

安価な栽培環境測定装置の作成マニュアル (入門版)

本マニュアルでは、IoT 端末で環境測定を行う人に向けた入門編として、「温湿度」測定装置の作成方法を解説します。

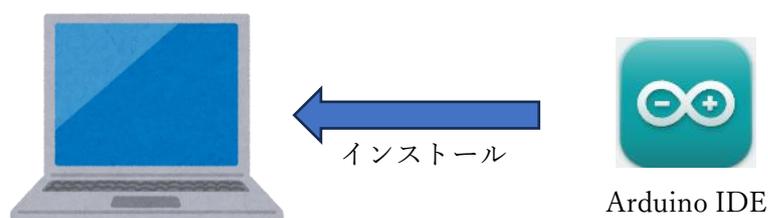
温湿度の測定は、インターネットに接続した PC と 3000 円程度の材料さえあれば、ほとんど付けなしで部品を差し込むだけで実施できます。

装置の組み立てに必要な時間は 5～10 分程度です。

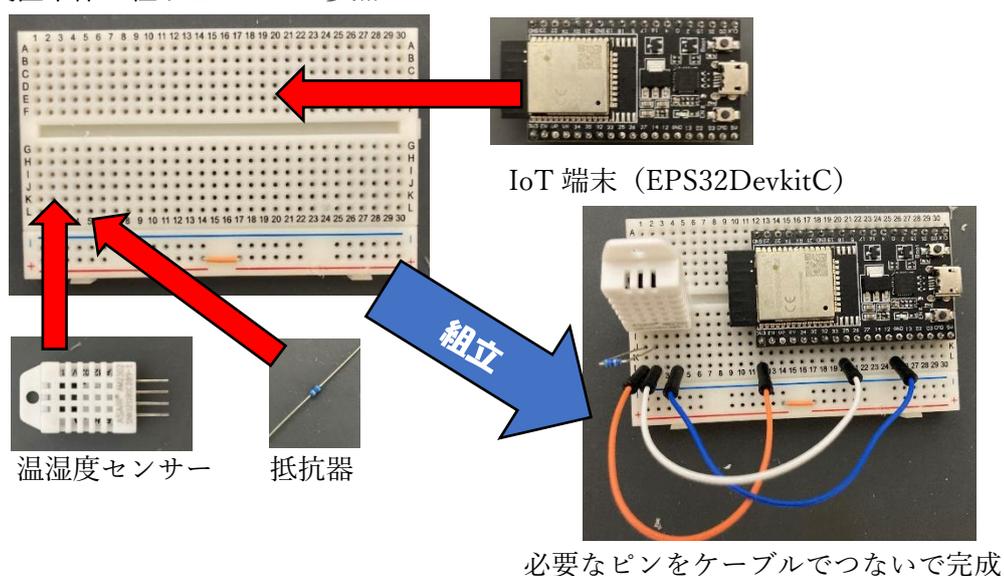
組み立てた装置にプログラムを登録すると、USB ケーブルで接続したパソコンのモニタに数秒おきに温湿度が表示されます。

大まかな作業内容

- プログラムを行う PC にフリーソフトをインストール：P4～参照



- 装置本体の組み立て：P7～参照



- PC と装置を USB ケーブルでつないでプログラムを登録：P9～参照

目次

- 表紙と目次
- § 1 材料の調達・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ P1
- § 2 プログラム用フリーソフトのインストールと初期設定・・・・・・・・ P2
- § 3 測定装置本体の組み立てについて・・・・・・・・・・・・・・・・ P5
- § 4 プログラムの登録と動作の確認について・・・・・・・・・・・・ P7
- おわりに・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ P12

免責事項

本マニュアルを用いて作成する栽培環境モニタリング装置および、配布するプログラムの利用又は利用不能で生じた直接又は間接的損害について、一切の責任は負わない。

愛知県農業総合試験場は、配布するプログラムに不具合やエラーや障害が生じないことを保証しない。

愛知県農業総合試験場は、配布プログラムに欠陥があると判明した場合、訂正や補修をする義務を負わない。

ESP32 は ESPRESSIF 社の商品です。

Arduino IDE は Arduino Foundation が管理、提供するソフトウェアです。
その他、会社名、商品名などは一般に各社の商標または登録商標です。

