

特定小電力無線モジュール ES920LR

LoRaWAN 仕様ソフトウェア説明書

Version. 1.10

株式会社 EASEL

## 著作権および商標

この文書には、株式会社EASELが所有権を持つ機密事項が含まれます。この資料のいかなる部分も許可無く複製、使用、公開することを固く禁じます。本書は株式会社EASELの従業員および許可された取引先だけに使用が認められています。

本書で提供されたデータは正確で信頼性の高いものですが、このデータの使用について株式会社EASELは責任を負うものではありません。株式会社EASELは、いつでも無断で資料を変更する権利を有するものとします。

株式会社EASEL

〒226-0018

神奈川県横浜市緑区長津田みなみ台5-7-8

<https://easel5.com>

### 改訂履歴

| 版数   | 日付         | 改訂内容  |
|------|------------|---|
| 1.00 | 2016.2.6   | 初版  |
| 1.01 | 2017.3.7   | <ul style="list-style-type: none"><li>・ channel コマンド削除</li><li>・ datarate コマンド機能変更</li><li>・ power コマンド機能変更</li><li>・ DWellTime のデフォルト値変更</li><li>・ duty コマンド追加</li><li>・ データフレームのペイロード最大長を修正</li></ul> |
| 1.10 | 2017.10.31 | <ul style="list-style-type: none"><li>・ データフレームのペイロード最大長を修正</li><li>・ 下記の機能を追加</li></ul> 8.27 format コマンド<br>10.2. UART 入力データ (BINARY フォーマット)<br>10.4. UART 出力データ (BINARY フォーマット)                       |
|      |            |   |

## 目次

|                                   |    |
|-----------------------------------|----|
| 1. 概要 .....                       | 4  |
| 2. 開発環境 .....                     | 5  |
| 3. 評価ボード .....                    | 6  |
| 4. 外部インターフェース .....               | 8  |
| 5. ソフトウェア構成 .....                 | 9  |
| 6. 動作モード .....                    | 10 |
| 7. コンフィグレーション項目 .....             | 13 |
| 7.1. コンフィグレーション項目一覧 .....         | 13 |
| 7.2. コマンド書式 .....                 | 15 |
| 7.3. ホストマイコンからのコンフィグレーション手順 ..... | 16 |
| 8. コンフィグレーション項目詳細 .....           | 18 |
| 8.1. class コマンド .....             | 18 |
| 8.2. adr コマンド .....               | 19 |
| 8.3. activate コマンド .....          | 20 |
| 8.4. deveui コマンド .....            | 20 |
| 8.5. appeui コマンド .....            | 21 |
| 8.6. appkey コマンド .....            | 21 |
| 8.7. devaddr コマンド .....           | 22 |
| 8.8. nwkskey コマンド .....           | 22 |
| 8.9. appskey コマンド .....           | 23 |
| 8.10. ack コマンド .....              | 23 |
| 8.11. retry コマンド .....            | 24 |
| 8.12. rssi コマンド .....             | 24 |
| 8.13. operation コマンド .....        | 25 |
| 8.14. baudrate コマンド .....         | 26 |
| 8.15. sleep コマンド .....            | 27 |
| 8.16. sleeptime コマンド .....        | 28 |
| 8.17. datarate コマンド .....         | 29 |
| 8.18. power コマンド .....            | 30 |
| 8.19. dtime コマンド .....            | 31 |
| 8.20. duty コマンド .....             | 32 |
| 8.21. version コマンド .....          | 33 |
| 8.22. save コマンド .....             | 33 |
| 8.23. load コマンド .....             | 34 |

|       |                                 |    |
|-------|---------------------------------|----|
| 8.24. | show コマンド .....                 | 34 |
| 8.25. | start コマンド .....                | 35 |
| 8.26. | help コマンド .....                 | 35 |
| 8.27. | format コマンド .....               | 36 |
| 9.    | コンフィグレーション応答 .....              | 37 |
| 9.1.  | レスポンス書式 .....                   | 37 |
| 9.2.  | レスポンス書式(BINARY フォーマット) .....    | 37 |
| 9.3.  | レスポンスコード一覧 .....                | 38 |
| 10.   | データフレーム .....                   | 39 |
| 10.1. | UART 入力データ(ASCII フォーマット) .....  | 39 |
| 10.2. | UART 入力データ(BINARY フォーマット) ..... | 40 |
| 10.3. | UART 出力データ(ASCII フォーマット) .....  | 41 |
| 10.4. | UART 出力データ(BINARY フォーマット) ..... | 42 |
| 10.5. | RF 入出力データ .....                 | 43 |

## 1. 概要

本書は、LoRaWAN 仕様 1.0.2 に準拠した 920MHz 帯無線通信用モジュールソフトウェアについて説明します。

## 2. 開発環境

### ① 統合開発環境

IAR Embedded Workbench™ for Arm

※ 30日間期間限定版（ユーザ登録要）

<https://www.iar.com/jp/iar-embedded-workbench/#!?currentTab=free-trials>

※ 30日間を超えて使用する場合は製品の購入が必要です。

### ② デバッガ

IAR SYSTEM I-jet

### ③ 920MHz帯無線モジュール

ES920LR

### ④ 評価ボード

ES920EB

### ⑤ USBケーブル

### ⑥ USBドライバ

FTDI D2XX Driver

<http://www.ftdichip.com/Drivers/D2XX.htm>

### ⑦ ターミナルソフトウェア

Tera Term

<http://www.forest.impress.co.jp/library/software/utf8teraterm/>

### 3. 評価ボード

ES920EB評価ボードについて説明します。

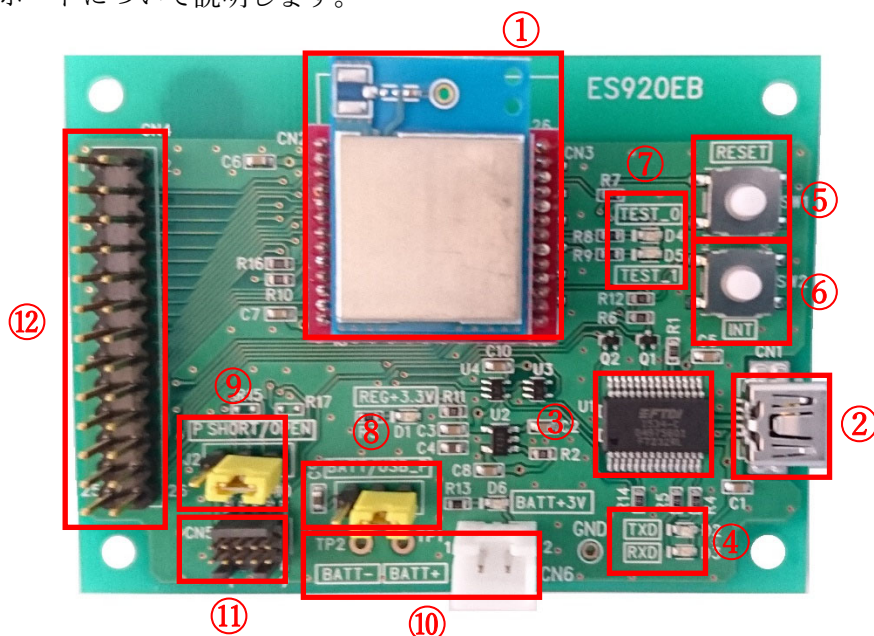


図. ES920EB 評価ボード

表. ES920EB 評価ボード説明

| #  | 名称                | 説明   |
|----|-------------------|--|
| 1  | ES920LR           | MCU NXP 製 KL16Z128 (Cortex-M0+)<br>FlashROM 128kbyte, RAM 16kbyte<br><a href="http://cache.nxp.com/files/microcontrollers/doc/ref_manual/KL16P80M48SF4RM.pdf">http://cache.nxp.com/files/microcontrollers/doc/ref_manual/KL16P80M48SF4RM.pdf</a> |
| 2  | USB ミニコネクタ        | PC(ターミナルソフトウェア)接続用   |
| 3  | USB シリアル変換 IC     | FTDI 社 FT232RL   |
| 4  | USB Tx/Rx LED     | USB 送受信確認用 LED   |
| 5  | リセットスイッチ          | リセットスイッチ   |
| 6  | 汎用スイッチ            | 汎用スイッチ   |
| 7  | 汎用 LED            | 汎用 LED   |
| 8  | ジャンパ BATT/USB_P   | 電源選択   |
| 9  | ジャンパ P_SHORT/OPEN | SWD 電源選択   |
| 10 | BATT-,BATT+       | バッテリーで電源を供給する場合に使用   |
| 11 | SWD コネクタ          | デバッグ接続用  |
| 12 | 外部端子              | 下記ピンアサイン参照   |

