

BEETLE MODULE

プロダクトマニュアル Ver1.0.5

本ドキュメントは「Beetle Module」に関するマニュアルです。モジュールの特徴やスペック、動作、設定用コマンド等をまとめてあります。

目次

1. Beetle Module とは？ 2

- ・ 接続方法 - 3
- ・ スペック - 4
- ・ ピン配置 - 5
- ・ 外形図 - 6

2. 動作 7

- ・ トランスペアレントモード - 7
- ・ ATコマンドモード - 8
- ・ スリープ - 8
- ・ 機能ピン - 9

3. 使いかた 10

- ・ 対向通信 - 10
- ・ 間欠データ送信 - 11
- ・ スリープモードの解除 - 12

4. XBee との違い 13

5. AT コマンド 14

- ・ コマンド一覧 - 14
- ・ コマンド解説 - 19

1. Beetle Module とは？

Beetle Module は、920MHz 帯無線モジュール「Beetle Module Type K」に、XBee(※)互換シールド「Beetle Module Shield」を接続し、XBeeピン互換にした製品です。XBeeのATコマンドを利用できるようにしており、現在、トランスパレントモードとATコマンドモード(一部)を使用可能です。

なお、挙動に関しては、XBeeと規格もスタックも違うため同一ではない部分があります。詳しくは「3. XBeeとの違い」をご覧ください。

XBeeで単純な通信、もしくは定期的なデータ送信を行うシステムがあって、それを920MHz帯に置き換えたいとき等に利用できます。

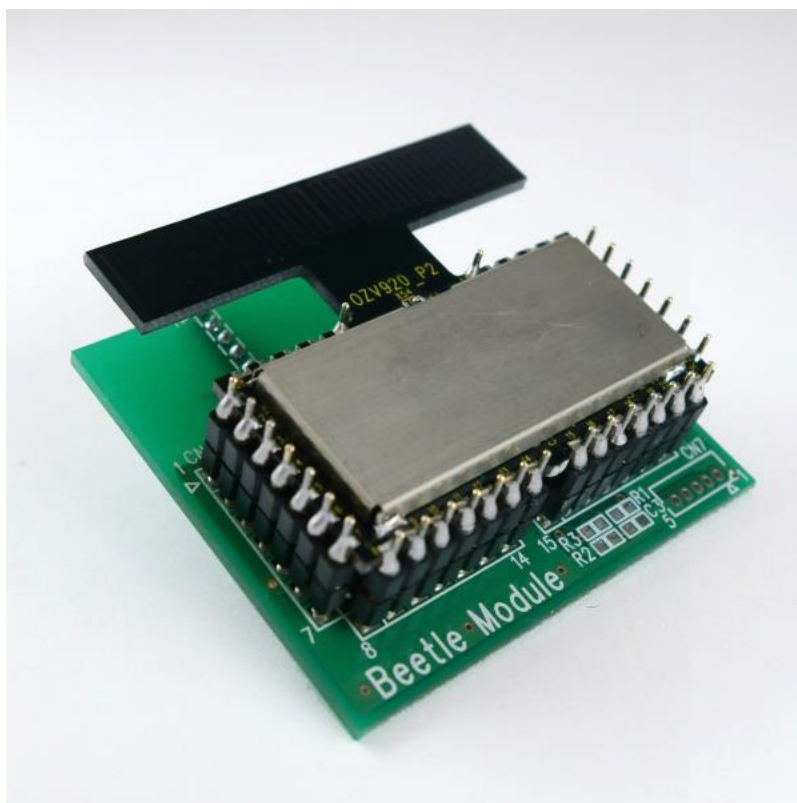


図 1-1. Beetle Module

(※) XBee は Digi International 社の製品です

● 接続方法

Beetle Module は図 1-2 の向きで、垂直にピンを差し込んでください。

