

オブジェクト倶楽部 2008 夏イベント

見て、触って、作って、解る電子回路工作
-ブレッドボードから始めるCPUへの道-

2008.07.01 Tue. 代々木オリンピックセンター

御礼

本日はご参加いただきまして
誠にありがとうございます。

～協力～

芦沢嘉典さん 株式会社アークシステム
千葉啓介さん 株式会社永和システムマネジメント

講師紹介

斎藤良太（さいとうりょうた）

1961年 東京生まれ

1971年 最初のラジオを作る

1974年 電話級アマチュア無線技師取得

1986年 埼玉県川口市に引越し

2008年 認定スクラムマスター取得

プログラマなのにコード書いてないよ

本日の予定

あなたに電子工作脳をインストールします

(こないだ、勝間和代さんの本を読んだんです)

お約束

残念ながらハンダ付けしません
感電しない単三電池2本を使用
兎にも角にも作って動かすことを優先します

電子工作とは

作って楽しむ

副次的な効果

ソフトウェア産業の土台となる部分への理解が
深まる
手先が器用になる
老眼が悲しくなる

バディ

2人で1チームになります
テキストでいいです

お互いに自己紹介してください

- 1分くらい
- 今日食べたものについて
- 電子工作の経験について

サポーター

お二人がサポーターとしてお手伝いします

芦沢嘉典さん
千葉啓介さん

本日の目標

無事に帰る
壊さず帰る
光らせる
鳴らす

電子部品を見してみる
電子部品を触ってみる
電子部品で作ってみる

本日の進め方

- 成果重視
 - ≫ 最短距離を疾走します
- タイムボックス重視
 - ≫ ガンガン手を動かしましょう
- 割り込み上等
 - ≫ 知らなくて当たり前
 - ≫ わからなけりゃいつでも聞いちゃえ
 - ≫ 「疑問」を大切に！
- バディで助け合う
 - ≫ 袖振り合うも他生の縁

(C) 芦沢嘉典 ++

最初に

LEDを点ける

質問

LED点けたことあるひと？

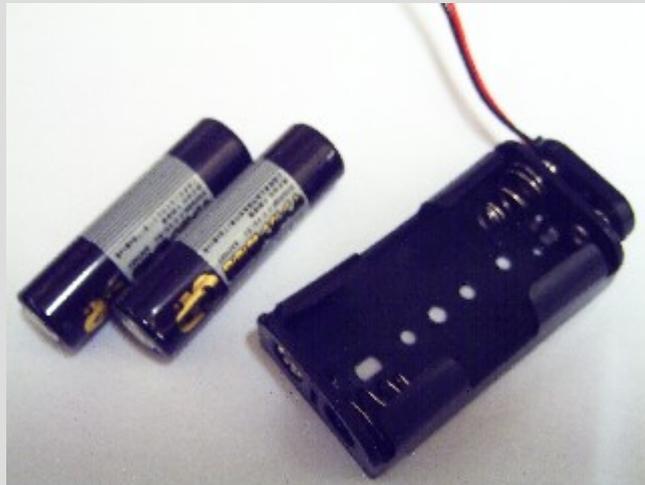
点けてみよう

必要なもの

LED
電源

それから・・・

電源



3V

単三電池を2本
使います

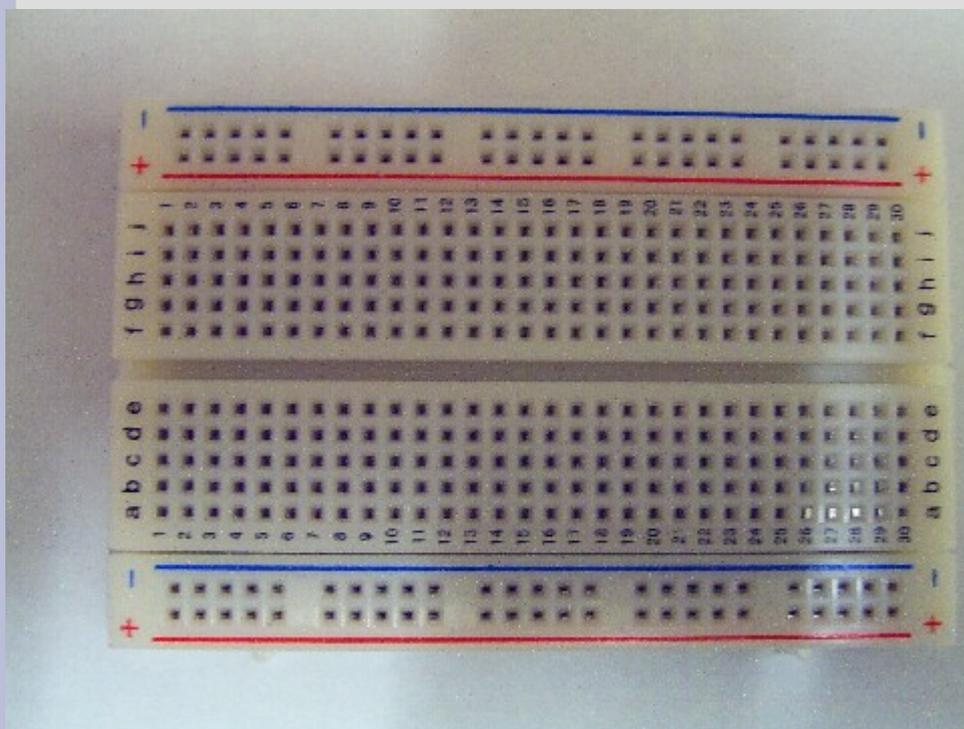
電池ボックスと
バッテリースナップ

LED (Light Emitting Diode)



- ・ 発光ダイオード
光る
極性アリ
(長い足が+側)
(アノードって言う)
今日は赤だけど
もっといろんな色がある
最近では青色が流行

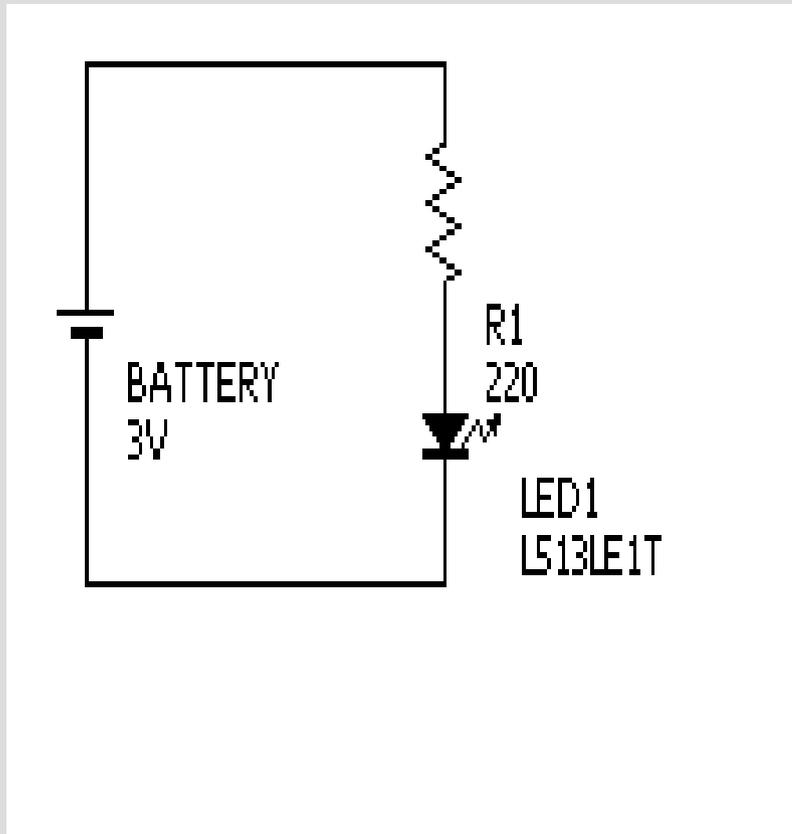
ブレッドボード



ハンダ付けしなくても
回路を組める
最もアジャイルな道具
のひとつ

パン捏ね台の上で工作
をしたことから

回路図



わあお、簡単！

部品にはスペック（仕様）があります

最大定格
例えばLEDの場合

- 順方向電流
- 逆耐電圧
- 動作周囲温度

超えてはいけない数値

やってはいけない！

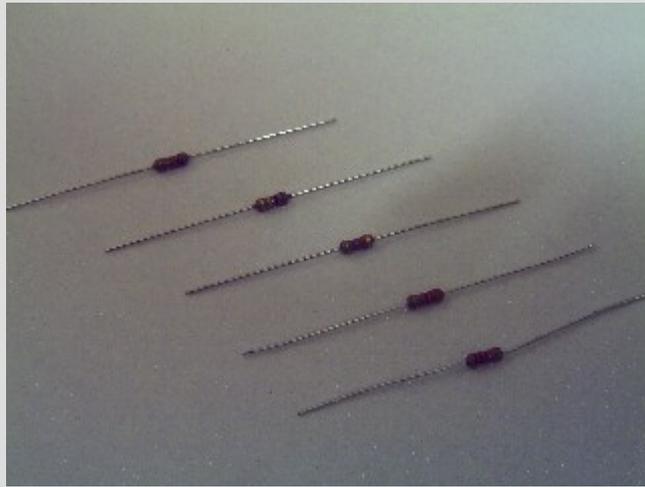
！！！！禁止事項！！！！

DANGER

- ・電源をショートさせない
- ・LEDを無負荷で繋がない
 - ≫必ず制限抵抗を付ける

まあ、今回は電源が単三電池2本3Vなので壊れるものはないでしょう。

抵抗



レジスタ

単位： Ω (オーム)

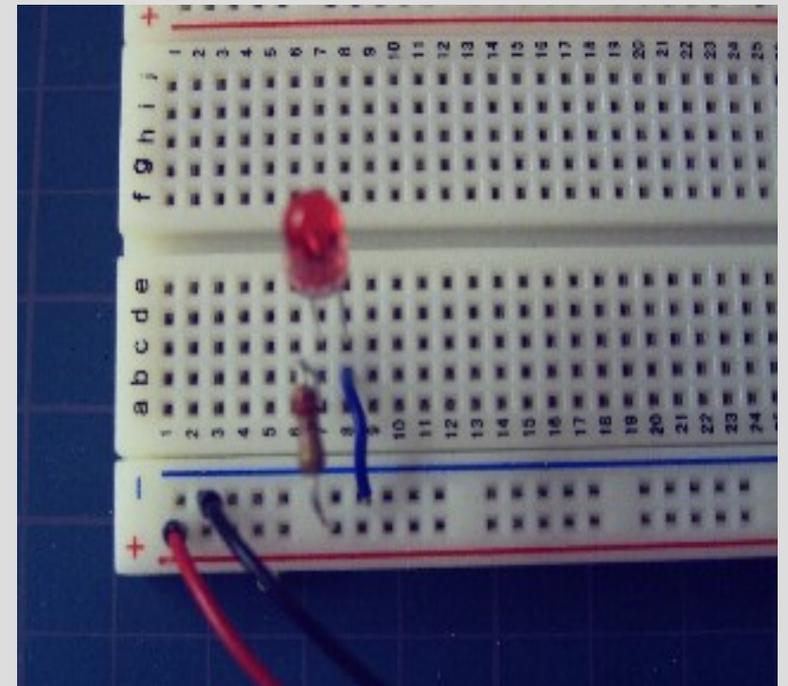
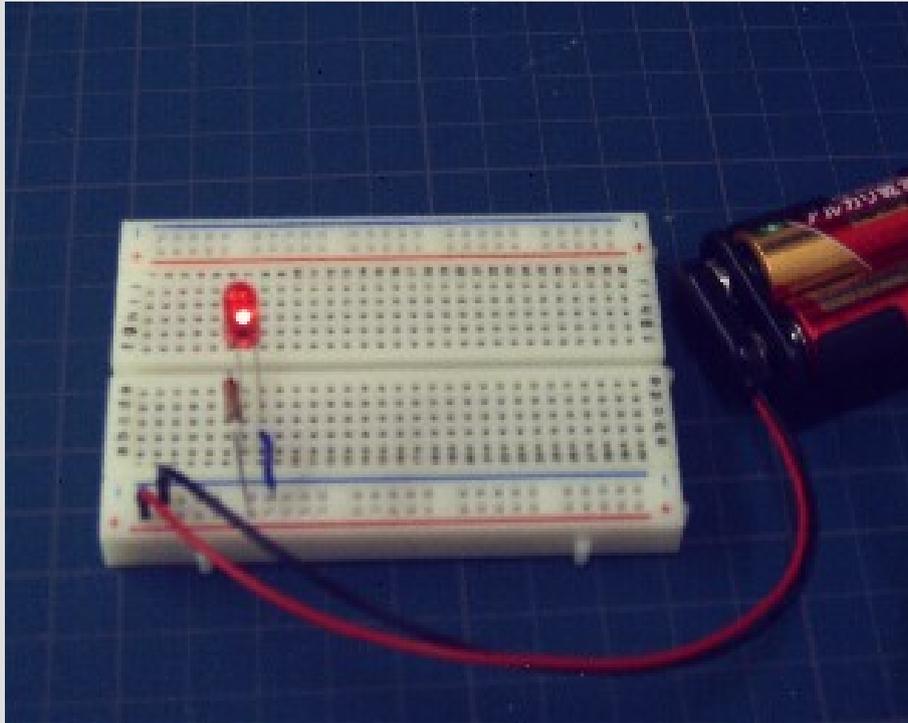
電流を流れにくくする

