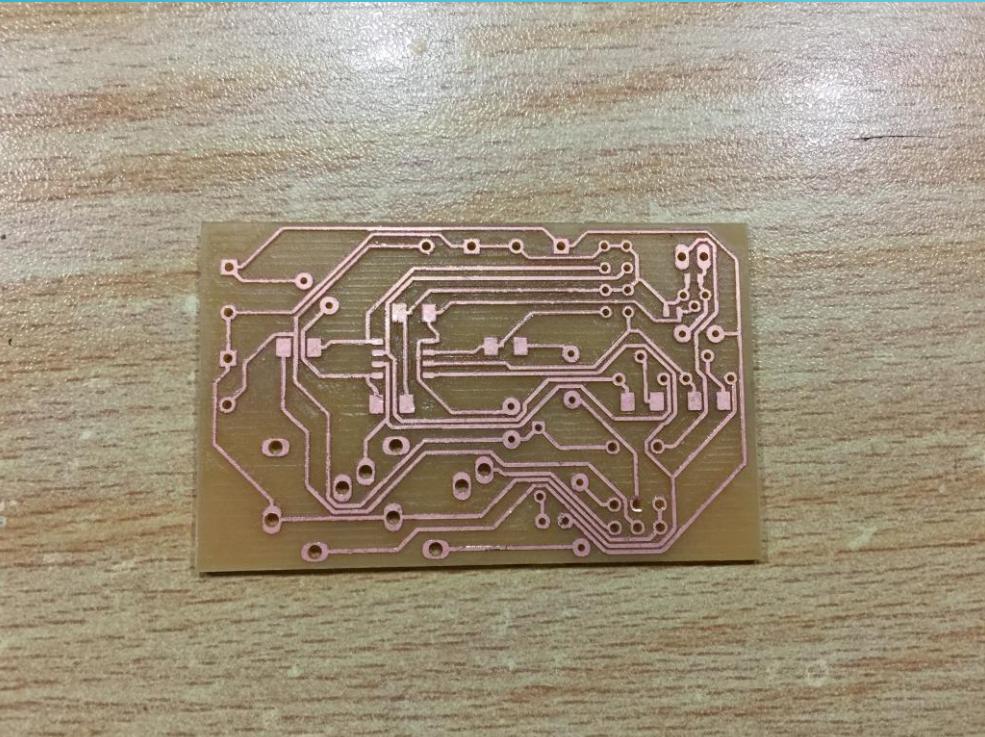


裏で配線

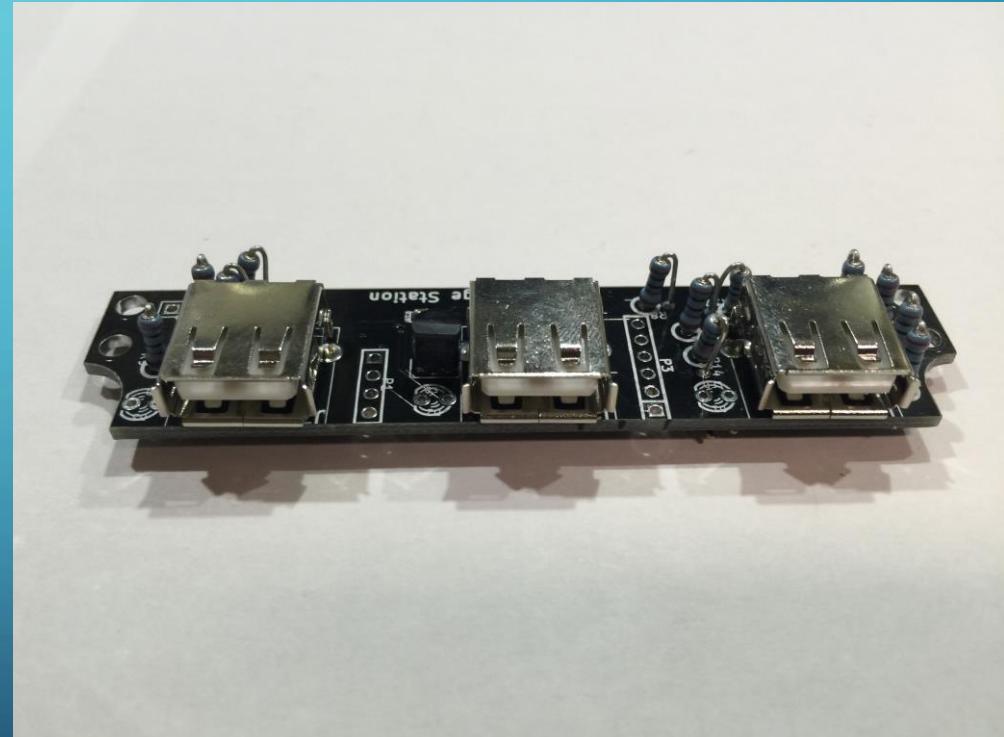


# プリント基板

あらかじめ配線されている

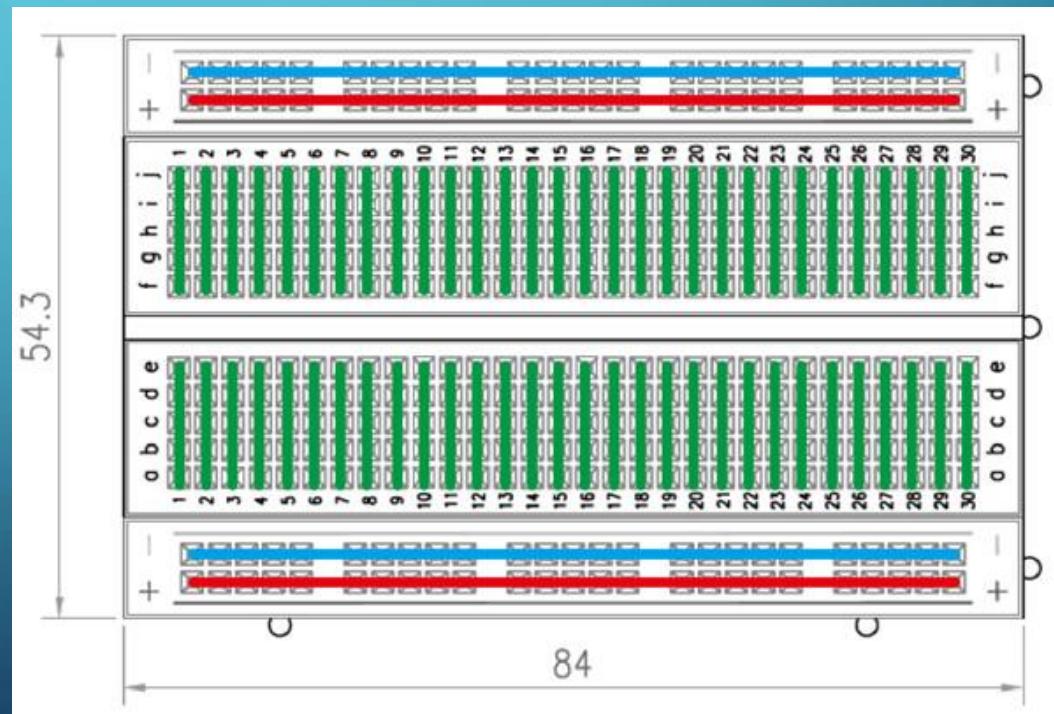
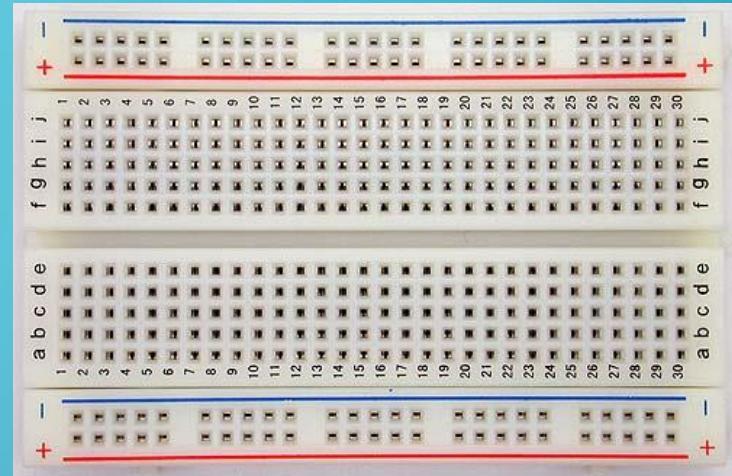
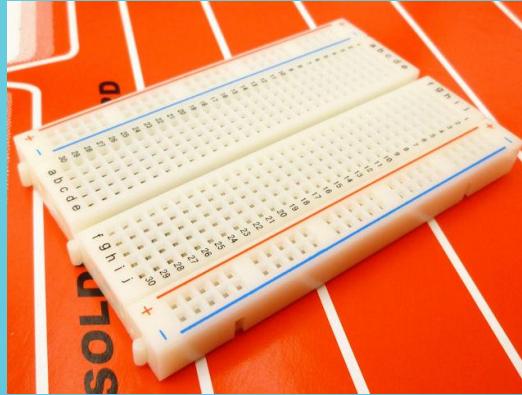
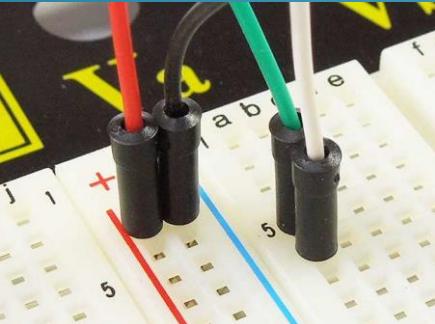