表. ES920EB 外部端子ピンアサイン

| ピン番号 | ピン名称  | 基本機能      | ソフトウェア設定可能な機能                                   |
|------|-------|-----------|---|
| 1    | GND   |           |   |
| 2    | GND   |           |   |
| 3    | VCCRF |           |   |
| 4    | PTE0  |           |   |
| 5    | -     | NC        |   |
| 6    | PTA20 | RESETB    |   |
| 7    | -     | NC        |   |
| 8    | -     | NC        |   |
| 9    | PTA0  | SWCLK     |   |
| 10   | PTE19 |           | ADC0_DM2/ADC0_SE6a/SPI0_MISO/I2C0_SCL/SPI0_MOSI |
| 11   | PTA3  | SWDIO     |   |
| 12   | PTE18 |           | ADC0_DP2/ADC0_SE2/SPI0_MOSI/I2C0_SDA/SPI0_MISO  |
| 13   | -     | NC        |   |
| 14   | PTE17 | GPIO(OUT) | ADC0_DM1/ADC0_SE5a/SPI0_SCK/UART2_RX            |
| 15   | PTA2  | UART_TX   |   |
| 16   | PTE16 | GPIO(OUT) | ADC0_DP1/ADC0_SE1/SPI0_PCS0/UART2_TX            |
| 17   | PTA1  | UART_RX   |   |
| 18   | -     | NC        |   |
| 19   | PTB0  |           | ADC0_SE8/I2C0_SCL                               |
| 20   | -     | NC        |   |
| 21   | PTB1  |           | ADC0_SE9/I2C0_SDA                               |
| 22   | PTC1  | GPIO(IN)  |   |
| 23   | PTE30 |           | DAC0_OUT/ADC0_SE23                              |
| 24   | PTA19 |           | UART1_TX  |
| 25   | VCC   |           |   |
| 26   | PTA18 |           | UART1_RX  |

※基本機能は、本ソフトウェアでの設定値になります。

基本機能が空白のピンは GPIO に割当てており、全て出力ピンとなっています。

各ピン機能は、ソフトウェアの設定により変更することが可能です。



#### 4. 外部インターフェース

ES920EB 評価ボードの外部インターフェースについて説明します。

表. ES920EB 評価ボード外部インターフェース

| #  | 名称                | 項目        | 説明  |
|----|-------------------|-----------|---|
| 1  | USB ミニコネクタ        | ボーレート     | 115200bps                                   |
| 2  |                   | データ長      | 8bit  |
| 3  |                   | パリティ      | なし  |
| 4  |                   | ストップビット   | 1bit  |
| 5  |                   | フロー制御     | なし  |
| 6  | 汎用スイッチ            | INT       | コンフィグレーションモード<br>未使用                        |
|    |                   |           | オペレーションモード<br>Low : Wake-Up<br>High : Sleep |
| 7  | 汎用 LED            | TEST_0(緑) | コンフィグレーションモード<br>常時点滅                       |
|    |                   |           | オペレーションモード<br>データ送信の度に反転表示                  |
|    |                   | TEST_1(橙) | コンフィグレーションモード<br>常時点滅                       |
|    |                   |           | オペレーションモード<br>データ受信の度に反転表示                  |
| 8  | ジャンパ BATT/USB_P   | BATT      | バッテリー電源供給                                   |
| 9  |                   | USB_P     | USB 電源供給                                    |
| 10 | ジャンパ P_SHORT/OPEN | PSHORT    | SWD 電源供給                                    |
| 11 |                   | OPEN      | バッテリー、USB 電源供給                              |

## 5. ソフトウェア構成

LoRaWAN 仕様ソフトウェアのソフトウェア構成について説明します。

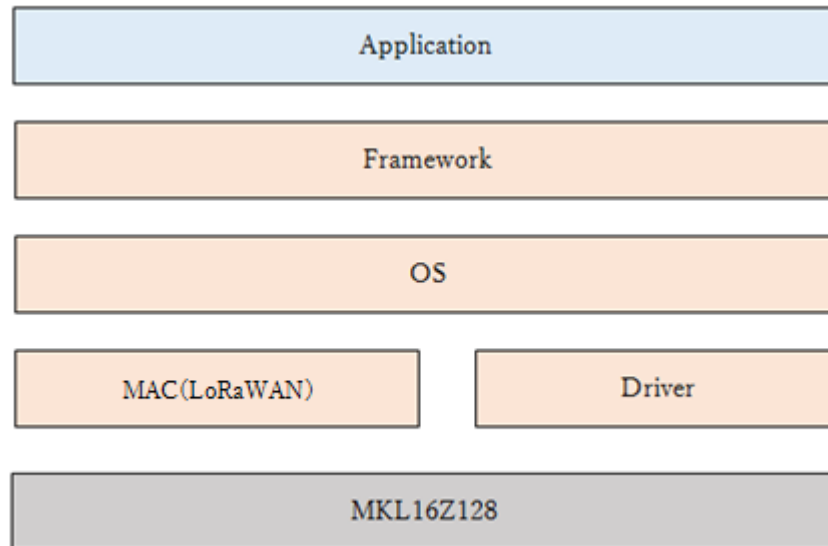


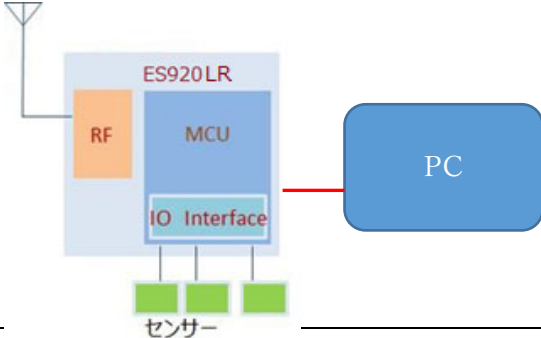
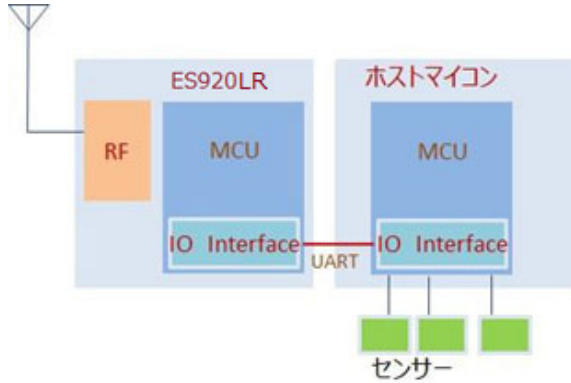
図. ソフトウェア構成図

- Application  
本書の適用範囲。920MHz 帯無線通信評価用アプリケーション。
- Framework / OS / MAC / Driver  
LoRaWAN 準拠プロトコルスタック・PHY 制御ドライバ。
- MKL16Z128  
制御対象 MCU。

