

---

---

無線センサー ハツテトツテ<sup>®</sup>

ES5000LW シリーズ

---

---

通信仕様書

1.8 版

## 改訂履歴

| 版   | 更新内容                                                                                                                                                                                                                                                                             | 更新日        |
|-----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 1.0 | 初版                                                                                                                                                                                                                                                                               | 2021/01/13 |
| 1.1 | 表 1 BLE 設定の注意書きを追記<br>表 2 チャネル番号と周波数の対応表を追記                                                                                                                                                                                                                                      | 2021/05/31 |
| 1.2 | 4.2.1. 通常フォーマット<br>湿度の受信側クランプ処理を追記<br>環境要因による湿度シフト継続発生時の異常値を追記                                                                                                                                                                                                                   | 2021/08/03 |
| 1.3 | 表 1 ファームウェア Ver.1.04 新規機能（ビーコン発信、湿度センサー回り込み対応）<br>用設定を追加<br>4.2.1 通常フォーマット及び 4.2.2. 短縮フォーマット<br>電池電圧フィールド変更、ビーコン機能の無効状態／有効状態フラグを追加<br>4.2.1 通常フォーマット<br>湿度センサーのシフトについての記載を、「アプリケーションノート 湿度測定編」への参照に変更<br>4.3 Downlink 通信 ビーコン機能設定を追加                                             | 2022/04/14 |
| 1.4 | ES5000LW-IC2TH（CO2・温湿度センサー 対応）                                                                                                                                                                                                                                                   | 2022/08/8  |
| 1.5 | 1.通信設定 表 3 IC2TH 設定項目一覧<br>CO2 測定モード・休止時間・前回 CO2 測定値との差分値と測定モードの設定を追加<br>4.2.2. IC2TH（CO2・温湿度センサー）のデータフォーマット<br>測定モードのビット割当位置の誤記を修正<br>説明の順序を変更                                                                                                                                  | 2022/09/30 |
| 1.6 | 発行者の部署名を変更                                                                                                                                                                                                                                                                       | 2023/01/10 |
| 1.7 | 1. 通信設定<br>各設定ツールの Windows 11 対応を追記<br>ダウンロード URL の記載内容を新ウェブページに合わせて変更<br>1.1 共通設定項目 表 1<br>Bluetooth®センシングモードを追記<br>ビーコン送信間隔の初期値を変更<br>1.3 IC2TH 設定項目 表 4<br>自動キャリブレーション挿入間隔の初期値を 2016 に変更<br>初期値記載漏れを追記（フィルタ値、休止時間、差分値）<br>1.3 IC2TH 設定項目 動作設定<br>休止モードでの自動キャリブレーションにおける注意点を追記 | 2025/03/31 |

|     |                                                                                                                                                   |            |
|-----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
|     | CO2 フィルタ機能を利用する際の自動キャリブレーション挿入間隔の目安を追記<br>4.2.1 xTHL（温湿度・照度センサー）のデータフォーマット<br>ファームウェア V1.05 以降で前回測定データを含む場合のフォーマットを追加<br>5. Bluetooth®センシングモードを追加 |            |
| 1.8 | 1.1 表 1 注 4 修正<br>1.2 表 3 No. 修正<br>1.3 表 4 No. 修正<br>注 1 を追記                                                                                     | 2025/04/10 |

## 目次

|                                                     |    |
|-----------------------------------------------------|----|
| 1. 通信設定 .....                                       | 4  |
| 1.1. 共通設定項目 .....                                   | 6  |
| 1.2. ITHL/OTHL 設定項目 .....                           | 10 |
| 1.3. IC2TH 設定項目 .....                               | 11 |
| 2. データの受信成功率を高める仕組み .....                           | 14 |
| 3. 電池持続期間を長くする仕組み .....                             | 17 |
| 3.1. xTHL（温湿度・照度センサー）での照度センサーを使った仕組み .....          | 17 |
| 3.2. IC2TH（CO2・温湿度センサー）での休止コマンド／測定値変動幅を使った仕組み ..... | 17 |
| 4. 送信データフォーマット .....                                | 19 |
| 4.1. 送信データフォーマット概要 .....                            | 19 |
| 4.2. Uplink 通信 .....                                | 21 |
| 4.2.1. xTHL（温湿度・照度センサー）のデータフォーマット .....             | 22 |
| 4.2.2. IC2TH（CO2・温湿度センサー）のデータフォーマット .....           | 28 |
| 4.3. Downlink 通信 .....                              | 32 |
| 5. Bluetooth <sup>®</sup> センシングモード .....            | 33 |

## 1. 通信設定

ハットトッテの各種設定は、Bluetooth® LE（以下、BLE）経由で Windows 10 及び Windows 11 用の設定ツールアプリケーションソフトウェア（以下、設定ツール）によって行います。

設定ツールには、エンジニア向け設定ツールとユーザー向け設定ツールがあります。

### A) ハットトッテ設定ツール ユーザー向け

想定ユーザー 設置対象施設の設備管理者  
設定対象パラメーター 通信間隔、通信強度など、設置対象施設で変更が必要となるパラメーター

### B) ハットトッテ設定ツール エンジニア向け

想定ユーザー ソリューションプロバイダー、システムインテグレーター  
設定対象パラメーター 1 の設定項目に加え、ゲートウェイ、アプリケーションサーバーなどとの接続に必要な設定パラメーターも含む

図 1 エンジニア向け設定ツール画面例

図 2 ユーザー向け設定ツールの画面例

設定ツールは、DIC 株式会社のダウンロードサイトから入手可能です。ダウンロードサイトの URL は以下のとおりです。

<https://www.dic-global.com/ja/products/hattetotte/document.html>

## 1.1. 共通設定項目

各ツールで設定可能なパラメーターを 表 1 共通設定項目一覧 に示します。

**表 1 共通設定項目一覧**

| カテゴリ          | No.              | 項目                        | 単位  | 備考                                                                                         | エンジニア | ユーザー |
|---------------|------------------|---------------------------|-----|--------------------------------------------------------------------------------------------|-------|------|
| LoRaWAN<br>設定 | 1                | DevEUI                    | -   | 端末毎の固有値（固定）                                                                                | R-    | R    |
|               | 2                | Activation モード            | -   | 0:OTAA 1:ABP （初期値: 0）                                                                      | RW    | R    |
|               | O<br>T<br>A<br>A | 3 AppEUI                  | HEX | 8 バイト配列<br>初期値(HEX) : 00 00 00 00 0D 1C 00 01                                              | RW    | RW   |
|               |                  | 4 AppKey                  | HEX | 16 バイト配列、初期値(HEX) :<br>2B7E151628AED2A6ABF7158809CF4F3C                                    | RW    | RW   |
|               | A<br>B<br>P      | 5 NetID                   | HEX | 0~0xFFFFFFFF （初期値: 0x00000000）                                                             | RW    | R    |
|               |                  | 6 DevAddr                 | HEX | 4 バイト配列 （初期値: 0x00000001）                                                                  | RW    | R    |
|               |                  | 7 NwkSKey                 | HEX | 16 バイト配列、初期値(HEX) :<br>000000000000000000000000D1C00AB                                     | RW    | R    |
|               |                  | 8 AppSKey                 | HEX | 16 バイト配列、初期値(HEX) :<br>000000000000000000000000D1C00AB                                     | RW    | R    |
|               | 9                | 追加チャネル 2 周波数 <sup>1</sup> | -   | 0: 追加チャネル 2 無効<br>24(920.6MHz)~61(928.0MHz) ただし<br>37(923.2MHz),38(923.4Mhz)は除く。<br>初期値:31 | RW    | R    |
|               | 10               | 追加チャネル 2 DR 最小値           | -   | 2(DR_2)~5(DR_5) （初期値 : 5）                                                                  | RW    | -    |
|               | 11               | 追加チャネル 2 DR 最大値           | -   | 2(DR_2)~5(DR_5) （初期値 : 2）                                                                  | RW    | -    |
|               | 12               | 追加チャネル 3 周波数 <sup>1</sup> | -   | 0: 追加チャネル 3 無効<br>24(920.6MHz)~61(928.0MHz) ただし<br>37(923.2MHz),38(923.4Mhz)は除く。<br>初期値:32 | RW    | R    |
|               | 13               | 追加チャネル 3 DR 最小値           | -   | 2(DR_2)~5(DR_5) （初期値 : 5）                                                                  | RW    | -    |
|               | 14               | 追加チャネル 3 DR 最大値           | -   | 2(DR_2)~5(DR_5) （初期値 : 2）                                                                  | RW    | -    |
|               | 15               | 追加チャネル 4 周波数 <sup>1</sup> | -   | 0: 追加チャネル 4 無効<br>24(920.6MHz)~61(928.0MHz) ただし<br>37(923.2MHz),38(923.4Mhz)は除く。<br>初期値:33 | RW    | R    |
|               | 16               | 追加チャネル 4 DR 最小値           | -   | 2(DR_2)~5(DR_5) （初期値 : 5）                                                                  | RW    | -    |
|               | 17               | 追加チャネル 4 DR 最大値           | -   | 2(DR_2)~5(DR_5) （初期値 : 2）                                                                  | RW    | -    |
|               | 18               | 追加チャネル 5 周波数 <sup>1</sup> | -   | 0: 追加チャネル 5 無効<br>24(920.6MHz)~61(928.0MHz) ただし<br>37(923.2MHz),38(923.4Mhz)は除く。<br>初期値:34 | RW    | R    |
|               | 19               | 追加チャネル 5 DR 最小値           | -   | 2(DR_2)~5(DR_5) （初期値 : 5）                                                                  | RW    | -    |
|               | 20               | 追加チャネル 5 DR 最大値           | -   | 2(DR_2)~5(DR_5) （初期値 : 2）                                                                  | RW    | -    |
|               | 21               | 追加チャネル 6 周波数 <sup>1</sup> | -   | 0: 追加チャネル 6 無効<br>24(920.6MHz)~61(928.0MHz) ただし<br>37(923.2MHz),38(923.4Mhz)は除く。<br>初期値:35 | RW    | R    |
|               | 22               | 追加チャネル 6 DR 最小値           | -   | 2(DR_2)~5(DR_5) （初期値 : 5）                                                                  | RW    | -    |
|               | 23               | 追加チャネル 6 DR 最大値           | -   | 2(DR_2)~5(DR_5) （初期値 : 2）                                                                  | RW    | -    |
|               | 24               | 追加チャネル 7 周波数 <sup>1</sup> | -   | 0: 追加チャネル 7 無効<br>24(920.6MHz)~61(928.0MHz) ただし<br>37(923.2MHz),38(923.4Mhz)は除く。<br>初期値:36 | RW    | R    |

