



ESP32 ではじめる 初めての IoT

cover sample for A5,
with bleed margin 3mm

published by Re:VIEW

ESP32 で始める初めての IoT

THEToilet 著

2021-08-02 版 発行

はじめに

これは電子計算機研究会の IoT 講座用に作った技術同人誌です。

サークルに参加するメリットの一つに、興味があることについて学べる機会がある。これがあげられるとおもいます。自分も一年の時にサークルの先輩から、いろいろな勉強会を開催していただき。自分の知見をひろげることができました。

(@THEToilet)

電子計算機研究会とは

芝浦工業大学公認の技術サークルです^{*1}。主にゲームや Web アプリの制作活動やコンピューターサイエンスの勉強を行っています。

お問い合わせ先

本誌に関するお問い合わせ : toileito.wc.benki@gmail.com

想定読者

- IoT に興味はあるがなかなか手をだせない人
- 通信に興味がある人
- 電子計算機研究会に所属している人

^{*1} 電子計算機研究会 HP <http://den3.net>

目次

はじめに	ii
電子計算機研究会とは	ii
お問い合わせ先	ii
想定読者	ii
第 1 章　電子部品の準備	1
1.1　　電子部品の購入の方法	1
1.2　　本誌で利用する電子部品	2
おすすめ製品	2
第 2 章　環境構築	5
2.1　　ESP32 とは	5
2.2　　ESP32 の開発環境	6
2.3　　Arduino IDE のインストール	6
2.4　　ESP32 用ボードマネージャーのインストール	12
2.5　　Hello ESP32!!	18
ブレッドボード	18
PC との接続	19
プログラムの記述	23
プログラムの書き込み	26
動作確認	28
シリアル通信とは	29
第 3 章　電子部品を使ってみよう	32

目次

3.1	部品説明	32
	LED	32
	ジャンプワイヤ	34
	抵抗	35
	タクトスイッチ	37
3.2	Lチカしよう！	40
	プログラムで Lチカ	40
	タクトスイッチで Lチカ	41
	チャタリング	42
3.3	応用問題: 状態遷移	43
第 4 章	センサのデータを Web 上に公開しよう	46
4.1	センサを使おう	46
4.2	Web に公開しよう	52
	Wi-Fi と接続する	52
	ambient について	52
第 5 章	WebAPI を使おう	57
	WebAPI とは?	57
5.1	Weather API を使う	57
5.2	ディスプレイを使う	65
	I2C とは	65
	コラム: サーバクライアント	71
5.3	応用問題: Web サーバからの Lチカ	72
第 6 章	応用編	73
6.1	外部からエアコンの電源を操作する	73
6.2	2台の ESP32 を使ってピンポンする	73
6.3	VScode から ESP32 にスケッチを書き込む	74
付録 A	トラブルシューティング	84
A.1	シリアルモニタで文字化けがする	84
A.2	プログラムが書き込めない	85

目次

A.3	プログラムが反映されない	86
A.4	error: redefinition	86
A.5	接続ポートに ESP32 が反映されない	87
	著者紹介	91

第1章

電子部品の準備

本章では本誌のサンプルを進めるにあたって必要な電子部品および、その購入方法について紹介します。

1.1 電子部品の購入の方法

電子部品の販売店が近くにあれば直接商品を見ながら購入するのが一番ですが、お店が近くになかったり、コロナ渦の問題などで直接行くことが難しい場合は、通販での購入をおすすめします。下記の5つは電子部品を通販で購入できるサイトです。特に秋月電子通商、千石電商そしてaitendoは秋葉原に店舗があるので、機会があれば行くことをおすすめします。

- 秋月電子通商
 - <https://akizukidenshi.com/catalog/>
- 千石電商
 - <https://www.sengoku.co.jp/>
- スイッチサイエンス
 - <https://www.switch-science.com/>
- Amazon
 - <https://www.amazon.co.jp/>
- aitendo
 - <https://www.aitendo.com/>

1.2 本誌で利用する電子部品

筆者が本誌に使用するサンプルを作成するにあたって購入した商品を紹介します（表1.1）。本誌のサンプルを進めるにあたって必要になるため、参考にしてください。

表 1.1: 必要な材料

品名	個数	参考価格	詳細情報
ESP32DevKitC	1 個	1230 円	
microUSB Type-B	1 本	約 300 円	
プレッドボード	2 個	280 円 × 2	
LED	1 袋	150 円	
ジャンプワイヤセット（オス・オス）	1 セット	220 円	
抵抗 100 & 10k	100 : 1 袋 10k : 1 袋	100 円 × 2	
タクトスイッチ	1 個	10 円	
温湿度センサ	1 個	300 円	
ディスプレイ	1 個	580 円	
計		約 3550 円	

おすすめ製品

今回筆者はすべて秋月の通販にて電子部品を購入をしましたが、同じ製品であればどの店舗で購入しても差し支えありません。しかし、本誌は以下の製品で動作確認をしているため基本的には以下の製品を購入することをおすすめします。

ESP32DevKitC

ESP32 - DevKitC - 32E ESP32 - WROOM - 32E 開発ボード
4 MB

<https://akizukidenshi.com/catalog/g/gM-15673/>

ブレッドボード

ブレッドボード 6穴版 E I C - 3 9 0 1

<https://akizukidenshi.com/catalog/g/gP-12366/>

備考: ESP32DevKitC は幅が広いため、6穴のブレッドボードを使うことをおすすめします。

LED

5mm赤色LED 625nm 7cd 60度 (10個入)

<https://akizukidenshi.com/catalog/g/gI-01318/>

ジャンプワイヤセット(オス・オス)

ブレッドボード・ジャンパワイヤ(オス-オス)セット 各種 合計60本以上

<https://akizukidenshi.com/catalog/g/gC-05159/>

抵抗

カーボン抵抗(炭素皮膜抵抗) 1 / 4W 10k (100本入)

<https://akizukidenshi.com/catalog/g/gR-25103/>

カーボン抵抗(炭素皮膜抵抗) 1 / 4W 100 (100本入)

<https://akizukidenshi.com/catalog/g/gR-25101/>

備考: 上記の抵抗は100本単位からしか購入できません。実際に使用するのはどちらの抵抗値とも3本以下なので必ずしも100本買う必要はありません。

タクトスイッチ

タクトスイッチ(緑色)

<https://akizukidenshi.com/catalog/g/gP-03651/>

備考: 色の選択は自由です。

温湿度センサ

温湿度センサ モジュール DHT11

<https://akizukidenshi.com/catalog/g/gM-07003/>

ディスプレイ

0.96インチ 128×64ドット有機ELディスプレイ（OLED）白色

<https://akizukidenshi.com/catalog/g/gP-12031/>

第 2 章

環境構築

この章では ESP32 にプログラムを書き込む際に必要な環境構築の手順を紹介します。本誌は、Windows 環境を想定しており Mac 環境の方は手順が異なる可能性があります。

2.1 ESP32 とは

ESP32 とは Espressif Systems 社が開発した SoC (System on a Chip) シリーズの名前です。ESP32 という名前の使われ方には様々あり今回使用する ESP32DevKitC-32E (図 2.1) は、ESP32 をユーザが利用しやすい形にした製品ですが、通称として ESP32 と呼ばれことがあります。そのため、本誌では ESP32DevKitC-32E も含めて ESP32 と呼んでいます。ESP32 の特徴としては Bluetooth や Wi-Fi モジュールがついている点やマルチコアな点が挙げられます。

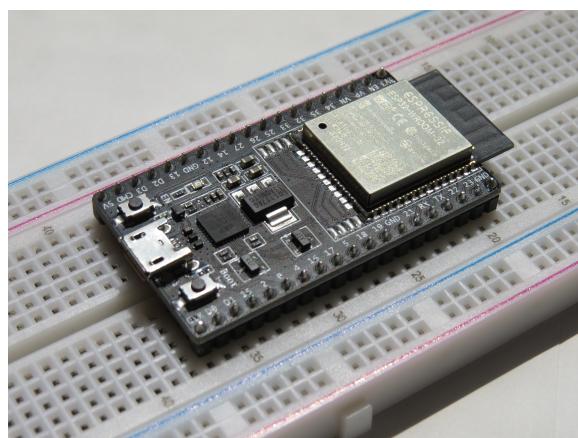


図 2.1: ESP32DevKitC-32E

2.2 ESP32 の開発環境

ESP32 の開発環境には主に以下の 3 つが挙げられます。

- Arduino IDE
 - Arduino 互換ボード用統合開発環境 (C/C++)
- ESP-IDF
 - ESP32 専用の開発環境 (C/C++)
- MicroPython
 - C 言語で作られた Python3 と互換性がある言語処理系

今回は利用者が多く、関連情報がネット上に多く見られる Arduino IDE を用いて開発を進めていきたいと思います。

2.3 Arduino IDE のインストール

Arduino IDE をインストールするために以下のリンクにアクセスしてください

<https://www.arduino.cc/en/software>

ダウンロード画面（図 2.2）ではご自身の PC 環境にあったダウンロードリンクを選択してください。ここからの手順では、Windows10 でのダウンロードを想定しています。

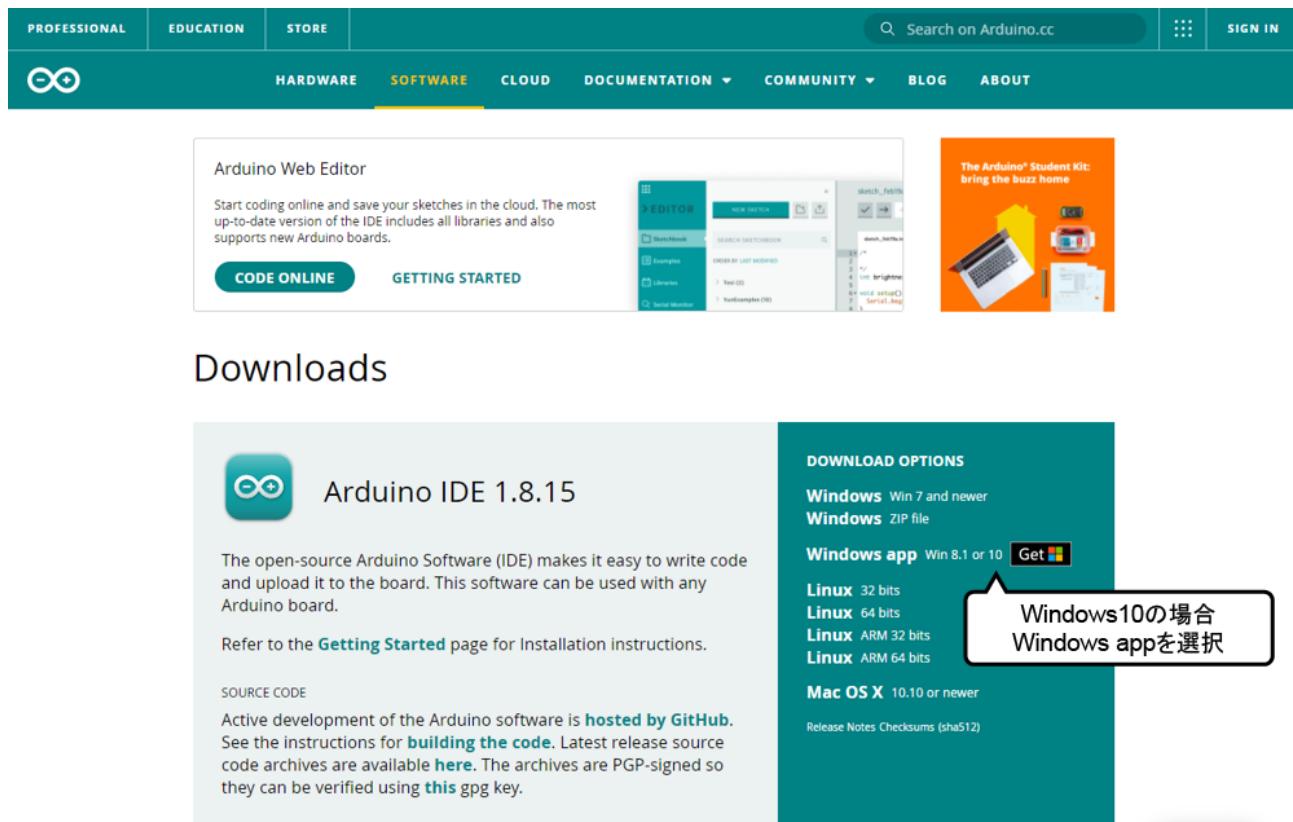


図 2.2: ArduinoIDE のダウンロード画面

ダウンロードリンクにアクセスすると、寄付金の金額選択画面に遷移します（図 2.3）。可能であれば寄付もできますが、JUST DOWNLOAD を選択することで次の画面に遷移します。

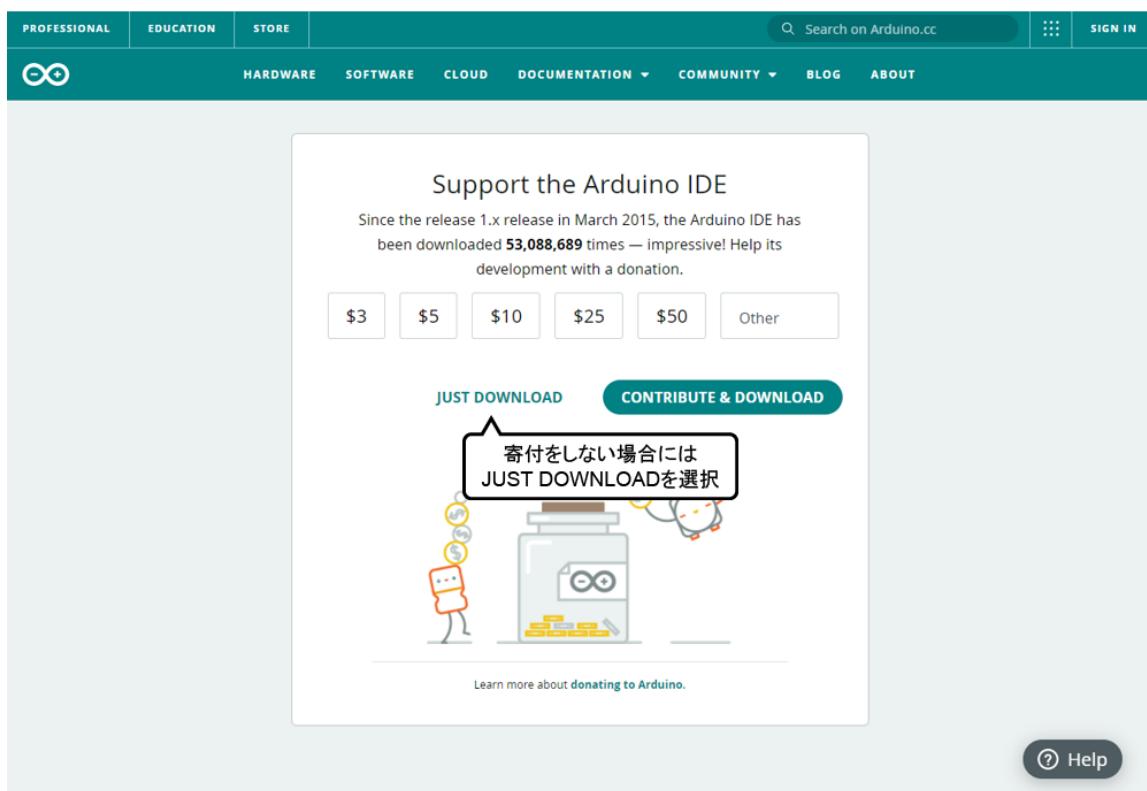


図 2.3: 寄付金の金額選択画面

JUST DOWNLOAD を選択するとブラウザ内で MicorsoftStore の画面に遷移します（図 2.4）。入手を選択すると、ブラウザのポップアップが表示され Windows 上で MicrosoftStore を開く許可を求められるので許可を選択してください。

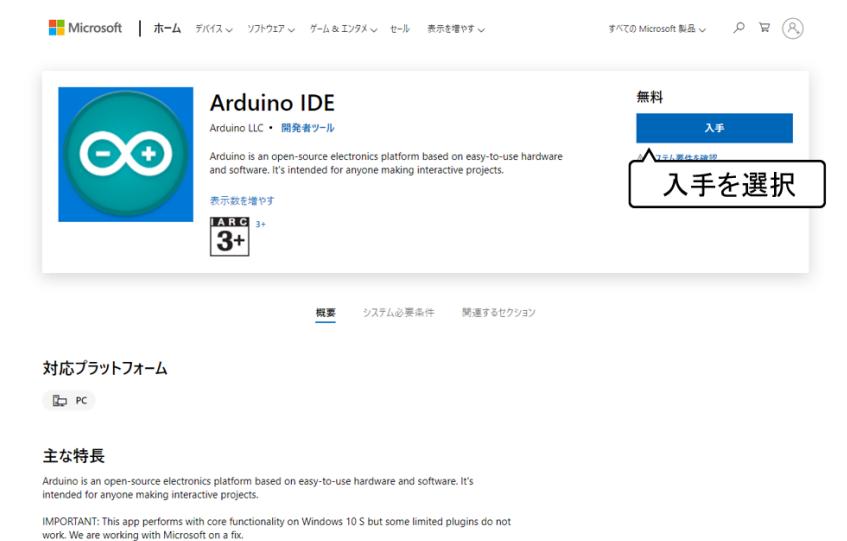


図 2.4: ブラウザで見る MicorsoftStore

Windows 上で開かれた MicrosoftStore です（図 2.5）。再度、入手を選択してください。



図 2.5: Windows で開いた MicrosoftStore

サインインについて尋ねられますが（図 2.6）必要ありませんを選択した場合もダウンロードは開始されます。

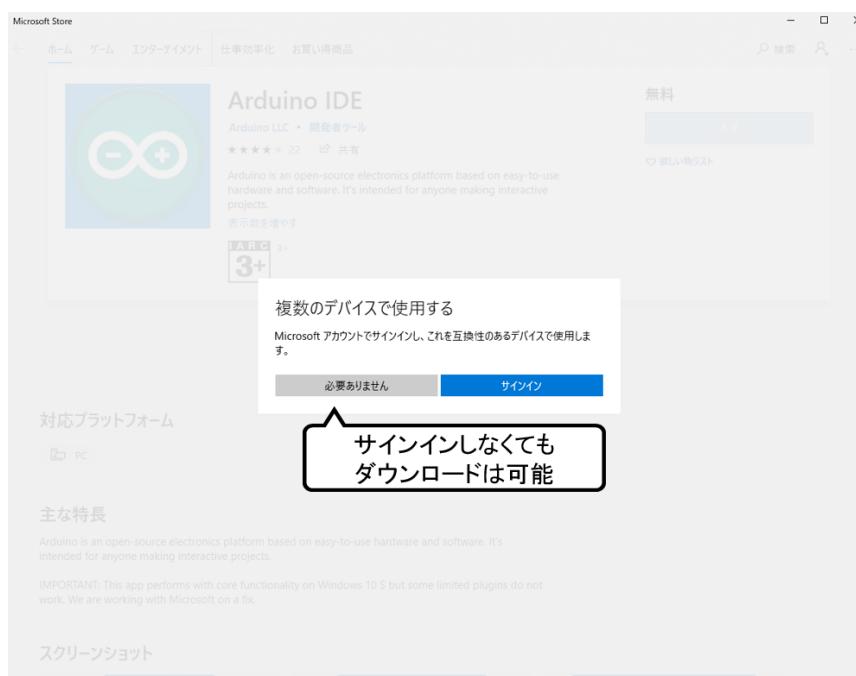


図 2.6: サインインの確認画面

図 2.7 では Arduino IDE のダウンロード状況を確認できます。



図 2.7: ダウンロードのキュー画面

ダウンロードが完了した後、検索窓にて Arduino IDE を検索し開いてください(図 2.8)。

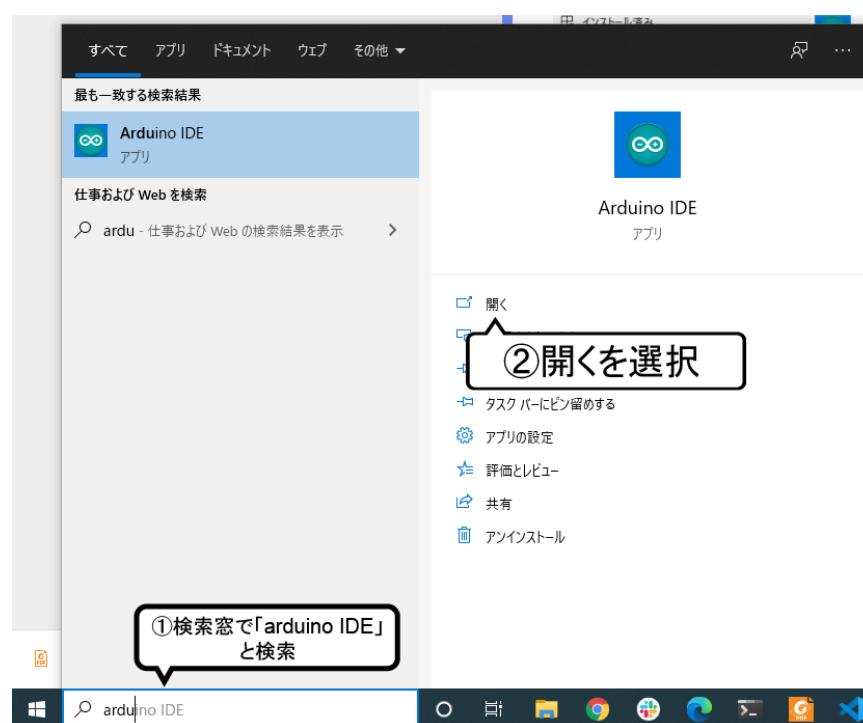


図 2.8: ArduinoIDE の検索

開いた際、セキュリティについての許可を求められるので(図 2.9) アクセスを許可するを選択してください。



図 2.9: セキュリティの確認画面

Arduino IDE が起動すると、デフォルトの画面が表示されます（図 2.10）。

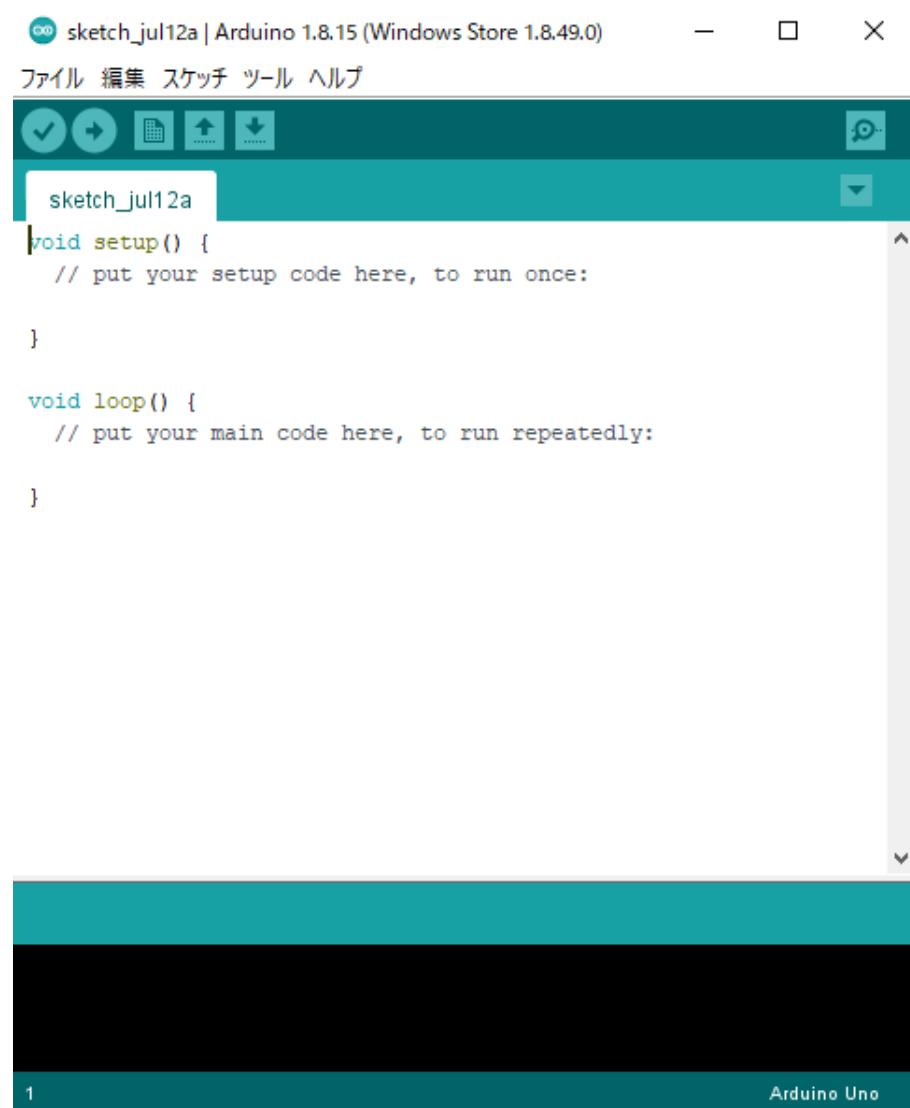


図 2.10: デフォルトのスケッチ画面

2.4 ESP32用ボードマネージャーのインストール

Arduino IDE にて ESP32 を使うために必要なボードマネージャーのインストール方法を紹介します。

図 2.11 は ESP32 のボードマネージャーを追加するための手順であり、以下のリンクに記載されています。 https://github.com/espressif/arduino-esp32/blob/master/docs/arduino-ide/boards_manager.md

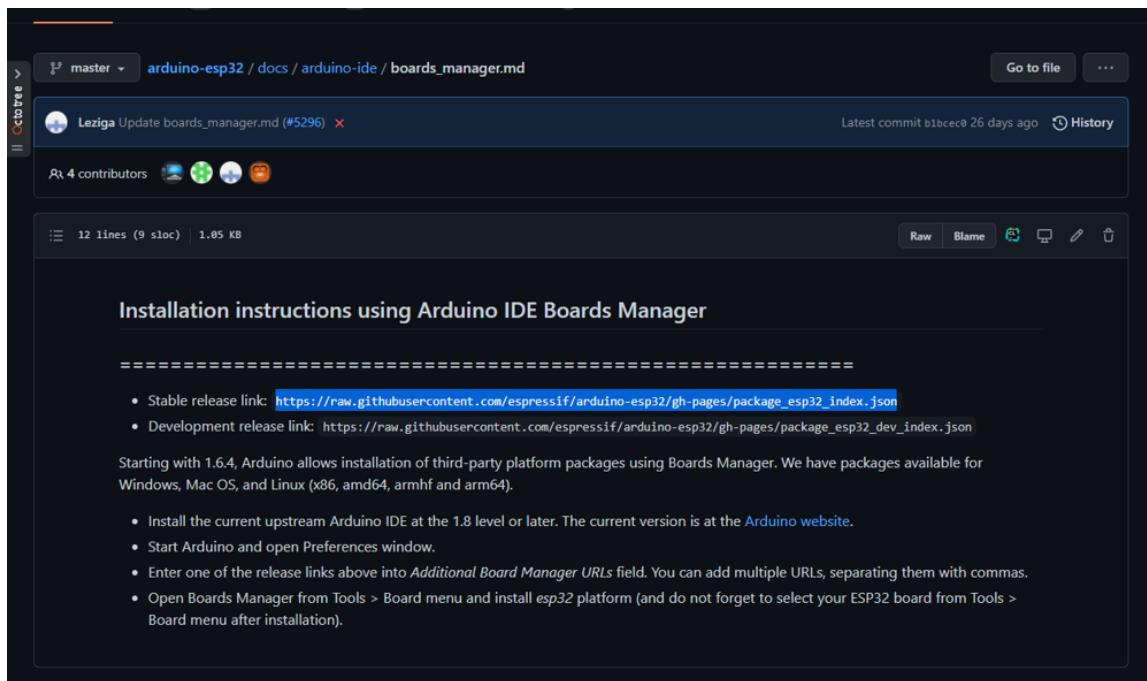
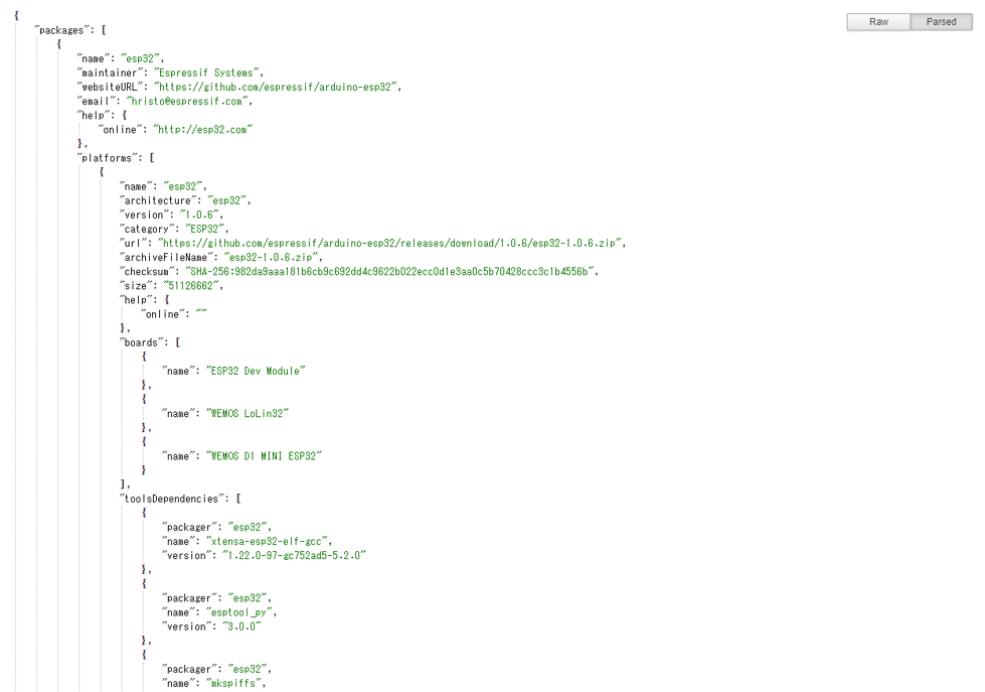


