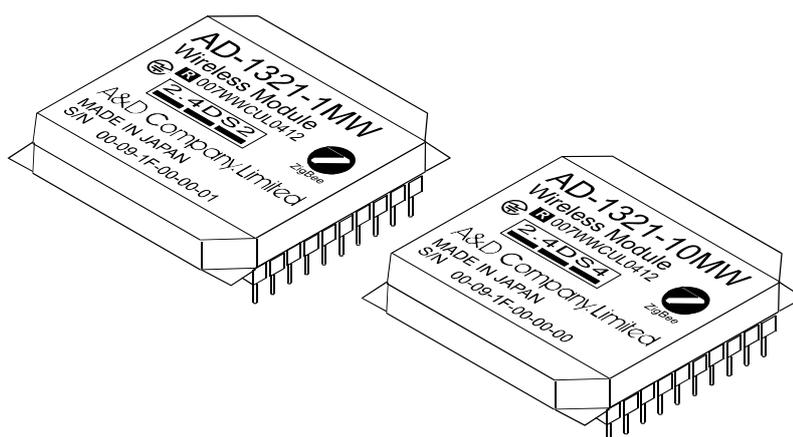


# AD-1321-1MW/10MW

## Wireless Module

### 取扱説明書



**A&D** 株式会社 **エー・アンド・デイ**

## 注意項目の表記方法

このマニュアルの中に記載されている注意事項は、下記のような意味を持っております。

- 注意**            正しく使用するための注意点の記述です。  
**お知らせ**       機器を操作するのに役立つ情報の記述です。

## ご注意

- (1) 本書の一部または全部を無断転載することは固くお断りします。
- (2) 本書の内容については将来予告なしに変更することがあります。
- (3) 本書の内容は万全を期して作成しておりますが、ご不審な点や誤り、記載もれなどお気づきの点がありましたらご連絡ください。
- (4) 当社では、本機の運用を理由とする損失、損失利益等の請求については、(3) 項にかかわらずいかなる責任も負いかねますのでご了承ください。

©2010 株式会社 エー・アンド・デイ

株式会社エー・アンド・デイの許可なく複製・改変などを行うことはできません。

ZigBee及びZigBee PROはZigBee Allianceの登録商標または商標です。Windowsは米国 Microsoft Corporationの登録商標または商標です。SKSTACK はSkyley Networks社の登録商標または商標です。

TK-RF8058 はテセラ・テクノロジー株式会社の製品です。

## 目 次

1, はじめに.....	4
2, 注意事項.....	4
2-1, ARIB 注意事項.....	4
2-2, ZigBee ロゴについて.....	5
2-3, MAC アドレスについて.....	5
3, 仕様.....	5
3-1, 無線部仕様.....	5
3-2, 空中線仕様.....	6
3-3, ネットワーク部仕様.....	6
3-4, モジュール間通信仕様.....	6
3-5, 電氣的仕様.....	6
3-6, 一般仕様.....	7
3-7, 形状.....	7
3-8, ピンアサイン.....	7
3-8-1, ピンアサイン.....	7
3-8-2, 端子説明.....	8
3-8-2-1, 電源.....	8
3-8-2-2, リセット.....	8
3-8-2-3, デバック用端子.....	9
3-8-2-4, 動作モード切り替え.....	9
3-8-2-5, 通信モード切り替え.....	9
3-8-2-6, S P I 外部通信ポート.....	9
3-8-2-7, 汎用ポート.....	10
3-8-2-8, 割り込みポート.....	10
4, AT コマンド.....	11
4-1, 命令コマンド.....	11
4-1-1, 構成・ハード情報.....	11
● ATINFO.....	12
● ATTIME.....	12
● ATSREG.....	13
4-1-2, ネットワーク.....	14
● ATSCAN.....	14
● ATEDSCAN.....	14
● ATEDREQ.....	15
● ATSTARTPAN.....	15
● ATSTARTRT.....	16
● ATCHGCH.....	16
● ATJOIN.....	16

● ATLEAVE.....	17
● ATRESET.....	17
● ATPING.....	17
● ATSYNC.....	18
● ATPOLL.....	18
● ATRTDISCOVER.....	19
● ATALIVE.....	19
● ATNEIGHBOR.....	19
● ATADDGRP.....	20
● ATRMGRP.....	20
4-1-3, 節電 .....	21
● ATWAKEUP.....	21
● ATSLEEP.....	22
● ATRESETAWAKEUP.....	22
4-1-4, 送受信 .....	23
● ATTXDATAU.....	23
● ATTXDATAB.....	23
● ATRXDATA.....	24
● ATTXEACK.....	24
4-1-5, ネットワーク管理 .....	25
● ATSTRPERDATA.....	25
● ATNETRECOVER.....	25
● ATADDR.....	25
● ATIEEE.....	26
● ATDESCREQ.....	26
● ATEPREQ.....	26
● ATTRANSPORTKEY.....	27
● ATSWITCHKEY.....	27
● ATCLRNWKKEY.....	28
● ATSETNWKKEY.....	28
● ATSTARTTC.....	28
4-1-6, 仮想 RS232 モード .....	29
● ATVRSMODE.....	29
4-2, ステータス .....	29
4-3, エラーコード .....	30
4-4, 仮想レジスタ .....	30
4-5, データの取り扱い .....	32
4-6, ZigBee スタック.....	32
5, 接続設定.....	32

6, 動作.....	33
7, 開発ツール.....	33
7-1, 評価・開発キット .....	33
7-1-1, 弊社エー・アンド・デイ製評価・開発キット (AD-1321SDK) .....	33
7-1-2, サード・パーティ製評価・開発キット.....	33
7-2, ネットワークの構築 .....	33
7-2-1, スニッファァー (電波傍受・解析ツール) .....	34
7-2-2, ネットワーク・ビューワァー.....	35
7-2-3, ED スキャナ .....	35
7-3, ZigBeePRO モジュール開発方法 .....	36
7-3-1, パソコンより AT コマンドで制御する場合.....	36
7-3-2, CPU より AT コマンドで制御する場合 .....	36
7-3-3, モジュール内部で AT コマンドで制御する場合.....	37
7-3-4, モジュール内部で ZigBeePRO スタックを用いて制御する場合.....	38
7-3-5, モジュール内部で IEEE 802.15.4 をベースにして制御する場合 .....	39
7-3-6, モジュール内部で IEEE 802.15.4 をベースに改造し制御する場合 .....	40
参考.....	41
ZigBeePRO 関連用語説明.....	42