|                              |    |                                                   |      |                                                 |    |    |
|------------------------------|----|---------------------------------------------------|------|-------------------------------------------------|----|----|
|                              | 25 | 追加チャネル 7 DR 最小値                                   | -    | 2(DR_2)~5(DR_5) (初期値: 5)                        | RW | -  |
|                              | 26 | 追加チャネル 7 DR 最大値                                   | -    | 2(DR_2)~5(DR_5) (初期値: 2)                        | RW | -  |
|                              | 27 | ADR 設定                                            | -    | 0:DR 固定モード 1:ADR モード (初期値: 0)                   | RW | RW |
|                              | 28 | 再送回数                                              | 回    | 1~255 (初期値:1)                                   | RW | RW |
|                              | 29 | 送信パワー下限                                           | -    | 0(最大)~7(最小) (初期値:7)                             | RW | -  |
|                              | 30 | 送信パワー上限                                           | -    | 0(最大)~7(最小) (初期値:0)                             | RW | -  |
|                              | 31 | データレート下限                                          | -    | 2(DR_2)~5(DR_5) (初期値:5)                         | RW | -  |
|                              | 32 | データレート上限                                          | -    | 2(DR_2)~5(DR_5) (初期値:2)                         | RW | -  |
|                              | 33 | DR 固定モード時 DR                                      | -    | 2(DR_2)~5(DR_5) (初期値:5)                         | RW | RW |
|                              | 34 | DR 固定モード時送信パワー                                    | -    | 0(最大)~7(最小) (初期値:0)                             | RW | RW |
|                              | 35 | Confirmed モード設定                                   | -    | 0: Unconfirmed 1: Confirmed (初期値:0)             | RW | RW |
|                              | 36 | Uplink 用 FPort                                    | -    | 1~223 (初期値: 2)                                  | RW | -  |
|                              | 37 | Downlink 用 FPort                                  | -    | 1~223 (初期値: 7)                                  | RW | -  |
| BLE 設定 <sup>2</sup>          | 38 | デバイス名(1)                                          | -    | 機種名 ASCII 文字列 (“ES5000LW-〇〇…”)                  | R  | -  |
|                              | 39 | デバイス名(2)                                          | -    | 機種名文字列 (“ES5000LW-〇〇…”)                         | R  | -  |
|                              | 40 | アドバタイズインターバル                                      | 20ms | 1(20ms)~250(5s) (初期値: 15)                       | RW | -  |
|                              | 41 | アドバタイズ開始手段                                        | -    | 0:スイッチ 1:タイマ (初期値: 0)                           | RW | -  |
|                              | 42 | アドバタイズ開始間隔                                        | min  | ※タイマモードのみ有効<br>0:無限 1~60: 開始間隔 (初期値: 5)         | RW | -  |
|                              | 43 | アドバタイズ継続時間                                        | sec  | 0:無限 1~240:継続時間 (初期値: 60)                       | RW | -  |
|                              | 44 | 送信電力[dBm]                                         | dBm  | 4,3,0,-4,-8,-12,-16,-20,-40 のいずれか<br>(初期値: 0)   | RW | -  |
|                              | 45 | ペアリング パスキー                                        | -    | 859328                                          | -  | -  |
| ビーコン設定 <sup>3</sup>          | 46 | Company ID                                        | -    | 2723 (= DIC Corporation)                        | RW | R  |
|                              | 47 | UUID                                              | -    | 端末毎の固有値 (通常は初期値書き換え不要)                          | RW | R  |
|                              | 48 | Major 番号                                          | -    | 0~65535 (初期値: 0)                                | RW | R  |
|                              | 49 | Minor 番号                                          | -    | 0~65535 (初期値: 0)                                | RW | R  |
|                              | 50 | ビーコン送信出力                                          | dBm  | 4, 3, 0, -4, -8, -12, -16, -20, -40<br>(初期値: 0) | RW | R  |
|                              | 51 | ビーコン送信間隔 <sup>4</sup>                             | ms   | 100~10240 (初期値: 500 又は 2000)                    | RW | R  |
|                              | 52 | ビーコン発信 有効/無効                                      | -    | 0:無効、1:有効 (初期値: 0)                              | RW | RW |
| BLE データ<br>送信設定 <sup>5</sup> | 53 | Bluetooth <sup>®</sup> センシングモード 有効/無効             | -    | 0:無効、1:有効 (初期値: 0)                              | RW | RW |
| メーカー設定 <sup>6</sup>          | 54 | BATTERY_MONITOR_VDD                               | -    | (設定値: 0)                                        | R  | -  |
|                              | 55 | 測定開始までのディレイ時間                                     | msec | (10000)                                         | R  | -  |
|                              | 56 | LoRa public/private 切替                            | -    | (設定値: 1)                                        | RW | -  |
|                              | 57 | LoRaWAN OTAA 時の Join Request を送信開始するまでのディレイ時間[ms] | msec | (設定値: 0)                                        | R  | -  |
|                              | 58 | LoRaWAN の繰り返しの通信間隔                                | sec  | 5 以上 (設定値: 20)                                  | R  | -  |
|                              | 59 | ログ出力制御                                            | -    | (設定値: 1)                                        | R  | -  |
|                              | 60 | ログ出力先選択                                           | -    | (設定値: 1)                                        | R  | -  |
|                              | 61 | ファームウェア バージョン メジャー番号                              | -    |                                                 | R  | R  |
|                              | 62 | ファームウェア バージョン マイナー番号                              | -    |                                                 | R  | R  |

※ RW: 読出・書込可、R: 読出可

注1. 追加チャネルに設定する番号と使用される周波数の関係は、表 2 チャネル番号と周波数の対応表 を参照してください。

注2. BLE 関連のパラメーターは、安易に変更しないでください。BLE 通信が出来ない状態に設定されてしまうと、パラメーターの変更が出来なくなり、元の値に戻すことも出来なくなります。

注3. ビーコン設定は、xTHL ではファームウェア Ver.1.04 以降で設定可能な項目です。IC2TH ではファームウェア Ver.に関わらず設定可能です。

注4. ITHL-A と 2024 年 9 月以降製造の IC2TH は 2000msec、それ以前の製品は 500msec です。BLE 通信時

の電池消費を抑えるため初期値を 2000msec としています。ビーコン発信用に使用する場合はアプリケーションが必要とする値に変更してください。

注5. BLE データ送信設定は、xTHL ではファームウェア Ver.1.04 以降で設定可能な項目です。IC2TH ではファームウェア Ver.1.01 以降で設定可能な項目です。

注6. メーカー設定の項目は、メーカー側での各種調査等に使用する項目であり、参照・変更の必要はありません。

**表 2 チャネル番号と周波数の対応表**

| チャネル番号    | 周波数(MHz)     | チャネル番号 | 周波数(MHz) |
|-----------|--------------|--------|----------|
| 24        | 920.6        | 43     | 924.4    |
| 25        | 920.8        | 44     | 924.6    |
| 26        | 921.0        | 45     | 924.8    |
| 27        | 921.2        | 46     | 925.0    |
| 28        | 921.4        | 47     | 925.2    |
| 29        | 921.6        | 48     | 925.4    |
| 30        | 921.8        | 49     | 925.6    |
| 31        | 922.0        | 50     | 925.8    |
| 32        | 922.2        | 51     | 926.0    |
| 33        | 922.4        | 52     | 926.2    |
| 34        | 922.6        | 53     | 926.4    |
| 35        | 922.8        | 54     | 926.6    |
| 36        | 923.0        | 55     | 926.8    |
| <b>37</b> | <b>923.2</b> | 56     | 927.0    |
| <b>38</b> | <b>923.4</b> | 57     | 927.2    |
| 39        | 923.6        | 58     | 927.4    |
| 40        | 923.8        | 59     | 927.6    |
| 41        | 924.0        | 60     | 927.8    |
| 42        | 924.2        | 61     | 928.0    |

チャネル番号 37 および 38 は、LoRaWAN® (AS923) の Join-Request にも使用される必須周波数※です。ハットトッテでは基本チャネル 0,1 として既に設定されております。

※ AS923 周波数帯における必須周波数については、LoRa Alliance®発行 RP2-1.0.2 LoRaWAN® Regional Parameters の AS923 Band channel frequencies の節を参照ください。

- ビーコン設定

ハットトッテには、定期的にビーコン信号を発信する機能があります。スマートフォンやビーコン受信タグ等の機器は、このビーコン信号の受信強度からハットトッテとの概算距離を算出します。

ビーコン発信は、LoRaWAN<sup>®</sup>の通常データ送信と併用できます。

- Company ID・UUID

製造メーカーの固有値、および各端末の固有値です。通常は変更する必要はありません。

- Major 番号・Minor 番号

受信アプリケーションで使用する場合、必要となる値を設定してください。

- ビーコン送信出力・ビーコン送信間隔

受信アプリケーション側で必要とされる値を設定してください。一般的に、受信アプリケーションには、距離を算出するための送信出力・送信間隔の想定値があります。

- ビーコン発信 有効／無効

この設定が“有効”の時、“ビーコン送信間隔”で定期的にビーコンを発信します。

夜間にはビーコン発信を止めて電池消費を抑えたいといった場合には、Downlink コマンドにより、ビーコン発信 有効／無効を指示することも出来ます。Downlink コマンドについては、4.3 Downlink 通信 を参照してください。

- BLE データ送信設定

ハットトッテでは、測定データを LoRaWAN<sup>®</sup>ではなく Bluetooth<sup>®</sup>で送信する、Bluetooth<sup>®</sup>センシングモードも利用できます。これは、定期的にビーコン信号として測定データを発信する機能です。このモードで動作させているときは、iOS/Android 用の「ハットトッテアプリ<sup>™</sup>」（無償提供）で測定データを受信・保存・表示できます。

