

Raspberry Pi Pico W Base board 用 Plant Env Sensor board ユーザーガイド

Version 1.0

2024/7/13



目次

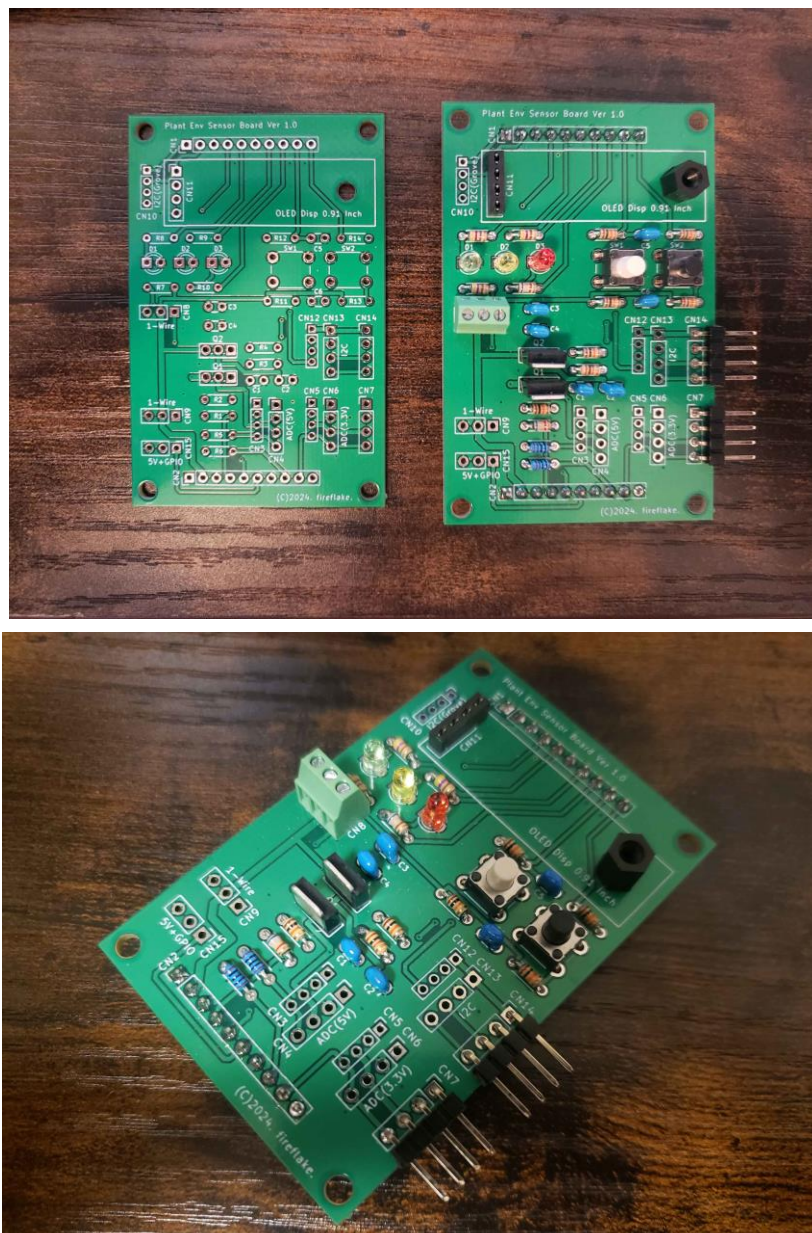
1. はじめに	3
2. 植物生育環境計測ボードについて	3
3. 植物生育環境計測ボードへの部品実装（ハンダ付け）	5
3.1. ベースボード接続用ピンヘッダー（CN1,CN2）	6
3.2. I2C（Grove）（CN10）	6
3.3. OLED（CN11）	6
3.4. LED（D1,D2,D3,R8,R9,R10）	8
3.5. 1-Wire（CN8,CN9,R7）	8
3.6. 5C+GPIO（CN15）	9
3.7. タクトスイッチ（SW1,SW2,R11,R12,R13,R14,C5,C6）	9
3.8. I2C（汎用）（CN12,CN13,CN14）	9
3.9. ADC（3.3V）（CN5,CN6,CN7）	9
3.10. ADC（5V）（CN3,CN4,R5,R6）	10
3.11. ADCブロックへの電源供給コントロール（Q1,Q2,R1,R2,R3,R4）	11
3.12. パスコン（C1,C2,C3,C4）	12
3.13. 組み立て終わったあと、電源投入前確認について	12
3.14. 電源投入	12
4. 植物生育環境計測ボードの実用例	13
4.1. 照度センサーについて	15
4.2. 土壌水分センサーについて	16
4.3. 防水温度センサーについて	17
4.4. 温湿度センサーについて	17

1. はじめに

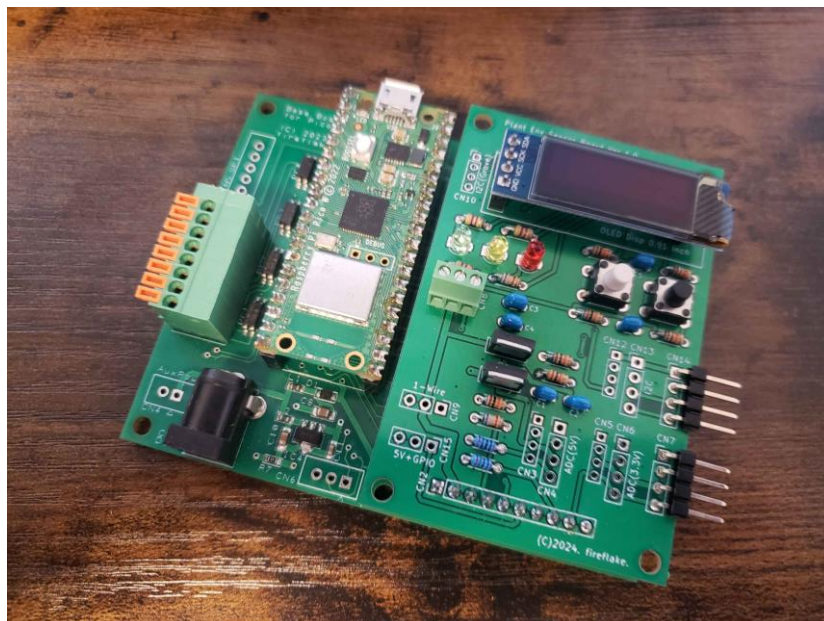
- こちらの資料 fireflake のベースボードの機能拡張ボード（ドーターボード）である植物生育環境計測ボードのユーザーガイドです。
- この植物生育環境計測ボードに自分でハンダ付けして部品を実装するための手順と、植物生育環境計測ボードを使った簡易的な植物生育環境計測の方法をまとめてあります。 ご利用前に軽くご一読いただけますようお願いいたします。
- このユーザーガイドとは別に仕様書もあります。細かい仕様についてはそちらも参照してください。

