

## 無線温度計

## Beetle Ver. 2.0

## 説明書

2016年1月

第1版

ミューテック

|    |               |    |
|----|---------------|----|
| 1  | はじめに          | 1  |
| 2  | 梱包物一覧         | 2  |
| 3  | 特長            | 2  |
| 4  | 各部の説明         | 3  |
| 5  | 電源について        | 3  |
| 6  | ブロック図         | 4  |
| 7  | スイッチ設定        | 5  |
| 8  | 動作について        | 6  |
| 9  | 子機準備          | 7  |
| 10 | 子機対応 温度測定について | 10 |
| 11 | 親機準備          | 11 |
| 12 | 親機対応          | 12 |
| 13 | 仕様一覧          | 13 |
| 14 | その他           | 13 |
| 15 | 保証            | 13 |

**1 はじめに**

本書は、Beetle Ver. 2.0 の説明書です。

Beetle Ver.2 は、Bluetooth Smart モジュール BLE113A (Silicon Laboratories) と温度 ICADT7410 (Analog Devices) を搭載した無線温度計ボードです。

BLE113A には、温度測定ソフト (親機機能 / 子機機能) を書き込み済みです。

本ボードは、DENSUKE (V1.9 or V2.0) に搭載可能な外形で容易に親機として構成出来ます。

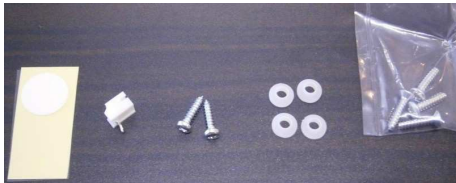
子機としては、市販のリチウムイオンバッテリーを接続する事で、ビーコンに温度データを組込み即発信動作します。

## 2 梱包物一覧

下記梱包物リストと納品物のご確認をお願いします。

(ご注文の形態で一部異なる場合があります。)

- |                     |     |
|---------------------|-----|
| 1) Beetle 基板        | 1 枚 |
| 2) ケース(タカチ TW5-3-5) | 1 台 |
| 3) 通信モジュール取り付け部品    | 1 式 |



注意：

リチウムイオンバッテリーは、別途準備願います。



## 3 特長

Beetle Ver. 2.0 の主な特長を以下に示します。

- ・ BLE 113A のビーコン使用の温度測定ボード
- ・ BLE113A (Silicon Laboratories) は、国内電波法を取得済み
- ・ リチウムイオン電池動作、及び USB コネクタ (5V) でのリチウムイオン電池充電機能搭載
- ・ 高精度温度 IC ADT7410 (Analog Devices) 搭載
- ・ 親機/子機兼用ボード (ディップスイッチで選択)
- ・ 温度測定&送信 (子機) / 受信 (親機) ソフトは書き込み済み