測定データの発信間隔は、“ビーコン送信出力・ビーコン送信間隔”の設定内容が参照されますが、実際の測定は LoRaWAN<sup>®</sup>モードと共通の“測定・送信間隔”の間隔で行われます。よって、次の測定が実行されるまでは、同じ測定データが発信されています。ビーコン送信間隔を実際の測定間隔より短く設定するのは、iOS/Android 側でアプリ起動時にすぐ測定データを受信・表示するためです。

“Bluetooth<sup>®</sup>センシングモード 有効／無効”で“有効”の場合は LoRaWAN<sup>®</sup>の送信は行いません。そのため、ビーコン設定と異なり LoRaWAN<sup>®</sup>通信との併用は出来ません。

Bluetooth<sup>®</sup>センシングモードで送信されるデータフォーマットについては、**5 Bluetooth<sup>®</sup>センシングモード**を参照してください。

## 1.2. ITHL/OTHL 設定項目

**表 3 ITHL/OTHL 設定項目一覧**

| カテゴリ                  | No. | 項目             | 単位  | 備考                          | エンジニア | ユーザー |
|-----------------------|-----|----------------|-----|-----------------------------|-------|------|
| 動作設定                  | 63  | 測定・送信間隔        | min | 1~65535 (初期値: 5)            | RW    | RW   |
|                       | 64  | 長間隔測定(照度による)   | min | 0=OFF、1~65535(分) (初期値: 0)   | RW    | RW   |
|                       | 65  | 照度閾値(通常→長間隔)   | lux | (初期値: 0)                    | RW    | RW   |
|                       | 66  | 照度閾値(長間隔→通常)   | lux | (初期値: 0)                    | RW    | RW   |
| 湿度センサー設定 <sup>1</sup> | 67  | 湿度回り込み対応 有効/無効 | -   | 0:無効、1:有効 (初期値: 1)          | RW    | R    |
|                       | 68  | 前回測定値の判定基準値    | %RH | 呼称: RHpre 50~120 (初期値: 100) | RW    | R    |
|                       | 69  | 前回測定からの変化量閾値   | %RH | 呼称: ΔRH 50~120 (初期値: 100)   | RW    | R    |

注1 湿度センサー設定は、ファームウェア Ver.1.04 以降で設定可能な項目です。

### ● 動作設定

#### ➤ 測定・送信間隔

測定・送信の間隔を分単位で設定します。測定と送信は同じタイミングで行われ、個別の間隔設定は出来ません。

#### ➤ 長間隔測定・照度閾値

夜間の測定間隔を大きくして電池消耗を抑える機能の設定です。3.1 xTHL (温湿度・照度センサー)での照度センサーを使った仕組み も参照してください。

### ● 湿度センサー設定 (湿度回り込み対応 有効/無効・前回測定値の判定基準値・前回測定からの変化量閾値)

高湿度や低湿度が継続的または頻繁に発生する環境下では、湿度測定値のシフト (取扱説明書 3.1 仕様 参照、以下“ドリフト”) が大きくなる可能性があります。特に、高湿度環境下ではドリフトが進行し易くなります。ドリフトが進行し、118.99%RH を超える値を示す状態になると、湿度測定値がマイナス側に回り込んでしまいます。本設定はこの回り込み現象を回避するための設定です。この、湿度センサーのシフトの詳細と対処については、「ES5000LW-xTHL アプリケーションノート 湿度測定編」を参照してください。

### 1.3. IC2TH 設定項目

表 4 IC2TH 設定項目一覧

| カテゴリ | No. | 項目                  | 単位  | 備考                                               | エンジニア | ユーザー |
|------|-----|---------------------|-----|--------------------------------------------------|-------|------|
| 動作設定 | 63  | 測定・送信間隔             | 分   | 1~65535（初期値: 5）                                  | RW    | RW   |
|      | 64  | CO2 測定パルス数          | パルス | 1~32（初期値: 16）                                    | RW    | R    |
|      | 65  | CO2 自動キャリブレーション挿入間隔 | ／回  | 52~39268（初期値: 2016 又は 5000） <sup>1</sup>         | RW    | RW   |
|      | 66  | CO2 キャリブレーション値      | ppm | 0~65535（初期値: 400）                                | RW    | RW   |
|      | 67  | CO2 自動キャリブレーション     | -   | 0:OFF, 1:ON（初期値: 1）                              | RW    | RW   |
|      | 68  | CO2 測定値フィルタ機能       | -   | 0:無効, 1:有効（初期値: 0）                               | RW    | RW   |
|      | 69  | CO2 測定値フィルタ値        | -   | 2~99（初期値: 16）                                    | RW    | RW   |
|      | 70  | CO2 測定モード           | -   | 0:通常モード、1:測定休止モード、2:送信休止モード、3:測定値変動検知モード（初期値: 0） | RW    | RW   |
|      | 71  | 休止時間                | 分   | 1~43200（初期値: 60）<br>※最大 30 日、通常モード以外のモード用設定      | RW    | RW   |
|      | 72  | 前回 CO2 測定値との差分値     | ppm | 0~65535（初期値: 100）<br>※測定値変動検知モード用設定              | RW    | RW   |

注1 2025 年 1 月以降出荷分。それ以前に出荷した製品は 5000 です。

#### ● 動作設定

##### ➤ 測定・送信間隔

測定・送信の間隔を分単位で設定します。測定と送信は同じタイミングで行われ、個別の間隔設定は出来ません。

CO2 測定に関しては、後述する測定休止モードにより、測定を休止出来ます。

##### ➤ CO2 測定パルス数

ここで設定する回数分の連続測定結果の平均値を 1 つの測定値として出力します。この回数を増やすと測定精度は向上しますが電池消費量が増えます。通常は、初期値の 16 から変更する必要はありません。

##### ➤ CO2 自動キャリブレーション挿入間隔・CO2 キャリブレーション値・CO2 自動キャリブレーション

一般的に、NDIR 方式の CO2 センサーでは経時で計測値がドリフトするため、定期的にキャリブレーションを行う必要があります。

“CO2 自動キャリブレーション”有効時には、“CO2 自動キャリブレーション挿入間隔”で指定した測定回数分の測定値の中で、最も低い測定値が“CO2 キャリブレーション値”の値になるように、自動調整を行います。これは、休日など設置環境中に人がいない時間帯に CO2 濃度が下がり、屋外大気の標準的な CO2 濃度に近くなることを想定した機能です。週に 1 日以上の日がある場合には 7 日毎の自動キャリブレーションを目安として“測定・通信間隔”を考慮して設定します。

“測定・通信間隔”の初期値 5 分で 7 日相当になるように“CO2 自動キャリブレーション挿入間隔”の初期値を 2016 としています。“測定・通信間隔”および“CO2 測定モード”を変更する場合には、設置環境の状況を考慮して“CO2 自動キャリブレーション挿入間隔”を見直してください。

- ・ 回数の定義は、「前回キャリブレーションからN回目の測定」です（キャリブレーション値が反映されるのはN+1回目）。電源をオフにしても、回数はリセットされません。
- ・ 設定ツール（エンジニア向け）で実行することができる“強制キャリブレーション”時には、回数はリセットされます。
- ・ “CO2 自動キャリブレーション挿入間隔”の設定変更直後の挙動
  - 変更後の数値がその時点のカウンタ値より大きい場合  
カウントを継続し、設定された回数になったときに自動キャリブレーションを実行
  - 変更後の数値がその時点のカウンタ値より小さい場合  
直ちに自動キャリブレーションを実行

一般的に“CO2 キャリブレーション値”は、外気の標準的な CO2 濃度近辺に設定します（初期値：400）。CO2 濃度の最低値が 400ppm と比べて大きく異なる設置環境では、その環境における最低値を基準にして適切な“CO2 キャリブレーション値”を設定してください。

また、「設定ツール エンジニア向け」で行うことの出来る“強制キャリブレーション”でも、この“CO2 キャリブレーション値”によりキャリブレーションします。

#### ➤ CO2 測定値フィルタ機能・CO2 測定値フィルタ値

CO2 測定値は測定精度の範囲内で変動します。用途によっては、この変動を抑制して滑らかな変化を得たい場合があります。そのような場合、この“CO2 測定値フィルタ機能”を使用します。

“CO2 測定値フィルタ機能”が有効な場合、“CO2 測定値フィルタ値”で指定した回数の今回および過去の測定値からの演算で、滑らかな変化となる測定値を算出して送信します。

“CO2 測定値フィルタ値”が大きいほど、より過去の測定値まで計算されるため、変化に対する反応が鈍くなります。測定の急な変化の把握を必要とする程度に応じて、適切なフィルタ値を設定してください。

CO2 測定値フィルタ機能を利用する場合は過去の測定値の影響が残るため、“CO2 自動キャリブレーション挿入間隔”を小さくする場合は「“CO2 測定値フィルタ値”+50」以上を目安に設定してください。

#### ➤ CO2 測定モード・休止時間・前回 CO2 測定値との差分値

各種休止モードの設定によって電池消耗を抑えることが出来ます。測定モードは、設定ツールソフトウェアで予め端末に設定しておく必要があります。

|      |                                                                                                                                                                                              |
|------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 〔注意〕 | <p>自動キャリブレーション機能では、人がいなくなる時間帯に CO2 濃度が低下し、夜間・早朝までに外気相当まで低下することを想定しています。</p> <p>そのため、例えば各種休止モードで夜間の測定を停止すると、停止している期間の CO2 濃度が参照されなくなります。早朝など CO2 濃度が最低になる期間は停止しないようにするなど、停止期間の調整を行ってください。</p> |
|------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

表 5 CO2 測定モード

| 測定モード |            | Downlink 休止トリガー | 再開                                             |
|-------|------------|-----------------|------------------------------------------------|
| 0     | 通常モード      | —               |                                                |
| 1     | 測定休止モード    | 測定休止指示          | Downlink コマンドによる再開指示                           |
|       |            |                 | 指定休止時間後に自動再開                                   |
| 2     | 送信休止モード    | 測定および送信休止指示     | 指定休止時間後に自動再開                                   |
| 3     | 測定値変動検知モード | 測定値変動検知動作の開始指示  | 前回測定時と今回測定時の差分が” 前回 CO2 測定値との差分値”を超えた時のみ送信します。 |