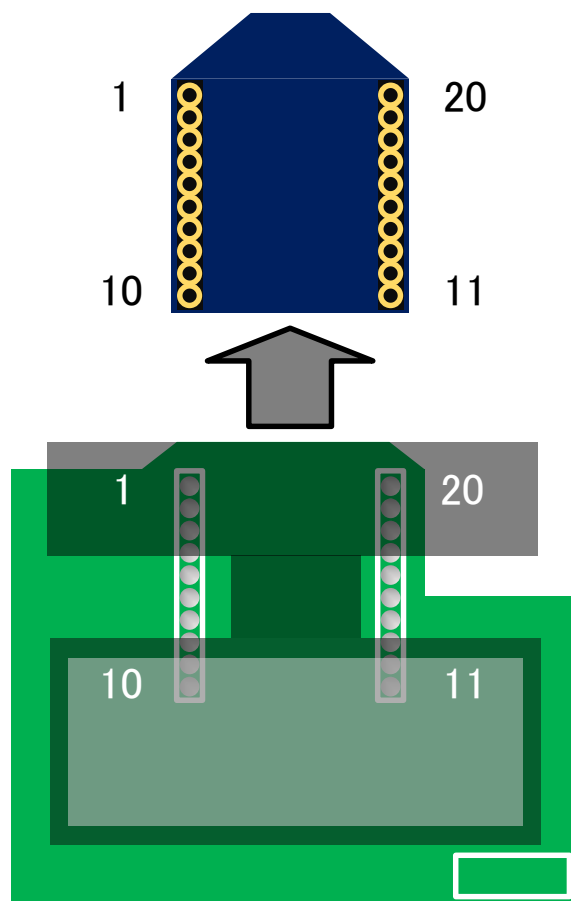


図 1-2. 接続方法

● スペック

Beetle Module のスペックは以下のとおりです。

表 1-1.スペック

項目	説明
認証規格	ARIB STD-T108
周波数帯	以下の 3 チャンネルを使用します。 1ch : 928.35MHz 2ch : 928.85MHz 3ch : 929.35MHz
変調方式	GFSK
RF モジュール通信速度	~100kbps
送信時消費電流	26.1mA
受信時消費電流	14.8mA
動作電源(VCC)範囲	2.2V~3.6V
動作温度範囲	-20℃~+75℃
AD コンバータ分解能	10bit
AD コンバータリファレンス電圧	VCC

● ピン配置

BeetleModule のピン配置を以下に示します。

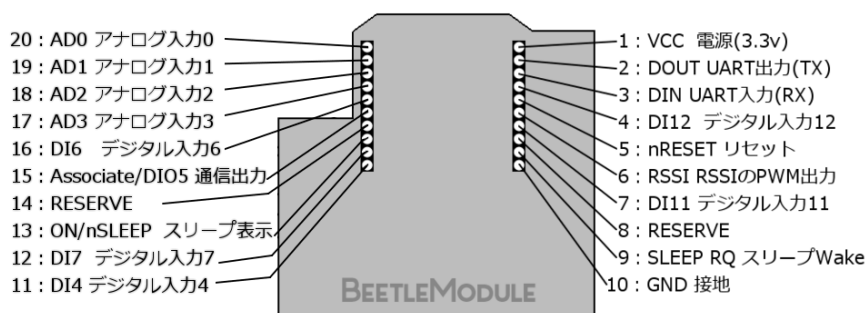


図 1-3. ピン配置

表 1-2. ピン配置

ピン番号	名称	説明
1	VCC	電源(3.3V)
2	DOUT	UART 出力(TX)
3	DIN	UART 入力(RX)
4	DI12	デジタル入力 12
5	nRESET	負論理のリセットピンです。
6	RSSI	RF モジュールがデータを受信した時、LQI(電波通信品質)の情報を PWM 出力するピンです。
7	DI11	デジタル入力 11
8	RESERVE	予約ピンです。
9	SLEEP RQ	スリープ状態から Wake させるためのトリガ用ピンです。スリープが有効の際に使用します。
10	GND	接地
11	DI4	デジタル入力 4
12	DI7	デジタル入力 7
13	ON/nSleep	スリープ状態表示ピンです。Wake 時は High、Sleep 時は Low となります。
14	RESERVE	予約ピンです。
15	Associate	通信出力
16	DI6	デジタル入力 6
17	AD3	アナログ入力 3
18	AD2	アナログ入力 2
19	AD1	アナログ入力 1
20	AD0	アナログ入力 0

