学の杜配付資料
2018年8月18日

Raspberry Piの魅力

遊びからAI, IoTへ

古橋　武

furuhashi@nuee.nagoya-u.ac.jp

名古屋大学

目次

1. はじめに

名古屋大学高大接続研究センターが開講している 2018 年度「学びの杜・学術コース」
http://chet.educa.nagoya-u.ac.jp/?page_id=84
の「コンピュータ・電子工学探究講座」を担当しました．その講義内容を公開します．

本講座は平成 30 年 8 月 18 日 13:00～17:00 に開催しました．参加者は 20 名で応募を締め切ったのですが，当日 1 名欠席がありました．内訳は，高校 1 年生 8 名，2 年生 9 名，3 年生 2 名です．愛知県 10 名，岐阜県 2 名，三重県 5 名，静岡県 2 名です．遠く藤枝東高校から 1 名の参加がありました．女子 6 名，男子 13 名です．数名がマイコンに触った経験がありました．ラズベリーパイは全員初めてでした．

2 人一組の班を作って，2 人で相談しながら回路製作・プログラミング演習を進めてもらいました． 1 名だけ， 1 人の班となってしまいました．

本講座では，Raspberry Pi＋電子回路の製作演習と簡単なプログラミングを体験できます．製作課題は， 例えば, AI スピーカもどきです. 全てが初めてでも、段階的に作っていきます. 製作体験を通して, その先に拡がる新しい世界について学ぶことができます．本講座が進学先を考える一助となるかも知れません.

各班に用意したもの

Raspberry Pi3 Model B コンプリートスターターキット（Basic 16G）
USB キーボード
USB マウス
HDMI ディスプレイ
スピーカ
マイク
OSOYOO(オソヨー) Raspberry Pi 学ぶ電子工作キット 初心者演習用パーツセット

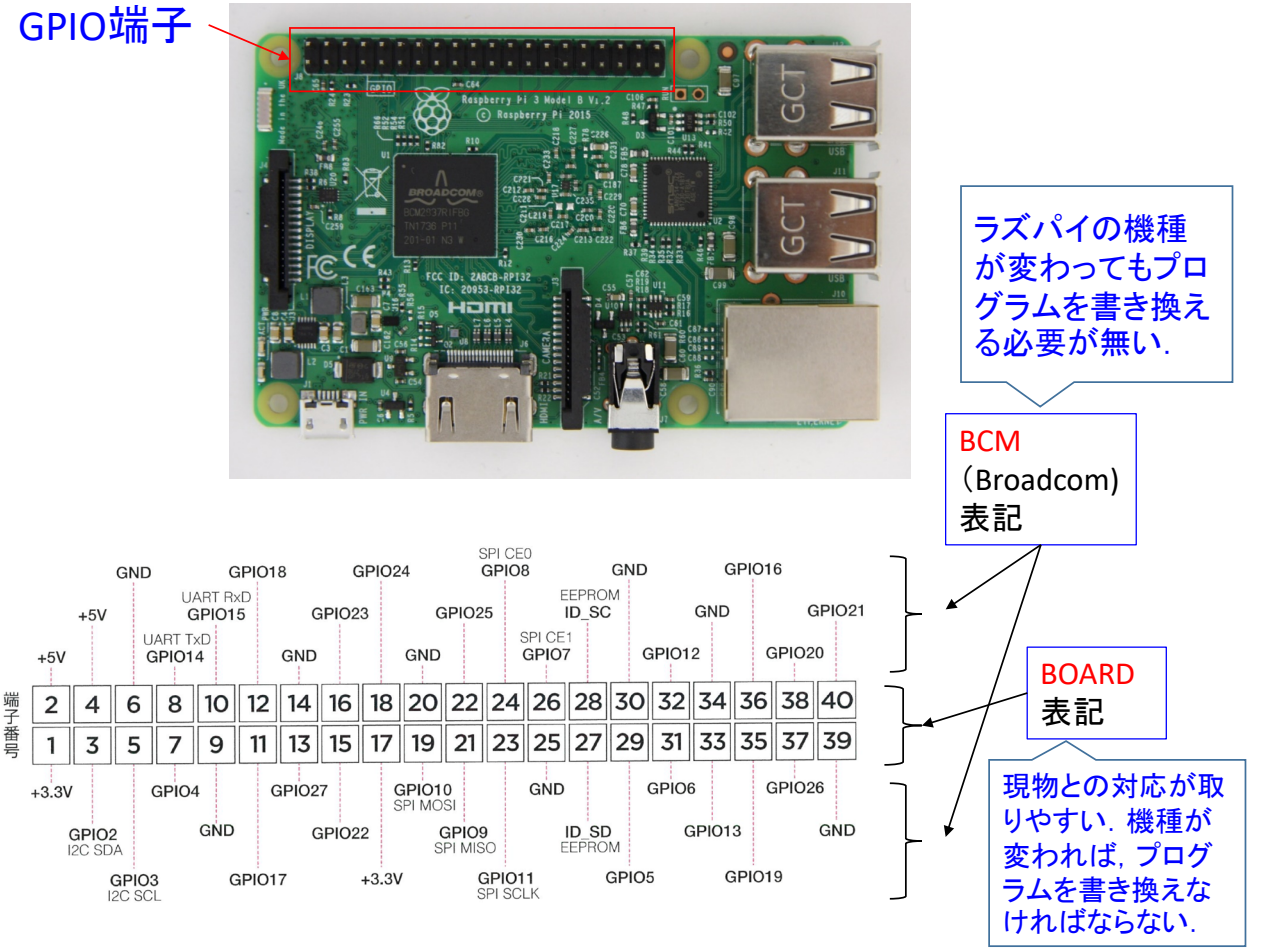
配付資料（本資料のスライド部分）

課題用スクリプト

（以下の URL に課題用スクリプトと解答スクリプトを置いておきます．ご自由に活用してください.）

http://mybook-pub-site.sakura.ne.jp/Manabino_mori/index.html

２．ピン配置と電子部品の説明

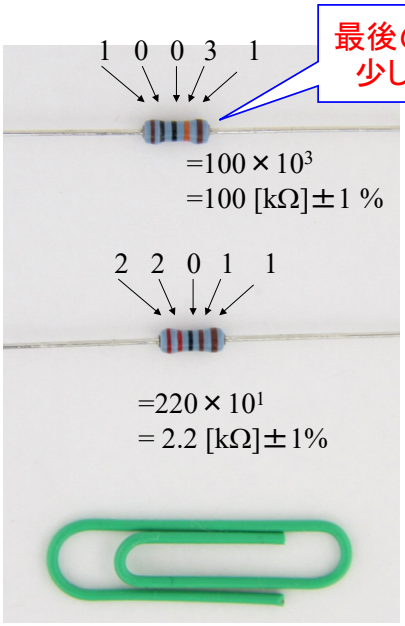


座学は最初の 5 分だけです．本資料の 8 ページまでをざっと説明します．その後，9 ページからの製作演習を，資料を見ながら，各班（2 名）のペースで進めてください．分からないことがあれば，ティーチングアシスタント（大学院生 2 名），もしくは，私にいつでも遠慮無く質問してください．

まず，この写真が Raspberry Pi Model 3B です．皆さんの目の前に各班に一台ずつ置いてあります．これに，ディスプレイ，キーボード，マウス，スピーカ，マイクがつながっています．

今日の製作演習では写真の赤い四角で囲った部分を使って電子回路の配線をします．これは GPIO(General Purpose Input/Output)端子と呼ばれます．この端子は 40 本のピンからなります．ここで，大事なことはピンの名称です．BCM 表記というものがあるということだけ憶えておいてください．ちなみに，BCM は Broadcom という会社名の略称です．

抵抗



カラーコード表

黒：0			
茶：1		緑：	±0.5%
赤：2		茶：	±1%
橙：3			
黄：4			
緑：5			
青：6			
紫：7			
灰：8			
白：9			

3

次は抵抗値の読み方です．皆さんの目の前に部品ケースが置いてあります．この中には様々な部品が入っています．その部品の 1 つが抵抗です．

抵抗値は色で記されています．色と数値の対応関係はカラーコード表に示されています．例えば，黒色は 0，茶色は 1 です．

写真内の上側の抵抗の色は，茶，黒，黒，橙，茶です．抵抗の向きは最後の帯が少し太いことで見分けられます．数字は 100×10³±1%が対応します．単位はオーム[Ω]です．

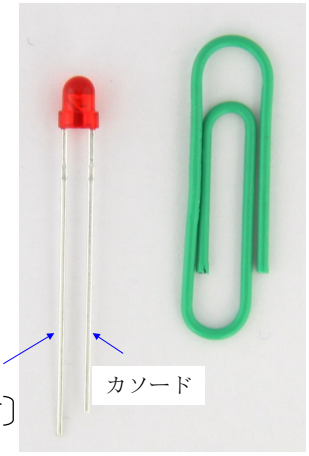
100×10^3 [Ω] = 100 [kΩ]

です．最後の±1%は抵抗値の精度です．皆さんの目の前にある抵抗の抵抗値は 100[kΩ]ぴったりでは無く，少しばらついています．その範囲が 99 [kΩ]～101 [kΩ]です．

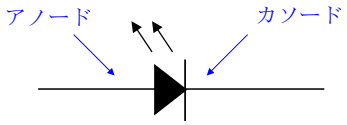
下側の抵抗の色は赤，赤，黒，茶，茶なので $220\times10^1\pm1\%$ [Ω] = 2.2 [kΩ]です．

カラーコード表がここにあるということだけ憶えておいてください．

LED

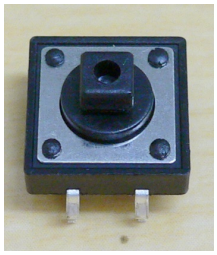


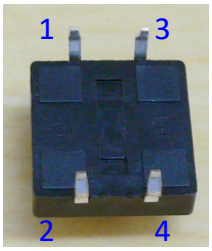
LED (発光ダイオード)

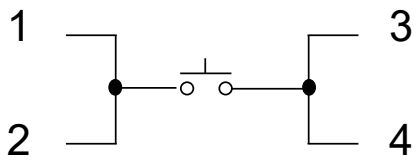


LED(発光ダイオード)の記号

スイッチ







タクトスイッチの記号
と端子のつながり

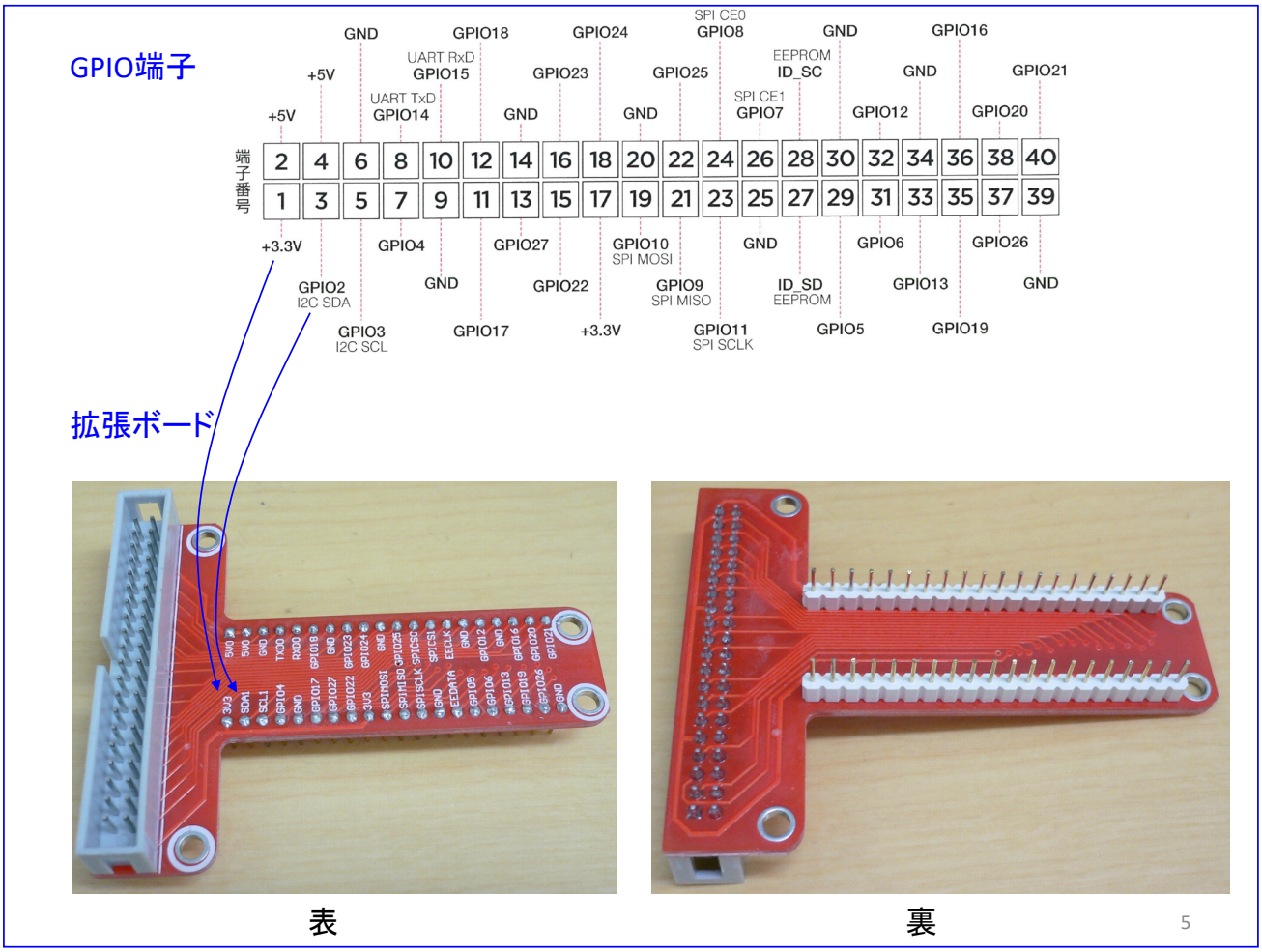
タクトスイッチ

4

LED（Light Emitting Diode：発光ダイオード）とスイッチの説明です．ダイオードには向きがあります．右上の記号が LED の記号です．電極には名前が付けられています．図示の通り，アノードとカソードです．左上の写真が現物です．足の長い方がアノードです．