小型炭素皮膜抵抗

最もポピュラーな部品

極性ナシ

作ってみよう



光った？

うまく光らない！？

- ≫ 電池のプラスマイナスはあってますか？
- ≫ 基板上のプラスマイナスはあってますか？
- ≫ 途中で切れていませんか？
 - ・ マスズれてませんか？

わからないときは、サポートの人に聞いてみて

よみち

≫ 抵抗のカラーコードを読んでみよう！

- 0 : 黒 : 黒い礼服
- 1 : 茶 : お茶を一杯
- 2 : 赤 : 赤いニンジン
- 3 : 橙 : 第三の男
- 4 : 黄 : 岸恵子 (ちよつと・・・) 四季
- 5 : 緑 : 嬰兒 (みどりご、あかちゃんのことね)
- 6 : 青 : 青二才のロクデナシ
- 7 : 紫 : 紫シチ部
- 8 : 灰 : ハイヤー
- 9 : 白 : ホワイトクリスマス

普通の抵抗は最初の2色で数値を、3色目で乗数を表します
(4つ目は誤差なので今は気にしなくていいです)

例：赤赤茶金なら、 22×10^1 で 220Ω になります

茶黒黄金なら、 10×10^4 で $100K \Omega$ になります

- * 高級な金属皮膜抵抗なんぞは、5つで表示してたりします
- * その場合は、最初の3色で数値を、4色目で乗数を表します
- * (5つ目は誤差なので気にしない:紫は $\pm 0.1\%$ 青は $\pm 0.25\%$)
- * 例：黄紫黒赤紫なら 470×10^2 で $470K \Omega \pm 0.1\%$ になります

ちょっと試してみた

抵抗を変えてみるとどうなる？

LEDを逆にしたらどうなる？

≫ ショート（短絡）しないように気をつけて

いよいよ、ロジック回路

今日出てくるのは1ビット用の回路です

むちゃくちゃ早く進むと
全加算器ができるかも・・・

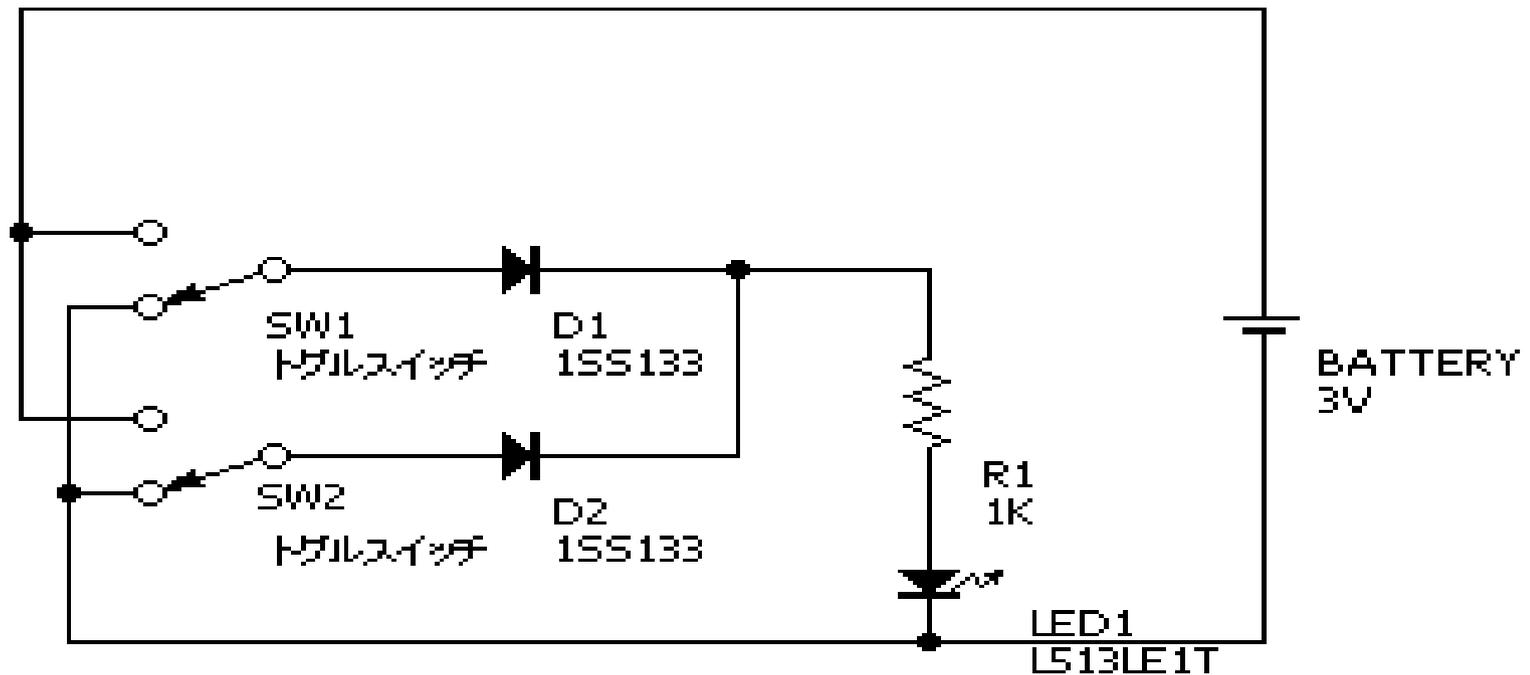
ORゲート

入力のいずれかが”H”のときに
”H”を出力する論理回路です。

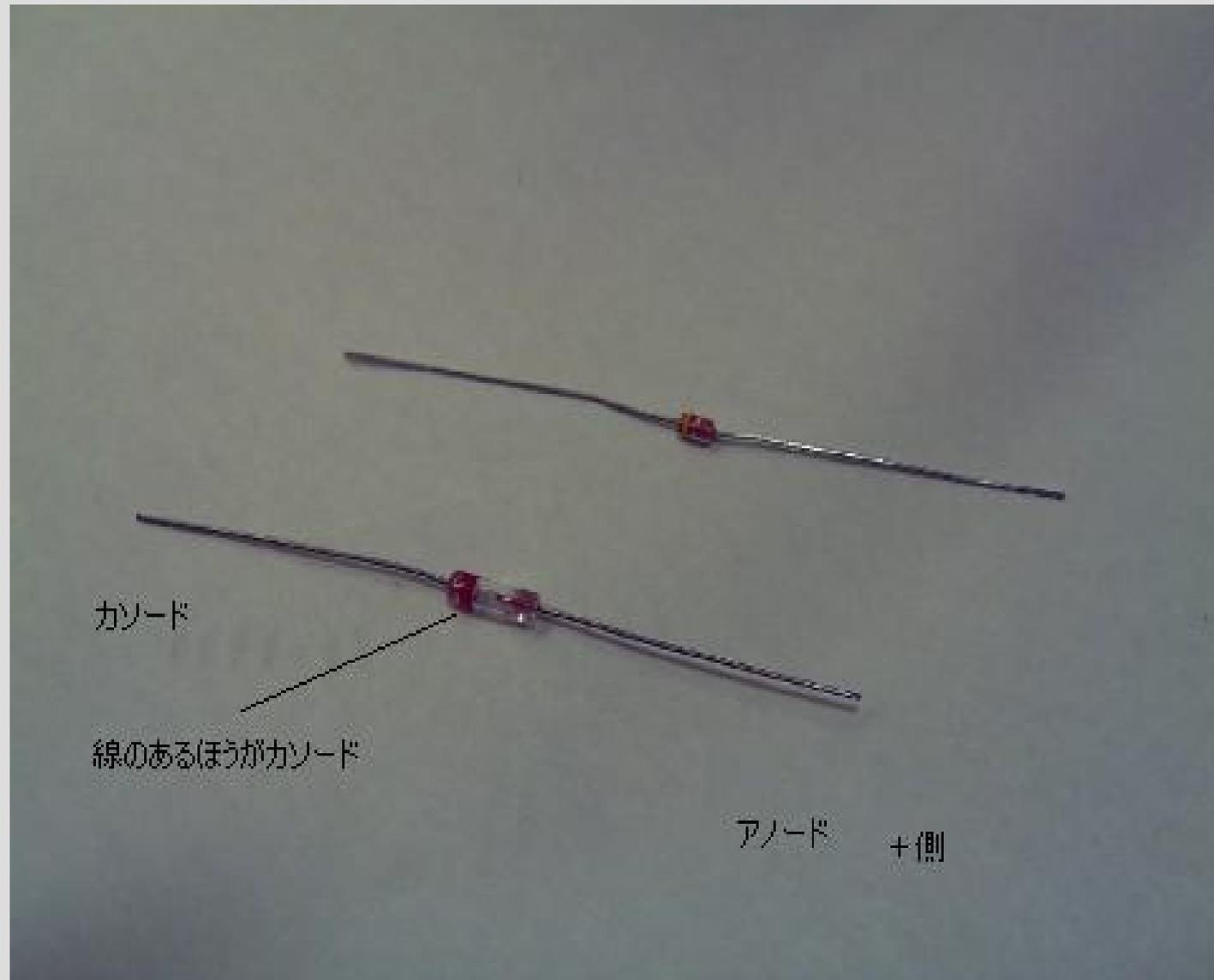
ダイオードと抵抗を使って
ワイヤードORを作ってみましょう

回路図

ワイヤードOR回路

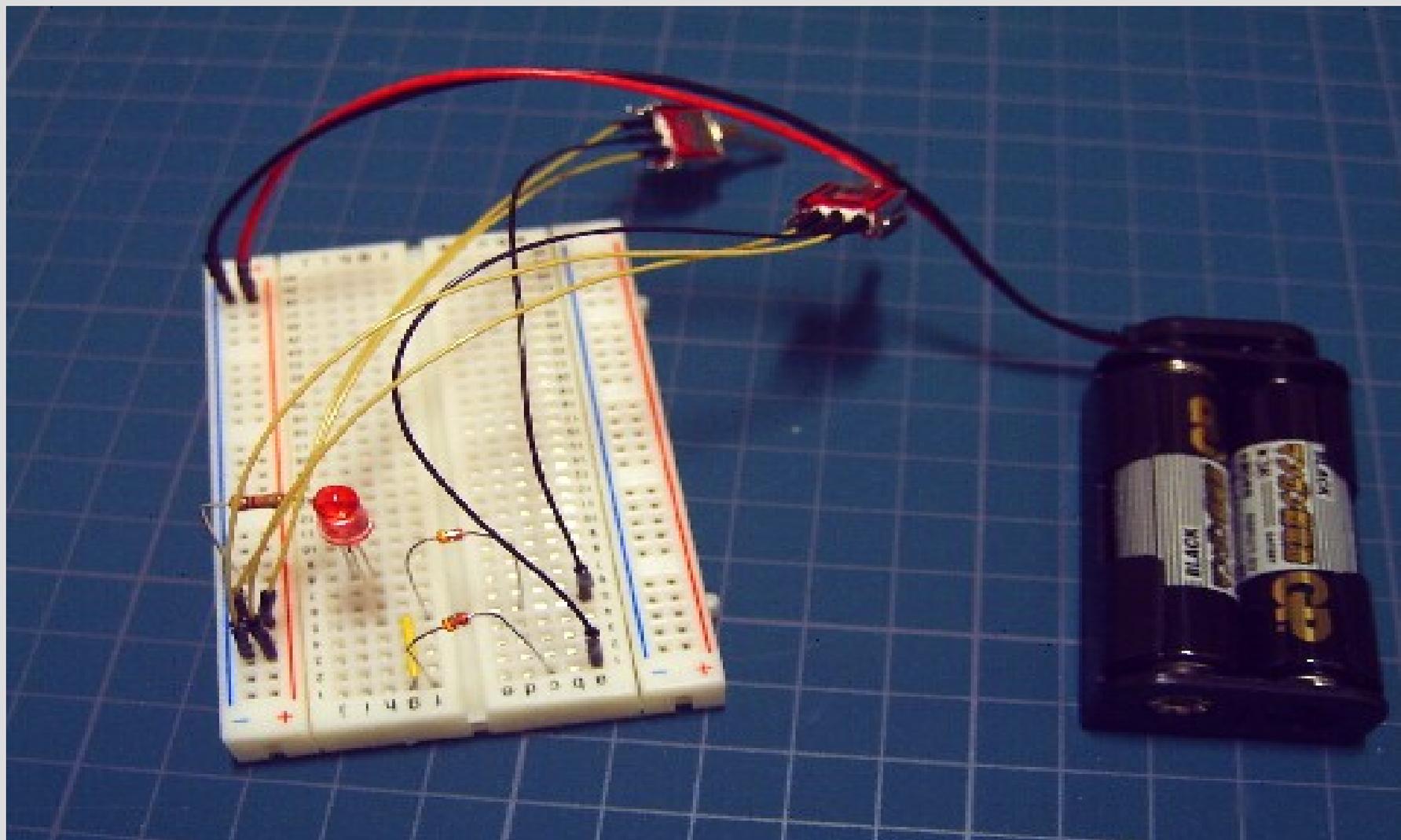


ダイオード



電気を
片方向に
しか
流しません

作ってみよう



確かめよう

ORゲートの動きは

入力1	入力2	出力
L	L	L
L	H	H
H	L	H
H	H	H

思っていたように動いた？

うまく動かない！？

- ≫ 電池のプラスマイナスはあってますか？
- ≫ 基板上のプラスマイナスはあってますか？
- ≫ 途中で切れていませんか？
 - ・ マスズれてませんか？
- ≫ 素子の極性はありますか？

