

論理回路(3)

工学基礎実験

K5 論理回路の評価について

K5は下記の通り評価される。

- ・ これまでの2週分の講義中の課題(10点)
- ・ **本日の実験のレポートの評価(10点満点での評価、1～10点で評価)**

レポートは必ず提出すること

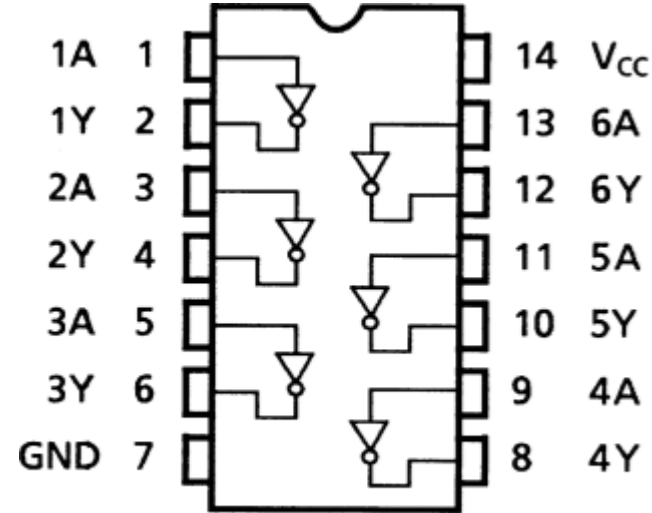
(未提出、他の人のレポートを写した者(提供者も含む)は、0点とする)

- これまでに演習した論理回路の動作を、実際の回路で実験してみよう
 - 演習では入力・出力の関係しかなかった
 - 本当の回路は、電源が必要
 - 入力を作るにはどうする？
 - 出力を実際に見るにはどうする？

- 実際に回路設計の「現場」で必要な技術・考え方・デザインの仕方を体験
 - キチンと動く回路は、「美しく」作る
 - 回路を機能毎に分けて（モジュール化）最後にそれを組み合わせる

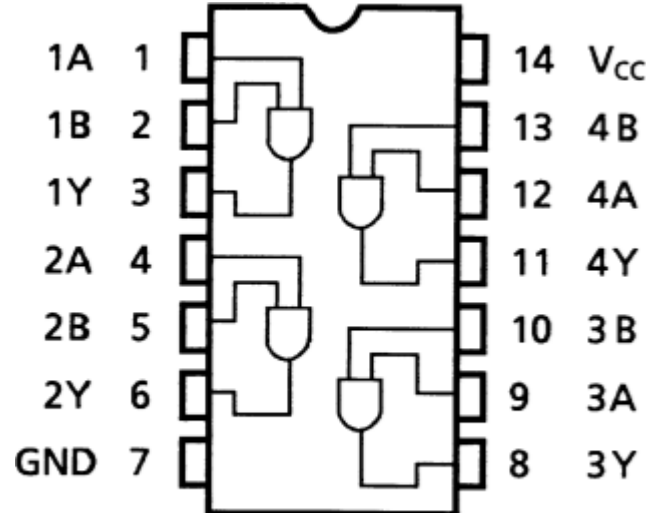
論理回路IC (74HCシリーズ)

- 使いやすいように複数の論理回路をまとめてパッケージにしたもの
→(IC: Integrated Circuit, 集積回路)
- 数百種類ある
- 現在は大規模な回路はまとめてLSI(Large Scale IC)として作るので、74HCシリーズは実験・試作用として用いられる



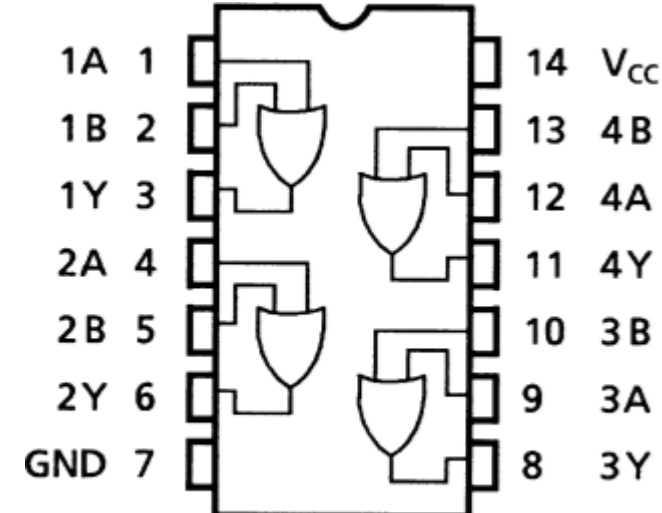
(TOP VIEW)

TC74HC04(NOT)



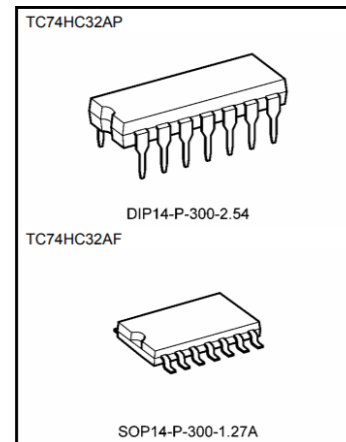
(TOP VIEW)

TC74HC08(AND)



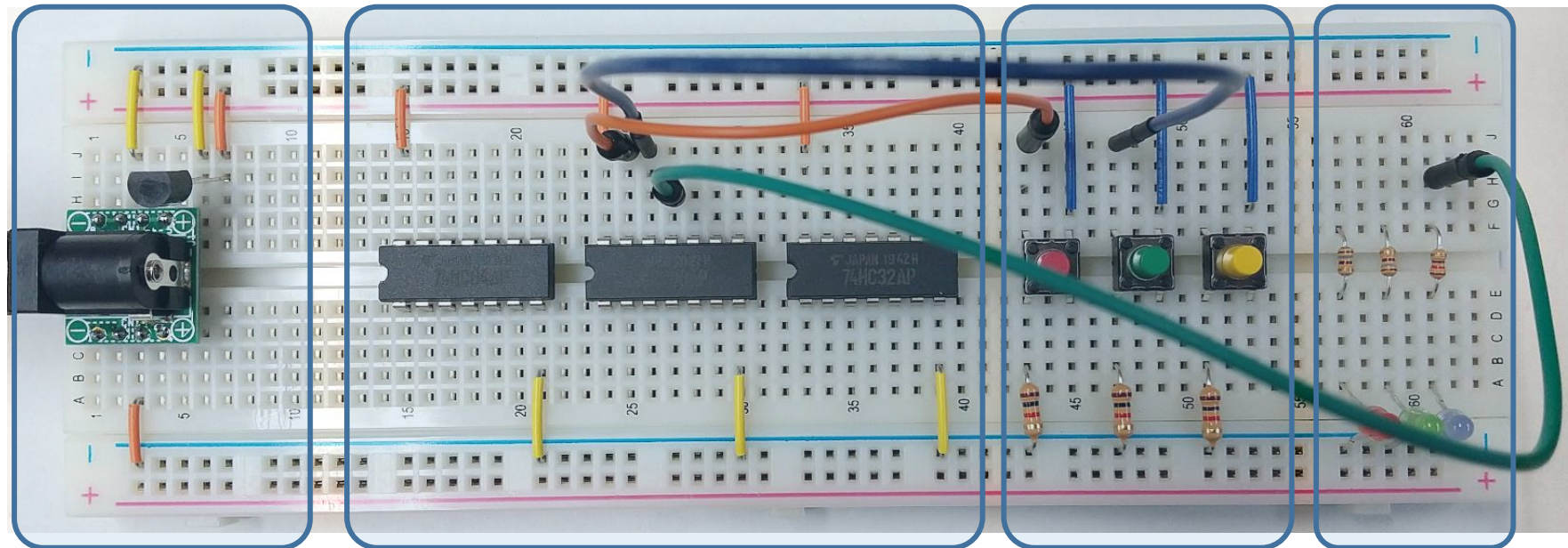
(TOP VIEW)

TC74HC32(OR)



今日作る回路

- ブレッドボード上に、複数のモジュールから成る論理回路を簡単にテストできるテストベンチを作る
- 作成したテストベンチを用いていくつかの論理回路の動作を確認する



