

# 新居浜高専 PIC マイコン学習キット Ver.3 組み立て手順書 (A)

[新居浜高専オリジナルの片面基板使用版]

[注] 本手順書にしたがって、回路を組み立てながら学習を進めるには、プリント基板は、キットに同梱されている両面スルーホール基板ではなく、新居浜高専で授業に使用しているオリジナルの片面基板を用いてください。オリジナルの片面基板のガーバーデータは技術評論社のWebサイトからダウンロードすることができます。

キットに同梱の基板を用いる場合は、組み立て手順書 (B) を参照してください。

キット Ver.2 も、この手順書にしたがって組み立てることができます。

# ◎ ステップを踏んで少しずつ順に部品を取り付けながら組み立てましょう

## STEP1 チカチカLED

マイコンの出力によるLEDの点灯制御と2進数について学びましょう

## STEP2 電子ピアノ・タッチアラーム・電子すず虫

圧電ブザーで音を鳴らしてみましょう

## STEP3 イリュージョンライト・キャンドルライト

LEDの明るさを制御してみましょう

## STEP4 ミニテルミン・目覚まし鳥・音スイッチ

センサ入力について学びましょう

## STEP5 16進数・電子サイコロ

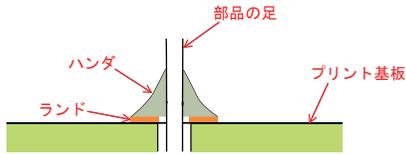
16進数について学びましょう

## STEP6 A/D変換・RCサーボ・タイマー・時計

A/D変換について学びましょう

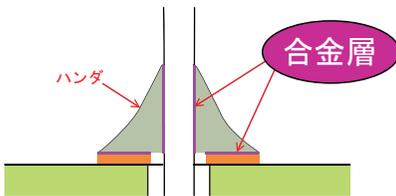
# ハンダ付けとは....

ハンダ.....スズ(錫)を主成分とする合金



(ランド: プリント基板の穴のまわりの銅箔領域)

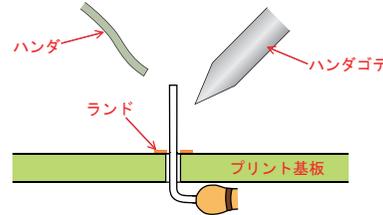
ハンダが富士山の裾野のように広がっているのが上手にくっついている目安



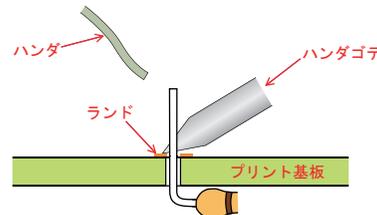
ハンダ付けとは、くっつけたいもの(材質は銅)の表面にハンダとの“合金層”を作ること。

# ハンダ付けの基本手順

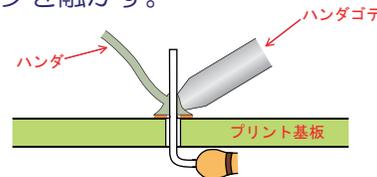
(1)ハンダ付けする位置をよく確認する。



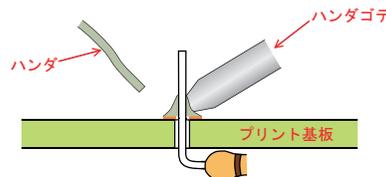
(2)コテ先の横面を当ててくっつけるものに熱を伝える。



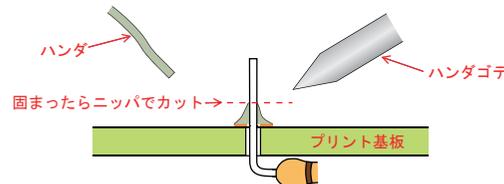
(3)ハンダを融かす。



(4)ハンダを離す。



(5)ハンダゴテを離し、冷えて固まるまで静かに待つ。



1 秒

0.5 秒

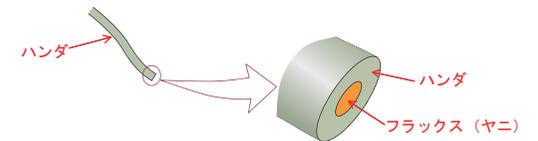
0.2 秒

# ハンダ付けのコツ

- ・表面をキレイにする
- ・十分に加熱する
- ❗ 電子部品は熱に弱い

# 忘れてはならないこと

- ・ハンダ付けにはフラックスが不可欠



糸ハンダはチューブ状になっており、中にフラックスが入っている。



ハンダが融けた時、フラックスも一緒に流れ出て、くっつけるものの表面の酸化膜を溶かす。

一旦融けて固まったハンダは、フラックスを含んでいないので、ハンダ付けには使えない!

# ● 必要なパーツが揃っているか確かめましょう

## ■ コンデンサ ■

### 積層セラミックコンデンサ

C1, C2, C8  
0.1μF  3 個

C3, C4  
15pF  2 個

### 電解コンデンサ

C5  
10μF  1 個

C6  
470μF  1 個

C7  
47μF  1 個

## ■ トランジスタ ■

### nnp トランジスタ

TR1 ~ TR3  3 個

### pnp トランジスタ

TR4 ~ TR12  9 個

## ■ LED ■

### 砲弾型LED

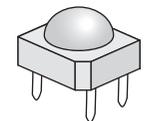
D1~D7  7 個

D8~D11  4 個

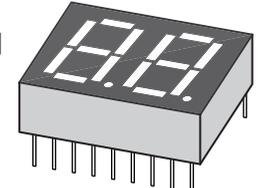
D4~D7 と  
D8~D11 は、  
緑と赤が逆でも  
構いません

D12~D17  6 個

### フルカラーLED

D18  1 個

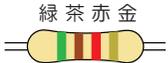
### 7セグメントLED

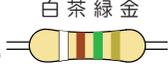
D100, D101  2 個

## ■ 抵抗 ■

### カーボン抵抗

R1 ~ R4, R8, R9, R32, R33  
10kΩ  8 個

R5 ~ R7, R15 ~ R23  
5.1kΩ  12 個

R10  
9.1MΩ  1 個

R11  
15kΩ  1 個

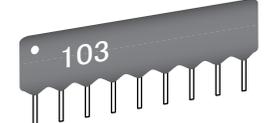
R12  
51kΩ  1 個

R13  
3.9kΩ  1 個

R14  
30kΩ  1 個

R24~R31  
330Ω  8 個

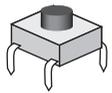
### 抵抗アレイ

RA1  
10kΩ  1 個

## ■スイッチ■

### タクトスイッチ

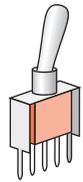
SW1~SW4



4 個

### トグルスイッチ

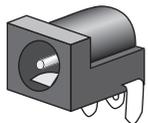
PSW



1 個

## ■コネクタ■

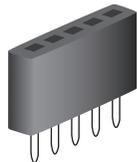
### DCジャック



1 個

### ピンソケット

CN1



1 個

### ピンヘッダー

CN2

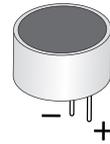


1 個

## ■その他■

### コンデンサマイク

MIC



1 個

### CdSセル

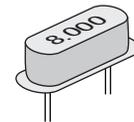
CdS



1 個

### 水晶発振子

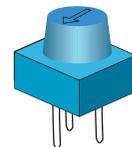
X1  
8MHz



1 個

### 可変抵抗(ボリューム)

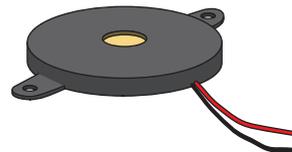
VR1



1 個

### 圧電ブザー

BZ

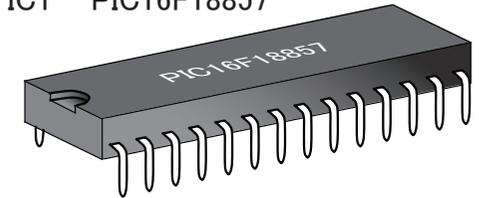


1 個

## ■IC■

### マイコン

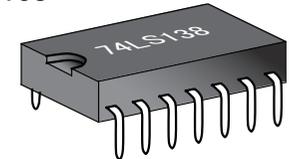
IC1 PIC16F18857



1 個

### デジタルIC(TTL)

IC2 74LS138



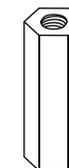
1 個

### ナイロンビス



4 個

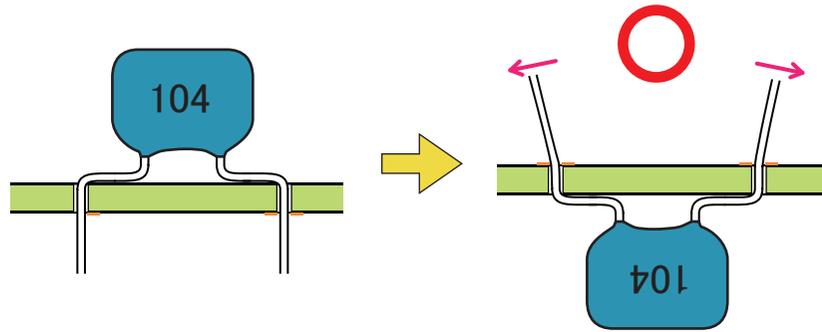
### ナイロンスペーサ



4 個

## ● 部品を取り付ける際の要領と注意点

### ① 抜け落ちないように足を少し広げるのはOK

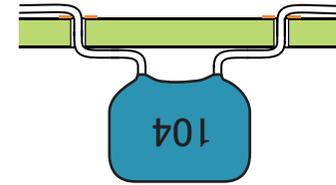


ペタンと曲げて  
しまうのはダメ



(理由)

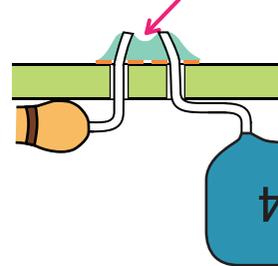
- ・隣とくっついてしまいやすい
- ・間違えて取り付けした時、外し難い



足を広げ過ぎると隣のランドとくっついてしまいやすいので注意

ハンダブリッジ

(ランド：穴の周りの丸い銅箔パターンのこと)



### ② 一度にたくさんの部品を穴に挿し込んで一気にハンダ付けするよりは、一つ一つ挿し込んで裏返してハンダ付けする方が良い。

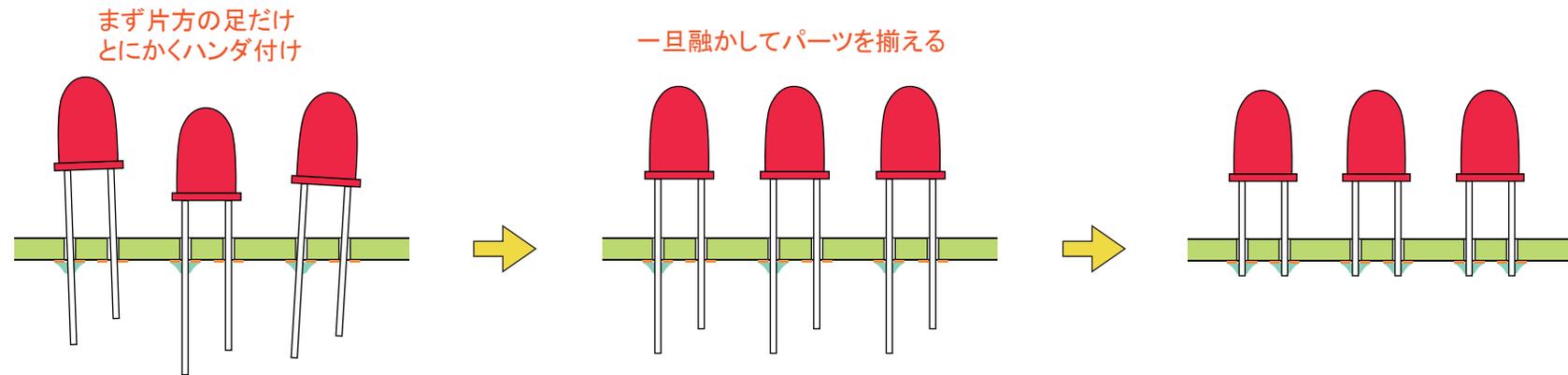
(理由)