図 2.11: ESP32 を ArduinoIDE で使うための設定

手順に従い以下のリンクをコピーしてください(リスト 2.1)。以下のリンクには、図 2.12 のような情報が記載されています。以下のリンクでは改行をしていますが実際は一文のため注意してください。

リスト 2.1: ボードマネージャーのリンク

```
https://raw.githubusercontent.com/espressif/arduino-esp32/gh-pages/燐  
package_esp32_index.json
```



```
{
  "packages": [
    {
      "name": "esp32",
      "maintainer": "Espressif Systems",
      "websiteURL": "https://github.com/espressif/arduino-esp32",
      "email": "christo@espressif.com",
      "help": {
        "online": "http://esp32.com"
      },
      "platforms": [
        {
          "name": "esp32",
          "architecture": "esp32",
          "version": "1.0.6",
          "category": "ESP32",
          "url": "https://github.com/espressif/arduino-esp32/releases/download/1.0.6/esp32-1.0.6.zip",
          "archiveFileName": "esp32-1.0.6.zip",
          "checksum": "SHA-256:982da9aa181b8cb9c892dd4c9822b022ecc0d1e3aa0c5b70428ccc3c1b4556b",
          "size": "51126602",
          "help": {
            "online": ""
          }
        },
        "boards": [
          {
            "name": "ESP32 Dev Module"
          },
          {
            "name": "WEMOS LoLin32"
          },
          {
            "name": "WEMOS D1 MINI ESP32"
          }
        ],
        "toolsDependencies": [
          {
            "packager": "esp32",
            "name": "xtensa-esp32-elf-gcc",
            "version": "1.22.0-97-ac792ad5-5.2.0"
          },
          {
            "packager": "esp32",
            "name": "esptool_py",
            "version": "3.0.0"
          },
          {
            "packager": "esp32",
            "name": "mkspiffs"
          }
        ]
      ]
    }
  ]
}
```

図 2.12: ESP32用のボードマネージャ情報

Arduino IDE 側では、ファイル>環境設定を選択してください(図 2.13)。

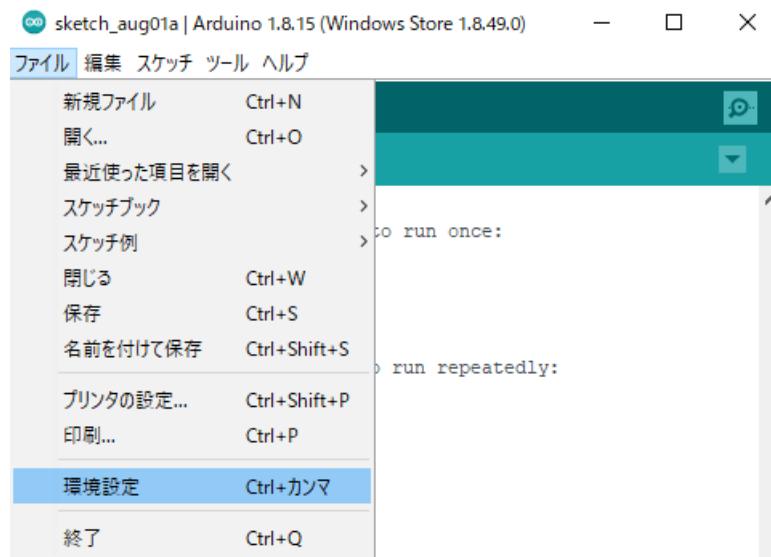


図 2.13: 環境設定を選択

選択した後、環境設定の画面が表示されていることを確認してください（図 2.14）。



図 2.14: 環境設定の画面

次に、先ほどコピーしたリンク（リスト 2.1）を追加ボードマネージャーの URL の欄にペーストしてください（図 2.15）。

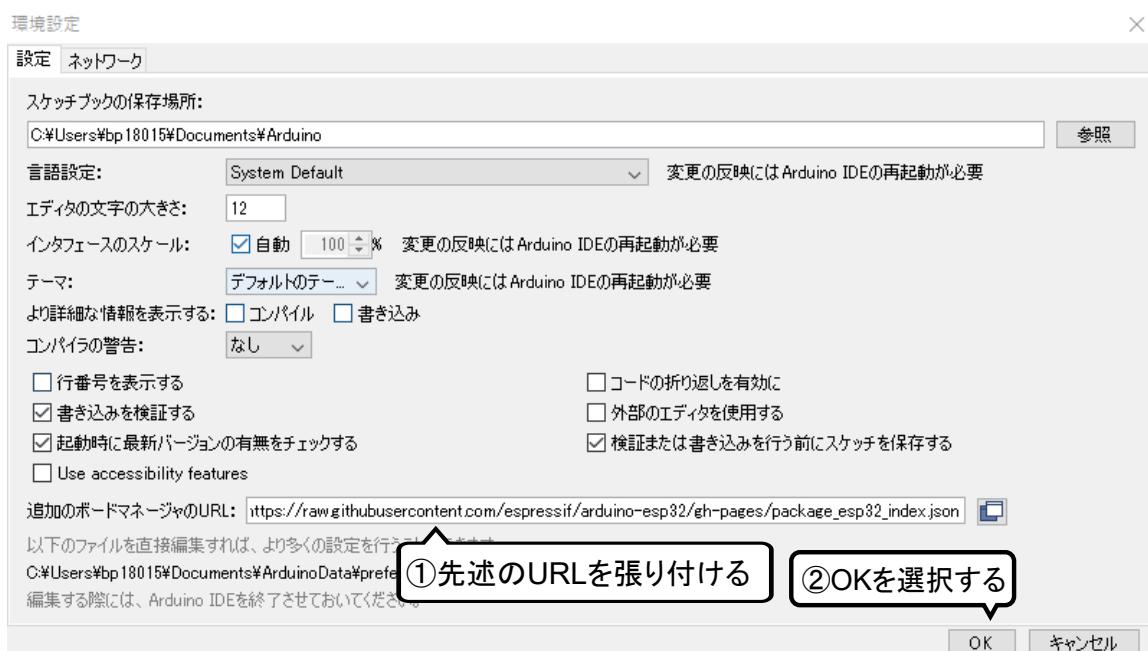


図 2.15: 追加ボードマネージャーの URL に貼り付ける

その後、OKを選択してください。

次に、ツール>ボード>ボードマネージャーを開いてください。

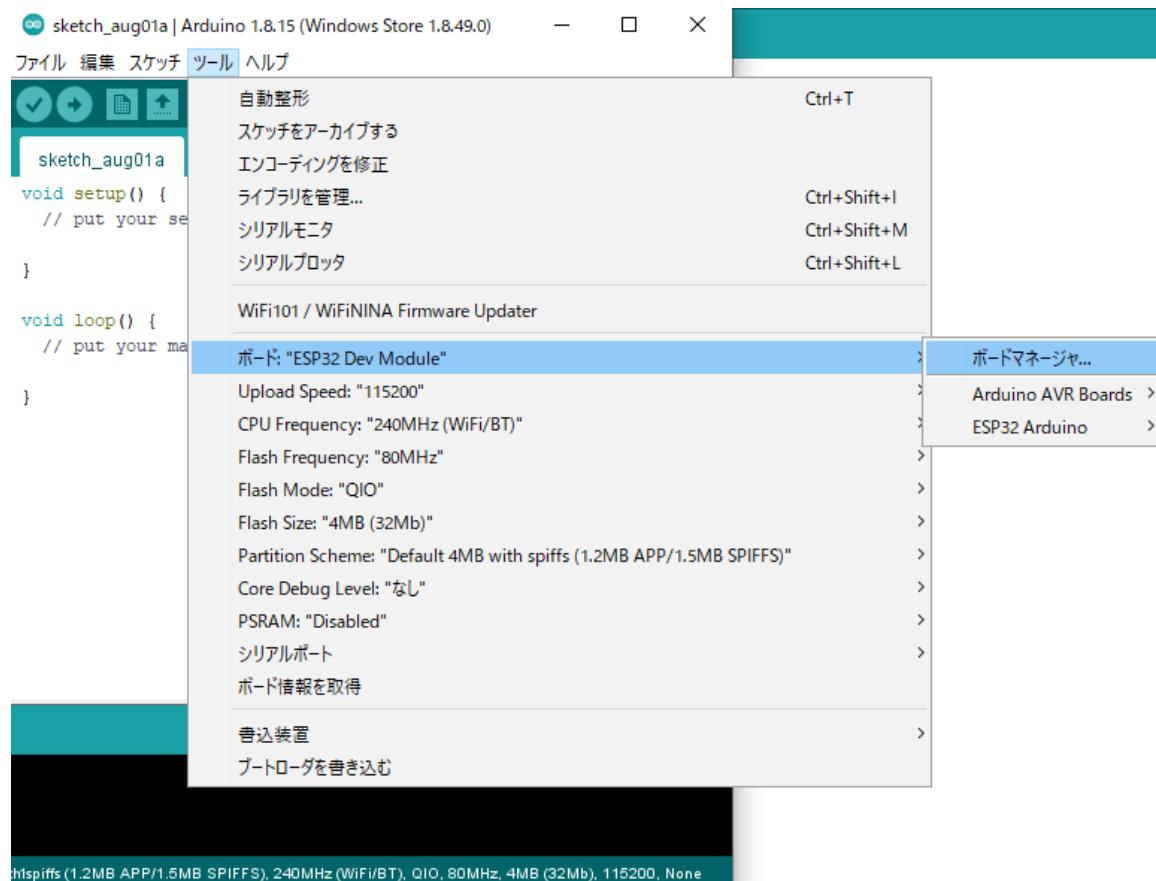


図 2.16: ボードマネージャーを開く

開かれたボードマネージャーの検索窓に「ESP32」を入力しインストールをしてください。

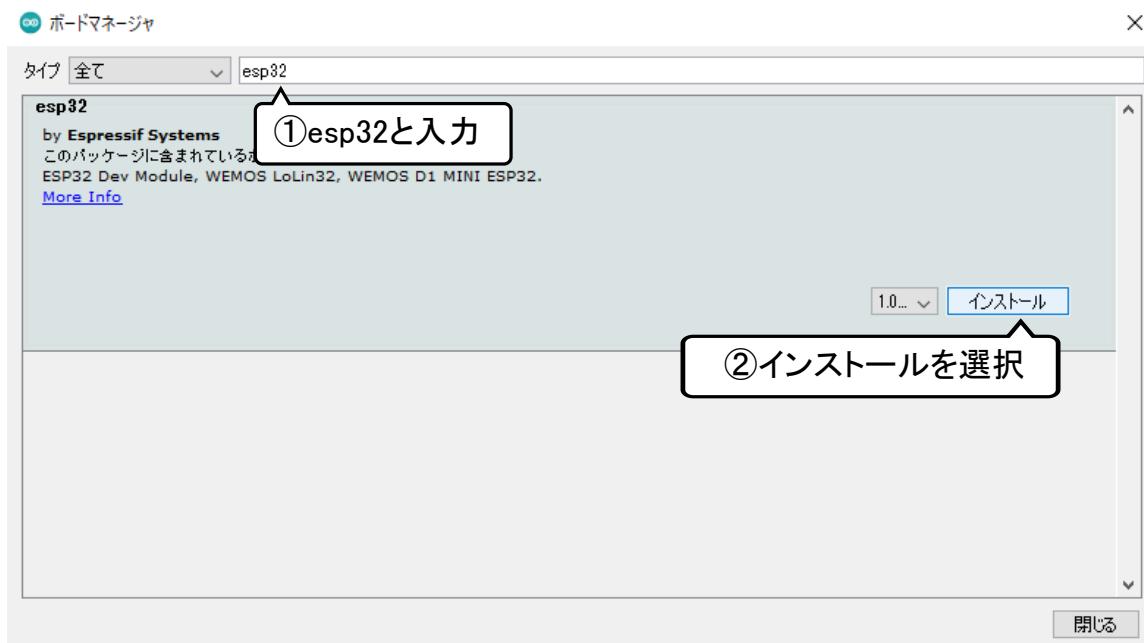


図 2.17: ESP32用ボードマネージャーのインストール

インストールが完了した後、ツール>ボード>ESP32 Arduino > ESP32 Dev Moduleを選択してください。

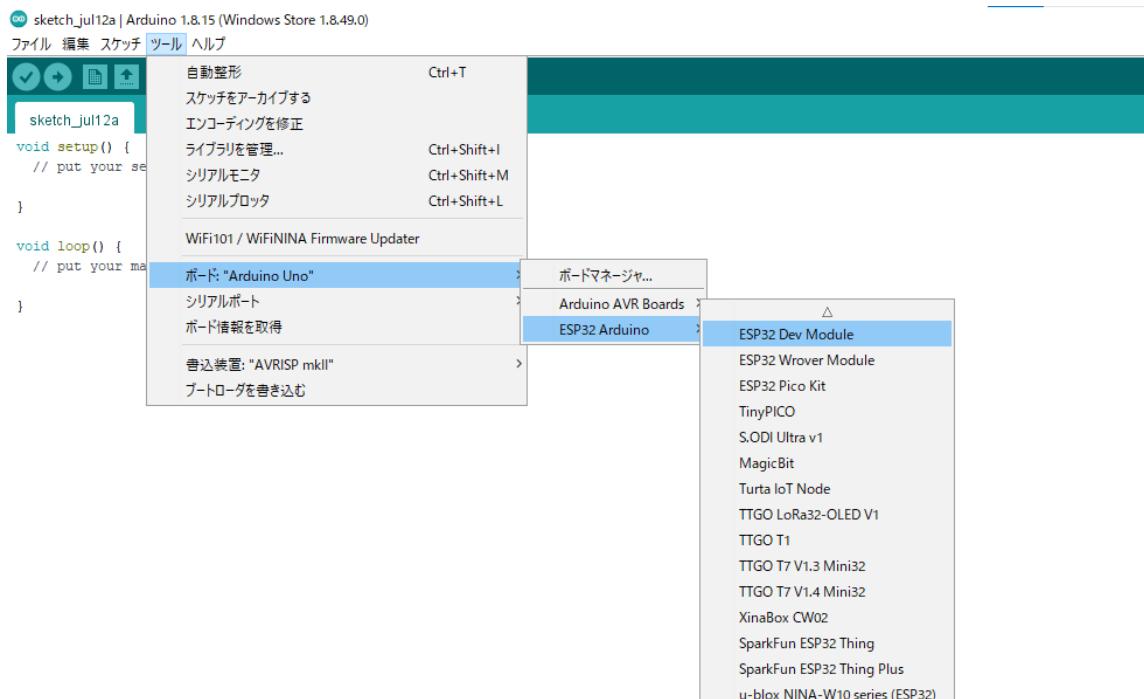


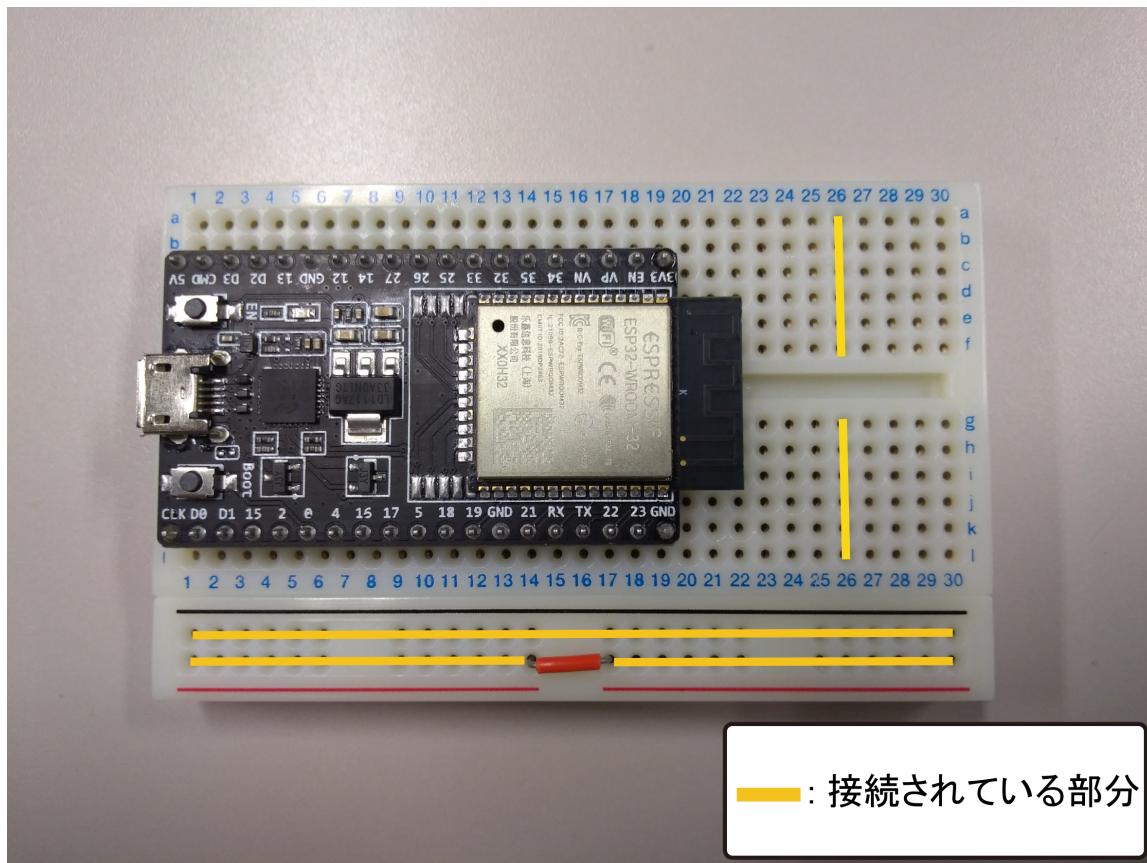
図 2.18: ボード ESP32 Dev Module の選択

2.5 Hello ESP32!!

ここで動作確認のためにプログラミングでは定番の HelloWorld を ESP32 でやってみましょう。

ブレッドボード

これから作業のために ESP32 をブレッドボードにさします。図 2.19 のように、esp32 をブレッドボード中央あたりに差し込んでください。ブレッドボードの説明をします。ブレッドボードは電子回路を仮組みする際によく使われます。ブレッドボードにさした部品は再利用できるため、いろいろな回路を試すことができます。ブレッドボードの最大の特徴として図 2.19 のように、回路的につながっている部分とつながっていない部分に分かれているところがあげられます。最初のうちは、回路的につながっている部分を忘れて、ショートする回路を作ってしまうことがあるので注意してください。



PCとの接続

つぎに、ESP32をPCと接続します。まずmicroUSB Type-Bの差し込み口に(図2.20) microUSB Type-B端子を差し込んでください。

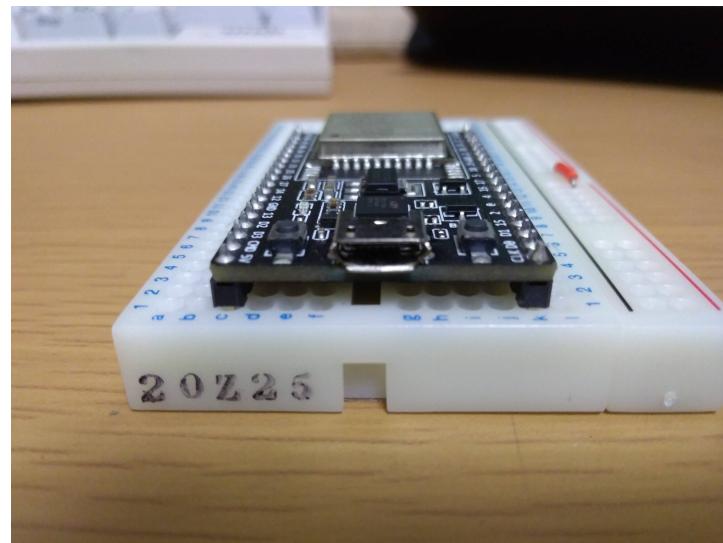


図2.20: microUSB type-B 差し込み口

その後、PCとesp32を接続してください。接続が完了するとesp32上のLEDが光ります(図2.21)。

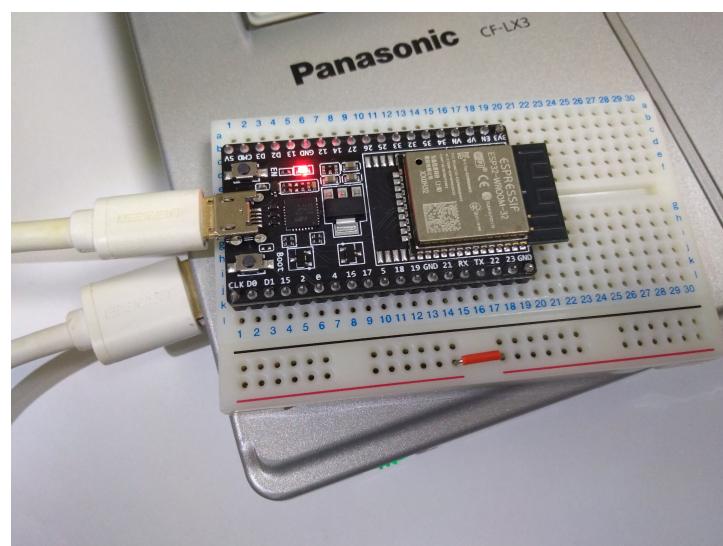


図2.21: PCとの接続

次にデバイスマネージャーを用いて、ESP32 がつながっているポート番号を調べます。デバイスマネージャーを開いてください（図 2.22）。



図 2.22: デバイスマネージャーの検索

ESP32 は Silicon Labs CP210x USB to UART Bridge という名前で COM3 につながっていることがわかります（図 2.23）。接続ポートは環境によって異なります。接続ポートに ESP32 にがない場合は「A.5 接続ポートに ESP32 が反映されない」を参照してください。