電源
モジュール

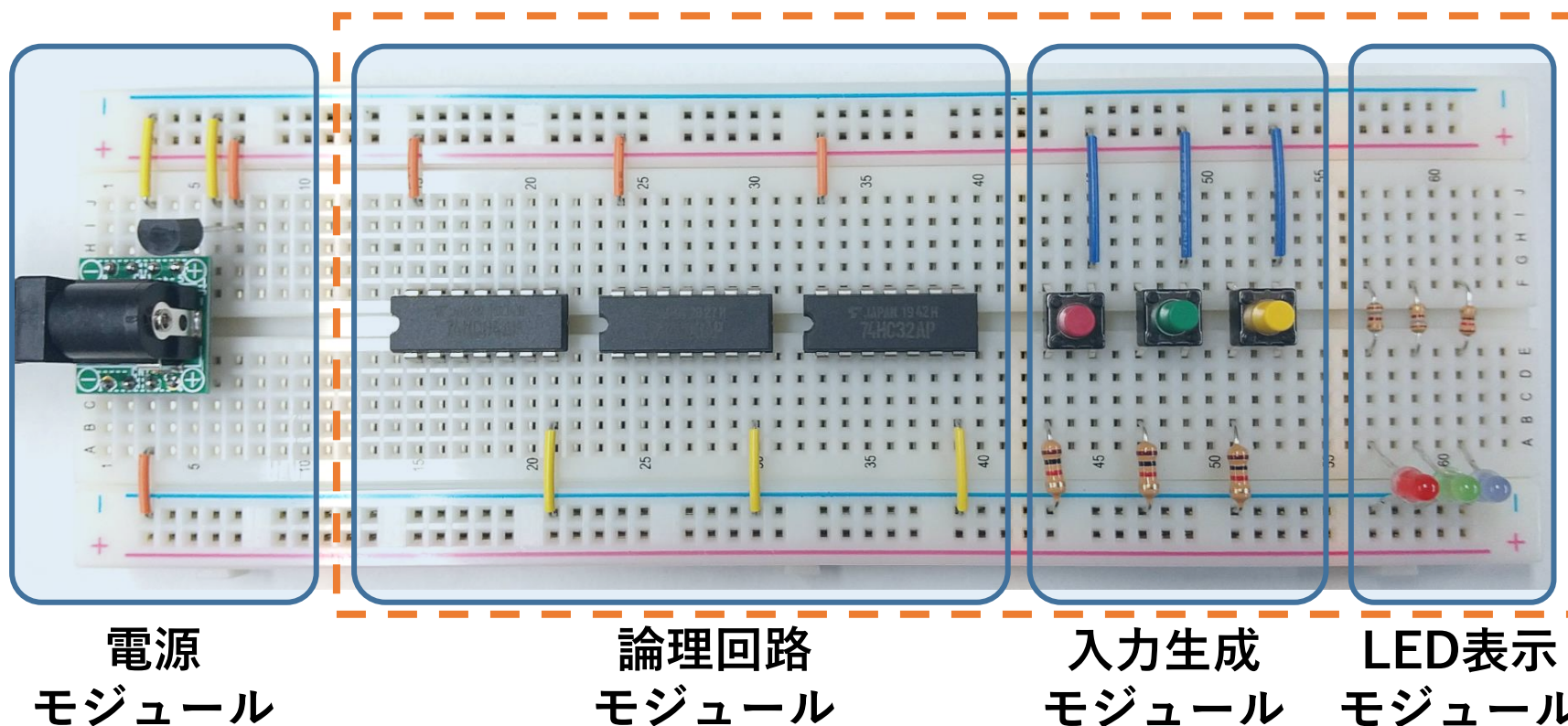
論理回路
モジュール

入力生成
モジュール

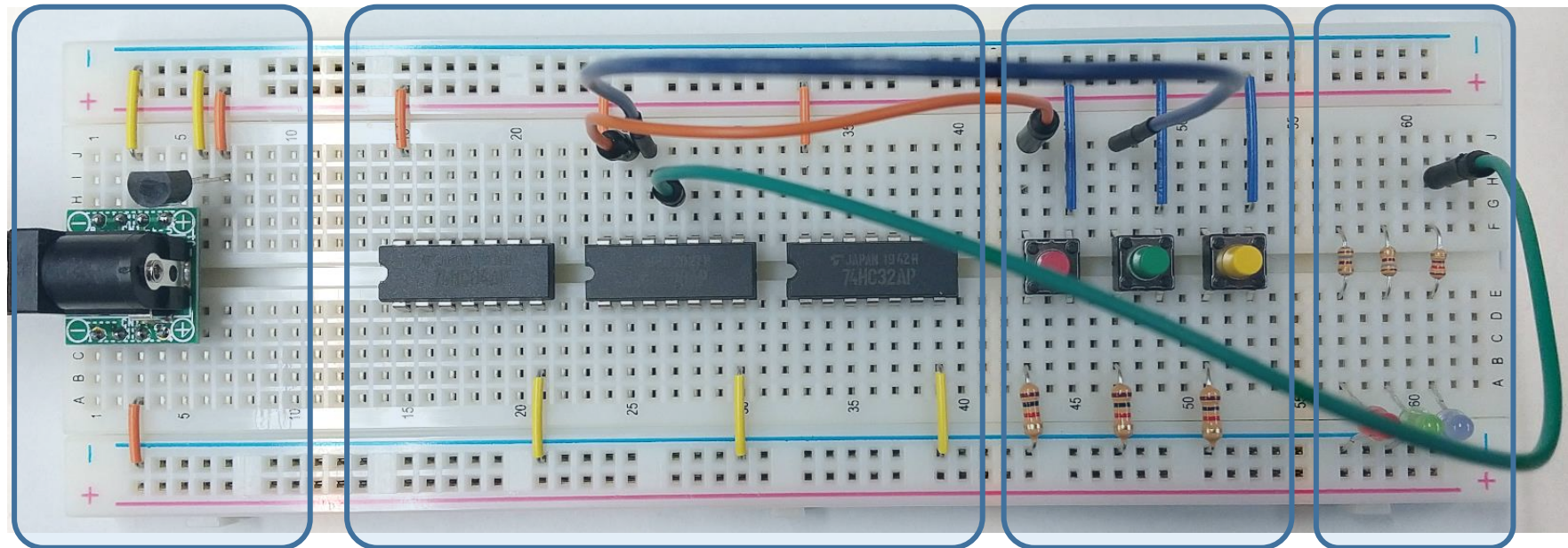
LED表示
モジュール

- モジュール(基本単位)ごとに確認しながら組み立てていく
- 電源部（モジュール）、論理回路部、入力生成部、LED表示部をわけて構築
→どうして？

テストベンチ部



- 電源モジュールの作成と動作確認
- テストベンチの作成
- 各回路の動作確認(OR→EXOR→半加算器)
- 課題



電源
モジュール

論理回路
モジュール

入力生成
モジュール

LED表示
モジュール

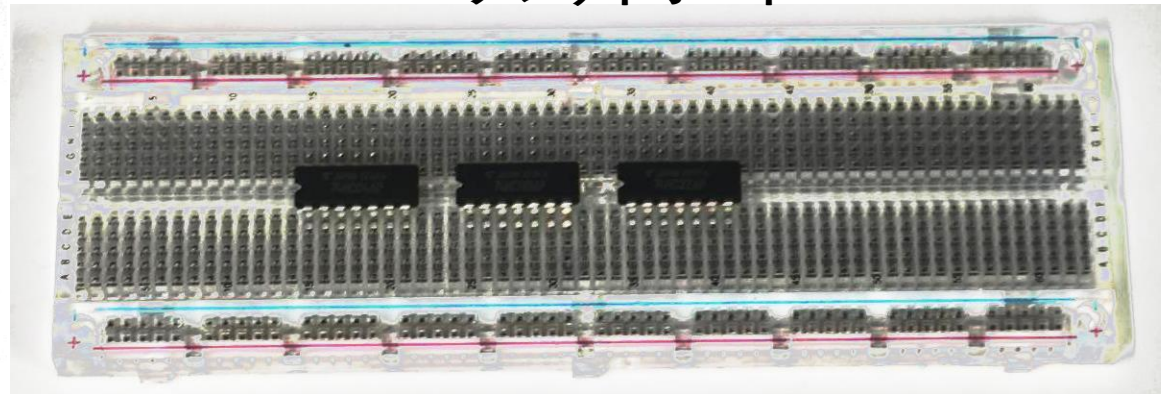
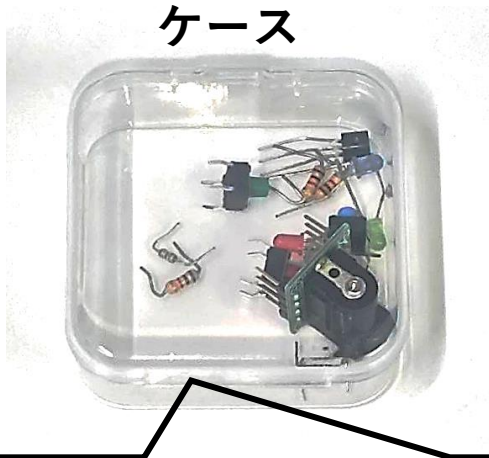
使用する部品のセット(2名で1個(1つの机))

□ ケース 1セット(中身は次のスライド)

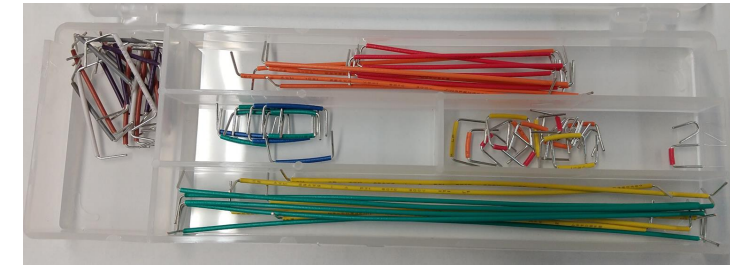
□ ブレッドボード 1個

□ ジャンパー線、ジャンパワイヤ 各1個
ケース

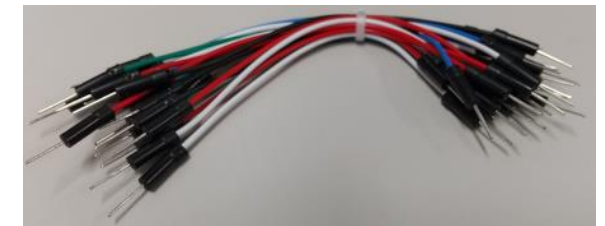
ブレッドボード



ジャンパワイヤ



ジャンパー線



3端子レギュレータ
TA78L05S



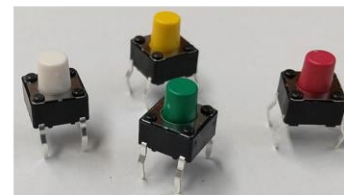
ブレッドボード用
DCジャック



LED 3個
OSR5JA3Z64A (赤)
OSB5YU3Z74A (青)
OSG5TA3Z74A (緑)