## 6. 動作モード

LoRaWAN 仕様ソフトウェアにはターミナルモードとプロセッサモードを用意しており、起動時にユーザーによる選択が可能です。

表. ターミナルモードとプロセッサモード説明

|                 |   |
|-----------------|---|
| <p>ターミナルモード</p> | <p>TeraTerm などのターミナルソフトウェアから使用される事を想定しています。</p> <p>対話形式で無線チャンネルなどの各種設定を行います。</p> <p>使用例)</p>         |
| <p>プロセッサモード</p> | <p>ホストマイコンとの接続を想定しており、コマンド形式で無線チャンネルなどの各種設定を行います。</p> <p>また、コマンドに対して応答メッセージを出力します。</p> <p>使用例)</p>  |

ターミナルモードとプロセッサモードのいずれもコンフィグレーションモードとオペレーションモードが存在し、初回電源投入後はコンフィグレーションモードで起動します。

|                      |   |
|----------------------|---|
| <p>コンフィグレーションモード</p> | <p>UART からコマンドを受け付け、LoRaWAN クラス設定や ADR 設定を行います。</p> <p>コンフィグレーションモードで設定した内容は、内蔵 FlashROM に保存する事が可能で、電源再投入時は設定した内容に従い起動します。</p> <p>また、コンフィグレーションモードからオペレーションモードへの変更はコマンドで行います。</p> |
| <p>オペレーションモード</p>    | <p>UART から入力したデータを送信先ノードに送信します。</p> <p>また、他ノードから受信したデータを UART に出力します。</p> <p>UART から config を入力した場合、電源再投入時にコンフィグレーションモードに戻ります。</p>  |

初回電源投入時は、ターミナルモードかプロセッサモードを選択した後、コンフィグレーションモードで起動します。

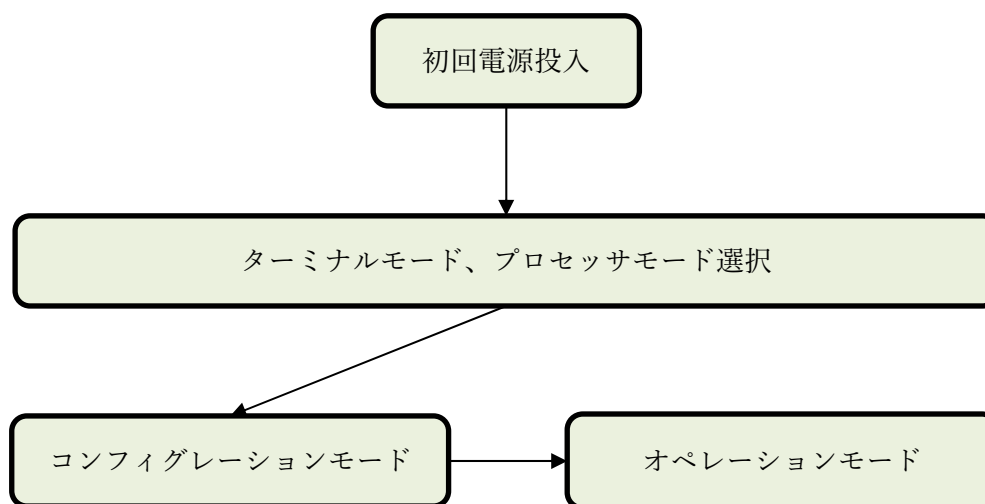


図. 初回電源投入時の動作モード

前回起動時にコンフィグレーションモードを選択した場合(あるいは変更を行わなかった場合)、  
ターミナルモードかプロセッサモードを選択した後、コンフィグレーションモードで起動します。

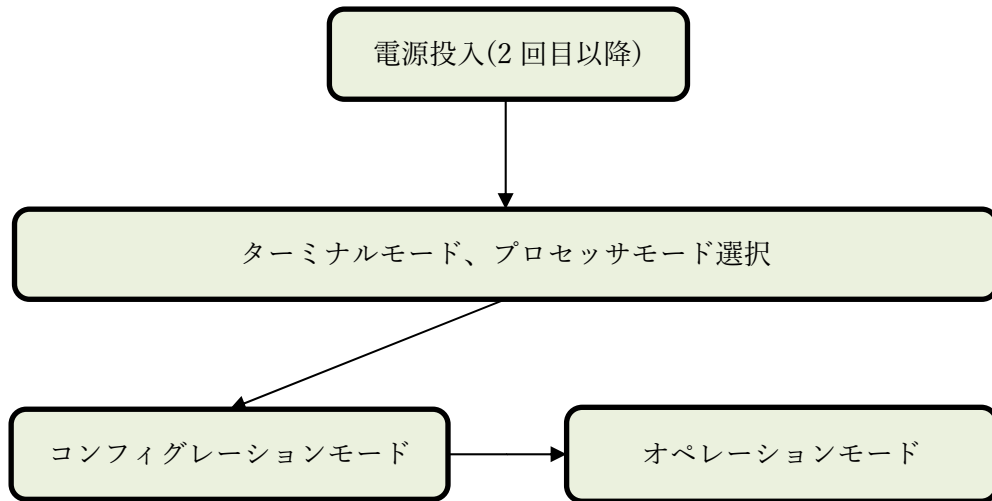


図. 2回目以降コンフィグレーションモードで起動

前回起動時にオペレーションモードを選択した場合、オペレーションモードを起動します。  
※オペレーションモードからコンフィグレーションモードに戻る場合は config を入力して下さい。

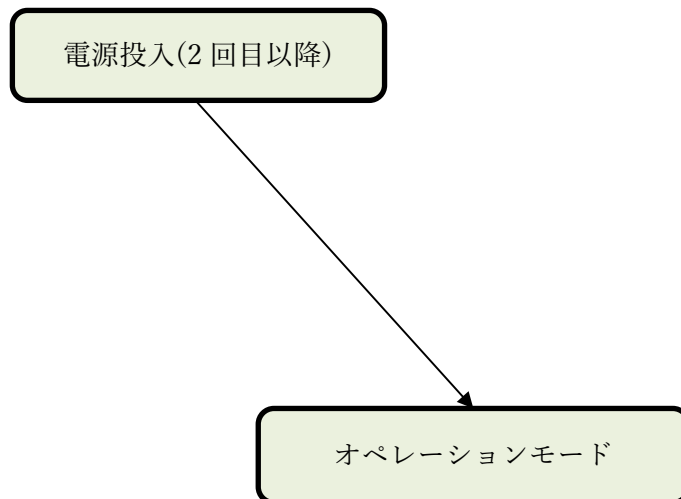


図. 2回目以降オペレーションモードで起動

## 7. コンフィグレーション項目

LoRaWAN仕様ソフトウェアのコンフィグレーション項目について説明します。

### 7.1. コンフィグレーション項目一覧

表. コンフィグレーション項目一覧

| コマンド      | ショート<br>コマンド | 設定内容             | デフォルト         | 設定範囲   | 備考                 |
|-----------|--------------|------------------|---------------|--|--------------------|
| class     | a            | LoRaWAN クラス設定    | class A       | class A<br>class B<br>class C                            | class B、C は将来の為の予約 |
| adr       | b            | ADR 設定           | ON            | ON<br>OFF  |                    |
| activate  | c            | アクティベーション設定      | OTAA          | Over The Air Activation<br>Activation by Personalization |                    |
| deveui    | d            | DevEUI 設定        | 0             |  |                    |
| appeui    | e            | AppEUI 設定        | 0             |  |                    |
| appkey    | f            | AppKey 設定        | 0             |  |                    |
| devaddr   | g            | DevAddr 設定       | 0             |  |                    |
| nwkskey   | h            | NwkSKye 設定       | 0             |  |                    |
| appskey   | i            | AppSKey 設定       | 0             |  |                    |
| ack       | j            | Acknowledge 使用設定 | ON            | OFF<br>ON  |                    |
| retry     | k            | リトライ回数設定         | 3             | 0~8  | 再送回数               |
| rsssi     | l            | 受信電波強度(RSSI)付与設定 | OFF           | OFF<br>ON  |                    |
| operation | m            | 動作モード設定          | Configuration | Configuration<br>Operation                               |                    |