2. 植物生育環境計測ボードについて

この基板は fireflake 製のベースボードと接続して使う想定で設計されています。



Pico W が乗ったベースボードに接続してディスプレイを付けると以下ようになります。

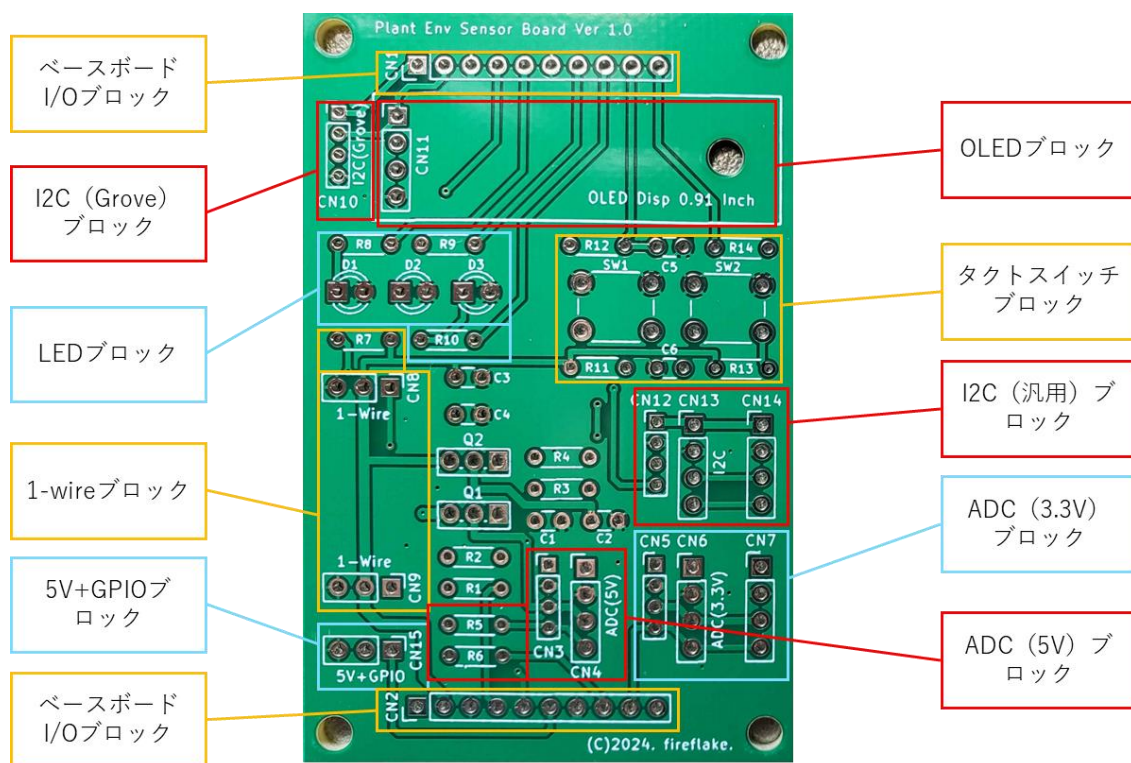
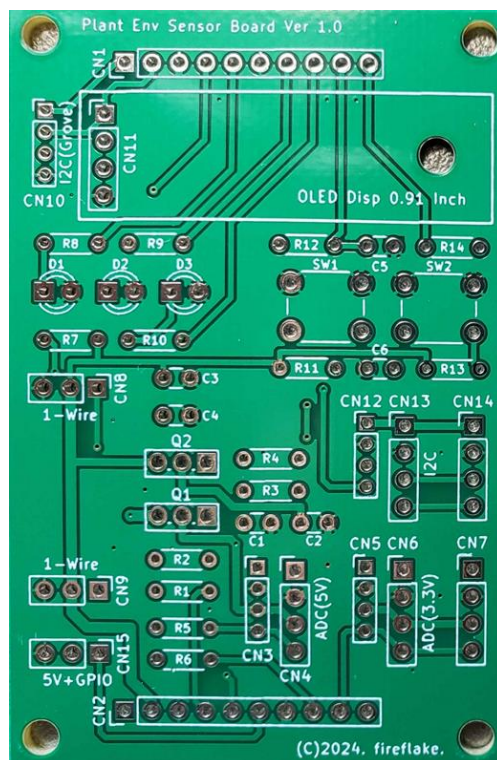


「ベースボード+植物生育環境計測ボード」に接続するのを想定しているのは、名前の通りですが、植物生育環境を計測するためのセンサーです。例えば、土壌水分センサー、土壌温度センサー、温湿度センサー、日射量センサー、CO2 センサーなどを想定しています。以下は接続例です。