部品を取り付けるだけ



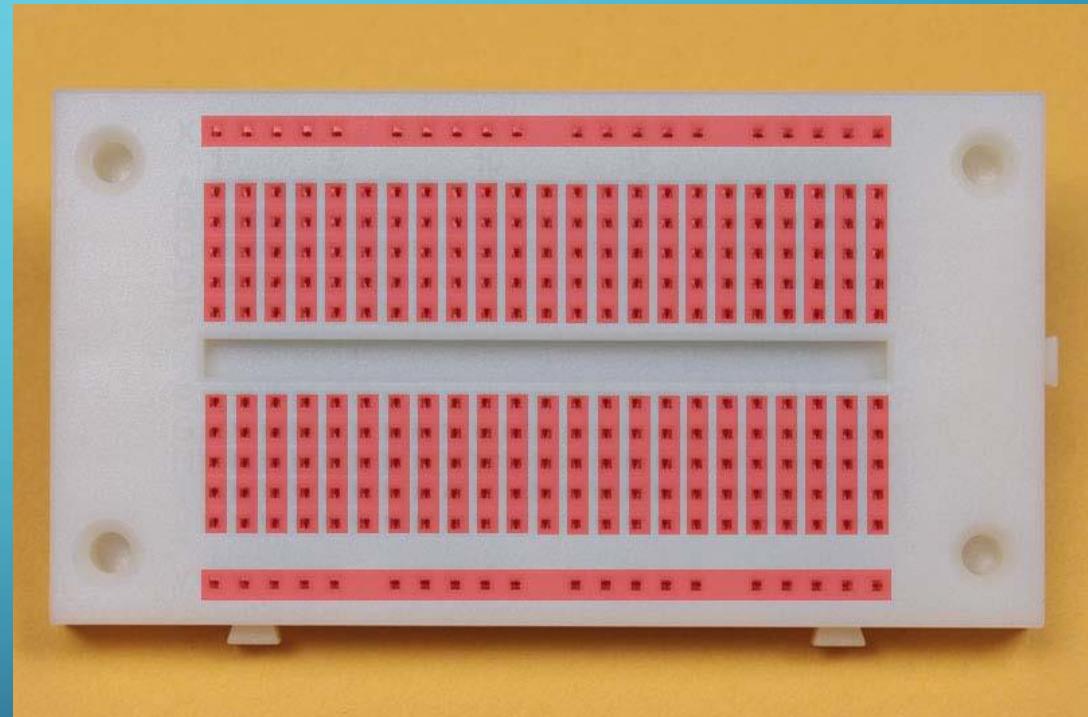
# ブレッドボード

- 抜き差し可能な穴がたくさん開いている。
- 内部では右図の色線ように配線されている。
- ジャンパーウイヤで配線していく。

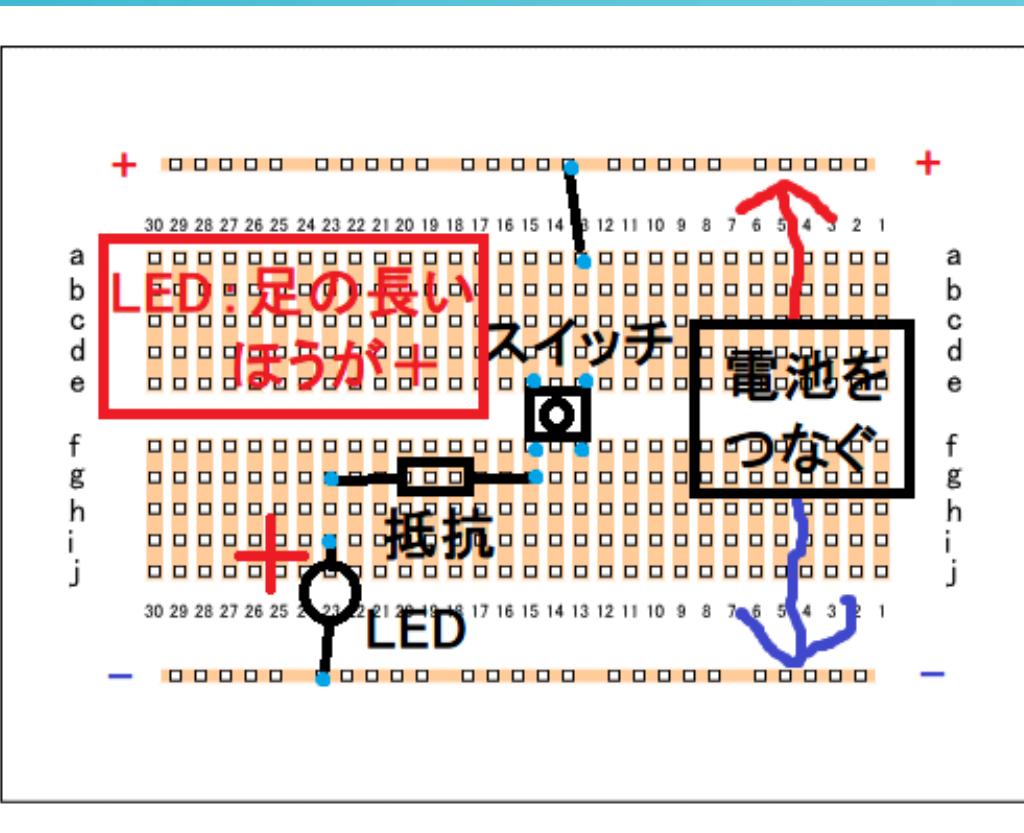


# ブレッドボード

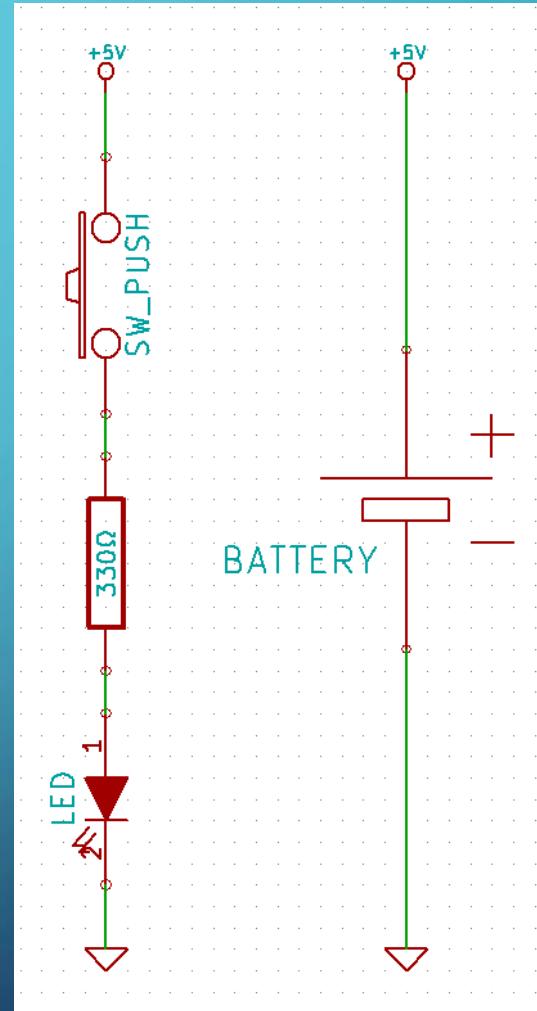
- 部室にあるのは上下に電源ライ  
ンが1本通ったもの.