- 測定休止モード、送信休止モード共に、休止状態への移行は、Downlink コマンド送信で行われます（通常モードおよび測定値変動検知モードでは、休止コマンドを Downlink で送信しても無視されます）。Downlink コマンドの詳細については、4.3 Downlink 通信 を参照してください。
- 測定休止モード、送信休止モードでの休止時間は、Downlink コマンドによる指定、設定ツールで予め端末に設定、のどちらも可能です。
- 測定休止モードでは、休止時間による再開以外に、Downlink コマンドによる再開も可能です（休止時間指定より Downlink コマンドによる再開が優先されます）。
- 測定値変動検知モードでは、Downlink コマンドによる休止トリガーが受信されるまで通常モードと同じ動作を行います。休止トリガーが受信されると測定値変動検知モードの動作が開始されます。測定値変動モードでは、休止時間は測定値変動モードを継続する時間の指定となり、時間終了後は、通常モードの動作に戻ります。

## 2. データの受信成功率を高める仕組み

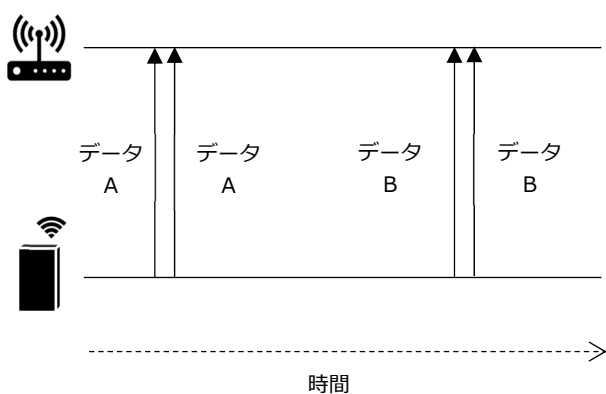
ハットトッテは、送信したデータのゲートウェイ側での受信成功率を高めるために、以下の3種類の方法を用意しています。

### A) 冗長連続送信

ハットトッテは、同じデータを短時間に連続して複数回送信することが可能です。例として、2回の冗長連続送信を設定した場合、どちらかが受信できれば成功と見なすことが出来るので、受信成功確率が高まります。

この機能は LoRaWAN<sup>®</sup>の Unconfirmed 通信モードで使用し、連続送信の回数は、**表 1 共通設定項目一覧**の項目 28 “再送回数”で設定します。

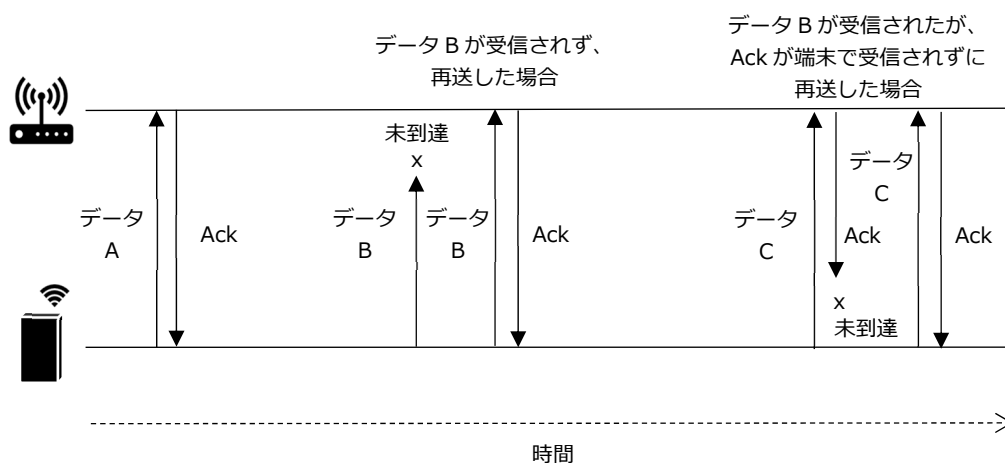
ゲートウェイ側で受信したデータにおいて、後述するシーケンス番号が同一の場合は冗長連続送信による重複データであることが判ります。



## B) LoRaWAN®標準の Confirmed 通信

ハットトッテがデータを送信した後、ゲートウェイから返信される Ack データをハットトッテが確認できなかった場合、受信に失敗したと見なしてデータを再送します。この機能を利用する場合、**表 1 共通設定項目一覧**の設定項目 35 番 “Confirmed モード設定”で有効にします。

再送の最大回数は**表 1 共通設定項目一覧**の項目 28 “再送回数”で設定します。

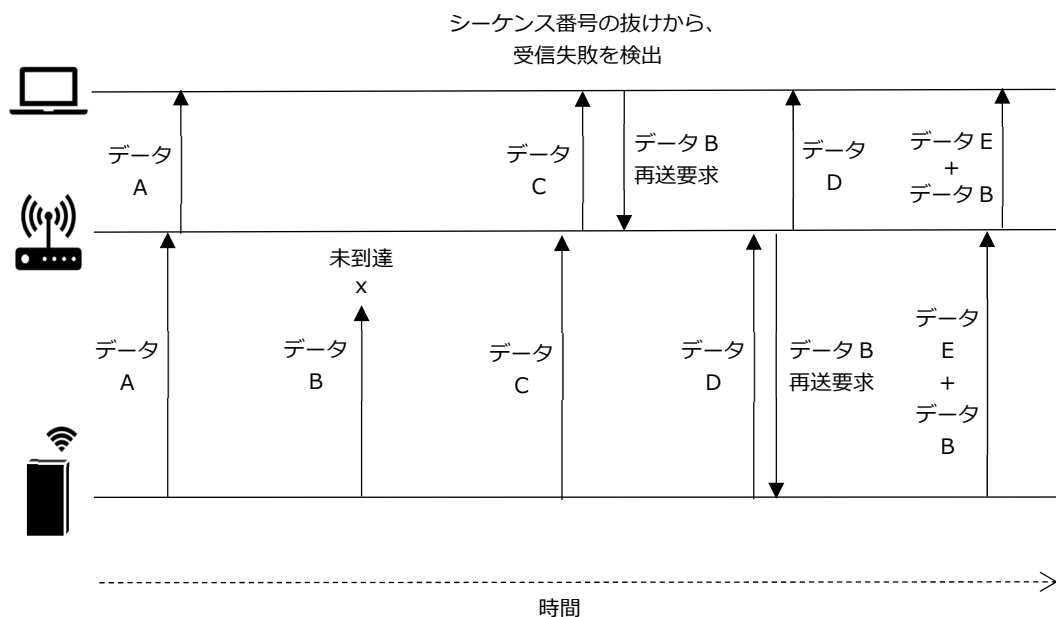


### C) 次回送信時再送機能（DR3~DR5 のみ）

ゲートウェイで受信されたデータの連続性をアプリケーションサーバーが確認（シーケンス番号の連続性を確認）し、欠損が検出された場合、次回送信時に指定のシーケンス番号のデータも一緒に送るよう、アプリケーションサーバーがハットトッテに指示を送ります。過去最大 2048 回分の測定までの指定ができます。

※この再送機能は、DR 2 の時には使用できません。

この指示には LoRaWAN® の Downlink 通信を使用し、そのデータフォーマットは、Downlink データフォーマットに示されています。



※ LoRaWAN® Class A デバイスの Downlink 通信のタイミングは、Uplink 通信の直後と規定されているため、再送指示がハットトッテに送られるのは、次のハットトッテからの送信時になります。

上記 3 つの方法のメリット、デメリットを、表 6 3つの再送方式のメリット・デメリット比較に記載します。

表 6 3つの再送方式のメリット・デメリット比較

|                         | 通信の<br>確実性 | 電池持続時間 |     | リアル<br>タイム性 |
|-------------------------|------------|--------|-----|-------------|
|                         |            | 長さ     | 予測性 |             |
| 冗長連続送信（2回）              | ☹️         | ☹️     | 😊   | 😊           |
| LoRaWAN®標準 Confirmed 通信 | 😊          | ☹️     | 😞   | 😊           |
| 次回送信時再送機能               | 😊          | 😊      | 😊   | ☹️          |

### 3. 電池持続期間を長くする仕組み

データの送信は消費電力が大きいいため、送信間隔を長くすると電池持続期間を長くする効果があります。ハットトップには夜間の測定／送信を削減する機能があります。

#### 3.1. xTHL（温湿度・照度センサー）での照度センサーを使った仕組み

オフィス、商業施設などでは、夜間等の人が居ない時間帯には、詳細に測定しなくても良い場合があります。

そのような用途の場合に、照度によって送信間隔を変更する機能があります。

照度の閾値を設定すると、照度センサーの値が設定閾値を超えた時、通常測定間隔 → 長測定間隔、長測定間隔 → 通常測定間隔というように、送信間隔が切り替わります。

閾値は、長測定間隔に変更する閾値と、通常測定間隔に戻る閾値の、2種類の閾値を設定します。これは、僅かな照度の変更で測定間隔モードが変わってしまうことを防ぐためです。一般的には、

照度閾値(通常→長間隔) < 照度閾値(長間隔→通常)

という関係になるように閾値を設定します。2つの閾値は設置現場の昼間と夜間の照度の違いにより適切な値を設定してください。

設定する項目は、表 3 ITHL/OTHL 設定項目一覧表 1 共通設定項目一覧の、項目 62～65 を参照してください。

#### 3.2. IC2TH（CO2・温湿度センサー）での休止コマンド／測定値変動幅を使った仕組み

CO2 センサーでは CO2 センサーの消費電力が大きいいため、CO2 測定回数の削減およびデータ送信回数の削減により電池消耗を抑えることが出来ます。これらの片方または両方を休止することにより、電池持続期間を長くする効果があります。

IC2TH には、以下の2通りの仕組みがあります。

- A) Downlink コマンドによる休止
- B) CO2 測定値の変動量による送信

##### A) Downlink コマンドによる休止

Downlink コマンドにより休止状態に入ります。休止には、以下の2種類の休止モードがあり、設定ツール・エンジニア向けを使用して設定します。

##### ① 測定休止モード

CO2 の測定のみを休止し、温湿度の測定とデータ送信は通常通り行います。再開は、休止時間（分間）の指定、または Downlink コマンドによる指示で行うことができます。