## 1, はじめに

本製品は電波法第38条の2第1項第1号で規定される [2.4GHz 帯高度化小電力データ通信システム] に該当する特定小電力無線機器です。

本製品は既に認可を取得していますので免許不要です。本製品を使用するにあたりユーザは新たに認可を取る必要はありません。そのまま使用することができます。

現時点(2010年/4月)では本製品は日本以外では使用できません。日本以外でご使用を予定している場合は弊社までご相談ください。

## 2, 注意事項

### 安全にご使用いただくために

本機を安全にご使用いただくため、ご使用になる前に次の事項を必ずお読みください。

- 本機は防水構造になっていませんので、水がかかる状態・結露が起き易い状態でのご使用は避けてください。
- 本機の周辺の温度が使用温度範囲を超える場合には、ファンなどで強制的に冷却を行ってください。
- シールド・カバーは絶対外さないでください。シールド・カバーを取り外しますと、十分な性能を得ることができなくなるばかりでなく、電波法に違反することになります。

### 2-1, ARIB注意事項

この機器の使用周波数帯では、電子レンジ等の産業・科学・医療用機器のほか工場の製造ライン等で使用されている移動体識別用の構内無線局（免許を要する無線局）及び特定小電力無線局（免許を要しない無線局）並びにアマチュア無線局（免許を要する無線局）が運用されています。

1. この機器を使用する前に、近くで移動体識別用の構内無線局及び特定小電力無線局並びにアマチュア無線局が運用されていないことを確認してください。
2. 万一、この機器から移動体識別用の構内無線局に対して有害な電波干渉の事例が発生した場合には、速やかに使用周波数を変更するか、または電波の発射を停止した上、弊社にご連絡頂き、混信回避のための処置等（例えば、パーティションの設置など）についてご相談ください。
3. その他、この機器から移動体識別用の特定小電力無線局あるいはアマチュア無線局に対して有害な電波干渉の事例が発生した場合など何かお困りのことが起きたときは、弊社へお問い合わせください。

**2.4DS2**

AD1321-1MW

2.4GHz帯全域使用機器、直接スペクトラム拡散変調、  
予想干渉距離20m以下、移動体識別装置の帯域回避可能

**2.4DS4**

AD1321-10MW

2.4GHz帯全域使用機器、直接スペクトラム拡散変調  
予想干渉距離40m以下、移動体識別装置の帯域回避可能



- 出力端子 : ヒロセ電機製 U.FL-R
- 工事設計認証番号 : 007WWCUL0412 (AD1321-1MW)  
007WWCUL0459 (AD1321-10MW)

### 3-2, 空中線仕様

- 推奨標準空中線 : 50Ω、λ/4 単一型、2.14dBi、VSWR 2.0 以下
- 接続コネクタ : ヒロセ電機製 U.FL-LP

### 3-3, ネットワーク部仕様

- ポトロジー : メッシュ
- 接続形態 : アドホック
- 端末形態 : コーディネーター、ルーター、エンドデバイス
- 接続端末数 : 65, 536 台
- IEEE (MAC) アドレス : 00-09-1F-FF-FF-40-00-00 ~ 00-09-1F-FF-FF-7F-FF-FF
- ZigBee 製造者コード : 0x1094 (hex)
- ZigBee プロファイル ID : 0xC4A8 ; A&D AT コマンド  
0xC4A9 ; A&D センサ・ノード プロファイル  
以下予約  
0xC4AA, 0xC4AB, 0xC4AC, 0xC4AD,  
0xC4AE, 0xC4AF, 0xC4B0, 0xC4B1  
注) お客様にて、この内容を定義することはできません。
- ZigBee アライアンス 認証 ID 番号 : ZIG10004PRV3848824

### 3-4, モジュール間通信仕様

- 通信プロトコル : SPI (全二重、受信要求信号有り)  
注) 異なる名称を用いている半導体メーカーがございますので、  
ご注意ください。
- 動作モード : スレープ
- 通信速度 : Max 3.3Mbps
- 入力レベル : H I min : 2.4V, LOWmax : 0.6V @Vdd = 3.0V
- 出力レベル : H I min : 2.3V, LOWmax : 0.5V @Vdd = 3.0V
- 端子 : 2.54mmピッチ φ0.5mm  
オムロン製 XR2Pシリーズ

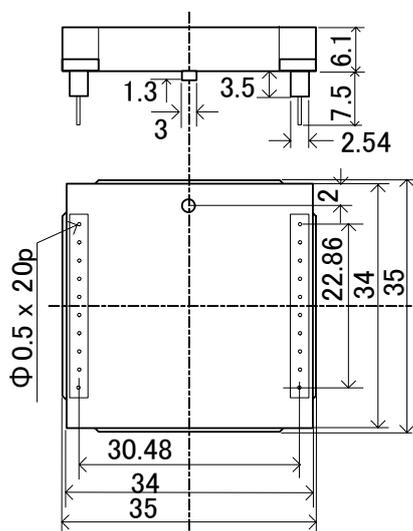
### 3-5, 電氣的仕様

- 電源電圧 Power : 3.0V ± 10%
- 消費電流 Current : 送信時 ; 34mA (AD1321-1MW)  
58mA (AD1321-10MW)  
受信時 ; 32mA (AD1321-1MW)  
51mA (AD1321-10MW)  
うたた寝 ; 10mA (RF 部停止)  
スリープ ; 1.75mA (RF 部と MCU クロック停止)  
熟睡 ; 30μA (RF 部と MCU 停止)  
RF スリープ ; 13mA (MPU のみ動作)