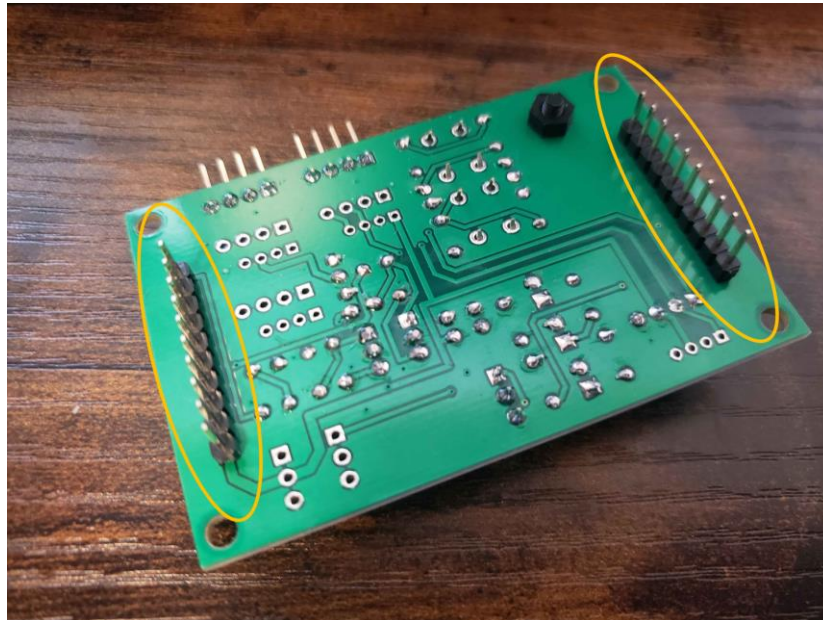
3. 植物生育環境計測ボードへの部品実装（ハンダ付け）

ここでは、生基板の植物生育環境計測ボードに対して、部品をハンダ付けしていくやり方を説明します。下記に生基板の画像と、各ブロックの名称を書いた画像を置いておきますので、ハンダ付けの位置確認などの参考にしてください。



3.1. ベースボード接続用ピンヘッダー (CN1,CN2)

- ・ ベースボードと接続するためのピンヘッダーです。10 ピンのピンヘッダーを基板の裏側から刺し、基板の上部側でハンダ付けを行ってください。

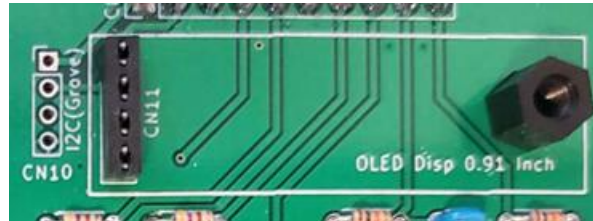


3.2. I2C (Grove) (CN10)

- ・ Grove の 4 ピンコネクタ縦型コネクタが搭載可能です。(標準ではコネクタはノーマウントです) ご自身でそこにコネクタを追加することで、Grove 準拠の他のセンサーや、表示デバイスを追加することも可能です。

3.3. OLED (CN11)

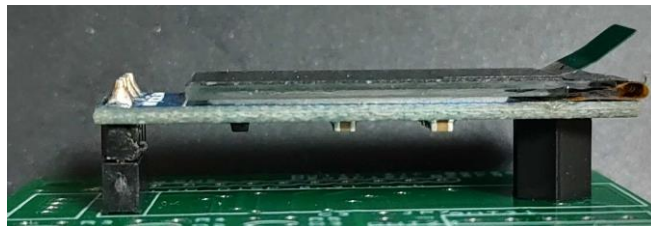
- ・ 0.91 インチの OLED が接続可能です。困ったことにこの OLED、正確な型番がありません。amazon.co.jp や AliExpress で OLED 0.91 インチといった形で検索するとたくさん出てきます。キットに付属しているのは白に発光する OLED ですが、他に青と黄色があるようです。お好みに応じてご自身で購入してカスタマイズなどを楽しんでいただければと思います。
- ・ OLED の取付ですが、直接植物生育環境計測ボードにハンダ付けするか、ソケットをハンダ付けしてそこに差して使うかどうかで取付けの高さがかわってきます。今回はソケットを使う方向で説明します。
- ・ まず 4P のロープロファイルのピンソケットをハンダ付けしてください。併せて黒い樹脂のスペーサーを、同じく黒い樹脂の 3mm のナットで下記画像のように止めてください。このスペーサーが液晶を支える台になります。



- ・ 今回ソケット含めた全体の高さを押さえたかったので「ロープロファイル」という高さの低いソケットをつかいました。このため元の OLED についているピンヘッダーの足が長すぎるのでソケットにキレイに収まる程度に（切り過ぎに注意しながら）少し足を切ってください。



- ・ 下記は OLED を取り付けた状態を横からみた図です。こういった感じで取り付けができれば完成です。



3.4. LED (D1,D2,D3,R8,R9,R10)

LED は取付の際に、

- ・ 極性があります
- ・ 色があります
- ・ LED の色に応じて抵抗の値が変わります

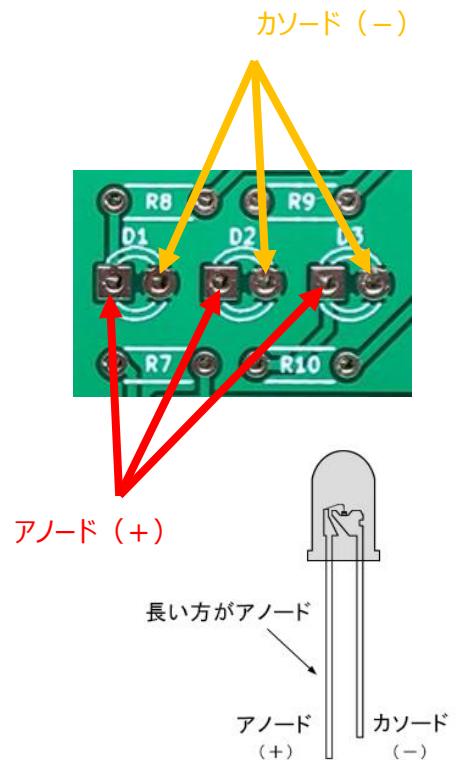
取付けの際は注意して取り付けをお願いいたします。右の図で言うと LED 取付けは足の長いほうが左に来る形で差し込むようにしてください。

