

LoRa プライベート通信ソフトウェア

サブギガ通信サンプルソフトウェア

SimpleMAC92A/92C/92C1 ・ 取り扱い説明書

対象バージョン Ver1.1.10以上
最終プロジェクトバージョン Ver2.10.02

RF  **LINK**

Ver 2.10.02

改版履歴

◆Ver2.2	2016-10-01	低レベルノイズフィルタ機能追加 GFSKモード公開
◆Ver2.3	2017-01-20	エラー訂正率レベル設定機能追加 RSSI表示アルゴリズム修正 CR/LF出力機能の有効/無効選択 自動スタートモード追加
◆Ver2.4	2017-03-02	シリアル出力の改行+ラインフィード(CR+LF)の出力有無の設定追加
◆Ver2.5	2017-05-29	コーディングレート表記バグ修正 自動中継機能のバグ修正 中継機ルートが確立した状態から中継機とリンクしている親機の電源を切ってもリルートが発生しない タイミングがある現象を改修 総和時間の設定が、gコマンドとpコマンドでダブっていたので、pコマンドに統一 SF6モード時のRSSI表記制限について追記 (P28)
◆Ver2.6	2017-06-01	中継通信設定例の追記
◆Ver2.7	2017-09-10	コマンド制御機能の追記
◆Ver2.8	2017-11-29	キャリアセンス時間の可変設定化説明追加(電波法規定の最低時間以上)
◆Ver2.9	2018-02-05	デバッグメッセージ出力切替機能追加
◆Ver2.9.1	2018-03-10	拡張PAN機能追加
◆Ver2.9.2	2018-04-25	データ送信時のステータス表示項目が削除されていたものを復活 データ送信出力の方法の表記方法の説明を修正 コマンド(I(エール)の機能について、中継ノード情報も表示できる様に機能追加
◆Ver2.9.3	2018-05-24	uコマンドの説明追加
◆Ver2.9.4	2018-06-26	dコマンドに捕捉説明を追加 (送信先アドレスに0xFFFFを指定する事でブロードキャスト配信) ATコマンドの誤記修正
◆Ver2.9.5	2018-11-01	追加ATコマンドの追記・修正
◆Ver2.9.6	2018-11-21	t コマンドの説明追加 ステータスコード一覧を追加 wコマンドの説明追加
◆Ver2.9.7	2019-03-30	ステータスエラーコマンド説明追加
◆Ver2.9.8	2019-04-10	自動中継機能説明追加
◆Ver2.9.9	2019-06-30	最大送信データ数を100byte→228byteに拡張 拡散率+帯域に対する最大送信データ数の自動計算の使用をユーザー設定で可能に変更 上記に伴うATコマンドを追加 システム自動スタート方式追加
◆Ver2.9.10	2019-09-01	FSK/GFSKに Whitening機能の選択機能を追加
◆Ver2.9.11	2019-10-20	FlashROM設定内容自動チェック機能追加(ユーザーオペレーションは無し)
◆Ver2.9.12	2020-07-14	1/パケット当たりの最大送信バイト数の表記追加
◆Ver2.9.13	2020-08-24	パケットフォーマットの誤記修正 UART入出力フォーマットの誤記修正
◆Ver2.9.13a	2020-09-04	UART入力フォーマット誤記修正、及び説明追加
◆Ver2.9.13b	2020-09-20	ATコマンド Sleep命令のサンプル事例の誤記修正
◆Ver2.9.14	2021-01-20	送信モードに「連続変調」「連続無変調(CW)」を追加
◆Ver2.9.15	2021-01-20	自動起動時の出力ダンプメッセージ詳細説明追加
◆Ver2.9.15	2021-03-10	データ送信可能サイズ一覧を追加
◆Ver2.10.01	2022-12-16	6-2章、6-4章のdコマンドの説明文追加 7-11章の中継通信を実施した時の表示例を修正 モジュールタイプの読出しコマンド追加 / エアフォーマットの説明追加
◆ver2.10.02	2023-01-10	RM-92C1についての記述追加
	2023-01-14	子機が中継機として動作する場合、他の機器からの接続要求に対する説明を追加

目次

1. はじめに
2. SimpleMACstdの概要
3. SimpleMACstd92A/92Cの特長
4. SimpleMACstd92A/92Cの基本動作
 - 4.1 電源投入からシステムスタートまでのながれ
 - 4.2 システムの自動スタート方法～DipSwによる自動スタート (Ver4.2の開発ボードをご使用の場合)
 - 4.3 システムの自動スタート方法～キー入力による自動スタート
 - 4.4 システムの自動スタート方法詳細
5. 変調方式の選択
6. コンフィグレーション項目一覧(LoRa)
 - 6.1 LoRaモード基本メニュー
 - 6.2 LoRaモード :コンフィグレーション
 - 6.3 FSKモード基本メニュー
 - 6.4 FSKモード :コンフィグレーション
- 7.コンフィグレーション項目・詳細
 - 7.1 使用CH番号の設定コマンド ('a' コマンド)
 - 7.2 ネットワークアドレス、PAN(Parsonal Area Network)アドレスの設定コマンド ('b' 'c' 'e' コマンド)
 - 7.3 ユニットモード設定コマンド ('e' コマンド)
 - 7.4 ルーティングモード設定コマンド ('f' コマンド)
 - 7.5 無線詳細設定コマンド ('g' コマンド) 【LoRaモード】
 - 7.6 無線詳細設定コマンド ('g' コマンド) 【FSK/GFSKモード】
 - 7.7 ACK設定コマンド ('h' コマンド)
 - 7.8 送信モード設定コマンド ('i' コマンド)
 - 7.9 タイマースリープモード設定コマンド ('j' コマンド)
 - 7.10 UART設定コマンド ('k' コマンド)
 - 7.11 受信パケット表示モード設定コマンド ('l' コマンド)
 - 7.12 キャリアセンス設定コマンド ('m'コマンド)
 - 7.13 AES設定コマンド ('n' コマンド)
 - 7.14 通信総和時間管理コマンド ('p' コマンド)
 - 7.15 低レベルノイズフィルタ機能コマンド ('q' コマンド)
 - 7.16 デバッグメッセージ設定コマンド ('t' コマンド)
 - 7.17 CPU製造コード読み出しコマンド ('u' コマンド)
 - 7.18 E2ROM設定コマンド ('y' 'x' 'z' コマンド)
 - 7.19 ブロードキャスト再発報コマンド ('w'コマンド)
 - 7.20 自動中継接続フィルタ設定コマンド ('r'コマンド)
 - 7.21 デバイスタイプの読み出しコマンド ('!'コマンド) ※SimpleMAC92X_ver2.10.1以降に対応
- 8.フレームフォーマット(全モード共通)
 - 8.1 エアフォーマット
 - 8.1.1 標準エアフォーマット(拡張PAN不使用時)
 - 8.1.2 拡張PANエアフォーマット ※SimpleMAC_Ver2.0以降に対応
 - 8.1 UART入力フォーマット(フレームモード)
 - 8.2 UART出力フォーマット(フレームモード)
- 9.ATコマンド機能(AT-command-mode時)
 - 9.1 コマンドフォーマット ※SimpleMAC92X_ver2.0以降に対応
 - 9.1 コマンド種別一覧表 ※同上
- 10.サンプルプログラムの設定例
 - 10.1 コンフィグレーション設定例 ～ 単純なシリアルデータの送受信
 - 10.2 コンフィグレーション設定例 ～ 単純なシリアルデータの 1:Nによる構築
 - 10.3 コンフィグレーション設定例 ～ 1:Nによる子機指定通信
 - 10.4 コンフィグレーション設定例 ～ 経路指定通信を含む 1:Nによる子機指定通信
 - 10.5 コンフィグレーション設定例 ～ AutoRoutingによる送信設定
 - 10.6 中継試験用開発キット(RM-92X-SDK-std3)の出荷時設定を利用した中継機能の確認方法
- 11.SimpleMACステータスコード一覧表
 - 11.1 データ送信リターンステータス一覧 (デバッグ出力ON : TEXT時)
 - 11.2 データ送信リターンステータス一覧 (デバッグ出力ON : CODE時)
 - 11.3 ATコマンドモード時の戻り値一覧
- 12.SimpleMAC自動中継機能について
 - 12.1 概要
 - 12.2 自動中継接続の設定
 - 12.3 自動中継接続の仕組み
 - 12.4 自動中継接続通信イメージ
 - 12.5 自動中継による下り通信イメージ
 - 12.6 自動中継接続概念図
 - 12.7 自動中継接続概念図・子機①から親機への接続要求
 - 12.8 自動中継接続概念図・子機②の電源ONから親機への接続要求
 - 12.9 自動中継接続概念図・子機②の電源ON
 - 12.10 自動中継接続概念図・子機②のネットワーク参加完了
 - 12.11 自動中継接続概念図・子機③の電源ON
 - 12.12 自動中継接続概念図・子機③のネットワーク参加完了
- 13.自動起動時の出力ダンメッセージ詳細説明
- 14.データ送信可能サイズ一覧

1.はじめに

本書では、RM-92A/92Cシリーズの開発キットに標準搭載されているSimpleMAC92A/92Cの取扱い説明書です。

SimpleMAC92A/92Cとは、LoRa、FSK、GFSKの3種類の変調方式に対応した通信プロトコルスタックです。

LoRaの場合は、弊社独自の規格で開発したIEEE802.15.4の規格に準拠したLoRaプライベートスタックです。

LoRaは、低速ですが微弱な電波も受信可能なため長距離通信が可能です。

FSK、GFSKは、高速通信が可能ですが、長距離通信には向いておらず、比較的1km～2km程度を高速通信したい場合などに適しています。

SimpleMACソフトウェアは、SDKを購入して頂いた場合、RFに関する一部のソースコードはライブラリ化していますが、基本的には全ソースを公開しています。

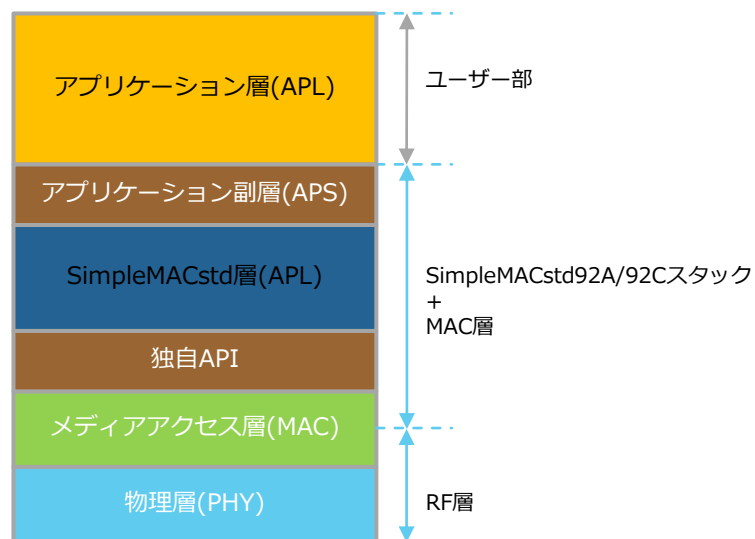
ソースコードはサンプルとしてご使用頂く事を前提としていますので、公開している部分についての動作は保証しておりませんので、ご理解の上ご使用下さい。

2.SimpleMAC92A/92Cの概要

SimpleMAC92A/92Cは、弊社で独自開発したプロコルスタックです。

SimpleMAC92A/92Cは、外部にホストマイコン、又はPCなどから送受信するデータをUARTでI/Fする事を前提にしていますが、RM-92A及びRM-92C内蔵のA/Dや、SPIなどからのデータを受信させてスタンドアロンで送信する事も可能です。

図1 基本モデル



3.SimpleMACstd92A/92Cの特長

SimpleMACstd92A/92Cの基本的な動作は、RM-92A/92CのUARTデバイスを使用して、外部のホストマイコン、又はパソコンと相互通信する事を前提としています。

ソースコードはRF部の一部以外は原則公開していますので、ソフトウェアを独自に改造して頂く事で、RM-92A/92Cシリーズに内蔵される各種コントローラ(A/D、SPI、I2C、UARTCなど)を利用した無線システムの開発も可能です。

RM-92AとRM-92Cは、通信距離の性能が異なります。

RM-92Cは、RM-92AをベースにPA(パワーアンプ)を搭載したハイパワーモジュールです

機能	RM-92A	RM-92C
LoRa変調モード(長距離通信用)	○	○
LoRa変調SF12モード(超長距離通信用)	○	○
FSK変調モード(高速通信用)	○	○
GFSK変調モード(高速通信用)	○	○
AES暗号化機能	○	○
自動ルーティング機能	○	○
スリープ機能	○	○
送信パワー20mW(13dBm)以上 ※MAX250mW(24dBm)	×	○

LoRa変調モードは、通信速度が遅いですが、受信感度に優れ長距離通信に向いています。

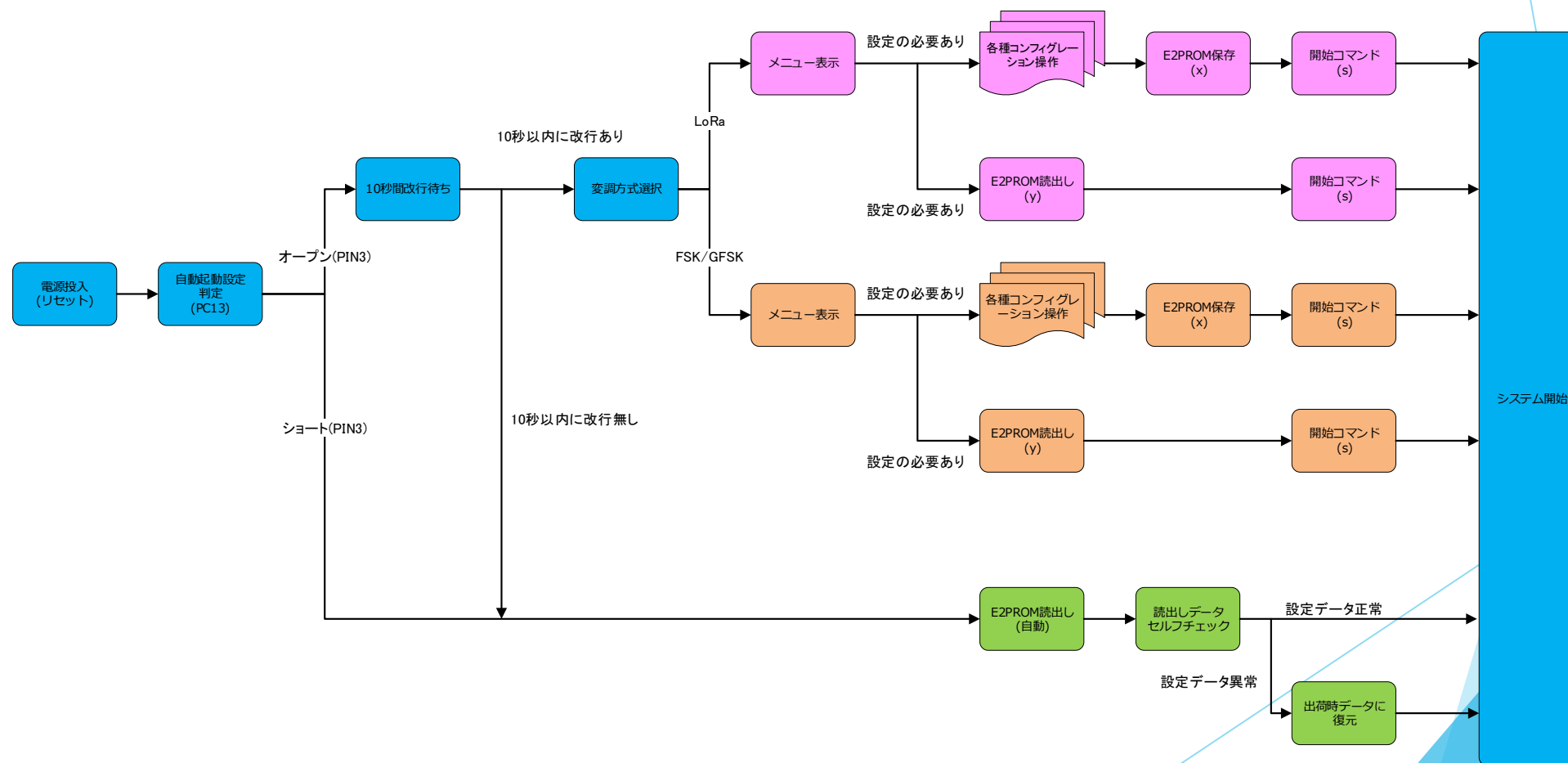
FSK/GFSK変調モードは、通信速度が最大300Kbpsまで設定が可能です。

通信距離が2km未満で、比較的リアルタイム性が必要な高速通信に適しています。

4.SimpleMACstd92A/92Cの基本動作

4.1 電源投入からシステムスタートまでの流れ

SimpleMACstd92A/92Cは、電源投入後UARTにより対話形式で、コンフィグレーション設定を行います。
最後に、設定情報を内蔵E2PROMに保存し、スタートコマンドを受け付ける事で、システムスタートします。