##### ② 送信休止モード

測定とデータ送信の両方を休止します。再開は、休止時間（分間）の指定により行います。

※送信休止モードでは Downlink コマンドによる再開は出来ません。

設定する項目は、表 4 IC2TH 設定項目一覧の、項目 69、70 を参照してください。

## B) CO2 測定値の変動量による送信

“CO2 測定モード”を“測定値変動検知モード”に設定すると、前回の CO2 測定値からの差分が設定した閾値より大きい場合のみ測定値を送信します。

※温湿度の測定値も CO2 と同じタイミングでしか取得できないことに注意してください。

設定する項目は、表 4 IC2TH 設定項目一覧の、項目 69、71 を参照してください。

設定ツール・エンジニア向けで、“CO2 測定モード”を“測定値変動検知モード”に設定しただけでは、モードは切り替わらず、最初は“通常モード”と同じ動作を行います。Downlink コマンドで休止トリガーを送ることで初めて、“CO2 測定モード”に移行します。これは、初めから測定値変動モードになってしまうと、動作しているか確認できなくなる恐れがあるためです。

休止トリガーで指定した休止時間が過ぎると通常モードの動作に戻りますので、再度、休止トリガーを送信する必要があります。休止時間後に通常モード動作に戻る理由は、測定値の変動が閾値を超えない状態が続いた場合に一切送信が行われず、端末の状態が分からなくなるためです。

## 4. 送信データフォーマット

### 4.1. 送信データフォーマット概要

温度、湿度、照度、および電池電圧の情報を、LoRaWAN<sup>®</sup>プロトコルの Payload フィールドで送信します。

LoRaWAN<sup>®</sup>では、端末の通信データレートを選択できますが、そのデータレートによって通信フォーマットに違いがあります。ハットトッテで選択できるデータレートと通信フォーマットの関係を表7 データレートとデータフォーマットの関係に示します。

表 7 データレートとデータフォーマットの関係

| データレート | 通信可能距離 | 電池消費量 | データフォーマット |
|--------|--------|-------|-----------|
| DR2    | 長い     | 多い    | 短縮フォーマット  |
| DR3    | ↑      | ↑     | 通常フォーマット  |
| DR4    | ↓      | ↓     |           |
| DR5    | 短い     | 少ない   |           |

送信データは、ヘッダ部とデータ部から構成されています。最初の3バイト（バイトアドレス0～2）がヘッダ部であり、データ部がその後（バイトアドレス3～）に続きます。

ヘッダ部のフォーマットを、以下に示します。

表 8 送信データ ヘッダ部フォーマット

|   |              |   |   |      |               |               |      |      |
|---|--------------|---|---|------|---------------|---------------|------|------|
|   | 7            | 6 | 5 | 4    | 3             | 2             | 1    | 0    |
| 0 | データコード       |   |   |      | シーケンス番号[11:8] |               |      |      |
| 1 | シーケンス番号[7:0] |   |   |      |               |               |      |      |
| 2 | フォーマットタイプ    |   |   | F_TI | F_BV          | F_LV<br>/F_CV | F_HV | F_TV |

#### データコード

- 1：最新測定値のみ（=前回測定値無し、または再生データ無し）
- 2：最新測定値+再送データ有り
- 3：最新測定値+再送データ無し（メモリにデータがないとき）
- 4：再送無効フラグ(DR2の時)
- 5：最新測定値+前回測定値有り

#### シーケンス番号

ハットトッテが送信するデータに付ける連番です。

#### フォーマットタイプ

|     |            |
|-----|------------|
| 0   | : 温湿度・照度   |
| 1   | : CO2      |
| 2~7 | : Reserved |

#### フォーマットタイプ = 0, 1 共通

|      |   |           |
|------|---|-----------|
| F_TV | 0 | 温度データ無効   |
|      | 1 | 温度データ有効   |
| F_HV | 0 | 湿度データ無効   |
|      | 1 | 湿度データ有効   |
| F_LV | 0 | 照度データ無効   |
|      | 1 | 照度データ有効   |
| F_BV | 0 | 電池電圧データ無効 |
|      | 1 | 電池電圧データ有効 |

#### フォーマットタイプ = 0 の時

|      |   |         |                     |
|------|---|---------|---------------------|
| F_LV | 0 | 照度データ無効 |                     |
|      | 1 | 照度データ有効 |                     |
| F_TI | 0 | 計測間隔 短  | *通常の測定の時            |
|      | 1 | 計測間隔 長  | *輝度値が規定以下で計測間隔が長い場合 |

#### フォーマットタイプ = 1 の時

|      |   |           |
|------|---|-----------|
| F_CV | 0 | CO2 データ無効 |
|      | 1 | CO2 データ有効 |

## 4.2. Uplink 通信

Uplink 通信とは、LoRaWAN®において 端末→ゲートウェイ 方向の通信を意味します。

アプリケーションサーバー側では、ハットトッテに設定した Uplink 用 FPort（ポート番号）と同じ FPort 番号で受信したデータを、ハットトッテの計測データとして処理してください。

※Uplink 用 FPort の初期値には 2 が設定されています。

|                 |                         |                                                        |
|-----------------|-------------------------|--------------------------------------------------------|
| DR3<br>~<br>DR5 | 通常フォーマット（再送データ無）        | データコード 1 のパケット(11byte)<br>+ すべて 0 のデータ(11byte)         |
|                 | 通常フォーマット（前回データ有）        | データコード 1 のパケット(11byte)<br>+ データコード 5 のデータ(11byte)      |
|                 | 通常フォーマット（再送データ有）        | データコード 1 のパケット(11byte)<br>+ データコード 2 or 3 のデータ(11byte) |
| DR2             | 短縮フォーマット（通常送信）          | データコード 1 のパケットのみ(11byte)                               |
|                 | 短縮フォーマット（通常送信 兼 再送無効通知） | データコード 4 のパケットのみ(11byte)                               |

#### 4.2.1. xTHL（温湿度・照度センサー）のデータフォーマット

##### A) データレートが DR3~DR5 の時：通常フォーマット

〔通常送信：前回測定データを含まない場合〕

|    | 7               | 6              | 5 | 4    | 3              | 2    | 1    | 0    |
|----|-----------------|----------------|---|------|----------------|------|------|------|
| 0  | データコード (0x1)    |                |   |      | シーケンス番号[11:8]  |      |      |      |
| 1  | シーケンス番号[7:0]    |                |   |      |                |      |      |      |
| 2  | フォーマットタイプ       |                |   | F_TI | F_BV           | F_LV | F_HV | F_TV |
| 3  | 温度(x100℃)[15:8] |                |   |      |                |      |      |      |
| 4  | 温度(x100℃)[7:0]  |                |   |      |                |      |      |      |
| 5  | 湿度(x100%)[15:8] |                |   |      |                |      |      |      |
| 6  | 湿度(x100%)[7:0]  |                |   |      |                |      |      |      |
| 7  | 照度(lx)[15:8]    |                |   |      |                |      |      |      |
| 8  | 照度(lx)[7:0]     |                |   |      |                |      |      |      |
| 9  | F_BC            | Reserved(000b) |   |      | 電池電圧(mV)[11:8] |      |      |      |
| 10 | 電池電圧(mV)[7:0]   |                |   |      |                |      |      |      |
| 11 | 0x00            |                |   |      |                |      |      |      |
| 12 | 0x00            |                |   |      |                |      |      |      |
| 13 | 0x00            |                |   |      |                |      |      |      |
| 14 | 0x00            |                |   |      |                |      |      |      |
| 15 | 0x00            |                |   |      |                |      |      |      |
| 16 | 0x00            |                |   |      |                |      |      |      |
| 17 | 0x00            |                |   |      |                |      |      |      |
| 18 | 0x00            |                |   |      |                |      |      |      |
| 19 | 0x00            |                |   |      |                |      |      |      |
| 20 | 0x00            |                |   |      |                |      |      |      |
| 21 | 0x00            |                |   |      |                |      |      |      |

〔通常送信：前回測定データを含む場合〕

※ファームウェア V1.05 以降のみ。

|    |                 |                |   |      |                |      |      |      |
|----|-----------------|----------------|---|------|----------------|------|------|------|
|    | 7               | 6              | 5 | 4    | 3              | 2    | 1    | 0    |
| 0  | データコード (0x1)    |                |   |      | シーケンス番号[11:8]  |      |      |      |
| 1  | シーケンス番号[7:0]    |                |   |      |                |      |      |      |
| 2  | フォーマットタイプ       |                |   | F_TI | F_BV           | F_LV | F_HV | F_TV |
| 3  | 温度(x100℃)[15:8] |                |   |      |                |      |      |      |
| 4  | 温度(x100℃)[7:0]  |                |   |      |                |      |      |      |
| 5  | 湿度(x100%)[15:8] |                |   |      |                |      |      |      |
| 6  | 湿度(x100%)[7:0]  |                |   |      |                |      |      |      |
| 7  | 照度(lx)[15:8]    |                |   |      |                |      |      |      |
| 8  | 照度(lx)[7:0]     |                |   |      |                |      |      |      |
| 9  | F_BC            | Reserved(000b) |   |      | 電池電圧(mV)[11:8] |      |      |      |
| 10 | 電池電圧(mV)[7:0]   |                |   |      |                |      |      |      |
| 11 | データコード (0x5)    |                |   |      | シーケンス番号[11:8]  |      |      |      |
| 12 | シーケンス番号[7:0]    |                |   |      |                |      |      |      |
| 13 | フォーマットタイプ       |                |   | F_TI | F_BV           | F_CV | F_HV | F_TV |
| 14 | 温度(x100℃)[15:8] |                |   |      |                |      |      |      |
| 15 | 温度(x100℃)[7:0]  |                |   |      |                |      |      |      |
| 16 | 湿度(x100%)[15:8] |                |   |      |                |      |      |      |
| 17 | 湿度(x100%)[7:0]  |                |   |      |                |      |      |      |
| 18 | 照度(lx)[15:8]    |                |   |      |                |      |      |      |
| 19 | 照度(lx)[7:0]     |                |   |      |                |      |      |      |
| 20 | F_BC            | Reserved(000b) |   |      | 電池電圧(mV)[11:8] |      |      |      |
| 21 | 電池電圧(mV)[7:0]   |                |   |      |                |      |      |      |