● 外形図

Beetle Module の外形図を示します。

・Beetle Module Type K

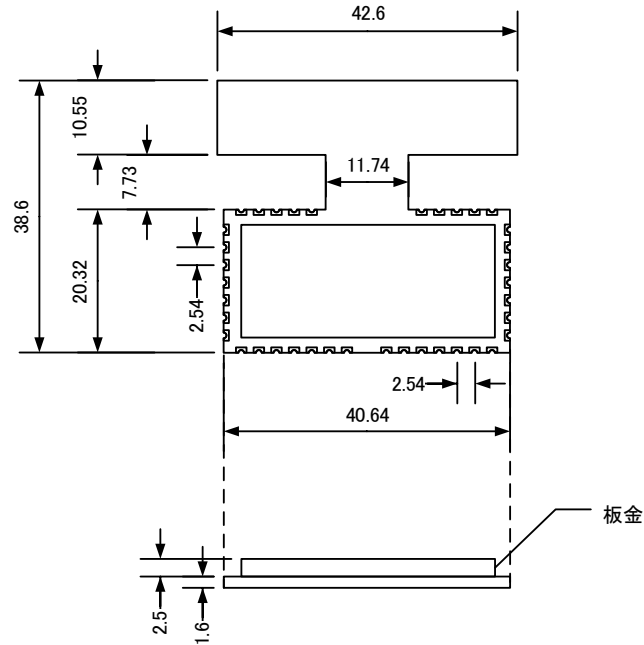


図 1-4. Beetle Module Type K 外形図

・Beetle Module Shield

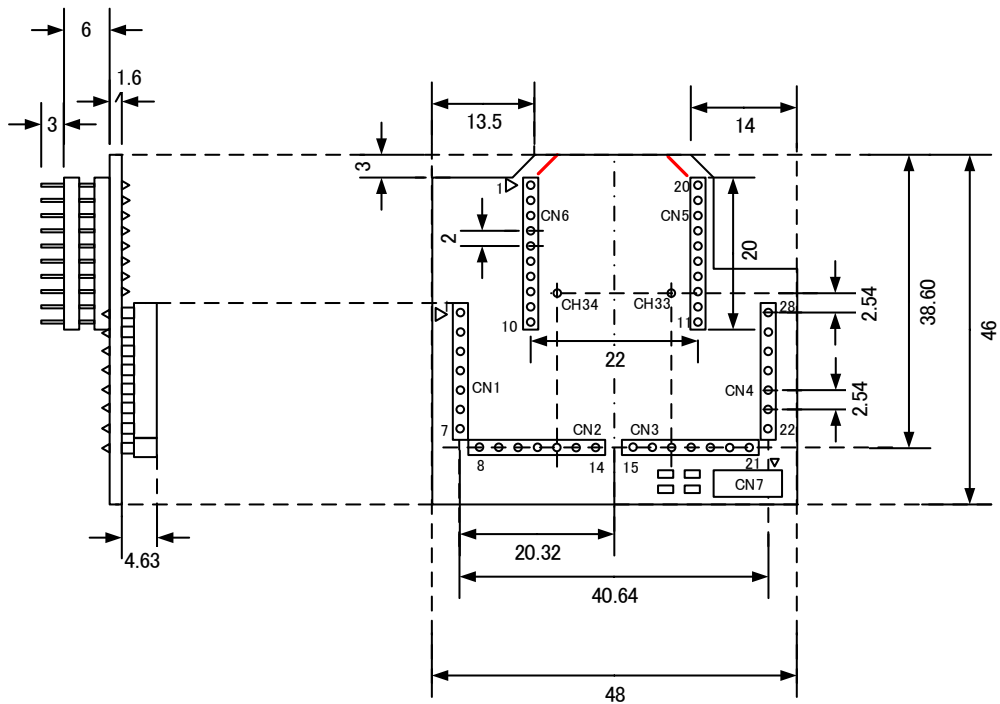


図 1-5. Beetle Module Shield 外形図

2. 動作

BeetleModule は以下のモードで動作します。

- ・トランスペアレントモード：1対1の対向通信を行う。
- ・ATコマンドモード：ATコマンドを用いて端末の設定を行う。
- ・スリープ（間欠モード）：スリープしつつ定期的にデータを送信する。

● トランスペアレントモード

指定した端末と1対1の対向通信を行うモードです。電源を投入時に最初に移行します。DOUTピンから送られたデータを、RFモジュールを用いて無線で送信します。

RFモジュールが他の端末から自分宛のデータを受信した場合、DINピンからデータが出力され、RSSIピンからLQI(電波通信品質)の情報が出力されます。

トランスペアレントモードでデータ送信する場合、現状データ量は240byte未満でデータ送信間隔は500msec間隔毎にしてください。それ以上データ量を送信したり、送信間隔が早かったりすると、データが分割して送信されますので注意してください。

● AT コマンドモード

ATコマンドモードは、「AT」から始まりCR(復帰)で終わるコマンドを使用し、端末の動作設定を行うモードです。トランスペアレントモード中に「+++ (CR は不要)」を送信し、約 1 秒後に本モードに移行します。本モードは ASCII コードの大文字を使用します。コマンドフォーマットは以下のとおりです。