4.SimpleMACstd92A/92Cの基本動作

4.2 システムの自動スタート方法～DipSwによる自動スタート

電源投入時に、自動的にE2PROMの内容を読みだしてスタートさせる事が出来ます。
自動スタートさせる場合は、S1のDipSWの1番をONにしてください。

※ボードのバージョンにより自動スタートの方法は異なりますので、詳しくは開発環境構築ガイドをご確認下さい。



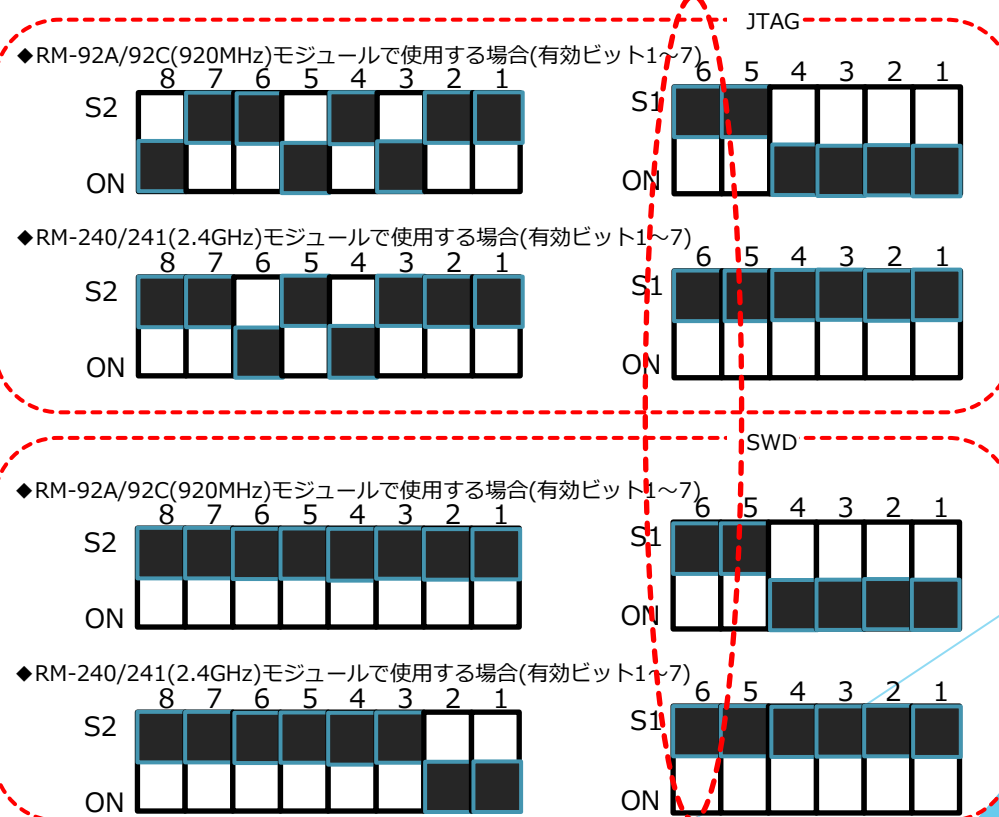
ver4.2ボード



ver4.3ボード

自動スタート設定

ON : 電源投入後・自動
スタート
OFF : 電源投入後・手動
スタート



4.SimpleMACstd92A/92Cの基本動作

4.3 システムの自動スタート方法～キー入力による自動スタート

RM-92A/92Cをお客様のボードや、弊社製品のRM-92X_USB等に搭載した場合、DipSwが無い場合は、電源投入後に10秒以内にUARTから改行(CR+LF)を入力する事で設定メニューを開く事が出来ます。

電源投入後、10秒間CR+LF入力が無い場合、RM-92A/92Cの内部FlashROMに保存されている設定情報を自動的に読みだしてシステムがスタートします。



左図はDipSw設定による自動起動がOFF、またはRM-92X_USB等をPCに接続した状態で起動した場合にPCとシリアル接続した場合に表示される画面です。



左図は10秒以内に、PCの改行キーを押した場合に表示される画面です

4. SimpleMACstd92A/92Cの基本動作

4.4 システムの自動スタート方法詳細

RM-92A/92Cでは、事前に内部フラッシュメモリに設定した内容で、自動スタートさせる事が出来ます。

【使用方法】

4.2項、4.3項、の様に、DipSW又はジャンパ設定により、自動スタート設定を有効にします。

(手順例)

- ① Ver4.1以上の開発ボードの場合は、S1の1番をONにします。Ver4.0未満の場合は、PIN1とPIN3をオープンの状態にします。
- ② PCとRM-24X/92X_EVをUSBケーブルで接続します。
- ③ PCでteratermなどのシリアルターミナルソフトウェアを起動します。※シリアル設定は、通信速度/115200 data/8 stop-bit/1 Parity/なし フロー/なし
- ④ 基板のリセットボタンを押します
- ⑤ オープニングメニューが表示されます。(6.1項、6.3項参照)
- ⑥ 各種設定パラメータを変更します。
- ⑦ Xコマンドで設定情報を保存します。
- ⑧ Ver4.1以上の開発ボードの場合は、S1の1番をOFFにします。Ver4.0未満の場合は、PIN1とPIN3をショートの状態にします。
- ⑨ 基板のリセットボタンを押下するか、電源の抜き差しを行います。
- ⑩ 上記⑥の内容で設定した内容で自動スタートします。

5.変調方式の選択

リセット後、最初に変調方式を選択します。

- FSKモード 無線の通信速度を1.2Kbps～300Kbpsの範囲で設定を行う事が出来ます。
リアルタイム性を生かした高速無線通信に適していますが、通信距離がLoraモードに比べて短くなります。
- GFSKモード 基本的にはFSKモードと同じ仕様で使用する事ができます。
FSKモードよりもbitエラーの発生率が低く安定しますが、FSKと同一のビットレート設定をした時に、実行スループット性能が低下します。
- Loraモード 無線の通信速度をSF6～SF12モードとBWモードとの組み合わせにより、約229bps～37.5Kbpsの範囲で設定を行う事が出来ます。
長距離通信に適していますが、通信速度が遅くなります。

```
COM3 - Tera Term V1
Copyright 2016 RF-Link. All rights reserved.
STK02151-B DorteM0
RF-92A SimpleMAC Project [Ver.2.0.09e8]
Standard-start Version
Standard-start Version(Automatic start after 10 seconds)
(CR + LF within 10 seconds during configuration)
/*****
Transmit RF Mode LORA or FSK or GFSK? [1:LORA 2:FSK 3:GFSK]: ]
```

6.コンフィグレーション項目一覧(LoRa)

6.1 LoRaモード基本メニュー

LoRaモードを選択すると、下記の基本メニューが表示され、a~z のコマンドにより各設定パラメータを編集を行う事が出来ます。

何も編集しない場合は、デフォルト値で起動します。
[?]を入力する事で、設定状況を確認する事が出来ます。

図1 LoRaモード基本メニュー

```
COM2 - Tera Term V17
Transmit RF Mode LORA or FSK or GFSK [1:LORA 2:FSK 3:GFSK]= 1
Input Command Choice >>>

***** RM2A SimpleModem Command List [LORA Mode] *****
*****
[a] : Channel No Set [24 ~ 61]
[b] : PAN Address Enable [0:Not Use 1:Use]
[c] : SRD Address Set [1 ~ 65534]
[d] : DST Address Set [1 ~ 65535]
[e] : Unit Mode Set [0:Parent 1:Child]
[f] : Routing Mode [0:Fixation 1:AutoRouting]
    [2:NonRouting]
[a] : RF Settings-----
    [1:Tx-Power Set 2:Bandwidth Set]
    [3:Factor(SF) Set 4>Error Coding Set]
    [5:Optimize Set]
[h] : Ack Request Set [0:Not Use 1:Use]
[i] : Data Transfer Mode [0:Discharge 1:Frame 2:TimerSend]
    [7:Continuous modulated transmission]
    [8:Continuous unmodulated transmission]
    [9:AT-Command Mode]
[j] : Sleep Mode [0:Not Use 1:Use]
[k] : UART BaudRate Set [0:4800 1:9600 2:14400 3:19200 4:38400]
    [5:57600 6:115200 7:230400 8:460800 9:921600]

[l] : Recv Packet Output Set
    [1:RSSI Output Set]
    [2:Transfer(SRD) Address Output Set]
    [3:CRH/F Output]
    [4:Recv Data Length Output Set]
    [5:Recv Data Output Code Set]
[m] : Carrier Sense Set [0:Not Use 1:Use]
[n] : RF-Data AES KEY [0:Not Use 1:Use]
[o] : RTC Clock Source [0:1SI 1:USE]
[p] : Settings related to ARIB (Test Only) -----
    [1:Transmit-Time-Total Count Set]
    [2:Maximum sendable length Auto Set]
[q] : Low-level noise filter function [0:Not Use 1:Use]
[r] : Connect Recv RSSI Threshold Set. [-137 to 0]
[s] : System Start
[t] : Debug Print Output [0:OFF 1:ON(TEXT) 2:ON(CODE)]
[u] : Unique Device ID Read
[v] : Software Reset
[w] : Broadcast Data Hopping Mode [0:Unconditional 1:Conditional]
    [2:No Hopping]
[x] : Setting Data EEPROM Save
[y] : Setting Data EEPROM Read
[z] : EEPROM Configuration Data Default Set (Reset it)
[?] : State indication
Help : Return

Please input >[?]
```

図2 LoRaモードのデフォルト値 (?で表示)

```
COM2 - Tera Term V17
?
***** [Settings] *****
[*]RF Mode :LORA
## RF Transmittable Size(Byte):228 ##
[a]RF-Channel :[24](Frequency[920600000Hz])
[b]PAN-ID :[Enable] PAN-ID[0x1234]
    EXPAND-PAN Address ENABLE
    EXPAND-PAN Address :[0x80 0x56 0x72 0xA9 0x05 0x00]
    [0xFA 0xFF 0x03 0xB2 0xFC 0x4D ]
[c]SRC-ID :[0x0001]
[d]LAST-DST-ID :[0x0000]
[e]Unit Mode :[Child]
[f]Routing Mode :[Non-Routing]
[g]RF Settings
    :Tx-Power [18dBm]
    :Bandwidth [125kHz]
    :Factor [SF10]
    :Error Coding [1: 4/5]
    :Optimize [1: ON]
[h]Ack Request :[Disable]
[i]Data Mode :[Discharge]
[j]Sleep Mode :[Not Use]
[k]UART BaudRate :[115200bps]
[l]Recv Packet Output
    :RSSI [Enable]
    :SRC-Address [Disable]
    :CRH/F [Enable]
    :Length [Disable]
    :Output Code [Binary]
[m]Carrier Sense
    :[Use]
    :Retry Count[2]
    :CS Timeout(msec) [5]
[n]LSE
[o]RTC
[p]Settings related to ARIB
    :Transmit-Time-Total Count Set [Use]
    :Maximum sendable length Auto Set [Use]
[q]Low Level Noise Filter :[Not Use]
[r]Connect Recv RSSI Threshold [-137]
[s]Debug Print Output :[ON (TEXT)]
[w]Broadcast Data Hopping Mode :[Conditional]
[n]AES KEY :[Not Use]

EEPROM Data :
00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00
00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00
00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00
00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00
00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00
00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00
00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00
00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00
00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00
00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00

*****
Please input >[?]
```

6.コンフィグレーション項目一覧(LoRa)

6.2 LoRaモード :コンフィグレーション“a” ～ “s” まで 【SimpleMAC92A/SimpleMAC92C】

コマンド	設定項目	出荷時設定	設定範囲
“a”	使用する無線CH番号の設定	24	24(920.6MHz)～61(928.0MHz)
“b”	PANネットワークアドレスの設定	0x1234	1～65534
“c”	自局アドレスの設定	0x0001	0～65534
“d”	宛先アドレスの設定	0x0000	0～65534 ※dコマンドで指定した宛先アドレスは、Dischageモードで送信する時に使用されます。
“e”	ユニットモードの設定	Child	Child / Parent
“f”	ルーティング通信の設定	Non-Routing	Fixation / Auto-Routing / Non-Routing
“g”	RFの詳細設定	TX-Power 13dBm BW 125KHz SF SF10	7章参照
“h”	ACKモードの設定	Disable	Disable / Enable
“i”	データ送信モードの設定	Discharge	Discharge / Frame / Time Send / Output ambient noise / Continuous modulated transmission/Continuous unmodulated transmission / AT-Command Mode ※AT-Command Modelは、SimpleMAC92X_Ver2.0以降に対応 ※Output ambient noiseは、SimpleMAC92X_ver2.1.01以降に対応
“j”	スリープモードの設定	Not Use	Not Use / Use
“k”	UART通信の設定	115200bps	4800/9600/14400/19200/38400/57600/115200/230400/460800/921600
“l”	受信パケット出力設定	RSSI enable SRC-Address Disable	7章参照
“m”	キャリアセンス設定	Use	7章参照
“n”	AES暗号化機能の設定	Not Use	7章参照
“o”	内部RTCクロックソースの設定	LSE	LSI / LSE
“p”	通信総和時間管理の設定	Use	Use / Not Use
“q”	低レベルノイズフィルタ機能の設定	Use	Use / Not Use
“r”	自動接続時のRSSI閾値設定	-137dBm	SimpleMAC92X_Ver2.0以降に対応

Ver2.0以下のバージョンでは、KコマンドのUART通信速度の設定は、xコマンドでFlashROMには保存されませんのでご注意ください。

6.コンフィギュレーション項目一覧(LoRa)

6.2 LoRaモード :コンフィギュレーション “v” ～ “?” まで 【SimpleMAC92A /SimpleMAC92C 】

コマンド	設定項目	出荷時設定	設定範囲
“s”	システムのスタート	-	
“t”	デバッグメッセージ出力の切り替え	テキストメッセージ出力	テキストメッセージ出力 / ステータスコード出力 / 出力無し ※SimpleMAC92X_Ver2.0以降に対応
“u”	CPUユニークコードの読み出し	-	-
“v”	ソフトウェアリセットの実行	-	-
“w”	ブロードキャストマルチホップ機能	Conditional	Unconditional / Conditional / Not Use
“x”	設定情報の内部E2PROMへの保存	-	-
“y”	内部E2PROMから設定情報の読み出し	-	-
“z”	内部E2PROMの初期化	-	-
“!”	モジュールタイプの読み出し	-	RM-92A:92A RM-92C:92C ※SimpleMAC92X 2.10.01以降に対応
“?”	現在状態の表示	-	-

6.コンフィグレーション項目一覧(FSK/GFSK)

6.3 FSK/GFSKモード基本メニュー 【SimpleMAC92A /SimpleMAC92C】

FSKモードを選択すると、下記の基本メニューが表示され、a~z のコマンドにより各設定パラメータを編集を行う事が出来ます。

何も編集しない場合は、デフォルト値で起動します。
[?]を入力する事で、設定状況を確認する事が出来ます。

図1 FSKモード基本メニュー

```
COM2 - Tera Term VT
*****
Transmit RF Mode LORA or FSK or GFSK? [1:LORA 2:FSK 3:GFSK]= 2
Input Command Choice >>>
*****
* RM92A SimpleMACstd Command List [FSK Mode]
*****
[a] : Channel No Set [24 - 61]
[b] : PAN Address Enable [0:Not Use 1:Use]
[c] : SRC-Address Set [1 - 65534]
[d] : DST-Address Set [1 - 65534]
[e] : Unit Mode Set [0:Parent 1:Child]
[f] : Routine Mode [0:Fixation 1:AutoRoutine]
[g] : RF Settings
    [1:TX-Power Set 2:RF Transmit BitRate Set]
    [3:FSK Whitening Set]
[h] : Ack Request Set [0:Not Use 1:Use]
[i] : Data Transfer Mode [0:Discharge 1:Frame 2:TimerSend]
    [7:Continuous modulated transmission]
    [8:Continuous unmodulated transmission]
    [9:AT-Command Mode]
[j] : Sleep Mode [0:Not Use 1:Use]
[k] : UART BaudRate Set
    [0:4800 1:9600 2:14400 3:19200 4:38400]
    [5:57600 6:115200 7:230400 8:460800 9:921600]
[l] : Recv Packet Output Set
    [1:RSSI Output Set]
    [2:Transfer(SRC) Address Output Set]
    [3:OR+LF Output]
    [4:Recv Data Length Output Set]
    [5:Recv Data Output Code Set]
[m] : Carrier Sense Set [0:Not Use 1:Use]
[n] : RF-Data AES KEY [0:Not Use 1:Use]
[o] : RTC Clock Source [0:LSI 1:LSE]
[p] : Settings related to ARIB (Test Only)
    [1:Transmit-Time-Total Count Set]
    [2:Maximum sendable length Auto Set]
[q] : Low-level noise filter function [0:Not Use 1:Use]
[r] : Connect Recv RSSI Threshold Set. [-137 to 0]
[s] : System Start
[t] : Debug Print Output [0:OFF 1:ON(TEXT) 2:ON(CODE)]
[u] : Unique Device ID Read
[v] : Software Reset
[w] : Broadcast Data Hopping Mode [0:Unconditional 1:Conditional]
    [2:No Hopping]
[x] : Setting Data EEPROM Save
[y] : Setting Data EEPROM Read
[z] : EEPROM Configuration Data Default Set (Reset it)
[?] : State indication
Help : Return
Please input >
```

図2 FSKモードのデフォルト値

```
COM2 - Tera Term VT
***** [Settings] *****
[*]RF Mode :[FSK]
## RF Transmittable Size(Byte) :228 ##
[a]RF-Channel :[24]Frequency[320600000Hz]
[b]PAN-ID :[Enable] PAN-ID[0x1234]
    EXPAND-PAN Address ENABLE :[Disable]
    EXPAND-PAN Address :[0x8D 0x56 0x72 0xA9 0x05 0x00
    0xFA 0xFF 0x03 0xE2 0xFC 0x4D ]
[c]SRC-ID :[0x0001]
[d]LAST-DST-ID :[0x0000]
[e]Unit Mode :[Child]
[f]Routine Mode :[Non-Routine]
[g]RF Settings
    Tx-Power :[13dBm]
    RF Transmit BitRate:[50000bps]
    FSK Whitening Set :[Not Use]
[h]Ack Request :[Disable]
[i]Data Mode :[Discharge]
[j]Sleep Mode :[Not Use]
[k]UART BaudRate :[115200bps]
[l]Recv Packet Output
    RSSI :[Enable]
    SRC-Address :[Disable]
    OR+LF :[Enable]
    Length :[Disable]
    Output Code :[Binary]
[m]Carrier Sense :[Use]
    Retry Count[2]
    CS Timeout(usec) [128]
[n]RTC :[LSE]
[o]Settings related to ARIB
    Transmit-Time-Total Count Set :[Use]
    Maximum sendable length Auto Set :[Use]
    [Not Use]
[q]Low Level Noise Filter :[Not Use]
[r]Connect Recv RSSI Threshold :[-137]
[t]Debug Print Output :[ON (TEXT)]
[w]Broadcast Data Hopping Mode :[Conditional]
[h]AES KEY :[Not Use]
EEPROM Data :
00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00
00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00
00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00
00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00
00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00
00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00
00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00
00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00
00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00
00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00
*****
Please input >
```

6.コンフィグレーション項目一覧(FSK/GFSK)