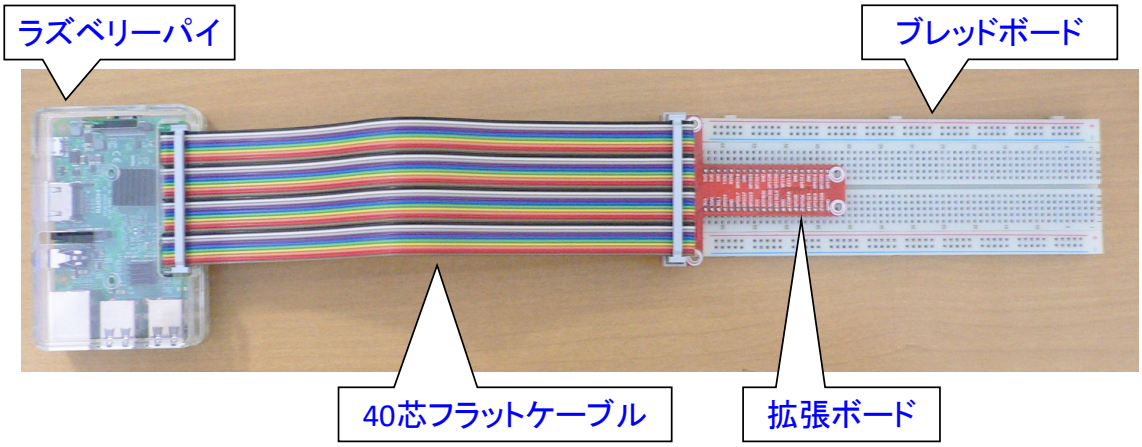
スイッチはピンが 4 本あります．写真のようにピンに 1～4 の番号を付けます．スイッチの内部では，各ピンが右下図のようにつながっています．1 と 2 が常時つながり，また，3 と 4 が常時つながっています．スイッチ上面のボタンを押すと，1～4 の全ピンがつながります．

LED とスイッチの説明がここにあるということだけ憶えておいてください．



皆さんの前には 1 班に 1 つずつ，「OSOYOO(オソヨー) Raspberry Pi 学ぶ電子工作キット 初心者演習用パーツセット」があります．このセットの中に拡張ボードが含まれています．先ほどの GPIO 端子から電子回路を配線する際に便利なボードです．ボードの上面には BCM 記号が記されています．

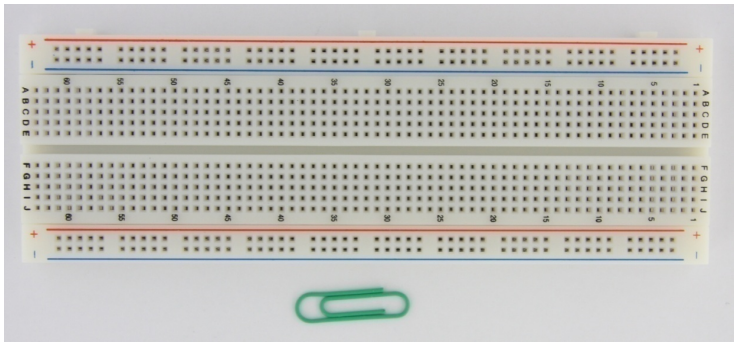
拡張ボードとラズベリーパイの接続



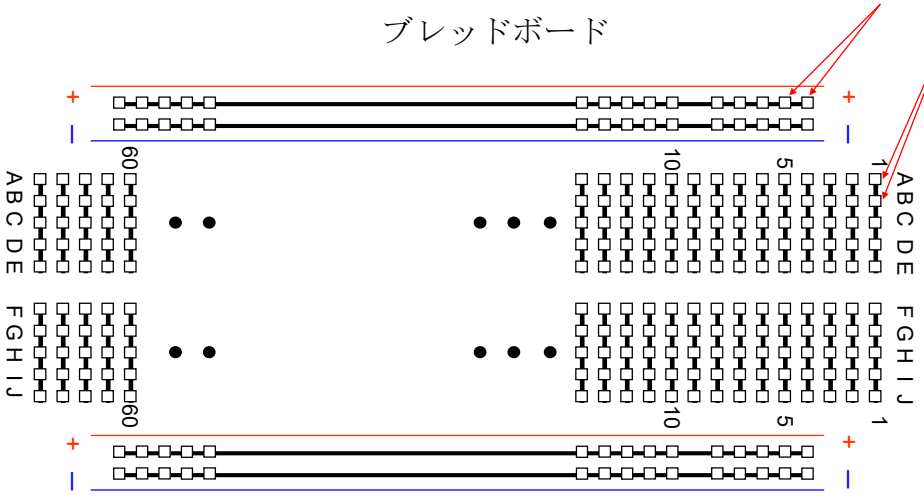
6

ラズベリーパイ上の 40 本のピンと拡張ボードは 40 本の電線からなる 40 芯フラットケーブルによる接続します．そして，拡張ボードはブレッドボードに差し込みます．こうすることでブレッドボード上での電子回路の配線が簡単になります．

具体的な配線例は，皆さんが実際に電子回路を組む段階で紹介します．



ブレッドボード

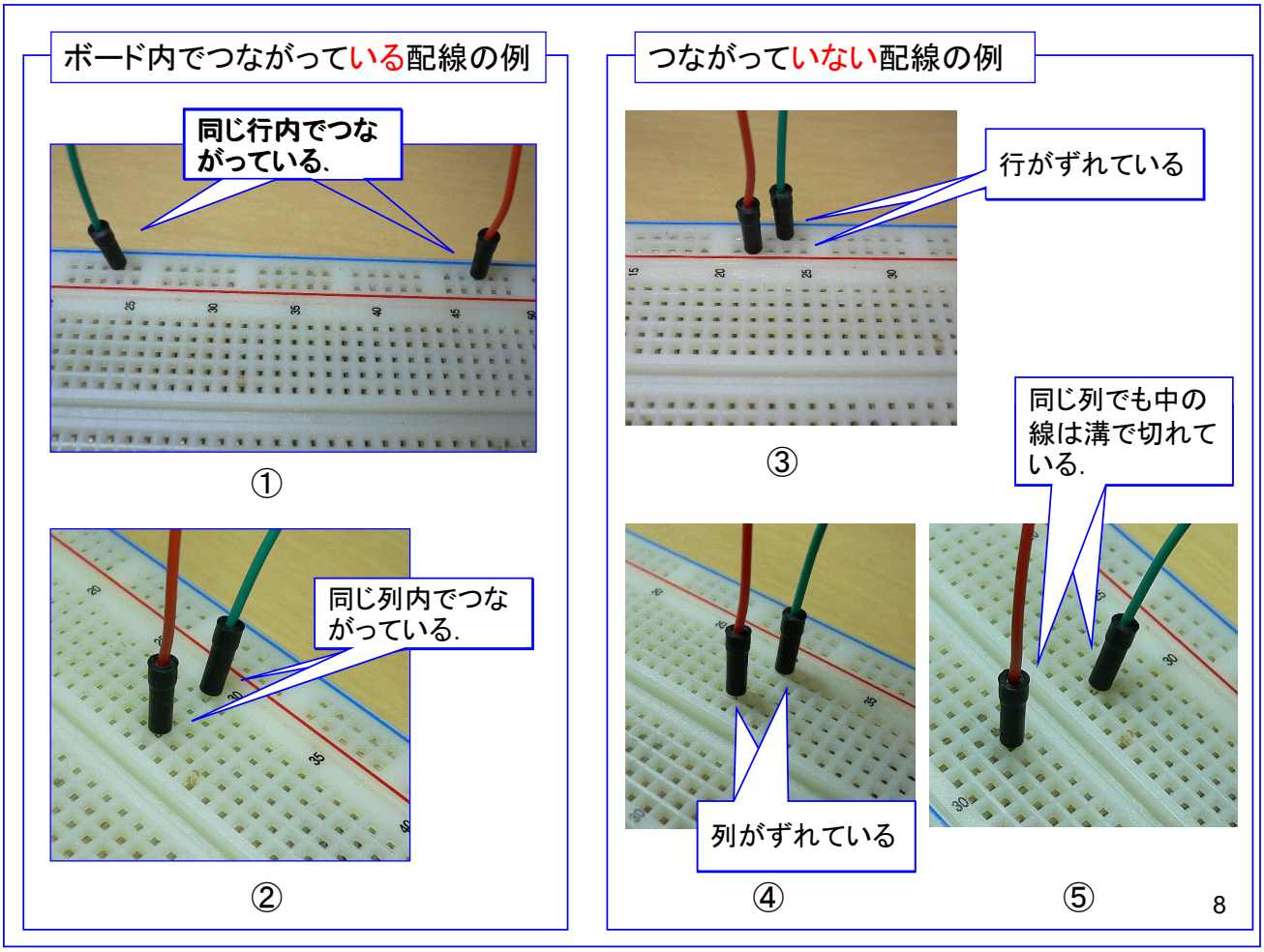


ブレッドボードの穴のつながりの様子

7

ブレッドボードの写真とブレッドボードの穴のつながりの様子です．穴同士のつながりの様子を黒線で示します．上 2 行と下 2 行は，各行 50 個の穴からなります．同じ行内の 50 個の穴は全てボードの内部でつながっています．

この上下 2 行に挟まれて，64 列の穴が並んでいます．1, 5, …, 60 と 5 列おきに数字が記されています．各列は上側 5 個と下側 5 個に別れています．同じ列内の ABCDE の穴は内部でつながっています．また，同様に同じ列内の FGHIJ の穴は内部でつながっています．



ブレッドボードを用いた場合の，正しい配線例と誤った配線例です．

左側の写真は正しい配線の例です．左上①の例は，同じ行内の穴に差し込んだ場合です．緑色の線と赤色の線は電気的につながっています．

左下②の例は同じ列内に差し込んだ例です．緑色の線と赤色の線は電気的につながっています．

右側の写真は間違った配線の例です．右上③の例は，行がずれています．緑色の線と赤色の線は電気的に絶縁されています．

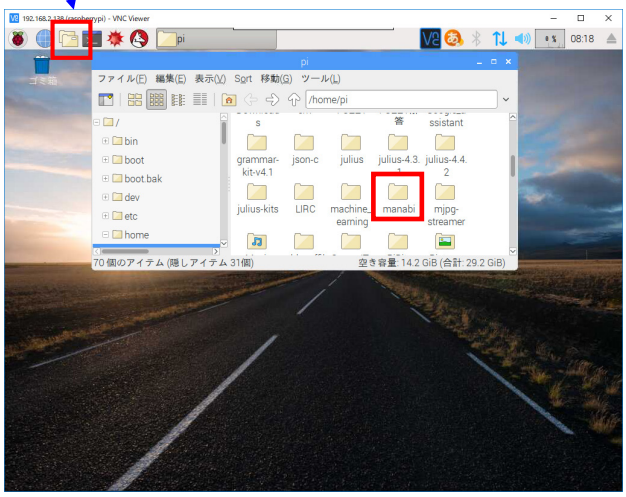
右下④の例は，列がずれています．右下⑤の例は，ボードの真ん中の溝をまたいでいます．緑色の線と赤色の線は電気的に絶縁されています．

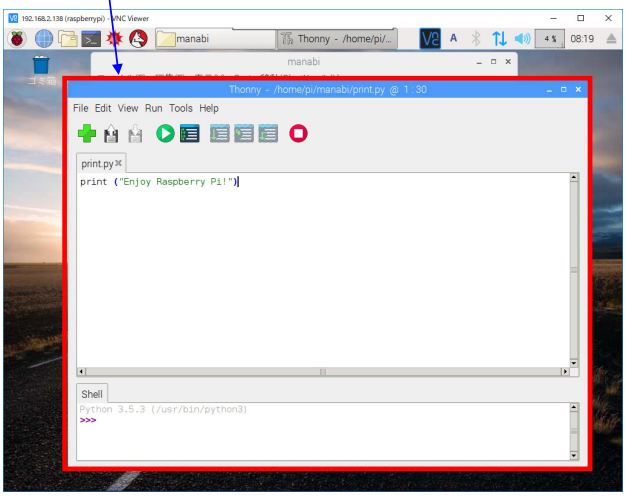
3．IDE と LX ターミナル

Python のコード print.py を開く

フォルダアイコンを左クリック
→「manbi」フォルダを左ダブルクリック
→「print.py 」ファイルを左ダブルクリック

python IDE（Integrated Development Environment: 統合開発環境)が立ち上がる.
python ver.3.4以降が実行可能