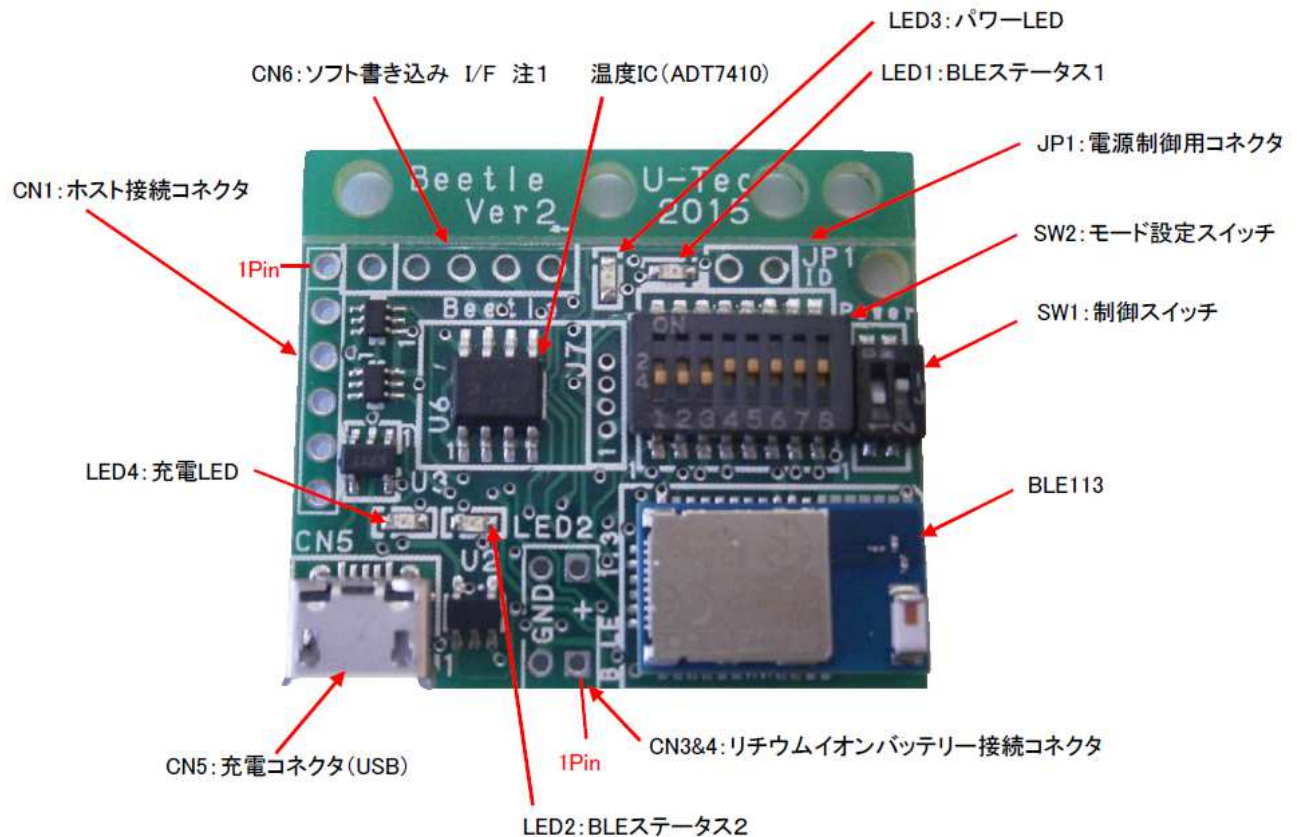
### <子機モード特長>

- ・ 電源 (レギュレータ) の ON/OFF をディップスイッチにて制御可能
- ・ 子機の ID は、ディップスイッチにて最大 32 ID 設定可能 (同時に 32 台運用可能)
- ・ 子機送信タイミングは、3 秒、5 秒、10 秒をディップスイッチにて選択可能
- ・ 電源 (レギュレータ) の ON/OFF 端子装備にて、外部スイッチ等で制御可能
- ・ タカチのケース (TW5-3-2/ TWF5-3-2) に収納可能な形状
- ・ リチウムイオンバッテリーの電圧監視機能搭載 (3.3V 閾値の電圧監視 IC BD4833G (ローム) を搭載)
- ・ 電源 LED, 充電中 LED, 送信 LED を搭載

### <親機モード特長>

- ・ DENSUKE (ミュウテック製) に搭載可能な信号配置及び形状に対応
- ・ 子機最大 32 台の受信をサポート
- ・ 親機温度、子機からの受信温度は、シリアル送信でホスト機器に送信
- ・ 親機時電源は、+3.4V~14V で動作可能
- ・ シリアル I/F は、ロジックレベル電圧変換 IC 搭載で各ホスト機器の電圧に対応

## 4 各部の説明



注1: ソフト書き込み済みで未使用です。

補足1: CN6は、未実装（未支給）です。

2: JP1の2ピンをショート（接続）することで、本Beetleの電源はOFFとなります。

3: タカチのケース（フタ）は、LED1（無線送信時点滅）とADT7410部分に穴加工をしています。

## 5 電源について

Beetleを子機として使用時は、リチウムイオンバッテリーでの動作を基本としています。

CN3又は4に添付のコネクタを半田面側に実装し、市販のリチウムイオンバッテリーを準備し接続して下さい。

（使用するバッテリーサイズにて、CN3とCN4を選択して下さい。）

接続可能なリチウムイオンバッテリーは、3.7V仕様品で、接続ハウジングはPHR-2です。

例: 本ケース収納可能な、スイッチサイエンス取り扱いチウムイオンバッテリーは以下です。

- ・ リチウムイオンポリマー電池 400mAh（コード番号: SFE-PRT-10718）
- ・ リチウムイオンポリマー電池 110mAh（コード番号: SFE-PRT-00731）