# ブレッドボードの使い方

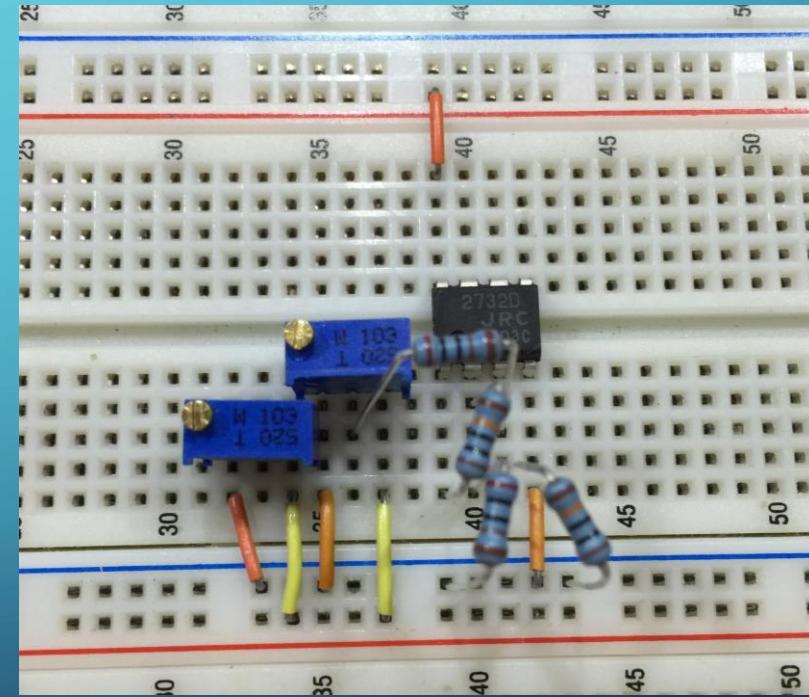
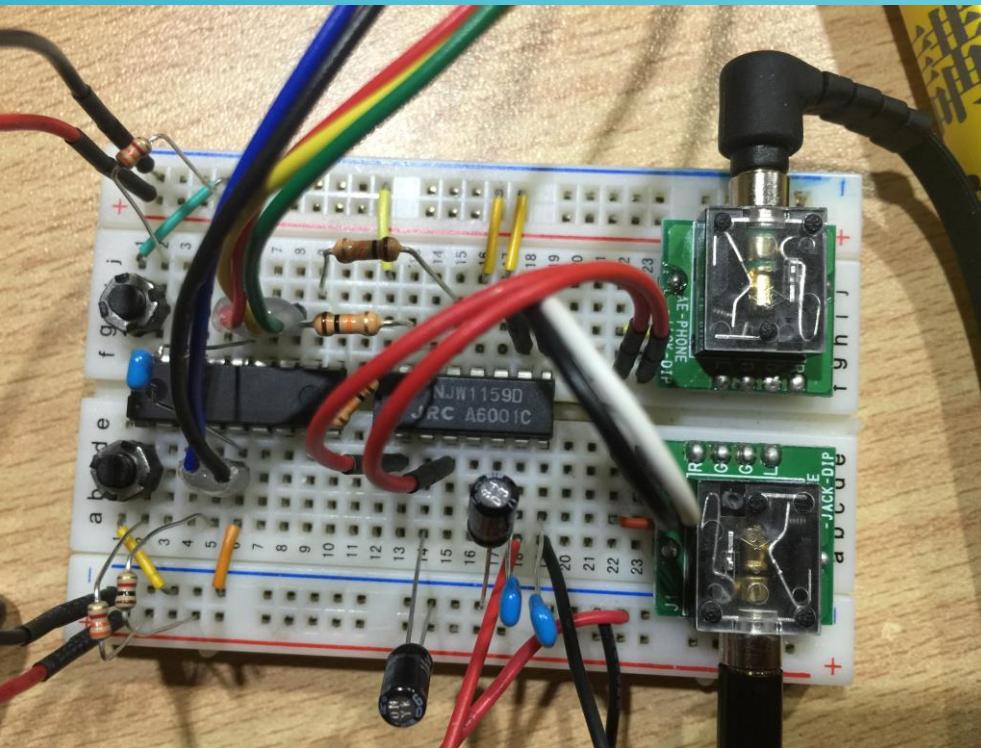


==



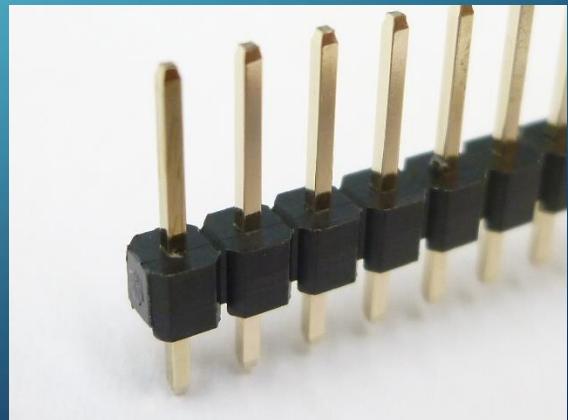
# ブレッドボード使用例

上下には横向きに電源ラインがあるからどこからでも電源に接続できる。



# ブレッドボードを使用するうえでの注意

- ・ジャンパワイヤを導線代わりに使って、はんだ付けをしてはいけない。
  - ・ジャンパワイヤがもったいない
- ・ブレッドボードに足の太い部品を刺してはいけない。（刺さない方がいい）
  - ・穴が広がって使えなくなる
  - ・例：FET, ピンヘッダ  
→スズめつき線や細ピンヘッダに一度はんだ付けして使う。
- ・あまり大きな電流を流してはいけない。

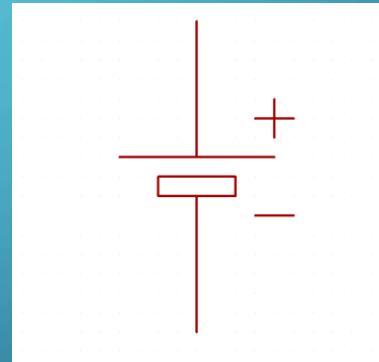


ピンヘッダ

# 電源の種類

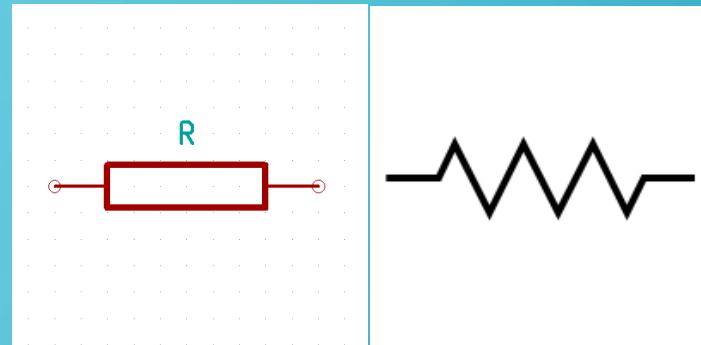
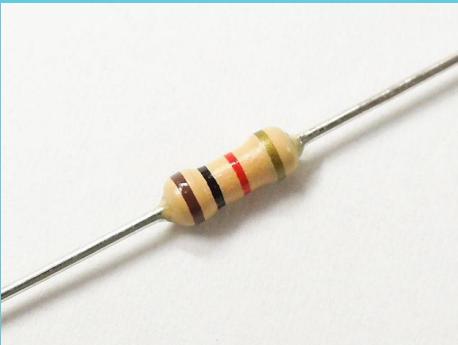
- 電池
  - 1次電池
    - 1度つかつたら終わり. 安い.
  - 2次電池
    - 充電すれば何度も使える. 高い.
    - 使うにつれて電圧が下がっていくことに注意.
- 電源装置
  - さまざまな電圧, 電流を作り出せる. 高価.
  - ACアダプタ
    - コンセントのAC100Vから, 決められた電圧を供給してくれる. 1000円程度.