| コマンド      | ショート<br>コマンド | 設定内容                 | デフォルト     | 設定範囲  | 備考                   |
|-----------|--------------|----------------------|-----------|---|----------------------|
| baudrate  | n            | UART 転送速度設定          | 115200bps | 9600bps<br>19200bps<br>38400bps<br>57600bps<br>115200bps<br>230400bps | 調歩同期モード              |
| sleep     | o            | スリープモード設定            | No Sleep  | No Sleep<br>Timer Wakeup<br>INT Wakeup                                |                      |
| sleeptime | p            | スリープ時間設定             | 5 秒       | 1~864000  | 100ms 単位<br>10 = 1 秒 |
| datarate  | q            | データレート設定             | DR2       | DR0<br>DR1<br>DR2<br>DR3<br>DR4<br>DR5                                |                      |
| power     | s            | 最大送信出力設定             | 13dBm     | 13dBm<br>12dBm<br>10dBm<br>8dBm                                       |                      |
| dtime     | t            | DwellTime 設定         | No Limit  | No Limit<br>400ms   |                      |
| duty      | u            | Duty Cycle 設定        | < 1%      | No Limit<br>< 1%  |                      |
| version   | v            | ソフトウェアバージョン取得        | -         | -   |                      |
| save      | w            | FlashROM への設定値書き込み   | -         | -   |                      |
| load      | x            | デフォルト値の読み出し          | -         | -   |                      |
| show      | y            | 設定値確認                | -         | -   | ターミナルモードのみ使用<br>可    |
| start     | z            | オペレーションモード遷移         | -         | -   |                      |
| format    | A            | ペイロードデータフォーマット<br>設定 | ASCII     | ASCII<br>BINARY   | VER 0.6.0 以降         |

## 7.2. コマンド書式

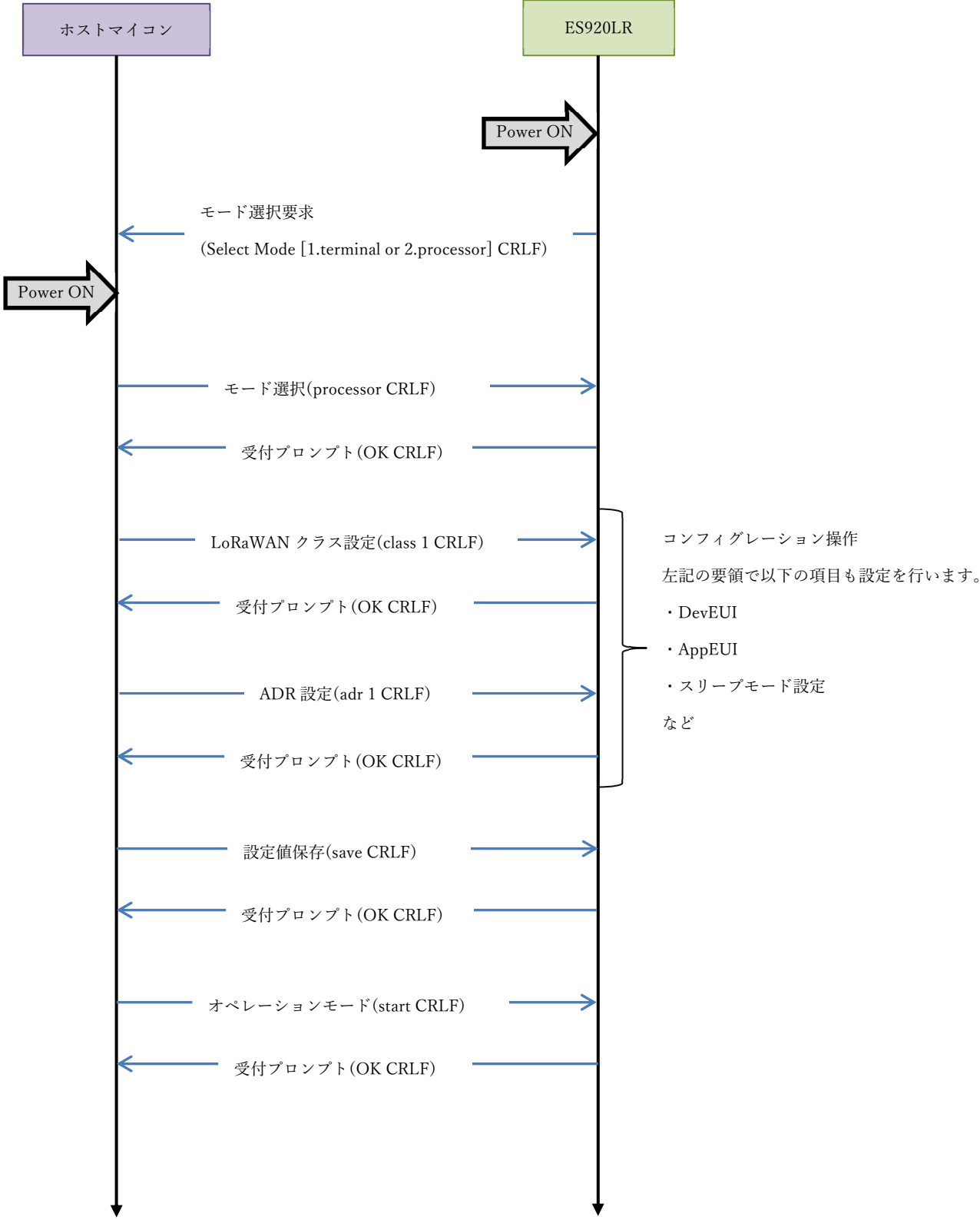
- コマンド書式

コマンド [コマンドオプション]

- ・ コマンドとコマンドオプションの間には必ず半角スペースを挿入して下さい。
- ・ コマンドの終端には改行コード(CRLF)を付与して下さい。
- ・ コマンドオプションについてはコンフィグレーション項目詳細を参照して下さい。



7.3. ホストマイコンからのコンフィグレーション手順



start コマンド以降は、ゲートウェイと無線通信を行います。

上図は、ホストマイコンと ES920LR 間のコンフィグレーション手順を示しています。

ES920LR を先に起動した場合を想定しており、ES920LR からホストマイコン向けに「モード選択要求 (Select Mode [1.terminal or 2.processor])」を送信していますが、ホストマイコンがまだ起動していないため無視されています。

ホストマイコンは、起動後、モード選択の応答があるまで ES920LR に送信し、ES920LR の起動確認を行います。

ホストマイコンは、「モード選択要求」に対してモード選択を行う事でコンフィグレーション操作を開始します。

ES920LR には、予めデフォルト値が設定されており、コンフィグレーションでは、デフォルト値に対して変更したい部分のみを変更します。

上図は、LoRaWAN クラスと、ADR 設定を行う例です。

コンフィグレーションの最後に、save コマンドを発行して、変更した内容を内蔵 FlashROM に保存します。

次回起動時は最後の設定値を内蔵 FlashROM から読み込み、電源 OFF 前と同じ設定で起動します。

## 8. コンフィグレーション項目詳細

LoRaWAN 仕様ソフトウェアのコンフィグレーション項目の詳細について説明します。

### 8.1.class コマンド

|          |   |
|----------|---|
| 説明       | LoRaWAN クラスを設定します。<br>※Class B と Class C は将来の為の予約です。本バージョンでは使用できません。                        |
| オプション    | 1. Class A<br>2. Class B<br>3. Class C  |
| デフォルト値   | Class A   |
| ターミナルモード | 設定値を下記の一覧から番号で選択して下さい。<br><br>1. Class A<br>2. Class B<br>3. Class C<br><br>select number > |
| プロセッサモード | 例) Class B に設定する場合<br>class 2(CRLF)   |
| ショートコマンド | class の代わりに a を入力して下さい。<br>例) Class B に設定する場合<br>a 2(CRLF)                                  |