充電は、CN5のUSB端子にて充電可能です。USBホスト機器やハブ等から5Vを給電してください。

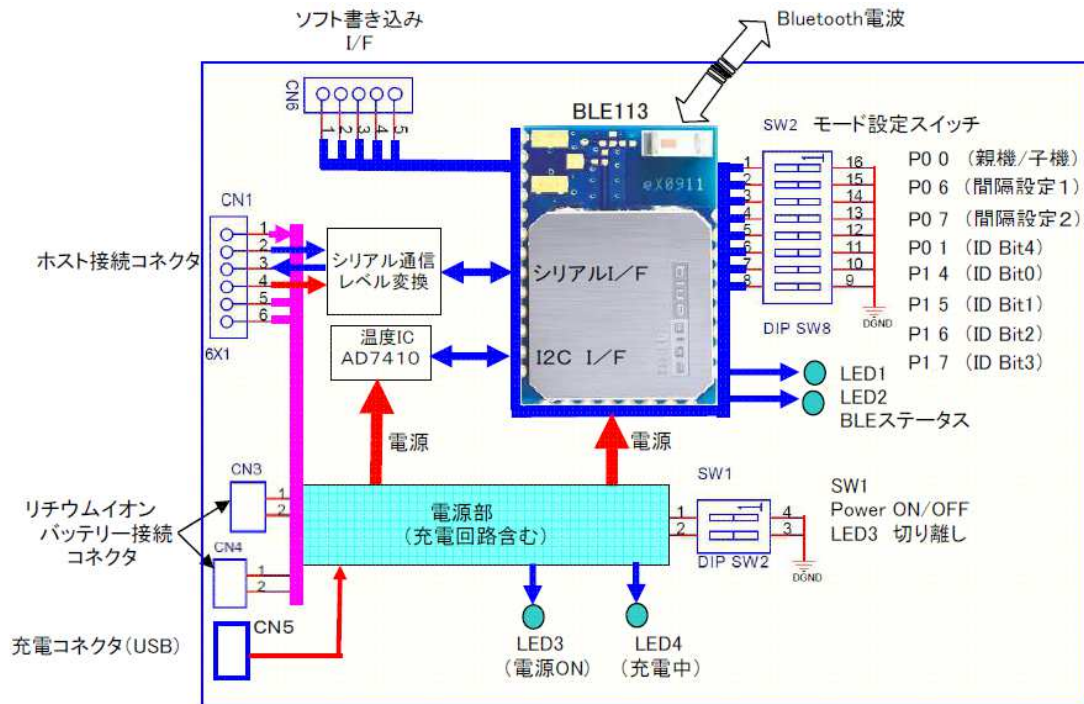
充電中は、LED4の充電LEDが点灯します。充電完了でLED4は消灯します。

補足: バッテリー電圧は、電圧監視ICにて3.3V以下になるとレギュレータの出力を停止します。

親機として使用する場合は、CN1端子から3.5V~6.6Vの電源供給で使用します。

## 6 ブロック図

Beetle のブロック図とコネクタ配列を以下に示します。



### ① CN1 : ホスト接続コネクタ

| Pin 番号 | 信号名称     | 入出 | 説明                           | 備考                  |
|--------|----------|----|------------------------------|---------------------|
| 1      | Power_ON | 入力 | High 又は未接続時電源 ON、Low 時電源 OFF |                     |
| 2      | RXI      | 入力 | シリアル受信                       | 本装置で受信処理無し          |
| 3      | TXO      | 出力 | シリアル送信                       | IO_REF の電圧に変換対応     |
| 4      | IO_REF   | 入力 | ロジック電圧変換電圧                   |                     |
| 5      | VCC_BAT  | 入力 | 親機モード時電源 3.5V~6.6V (最大 14V)  | 電源電圧は発熱対策で高くしない事を推奨 |
| 6      | GND      | —  |                              |                     |

コネクタ仕様：6ピン 2.54ピッチ 1列

### ② CN3&4 : リチウムイオンバッテリー接続コネクタ

| Pin 番号 | 信号名称 | 入出 | 説明               | 備考 |
|--------|------|----|------------------|----|
| 1      | BAT+ | 入力 | リチウムイオンバッテリー プラス |    |
| 2      | GND  | 入力 | GND              |    |

コネクタ仕様：2ピン S2B-PH-K-S (JST) 相手側：PHR2

### ③ その他

CN5 は、USB 規格品対応 電源端子のみ使用。CN6 は、ソフト書き込み用です。(詳細は、回路図参照)

## 7 スイッチ設定

Beetle のボード上のスイッチ設定を以下に示します。

SW2 のモード設定 (8 ビット) は、電源 OFF 状態で変更してください。

SW No 1 親機/子機選択 (ON=親機、OFF=子機)

温度測定間隔選択

| SW No2 | SW No3 | 測定間隔 |
|--------|--------|------|
| OFF    | OFF    | 3秒   |
| ON     | OFF    | 5秒   |
| OFF    | ON     | 10秒  |
| ON     | ON     |      |

Power LED (LED3)切り離し (ON=接続、OFF=切り離し)  
説明: 本機能で、LEDの消費電力を抑えバッテリー持続時間を延ばす事が可能です。

電源ON/OFF (ON=電源OFF、OFF=電源ON)  
説明: 使わない時は、電源OFFでバッテリーの消費を抑えて下さい。  
(写真は、LED3有効で電源ONの状態です)

### ID設定

SW ON = "0"  
OFF = "1"

| SW No4—8  | 子機モード   |         | 親機モード   |         |
|-----------|---------|---------|---------|---------|
|           | ID(HEX) | ID(DEC) | ID(HEX) | ID(DEC) |
| ***0 0000 | 0       | 0       | F0      | 240     |
| ***0 1000 | 1       | 1       | F1      | 241     |
| ***0 0100 | 2       | 2       | F2      | 242     |
| ***0 1100 | 3       | 3       | F3      | 243     |
| ***0 0010 | 4       | 4       | F4      | 244     |
| :         | :       | :       | :       | :       |
| ***0 0111 | E       | 14      | FE      | 254     |
| ***0 1111 | F       | 15      | FF      | 255     |
| ***1 0000 | 10      | 16      | 上記同様    | 上記同様    |
| ***1 1000 | 11      | 17      |         |         |
| ***1 0100 | 12      | 18      |         |         |
| :         | :       | :       |         |         |
| ***1 1111 | 1F      | 31      |         |         |