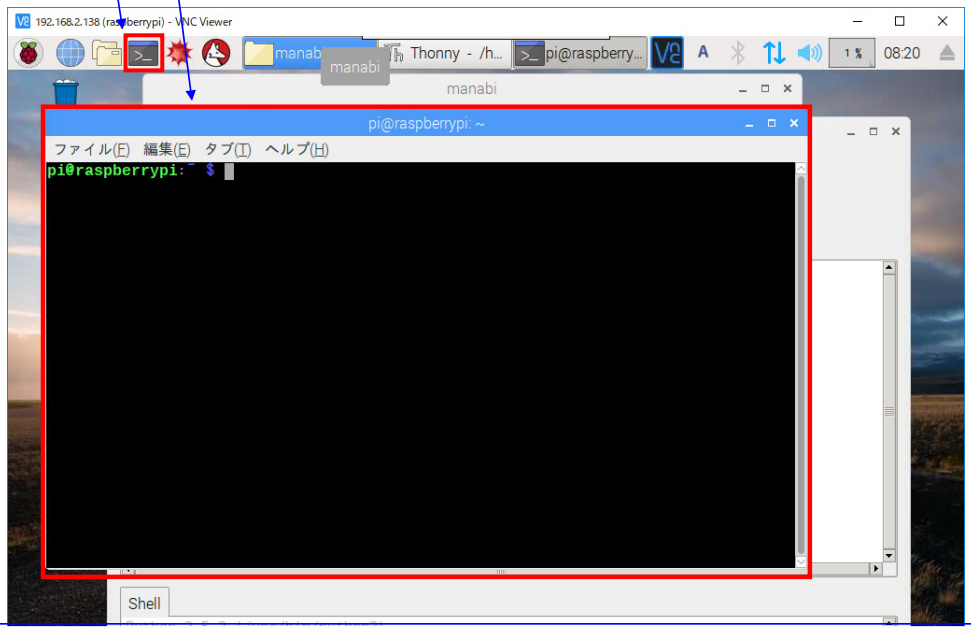
9

ここからは，各班のペースで演習を進めてください．私と TA 二人が待機しています．気軽に質問してください．

Python のコード print.py を実行する
実行方法1

LX ターミナルアイコンを左クリック

LX ターミナル（LINUX コマンド入力画面）が立ち上がる



print.py のコード

```
print ("Enjoy Raspberry Pi!“)
```

LX ターミナルに打ち込むLINUXコマンド

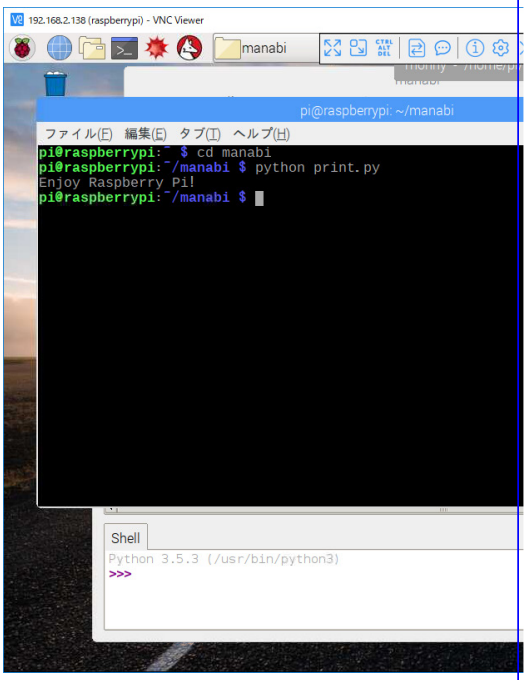
```
cd manabi
python3 print.py
```

Enter

Enter

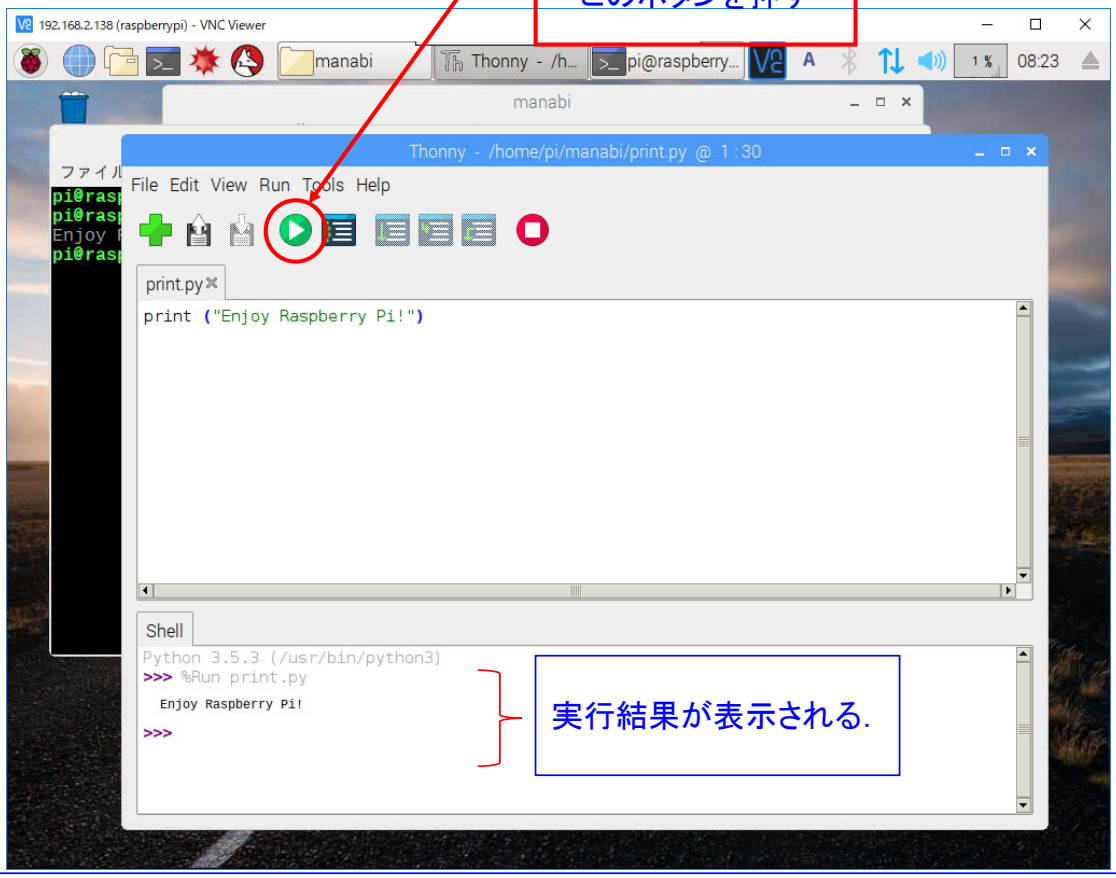
LX ターミナルに表示される print.py の実行結果

```
Enjoy Raspberry Pi!
```



課題1：「こんにちは。よろしく!」をprintせよ.

Python のコード print.py を実行する
実行方法2



課題2：calc.pyを実行せよ.

実行結果
計算式：10 ÷ 3
答え：商3 余り1

calc.pyのスクリプト

```
value1 = 10
value2 = 3

answer1 = int( value1 / value2 )
answer2 = value1 % value2

print ("計算式：" + str( value1 ) + " ÷ " + str( value2 ))
print ("答え：商" + str( answer1 ) + " 余り" + str( answer2 ))
```

value1 に10を代入

value2 に3を代入

x/y は x ÷ y を計算
Int(z)はzの少数点以下を切り捨てる関数

x % y は x ÷ y の余りを計算

print(z)は z をターミナルに表示する関数.

str(z)は数値zを文字列に変換する関数

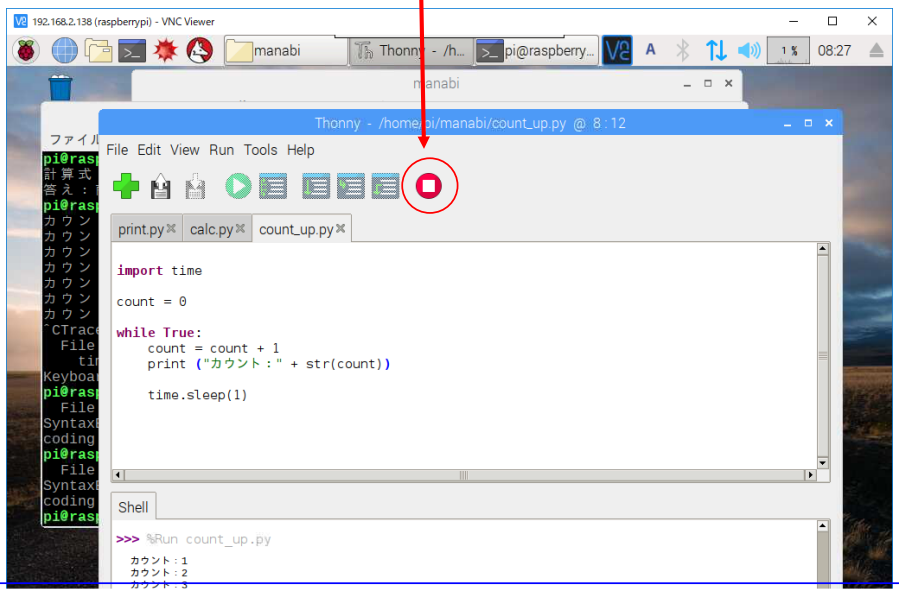
課題2-1: 数値を変えて，商と余りを求めよ.
課題2-3：value1とvalue2の掛け算を実行して，その結果を表示するスクリプトを書け.

課題3：count_up.pyを実行せよ.

実行結果　1秒ごとに以下が表示される.

カウント：1
カウント：2
カウント：3
・・

無限ループ　　止めるには Ctrl + c
もしくは　を左クリック（マウスの左ボタンをクリック）



count_up.pyのコード

```
import time

count = 0

while True:
    count = count + 1
    print ("カウント：" + str(count))

    time.sleep(1)
```

sleep()関数はtime ライブラリのなかにあるため，time ライブラリを使用可能にする.

count 変数の初期値を0に設定

while 条件文：

条件が満たされている限りはこれらのコードを実行する.
while 文の適用範囲はインデント（字下げ）により明示する.

1秒間休止する関数

インデント（字下げ）

課題3-1: 2秒ごとにカウントアップ結果を表示するように，スクリプトを変更せよ.
課題3-2：2ずつカウントダウンするように，スクリプトを変更せよ.

課題4: even_odd.pyを実行せよ.

実行結果
7は、奇数です。

even_odd.pyのコード

```
value = 7

answer = value % 2

if answer == 0:
    print (str(value) + "は、偶数です。")
else:
    print (str(value) + "は、奇数です。")
```

if 条件文:
…
else:
…

If 文の適用範囲はインデントにより明示する.

インデント(字下げ)

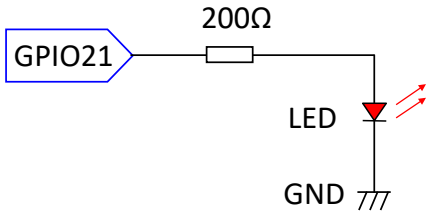
課題4-1: 3で割った余りに応じて,
余りは0です。
余りは1です。
余りは2です。
と表示するように, スクリプトを変更せよ.

ヒント: 条件が3つの場合

```
If 条件文:
    …
elif 条件文:
    …
else:
    …
```

課題5：LEDの点灯／消灯

1. LED回路（次とその次のスライド参照）を配線せよ.



2. led_on.py を実行せよ.
   実行結果：LEDが点灯する.

3. led_on.pyを開け.

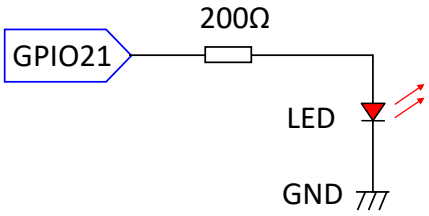
```
import RPi.GPIO as GPIO

LED_Pin = 21

GPIO.setmode(GPIO.BCM)
GPIO.setup(LED_Pin, GPIO.OUT)

GPIO.output(LED_Pin, GPIO.HIGH)
```

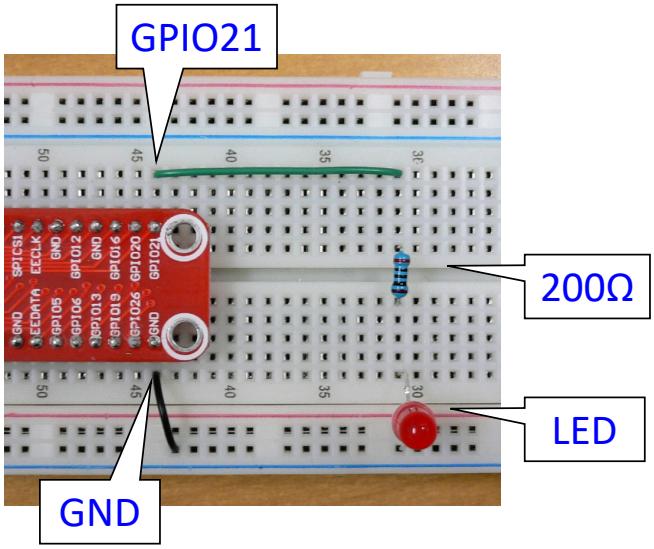
- RPi.GPIO ライブラリを GPIO と言う名前で使用可能にする.
- GPIO21 に LED_Pin という名前を割り当てる.
- GPIOピンをBCM（Broadcom)表記に設定する.
- LED_Pin を出力用ピンに設定する.
- LED_Pin に “1” (3.3V)を出力する.

課題5-1: led_on.pyを書き換えて，LEDを点灯させて1秒後に消灯させよ.

