

Digital Craft Section

★★★★☆ 予算：16,000 円

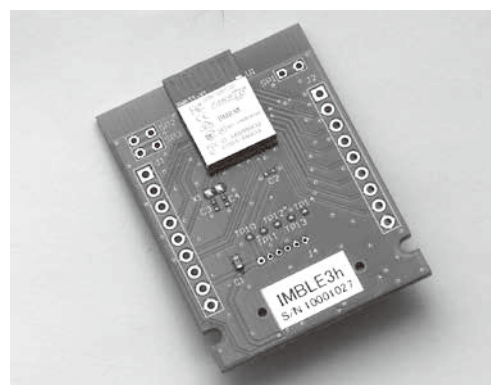
IMBLE3h 無線モジュールを使った
Bluetooth テンキーボード
の製作

江崎 徳秀

インタープラン社から発売されている Bluetooth Low Energy 無線モジュール「IMBLE3h」は HOGP (HID over GATT profile) 対応ペリフェラルデバイス (キーボード互換) で、Bluetooth キーボードを簡単につくることができます。

今回はこの無線モジュールと市販のキーパッドを組み合わせ、それらを RISC-V マイコンで制御して Bluetooth テンキーボードを作りたいと思います。

.....



《写真1》Bluetooth Low Energy無線モジュール「IMBLE3h-ADP」

Bluetooth Low Energy
無線モジュール「IMBLE3h-ADP」

Bluetooth Low Energy 無線モジュール「IMBLE3h-ADP」は、Bluetooth 5.1 規格に準拠した Bluetooth Low Energy のペリフェラル機能を搭載しており、HOGP (HID over GATT profile) に対応し、パソコンやスマートフォン等の BLE センtral デバイスからはキーボードとして認識されます (写真1)。

この無線モジュール「IMBLE3h-ADP」を使えば、BLE キーボードデバイスを簡単に作ること

ができます。今回は市販のキーパッドを BLE テンキーボードとして動作させる工作例を紹介しましょう。

また、IMBLE3h-ADP の端子機能は第1表のようになります。

RISC-V マイコン「CH32V003F4P6」

RISC-V マイコン「CH32V003F4P6」は、QingKe 32 ビット RISC-V をベースに設計された産業用汎用マイクロコントローラです (写真2)。

動作クロック48MHzで動作する32bit マイコンでありながら、秋月電子で50円という低価格で販売されているという、非常にコストパフォーマンスの高いマイクロコントローラです。

今回はこの「CH32V003F4P6」を使って、上記の Bluetooth Low Energy 無線モジュール「IMBLE3h」を制御してみたいと思います。



《写真2》RISC-Vマイコン「CH32V003F4P6」

WCH-LinkE エミュレータ

WCH-LinkE エミュレータは、上記の RISC-V マイコンのオンラインデバッグおよびプログラムのダウンロードができます。PIC マ



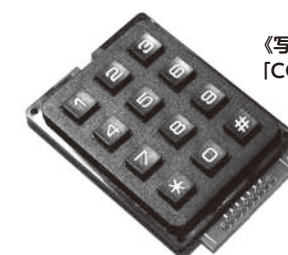
《写真3》WCH-LinkEエミュレータ

イコンでいうところの PICkit に相当します。この WCH-LinkE エミュレータも秋月電子で750円という低価格で販売されています (写真3)。

また、シリアルポートを搭載しているので、マイコンのシリアルポートと接続することでデバッグ情報をパソコンのターミナルに表示させることもできます。

スイッチキーパッド「COM-14662」

スイッチキーパッド「COM-14662」は、数字がプリントされたスイッチがマトリクス状に配置されています (写真4)。



《写真4》スイッチキーパッド「COM-14662」

12個のキーがキースキャン回路を構成しており、端子部分に列 (カラム) 3 本、行 (ロウ) 4 本の信号が割り当てられています。

Bluetooth テンキーボードの接続

Bluetooth テンキーボードの回路は以下のようになります (第1図)。

また、使用する部品は第2表のようになります。

開発環境の設定

CH32V003 マイコンは Arduino 互換環境でプログラミングを行うことができます。

まず、Arduino の公式ページ (<https://www.arduino.cc/en/software>) より「Arduino IDE」をダウンロードし、パソコンにインストールします。