再送データ用領域 (ファームウェア V1.04 以前では、通常送信時はオール 0)

〔再送データを含む場合〕

|    |                      |                |   |      |                |      |      |      |
|----|----------------------|----------------|---|------|----------------|------|------|------|
|    | 7                    | 6              | 5 | 4    | 3              | 2    | 1    | 0    |
| 0  | データコード (0x1)         |                |   |      | シーケンス番号[11:8]  |      |      |      |
| 1  | シーケンス番号[7:0]         |                |   |      |                |      |      |      |
| 2  | フォーマットタイプ            |                |   | F_TI | F_BV           | F_LV | F_HV | F_TV |
| 3  | 温度(x100℃)[15:8]      |                |   |      |                |      |      |      |
| 4  | 温度(x100℃)[7:0]       |                |   |      |                |      |      |      |
| 5  | 湿度(x100%)[15:8]      |                |   |      |                |      |      |      |
| 6  | 湿度(x100%)[7:0]       |                |   |      |                |      |      |      |
| 7  | 照度(lx)[15:8]         |                |   |      |                |      |      |      |
| 8  | 照度(lx)[7:0]          |                |   |      |                |      |      |      |
| 9  | F_BC                 | Reserved(000b) |   |      | 電池電圧(mV)[11:8] |      |      |      |
| 10 | 電池電圧(mV)[7:0]        |                |   |      |                |      |      |      |
| 11 | データコード (0x2 または 0x3) |                |   |      | シーケンス番号[11:8]  |      |      |      |
| 12 | シーケンス番号[7:0]         |                |   |      |                |      |      |      |
| 13 | フォーマットタイプ            |                |   | F_TI | F_BV           | F_LV | F_HV | F_TV |
| 14 | 温度(x100℃)[15:8]      |                |   |      |                |      |      |      |
| 15 | 温度(x100℃)[7:0]       |                |   |      |                |      |      |      |
| 16 | 湿度(x100%)[15:8]      |                |   |      |                |      |      |      |
| 17 | 湿度(x100%)[7:0]       |                |   |      |                |      |      |      |
| 18 | 照度(lx)[15:8]         |                |   |      |                |      |      |      |
| 19 | 照度(lx)[7:0]          |                |   |      |                |      |      |      |
| 20 | F_BC                 | Reserved(000b) |   |      | 電池電圧(mV)[11:8] |      |      |      |
| 21 | 電池電圧(mV)[7:0]        |                |   |      |                |      |      |      |

- 湿度は、測定誤差により 0%RH 未満、100%RH 超の値となることがあります。これが問題となる場合は、受信側アプリケーションソフトウェアで受信したデータを処理する際に、0%RH~100%RH の範囲へのクランプ処理を行ってください。
- 一般に湿度センサーは湿度測定値が実際の値に比べて徐々に大きくなります（ドリフト）。ITHL/OTHL では特に高湿度環境下でドリフトが進行し易くなります。ITHL/OTHL の場合の詳細と対処については、「ES5000LW-xTHL アプリケーションノート 湿度測定編」を参照してください（ITHL-A ではこの対処は不要です）。
- 温度、湿度は、小数点以下を含む測定値に 100 を乗じて 16 ビットの符号付整数値として格納されます。受信側では、格納された符号付整数値を 100 で除して元の測定値に復元します。
- F\_BC は、ビーコン発信機能の有効／無効状態を示します。
 

|   |          |
|---|----------|
| 0 | ビーコン無効状態 |
| 1 | ビーコン有効状態 |

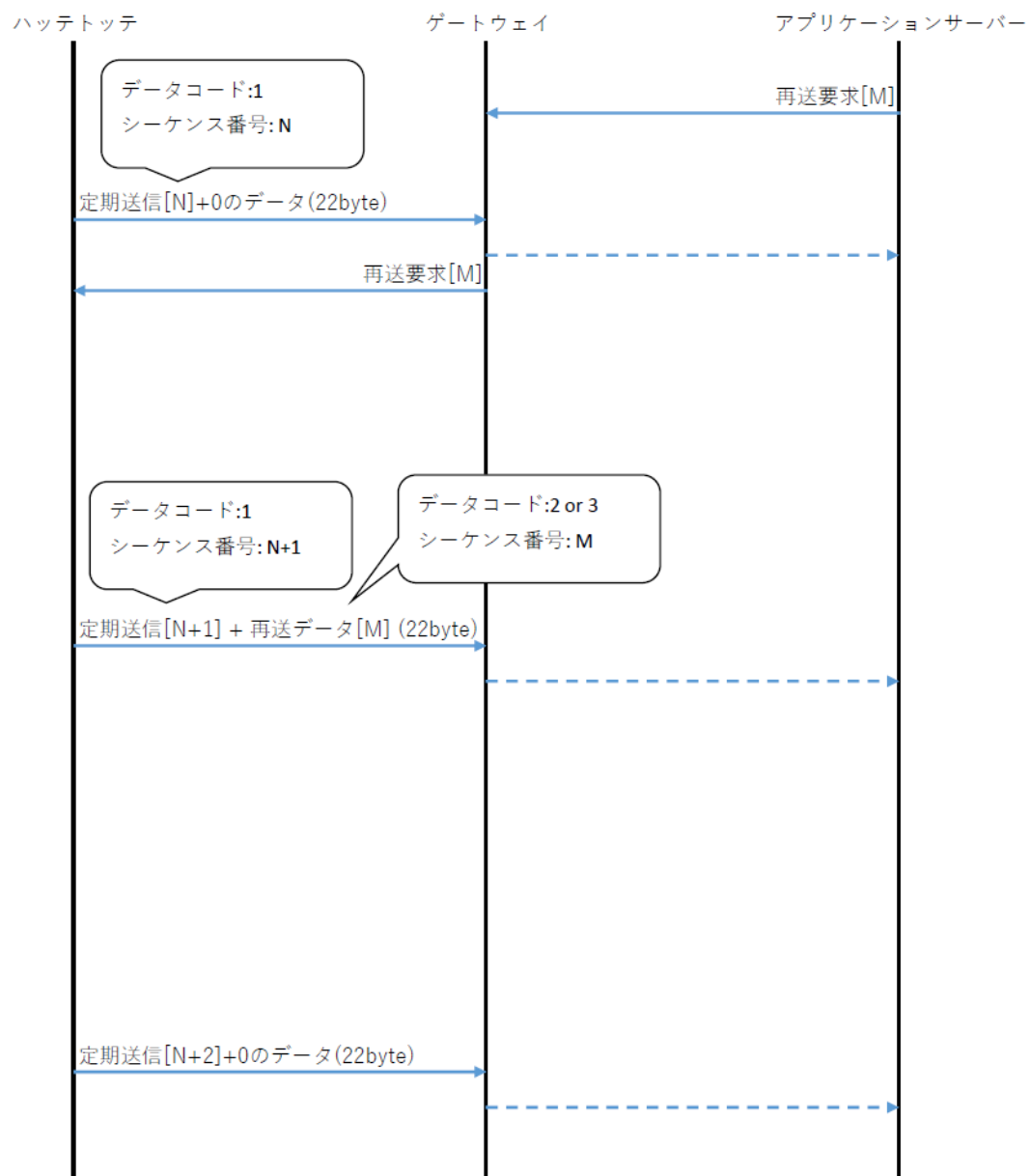


図 3 DR3~DR5 の時の再送動作

- DR3~DR5 の時は、再送データが有っても無くてもデータ長は変わらず、1 つの Payload でデータが送信されます。
- 再送要求に対して、要求データが存在した場合は再送データ部のデータコードが 0x2 になり、要求データが存在しなかった場合はデータコードが 0x3 になります。

## B) データレートが DR2 の時：短縮フォーマット

データレートが DR2 の時は Payload の長さが短くなるため、通常送信のみとなります。

再送要求を受信した場合でも、定期通常送信のみを行います。再送要求が無効であったことを示すため、データコードが 0x4 (=再送無効フラグ ON) となります。

〔通常送信の場合〕

|    |                 |                |   |      |                |      |      |      |
|----|-----------------|----------------|---|------|----------------|------|------|------|
|    | 7               | 6              | 5 | 4    | 3              | 2    | 1    | 0    |
| 0  | データコード (0x1)    |                |   |      | シーケンス番号[11:8]  |      |      |      |
| 1  | シーケンス番号[7:0]    |                |   |      |                |      |      |      |
| 2  | フォーマットタイプ       |                |   | F_TI | F_BV           | F_LV | F_HV | F_TV |
| 3  | 温度(x100℃)[15:8] |                |   |      |                |      |      |      |
| 4  | 温度(x100℃)[7:0]  |                |   |      |                |      |      |      |
| 5  | 湿度(x100%)[15:8] |                |   |      |                |      |      |      |
| 6  | 湿度(x100%)[7:0]  |                |   |      |                |      |      |      |
| 7  | 照度(lx)[15:8]    |                |   |      |                |      |      |      |
| 8  | 照度(lx)[7:0]     |                |   |      |                |      |      |      |
| 9  | F_BC            | Reserved(000b) |   |      | 電池電圧(mV)[11:8] |      |      |      |
| 10 | 電池電圧(mV)[7:0]   |                |   |      |                |      |      |      |

〔再送要求があった場合〕

|    |                 |                |   |      |                |      |      |      |
|----|-----------------|----------------|---|------|----------------|------|------|------|
|    | 7               | 6              | 5 | 4    | 3              | 2    | 1    | 0    |
| 0  | データコード (0x4)    |                |   |      | シーケンス番号[11:8]  |      |      |      |
| 1  | シーケンス番号[7:0]    |                |   |      |                |      |      |      |
| 2  | フォーマットタイプ       |                |   | F_TI | F_BV           | F_LV | F_HV | F_TV |
| 3  | 温度(x100℃)[15:8] |                |   |      |                |      |      |      |
| 4  | 温度(x100℃)[7:0]  |                |   |      |                |      |      |      |
| 5  | 湿度(x100%)[15:8] |                |   |      |                |      |      |      |
| 6  | 湿度(x100%)[7:0]  |                |   |      |                |      |      |      |
| 7  | 照度(lx)[15:8]    |                |   |      |                |      |      |      |
| 8  | 照度(lx)[7:0]     |                |   |      |                |      |      |      |
| 9  | F_BC            | Reserved(000b) |   |      | 電池電圧(mV)[11:8] |      |      |      |
| 10 | 電池電圧(mV)[7:0]   |                |   |      |                |      |      |      |