§ 1 材料の調達

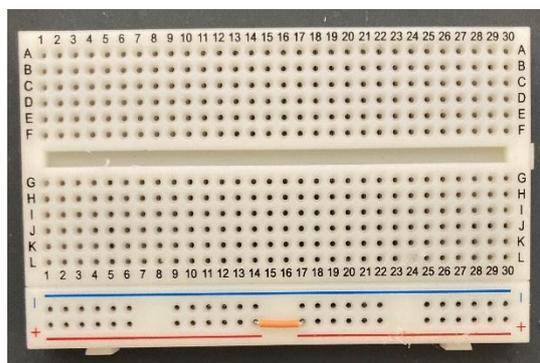
使用する材料は電子部品販売店のオンラインショップで入手できます。購入先には秋月電子通商（株）のホームページ（<https://akizukidenshi.com/catalog/default.aspx>）等があります。

以下を参考に必要な部品を購入してください。

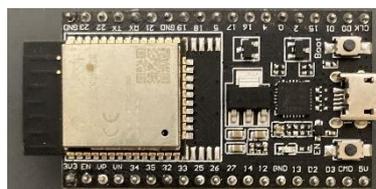
部品購入用 URL

部品名	URL
ESP32DevkitC	https://akizukidenshi.com/catalog/g/g115673/
ブレッドボード	https://akizukidenshi.com/catalog/g/g112366/
AM2302 センサー	https://akizukidenshi.com/catalog/g/g107002/
4.7 k ω 抵抗 (1/6W)	https://akizukidenshi.com/catalog/g/g116472/
ジャンパーワイヤ	https://akizukidenshi.com/catalog/g/g105159/
USBtypeB ケーブル (通信用)	https://akizukidenshi.com/catalog/g/g107607/

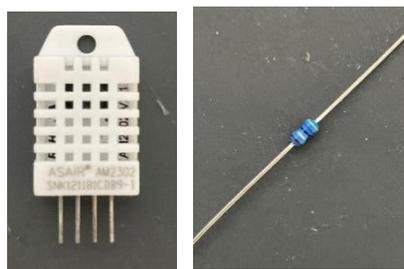
- ・ ESP32DevkitC：本体部分に使用する IoT 端末です。
 - ・ ブレッドボード：はんだ付けを行わずに配線するための試作基板です。
 - ・ AM2302 センサー：温湿度を測定するセンサーです。DHT22 とも呼ばれます。
 - ・ 4.7k ω 抵抗：AM2302 の他、一部のセンサーを使用するのに必要になります。
 - ・ ジャンパーワイヤ：ブレッドボードでの配線に使用します。
 - ・ USBtypeB ケーブル（通信用）：PC と ESP32DevkitC を接続するのに使用します。
- なお、USB ケーブルは充電用ではなく**必ずデータ通信用**を用意してください。



土台になるブレッドボード



本体に使用する ESP32DevkitC



温湿度のセンサーと抵抗器

§ 2 プログラム用フリーソフトのインストールと初期設定

●プログラム用フリーソフト「Arduino IDE」のインストール

ESP32 にプログラムを書き込むために使用する統合開発環境です。フリーソフトとして Arduino Foundation のホームページからダウンロードできます。

ダウンロード先 URL

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

Downloads

Arduino IDE 2.3.2

The new major release of the Arduino IDE is faster and even more powerful! In addition to a more modern editor and a more responsive interface it features autocompletion, code navigation, and even a live debugger.

For more details, please refer to the [Arduino IDE 2.0 documentation](#).

Nightly builds with the latest bugfixes are available through the section below.

SOURCE CODE

The Arduino IDE 2.0 is open source and its source code is hosted on [GitHub](#).

DOWNLOAD OPTIONS

- Windows** Win 10 and newer, 64 bits
- Windows** MSI Installer
- Windows** ZIP file
- Linux** AppImage 64 bits (X86-64)
- Linux** ZIP file 64 bits (X86-64)
- macOS** Intel, 10.15: "Catalina" or newer
- macOS** Apple Silicon, 11: "Big Sur" or newer