- ・裏に部品の足がたくさん出ると、邪魔になってハンダゴテを当て難いことがある。
- ・一つ一つ取り付け箇所を確認しながらハンダ付けを進める方が間違いが少ない。

### ③ IC ソケットやコネクタなど、裏返すと抜け落ちやすい部品は、マスキングテープなどで仮止めしておいてハンダ付けすると良い。

④ 極性の無い部品でも、抵抗はカラーコードの向きを揃えて取り付ける方が見た目も美しく、確認もしやすい。コンデンサも容量表示が後から視認しやすいように向きを考えて取り付ける。

⑤ LED をキチンと整列させて取り付けるには、まず全部片方の足だけハンダ付けしてしまい、一旦、ハンダを融かして高さや向きを整えてから、もう一方の足をハンダ付けする。



⑥ DC ジャックなど熱容量の大きい部品は、コテ先の側面をしっかりと当てて熱を伝える。

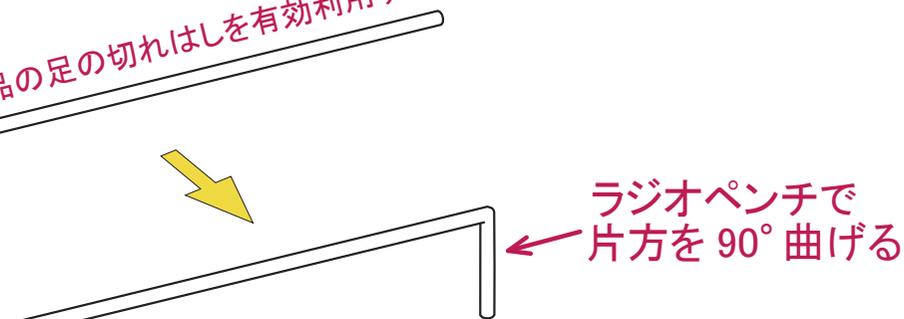
⑦ トランジスタは、足を挿し込む穴が三角形の配置になっているので、押し込み過ぎて足の根元に負担がかからないように注意。



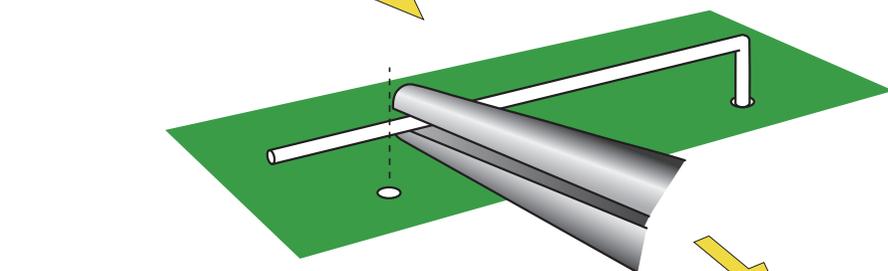
少し浮かせるのは、ハンダ付けの際の熱が内部の半導体部分になるべく直接伝わらないように、という意味もある。この意味で、CdS セルも少し浮かせる方がベター。

⑧ ジャンパ線は、下図の手順で、まっすぐにピンと張って基板に密着させるように取り付ける。

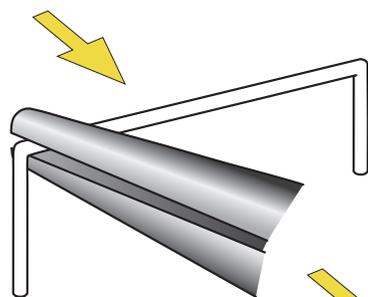
裸銅線 (部品の足の切れはしを有効利用する)



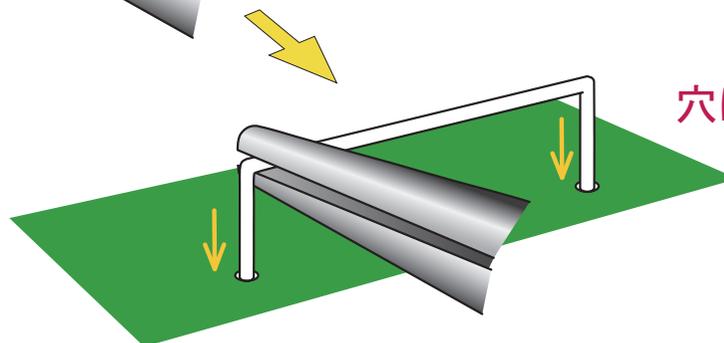
ラジオペンチで片方を90°曲げる



曲げた足を一方の穴に挿し込み、もう片方の穴の近辺をラジオペンチでくわえ直す。



一旦、穴から抜いて、もう一方も曲げる。



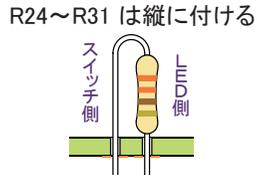
穴に挿し込み直す。

- ・ 穴の間隔が広く、部品の足の切れはしでは長さが足りない場合は、裸銅線を切って使う。
- ・ 2本のラジオペンチで20～30cmほどの長さの裸銅線の両端をくわえてエキスパンダを伸ばすようにして引っ張る。少し伸びた手応えがあれば、まっすぐにピンとなっているので、それを必要な長さに切って使う。

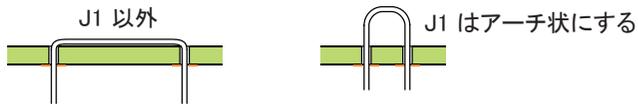
# STEP1 チカチカLED

## 抵抗 カーボン抵抗(炭素皮膜抵抗)

- R1, R8, R9, R32, R33 10kΩ
- R5, R6, R23 5.1kΩ
- R24~R31



## ジャンパ線 抵抗の足の切れはしをコの字に曲げる



## コンデンサ 積層セラミックコンデンサ

- C1, C8 0.1μF  
μF は“マイクロファラド”
- C3, C4 15pF  
pF は“ピコファラド”

## ICソケットとIC

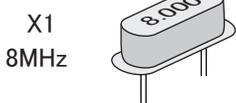
凹みの向きを間違えないように注意

凹み → IC1 は28ピン

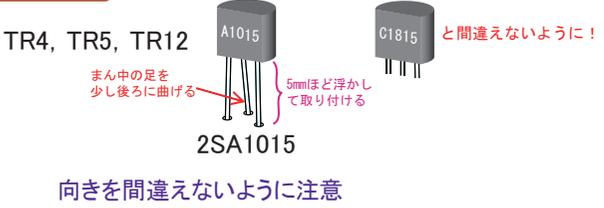
(キットに同梱のものではなく、丸ピンタイプのソケットを使う方がよい)

IC2 はソケットを使わず IC (74LS138) を基板に直接ハンダ付けして構わない (74HC138の場合はソケットを使う)

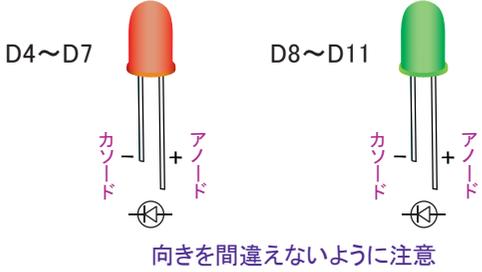
## 水晶振動子



## トランジスタ



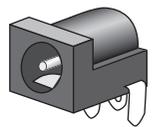
## LED(発光ダイオード)



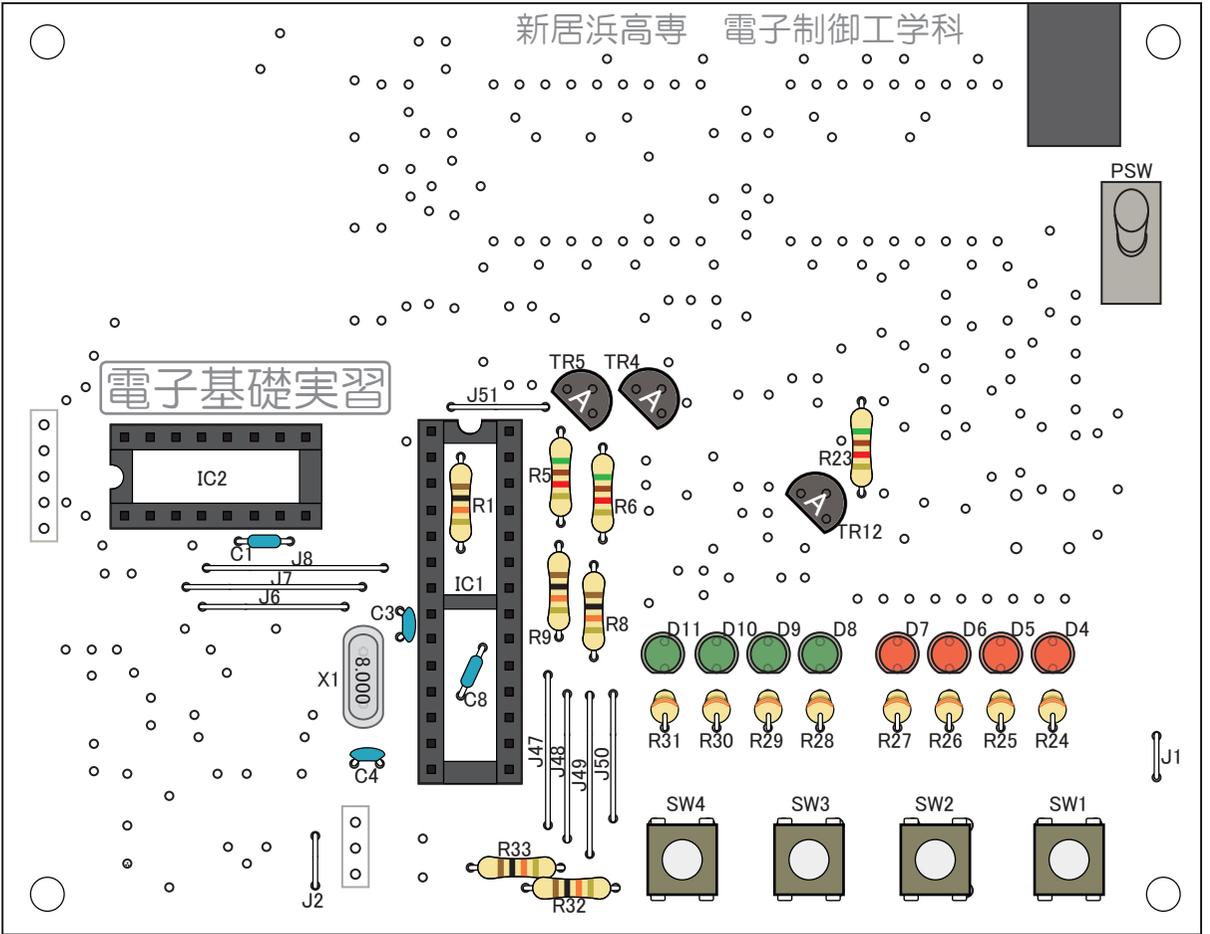
## タクトスイッチ



## DCジャック



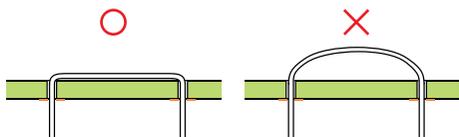
## 電源スイッチ



## 電子基礎実習

## << 組み立て上の注意点 >>

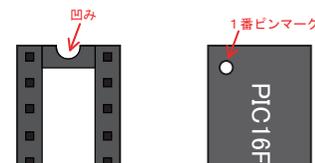
- ・R24～R31 以外の抵抗やジャンパ線など、背丈の低い部品から先にハンダ付けする。抵抗は、ボディを基板に密着させてOK。
- ・抵抗を取り付けて切った足の切れはしをジャンパ線 (J1, J2, J6, J7, J8, J47, J48, J49, J50, J51) に使う。J7 と J8 は最も長い線が必要。足の切れはしでは長さが足りない場合は無理をせず、**裸銅線**を切って使う。
- ・ジャンパ線は、できるだけまっすぐピンと張ってなるべく基板に密着させる。