わからないときは、サポートの人に聞いてみて

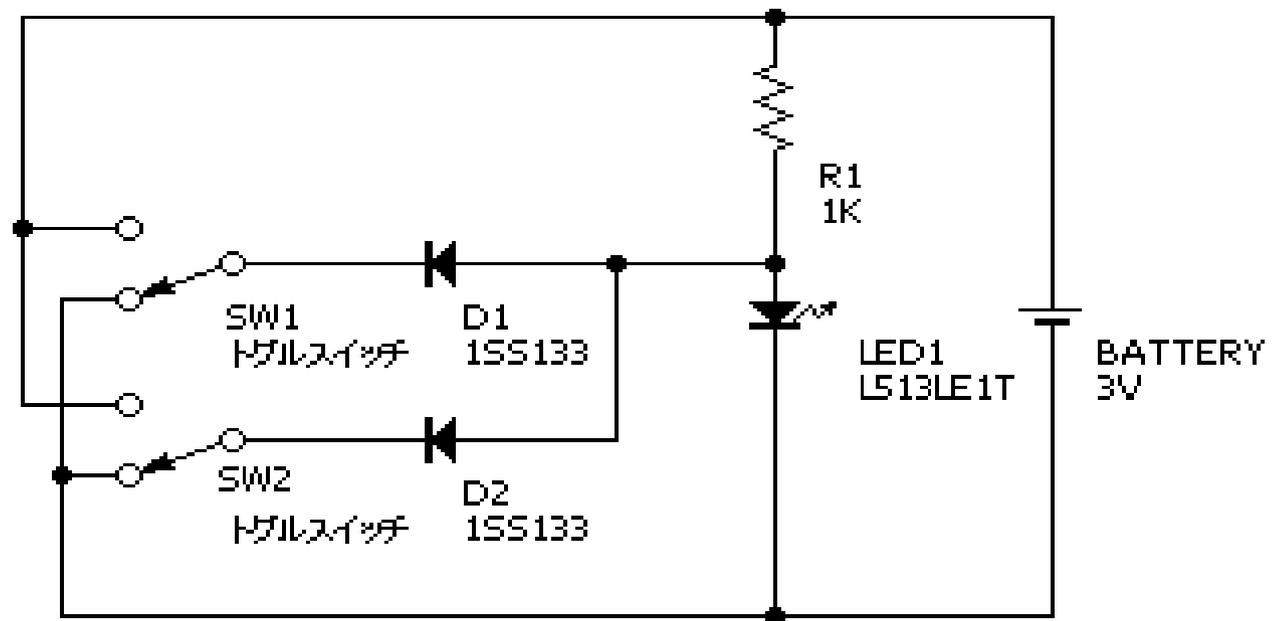
つづけてANDゲートだ！

すべての入力が”H”のときに
”H”を出力する論理回路です。

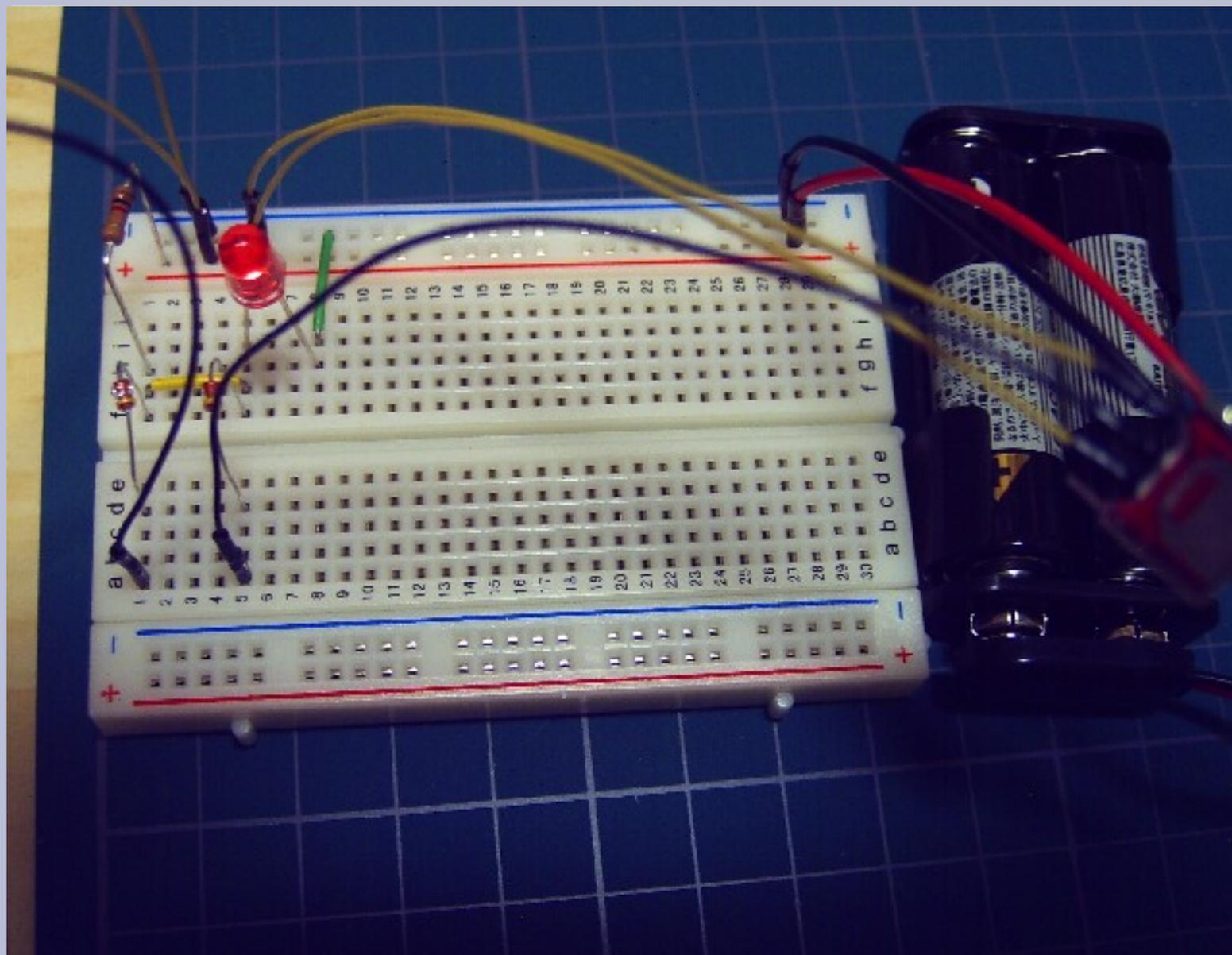
ダイオードと抵抗を使って
ワイヤードANDを作ってみましょう

回路図

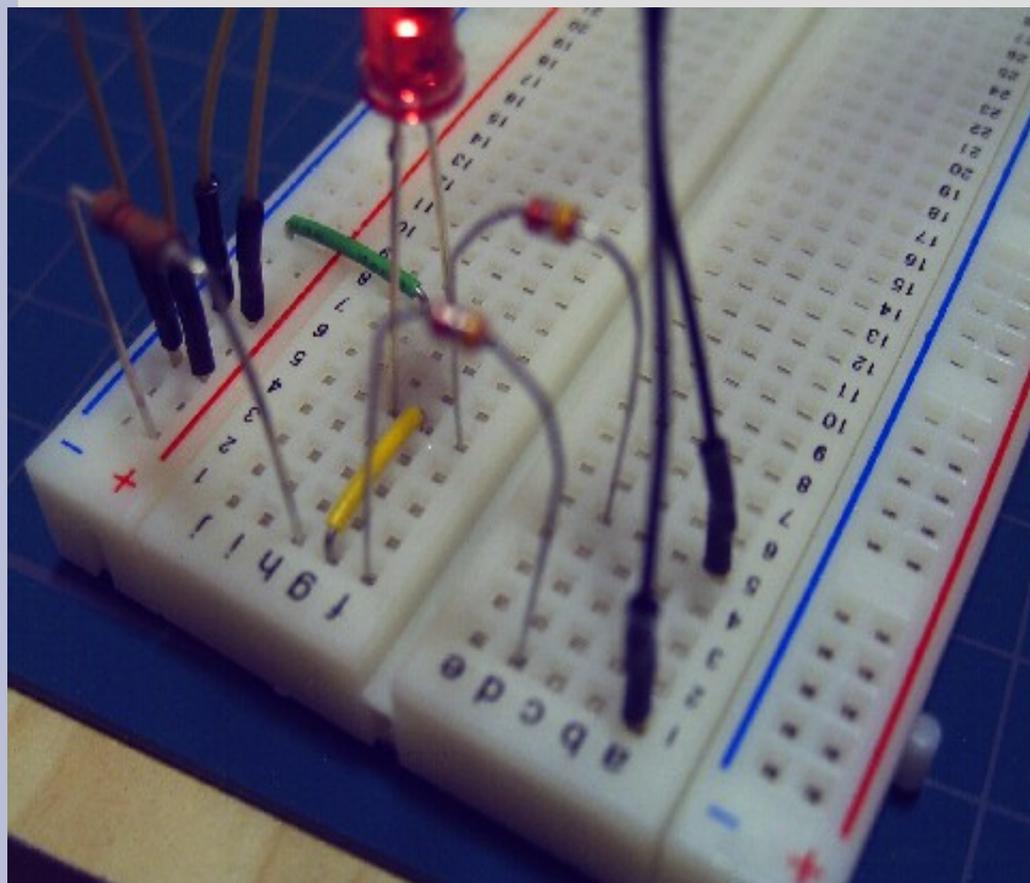
ワイヤードAND回路



作ってみよう



作ってみよう



ダイオードの極性に
注意だ！

確かめよう

ANDゲートの動きは		
入力1	入力2	出力
L	L	L
L	H	L
H	L	L
H	H	H

思っていたように動いた？

うまく動かない！？

- ≫ 電池のプラスマイナスはあってますか？
- ≫ 基板上のプラスマイナスはあってますか？
- ≫ 途中で切れていませんか？
 - ・ マスズれてませんか？
- ≫ 素子の極性はありますか？