抵抗各種
1 k Ω (茶黒赤金) 3本
180 Ω (茶灰茶金) 3本



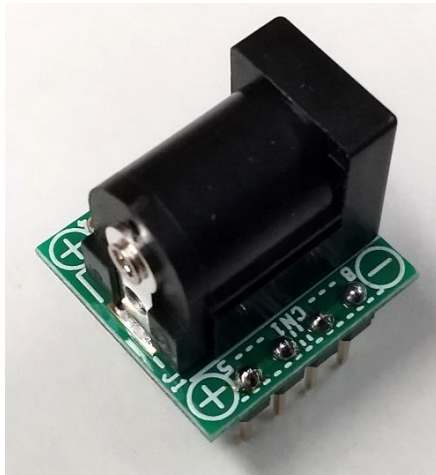
タクトスイッチ3個

※電池はあとでTAより配布

ケースに入っているもの



3端子レギュレータ
TA78L05S



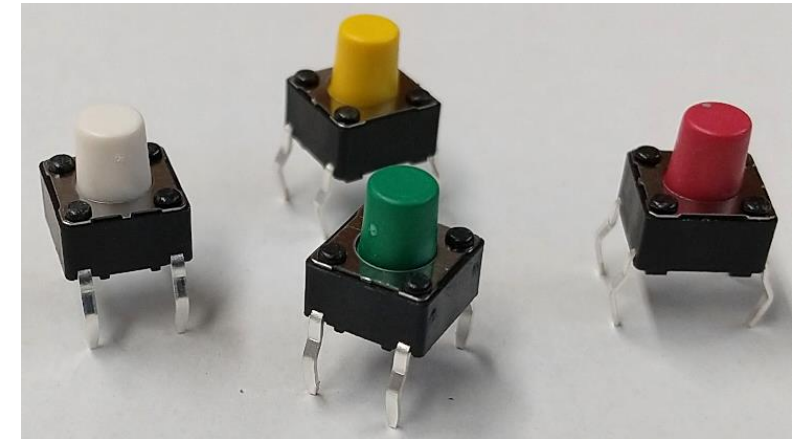
ブレッドボード用
DCジャック



LED 3個(3色)
OSR5JA3Z64A (赤色)
OSB5YU3Z74A (青色)
OSG5TA3Z74A (緑色)
型番不明 (黄色)
いずれか、3色



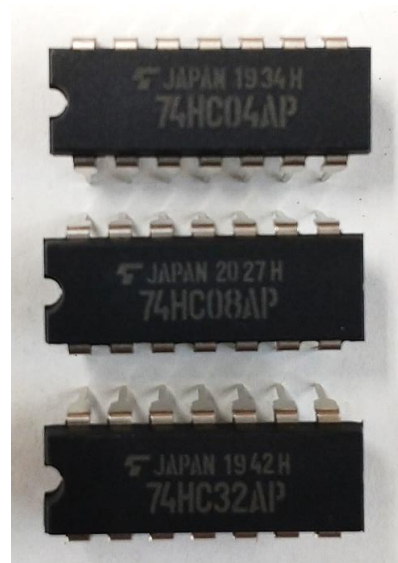
抵抗各種
1 k Ω (茶黒赤金) 3本
180 Ω (茶灰茶金) 3本



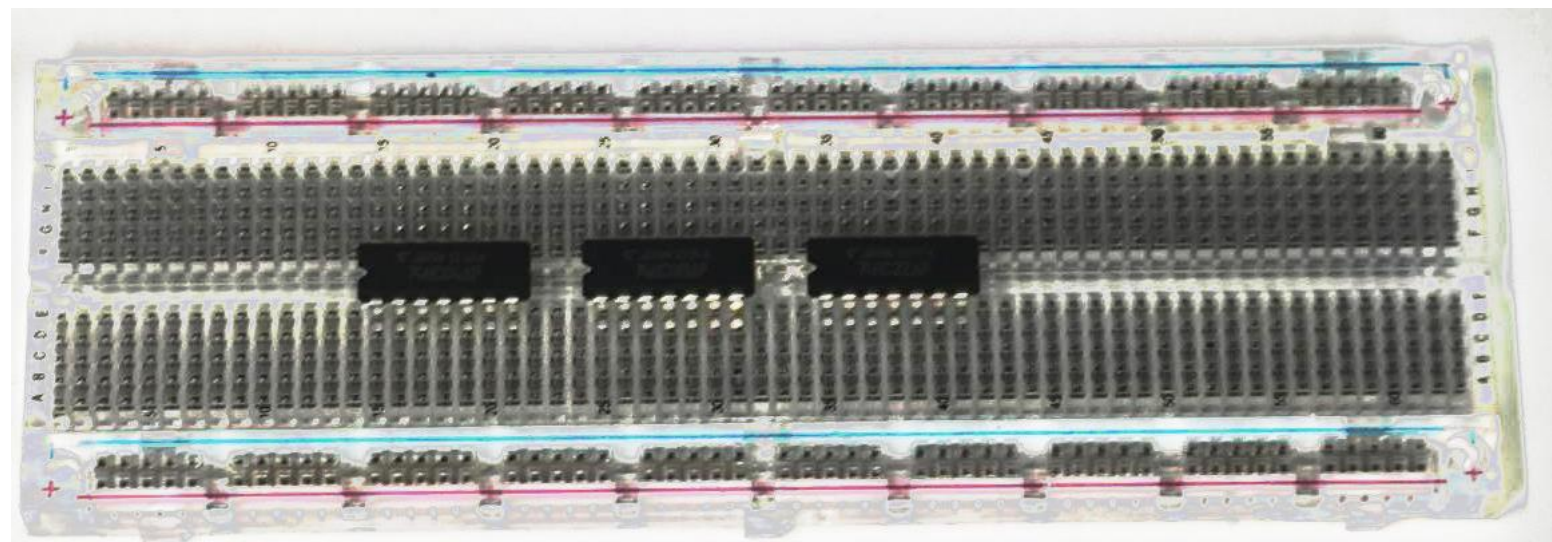
タクトスイッチ3個(3色)

※電池はあとでTAより配布

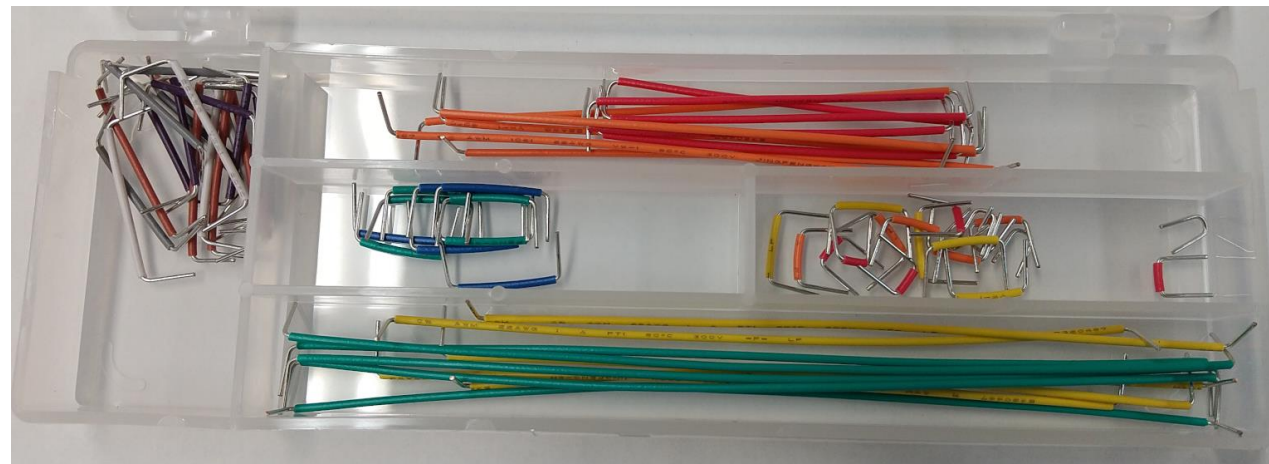
今日使う部品のその他 ブレッドボードにはICが実装済み



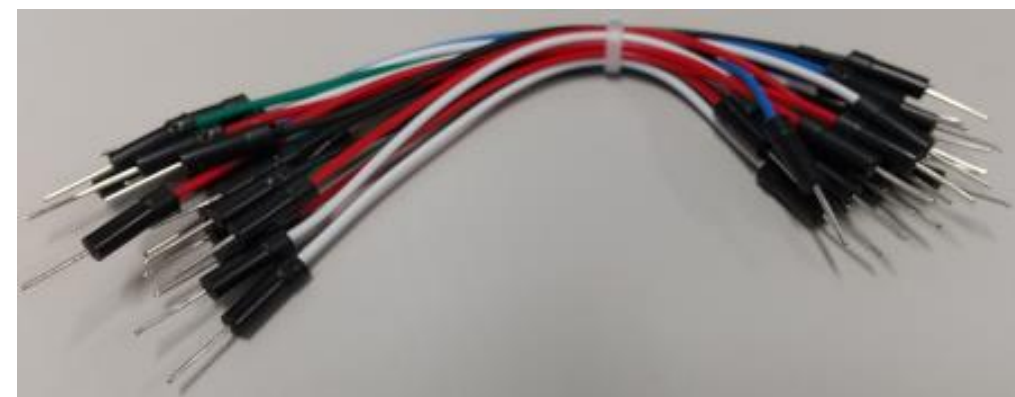
ロジックIC
TC74HC04
TC74HC08
TC74HC32



ブレッドボード(IC実装済み)



ジャンプワイヤー 1セット



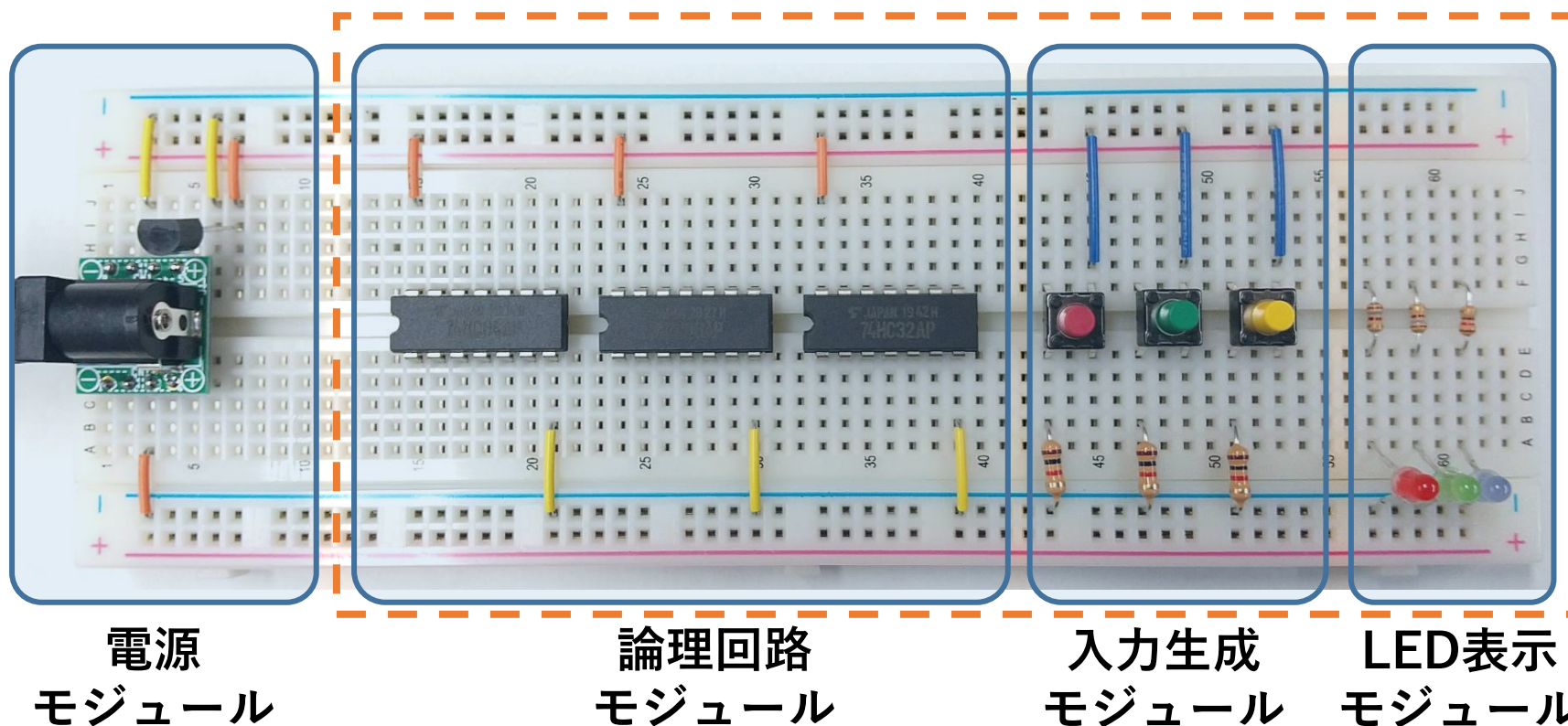
ジャンパ線 1袋

※電池はあとでTAより配布

今日の手順

- 電源モジュールの作成と動作確認
- テストベンチの作成
- 課題1～3：各回路の動作確認(OR→EXOR→半加算器)
- 課題4

テストベンチ部



電源
モジュール

論理回路
モジュール

入力生成
モジュール

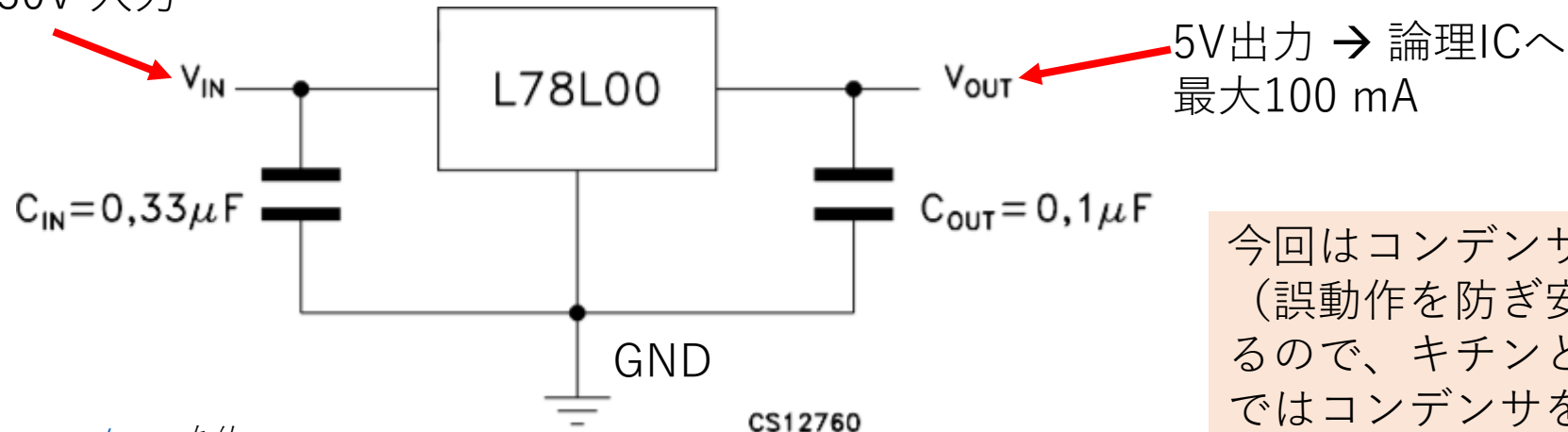
LED表示
モジュール



電源を作る 1/2

- 通常の論理回路に使われる素子はCMOSと呼ばれ、 $V_{CC}=3.3\text{ V}$, 5 V などの電源で動作する
- 006P充電機の出力は 8 V 以上なので、これでは高すぎるので、**レギュレーション（電圧制限）**が必要
- これをしてってくれるのが3端子レギュレータIC 78L05
 - 入力を CMOS IC に丁度良い 5 V にしてくれる