Release Notes

URL を開いて、画像の Win 10 and newer,64 bits をクリックしてください。

JUST DOWNLOAD

を選択すると、寄付の募集、メールアドレスの登録等を行わずにダウンロードできます。

CONTRIBUTE AND DOWNLOAD

or

JUST DOWNLOAD

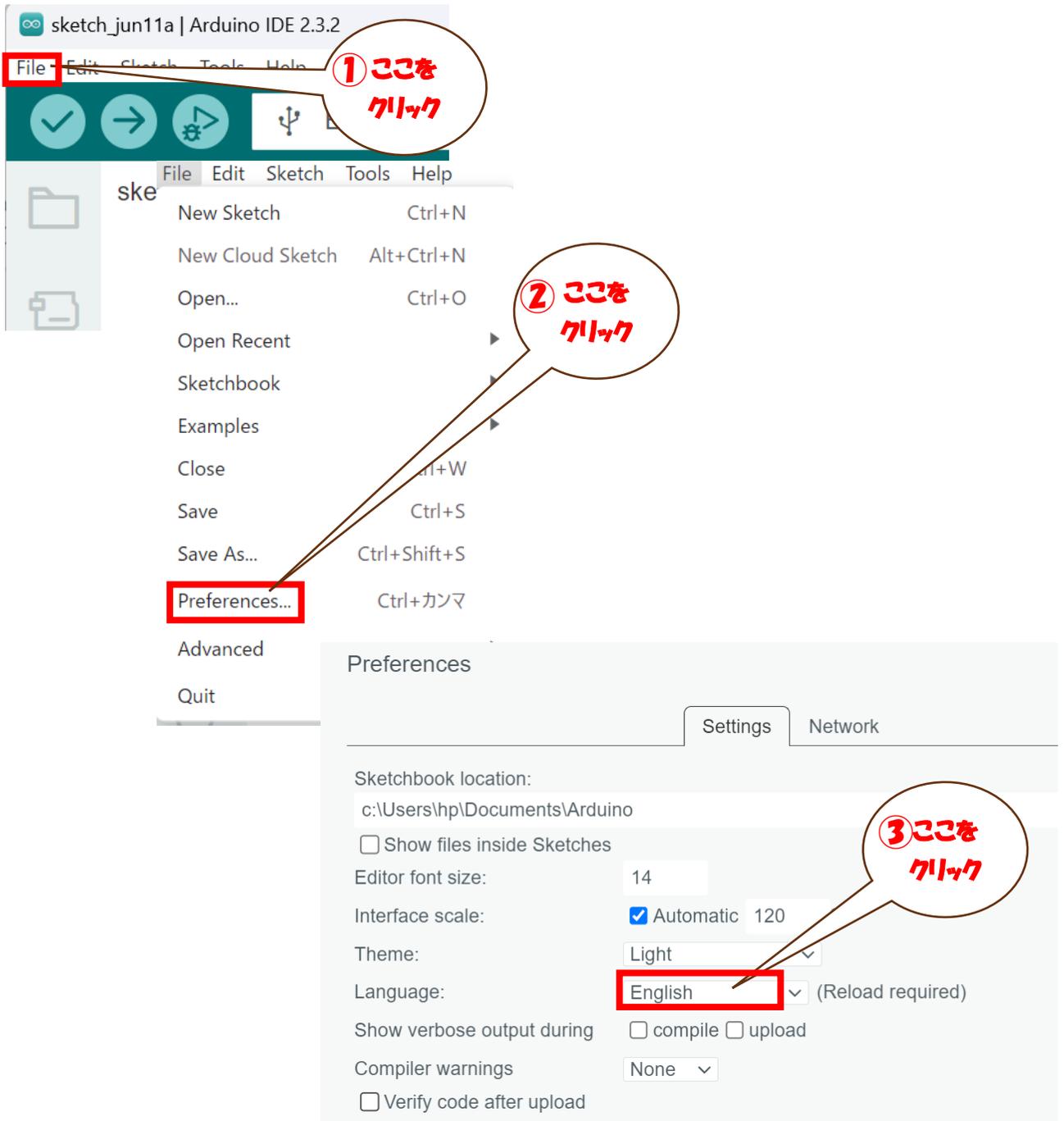
ダウンロードされた exe ファイルを起動し、PC に Arduino IDE をインストールしてください。特に問題が無ければ表示された指示に従ってそのままインストールを行います。

* PC のユーザー名に日本語など半角英数字以外を使用していると、プログラムの書き込みでエラーが発生するので、その場合は「すべてのユーザー用にインストールする」を選択してください。