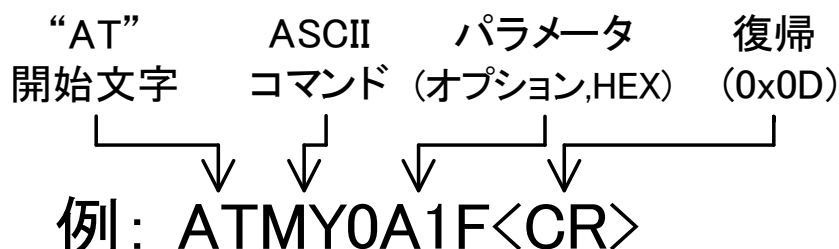


図 2-1. AT コマンド フォーマット

処理が正常に行われた場合「OK」、パラメータが長い場合や、パラメータ範囲外の場合は「ERROR」が返ります。

本モードを終了し、トランスペアレントモードに移行する場合は「AT コマンドモード終了(ATCN コマンド)」もしくは「リセット(ATFR コマンド)」コマンドを使用します。

RF モジュールが他の端末から自分宛のデータを受信した場合、データはシリアル出力されません。しかし、RSSI ピンから LQI(電波通信品質)の情報が出力されます。

本モジュールでは現在、ATCN もしくは ATFR を送る、もしくはリセットがかからないとトランスペアレントモードに移行しません。例えば、PC の COM ポートなどからシリアル通信を行っていて、ポートの接続を解除しただけではトランスペアレントモードには移行しませんのでご注意ください。

また、各種設定を行った後、ATWR もしくは ATCN コマンドを送ることで設定が保存されるため、設定を反映させる場合はいずれかのコマンドを送信してください。

● スリープ (間欠モード)

「スリープモード(ATSM コマンド)」の設定を「1」もしくは「2」にしていた場合、端末は定期的なスリープ状態に移行します。

スリープに入って「スリープ時間(ATSP コマンド)」に指定した時間が経過された後、スリープから起き、「スリープ開始前時間(ATST コマンド)」がたった後、トランスペアレントモードの設定で指定された相手に「IO 読み取り(ATIS コマンド)」のデータを送信し、再度スリープに入ります。

● 機能ピン

BeetleModule にはいくつかの機能ピンが存在します。

・RSSI ピン(6 ピン)

RF モジュールがデータを受信した時、LQI(電波通信品質)の情報を PWM 出力するピンです。LQI の値は 0~255 で、255 の時が、通信品質が一番良い状態です。LQI[msec]で ON/OFF が切り替えられ、「RSSI PWM 時間 (ATRP コマンド)」の間点灯します。

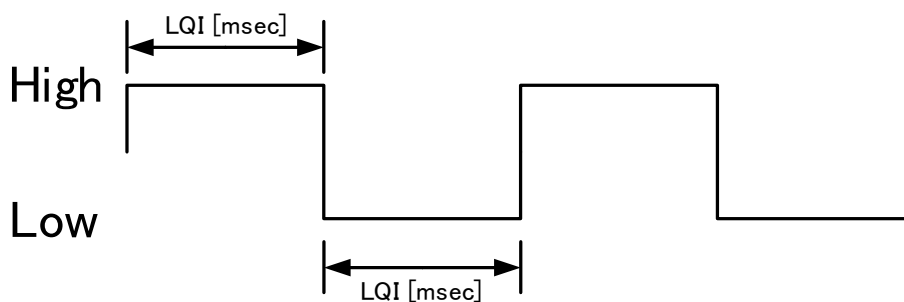


図 2-2. RSSI ピン 動作

・SLEEP RQ ピン(9 ピン)

スリープ状態から Wake させるためのトリガ用ピンです。スリープが有効の際に使用します。スリープモードの設定で「1」を設定した場合、SLEEP RQ ピンが「High」、「2」の場合は「Low」の際、スリープから復帰させることが可能です。

・ON/nSleep ピン(13 ピン)

スリープ状態表示ピンです。Wake 時は High、Sleep 時は Low となります。

・Associate ピン(15 ピン)

通信出力ピンです。RF 送信中に High となります。

・AD ピン[0-3](17-20 ピン)

アナログ入力ピンです。10bit の分解能のデータ(0(0V)~1023(VCC))を読み取ります。

3. 使い方

BeetleModule を用いて、通信を行う場合の設定についてまとめます。

● 対向通信

図 3-1 のように、端末 A,B 間をトランスペアレントモードで対向通信を行う場合の設定方法についてまとめます。

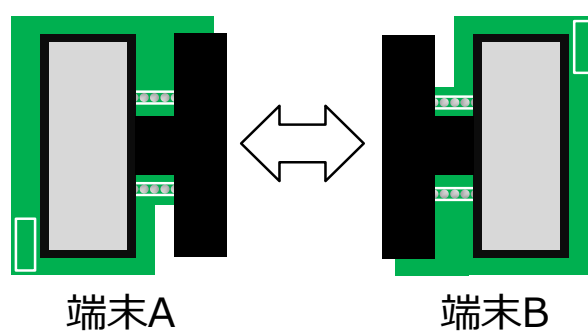


図 3-1 対向通信

例として端末 A の端末アドレスを「0001」、端末 B の端末アドレスを「0002」とし、周波数帯域 928.35MHz、PANID「1234」で通信を行う場合を想定します。