7~30V 入力



今回はコンデンサは省略
(誤動作を防ぎ安定化させる
ので、キチンとした回路
ではコンデンサを入れる)

www.st.com より

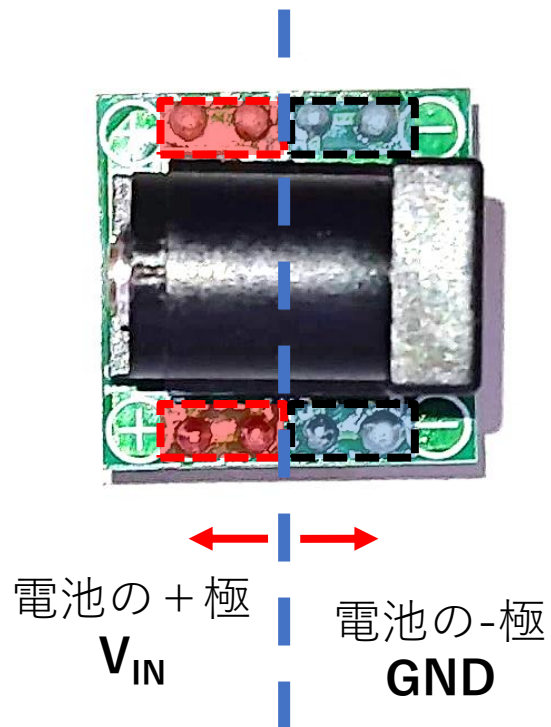


電源を作る 2/2

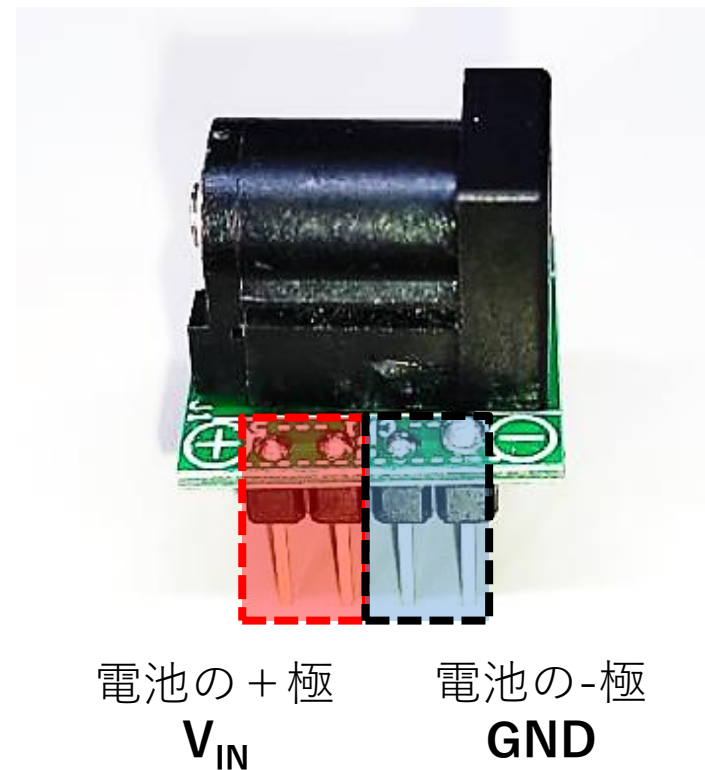
□ ブレッドボード用DCジャックのピンと接続

電源IC 78L05

上から見たとき

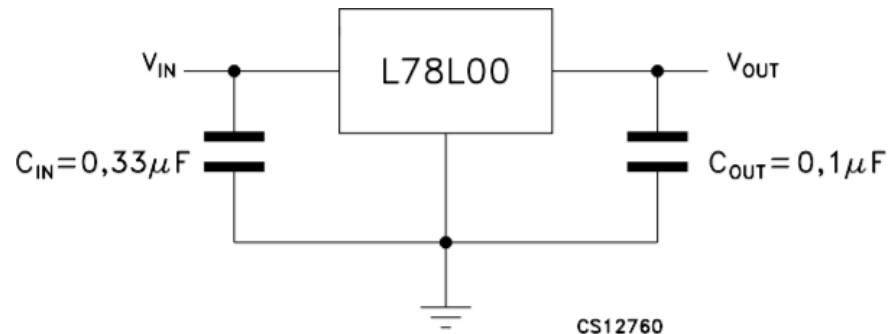


横から見たとき



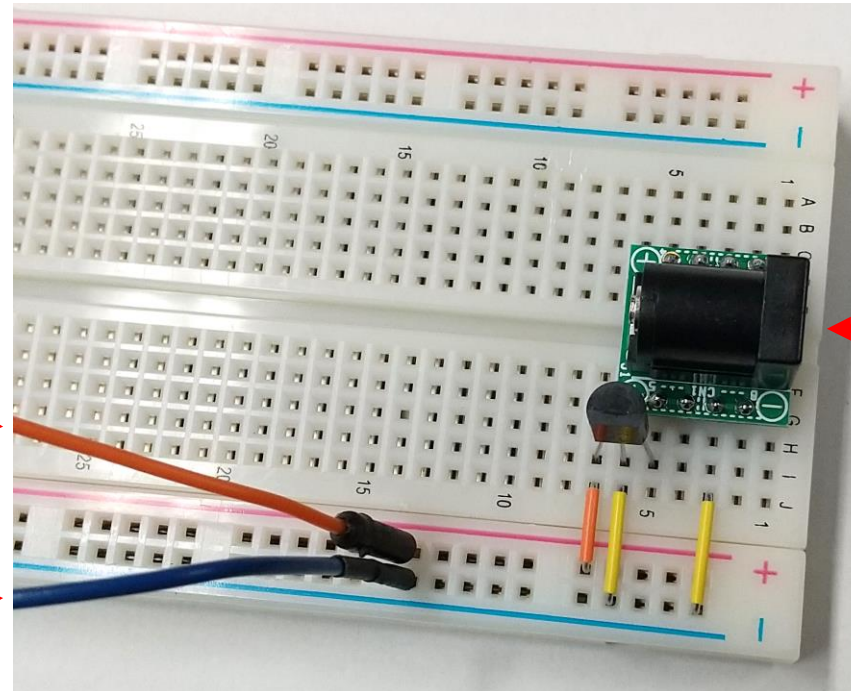
電源モジュールを作る

- 前頁の回路を参考に、コネクタから電源をとって、3端子レギュレータICを使って5V電源を作成してみよう
- ブレッドボードの一番端にコンパクトに作ろう



5Vライン

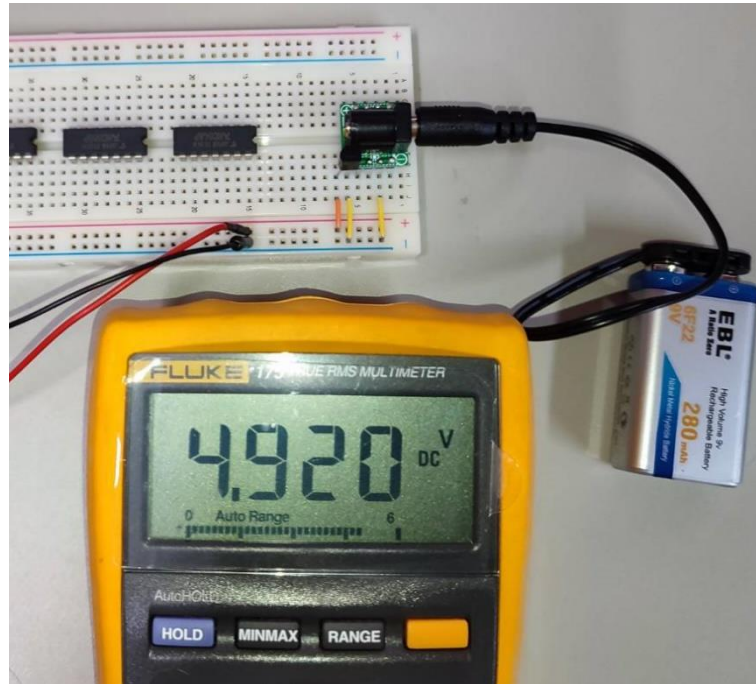
GNDライン



電池からの入力

電源回路モジュールを検査する

- ブレッドボード上に、電源モジュール部ができたことをTAに確認してもらう。
- 5 Vが出ていることを確認する
 - モジュールごとに動作確認をする
 - モジュール化することで問題を切り分けることができる