### 説明

親機モード時: 上位4ビットをFhとし、下位4ビットをSW No5-7の値とする。ID=F0~FFh

子機モード時: 上位3ビットを0hとし、下位5ビットをSW No4-7の値とする。ID=00~1Fh

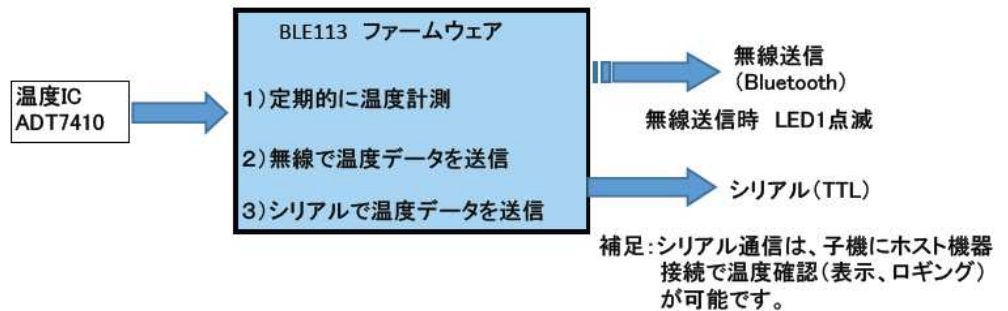
注意: SW 2 のモード設定は電源投入時に読み込みますので、SW 2 の設定は電源 OFF 状態で設定して下さい。

## 8 動作について

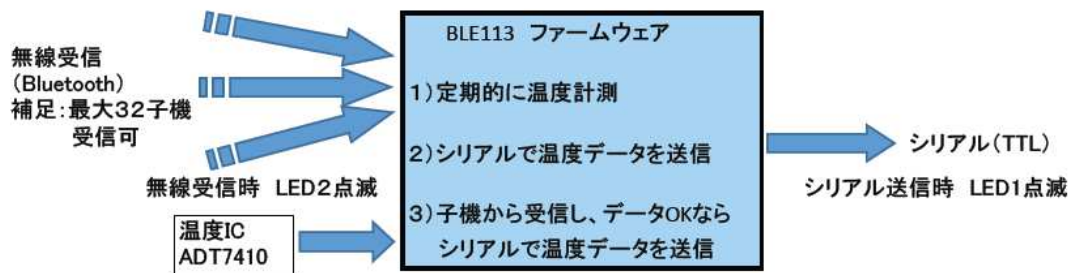
Beetle は、SW2 にて親機モードと子機モードの設定が出来ます。

以下に親機モードと子機モードでの動作（ソフトウェア処理）を示します。

### 1) 無線子機モード (BLE 送信のみ)



### 2) 無線親機モード (BLE 受信のみ)



シリアル受信の仕様は、下記です。

- ボーレート : 9600bps
- ビット数 : 8ビット
- ストップビット : 有
- フロー : ハードウェアフロー

送信データ仕様は、下記です。

親機の1回の温度測定データ受信で、シリアルに5バイトのデータを送信します。

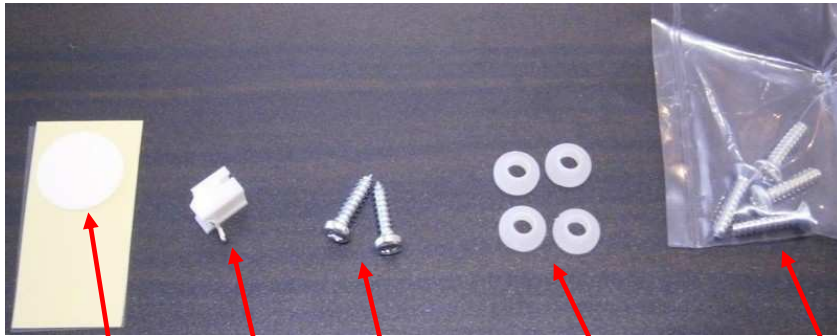
- 第1データ : ID 値
- 第2データ : ADT7410 温度データ High バイト
- 第3データ : ADT7410 温度データ Low バイト
- 第4データ : 0x0D データ
- 第5データ : 0x0A データ

ADC17410 の温度測定は、13 ビット精度です。シリアル送信の ADT7410 の温度データは、ADT7410 の生データですので、温度の値への変換はホスト機器側にて実施願います。