6.4 FSK/GFSKモード :コンフィグレーション “a” ～ “s” まで【SimpleMAC92A /SimpleMAC92C】

コマンド	設定項目	出荷時設定	設定範囲
“a”	使用する無線CH番号の設定	24	24(920.6MHz)～61(928.0MHz)
“b”	PANネットワークアドレスの設定	0x1234	1～65534
“c”	自局アドレスの設定	0x0001	0～65534
“d”	宛先アドレスの設定	0x0000	0～65534 ※dコマンドで指定した宛先アドレスは、Dischageモードで送信する時に使用されます。
“e”	ユニットモードの設定	Child	Child / Parent
“f”	ルーティング通信の設定	Non-Routing	Fixation / Auto-Routing / Non-Routing
“g”	RFの詳細設定	TX-Power 13dBm TR Bps 5000Kbps Whitening Not Use	7章参照
“h”	ACKモードの設定	Disable	Disable / Enable
“i”	データ送信モードの設定	Discharge	Dischage / Frame / Time Send / Output ambient noise / Continuous modulated transmission/Continuous unmodulated transmission / AT-Command Mode ※AT-Command Modeは、SimpleMAC92X_Ver2.0以降に対応 ※Output ambient noiseは、SimpleMAC92X_ver2.1.01以降に対応
“j”	スリープモードの設定	Not Use	Not Use / Use
“k”	UART通信の設定	115200bps	4800/9600/14400/19200/38400/57600/115200/230400/460800/921600
“l”	受信パケット出力設定	RSSI enable SRC-Address Disable	7章参照
“m”	キャリアセンス設定	Use	7章参照
“n”	AES暗号化機能の設定	Not Use	7章参照
“o”	内部RTCクロックソースの設定	LSE	LSI / LSE
“q”	低レベルノイズフィルタカット設定	Use	Use/Not Use
“s”	システムのスタート	-	
“r”	自動接続時のRSSI閾値設定	-137dBm	SimpleMAC92X_Ver2.0以降に対応

Ver2.0以下のバージョンでは、kコマンドのUART通信速度の設定は、xコマンドでFlashROMには保存されませんのでご注意ください。

6.コンフィグレーション項目一覧(FSK/GFSK)

6.4 FSK/GFSKモード :コンフィグレーション “v” ～ “?” まで【SimpleMAC92A /SimpleMAC92C 】

コマンド	設定項目	出荷時設定	設定範囲
“t”	デバッグメッセージ出力の切り替え	テキストメッセージ出力	テキストメッセージ出力 / ステータスコード出力 / 出力無し ※SimpleMAC92X_Ver2.0以降に対応
“u”	CPUユニークコードの読み出し	-	-
“v”	ソフトウェアリセットの実行	-	-
“w”	ブロードキャストマルチホップ機能	Conditional	Unconditional / Conditional / Not Use
“x”	設定情報の内部E2PROMへの保存	-	-
“y”	内部E2PROMから設定情報の読み出し	-	-
“z”	内部E2PROMの初期化	-	-
“!”	モジュールタイプの読み出し	-	RM-92A:92A RM-92C:92C ※SimpleMAC92X_ver2.10.1以降に対応
“?”	現在状態の表示	-	-

7.コンフィグレーション項目・詳細

7.1 使用CH番号の設定コマンド ('a'コマンド)

日本国内の920MHz帯のチャンネル割り当ては以下の表の通りです。

RM-92Aは、特定小電力無線局、RM-92Cは、250mW以下の陸上移動無線局で、日本国内(海上では陸から3海里以内)ではCH24～CH38の範囲で使用する事が出来ます。

RM-92Cで、CH39以上をご使用される場合は、電波暗室内か、登録実験局免許を取得してご使用下さい。

[illegible]

コマンド	説明	デフォルト値
"a" コマンド	"a" コマンドは、中心周波数の設定を行います。 24～61 を指定します。	24

7.コンフィグレーション項目・詳細

7.2 ネットワークアドレス、PAN(Personal Area Network)アドレスの設定コマンド ('b' 'c' 'e' コマンド)

コマンド	説明	デフォルト値
"b" コマンド	<p><u>自ノードが参加するPANアドレスを設定します。</u></p> <p>PANアドレスとは、同一の無線CH内を更に、分けて管理したい時に使用します。 PANアドレスは、標準PANと拡張PANの2種類があり、それぞれ</p> <p>標準PANアドレス 0x0001~0xFFFFE の範囲 拡張PANアドレス 0x?? で任意の12byte</p> <p>を指定する事が出来ます。</p> <p>拡張PANは、任意に指定する事も可能な他、ユニークコードで拡張PANを設定したい場合は、uコマンドでCPUユニークコードを読み出して手動設定する事も可能です。 ※拡張PANは、Ver2.0以降に対応しています</p>	0x1234
"c" コマンド	<p><u>自ノードのネットワークアドレスを設定します。</u></p> <p>1つのPANアドレス内に、0x0000~0xFFFFE の範囲で設定が可能です。</p>	0x0001
"d" コマンド	<p><u>送信先ノードのアドレスを設定します。</u> (一般的には親機のアドレスを設定しますが、他の子機アドレスを指定も可能です。)</p> <p>1つのPANアドレス内に、0x0000~0xFFFFE の範囲で設定が可能です。</p> <p>0xFFFF を設定すると ブロードキャストアドレスとなり、全ノードへの一斉送信を行う事が出来ます。</p>	0x00FF

7.コンフィグレーション項目・詳細

7.3 ユニットモード設定コマンド（'e' コマンド）

コマンド	説明	デフォルト値
"e" コマンド	<p>モジュールの親子設定を行います。 通常1台のユニットを親機(Parent)として設定し、他の複数ユニットを子機(Child)として設定します。</p> <p>0: Parent 1: Child</p>	Child

7.コンフィグレーション項目・詳細

7.4 ルーティングモード設定コマンド（“f” コマンド）

コマンド	説明	デフォルト値
“f” コマンド	<p>親子間の接続モードの設定を行います。</p> <p>Fixaction : 通信経路を指定して通信するモード AutoRouting : 自動的に通信経路を接続するモード NonRouting : スター型ネットワークで接続するモードです</p> <p>0: Fixaction 0 : 中継なし 1～3 : 中継数(ホップ数)の指定 最大3ノードまで (例)3を指定した場合 First-Root-Address : 2 Second-Root-Address : 3 Third-Root-Address : 4</p> <p>上記の場合、 自ノード→0x002→0x003→0x004→宛先ノード で送信されます。</p> <p>1: AutoRouting 2: NonRouting</p>	NonRouting

7.コンフィグレーション項目・詳細

7.5 無線詳細設定コマンド（‘g’ コマンド）【LoRaモード】

コマンド	説明	デフォルト値
“g” コマンド	g コマンドでは、送信パワー、総和時間処理の使用/不使用、送信インターバル時間の設定を行います。	-
	1:TX-Power Set(送信出力) ◆RM-92A 0:0dBm(1mW) ~ 13:13dBm(20mW) の範囲を1dBm単位で設定	
	◆RM-92C 13:13dBm(20mW) ~ 24:24dBm(250mW) の範囲を1dBm単位で設定 ※RM-92Cの場合は、アンプを内蔵しているため、13dBm以下の設定は出来ません。	
	2:BandWidth Set(帯域幅) 0:125KHz 帯域幅を125KHzにします 1:250KHz 帯域幅を250KHzにします 2:500KHz 帯域幅を500KHzにします	
	3:Factor Set(拡散率) 0:SF6 SF6モード 1:SF7 SF7モード 2:SF8 SF8モード 3:SF9 SF9モード 4:SF10 SF10モード 5:SF11 SF11モード (RM-92A/92C のみ) 6:SF12 SF12モード (RM-92A/92C のみ)	
	4>Error Coding Rate(エラー訂正率) 1:4/5 2:4/6 3:4/7 4:4/8 5:Optimize Set1(拡散データ最適化) 0:OFF 1:ON	

7.コンフィグレーション項目・詳細

7.6 無線詳細設定コマンド (‘g’ コマンド) 【FSK/GFSKモード】 【SimpleMAC92A /SimpleMAC92C】

コマンド	説明	デフォルト値
“g” コマンド	<p>g コマンドでは、送信パワー、総和時間処理の使用/不使用、送信インターバル時間、Whitening機能の設定を行います。</p> <p>1:TX-Power Set(送信出力) ◆RM-92A 0:0dBm(1mW) ~ 13:13dBm(20mW) ◆RM-92C 13:+13dBm(20mW) - 24:+24dBm(250mW)</p> <p>2:RF Transmit BitRate(通信速度) 5000(5Kbps)~300000(300Kbps)</p> <p>3:Whitening Set (スクランブル機能) 0:Not Use 1:Use</p>	-

7.コンフィグレーション項目・詳細

7.7 ACK設定コマンド ('h' コマンド)

コマンド	説明	デフォルト値
"h" コマンド	<p>h コマンドでは、ACKパケットの使用、不使用を設定します。 使用する場合は、タイムアウト時間の設定とリトライ回数の設定を行う事が出来ます。</p> <p>0: Not Use ACK機能を使用しません</p> <p>1: Use ACK機能を使用します。</p> <p>ACK Time Out Set(sec) [1 to 5] ACKパケットの待ち時間を1~5秒の間で設定します。</p> <p>ACK Retry Counter 0: Not Retry リトライを行いません 1~5:リトライ回数</p>	Not Use

7.コンフィグレーション項目・詳細

7.8 送信モード設定コマンド (‘i’ コマンド)

コマンド	説明	デフォルト値
“i” コマンド	i コマンドでは、データの送信モードを設定します	Discharge
	0: Discharge 垂れ流し通信モード UARTから入力されたデータをバイナリ値で送信します	
	1: Frame 所定のフォーマットで入力されたデータをバイナリ値で送信します	
	2: TimerSend 内部で保持している自局アドレス、シリアルカウンタを設定した周期で自動送信します。 ※通信テストを行う場合などに使用します。	
	6: Output ambient noise 周辺ノイズレベルを含む、受信電力を1秒周期に表示出力します。	
	7: Continuous modulated transmission 連続変調送信モード 8bit単位に乱数生成したデータの変調データを連続送信します。	
	8: Continuous unmodulated transmission 連続無変調送信モード	
	9: AT-Command Mode 外部ホストからダイナミックにRM-92A/92Cを制御して通信を行うモードです。 <u>詳細は9章を参照下さい。</u>	
	※6:Output ambient noise で表示される受信電力のレベルは、LoRaモードとFSK/GFSKモードでは異なりますのでご注意ください。 LoRaモードが受信能力が高いため、表示される数値は小さくなります。	

7.コンフィグレーション項目・詳細

7.9 タイマースリープモード設定コマンド（‘j’ コマンド）

コマンド	説明	デフォルト値
“j” コマンド	j コマンドでは、タイマースリープの使用/不使用を設定します	Not Use
	0: Not Use タイマースリープを使用しません	
	1: Use 1秒～86400(24時間)の範囲で設定します。 設定した周期で起床しますので、ユーザーで追加したプログラム等を登録する事で、定周期送信などを行う事が出来ます	

7.コンフィグレーション項目・詳細

7.10 UART通信速度設定コマンド（‘k’ コマンド）

コマンド	説明	デフォルト値
“k” コマンド	kコマンドでは、UART通信速度の設定をします 0:4800 1:9600 2:14400 3:19200 4:38400 5:57600 6:115200 7:230400 8:460800 9:921600	115200

Ver2.0以下のバージョンでは、UART設定については、xコマンドによるFlashROM保存されません。
デフォルト値を変更したい場合は、SDKにより、デフォルト設定値を変更して頂き、再ビルドする事で変更が可能になります。

Ver2.0以上のバージョンでは、xコマンドで保存する事で、yコマンドや自動スタート設定により、保存したUART設定内容で動作します。

出荷時に戻す場合は、自動設定をOFFにして起動すると、115200bpsで起動します。

※SDKを利用して出荷時設定を改造された場合は、電源リセット後は、改造した設定で起動します。

7.コンフィグレーション項目・詳細

7.11 受信パケット表示モード設定コマンド（"I" コマンド）

コマンド	説明	デフォルト値
"I" コマンド	I コマンドでは、パケット受信したデータをUART出力する際の表示方法を設定します。	RSSI Enable Transfer Add Disable
	1: RSSI Output Set RSSI(電波受信強度)の表示/非表示を設定します (注1)	
	2: Transfer Address Output Set 送信元アドレス関連情報の表示/非表示を設定します。 表示を有効に設定すると、送信元アドレス(rootアドレス)の Out put/Not Out putを聞いてきます。 ここで「Out put」を選択すると、中継ノード情報全てが 表示されます。(注2)	
	3: CR/LF Output Set 出力の最後に、CR+LFを出力/非出力を設定します。	
	4: Recv Data Length Output Set 受信データ長の出力有無を設定します。	
	5: Recv Data Output Code Set 受信データの出力方法を設定します。	

(注1)LoRaモード/SF6使用時の RSSI出力値について

LoRa変調の特性上、LoRaモード選択時、SF6使用時のRSSI値は正しい値が表示されません。表示値はほとんどが-120dBm以下の弱い値が表示されますが実際の値ではありませんので、SF7を使用した時の数値の約85%程度を目安にして頂けます様、お願いいたします。

(注2)

Output Set を選択して、rootアドレス表示も有効にした時には以下の様に表示されます。

送信元アドレス = 1
直前アドレス = 102
中継ノード1 = 100
中継ノード2 = 101
中継ノード3 = 102

※RSSI値表示有効設定

1,102,100,101,102,-121,data

7.コンフィグレーション項目・詳細

7.12 キャリアセンス設定コマンド（‘m’ コマンド）

コマンド	説明	デフォルト値
“m” コマンド	m コマンドでは、キャリアセンスに関する設定を行います。	
	0: Not Use キャリアセンスを無効にします。 ※試験時のモードとしてご使用ください。	
	1: Use キャリアセンスを有効にします。 0 : キャリアセンスリトライを無効にします 1～9 : 1～9回の間でリトライ回数を設定します	
	リトライ回数を1～9を選択した場合 Carrier Sense TimeOut Set (msec) [5-4000]= 5ms～4000ms の範囲を1ms単位で設定します	

7.コンフィグレーション項目・詳細

7.13 AES設定コマンド（‘n’ コマンド）

コマンド	説明	デフォルト値
“n” コマンド	<p>n コマンドでは、AES機能の使用/不使用を設定します。</p> <p>0: Not Use AES機能を使用しません。</p> <p>1: Use AES機能を有効にします。</p> <p>AES Key : 任意の16byteのKeyコードをバイナリ値で設定します。</p>	Not Use

7.コンフィグレーション項目・詳細

7.14 ARIB制限事項設定コマンド（‘p’ コマンド）

コマンド	説明	デフォルト値
“p” コマンド	<p>p コマンドでは、ARIBで規定される、1時間あたりの空中線電力送信時間と4秒間連続送信時間制限に対して、有効/無効の設定を行う事が出来ます。</p> <p>1:TX_Total Time</p> <p>0: Not Use 総和時間管理機能を使用しません。</p> <p>1: Use 総和時間管理機能を有効にします。</p> <p>2:TX_Max Length</p> <p>0: Not Use 4秒連続送信制限を無効にします</p> <p>1: Use 4秒連続送信制限を有効にします</p> <p>※お客様により製品化される場合は、必ず有効設定にして下さい。 無効設定にする場合は、お客様の責任において電波暗室等の設備の中でご使用下さい。</p>	Use

7.コンフィグレーション項目・詳細

7.15 低レベルノイズフィルタ設定コマンド（‘q’ コマンド）

コマンド	説明	デフォルト値
“q” コマンド	q コマンドでは、LoRaモード時で-125dBm以下のレベルで発生するCH干渉ノイズをMAC層でフィルタカットする機能の有効/無効の設定します。	Use
	0: Not Use 機能を使用しません。	
	1: Use 機能を有効にします。	

7.コンフィグレーション項目・詳細

7.16 デバッグメッセージ設定コマンド（‘t’ コマンド）

コマンド	説明	デフォルト値
“t” コマンド	<p>t コマンドでは、送信完了時などのイベント時に応答メッセージを出力する/しないを設定できます。</p> <p>0: OFF 機能を使用しません。</p> <p>1: ON (TEXT) テキストでデバッグ出力します。</p> <p>2: ON (CODE) ステータスコードでデバッグ出力します。</p> <p>※ステータスコードについては、 「11.2 データ送信リターンステータス一覧（デバッグ出力ON : CODE時）」を参照</p>	ON (TEXT)

7.コンフィグレーション項目・詳細

7.17 CPU製造コード読み出しコマンド（‘u’ コマンド）

コマンド	説明	デフォルト値
“u” コマンド	<p>u コマンドでは、CPUの製造コードの読み出しを行います。</p> <p>CPU製造コードは、本モジュールに内蔵しているCPU内部に書き込まれているユニークコードです。</p> <p>用途は自由です。</p>	-

7.コンフィグレーション項目・詳細

7.18 E2ROM設定コマンド ('y' 'x' 'z' コマンド)

コマンド	説明	デフォルト値
"y" コマンド "x" コマンド "z" コマンド	y、及び x コマンドでは、内蔵E2PROMに対する読出し、保存を行います。	-
	y: 内蔵E2PROMに保存されている設定内容を読み出します。 出荷時は、デフォルト値が保存されています。	
	x: 各種コマンドで設定した内容を内蔵E2PROMに保存します。	
	Z: E2PROMの内容を出荷時の状態に戻します。	

7.コンフィグレーション項目・詳細

7.19 ブロードキャストマルチホップコマンド ('w' コマンド)

コマンド	説明	デフォルト値
"w" コマンド	<p>w: ブロードキャスト受信したデータを再発報させる機能です。</p> <p>0: Unconditional(無条件ホッピング)</p> <p>1: Conditional (条件付きホッピング)</p> <p>2: Not Use(不使用)</p> <p>この機能は、他ノードからのブロードキャストデータを受信したときに、以下の条件で再発報するかどうかの設定を行う事が出来ます。</p> <p>なお、再発報する場合、自分が発報したデータの他ノードによる再発報の回り込み発報は行いません。</p> <p>0: Unconditional(無条件ホッピング) → 他ノードからのブロードキャストデータを無条件に再発報します。</p> <p>1: Conditional (条件付きホッピング) → 自ノードが他ノードの中継器になっている場合にのみ、再発報します。</p> <p>2: Not Use(不使用) → 再発報を行いません</p>	1

7.コンフィギュレーション項目・詳細

7.20 自動中継接続時の閾値設定コマンド（「r」コマンド）

コマンド	説明	デフォルト値
“r” コマンド	<p>r: 自動中継接続時の接続条件としての電波受信強度の閾値を設定します</p> <p> -137dBm ～ 0dBm</p> <p>この機能を有効にすると、接続モードが「自動中継モード」になっていると、他ノードからの接続応答に対して、ここで設定した値よりも弱い場合には、接続対象から除外する事が出来ます。</p> <p>他ノードには、親機も含まれます。</p>	-137