インストールが完了したら CH32V003 マイコンを Arduino IDE に追加する設定を行います。

Arduino IDE を起動し、「ファイル」→「基本設定」を開きます。

「追加のボードマネージャの URL」に以下の URL を入力します (第2図)。

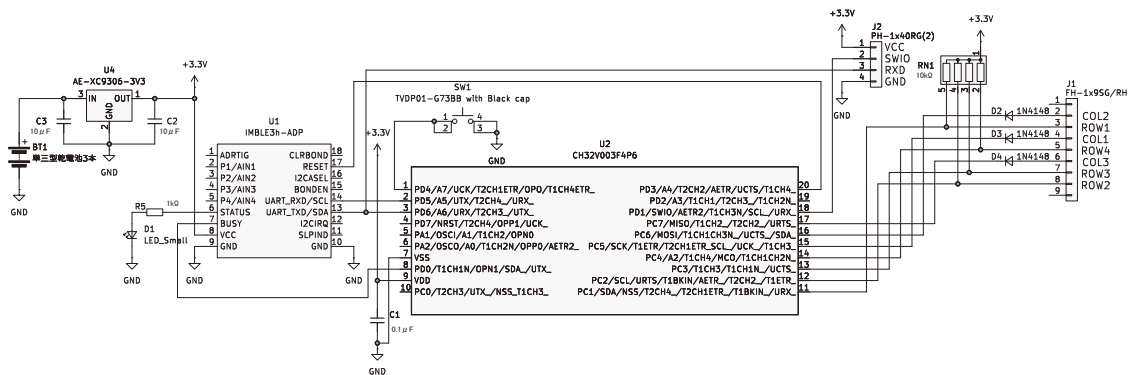
https://github.com/openwch/board_manager_files/raw/main/package_ch32v_index.json



続いて、IDE の画面左側のボードマネージャアイコンをクリックしてボードマネージャを表示します。「ch32」を検索して「CH32 MCU EVT Boards」をインストールします。

《第1表》IMBLE3h-ADPの端子機能

コネクタ	ピン番号	端子名	機能
J1	1	—	—
	2	—	—
	3	—	—
	4	—	—
	5	—	—
	6	STATUS	ステータス出力。送信中はハイレベルを出力します
	7	BUSY	内部処理中表示出力。処理中はハイレベルを出力します。
	8	Vcc	電源端子。1.7 ~ 3.6V の電源を接続します
	9	GND	グランド端子
J2	1	—	—
	2	RESET	リセット入力 (内蔵プルアップあり)
	3	—	—
	4	—	—
	5	UART_RXD	UART 入力 (内蔵プルアップあり)
	6	UART_TXD	UART 出力
	7	—	—
	8	Vcc	電源端子。1.7 ~ 3.6V の電源を接続します
	9	GND	グランド端子