## 9 子機準備

本製品のケース（タカチ TW5-2-5）に収納可能なリチウムイオンバッテリーでの組立手順を以下に示します。

### 1) 付属品の説明



ベントフィルター      CN3/CN4 用コネクタ      Beetle 固定用ネジ（2本）      スペース 4 個（2 個予備）      ケース用ネジ 4 本

### 2) リチウムイオンバッテリーの準備

リチウムイオンバッテリーは、別途手配願います。

スイッチサイエンス取り扱いのリチウムイオンポリマー電池 400mAh（コード番号：SFE-PRT-10718）の場合、以下のようにケースにセットしてください。（4 隅のネジのボス部分内側にはめ込みできません）



### 3) CN3/CN4 用コネクタ取り付け

Beetle のボードの CN3（手前側）又は CN4（奥側）に半田面からコネクタを半田付けして下さい。

コネクタ挿入例（スイッチサイエンス販売リチウムイオンポリマー電池 400mAh 使用時）



**注意：半田面側に実装**

補足：リチウムイオンポリマー電池 400mAh のサイズより、写真のように外側にコネクタを実装します。

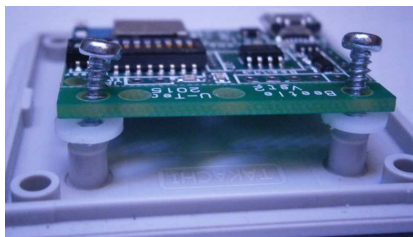
（100mAh 等の小さいサイズ時は、CN4（奥側）に実装してください）

## 4) Beetle ボードのケース取り付け

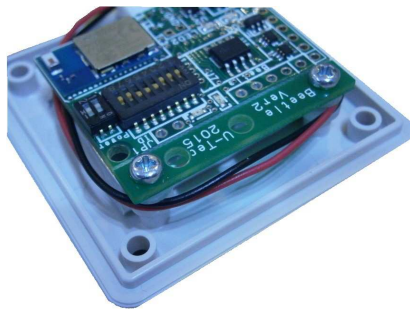
付属品の Beetle 固定用ネジ (2本) とスペーサ2個を使用して、下記のように取り付けます。



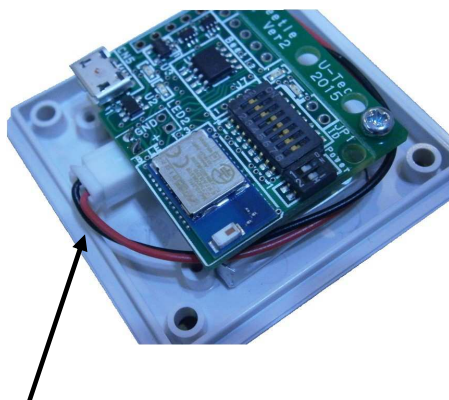
付属のネジとスペーサは  
左の写真のように基板に取り付けます



2本のネジで基板をケースに固定します  
(ネジは、基板が動かないように締めて下さい)



バッテリーのケーブルは、左の写真のように引き  
廻してください。



バッテリーのコネクタを基板側に挿入してください。  
(線材が短いので、ネジ締め前にコネクタを基板に  
挿入する対応もあります)

ケース幅間際ですのでフタに当たらないように処理して下さい。

補足1 : ケースのフタが閉まらない場合は、ネジの締め付けやケーブルのはみ出しを再確認して下さい。

2 : 起動時にLED1の点滅がケースのフタから見えない場合は、基板の位置をネジを緩め調整して下さい。

3 : 予備のスペーサーは、必要に応じて基板の反対側の固定にボンド固定で使用して下さい。



## 5) スイッチ設定 (起動)

SW2にて、子機モードに設定し、測定間隔とIDを設定して下さい。

設定方法は、『7. スイッチ設定』を参照して下さい。

SW1 No.1をOFFにすれば動作を開始します。

測定間隔 (最大10秒) 以内にLED1が点滅しない場合や電源LED(LED3有効時)が点灯しない場合は、バッテリーの接続やバッテリーの充電状態を確認して下さい。

## 6) ベントフィルター取り付けについて

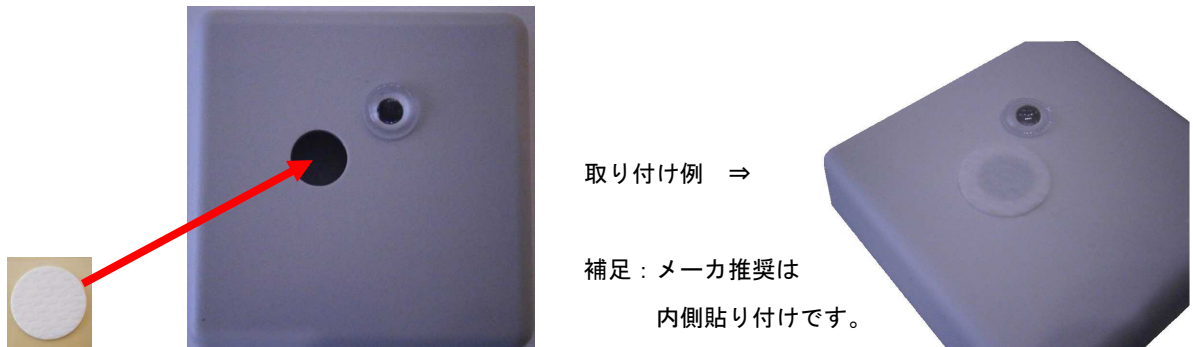
付属品のベントフィルターは、タカチ製VSC型ベントフィルターパッチタイプ VSC130です。