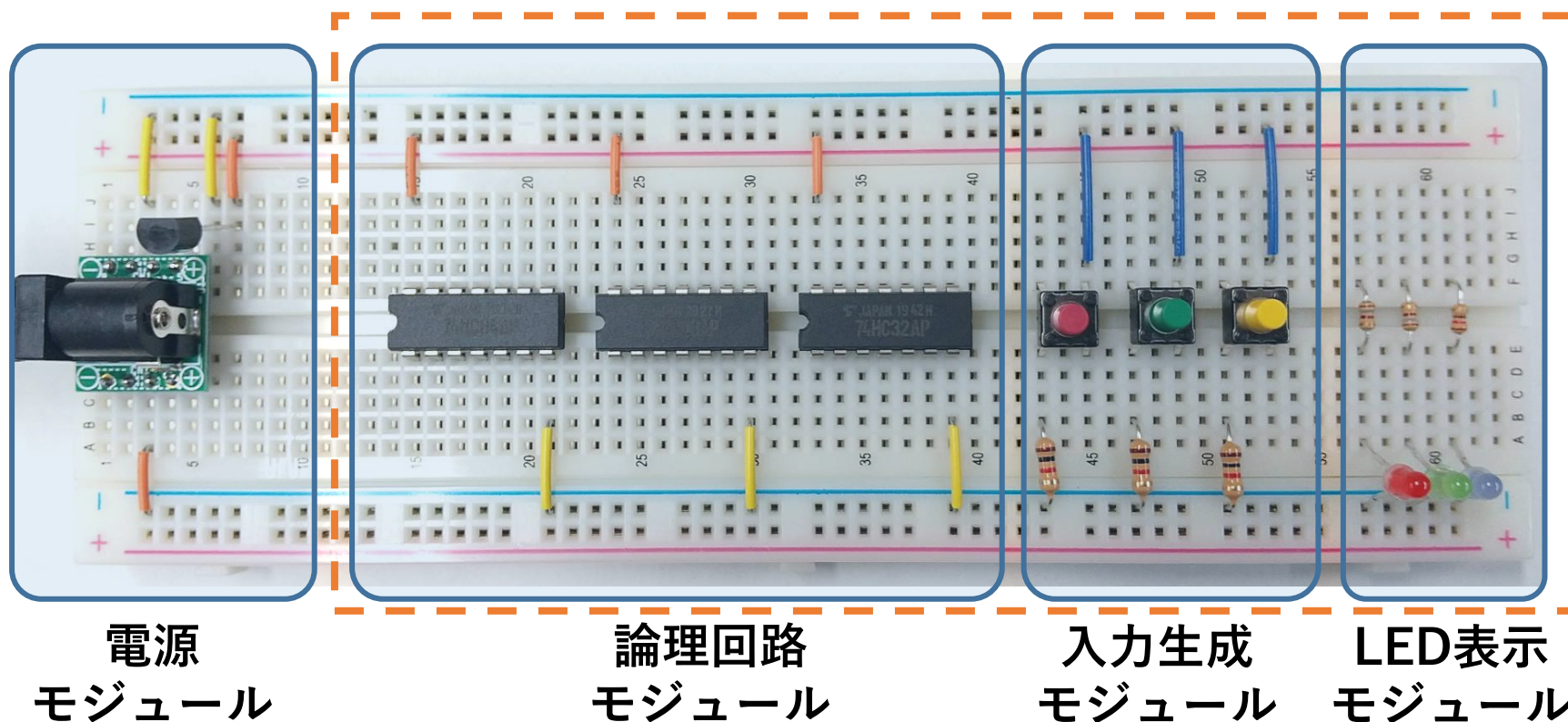


今回はICの電源に5 Vの電圧が必要
→電源回路モジュールに必要な仕様は、
DC 5 Vを生成できること

今日の手順 説明後に組み立てていくこと

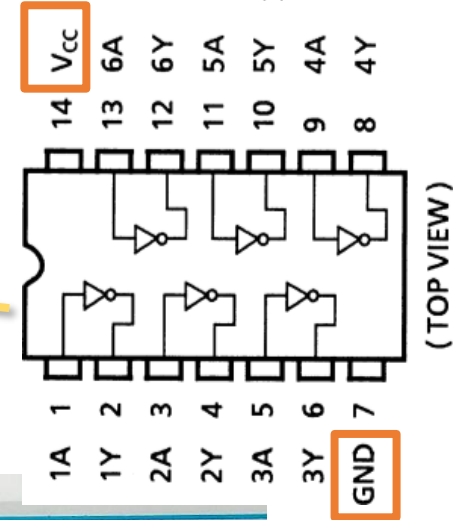
- 電源モジュールの作成と動作確認
- テストベンチの作成
- 課題1～3：各回路の動作確認(OR→EXOR→半加算器)
- 課題4

テストベンチ部

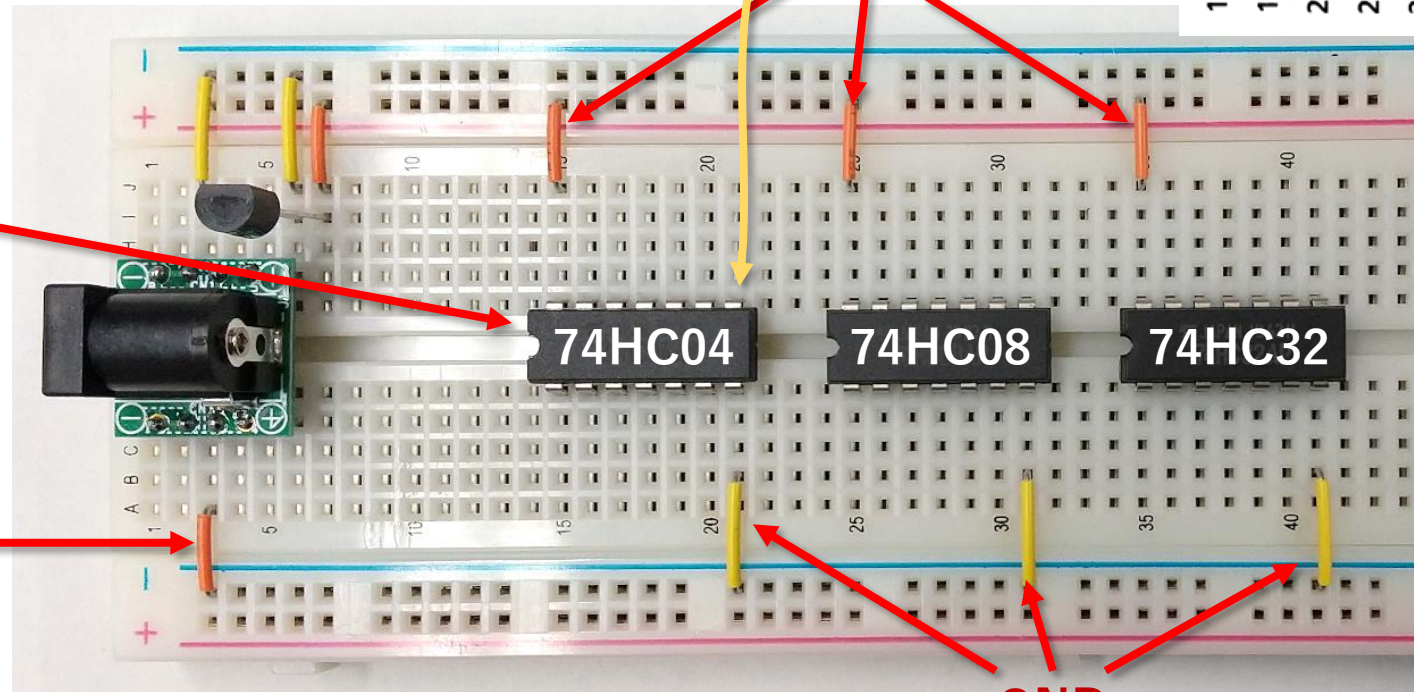


論理回路モジュールに電源を供給

- 回路は、入力と出力を繋いだだけではダメで、**電源が必ず必要**
- 74シリーズでは、
 - 最後のピンが V_{CC} (プラス)
 - その対角側のピンがGND(グラウンド、マイナス)



ブレッドボードではICを真ん中に揃えて配置するのが定石



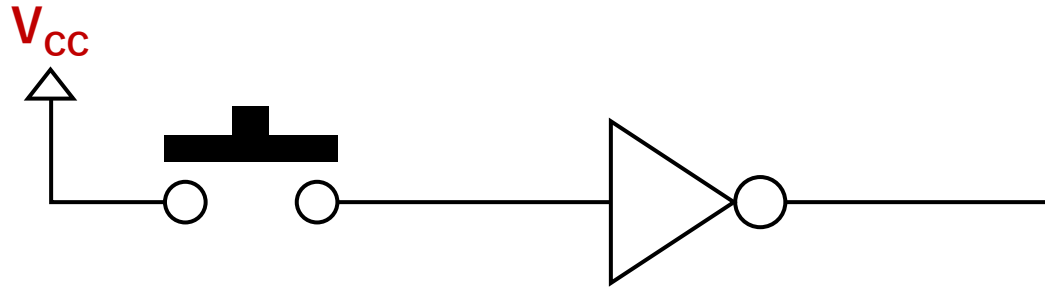
配線しやすいように
反対のラインにもGNDを接続

GND

入力生成部を作成

- 今回はスイッチを用いて、0 (0V), 1 (5V)の論理入力を作る
- ポイント：単にスイッチで5Vにつないでもダメ

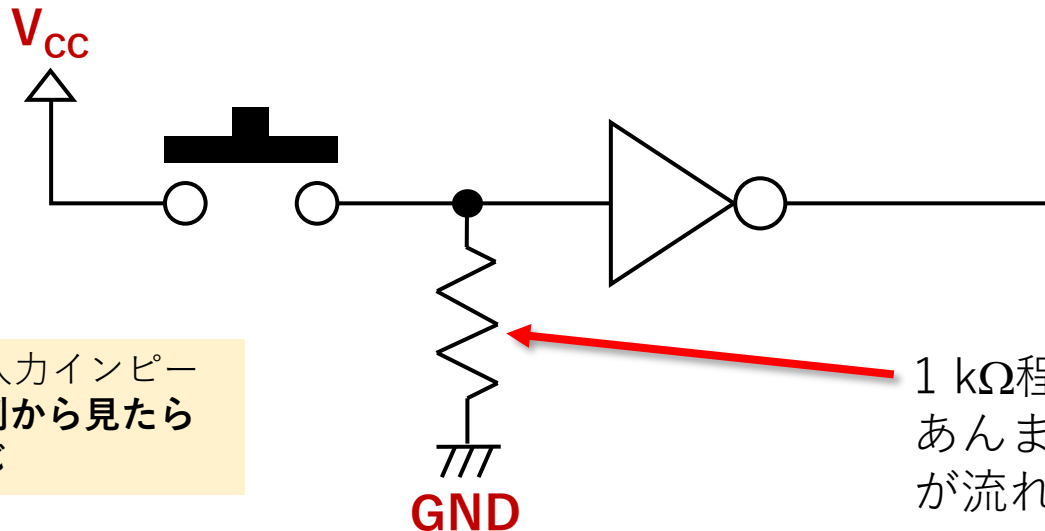
ダメな回路



ここではスイッチオフ時の電圧が定まらない

- スwitchが押されていないときの電圧を決めてやらないとダメ

OKな回路



- pull-down (プルダウン)抵抗で、スイッチオフ時はGNDと電位を同じにしてあげる
- pull-up (プルアップ)もある

Point: CMOS論理回路の入力インピーダンスは十分高く、入力側から見たら何も繋がって無いのと同じ

1 k Ω 程度の抵抗でGNDに繋ぐ
あんまり小さいとスイッチオン時に電流が流れすぎる

入力生成モジュールをまとめて作成

- 先に作った論理回路モジュールのすぐ横に 3 bit 入力生成モジュールを作ろう

V_{CC}

ここに0,1が生成される

GND

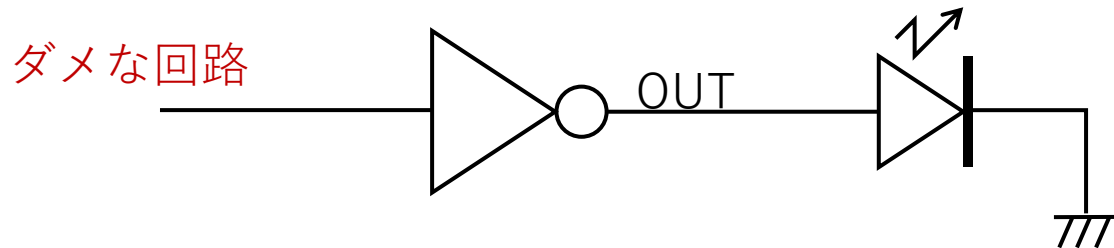
V_{CC}

GND

スイッチのこの二つの端子は共通(繋がってる)なので注意(反対側も!)