### 3-6, 一般仕様

- 材質 : ケース ; リン青銅
- 寸法/重さ : 35×35×6 mm / 1.2 g
- 使用環境 : -20～60℃、80%RH以下
- 保存環境 : -20～60℃、80%RH以下

### 3-7, 形状



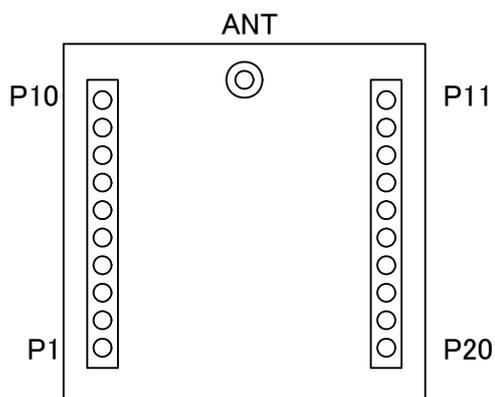
注) RFコネクタ勤合高さ : 4 mm

使用足ピン Pin :  $\phi 0.45$  mm、2.54 mm pitch

オムロン製 XR2Pシリーズ使用

### 3-8, ピンアサイン

3-8-1, ピンアサイン



裏から見た図

	名称	機能	方向	初期値
1	Vdd	電源	入力	3.0V
2	FLMOD0	デバック用	入出力	
3	$\overline{\text{RESET}}$	リセット	入力	
4	TOOL1	デバック用	入出力	
5	TOOL0	デバック用	入出力	
6	GND	電源	—	
7	INT	割り込みポート	出力	(未使用)
8	$\overline{\text{AT}}$	動作モード切り替え	入力	Low 固定
9	GOUT	汎用ポート	出力	(未使用)
10	GND	電源	—	
11	Vdd	電源	入力	3.0V
12	SPI-SCK	SPI クロック	入力	
13	SPI-SI	SPI データ入力	入力	
14	SPI-SO	SPI データ出力	出力	
15	$\overline{\text{SPI-SEN}}$	SPI 受信要求	出力	アクティブ Low
16	GND	電源 Power	—	
17	$\overline{\text{SPI}}$	通信モード切り替え	入力	Low 固定
18	GI00	汎用ポート	入出力	入力設定 (未使用)
19	GI01	汎用ポート	入出力	入力設定 (未使用)
20	GND	電源	入力	

### 3-8-2, 端子説明

#### 3-8-2-1, 電源

Vdd : P1, P11 : 3.0V±10%

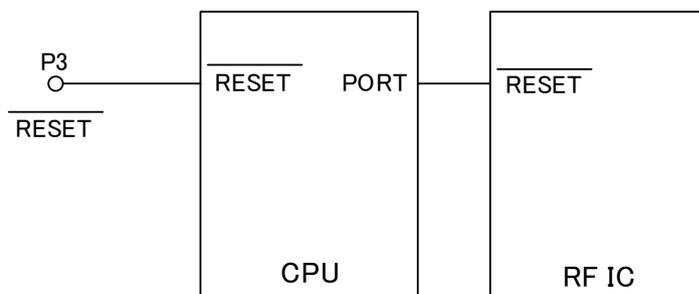
GND: P6, P10, P16, P20

#### 3-8-2-2, リセット

通常はパワーオンリセット機能が動作します。必要に応じてリセット回路を付けてください。

(10 $\mu$ S以上)

$\overline{\text{RESET}}$  : P3 : アクティブ Low Active Low



内部接続 in module

### 3-8-2-3, デバック用端子

開放。使用しない時は接続しないでください。他の信号に繋がっていると動作しなくなります。また、場合によっては中のプログラムが破壊されます。

FLMOD0 : P2 : 開放 N.C.  
TOOL1 : P4 : 開放 N.C.  
TOOL0 : P5 : 開放 N.C.

### 3-8-2-4, 動作モード切り替え

A T コマンドモードと ZigBee スタック直接動作モードとを切り替えます。

ZigBee スタック直接動作モード / A T コマンド = H i / L o w

制御せず、H i または L o w に吊るときは、10k Ω 程度の抵抗を介して接続してください。現状では A T コマンドモードのみサポートしています。H i にした場合、本モジュールは立ち上がらなくなります。

$\overline{AT}$  : P8 : Low 固定 Low fixed

注 1) ZigBee スタック直接動作モードを希望する場合は別途ご相談になります。

注 2) テセラ製 ZigBee モジュール開発ボード「SB-UD Type AND」では、開発ボードの判別に使われます。

ZigBee モジュール開発ボード「テセラ社製 SB-UD Type AND」では、H i に吊られ、テセラ社の開発システムに入ります。

### 3-8-2-5, 通信モード切り替え

S P I 通信モードと U A R T 通信モードとを切り替えます。

U A R T 通信モード / S P I 通信モード = H i / L o

制御せず、H i または L o w に吊るときは、10k Ω 程度の抵抗を介して接続してください。現状では S P I 通信モードのみサポートしています。現時点では U A R T 通信モードをサポートする予定はありません。H i にした場合、本モジュールは立ち上がらなくなります。

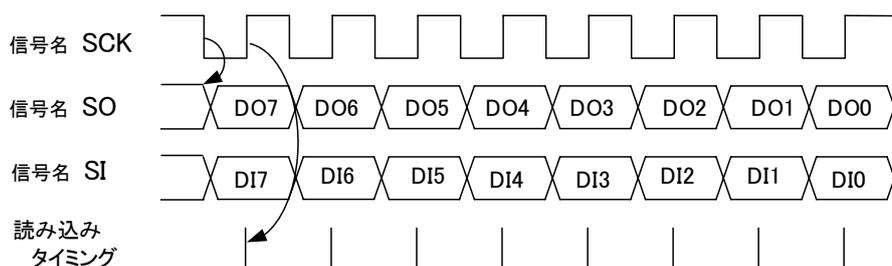
$\overline{SPI}$  : P17 : Low 固定 Low Fixed