7.コンフィグレーション項目・詳細

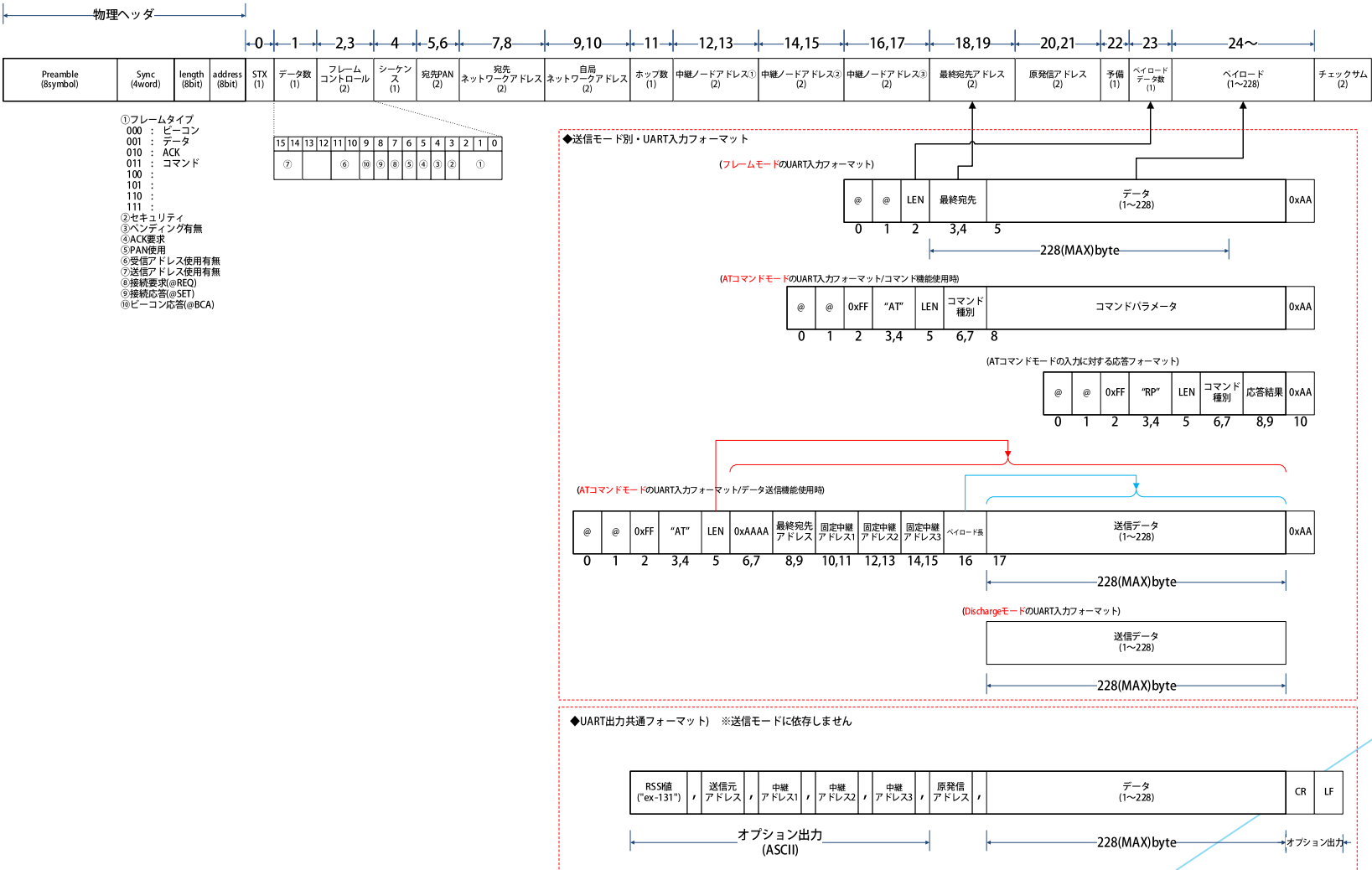
7.21 デバイスタイプの確認コマンド（!“ コマンド）

コマンド	説明	デフォルト値
!“ コマンド	! SimpleMACが動作しているデバイスのタイプを読み出します。 RM-92A上で動作している場合 92A RM-92C上で動作している場合 92C ※SimpleMAC92X_ver2.10.1以降に対応	デバイスタイプに依存

8. フレームフォーマット(全モード共通)

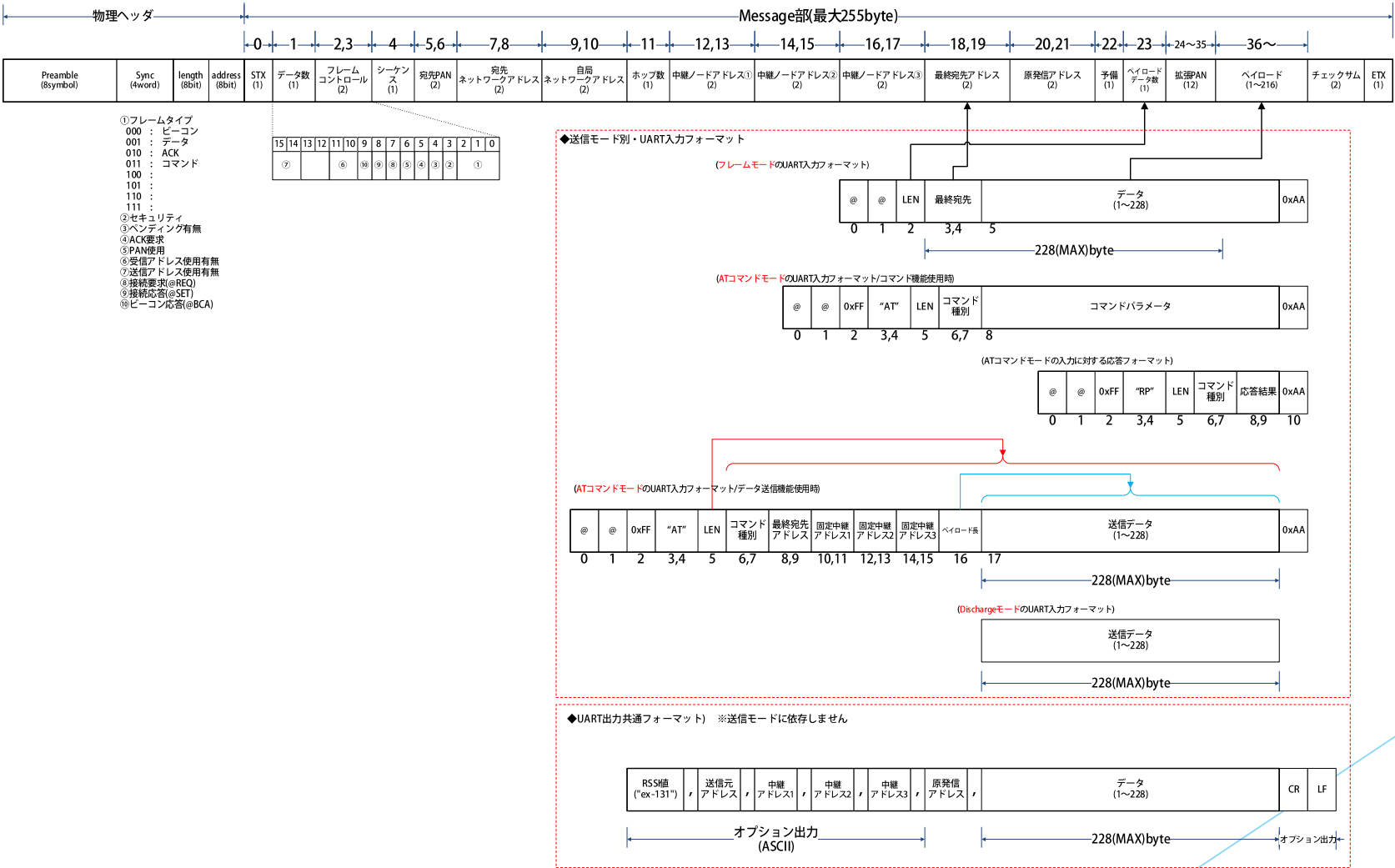
8.1 エアフォーマット

8.1.1 標準フォーマット(拡張PAN不使用)



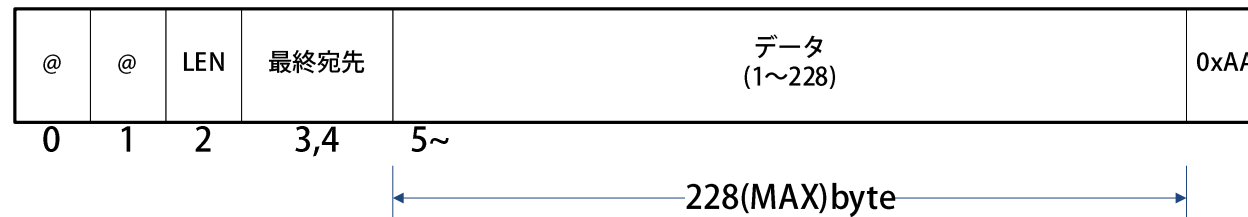
8.フレームフォーマット(全モード共通)

8.1.2 拡張PAN使用时エアフォーマット



8. フレームフォーマット (全モード共通)

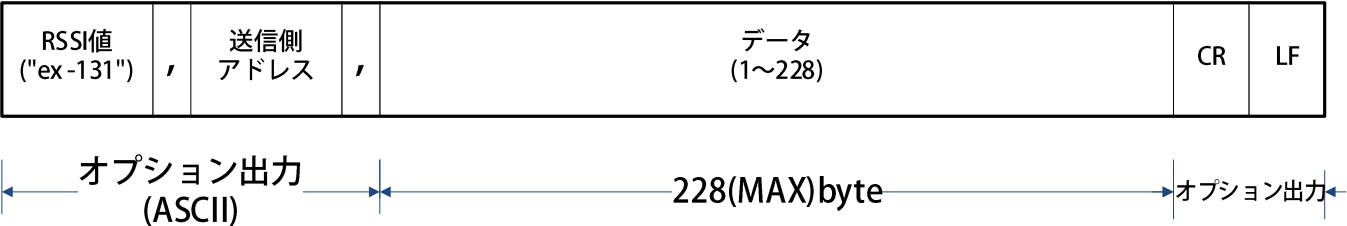
8.2 UART入力フォーマット (フレームモード時)



No	フィールド項目	説明	備考
01	@@	先頭コード	0x40 0x40
02	LEN	データ数	1~228をバイナリで指定
03	最終宛先アドレス	最終宛先となるアドレスを指定します	ビッグエンディアンでバイナリ設定
04	データ	送信するデータをバイナリで設定します	
05	0xAA	最終コード	0xAA

8.UARTフォーマット(フレームモード)

8.3 UART出力フォーマット



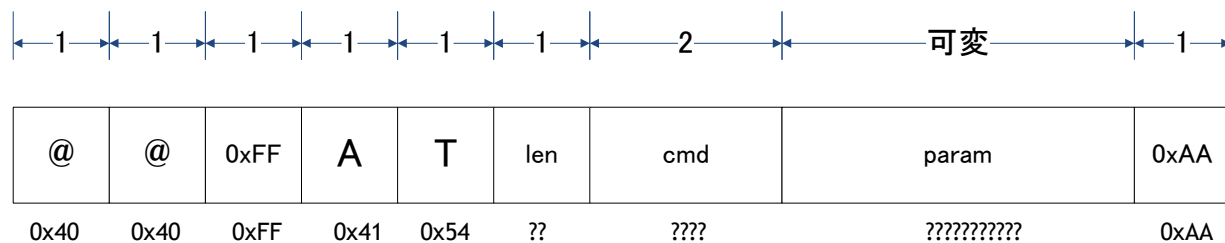
No	フィールド項目	説明	備考
01	RSSI値	電波受信強度を+13~-137dBmの範囲でASCII表示します	出力オプション有効時
02	,	カンマ	
03	送信側アドレス	データ送信元のアドレスをASCII表示します	出力オプション有効時
04	,	カンマ	
05	データ	データ部の内容をそのまま出力(Binary)	
06	改行コード+ ラインフィード	コンフィグレーション設定で、出力設定を有効時に出力します。	デフォルトは出力有効

9. ATコマンドモード時のUARTフォーマット

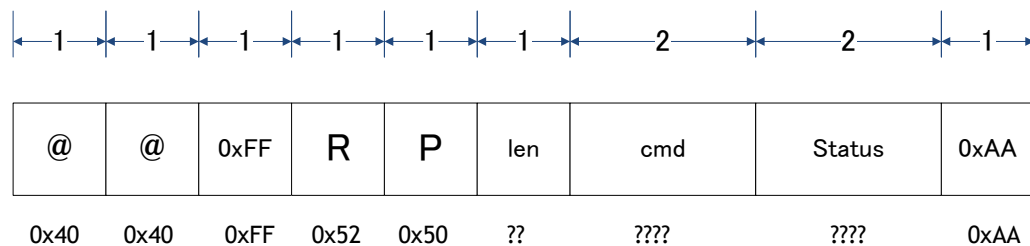
9.1 コマンドフォーマット

※ len は、cmdとparamの長さの合計バイトです。

◆コマンド



◆応答レスポンス



9.コマンド機能(ATコマンドモード時)

9.2 コマンド種別一覧表

No	cmd	len	機能	param(コマンドパラメータ)	書式例(数値は16進数)	捕捉説明
01	0x0001	3	周波数の変更	0x18 ~ 0x3d ※CH24~CH61	4040FF415403000119AA	周波数CHを25に設定
02	0x0002	4	PANアドレスの変更	第一パラメータ 0x0001 ~ 0xfffe 第二パラメータ 00 or 01 第三パラメータ 任意の拡張PANアドレス12byte	4040FF41541100020020010102030405060708090A0B0CAA	PANアドレスを0x0020(32)に設定 拡張PANを使用 拡張PANアドレスに 0102030405060708090A0B0C を設定
03	0x0003	4	自局アドレスの変更	0x0000 ~ 0xfffe	4040FF41540400030064AA	自局アドレスを0x0064(100)に設定
04	0x0004	4	最終宛先アドレスの変更	0x0000 ~ 0xfffe	4040FF41540400040100AA	最終宛先アドレスを0x0100(256)に設定
05	0x0005	3	ユニットモードの変更	0x00(親機) 0x01(子機)	4040FF415403000501AA	ユニットモードを子機に設定
06	0x0006	11	ルーティングモードの変更	第1パラメータ 0x00(固定中継) 0x01(自動中継) 0x02(中継無し) 第2パラメータ 中継ノードアドレス1 0x0000~0xFFFFE 第3パラメータ 中継ノードアドレス2 0x0000~0xFFFFE 第4パラメータ 中継ノードアドレス3 0x0000~0xFFFFE 第5パラメータ 最終宛先	<ul style="list-style-type: none"> ●中継無し(最終宛先:ブロードキャスト) 4040FF41540B000602FFFFFFFFFFFFFFFFFAA ●自動中継(最終宛先:1) 4040FF41540B000601FFFFFFFFFFFFF001AA ●固定中継(中継1:1、中継2:2、中継3:3、最終宛先:100) 4040FF41540B0006010001000200030064AA 	第2~第4パラメータは、第1パラメータで0x00(固定中継)を選択した場合に意味を成し、アドレスに0xFFFFを入れた所までのホップ数で中継通信を行います。 0x01(自動中継)、0x02(中継無し)を選択した場合は、無視されます。
07	0x0007	3	RF送信出力設定	RM-92Aについて 0x00~0x0d ※0dBm ~ 13dBm RM-92Cについて 0x0d~0x18 ※13dBm~ 24dBm	4040FF41540300070DAA	出力を13dBm(20mW)に設定
08	0x0008	3	BW設定 (LoRa設定時)	0x00~0x02 ※0x00=125KHz 0x01=250KHz 0x02=500KHz	4040FF415403000802AA	BWを500KHzに設定
09	0x0009	3	SF設定 (LoRa設定時)	0x00~0x06 ※0x00=SF6 0x01=SF7 0x02=SF8 0x03=SF9 0x04=SF10 0x05=SF11 0x06=SF12	4040FF415403000901AA	SFをSF7に設定
10	0x000A	3	Coding Rate 設定(LoRa設定時)	0x01~0x04 ※0x01=4/5 0x02=4/6 0x03=4/7 0x04=7/8	随時追加	
11	0x000B	3	Coding最適化設定	0x00~0x01 ※0x00=無効 0x01=有効	随時追加	SF11/S12の場合は強制的に有効設定
12	0x000C	3	総和時間有効/無効	0x00~0x01 ※0x00=無効 0x01=有効	随時追加	

9.コマンド機能(ATコマンドモード時)

9.2 コマンド種別一覧表

No	cmd	len	機能	param(コマンドパラメータ)	書式例(数値は16進数)	捕捉説明
13	0x000D	4	ACKモード有効/無効	第1パラメータ 0x00~0x01 ※0x00=無効 0x01=有効 第2パラメータ 0x01~0x0a ※ACKタイムアウト時間(秒)	4040FF415404000D0105AA	
14	0x000E	3	UART速度設定	0x00~0x09 ※0x00=4800(bps) 0x01=9600(bps) 0x02=14400(bps) 0x03=19200(bps) 0x04=38400(bps) 0x05=57600(bps) 0x06=115200(bps) 0x07=230400(bps) 0x08=460800(bps) 0x09=921600(bps)	4040FF415403000E06AA	
15	0x000F	3	RSSI値出力設定	0x00~0x01 ※0x00=無効 0x01=有効	4040FF415403000F01AA	
16	0x0010	10	キャリアセンス有効/無効	第1パラメータ 0x00~0x01 ※0x00=無効 0x01=有効 第2パラメータ 0x00~0x09 ※0x00=リトライ回数 第3パラメータ 0x80~0x003d0900 ※FSK設定時 (128~4000000) 第4パラメータ 0x05~0x0fa0(4000)※LoRa設定時 (5 ~4000)	4040FF41540A00100103000000800005AA	
17	0x0011	3	変調方式の変更	0x01~0x03 ※0x01=LoRa 0x02=FSK 0x03=GFSK	4040FF415403001101AA	
18	0x0012	3	自動中継接続時のRSSI閾値設定	0xC4~0x88 ※-60dBm~-120dBm	4040FF4154030012B0AA	
19	0x0013	6	FSK通信速度設定	0x000004b0~0x000493e0 ※1200bps(1.2K) ~300000bps(300K)	4040FF4154060013000186A0AA	
20	0x0014	3	デバッグメッセージ出力有無	0:出力なし 1:デバッグテキスト出力 2:デバッグステータスコード出力	4040FF415403001401AA	
21	0x0101	2	EEPROM設定値読み出し	無し	4040FF4154020101AA	
22	0x0102	2	EEPROM設定値保存	無し	4040FF4154020102AA	