表 3-1. 対向通信 設定項目

設定項目	内容	端末 A	端末 B
CH	動作チャンネル	0	0
ID	PANID	1234	1234
MY	自端末アドレス	0001	0002
DA	送信先アドレス	0002	0001

● 間欠データ送信

図 3-2 のように、端末 B のアナログ/デジタルピンの情報を、定期的に端末 A に送信する場合の設定方法についてまとめます。

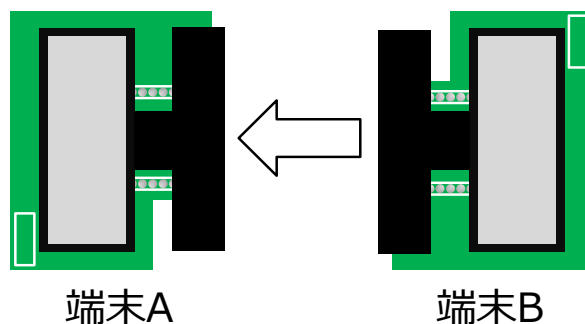


図 3-2 間欠データ送信

例として端末 A の端末アドレスを「0001」、端末 B の端末アドレスを「0002」とし、周波数帯域 928.35MHz、PANID「1234」で通信を行い、1 分周期でデータを送信する場合を想定します。

表 3-2. 間欠データ送信 設定項目

設定項目	内容	端末 A	端末 B
CH	動作チャンネル	0	0
ID	PANID	1234	1234
MY	自端末アドレス	0001	0002
DA	送信先アドレス	0002	0001
SM	スリープモード	0	1
SP	スリープ時間	未設定	253(59500msec)
ST	スリープ開始前時間	未設定	1F4(500msec)

● スリープモードの解除

スリープモードを使用していて、解除したい場合がでできます。その際の解除方法について解説します。例えば、ATSMを1(SLEEPREQピン:Highで復帰)にしていた場合、以下の手順で解除します。

- ① SLEEPREQピンをHigh(3.3V)にする。
- ② 数秒後に“+++”を送信し、ATコマンドモードに移行する。
- ③ “ATSM0”でスリープモードなしの設定にする。
- ④ “ATWR”で設定を保存する。

4. XBee との違い

ここでは XBee との現状での挙動の違いについてまとめます。

● スペック

周波数帯をはじめとした、Beetle Module のスペックは XBee と異なります。「1. Beetle Module とは？」の「スペック」をご確認ください。

● API モード非対応

現在 API モードに対応しておりません。その為現在は 1 対 1 の通信のみ対応しております。今後 1 対多の通信に対応する予定です。

● AT コマンドモードでの情報設定

AT コマンドモードで状態設定を行った場合、「AT コマンドモード終了(ATCN コマンド)」を送信しなければトランスペアレントモードに動作が反映されません。

● AT コマンドモードからトランスペアレントモードへの移動

XBee の場合、トランスペアレントモードに入った場合、AT コマンドモードタイムアウト時間を経過すると、AT コマンドモードからトランスペアレントモードに移行しておりました。

現在の Beetle Module にはタイムアウトが存在しないため、「AT コマンドモード終了(ATCN コマンド)」もしくは「リセット(ATFR コマンド)」コマンドを使用するか、RESET ピンを使用するか、電源を OFF/ON することで移動できます。

● 送信間隔

トランスペアレントモードでデータ送信する場合、現状データ量は 240byte 未満でデータ送信間隔は 500msec 間隔毎にしてください。それ以上データ量を送信したり、送信間隔が早かったりすると、データが分割して送信されますので注意してください。

● その他

- ・未実装の AT コマンドがあります。
- ・送信先アドレス設定用「ATDA」コマンドがオリジナルで存在します。
- ・AT コマンドでコマンドとパラメータの間にスペースをいれることができません。
- ・AT コマンドモードへの移行の際「+++」以外の設定にすることができません。
- ・ATDB コマンドで取得できる受信電波強度情報は、別の端末からのデータを受け取ることで反映されます。
- ・ATCH、ATIS、ATSM、ATSP コマンドの挙動は XBee と異なります。
- ・RSSI ピン及び Associate ピンの挙動は XBee と異なります。