### 3-8-2-6, S P I 外部通信ポート

S P I を用いて外部と通信を行います。動作モードはスレーブです。

全二重、MSB ファースト、8ビットデータ長、クロック入力になります。

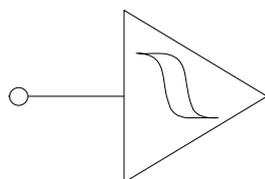
SPI-SCK : P12 : 転送クロック入力  
SPI-SI : P13 : データ入力  
SPI-SO : P14 : データ出力  
 $\overline{SPI-SEN}$  : P15 : データ有り アクティブロー



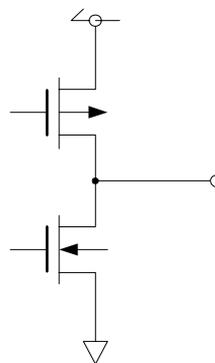
注1) 送信のみ、受信のみの片モードは対応していません。

データ送信と受信は同時に行われます。

注2) 本モジュールではコマンドで禁止しない限り、入力されたデータはコールバックされます。また、間違ったコマンドを送ると「F A I L E R X X」とエラーが帰ってきます。



入力回路



出力回路

### 3-8-2-7, 汎用ポート

現状では使われていません。ピンの端末処理をしてください。

GOUT : P9 :開放にしてください。N.C.

GI00, GI01 : P18, P19 :初期設定は入力になっています。

高めの抵抗（参考値10kΩ）を介してGNDに落としてください。

### 3-8-2-8, 割り込みポート

現状では使われていません。ピンは開放にしてください。

## 4, AT コマンド

### 4-1, 命令コマンド

#### 4-1-1, 構成・ハード情報

AT コマンド表

4-1-1, 構成・ハード情報	
ATINFO	仮想レジスタに設定されている各種パラメーター一覧を表示します。
ATTIME	内蔵RTCへの時刻の読み書きをします。
ATSREG	指定した仮想レジスタの内容の読み書き、設定をします。
4-1-2, ネットワーク	
ATSCAN	アクティブなネットワークを探します。
ATEDSCAN	各chのED値を検出します。
ATEDREQ	指定したデバイスにATEDSCANを依頼します。
ATSTRTPAN	デバイスのコーディネーター設定を行いPANを立ち上げます。
ATSTARTRT	デバイスをルーター設定します。
ATCHGCH	コーディネーターから周波数の変更を要請します。
ATJOIN	指定したPAN IDのネットワークに接続を試みます。
ATLEAVE	現在接続中のネットワークから離脱します。
ATRESET	ZigBee プロトコルの内部状態をリセットします。
ATPING	指定したデバイスに対してPINGを送信します。
ATSYNC	コーディネーターへの同期を行います。
ATPOLL	周期的にポーリングを開始します。
ATRTDISCOVER	指定した対象デバイスへの経路発見要求を開始させます。
ATALIVE	コーディネーターに対して指定した周期で生存通知を行います。
ATNEIGHBOR	隣接デバイス・テーブルの内容を表示します。
ATADDGRP	指定したグループへエンドポイントを登録します。
ATRMGRP	指定したグループからエンドポイントの登録を削除します。
4-1-3, 節電	
ATWAKEUP	デバイスをスリープから復帰させます。
ATSLEEP	デバイスをスリープ状態にします。
ATRESETAWAKEUP	ATWAKEUPで設定した状態をリセットします。
4-1-4, 送受信	
ATTXDATAU	指定したデバイスにデータを送ります。
ATTXDATAB	各デバイス全体にデータを送ります。
ATRXDATA	受信したデータを読み込みます。
ATTXEACK	受信したデータに対するACKを返します。
4-1-5, ネットワーク管理	
ATSTRPERDATA	ネットワーク接続データを内部保存します。
ATNETRECOVER	保存されたネットワークデータからネットワークを復帰させます。
ATADDR	指定したデバイスからショートアドレスを問い合わせます。
ATIEEE	指定したデバイスから拡張アドレスを問い合わせます。
ATDESCREQ	指定したショートアドレスのデバイスから動作タイプを問い合わせます。
ATEPREQ	有効なエンドポイント一覧を問い合わせます。
ATTRANSPOKEY	ネットワークキーを配送します。
ATSWITCHKEY	アクティブな暗号化キーの切り替えを要求します。
ATCLRNEWKEY	ネットワークキーを初期化します。
ATSETNEWKEY	事前設定するネットワークキーを設定します。
ATSTARTTC	デバイスをトラスト・センタとして設定します。
4-1-6, 仮想RS232モード	
ATVRSMODE	仮想RS232モードに移行します。
+++	仮想RS232モードから復帰します。

- ATINFO

:MACアドレスその他仮想レジスタに設定されている内容を読み出します。  
結果は EINFO イベントとして表示されます。

操作例)

送信 : ATINFO <CRLF>

応答 : EINFO <CH\_ID> <PID> <ROLE> <ADD16> <IEEE64> <VMDEST>  
<SECURITY\_ENABLE> <CRLF>

応答 : OK<CRLF>

<CH\_ID> : INT8 : 現在のチャンネル Selected channel number

<PID> : INT16 : 現在のPAN ID Current PID

<ROLE> : INT8 : デバイスタイプ Role of the device  
(0=coordinator, 1=router, 2=end device)

<ADD16> : INT16 : 現在のネットワークアドレス  
(ルーターやエンドデバイスの場合は親からアサインされます。コーディネーターの場合は必ず0x0000になります。)

<IEEE64> : CHAR[8] : IEEE 64bit address

<VMDEST> : INT16 : 仮想RS232Cモードにおける通信相手

<SECURITY\_ENABLE>  
: INT8 : 1 の場合は暗号化通信有効  
0 の場合は暗号化なし

表示例)