LED の色は、LED の色に合わせて輝度を調整しています。

キットに付属する抵抗は、

D1 : 緑	R8 : 470Ω 1/6W (黄色、紫、茶、金)
D2 : 黄色	R9 : 470Ω 1/6W (同上)
D3 : 赤	R10 : 680Ω 1/6W (青、灰、茶、金)

にしています。



3.5. 1-Wire (CN8,CN9,R7)

- ・ CN8,9 には 1-Wire センサーが接続可能です。
- ・ R7 には 470Ω 1/6W (黄色、紫、茶、金) の抵抗を入れてください。



3.6. 5C+GPIO (CN15)

- これらの使い方は自由なので、好きなコネクタなどをハンダ付けしてお使いください。

3.7. タクトスイッチ (SW1,SW2,R11,R12,R13,R14,C5,C6)

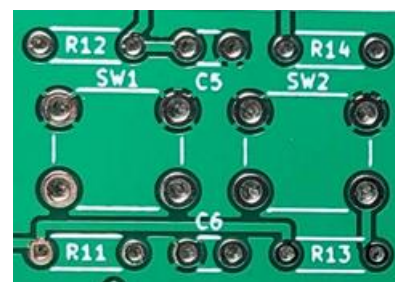
- 本ボードにはプログラミングをすればユーザーが自由に使えるスイッチが2系統搭載可能です。
- それぞれの系統ごとに以下のまとまりになります。

SW1 : タクトスイッチ

チャタリング防止回路 :

R11, R12: 10k Ω (茶、黒、橙、金)

C5: 0.1 μ F 積層セラミックコンデンサ



SW2 : タクトスイッチ

チャタリング防止回路 :

R13, R14: 10k Ω (茶、黒、橙、金)

C6: 0.1 μ F 積層セラミックコンデンサ

3.8. I2C (汎用) (CN12,CN13,CN14)

- 汎用の I2C I/F です。好みのコネクタを接続して使ってください。
- CN12 (ピン間 2mm) と CN13 (ピン間 2.54mm) は、どちらか片方だけの利用を想定しています。
- CN14 は、L 型 1x4P のピンヘッダをハンダ付けして、照度センサーの SEN0562 (<https://www.dfrobot.com/product-2664.html>) を接続する事を想定していますが、他の I2C モジュールを接続しても構いません。



3.9. ADC (3.3V) (CN5,CN6,CN7)

- ADC (アナログ-デジタル変換) ブロックは、アナログセンサーを接続するためのブロックです。
- 電源 (3.3V) 、GND、ADC 入力が一つのセットになっています。
- CN5,CN6,CN7 がありますが、センサーを接続出来るのはどれか一つのみです。注意願います。
- CN7 (ピン間 2.54mm) は、L 型 1x4P のピンヘッダをハンダ付けして、土壌水分センサーの SEN0308 (<https://www.dfrobot.com/product-2054.html>) を接続する事を想定しています。
- CN5 (ピン間 2mm) ,CN6 (ピン間 2.54mm) は、



SEN0308 以外のセンサーを接続したい場合に使う事を想定しています。

- ADC (3.3V) ブロックで使用している ADC2 のピンは、ベースボードの CN6 にある ADC2 のホールと繋がっています。これの両方を同時に使う事は出来ません。こちらも注意願います。

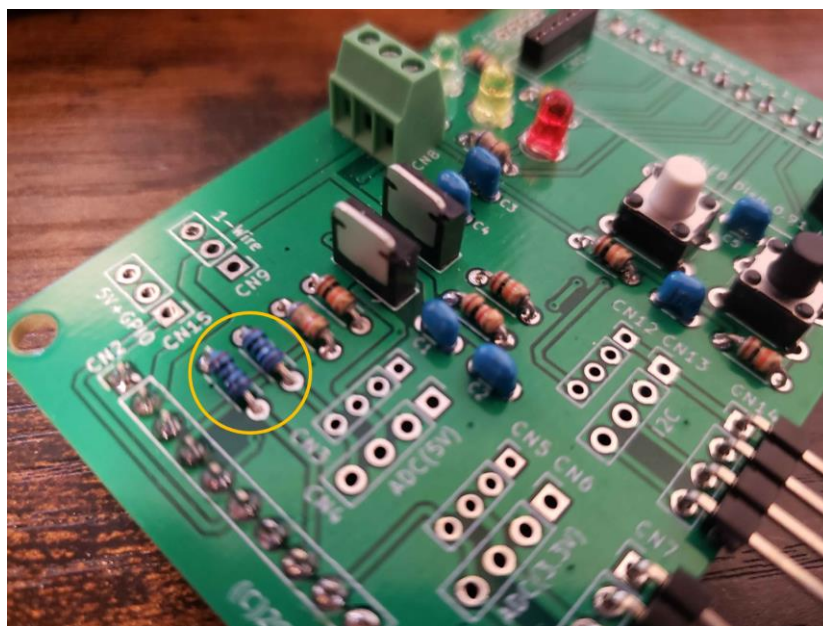
3.10.ADC (5V) (CN3,CN4,R5,R6)

- ADC (アナログ-デジタル変換) ブロックは、アナログセンサーを接続するためのブロックです。
- 電源 (5V) 、 GND、 ADC 入力が一セットになっています。
- Pico W の電源電圧が 3.3V なので、ADC への電圧入力範囲は 0~3.3V の範囲に収まっている必要があります。そのため ADC (5V) ブロックには専用の分圧抵抗が付いています。センサーからの入力電圧は、必ず 3.3V 以下にしたいうえで ADC に入力してください。
- 分圧抵抗として使うのは、植物生育環境計測ボードの R5,R6 になります。