## 8.2.adr コマンド

|          |  |
|----------|--|
| 説明       | ADR(Adaptive Data Rate)機能を使用するかどうかを設定します。                            |
| オプション    | 1. ON            ADR を使用する<br>2. OFF           ADR を使用しない            |
| デフォルト値   | ON   |
| ターミナルモード | 設定値を下記の一覧から番号で選択して下さい。<br><br>1. ON<br>2. OFF<br><br>select number > |
| プロセッサモード | 例) ADR OFF に設定する場合<br>adr 2(CRLF)                                    |
| ショートコマンド | adr の代わりに b を入力して下さい。<br>例) ADR OFF に設定する場合<br>b 2(CRLF)             |

### 8.3.activate コマンド

|          |   |
|----------|---|
| 説明       | Activation プロセスを選択します。  |
| オプション    | 1. Over The Air Activation<br>2. Activation by Personalization  |
| デフォルト値   | Over The Air Activation   |
| ターミナルモード | 設定値を下記の一覧から番号で選択して下さい。<br><br>1. Over The Air Activation<br>2. Activation by Personalization<br><br>select number > |
| プロセッサモード | 例) Personalization に設定する場合<br>activate 2(CRLF)  |
| ショートコマンド | activate の代わりに c を入力して下さい。<br>例) Personalization に設定する場合<br>c 2(CRLF)   |

### 8.4.deveui コマンド

|          |  |
|----------|--|
| 説明       | Over The Air Activation で使用する任意の DevEUI 値を設定します。<br>DevEUI は、エンドデバイスを識別するエンドデバイス ID です。<br>※ モジュール出荷時には固有の DevEUI を設定してあります。 |
| オプション    | 0000000000000000 ~ FFFFFFFF  |
| デフォルト値   | 0000000000000000   |
| ターミナルモード | 設定値を 16 進数で入力して下さい。<br><br>please set DevEUI (8byte) >   |
| プロセッサモード | 例) 1234567890ABCDEF に設定する場合<br>deveui 1234567890ABCDEF(CRLF)   |
| ショートコマンド | deveui の代わりに d を入力して下さい。<br>例) 1234567890ABCDEF に設定する場合<br>d 1234567890ABCDEF(CRLF)  |

### 8.5. appeui コマンド

|          |   |
|----------|---|
| 説明       | Over The Air Activation で使用する任意の AppEUI 値を設定します。<br>AppEUI は、サーバーアプリケーションを識別するアプリケーション ID です。 |
| オプション    | 0000000000000000 ~ FFFFFFFF   |
| デフォルト値   | 0000000000000000  |
| ターミナルモード | 設定値を 16 進数で入力して下さい。<br>please set AppEUI (8byte) >  |
| プロセッサモード | 例) 1234567890ABCDEF に設定する場合<br>appeui 1234567890abcdef(CRLF)                                  |
| ショートコマンド | appeui の代わりに e を入力して下さい。<br>例) 1234567890ABCDEF に設定する場合<br>e 1234567890ABCDEF(CRLF)           |

### 8.6. appkey コマンド

|          |   |
|----------|---|
| 説明       | Over The Air Activation で使用する任意の AppKey 値を設定します。  |
| オプション    | 00000000000000000000000000000000 ~ FFFFFFFF   |
| デフォルト値   | 00000000000000000000000000000000  |
| ターミナルモード | 設定値を 16 進数で入力して下さい。<br>please set AppKey (16byte) >   |
| プロセッサモード | 例) 1234567890ABCDEF1234567890ABCDEF に設定する場合<br>appkey 1234567890ABCDEF1234567890ABCDEF(CRLF)                        |
| ショートコマンド | appkey の代わりに f を入力して下さい。<br>例) 1234567890ABCDEF1234567890ABCDEF に設定する場合<br>f 1234567890ABCDEF1234567890ABCDEF(CRLF) |

### 8.7.devaddr コマンド

|          |   |
|----------|---|
| 説明       | Personalization で使用する任意の DevAddr 値を設定します。<br>DevAddr は、デバイスを識別する ID です。 |
| オプション    | 00000000 ~ FFFFFFFF   |
| デフォルト値   | 00000000  |
| ターミナルモード | 設定値を 16 進数で入力して下さい。<br>please set DevAddr (00000000 - FFFFFFFF) >       |
| プロセッサモード | 例) 12345678 に設定する場合<br>devaddr 12345678(CRLF)                           |
| ショートコマンド | devaddr の代わりに g を入力して下さい。<br>例) 12345678 に設定する場合<br>g 12345678(CRLF)    |

### 8.8.nwkskey コマンド

|          |  |
|----------|--|
| 説明       | Personalization で使用する任意の NwkSKey 値を設定します。  |
| オプション    | 00000000000000000000000000000000 ~<br>FFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFF   |
| デフォルト値   | 00000000000000000000000000000000   |
| ターミナルモード | 設定値を 16 進数で入力して下さい。<br>please set NwkSKey (16byte) >   |
| プロセッサモード | 例) 1234567890ABCDEF1234567890ABCDEF に設定する場合<br>nwkskey 1234567890ABCDEF1234567890ABCDEF(CRLF)                        |
| ショートコマンド | nwkskey の代わりに h を入力して下さい。<br>例) 1234567890ABCDEF1234567890ABCDEF に設定する場合<br>h 1234567890ABCDEF1234567890ABCDEF(CRLF) |

### 8.9. appskey コマンド

|          |  |
|----------|--|
| 説明       | Personalization で使用する任意の AppSKey 値を設定します。  |
| オプション    | 00000000000000000000000000000000 ~<br>FFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFF   |
| デフォルト値   | 00000000000000000000000000000000   |
| ターミナルモード | 設定値を 16 進数で入力して下さい。<br>please set AppSKey (16byte) >   |
| プロセッサモード | 例) 1234567890ABCDEF1234567890ABCDEF に設定する場合<br>appskey 1234567890ABCDEF1234567890ABCDEF(CRLF)                        |
| ショートコマンド | appskey の代わりに i を入力して下さい。<br>例) 1234567890ABCDEF1234567890ABCDEF に設定する場合<br>i 1234567890ABCDEF1234567890ABCDEF(CRLF) |

### 8.10. ack コマンド

|          |  |
|----------|--|
| 説明       | ゲートウェイにデータを送信する際、ACK 受信を行うか否かを設定します。<br>スリープモードを使用する場合は ACK 受信の後にスリープモードに入ります。 |
| オプション    | 1. ON           ACK 受信を行う<br>2. OFF          ACK 受信を行わない                       |
| デフォルト値   | ON   |
| ターミナルモード | 設定値を下記の一覧から番号で選択して下さい。<br><br>1. ON<br>2. OFF<br><br>select number >           |
| プロセッサモード | 例) ACK を使用する場合<br>ack 1(CRLF)  |
| ショートコマンド | ack の代わりに j を入力して下さい。<br>例) ACK を使用する場合<br>j 1(CRLF)                           |