- ・J1 はアーチ状に曲げて付ける。

- ・IC1 のICソケットをハンダ付けする。R1 と C8 がソケットの穴の中に入ることになるので、キットに入っているものではなく、**丸ピンタイプ**のソケットを使う方が良い。  
プリント基板にピッタリ取り付ける。向きを間違えないように注意。
- ・C8 はICソケットより背が高くないように注意。ソケットより背が高いと**マイコン**をキチンと挿すことができない。
- ・IC2 はソケットを使わずにプリント基板に直接ハンダ付けして構わない。ただし、向きを間違わないように注意する。
- ・D4～D11 は、少し浮かして R24～R31 と同じくらいの高さに揃えて付ける。  
まず、それぞれ片側の足だけハンダ付けし、高さが揃うように一旦ハンダを融かして整えてから、もう片方の足をハンダ付けするとよい。
- ・トランジスタ TR4, TR5, TR12 は 2SA1015。2SC1815 とは形・大きさが同じなので注意。
- ・トランジスタは5mmほど浮かして付ける。押し込み過ぎて足の根元に負担がかからないように注意。

- ・ハンダ付けが全部終わったら、**マイコン**を IC1 のICソケットに、向きを合わせて差し込む。ICの足はソケットの幅より少し広がっているため、ソケットの幅にキチンと合うように整形し、全部の足が穴にピッタリ合っていることを確認してから押し込む。



- ・プリント基板の四隅の穴に、**プラスチックネジ**と**スペーサ**で足を付ける。

## << 動作 >>

### [1] 2進数のカウント

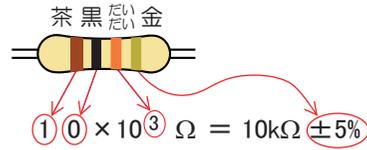
- ・SW1 を押しながら電源スイッチ PSW を ON。
- ・SW1 を押しと D4～D11 が2進数で**カウントアップ**するように点滅する。  
点灯しているところが“1”、消えているところが“0”に対応する。
- ・SW2 を押しと**カウントダウン**。
- ・SW3 を押しと値を**ゼロにリセット**。
- ・SW4 を押しと**自動カウントアップの ON/OFF**。

### [2] ウェーブ (Wave)

- ・SW2 を押しながら電源スイッチ PSW を ON。
- ・D4～D11 が波を打つように光る。

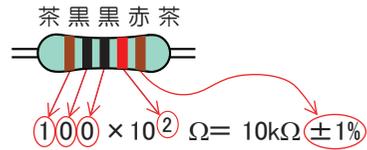
## ■ 抵抗のカラーコード ■

0	黒
1	茶
2	赤
3	橙
4	黄
5	緑
6	青
7	紫
8	灰
9	白

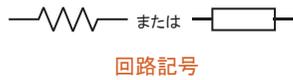


$1000 \Omega = 10^3 \Omega = 1\text{k}\Omega$   
 $1000000 \Omega = 10^6 \Omega = 1\text{M}\Omega$

• ±1% 品は色帯が1つ多い。

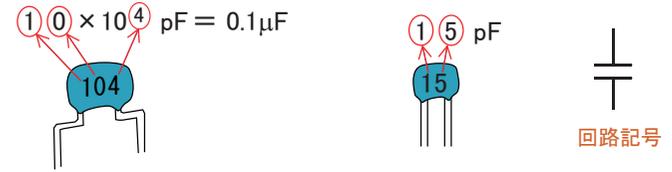


注: 左右逆にすると 120Ω とも読める!



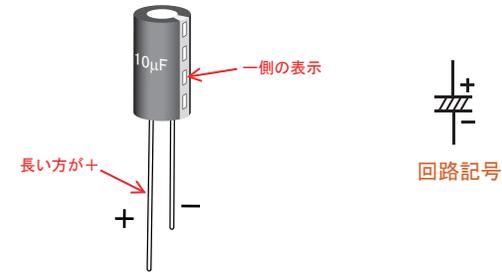
## ■ コンデンサの静電容量表示 ■

• セラミックコンデンサ等、電解コンデンサ以外のコンデンサの場合、表記は pF 単位。



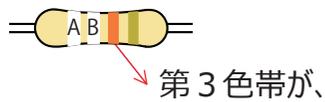
$1 \text{ pF} = 10^{-6} \mu\text{F}$

• 電解コンデンサは μF 単位。



## ■ 抵抗値が直観で読めるようになろう ■

±5% の抵抗の場合、



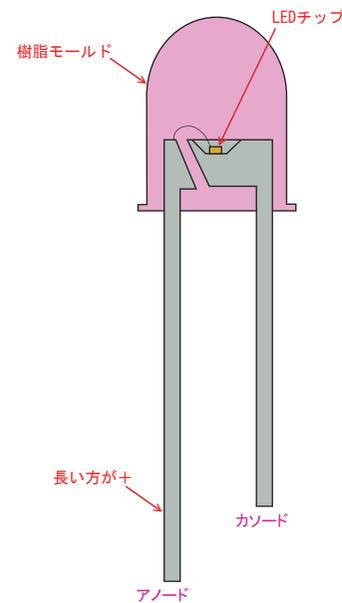
黒なら、	AB Ω
茶色なら、	AB0 Ω
赤なら、	A.B kΩ
たいなら、	AB kΩ
黄色なら、	AB0 kΩ
緑なら、	A.B MΩ
青なら、	AB MΩ

## 2進数 (binary)

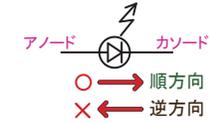
○ ○ ○ ○	= 0
0 0 0 0	
○ ○ ○ ●	= 1
0 0 0 1	
○ ○ ● ○	= 2
0 0 1 0	
○ ○ ● ●	= 3
0 0 1 1	
○ ● ○ ○	= 4
0 1 0 0	
○ ● ○ ●	= 5
0 1 0 1	
○ ● ● ○	= 6
0 1 1 0	
○ ● ● ●	= 7
0 1 1 1	
● ○ ○ ○	= 8
1 0 0 0	

- 0 と 1 だけで表す。
- 1 から 0 に戻る時、1 つ上の位が変化する。
- 2進数の各桁のことを **bit** (ビット) と呼ぶ。  
bit = binary digit
- 8 bit をまとめて 1 **byte** (バイト) と呼ぶ。
- 2進数の最上位桁を **MSB**、最下位桁を **LSB** と呼ぶ。  
MSB: Most Significant Bit  
LSB: Least Significant Bit

## LEDの構造



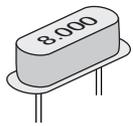
• LED (Light Emitting Diode) はダイオードの一種。



- ダイオードは1方向にしか電流を流さない。
- 順方向に電流が流れている時の電圧(順方向電圧)は材質で決まる。

赤や緑のLED 1.8V程度  
青や白色LED 3.0V程度  
整流用ダイオード 0.6V程度  
ショットキーバリアダイオード 0.3V程度

## 水晶振動子



水晶振動子

- **水晶**は、SiO<sub>2</sub> (二酸化ケイ素) の結晶で、STEP2で用いる圧電ブザーと同様に“**圧電効果**”を示す材料である。
- 特定の寸法・形に水晶をカットすると、寸法と形で決まる機械的な固有振動とこれによる圧電効果のために生じる電気的な性質の相互作用により、ある特定の周波数でのみ特異な特性が現れるようになる。
- これを利用すると、正確にある周波数の信号を作り出すことができる。いわゆる“**クォーツ時計**”はこの原理で時を刻む。
- コンピュータの動作のタイミングを取る基準信号も、一般にはこの**水晶発振回路**で作られる。

■ 単位の接頭語 ■

ヨタ	Y	$10^{24}$
ゼタ	Z	$10^{21}$
エクサ	E	$10^{18}$
ペタ	P	$10^{15}$
テラ	T	$10^{12}$
ギガ	G	$10^9$
メガ	M	$10^6$
キロ	k	$10^3$
ヘクト	h	$10^2$
デカ	da	$10^1$
-----		
デシ	d	$10^{-1}$
センチ	c	$10^{-2}$
ミリ	m	$10^{-3}$
マイクロ	$\mu$	$10^{-6}$
ナノ	n	$10^{-9}$
ピコ	p	$10^{-12}$
フェムト	f	$10^{-15}$
アト	a	$10^{-18}$
zepto	z	$10^{-21}$
ヨクト	y	$10^{-24}$

→ 抵抗の単位に使う

→ 静電容量の単位に使う

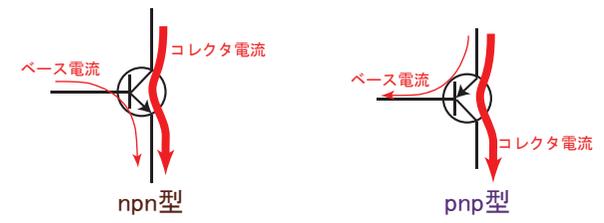
■ トランジスタの働き ■



• トランジスタには npn型 と pnp型 がある。

- 2SAxxxx : pnp型 高周波用
- 2SBxxxx : pnp型 低周波用
- 2SCxxxx : npn型 高周波用
- 2SDxxxx : npn型 低周波用

• ベース電流が流れると、その何倍もの大きさのコレクタ電流が流れる。



• 僅かな量のベース電流で大きなコレクタ電流を制御できる。

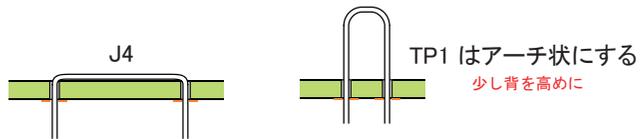
小さな力で → **大きなものを動かす**  
増幅

# STEP2 電子ピアノ・タッチアーム・電子すす虫

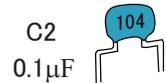
## 抵抗 カarbon抵抗(炭素皮膜抵抗)

- R4 茶黒赤金 10kΩ
- R7, R15, R16 緑茶赤金 5.1kΩ
- R10 白茶緑金 9.1MΩ
- R11 茶緑赤金 15kΩ
- R13 粉白赤金 3.9kΩ
- R14 粉黒赤金 30kΩ