R5 はリンク先の R1 に、R6 はリンク先の R2 に相当します

(<https://keisan.casio.jp/exec/user/1316485613>) 。

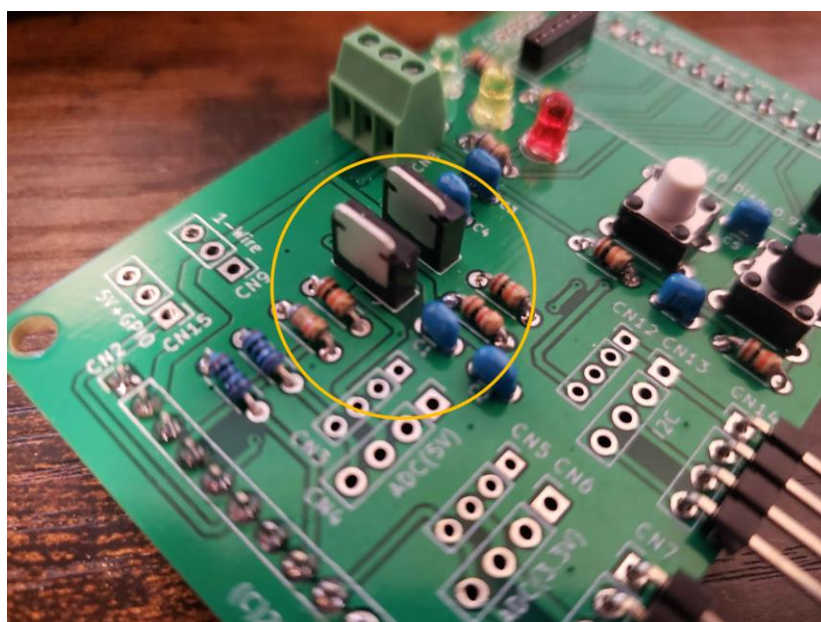
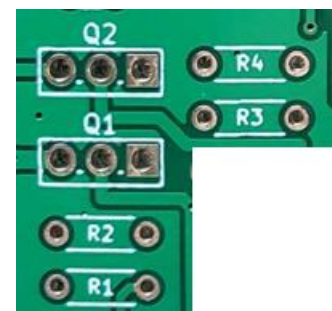
接続するセンサーに応じて抵抗値を決めてください。計測精度を求める場合は、分圧抵抗に金属皮膜抵抗を使う事を推奨します。



- センサーからの入力電圧が 3.3V 以下で、分圧が必要ない場合は、R5 にゼロオーム抵抗をいれてください。ゼロオーム抵抗を入れないと ADC1 まで回路が繋がらず、電圧入力が出来ません。
- CN3 (ピン間 2mm) ,CN4 (ピン間 2.54mm) がありますが、センサーを接続出来るのはどちらか一つのみです。注意願います。
- ADC (5V) ブロックで使用している ADC1 のピンは、ベースボードの CN6 にある ADC1 のホールと繋がっています。これの両方を同時に使う事は出来ません。こちらも注意願います。

3.11. ADC ブロックへの電源供給コントロール (Q1,Q2,R1,R2,R3,R4)

- ADC (3.3V) と ADC (5V) のところに接続するセンサーへの電源供給をコントロールする箇所です。
- MOSFET を用いて、GPIO からセンサーへの電源供給コントロールが可能になっています。
- 電源供給コントロールは、センサーに対して必要なときだけ電源供給をしたい場合に使います。
- MOSFET は秋月電子で販売している MTB060P06I3 を使用します (<https://akizukidenshi.com/catalog/g/g116095/>) 。
- 部品入手の都合などで、MOSFET の型式を変更する際は、電圧の計算を行ったうえで変更しないと電源供給コントロールが上手く機能しなくなるので注意してください。
- 以下の写真のように部品を実装します。MOSFET の向きに注意してください。



- ADC (3.3V) と ADC (5V) のそれぞれの電源供給コントロールのために用いる抵抗の値は変わります。こちらも注意願います。

ADC (5V) の電源供給コントロール

Q1 : Pch パワー-MOSFET 60V16.7A MTB060P06I3

R1 : 6.8k Ω 1/6W (青、灰、赤、金)

R2 : 10k Ω 1/6W (茶、黒、橙、金)

ADC (3.3V) の電源供給コントロール

Q2 : Pch パワー-MOSFET 60V16.7A MTB060P06I3

R3 : 1k Ω 1/6W (茶、黒、赤、金)

R4 : 10k Ω 1/6W (茶、黒、橙、金)

3.12. パスコン (C1,C2,C3,C4)

オンボード上に電源強化のためのパスコンが取り付けられるようになっています。

C1～C4 の 4 つに 0.1 μ F の積層セラミックコンデンサ (リード部品) を取り付けてください。

3.13. 組み立て終わったあと、電源投入前確認について

植物生育環境計測ボードの組み立てが終わったら通電になります。電源をいれるまえに、

- ・ 必要なすべての部品がハンダ付けされている事
- ・ 電源とグラウンドがショートしていない事

等を確認のうえ電源を投入してください。

3.14. 電源投入

組み立て終わって問題がなさそうであれば、植物生育環境計測ボードのをベースボードに接続してみてください。ベースボードに取り付けるときは基板の向きに十分に注意して取り付けてください。Pico W にソフトを書きこんで実行した際に、無事動くことを祈っております。