《第1図》回路

このとき、インストールするバージョンを「1.0.3」
にしておきます(第3図)。

インストールが終わったら、「ツール」-「ボード」
-「CH32 MCU EVT Boards」-「CH32V00x」
を選択します。

以上で開発環境の設定は終わりです。

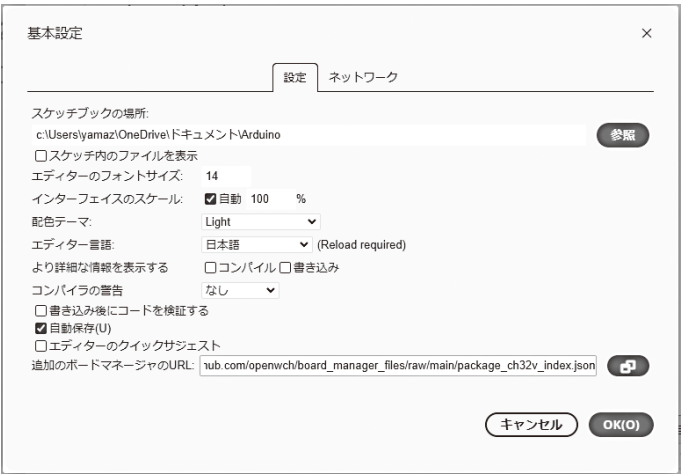
CH32V003マイコンをピッチ変換基板 にハンダ付け

CH32V003マイコンはTSSOP20ピンパッケー
ジのため、このままではユニバーサル基板に実
装することができません。そのためピッチ変換基

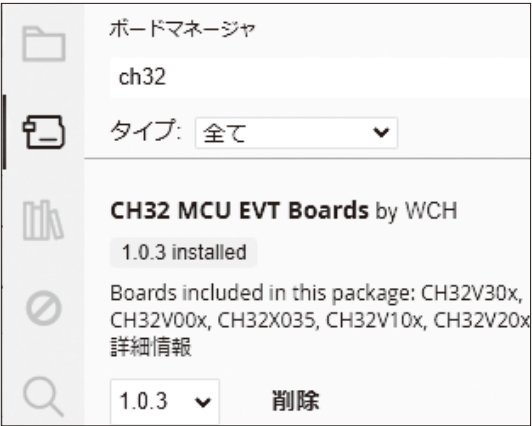
《第2表》部品リスト《第2表》

部品名	規格・型番	個数	参考価格(単価)	購入先例・備考
Bluetooth Low Energy 無線モジュール	IMBLE3h-ADP	1	11,000 円	マルツなど
RISC-V マイコン	CH32V003F4P6	1	50 円	
SSOP20 ピン (0.65mm)・ SOP20 ピン (1.27mm) DIP 変換基板	AE-SSOP20	1	50 円	秋月電子通商
ピンヘッダー	PH-1x40SG	1	35 円	
WCH-LinkE エミュレーター	WCH-LinkE	1	750 円	
スイッチキーパッド	COM-14662	1	1,034 円	スイッチサイエンス、共立エレショップなど
コンデンサ	0.1 μ F (104)	1	10 円	秋月電子通商 10 個入りで 1 個あたりの価格
コンデンサ	10 μ F 50 V ル ビコン	2	10 円	秋月電子通商
LED	3mm/ 赤	1	10 円	
ダイオード	1N4148	3	3 円	秋月電子通商 50 個入りで 1 個あたりの価格
ピンソケット	FHU-1x42SG	2	80 円	秋月電子通商
ピンヘッダー	PH-1x40RG (2)	1	50 円	
抵抗	1k Ω (茶黒茶金)	1	1 円	秋月電子通商 100 個入りで 1 個あたりの価格
集合抵抗	RKC4BD103J	1	30 円	
タクトスイッチ	TVDP01-G73BB with Black cap	1	20 円	秋月電子通商
XC9306 使用同期整流昇降圧 DC/DC コンバーターキット 3.3V 版	AE-XC9306-3V3	1	350 円	
コネクター付コード 2P (D) 赤黒		1	50 円	
ユニバーサル基板	TNF43-66	1	210 円	マルツなど
ケース	LC135H-M3-W	1	590 円	
プラスチックスペーサー	3-5	4	5 円	秋月電子通商 10 個入りで 1 個あたりの価格
木ネジ	2.1 × 13mm	4	10 円	ホームセンターなど
スペーサー M3 5mm	TP-5SM	4	30 円	秋月電子通商
なべ小ねじ (+)	M3x6	4	8 円	秋月電子通商 10 個入りで 1 個あたりの価格
六角ナット	M3 × 0.5	4	6 円	24 円
単 3 形乾電池	各社	3	110 円	100 円ショップなど
合計予算			14,775 円	

表中の単価は記事作成時のものでショップや時期により異なります。



《第2図》追加のボードマネージャのURL

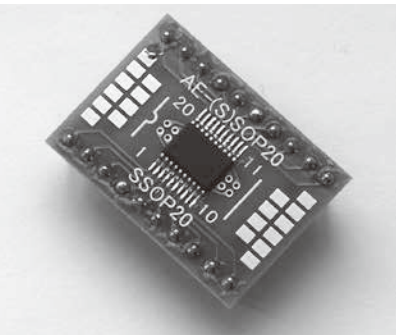
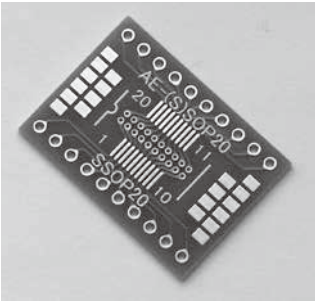