8.11. retry コマンド

|          |   |
|----------|---|
| 説明       | Ack 受信が行えない場合のリトライ送信回数を設定します。<br>Ack 受信が OFF の場合は、リトライ送信を行いません。 |
| オプション    | 0~8   |
| デフォルト値   | 3   |
| ターミナルモード | 設定値を 10 進数で入力して下さい。<br>please set retry count (0 - 8) >         |
| プロセッサモード | 例) 5 回に設定する場合<br>retry 5(CRLF)                                  |
| ショートコマンド | retry の代わりに k を入力して下さい。<br>例) 5 回に設定する場合<br>k 5(CRLF)           |

8.12. rssi コマンド

|          |   |
|----------|---|
| 説明       | データ受信時、受信データの先頭に受信電波強度を付与するか否かを設定します。                                     |
| オプション    | 1. ON                   RSSI を付与する<br>2. OFF                  RSSI を付与しない |
| デフォルト値   | OFF   |
| ターミナルモード | 設定値を下記の一覧から番号で選択して下さい。<br>1. ON<br>2. OFF<br><br>select number >          |
| プロセッサモード | 例) RSSI を付与する場合<br>rssi 1(CRLF)   |
| ショートコマンド | rssi の代わりに 1 を入力して下さい。<br>例) RSSI を付与する場合<br>1 1(CRLF)                    |

8.13. operation コマンド

|          |  |
|----------|--|
| 説明       | <p>動作モードを設定します。</p> <p>初回電源投入時は必ずコンフィグレーションモードで起動します。</p> <p>コンフィグレーションモードは、無線通信で使用する各種パラメータの設定を行うモードです。</p> <p>オペレーションモードは、ゲートウェイと無線通信を行うモードです。</p> |
| オプション    | <p>1. Configuration</p> <p>2. Operation</p>  |
| デフォルト値   | Configuration  |
| ターミナルモード | <p>設定値を下記の一覧から番号で選択して下さい。</p> <p>1. Configuration</p> <p>2. Operation</p> <p>select number &gt;</p>  |
| プロセッサモード | <p>例) オペレーションモードに設定する場合</p> <p>operation 2(CRLF)</p>   |
| ショートコマンド | <p>operation の代わりに m を入力して下さい。</p> <p>例) オペレーションモードに設定する場合</p> <p>m 2(CRLF)</p>  |

#### 8.14. baudrate コマンド

|          |  |
|----------|--|
| 説明       | UART 転送速度を設定します。   |
| オプション    | 1. 9600<br>2. 19200<br>3. 38400<br>4. 57600<br>5. 115200<br>6. 230400  |
| デフォルト値   | 115200   |
| ターミナルモード | 設定値を下記の一覧から番号で選択して下さい。<br><br>1. 9600<br>2. 19200<br>3. 38400<br>4. 57600<br>5. 115200<br>6. 230400<br><br>select number > |
| プロセッサモード | 例) 9600bps に設定する場合<br>baudrate 1(CRLF)   |
| ショートコマンド | baudrate の代わりに n を入力して下さい。<br>例) 9600bps に設定する場合<br>n 1(CRLF)  |

8.15. sleep コマンド

|          |   |
|----------|---|
| 説明       | <p>スリープモードを使用するか否かを設定します。</p> <p>タイマー起床の場合、ACK 受信が有効であれば ACK 受信後、ACK 受信が無効であればデータ送信後にスリープ状態となり、タイマー時間経過後に起床します。</p> <p>割り込み起床の場合、PTC1 端子が High の場合はスリープ状態、Low の場合は起床状態となります。</p> <p>割り込み起床を使用する場合は、必ずデータ送信後の OK 応答(あるいは NG 応答)を待ってからスリープ状態として下さい。</p> |
| オプション    | <p>1. No Sleep                      スリープモードを使用しません</p> <p>2. Timer Wakeup                スリープモード遷移後、タイマー時間経過後に起床します</p> <p>3. INT Wakeup                 スリープモード遷移後、割り込み検出で起床します</p>  |
| デフォルト値   | No Sleep  |
| ターミナルモード | <p>設定値を下記の一覧から番号で選択して下さい。</p> <p>1. No Sleep</p> <p>2. Timer Wakeup</p> <p>3. INT Wakeup</p> <p>select number &gt;</p>  |
| プロセッサモード | <p>例) タイマー起床に設定する場合</p> <p>sleep 2(CRLF)</p>  |
| ショートコマンド | <p>sleep の代わりに o を入力して下さい。</p> <p>例) タイマー起床に設定する場合</p> <p>o 2(CRLF)</p>   |

8.16. sleeptime コマンド

|          |  |
|----------|--|
| 説明       | タイマー起床設定でスリープ状態遷移後の起床時間を 100ms 単位で設定します。                     |
| オプション    | 1~864000   |
| デフォルト値   | 50 (5 秒)   |
| ターミナルモード | 設定値を 10 進数で入力して下さい。<br>please set sleep time (1 - 86400) >   |
| プロセッサモード | 例) 10 秒に設定する場合<br>sleeptime 100(CRLF)                        |
| ショートコマンド | sleeptime の代わりに p を入力して下さい。<br>例) 10 秒に設定する場合<br>p 100(CRLF) |

8.17. datarate コマンド

|          |   |
|----------|---|
| 説明       | Over the Air Activation の場合の Join-Accept 後のアップリンクデータレート、Personalization の場合のアップリンクデータレートを設定します。   |
| プッシュ     | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. DR0 帯域幅 125kHz 拡散率 12</li> <li>2. DR1 帯域幅 125kHz 拡散率 11</li> <li>3. DR2 帯域幅 125kHz 拡散率 10</li> <li>4. DR3 帯域幅 125kHz 拡散率 9</li> <li>5. DR4 帯域幅 125kHz 拡散率 8</li> <li>6. DR5 帯域幅 125kHz 拡散率 7</li> </ol> |
| デフォルト値   | DR2   |
| ターミナルモード | <p>設定値を下記の一覧から番号で選択して下さい。</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. DR0</li> <li>2. DR1</li> <li>3. DR2</li> <li>4. DR3</li> <li>5. DR4</li> <li>6. DR5</li> </ol> <p>select number &gt;</p>  |
| プロセッサモード | <p>例) DR3 に設定する場合</p> <p>datarate 4(CRLF)</p>   |
| ショートコマンド | <p>datarate の代わりに q を入力して下さい。</p> <p>例) DR2 に設定する場合</p> <p>q 3(CRLF)</p>  |

8.18. power コマンド

|          |  |
|----------|--|
| 説明       | 最大送信出力を設定します。  |
| オプション    | 1. 13dBm<br>2. 12dBm<br>3. 10dBm<br>4. 8dBm  |
| デフォルト値   | 13dBm  |
| ターミナルモード | 設定値を下記の一覧から番号で選択して下さい。<br><br>1. 13dBm<br>2. 12dBm<br>3. 10dBm<br>4. 8dBm<br><br>select number > |
| プロセッサモード | 例) 10dBm に設定する場合<br>power 3(CRLF)  |
| ショートコマンド | power の代わりに s を入力して下さい。<br>例) 9dBm に設定する場合<br>s 3(CRLF)  |

8.19. dtime コマンド

|          |  |
|----------|--|
| 説明       | <p>DWellTime を設定します。</p> <p>DWellTime が No Limit の場合は最大ペイロード長が 4 秒以内に送信可能なサイズ、400ms の場合は最大ペイロード長が 400 ミリ秒以内に送信可能なサイズとなります。</p> <p>※ DWellTime が No Limit の場合、ARIB STD-T108 の規定により 923.4MHz 以下のチャンネルを使用して下さい。</p> |
| オプション    | <p>1. No Limit</p> <p>2. 400ms</p>   |
| デフォルト値   | No Limit   |
| ターミナルモード | <p>設定値を下記の一覧から番号で選択して下さい。</p> <p>1. No Limit</p> <p>2. 400ms</p> <p>select number &gt;</p>   |
| プロセッサモード | <p>例) 400ms に設定する場合</p> <p>dtime 2(CRLF)</p>   |
| ショートコマンド | <p>dtime の代わりに t を入力して下さい。</p> <p>例) No Limit に設定する場合</p> <p>t 1(CRLF)</p>   |