ひと通り動いたあとは自分でお好きな形にソフトウェアやハードウェアをカスタマイズして世界に一台だけのあなたのオリジナルボードとしてご活用ください。

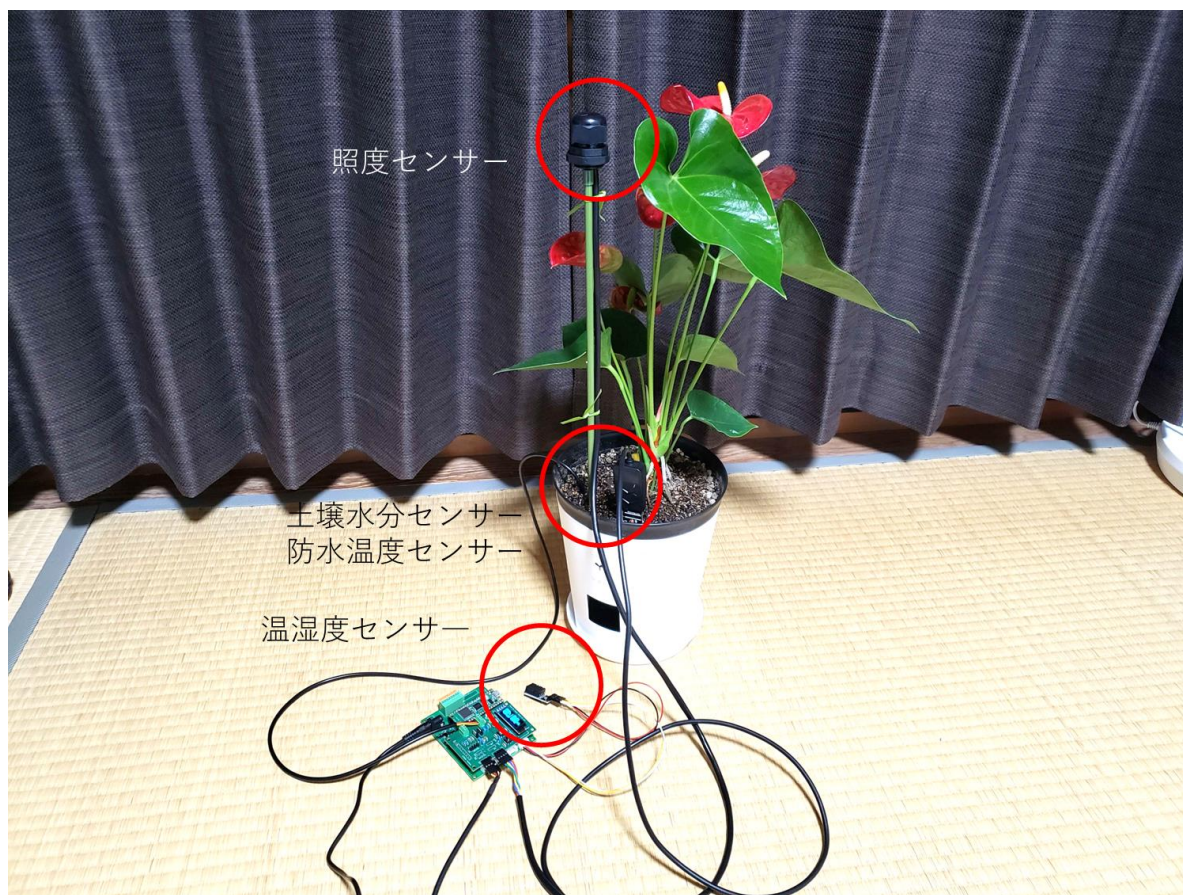
4. 植物生育環境計測ボードの実用例

ここでは、植物生育環境計測ボードの実用例について話します。具体的には、2024 年の kibidango でのクラウドファンディング（以下、クラファンと略します）で紹介した、植物生育環境計測ボードとパッケージにしたセンサー一式を用いた実用方法についてです。

DIY でスマート農業・園芸入門 | 農家の方との対話から生れた植物生育環境計測ボード

<https://kibidango.com/2566>

このドキュメントを書いている人の家の中の写真で恐縮なのですが、粗い使用イメージは以下の画像のようになります。



使用しているのは、照度センサー（SEN0562）、土壌水分センサー（SEN0308）、防水温度センサー（DS18B20）、温湿度センサー（DHT20）になります。

照度センサーは上（太陽側）を向いて、照度（≒日射量）を測定します。取付位置はある程度植物の近くが望ましいですが「ここを測定する」と決めた場所のデータが取ればひとまずは良いので、取り付けやすい場所に付けば良いと思います。土壌水分センサーと防水温度センサーは土にさして、土壌水分と土壌温度を測定します。また、温湿度センサーは、植物があるところの（近辺の）気温と湿度を測定します。

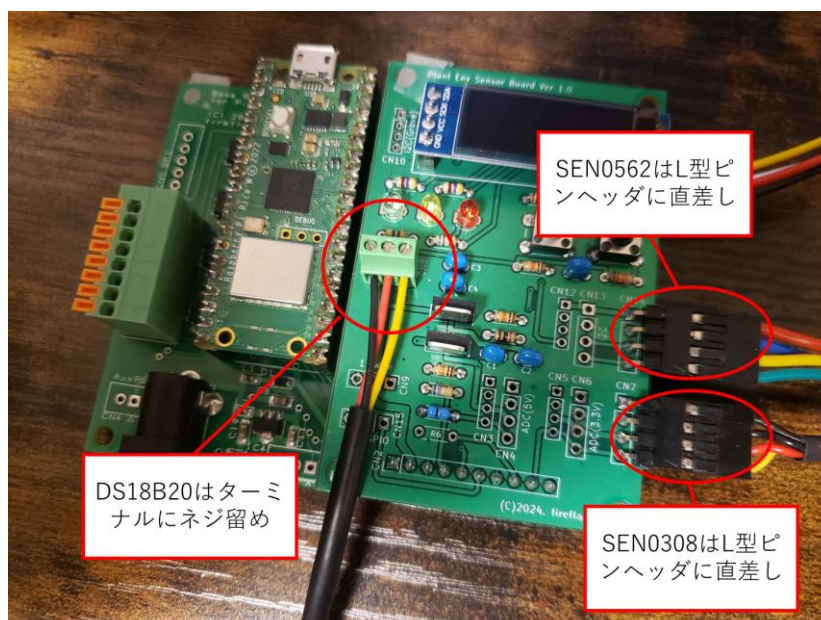
照度センサー、土壌水分センサー、防水温度センサーの 3 つのセンサーは防水仕様ですので、むき身のままで屋外などで使っていただけます。温湿度センサーと、Pico W + ベースボード + 植物生育環境計測ボードは防水ではないので、屋外