わからないときは、サポートの人に聞いてみて

AND, OR

なんだ、ダイオードと抵抗で
できるじゃないか？
トランジスタなんかいらなくね？

否定

いいえ、だめです

ダイオードと抵抗だけだと、「否定」が
できないのです

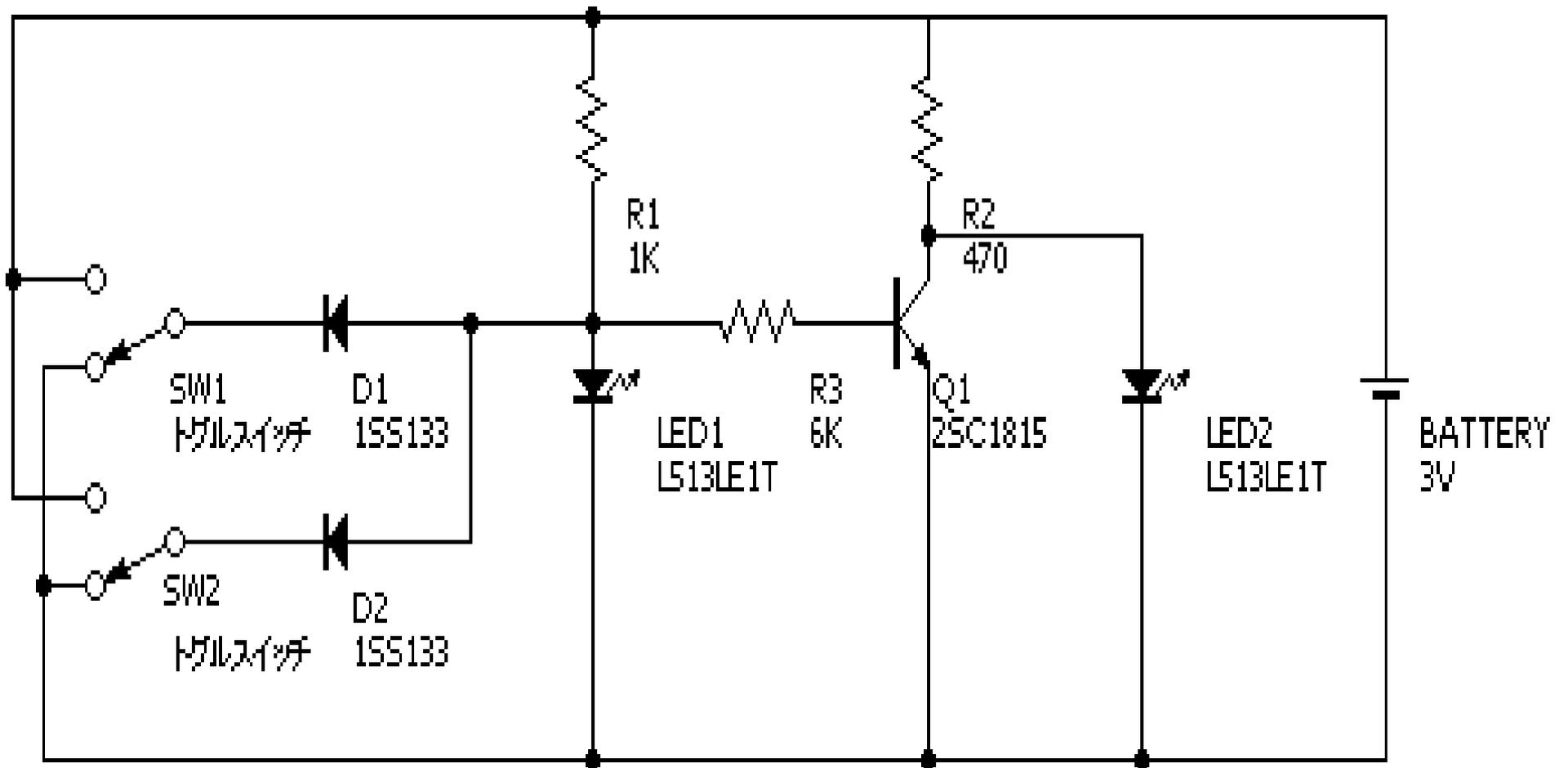
NANDゲート

今作ったANDゲートに否定（インバータ）
をつけたものがNANDゲートです

回路を付け加えて見ましょう

回路図

NAND回路

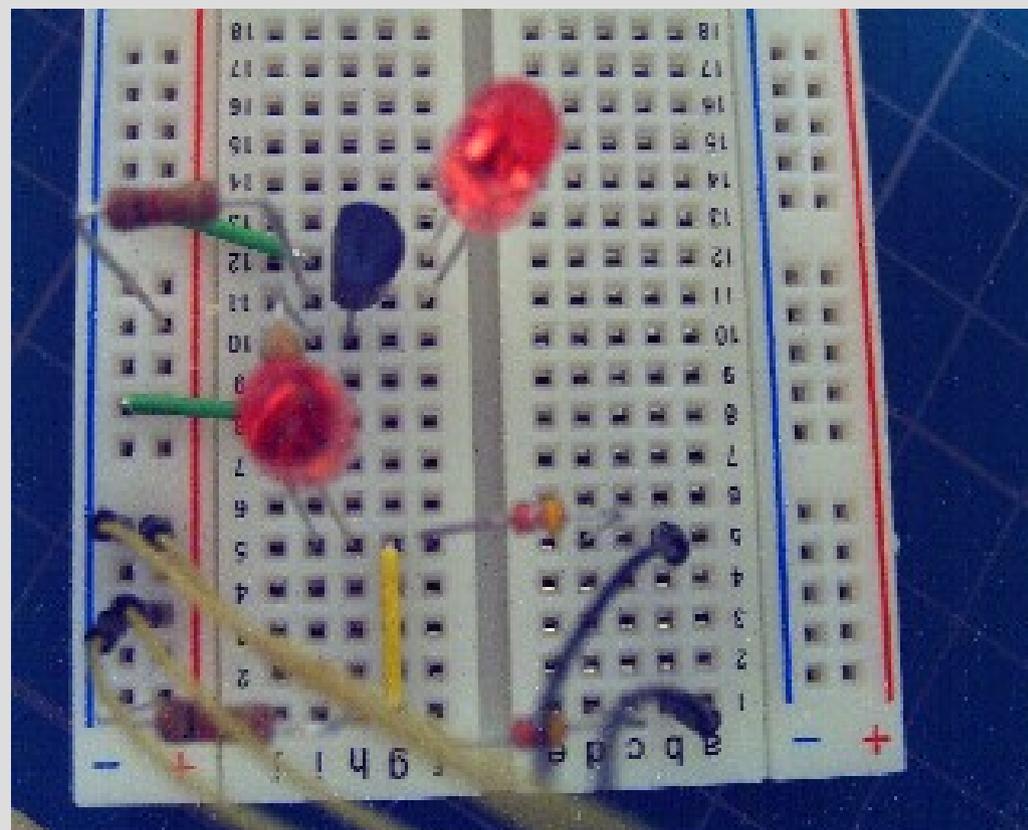
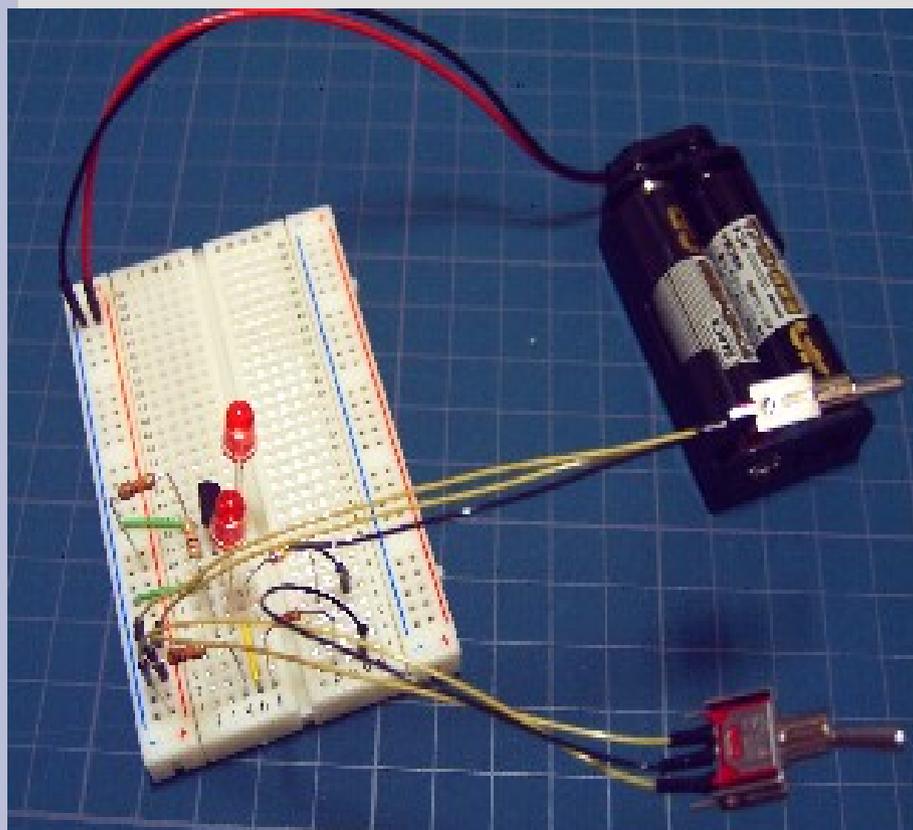


2SC1815



代表的な小信号用
NPNトランジスタ
電子工作というと
必ず出てくる

作ってみよう



確かめよう

NANDゲートの動きは

入力1	入力2	出力
L	L	H
L	H	H
H	L	H
H	H	L

思っていたように動いた？

うまく動かない！？

- ≫ 電池のプラスマイナスはあってますか？
- ≫ 基板上のプラスマイナスはあってますか？
- ≫ 途中で切れていませんか？
 - ・ マスズれてませんか？
- ≫ 素子の極性はありますか？