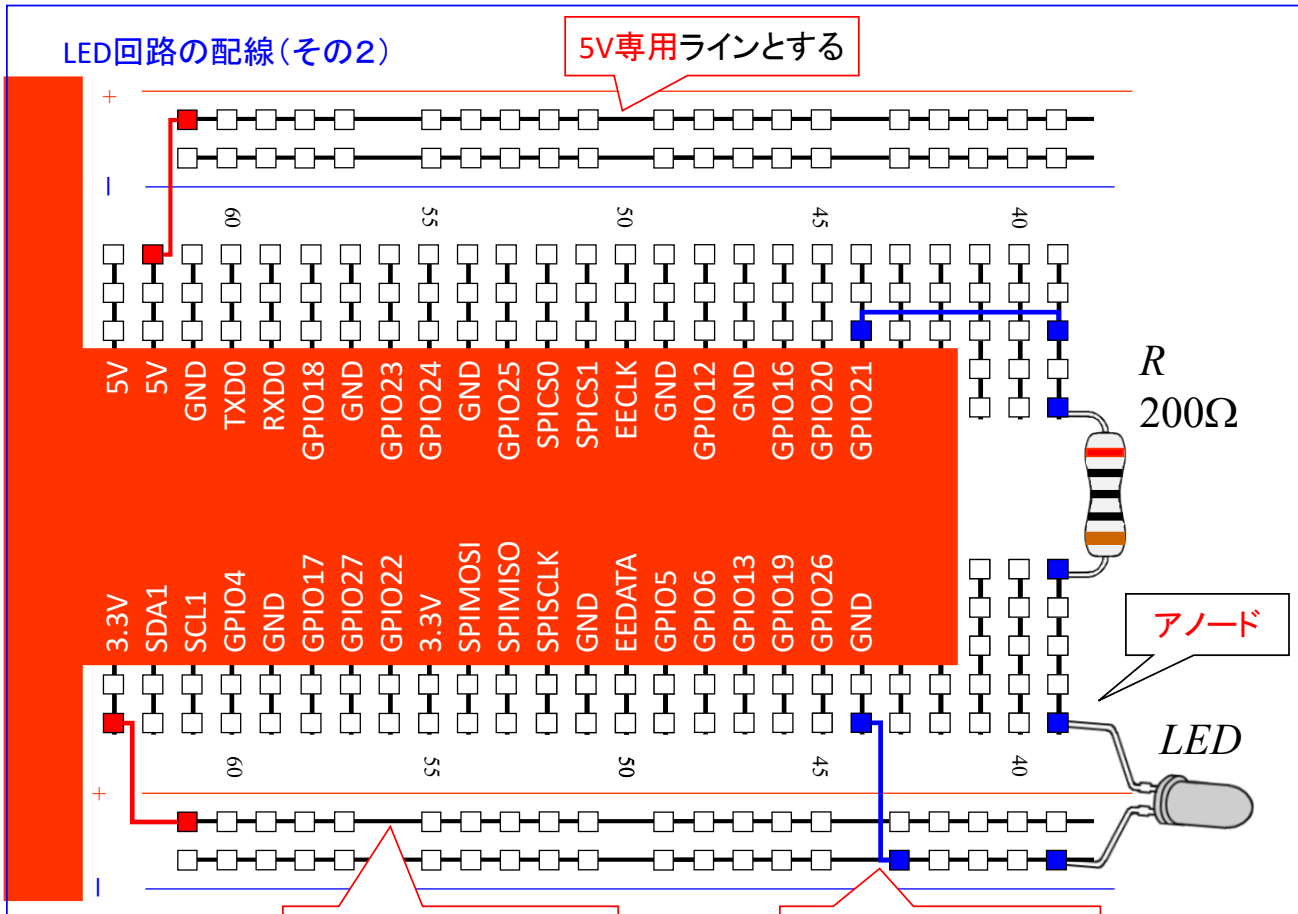
課題5-2: LEDを1秒点灯，1秒消灯させることを繰り返すスクリプトを作成せよ.

LED回路の配線（その1）





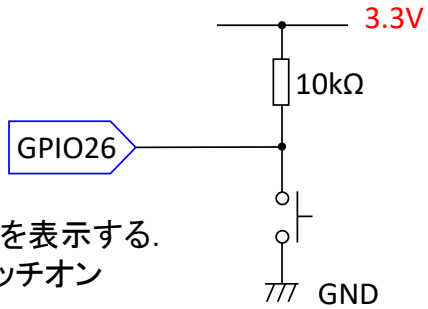
LED回路の配線（その2）



課題6：スイッチ状態を読み込む

1. スイッチ回路（右図）を配線せよ.

2. inputsw.py を実行せよ.
   実行結果：1秒おきにスイッチの状態を表示する.
   1：スイッチオフ　0：スイッチオン



3. inputsw.pyを開く

```
import RPi.GPIO as GPIO
import time

Switch_Pin = 26

GPIO.setmode( GPIO.BCM )
GPIO.setup( Switch_Pin, GPIO.IN)

while True:
   print( GPIO.input(Switch_Pin) )
   time.sleep( 1 )
```

GPIO26 に Switch_Pin という名前を割り当てる.

Switch_Pinを 入力用ピンに設定する.

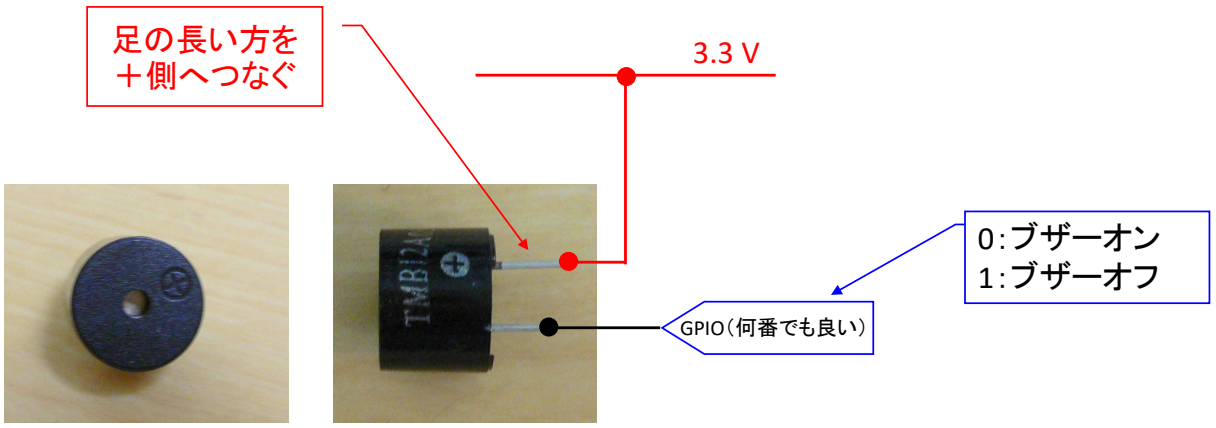
無限ループ.

Switch_Pin の入力状態をプリントする.

課題6-1: スイッチを押している間，LEDを点灯させるプログラムを作成せよ.

7. ブザーの制御

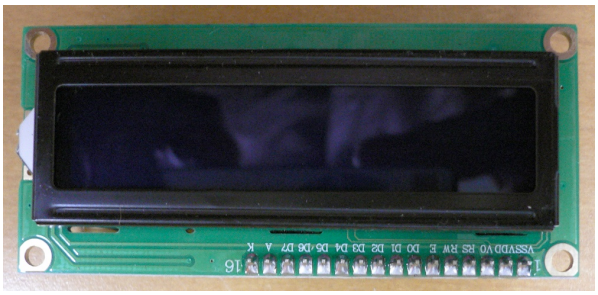
課題7:ブザーの制御



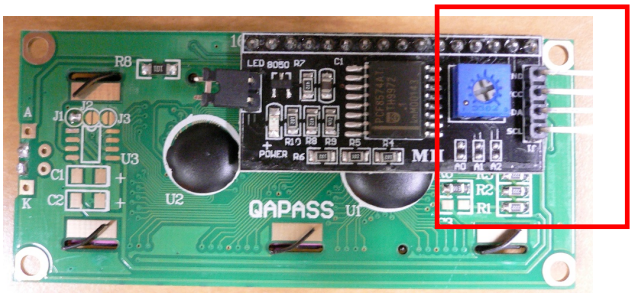
課題7-1: スイッチを押したらブザーが鳴るスクリプトを作成せよ.
課題7-2: ブザーを断続的に鳴らすスクリプトを作成せよ.

8. 液晶ディスプレイ(LCD: Liquid Cristal Display)に文字を表示

課題8：液晶ディスプレイ　I2Cデバイスを使ってみよう.

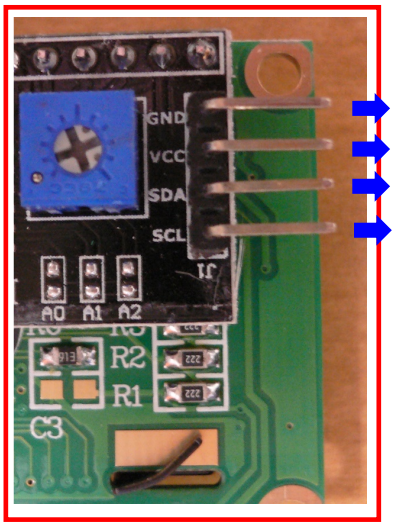


液晶ディスプレイの表面



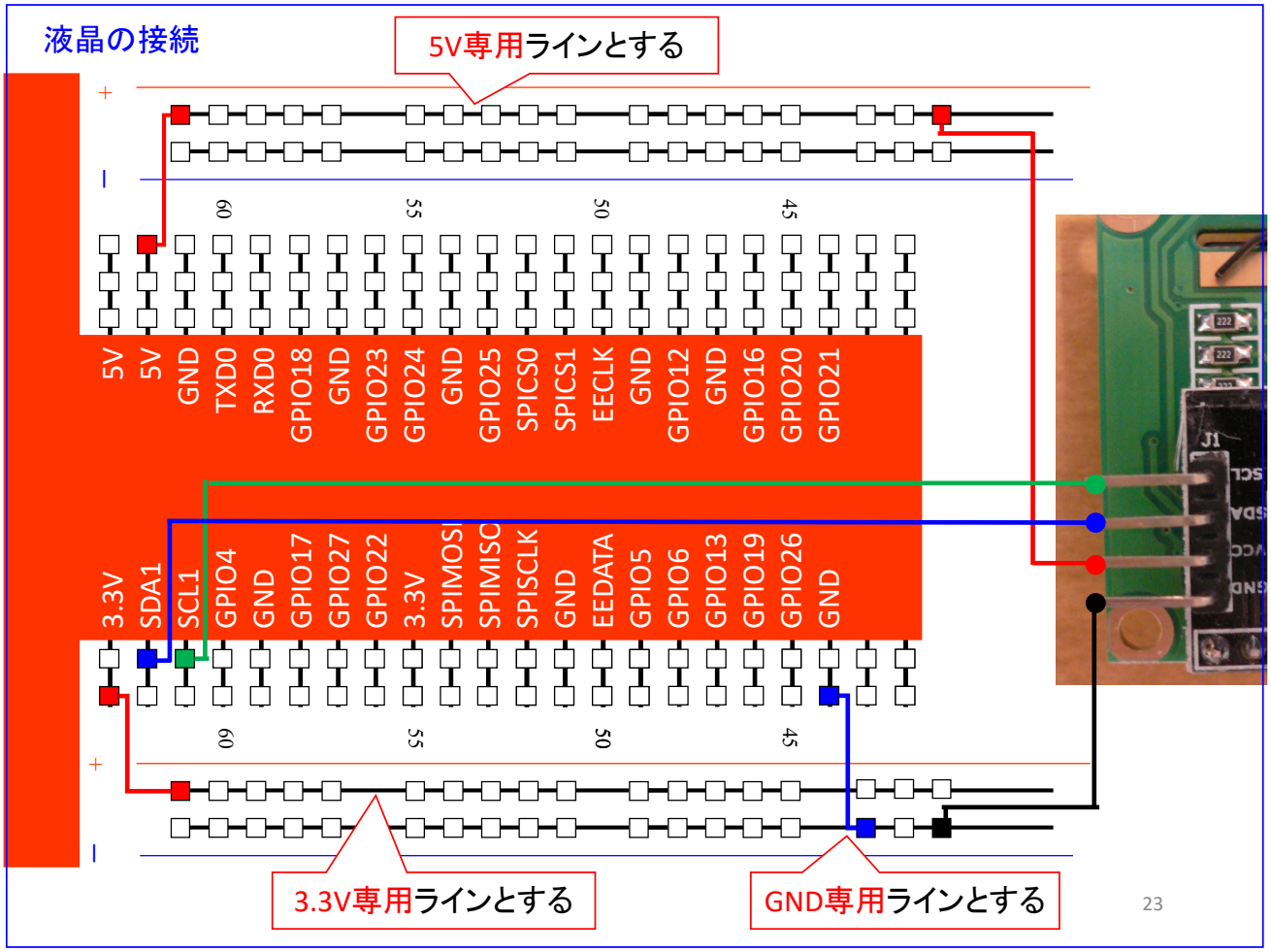
液晶ディスプレイの裏面

拡大



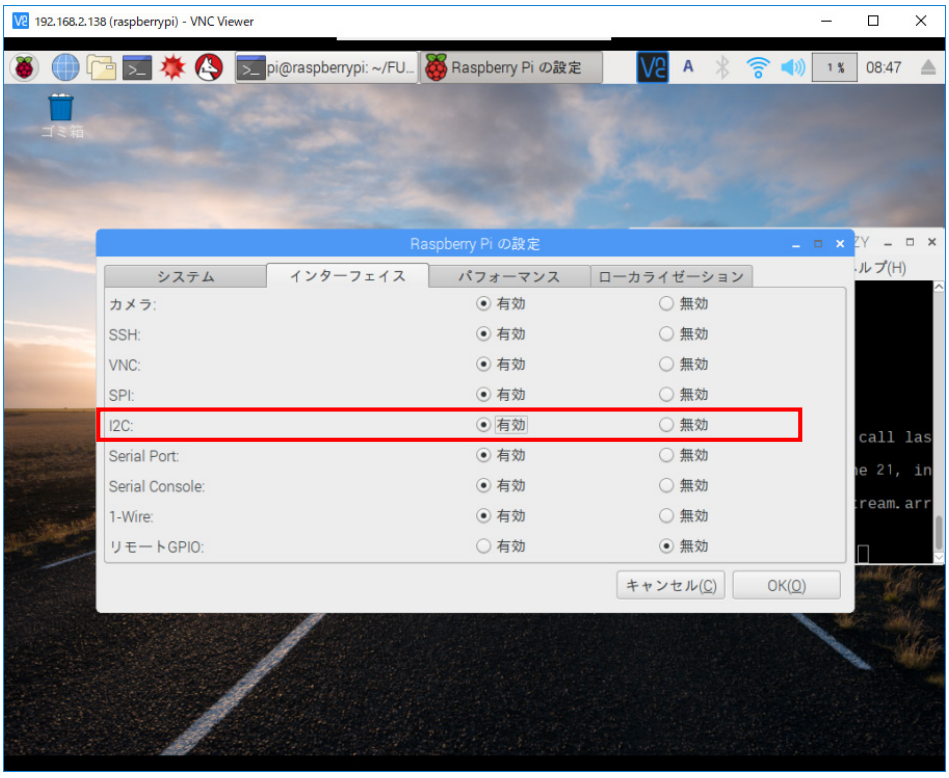
GND
5V
SDA
SCL

液晶の接続



I2Cインターフェイスを利用可能に設定する.