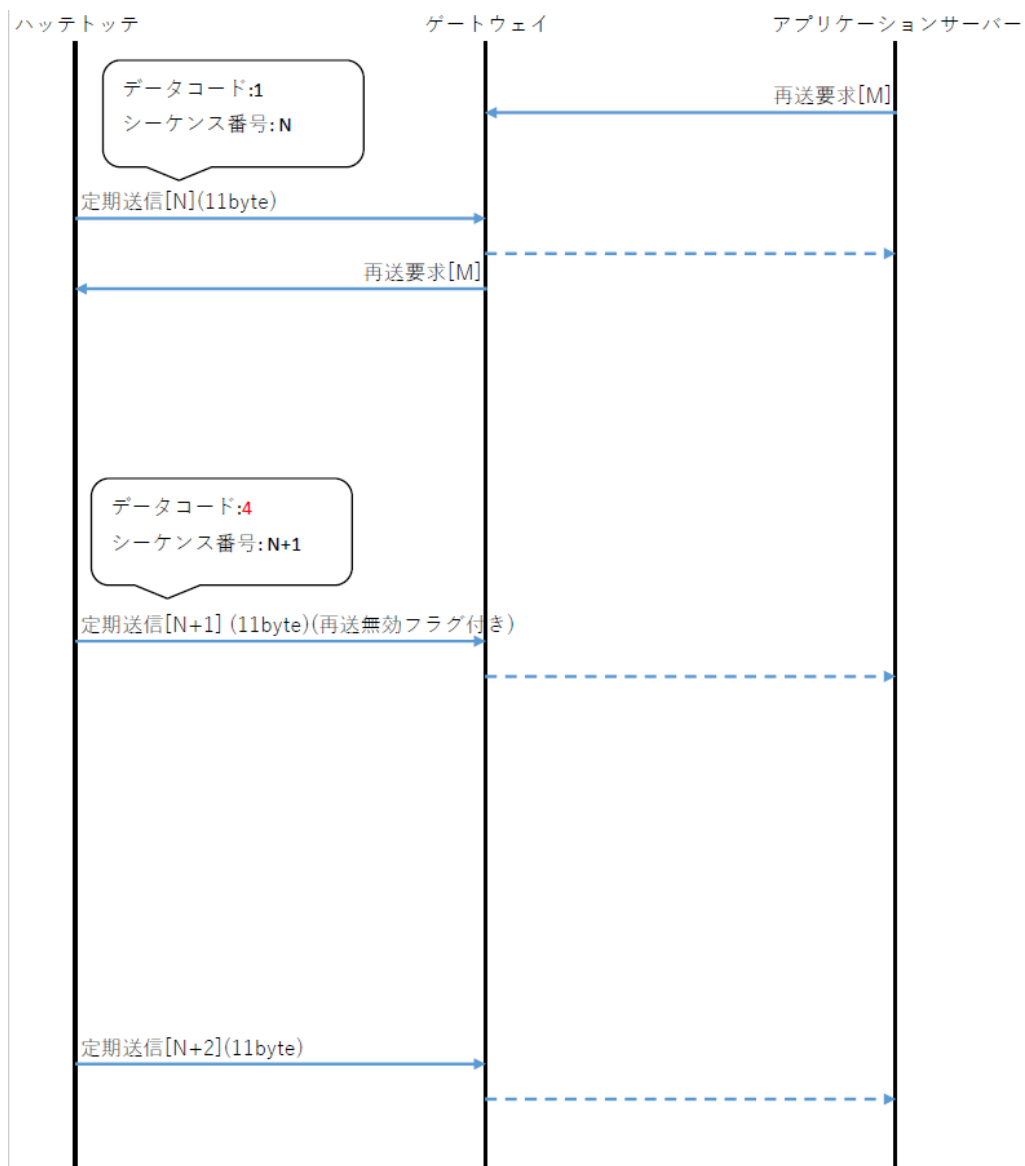


図 4 DR2 の時に再送要求があった場合の動作

#### 4.2.2. IC2TH (CO2・温湿度センサー) のデータフォーマット

IC2TH では、DR3~DR5 の通常送信において前回測定データが存在する場合には、データフォーマットの後半に前回測定データをセットして送信します。そのため、前回測定データの有無により後半部分のヘッダ部が異なることに注意してください。

再送要求に対する再送データが含まれるケースでは、前回測定データは送信されません。

##### A) データレートが DR3~DR5 の時：通常フォーマット

〔通常送信：前回測定データを含めない場合〕

|    |                   |       |   |   |                |      |      |      |
|----|-------------------|-------|---|---|----------------|------|------|------|
|    | 7                 | 6     | 5 | 4 | 3              | 2    | 1    | 0    |
| 0  | データコード (0x1)      |       |   |   | シーケンス番号[11:8]  |      |      |      |
| 1  | シーケンス番号[7:0]      |       |   |   |                |      |      |      |
| 2  | フォーマットタイプ         |       |   | — | F_BV           | F_CV | F_HV | F_TV |
| 3  | 温度(x100℃)[15:8]   |       |   |   |                |      |      |      |
| 4  | 温度(x100℃)[7:0]    |       |   |   |                |      |      |      |
| 5  | 湿度(x100%)[15:8]   |       |   |   |                |      |      |      |
| 6  | 湿度(x100%)[7:0]    |       |   |   |                |      |      |      |
| 7  | CO2 濃度(ppm)[15:8] |       |   |   |                |      |      |      |
| 8  | CO2 濃度(ppm)[7:0]  |       |   |   |                |      |      |      |
| 9  | F_BC              | 測定モード |   | — | 電池電圧(mV)[11:8] |      |      |      |
| 10 | 電池電圧(mV)[7:0]     |       |   |   |                |      |      |      |
| 11 | 0x00              |       |   |   |                |      |      |      |
| 12 | 0x00              |       |   |   |                |      |      |      |
| 13 | 0x00              |       |   |   |                |      |      |      |
| 14 | 0x00              |       |   |   |                |      |      |      |
| 15 | 0x00              |       |   |   |                |      |      |      |
| 16 | 0x00              |       |   |   |                |      |      |      |
| 17 | 0x00              |       |   |   |                |      |      |      |
| 18 | 0x00              |       |   |   |                |      |      |      |
| 19 | 0x00              |       |   |   |                |      |      |      |
| 20 | 0x00              |       |   |   |                |      |      |      |
| 21 | 0x00              |       |   |   |                |      |      |      |

※ ‘—’は、Reserved (0b) を示します。以降も同様です。

〔通常送信：前回測定データを含む場合〕

|    |                   |       |   |   |                |      |      |      |
|----|-------------------|-------|---|---|----------------|------|------|------|
|    | 7                 | 6     | 5 | 4 | 3              | 2    | 1    | 0    |
| 0  | データコード (0x1)      |       |   |   | シーケンス番号[11:8]  |      |      |      |
| 1  | シーケンス番号[7:0]      |       |   |   |                |      |      |      |
| 2  | フォーマットタイプ         |       |   | — | F_BV           | F_CV | F_HV | F_TV |
| 3  | 温度(x100℃)[15:8]   |       |   |   |                |      |      |      |
| 4  | 温度(x100℃)[7:0]    |       |   |   |                |      |      |      |
| 5  | 湿度(x100%)[15:8]   |       |   |   |                |      |      |      |
| 6  | 湿度(x100%)[7:0]    |       |   |   |                |      |      |      |
| 7  | CO2 濃度(ppm)[15:8] |       |   |   |                |      |      |      |
| 8  | CO2 濃度(ppm)[7:0]  |       |   |   |                |      |      |      |
| 9  | F_BC              | 測定モード |   | — | 電池電圧(mV)[11:8] |      |      |      |
| 10 | 電池電圧(mV)[7:0]     |       |   |   |                |      |      |      |
| 11 | データコード (0x5)      |       |   |   | シーケンス番号[11:8]  |      |      |      |
| 12 | シーケンス番号[7:0]      |       |   |   |                |      |      |      |
| 13 | フォーマットタイプ         |       |   | — | F_BV           | F_CV | F_HV | F_TV |
| 14 | 温度(x100℃)[15:8]   |       |   |   |                |      |      |      |
| 15 | 温度(x100℃)[7:0]    |       |   |   |                |      |      |      |
| 16 | 湿度(x100%)[15:8]   |       |   |   |                |      |      |      |
| 17 | 湿度(x100%)[7:0]    |       |   |   |                |      |      |      |
| 18 | CO2 濃度(ppm)[15:8] |       |   |   |                |      |      |      |
| 19 | CO2 濃度(ppm)[7:0]  |       |   |   |                |      |      |      |
| 20 | F_BC              | 測定モード |   | — | 電池電圧(mV)[11:8] |      |      |      |
| 21 | 電池電圧(mV)[7:0]     |       |   |   |                |      |      |      |