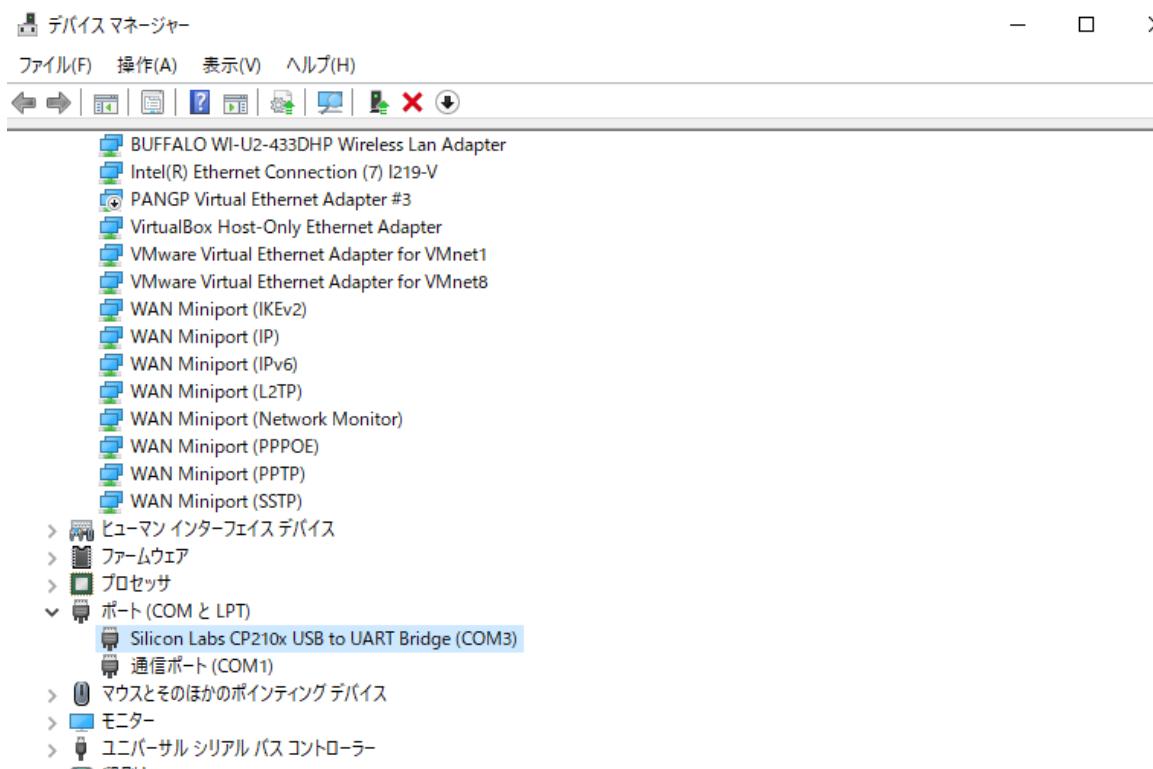


図 2.23: ESP32 の接続ポートを調べる

先ほど調べた接続ポートを反映するため ツール>シリアルポートを選択し変更してください。

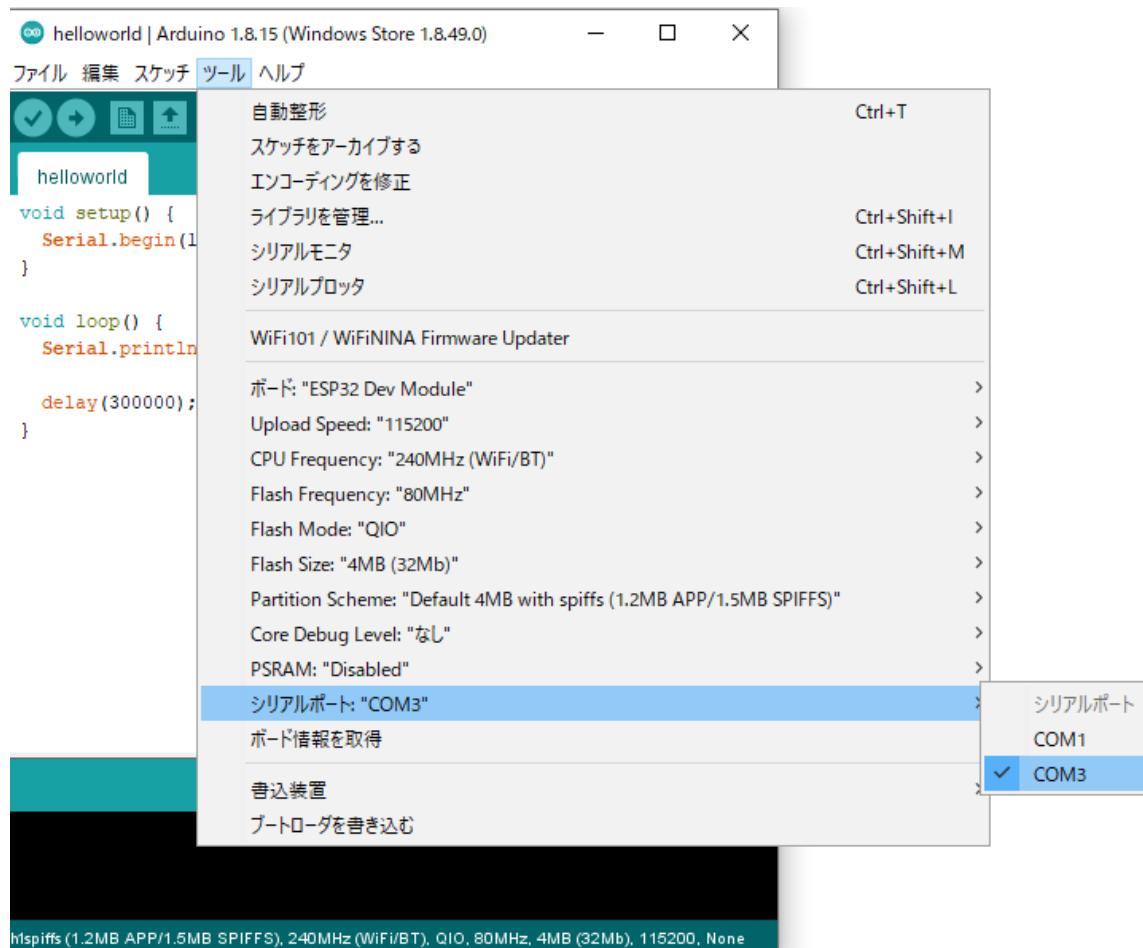


図 2.24: 接続ポートの反映

設定を確認します。ツールを開いて UploadSpeed が 115200 であることを確認してください。

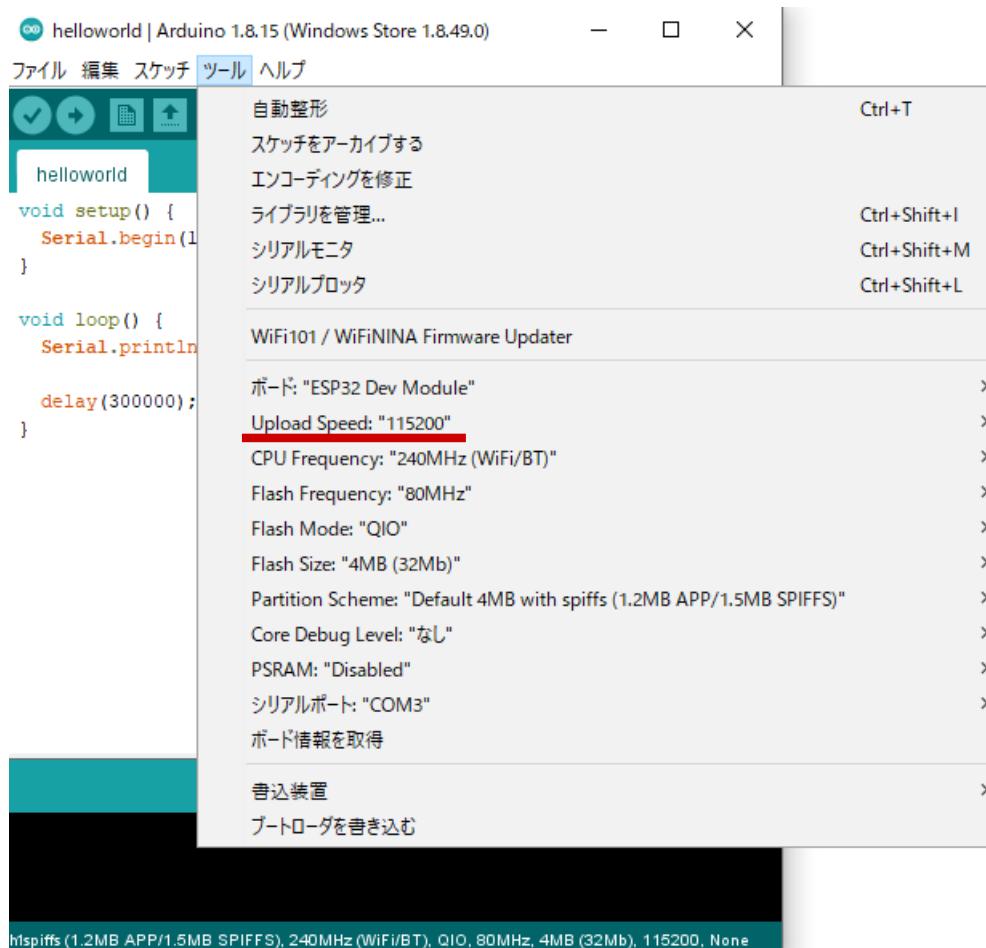


図 2.25: ボードの設定

プログラムの記述

HelloWorld を実行するため、新しくファイルを作成します。ファイル>新規ファイルを選択してください（図 2.26）。

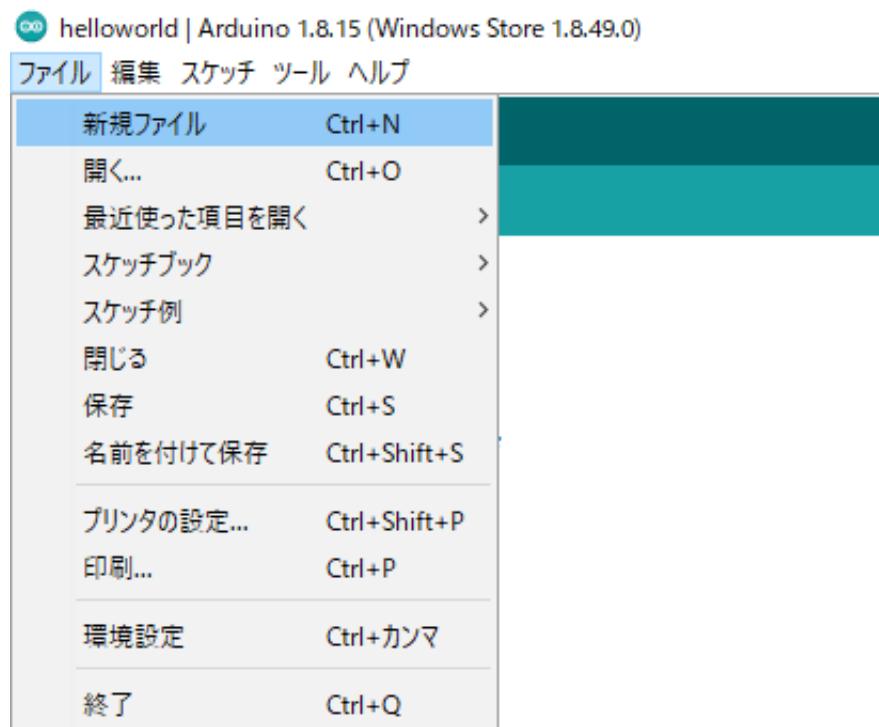


図 2.26: 新規ファイルの作成

ファイルエクスプローラーが開かれるので、ファイル名に `helloworld` と入力して保存してください（図 2.27）。

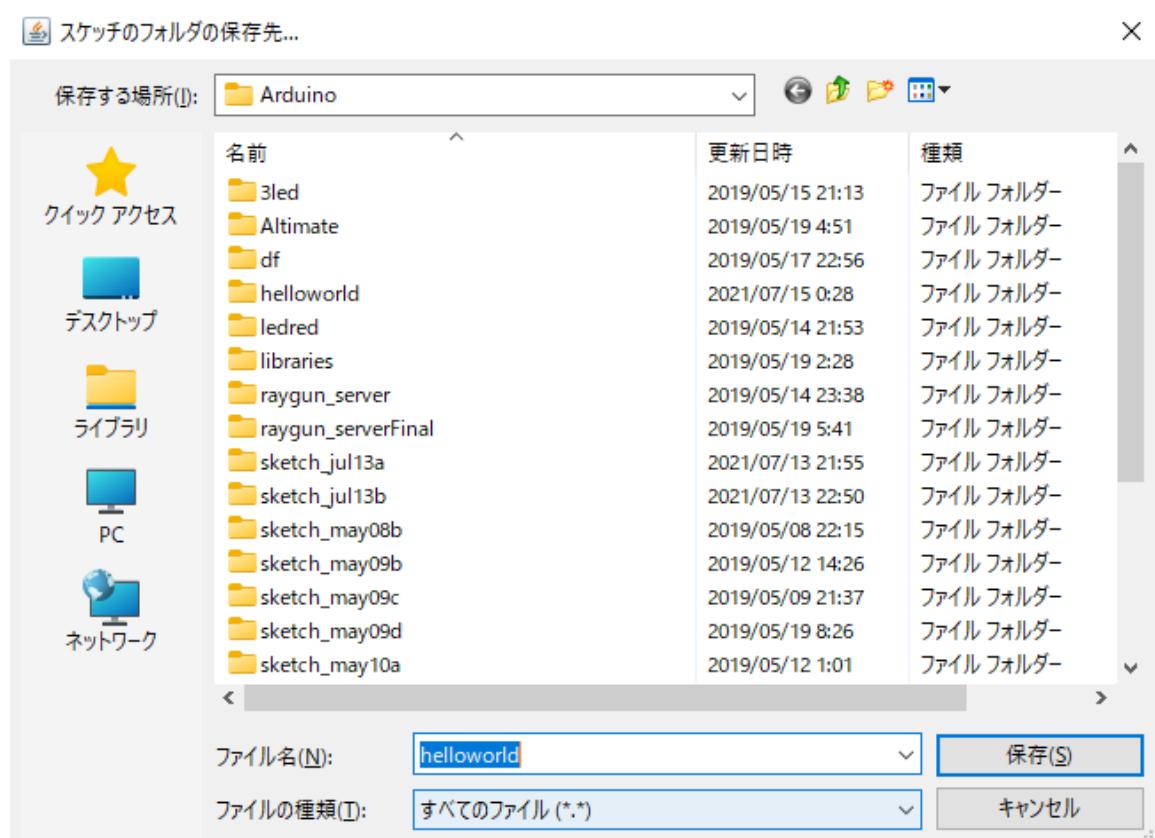


図 2.27: 新規ファイルの名前決定

つぎに、リスト 2.2 を参考にして図 2.28 のようにプログラムを記述してください。

リスト 2.2: HelloWolrd

```
void setup() {  
    Serial.begin(115200); // シリアル通信をUploadSpeed 115200bpsで開始  
}  
  
void loop() {  
    Serial.println("Hello,World"); // シリアル通信で"Hello,World"を送信する  
    delay(3000); // 3000ms (3秒) 停止する  
}
```



The screenshot shows the Arduino IDE interface with the title bar "helloworld | Arduino 1.8.15 (Windows Store 1.8.49.0)". The menu bar includes "ファイル" (File), "編集" (Edit), "スケッチ" (Sketch), "ツール" (Tools), and "ヘルプ" (Help). Below the menu is a toolbar with icons for save, upload, and other functions. The main code editor window contains the following C++ code:

```
void setup() {
  Serial.begin(115200);
}

void loop() {
  Serial.println("Hello,World");
  delay(3000);
}
```

図 2.28: HelloWorld のプログラムを記述

プログラムの説明

ここで、先ほど記述したプログラムの説明をします。まず、ESP32 のプログラムは大枠として

- `setup()`
- `loop()`

の二つに分類されます。`setup()` は起動時に一回だけ実行され、`loop()` は `setup()` の実行後、無限に繰り返されます。そのため、`setup()` 内には初期化などの処理を書き、`loop()` 内にはセンサーの値取得など逐次取得したい内容を書きます。

プログラムの書き込み

ここで、esp32 にプログラムを書き込みます。矢印を選択し、プログラミングを書き込んでください（図 2.29）

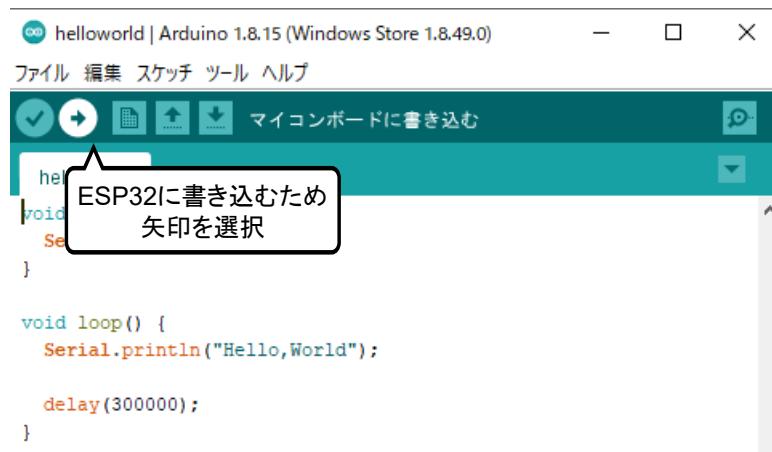


図 2.29: ESP32 にプログラムを書き込む

矢印を選択するとプログラムの書き込みが開始します。書き込みの様子はコンソール画面にて確認できます（図 2.30）。

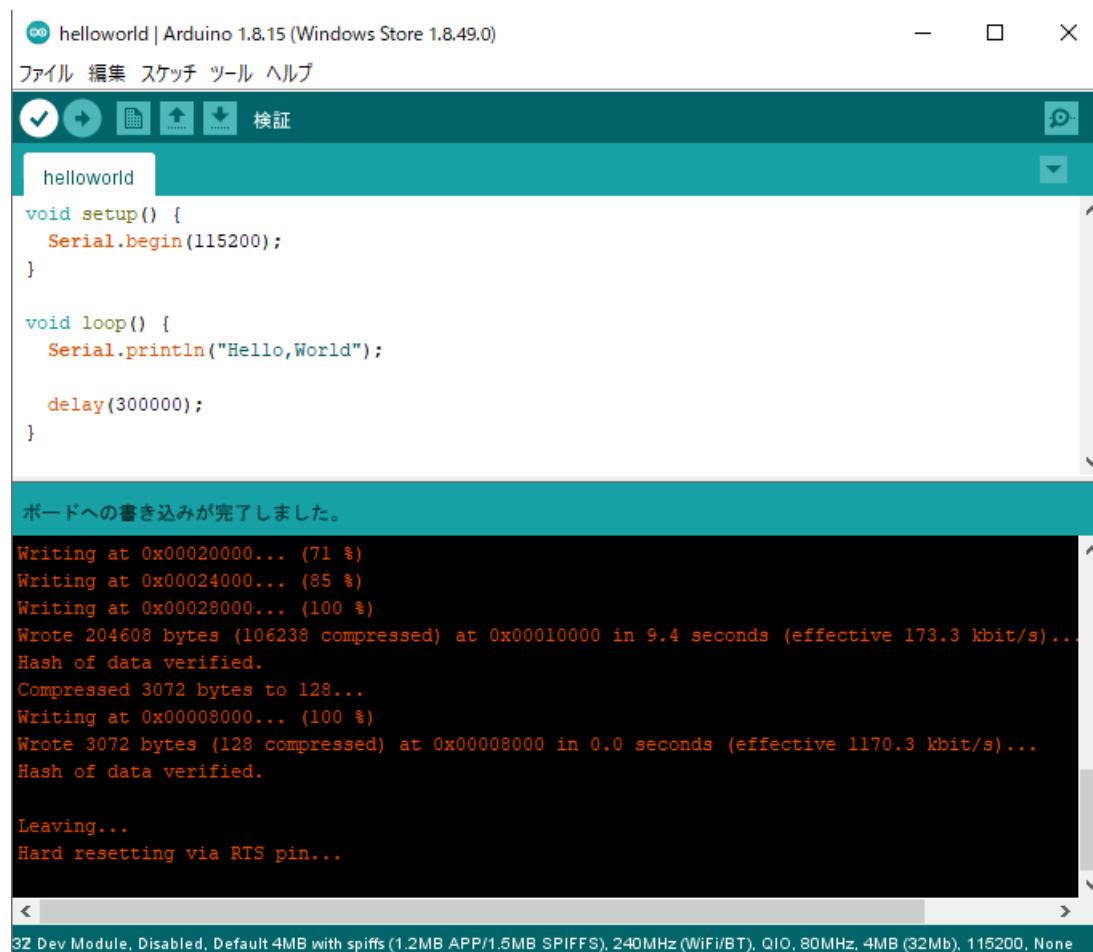


図 2.30: コンソール画面

動作確認

ESP32 からの HelloWorld を表示するために、シリアルモニタを開きます。ツール > シリアルモニタを選択してください（図 2.31）。

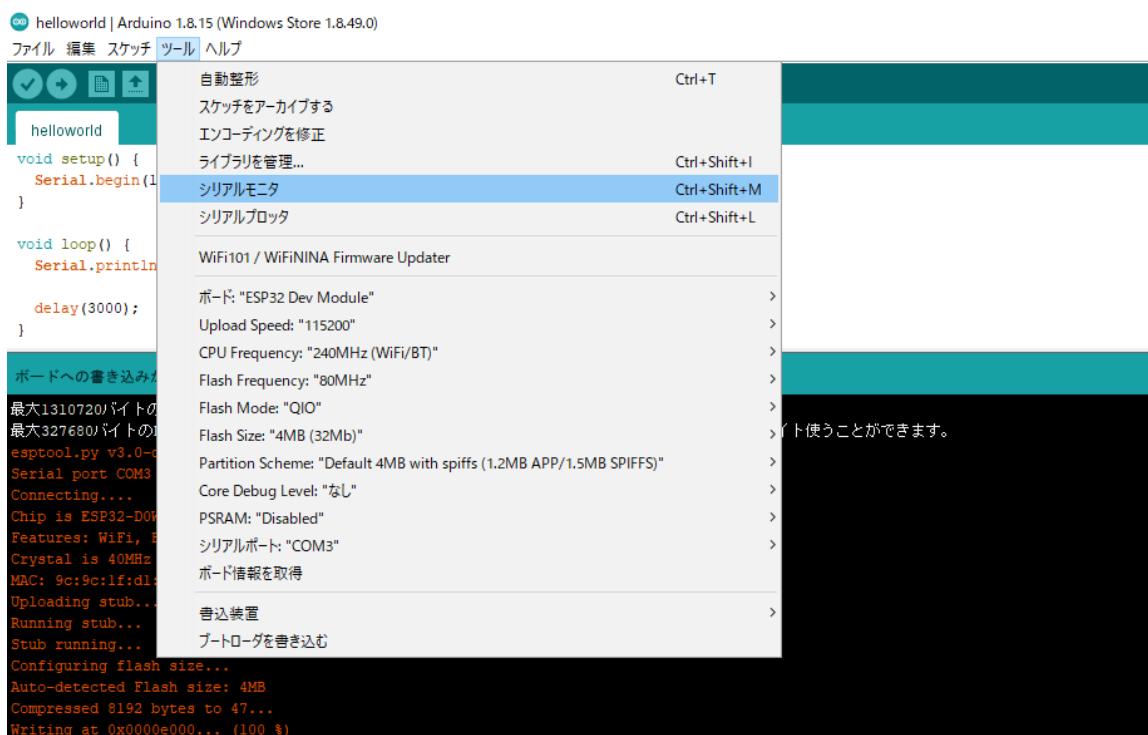


図 2.31: シリアルモニタの選択

ESP32 から HelloWorld が送られてくることを確認できました（図 2.32）。

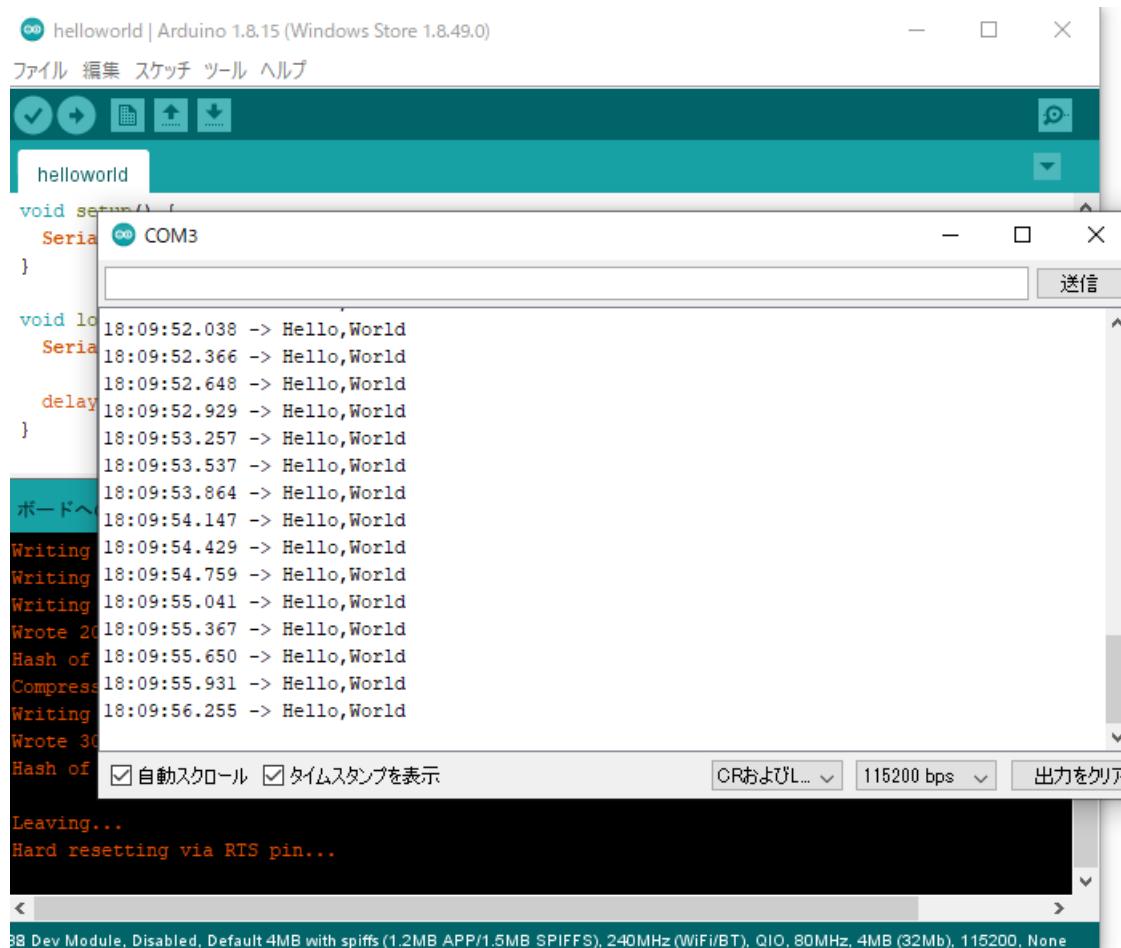


図 2.32: helloworld の表示成功

コラム: シリアル通信とは

シリアル通信とは通信線を用いて信号を HIGH と LOW の 1/0 の組み合わせの連続（シリアル）的に情報を送信するものです。HelloWorld を受信した際に使用したシリアルモニタは ESP32 から送られてきた情報を表示したり送信したりする機能です。またシリアル通信では送信速度と受信速度を一致させる必要があり、これを一秒あたりのビット数 (bps) として表します。プログラムで記載した

```
Serial.begin(115200);
```

も esp32 と PC との間の通信速度を 115200bps として設定しています。ほかにも

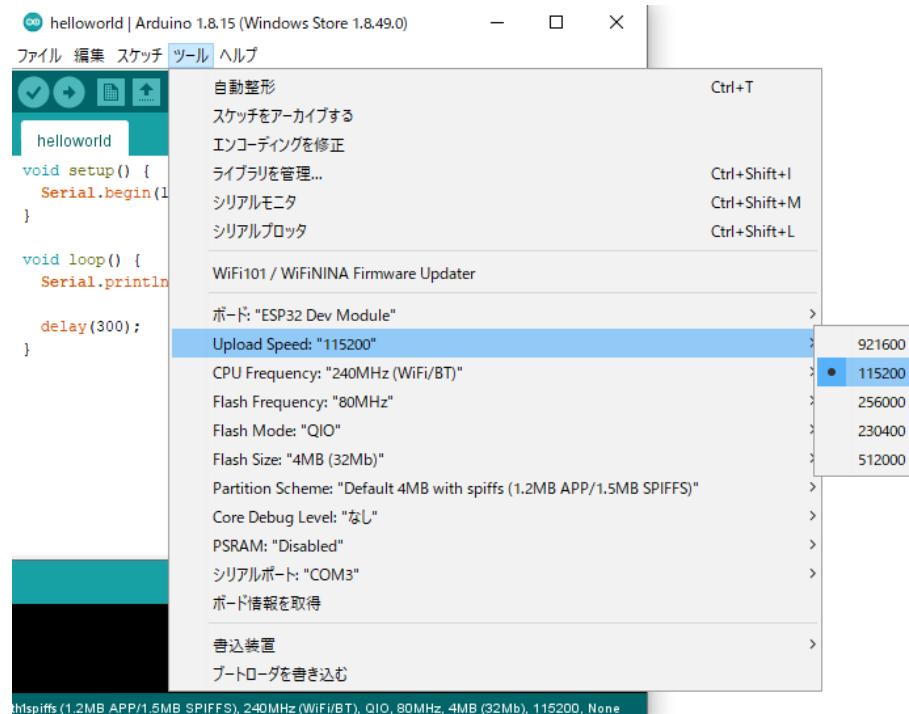


図 2.33: UploadSpeed の設定

設定の UploadSpeed (図 2.33) や

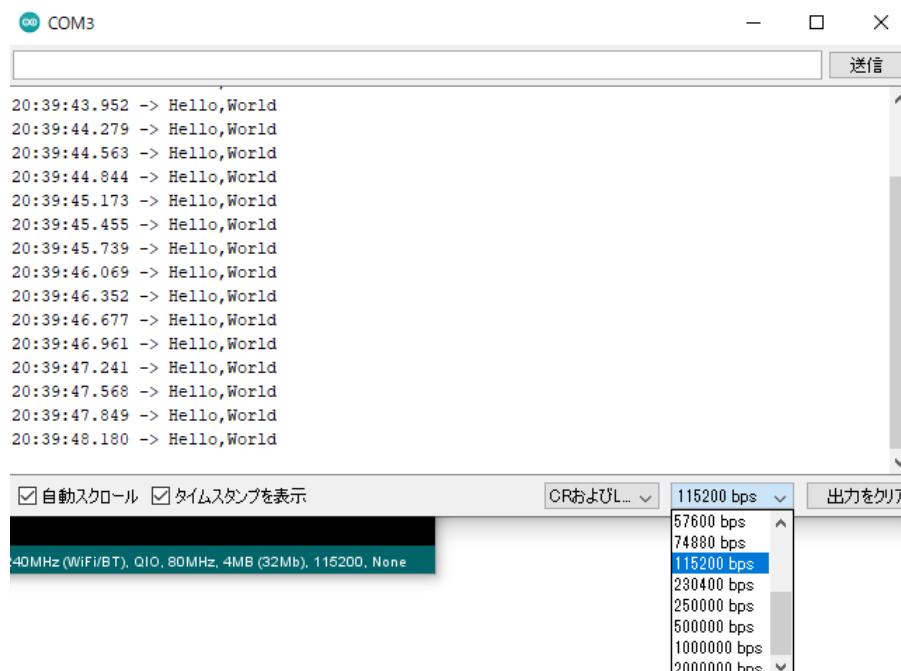


図 2.34: シリアルモニタの bps の設定

シリアルモニタでの設定（図 2.34）も一致する数字にする必要があります。ちなみに USB も Universal Serial Bus の略であり、シリアル通信を行っています。

第3章

電子部品を使ってみよう

3.1 部品説明

ESP32 で電子部品を用いた回路を組む前に、それぞれの部品の概要を紹介します。

LED

LED (発光ダイオード) は決まった方向に電圧を加えることで、発光する半導体素子です。 LED には極性があり、以下の二つに分けられます (図 3.1)。

- アノード
 - 端子の長いほうをアノードと呼び電源の + に接続する
- カソード
 - 端子の短いほうをカソードと呼ぶ GND (マイナス) に接続

極性を逆に繋ぐと光らないので注意してください。

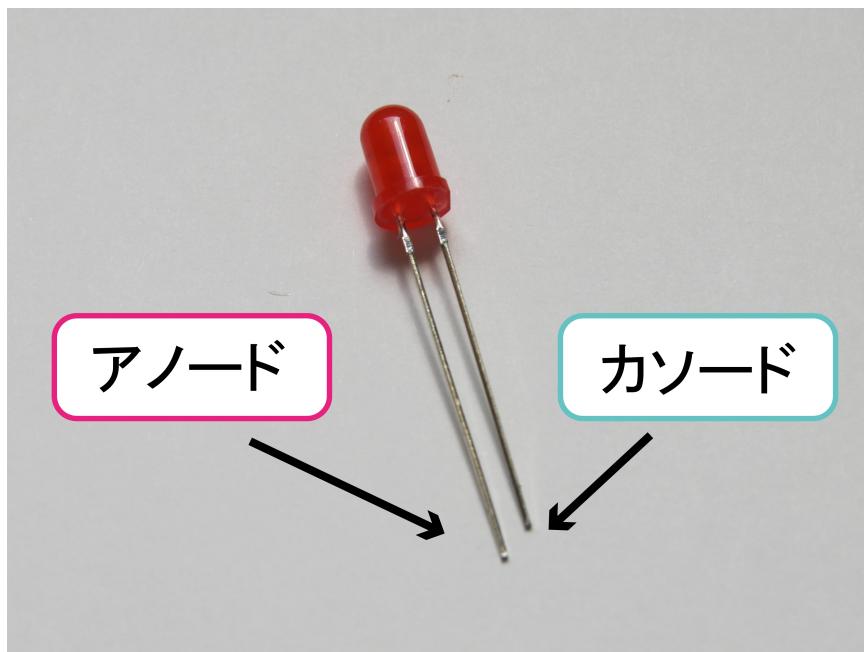


図 3.1: LED の端子の違い

極性のほかにも点灯のために必要な情報があります。代表的なものに以下の二つがあります。

- 順電圧 (Vf)
 - LED は発光するため一定値以上の電圧をかける必要があります。これを順電圧 (Vf) と呼びます。
- 順電流 (If)
 - LED は流す電流の大きさによって明るさが変わりますが、電流を流しすぎると壊れてしまいます。そこで順電流 (If) を用いて適切な電流値を表します。

抵抗値の求め方

先述の二つを用いて LED と ESP32 の間に接続する抵抗値の選択をします。今回使う LED は

順電圧 (Vf) : 2.1V 順電流 (If) : 20mA です。

まず LED にかかる抵抗にかかる電圧を求めます。GPIO から出力される電圧は 3.3V、LED にかかる電圧は順電圧を用いて 2.1V とします。そこから LED にかかる電圧を求める

ると

$$3.3V - 2.1V = 1.2V$$

より 1.2V が抵抗にかかる電圧だと分かりました。次に抵抗にかかる電流値を求めます。ESP32 の GPIO にかけてもいい最大電流値は 20mA (おそらく) なのでオームの法則を用いて抵抗値を求める

$$1.2V / 0.002A = 600$$

600 Ω が必要ということが分かりました。しかし、今回は 100 Ω の抵抗を用意したので

$$1.2V / 100 \Omega = 0.012A (12mA)$$

より 100 Ω の抵抗を使っても流れる電流は 12mA であり ESP32 の許容範囲内です。

ジャンプワイヤ

主にブレッドボード上で、電子回路を仮組する際に使われるものがジャンプワイヤです。ジャンプワイヤには、いくつかの種類があり主に以下の二つがあります。

- オス・オス
 - 両端子とも基盤にさして使う (図 3.2)
- オス・メス
 - 片方が端子を差し込めるようになっている (図 3.3)



図 3.2: ジャンプワイヤ オス・オス



図 3.3: ジャンプワイヤ オス・メス

抵抗

電子回路上を流れる電流を調整するために使われるのが抵抗であり（図 3.4） 抵抗値によって様々なものがあります。これを見分けるための規格があり以下の表のように決められています（表 3.1）。

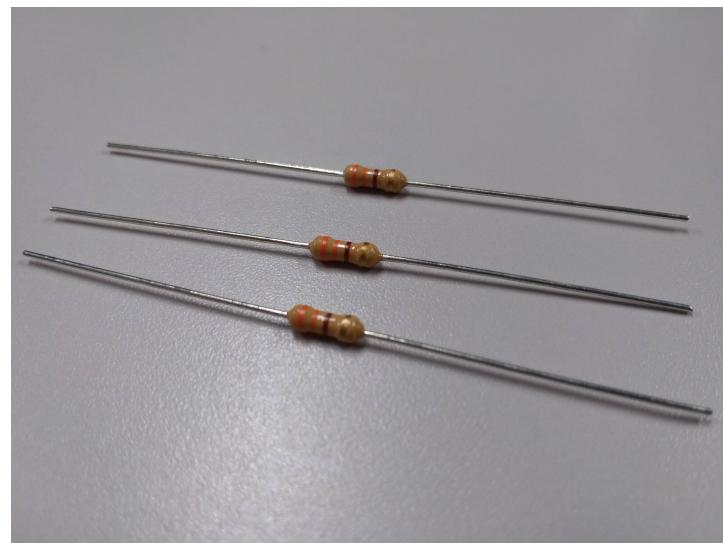


図 3.4: 330 抵抗

許容差とは抵抗のばらつき度を表しています。

表 3.1: 抵抗のカラーコード

色	有効数字	乗数	許容差 [%]
黒	0	$10^0(1)$	
茶	1	$10^1(10)$	± 1
赤	2	$10^2(100)$	± 2
オレンジ	3	$10^3(1000)$	± 0.05
黄	4	$10^4(10000)$	
緑	5	$10^5(100000)$	± 0.5
青	6	$10^6(1000000)$	± 0.25
紫	7	$10^7(10000000)$	± 0.1
灰	8	$10^8(100000000)$	
白	9	$10^9(1000000000)$	
金		$10^{(-1)}(0.1)$	± 5
銀		$10^{(-2)}(0.01)$	± 10
無色			± 20