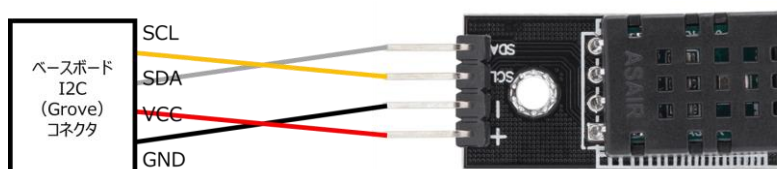
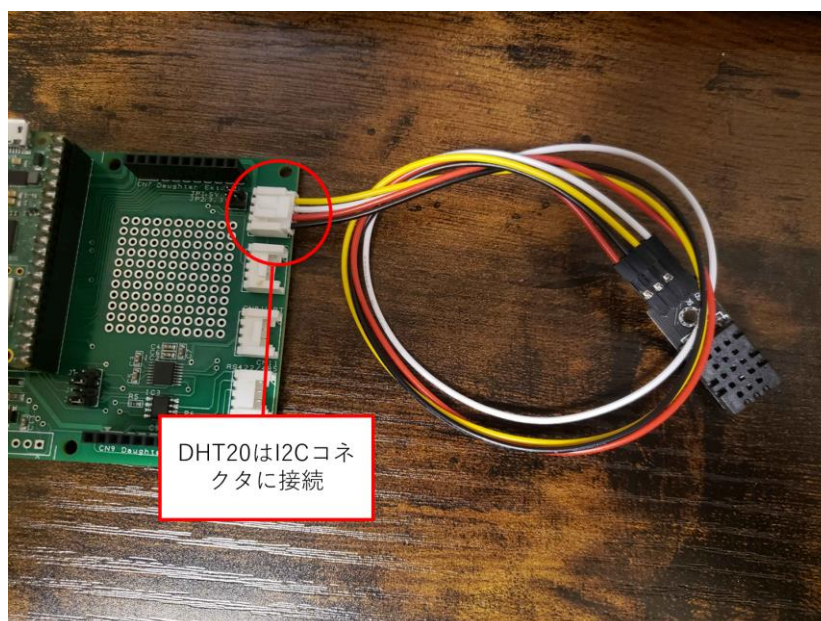
などで使う場合は、必ずケースに入れるなどして水や粉塵から守ってください。とはいえ温湿度センサーを完全密閉ケースに入れると、外気が入らずに湿度計測がまともに出来なくなるので、通風孔をあけたケースに入れて使ってください。

各センサーは、ベースボード+植物生育環境計測ボードに対して、下の画像のように接続しています。この画像では分かりにくいですが、温湿度センサーの DHT20 は、ベースボードの I2C コネクタ（Grove 対応）のところに接続しています。



接続箇所はこんな感じです。





このように接続したうえで各センサーを動作させるには、Pico W にプログラムを書き込んで、Pico W の MicroUSB またはベースボードの DC ジャックなどから DC5V の電源投入をする必要があります。プログラムについては、植物生育環境計測ボードのためのサンプルプログラムを用意しておりますので、そちらをそのまま、あるいはカスタマイズしてお使いください。

4.1. 照度センサーについて

クラファンで植物生育環境計測ボードとパッケージにした照度センサーは、SEN0562 です。海外のショップになりますが、こちら (<https://www.dfrobot.com/product-2664.html>) で購入する事も可能です。SEN0562 は防水仕様です。また、SEN0562 は、内部的には BH1750 というセンサーモジュールを使っているようですので、詳細な動きを知りたい方はそちらの型式でデータシートを調べてみてください。

本来であれば、植物生育環境計測には照度ではなく日射量を測定するのが良いと思うのですが、安価で防水仕様の日射センサーが見当たらなかったため、手軽に始める方にはこちらのセンサーがベストと思い、クラファン向けに選んだ次第です。（ですので、もっと本格的な計測がしたい場合は、日射センサーや PAR センサーなどを植物生育環境計測ボードに接続して使っていただければと思います。I2C やアナログ出力に対応したセンサーであれば接続出来ますので。）

照度センサーである SEN0562 を使う場合は、以下の簡易変換式で、照度を日射量に変換する事で、疑似的に日射量測定が可能です。（サンプルプログラムにもこの変換式を入れています。）

日射量 (1mW/m²) × 比視感度最大時の変換係数 (1.46) = 照度 (lx)

こちらの変換式は、以下サイトなどを参考に作成しました。

参考：光の単位

<http://www.photosynthesis.jp/light.html>

また、もともとクラファンをやるきっかけになった日射比例灌水を行うためには、積算日射量が必要です。
積算日射量は、以下の変換で計算出来ます。（サンプルプログラムにもこの変換式を入れています。）

日射量 (1kW/m²) × 時間 (1 時間) = 積算エネルギー量 (1kWh/m²) = 積算日射量 (3.6MJ/m²)