●Arduino IDE の初期設定

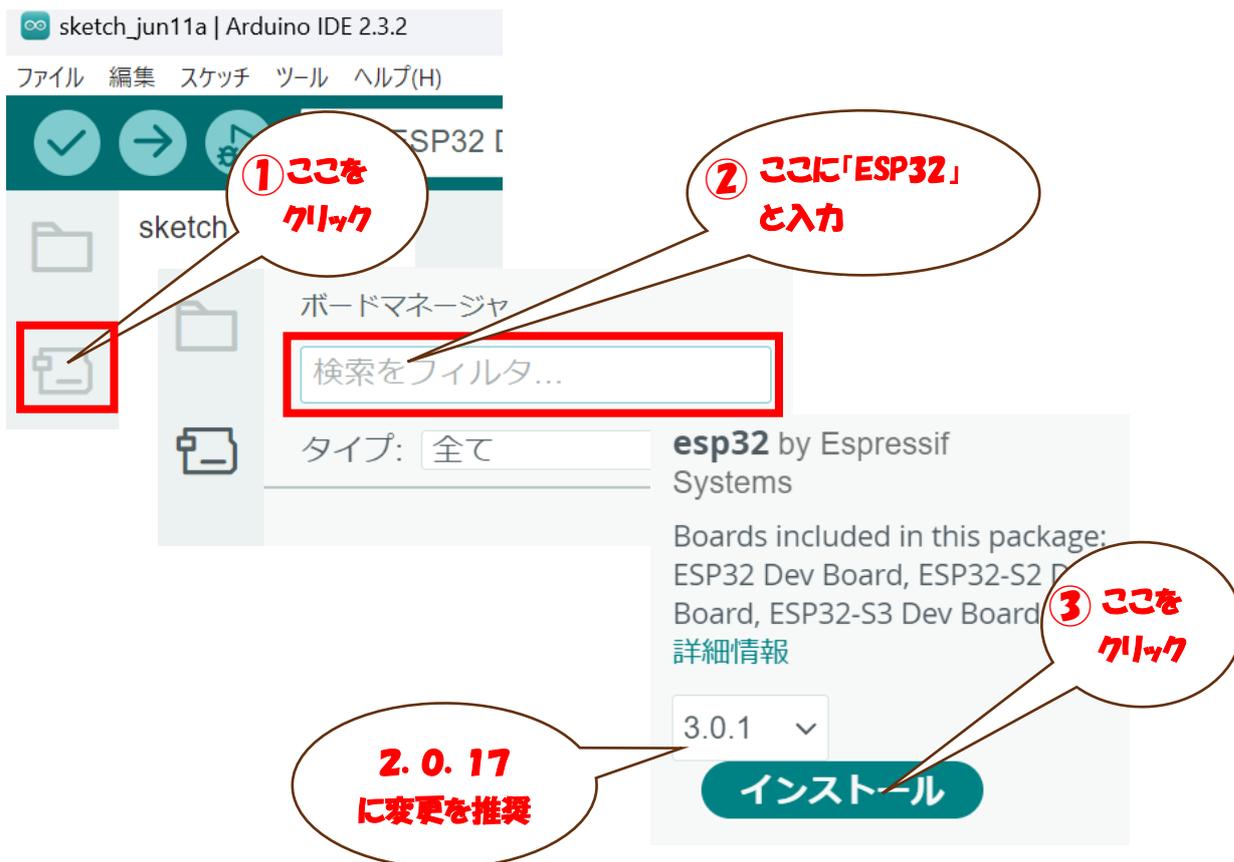
ArduinoIDE で ESP32DevkitC を使用するために、初期設定を行います。

ArduinoIDE を起動したら、左上のタブから File>Preferences に進み、Language の欄を English から日本語に変更して OK をクリックすると、表示を日本語にできます。



Arduino IDE の初期画面で、左端に並んだアイコンからボードマネージャを選択してください。

ボードマネージャが開いたら検索をフィルタの部分に「ESP32」と入力します。検索候補が出るので、ESP32 by Espressif Systems を探してインストールをクリックしてください。



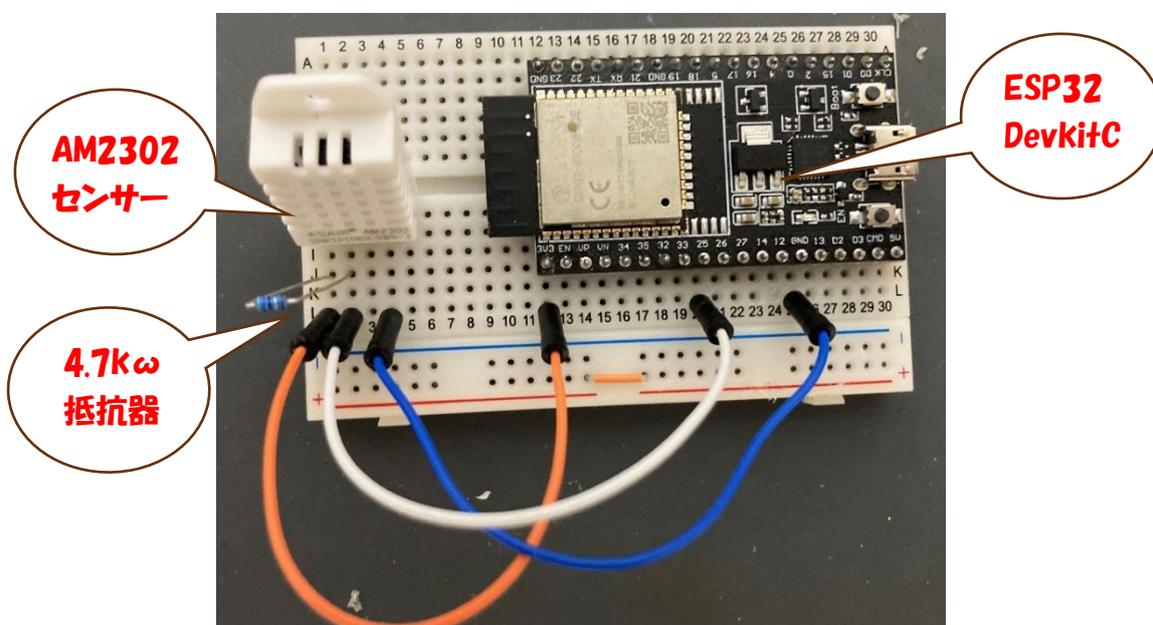
2024年6月時点での最新バージョンである3.0.1は実装されてからの日が浅く、不具合の可能性が懸念されます。当面は3.0.1の右にあるプルダウンリストから、バージョン2.0.17を使用することを推奨します。