回路図記号

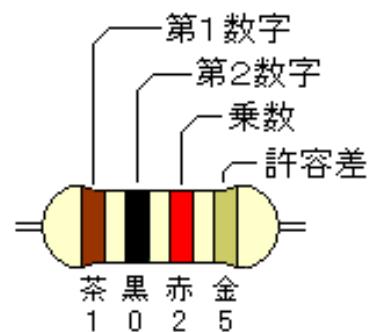


# 抵抗器

- 電流を流れにくくするもの.
- オームの法則に従う.
  - $V = I \times R$
  - Vは抵抗の両端にかかる電圧
  - Iは抵抗を流れる電流
- 定格消費電力に注意 !
  - 電力  $P = V \times I$  [W]
  - 電力が抵抗のW数を超えないように.
- 一般的なものなら1つ10円以下



[第1図] カラーコードの読み方



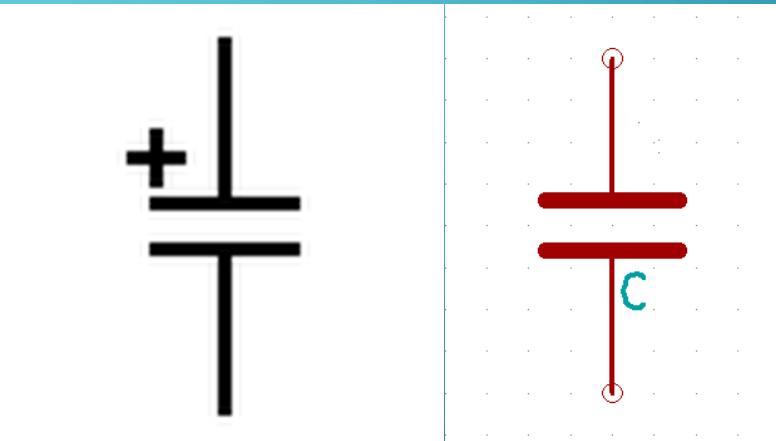
上記の抵抗は  
 $10 \times 10^2 \Omega$   
 $= 10 \times 100 \Omega$   
 $= 1000 \Omega$   
 $= 1k\Omega$   
 許容差 ±5%

色	第1数字	第2数字	乗 数	許容差
黒	0	0	$10^0 (\times 1\Omega)$	
茶	1	1	$10^1 (\times 10\Omega)$	±1%
赤	2	2	$10^2 (\times 100\Omega)$	±2%
橙	3	3	$10^3 (\times 1k\Omega)$	
黄	4	4	$10^4 (\times 10k\Omega)$	
緑	5	5	$10^5 (\times 100k\Omega)$	±0.5%
青	6	6	$10^6 (\times 1M\Omega)$	
紫	7	7		
灰	8	8		
白	9	9		
金			$10^{-1} (\times 0.1\Omega)$	±5%
銀			$10^{-2} (\times 0.01\Omega)$	±10%
無				±20%

# コンデンサー(容量子, キャパシタ)

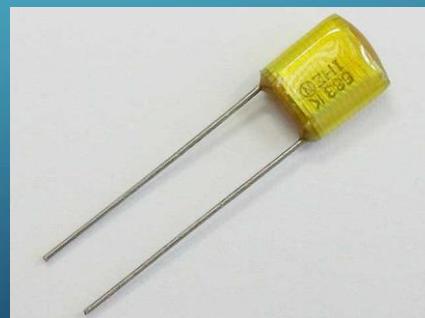
- 電気を一時的にためて、放電するもの。
- 時間のラグを作り出すことができる。
  - 充電完了まで待つ回路など
- 抵抗と組み合わせて使う。
  - 抵抗値を調節して充放電時間を調節

回路図記号



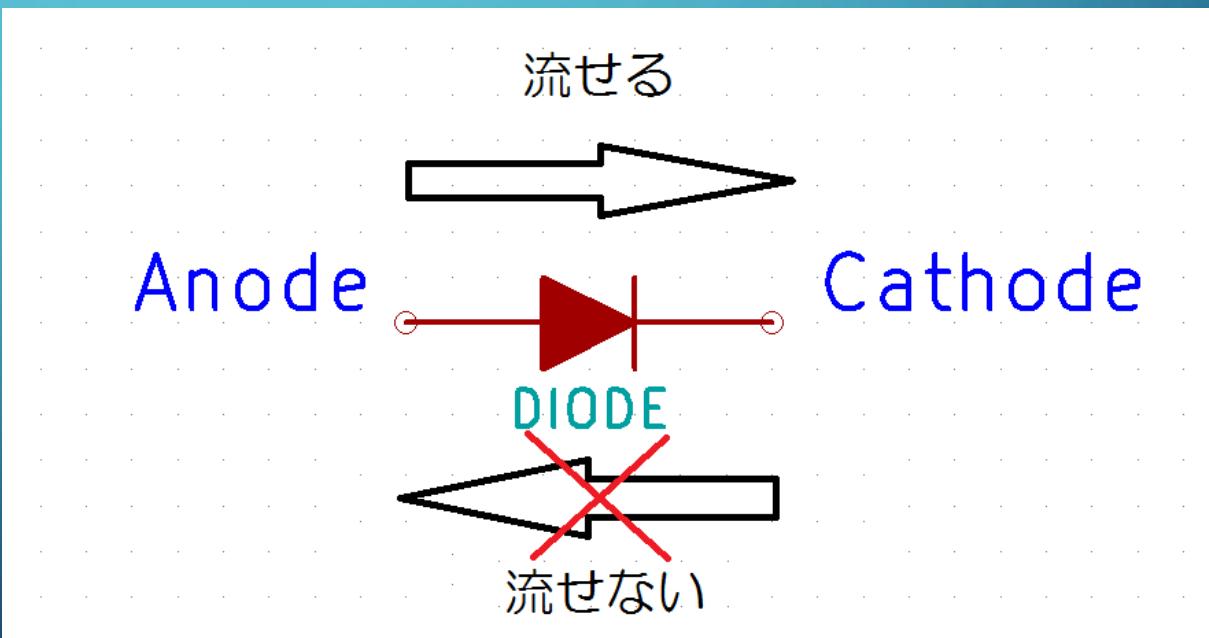
## コンデンサーの種類(代表的なもの)

- セラミックコンデンサ
  - 容量は小さいが、内部抵抗が低く、高速動作する。極性はない。
- 電解コンデンサ
  - 容量が大きいのが特徴。**極性**がある。
- フィルムコンデンサ
  - 周波数特性が良い。極性はない。
- 1つ10円～60円くらい



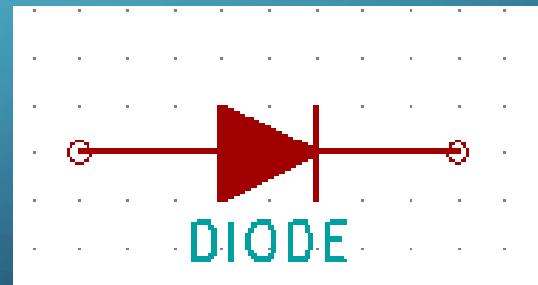
# ダイオード(1)