5. AT コマンド

BeetleModule の引数は 16 進数で指定します。使用できるコマンドは以下の分類に分けられます。

- ・メモリ：メモリ関連の処理を行うコマンドです。
- ・ネットワーク：ネットワークの設定・処理を行うコマンドです。
- ・アドレッシング：アドレスの設定を行うコマンドです。
- ・無線：無線の設定関連のコマンドです。
- ・UART：UART の設定関連のコマンドです。
- ・入出力：入出力関連のコマンドです。
- ・診断：モジュール情報の診断を行うコマンドです。
- ・AT コマンドオプション：AT コマンドの設定関連のコマンドです。
- ・スリープ：スリープの設定関連のコマンドです。

● コマンド一覧

- ・メモリ

表 5-1. コマンド一覧：メモリ

コマンド名	説明	設定範囲	初期値
WR	設定書き込み 不揮発性メモリに設定を書込みます。	-	-
RE	工場出荷初期化 不揮発性メモリに書かれた設定を工場出荷状態に戻します。	-	-
FR	リセット 端末をリセットします。AT コマンドモード上で設定した内容は反映されません。	-	-

・ネットワーク

表 5-2. コマンド一覧：ネットワーク

コマンド名	説明	範囲	初期値
CH	動作チャンネル RF モジュールで使用するチャンネルを読み取り/書き込みします。	0(1ch) - 2(3ch)	0
ID	PANID ネットワーク識別 ID を読み取り/書き込みします。	0 - 0xFFEF	0
ND	端末検索 同じネットワーク上にどのアドレスの端末が存在するかを調べます。	-	-

・アドレッシング

表 5-3. コマンド一覧：アドレッシング

コマンド名	説明	設定範囲	初期値
MY	自端末アドレス ネットワーク上での自分の端末を識別するためのアドレスを読み取り/書き込みします。	0 - 0xFFEF	0
DA	送信先アドレス トランスペアレントモード時の送信先となる端末のアドレスを読み取り/書き込みします。	0 - 0xFFEF	0
SH	シリアル番号(上位) 端末ごとにユニークに割り振られる IEEE 64bit アドレスの上位 32bit を読み取ります。	0 - 0xFFFFFFFF [ReadOnly]	工場出荷時に設定
SL	シリアル番号(下位) 端末ごとにユニークに割り振られる IEEE 64bit アドレスの下位 32bit を読み取ります。	0 - 0xFFFFFFFF [ReadOnly]	工場出荷時に設定

・無線

表 5-4. コマンド一覧：無線

コマンド名	説明	設定範囲	初期値
PL	送信電波強度 RF モジュールが通信する際の送信電波強度を読み取り/書き込みします。	0 - 4 0 : LOWEST(-10dBm) 1 : LOW(-6dBm) 2 : MEDIUM(-4dBm) 3 : HIGH(-2dBm) 4 : HIGHEST(0dBm)	4 (0dBm)
DB	受信電波強度 他のモジュールから受信した電波強度の値を取得します。他のモジュールから受信を 1 度も受けていない場合「ERROR」が返ります。	0-0xFF [-dBm] [ReadOnly]	-

・UART

表 5-5. コマンド一覧：UART

コマンド名	説明	設定範囲	初期値
BD	ボーレート UART で通信を行う際のボーレートを読み取り/書き込みします。	0 - 8 0 : 1200bps 1 : 2400bps 2 : 4800bps 3 : 9600bps 4 : 19200bps 5 : 38400bps 6 : 57600bps 7 : 115200bps 8 : 230400bps	3 (9600bps)

・入出力

表 5-6. コマンド一覧 : IO

コマンド名	説明	設定範囲	初期値
RP	RSSI PWM 時間 RF モジュールがデータを受信した後、RSSI ピンに PWM 出力される時間を読み取り/書き込みします。	0 - 0xFF [×100msec]	0x28 (4sec)
IS	IO 読み取り モジュールの DI 及び ADC のデータを読み取ります。	[DI(4桁)]<CR> [ADC0(4桁)]<CR> [ADC1(4桁)]<CR> [ADC2(4桁)]<CR> [ADC3(4桁)]<CR> [ReadOnly]	-

・診断

表 5-7. コマンド一覧 : 診断

コマンド名	説明	設定範囲	初期値
VR	バージョン 端末のバージョンを読み取ります。	0 - 0xFFFFFFFF [ReadOnly]	工場出荷時に 設定

・AT コマンドオプション

表 5-8. コマンド一覧 : AT コマンドオプション

コマンド名	説明	設定範囲	初期値
(パラメータなし)	通信確認 OK を返します。	-	-
CN	AT コマンドモード終了 設定を保存し、AT コマンドモードを終了します。	-	-