9.コマンド機能(ATコマンドモード時)

9.2 コマンド種別一覧表

No	cmd	len	機能	param(コマンドパラメータ)	書式例(数値は16進数)	捕捉説明
23	0x0103	2	EEPROM設定値初期化(出荷時)	無し	4040FF4154020103AA	
24	0x0104	2	ソフトウェアリセット	無し	4040FF4154020104AA	
25	0x0106	8	スリープ実行	第1パラメータ 0x00~0x01 ※0x00=スリープ無し 0x01=スリープ有効 第2パラメータ 0x00~0x01 0x00=内部タイマー起床 0x01=外部割込み起床 第3パラメータ 0x00000001~0x00015180 1~86400秒	4040FF4154080106010000000010AA	外部割込み起床として、PB7(PIN-05)を割り当てています。 アクティブLowで起床します。 Low状態は100ms以上キープ願います。 左記の書式例は、 ・スリープ有効 ・起床条件 内部タイマー起床 ・10秒後に起床 の設定例です。
26	TBD	TBD	同期パケット送信	TBD	随時追加	
27	0xAAAA	2 + 可変	データ送信要求	第1パラメータ 0x0000~0xFFFF ※最終宛先アドレス 第2パラメータ 0x0000~0xFFFF 固定中継アドレス1 第3パラメータ 0x0000~0xFFFF 固定中継アドレス2 第4パラメータ 0x0000~0xFFFF 固定中継アドレス3 第5パラメータ 0x01~0x64 ペイロード長(最大228byte) 第6パラメータ 任意	4040FF41540CAAAA0000FFFFFFFFFFFFF0131AA	書式例では0x31("1")を送信する場合の例です。 第2~第4パラメータは、中継モードを固定中継モード設定時に意味を成し、他のモード時は無視されます。
28	0x0020	19	AES 有効/無効 & キー	第1パラメータ 0:AES無効 1:AES有効 第2パラメータ AESキー16バイト (binary)	●AES無効 4040FF41541300200000000000000000000000000000AA ●AES有効 4040FF4154130020011234567890ABCDEF1A2B3C4D5E6F0A1BAA	第2パラメータは、第1パラメータが「1」の時のみ有効
29	0x0015	3	受信時CR+LF出力有無設定	0:無し 1:有り	4040FF415403001501AA	
30	0x0016	4	受信時送信元ID出力有無設定	第1パラメータ 送信元ID出力 0:出力無し 1:出力有り 第2パラメータ 中継ルートID出力 0:出力無し 1:出力有り	4040FF41540400160101AA	第2パラメータは、第1パラメータが「1」の場合のみ有効

9.コマンド機能(ATコマンドモード時)

9.2 コマンド種別一覧表

No	cmd	len	機能	param(コマンドパラメータ)	書式例(数値は16進数)	捕捉説明
31	0x0017	3	ブロードキャストホッピング設定	0:無条件ホップ 1:条件つきホップ	4040FF415403001700AA	条件つきホップは、以下の場合のみホップする ・自動中継モード ・子機モード ・自身が中継の役割を担う場合 ・合計3ホップ以内
32	0x0018	3	受信データ長出力有無設定	0:出力なし 1:出力あり	4040FF415403001801AA	ASCIIで出力されます
33	0x0019	3	受信データ出力方法設定	0:バイナリ出力 1:Hexをキャラクタで出力	4040FF415403001900AA	1:HEXをキャラクタで出力の例 バイナリで「0x12 0x34 0xAB」というデータの場合、 “1234AB”とキャラクタ出力します。
34	0x2001	2	ホットスワップ指示	無し	4040FF4154022001AA	この指示を出すと、CPUはその場で永久ループします。 ※ATコマンドのみ
35	0x0021	3	最大送信ペイロード長自動調整	0:無効 1:有効	4040FF415403002100AA	4秒連続送信制限を無効にします
36	0x3001	1	連続変調/連続無変調の送信	0:連続変調 1:連続無変調	4040FF415401300101AA	リセットするまで連続されます
37	0x3002	2	デバイスタイプの読み出し	無し	4040FF4154023002AA	このコマンドを受けると RPでデバイスタイプを返します。

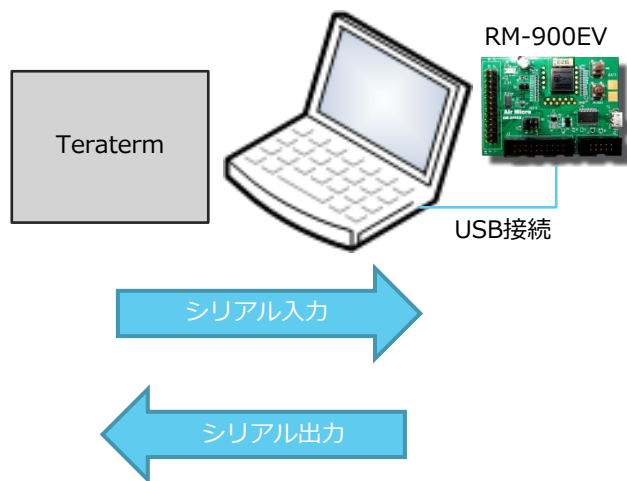
10. サンプルプログラムの設定例

10.1 コンフィグレーション設定例 ～ 単純なシリアルデータの送受信

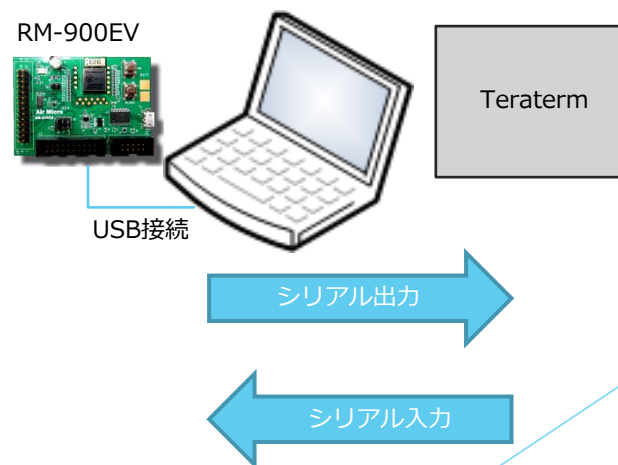
1:1通信で、PC(又はマイコン)～PC(又はマイコン) 間で単純な通信を行う場合の設定例

2台のPC間で、それぞれのキーボードから入力した値を、リアルタイムに相互通信します。
下記コンフィグレーション値以外はデフォルト設定を使用します。(CH24/Dischargeモード)

◆コンフィグレーション (例)
"c" : 自ノードアドレス 0x01
"d" : 相手先ノードアドレス 0x09



◆コンフィグレーション (例)
"c" : 自ノードアドレス 0x09
"d" : 相手先ノードアドレス 0x01

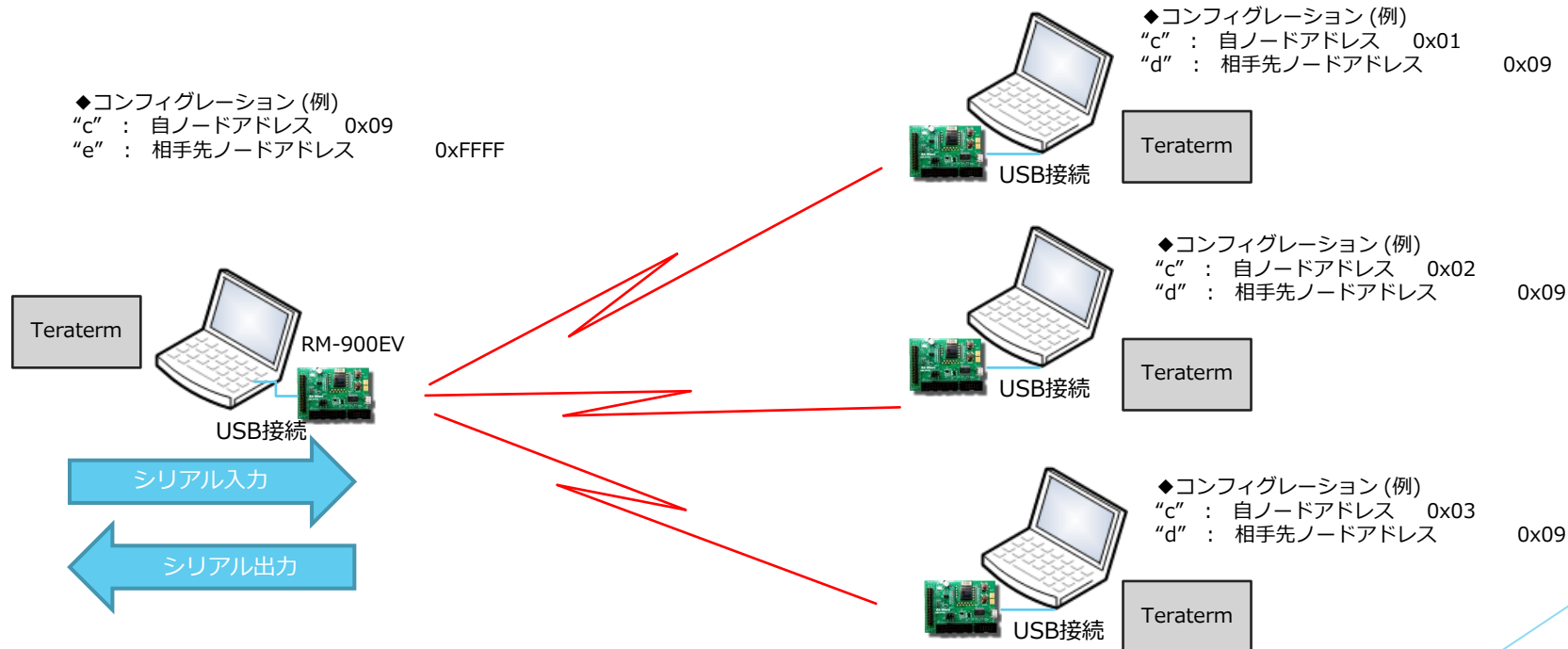


10. サンプルプログラムの設定例

10.2 コンフィグレーション設定例 ～ 単純なシリアルデータの 1:Nによる構築

1:N通信で、PC(又はマイコン)～PC(又はマイコン) 間で単純な通信を行う場合の設定例

親機 1：子機3 の構成で、それぞれのキーボードから入力した値を、リアルタイムに相互通信します。
親機から子機に対しては、ブロードキャストアドレスで送信します。
下記コンフィグレーション値以外はデフォルト設定を使用します。(CH24/Dischargeモード)



10. サンプルプログラムの設定例

10.3 コンフィグレーション設定例 ～ 1:Nによる子機指定通信

1:N通信で、PC(又はマイコン)～PC(又はマイコン) 間で指定フォーマットによる通信を行う場合の設定例

親機 1：子機3 の構成で、所定フォーマットのデータを相互通信します。
親機から子機に対しては、子機アドレスを指定して送信します。
下記コンフィグレーション値以外はデフォルト設定を使用します。(CH24)

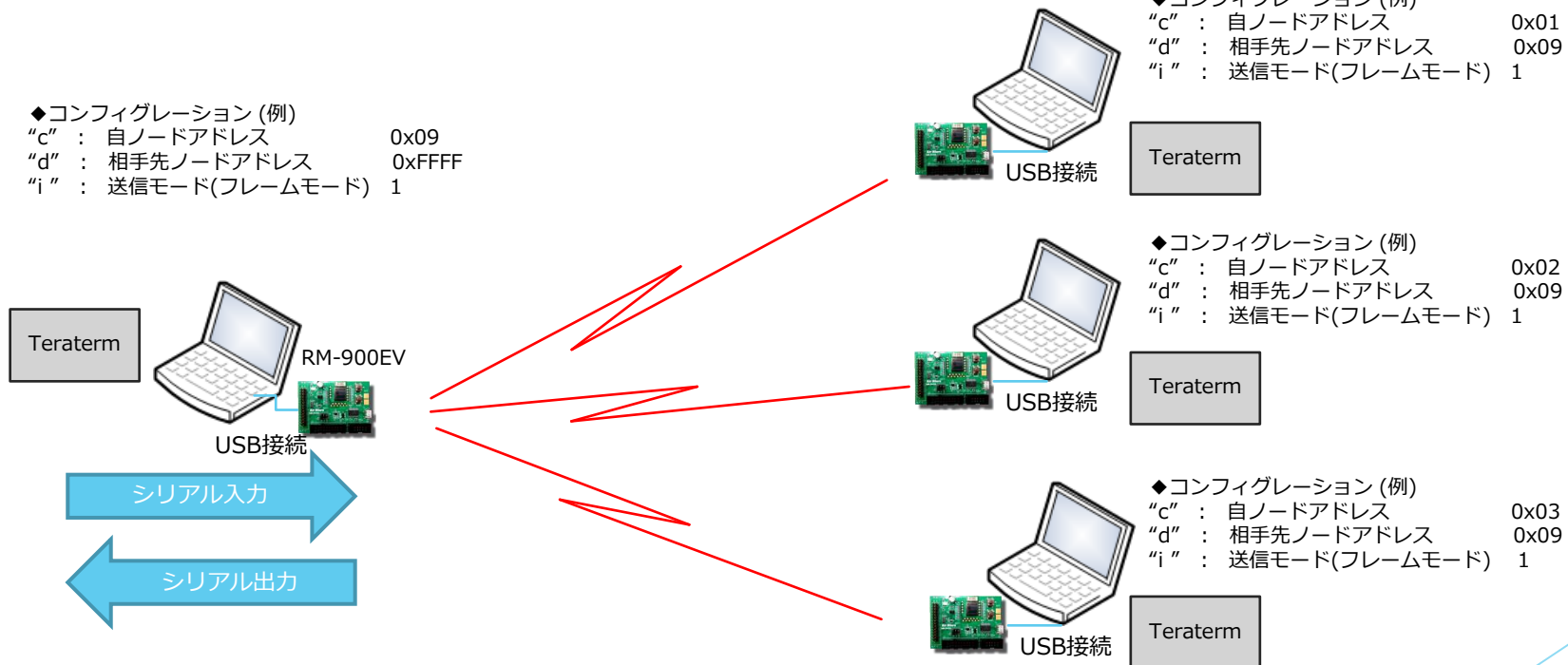
指定フォーマットについては、「8章 UARTフォーマット」を参照下さい

◆コンフィグレーション (例)
"c" : 自ノードアドレス 0x09
"d" : 相手先ノードアドレス 0xFFFF
"i" : 送信モード(フレームモード) 1

◆コンフィグレーション (例)
"c" : 自ノードアドレス 0x01
"d" : 相手先ノードアドレス 0x09
"i" : 送信モード(フレームモード) 1

◆コンフィグレーション (例)
"c" : 自ノードアドレス 0x02
"d" : 相手先ノードアドレス 0x09
"i" : 送信モード(フレームモード) 1

◆コンフィグレーション (例)
"c" : 自ノードアドレス 0x03
"d" : 相手先ノードアドレス 0x09
"i" : 送信モード(フレームモード) 1

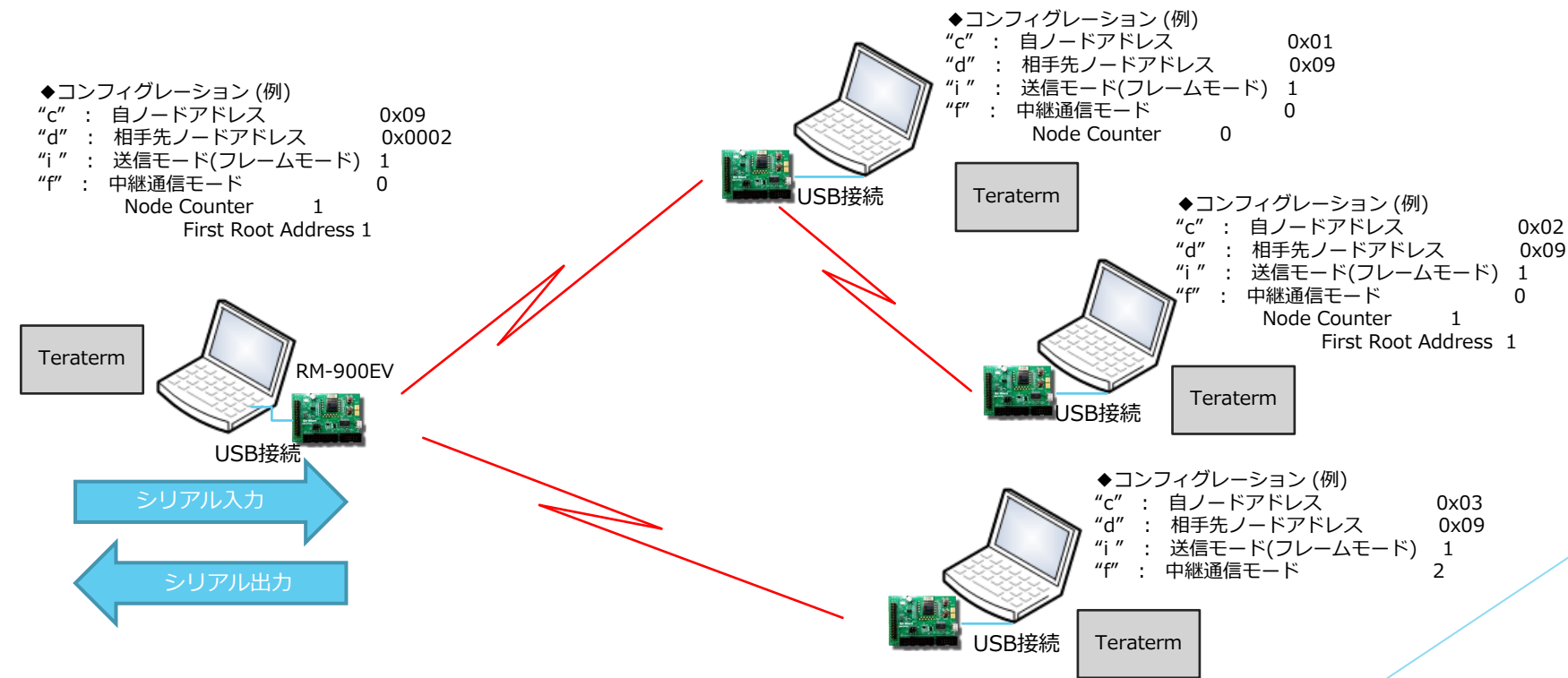


10. サンプルプログラムの設定例

10.4 コンフィグレーション設定例 ～ 経路指定通信を含む 1:Nによる子機指定通信

1:N通信で、PC(又はマイコン)～PC(又はマイコン)間で、経路指定を通信を行う場合の設定例

基本構成は、前項と同じです。
“f”コマンドで、Fixactionモードを指定します。8章の指定フォーマットに従い、最終子機のアドレスを指定してUARTでRM-92A/92Cに送信します。