実際に抵抗の値をカラーコードから読み取ってみましょう。図 3.5 を見てください。今回は 4 本線の場合を考えます。まず左側の二つの線の色を見るとどちらもオレンジなので表 3.1 から 33 ということが分かります。次に右側の二つ線の色を見ると茶色と金色なので乗数が 100 許容差が $\pm 5\%$ ということが分かります。これらのことから、この抵抗は抵抗値 $33 \times 100 = 330\Omega \pm 5\%$ だということが分かりました。

$$33 \times 100 = 330\Omega \pm 5\%$$

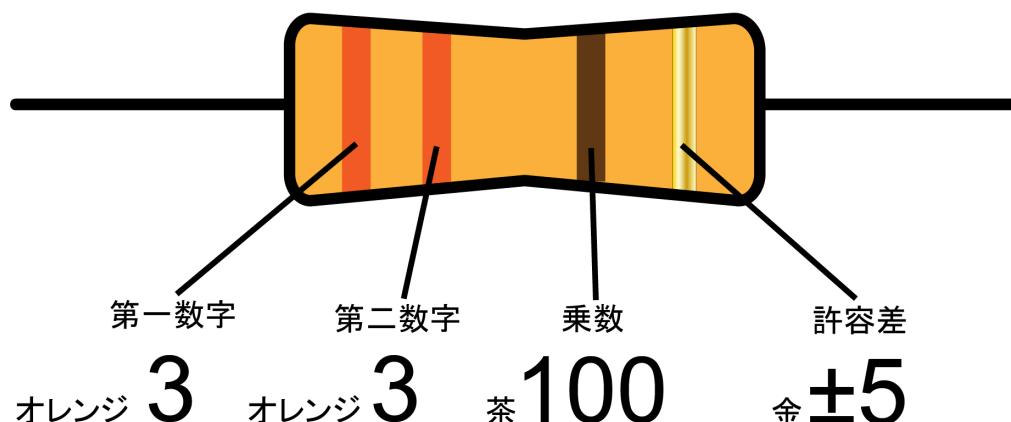


図 3.5: 抵抗値の読み取り

タクトスイッチ

タクトスイッチはスイッチを押すことで、電流の止めたり流したりできる部品です。主にプログラムのリセットやメッセージ送信スイッチなどに使われます。

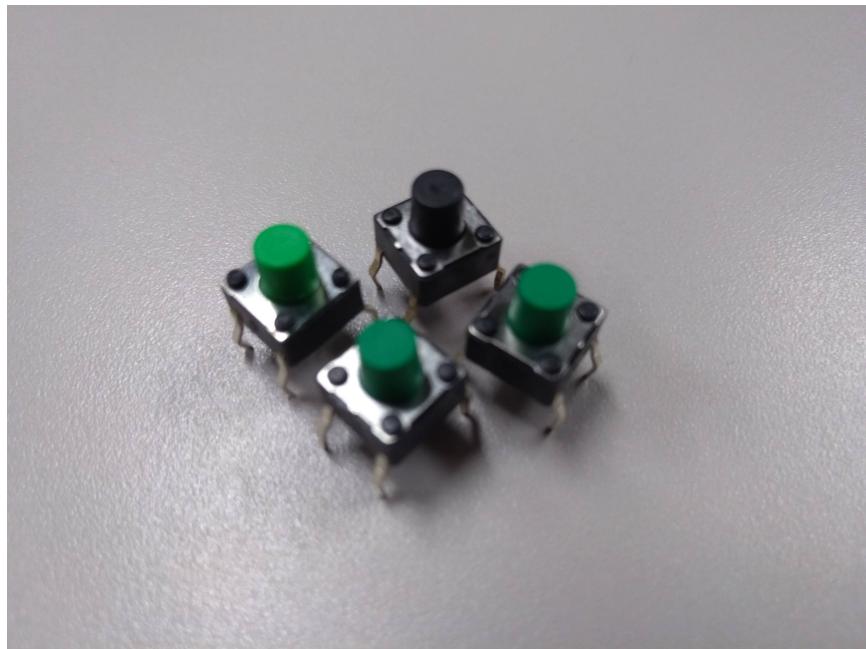


図 3.6: タクトスイッチ

タクトスイッチには通常時繋がっている部分と繋がっていない部分があります。図 3.7を見てもらうと分かるように黄色の線の部分は通常時繋がっていて、オレンジ色の線の部分はタクトスイッチを押すと繋がります。

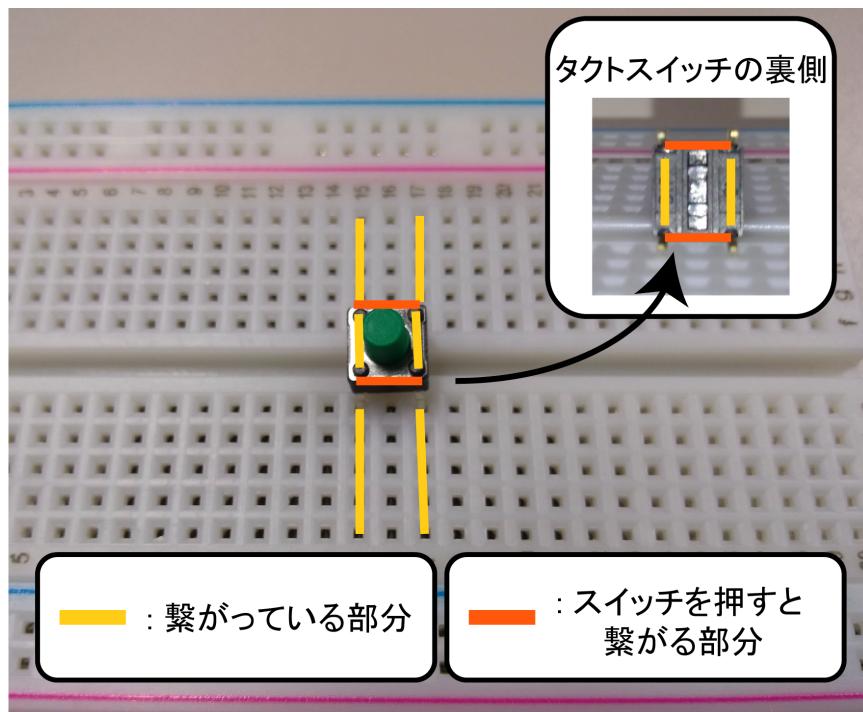


図 3.7: タクトスイッチの特徴

プルアップとプルダウン

タクトスイッチなどのスイッチを用いることで、電流を流したり止めたりすることができます。しかし、出力する端子に何もつながっていない状況（図 3.8）では不安定になってしまいノイズなどの影響を受けやすくなってしまいます。そこで、これを解決するために以下の二つの方法を用います（図 3.9）。

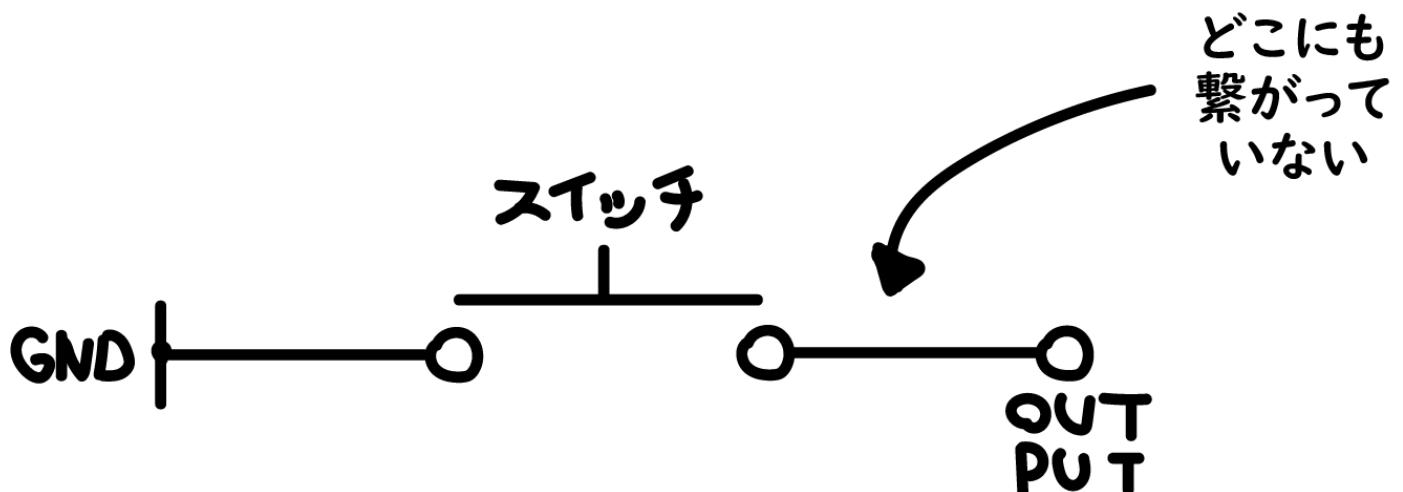


図 3.8: オフ状態のスイッチ

まず前提として、Vdd は電気の + 側を GND は電気の - 側を表しています。また OUT PUT は ESP32 でいうところの入出力が可能なピンである GPIO (General Purpose Input/Output: 汎用入出力) をさしています。

まず図 3.9 の右側に記載してある PULL UP は常に OUT PUT に電圧をかけ、スイッチが押された際には OUT PUT への電圧が 0 になる回路です。これによりノイズの影響を少なくしています。

つぎに図 3.9 の左側に記載してある PULL DOWN は OUT PUT を GND につないでおくことでかかる電圧を 0 に維持しています。スイッチが押された際には電圧が OUT PUT にかかります。これによりノイズの影響を少なくしています。

これら二つの方法を用いることで安定した回路を組むことができます。

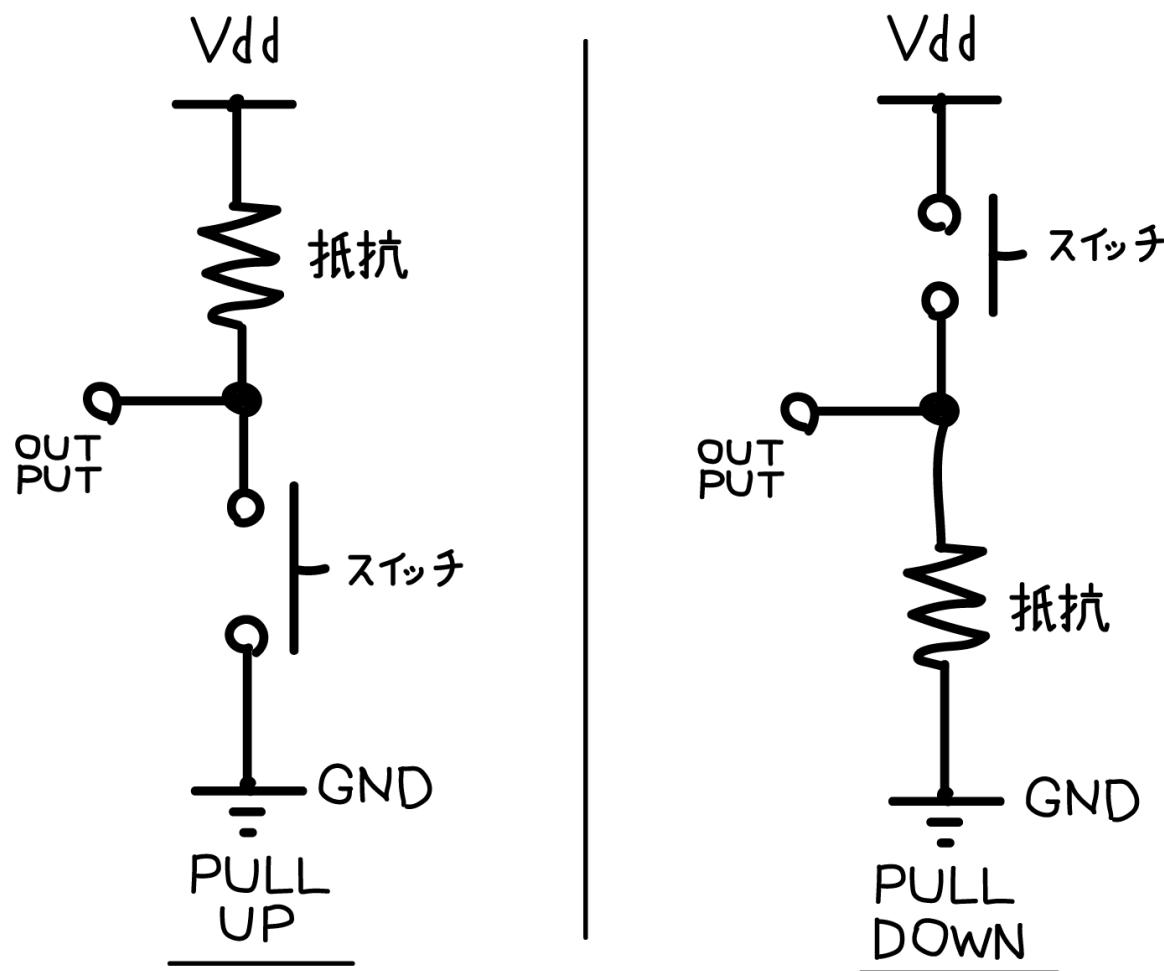


図 3.9: PULL UP と PULL DOWN

3.2 Lチカしよう！

Lチカとは、ハードにおけるHelloWorldです。LEDをチカチカ点滅させてみましょう！！

プログラムでLチカ

Lチカですが、ESP32を使用することで、容易に実現できます。ArduinoIDEから新規作成を選択し、新たなファイルを作成して以下のプログラムを貼り付けてください。回路図ではプレッドボードを二枚用いていますが、今回使用するプレッドボードでは一枚の中に収まるようになっています。

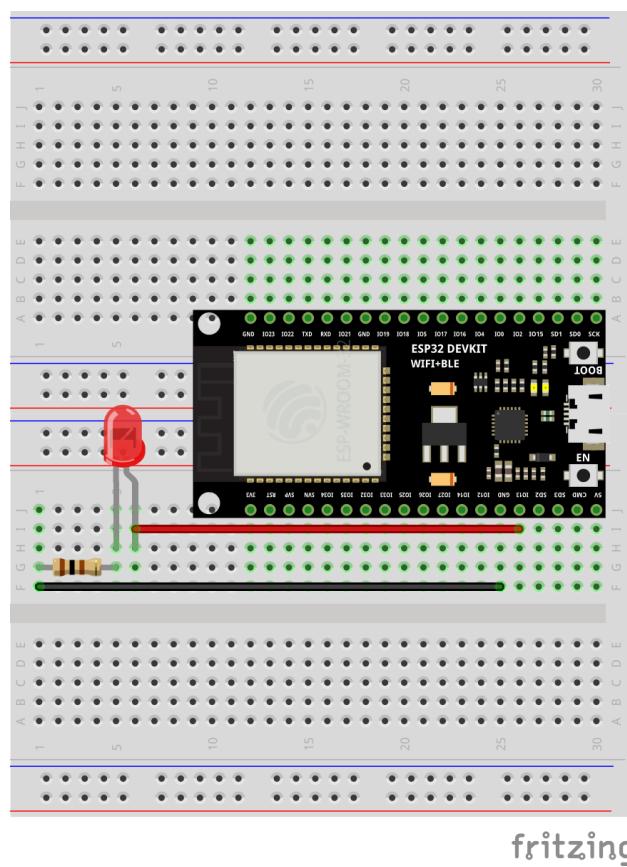


図 3.10: led2

リスト 3.1: Ltic

```
void setup() {  
    pinMode(13, OUTPUT); // GPIO13を出力端子として用いる  
}  
void loop() {  
    digitalWrite(13, HIGH); // GPIO13に電流を流しLEDを光らせる  
    delay(100); // 0.1s停止  
    digitalWrite(13, LOW); // GPIO13の電流を止める  
    delay(100); // 0.1s停止  
}
```

タクトスイッチでLチカ

せっかくなので、スイッチを使用して、LED を光らせましょう同様に以下の画像を参考に電子回路を組み、プログラムを参考にして、ESP32 に書き込んでください。

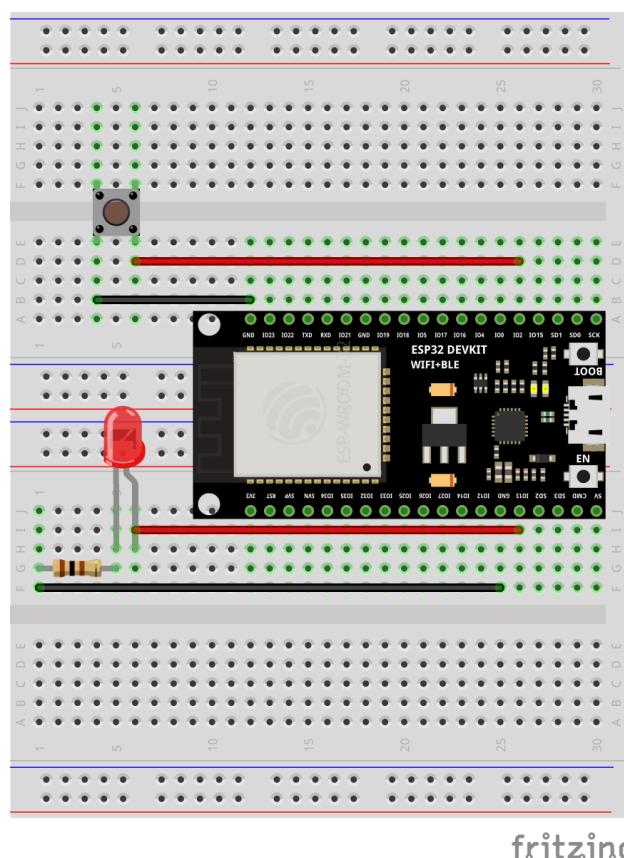


図 3.11: switch2

リスト 3.2: switch

```
void setup()
{
    Serial.begin(115200); // シリアル通信を115200bpsで開始する
    pinMode(2, INPUT_PULLUP); // GPIO2を用いるまた、ESP32の内部でPULL UPをする
    pinMode(13, OUTPUT); // GPIO13を出力端子として用いる
}

void loop()
{
    if (digitalRead(2) == LOW) // PULL UPを用いているので電圧が低いと、スイッチが押され
        ていると判定する
    {
        delay(100); // チャタリング防止のため0.1s停止
        digitalWrite(13, HIGH); // GPIO13に電流を流しLEDを光らせる
        Serial.println("ON!");
    }
    if (digitalRead(2) == HIGH) // スイッチを押していない場合
    {
        delay(100); // チャタリング防止のため0.1s停止
        digitalWrite(13, LOW); // GPIO13の電流を止める
        Serial.println("OFF!");
    }
}
```

コラム：チャタリング

スイッチを押した際、内部の金属板の接触によって電流が流れます。しかし、人間がスイッチを押すときには一回だけ押したつもりでも内部的には金属板が何回も接触し複数回の ONOFF が発生する可能性があります。そのためプログラム側での対策として、delay を何秒か挟むことで複数回の ONOFF を防ぐことができます（リスト 3.3）。

リスト 3.3: チャタリング防止のプログラム

```
if (digitalRead(2) == LOW) // PULL UPを用いているので電圧が低いと、スイッチが押されていると判定する
{
    delay(100); // チャタリング防止のため0.1s停止
    Serial.println("ON!");
}
```

3.3 応用問題: 状態遷移

二つの LED とスイッチを使用して、二つの LED の状態を以下のように変更してください

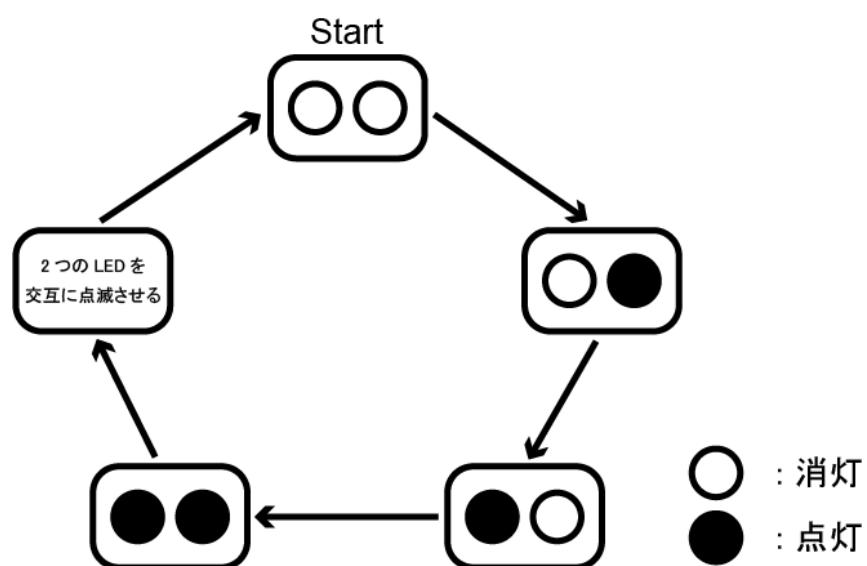


図 3.12: ouyou

2019 年度組み込み制作講座より引用

注意 ループの中で、無限ループはできない

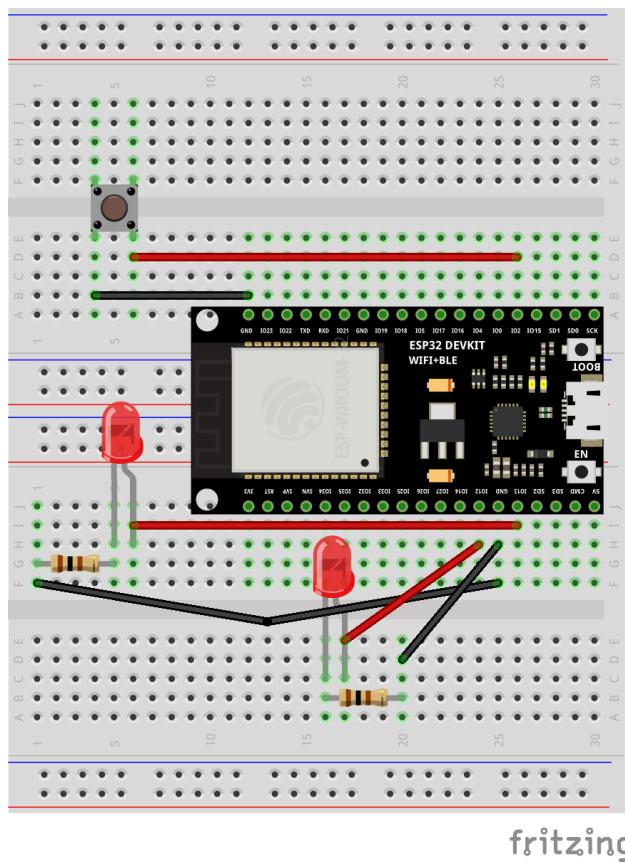


図 3.13: switch3

リスト 3.4: 状態遷移 L チカ

```
int state = 0;
bool is_tica = false;

void setup() {
    Serial.begin(115200);
    pinMode(13, OUTPUT);
    pinMode(12, OUTPUT);
    pinMode(2, INPUT_PULLUP);
}

void loop() {
    if (digitalRead(2) == LOW)
    {
        delay(100);
        Serial.println("ON!");
        state = state + 1;
        Serial.println(state);
        if (state == 5) {
```

```
state = 0;
is_tica = false;
}
switch (state) {
case 0:
    digitalWrite(12, LOW);
    digitalWrite(13, LOW);
    break;
case 1:
    digitalWrite(12, HIGH);
    digitalWrite(13, LOW);
    break;
case 2:
    digitalWrite(12, LOW);
    digitalWrite(13, HIGH);
    break;
case 3:
    digitalWrite(12, HIGH);
    digitalWrite(13, HIGH);
    break;
case 4:
    is_tica = true;
    break;
default:
    break;
}
delay(200);
}
if (is_tica) {
    digitalWrite(13, HIGH);
    digitalWrite(12, LOW);
    delay(100);
    digitalWrite(13, LOW);
    digitalWrite(12, HIGH);
    delay(100);
}
}
```

第4章

センサのデータを Web 上に公開しよう

今回は温湿度センサで得たデータを Web 上に公開することが目標です。



図 4.1: 今回の目標画面

4.1 センサを使おう

温湿度センサ

DHT11 は温度と湿度デジタルセンサー 温度範囲 -20~ 湿度範囲 5~95 サンプリング間隔は 2 秒に一回

1. VDD power supply 3.3 ~ 5.5V DC
2. DATA serial DATA, single bus
3. NC empty feet
4. GND grounding, power supply negative