ATINFO

EINFO 0B 1234 2 0001 00091FFFFE123456 0000 0

OK

- ATTIME

:本製品の RTC に対して現在時刻情報を設定します。  
また引数なしの場合は、モジュールの現在時刻を表示します。  
表示される値、引数に与える値は 10 進数です。時刻は 24 時間表示です。

操作例)

送信 : ATTIME <CRLF>

応答 : ETIME <YEAR> <MONTH> <DAY> <HOUR> <MINUTES> <SECOND>  
<MSECOND> <CRLF>

応答 : OK<CRLF>

または

送信 : ATTIME<YEAR> <MONTH> <DAY> <HOUR> <MINUTES> <SECOND> <CRLF>

応答 : ETIME <YEAR> <MONTH> <DAY> <HOUR> <MINUTES> <SECOND>  
<MSECOND> <CRLF>

応答 : OK<CRLF>

<YEAR> : INT8 : 西暦の末尾 2 桁 0-99  
 <MONTH> : INT8 : 月 1-12  
 <DAY> : INT8 : 日 1-31  
 <HOUR> : INT8 : 時 0-23  
 <MINUTES> : INT8 : 分 0-59  
 <SECOND> : INT8 : 秒 0-59  
 <MSECOND> : INT8 : ミリ秒 0-FF (最小単位は1/256秒です。)

表示例)

```

ATTIME
ETIME 09 01 01 03 12 11 C0
OK
  
```

読み方 2009年1月1日3時12分11秒781ミリ秒

- ATSREG

: 指定した仮想レジスタの内容を読み込み、または設定します。

引数を 2つ与えた場合、値の書き込みと解釈され、第1引数が仮想レジスタで、第2引数が書き込む値になります。引数が一つの場合は、第1引数が仮想レジスタと解釈され、そのレジスタの内容を応答します。

操作例)

仮想レジスタ書き込み

```

送信 : ATSREG <ID_OF_SREG> <VALUE> <CRLF>
応答 : OK <CRLF>
  
```

仮想レジスタ読み取り

```

送信 : ATSREG<ID_OF_SREG><CRLF>
応答 : ESREG<VALUE><CRLF>
応答 : OK<CRLF>
  
```

<ID\_OF\_SREG> : CHAR[3] : 仮想レジスタ番号

仮想レジスタの指定は、先頭をアルファベットのSで開始し、“SXX”という形式である必要があります。XXにはレジスタ番号を16進数で指定します。

仮想レジスタは「4-4, 仮想レジスタ」の項参照。

表示例)

```

ATSREG S06 0A
OK
  または
ATSREG S06
ESREG 0A
OK
  
```

#### 4-1-2, ネットワークNetwork

- ATSCAN

:11番~26番の全チャンネルに対してアクティブなネットワークの検索を実行します。  
このコマンドの実行には 10数秒の時間がかかります。Scanの結果として発見した  
PAN IDの一覧をERESPOSCANイベントで通知します。

操作例)

送信 : ATSCAN <CRLF>

応答 : ERESPOSCAN <NUM\_OF\_SCAN\_CH> <CH\_ID> <RSSI> <PID> <CH\_ID> <RSSI>  
<PID> ... <CH\_ID> <RSSI> <PID> <CRLF>

応答 : OK<CRLF>

<NUM\_OF\_ACTIVE\_CH> : INT8 : 発見したネットワークの総数  
<CH\_ID> : INT8 : 発見したネットワークの利用チャンネル  
<RSSI> : INT8 : 発見したネットワークのRSSI  
<PID> : INT16 : 発見したネットワークのPAN ID

表示例)

```
ATSCAN
ERESPOSCAN 02 0B FF 1234 0E EA 9999
OK
```

- ATEDSCAN

: ED Scanを開始します。第1引数のチャンネルマスクで指定した各チャンネルに  
対して、<DURATION>で指定した時間だけED値の検索をローカルデバイス上で実行します。

操作例)

送信 : ATEDSCAN <CHANNEL\_MASK> <DURATION> <CRLF>

応答 : ERESPOSCAN <NUM\_OF\_SCAN\_CH> <CH\_ID> <RSSI> <CH\_ID> <RSSI> ...  
<CH\_ID> <RSSI> <CRLF>

応答 : OK <CRLF>

<CHANNEL\_MASK> : INT32 : スキャンするチャンネルを、最下位ビットをch0  
として、各チャンネルに対応するビットのフラグを  
1にすることで指定します。

例 : ch11~ch26全てをスキャン=7FFF800を指定。

<DURATION> : INT8 : チャンネル毎のED Scanを行う長さを指定します。  
実時間は $15.36\text{msec} * 2^{\text{DURATION}}$ で計算され、DURATION  
の値域は0からFです。指定時間を継続した後の、最大  
値が結果として返されます。

<NUM\_OF\_SCAN\_CH>  
: INT8 : 計測したCHの総数  
<CH\_ID> : INT8 : チャンネル番号  
<RSSI> : INT8 : 計測したED値

表示例)

```
ATEDSCAN 0000F800 2
ERESPOSCAN 04 0B E5 0C E7 0E 67 0F 98
OK
```

- ATEDREQ

: デバイスにED スキャンを依頼します。

指定したショートアドレスのデバイスに対してED スキャンの実行を依頼し、その結果を要求します。結果はEREPOEDイベントで通知されます。結果の形式はATEDSCAN コマンドと一緒にです。

操作例)

送信 : ATEDREQ <ADDR16> <CHANNEL\_MASK> <DURATION> <CRLF>

応答 : EREPOED <NUM\_OF\_SCAN\_CH> <CH\_ID> <RSSI> ... <CH\_ID> <RSSI> CRLF>

応答 : OK <CRLF>

<ADDR16> : INT16 : 問い合わせたいデバイスのショートアドレス

<CHANNEL\_MASK>

: INT32 : スキャンするチャンネルを、最下位ビットをch0として、各チャンネルに対応するビットのフラグを1にすることで指定します。

例 : ch11~ch26全てをスキャン=7FFF800を指定

<DURATION> : INT8 : チャンネル毎のED Scanを行う長さを指定します。

実時間は $15.36\text{msec} * 2^{\text{DURATION}}$ で計算され、DURATIONの値域は0から15です。指定時間を継続した後の、最大値が結果として返されます。