わからないときは、サポートの人に聞いてみて

記憶回路

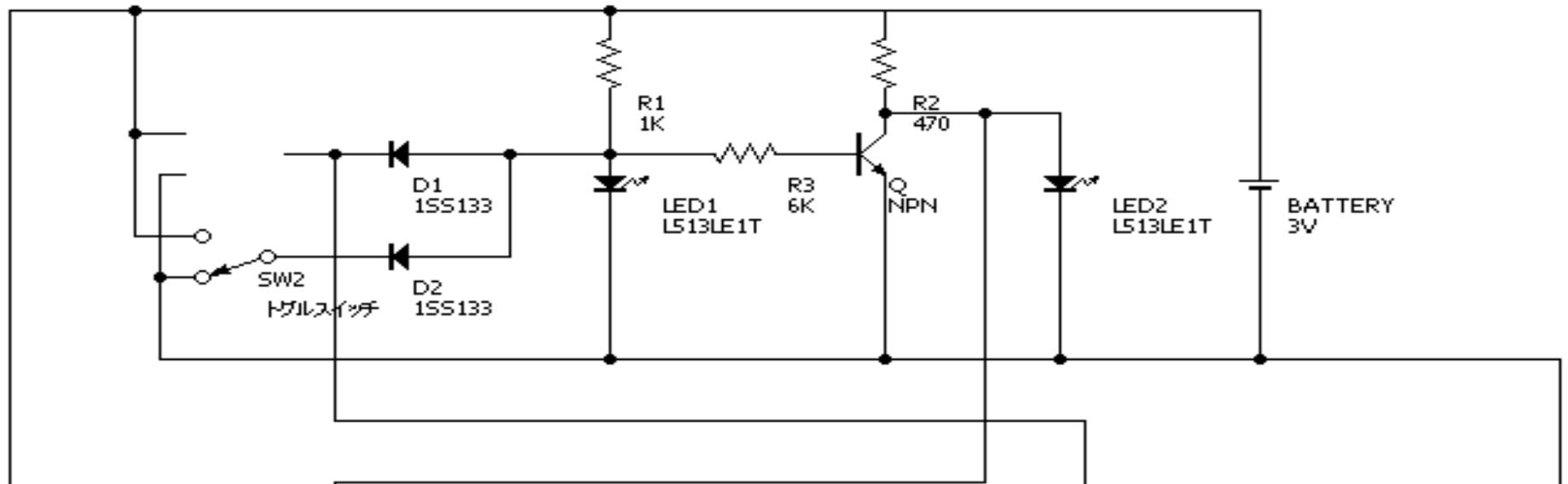
NANDが動いたら一息入れて
記憶回路を作ります

RSフリップフロップ

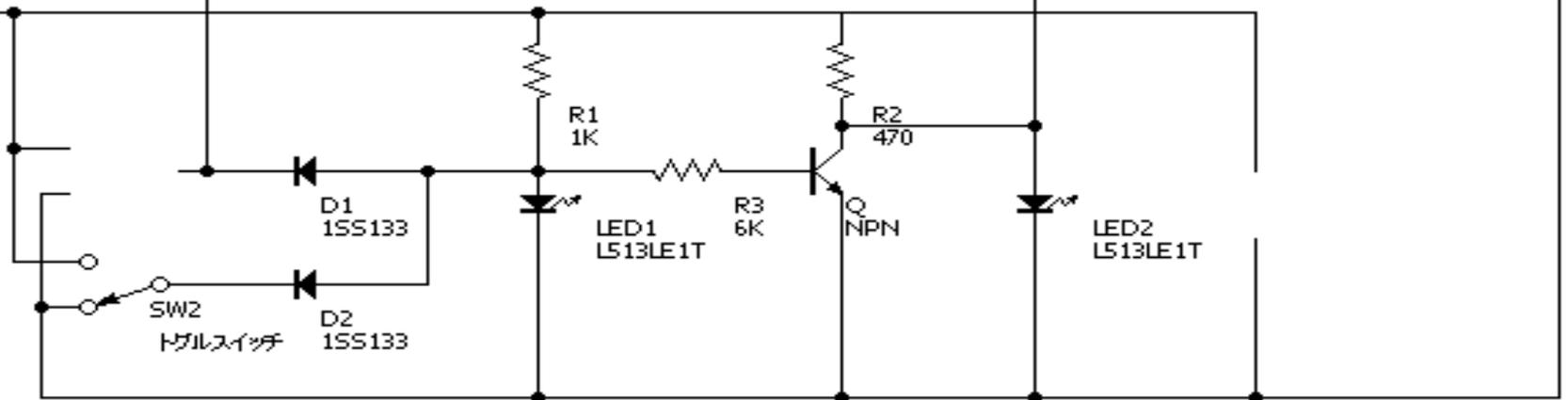
さ、バディの出番だ！
二人のNANDゲートを組み合わせるのだ

回路図

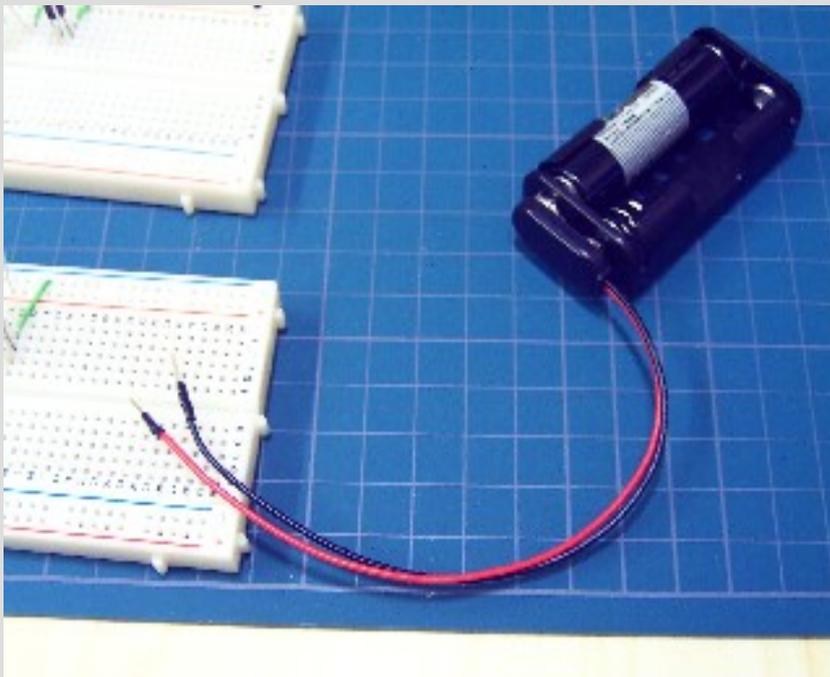
NAND回路 1



NAND回路 2

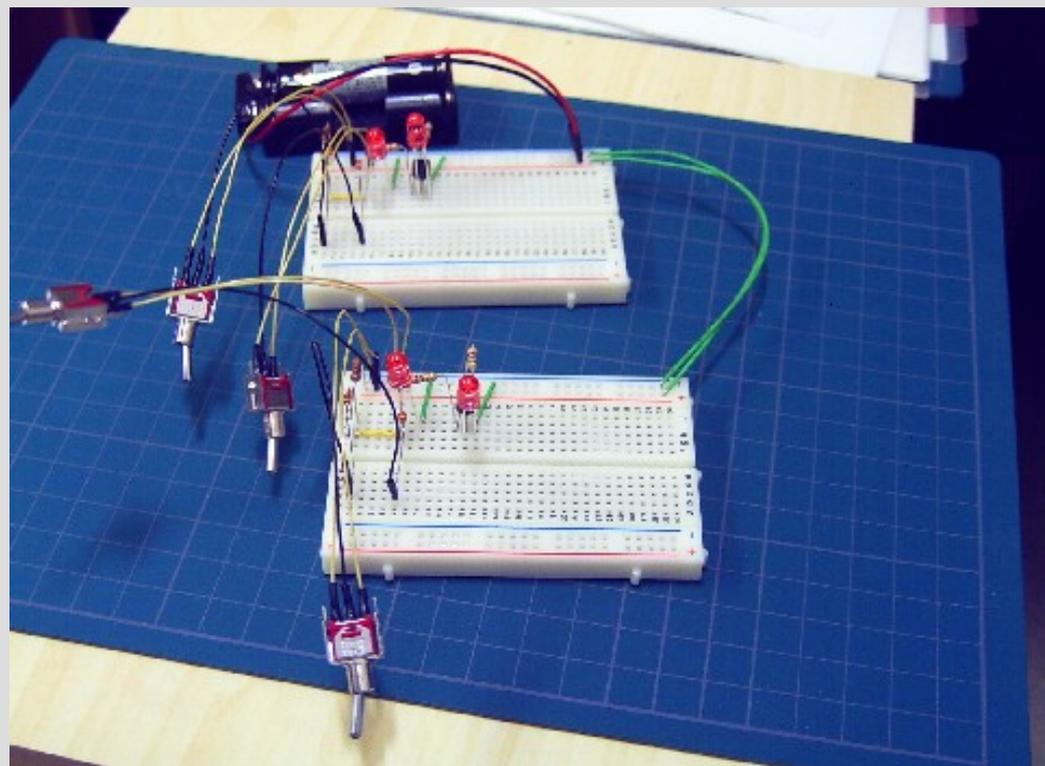


やってみよう



まず、片方のNAND
から電池を外します

電源をつなぐ

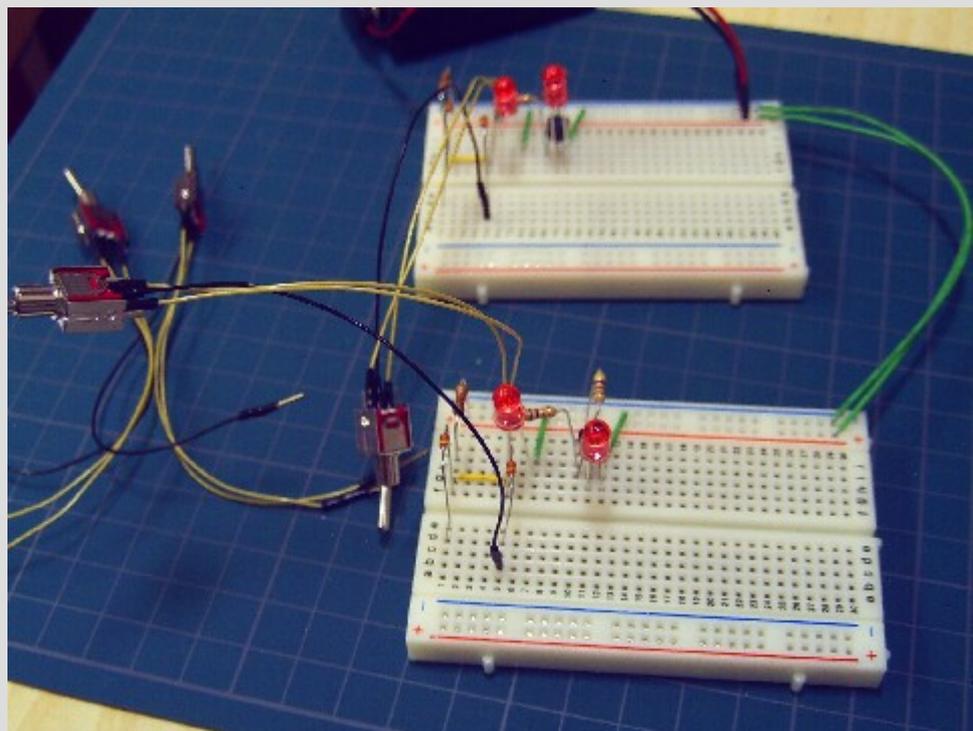


電池を残したほうから
パワーをもらいま
しょう

電源をつなぎます

プラスはプラスに
マイナスはマイナスに

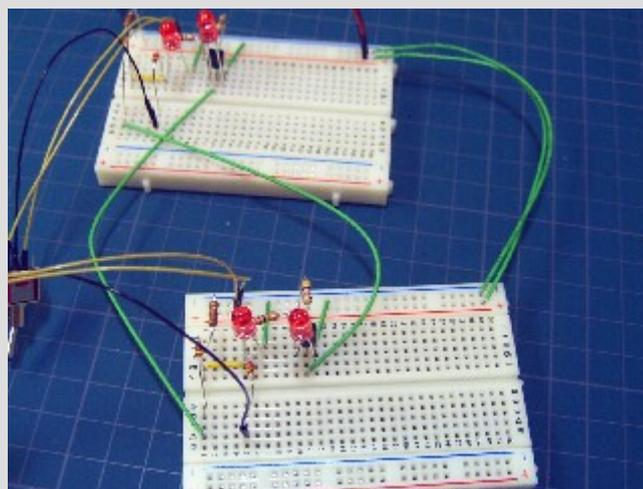
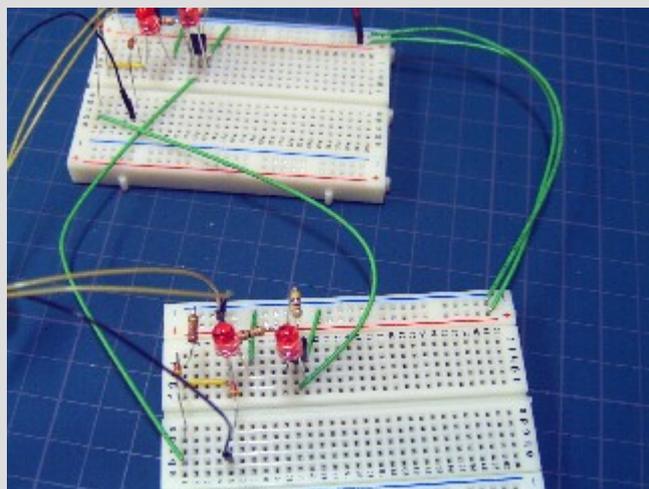
使わないスイッチを外す



スイッチを一つずつ
外します

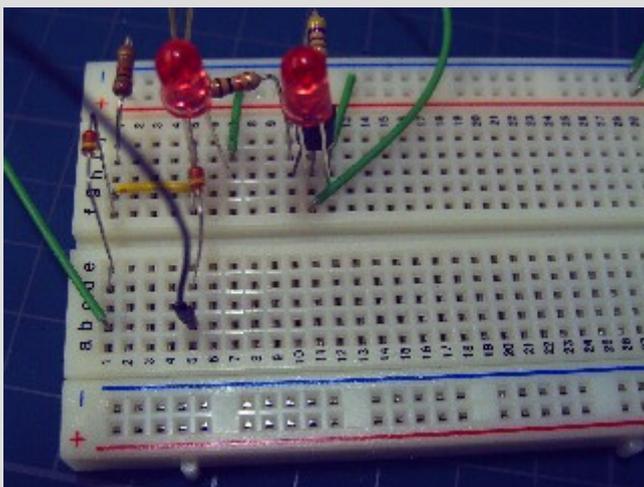
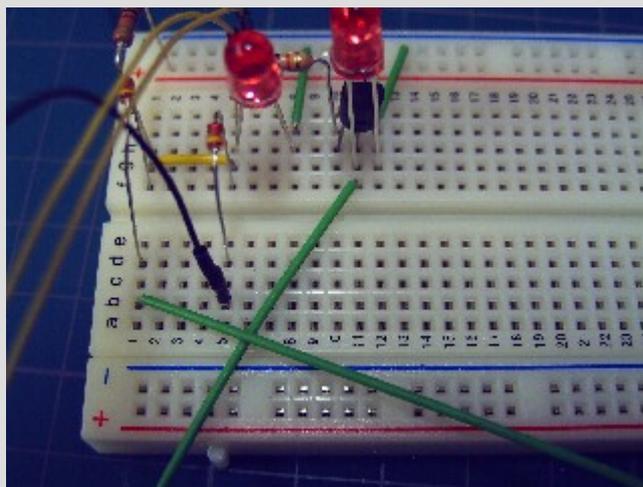
回路図を見てね

出力と入力をつなぐ



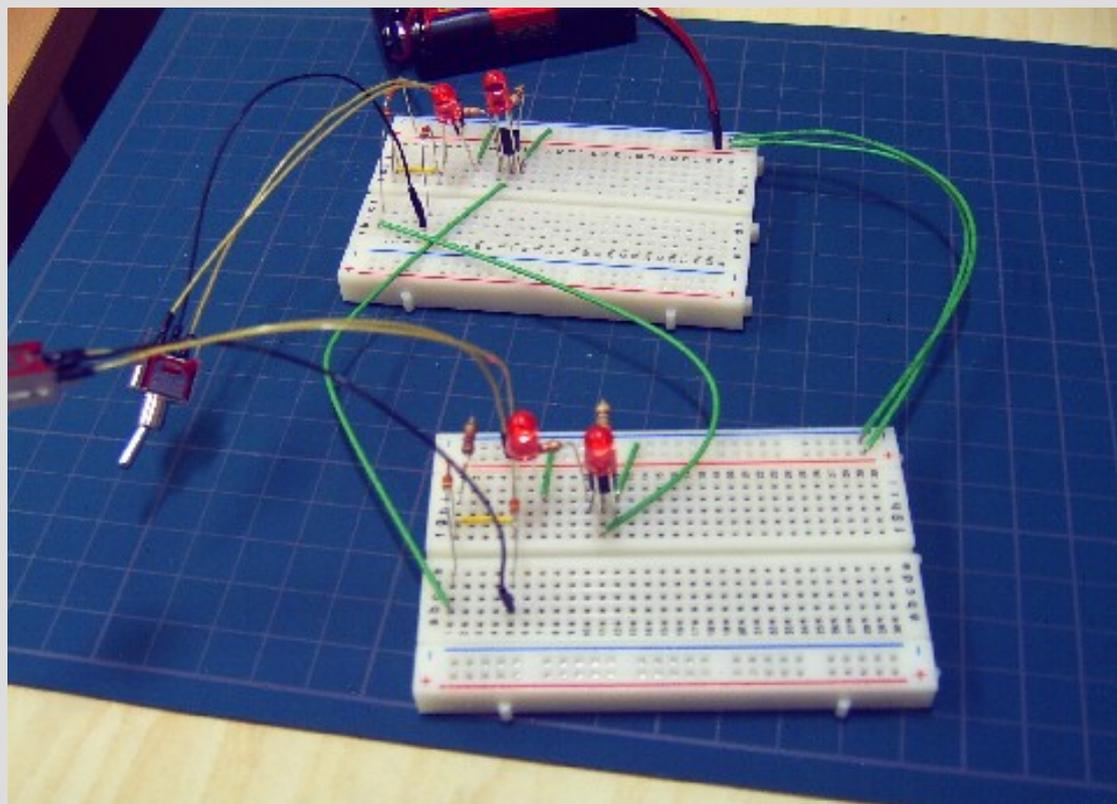
回路図を
良く
見てね

出力と入力をつなぐⅡ



こんな感じ

つながった！



良く確かめて！

確かめよう

R S	フリップ	フロップ	の動きは
入力 A	入力 B	出力 Q	出力 \bar{Q}
L	L	×	×
L	H	H	L
H	L	L	H
H	H	Q	\bar{Q}

(前の状態保持)

入力が両方 L は禁止です！

思っていたように動いた？

うまく動かない！？

- ≫ 電池のプラスマイナスはあってますか？
- ≫ 基板上のプラスマイナスはあってますか？
- ≫ 途中で切れていませんか？
 - ・ マスズれてませんか？
- ≫ 素子の極性はありますか？