10. サンプルプログラムの設定例

10.5 コンフィグレーション設定例 ～ AutoRoutingによる送信設定

自動ルーティング機能によるネットワーク構成を利用する場合の設定例

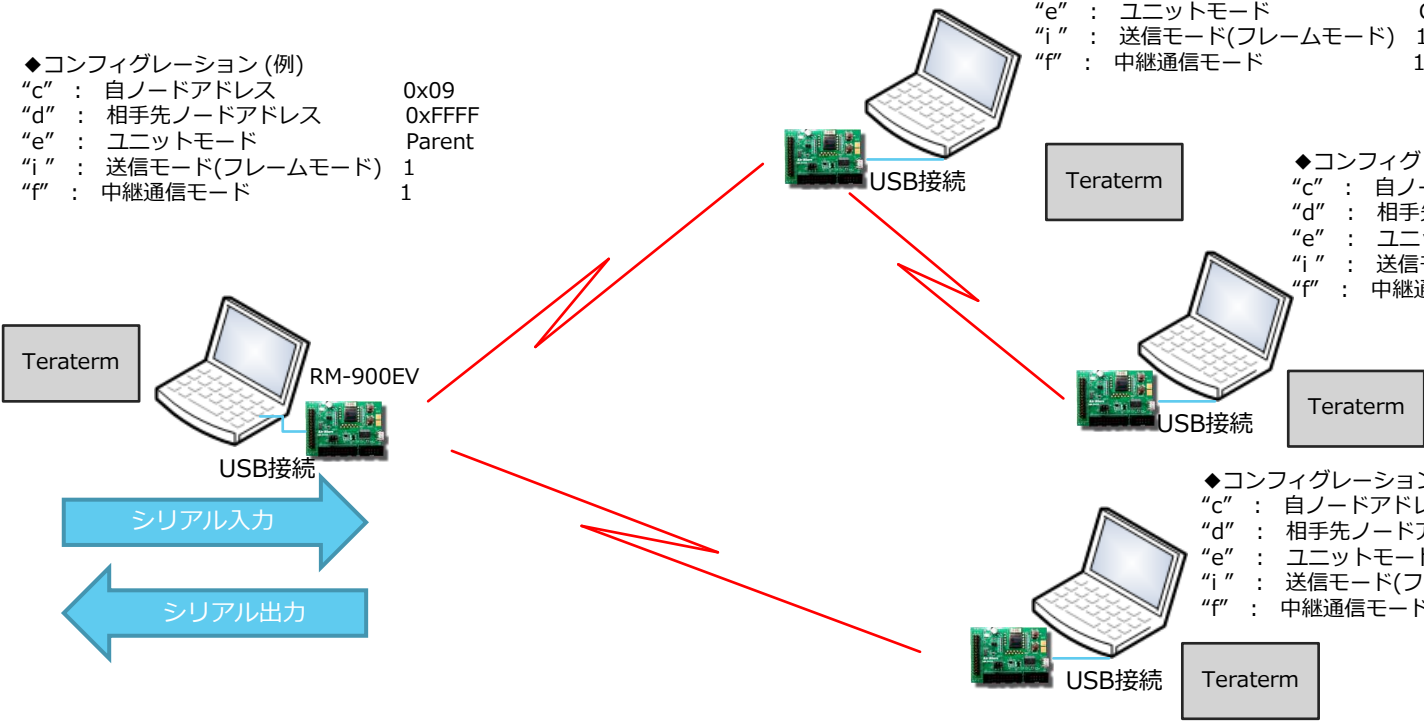
各子機は、ネットワーク開始後、自動的に親機への接続を試みます。
親機への直接接続が出来なかった場合、親機とネットワーク接続している周辺の子機との接続を試み、ネットワーク経路情報を生成します。

◆コンフィグレーション (例)
"c" : 自ノードアドレス 0x09
"d" : 相手先ノードアドレス 0xFFFF
"e" : ユニットモード Parent
"i" : 送信モード(フレームモード) 1
"f" : 中継通信モード 1

◆コンフィグレーション (例)
"c" : 自ノードアドレス 0x01
"d" : 相手先ノードアドレス 0x09
"e" : ユニットモード Child
"i" : 送信モード(フレームモード) 1
"f" : 中継通信モード 1

◆コンフィグレーション (例)
"c" : 自ノードアドレス 0x02
"d" : 相手先ノードアドレス 0x09
"e" : ユニットモード Child
"i" : 送信モード(フレームモード) 1
"f" : 中継通信モード 1

◆コンフィグレーション (例)
"c" : 自ノードアドレス 0x03
"d" : 相手先ノードアドレス 0x09
"e" : ユニットモード Child
"i" : 送信モード(フレームモード) 1
"f" : 中継通信モード 1



10. サンプルプログラムの設定例

10.6 中継試験用開発キット(RM-92X-SDK-std3)の出荷時設定を利用した中継機能の確認方法

中継機用開発キット(RM-92X-SDK-std3)では、すぐに中継テストを行うための設定がモジュール内のFlashROMに書き込まれて出荷されています。

親機の設定画面

```
COM74 - Tera Term VT
ファイル(F) 編集(E) 設定(S) コントロール(O) ウィンドウ(W) 漢字コード(K) ヘルプ(H)
?
***** [Settings] *****
[*]RF Mode :[LORA]
[a]RF-Channel :[24](Frequency[920600000Hz])
[b]PAN-ID :[Enable] PAN-ID[0x1234]
[c]SRC-ID :[0x0000]
[d]LAST-DST-ID :[0xFFFF]
[e]Unit Mode :[Parent]
[f]Routing Mode :[Auto-Routing]
[g]RF Settings
  :Tx-Power [13dBm]
  :Bandwidth [125kHz]
  :Factor [SF10]
  :Error Coding [2: 4/6]
  :Optimize [ON]
[h]Ack Request :[Disable]
[i]Data Mode :[Discharge]
[j]Sleep Mode :[Not Use]
[k]UART BaudRate :[115200bps]
[l]Recv Packet Output :RSSI [Enable] SRC-Address[Disable]
  :CR+LF [Enable]
  :[Use] Retry Count[0]
[m]Carrier Sense :[LSE]
[n]Transmit Total Time Set:[Not Use]
[o]Low Level Noise Filter:[Not Use]
[p]AES KEY :[Not Use]
EEPROM Data :
0A 00 06 AE 01 12 34 00 00 18 FF FF 00 00 2B
7E 15 16 28 AE 02 A6 AB F7 15 88 09 CF 4F 3C 01
00 00 00 00 00 00 00 00 0B E8 03 00 00 00
03 E8 00 00 00 00 00 0A 00 00 0A 01 01 00
00 0D 36 DF 3D C0 00 01 C2 00 00 00 00 00 00
00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00
00 C3 50 01 00 00 02 01 00 01
*****
Please input >
```

子機1の設定画面

```
COM50 - Tera Term VT
ファイル(F) 編集(E) 設定(S) コントロール(O) ウィンドウ(W) 漢字コード(K) ヘルプ(H)
?
***** [Settings] *****
[*]RF Mode :[LORA]
[a]RF-Channel :[24](Frequency[920600000Hz])
[b]PAN-ID :[Enable] PAN-ID[0x1234]
[c]SRC-ID :[0x0001]
[d]LAST-DST-ID :[0x0000]
[e]Unit Mode :[Child]
[f]Routing Mode :[Auto-Routing]
[g]RF Settings
  :Tx-Power [13dBm]
  :Bandwidth [125kHz]
  :Factor [SF10]
  :Error Coding [2: 4/6]
  :Optimize [ON]
[h]Ack Request :[Enable] TimeOut[3sec] NoAck Retry[3]
[i]Data Mode :[Discharge]
[j]Sleep Mode :[Not Use]
[k]UART BaudRate :[115200bps]
[l]Recv Packet Output :RSSI [Enable] SRC-Address[Disable]
  :CR+LF [Enable]
  :[Use] Retry Count[0]
[m]Carrier Sense :[LSE]
[n]Transmit Total Time Set:[Not Use]
[o]Low Level Noise Filter:[Not Use]
[p]AES KEY :[Not Use]
EEPROM Data :
0A 00 06 AE 01 12 34 00 01 18 00 00 00 00 2B
7E 15 16 28 AE 02 A6 AB F7 15 88 09 CF 4F 3C 01
00 00 00 00 01 01 00 00 00 0B E8 03 00 00 00
03 E8 00 00 00 00 00 0A 00 00 0A 01 01 00
00 0D 36 DF 3D C0 00 01 C2 00 00 00 00 00 00
00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00
00 C3 50 01 00 00 02 01 00 01
*****
Please input >
```

子機2の設定画面

```
COM73 - Tera Term VT
ファイル(F) 編集(E) 設定(S) コントロール(O) ウィンドウ(W) 漢字コード(K) ヘルプ(H)
?
***** [Settings] *****
[*]RF Mode :[LORA]
[a]RF-Channel :[24](Frequency[920600000Hz])
[b]PAN-ID :[Enable] PAN-ID[0x1234]
[c]SRC-ID :[0x0002]
[d]LAST-DST-ID :[0x0000]
[e]Unit Mode :[Child]
[f]Routing Mode :[Auto-Routing]
[g]RF Settings
  :Tx-Power [13dBm]
  :Bandwidth [125kHz]
  :Factor [SF10]
  :Error Coding [2: 4/6]
  :Optimize [ON]
[h]Ack Request :[Enable] TimeOut[3sec] NoAck Retry[3]
[i]Data Mode :[Discharge]
[j]Sleep Mode :[Not Use]
[k]UART BaudRate :[115200bps]
[l]Recv Packet Output :RSSI [Enable] SRC-Address[Disable]
  :CR+LF [Enable]
  :[Use] Retry Count[0]
[m]Carrier Sense :[LSE]
[n]Transmit Total Time Set:[Not Use]
[o]Low Level Noise Filter:[Not Use]
[p]AES KEY :[Not Use]
EEPROM Data :
0A 00 06 AE 01 12 34 00 02 18 00 00 00 00 2B
7E 15 16 28 AE 02 A6 AB F7 15 88 09 CF 4F 3C 01
00 00 00 00 01 01 00 00 00 0B E8 03 00 00 00
03 E8 00 00 00 00 00 0A 00 00 0A 01 01 00
00 0D 36 DF 3D C0 00 01 C2 00 00 00 00 00 00
00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00
00 C3 50 01 00 00 02 01 00 01
*****
Please input >
```

11.SimpleMACステータスコード一覧表

11.1 データ送信リターンステータス一覧 (デバッグ出力ON : TEXT時)

No	メッセージ	内容	説明
01	Send OK	正常送信	
02	Carrier Sense Error	キャリアセンスエラー	送信時に-80dBm以上の空中線電力を検知した場合に、指定回数のリトライ検出を行いすべて-80dBm以上の空中線電力を検知した場合に表示されるメッセージです。 本メッセージ表示後、送信データは破棄されます。
03	Transmit WaitTime Error	休止時間エラー	前回送信完了後からネットワーク設定に応じた休止時間以内にデータを送信しようとした時に表示されます。 本メッセージは、プログラムにより必ず規定値に従った休止するように設定していますので基本的には表示されることはありませんが、お客様によるプログラム改造等で休止時間が変更された場合などに表示される可能性があります。
04	Transmit TotalTime Error	総和時間エラー	ネットワークの設定条件により、送信しようとするタイミングから1時間分さかのぼった時の送信時間の総和時間が360秒に達している場合に表示されます。 本メッセージが表示された場合、時間をおいて再送信する事で表示されなくなります。

本メッセージは、基本設定メニューの「t」コマンドで、Debug Print Output 設定を ON (TEXT) にした場合に表示されます。

11.SimpleMACステータスコード一覧表

11.2 データ送信リターンステータス一覧 (デバッグ出力ON : CODE時)

No	ステータスコード	内容	備考
1	0x0000	システムスタート	システム開始時に出力します
2	0x1000	送信完了OK	無線送信完了時に出力します。 (ACK受信とは関連していません)
3	0x1001	キャリアセンスエラー	
4	0x1002	送信後休止時間エラー	
5	0x1003	送信総和時間エラー	
6	0x2000	受信チェックサムエラー	
7	0x3000	自動中継接続完了通知	自動中継時のみ
8	0x3001	ルーティングテーブル未登録ノード	自動中継時のみ
9	0x4000	ACK受信OK	
10	0x4001	ACK受信NG (タイムアウト)	
11	0x5000	UARTデータ受信タイムアウト	フレームモード時のみ
12	0x5001	UARTデータフォーマットエラー	フレームモード時のみ

本ステータスコードは、基本設定メニューの「t」コマンドで、Debug Print Output 設定を ON (CODE) にした場合に表示されます。

11.SimpleMACステータスコード一覧表

11.3 ATコマンドモード時の戻り値一覧

No	Status code	内容	説明
1	0x0000	正常応答	正常応答時の戻り値です
2	0xE001	パラメータエラー	ATコマンド発行時のパラメータ内容が規定外の場合の戻り値です
3	0xE002	コマンドコードエラー	存在しないコマンドを発行した場合の戻り値です
4	0xE003	フォーマットエラー	データサイズ(LEN)に対する終端コード(0xAA)の位置が一致しない場合の戻り値です
5	0x009A	デバイスタイプ	cmd=0x3002に対する応答で、RM-92A上で動作している場合
6	0x009C	デバイスタイプ	cmd=0x3002に対する応答で、RM-92C上で動作している場合

12.SimpleMAC自動中継機能について

12.1 概要

SimpleMACの自動中継機能は、子機から親機にデータを送信する通信経路を無線機が自動計算して経路通信を行う機能です。親機は、ネットワークに参加した子機からのデータを受信する事により、内部メモリに子機までの経路情報を自動的に保存します。親機のさらに上位にあたるPCやクラウドから子機に対する下りコマンドを送信する際に、保存された経路情報が使用されます。

項目		
設定CHの範囲	①RM-92A(20mW)の場合 CH24～CH61までの38CH ②RM-92C(250mW)の場合 CH24～CH38までの15CH	
1つのネットワークの定義	1つのCH(周波数CH)+1つのPANアドレスを設定	
1つのCH内のPANの最大数	65535(0～65534)	
1つのネットワーク内の親機と子機の台数	親機 × 1 子機 × 65534	
子機～親機間の通信ホッピング数	最大4ホップ	送信子機と親機の間の中継子機が3台入ります
親機で記憶可能な経路情報数	160経路 (1経路に、最大3台の中継ノードアドレス)	親機のFlashROM容量に依存します
子機が中継機として動作する場合の接続制限	親機からと直接接続している場合 →他の子機からの接続可能台数 3台 親機から見て、第2接続位置の時(自分と親機の間1台) →他の子機からの接続可能台数 2台 親機から見て、第3接続位置の時(自分と親機の間2台) →他の子機からの接続可能台数 1台 親機から見て、第4接続位置の時(自分と親機の間3台) →他の子機からの接続可能台数 0台	

ネットワークの理論上の接続ノード数は、1つの親機に対して最大65534台の子機を登録可能ですが、RM-92AのFlashROM容量の都合により、親機で記憶可能な経路情報数は160経路情報までです。このため、双方向通信が可能な接続可能な子機の台数は、160台です。

下り制御が不要な子機がある場合は、理論値まで登録可能です。

12.SimpleMAC自動中継機能について

12.2 自動中継接続の設定

親機設定の例

```
COM74 - Tera Term VT
ファイル(F) 編集(E) 設定(S) コントロール(O) ウィンドウ(W) 漢字コード(K) ヘルプ(H)
?
***** [Settings] *****
[*]RF Mode :[LORA]
[a]RF-Channel :[24](Frequency[920600000Hz])
[b]PAN-ID :[Enable] PAN-ID[0x1234]
[c]SRC-ID :[0x0000]
[d]LAST-DST-ID :[0xFFFF]
[e]Unit Mode :[Parent]
[f]Routing Mode :[Auto-Routing]
[g]RF-Settings :Tx-Power [13dBm]
:Bandwidth [125kHz]
:Factor [SF10]
:Error Coding [2: 4/6]
:Optimize [ON]
[h]Ack Request :[Disable]
[i]Data Mode :[Discharge]
[j]Sleep Mode :[Not Use]
[k]UART BaudRate :[115200bps]
[l]Recv Packet Output :RSSI [Enable] SRC-Address[Disable]
:CR+LF [Enable]
:m]Carrier Sense :[Use] Retry Count[0]
:LSSE]
[n]Transmit Total Time Set:[Not Use]
[o]Low Level Noise Filter :[Not Use]
[p]AES KEY :[Not Use]
EEPROM Data :
0A 00 06 AE 01 12 34 00 00 00 18 FF FF 00 00 2B
7E 15 16 28 AE D2 A6 AB F7 15 88 09 CF 4F 3C 01
00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 0B E8 03 00 00 00
03 E8 00 00 00 00 00 0A 00 00 00 0A 01 01 00
00 0D 36 DF 3D C0 00 01 C2 00 00 00 00 00 00
00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00
00 C3 50 01 00 00 02 01 00 01
*****
Please input >
```

子機設定の例

```
COM50 - Tera Term VT
ファイル(F) 編集(E) 設定(S) コントロール(O) ウィンドウ(W) 漢字コード(K) ヘルプ(H)
?
***** [Settings] *****
[*]RF Mode :[LORA]
[a]RF-Channel :[24](Frequency[920600000Hz])
[b]PAN-ID :[Enable] PAN-ID[0x1234]
[c]SRC-ID :[0x0001]
[d]LAST-DST-ID :[0x0000]
[e]Unit Mode :[Child]
[f]Routing Mode :[Auto-Routing]
[g]RF-Settings :Tx-Power [13dBm]
:Bandwidth [125kHz]
:Factor [SF10]
:Error Coding [2: 4/6]
:Optimize [ON]
[h]Ack Request :[Enable] TimeOut[3sec] NoAck Retry[3]
[i]Data Mode :[Discharge]
[j]Sleep Mode :[Not Use]
[k]UART BaudRate :[115200bps]
[l]Recv Packet Output :RSSI [Enable] SRC-Address[Disable]
:CR+LF [Enable]
:m]Carrier Sense :[Use] Retry Count[0]
:LSSE]
[n]Transmit Total Time Set:[Not Use]
[o]Low Level Noise Filter :[Not Use]
[p]AES KEY :[Not Use]
EEPROM Data :
0A 00 06 AE 01 12 34 00 01 00 18 00 00 00 00 2B
7E 15 16 28 AE D2 A6 AB F7 15 88 09 CF 4F 3C 01
00 00 00 00 01 01 00 00 00 00 0B E8 03 00 00 00
03 E8 00 00 00 00 00 0A 00 00 00 0A 01 01 00
00 0D 36 DF 3D C0 00 01 C2 00 00 00 00 00 00
00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00
00 C3 50 01 00 00 02 01 00 01
*****
Please input >
```