〔通常送信：再送データを含む場合〕

|    |                      |       |   |   |                |      |      |      |
|----|----------------------|-------|---|---|----------------|------|------|------|
|    | 7                    | 6     | 5 | 4 | 3              | 2    | 1    | 0    |
| 0  | データコード (0x1)         |       |   |   | シーケンス番号[11:8]  |      |      |      |
| 1  | シーケンス番号[7:0]         |       |   |   |                |      |      |      |
| 2  | フォーマットタイプ            |       |   | — | F_BV           | F_CV | F_HV | F_TV |
| 3  | 温度(x100℃)[15:8]      |       |   |   |                |      |      |      |
| 4  | 温度(x100℃)[7:0]       |       |   |   |                |      |      |      |
| 5  | 湿度(x100%)[15:8]      |       |   |   |                |      |      |      |
| 6  | 湿度(x100%)[7:0]       |       |   |   |                |      |      |      |
| 7  | CO2 濃度(ppm)[15:8]    |       |   |   |                |      |      |      |
| 8  | CO2 濃度(ppm)[7:0]     |       |   |   |                |      |      |      |
| 9  | F_BC                 | 測定モード |   | — | 電池電圧(mV)[11:8] |      |      |      |
| 10 | 電池電圧(mV)[7:0]        |       |   |   |                |      |      |      |
| 11 | データコード (0x2 または 0x3) |       |   |   | シーケンス番号[11:8]  |      |      |      |
| 12 | シーケンス番号[7:0]         |       |   |   |                |      |      |      |
| 13 | フォーマットタイプ            |       |   | — | F_BV           | F_CV | F_HV | F_TV |
| 14 | 温度(x100℃)[15:8]      |       |   |   |                |      |      |      |
| 15 | 温度(x100℃)[7:0]       |       |   |   |                |      |      |      |
| 16 | 湿度(x100%)[15:8]      |       |   |   |                |      |      |      |
| 17 | 湿度(x100%)[7:0]       |       |   |   |                |      |      |      |
| 18 | CO2 濃度(ppm)[15:8]    |       |   |   |                |      |      |      |
| 19 | CO2 濃度(ppm)[7:0]     |       |   |   |                |      |      |      |
| 20 | F_BC                 | 測定モード |   | — | 電池電圧(mV)[11:8] |      |      |      |
| 21 | 電池電圧(mV)[7:0]        |       |   |   |                |      |      |      |

- 通常送信の場合でも、前回測定データが存在する場合は、前回測定データを含む形（データコード1 + データコード5）のデータとなります。初回など前回測定データが存在しない場合は、最新測定値のみ（データコード1のみ）のデータとなります。
- 測定モードは設定ツールで予め IC2TH に設定しておくモードです。サーバー側で各端末の設定モードを把握できるようにするため、測定モードを送信しています。測定モードの詳細については、表 5 CO2 測定モード を参照してください。
- 測定休止モードの場合、休止時間中の CO2 の測定値は 0xFFFF となり、F\_CV=0 となります。温湿度測定値については、休止時間中も最新測定値が送信されます。
- 前回測定データとは、前回送信されたデータを意味します。これは、測定休止モードの場合でも、測定値変動検知モードの場合でも、同様に前回送信されたデータを意味し、測定はしていても送信しなかったデータは対象外です。

B) データレートが DR2 の時：短縮フォーマット

〔通常送信の場合〕

|    |                   |       |   |   |                |      |      |      |
|----|-------------------|-------|---|---|----------------|------|------|------|
|    | 7                 | 6     | 5 | 4 | 3              | 2    | 1    | 0    |
| 0  | データコード (0x1)      |       |   |   | シーケンス番号[11:8]  |      |      |      |
| 1  | シーケンス番号[7:0]      |       |   |   |                |      |      |      |
| 2  | フォーマットタイプ         |       |   | — | F_BV           | F_CV | F_HV | F_TV |
| 3  | 温度(x100℃)[15:8]   |       |   |   |                |      |      |      |
| 4  | 温度(x100℃)[7:0]    |       |   |   |                |      |      |      |
| 5  | 湿度(x100%)[15:8]   |       |   |   |                |      |      |      |
| 6  | 湿度(x100%)[7:0]    |       |   |   |                |      |      |      |
| 7  | CO2 濃度(ppm)[15:8] |       |   |   |                |      |      |      |
| 8  | CO2 濃度(ppm)[7:0]  |       |   |   |                |      |      |      |
| 9  | F_BC              | 測定モード |   | — | 電池電圧(mV)[11:8] |      |      |      |
| 10 | 電池電圧(mV)[7:0]     |       |   |   |                |      |      |      |

〔再送要求があった場合〕

|    |                   |       |   |   |                |      |      |      |
|----|-------------------|-------|---|---|----------------|------|------|------|
|    | 7                 | 6     | 5 | 4 | 3              | 2    | 1    | 0    |
| 0  | データコード (0x4)      |       |   |   | シーケンス番号[11:8]  |      |      |      |
| 1  | シーケンス番号[7:0]      |       |   |   |                |      |      |      |
| 2  | フォーマットタイプ         |       |   | — | F_BV           | F_CV | F_HV | F_TV |
| 3  | 温度(x100℃)[15:8]   |       |   |   |                |      |      |      |
| 4  | 温度(x100℃)[7:0]    |       |   |   |                |      |      |      |
| 5  | 湿度(x100%)[15:8]   |       |   |   |                |      |      |      |
| 6  | 湿度(x100%)[7:0]    |       |   |   |                |      |      |      |
| 7  | CO2 濃度(ppm)[15:8] |       |   |   |                |      |      |      |
| 8  | CO2 濃度(ppm)[7:0]  |       |   |   |                |      |      |      |
| 9  | F_BC              | 測定モード |   | — | 電池電圧(mV)[11:8] |      |      |      |
| 10 | 電池電圧(mV)[7:0]     |       |   |   |                |      |      |      |

### 4.3. Downlink 通信

Downlink 通信は LoRaWAN<sup>®</sup>においてゲートウェイ→端末方向の通信を意味します。

アプリケーションサーバーでは、ハットトッテに設定した Downlink 用 FPort（ポート番号）を使用して、下記のリクエストデータを送信してください。

※Downlink 用 Fport の初期値には 7 が設定されています。

|   |             |   |   |   |               |   |   |   |
|---|-------------|---|---|---|---------------|---|---|---|
|   | 7           | 6 | 5 | 4 | 3             | 2 | 1 | 0 |
| 0 | リクエストコード    |   |   |   | パラメーター [11:8] |   |   |   |
| 1 | パラメーター[7:0] |   |   |   |               |   |   |   |

**表 9 Downlink の設定内容**

| リクエストコード |                | パラメーター                                    | 説明                                                                                                                                |
|----------|----------------|-------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 0x01     | 過去データ<br>リクエスト | シーケンス番号<br>(0~2048)                       | 指定されたシーケンス番号のデータを、次回送信時の再送データフィールドに設定します。<br>最新データを基準に、過去最大 2048 サンプル分の指定されたシーケンス番号のデータを保持しています。                                  |
| 0x02     | ビーコン機能<br>設定   | Bit[0] 0:無効、1:有効<br>Bit[11:1] Reserved(0) | ビーコン機能の有効/無効を設定します<br>このリクエストコードは、ファームウェア Ver.1.04 以降でのみ機能します。                                                                    |
| 0x03     | 休止トリガー         | 0:端末設定の休止時間<br>1~4032:休止時間 (分/5)          | CO2 の測定休止モード・送信休止モードにおける休止の指示、または測定値変動検知モードの開始の指示を行います。<br>休止時間は、(パラメータ値) x 5 [分]で指定できます。<br>0 が指定された場合は、設定ツールで端末に設定された休止時間に従います。 |
| 0x04     | 再開トリガー         | 0                                         | CO2 の測定休止モードにおける、休止からの復帰を指示します。                                                                                                   |

- 受信側のアプリケーションソフトウェアの実装として、Downlink コマンドが端末で受信されなかった場合に、アプリケーション内のキューに積み上げていくという実装形態があります。このような実装の場合、即座にコマンドの指示が端末に反映されるわけではないことに注意してください。

## 5. Bluetooth®センシングモード

出荷時は LoRaWAN®で測定データを送信するモードに設定されていますが、Bluetooth®で測定データを送信する Bluetooth®センシングモードに変更することも可能です。

このモードでは Bluetooth® Advertising で測定データを定期的に送信します。データフォーマットは、以下のとおりです。

- 全体構成

|              |              |
|--------------|--------------|
| ADStructure1 | ADStructure2 |
|--------------|--------------|

- ADStructure1 （合計 3 バイト）

| オフセット | データ  | 内容                                                                          |
|-------|------|-----------------------------------------------------------------------------|
| 0     | 0x02 | Length ( 2 bytes )                                                          |
| 1     | 0x01 | AD Type = FLAGS                                                             |
| 2     | 0x06 | BLE_GAP_ADV_FLAG_LE_GENERAL_DISC_MODE BLE_GAP_ADV_FLAG_BR_EDR_NOT_SUPPORTED |

● ADStructure2 (合計 25 バイト)

| オフセット | データ  | 内容                                       |
|-------|------|------------------------------------------|
| 0     | 0x18 | Length ( 24 bytes )                      |
| 1     | 0xFF | AD Type = Manufacture Specific           |
| 2     | 0xA3 | Company ID[0] → (DIC Corporation )       |
| 3     | 0x0A | Company ID[1]                            |
| 4     | 0x01 | DataType ( 0x01 = 測定データパケット )            |
| 5     | 0x00 | Version ( 0x00 )                         |
| 6     | 0xFF | DevEUI[7:0]                              |
| 7     | 0xFF | DevEUI[15:8]                             |
| 8     | 0xFF | DevEUI[23:16]                            |
| 9     | 0x30 | DevEUI[31:24]                            |
| 10    | 0x5C | DevEUI[39:32]                            |
| 11    | 0xD5 | DevEUI[47:40]                            |
| 12    | 0xB3 | DevEUI[55:48]                            |
| 13    | 0x70 | DevEUI[63:56]                            |
| 14    | 0x1Y | data_code(1), sequence_number[11:8]      |
| 15    | 0xYY | sequence_number[7:0]                     |
| 16    | 0xYY | formattype(0), flags                     |
| 17    | 0xYY | temperature[15:8]                        |
| 18    | 0xYY | temperature[7:0]                         |
| 19    | 0xYY | humidity[15:8]                           |
| 20    | 0xYY | humidity[7:0]                            |
| 21    | 0xYY | illuminance[15:8]                        |
| 22    | 0xYY | illuminance[7:0]                         |
| 23    | 0xYY | beacon_flag(0),flags,battery_level[11:8] |
| 24    | 0xYY | battery_level[7:0]                       |

オフセット 14～24 の計測データ 11 バイトは、LoRaWAN<sup>®</sup>の場合の DR2 Data Code=0x1 のフォーマットと同じ内容となっています。上表の“内容”は、formattype=0 の場合の割り当てを示しています。

※ LoRaWAN<sup>®</sup>は LoRa Alliance<sup>®</sup>の登録商標、Bluetooth<sup>®</sup>は Bluetooth SIG, Inc. の登録商標です。

**発行者**

DIC 株式会社  
コンポジットマテリアル製品本部 HTI 製品グループ