<NUM\_OF\_SCAN\_CH>

: INT8 : 計測したCHの総数

<CH\_ID> : INT8 : チャンネル番号

<RSSI> : INT8 : 計測したED値

表示例)

```
ATEDREQ 1234 0000F800 11
EREPOEP 04 0B E5 0C E7 0E 67 0F 98
OK
```

- ATSTARTPAN

: コーディネーターとしてデバイスをスタートさせネットワークを立ち上げます。

指定したチャンネルとPAN IDでネットワークを開始し、デバイスをコーディネーターとして設定します。またPAN IDを0xFFFFと指定すると、デバイスが生成したランダムなPAN ID値でネットワークを開始します。この場合、CH\_IDのチャンネル指定も無視され、SMASKで指定したチャンネルマスクの中からデバイスが判定した空きチャンネルに自動的に設定されます。

操作例)

送信 : ATSTARTPAN <CH\_ID> <PID> <CRLF>

応答 : OK<CRLF>

<CH\_ID> : INT8 : 開始するネットワークのチャンネルChannel ID

<PID> : INT16 : 開始するPAN ID

表示例)

ATSTARTPAN 0B 1234

OK

- ATSTARTRT

: ルーターとしてデバイスをスタートさせます。

デバイスをルーターとしてスタートさせます。ATSTARTRTはATJOINの過程で実行されますので、ATJOINを使ってネットワークへ接続する場合は、ATSTARTRTの実行は省略可能です。

操作例)

送信 : ATSTARTRT <CRLF>

応答 : OK<CRLF>

表示例)

ATSTARTRT

OK

- ATCHGCH

: ネットワークに参加中の全端末に対してチャンネルの変更を要求します。

指定したチャンネルへ切り替えるよう、ネットワーク上の全デバイスに対してブロードキャストで要求します。新しいチャンネルへの切り替えは、コマンド送信元はコマンド発行5秒後、それ以外のデバイスはコマンド受信から15秒後に自動的に発生します。チャンネルの切り替えが発生すると各デバイス上でECHGCHイベントが発生し、引数として新しいチャンネル番号が通知されます。

**注 : このコマンドはコーディネーターからしか発行できません。**

操作例)

送信 : ATCHGCH <CH\_ID> <CRLF>

応答 : OK <CRLF>

<CH\_ID> : INT8 : 切り替える先のチャンネル番号 (0x0B-0x1Aの間)

表示例)

ATCHGCH 0B

OK

- ATJOIN

: 指定したPAN IDを持つネットワークに参加処理を開始します。

操作例)

送信 : ATJOIN <PID> <DEVICE TYPE> <CRLF>

応答 : OK <CRLF>

<PID> : INT16 : 参加するネットワークのPAN ID

<DEVICE TYPE>

: INT8 : ルーターとして参加させる場合は1、  
エンドデバイスとして参加させる場合は0を指定します。

表示例)

```
ATJOIN 1234 0
```

```
OK
```

- ATLEAVE

: 現在接続中のネットワークから離脱します。

現在参加しているネットワークから離脱します。引数に自デバイスのIEEE 64bitアドレスもしくは0xFFFFFFFFFFFFFFFFを指定すると、自分自身を離脱させます。子デバイスのIEEE 64bitアドレスを指定すると、その子デバイスを離脱させることができます。

操作例)

```
送信 : ATLEAVE <IEEE64> <CRLF>
```

```
応答 : OK<CRLF>
```

<IEEE64> : CHAR[8] : 離脱させるIEEE 64bit アドレスを指定します。

自デバイスのアドレスを指定した場合は自分自身を離脱させ、子デバイスのアドレスを指定した場合はそのデバイスを離脱させます。

表示例)

```
ATLEAVE 00091FFFE123456
```

```
OK
```

- ATRESET

: ZigBeeプロトコルの内部状態をリセットします。

操作例)

```
送信 : ATRESET<CRLF>
```

```
応答 : OK<CRLF>
```

表示例)

```
ATRESET
```

```
OK
```

- ATPING

: 指定したデバイスに対してPINGを送信します。

指定したショートアドレスのデバイスに対して、ユニキャストでPINGコマンドを送信します。相手がPINGを受け取ると自動的にEACKを応答します。結果はEACKイベントで通知されます。第2引数にEACH を待つ際のタイムアウト時間を10msec単位の16進数で指定します。

たとえばATPING 0000 64と指定すると、0x64 = 100 = 1000msec = 1秒のタイムアウトとなります。

操作例)

送信 : ATPING <ADD16> <TIME\_OUT> <CRLF>

応答 : EACH<CRLF>

応答 : OK<CRLF>

<ADD16> : INT16 : PINGの送信先となるデバイスのショートアドレス

<TIME\_OUT> : INT32 : 応答を待つ際のタイムアウト時間

表示例)

ATPING 0001 00000064

EACH

OK

- ATSYNC

: エンドデバイスからコーディネーターにポーリングを一回だけ発行します。

ポーリングを自動的・周期的に行わないので、ポーリングのタイミングをホスト側から制御したい場合、電源の消費を押さえたい時に使用します。

エンドデバイス上でのみ実行可能です。

操作例)

[前もって] ATSREG SOC 0

送信 : ATSYNC <CRLF>

応答 : OK<CRLF>

表示例)

ATSYNC

OK

- ATPOLL

: 指定した周期でコーディネーターに対して自動的にポーリングを開始します。

動作がエンドデバイスで、かつ仮想レジスタSRXON=0の設定時にのみ発行可能です。

PERIOD に0x0000 を指定するとポーリングを停止します。

操作例)