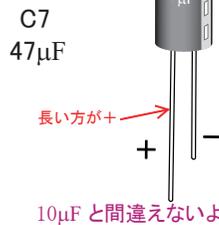
## ジャンパ線



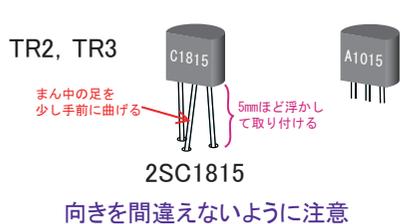
## コンデンサ 積層セラミックコンデンサ



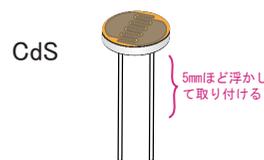
## 電解コンデンサ



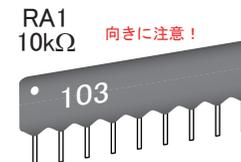
## トランジスタ



## CdS セル

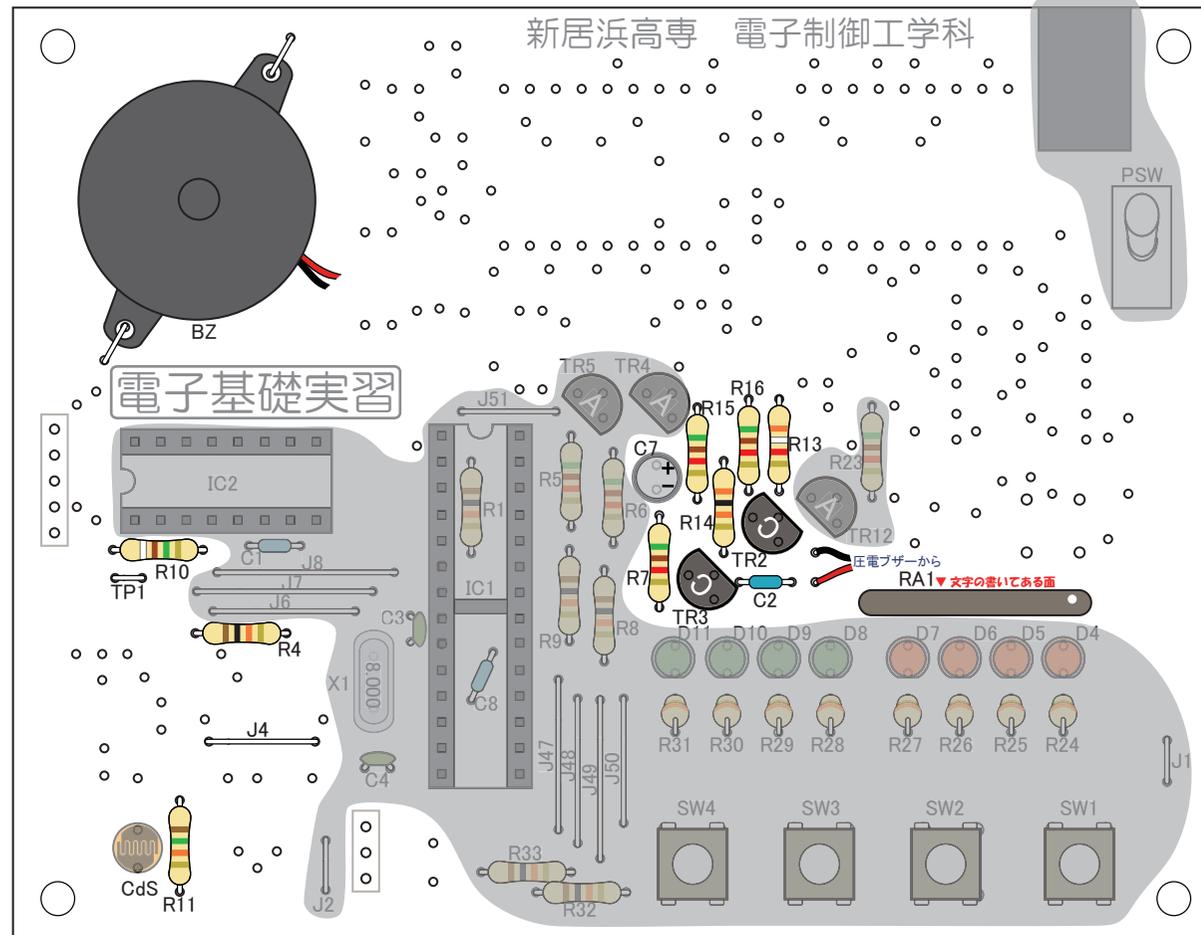
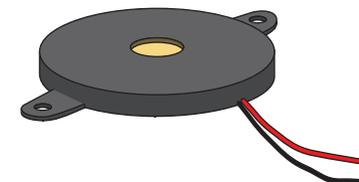


## 抵抗アレイ



仮止めテープで固定しておく  
とハンダ付けしやすい。

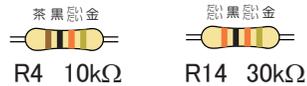
## 圧電ブザー



●の部分には既に部品を取り付けてある箇所

## << 組み立て上の注意点 >>

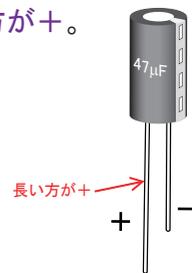
- ・基板の四隅に付けたプラスチックの**スペーサ**の足は、一旦、部品面側に付け替えると、基板を裏返した際に安定してハンダ付けがしやすい。
- ・マイコンはソケットに挿したままで構わない。  
(一旦抜いておくのが望ましいが、抜き挿しする際のトラブル回避の方が大事)
- ・**R4** (10kΩ)と **R14** (30kΩ)は色が似ているので注意。



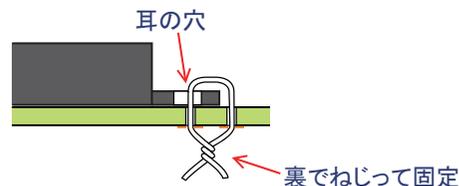
- ・5.1kΩ は 51kΩ, 15kΩ とまぎらわしいので注意。



- ・**TP1** は J1 と同様に**アーチ状**にして、少し背を高めにつける。
- ・今回取り付けるトランジスタ **TR2, TR3** は2SC1815。2SA1015 とは形・大きさが全く同じなので注意。
- ・抵抗アレイ **RA1** は、文字の書いてある面の向きを間違えないように注意。テープで貼り付けて、基板を裏返しても抜けないようにしておくでハンダ付けしやすい。
- ・**C7** (47μF)は**極性**に注意。足の長い方が+。



- ・圧電ブザー **BZ** は、耳の穴にリード線を通してプリント基板に固定する。  
**赤・黒**の線は図の通りにつなぐ。



## << 動作 >>

### [1] 電子ピアノ

- ・**SW1** と **SW2** を押しながら電源スイッチ PSW を ON。
- ・両端にミノ虫クリップの付いたリード線を用意し、**J1** をミノ虫クリップでくわえ、もう一方のクリップで **R24~R31** の足をチョンと触る。

注意: この操作は“電子ピアノ”の状態以外では絶対にしないこと!

### [2] タッチアラーム

- ・**SW3** を押しながら電源スイッチ PSW を ON。
- ・タッチポイント **TP1** を触ると**アラームが鳴る**。アラームは電源を切るまで鳴り止まない。
- ・感度が悪い場合は、タッチポイント **TP1** と **JP1** を同時に触る。

### [3] 電子すず虫

- ・**SW1** と **SW3** を押しながら電源スイッチ PSW を ON。
- ・7回鳴った後、しばらく休み。
- ・暗い(CdSを手で覆う)と、鳴り止んだ後、コオロギ音/すず虫音が入れ替わる。

### [4] もぐらたたき

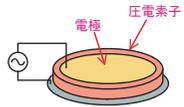
- ・**SW4** を押しながら電源スイッチ PSW を ON。
- ・**D4~D11** のどれかが光る。右から何番目(0番目 ~ 7番目)が光ったかを3bitの2進数で表し、**SW3, SW2, SW1** を押して答える。例えば、**D9** が光った場合は、5番目であるから、2進数で101なので、**SW3** と **SW1** を押す。右端(**D4**)が光った場合は、**SW4** を押す。
- ・正解すると“ピン・ポン”、間違えると“ブー”が鳴る。

## ■ 圧電ブザー ■

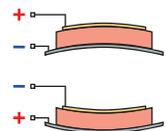


圧電ブザー

- ある種の物質は、電圧を加えると変形し、しかも、電圧の向きによって変形の向きが逆になる性質を示すものがある。この現象を“**圧電効果**”と呼ぶ。



- 圧電効果を利用して振動を起し音を発するのが“**圧電ブザー**”。

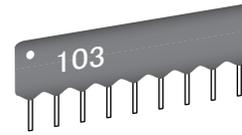


- 素早く振動させることが可能なので、**超音波**の発生にも使われる。

- 逆に、機械的な変形を与えると電圧を発生する。これを利用した発電も可能。

圧電効果

## ■ 抵抗アレイ ■

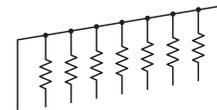


抵抗アレイ  
(8素子9ピン)

- 抵抗アレイは集合抵抗とも呼ばれ、複数の抵抗体を1パッケージにまとめた素子。

- 同じ値の抵抗をいくつも必要とする場合等、部品点数を減らし基板面積を節約するのに有効。

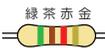
- 8素子9ピン一列のパッケージの他、ICと同じDIPタイプのものもある。  
(DIP : Dual Inline Package)



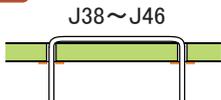
内部の回路

# STEP3 イリュージョンライト・キャンドルライト

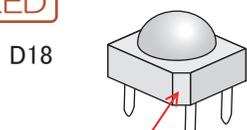
**抵抗** カーボン抵抗(炭素皮膜抵抗)

R22  5.1kΩ

**ジャンパ線**



**フルカラーLED**



J44 を必ず先に付けておく

切欠きの向きを間違えないように!