こちらの変換式は、以下サイトの式をそのまま使いました。

参考：日射量と生育の関係とは？ハウス栽培で知っておきたい日射積算の考え方

<https://www.nippo-co.com/nogyo-controller/nogyo-019/>

非常に簡易的ではありますが、クラファンの活動報告で日射比例灌水をやってみたものがあるので、以下に記載しておきます。

参考：植物生育環境計測ボード使った日射比例灌水システムの作り方

<https://kibidango.com/project/2566/action/18213>

4.2. 土壌水分センサーについて

クラファンで植物生育環境計測ボードとパッケージにした土壌水分センサーは、SEN0308 です。海外のショップになりますが、こちら (<https://www.dfrobot.com/product-2054.html>) で購入する事も可能です。SEN0308 は防水仕様です。

SEN0308 の出力電圧は、0~3VDC です（上記とは別の Wiki ページには 0~2.9VDC と書いてあるって表記揺れがあるのですが、だいたいそれくらいなんだろうなと・・・）。言い換えれば、SEN0308 は 0~3V の範囲で土壌水分を表現します。ではその電圧で表される土壌水分が何%なのか、という事は SEN0308 のサイトには書いていません。

というのは、同様の土壌水分率でも、土壌の種類によって電圧値が異なるためです。ですのでしっかり測定する場合は、土壌ごとに「センサーがどれだけの電圧値を出力したら土壌水分は何%なのか」という事を測定して、センサーを校正しなくてはなりません。それは以下サイトのようなやり方になります。

参考：土壌観測応援コミュニティが推奨する土壌水分センサーの簡易校正法

<http://soillab.ag.saga-u.ac.jp/com/calib1.pdf>

ただごくごく簡単な校正方法もあるにはありまして、こちらは SEN0308 の Wiki

(https://wiki.dfrobot.com/Waterproof_Capacitive_Soil_Moisture_Sensor_SKU_SEN0308) に書いてあります。以下にその部分を（補足多めでの意識で）抜粋しますね。詳細についてはサイトを読んでみてください。

一番はじめは、これくらいから入って、手応えを掴んでもっと知りたいと思ったら、上記のようなやり方にするでも良いと思います。（ちなみにサンプルプログラムにはもっとずっと簡易的な変換式を入れていまして、その点にご留意願います。）

校正範囲

1. 土壌水分センサーを空気に晒した状態で電圧測定します。そこで出た電圧を、土壌が完全に乾燥した状態（湿度：0%RH）の電圧と定めます。
2. コップ 1 杯の水を用意して、土壌水分センサーを浸します。浸す深さは、土壌水分センサーに書いてある Recommend Depth くらいにしてください。Warning Line までは浸さないでください。実際に土に差す場合もこの深さまで差すものとします。そこで出た電圧を、土壌が完全に湿った状態（湿度：100%RH）の電圧と定めます。
3. 0%RH~100%RH が、電圧でいえば何 V 刻みになっているかを計算して、電圧と土壌水分の変換式を作ります。
4. 土壌にセンサーを差して、出力される電圧から、土壌水分を算出します。

それと、土壌水分センサーは、測定方式によっては、差している土壌からセンサー周辺に塩類を集めてきてしまうという話があります。これを出来るだけ避けるには、土壌水分センサーへの常時通電を行わず、必要な時だけ電源供給を行う（＝プレヒートする）ようにすると良いそうです。

植物生育環境計測ボード（のADC（3.3V）ブロックとADC（5V）ブロック）は、プログラムによってセンサーへの電源供給をコントロール出来るようにしています＝プレヒートが可能になっています。土壌水分測定をするときに、塩類集積を避けるなどの使い方をしたい場合は、こちらの機能を使ってください。

参考：プレヒートって何？

<http://emj.sblo.jp/article/173686777.html>

4.3. 防水温度センサーについて

クラファンで植物生育環境計測ボードとパッケージにした防水温度センサーは、DS18B20 です。こちらは 1-Wire という通信方式で動くセンサーです。このセンサーは土壌温度だけでなく、水温測定や気温測定などでも使う事が出来ます。

また、植物生育環境計測ボードは最大 2 系統の 1-Wire センサーが接続出来るので、例えば土壌の表面と深部の温度差を測定するなどといった研究的な事も可能になっています。

4.4. 温湿度センサーについて

クラファンで植物生育環境計測ボードとパッケージにした温湿度センサーは、DHT20 です。I2C で通信し、端子は 2.45mm ピッチです。ベースボードの I2C コネクタ（Grove 対応）と接続するには、Grove-ピンヘッダ変換ケーブルが必要です（このケーブルは、クラファンでセンサーを買っていただいた方へのパッケージに含まれています）。

DHT20 センサーは（そして、Pico W + ベースボード + 植物生育環境計測ボードも）防水ではないので、屋外などで使う場合は、必ずケースに入れるなどして水や粉塵から守ってください。とはいえ DHT20 を完全密閉ケースに入れると、外気が入らずに湿度計測がまともに出来なくなるので、通風孔をあけたケースに入れて使ってください。

またケースについてですが、温湿度センサーに直射日光を当てないという役割もあります。これは、直射日光がセンサーにあたると、その分温度が上がって精度の良い測定が出来なくなるためです。ごくごく簡易的にセンサーにケースをつけるなら、（日光を反射しやすい）白いタッパーに穴をあけてそこに入れるくらいでも大丈夫です。

ただ、タッパーでは色んな意味で限界があるので、より精度の良い測定をしたい、と言う場合は、ラジエーションシールドや強制通風筒を使う事を推奨します。どちらもありものを買うと高いですが「ラジエーションシールド 自作」とか「強制通風筒 自作」などと Web 検索すれば、自作方法が色々書いてあります。

また、DHT20 のケーブルをもっと延長して温湿度計測をしたい、と言う場合は、ストロベリー・リナックスの絶縁型 I2C 延長モジュールを使う事でそれが可能です（<https://strawberry-linux.com/catalog/items?code=14331>）。非常に簡易的ではありますが、クラファンの活動報告でそれをやってみたものがあるので、以下に記載しておきます。

参考：植物が生い茂っているところ（植物群落内）の計測方法

<https://kibidango.com/project/2566/action/18127>