仕様概要は、以下です。

- ・ 周囲の温度変化によるケース、ボックス内の圧力変化に対する結露防止や通気対策をするフィルターです。
- ・ 通気性がありながら水・油・アルコール・洗剤などをフィルター表面ではじきます。
- ・ 接着による貼り付けタイプなので簡単に取り付けできます。

本ベントフィルターをケースに貼る事で、簡易な防水対策が可能です。

ベントフィルターを貼った例を以下に示します。



貼る場所は、綺麗にして貼って下さい。

完全に溶着するまでに1時間程必要です。

ただし、本フィルターを貼る事で以下の課題がある点を理解頂きベントフィルターを貼るか選択してください。

ベントフィルターを貼る事で、ケース内の温度と外気の温度が同じになるのに時間がかかり、急激な温度変化に対応し難いです。

例：20℃室内から本装置を持ち出して10℃の外気を測定時に、10℃を計測するのに約30分必要です。

尚、ベントフィルターは、長時間使うと劣化する消耗品ですので適宜交換して下さい。

対応品：タカチ製VSC型ベントフィルターパッチタイプ VSC130

## 10 子機対応 温度測定について

Beetle の子機モードは、電源投入で動作を開始し、ディップスイッチで設定された ID と測定間隔で温度データを無線送信します。

電波は、見通し 5 m 程度まで届きます（環境により変動します）。

電波到達範囲内に Beetle の親機（Beetle 親機モードの装置）があれば、親機は ID と温度データを受信します。

Beetle は、リチウムイオンバッテリーの電圧が 3.3 V になると電源監視 IC にて動作が停止します。

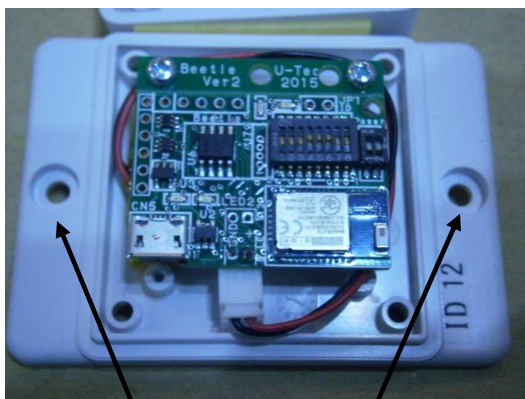
停止で PowerLED（LED3）や送信 LED（LED1）は、消灯となりますので CN5 の USB コネクタで充電を行って下さい。

Beetle を使わない場合は、SW1 No1 を ON にして電源 OFF にして下さい。また、長時間使わない場合は、リチウムイオンバッテリーのコネクタを外す事を推奨します。

注意 : 本 Beetle は、ケース含めて防水対応をしておりません。外で使用の場合は、水・水滴の無い環境で使用して下さい。

補足 : 付属ケースは、TWF5-2-5 と同サイズですので、ネジ等で取り付けする場合はケース交換可能です。フタは付属品の TW5-2-5 のフタが使用可能です。