・スリープ

表 5-9. コマンド一覧 : スリープ

コマンド名	説明	設定範囲	初期値
SM	スリープモード スリープに関する設定を読み取り/書き込みします。	0 - 2 0 : スリープなし 1 : あり [間欠モード] (SLEEPREQ ピン : High で復帰) 2 : あり [間欠モード] (SLEEPREQ ピン : Low で復帰)	0
SP	スリープ時間 スリープモードが「あり」の場合、スリープに入る時間を読み取り/書き込みします。	1 - 0xFFFF [×100msec]	0x64 (10sec)
ST	スリープ開始前時間 スリープモードが「あり」の場合、再びスリープに入るまでの時間を読み取り/書き込みします。	0x64 - 0xFFFF [msec]	0x1F4 (500msec)

●コマンド解説

コマンドに関する解説をまとめます。コマンドはアルファベット順に並べてあります。

BD コマンド - ボーレート

UART で通信を行う際のボーレートを読み取り/書き込みします。

AT コマンド : ATBD

範囲 : 0 - 8

設定値	ボーレート(bps)
0	1200
1	2400
2	4800
3	9600
4	19200
5	38400
6	57600
7	115200
8	230400

初期値 : 3 (9600bps)

CH コマンド - 動作チャンネル

UART で通信を行う際のボーレートを読み取り/書き込みします。

AT コマンド : ATCH

範囲 : 0 - 2

RF モジュールは、ここで指定された周波数の電波を受信することが可能です。

設定値	使用周波数
0	928.35MHz
1	928.85MHz
2	929.35MHz

トランスペアレントモードで 1 対 1 の通信を行う場合、相手の端末の動作チャンネルと同一の設定にする必要があります。

初期値 : 0 (928.35MHz)

CN コマンド - AT コマンドモード終了

設定を保存し、AT コマンドモードを終了します。

AT コマンド : ATCN

設定を保存し、AT コマンドモードに移行するまで約 1 秒かかります。

DA コマンド – 送信先アドレス

トランスペアレントモード時の送信先となる端末のアドレスを読み取り/書き込みします。

AT コマンド : ATDA

範囲 : 0 - 0xFFEF

初期値 : 0

DB コマンド – 受信電波強度

他のモジュールから受信した電波強度の値を取得します。他のモジュールから受信を 1 度も受けていない場合「ERROR」が返ります。

AT コマンド : ATDB

設定範囲 : 0-0xFF [-dBm]

[ReadOnly]

例えば 0x40 という値を取得した場合、-64dBm となります。電波強度の目安として、-70dBm 以上であれば通信は良好、-90dBm だと通信状態が悪い状態と言えます。

AT コマンドモードに入っている時に、RF モジュールが他の端末から自分宛のデータを受信した場合でも、受信電波強度の情報は更新されます。

FR コマンド – リセット

端末をリセットします。AT コマンドモード上で設定した内容は反映されません。

AT コマンド : ATFR

ID コマンド – PANID

ネットワーク識別 ID である PAN (Personal Area Network)ID を読み取り/書き込みします。

AT コマンド : ATID

範囲 : 0 - 0xFFEF

初期値 : 0

PANID が同じ端末同士と通信することができます。

トランスペアレントモードで 1 対 1 の通信を行う場合、相手の端末の PANID と同一の設定にする必要があります。

IS コマンド – IO 読み取り

モジュールの DI 及び ADC のデータを読み取ります。

AT コマンド : ATIS

DI はピンの名称の番号に対応した bit が High のとき「1」、Low のとき「0」になります。

[DI(4桁)]<CR>

[ADC0(4桁)]<CR>

[ADC1(4桁)]<CR>

[ADC2(4桁)]<CR>

[ADC3(4桁)]<CR>

例えば DI4,6,11 が High、DI7,12 が Low の場合、DI パラメータは「0850」となります。

[ReadOnly]