**トランジスタ**

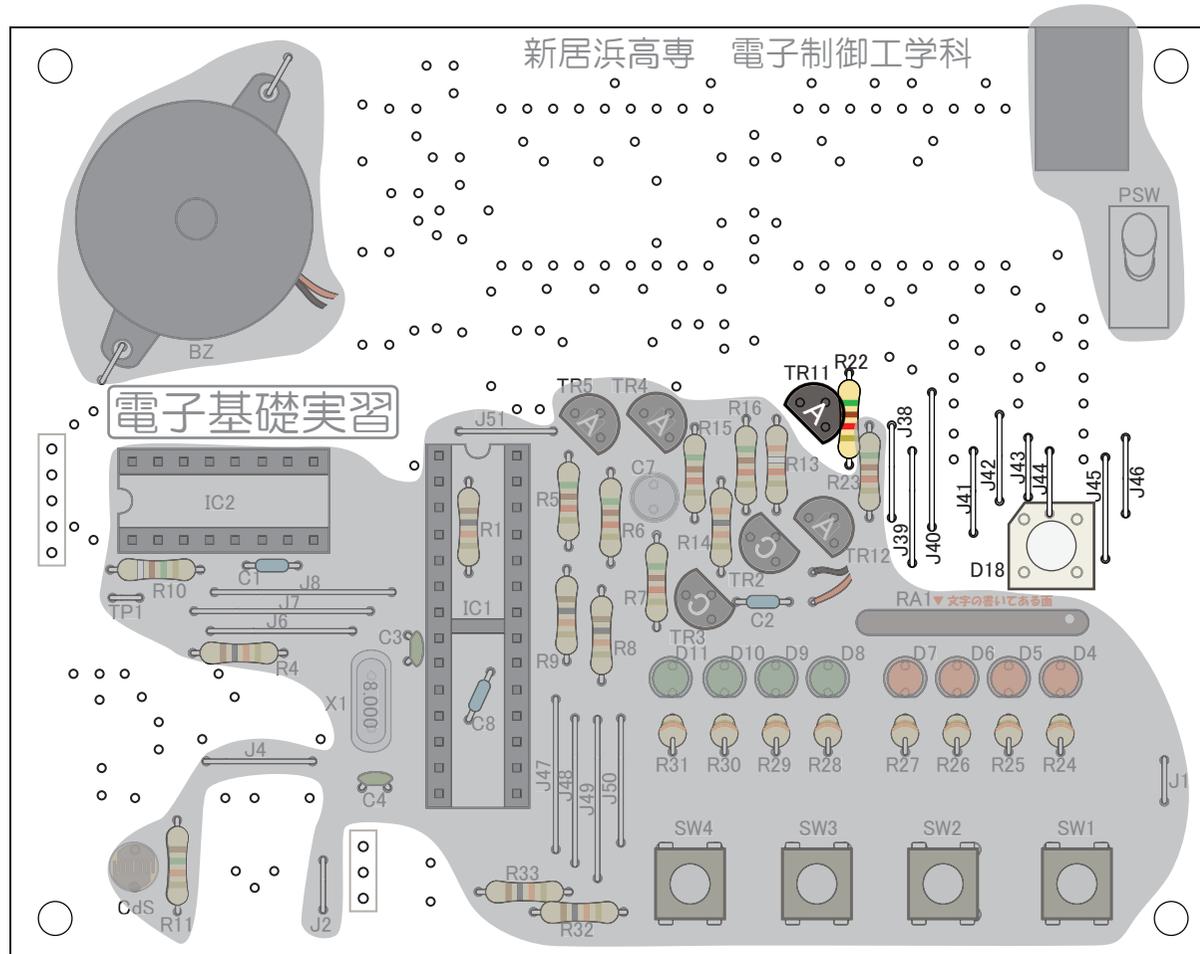


と間違えないように!

向きを間違えないように注意

## << 組み立て上の注意点 >>

- フルカラーLED D18 を付ける前に、ジャンパ線を付けてしまう(特に、J44)。
- フルカラーLED D18 は切り欠きの向きを間違えないように注意。仮止め用テープで貼り付けて、基板を裏返しても抜けないようにしておくでハンダ付けしやすい。
- 今回取り付けるトランジスタ TR11 は2SA1015。



●の部分には既に部品を取り付けてある箇所

## << 動作 >>

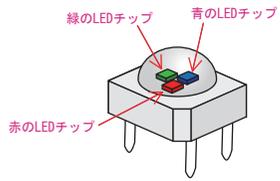
### [1] イリュージョンライト

- SW2 と SW3 を押しながら電源スイッチ PSW を ON。
- フルカラーLEDが様々な色にランダムに変化する。
- ラップフィルムをクシャクシャにしたものなど、光を散乱するものを被せると美しい。

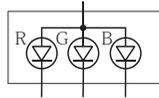
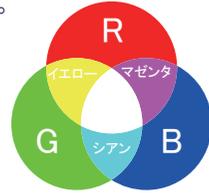
### [2] キャンドルライト

- SW1 と SW2 と SW3 を押しながら電源スイッチ PSW を ON。
- フルカラーLEDが黄色に光って擬似的な 1/f ゆらぎでゆらめく。
- 発泡緩衝材など、光を拡散するものを被せると雰囲気が出る。

## フルカラー LED



- 赤(R), 緑(G), 青(B) (光の三原色) それぞれのLEDが1パッケージに入っている。それぞれの光強度のバランスで任意の色を出すことができる。



- 3つのLEDのアノード (+側端子) は共通になっている。(アノードコモンと呼ぶ)

## 1/f ゆらぎ



- 変動のパワースペクトルが周波数に反比例する、要するに、ゆっくりとした変化は大きく、素早い変化は細かい“ゆらぎ”のこと。
- ロウソクの炎のゆらめき、そよ風になびく木の葉の揺れ、等、自然界に見られる“ゆらぎ”の多くは 1/f ゆらぎと考えられ、人間に心地よさを感じさせるとされる。

# STEP4 ミニテルミン・目覚まし鳥・音スイッチ

## 抵抗 カarbon抵抗 (炭素皮膜抵抗)

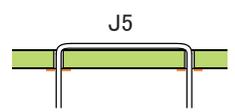
R2, R3  10kΩ

R12  51kΩ

(キットVer.2の場合は、R11とCdSはここで取り付けます)

R11  15kΩ

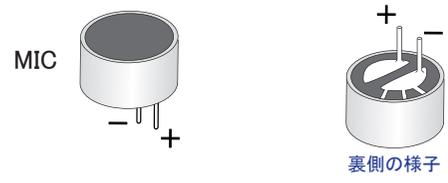
## ジャンパ線



## コンデンサ



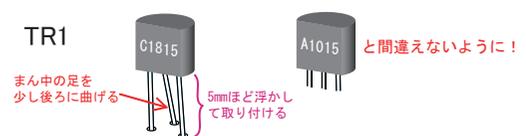
## マイク



キットVer.2の場合は、R11とCdSはここで取り付けます

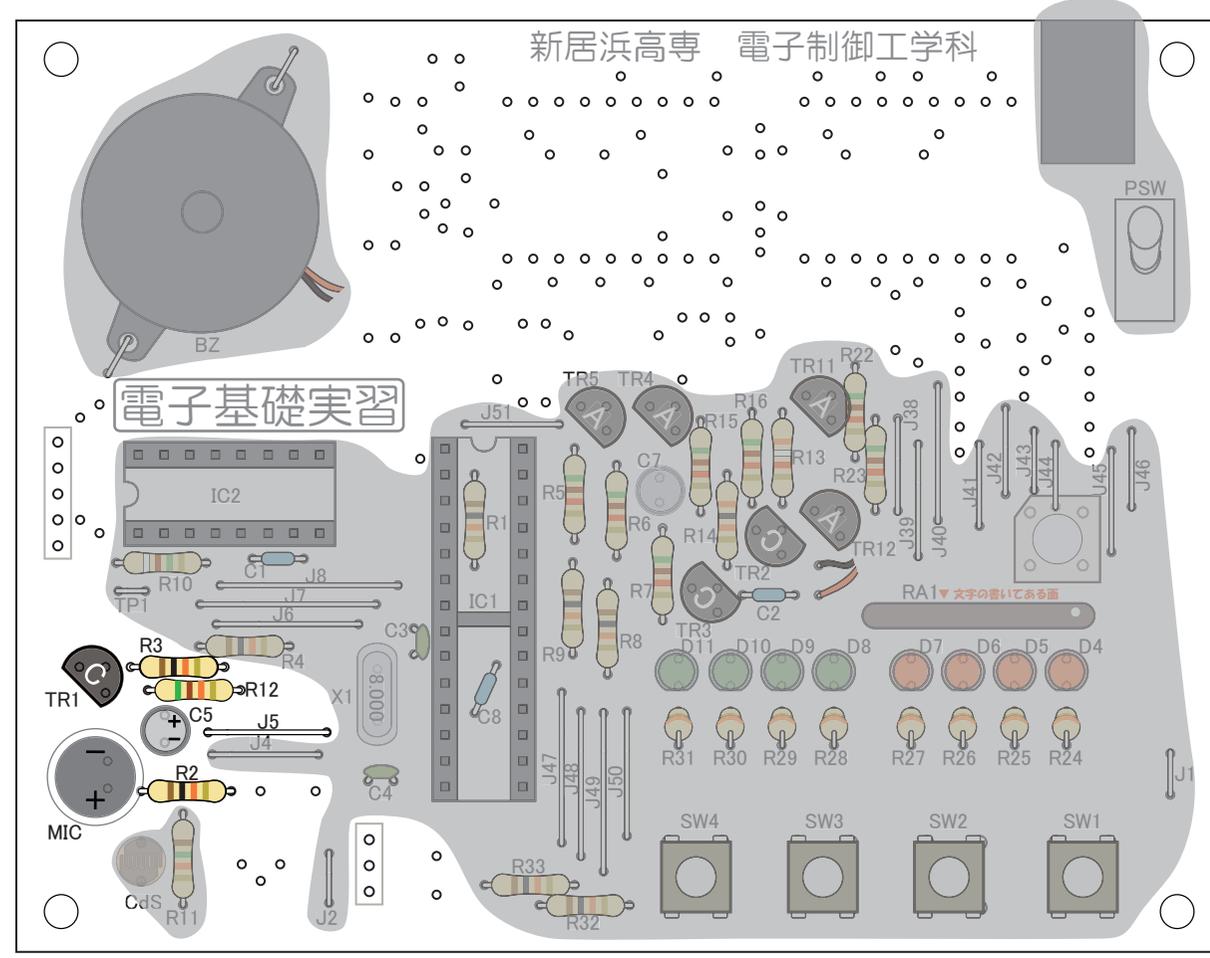


## トランジスタ



2SC1815

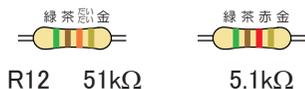
向きを間違えないように注意



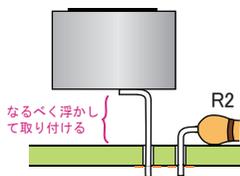
の部分は既に部品を取り付けてある箇所

## << 組み立て上の注意点 >>

- ・ R12 51kΩ は 5.1kΩ とまぎらわしいので注意。



- ・今回取り付けるトランジスタ TR1 は2SC1815。
- ・マイクの足の根元はハンダで固定されているので、手早くハンダ付ける。



- ・CdS もマイクと同じくらいの高さになるように、浮かして付ける。

## << 動作 >>

### [1] ミニテルミン

- ・SW1 と SW4 を押しながら電源スイッチ PSW を ON.。
- ・CdS を手で覆って暗くすると音が高くなる。音の高さが 8bit LED (D4～D11) でバーグラフ表示される。

### [2] 目覚まし鳥

- ・SW2 と SW4 を押しながら電源スイッチ PSW を ON.。
- ・暗くなってから明るくなるとピヨピヨ音が鳴る。CdS を一旦手で覆ってから手を離すとよい。

### [3] 音スイッチ

- ・SW3 と SW4 を押しながら電源スイッチ PSW を ON.。
- ・大きな音がマイクに入る(例えば、手をパンと叩く)と、8bit LED (D4～D11) が順に点灯する。
- ・SW2 を押すと、音が入るたびにフルカラーLEDの色が変化する。
- ・SW1 を押すと、8bit LEDの変化に戻る。

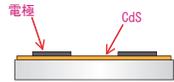
## ■ CdS セル ■



CdSセル

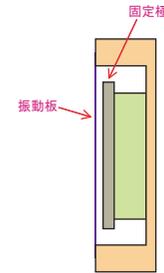
- CdS（硫化カドミウム）は半導体の一種で、光が当たると光の量に応じて自由電子が発生し、電気抵抗値が小さくなる性質（これを“**光導電効果**”と呼ぶ）を示す。

- 明るさを検知するための光センサとして広く用いられる。



CdSセルの断面構造

## ■ コンデンサマイク ■



コンデンサマイクの内部構造

- 振動板が音によって振動すると、固定極との隙間の間隔が変化し、振動板と固定極との間の**静電容量が変化**することを利用して音を検出する。

- 静電容量の変化はわずかなため、十分な電気信号を得るためには、高い電圧を印加しておく必要がある。これに代わって、自発分極を持つ“**エレクトレット**”を用いることにより、高電圧を加えたのと同じ効果を持つようにしたものを“**エレクトレット・コンデンサマイク（ECM）**”と呼ぶ。実用的には、コンデンサマイクと言うとこれを指す。