12.SimpleMAC自動中継機能について

12.3 自動中継接続の仕組み

【子機の動作】

- ①電源投入後、親機に対して「直接接続要求(@REQ)」を発行
- ②親機から「直接接続要求応答(@SET)」を受信した場合、親機との直接接続完了
- ③親機から「直接接続要求応答(@SET)」が一定時間(10秒)受信できなかった場合は、周辺の子機に対して、「ネットワーク参加要求(@BCN)」を発行
- ④周辺の子機で、ネットワークに参加済みの子機が「ネットワーク参加要求(@BCN)」を受信した場合、「ネットワーク参加要求応答(@BCA)」を発行
その際、@BCAコマンドを発行するノードの、下記情報を付加して@BCAを発行します
 - ・ @BCA発行元のノードID
 - ・ 親機との接続情報
 - ・ 周辺子機との接続情報
 - ・ 自ノードと直接接続しているノードとの電波受信強度値
- ⑤周辺子機から「ネットワーク参加要求応答(@BCA)」を複数のノードから受信した場合、@BCA発行元との電波受信強度値と、④で受信するネットワーク情報をもとに、総合的な判断により、1つの@BCA発行元の子機を選択して、そのノードに対して「接続登録要求(@REG)」を発行します
- ⑥一度確立したネットワークが、何らかの原因によりデータ送信に対する、「データ到達ACK(@ACK)」が受信できない場合、所定回数リトライ処理を行います
- ⑦所定回数のリトライでも「データ到達ACK(@ACK)」が受信できない場合、ネットワーク情報を破棄して ①～⑤の処理を繰り返します

12.SimpleMAC自動中継機能について

12.3 自動中継接続の仕組み

【親機の動作】

- ①電源投入後、子機からの「直接接続要求応答(@SET)」を受信した場合、「直接接続要求応答(@SET)」を返信します。

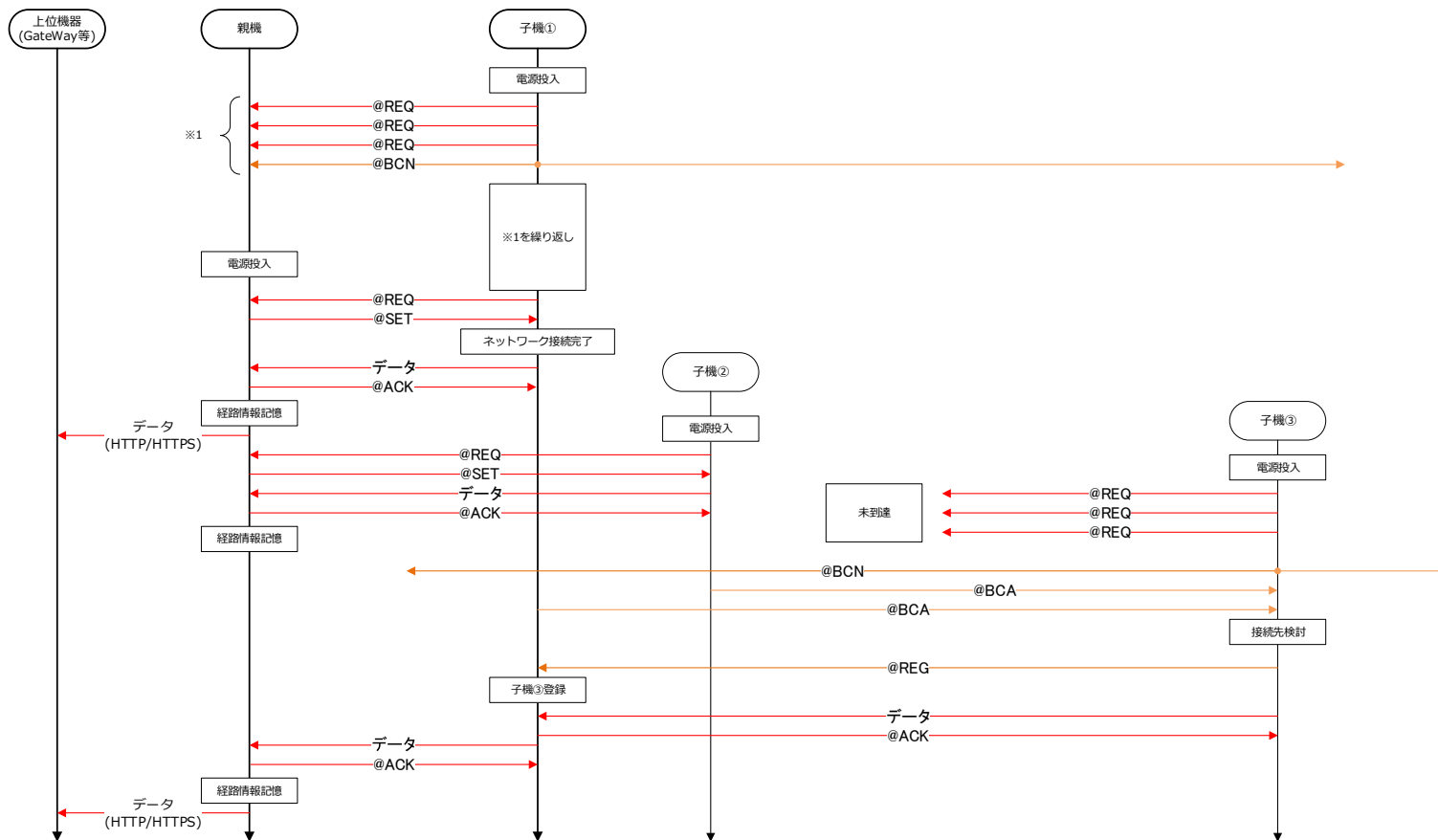
ネットワーク層で行うのはここまでです。

親機では、親機から子機への通信経路情報を自動的には把握しませんので、ネットワークに接続した子機は、参加完了後にダミーデータを送信する事で、親機内の記憶領域に自動的に経路情報が保存されます。

親機の上位(PC、クラウド等)から、任意の子機に下りデータを送信する時に、経路情報が利用されます。

12.SimpleMAC自動中継機能について

12.4 自動中継接続通信イメージ



【説明】

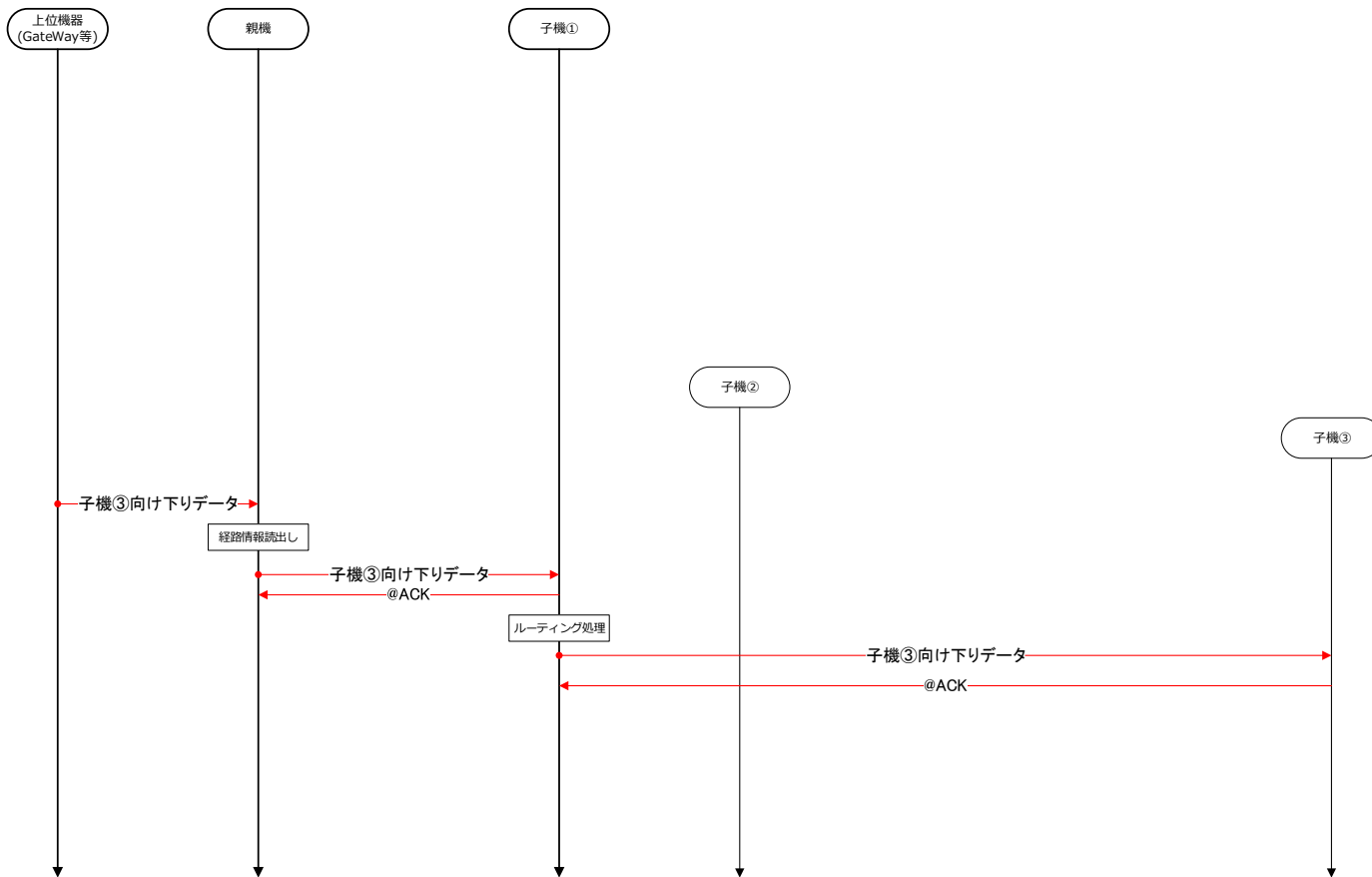
左図の例は、3台の子機と1台の親機が、それぞれ任意のタイミングで電源が投入された時の接続イメージです。

【コマンド説明】

- @REQ 子機から親機に対する直接接続要求コマンド
- @SET 親機から子機への接続応答コマンド
- @BCN 子機が周辺の子機に対する接続要求コマンド
- @BCA 周辺子機から接続要求元の子機に対する応答コマンド
- @REQ 周辺子機に対する登録決定コマンド
- @ACK データ受け取りACK

12.SimpleMAC自動中継機能について

12.5 自動中継による下り通信イメージ



【説明】

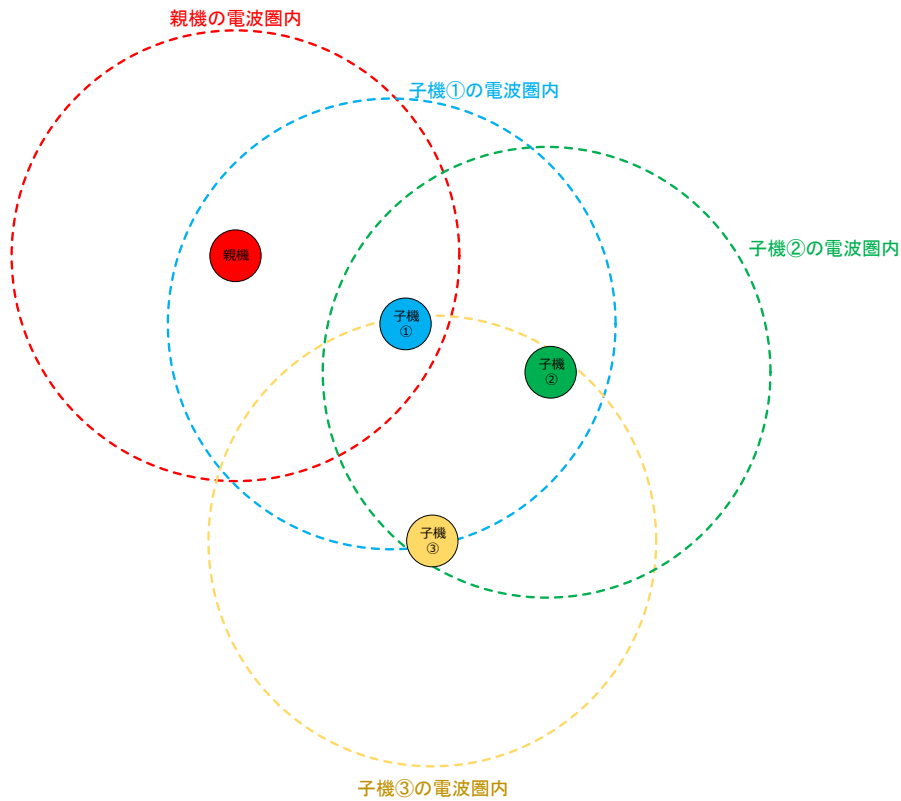
左図の例は、子機③が自動中継接続された後で上位から子機③に対して下りデータを送信する時のイメージです

【コマンド説明】

@ACK データ受け取りACK

12.SimpleMAC自動中継機能について

12.6 自動中継接続概念図



【説明】

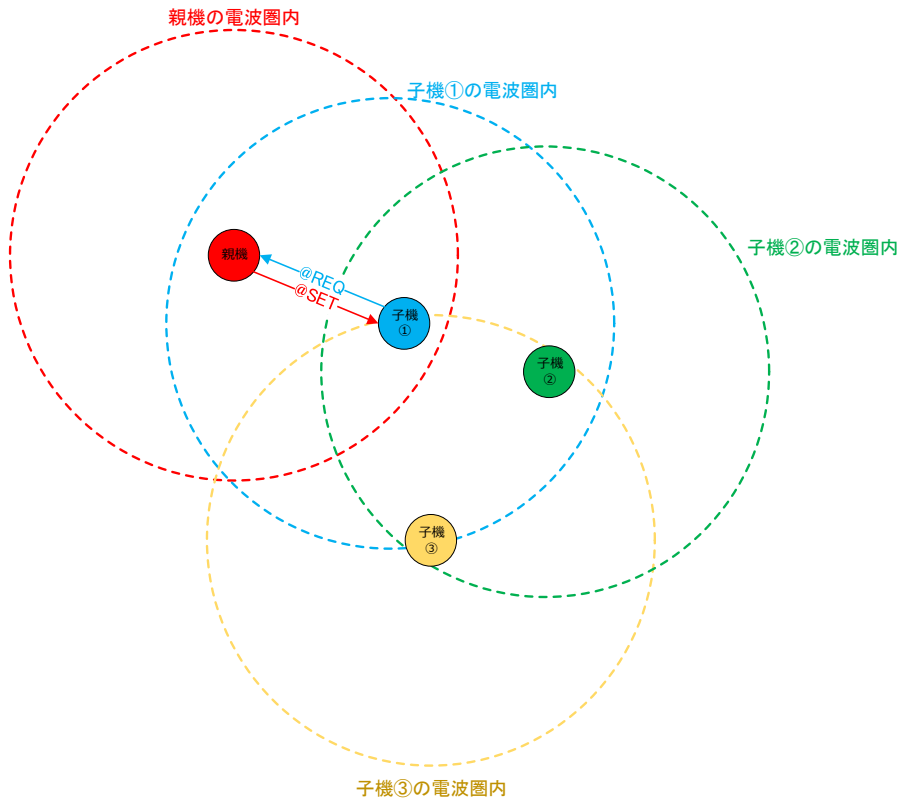
左図の例は、1台の親機と3台の子機で構成するネットワーク概念図です。

親機の電波圏内には、子機①だけが含まれています。

子機①の電波圏内には、子機②と子機③が含まれますが、子機①に対して子機②の方が近い距離にいます。

12.SimpleMAC自動中継機能について

12.7 自動中継接続概念図・子機①から親機への接続要求



【説明】

左図の例は、子機①に電源が投入された場合の動作を示しています。

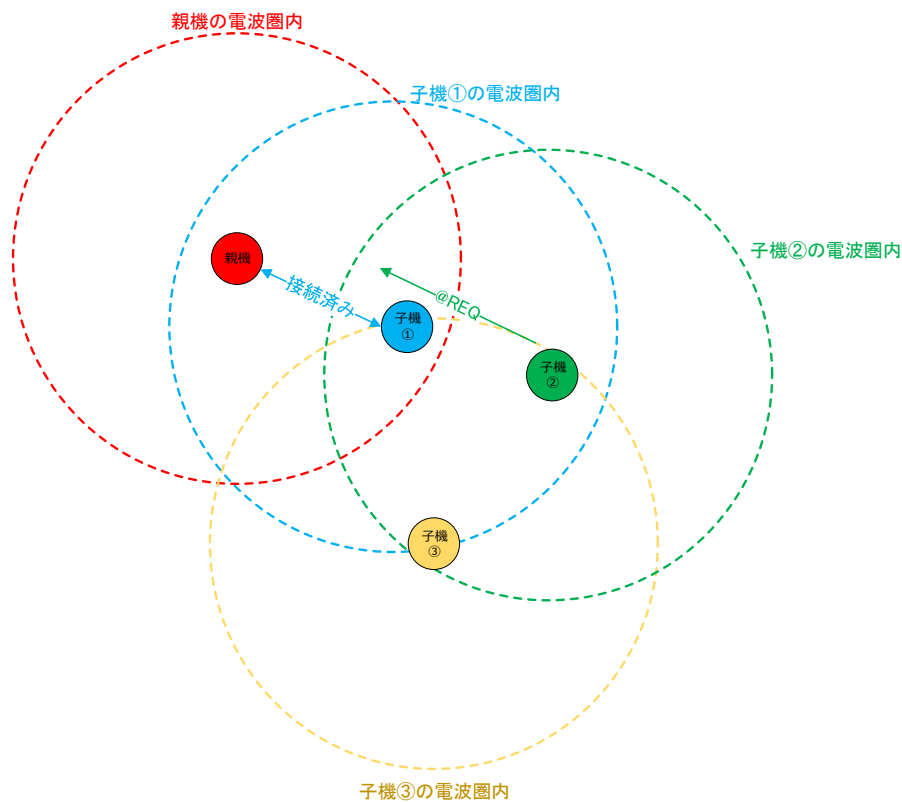
子機①は、電源投入後、親機に対して接続要求(@REQ)を発行します。
親機は、@REQを受信すると、発行元の子機①に対して、接続応答(@SET)を返信します。