以上で初期設定は終了です。

§ 3 測定装置の組み立て

下の写真を参考に、ESP32DevkitC とセンサー、抵抗器をブレッドボードに差し込んで、ジャンパーワイヤで接続してください。

- ESP32DevkitC：B 列と J 列の 12～30（USB コネクタを外側にして、ブレッドボードの一番右端）に差し込みます。浮かないようにしっかり遠くまで差し込んでください。
- AM2302 センサー：H 列の 1～4 に、センサーのメッシュ面を手前に向けて差し込みます。
- 4.7k ω 抵抗：J 列の 1 と 2 を繋ぐように差し込みます。



ブレッドボードへに部品を差し込んだ、AM2302 センサーと ESP32DevkitC を次の接続先の通りにジャンパーワイヤで下記の箇所に接続します。

ESP32DevkitC	AM2302 センサー	写真で使用しているケーブルの色
3V3（電源の+）	左から 1 本目	オレンジ色
25（データ収集）	左から 2 本目	白色
GND（電源の-）	左から 4 本目	青色

配線上の注意

- AM2302 センサーの左から 3 本目のピンは使用しません。
- ESP32 の GND は複数存在します。写真では手前側の J 列 25 番の GND と接続していません。

ブレッドボードへの差し込みと、ESP32、AM2302 の配線ができれば準備完了です。

§ 4 ESP32 へのプログラムの登録と温湿度の確認

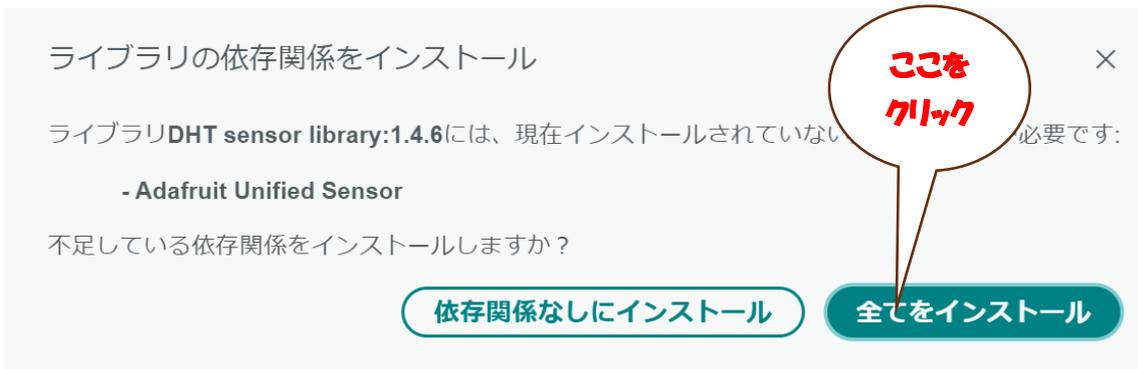
●ライブラリの登録

AM2302 センサーを使用するためには、Arduino IDE でライブラリの登録が必要です。ライブラリとは各センサーを動かすための基本的なプログラムをまとめたものです。

- ① ArduinoIDE の左端にあるアイコンからライブラリマネージャを選択してください。
(使用する PC はインターネットに接続されている必要があります。)
- ② ライブラリマネージャのアイコンを選択したら、検索をフィルタの欄に DHT22 と入力してください
- ③ 下に候補のリストが出るので、DHT sensor library by Adafruit を探してください。確認できたらインストールをクリックします。



DHT sensor library は単独では動作しないため、依存関係のライブラリとして Adafruit Unified Sensor が必要です。インストールの際に、依存関係にあるライブラリが表示されるので、「全てをインストール」を選択してください。