[前もって] ATSREG SOC 0

送信 : ATPOLL <PERIOD> <CRLF>

応答 : OK<CRLF>

<PERIOD> : INT16 : ポーリング周期を10msec単位で、16進数で指定します。

0x0000で停止を指示します。

例 : ATPOLL 2EE= 750(tick) = 7500msec = 7.5秒

表示例)

[前もって] ATSREG SOC 0

[前もって] OK

ATPOLL 2EE

OK

- ATRTDISCOVER

: 指定した対象デバイスへの経路発見要求を開始させます。

操作例)

送信 : ATRTDISCOVER <ADD16> <CRLF>

応答 : OK<CRLF>

<ADD16> : INT16 : 経路発見の対象となる端末のショートアドレス

表示例)

ATRTDISCOVER 0001

OK

- ATALIVE

: コーディネーターに対して指定した周期で生存の通知を開始します。通知を受信した  
コーディネーター側では、通知元のアドレスと共にEALIVEイベントが発生します。

PERIODに0x0000を指定すると通知を停止します。第2引数の<ACK>に1を指定すると、  
コーディネーターからのEACKを要求します。ACKを要求されたコーディネーターは、自  
動でEACKを応答します。

操作例)

送信 : ATALIVE <PERIOD> <ACK> <CRLF>

応答 : EALIVE <ACK> <CH\_ID> <ADD16> <CRLF>

EACK <CRLF>

OK <CRLF>

<PERIOD> : INT16 : ALIVE周期を10msec単位で、16進数で指定します。  
0x0000で停止を指示します。

例 : ATALIVE 2 EE

=750(tick)=7500msec=7.5秒

<ACK> : INT8 : EACKを要求する場合は1、  
しない場合は0を指定します。

<CH\_ID> : INT8 : 生存通知を送信したデバイスの動作チャンネル

<ADD16> : INT16 : 生存通知を送信したデバイスのショートアドレス

表示例)

ATALIVE 2EE 1

EALIVE 01 0B 34D6

EACK

OK

- ATNEIGHBOR

: 隣接テーブルの内容を表示します。

複数のデバイスが登録されている場合は、<PID>から<RELATION>までの情報がデバイス  
の台数分、連続して出力されます。

操作例)

送信 : ATNEIGHBOR <CRLF>

応答：ENEIGHBOR <PID> <IEEE64> <ADD16> <ROLE> <RELATION> … <CRLF>

応答：OK<CRLF>

<PID> : INT16 : 対象デバイスのPAN ID  
<IEEE64> : CHAR[8] : 対象デバイスのIEEE 64bit アドレス  
<ADD16> : INT16 : 対象デバイスのネットワークアドレス  
<ROLE> : INT8 : デバイスタイプDevice type  
(0=コーディネーター, 1=ルーター, 2=エンドデバイス)  
<RELATION> : INT8 : 自端末から見た対象デバイスとの関係  
(0=相手が親, 1=相手が子, 3=親でも子でもない状態)

表示例)

```
ATNEIGHBOR
ENEIGHBOR 1234 00091FFFE123456 0001 2 3 1234 00091FFFE123457 0002 1 1
OK
```

- ATADDGRP

: 指定したグループへエンドポイントを登録します。

第1引数で指定したグループ番号に、第2引数で指定したエンドポイントを登録します。以後、そのグループ番号宛てのデータを受信すると、登録したエンドポイントのアプリケーションに配送されます。

操作例)

送信：ATADDGRP <GROUP\_ID> <ENDPOINT> <CRLF>

応答：OK<CRLF>

<GROUP\_ID> : INT16 : 参加するグループ番号を指定します。  
<ENDPOINT> : INT8 : 第1引数で指定したグループへ登録するエンドポイント番号を指定します。

表示例)

```
ATADDGRP 0001 23
OK
```

- ATRMGRP

: 指定したグループからエンドポイントの登録を削除します。

第1引数で指定したグループ番号に登録済みの、第2引数で指定したエンドポイントを削除します。

操作例)

送信：ATRMGRP <GROUP\_ID> <ENDPOINT> <CRLF>

応答：OK <CRLF>

<GROUP\_ID> : INT16 : エンドポイントを削除するグループ番号を指定します。  
<ENDPOINT> : INT8 : 削除するエンドポイント番号を指定します。

表示例)

```
ATRMGRP 0001 23
OK
```

#### 4-1-3, 節電

##### ● ATWAKEUP

:デバイスをスリープから復帰します。

デバイスをATSLEEP で設定したスリープ状態から復帰させます。

エンドデバイス上でのみ実行可能です。

注) ATWAKEUPコマンドの各MODEは、常にいずれかひとつが有効になり、組み合わせた設定はできません。

##### 操作例)

送信 : ATWAKEUP <MODE><PARAMS><CRLF>

応答 : READY <STATUS><CRLF>

応答 : OK<CRLF>

<MODE> : INT8 : 0 : 指定した時間単位で周期的なウェイクアップを行います。

1 : スリープ状態に入ってからウェイクアップまでの総経過時間を秒単位で16進数で指定します。この値で指定した「秒」だけ経過するとウェイクアップします。スリープ状態に入るまでカウントダウンは進行しません。

2 : 1日1回、指定した特定の時刻にウェイクアップします。

3 : RFスリープから無線を即時復帰させます。

(引数なし)

<PARAMS> = <PERIOD> @ <MODE> = 0

<PERIOD> : INT8 : 0 = 1秒周期  
1 = 5秒周期  
2 = 10秒周期  
3 = 30秒周期  
4 = 1分周期  
5 = 5分周期  
6 = 10分周期  
7 = 30分周期  
8 = 1時間周期  
9 = 2時間周期

<PARAMS> = <TIME> @ <MODE> = 1

<TIME> : INT32 : スリープ状態になってからウェイクアップするまでの経過時間を秒単位で、16進数で指定します。  
0x1~0xFFFFFFFFまでの値が指定可能です。