以上で、子機①と親機との接続が完了します。

※子機②と子機③の電源は入っていないものとして説明しています。

12.SimpleMAC自動中継機能について

12.8 自動中継接続概念図・子機②の電源ONから親機への接続要求



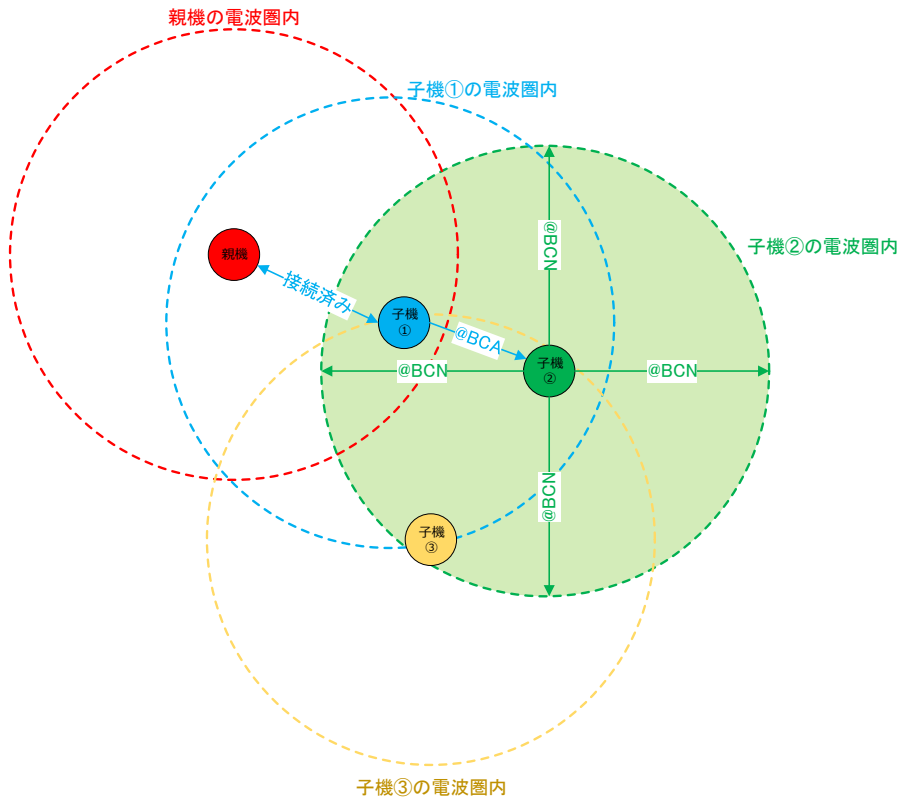
【説明】

左図の例は、子機②に電源が投入された場合の動作を示しています。

子機②は、電源投入後、親機に対して接続要求(@REQ)を発行します。
しかし、子機②は親機の圏外であるため、親機からの応答は受け取れない状態を表しています。
※この時子機②に設定したリトライを所定回数実施されます。

12.SimpleMAC自動中継機能について

12.9 自動中継接続概念図・子機②の電源ON



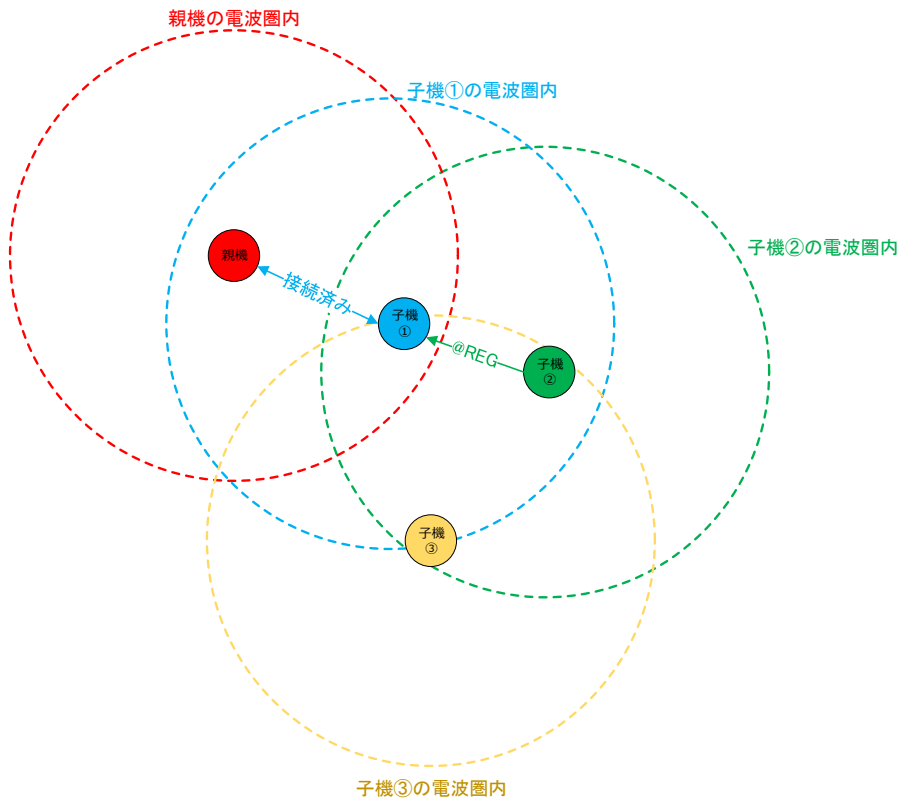
【説明】

左図の例は、子機②から周辺子機に対する、周辺検索(@BCN)が発行された事を表しています。

子機②からの周辺検索(@BCN)に対して、子機①が接続応答(@BCA)を返信します。
子機③は、この時点で電源が入ってないので、応答は返送されません。

12.SimpleMAC自動中継機能について

12.10 自動中継接続概念図・子機②のネットワーク参加完了



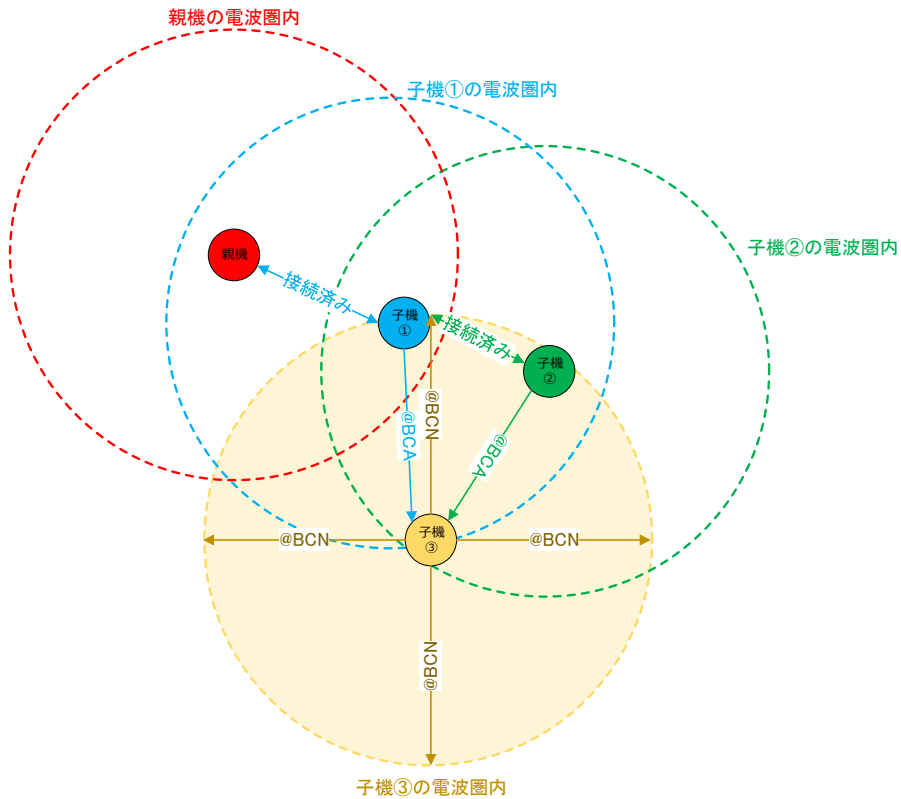
【説明】

左図の例は、子機①からの接続応答(@BCA)に対して、子機②の判断により子機①に対して接続登録(@REG)を送信している状態を表しています。

以上で、子機②は子機①を通してネットワーク参加が完了します。

12.SimpleMAC自動中継機能について

12.11 自動中継接続概念図・子機③の電源ON

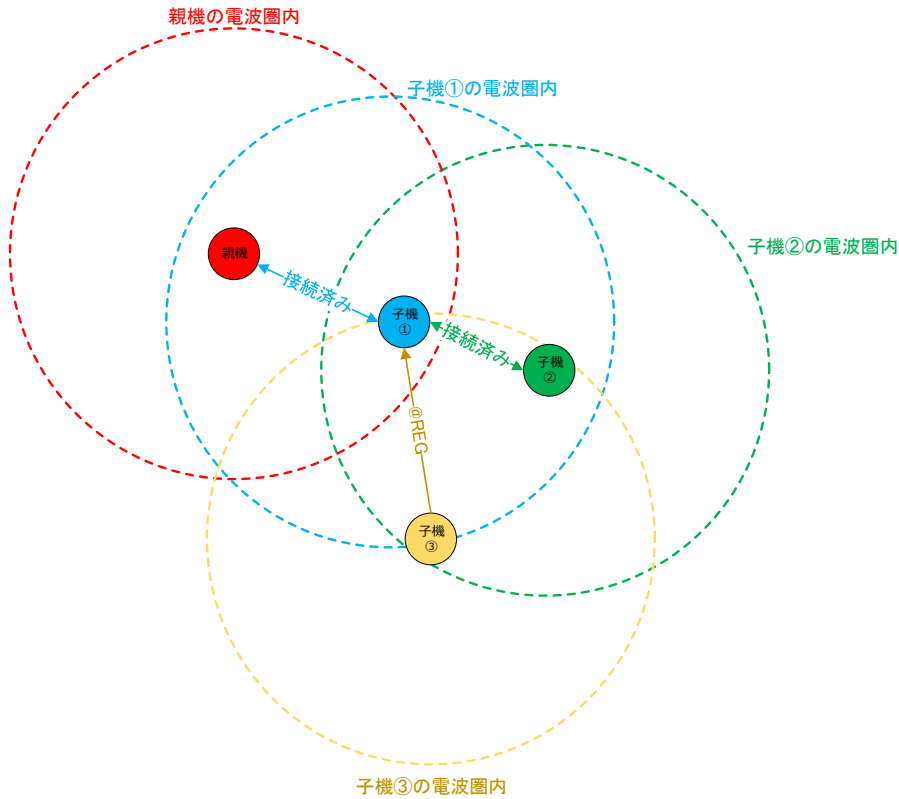


【説明】

左図の例は、子機③から周辺子機に対する、周辺検索(@BCN)が発行された事を表しています。
子機②からの周辺検索(@BCN)に対して、子機①と子機②が接続応答(@BCA)を返信します。

12.SimpleMAC自動中継機能について

12.12 自動中継接続概念図・子機③のネットワーク参加完了



【説明】

左図の例は、子機①と子機②からの接続応答(@BCA)に対して、子機③の判断により子機①に対して接続登録(@REG)を送信している状態を表しています。

子機③は、子機①と子機②のネットワーク接続条件から、親機への接続ネスト数が少ない子機①を選択しています。

以上で、子機③は子機①を通してネットワーク参加が完了します。
この時点で、子機①は、子機②と子機③の2台を孫機として接続することになります。

13.自動起動時の出力ダンプメッセージ詳細説明

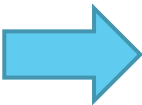
SimpleMACでは、設定で、Debug message を有効(ON:TEXT、又は ON:CODE)になっていた場合、ネットワーク設定情報がDumpイメージでシリアル出力されます。
任意に設定した情報が、正しく反映されているかなど、ユーザーがチェックする場合にDumpメッセージ内容をチェックする事が出来ます。

本章では、Dumpメッセージでユーザーが設定可能なパラメータ項目に対する、Dumpメッセージと紐づいている箇所の説明をします。

【実際のシリアル出力イメージ】 下記値は、出荷時の標準設定値です

Setting menu display = OR (wait for 10 seconds)

EEPROM Read Data ---->
0A 00 06 AE 03 12 34 00 01 0D 18 00 00 00 00 2B
7E 15 16 28 AE D2 A6 AB F7 15 88 09 CF 4F 3C 02
00 00 00 00 01 00 01 00 00 00 13 88 02 00 00 00
03 E8 00 00 00 00 00 0A 00 00 00 0A 01 01 00
00 0D 36 DF 3D C0 00 01 C2 00 00 00 00 00 00 00
00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00
00 C3 50 01 00 00 01 01 00 01 FF 77 00 00 13 88
00 00 13 88 00 00 00 80 01 00 98 54 67 AB 09 00
F6 FF 03 BA FC 45 00 01 00 01 00 00



以下は、説明用に各項目について座標を割り当てた表です。次ページに項目別の説明を記載します。
黄色くマークされた部分が、ユーザーがシリアル設定メニューで設定した数値です。 ※黄マーク以外の値については非公開とさせて頂いています。

座標	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
A	0A	00	06	AE	03	12	34	00	01	0D	18	00	00	00	00	2B
B	7E	15	16	28	AE	D2	A6	AB	F7	15	88	09	CF	4F	3C	02
C	00	00	00	00	01	00	01	00	00	00	13	88	02	00	00	00
D	03	E8	00	00	00	00	00	00	0A	00	00	00	0A	01	01	00
E	00	0D	36	DF	3D	C0	00	01	C2	00	00	00	00	00	00	00
F	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
G	00	C3	50	01	00	00	01	01	00	01	FF	77	00	00	13	88
H	00	00	13	88	00	00	00	80	01	00	98	54	67	AB	09	00
I	F6	FF	03	BA	FC	45	00	01	00	01	00	00				

13.自動起動時の出力ダンプメッセージ詳細説明

以下は、説明用に各項目について座標を割り当てた表です。次ページに項目別の説明を記載します。

縦軸	横軸	説明
A	0	変調のFactor設定 (0:SF6 1:SF7 2:SF8 3:SF9 4:SF10 5:SF11 6:SF12)
	1	送信変調帯域幅設定 (0:125kHz 1:250kHz 2:500kHz)
	2	UARTボーレート設定
	4	キャリアセンスリトライ回数 (0:リトライしない 1~9:リトライ回数)
	5,6	PAN-ID
	7,8	自身ID
	9	RF出力電力 (0:20mW[+13dBm] 1:4mW[+6dBm] 2:1mW[+0dBm])
	10	通信チャンネル (24~61)
	11,12	最終宛て先ID
B	15	中継有無設定 (0:固定中継 1:自動中継 2:非中継)
C	4	親子モード設定 0:親機 1:子機
	5	ACK要求有無
	6	送信時間総和有無設定処理 (0:処理しない 1:処理する)

13.自動起動時の出力ダンプメッセージ詳細説明

縦軸	横軸	説明
C	7	送信休止時間設定処理 (0:休止無し 1:2msec 2:50msec 3:送信時間の10倍)
	8,9,10,11	ACK応答タイムアウト
	12	ACK無応答時リトライ送信回数
	13	データ送信モード
C,D	14,15,0,1	タイマー送信モード 送信間隔
D	3	スリープ有効フラグ (0:スリープしない 1:スリープする)
	5,6,7,8	スリープタイマー時間
	13	受信時RSSI出力
	14	PAN-IDアドレス有効
	15	受信時送信元ID出力
E	0	キャリアセンスディセーブル (0:Enable 1:Disable)
	10,11	固定中継用 ホップ数
	12,13	固定中継用 中継 1
	14,15	固定中継用 中継 2
F	0,1	固定中継用 中継 3
	14	FSK送信モードフラグ
F,G	15,0,1,2	FSKビットレート
G	3	RTC LSI<-->LSE 切替フラグ

13.自動起動時の出力ダンプメッセージ詳細説明

縦軸	横軸	説明
G	4	AES暗号化有無
	6	LORAエラーコーディング
	7	LORAオブティマイズ
	8	低レベルチャンネルノイズフィルタ
	9	改行コード出力有無
	10,11	中継接続RSSI閾値（親機のみ）
H	8	デバッグ出力有無
	9	PANID有効/無効
I	6	受信データ長出力有無
	7	ブロードキャストホッピングモード
	8	受信データ出力コード設定（バイナリorBCD）
	11	FSKホワイトニング有効/無効

14. データ送信可能サイズ一覧

920MHz帯の日本の電波法では、一度に連続して送信できる通信時間は4秒以内という制限があります。
SimpleMACでは、ペイロード部（「8.1 エアフォーマット」を参照）にセットできるユーザーデータの最大サイズを以下で制限しています。
制限の最大サイズを超えた場合、エラー処理または分割送信されます。

【送信モード別処理】

- Dischargeモードの場合、最大サイズで分割して送信します
- Frameモードの場合、エラーメッセージを表示し、送信はされません（デバッグ出力ON時）
- ATコマンドモードの場合、エラーコードを返し、送信はされません

BW	BW 125kHz				BW 250kHz				BW 500kHz			
	CDR 4/5	4/6	4/7	4/8	CDR 4/5	4/6	4/7	4/8	CDR 4/5	4/6	4/7	4/8
SF6	228	228	228	228	228	228	228	228	228	228	228	228
SF7	228	228	228	228	228	228	228	228	228	228	228	228
SF8	228	228	228	228	228	228	228	228	228	228	228	228
SF9	228	228	228	228	228	228	228	228	228	228	228	228
SF10	228	228	228	204	228	228	228	228	228	228	228	228
SF11	171	139	112	94	228	228	228	228	228	228	228	228
SF12	73	53	43	33	193	158	128	108	228	228	228	228

SimpleMACstd92A/92C 取り扱い説明書

◆Release version

Rev 2.10.01 2022-12-16