●ESP32 へのプログラムの書き込み

ESP32DevkitC と PC を USB ケーブルで接続します。

左上の「ボードを選択」をクリックして、「他のボードとポートを選択」を表示します。



- ① ボードを検索の欄に「dev」と入力します。
- ② 検索の欄の下に候補が表示されるので「ESP32 Dev Module」を選択します。
- ③ ESP32 Dev Module が選択されているのを確認したら右下の OK (O) をクリックします。

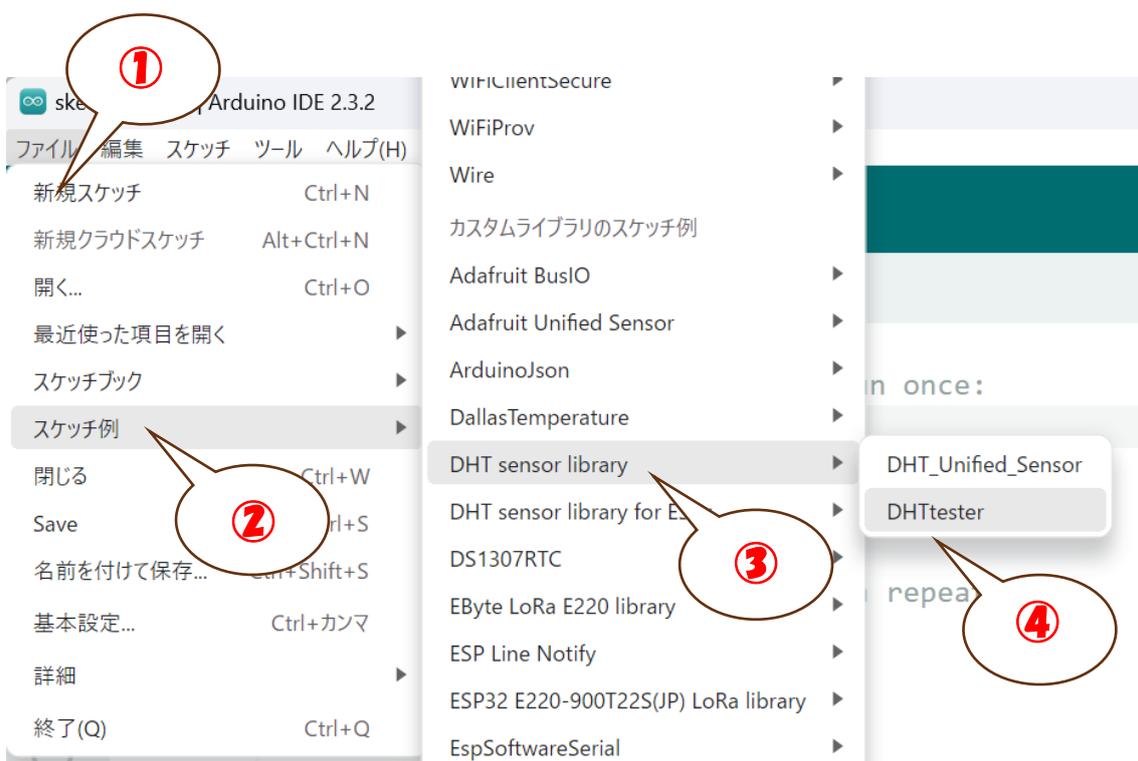
ポート番号が見つからないときは PC から USB を抜いてもう一度接続してください。新たに追加されるポートが ESP32 を接続しているポートです。(PC の環境により番号は異なります)