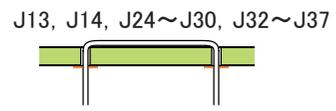
- コンデンサマイクには通常、電気信号を増幅するためのアンプが内蔵されているので、電圧を加えて用いる。

# STEP5 16進数・電子サイコロ

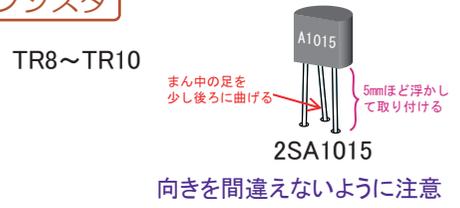
**抵抗** カーボン抵抗(炭素皮膜抵抗)

R19, R20, R21  5.1kΩ

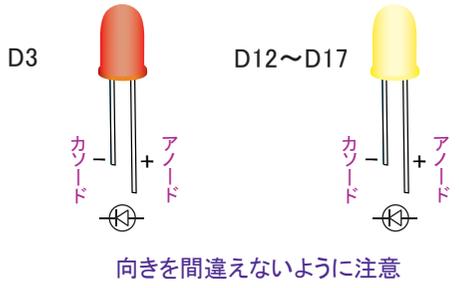
**ジャンパ線**



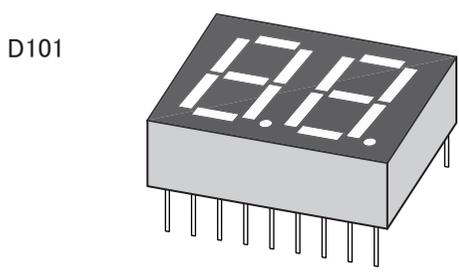
**トランジスタ**



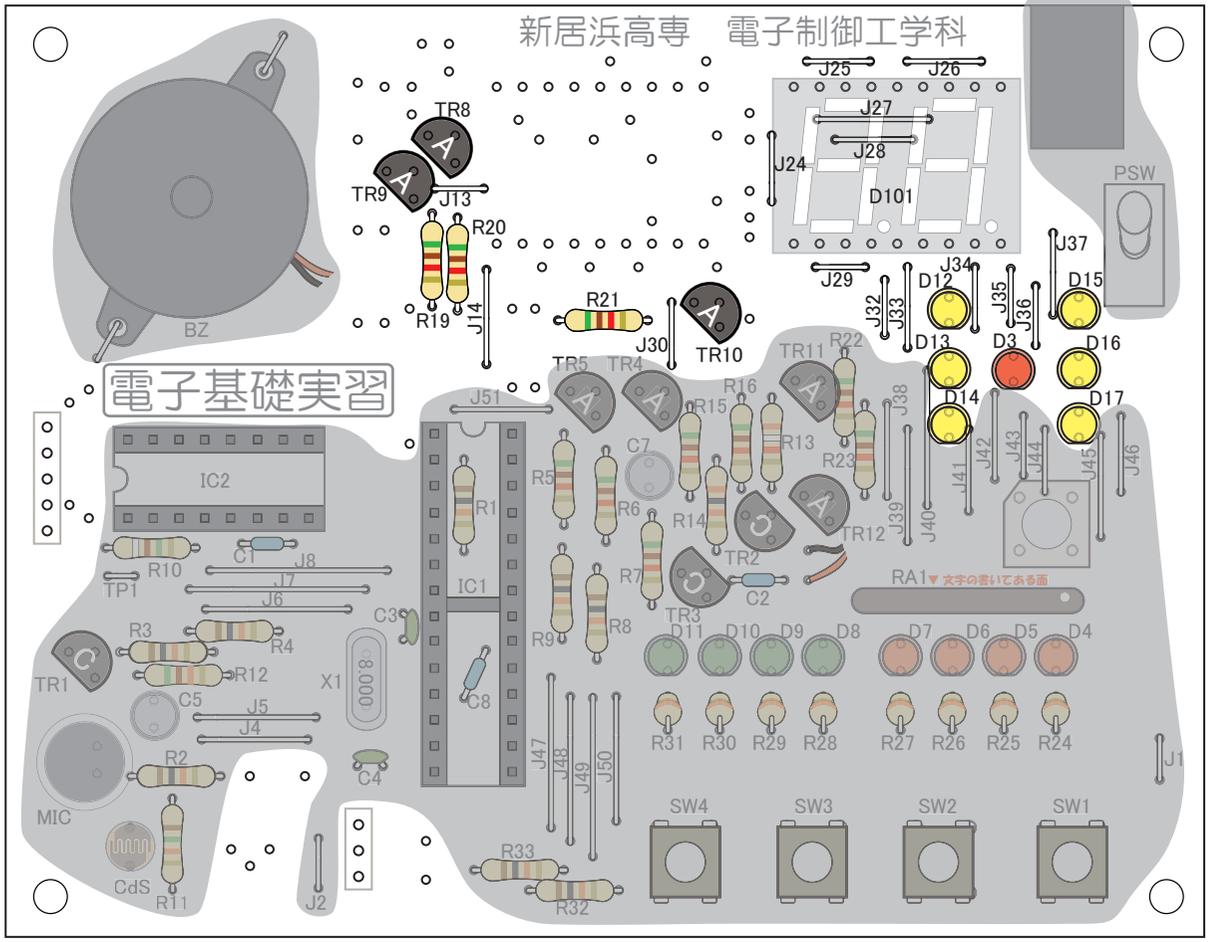
**LED(発光ダイオード)**



**7セグメントLED**



J24, J27, J28 を必ず先に付けておく



の部分は既に部品を取り付けてある箇所

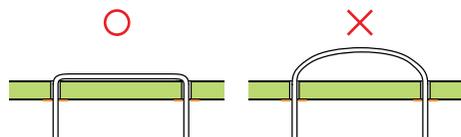
## << 組み立て上の注意点 >>

- ・今回取り付けるトランジスタ TR8~TR10 は2SA1015。

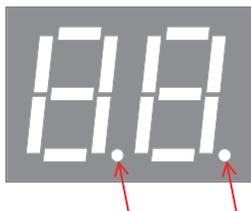


- ・LED D3, D12~D17 は D4~D11 と高さを合わせて取り付ける。

- ・7セグメントLED D101 を取り付ける前に、ジャンパ線を付けてしまう(特に、J24, J27, J28)。山なりにならないように注意。



- ・7セグメントLED D101 は、小数点の向きに注意。



## << 動作 >>

### [1] 16進数

- ・SW1 を押しながら電源スイッチ PSW を ON。
- ・STEP1 [1] の「2進数のカウント」と同じ動作。値が 8bitLED (D4~D11)と同時に、7セグメントLEDに 16 進数でも表示される。

### [2] 電子サイコロ

- ・SW1 と SW2 と SW4 を押しながら電源スイッチ PSW を ON。
- ・7セグメントLEDが8の字を描くようにルーレット状に点滅。
- ・SW1 を押しとその瞬間の値がサイコロ状LEDに表示される。

### [3] もぐらたたき

- ・SW4 を押しながら電源スイッチ PSW を ON。
- ・STEP2 [4] の「もぐらたたき」と同じ動作。正解数が7セグメントLEDに表示される。

## << おまけ >>

- ・STEP4 [3] 音スイッチの際、SW3 を押しと、音が入った回数を7セグメントLEDに表示する。

## 16 進数

### 10進数

1 (=  $0 \times 10 + 1$ )  
 2 (=  $0 \times 10 + 2$ )  
 3 (=  $0 \times 10 + 3$ )  
 4 (=  $0 \times 10 + 4$ )  
 5 (=  $0 \times 10 + 5$ )  
 6 (=  $0 \times 10 + 6$ )  
 7 (=  $0 \times 10 + 7$ )  
 8 (=  $0 \times 10 + 8$ )  
 9 (=  $0 \times 10 + 9$ )  
 10 (=  $1 \times 10 + 0$ )  
 11 (=  $1 \times 10 + 1$ )  
 12 (=  $1 \times 10 + 2$ )  
 13 (=  $1 \times 10 + 3$ )  
 14 (=  $1 \times 10 + 4$ )  
 15 (=  $1 \times 10 + 5$ )  
 16 (=  $1 \times 10 + 6$ )  
 17 (=  $1 \times 10 + 7$ )  
 18 (=  $1 \times 10 + 8$ )  
 19 (=  $1 \times 10 + 9$ )  
 20 (=  $2 \times 10 + 0$ )  
 21 (=  $2 \times 10 + 1$ )  
 ⋮

### 2進数 (8桁表示)

0000 0001  
 0000 0010  
 0000 0011  
 0000 0100  
 0000 0101  
 0000 0110  
 0000 0111  
 0000 1000  
 0000 1001  
 0000 1010  
 0000 1011  
 0000 1100  
 0000 1101  
 0000 1110  
 0000 1111  
 0001 0000  
 0001 0001  
 0001 0010  
 0001 0011  
 0001 0100  
 0001 0101  
 ⋮

### 16進数 (2桁表示)

01 (=  $0 \times 16 + 1$ )  
 02 (=  $0 \times 16 + 2$ )  
 03 (=  $0 \times 16 + 3$ )  
 04 (=  $0 \times 16 + 4$ )  
 05 (=  $0 \times 16 + 5$ )  
 06 (=  $0 \times 16 + 6$ )  
 07 (=  $0 \times 16 + 7$ )  
 08 (=  $0 \times 16 + 8$ )  
 09 (=  $0 \times 16 + 9$ )  
 0A (=  $0 \times 16 + 10$ )  
 0B (=  $0 \times 16 + 11$ )  
 0C (=  $0 \times 16 + 12$ )  
 0D (=  $0 \times 16 + 13$ )  
 0E (=  $0 \times 16 + 14$ )  
 0F (=  $0 \times 16 + 15$ )  
 10 (=  $1 \times 16 + 0$ )  
 11 (=  $1 \times 16 + 1$ )  
 12 (=  $1 \times 16 + 2$ )  
 13 (=  $1 \times 16 + 3$ )  
 14 (=  $1 \times 16 + 4$ )  
 15 (=  $1 \times 16 + 5$ )  
 ⋮

• 0 ~ 9, A, B, C, D, E, F の 16 種類の文字で表す。

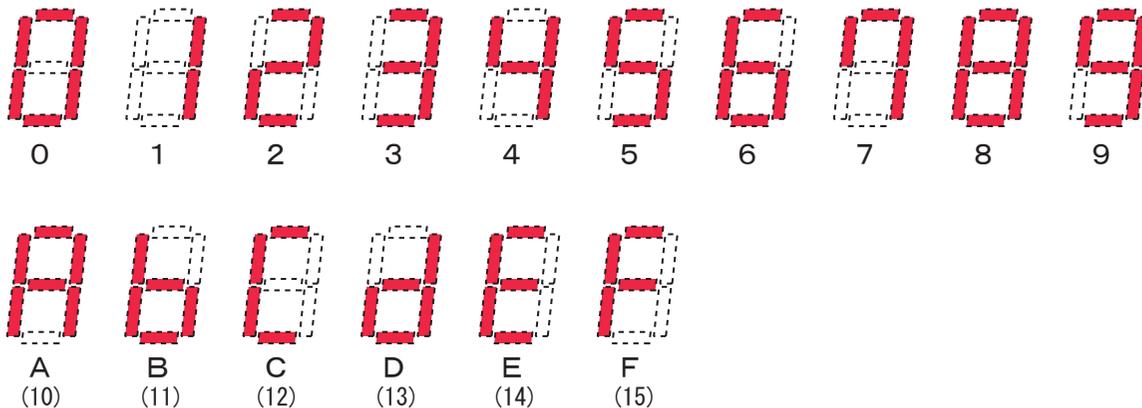
• 2進数を4桁毎に区切って、4bit それぞれを 0 ~ 9, A, B, C, D, E, F の 1文字に直せばよい。