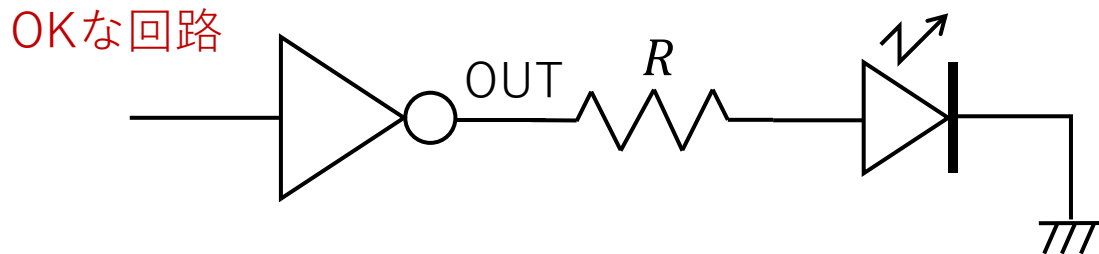
LED表示モジュールを作成

- 論理回路の出力が、0 (0 V)なら消灯、1 (5 V)なら点灯する回路をLEDで作る



こうすればOUTが5Vの時、LEDに順方向電圧がかかって光るけど、これでは電流が流れすぎて論理回路やLEDが壊れてしまう!

- 電流制限抵抗が必要



	順方向電圧 V_F	標準電流 I
赤	2.1 V	30 mA
緑	3.1 V	30 mA
青	3.1 V	30 mA

TC74HCの出力定格電流: ± 25 mA

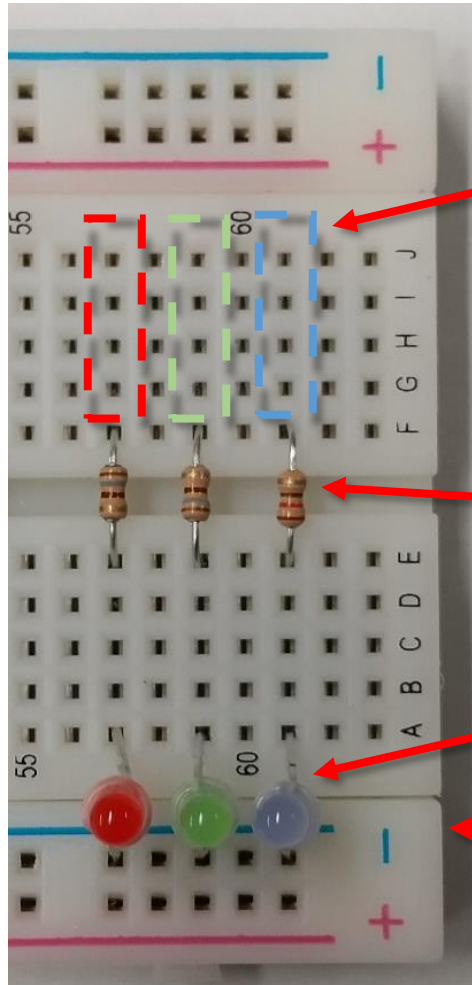
- 流れる電流が上記電流以下になるように R を決める
- R の両端電圧(赤の場合) $5.0 - 2.1 = 2.9$ V

$$R = \frac{V}{I} = \frac{2.9}{0.025} = 116 \Omega$$

- これより大きい抵抗なら安全

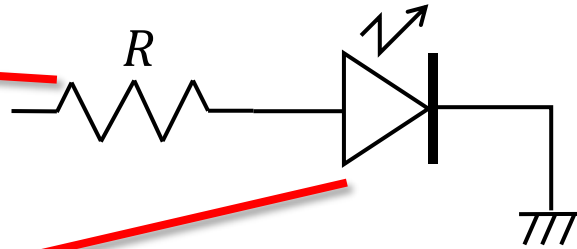
LED表示モジュールをまとめて作成

□ 3bit のLED表示モジュールを作ってみよう



ここに見たい論理回路の出力を繋ぐと、1なら光る

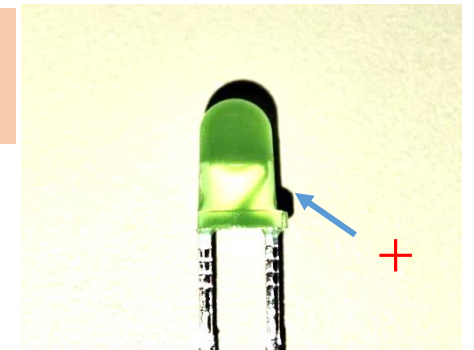
今回は制限抵抗に180 Ω を使用



LEDの極性に注意
(長い方がプラス)

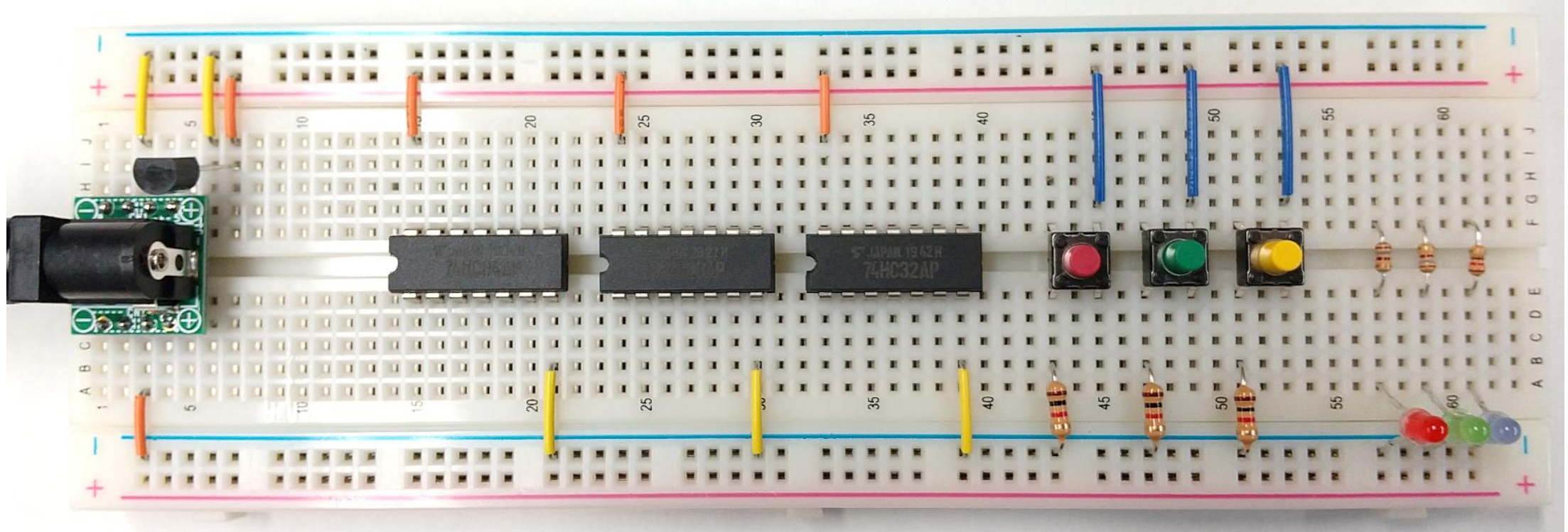
切った状態
(細いほうがプラス)

LEDのマイナス端子を
直接GNDラインに差し込んでいる



テストベンチの組み立て・完成

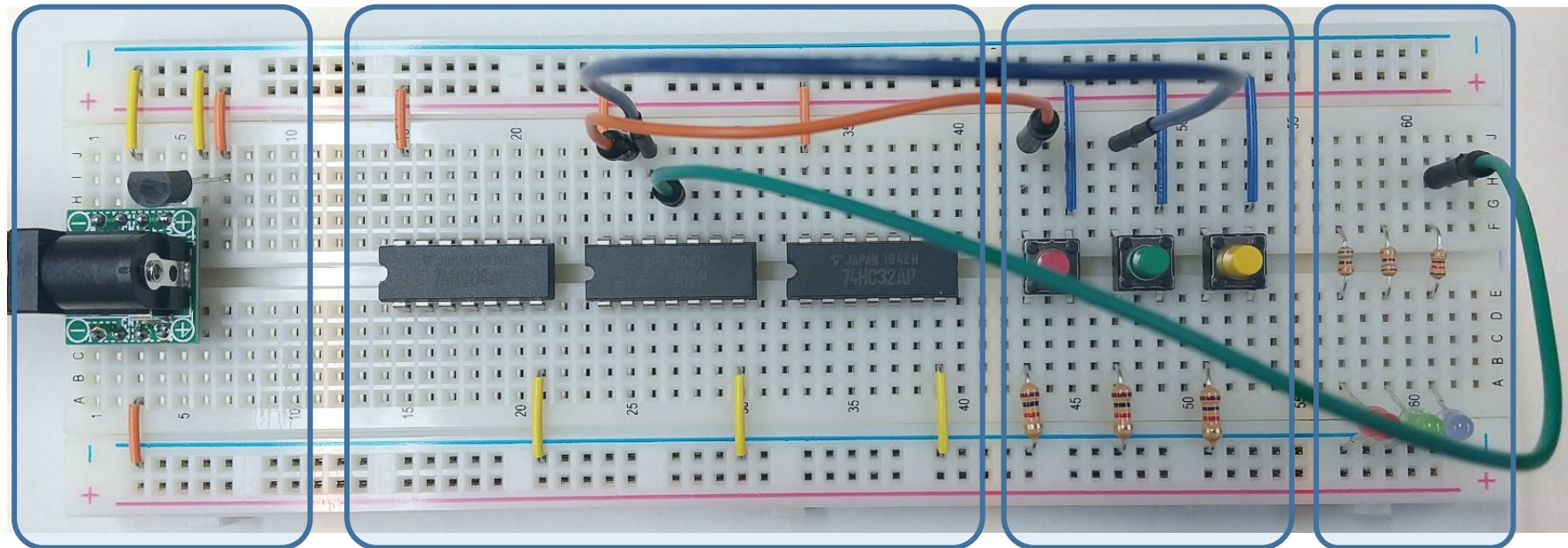
□ これまでの説明を元に組み立てましょう。



- 電源モジュール、論理回路モジュール、入力生成モジュール、LED表示モジュールの4つのモジュールに分けている
- 通常、回路を作る時はこのように機能毎に分けて開発する
- 配置・配線・順番は好きなように作っても良い(もっときれいに作れたらgood)