わからないときは、サポートの人に聞いてみて

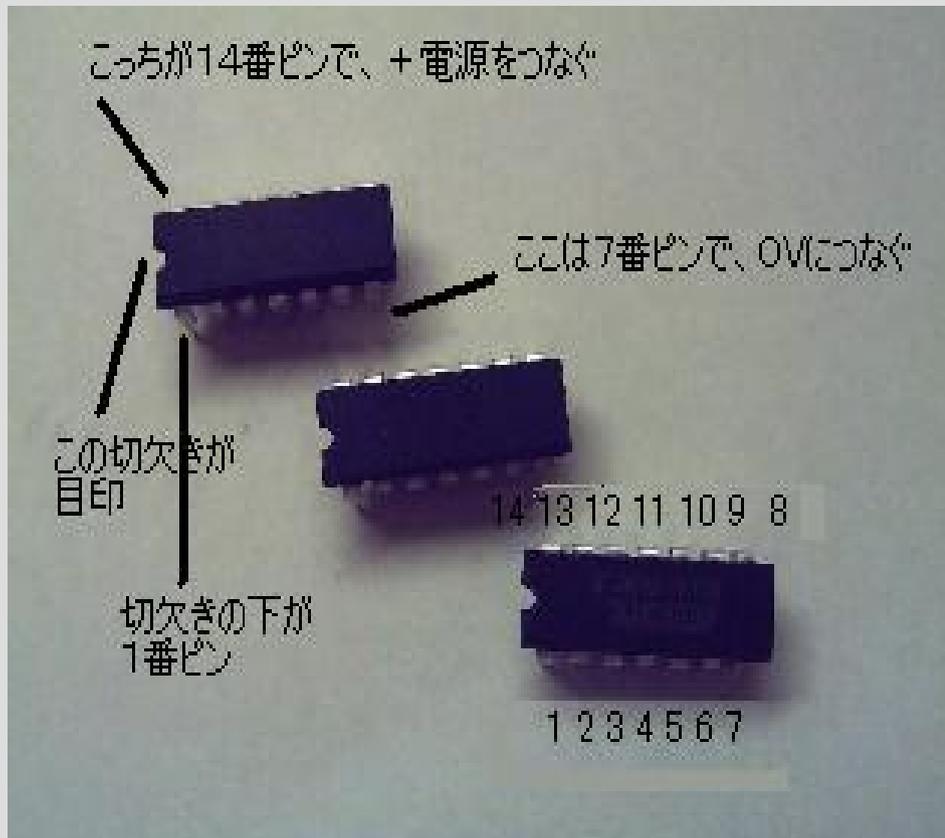
一休み

世の中はそれなりに便利になっていまして

ロジック I C

ロジック I C というもの
があります

NAND (74HC00) ゲート
AND (74HC08) ゲート
OR (74HC32) ゲート
XOR (74HC86) ゲート
などなどが
出来合いであります

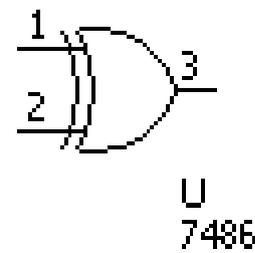
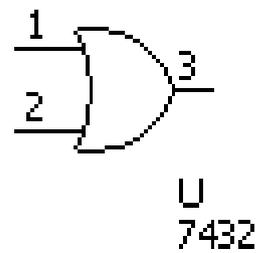
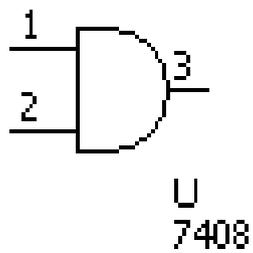
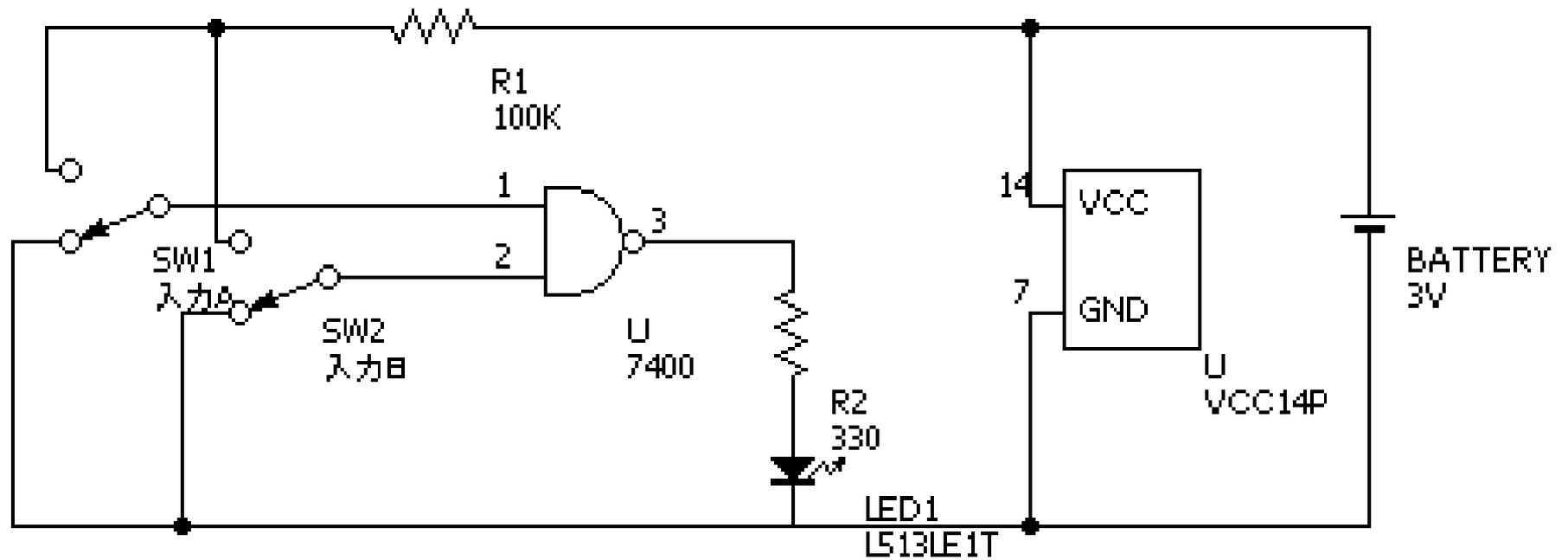


I Cを使ってみましょう

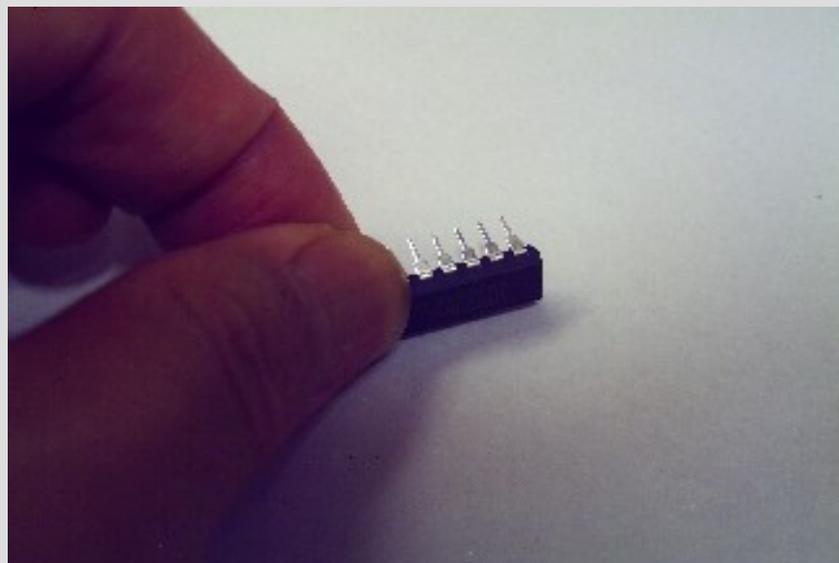
ダイオード・抵抗・トランジスタ
で作った回路と

どう違うのかな？

回路図



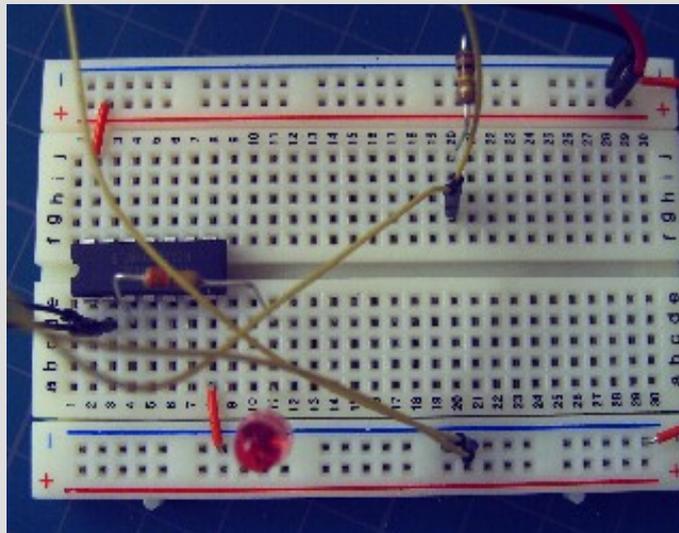
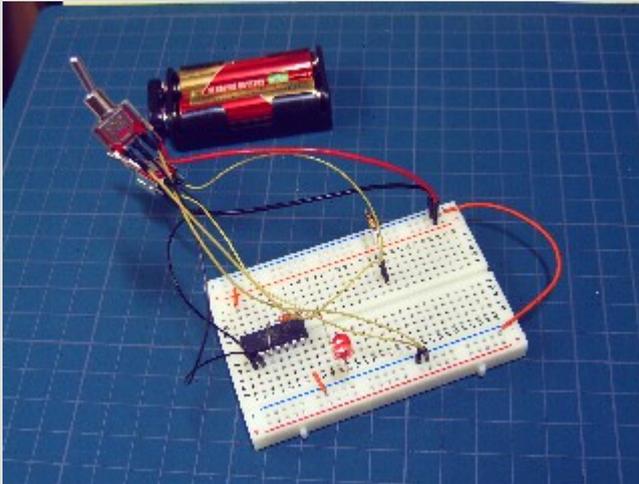
作ってみよう