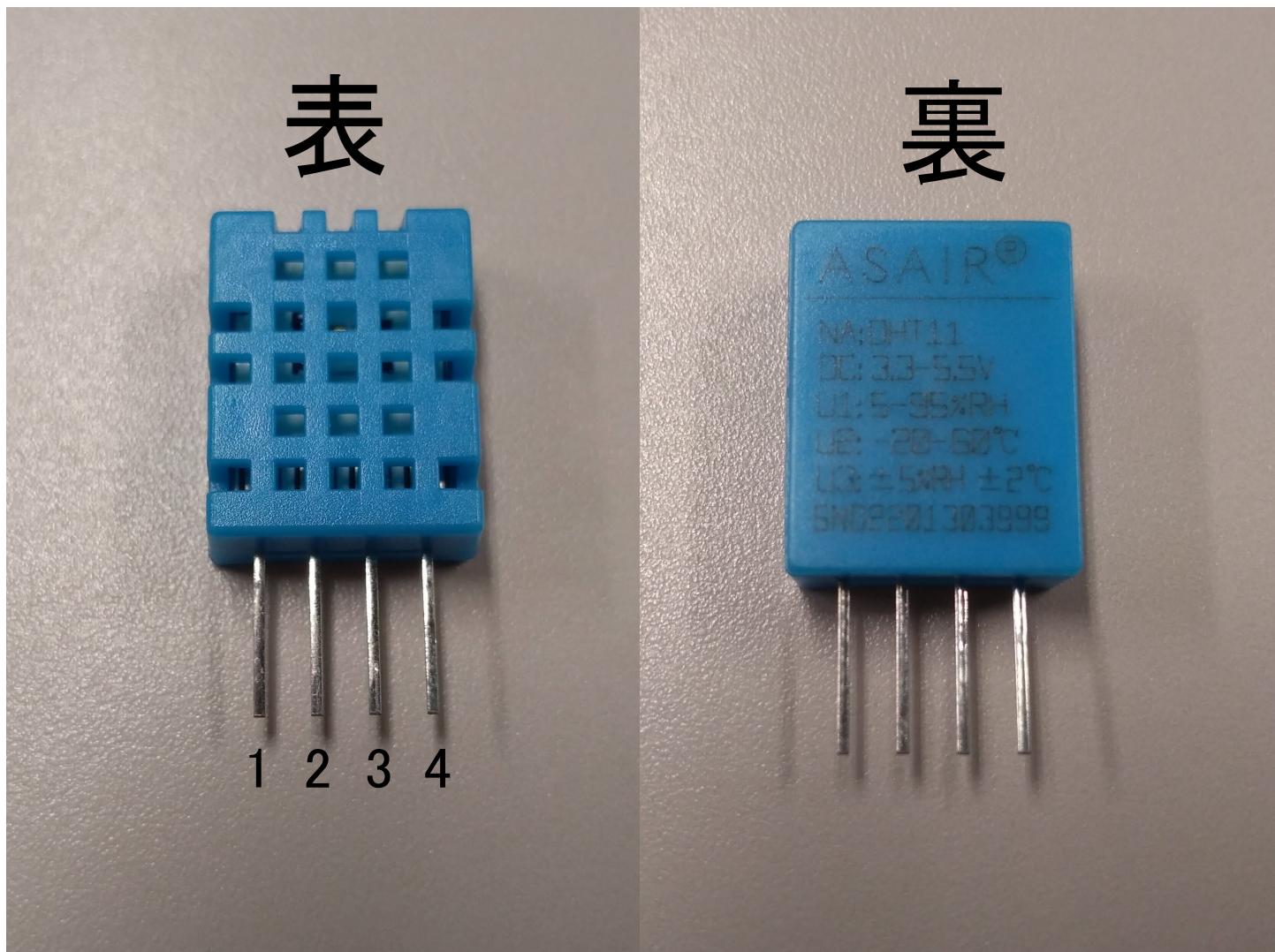


図 4.2: dht の概要

DHT11 用ライブラリのインストール

次に ESP32 用のライブラリを Arduino IDE にインストールします。

図 4.3 のように スケッチ > ライブラリのインクルード > ライブラリを管理 を選択してください。

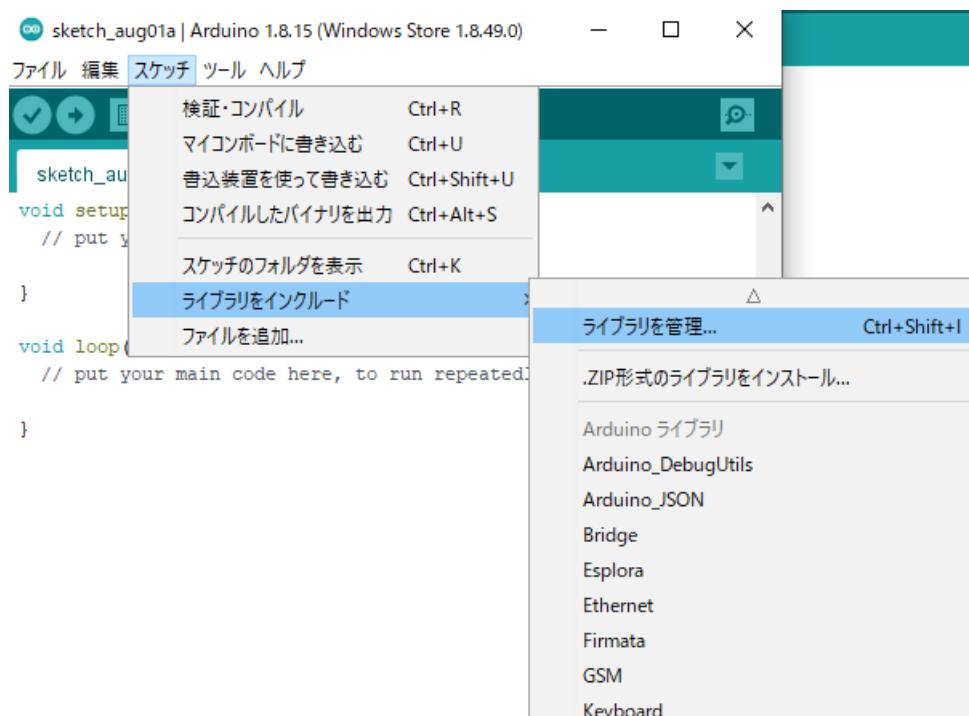


図 4.3: ライブラリの管理の選択

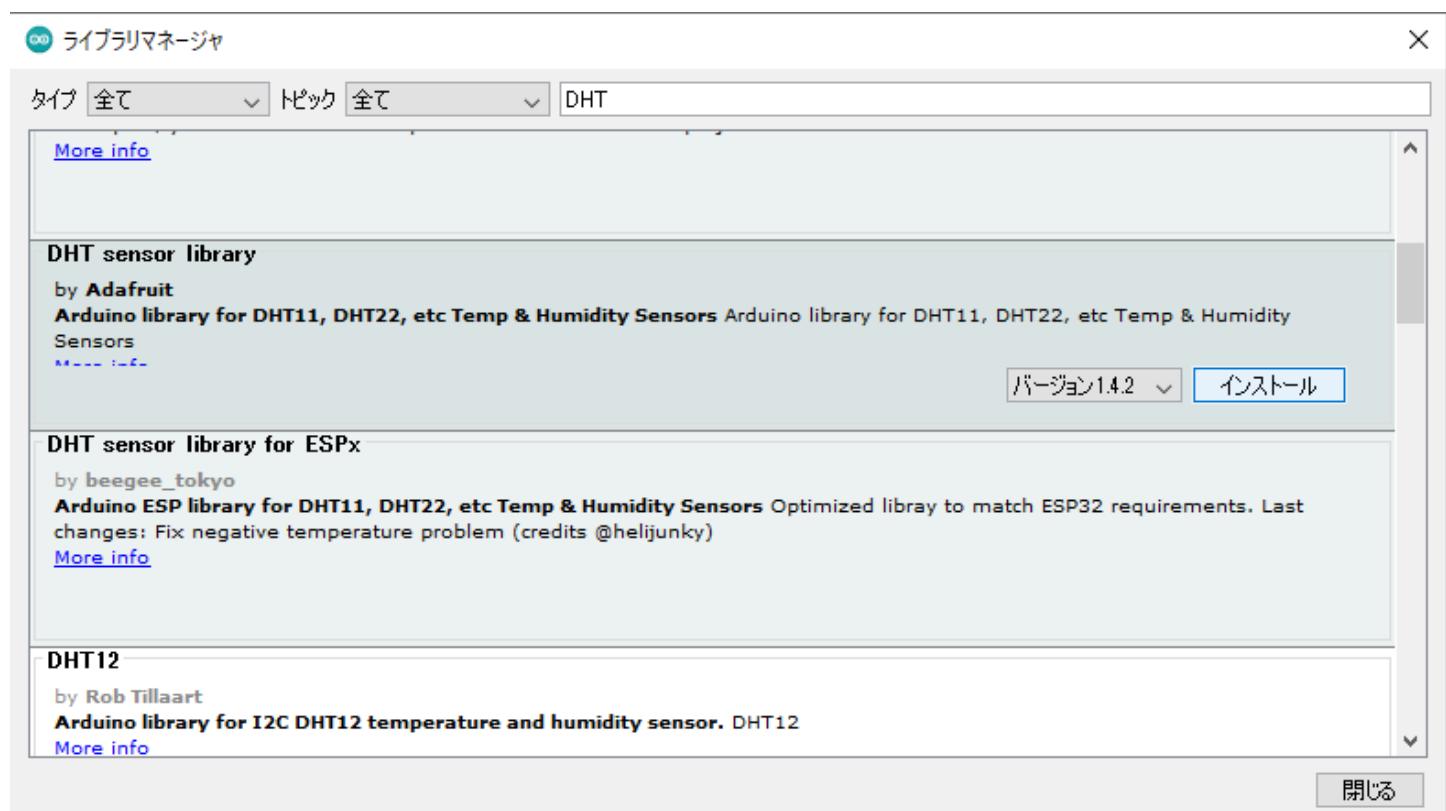


図 4.4: DHT11 用ライブラリのインストール

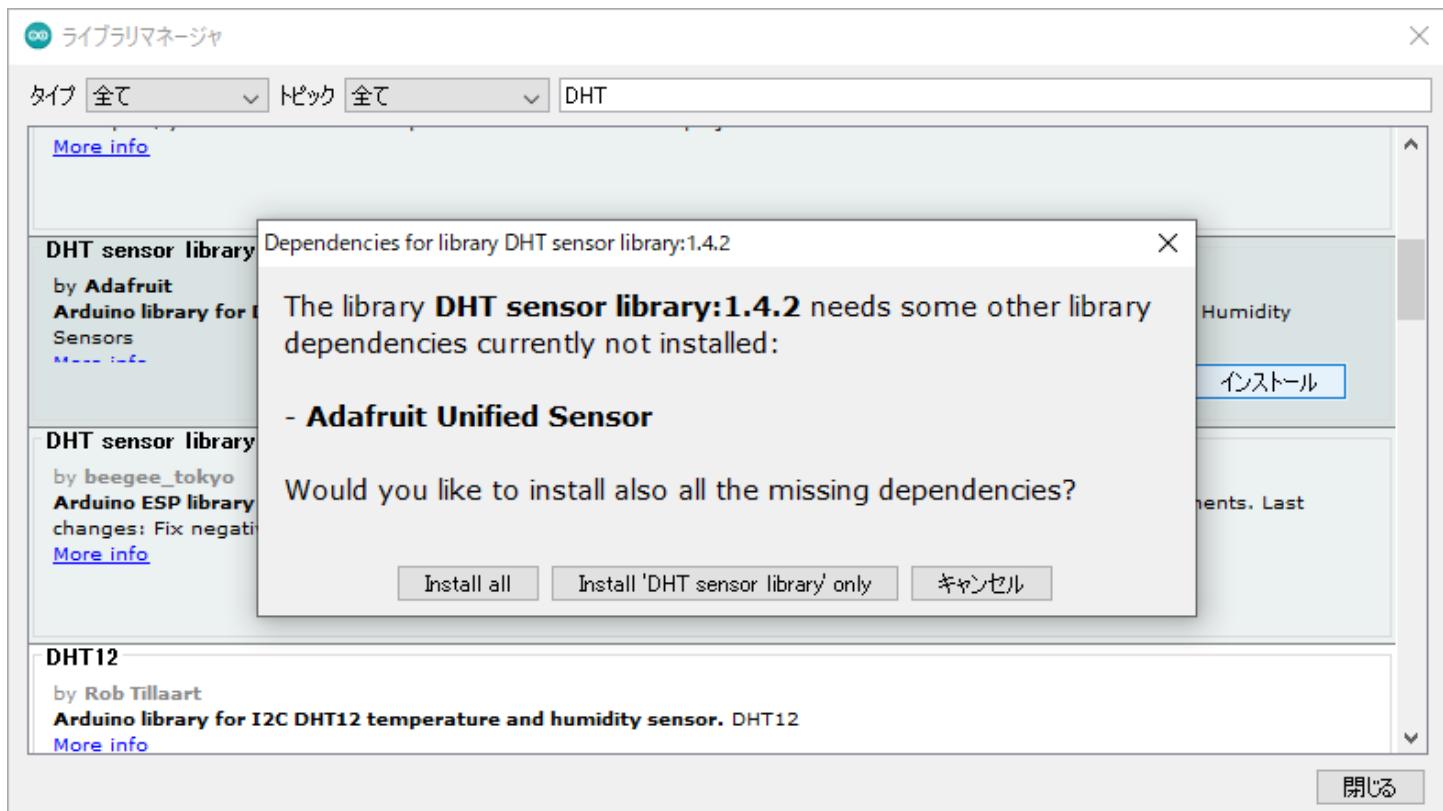
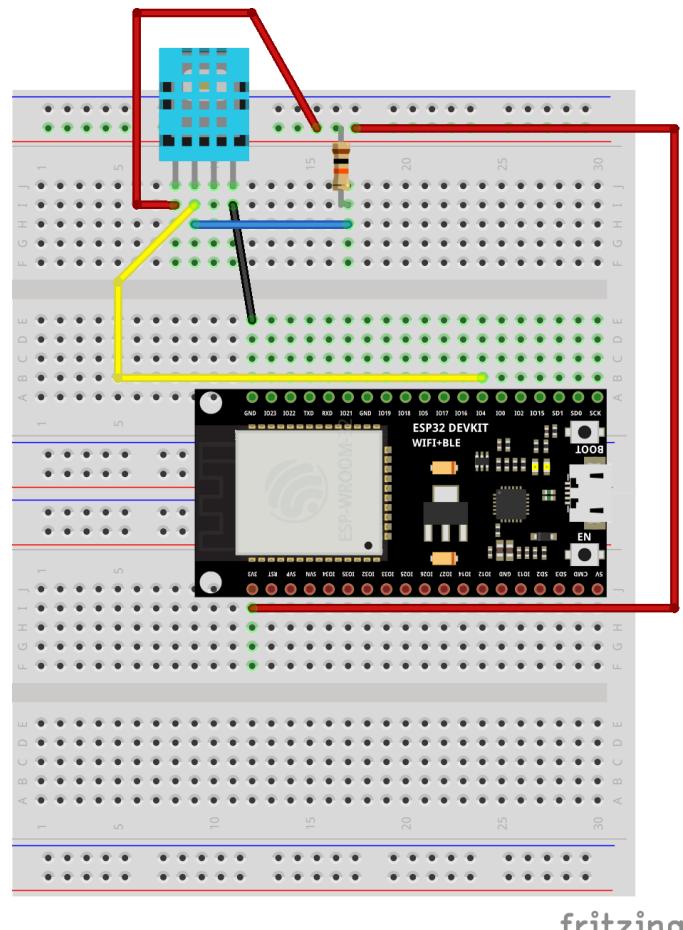


図 4.5: 依存ライブラリのインストール

DHT11 を使って温湿度を測る



fritzing

図 4.6: dht11 回路図

リスト 4.1: dht11

```
#include "DHT.h"

#define DHTPIN 4      // Digital pin connected to the DHT sensor

#define DHTTYPE DHT11 // DHT 11

DHT dht(DHTPIN, DHTTYPE);

void setup() {
    Serial.begin(115200);
    Serial.println(F("DHTxx test!"));
}
```

```
dht.begin();  
}  
  
void loop() {  
    // センサーが値を読むまで待機  
    delay(2000);  
  
    float h = dht.readHumidity();  
    // Read temperature as Celsius (the default)  
    float t = dht.readTemperature();  
  
    // Check if any reads failed and exit early (to try again).  
    if (isnan(h) || isnan(t)) {  
        Serial.println(F("Failed to read from DHT sensor!"));  
        return;  
    }  
  
    // 体感温度  
    // Compute heat index in Celsius (isFahrenheit = false)  
    float hic = dht.computeHeatIndex(t, h, false);  
  
    Serial.print(F("Humidity: "));  
    Serial.print(h);  
    Serial.print(F("% Temperature: "));  
    Serial.print(t);  
    Serial.print(F(" °C "));  
    Serial.print(F(" Heat index: "));  
    Serial.print(hic);  
    Serial.print(F(" °C "));  
}
```

リスト 4.2: tmp

```
Humidity: 56.00% Temperature: 24.50 °C 76.10 °F Heat index: 24.47 °C 76.04 °F  
Humidity: 56.00% Temperature: 24.50 °C 76.10 °F Heat index: 24.47 °C 76.04 °F  
Humidity: 56.00% Temperature: 24.50 °C 76.10 °F Heat index: 24.47 °C 76.04 °F
```

4.2 Webに公開しよう

Wi-Fiと接続する

SSIDとは

アクセスポイントの名前 SSID (Service Set Identifier) とは IEEE802.11 (Wi-Fi 無線 LAN の通信規格) で定められているアクセスポイントの識別子のこと混線を避けるため名付けられている長さは最大 32 文字

ambientについて

Ambient は IoT データの可視化サービスです。 <https://ambidata.io/>

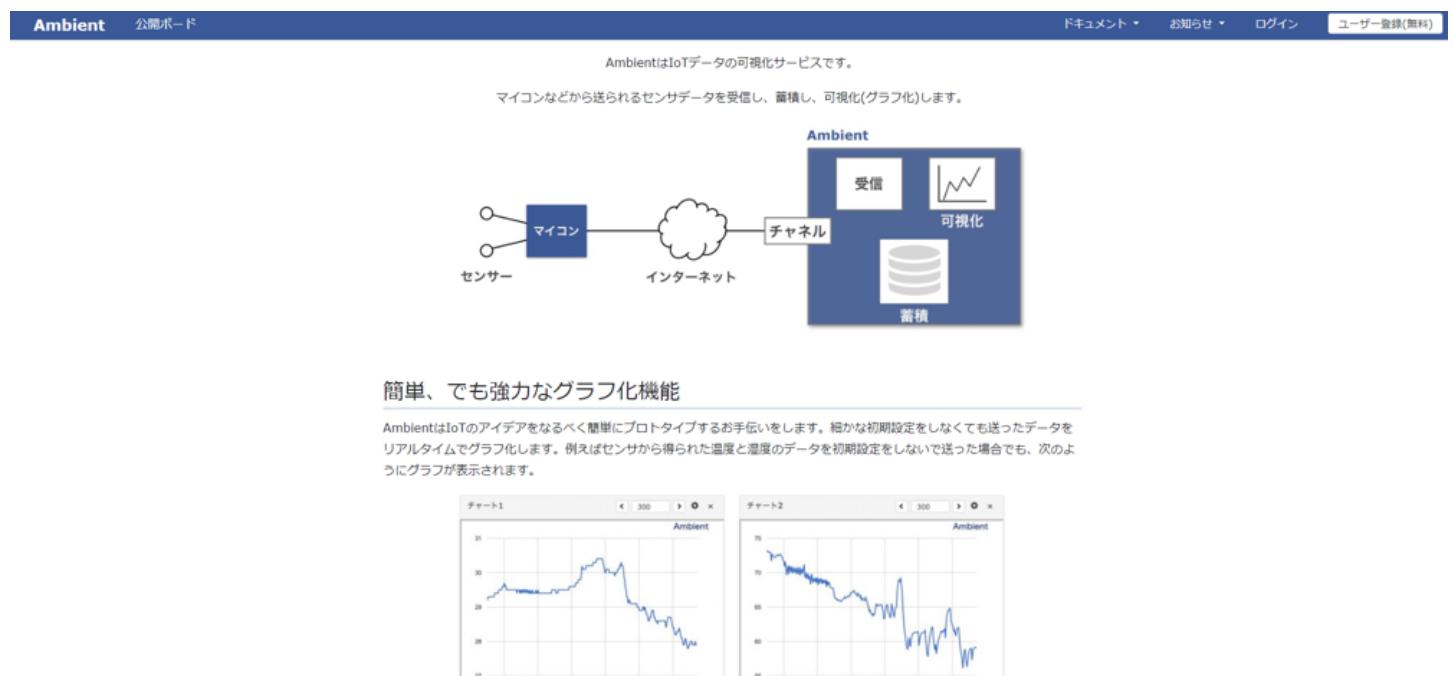


図 4.7: ambient のトップページ

第4章 センサのデータをWeb上に公開しよう 4.2 Webに公開しよう



The screenshot shows the user registration page for the Ambient platform. At the top, there are navigation links: 'Ambient' (highlighted in blue), '公開ボード', 'ドキュメント', 'お知らせ', 'ログイン', and 'ユーザー登録(無料)'. Below the header, there are three input fields: 'メールアドレス' (Email Address), 'パスワード' (Password), and 'パスワード再入力' (Confirm Password). A blue button labeled 'ユーザー登録(無料)' (User Registration (Free)) is positioned below these fields. A note below the button states: '登録した時点で「Ambient利用規約」に書かれた内容に同意したものとします。' (By registering, you agree to the terms and conditions of the 'Ambient User Agreement'). At the bottom of the page, there are links to 'AmbientData Inc.', '利用規約', and '会社概要'.

図 4.8: ユーザ登録



図 4.9: 登録完了メール

第4章 センサのデータをWeb上に公開しよう 4.2 Webに公開しよう



図 4.10: ログイン画面

チャネルを作成します。

The screenshot shows the channel creation completed screen. The header bar includes the 'Ambient' logo, a 'チャンネル一覧' button, and navigation links for 'ドキュメント', 'お知らせ', and a user profile icon with the email 'imanaka33@gmail.com'. Below the header, a message 'ユーザーキー: 2942a2a7b340998f8d' is displayed. A table lists a single channel entry: 'チャネル名' (チャネル39400), 'チャネルID' (39400), 'リードキー' (144e4e6ba54da05b), and 'ライトキー' (624168ad3f97c4b9). Action buttons 'ダウンロード', 'データ削除', and '設定' are shown next to the channel row. At the bottom left, there are buttons for 'チャネルを作る' and 'デバイスキーセット'. The footer contains links for 'AmbientData Inc.', '利用規約', and '会社概要'.

図 4.11: チャネル作成完了画面

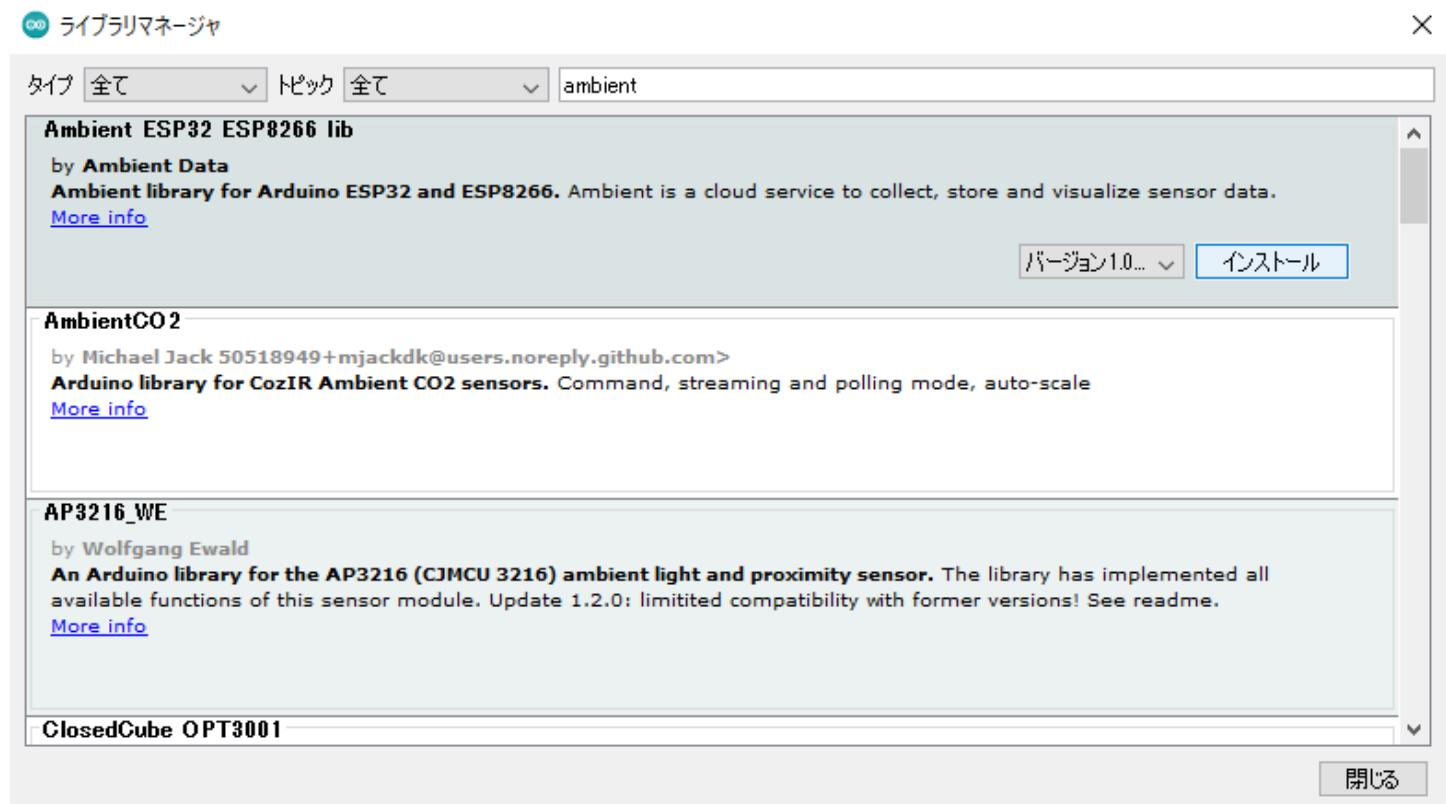


図 4.12: ambient 用ライブラリのインストール

ライブラリのインストール

回路図

コーディング

リスト 4.3: amibient

```
#include "Ambient.h"
#include <WiFi.h>
#include "DHT.h"

#define DHTPIN 4
#define PERIOD 30

WiFiClient client;
Ambient ambient;
#define DHTTYPE DHT11 // DHT 11

unsigned int channelId = 39400; // AmbientのチャネルID(数字)
```

```
const char *writeKey = "624168ad3f97c4b9"; // ライトキー

DHT dht(DHTPIN, DHTTYPE);
void setup()
{
    Serial.begin(115200);
    WiFi.begin("elecom-b2809f-g", "fapd4rpfac3u"); // Wi-Fiの初期化

    while (WiFi.status() != WL_CONNECTED)
    { // Wi-Fiアクセスポイントへの接続待ち
        delay(500);
    }
    dht.begin();
    ambient.begin(channelId, writeKey, &client); // チャネルIDとライトキーを指定して
    Ambientの初期化
}

void loop()
{
    // Wait a few seconds between measurements.
    delay(2000);

    float h = dht.readHumidity();
    // Read temperature as Celsius (the default)
    float t = dht.readTemperature();

    if (isnan(h) || isnan(t))
    {
        Serial.println(F("Failed to read from DHT sensor!"));
        return;
    }

    // Compute heat index in Celsius (isFahreheit = false)
    float hic = dht.computeHeatIndex(t, h, false);
    ambient.set(1, h);
    ambient.set(2, t);
    ambient.set(3, hic);

    ambient.send(); // Ambientにデータを送信

    delay(PERIOD * 1000);
}
```

第5章

WebAPI を使おう

WebAPI とは？

5.1 Weather API を使う

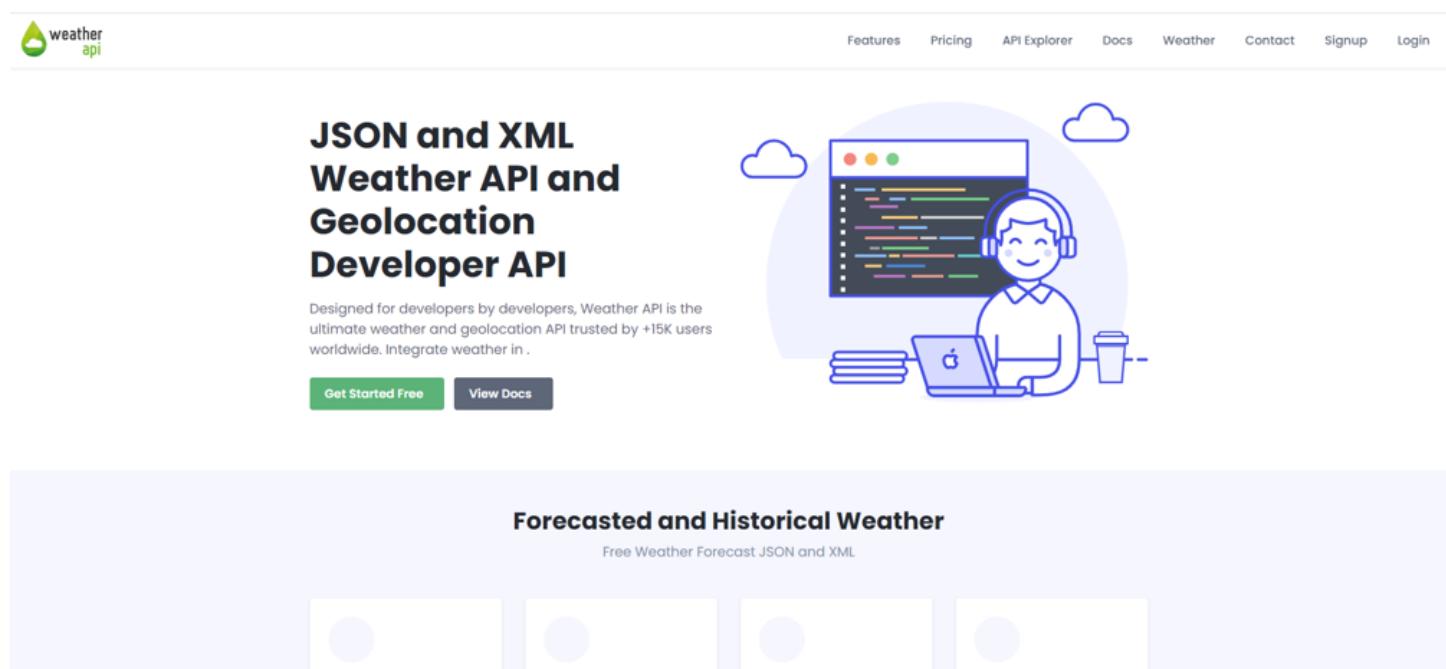


図 5.1: WeatherAPI のトップページ

The screenshot shows the 'Sign Up' page for Weather API. It includes fields for 'Email' (labeled as username), 'Password', and 'Retype Password'. Below these are CAPTCHA and T&C checkboxes. A 'Sign up' button and a 'Contact us' link are at the bottom.

図 5.2: 登録画面

The screenshot shows the 'Login' page for Weather API. It features fields for 'User Name' and 'Password', a 'Remember me next time' checkbox, and 'Log In' and 'Forgot Password' buttons. A promotional banner at the bottom encourages quick signups for free weather data.

図 5.3: ログイン画面

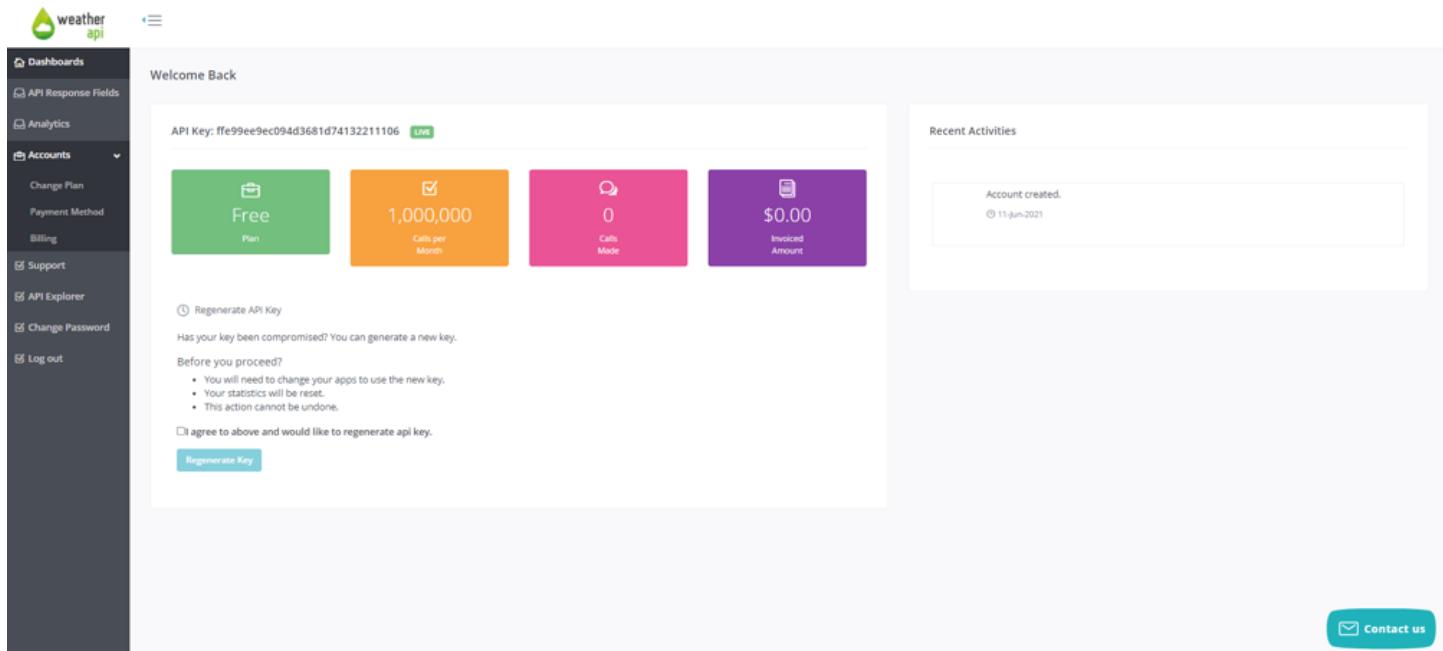


図 5.4: マイページ

The screenshot shows the 'Interactive API Explorer' page. At the top are links: Features, Pricing, API Explorer (selected), Docs, Weather, Contact, and My Account. The main title is 'Interactive API Explorer'. Below it is a note: 'WeatherAPI.com Interactive API explorer or IO Docs allows you to test our APIs and methods. It returns response headers, response code and response body. For complete documentation please visit our [Weather API Documentation](#) section.' The main form has fields for 'Your API Key' (ffe99ee9ec094d3681d7413221106), 'Protocol' (HTTPS), and 'Format' (JSON). A table shows a parameter: **q** with value 'Saitama'. Below this is another table for 'aqi': **aqi** with value 'no'. A navigation bar at the bottom includes Current, Forecast, Search/Autocomplete, History, Astronomy, Time Zone, and Sports. A 'Contact us' button is in the bottom right.