0 8 5 0

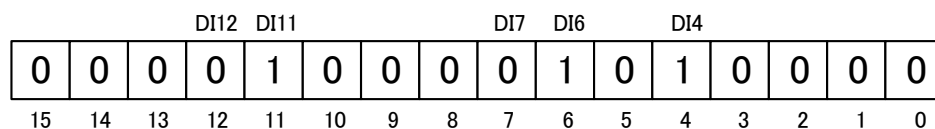


図 5-1. IS コマンド例

ADC は 0(0V)~1023(VCC)の値が入ります。

MY コマンド – 自端末アドレス

ネットワーク上での自分の端末を識別するためのアドレスを読み取り/書き込みします。

AT コマンド : ATMY

範囲 : 0 - 0xFFEF

初期値 : 0

ND コマンド – 端末検索

同じネットワーク上にどのアドレスの端末が存在するのかを調べます。

AT コマンド : ATND

ATND コマンドを送信し、OK<CR>が帰った後、ネットワーク上の端末のアドレスが表示されます。

PL コマンド - 送信電波強度

RF モジュールが通信する際の送信電波強度を読み取り/書き込み
します。

AT コマンド : ATPL

範囲 : 0 - 4

設定値	電波強度
0	LOWEST(-10dBm)
1	LOW(-6dBm)
2	MEDIUM(-4dBm)
3	HIGH(-2dBm)
4	HIGHEST(0dBm)

初期値 : 4 (0dBm)

RE コマンド - 工場出荷初期化

不揮発性メモリに書かれた設定を工場出荷状態に戻します。

AT コマンド : ATRE

RP コマンド - RSSI PWM 時間

RF モジュールがデータを受信した後、RSSI ピンに PWM 出力される
時間を読み取り/書き込みします。

AT コマンド : ATRP

範囲 : 0 - 0xFF [$\times 100$ msec]

(0msec - 25500msec)

初期値 : 0x28 (4sec)

SH コマンド - シリアル番号(上位)

端末ごとにユニークに割り振られる IEEE 64bit アドレスの上位
32bit を読み取ります。この値は工場出荷時に設定されます。

AT コマンド : ATSH

範囲 : 0-0xFFFFFFFF

[ReadOnly]

SL コマンド - シリアル番号(下位)

端末ごとにユニークに割り振られる IEEE 64bit アドレスの下位 32bit を読み取ります。この値は工場出荷時に設定されます。

AT コマンド : ATSL

範囲 : 0-0xFFFFFFFF

[ReadOnly]

SM コマンド - スリープモード

スリープに関する設定を読み取り/書き込みします。

AT コマンド : ATSM

範囲 : 0 - 2

1 か 2 に設定されると間欠モードとなり、一定期間スリープし、起きた後一定時間後にデータを送信してまたスリープする動作を続けます。その際、SLEEP RQ ピンに既定の出力を与えるとスリープから起きます。

設定値	動作
0	スリープなし
1	間欠モード (SLEEP RQ ピン: High で復帰)
2	間欠モード (SLEEP RQ ピン: Low で復帰)

初期値 : 0 (スリープなし)

SP コマンド - スリープ時間

スリープモードが「あり」の場合、スリープに入る時間を読み取り/書き込みします。

AT コマンド : ATSP

範囲 : 1- 0xFFFF[×100msec]

(100msec ~ 109Hour)

初期値 : 0x64 (10sec)

ST コマンド - スリープ開始前時間

スリープモードが「あり」の場合、再びスリープに入るまでの時間を読み取り/書き込みします。

AT コマンド : ATST

範囲 : 0x64 - 0xFFFF[msec]
(100msec ~ 65.5sec)

初期値 : 0x1F4 (500msec)

SP コマンドの設定値と ST コマンドの設定値の関係は以下のとおりです。スリープに入る直前に、センサ値を指定された相手に送信します。

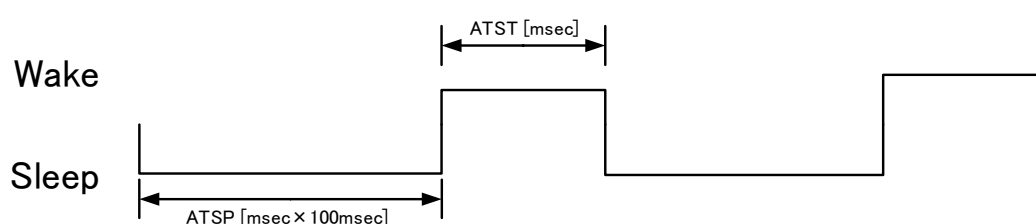


図 5-2. スリープのタイミング

VR コマンド - バージョン

端末のソフトウェアバージョンを読み取ります。この値は工場出荷時に設定されます。

AT コマンド : ATV R

範囲 : 0-0xFFFFFFFF
[ReadOnly]

WR コマンド - 設定書き込み

不揮発性メモリに設定を書き込みます。

AT コマンド : ATWR

パラメータなし - 通信確認

OK を返します。シリアル通信の確認用です。

AT コマンド : AT