フォーミング

新品の I C は足が開いているので、机に押し付けて垂直に近くする

作ってみよう 2



NAND
ゲート

確かめよう

NANDゲートの動きは

入力1	入力2	出力
L	L	H
L	H	H
H	L	H
H	H	L

差し替えよう

これらのICは足の並びが一緒！
差し替えるだけで大丈夫
74HC08でANDゲートを
74HC32でORゲートを
74HC86でXORゲートを
動かしてみよう

ピン配置

入力		出力	
1	2	3	
4	5	6	
10	9	8	
13	12	11	

確かめよう

ANDゲートの動きは		
入力1	入力2	出力
L	L	L
L	H	L
H	L	L
H	H	H

確かめよう

ORゲートの動きは

入力1	入力2	出力
L	L	L
L	H	H
H	L	H
H	H	H

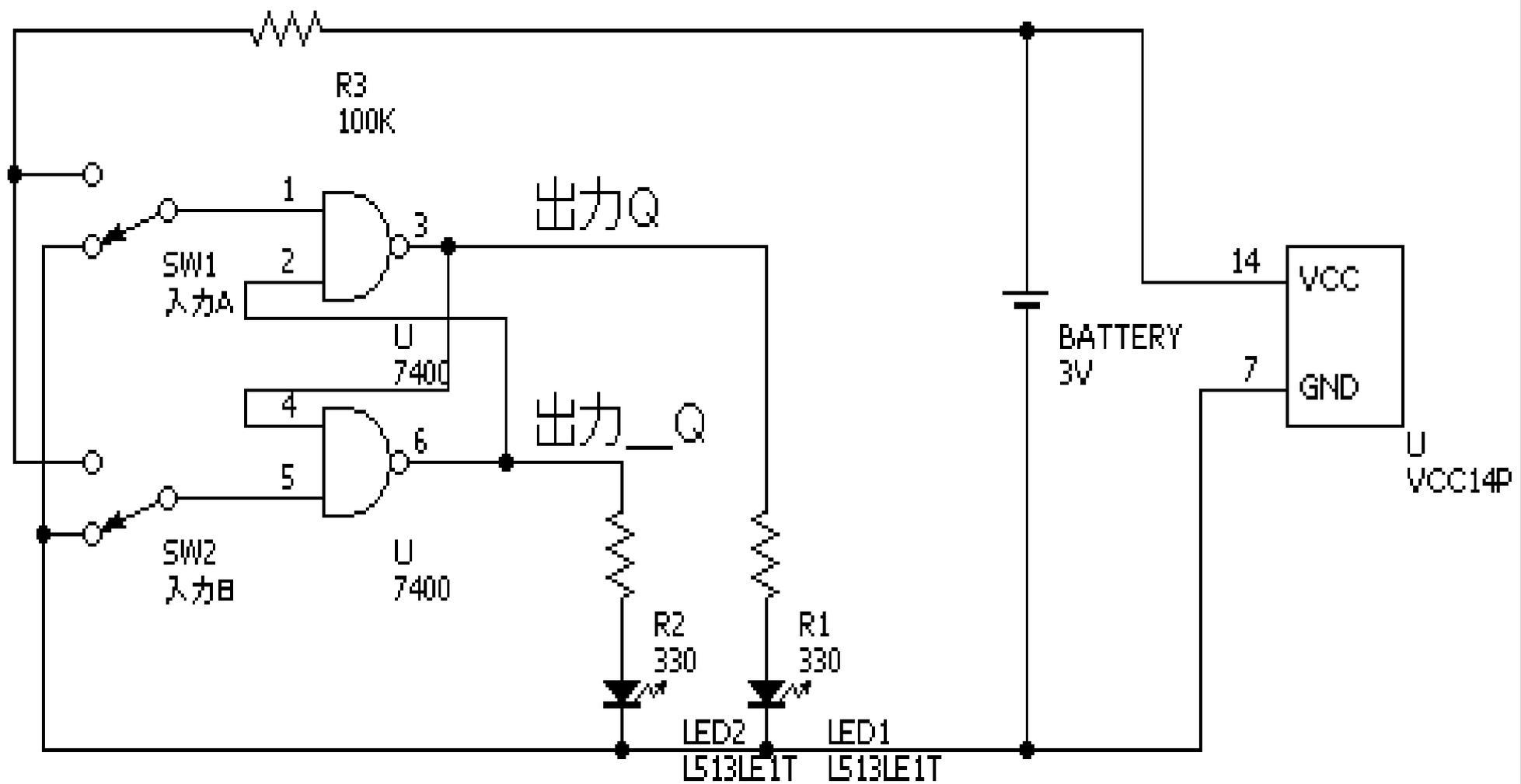
確かめよう

XORゲートの動きは		
入力1	入力2	出力
L	L	L
L	H	H
H	L	H
H	H	L

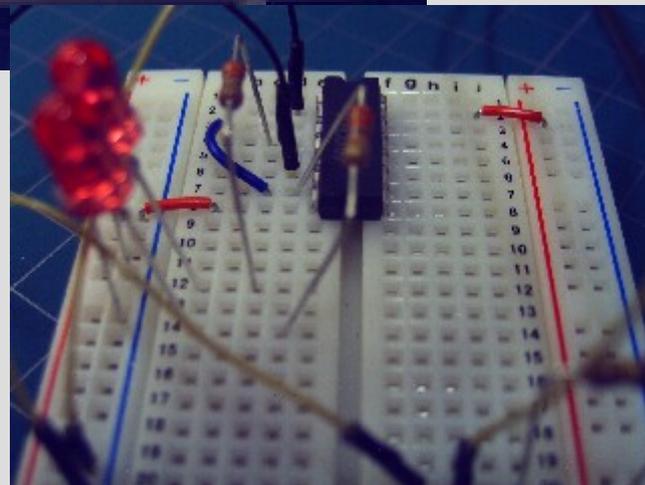
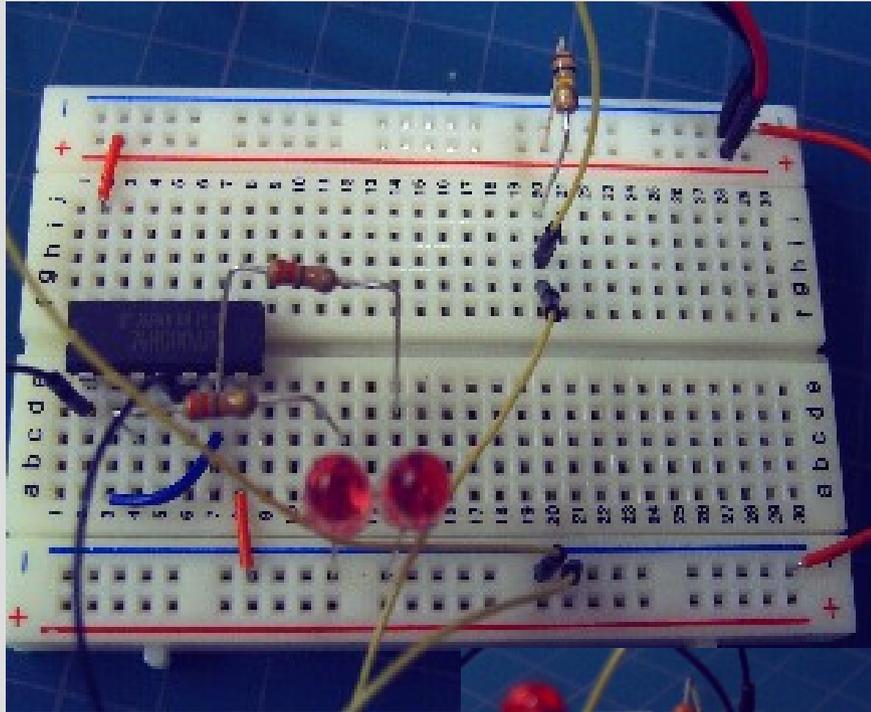
フリップフロップも I C で

作れます

回路図



作ってみよう



そろそろ慣れた
かな？

確かめよう

RS フリップフロップの動きは			
入力 A	入力 B	出力 Q	出力 \bar{Q}
L	L	×	×
L	H	H	L
H	L	L	H
H	H	Q	\bar{Q}

(前の状態保持)

加算器

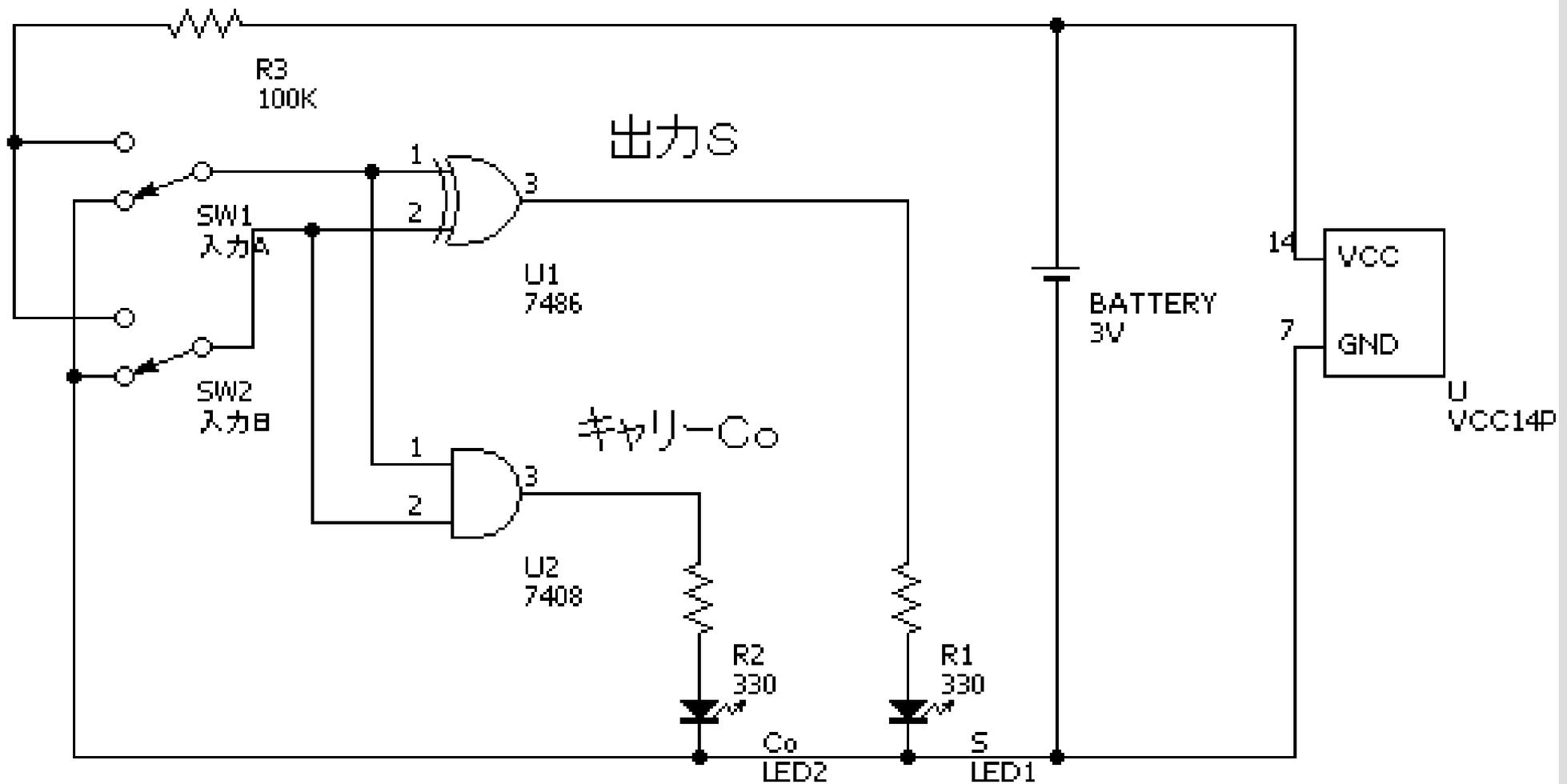
未だ余力はありますか？

そろそろラジオ作りたいんですけど

じゃ、まず半加算器から
(Half Adder)

下位からの桁上げを考慮しない加算器

回路図



作ってみよう

すみません、写真取り損ねました。

確かめよう

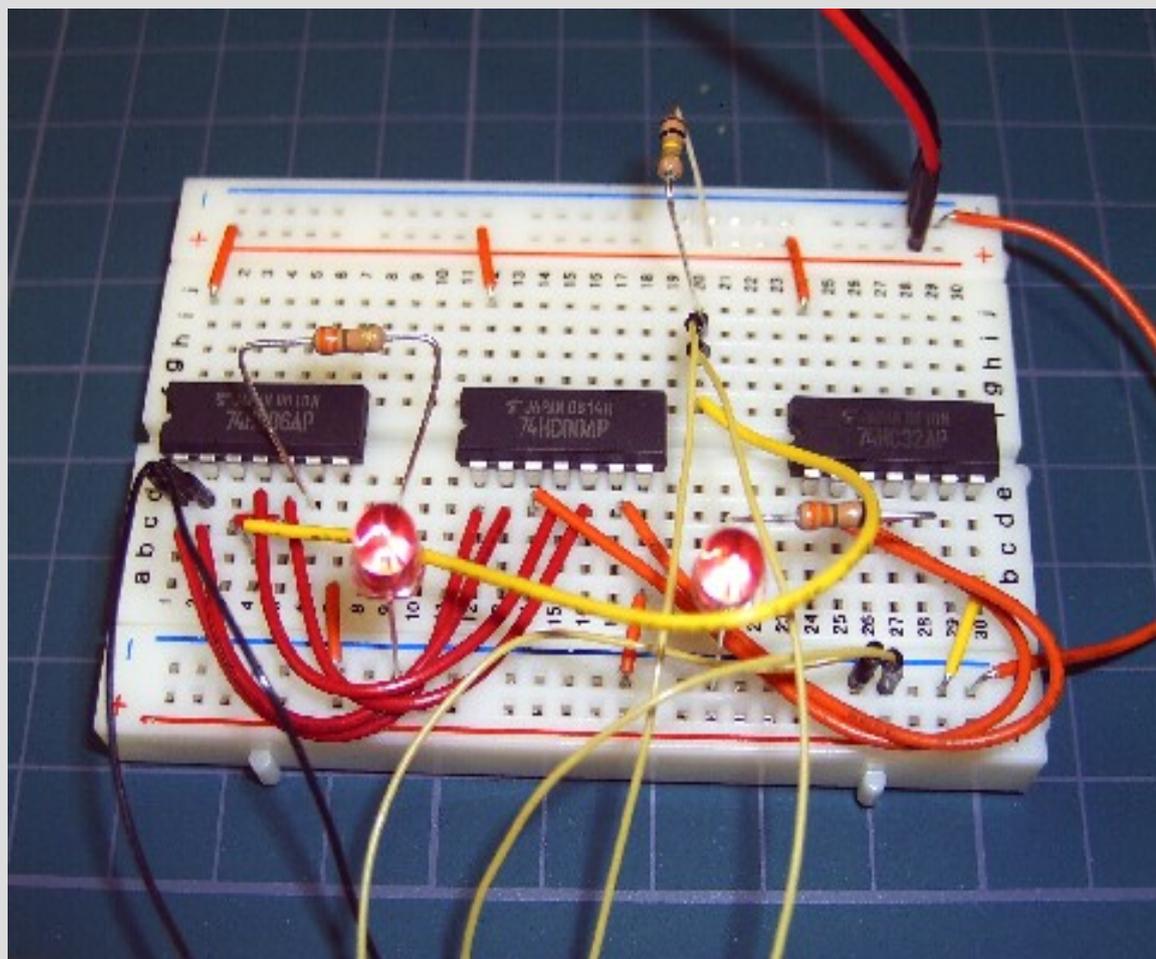
半加算器の動きは

入力 A	入力 B	出力 S	出力 C _o
0	0	0	0
0	1	1	0
1	0	1	0
1	1	0	1

全加算器

下位からの桁上げを考慮した加算器

作ってみよう



ちょっと
複雑

SWが2つしかない
ないので
SW3 (Ci) は
線材で
つなぐだけ
にしています
(黄色い線)

本当は下の桁
のCoをもらう
のですよ

確かめよう

全加算器の動きは

入力 A	入力 B	入力 Ci	出力 S	出力 C o
0	0	0	0	0
0	0	1	1	0
0	1	0	1	0
0	1	1	0	1
1	0	0	1	0
1	0	1	0	1
1	1	0	0	1
1	1	1	1	1