設定 ➡ Raspberry Piの設定 ➡ I2C 有効



LCD.pyの実行は python IDE ではなく，LXターミナル(10ページ参照)にて行う.

```
$ cd
$ cd manabi
$ python3 LCD.py
```

により，LCD.pyのスクリプトを実行せよ.

課題8-1：液晶ディスプレイに

```
Hello!
Raspberry Pi
```

と表示させて，1秒後に

```
How are you?
```

と表示させるように，スクリプトを書き換えよ.

LCD.py のスクリプトは「OSOYOO(オソヨー) Raspberry Pi 学ぶ電子工作キット 初心者演習用パーツセット」Tutorial “Lesson 13　I2C 1602 LCD”の i2c1602_lcd.py を以下の通り書き換えて使用しました.

```
        # Send some test
        ・・・(４行)・・・
if __name__ == '__main__':
```

を

```
        # Send some test
        lcd_string("Welcome to manabi",LCD_Line_1)      #一行目書き込み
        lcd_string("Have a fun!",LCD_Line_2)            #二行目書き込み
        time.sleep(2)
        lcd_string("Enjoy!",LCD_Line_2)                 #二行目書き換え
        time.sleep(2)
if __name__ == '__main__':
```

書き換え後，LCD.py と名前を付けて，manabi フォルダに置きました．LCD の画面は以下の写真の通りです．”manabi”の最後の ｉ は LCD の文字数が足らなくて切れてしまいます．

もし，

　　bus.write_byte(I2C_ADDR, bits_high)

　　OSError: [Errno 121] Remote I/O error

のエラーが出たら，

　　I2C_ADDR　= 0x3F

を

　　I2C_ADDR　= 0x27

と書き換えて試してみてください．

9. 音声認識と音声合成

最後の課題は音声認識と音声合成です.

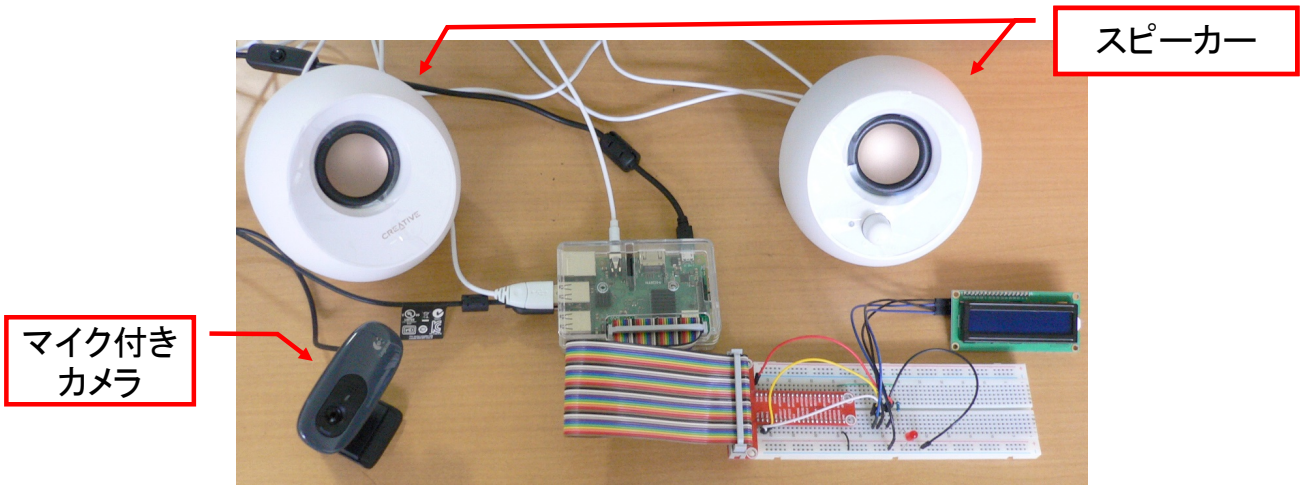
この課題のために以下を準備しました．これらの準備は講座開講前日に TA が実施しました．受講生にはスライドの資料のみを渡して，課題に取り組んでもらいました.

1. 音声認識エンジン julius のインストール
   参照 URL　https://raspibb2.blogspot.com/2017/03/raspberry-pi-julius-lirc.html

2. 音声合成エンジン Open JTalk のインストール
   参照 URL　https://raspibb2.blogspot.com/2017/03/raspberry-pi-open-jtalk.html

3．スピーカの接続
   Creative Pebble ホワイト USB 電源採用アクティブ スピーカー 4.4W
   SP-PBL-WH

4．マイクの接続
   マイク付きカメラ　LOGICOOL ウェブカム HD 画質 120 万画素 C270



5. スクリプト
   参照 URL　https://raspibb2.blogspot.com/2017/03/raspberry-pi-julius-lirc.html
   このページにある recog-TV.py を書き換えて，smart_house.py と smart_house_speech.py のスクリプトを作りました．著作権の問題を考慮して，全スクリプトを掲載することは控え，筆者が書き換えた箇所のみ本稿に記します.

smart_house.py のスクリプトです. recog-TV.py のスクリプトを上記 Web ページの指示に従ってダウンロードしたら，そのスクリプトの

```
import re
import subprocess

try:
```

を

```
import re
import RPi.GPIO as GPIO

light_pin = 21      # LED
GPIO.setmode( GPIO.BCM )
GPIO.setup( light_pin , GPIO.OUT)

try:
```

と書き換えます．また，

```
                    if m:

                        ・・・・・(長いです.)・・・・・・・

            buff.close()
```

を

```
                    if m:
                        word = m.group(1)
                        # 認識された単語 word の中に、u('...') という文字列が含まれるかどうかを
                        # チェックし、文字列に応じたアクションを記述します。
                        # u('...')でくくるのは、python2 と python3 の互換性を保つためです。
                        if u('ライトを点けて') in word:
                                GPIO.output( light_pin, GPIO.HIGH)
                                s = u('ライトを点けました')
                                print(s)
```

```
                    if u('ライトを消して') in word:
                        GPIO.output( light_pin, GPIO.LOW)
                        s = u('ライトを消しました')
                        print(s)
        buff.close()
```

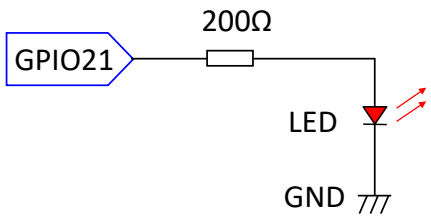
と書き換えます．インデント（字下げ）に気をつけてください．
書き換えたスクリプトは smart_house.py と名前を付けて，manbi フォルダの中の smart_house フォルダの中に置いてください．これにより，以下の手順に従うと

音声認識と音声合成

(1)音声によるLED制御

LXターミナル(10ページ参照)を開いて

```
$ cd
$ cd manabi/smart_house
$ sh smart_house.sh
```




```
Stat: server-client: socket ready as server
////////////////////////////////
///  Module mode ready
///  waiting client at 10500
////////////////////////////////
```

がLXターミナルに現れたら，別のLXターミナルを開いて

```
$ cd manabi/smart_house
$ python3 smart_house.py
```

マイクに向かって　「ライトを点けて」　と喋ってみてください．

LEDが点いたら　「ライトを消して」　と喋ってみてください．

26

音声指示に従って，LED が点滅します．また，LX ターミナルには，「ライトを点けました」「ライトを消しました」のメッセージが print されます．

次は，smart_house_speech.py です．recog-TV.py のスクリプトの

```
import re
import subprocess

try:
```

を

```
import re
import subprocess

from time import sleep
import requests
import RPi.GPIO as GPIO

light_pin = 21       # LED
GPIO.setmode( GPIO.BCM )
GPIO.setup( light_pin , GPIO.OUT)

def get_speech(s):
    args = ['speech.sh', s]
    subprocess.Popen(args)
    print(s)

try:
```

と書き換えます.

また,

```
            if m:
                ・・・・・(長いです.)・・・・・・・
        buff.close()
```

を

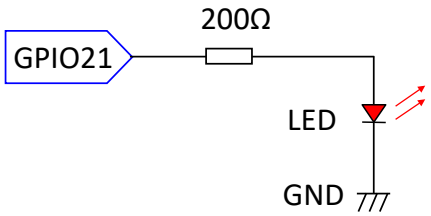
```
            if m:
                word = m.group(1)
                # 認識された単語 word の中に、u('...') という文字列が含まれるかどうかを
                # チェックし、文字列に応じたアクションを記述します。
                # u('...')でくくるのは、python2 と python3 の互換性を保つためです。
                if u('OK ラズパイ') in word:
                        print(word)
                        s = u('御用は、なんでしょうか？')
                        get_speech(s)
                if u('ライトを点けて') in word:
                        GPIO.output( light_pin, GPIO.HIGH)
                        print(word)
                        s = u('ライトを点けました')
                        get_speech(s)
                if u('ライトを消して') in word:
                        GPIO.output( light_pin, GPIO.LOW)
                        print(word)
                        s = u('ライトを消しました')
                        get_speech(s)
        buff.close()
```

と書き換えます.

書き換えたスクリプトは smart_house_speech.py と名前を付けて，manbi フォルダの中の smart_house_speech フォルダの中に置いてください．これにより，以下の手順に従うと

音声認識と音声合成

(2)音声によるLED制御，音声による応答



$ cd
$ cd manabi/smart_house_speech
$ sh smart_house_speech.sh

Stat: server-client: socket ready as server
////////////////////////////////
/// Module mode ready
/// waiting client at 10500
////////////////////////////////

がLXターミナルに現れたら，別のLXターミナルを開いて

$ cd manabi/smart_house_speech
$ python3 smart_house_speech.py

マイクに向かって
「OKラズパイ」→「ライトを点けて」→「OKラズパイ」→「ライトを消して」
と喋ってみてください.

音声指示に従って，LED が点滅します．また，LX ターミナルにメッセージを出力する代わりに，ラズパイが音声で応答します.

受講生：　「OK ラズパイ」
ラズパイ：　「ご用は何でしょうか？」
受講生：　「ライトを点けて.」
ラズパイ：LED を点けた後に，「ライトを点けました.」
受講生：　「OK ラズパイ」
ラズパイ：　「ご用は何でしょうか？」
受講生：　「ライトを消して.」
ラズパイ：LED を消した後に，「ライトを消しました.」

総合課題:

音声認識機能を利用して
　LEDの点き方を指示したり,
　ブザーを鳴らしたり,
　液晶に文字を表示させたり,
　・・・・
また，音声合成機能を利用して，ラズパイに返答をさせよ.

工夫して楽しいことのできるスクリプトを書いてください.

ラズパイが認識できる言葉

OKラズパイ
ライトを点けて
ライトを消して
ブザーを鳴らして
ブザーを止めて
今日は
元気ですか
始めまして

参考:辞書を作り直せば，ラズパイが認識できる言葉を増やすことができます.