- 電流を1方向にだけ流す, 半導体素子
  - 整流を使う
- 種類が多く存在する
  - 汎用整流ダイオード
  - ショットキーバリアダイオード
  - ツエナーダイオード
  - 定電流ダイオード
  - 発光ダイオード
- 1つ10円~50円くらい



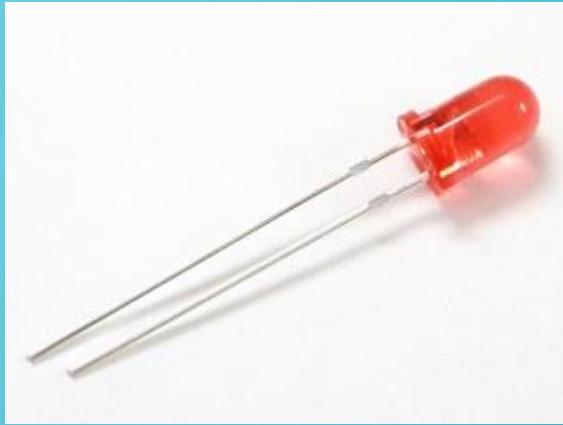
## ダイオード(2)

- ダイオードには電圧降下がある。それを順方向電圧( $V_f$ )という
  - $V_f$  は電流によって変化するが、ほぼ一定といえる。
  - 電圧が  $V_f$  以下だと、電流は流れない。
  - 定格消費電力に注意すること。消費電力  $P = V_f \times \text{電流 [W]}$
  - 耐電流にも注意すること。

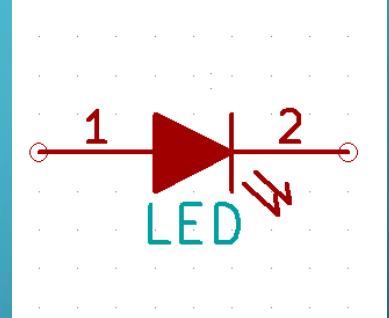


# 発光ダイオード(LED)

- LEDとはダイオードの一種で光を放つ.
- 極性があるので正しくつなぐ必要がある.
- 足の長いほうがアノード(+)、短いほうがカソード(-).
- 足の長さがわからないときは上から見て切り欠きがあるほうがカソード(-).
- 電流を流しすぎると壊れるので、抵抗を直列につなぐ.
- 色によって順方向電圧(Vf)が違う.
- 定格電流がデータシートに書いてあるので参考にする.



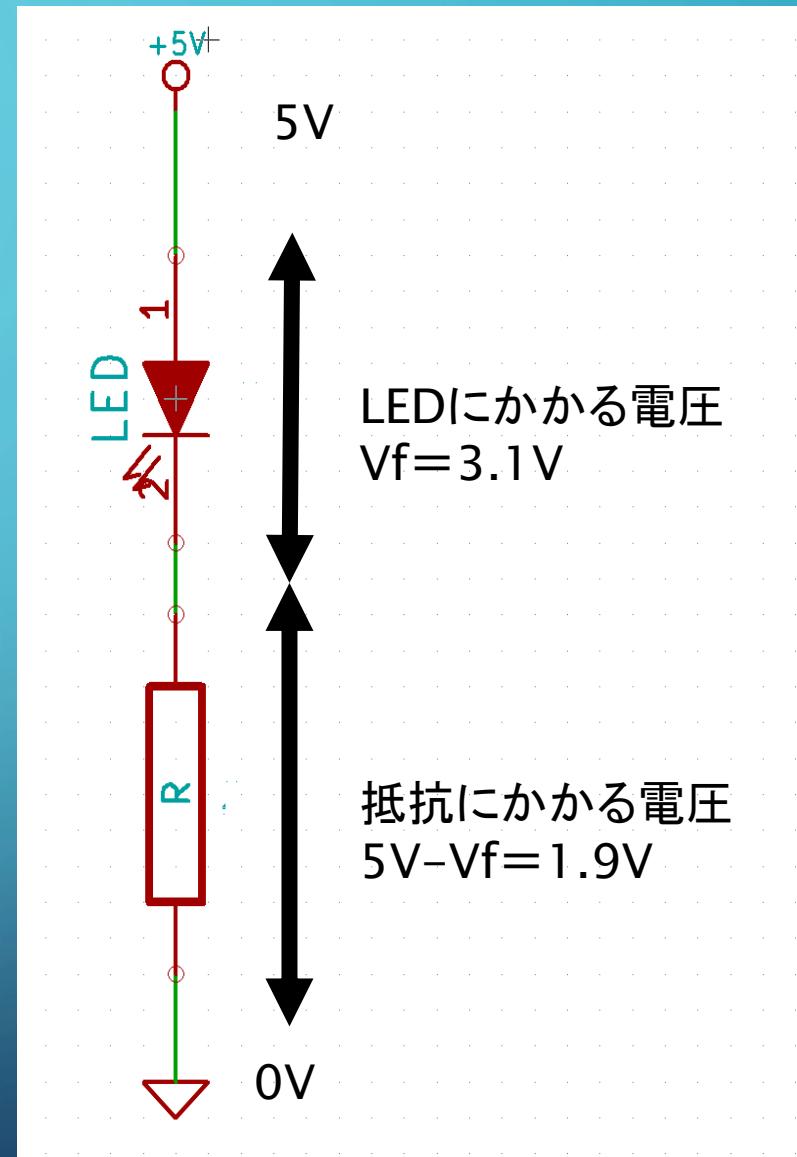
回路図記号



色	順方向電圧(Vf)
赤	約2.0V
黄	約2.5V
緑	約3.0V
青	約3.5V
白	約3.5V

# LEDの抵抗値の計算

- 例えば、電源が5Vで青色LEDを点けるとする。
  - LEDのデータシートを見ると、  
定格電流=10mA       $V_f = 3.1V$   
と書いてあった。
- 抵抗にかかる電圧は、  
 $V_R = 5V - V_f = 1.9V$
- 10mA流すならば、オームの法則より  
$$\text{抵抗値 } R = \frac{\text{電圧}}{\text{電流}} = \frac{1.9V}{0.010A} = 190\Omega$$
- よって、200Ω程度の抵抗を用意すればよい。