図 5.5: API の試行ページ

Weather API <https://www.weatherapi.com/>

Call https://api.weatherapi.com/v1/current.json?key=*****&q=Saitama&aqi=no

ResponeseCode 200

リスト 5.1: ResponesHeader

```
{  
    "Transfer-Encoding": "chunked",  
    "Connection": "keep-alive",  
    "Vary": "Accept-Encoding",  
    "CDN-PullZone": "93447",  
    "CDN-Uid": "8fa3a04a-75d9-4707-8056-b7b33c8ac7fe",  
    "CDN-RequestCountryCode": "FI",  
    "CDN-EdgeStorageId": "615",  
    "CDN-CachedAt": "2021-07-12 14:05:36",  
    "CDN-RequestPullSuccess": "True",  
    "CDN-RequestPullCode": "200",  
    "CDN-RequestId": "a45be49d32c7a76559a3f3920d337f53",  
    "CDN-Cache": "MISS",  
    "Cache-Control": "public, max-age=180",  
    "Content-Type": "application/json",  
    "Date": "Mon, 12 Jul 2021 12:05:36 GMT",  
    "Server": "BunnyCDN-FI1-615"  
}
```

リスト 5.2: ResponseBody

```
{  
    "location": {  
        "name": "Saitama",  
        "region": "Saitama",  
        "country": "Japan",  
        "lat": 35.91,  
        "lon": 139.66,  
        "tz_id": "Asia/Tokyo",  
        "localtime_epoch": 1626091536,  
        "localtime": "2021-07-12 21:05"  
    },  
    "current": {  
        "last_updated_epoch": 1626087600,  
        "last_updated": "2021-07-12 20:00",  
        "temp_c": 29.4,  
        "temp_f": 84.9,  
        "humidity": 72,  
        "pressure": 1013,  
        "wind_gust_kph": 12.0,  
        "wind_kph": 10.0,  
        "wind_dir": "ESE",  
        "clouds": 20,  
        "uv": 6.0  
    }  
}
```

```
"is_day": 0,  
"condition": {  
    "text": "Partly cloudy",  
    "icon": "//cdn.weatherapi.com/weather/64x64/night/116.png",  
    "code": 1003  
},  
"wind_mph": 7.6,  
"wind_kph": 12.2,  
"wind_degree": 162,  
"wind_dir": "SSE",  
"pressure_mb": 1010.0,  
"pressure_in": 30.3,  
"precip_mm": 0.0,  
"precip_in": 0.0,  
"humidity": 61,  
"cloud": 47,  
"feelslike_c": 32.1,  
"feelslike_f": 89.8,  
"vis_km": 10.0,  
"vis_miles": 6.0,  
"uv": 7.0,  
"gust_mph": 9.2,  
"gust_kph": 14.8  
}  
}
```

この形式を JSON(JavaScript Object Node)と言います。これらの形式が、WeatherAPI から帰ってくるため、ESP32 側で使えるようにしなければなりませんそこで、公開されているライブラリである `arduinoJSON` を利用します。

ライブラリのインストール

[** `arduinoJSON`] JSON ドキュメントを作る時にキャパシティを計算する必要がある
`ArduinoJson Assistant` <https://arduinojson.org/v6/assistant/>

The screenshot shows the ArduinoJson Assistant homepage. At the top, there's a navigation bar with links for Documentation, Assistant, Troubleshooter, Book, News, and a search bar. Below the navigation is a teal header bar with the title "ArduinoJson Assistant" and a subtitle explaining the tool's purpose: "The ArduinoJson Assistant is an online tool that computes the required `JsonDocument` capacity for a given document and generates a sample program." A "Support the project ❤️" button is also present.

Below the header is a horizontal navigation bar with four steps: 1 Configuration, 2 JSON, 3 Size, and 4 Program. The first step, "Step 1: Configuration", is currently active. It contains fields for Processor (ESP32), Mode (Deserialize), and Input type (String). A note below the input type field says, "This is most likely a bad choice, prefer `char*` or `stream`". A green info box at the bottom left states, "💡 This is the Assistant for ArduinoJson 6.18.1. Make sure the same version is installed on your computer." A "Next: JSON" button is located at the bottom right of the configuration section.

At the bottom of the page is a dark footer bar with links for About, Contact, and Privacy. It also includes a newsletter sign-up form with fields for "Your email" and "Subscribe".

図 5.6: ArudinoAssistant のトップページ

This screenshot shows the same ArduinoJson Assistant homepage as the previous one, but the "Step 2: JSON" section is now active. The "Input" field contains a complex JSON object representing weather data from OpenWeatherMap and Reddit. The JSON is as follows:

```

[{"location": {"name": "Saitama", "region": "Saitama", "country": "Japan", "lat": 35.91, "lon": 139.66, "tz_id": "Asia/Tokyo", "localtime_epoch": 1626533912, "localtime": "2021-07-17 23:58"}, "current": {"last_updated_epoch": 1626533100, "last_updated": "2021-07-17 23:45", "temp_c": 23.3, "temp_f": 73.9, "is_day": 0, "condition": {"text": "Clear", "icon": "//cdn.weatherapi.com/weather/64x64/night/113.png", "code": 1000}, "wind_mph": 3.8, "wind_kph": 6.1, "wind_degree": 250, "wind_dir": "WSW", "pressure_mb": 1019.0, "pressure_in": 30.6, "precip_mm": 0.0, "precip_in": 0.0, "humidity": 88, "cloud": 0, "feelslike_c": 24.9, "feelslike_f": 76.9, "vis_km": 16.0, "vis_miles": 9.0, "uv": 1.0, "gust_mph": 13.9, "gust_kph": 22.3}}

```

The input field has a note "Input length: 660" and a "Prettify" button. Navigation buttons "Previous" and "Next: Size" are at the bottom of the JSON section. The rest of the page, including the footer, is identical to the previous screenshot.

図 5.7: JSON の大きさ設定

The screenshot shows the ArduinoJson Assistant website. At the top, there are links for Documentation, Assistant, Troubleshooter, Book, and News, along with a search bar. Below the header, the title "ArduinoJson Assistant" is displayed, followed by a subtitle: "The ArduinoJson Assistant is an online tool that computes the required `JsonDocument` capacity for a given document and generates a sample program." A navigation bar at the top has four steps: 1 Configuration, 2 JSON, 3 Size (which is highlighted), and 4 Program.

The main content area is titled "Step 3: Size". It displays memory requirements for different components:

	Value	Description
Data structures	576	Bytes needed to stores the JSON objects and arrays in memory
Strings	441	Bytes needed to stores the strings in memory
Total (minimum)	1017	Minimum capacity for the <code>JsonDocument</code> .
Total (recommended)	1536	Including some slack in case the strings change, and rounded to a power of two

Below this table is a "Tweaks (advanced users only)" section with a dropdown menu. At the bottom of the page are "Previous" and "Next: Program" buttons.

At the bottom of the page, there is footer information about the library, a newsletter sign-up form, and links to About, Contact, and Privacy.

図 5.8: JSON のサイズ確認画面

The screenshot shows the Arduino Library Manager interface. At the top, there is a search bar with the text "arduinoJSON" and a "Search" button. Below the search bar, the results are listed:

- ArduinoJson** by Benoit Blanchon, Version 6.18.0 INSTALLED. Description: A simple and efficient JSON library for embedded C++. It supports serialization, deserialization, MessagePack, fixed allocation, zero-copy, streams, filtering, and more. It is the most popular Arduino library on GitHub. Check out arduinojson.org for a comprehensive documentation. There are "More info", "バージョンを選択", "インストール", and "更新" buttons.
- cloud4rpipi-esp-arduino** by Cloud4RPi. Description: Connect a board to the Cloud4RPi control panel using MQTT - <https://cloud4rpipi.io>. It is a Cloud4RPi client library for ESP8266 and ESP32 based boards. Dependencies: ArduinoJson, PubSubClient. There are "More info" and "更新" buttons.
- Constellation** by Sebastien Warin. Description: Arduino/ESP library for Constellation 1.8. This library uses the Arduino JSON library (<https://github.com/bblanchon/ArduinoJson>) (version 5.x) to encode & decode JSON. There are "More info" and "更新" buttons.

At the bottom right of the window is a "閉じる" (Close) button.

図 5.9: ArduinoJson 用ライブラリのインストール

リスト 5.3: 最初のプログラム

```
// String input;

StaticJsonDocument<1536> doc;

DeserializationError error = deserializeJson(doc, input);

if (error) {
    Serial.print(F("deserializeJson() failed: "));
    Serial.println(error.f_str());
    return;
}

JsonObject location = doc["location"];
const char* location_name = location["name"]; // "Saitama"
const char* location_region = location["region"]; // "Saitama"
const char* location_country = location["country"]; // "Japan"
float location_lat = location["lat"]; // 35.91
float location_lon = location["lon"]; // 139.66
const char* location_tz_id = location["tz_id"]; // "Asia/Tokyo"
long location_localtime_epoch = location["localtime_epoch"]; // 1626533912
const char* location_localtime = location["localtime"]; // "2021-07-17 23:58"

JsonObject current = doc["current"];
long current_last_updated_epoch = current["last_updated_epoch"]; // 1626533100
const char* current_last_updated = current["last_updated"]; // "2021-07-17 23:45"
float current_temp_c = current["temp_c"]; // 23.3
float current_temp_f = current["temp_f"]; // 73.9
int current_is_day = current["is_day"]; // 0

JsonObject current_condition = current["condition"];
const char* current_condition_text = current_condition["text"]; // "Clear"
const char* current_condition_icon = current_condition["icon"];
int current_condition_code = current_condition["code"]; // 1000

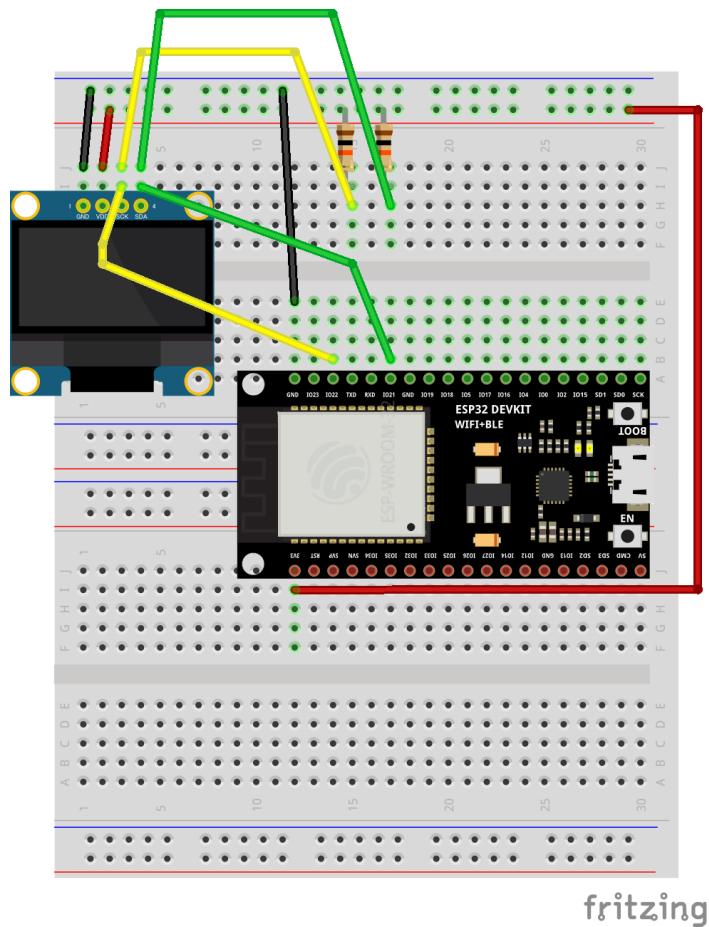
float current_wind_mph = current["wind_mph"]; // 3.8
float current_wind_kph = current["wind_kph"]; // 6.1
int current_wind_degree = current["wind_degree"]; // 250
const char* current_wind_dir = current["wind_dir"]; // "WSW"
int current_pressure_mb = current["pressure_mb"]; // 1019
float current_pressure_in = current["pressure_in"]; // 30.6
int current_precip_mm = current["precip_mm"]; // 0
int current_precip_in = current["precip_in"]; // 0
int current_humidity = current["humidity"]; // 88
```

```
int current_cloud = current["cloud"]; // 0
float current_feelslike_c = current["feelslike_c"]; // 24.9
float current_feelslike_f = current["feelslike_f"]; // 76.9
int current_vis_km = current["vis_km"]; // 16
int current_vis_miles = current["vis_miles"]; // 9
int current_uv = current["uv"]; // 1
float current_gust_mph = current["gust_mph"]; // 13.9
float current_gust_kph = current["gust_kph"]; // 22.3
```

5.2 ディスプレイを使う

I2C とは

4 本の線を接続するだけでセンサーヤ表示デバイスを手軽に利用できる I2C (Inter Integrated Circuit) IC 間で通信することを目的に、フィリップ社が開発したシリアル通信方式データのやり取りをする SDA (シリアルデータ) と、IC 間でタイミングを合わせるために利用する SCL (シリアルクロック) 2 本の線をつなげることで、互いにデータのやり取りえをするようになっている GND と電源にもつなげるので 4 本必要 I2C は各種デバイスを制御するマスターと、マスターからの命令によって制御されるスレーブに分かれるマスターはマイコンに当たるデバイスを制御する場合に、対象デバイスを指定する必要がある各 I2C デバイスには I2C アドレスが割り当てられているアドレスは 16 進数表記で 0x03 から 0x77 までの 117 個のアドレスが利用できる大体は製品出荷時にアドレスが割り当てられている



fritzing

図 5.10: oled



図 5.11: SSD1306 用ライブラリのインストール

リスト 5.4: oled

```
#include <Wire.h>
#include "SSD1306.h"
using namespace std;

SSD1306 display(0x3c, 21, 22);

void setup()
{
    display.init();
    display.setFont(ArialMT_Plain_16);
    display.drawString(0, 0, "Hello World");
    display.display();
}

void loop(){}
}
```

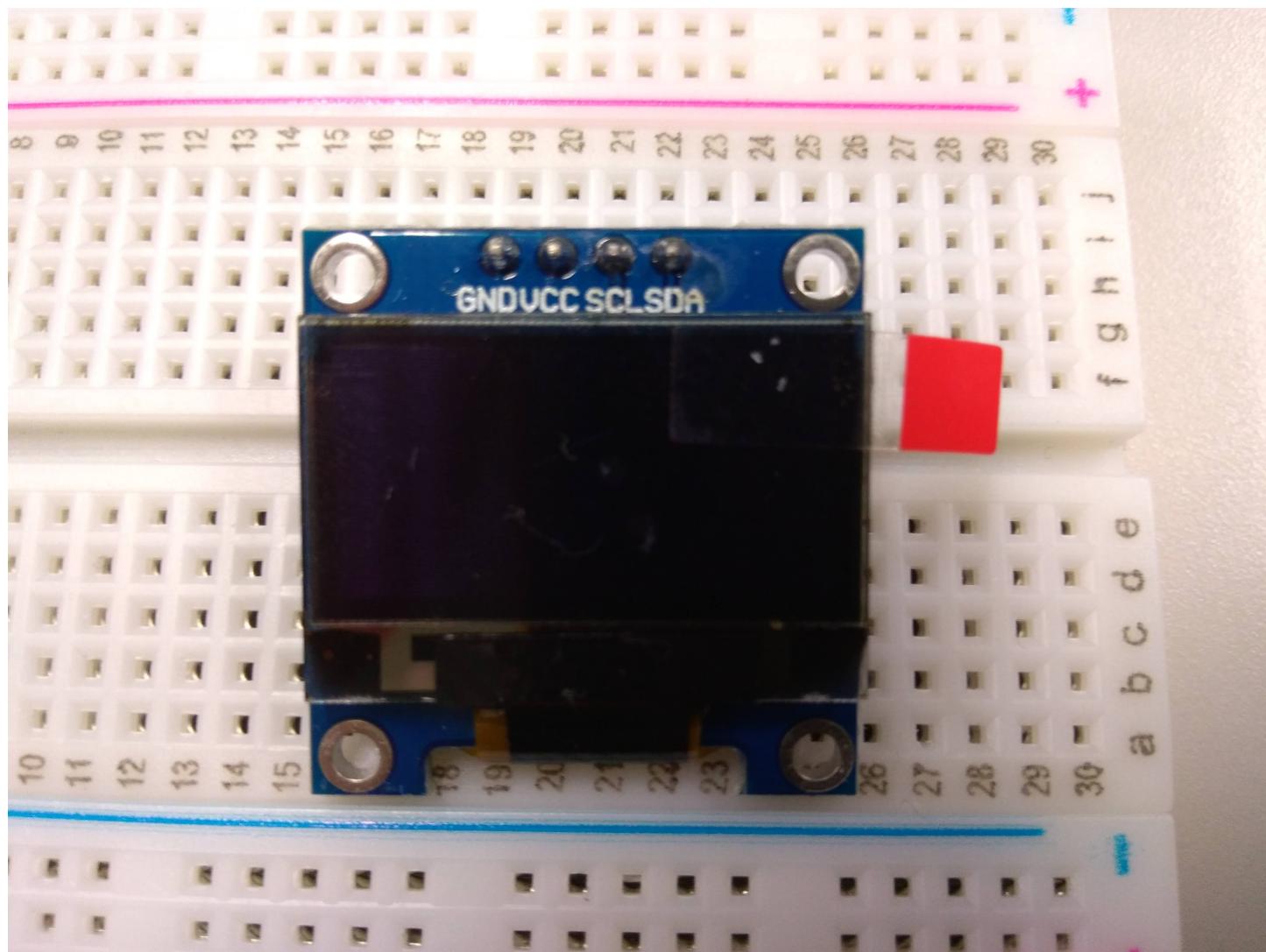


図 5.12: SSD1306 用ライブラリのインストール

リスト 5.5: weather_api

```
#include <Arduino.h>

// #include <Arduino_JSON.h>
#include <ArduinoJson.h>
#include <WiFi.h>
#include <WiFiMulti.h>

#include <HTTPClient.h>
```

```
#define USE_SERIAL Serial

WiFiMulti wifiMulti;

void setup()
{
    USE_SERIAL.begin(115200);

    USE_SERIAL.println();
    USE_SERIAL.println();
    USE_SERIAL.println();

    for (uint8_t t = 4; t > 0; t--)
    {
        USE_SERIAL.printf("[SETUP] WAIT %d...\n", t);
        USE_SERIAL.flush();
        delay(1000);
    }

    wifiMulti.addAP("elecom-b2809f-g", "fapd4rpfac3u");
}

void loop()
{
    // wait for WiFi connection
    if ((wifiMulti.run() == WL_CONNECTED))
    {

        HTTPClient http;

        USE_SERIAL.print("[HTTP] begin...\n");
        // configure traged server and url
        //http.begin("https://www.howsmyssl.com/a/check", ca); //HTTPS
        http.begin("https://api.weatherapi.com/v1/current.json?key=ffe99ee9ec094d3681d74");

        USE_SERIAL.print("[HTTP] GET...\n");
        // start connection and send HTTP header
        int httpCode = http.GET();

        // httpCode will be negative on error
        if (httpCode > 0)
        {
            // HTTP header has been send and Server response header has been handled
        }
    }
}
```

```
USE_SERIAL.printf("[HTTP] GET... code: %d\n", httpCode);

    // file found at server
    if (httpCode == HTTP_CODE_OK)
    {
        String payload = http.getString();
        USE_SERIAL.println(payload);
        parse(payload);
    }
}
else
{
    USE_SERIAL.printf("[HTTP] GET... failed, error: %s\n", http.errorToString());
}

http.end();
}

delay(50000);
}

void parse(String input)
{
    USE_SERIAL.println("parse");
    USE_SERIAL.println("=====");
    StaticJsonDocument<1536> doc;

    DeserializationError error = deserializeJson(doc, input);

    if (error)
    {
        USE_SERIAL.print(F("deserializeJson() failed: "));
        USE_SERIAL.println(error.f_str());
        return;
    }

    JsonObject location = doc["location"];
    const char *location_name = location["name"]; // "Saitama"
    const char *location_region = location["region"]; // "Saitama"
    const char *location_country = location["country"]; // "Japan"
    float location_lat = location["lat"]; // 35.91
    float location_lon = location["lon"]; // 139.66
    const char *location_tz_id = location["tz_id"]; // "Asia/Tokyo"
    long location_localtime_epoch = location["localtime_epoch"]; // 1626533912
}
```

```
const char *location_localtime = location["localtime"];           // "2021-07-17 23:59:59"
USE_SERIAL.println(location_country);

JsonObject current = doc["current"];
long current_last_updated_epoch = current["last_updated_epoch"]; // 1626533100
const char *current_last_updated = current["last_updated"];        // "2021-07-17T11:55:59Z"
float current_temp_c = current["temp_c"];                           // 23.3
float current_temp_f = current["temp_f"];                           // 73.9
int current_is_day = current["is_day"];                            // 0

JsonObject current_condition = current["condition"];
const char *current_condition_text = current_condition["text"]; // "Clear"
const char *current_condition_icon = current_condition["icon"];
int current_condition_code = current_condition["code"]; // 1000

float current_wind_mph = current["wind_mph"];          // 3.8
float current_wind_kph = current["wind_kph"];          // 6.1
int current_wind_degree = current["wind_degree"];      // 250
const char *current_wind_dir = current["wind_dir"];    // "WSW"
int current_pressure_mb = current["pressure_mb"];     // 1019
float current_pressure_in = current["pressure_in"];   // 30.6
int current_precip_mm = current["precip_mm"];         // 0
int current_precip_in = current["precip_in"];         // 0
int current_humidity = current["humidity"];           // 88
int current_cloud = current["cloud"];                 // 0
float current_feelslike_c = current["feelslike_c"];  // 24.9
float current_feelslike_f = current["feelslike_f"];  // 76.9
int current_vis_km = current["vis_km"];               // 16
int current_vis_miles = current["vis_miles"];        // 9
int current_uv = current["uv"];                      // 1
float current_gust_mph = current["gust_mph"];        // 13.9
float current_gust_kph = current["gust_kph"];        // 22.3
return;
}
```

コラム：コラム：サーバクライアント
サーバ？ クライアント？ とは何

5.3 應用問題: Web サーバからの L チカ

第6章

応用編

6.1 外部からエアコンの電源を操作する

6.2 2台のESP32を使ってピンポンする

サーバクライアント Interface 2018.9 より Wi-Fi ネットワークはアクセス・ポイント (AP)を中心としたネットワークアクセスポイントは多くの場合、インターネットなどの他のネットワークに接続しており、その場合はルータとも呼ばれるアクセス・ポイントに接続する端末をステーション (STA) という ESP32 を AP モードするには> WiFi.softAP(ssid, password); STA モードでアクセスポイントに接続するには> WiFi.begin(ssid, password);