お疲れ様でした

いかがでしたか？

興味を持っていただいた方の為に

XFD (eXtreme Feedback Device)
プロジェクトの見える化に寄与する

mixi XFDコミュ

http://mixi.jp/view_community.pl?.id=38947

などなど

今後もときおりオブジェクト倶楽部で
お会いできると思います

またちょっと電子工作と違うかな

CQ出版社トランジスタ技術
2008年7月10日発売8月号
に

USBマイコン基板が付いてくる

なにも買い足さなくても、USBマイコンデバイス
の開発ができるようです。

これから

個人的にMYCOMさんから出てる
「CPUの創りかた」渡波 郁（著）
ISBN 4839909865

の

勉強会をしようかと思っています

秋葉原で部品を買うあたりから
興味がおありでしたらご連絡を

ryota@risingsystem.co.jp まで

もっと

世の流れのひとつとして、オープンソースハードウェアなどというものもございます

GAINER

で検索してみてください

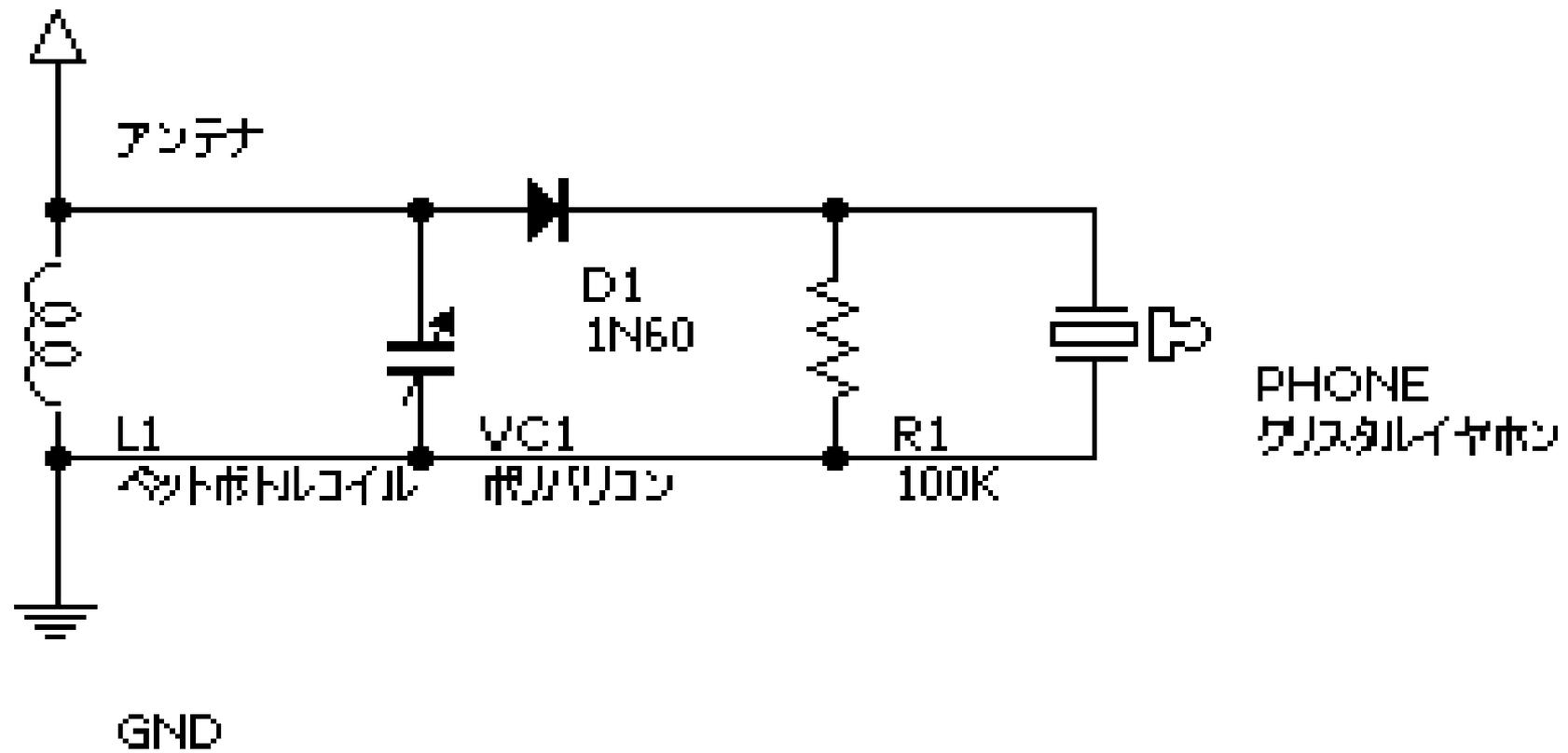
ラジオを作る

電子工作のお約束

エネルギー消費の無いラジオ

ゲルマラジオって知っていますか？

回路図



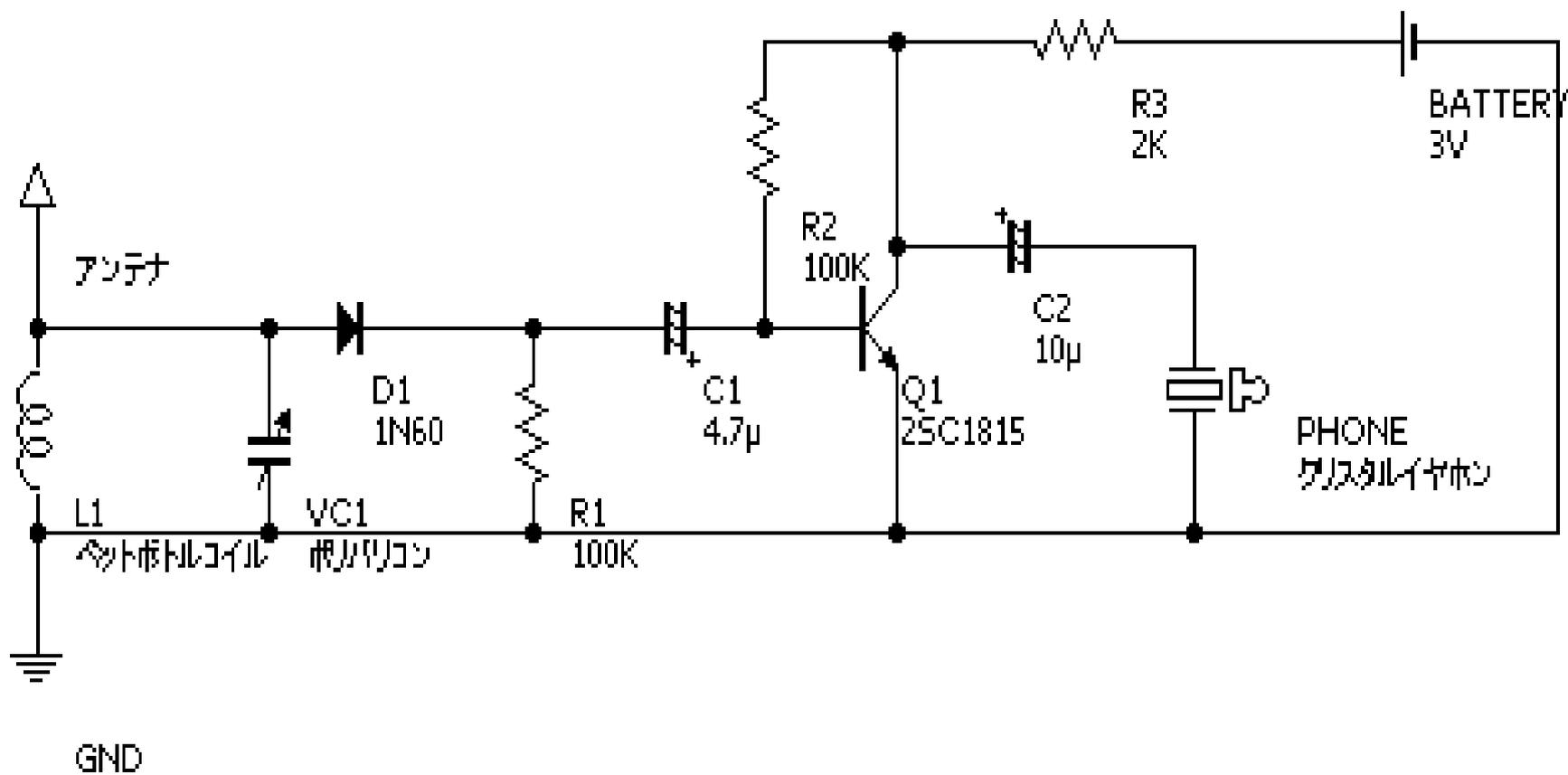
でもちょっと感度が悪いから

ちっちゃなアンプをつけてみました

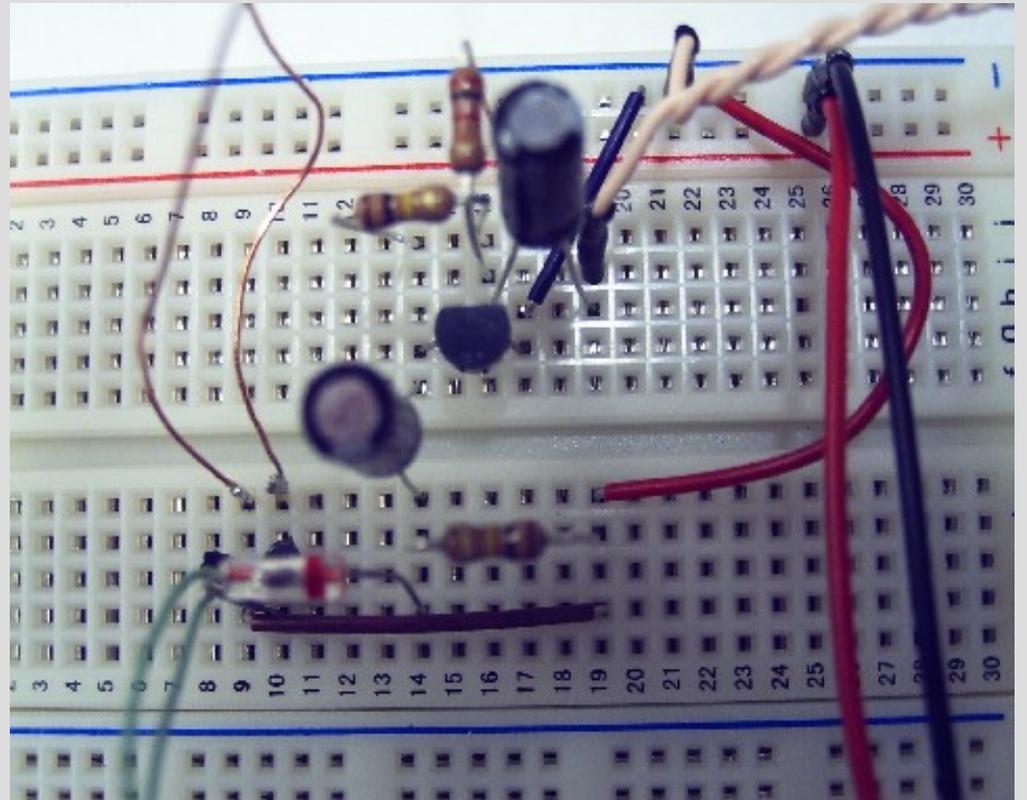
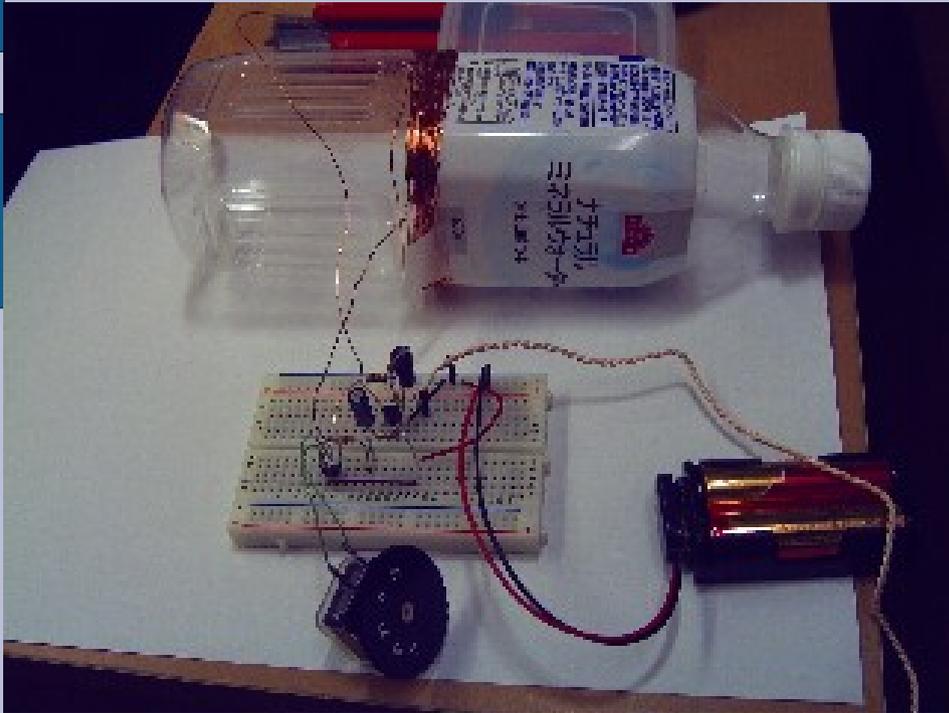
ブレッドボードの利便性を生かして
まず、ゲルマラジオを作ってから
1石アンプ付ラジオを作ると良いと
思います

さっきのロジック回路と同じトランジスタですが、
やっている仕事が変わります
今回は増幅してます

回路図その2 アンプ付



作ってみよう



コイル

コイルはとても大事

今回は0.4mmポリウレタン線を
買った時の巻きのまま
使ってみました

500m 1ペットボトルに
50回ほど巻いても良いと思います
いろいろ挑戦してください

アンテナ

片側だけの電源プラグの中に
コンデンサを仕込んであります
聞くときにコンセントにさしてみてください
さしっぱなしはダメですよ

だらだらと長い電線をつないでも
よろしいと思います

アース

できればアースも取れると良い

まあ、水道の蛇口がポピュラーだったの
だけけれど、最近のは金属じゃ無かったり、
大体地面まで行ってなかったりするから

電源コンセントのところのアース、
ほら、電子レンジや冷蔵庫のあたりの
コンセントにある
あれで良いと思う

ラジオ、聞こえてますか？

電子工作は如何でしたか？

すみません、会場ではよく聞こえませんでした
現場でのチェックは大切です