8.20. duty コマンド

|          |   |
|----------|---|
| 説明       | <p>Duty Cycle を設定します。</p> <p>Duty Cycle が No Limit の場合、送信完了後、次送信開始の待ち時間が発生しません。</p> <p>Duty Cycle が &lt; 1% の場合、送信完了後、次送信開始まで送信時間 × 100 の待ち時間が発生します。</p> <p>※ 通常は &lt; 1% を使用して下さい。</p> |
| オプション    | <p>1. No Limit</p> <p>2. &lt; 1%</p>  |
| デフォルト値   | < 1%  |
| ターミナルモード | <p>設定値を下記の一覧から番号で選択して下さい。</p> <p>1. No Limit</p> <p>2. &lt; 1%</p> <p>select number &gt;</p>  |
| プロセッサモード | <p>例) No Limit に設定する場合</p> <p>duty 1(CRLF)</p>  |
| ショートコマンド | <p>dtime の代わりに u を入力して下さい。</p> <p>例) No Limit に設定する場合</p> <p>u 1(CRLF)</p>  |

8.21. version コマンド

|          |  |
|----------|--|
| 説明       | 本ソフトウェアのバージョンを取得します。   |
| オプション    | なし   |
| デフォルト値   | なし   |
| ターミナルモード | ー  |
| プロセッサモード | 例) バージョンを取得する場合<br>version(CRLF)<br>※応答としてバージョン番号を BCD 値で返却します。<br>VER 1.00(CRLF)                        |
| ショートコマンド | version の代わりに v を入力して下さい。<br>例) バージョンを取得する場合<br>v(CRLF)<br>※応答としてバージョン番号を BCD 値で返却します。<br>VER 1.00(CRLF) |

8.22. save コマンド

|          |  |
|----------|--|
| 説明       | 内蔵 FlashROM にコンフィグレーション設定を保存します。                           |
| オプション    | なし   |
| デフォルト値   | なし   |
| ターミナルモード | ー  |
| プロセッサモード | 例) コンフィグレーション値を保存する場合<br>save(CRLF)                        |
| ショートコマンド | save の代わりに w を入力して下さい。<br>例) コンフィグレーション値を保存する場合<br>w(CRLF) |

### 8.23. load コマンド

|          |  |
|----------|--|
| 説明       | 全てのコンフィグレーション設定にデフォルト値を適用します。<br>デフォルト値を保存する場合は、save コマンドを実行して下さい。 |
| オプション    | なし   |
| デフォルト値   | なし   |
| ターミナルモード | ー  |
| プロセッサモード | 例) デフォルト値を適用する場合<br>load(CRLF)                                     |
| ショートコマンド | load の代わりに x を入力して下さい。<br>例) デフォルト値を適用する場合<br>x(CRLF)              |

### 8.24. show コマンド

|          |  |
|----------|--|
| 説明       | 現在の設定値を表示します。<br>本コマンドは、ターミナルモードでのみ使用可能です。 |
| オプション    | なし   |
| デフォルト値   | なし   |
| ターミナルモード | ー  |
| プロセッサモード | ー  |
| ショートコマンド | show の代わりに y を入力して下さい。                     |

## 8.25. start コマンド

|          |                                     |
|----------|-------------------------------------|
| 説明       | コンフィグレーションモードを終了し、オペレーションモードに遷移します。 |
| オプション    | なし                                  |
| デフォルト値   | なし                                  |
| ターミナルモード | ー                                   |
| プロセッサモード | 例) オペレーションモードに遷移する場合<br>start(CRLF) |
| ショートコマンド | start の代わりに z を入力して下さい。             |

## 8.26. help コマンド

|          |  |
|----------|--|
| 説明       | コマンド一覧を表示します。<br>本コマンドは、ターミナルモードでのみ使用可能です。 |
| オプション    | なし   |
| デフォルト値   | なし   |
| ターミナルモード | ー  |
| プロセッサモード | ー  |
| ショートコマンド | help の代わりに ? を入力して下さい。                     |

## 8.27. format コマンド

|          |  |
|----------|--|
| 説明       | ペイロードのデータフォーマットを設定します。<br>本コマンドは、ファームウェアバージョン 0.6.0 以降で対応します。              |
| オプション    | 1. ASCII ペイロードに ASCII データを含みます。<br>2. BINARY ペイロードに BINARY データを含みます。       |
| デフォルト値   | ASCII  |
| ターミナルモード | 設定値を下記の一覧から番号で選択して下さい。<br><br>1. ASCII<br>2. BINARY<br><br>select number > |
| プロセッサモード | 例) BINARY に設定する場合<br>format 2(CRLF)  |
| ショートコマンド | format の代わりに A を入力して下さい。<br>例) BINARY に設定する場合<br>A 2(CRLF)                 |

## 9. コンフィグレーション応答

LoRaWAN 仕様ソフトウェアのコンフィグレーション時、オペレーション時の応答について説明します。

### 9.1. レスポンス書式

レスポンス [レスポンスコード]

- ・レスポンスとレスポンスコードの間には必ず半角スペースを挿入します。
- ・レスポンスの終端には改行コード(CRLF)を付与します。
- ・レスポンスコードについてはレスポンスコード一覧を参照して下さい。

### 9.2. レスポンス書式(BINARY フォーマット)

| ← 1byte → | ← 2byte → | ← 4byte → |
|-----------|-----------|-----------|
| 出力長       | レスポンス     | レスポンスコード  |

- ・出力長にはレスポンス部とレスポンスコード部を合わせたデータ長を出力します。
- ・レスポンス部には OK あるいは NG をアスキーコードで出力します。
- ・レスポンス部が NG の場合、半角スペースとレスポンスコードをアスキーコードで出力します。
- ・レスポンスコードについてはレスポンスコード一覧を参照して下さい。

9.3.レスポンスコード一覧

| レスポンス | レスポンスコード    | 説明   |
|-------|-------------|--|
| OK    | -           | 正常応答にはレスポンスコードを付与しません。   |
| NG    | 001         | 未定義コマンド  |
|       | 002         | オプション値異常   |
|       | 003         | FlashROM 消去異常  |
|       | 004         | FlashROM 書込異常  |
|       | 005         | FlashROM 読込異常  |
|       | 006         | 予備   |
|       | 007         | 予備   |
|       | 008         | 予備   |
|       | 009         | 予備   |
|       | 100         | 送信データ長異常   |
|       | 101         | 送信異常(Join プロセス中)   |
|       | 102         | 送信異常(次送信可能時間待ち)  |
|       | 103         | 送信異常(キャリアセンス検出)  |
|       | 104         | ACK 未受信  |
|       | 105         | 送信異常(送信未完了)  |
|       | 106         | 予備   |
| 107   | 予備          |  |
| 108   | 予備          |  |
| 109   | 予備          |  |
| VER   | Major.Minor | バージョン番号を BCD 値で付与します。<br>Major 1 桁、Minor 2 桁です。<br>例 ) VER 1.0.0 |
| JOIN  | -           | Over The Air Activation で Join-Accept を受信した際に出力します。              |
| WAKE  | -           | sleep モードから起床した際に出力します。  |