# トランジスタ

- トランジスタには**2種類**の使い方がある。

## 1. 増幅器

小さな電流の変化を、大きな電流の変化にする。

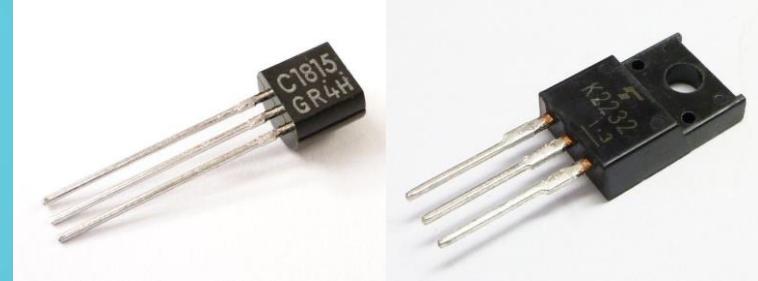
電流を増やすわけではなく、しづくを開け閉めするイメージ。

→センサーなどの**微細な変化**を読み取る。

## 2. スイッチ

普通、スイッチというのは人間が押さなくてはならないが、トランジスタを使えば電気を与えるか否かでオンオフを切り替えられる。

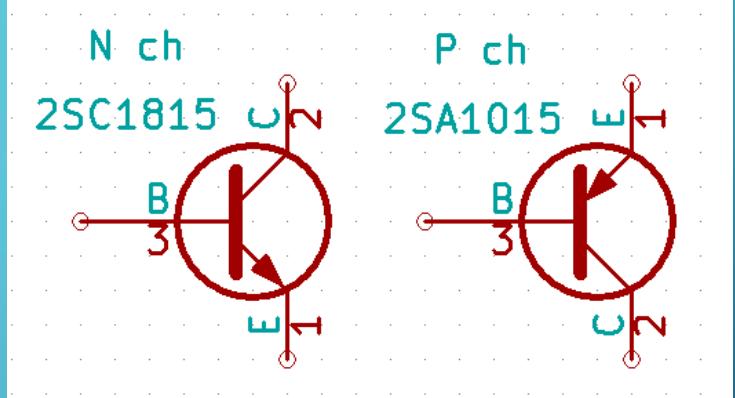
→人間ではなく、**機械**がスイッチを切り替えるときに使う。



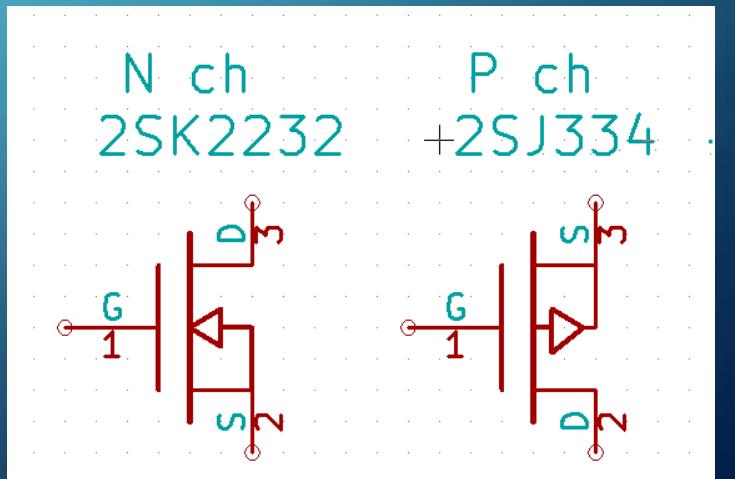
# トランジスタの種類

- バイポーラトランジスタ(単にトランジスタと呼ぶ)
  - 電流を電流で制御する。つまり、電流がスイッチになる。
  - 電子工作でよく使われる。  
→簡単に使えるから。
- FETトランジスタ(単にFETと呼ぶ)
  - 電流を電圧で制御する。つまり、電圧がスイッチになる。
  - 実際に世の中の電子機器で大量に使われている。  
→低消費電力だから。

バイポーラの回路図記号



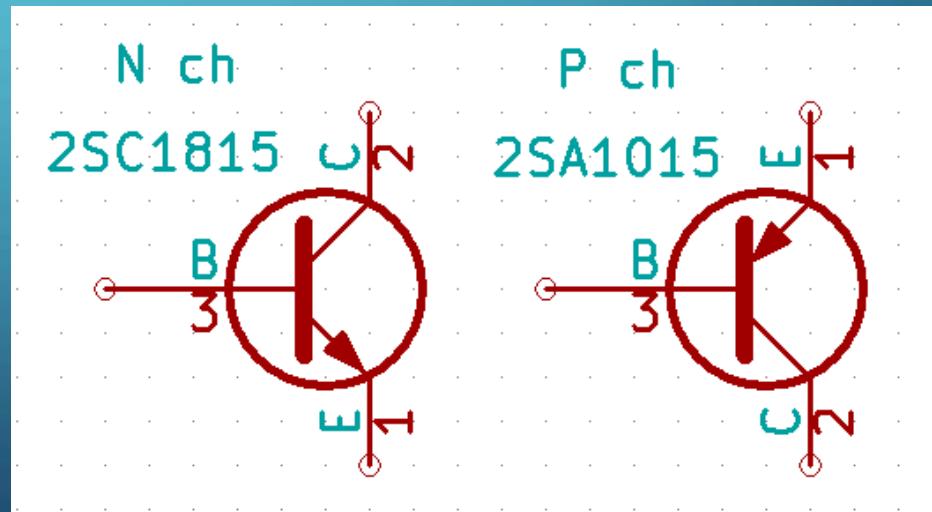
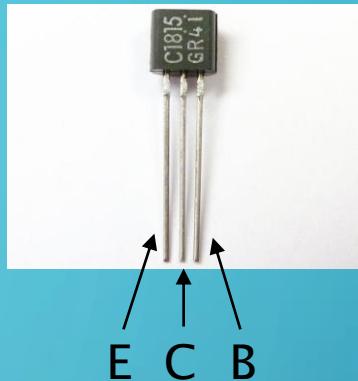
FETの回路図記号



# (バイポーラ)トランジスタについて

- トランジスタには2種類ある
  - Nチャンネル(Nch)トランジスタ
  - Pチャンネル(Pch)トランジスタ
- トランジスタには3本の足(電極)がある。
  - 1番 エミッタ(E) 電源を接続
  - 2番 コレクタ(C) 負荷を接続
  - 3番 ベース(B) 電流入力

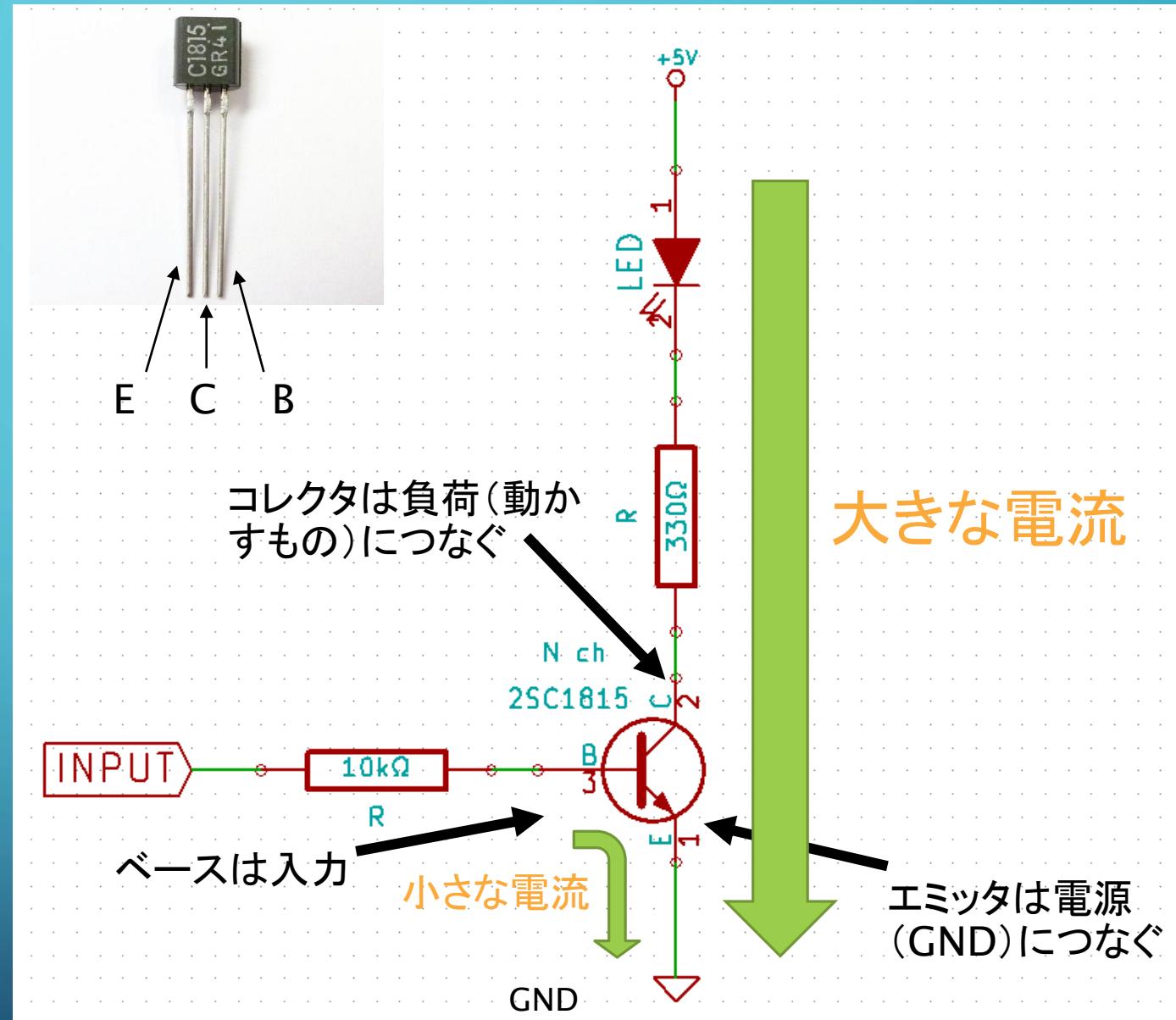
+の電気でスイッチオン 例:2SC1815 ※よく使う  
-の電気でスイッチオン 例:2SA1015