WiFi のアクセスポイントがなくても ESP32 が 2 庁あれば、片方をアクセスポイントにして通信できる

6.3 VScode から ESP32 にスケッチを書き込む

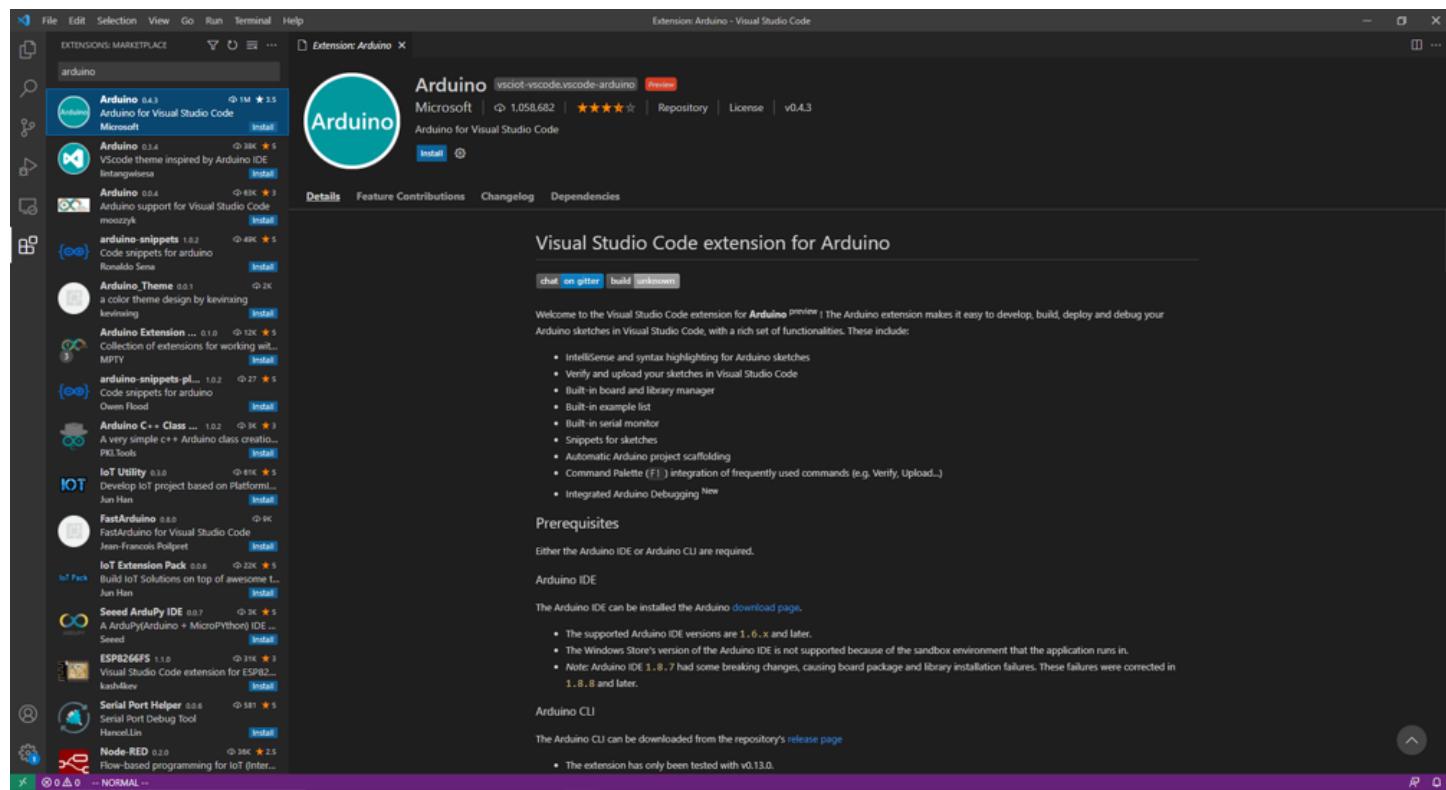


図 6.1: 1

コマンドパレット `ctrl shift P`

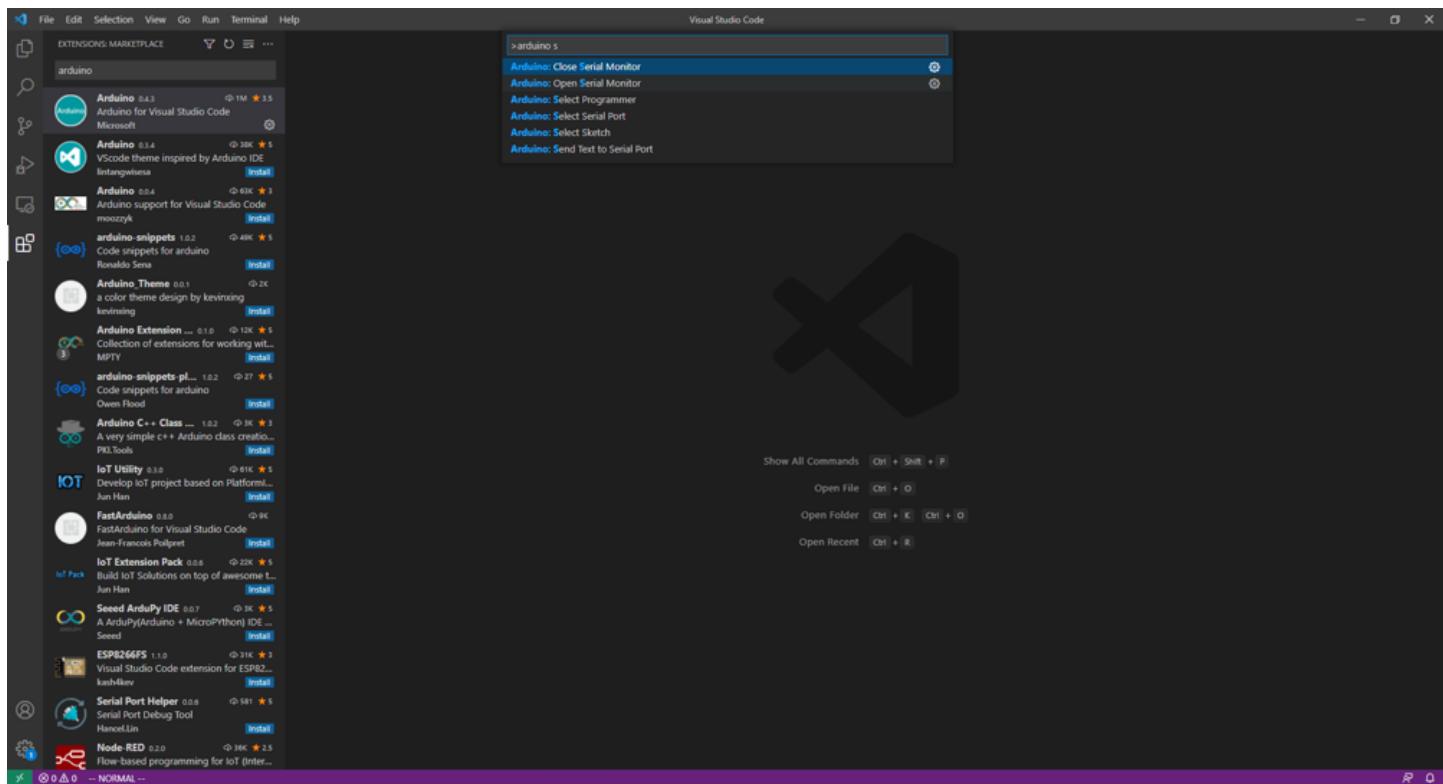


図 6.2: 2

arduino serial

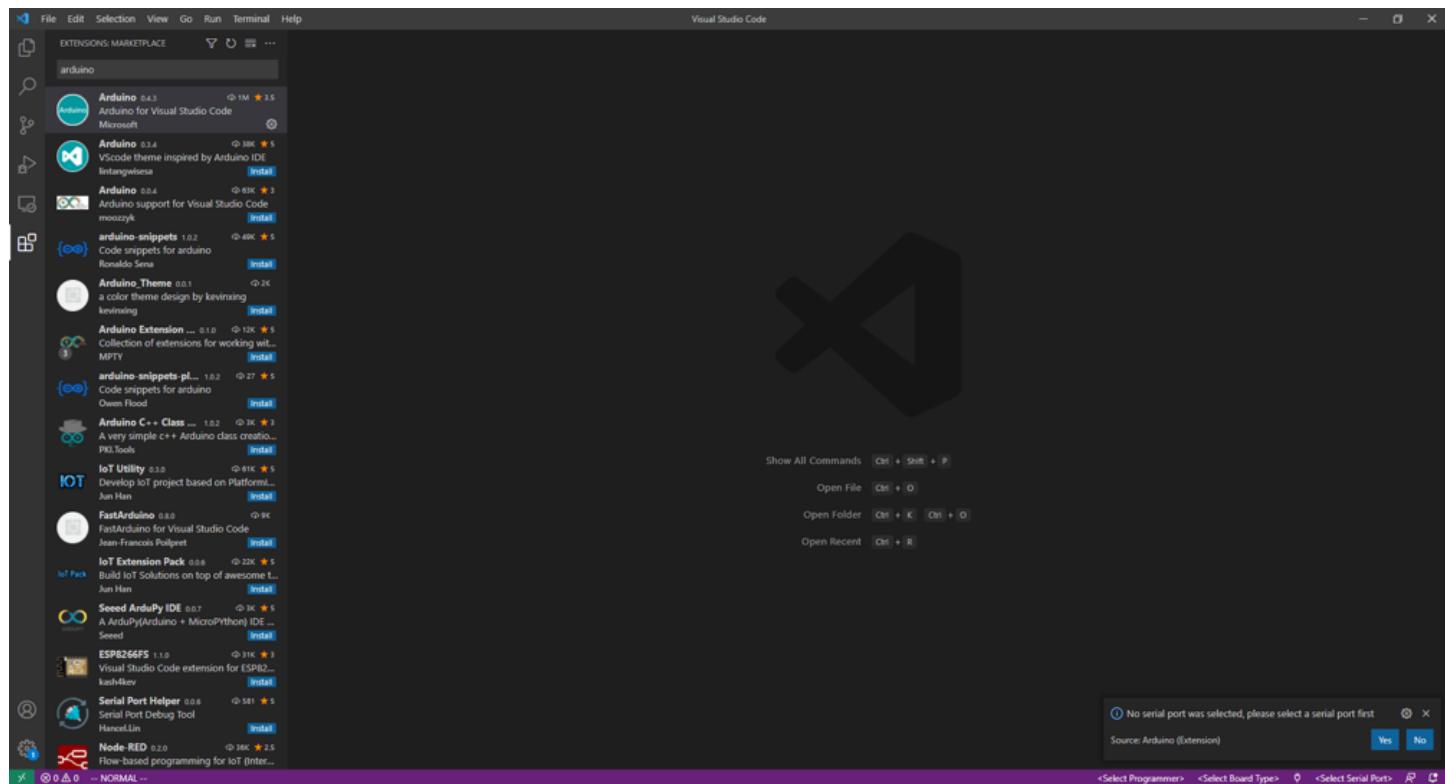


図 6.3: 3

/mnt/c/Users/Document/Arduino

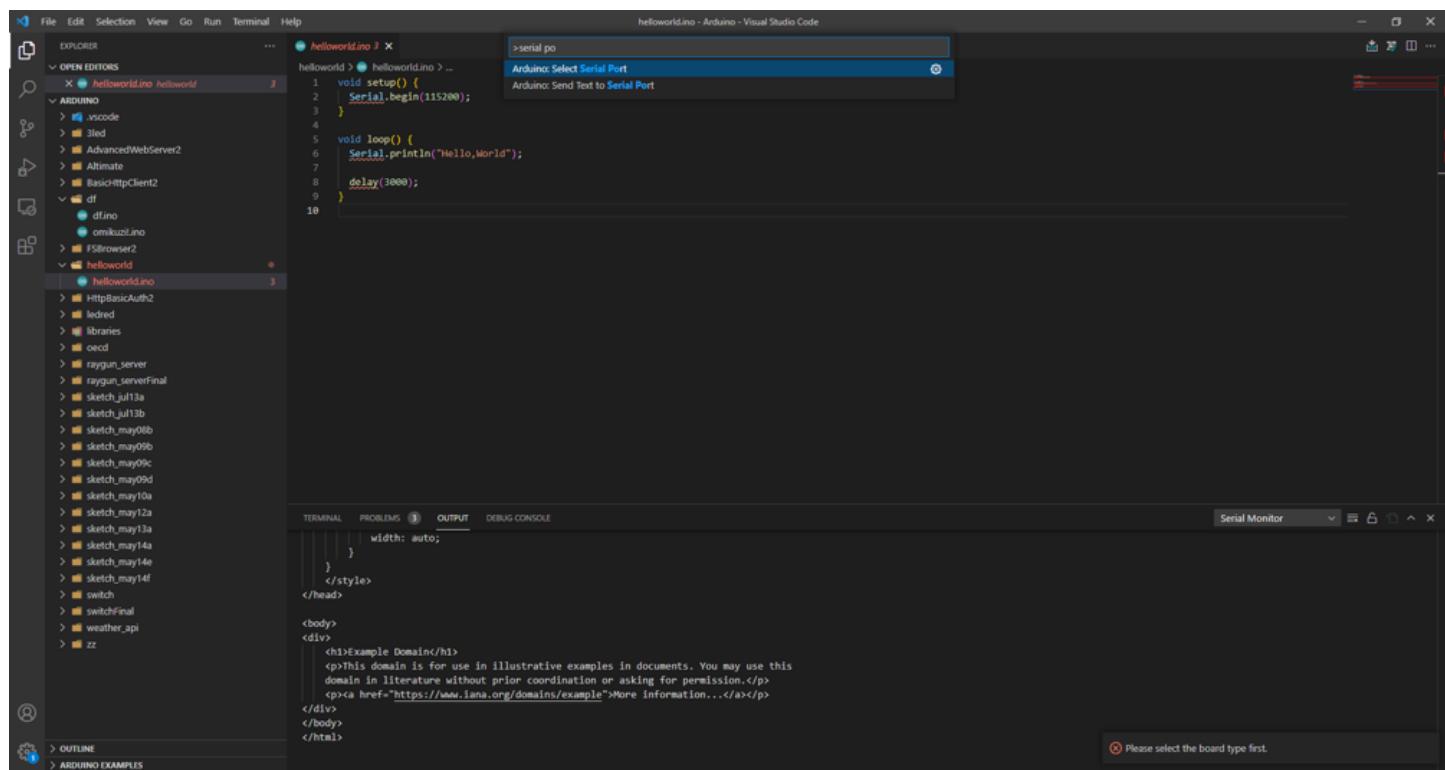


図 6.4: 4

serial port 選択

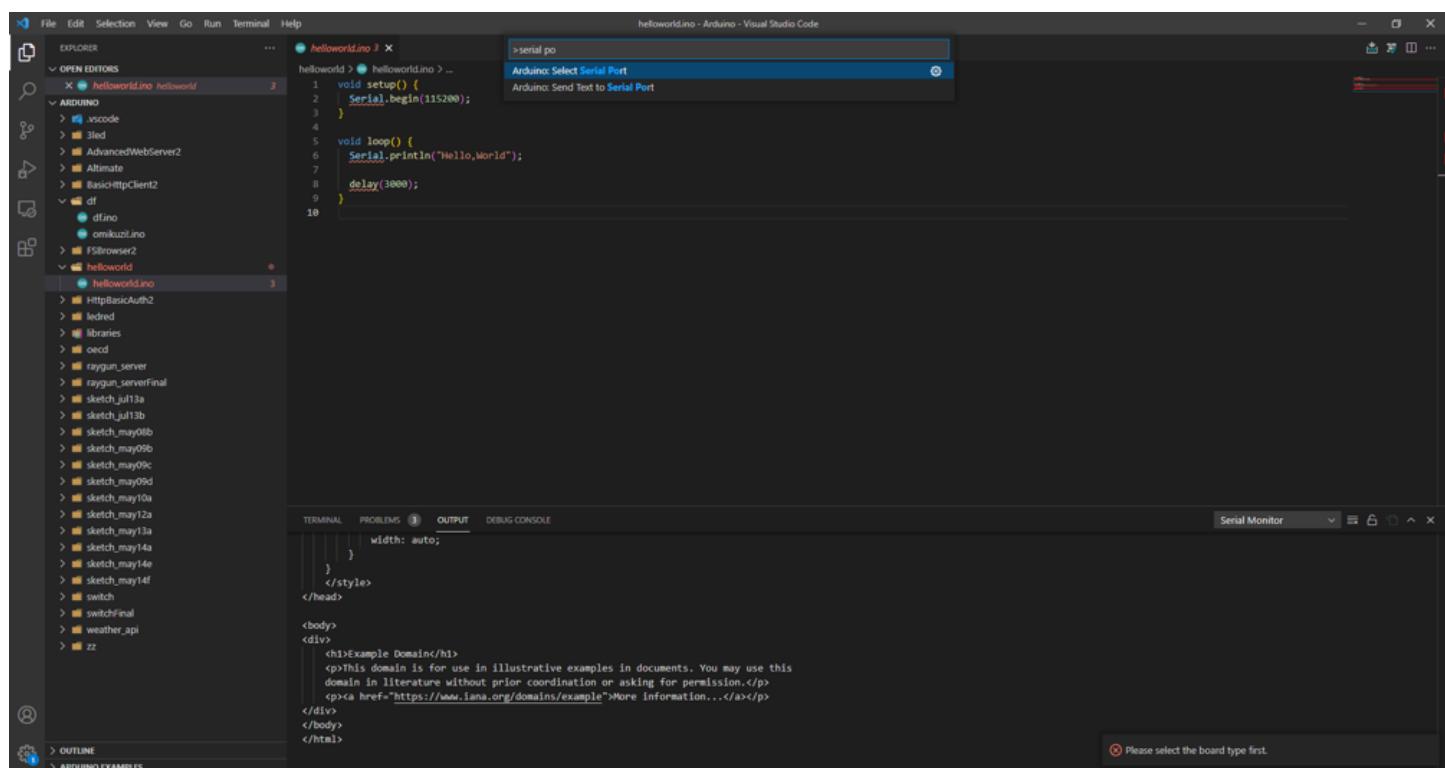


図 6.5: 5

ボード選択

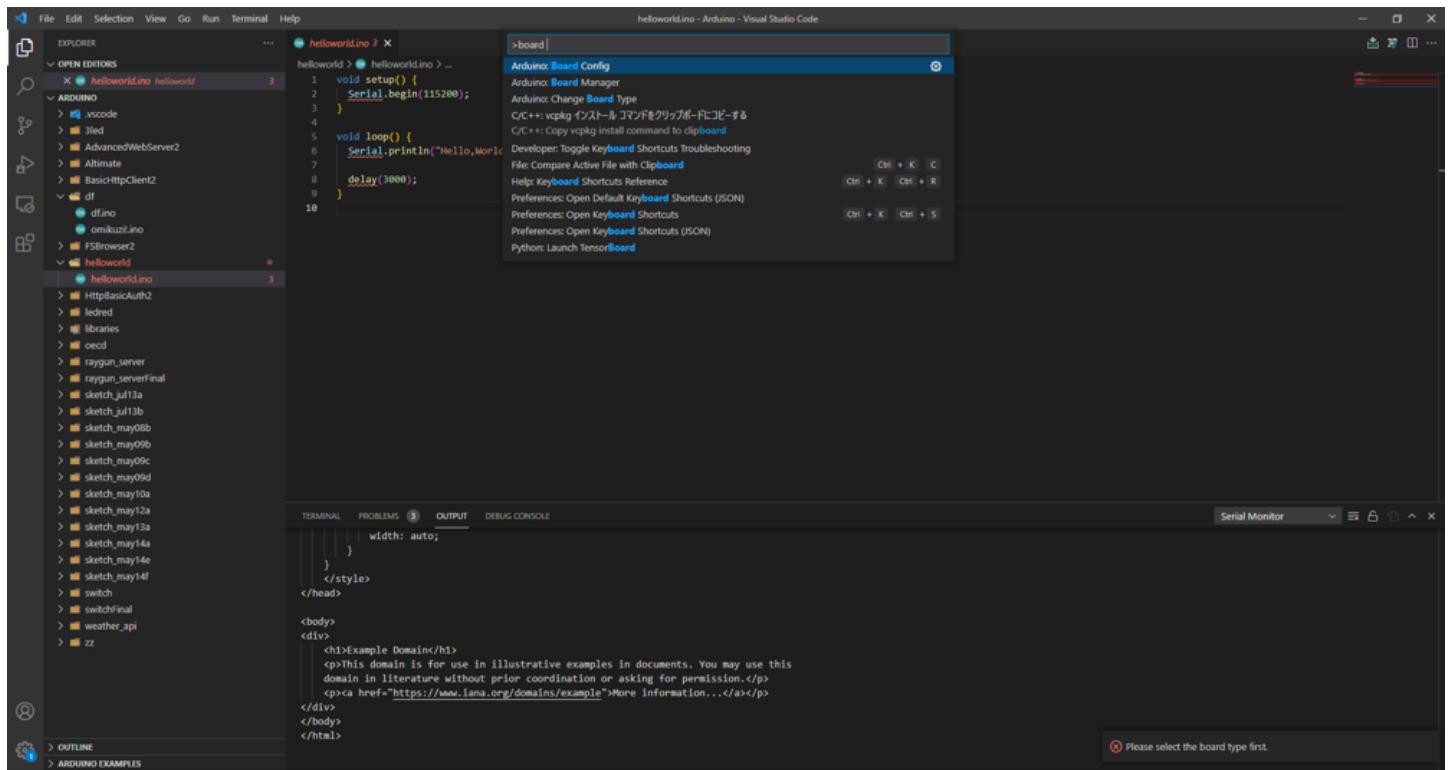


図 6.6: 6

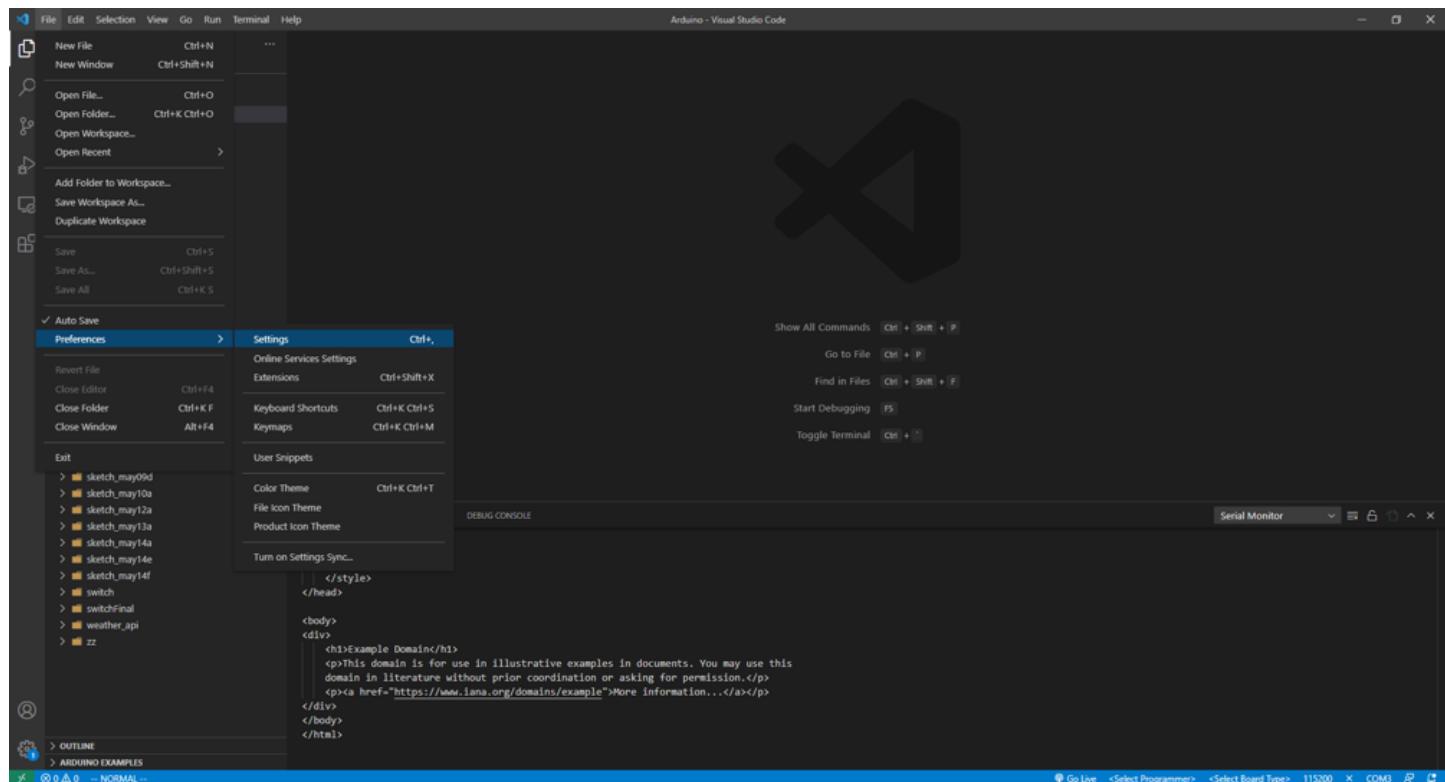


図 6.7: 7

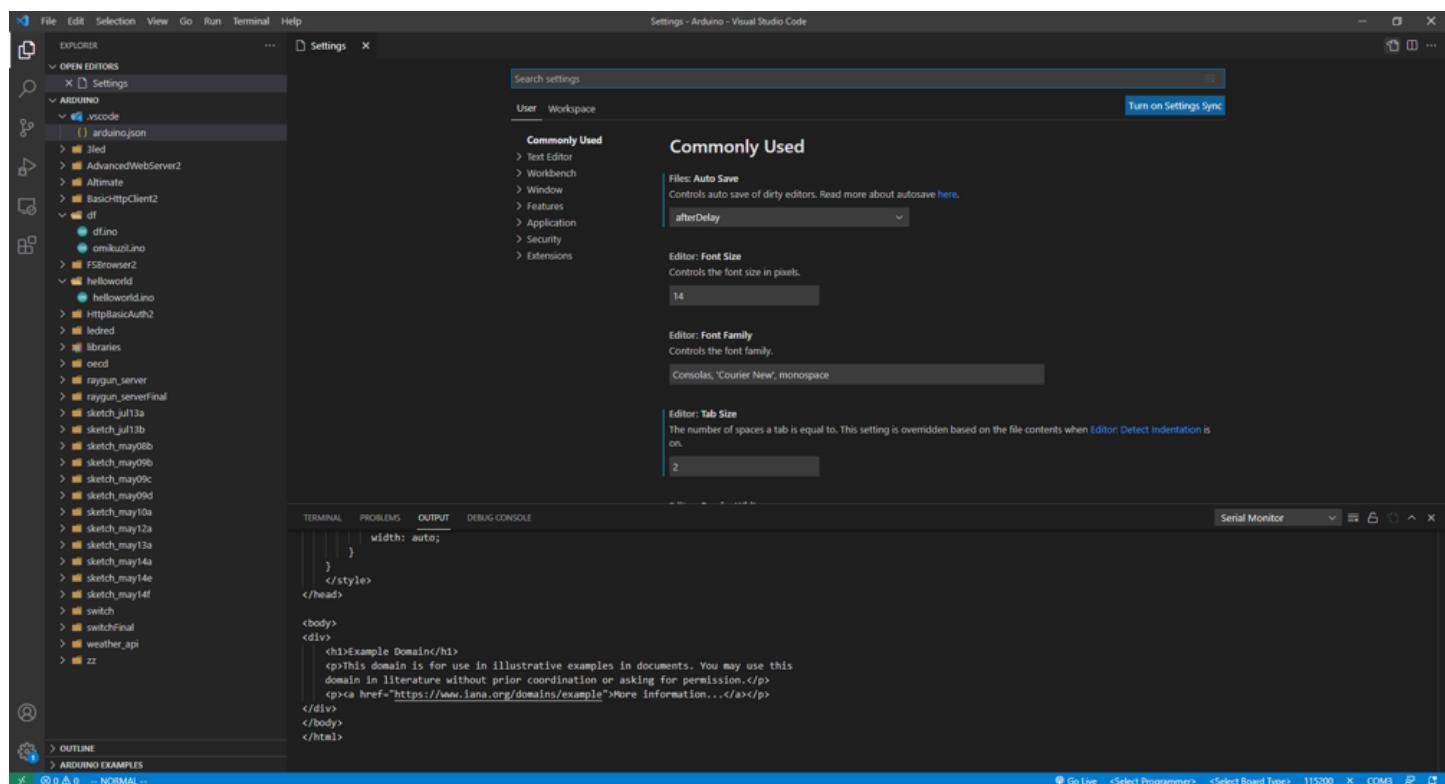


図 6.8: 8

リスト 6.1: json

```
"arduino.additionalUrls": [  
    "https://raw.githubusercontent.com/espressif/arduino-esp32/gh-pages/package_esp32_index.json",  
],
```