• 8bit の2進数は、16 進数では 00 から FF まで。10 進数では 0 から 255 に対応する。

• アルファベットが登場せず数字だけの場合、10 進数と見分けがつかないので、16 進数(Hexadecimal)であることを明示するために、後ろに“H”をつけたり、頭に“0x”を付けて表す。

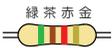
10進数	16進数	2進数
255	FFH または 0xFF	11111111
128	80H または 0x80	10000000

## 7セグメントLEDによる16進数の表し方



# STEP6 A/D変換・RCサーボ・タイマー・時計

**抵抗** カーボン抵抗(炭素皮膜抵抗)

R17, R18  5.1kΩ

**ジャンパ線**

J3, J9~J12, J15~J23, J31



**トランジスタ**

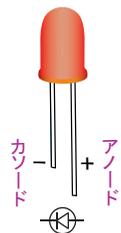
TR6, TR7



向きを間違えないように注意

**LED(発光ダイオード)**

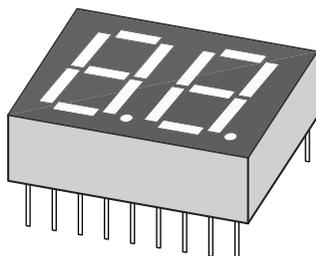
D1, D2



向きを間違えないように注意

**7セグメントLED**

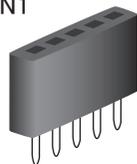
D100



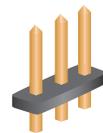
J18~J21を必ず先に付けておく

**コネクタ**

CN1



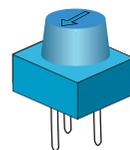
CN2



仮止めテープで固定しておく  
ハンダ付けしやすい。

**ボリューム(可変抵抗)**

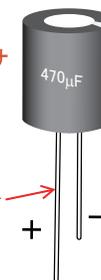
VR1



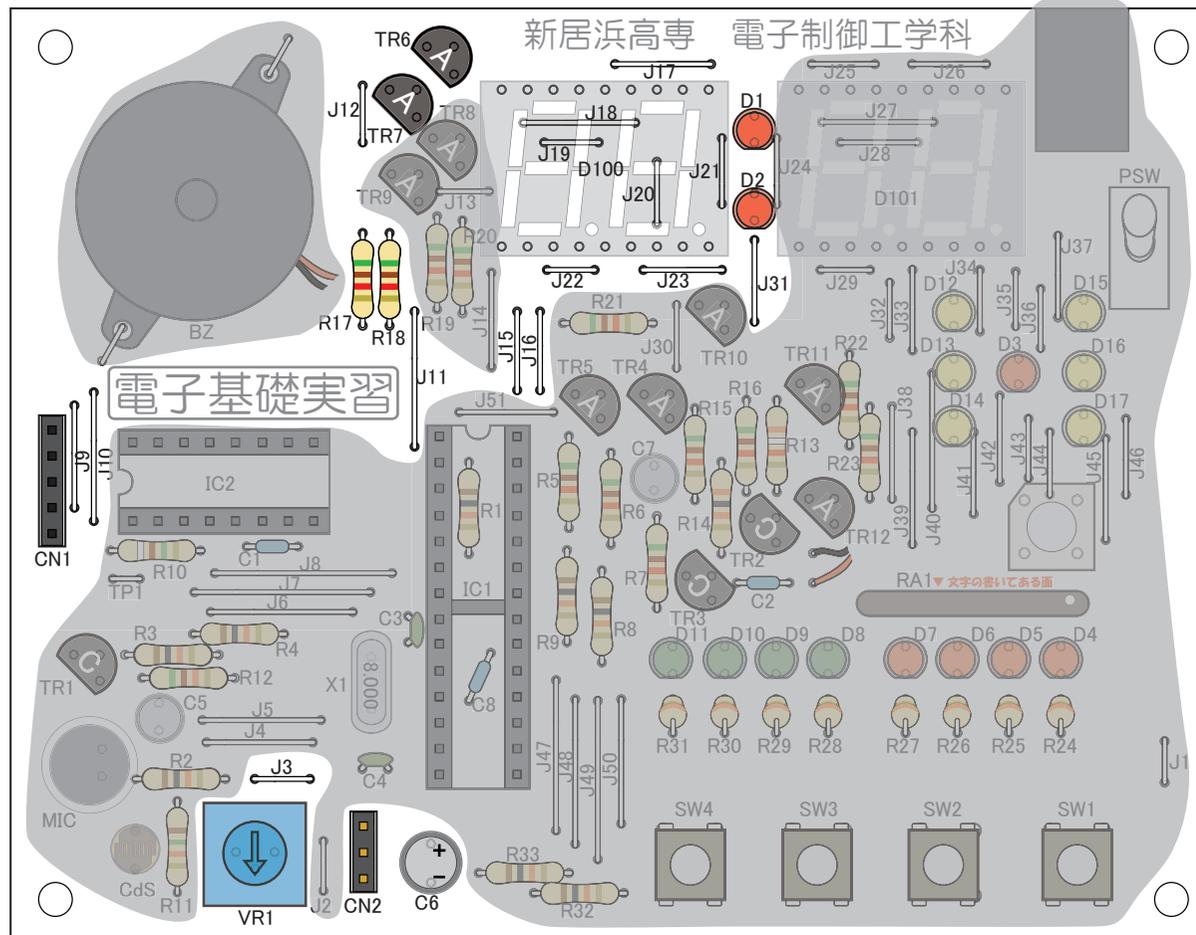
仮止めテープで固定しておく  
ハンダ付けしやすい。

**コンデンサ**

電解コンデンサ  
C6  
470μF



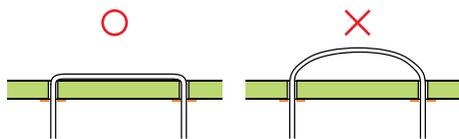
長い方が+



の部分は既に部品を取り付けてある箇所

## << 組み立て上の注意点 >>

- ・7セグメントLED D100 を取り付ける前に、ジャンパ線を付けてしまう(特に、J18, J19, J20, J21)。山なりにならないように注意。



- ・LED D1, D2 は7セグメントLED D100, D101 と同じくらいの高さに取り付ける。
- ・コネクタ CN1, CN2 やボリューム(可変抵抗) VR1 は仮止め用テープで貼り付けて、基板を裏返しても抜けないようにしておくハンド付けしやすい。

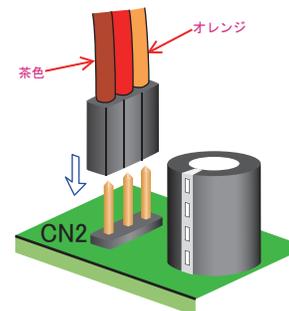
## << 動作 >>

### [1] A/D変換

- ・SW1 と SW3 と SW4 を押しながら電源スイッチ PSW を ON。
- ・ボリューム VR1 を回すと、レベルに応じて 0 ~ 1023 の値が7セグメントLEDに表示される。同時に、8bitLED (D4~D11)にバーグラフ表示される。

### [2] RCサーボ

- ・CN2 にRCサーボを接続する。(向きを間違えないように注意)



- ・SW2 と SW3 と SW4 を押しながら電源スイッチ PSW を ON。
- ・ボリューム VR1 を回すと、サーボホーンが連動して回転する。

[注]サーボによっては、キットに同梱のACアダプタでは電流容量が足りない場合があります。

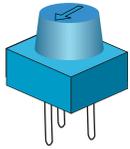
### [3] タイマー

- ・SW1 と SW2 と SW3 と SW4 を押しながら電源スイッチ PSW を ON。
- ・SW4 を押しながら、SW3 で時間、SW2 で 10分の位、SW1 で 1分の位を設定する。
- ・SW1 でスタート/ポーズ。
- ・1秒毎にサイコロ状LEDが点滅。
- ・アラームは電源を切るまで鳴り続ける。

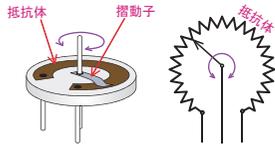
### [4] 時計

- ・スイッチを押さずに電源スイッチ PSW を ON。
- ・SW4 を押しながら、SW3 で時間、SW2 で 10分の位、SW1 で 1分の位を設定する。
- ・時計として動作している間に、SW1 と SW2 と SW3 3つを同時押しするとモニタープログラムが起動する。  
(キットVer.2にはモニタープログラムはありません)

## ■ 可変抵抗 (ボリューム) ■



- ツマミを回すと**摺動子**が回転し、抵抗体と接触する位置が変化することにより、抵抗体の各端と摺動子との間の抵抗値が変化する。



内部構造



回路記号

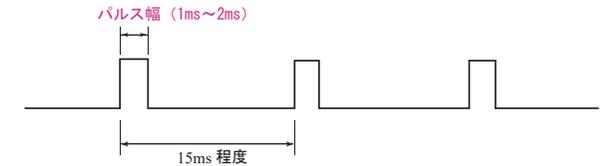
- 可変抵抗の抵抗値は、抵抗体の**全体の抵抗値**をもって称する。  
例えば、 $10k\Omega$ の可変抵抗とは、抵抗体の両端の間が $10k\Omega$ で、ツマミを中央に合わせたとすると、摺動子と他の端子との間は $5k\Omega$ になる。
- “ボリューム”と呼称は、音量(volume)調節のために一般に使われる、という意味と、variable ohm (バリアブル オーム、つまり、可変抵抗)がなまった、という意味の両方がある。
- “ポテンショメータ”と呼ばれる場合もある。

## ■ RC サーボ ■



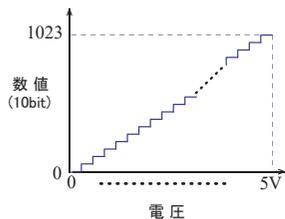
RCサーボ

- ラジコン飛行機のフラップや、ラジコンカーのステアリングホイール等、プロボのレバー操作に応じて角度を変える動きをさせる部分の駆動に使われるため、RC (Radio Control) サーボと呼ばれる。
- サーボホーン (回転する部分) が、信号の**パルス幅**に対応する角度に回転する。