再接続し直してもポートが表示されない場合、USB ケーブルが通信用であるかを確認して下さい。

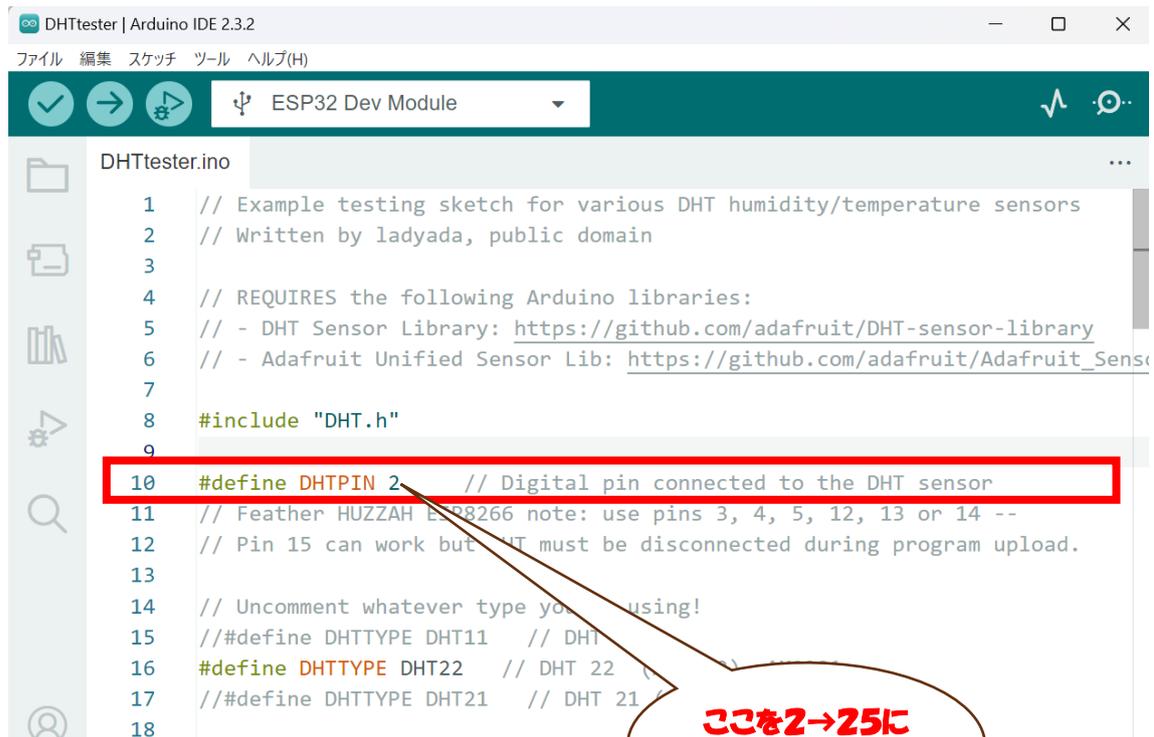
ポートとボードの設定ができたら、スケッチ例 (Arduino ではプログラムのことをスケッチと呼びます) から、温湿度を測定するためのサンプルを読み込みます。スケッチ例はライブラリを登録した際に合わせて登録されます。

Arduino IDE のウィンドウで、

- ① 左上のファイル
- ② スケッチ例
- ③ DHT sensor library
- ④ DHTtester を選択してください。



スケッチ例が表示されるので、先に組み立てた装置の設定に合わせてスケッチの中身を一部修正して、ESP32 で温湿度を表示できるように設定します。



変更箇所は 10 行目の

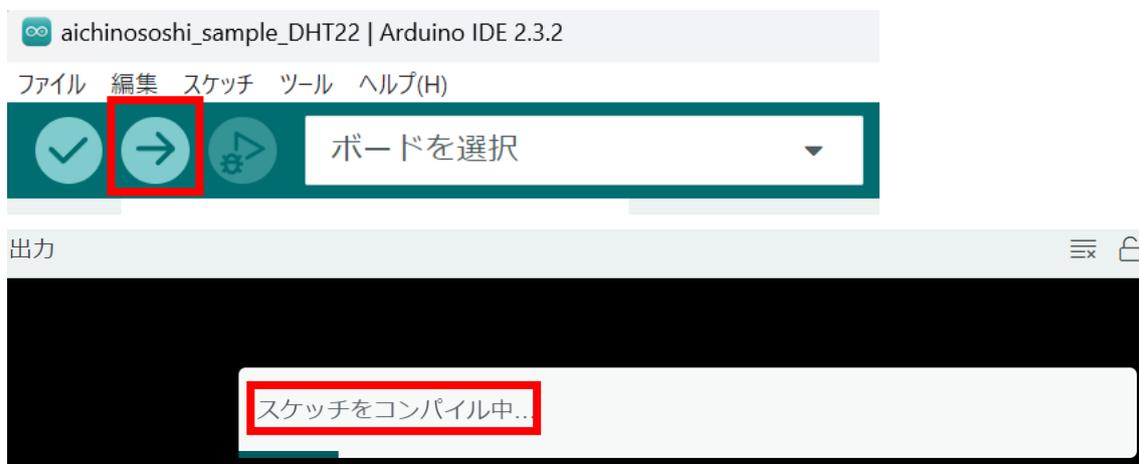
```
#define DHTPIN 2
```

の部分

```
#define DHTPIN 25
```

に変更します。(2 番ピンを通信用に設定しているところを、25 番ピンに変更しました。)