TWF5-2-5 実装例



ネジ穴付き TWF5-2-5 ケース

## 11 親機準備

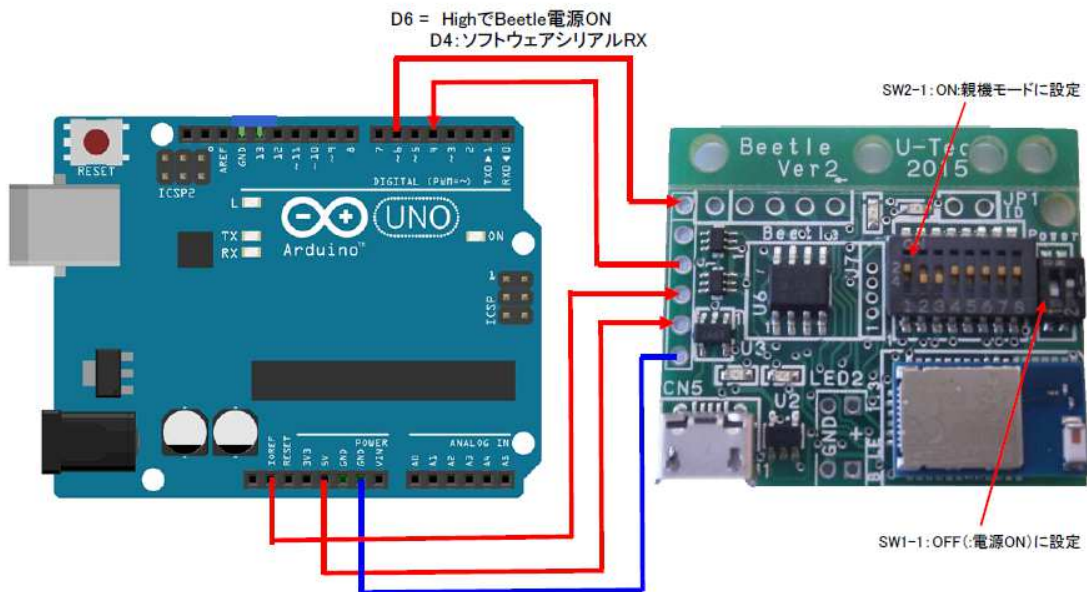
ホスト機器への接続は、CN1 の 6 本の信号を接続する事で可能です。

(コネクタの詳細は、本書のブロック図の CN1 コネクタ説明を参照願います)

Beetle の SW2 の設定は、親機モードに設定してください。

(子機モードでも使用可能で、接続した Beetle の温度計測が可能です)

1) 例として、ArduinoUNO との接続例を示します。



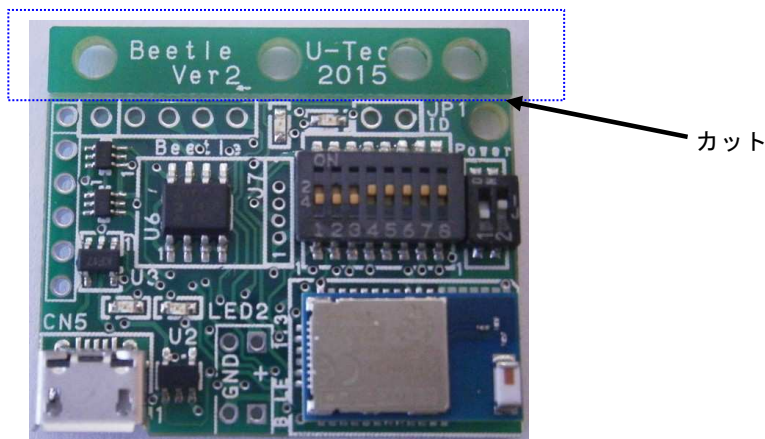
2) DEBSUKE との接続について

Beetle は、DENSUKE に搭載できます。

接続は、Beetle の CN1 に付属の 6 ピンコネクタを実装して、DENSUKE の CN3 に接続します。

Beetle は、DENSUKE の取り説に記載している 3GIM (タブレイン製) と同じ外形ですので取り付けは、3GIM 同様の手順で取り付けて下さい。

Beetle の基板上側は、DENSUKE 専用を使用の場合は V カット部分で切り離して使用する事を推奨します。



尚、親機としても温度測定可能ですが、DENSUKE 付属のケース (フタ) を使用時は、温度 IC 部分に穴を開ける等の対応をお願いします。

## 12 親機対応

Arduino の場合（DENSUKE 含む）のサンプルスケッチは、専用ページに掲載します。

（スケッチは、『11 親機準備』の ArduinoUNO 接続例及び DENSUKE 用です）

親機側のソフトウェアの考慮点を以下に示します。

- ・ 複数の子機がある場合は、Beetle（親機モード）は正しく無線受信したデータのみシリアルに送信します。  
（ビーコンが重なった場合等は、データが破棄されます）
- ・ Beetle の Power\_ON 信号（CN1-1Pin）は、シリアル受信開始後に Power ON 制御をすることを推奨します。（シリアル受信 5 バイトを先頭から受信可能となります）
- ・ シリアル受信した温度データは、ADT7410 の生データですので変換処理を実施して下さい。

以下に ADT7410 の 13 ビット精度での受信データ資料を添付します。

| Table 5. 13-Bit Temperature Data Format |                                    |                      | <b>13-Bit Temperature Data Format</b><br>Positive Temperature = ADC Code (dec)/16<br>Negative Temperature = (ADC Code (dec) - 8192)/16<br>where ADC Code uses the first 13 MSBs of the data byte,<br>including the sign bit.<br>Negative Temperature = (ADC Code (dec) - 4096)/16<br>where Bit 15 (sign bit) is removed from the ADC code. |
|---|------------------------------------|----------------------|--|
| Temperature                             | Digital Output (Binary) Bits[15:3] | Digital Output (Hex) |  |
| -55°C                                   | 1 1100 1001 0000                   | 0x1C90               |  |
| -50°C                                   | 1 1100 1110 0000                   | 0x1CE0               |  |
| -25°C                                   | 1 1110 0111 0000                   | 0x1E70               |  |
| -0.0625°C                               | 1 1111 1111 1111                   | 0x1FFF               |  |
| 0°C                                     | 0 0000 0000 0000                   | 0x000                |  |
| +0.0625°C                               | 0 0000 0000 0001                   | 0x001                |  |
| +25°C                                   | 0 0001 1001 0000                   | 0x190                |  |
| +50°C                                   | 0 0011 0010 0000                   | 0x320                |  |
| +125°C                                  | 0 0111 1101 0000                   | 0x7D0                |  |
| +150°C                                  | 0 1001 0110 0000                   | 0x960                |  |