# Nchトランジスタ

- $B \rightarrow E$  にわずかでも電流が流れる  
と,  $C \rightarrow E$  に大きな電流が流れる.
- $B \rightarrow E$  に電流を流すには,  $E$ より $B$ の  
電位が高ければいい.
- ここで,  $E$ はGND(0V)につながっ  
てるので, 0Vより高ければよい.
- 厳密には... $B$ と $E$ の間に矢印がある  
のはダイオードを意味している. ダ  
イオードには $V_f$ があるので,  $V_f$ より  
高い電位ならば電流が流れること  
になる.

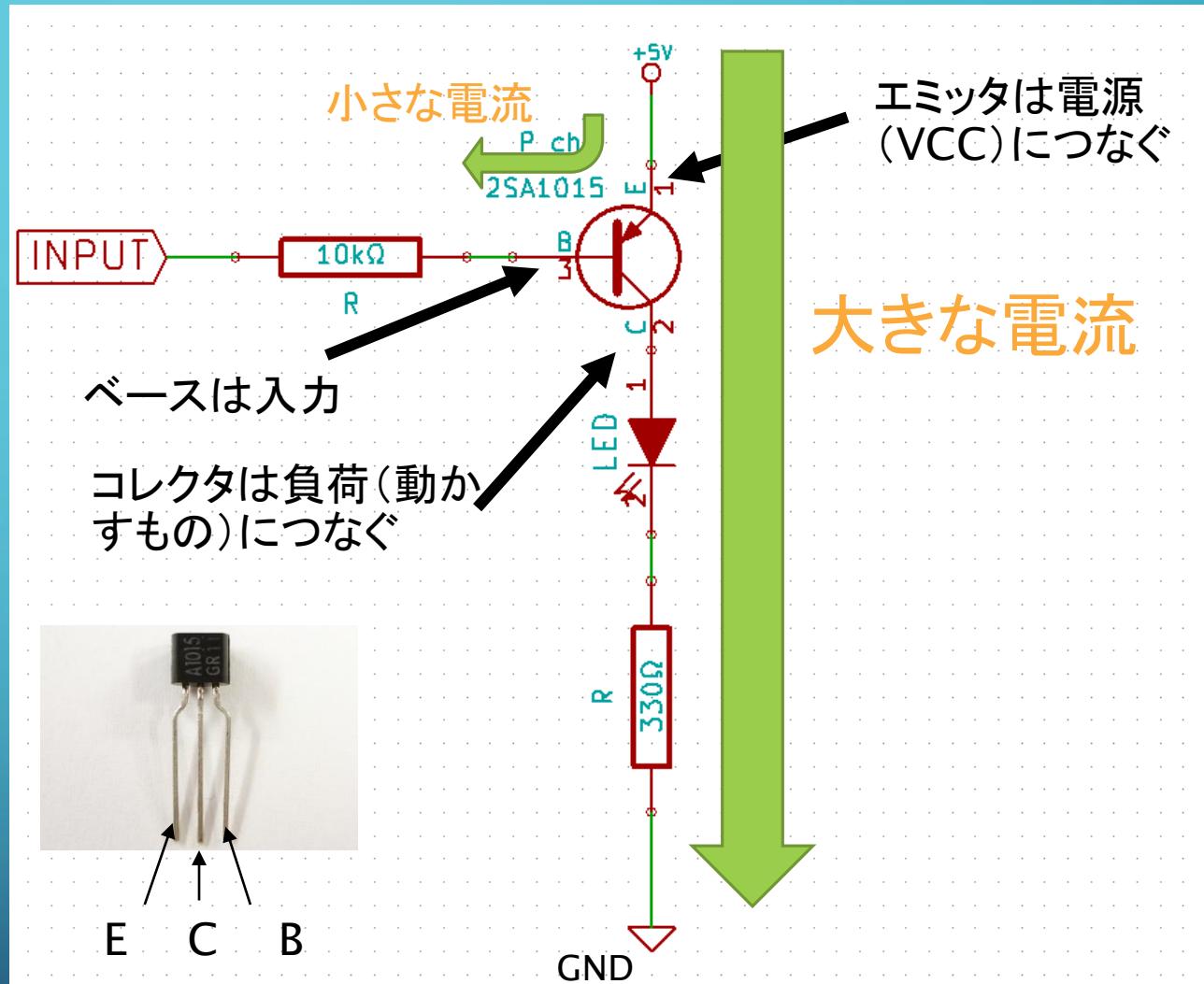
2SC1815の場合,  $V_f$ は0.6V程度である.



# Pchトランジスタ

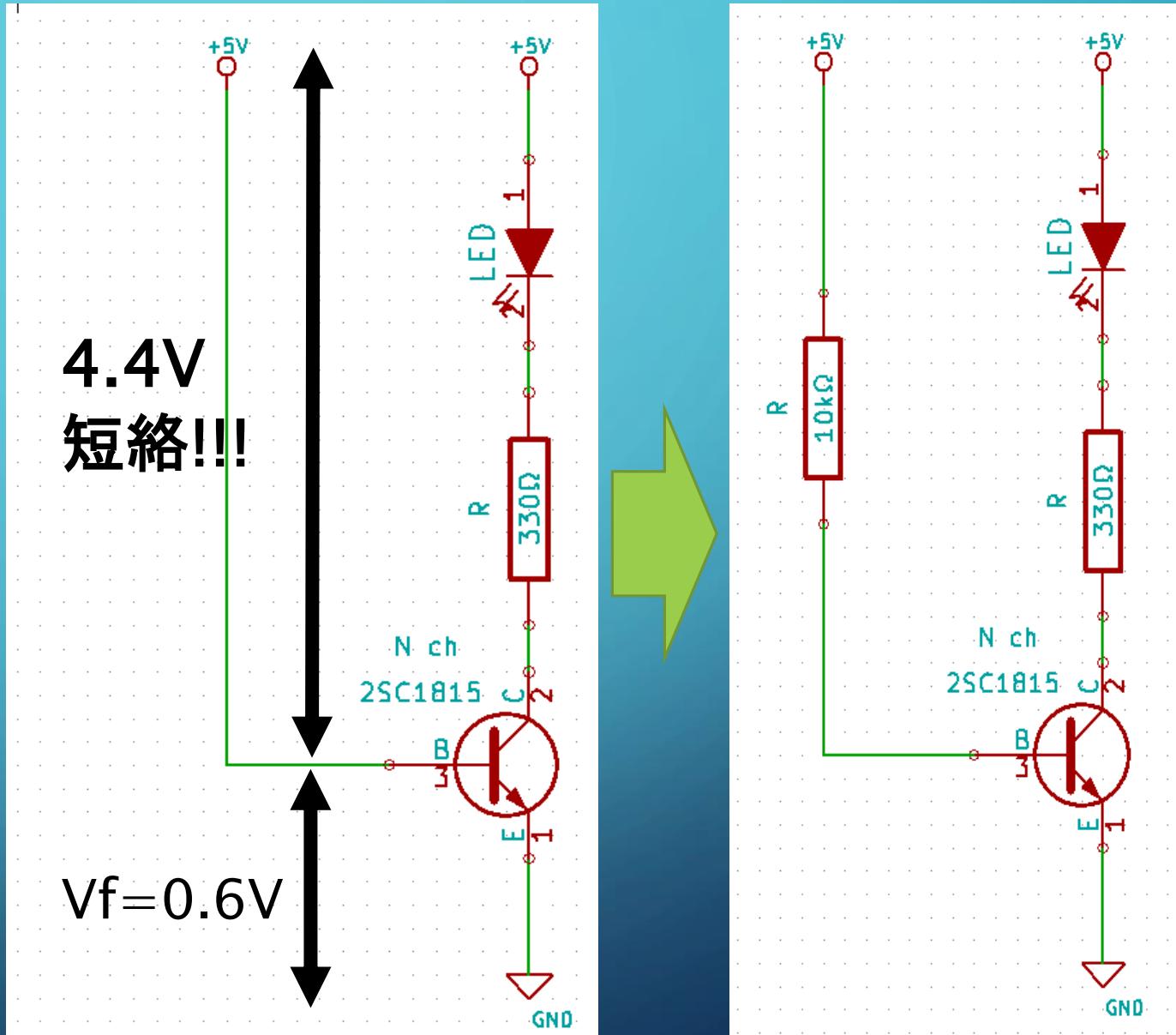
- E→B にわずかでも電流が流れる  
と, E→C に大きな電流が流れる.
- E→B に電流を流すには, EよりBの  
電位が低ければいい.
- ここで, EはVCC(5V)につながって  
るので, 5Vより低ければよい.
- 厳密には...BとEの間に矢印がある  
のはダイオードを意味している. ダ  
イオードには $V_f$ があるので,  $V_f$ より  
高い電位ならば電流が流れること  
になる.