スケッチの内容を変更したら、ボードとポートの指定を確認して、Arduino IDE の左上にある→のアイコン（書き込み）をクリックします。

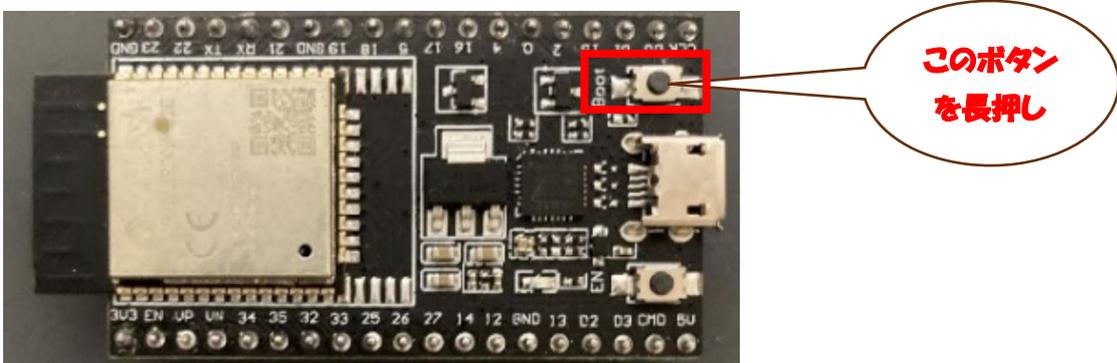


書き込みをクリックすると、画面の下側にスケッチをコンパイル中の表示が出ます。

```
出力
最大1310720バイトのフラッシュメモリのうち、スケッチが271953バイト (20%) を使っています。
最大327680バイトのRAMのうち、グローバル変数が21420バイト (6%) を使っていて、ローカル変数
esptool.py v4.5.1
Serial port COM
Connecting.....書き込み中...
```

コンパイル完了。

コンパイルが終了すると、書き込み中の表示が出ます。書き込み中になったら、ESP32DevkitC の Boot ボタンを長押ししてください。ボタンを長押しすることで書き込みが開始します。(PCによっては自動で書き込みが開始されることがあります。)



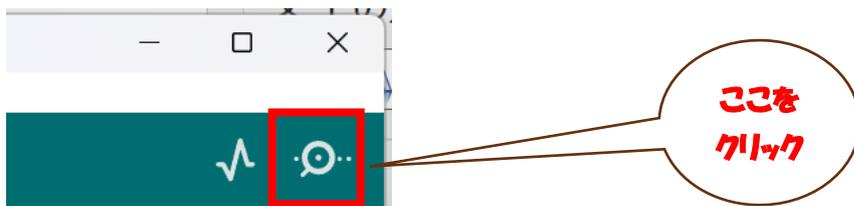
```
Writing at 0x00024cc9... (30 %)
Writing at 0x00029f6d... (40 %)
Writing at 0x0002f4e6... (50 %)
Writing at 0x00034b4a... (60 %)
Writing at 0x0003d0f3... (70 %)
Writing at 0x00045ef3... (80 %)
Writing at 0x0004b49e... (90 %)
Writing at 0x00050c4f... (100 %)
Wrote 272320 bytes (152492 compressed) at 0x00010000 in 2.9 seconds (effective 76
Hash of data verified.

Leaving...
Hard resetting
```

書き込み完了

しばらくすると書き込みが進行し、書き込み完了と表示されます。書き込みが進行し始めたら、指を Boot ボタンから放してください。

書き込みが終了したら、Arduino IDE の右上にある 🔍 のアイコン (シリアルモニタ) をクリックします。



シリアルモニタをクリックすると、Arduino IDE のウィンドウの下側に ESP32 が処理しているデータの一部が表示されるようになります。



シリアルモニタは初期設定のままだと通信速度が 115200baud になっているため、スケッチで指定している 9600baud に合わせる必要があります。

今回のスケッチ例では、数秒間隔で温湿度の数値を表示するように設計されています。(温度は摂氏° C、華氏° F の両方が表示されます。)

センサーの値が表示されたら、試しに AM2302 センサーに息を吹きかけてください。息には大量の水分が含まれているため、湿度の値が上昇するのが確認できます。

これで温湿度の測定が可能になりました。

§ 5 おわりに

実際の温湿度のモニタリングでは、測定時刻と温湿度のデータを SD カードなどの記録メディアに保存する必要があります。

温湿度センサーの他にも地温、土壌水分、EC、日射量など様々な栽培環境項目についても、センサーの増設とプログラムの変更で対応できます。

栽培環境測定装置の作成マニュアル（実践版）では、これらの機能拡張に対応したしています。

この入門版マニュアルを習得したら、実践版のマニュアルでの装置作成に進み、自身のニーズに合わせた環境測定装置の作成にチャレンジしてみてください。

愛知県農業総合試験場 環境基盤研究部 環境安全研究室