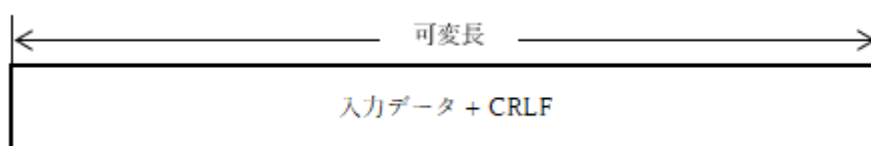
## 10. データフレーム

本章は、UART、RF データのデータフレームについて説明します。

### 10.1. UART 入力データ(ASCII フォーマット)

オペレーションモード時、ターミナルソフトウェアあるいはホストマイコンから RF 送信データを入力します。

入力データは以下のフォーマットで入力して下さい。



入力データ : 任意の文字(ASCII コード)を入力して下さい。

※ 入力データ最大長は、データレートと DWellTime の設定値に応じて変動します。

| データレート | DWellTime が No Limit の場合<br>(送信時間が 4 秒以内) | DWellTime が 400ms の場合<br>(送信時間が 400ms 以内) |
|--------|---|---|
| DR0    | 51  | 0   |
| DR1    | 51  | 0   |
| DR2    | 51  | 11  |
| DR3    | 115                                       | 53  |
| DR4    | 242                                       | 125                                       |
| DR5    | 242                                       | 242                                       |

※ CR+LF は無線データとして送信しません。

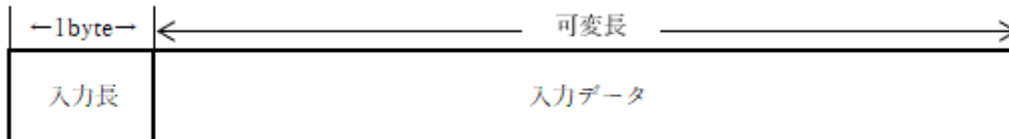
※ RF データ送信後、応答を返却します。詳細は 9.2.レスポンスコード一覧を参照して下さい。



## 10.2. UART 入力データ (BINARY フォーマット)

オペレーションモード時、ターミナルソフトウェアあるいはホストマイコンから RF 送信データを入力します。

入力データは以下のフォーマットで入力して下さい。



入力長           : 入力データ部のデータ長を入力して下さい。

入力データ       : 最大 50byte の任意の値(バイナリ)を入力して下さい。

※ 入力データ最大長は、データレートと DWellTime の設定値に応じて変動します。

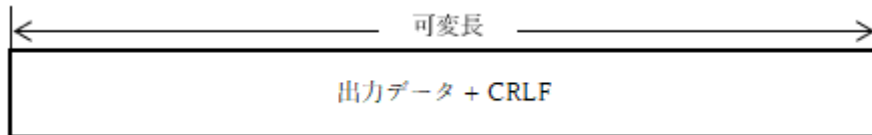
※ CR+LF は不要です。

※ RF 送信データの入力後、応答を返却します。詳細は 9.2.レスポンスコード一覧を参照して下さい。

### 10.3. UART 出力データ(ASCII フォーマット)

オペレーションモード時、RF 受信データをターミナルソフトウェアあるいはホストマイコンに出力します。

受信電波強度(RSSI)付与設定が OFF の場合、RF 受信データは以下のフォーマットで出力します。

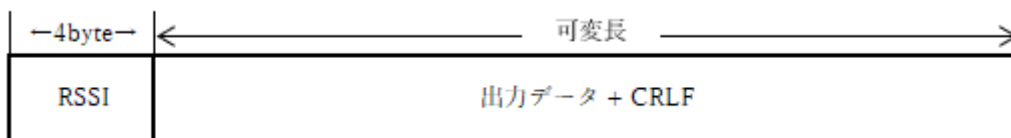


出力データ : 任意の文字(ASCII コード)を出力します。

※ 出力データ最大長は、サーバーからの送信データ長に依存します。

※ 受信データの末尾に CR+LF を付与します。

受信電波強度(RSSI)付与設定が ON の場合、RF 受信データは以下のフォーマットで出力します。



RSSI : RSSI 値をアスキーコードで出力します。符号付数字として扱って下さい。  
(受信電波強度(RSSI)付与設定を ON にしている場合のみ出力します。)

出力データ : 任意の文字(ASCII コード)を出力します。

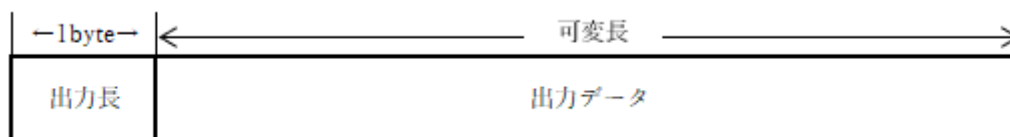
※ 出力データ最大長は、サーバーからの送信データ長に依存します。

※ 受信データの末尾に CR+LF を付与します。

#### 10.4. UART 出力データ(BINARY フォーマット)

オペレーションモード時、RF 受信データをターミナルソフトウェアあるいはホストマイコンに出力します。

受信電波強度(RSSI)付与設定が OFF の場合、RF 受信データは以下のフォーマットで出力します。



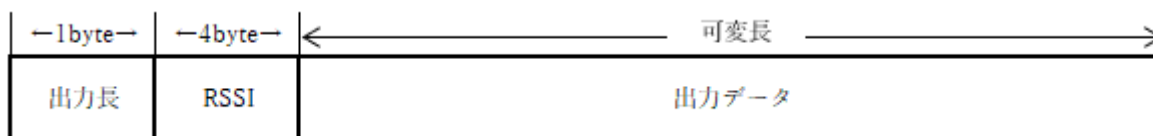
出力長 : 出力データ部のデータ長を出力します。

出力データ : 任意の値(バイナリ)を出力します。

※ 出力データ最大長は、サーバーからの送信データ長に依存します。

※ 受信データの末尾に CR+LF は付与しません。

受信電波強度(RSSI)付与設定が ON の場合、RF 受信データは以下のフォーマットで出力します。



出力長 : RSSI+出力データ部のデータ長を出力します。

RSSI : RSSI 値をアスキーコードで出力します。符号付数字として扱って下さい。  
(受信電波強度(RSSI)付与設定を ON にしている場合のみ出力します。)

出力データ : 任意の値(バイナリ)を出力します。

※ 出力データ最大長は、サーバーからの送信データ長に依存します。

※ 受信データの末尾に CR+LF は付与しません。

## 10.5. RF 入出力データ

オペレーションモード時、UART 入力データから RF 送信データを生成します。

また、RF 受信データから UART 出力データを生成します。

RF 送受信の packets フォーマットは、LoRaWAN 仕様で規定されるフォーマットに従います。

|           |              |             |                       |
|-----------|--------------|-------------|-----------------------|
| ← 1byte → | ← 7~22byte → | ← 0~1byte → | ←----- 可変長 ----->     |
| MHDR      | FHDR         | Fport       | FRMPayload(UART入力データ) |

MHDR : LoRaWAN 仕様で規定される MAC ヘッダです。

FHDR : LoRaWAN 仕様で規定されるフレームヘッダです。

FPort : LoRaWAN 仕様で規定されるポートフィールドです。

本ソフトウェアでは、常に 2 として扱います。

FRMPayload : LoRaWAN 仕様で規定されるフレームペイロードです。

UART から入力されたデータを格納します。

※ FRMPayload 長は、データレートと DWellTime の設定値に応じて変動します。

| データレート | DWellTime が No Limit の場合<br>(送信時間が 4 秒以内) | DWellTime が 400ms の場合<br>(送信時間が 400ms 以内) |
|--------|---|---|
| DR0    | 51  | 0   |
| DR1    | 51  | 0   |
| DR2    | 51  | 11  |
| DR3    | 115                                       | 53  |
| DR4    | 242                                       | 125                                       |
| DR5    | 242                                       | 242                                       |