参考文献

[1]福田和宏「これ1冊でできる！ラズベリーパイ超入門（改訂第4版）」ソーテック，2017
[2] 金丸隆志「実例で学ぶRaspberry Pi電子工作」講談社ブルーバックス，2015
（古いので，本の通りやってもエラー頻出．サポートページを見ながら進めればOK.
http://bluebacks.kodansha.co.jp/bsupport/rspi2.html ）
[3] 金丸隆志「Raspberry Piで学ぶ電子工作」講談社ブルーバックス，2016
（こちらは http://bluebacks.kodansha.co.jp/bsupport/rspi1.html 必見）
[4] Matt Richardson, Shawn Wallace「Raspberry Pi をはじめよう」オライリー・ジャパン, 2013
[5] 福田和宏「電子部品ごとの制御を学べる！Raspberry Pi 電子工作」ソーテック，2017
[6] 安田恒「オリジナルの画像認識AIを簡単に作ろう！」秀和システム，2018
[7] 小池誠，鎌田智也，他「ラズベリー・パイからはじめる身の回りのAI実験　人工知能を作る」CQ出版社, 2018
[8] ポンダッド「スマートスピーカー×AIプログラミング　自分でつくる人工知能」マイナビ出版，2018
[9] 宇田周平，林宜憲「Raspberry Pi 3でつくるIoTプログラミング」マイナビ出版，2017
[10] 特集「Python発C行き」トランジスタ技術，2018年5月号

10. 受講生のアンケート回答内容

ここまでで４時間が過ぎてしまいました．ほぼ全班が最後の課題を作り動かすところまで到達しました．メンバーが１人だけの班が少し残してしまいました．この時点で「学びの杜」講座は終了しました．

以下は，アンケートの自由記述欄の内容です．受講中の皆さんの表情が思い浮かびます．

「プログラミングなどはほとんどやったことがなかったので，勉強になりました．」
「音声認識が成功したときになんとも言えない胸の高鳴りがしました．無限ループをカウントダウンで使用したとき，ほんとに無限に続くので感動しました．スマホから命令を出して，家電を扱うことができるらしいので，挑戦したいと思います．時間をかけてくんだプログラムが動いてくれたときの達成感は素晴らしかったです．」
「自分で作ったものが思うように動いたときの達成感がとても良かったです．ラズパイと話すプログラムはほとんど分からなかったので，そういう難しいのが分かるようになりたいです．実際に体を動かしたので眠たくならなかったです．」
「“最初はすごく難しそうだけど気になるなあ”と思い応募しました．でも，すごく楽しく面白かったです！（もちろん難しかったですが・・）情報系を考えていて，あまりプログラミングをしたことがなかったので，今回がっつりできて良かったです！今年，初めてこのことを知って参加したのですが，昨年から参加すれば良かったと思うくらいです．本当にありがとうございました．」
「自分で書いたプログラムで動かすことができて楽しかった．でも自分で全部書くのは難しそうだなと思った．」
「2 人一組だったので一緒に考えながら進められたのが面白かった．プログラムはキチンとしていないと思ったように動いてくれないが，それぞれルールを守ればうまく動く点で，しっかり学べばそれだけ分かり易く結果が見える．価値ある体験ができて嬉しく思う．また来られるなら，このような企画に参加していきたい．」
「プログラミングは複雑でとても難しかったですが，先生や大学院生がわかりやすく教えてくださったのでとても楽しかったです．また，音声認識してパネルに文字が出たことはとても驚きました．」
「音声認識をしてもらえたことに驚きました．指示するときに，コマンドに当てはめて打ち込み，Raspberry Pi を動かせたのが面白かったです．」
「自分で AI スピーカを作ることができることがとても面白かった．少しでも打った文字が違うと作動しないということが印象に残った．」
「2 人一組であったので，協力して考えて進めることができて，面白かった．自分達が作ったプログラムが思うようにいかなかったときに，どこが違っているのか探すのが大変であった．プログラミングのルール等を守れば思うように動くので，もう少し学んだ上で，自分でもラズパイを使ってプログラミングをしてみたい．今日はとても価値のあるものでした．ありがとうございました．」
「難しい内容で追いつくことはできなかったけれど，Raspberry Pi を使いこなすことができ，遊べたらもっと楽しいだろうなと感じた．簡単なことでもできるようになると，とても達成感があり楽しかった．」
「自分でプログラミングしてそれが実行できた時は気持ちよくて，できなかった時もその原因を考える

のが楽しかった．思っていたよりも苦労する場面が少なかった．」
「夢ナビの講義でラズベリーパイを買うべきか迷っていたので，講座の内容がラズベリーパイを使ったものだったので非常に参考になりました．また，コンピュータは簡単に扱えるものだと今まで思っていましたが，案外難しく，プログラミングは初めて体験しました．今日のことをこれからの進路に役立てていきたいと思いました．」
「少し難しかったのですが，初めて体験できたことが多くためになりました．」
「プログラミングが出来て，成功したときの喜びを感じた．合成音声が特徴的だった．収録されているものなのか気になった．」
「すごく小さいのにいろんなことができてすごいと思った．」
「実際に自分でプログラムできて楽しみながら学べた．プログラミングに興味が少しわいた．」

我々が反省すべき回答もありました．
「普段全く使わないものを扱ったので，説明がもう少しほしかった．」
「説明とかが少しわかりにくかった．」
「回路あたりが難しく，もう少し解説を入れて欲しかった．」
「もう少し資料を細かく丁寧にしてほしい．」
「質問できる人がもう一人くらいいると嬉しかったです．」
「休む時間が分からなかった．」(皆さん４時間ぶっ通しで頑張っていました．「各自適当に休憩を取って」くらいのことはいうべきでした．（古橋）)
「自分は一人だったので，できればもう一人いれば楽だったように思います．」（１人だけの班は壁にぶつかったときの対処に不利だったようです．（古橋））
「文字が見づらかった．」（ディスプレイが小さすぎたためのコメントです．（古橋））
「もっと時間が欲しかった．」

以下は，時間があれば講義しようと思っていた内容です．

11. 遊びから AI, IoT へ

11.1 本格的 AI, IoT への適用例

ここからは，「遊んでばかりで大丈夫か？」という疑問に答えていきます．

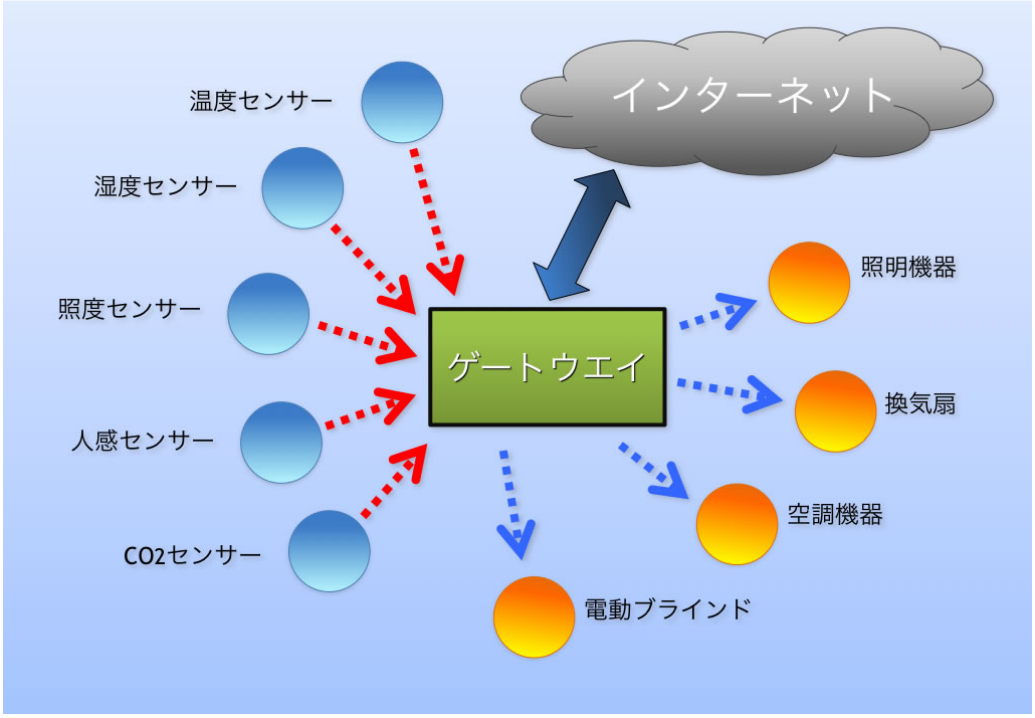
高校生がラズパイで遊んでばかりいたら，当人も親も，大学受験は大丈夫かと心配になるかも知れません．大丈夫ですと答えられる根拠を示していきます．

まずは，「遊びから本格的 AI へ」です．

左図はラズベリーパイを用いてきゅうりの自動仕分け機の試作を紹介しているサイトです．ディープラーニングによりニューラルネットワークの学習を行っています．右図はラズベリーパイを 64 台用いてスーパーコンピュータ（もどき）を構築した報告がなされている YouTube のスクリーンショットです．24GFLOPS × 64 台 = 1.5TGLOPS と筆者が記入しましたが，現実は（各ラズパイとの通信に時間がかかる，各ラズパイへの計算の均等分担が困難となるなどの理由から）全体の計算能力は台数に比例しないので，さらに台数を増やしても京コンピュータには及ばないでしょう．でも，我々も，アルファ碁もどきが作れそうです．

遊びから本格的IoTへ

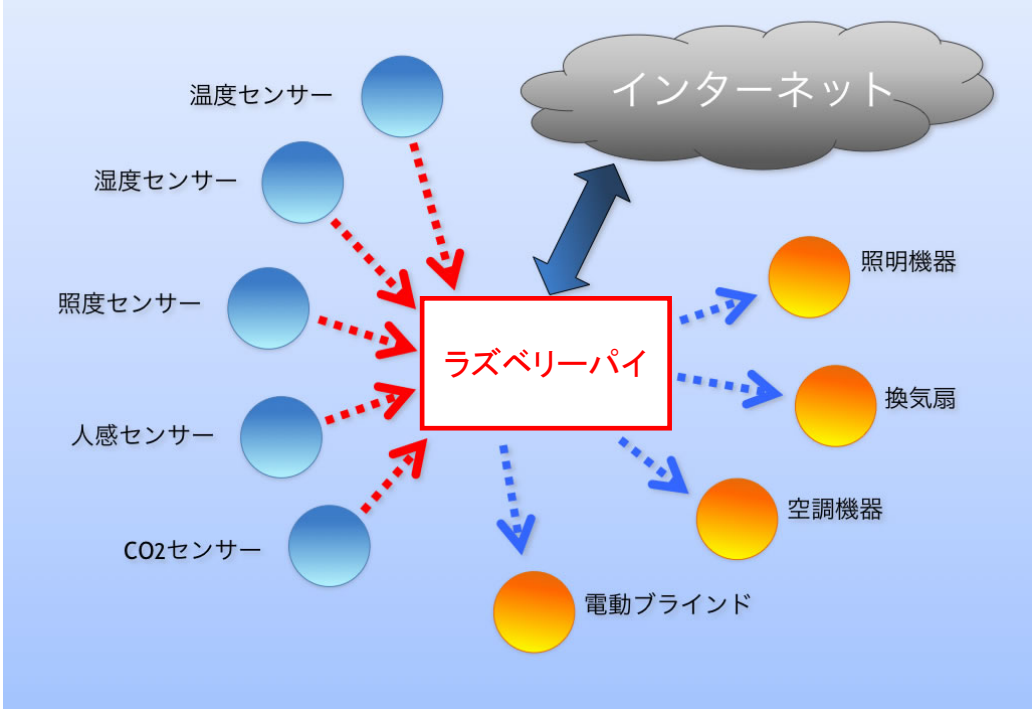
IoT(Internet of Things, モノのインターネット）



https://mono-wireless.com/jp/tech/Internet_of_Things.html

IoT は Internet of Things のイニシャルです．モノのインターネットと訳されています．図のように，各種センサと各種機器がインターネット経由でつながっています．モノ同士のインターネットです．このモノのつながりの中継システムがゲートウェイと呼ばれます．

ラズベリーパイでIoT



https://mono-wireless.com/jp/tech/Internet_of_Things.htmlを参考に

ラズベリーパイにより，安価でしかも実用的なゲートウェイが構築できるとのことです.

ラズベリーパイを使ったIoT機器の事例

農作物監視ロボット

http://www.nikkeibp.co.jp/atcl/tk/DTrans/ecs/021500015/

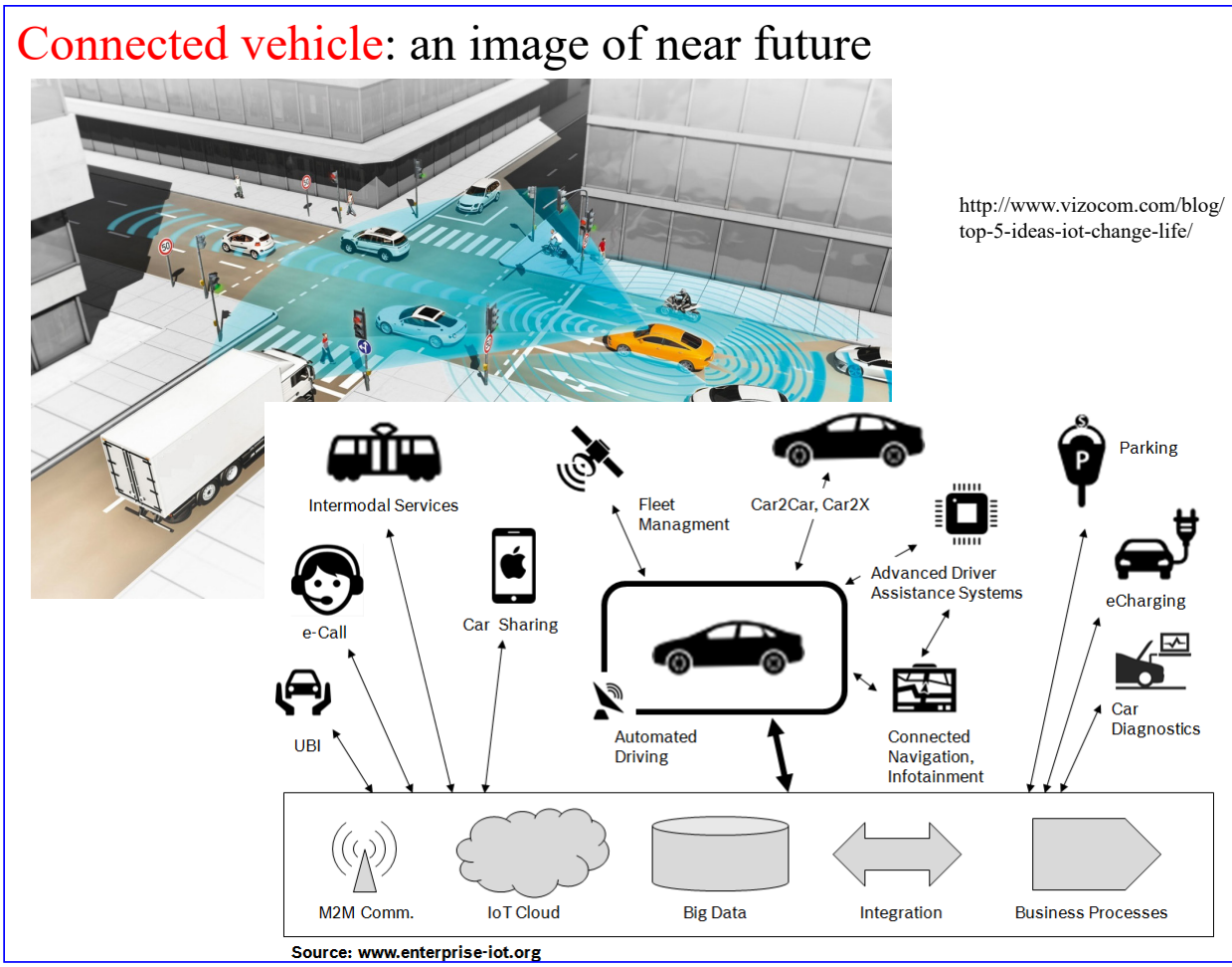
ゲートウェイ

https://qiita.com/nonbiri15/items/6f1d6d1eb438e635d111

ラズベリーパイを使った IoT 機器の事例です.