今日の手順

- 電源モジュールの作成と動作確認
- テストベンチの作成
- 課題1～3：各回路の動作確認(OR→EXOR→半加算器)
- 課題4



電源
モジュール

論理回路
モジュール

入力生成
モジュール

LED表示
モジュール

□ 課題の前にすること

- 簡単な論理回路のテスト：NOT回路、AND回路の動作確認

□ 課題：各課題終了後にTAに確認・課題確認票にチェックをもらう。

課題1：OR回路の動作を確認せよ

課題2：EXOR回路を作成し、動作を確認せよ

- 演習にあったどのパターンの回路でも良い

課題3：半加算器回路を作成し、動作を確認せよ

この課題3までが、必須の課題になります。

課題4：あとで説明を行う。この課題は、実験時間中に挑戦できます。

- 各課題の終了時に、回路の写真を撮影しておく、レポート作成時に使え、便利です。

簡単な論理回路のテスト(1)

- テストベンチを使って、簡単な論理回路をテストしよう
(74HCのブロック図を参照しながら)
- たとえばこれは NOT

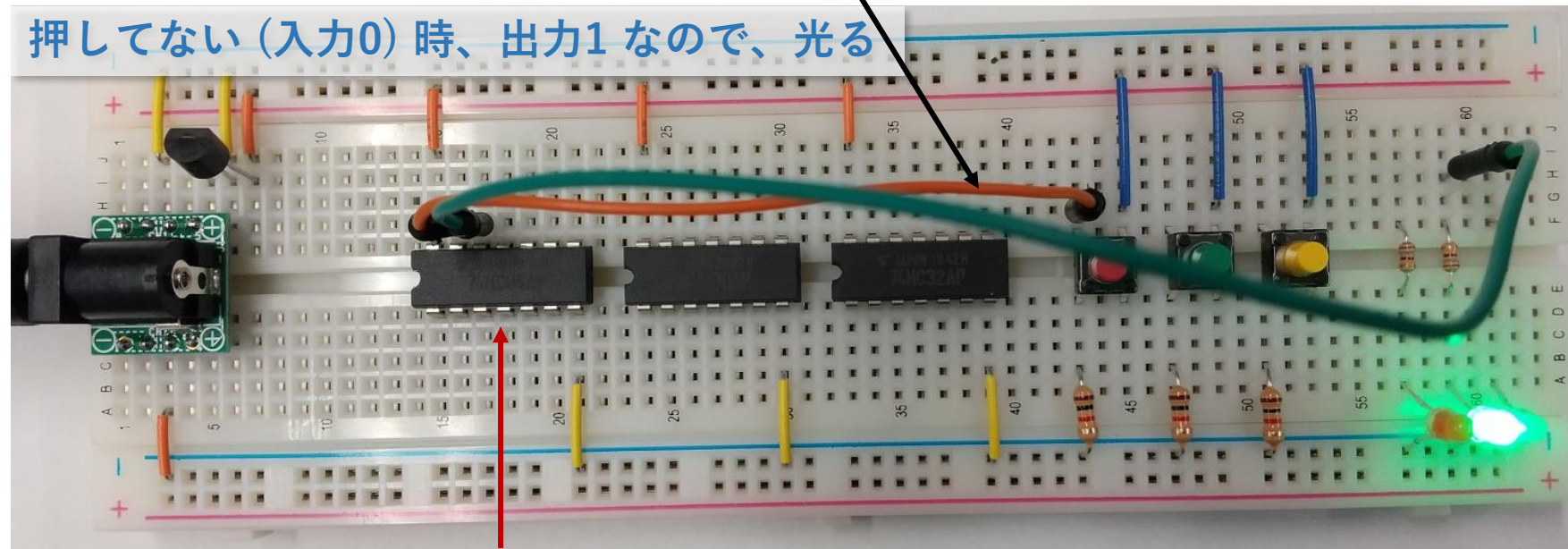
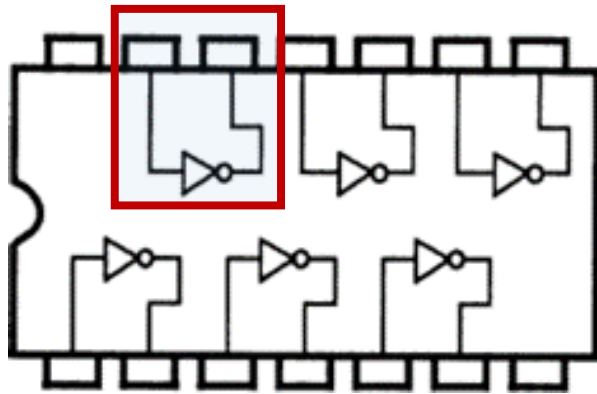
悪い見本



ジャンパワイヤは、曲げないこと
→ジャンパ線を使用する

ジャンパ線で、つなぐ

この部分を利用



NOT回路(74HC04)

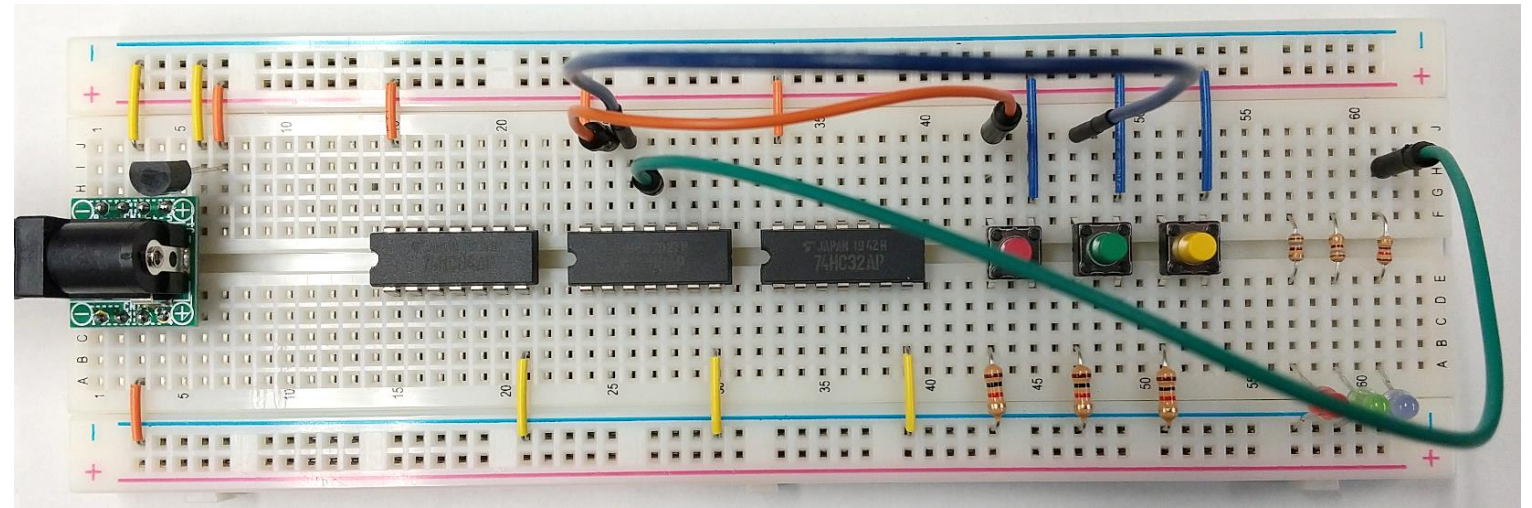
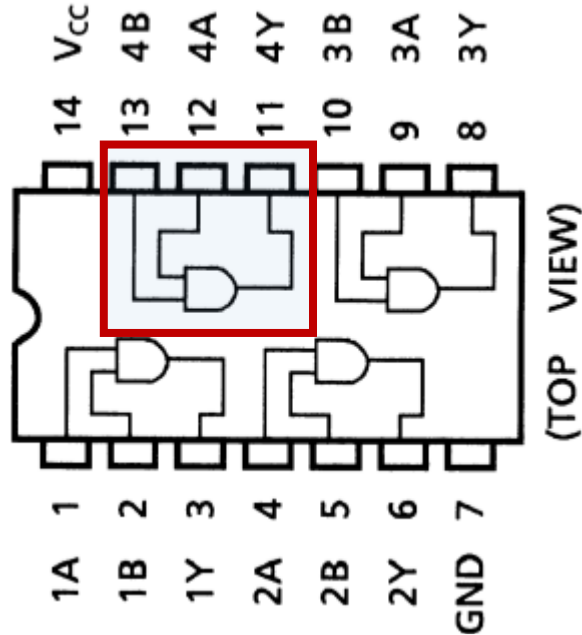
つないだLEDは、
どのように変化するか

- うまく動かない場合は、テストベンチを確認すること

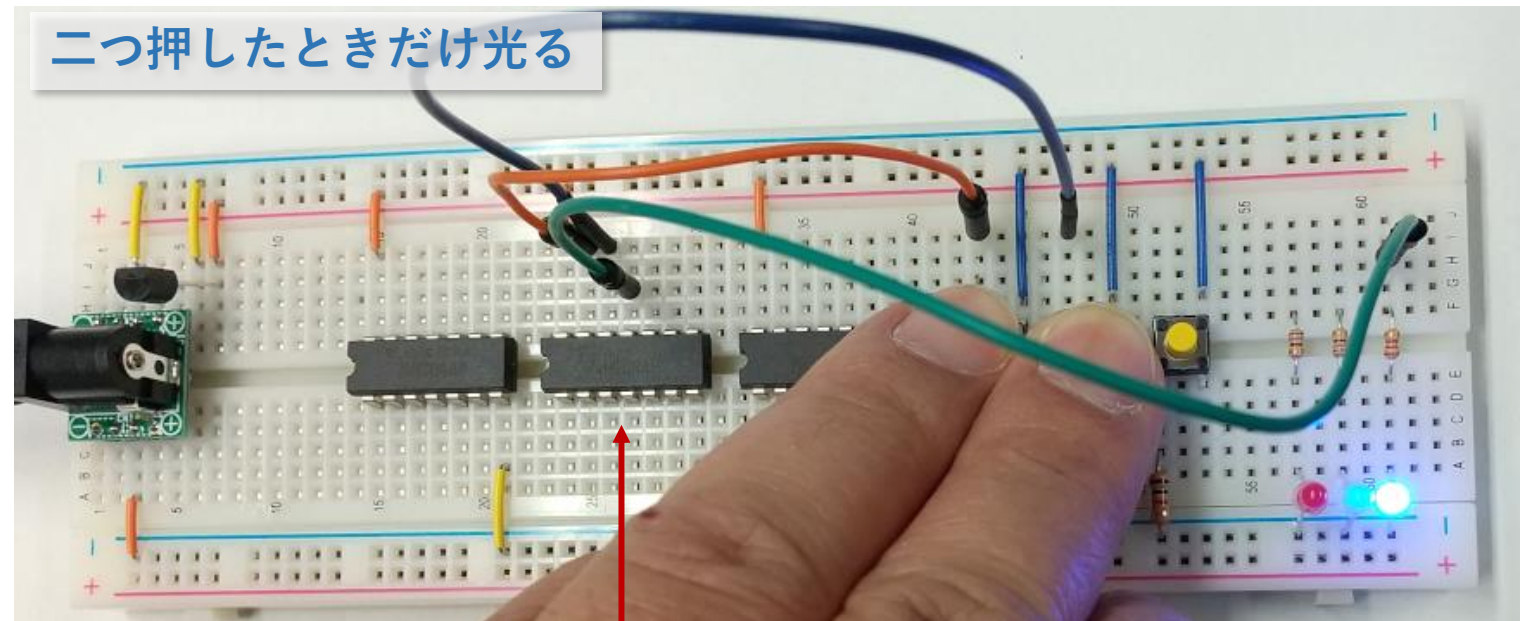
簡単な論理回路のテスト(2)