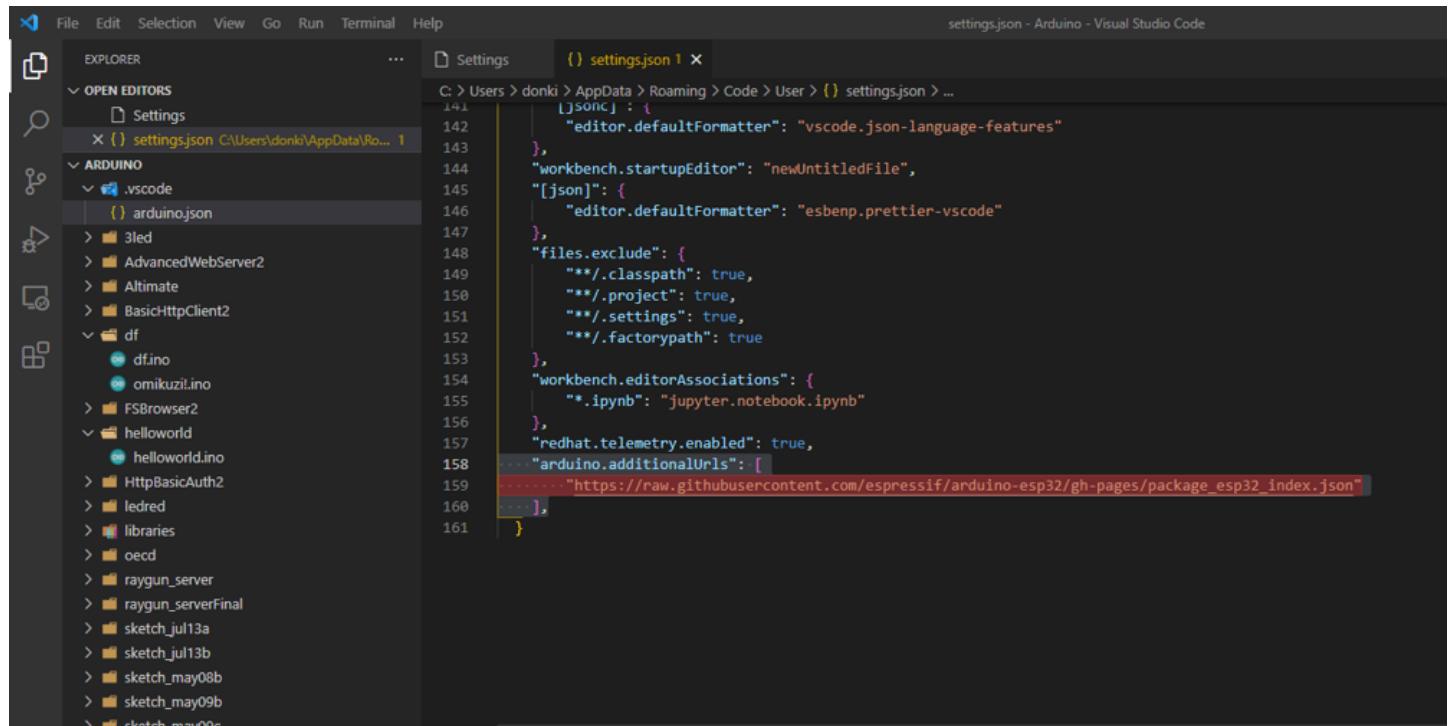


図 6.9: 9

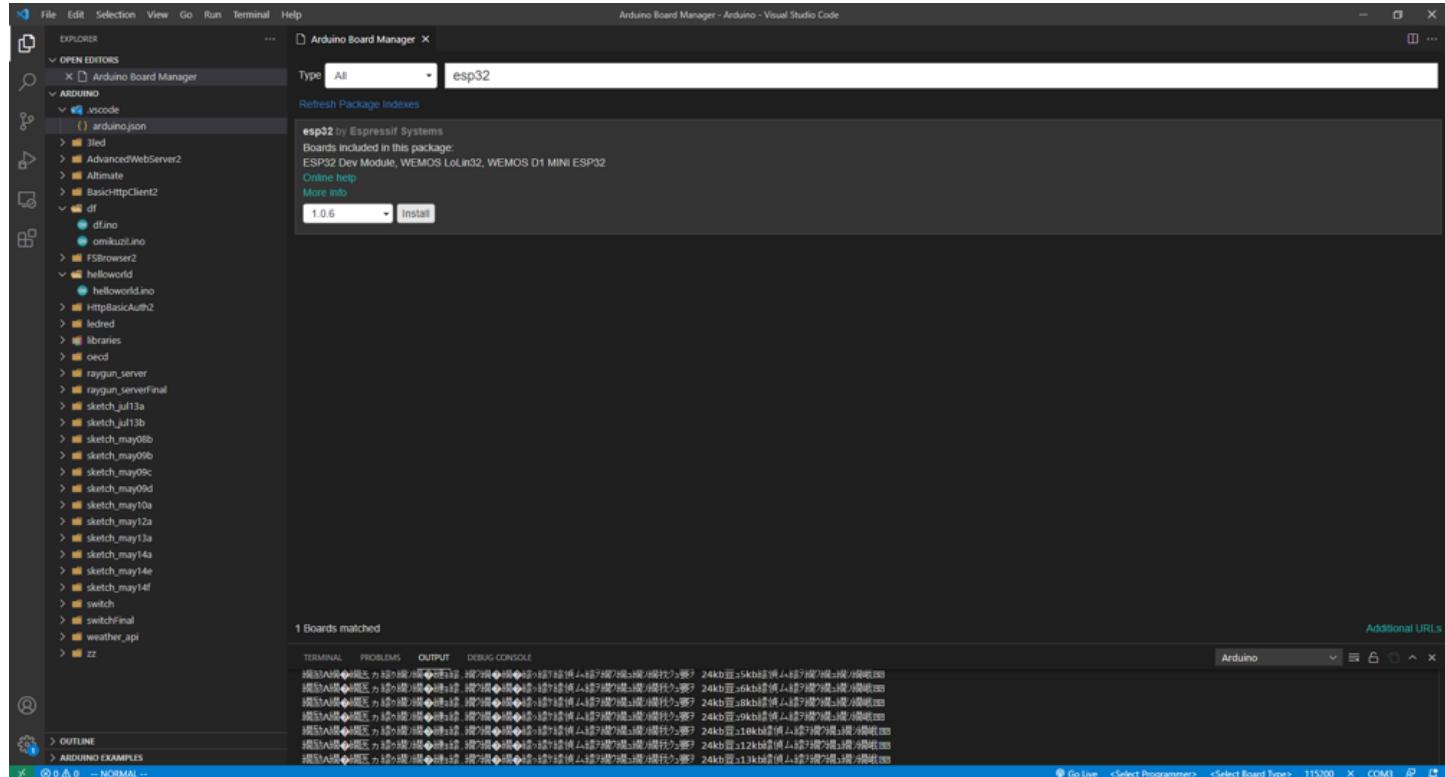


図 6.10: 10

arduino bord maneger

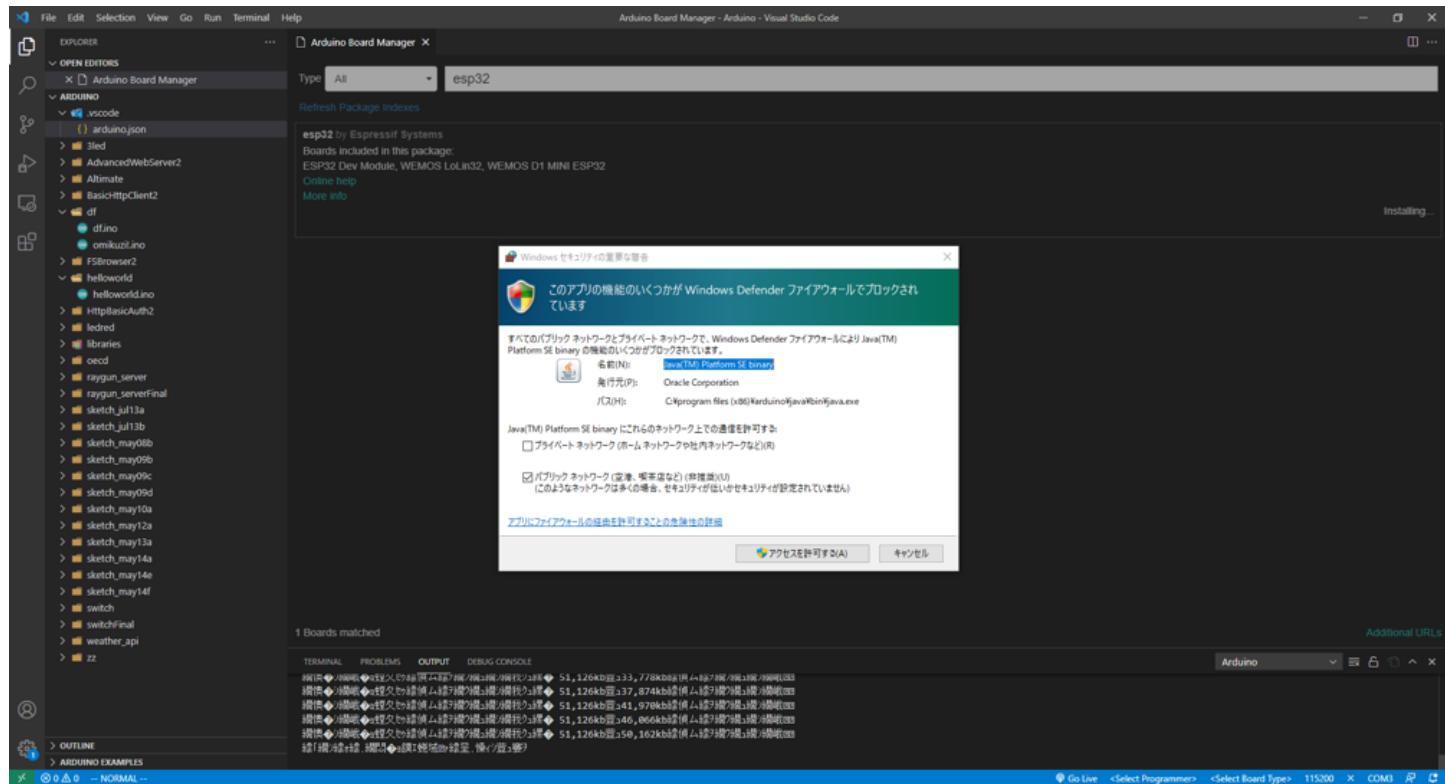


図 6.11: 11

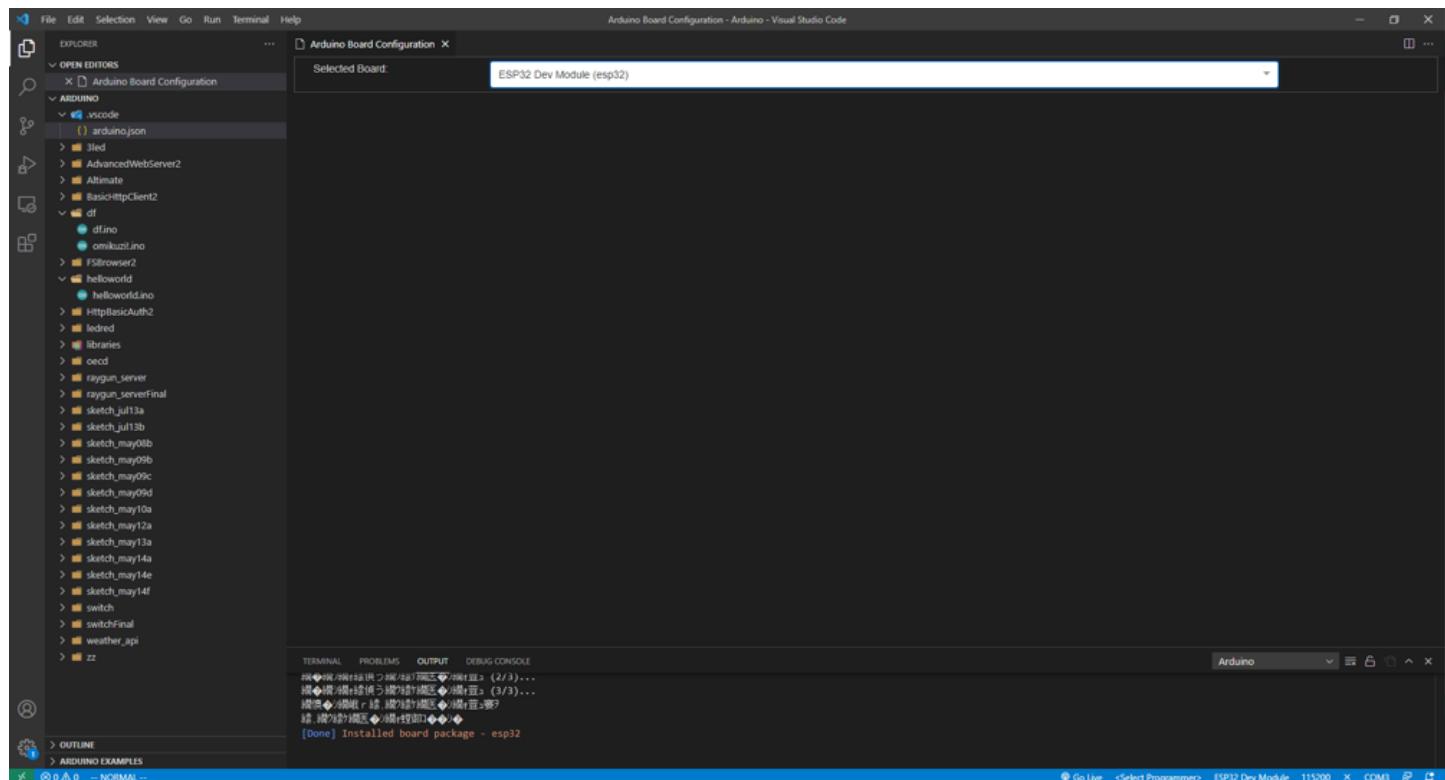


図 6.12: 12

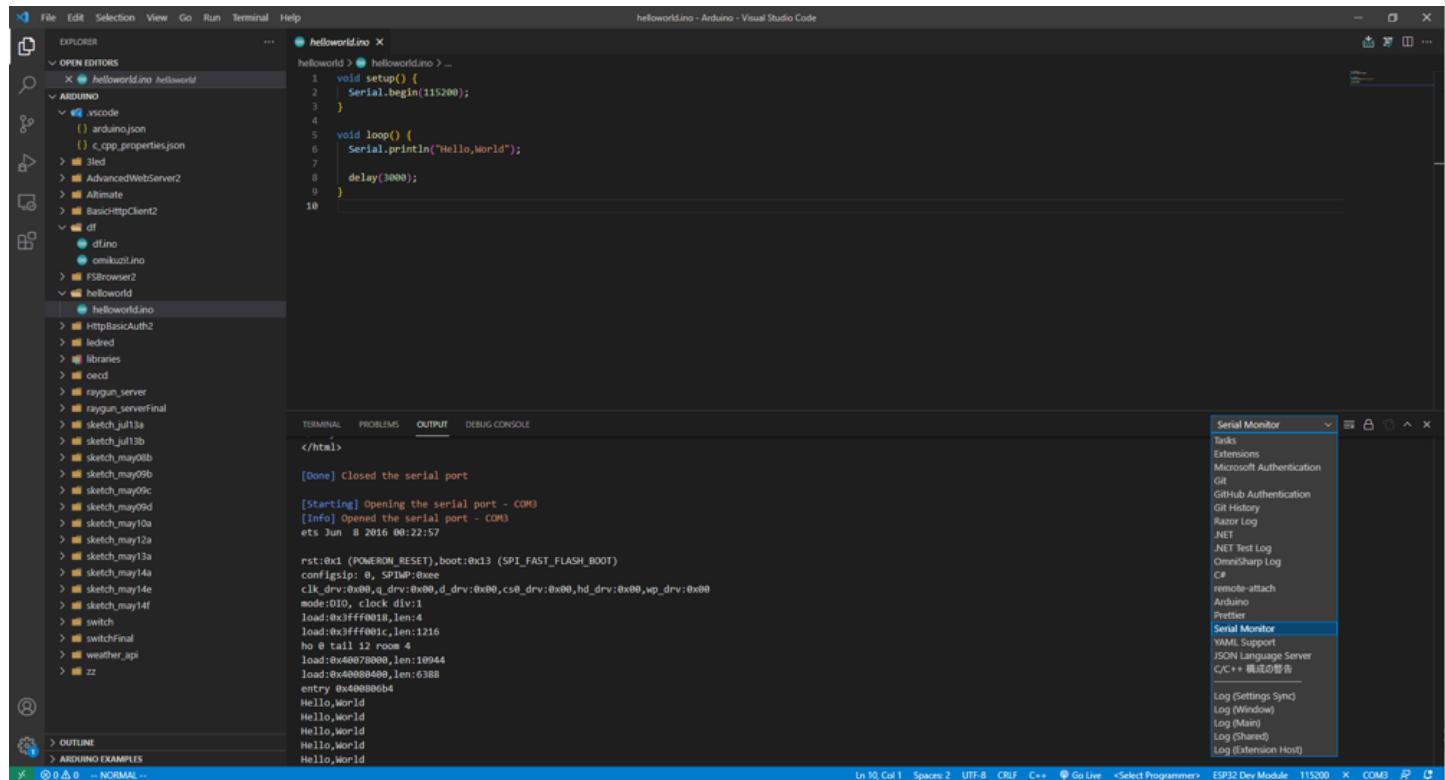


図 6.13: 13

Arduino IDE のほうを動かしているとうまくいかない

インクルードパスの設定 `c_cpp_properties.json` ctrl shift P select sketch でビルドしたいファイルを選択 <https://garretlab.web.fc2.com/arduino/introduction/vscode/>

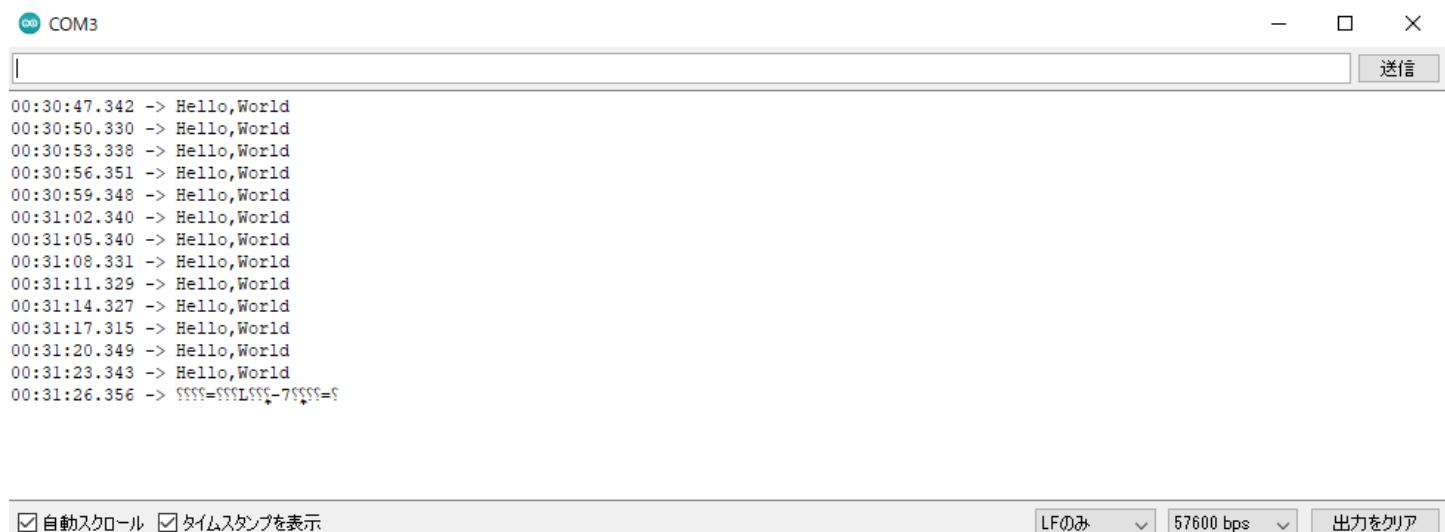


図 6.14: 14

付録 A

トラブルシューティング

A.1 シリアルモニタで文字化けがする



```
00:30:47.342 -> Hello,World
00:30:50.330 -> Hello,World
00:30:53.338 -> Hello,World
00:30:56.351 -> Hello,World
00:30:59.348 -> Hello,World
00:31:02.340 -> Hello,World
00:31:05.340 -> Hello,World
00:31:08.331 -> Hello,World
00:31:11.329 -> Hello,World
00:31:14.327 -> Hello,World
00:31:17.315 -> Hello,World
00:31:20.349 -> Hello,World
00:31:23.343 -> Hello,World
00:31:26.356 -> ?????=????L????-7????=?
```

□ 送信

自動スクロール タイムスタンプを表示

LFのみ 57600 bps 出力をクリア

図 A.1: 1

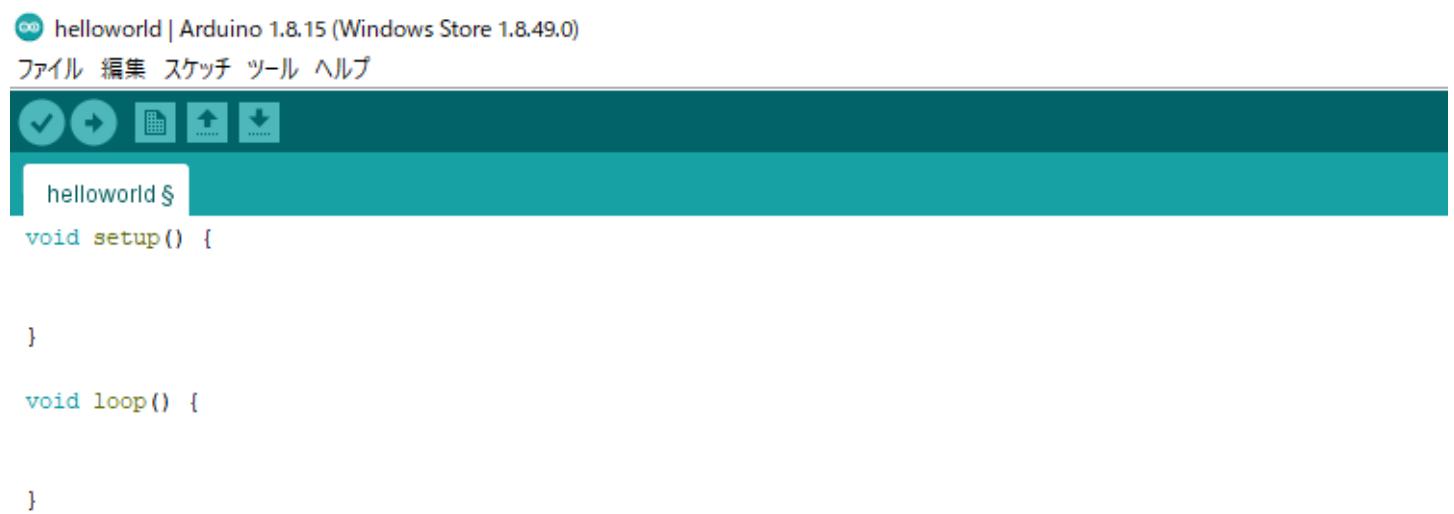
```
00:30:47.342 -> Hello,World  
00:30:50.330 -> Hello,World  
00:30:53.338 -> Hello,World  
00:30:56.351 -> Hello,World  
00:30:59.348 -> Hello,World  
00:31:02.340 -> Hello,World  
00:31:05.340 -> Hello,World  
00:31:08.331 -> Hello,World  
00:31:11.329 -> Hello,World  
00:31:14.327 -> Hello,World  
00:31:17.315 -> Hello,World  
00:31:20.349 -> Hello,World  
00:31:23.343 -> Hello,World  
00:31:26.356 -> ?????=????L?=?-7????=????L?=?????=????L?=?????=Hello,World  
00:31:53.335 -> Hello,World  
00:31:56.328 -> Hello,World
```

図 A.2: 2

Upload speed が間違っている可能性がある

A.2 プログラムが書き込めない

シリアルポートが間違っているかもしれない



The screenshot shows the Arduino IDE interface. The title bar reads "helloworld | Arduino 1.8.15 (Windows Store 1.8.49.0)". The menu bar includes "ファイル" (File), "編集" (Edit), "スケッチ" (Sketch), "ツール" (Tools), and "ヘルプ" (Help). Below the menu is a toolbar with icons for save, upload, and other functions. The main workspace shows the code for a sketch named "helloworld". The code consists of two empty function definitions:

```
void setup() {  
}  
  
void loop() {  
}
```

図 A.3: 3

プログラムの保存を忘れている Ctrl+S で保存してから読み込む

A.4 error: redefinition

```
c:\Users\donki\Documents\Arduino\helloworld\DHT11.ino: In function  
'void setup()': DHT11:30:6: error: redefinition of 'void setup()'  
void setup() {
```

```
c:\Users\donki\Documents\Arduino\helloworld\helloworld.ino:1:6:  
note: 'void setup()' previously defined here  
void setup() {  
^  
  
c:\Users\donki\Documents\Arduino\helloworld\DHT11.ino: In function  
'void loop()': DHT11:37:6: error: redefinition of 'void loop()'  
void loop() {  
^  
  
c:\Users\donki\Documents\Arduino\helloworld\helloworld.ino:5:6:  
note: 'void loop()' previously defined here  
void loop() {  
^  
  
exit status 1
```

- 解決法 Arduino コンパイルエラー (redefinition) 同じフォルダ内に setup() と loop() が重複している際に出るエラー Arduino はコンパイルをファルダ単位で行うため、このようなエラーが出る

A.5 接続ポートに ESP32 が反映されない

デバイスマネージャーに ESP32 の接続ポートが表示されない場合はデバイスドライバをインストールする必要があります。以下のリンクにアクセスしてください。<https://jp.silabs.com/developers/usb-to-uart-bridge-vcp-drivers>

付録 A トラブルシューティングA.5 接続ポートに ESP32 が反映されない

VCP ドライバのダウンロードとインストール

Windows、マックintosh、Linux を以下からダウンロードします。

*注：ドライバの Linux 3.x.x および 4.x.x バージョンは、www.kernel.org 内の最新 Linux 3.x.x および 4.x.x ツリー内に格納されています。

レガシ OS ソフトウェアバージョン

ドライバ・パッケージのダウンロード・リンクとサポート情報

ソフトウェア・ダウンロード

ソフトウェア (11)

ソフトウェア · 11

CP210x Universal Windows Driver	v10.1.10	1/13/2021
CP210x VCP Mac OSX Driver	v6.0.1	4/1/2021
CP210x VCP Windows	v6.7	9/4/2020
CP210x Windows Drivers	v6.7.6	9/4/2020
CP210x Windows Drivers with Serial Enumerator	v6.7.6	9/4/2020

その他 6 個を表示 ソフトウェア

シリアル列挙ドライバ

シリアル列挙ドライバとは、そしてなぜ必要なのか？

図 A.4: 3

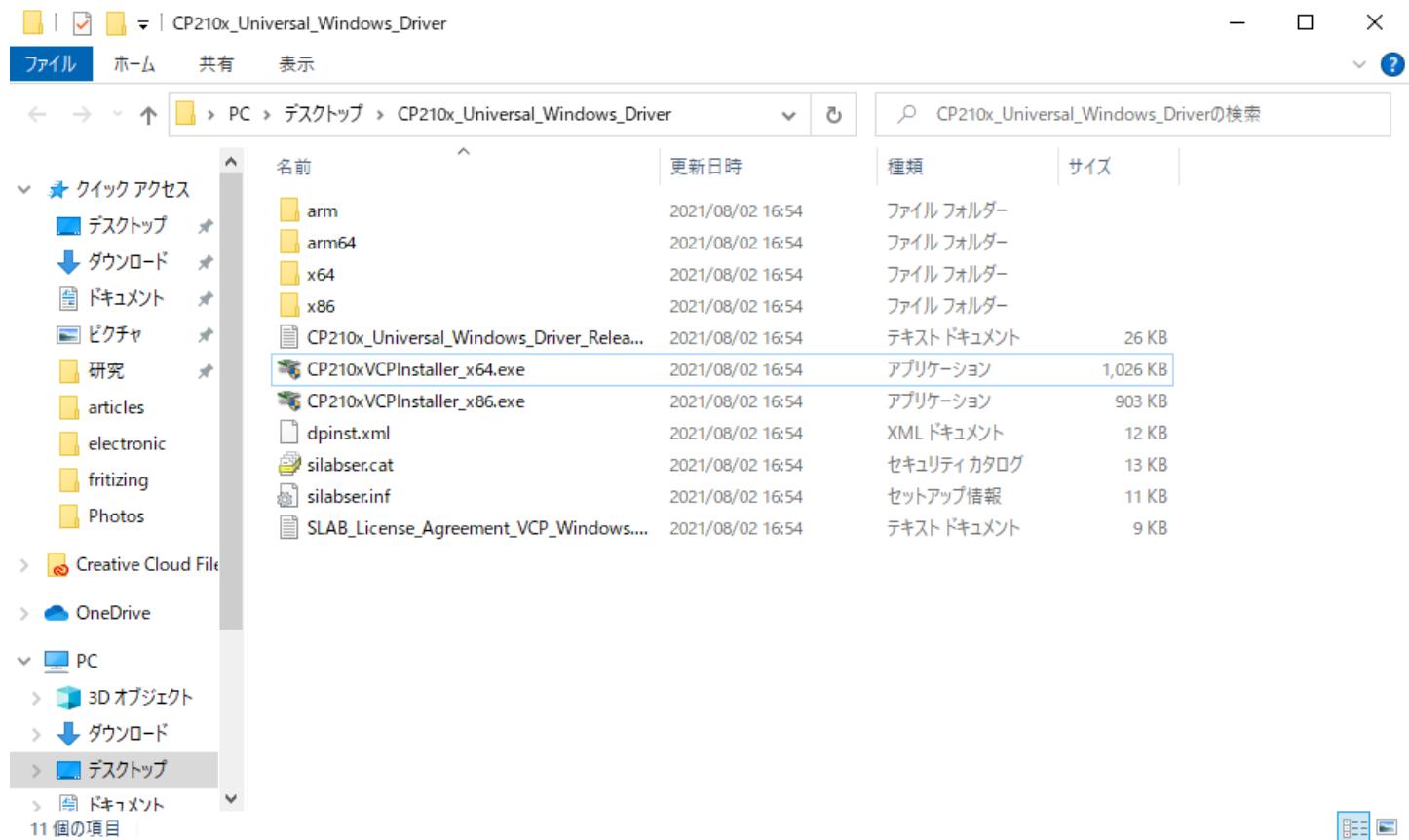


図 A.5: 3

付録 A トラブルシューティングA.5 接続ポートに ESP32 が反映されない

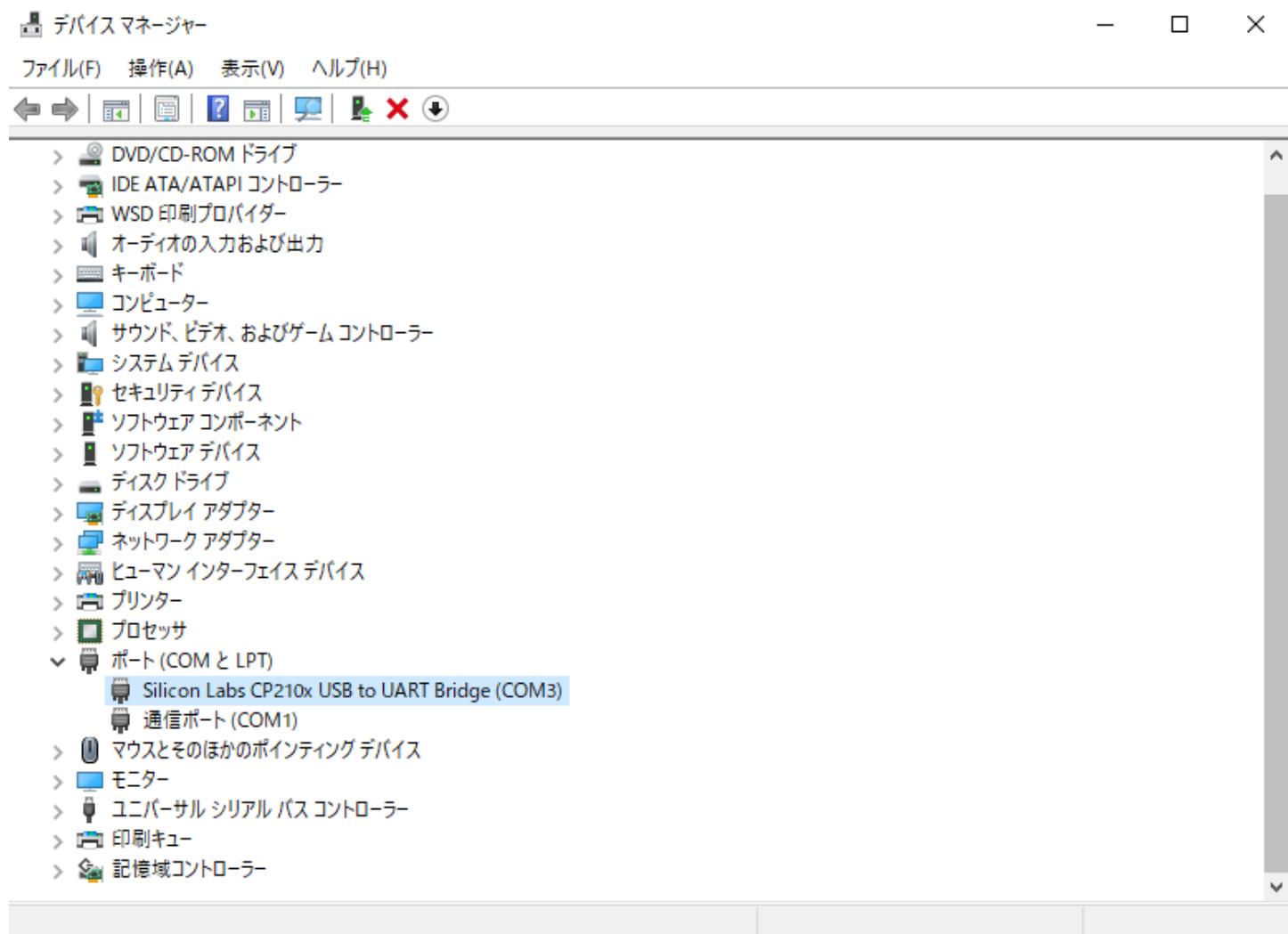


図 A.6: 3

付録 A トラブルシューティングA.5 接続ポートに ESP32 が反映されない

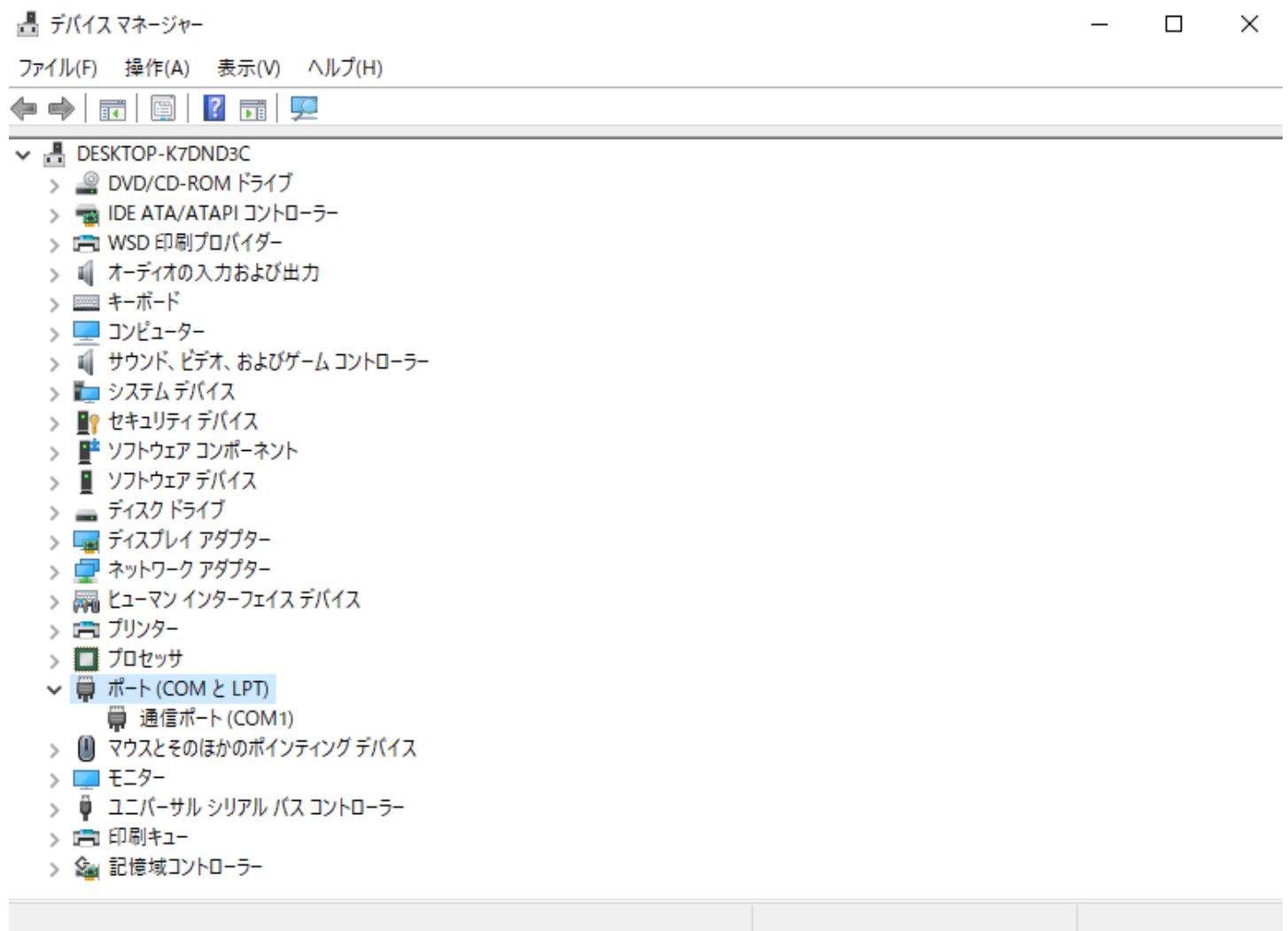


図 A.7: 3

著者紹介

THEToilet / @THEToilet

あとがきみたいなのにあこがれています。

執筆協力 / @raimu

ESP32で始める初めてのIoT

2021年7月12日 初版第1刷 発行

著 者 THEToilet