補足：ADT7410 は高精度の温度 IC ですが、急激な温度変化には即反応しない傾向があります。

### 装置構成上の補足&注意点

- ・ Beetle 上の BLE113 の端にチップアンテナがあります。その周辺に金属物があると受信感度が低くなります。
- ・ 親機構成時は、Beetle への電源は CN1 にて供給して下さい。  
（Beetle にリチウムイオンバッテリーを接続しないでください）
- ・ CN1 にて供給する電圧は、3. 4V 以上として下さい。（3. 3V は使用できません）
- ・ CN1-4pin に与える IO\_REF は、ホスト側の動作電圧として下さい。  
（ホスト側 3. 3V 動作の場合は、3. 3V）
- ・ CN1- 1 pin の Power\_ON 信号は、未接続時 Beetle 側は電源 ON となりますので、ホスト側を電源 OFF する時は、CN1- 1 pin を Low 固定にするか CN1-5pin の VCC\_BAT からの給電を停止し Beetle の電源を断にして下さい。（JP1 にスイッチを接続して短絡でも電源 OFF 可能です）
- ・ CN1-1pin 信号は、JP1 や SW1 No1 と同じ信号ですので、JP1 短絡や SW1 No1 の ON（電源 OFF 対応）は、CN1-1pin が GND レベルになります。ホスト側で、High を出力するとショートするので、JP1 や SW1-1 の操作には注意ください（CN1-1pin と抵抗経由でホストに接続等の対応を検討下さい）。

## 13 仕様一覧

以下に仕様と性能を示します。

| 項目               | 仕様   | 備考           |
|------------------|--|--------------|
| BLE モジュール        | BLE113 (Silicon Laboratories)              | 国内技適取得済み     |
| 温度 IC            | ADT7410(Analog Devices)                    |              |
| リチウムイオンバッテリー充電IC | MCP73831(MicrChip)                         |              |
| 動作電圧             | 3.3V                                       |              |
| 消費電力             | 平均約 1mA                                    | 送信時 10mA 以内  |
| 供給電源             | 3.4V~6.6V<br>(約 3.3V で電圧監視 IC にて停止)        | リチウムイオンバッテリー |
| 動作温度             | -20°C~60° (ただし、結露しない事)                     |              |
| ボードサイズ           | 35mm X 30.5mm(取り付け部含む)<br>35mm X 25mm(回路部) |              |
| 対応ケース            | タカチ TW5-2-5 又は TWF5-2-5                    |              |
| 子機数              | 最大 32 台(異なる ID 設定時)                        | 同時接続可能数      |
| 温度データ送信          | ビーコン埋め込み方式<br>Major に ID、Minor に温度データを格納   | ユーザ解放エリア使用   |
| 親機 ホスト機器 I/F     | シリアル TTL 9600bps 8bit                      |              |

以下に性能を示します。(環境条件で変わりますので参考データです)

| 項目            | 仕様                  | 備考                         |
|---------------|---------------------|----------------------------|
| BLE 通信距離      | 最大約5m               | 見通し時                       |
| 温度 IC 精度      | ±0.5° 以内            | 複数台での誤差 1°C以内              |
| 連続動作バッテリー持続時間 | 400mAhバッテリー時 約 10 日 | 3 秒間隔送信時<br>電圧監視 IC にて停止まで |

## 14 その他

- ・ BLE113 モジュール周辺は、電波に影響を与えるので金属物を避けて下さい。
- ・ リチウムイオン電池は、取り扱い注意の製品ですので、ボードとの接触等に注意して下さい。
- ・ 回路図、スケッチ例等の詳細情報は、販売ページ及びそのリンク先の専用ページに掲載しております。
- ・ 本 Beetle で採用しました BLE113A 等のデータシート等も専用ページにて示します。
- ・ 本 Beetle は、BLE113 のソフトウェア書き込み済み製品です。ソフトウェアは、未公開と致します。

## 15 保証

- ・ 本 Beetle の初期不良は、修理・代替えで対応致します。
- ・ 使用中の不良は、使用条件により修理・代替えはご相談と致します。
- ・ 本 Beetle を組み込んだ装置での誤動作等の損害についての保証は致しかねます。

以上