《第3図》「CH32 MCU EVT Boards」をインストール

板「AE-SSOP20」を使って2.54mmピッチに変
換します(写真5)。

CH32V003マイコンのリード線のピッチは
0.65mmのため、はんだゴテには先端の細いコ
テ先のものを使用し、ハンダも太さ0.3mm程度
のものを使用して1ピンずつ慎重にハンダ付けし

《写真5》ピッチ変換基板
「AE-SSOP20」



《写真6》ピッチ変換基板「AE-
SSOP20」にCH32V003マイコンを
ハンダ付け

てください。
CH32V003マイコンがはんだ付け
できたら、10ピンのピンヘッダーをハンダ付けし
て完成です(写真6)。

IMBLE3h-ADPにピンヘッダーをハンダ付け

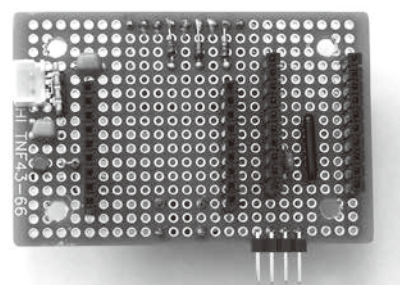
IMBLE3h-ADPには9ピンのピンヘッダーを
ハンダ付けします(写真7)。



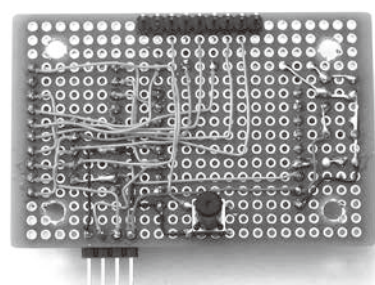
《写真7》
IMBLE3h-ADPに
ピンヘッダーをハ
ンダ付け



《写真8》
スイッチキーパッド
にピンソケットをハ
ンダ付け



《写真9》部品実装図 (部品面)



《写真10》部品実装図 (ハンダ面)

スイッチキーパッドにピンソケットをハンダ付け

スイッチキーパッドには9ピンのピンソケットをハンダ付けします(写真8)。

基板の製作

ユニバーサル基板に部品を実装します。実装する前にφ3.5mmの取付穴をあけておきます。今回の基板は写真9、10のように実装します。スイッチキーパッドと接続する9ピンのピンヘッダーとタクトスイッチはハンダ面に実装することに注意してください(写真9)。

プログラムの書き込み

ここでCH32V003マイコンにプログラムを書き

《第3表》WCH-LinkEエミュレータとの接続

基板側のピン	WCH-LinkE エミュレーターのピン
1 番ピン VCC	3V3
2 番ピン SWIO	SWDIO/TMS
3 番ピン RXD	RX
4 番ピン GND	GND

込みます。プログラムの書き込みには「WCH-LinkE エミュレータ」を使用します。

WCH-LinkE エミュレータを使用するには以下のURLよりファイルをダウンロードします。

<https://www.wch-ic.com/products/WCH-Link.html>



このページの「WCH-LinkUtility.ZIP」のリンクをクリックして開いたページの「下载 (ダウンロード)」ボタンを押してファイルをダウンロードします。

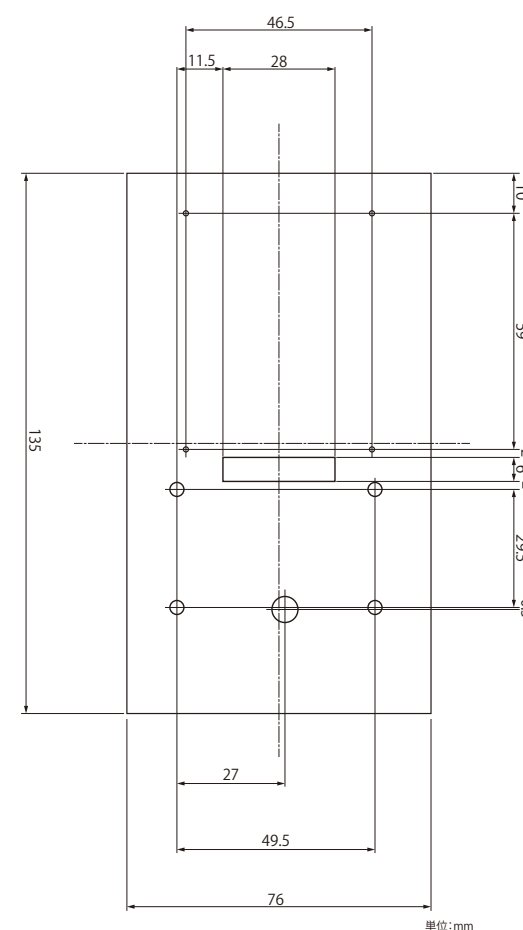
ダウンロードしたファイルを任意のフォルダで解凍します。解凍したフォルダ内の「Drv_Link」フォルダ内にある「WCHLinkDrv_WHQL_S.exe」ファイルをダブルクリックしてデバイスドライバをインストールします。