□ これは ANDの例

この部分を利用



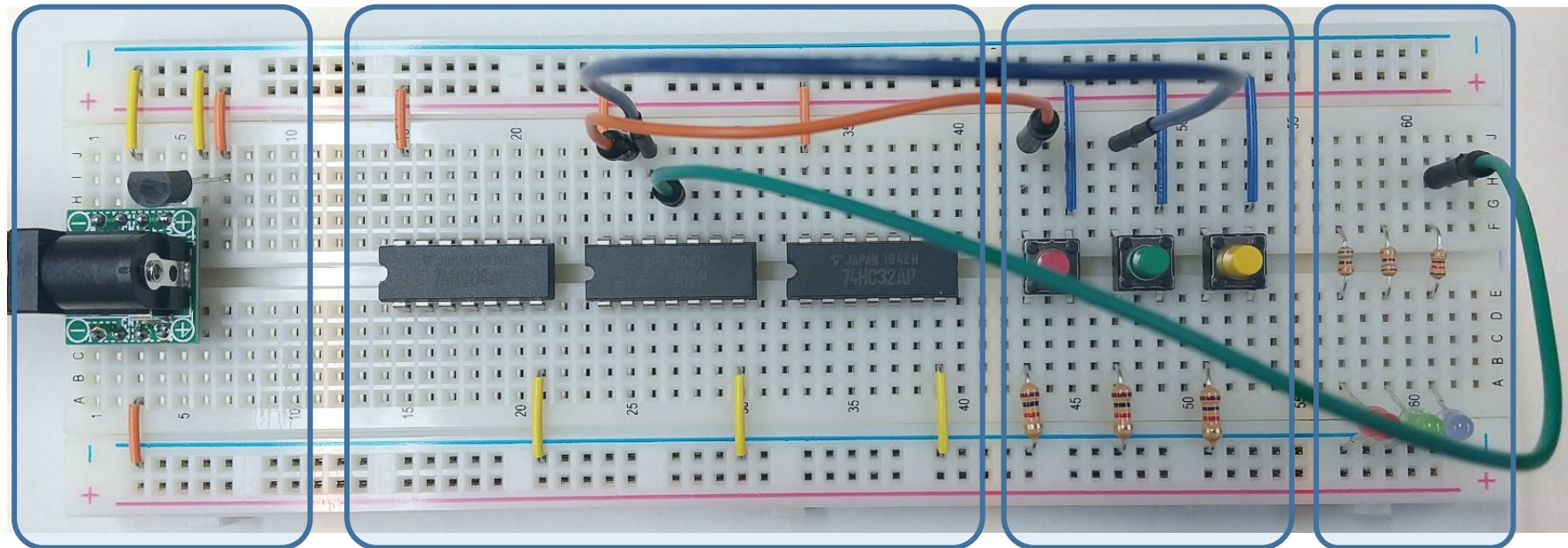
二つ押したときだけ光る



AND回路(74HC08)

今日の手順

- 電源モジュールの作成と動作確認
- テストベンチの作成
- 各回路の動作確認(OR→EXOR→半加算器)
- 課題4



電源
モジュール

論理回路
モジュール

入力生成
モジュール

LED表示
モジュール

- 課題4：ボタン三つに1, 2, 3の十進数を割り当て、それに相当する数のLEDを点灯する回路を作成せよ
 - 1のボタンを押したら1個点灯、2なら2個点灯、3なら3個点灯
 - 複数ボタン押したときは全てのLEDを消灯する
- 課題4の実際の動作
 - 1のボタンを押したとき→LEDが1つ光る
 - 2のボタンを押したとき→LEDが2つ光る
 - 3のボタンを押したとき→LEDが3つ光る
 - 複数のボタンを押す→消灯

動作の様子

- 例では、青色のボタンを1、緑のボタンを2に、赤のボタンに3を割り当てている

課題4についての補足事項 静止画での説明

□ 1のボタンを押したとき→LEDが1つ光る



□ 2のボタンを押したとき→LEDが2つ光る



□ 例では、青色のボタンを1、緑のボタンを2に、赤のボタンに3を割り当てている

課題4についての補足事項 静止画での説明

□ 3のボタンを押したとき→LEDが3つ光る



□ 複数のボタンを押したとき→LEDが消灯する



□ 例では、青色のボタンを1、緑のボタンを2に、赤のボタンに3を割り当てている

課題4についての補足事項

- 課題4に使用できる論理回路素子(テストベンチに載っている素子)
 - 2入力のAND回路 4回路
 - 2入力のOR回路 4回路
 - NOT回路 6回路

- 課題4で作る回路
 - 入力 3入力
 - 出力 3出力

- 上記の個数で以内で成り立つように作成する。
 - 今回のテストベンチで、実行可能な構成にしましょう。

課題1～3までは、この時間内に終わること。（16:00に終了。片付けを行う。）

それぞれの課題の完了後は、TAに確認をもらうこと

課題1：OR回路の動作を確認せよ

課題2：EXOR回路を作成し、動作を確認せよ

- 演習にあったどのパターンの回路でも良い

課題3：半加算器回路を作成し、動作を確認せよ

課題4：ボタン三つに1, 2, 3の十進数を割り当て、それに相当する数のLEDを点灯

する回路を作成せよ

- 1のボタンを押したら1個点灯、2なら2個点灯、3なら3個点灯
- 複数ボタン押したときは全てのLEDを消灯する

課題についての補足事項

1つ目：課題確認票の紙を提出する。

未提出の課題がある人は、期限までに解き、すべての欄を埋め、提出すること。

2つ目：手書きのレポートの作成(pdfデータでの提出)

※課題4を実験中にできなかった人も必ず、真理値表・カルノー図・回路図まで書く

レポートについて

- **提出期限は、google classroomで連絡。** 期限まで提出する。
- **A4レポート用紙に手書きし、スキャンし、pdf で一つの文書にまとめて提出**
- **目的、使用した機器、実験手順、課題の章立てを行う**
- **真理値表・カルノー図・回路図を用いて作成した課題1～4の動作・実験結果を論じること。**

※課題4を実験中にできなかった人もレポートに真理値表・カルノー図・回路図まで書く
指示の内容を満たして初めて、採点を行われることに留意すること。

手書きのレポートについての補足

- クラスルーム、実験ホームページにレポートの例を添付しています。
- 未提出、他の人のレポートを写した者(提供者も含む)は、0点とする
- レポートは、A4レポート用紙に手書きし、スキャンし、pdf で一つの文書にまとめ出すこと
- レポートの構成
 - 表紙を付けること
 - レポートは章立てして、書いていくこと
 - 回路図・真理値表・カルノー図は書くこと
 - 課題4は、実験中に終わらなかった人も解き、レポートに書くこと
- 詳細な注意点は、レポートの例の資料を参考にしてください。



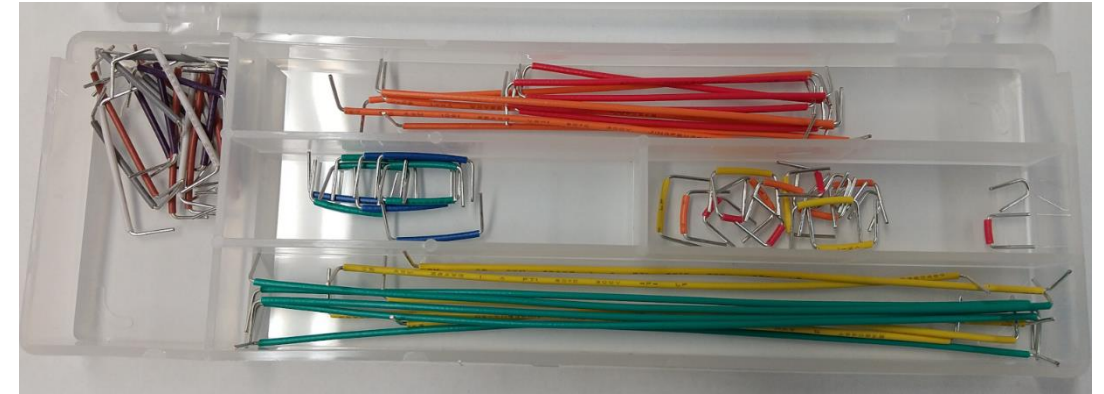
[書き方の例](#)

課題の終了後の片づけ

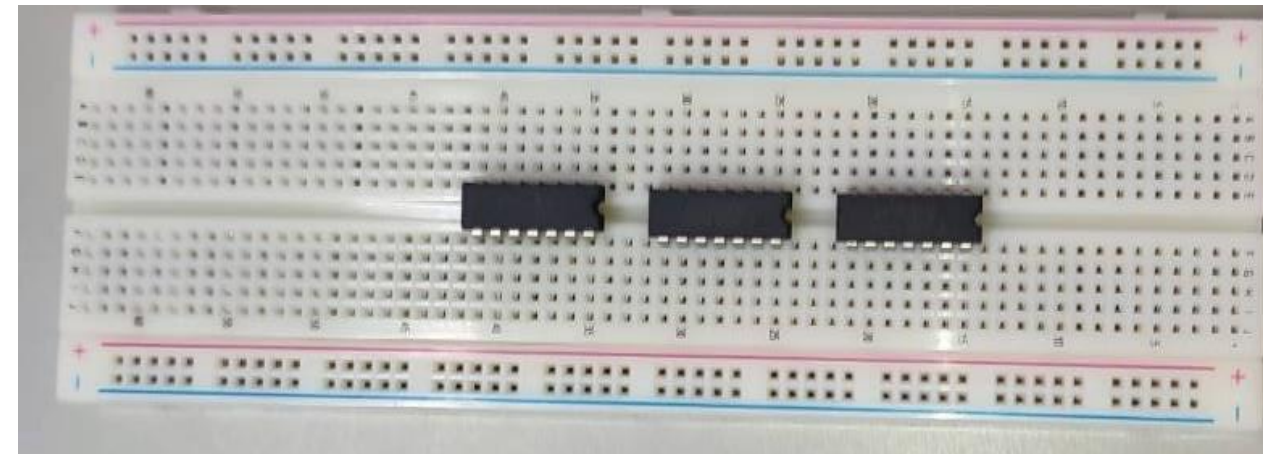
- ジャンパワイヤを曲げてしまった、部品を壊してしまったものは、別に仕分けます。
 - 実験中に壊れるは、よくあることです。壊れた・曲げた際は、仕分けにご協力ください。
- この機材は、次の学年の人が使います。
- 大切に、片付けをしましょう。



ケースに、
電源IC、DCジャック、LED、抵抗、タクトスイッチ



ブレッドボード用ジャンパワイヤは写真の状態に



ロジックICは、そのまま（外ずさない）

終わりに

- 工学基礎実験 K5 論理回路 は以上になります。
- お疲れさまでした。
- レポートの作成、課題の提出を頑張ってください。