11.2. IoT の近未来

多くの企業が戦略を語るときに，IoT をキーワードに挙げています.



例えば，Connected Vehicle です．車をインターネットにつなぐことで

e-Call：車両緊急通報システム

UBI：利用ベース保険

Intermodal Services：複合輸送サービス

Car Sharing：車の共同利用

Fleet Management：業務用車両の運行・保守管理

Car2Car：車々間通信

eCharging：充電情報サービス

Car Diagnostics：車の診断

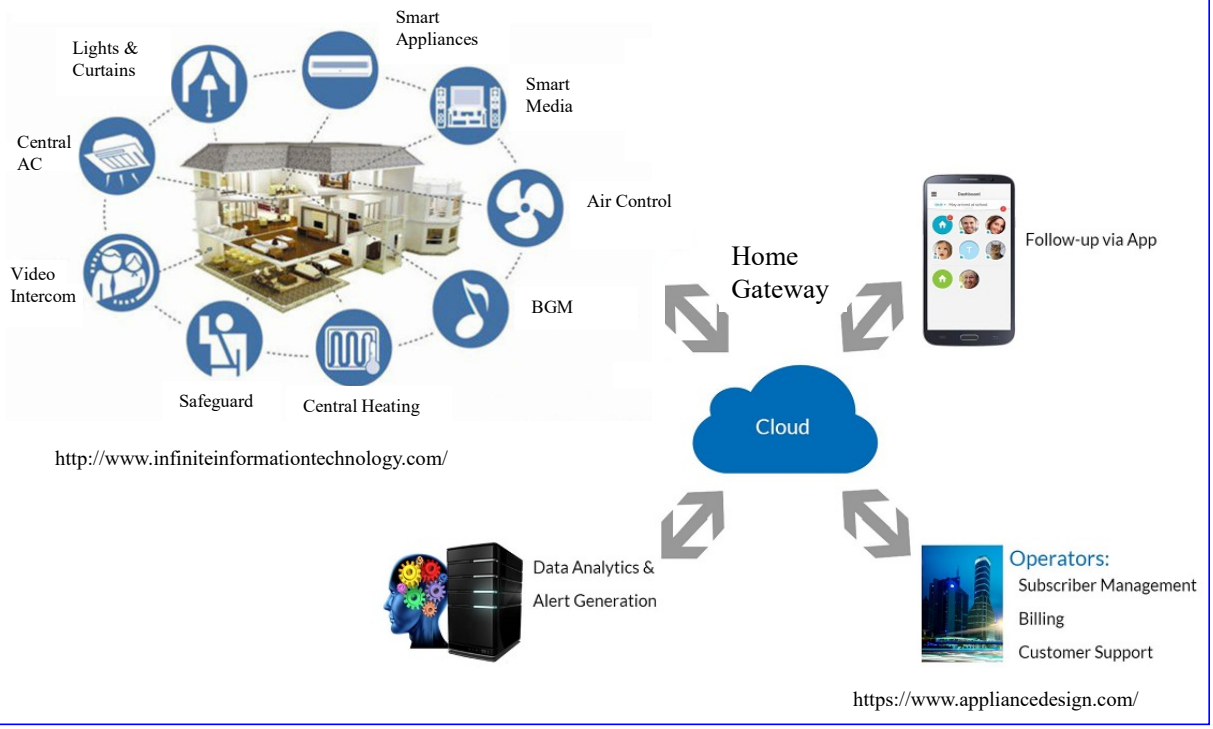
Advanced Driver Assistance System：先進運転支援システム

Connected Navigation, Information：ネットナビゲーション

等のサービスを提供し，安全・安心，快適・便利な車と車社会を実現しようとしています．Connected であることで，車は経年進化を続けます．Connected により，車は社会の一員となります．

最近開催された IoT 関連の展示会（来場者 50,000 人ほど）の講演で，ある自動車メーカーの幹部が，「我が社はもはや自動車だけを作る会社ではない．（この図のような）自動車の IoT に関わる全てを手がける会社に変わろうとしている．電気・情報系の技術者が活躍できるチャンスが広がっている．講演会場に来ている大学の先生方には，是非，電気・情報系の学生さんに我が社への入社を勧めていただきたい．」という趣旨のことを言っておられました．

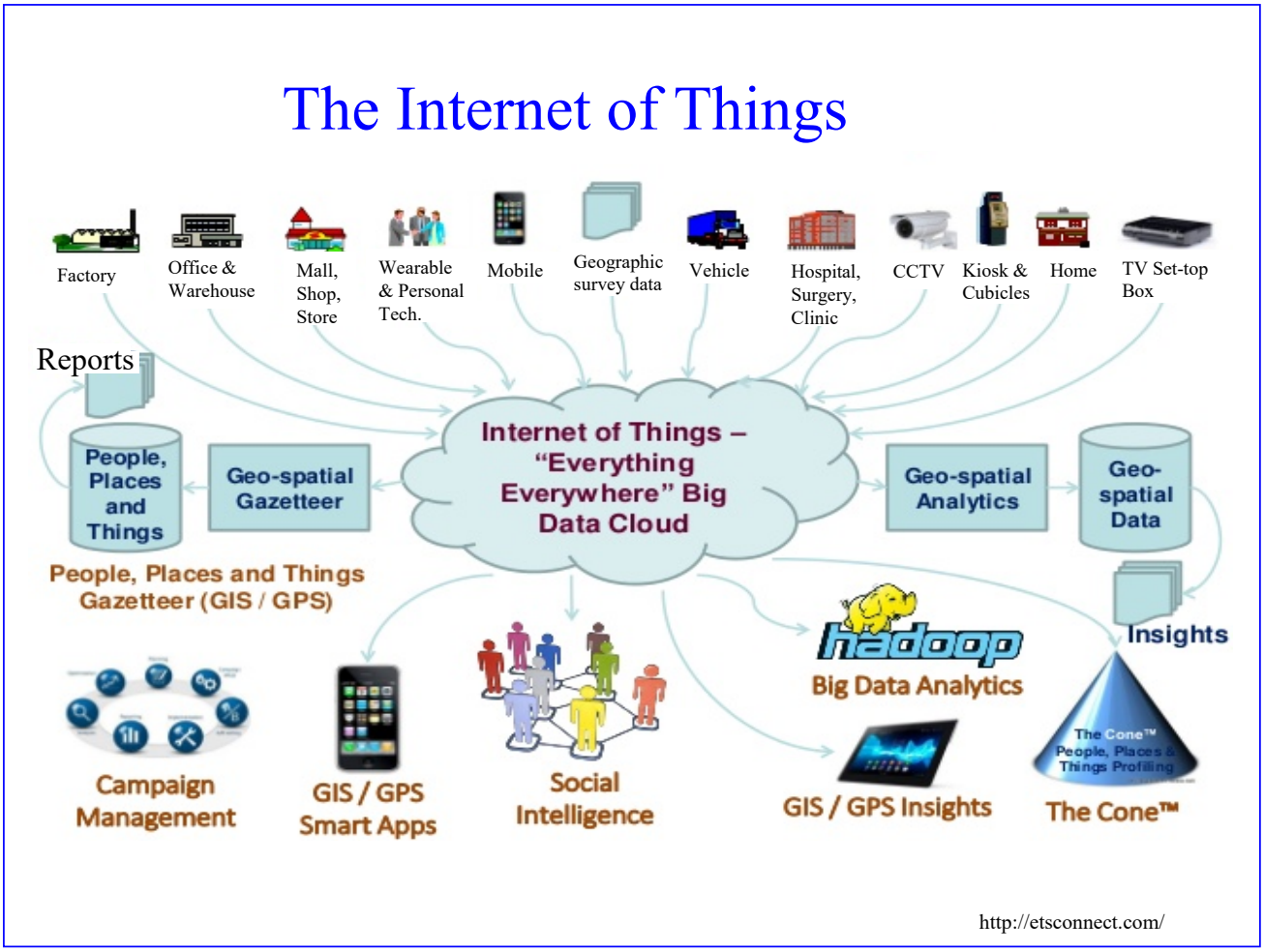
Smart House: another image of near future



http://www.infiniteinformationtechnology.com/

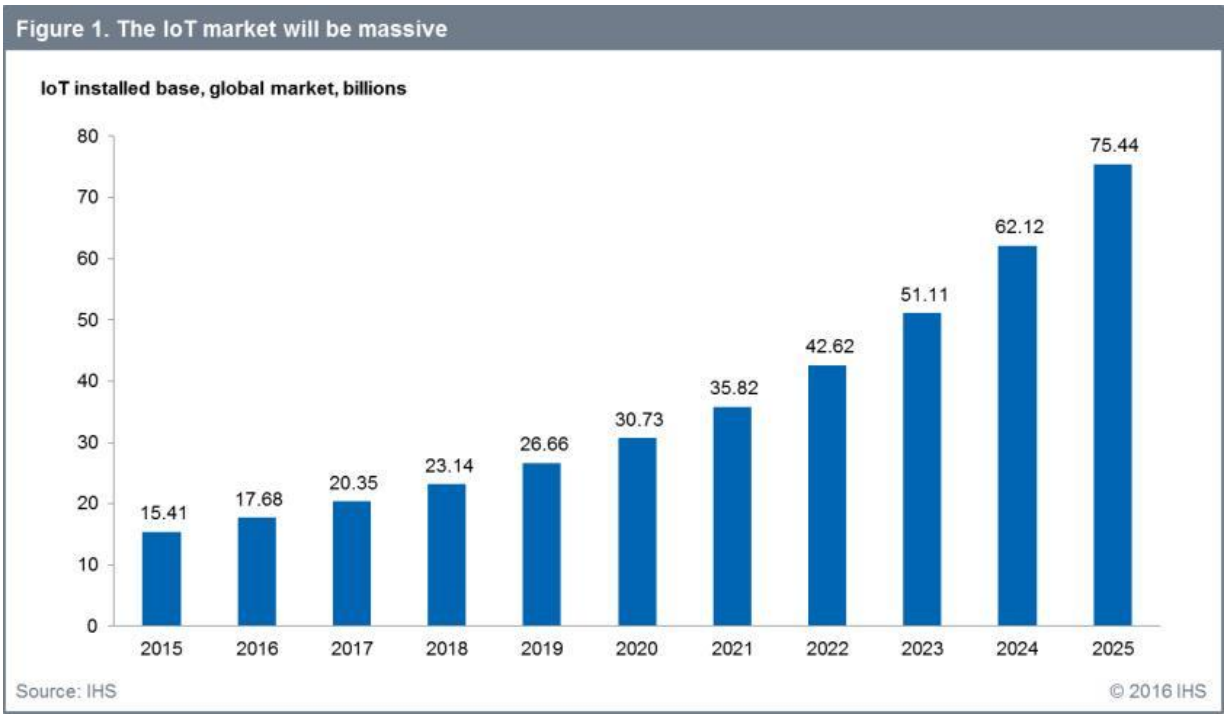
https://www.appliancedesign.com/

スマートハウスは，IoT により実現されます．照明管理，エアコン管理，家電管理，セキュリティ向上など，家庭に安全・安心，快適･便利，エネルギーの効率利用などをもたらしてくれます．



IoT の全体イメージです．工場，オフィス，ショッピングモール，病院，家庭など人間が活動する場所のほぼ全てがインターネットでつなげられます．社会全体として，安全・安心，快適・便利，エネルギー・資源の効率利用などの実現が図られていきます．

IoT market will grow!