次にWCH-LinkE エミュレータと製作したユニバーサル基板を接続します。このときWCH-LinkE エミュレータはまだパソコンとはつながないようにしてください。

メス-メスタイプのジャンプワイヤーを使ってユニバーサル基板に実装したライトアングルのピンヘッダーとWCH-LinkE エミュレータのピンヘッダーを接続します。各ピンの接続は第3表になります。ユニバーサル基板のライトアングルのピンヘッダーはIMBLE3h-ADP側が1番ピンになります。

この状態でWCH-LinkE エミュレータをパソコンと接続します。接続後、パソコン上でデバイスマネージャを起動し、「ポート (COMとLPT)」のところを開いてCOMポート番号を確認します。この番号は環境によって異なりますので必ず確認してください。

Arduino IDEを起動し、プログラムを入力します。今回のプログラムはリスト1のようになります。



《第4図》ケース上面の加工

※このリストは以下からダウンロードできます。

<https://denkomagazine.net/download/>



プログラムを入力したら、ポート番号の確認を行います。Arduino IDEの「ツール」メニューから「ポート」を選択し、先ほどデバイスマネージャで確認したポート番号を選択します。

Arduino IDEの書き込みボタンをクリックしてプログラムを書き込みます。

プログラムの書き込みが終わったら、WCH-LinkE エミュレータをパソコンから外し、続いて基板のピンヘッダーからジャンプワイヤーを外しておきます。

ケースの加工

ケースは上面のみ第4図のように加工します。

加工後のケースは写真11のようになります。

各部品の取り付け

ケース上面にスイッチ(写真11)を取り付けます。

スイッチキーパッドの取付穴に木ネジを通し、あいだに中空のスペーサー (3-5) を入れて締め付けます(写真12)。

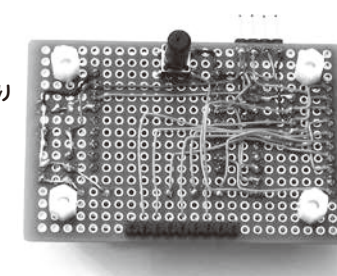
製作したユニバーサル基板の取付穴にスペーサ (TP-5SM) を差し込み、M3ナットで締め付けます(写真13)。

ユニバーサル基板の9ピンのピンヘッダーをスイッチキーパッドの9ピンソケットに差し込みます。ケース上面の裏側にM3×6mmのネジを使ってユニバーサル基板を取り付けます(写真14)。ケース底面の電池ボックスの電極に「コネクタ付コード 2P(D) 赤黒」をハンダ付けします。プラス、マイナスを間違えないように注意してください(写