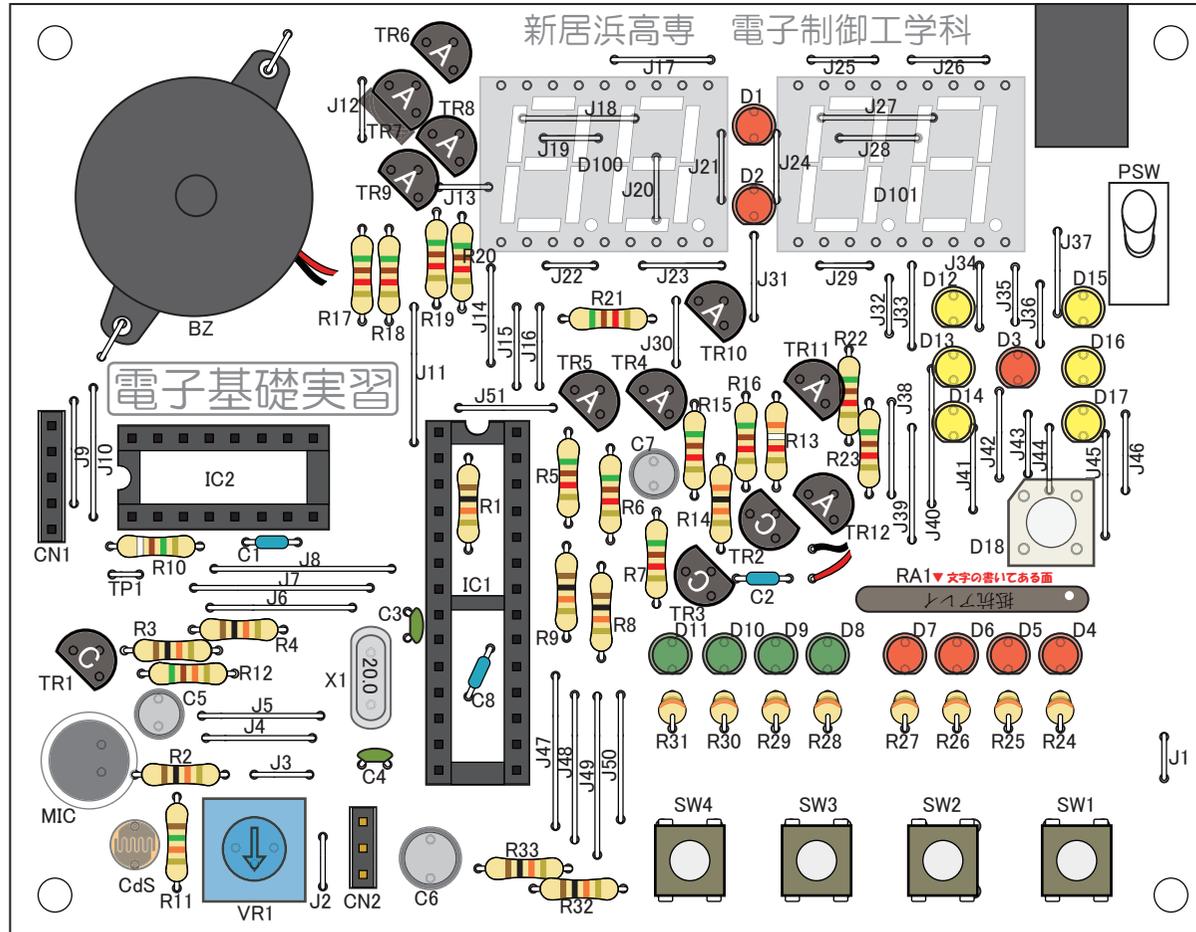
信号の波形

## ■ A/D 変換 ■



- 電圧の大きさを、**基準とする電圧**に対する割合を表す数値に変換することを“A/D変換”という。
- 数値を何bitの2進数で表すかを、A/D変換の分解能と呼ぶ。PIC16F886に内蔵のA/D変換器 (A/Dコンバータ) は分解能10bitであるので、数値は0から1023の間の値になる。
- PICマイコン学習キットでは、**基準電圧**は5Vとしているので、0V ~ 5Vの電圧が、0から1023の数値に対応する。

# << 完成した基板の様子 >>



# ≪プログラムの種類≫

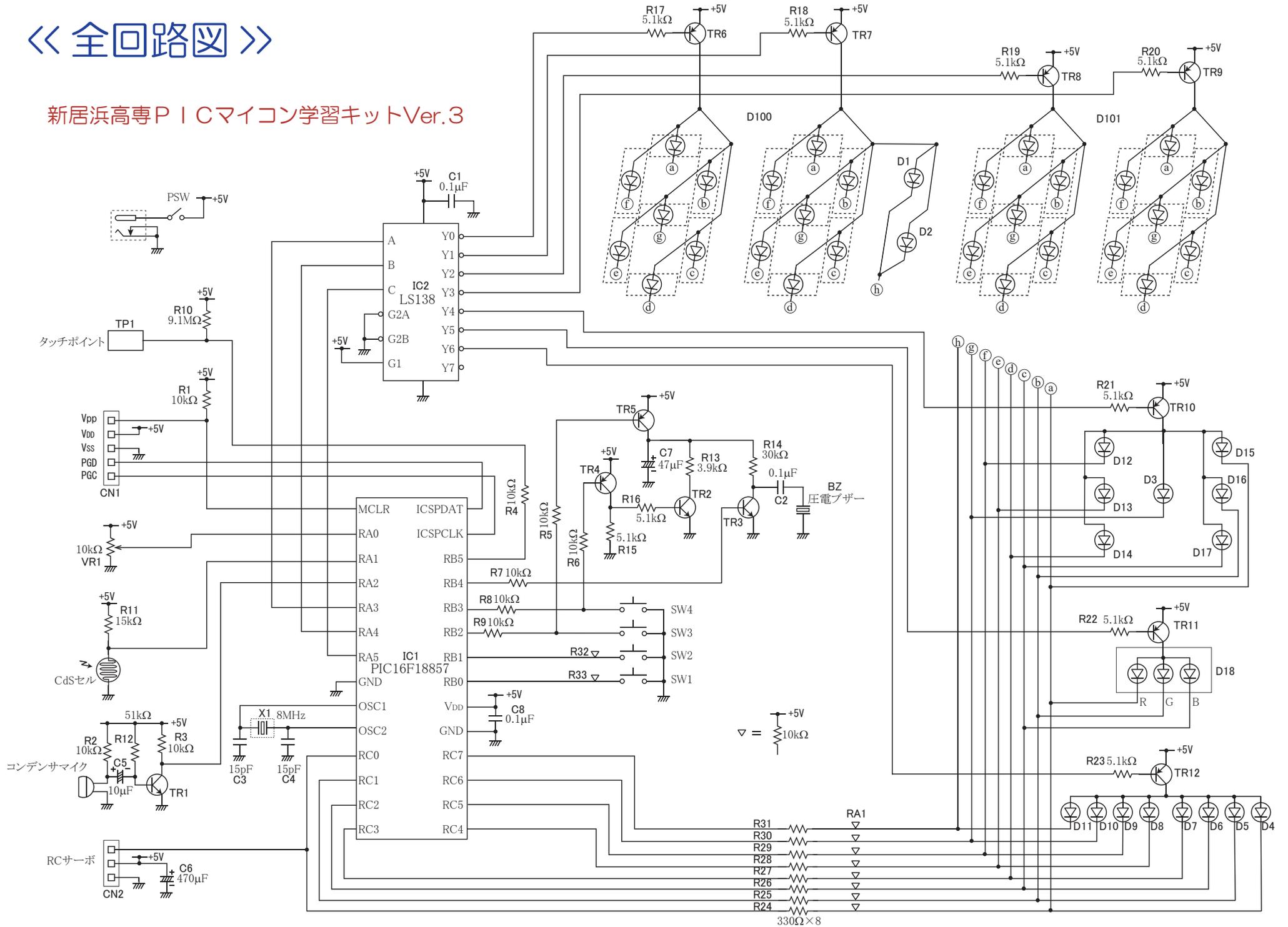
SW1～SW4 を押しながら電源 ON でプログラムを選択

SW4	SW3	SW2	SW1		
-	-	-	-	デジタル時計	SW4 を押しながら、SW3 で時間、SW2 で 10 分の位、SW1 で 1 分の位を合わせる。単純なデジタル時計。
-	-	-	ON	2進数のカウント	SW1 でカウントアップ、SW2 でカウントダウン、SW3 でリセット、SW4 で1秒毎に自動カウントアップのスタートストップ。
-	-	ON	-	Wave	8bitLED が波打つように光る。波の揺らぎは完全ランダム。
-	-	ON	ON	電子ピアノ	GND 端子をミノ虫クリップでくわえ、8bitLED の下の 330Ω 抵抗の足を触るとドレミファソラシドが鳴る。
-	ON	-	-	タッチアラーム	タッチセンサを手で触るとアラームが鳴る。感度が悪い場合は、GND 端子も同時に触る。アラームは電源 OFF まで鳴り止まない。
-	ON	-	ON	電子すず虫	すず虫音が鳴る。鳴き止んでいる間に CdS を覆って暗くすると、コオロギ音に変わる。
-	ON	ON	-	イリュージョンライト	フルカラー LED が様々な色に光る。色の変化は完全ランダム。光を散乱させるシェードを被せると美しい。
-	ON	ON	ON	キャンドルライト	フルカラー LED が黄色に光り、1/f 揺らぎで明るさがゆらめく。時々、明るさが急激に変化する。適当に光を拡散するシェードを付けた方が雰囲気が出る。
ON	-	-	-	もぐらたたき	8bitLED の光る箇所を 0～7 の 3bit の 2進数で表し、1の桁を SW1～SW3 を押して答える。右端が光った時は SW4 を押す。正解なら“ピン・ポン”、間違ったら“ブー”が鳴る。正解数を7セグメント LED に表示。
ON	-	-	ON	ミニテルミン	明るさに応じて音の高さが変化する。CdS を手で覆って暗くするほど音が高くなる。音の高さが 8bitLED にバーグラフ表示される。
ON	-	ON	-	目覚まし鳥	一旦暗くなってから明るくなると、“ピヨピヨ”音が鳴り始める。鳴る間隔はランダム。
ON	-	ON	ON	電子サイコロ	SW1 でスタートストップ。サイコロ LED に値が表示される。
ON	ON	-	-	音スイッチ	マイクの近くで手をパンと叩くと、8bitLED の光る位置が左にシフトする。SW2 を押すと、フルカラー LED の色が変わる。SW3 を押すと、手を叩いた回数を7セグメント LED に表示する。SW1 で8bitLEDのシフトに戻る。
ON	ON	-	ON	A/D コンバータ	VRを回すとレベルに応じて、A/D 変換した結果を 0～1023 の値で7セグメント LED に表示する。同時に 8bitLED にバーグラフ表示する。
ON	ON	ON	-	RC サーボ	VRを回すと、ツマミの角度に応じて RC サーボのサーボホーンが回転する。
ON	ON	ON	ON	タイマー	SW4 を押しながら、SW3 で時間、SW2 で 10 分の位、SW1 で 1 分の位をセットする。SW1 でスタート/ポーズ。一旦スタートさせると、設定時間は変更できない。残り時間がゼロになるとアラームが鳴る。アラームは電源 OFF まで鳴り止まない。最大99時間59分まで。

- ・デジタル時計として動作している間に、SW1 と SW2 と SW3 3つを同時押しするとモニタプログラムが起動する。  
(キットVer.2にはモニタプログラムはありません)

# 《全回路図》

## 新居浜高専P I Cマイコン学習キットVer.3

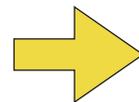
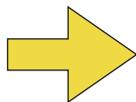
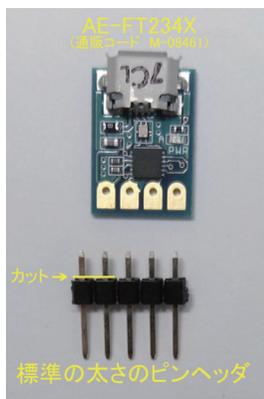


# ● モニタプログラムでキットの回路を動かすためのセットアップ

- ICSP(In-Circuit Serial Programming) 用の 5pin のコネクタ  
(オリジナル片面基板の CN1, キット同梱の両面基板の J2)  
を介してシリアル通信でパソコンとつなぎます。



- USB-シリアル変換に、秋月電子の「FT234X 超小型USBシリアル変換モジュール」を用いる場合は、  
下図のようにします。



- USB-シリアル変換に、「FTDI USBシリアル変換ケーブル (5V)」を用いる場合は、  
下図のようにつなぎます。