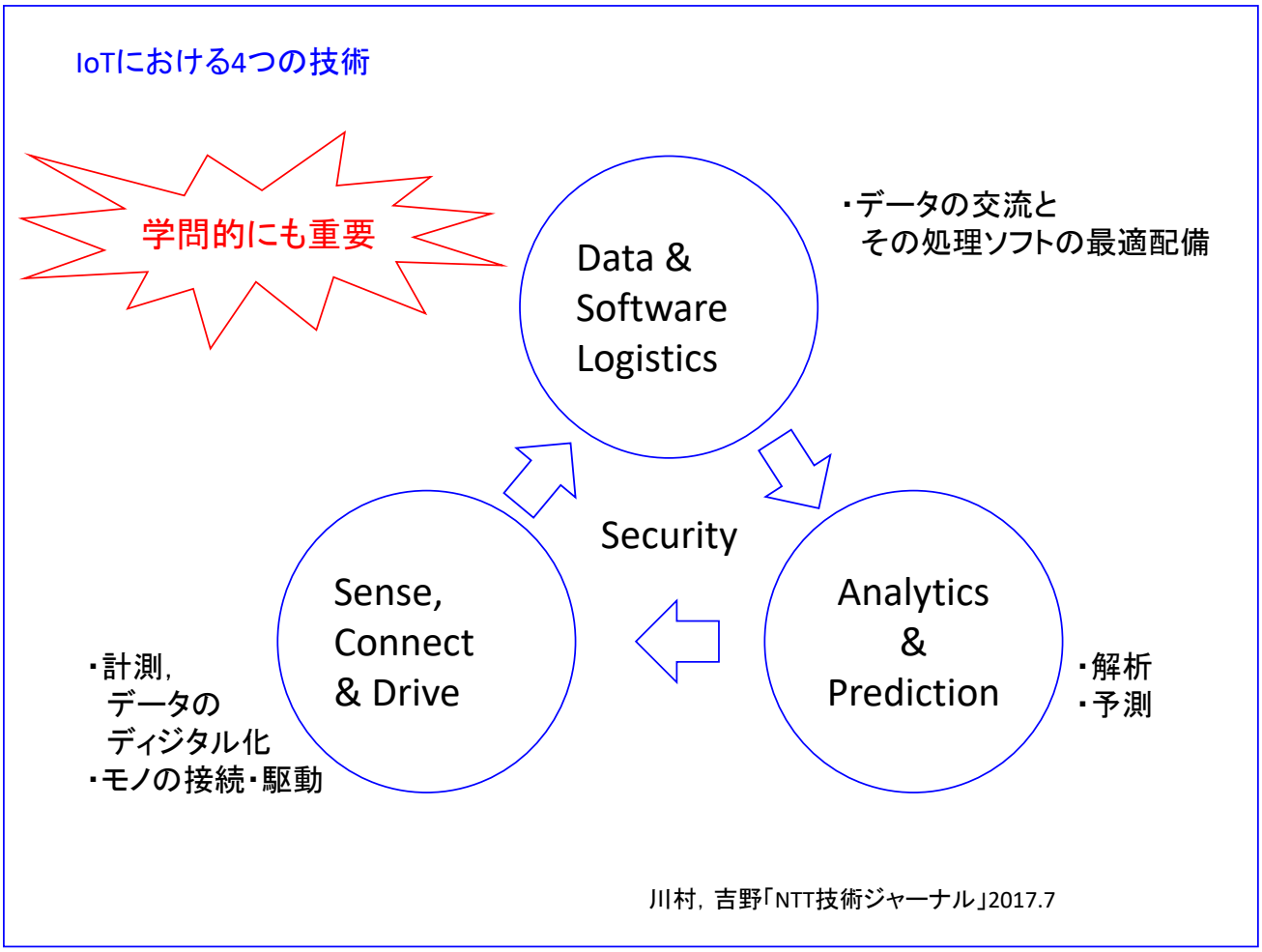


Source: IoT platforms: enabling the Internet of Things, March 2016 (free, opt-in, PDF).

IoT の市場は今後指数関数的に増大するとの予測があります.

IoT 関連産業はこれから巨大な産業に育っていきます. ラズベリーパイで遊んでいるとその技術・知識を活かすことのできるチャンスが広がっていきます.

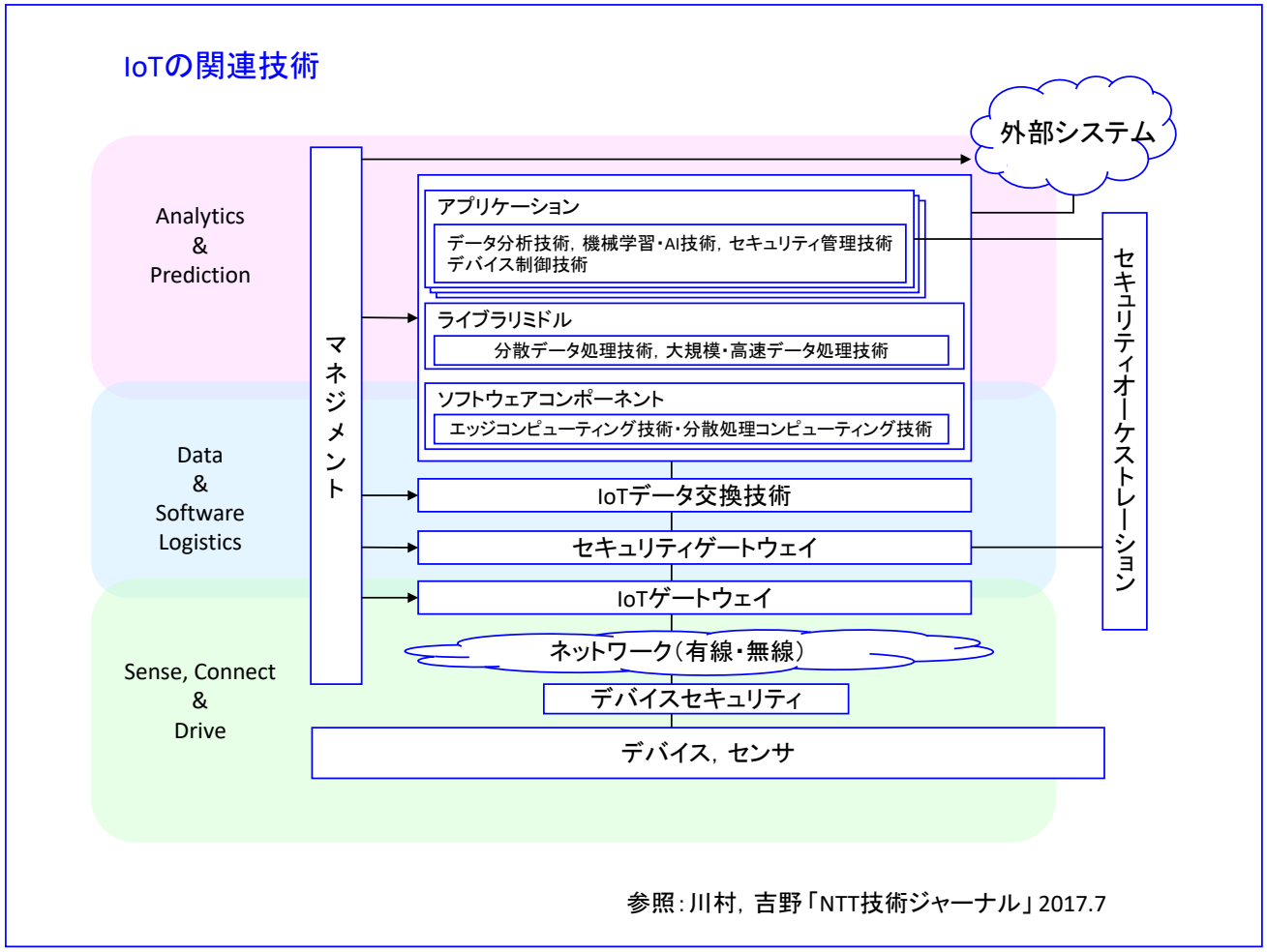
11. 3　IoT における 4 つの技術



IoT は学問的にも重要な分野を構成していきます.

IoT における技術は大きく分けて 4 つからなります.

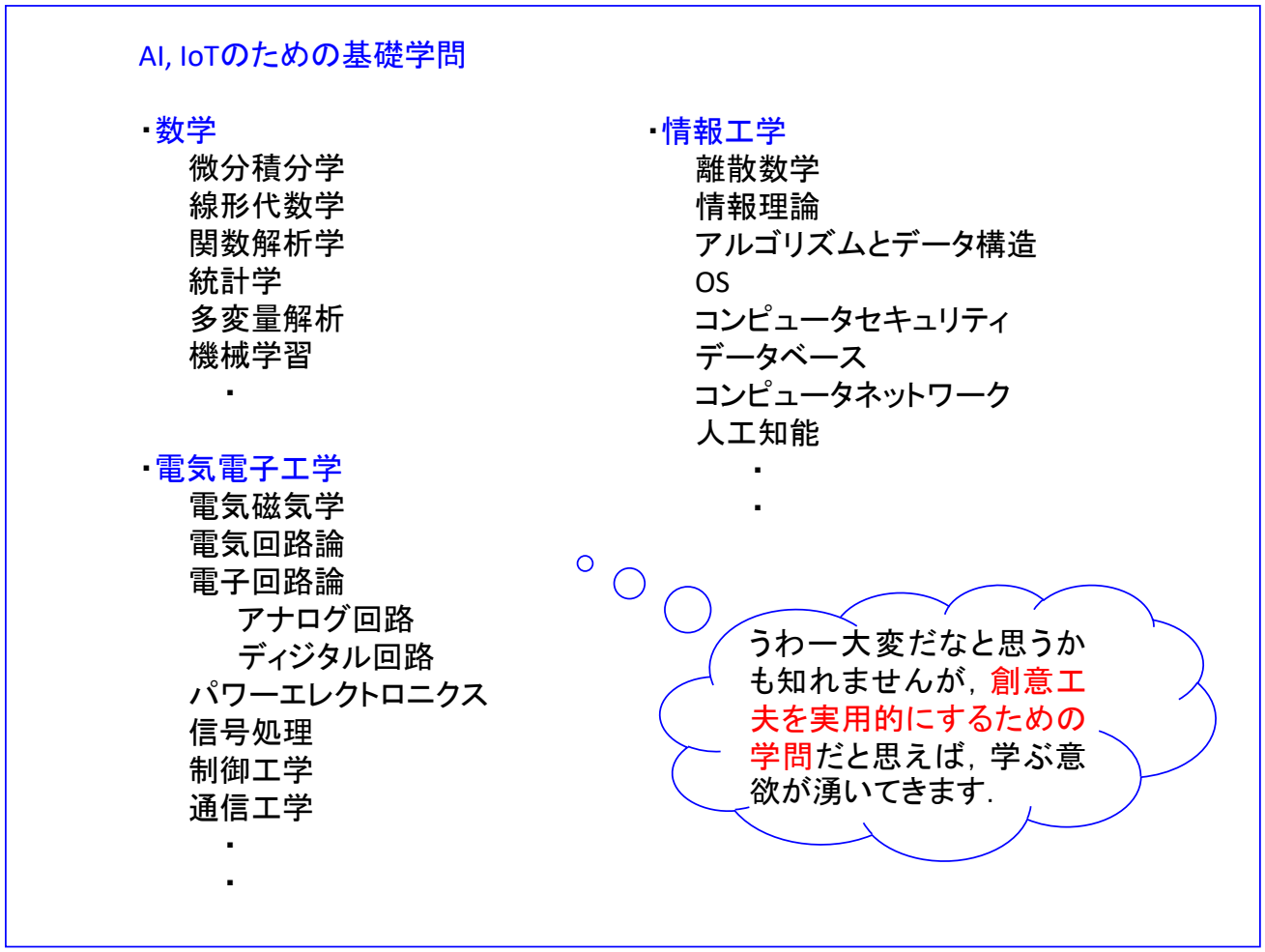
1. Sense, Connect & Drive（計測，データのディジタル化，モノの接続・駆動）
2. Data & Software Logistics（データの交流とその処理ソフトの最適配備）
3. Analytics & Prediction（解析・予測）
4. Security（セキュリティ）



IoT における 4 つの技術を階層構造に描き，各技術の関係がより詳しく示されています.

現在，各階層において多くの研究・開発が進められています.

11.4　AI, IoT のための基礎学問



AI, IoT 技術者のための基礎学問を挙げました．これら数学，電気電子工学，情報工学の基礎学問を修めていなければ，AI, IoT の技術を極めることはできません．高校生の皆さんは，今，微分積分を学んでいることでしょう．何の役に立つか分からないと悩んでいる人もいるかも知れません．微分積分学は AI, IoT の基礎中の基礎です．これが分からなければ，AI, IoT の本質は全く分からずじまいとなります．

ただし，いきなり，「さあこれらの科目が必要だから勉強しなさい．」では，うわー大変だなという思いが先に来てしまうのではないでしょうか？順番が違います．先に，ラズベリーパイで遊んで，創意工夫をこらして楽しんだ経験を持ってください．そして，その創意工夫をモノとして具体化し，製品として世の中に送り出すには電気電子情報工学の素養が必要です．

（電気電子情報工学に限らず，）工学は創意工夫を実用的にするための学問です．工学を学ぶ意義をこのように理解できれば，学ぶ意欲が湧いてきます．

偏差値だけで当学科を選んだと思われる学生の中には，最初の講義（講義の中身を聞く前）から寝てしまう人がいたりします．電気電子情報工学を学ぶ意義が分からないようです．気の毒でたまりません．このような学生には，まだ，遅くはないのでラズベリーパイを勧めることにしています．

12. まとめ

まとめ

・ラズベリーパイは，電子回路をつなぐことができ，計測・制御ができる．

➡ モノづくりを楽しめる．創意工夫が湧いてくる．

➡ 工学を学ぶ意義が分かる．
創意工夫を実用的にするための学問が工学

・しかも，ラズベリーパイで創意工夫をしながら楽しんでいる内に

プログラミングに強くなっている．

電子回路に強くなっている．

インターネット技術に強くなっている．

・その先にはAI, IoTの世界が広がっている．将来，電気電子情報工学の技術者として社会で活躍できるチャンスが広がる．

まずは，ラズベリーパイで遊んでください．モノづくりを楽しみ，創意工夫が湧いてくる体験をたくさん持ってください．そうすると，工学を学ぶ意義が分かってきます．

ラズベリーパイで遊ぶ直接的な御利益もあります．

近い将来，ラズベリーパイで遊んだ人たちが，産業界で大活躍していることでしょう．

平成 30 年 8 月 25 日

著者：古橋武
所属：名古屋大学工学研究科情報・通信工学専攻
連絡先：furuhashi_at_nuee.nagoya-u.ac.jp　（_at_ を @ に置き換えてください．）