《写真12》スイッチキーパッドを取り付け

《写真13》スペーサを取り付け



《リスト1》IMBLE3h_keyboard.ino

```
#define COL3 PC7
#define COL2 PC6
#define COL1 PC5
#define ROW4 PC4
#define ROW3 PC3
#define ROW2 PC2
#define ROW1 PC1
#define BUSY PD0
#define SW PD4
#define RST PD3

void setup() {
  Serial.begin(19200);

  pinMode(COL3, OUTPUT);
  pinMode(COL2, OUTPUT);
  pinMode(COL1, OUTPUT);
  pinMode(ROW4, INPUT);
  pinMode(ROW3, INPUT);
  pinMode(ROW2, INPUT);
  pinMode(ROW1, INPUT);
  pinMode(BUSY, INPUT);
  pinMode(SW, INPUT_PULLUP);
  pinMode(RST, OUTPUT);
  GPIO_Write(GPIOC, 0xE0);
  digitalWrite(RST, LOW);
  delay(100);
  digitalWrite(RST, HIGH);
  delay(1000);
}
```

```
Serial.print("ENWR¥r¥n");
delay(10);
Serial.print("STKT01¥r¥n");
delay(10);
digitalWrite(RST, LOW);
delay(100);
digitalWrite(RST, HIGH);
delay(1000);
}

void loop() {
  if(digitalRead(SW) == LOW) {
    Serial.print("CBND¥r¥n");
    delay(1000);
    Serial.print("SRST¥r¥n");

  } else if(digitalRead(BUSY) == LOW) {
    char key_dat = getKey();
    if(key_dat != '¥0') {
      Serial.print("TXDA¥r¥n");
      Serial.print(key_dat);
      Serial.write(0);
    }
  }

  delay(100);
}

char getKey(void) {
```

```
GPIO_Write(GPIOC, 0xC0);
int dat = (GPIO_ReadInputData(GPIOC) >> 1) & 0x0F;
switch (dat) {
  case 0x0E:
    return '1';
  case 0x0D:
    return '4';
  case 0x0B:
    return '7';
  case 0x07:
    return '*';
}

GPIO_Write(GPIOC, 0xA0);
dat = (GPIO_ReadInputData(GPIOC) >> 1) & 0x0F;
switch (dat) {
  case 0x0E:
    return '2';
  case 0x0D:
    return '5';
  case 0x0B:
    return '8';
  case 0x07:
    return '0';
}

GPIO_Write(GPIOC, 0x60);
dat = (GPIO_ReadInputData(GPIOC) >> 1) & 0x0F;
switch (dat) {
  case 0x0E:
    return '3';
  case 0x0D:
    return '6';
  case 0x0B:
    return '9';
  case 0x07:
    return '#';
}
return '¥0';
}
```

ら「Bluetoothとデバイス」をクリックします。

Bluetoothが「オン」になっていることを確認します。「オフ」になっていたら「オン」にしてください。

「デバイスの追加」をクリックします。

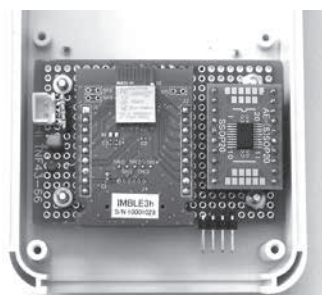
開いた画面で「Bluetooth」をクリックします。

「デバイスを追加する」の画面から「IMBLE3h-xxxxxxx」を選択します。「IMBLE3h-xxxxxxx」が表示されていないときはBluetoothテンキーボードのタクトスイッチを押してください。

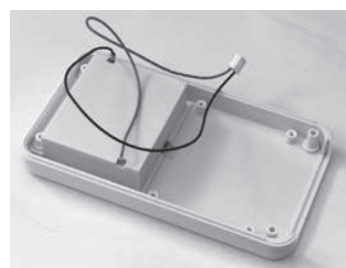
「デバイスの準備が整いました」と表示されたら「完了」をクリックします。

「メモ帳」を起動します。

Bluetoothテンキーボードのいずれかのテンキーを押してメモ帳に数字もしくは「*」、「#」が表示されれば正常に動作しています。



《写真14》ユニバーサル基板の取り付け



《写真15》「コネクタ付コード 2P(D) 赤黒」を取り付け



《写真16》ケースを閉じる

真 15)。

「コネクタ付コード 2P (D) 赤黒」のコネクタをユニバーサル基板のコネクタに差し込み、ケース底面とケース上面を閉じ、ケースに付属のネジでネジ止めます (写真 16)。

これで Bluetooth テンキーボードは完成です。ケース底面の電池ケースのフタをあけ、単 3 形乾電池 3 本を入れると動作を開始します。

パソコンとの接続

それではパソコンと接続します。Bluetooth テンキーボードに単 3 形乾電池 3 本を入れておきます。

パソコン側で「設定」を起動します。なお、パソコンの OS は Windows 11 で説明します。

「設定」が起動したら、画面左側のメニューが