2SA1015の場合,  $V_f$ は0.6V程度である.



# トランジスタの注意

- ベースを直接電源につなぐと危険!!!
- BとEの間はダイオードがあるだけ. ダイオードが焦げる.
- 抵抗を挿もう.

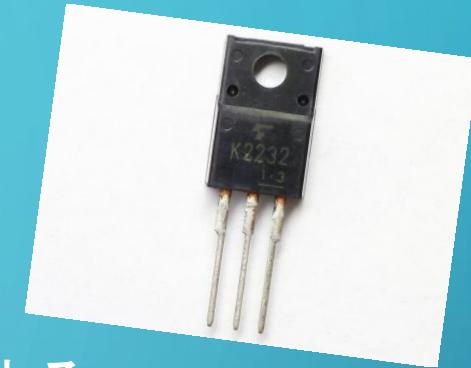


# FET

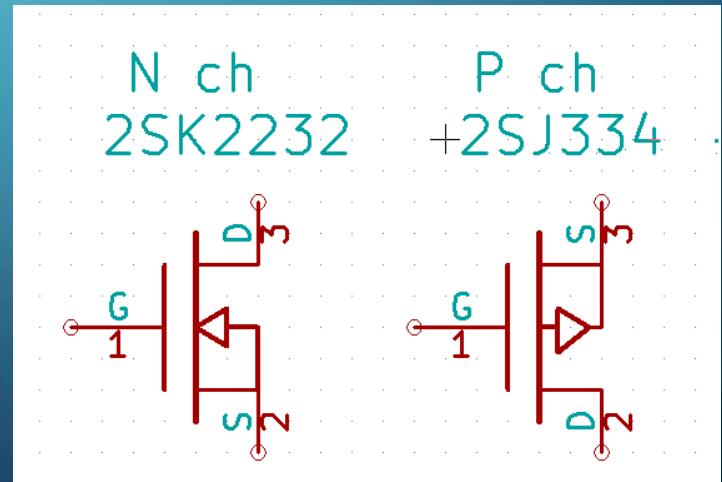
- バイポーラと同じく, NchとPchがある.
- J-FETとMOS-FETがあるが, ここではMOS-FETを説明する.
- バイポーラトランジスタは微小な電流が流れるとスイッチがオンになったのに対し, FETは電流を必要としない. 電圧さえかかればスイッチOK  
→ 消費電力が少ない

- ピンの名前が少し違うが, 機能は一緒

ピン名	バイポーラでの名前	機能
• ソース(S)	エミッタ(E)	電源を接続
• ドレイン(D)	コレクタ(C)	負荷を接続
• ゲート(G)	ベース(B)	電圧入力

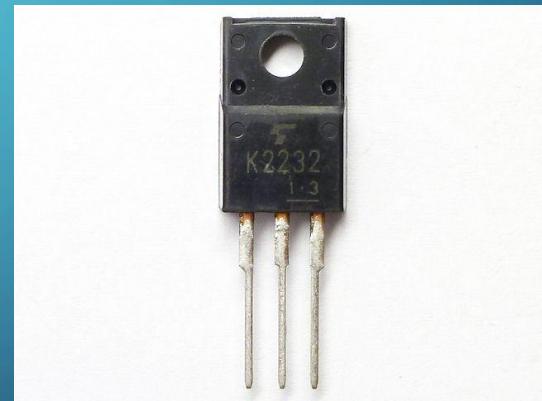
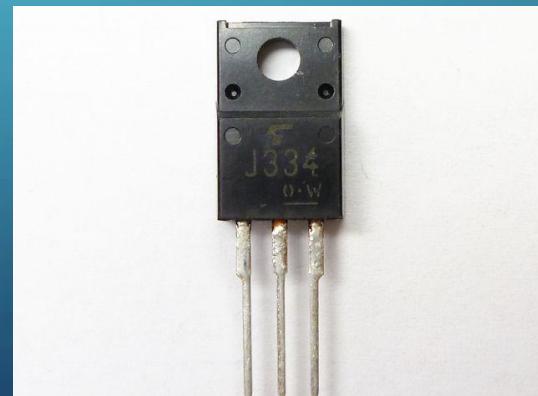


FETの回路図記号



# 主なFET

- FETは種類が多く選ぶのが難しい。主なものを挙げておく。
  - 選ぶポイントは耐電圧、耐電流、オン抵抗などなど
- Nch MOSFET 2SK2232
  - S-D間耐電圧、電流 : 60V25A
- Pch MOSFET 2SJ334
  - S-D間耐電圧、電流 : 60V30A

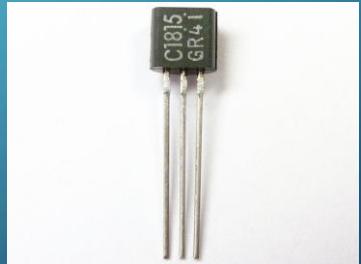


# バイポーラトランジスタ と FET

- 性能を考えると、FETの方が断然よいものに思える。  
→ 実際にFETの方が性能が高く、さまざまなものに使われている。



- なぜ、バイポーラトランジスタを使うのか？  
→ 使いやすいから。FETは種類が多く選びにくいから。



- 結果  
→ 電子工作に慣れた人なら、FETを使えばいい。

# 電子部品を使うときは

- どの電子部品にも、メーカーが作ったデータシートがある。
- データシートには、部品の使い方や定格電力など、詳細情報が書いてある。
- 部品を使うときはデータシートを確認する癖をつけよう。
- 英語でも、読めちゃうから不思議。

# 第1回 目次

- [1. 講義の概要](#)
- [2. 電子工作を始めるには](#)
- [3. 電子回路とは](#)
- [4. 回路図の書き方](#)
- [5. 電子部品の基礎知識](#)
- [6. 宿題](#)

1. トランジスタ増幅

目次に戻る

※クリックするとそのページにジャンプします。

# 宿題

- トランジスタの増幅作用を使って電気に触れてみよう。
- 以下の回路を部室にある部品を使って作ってみよう！
- 提出とかは特にないので、自分で確認してみてね

## 部品表

1. ブレッドボード 小さいもの
2. ジャンパワイヤ 数本
3. トランジスタ 2SC1815
4. 抵抗  $330\Omega$
5. 抵抗  $10k\Omega$
6. LED 好きな色
7. 電源装置(5V) 使うときは誰かに聞いてね！  
または単三電池2~4本直列つなぎ