<PARAMS> = <HOUR> <MINUTES> @ <MODE> = 2

<HOUR> : INT8 : ウェイクアップする予定時刻の「時」を指定します。  
0~23までの値が指定可能です。

<MINUTES> : INT8 : ウェイクアップする予定時刻の「分」を指定します。  
0~59までの値が指定可能です。

<STATUS> : INT8 : 0 : Napスリープから復帰した場合  
1 : Deepスリープから復帰した場合  
2 : Very Deepスリープから復帰した場合  
3 : RFスリープから復帰した場合

表示例)

```
ATWAKEUP 3
READY 3
OK
```

- ATWAKEUP

: デバイスをスリープ状態にします。

エンドデバイス上でのみ実行可能です。

操作例)

送信 : ATWAKEUP<MODE><CRLF>

応答 : BUSY<CRLF>

応答 : OK<CRLF>

<MODE> : INT8 : NAP SLEEPの時 0

高速復帰が可能なスリープです。RFの無線送受信は停止しますが、クロックは動作しており、スリープ時の消費電力は高めです。

シリアル通信の入力もしくは ATWAKEUP コマンドによってウェイクアップします。

: Deep Sleepの時 1

RFを停止させた状態のスリープです。MCUのクロックは動作しており、シリアル通信の入力もしくは ATWAKEUP コマンドの割り込みによってウェイクアップします。

: Very Deep Sleepの時 2

RF、MCU共に完全に停止させた状態のスリープです。消費電力はもっとも低い状態になりますが、事前に ATWAKEUP コマンドでウェイクアップタイミングの設定を行う必要があります。シリアル通信によるウェイクアップは行えません。ATWAKEUP コマンドで復帰タイミングの設定を行ってない状態で Very Deep スリープにしようとするエラーとなり「ER10」を返してきます。

: RF Sleepの時 3

RFのみ停止させた状態で、MCUは活動状態を維持します。

アプリケーションの計算処理は継続中だが無線通信は必要ない場合に使います。

マニュアルで「ATWAKEUP 3」コマンドでしか起き上がりません。他の ATWAKEUP コマンドモードでは反応しません。

表示例)

```
ATSLEEP 0
BUSY
OK
```

- ATRESETWAKEUP

: ATWAKEUPコマンドで設定したウェイクアップのタイミング設定をすべて

解除します。「ATWAKEUP」コマンドモードを変更する時は必ず、このコマンドを用いてください。

操作例)

送信 : ATRESETWAKEUP <CRLF>

応答 : OK<CRLF>

表示例)

```
ATRESETWAKEUP
OK
```

#### 4-1-4, 送受信

- ATTXDATAU

: 指定したデバイスにユニキャストでデータ送信を行います。

指定したショートアドレスのデバイスまたはグループ番号に対してデータをユニキャストで送信します。ACKフラグを1にした場合は、相手からEACKを受信するまで、送信元デバイスのBUSYフラグが有効になります。

操作例)

送信 : ATTXDATAU <ACK> <GROUP> <ADD16> <DATA\_LENGTH> <DATA\_CONTENT> <CRLF>

応答 : EACK<CRLF>

応答 : OK<CRLF>

<ACK> : INT8 : 相手からEACK を要求する場合は1、しない場合は0を指定します。

<GROUP> : INT8 : 宛先がショートアドレスかグループ番号かを指定します。  
1ならばグループ番号で、  
0ならばショートアドレス  
として送信します。

<ADD16> : INT16 : データ送信先のショートアドレスを指定します。

<DATA\_LENGTH> : INT8 : 送信するデータの長さを16進数で指定します。

<DATA\_CONTENT> : Char[ ] : 送信するデータを16進数で指定します。

表示例)

```
ATTXDATAU 0 0 0001 06 ABCDEF
OK
```

または

```
ATTXDATAU 1 1 0002 08 GHIJKLMN
EACK
OK
```

- ATTXDATAB

: ブロードキャストでデータを送信します。

ブロードキャストはネットワーク全体に波及します。

操作例)

送信 : ATTXDATAB <DATA\_LENGTH> <DATA\_CONTENT> <CRLF>

応答 : OK<CRLF>

<DATA\_LENGTH> : INT8 : 送信データの長さを16進数で指定します。

<DATA\_CONTENT> : Char[ ] : 送信するデータを16進数で指定します。

表示例)

ATTXDATAB 8 ABCDEFGH

OK

- ATRXDATA

:受信バッファに蓄積されている受信済みデータを読み込みます。

操作例)

送信 : ATRXDATA<CRLF>

応答 : ERXDATA <ACK> <ADD16> <DATA\_LENGTH> <RSSI> <DATA\_CONTENT> <CRLF>

応答 : OK<CRLF>

送信 : ATTXEACK <ADD16> <CRLF>

応答 : OK<CRLF>

<ACK> : INT8 : ACK応答が要求されている場合は1、  
応答が必要ない場合は0

<ADD16> : INT16 : データ送信元デバイスのショートアドレス

<DATA\_LENGTH> : INT8 : 受信したデータの長さ

<RSSI> : INT8 : 計測したED値

<DATA\_CONTENT>

: CHAR[ ] : 受信したデータの内容

表示例)

ATRXDATA

ERXDATA 0 0001 8 B4 ABVDEFGH

OK

または

ATRXDATA

ERXDATA 1 0001 8 B4 ABVDEFGH

OK

ATTXEACK 0001

OK

- ATTXEACK

:ACKを返します。

指定したショートアドレスのデバイスにEACKを送信します。

操作例)

送信 : ATTXEACK <ADD16> <CRLF>

応答 : OK<CRLF>

<ADD16> : INT16 : データ送信元デバイスのショートアドレス

表示例)

ATTXEACK 0001

OK

#### 4-1-5, ネットワーク管理

- ATSTRPERDATA

: ネットワーク構成情報を保存します。

チャンネル、PAN ID、親デバイスや子デバイスアドレス等のネットワーク構成情報を、そのデバイス上に保存する命令を送信します。ATSTRPERDATAコマンドでネットワーク情報を書き込んだデバイスは、ATNETRECOVERYコマンドでその書き込んだ状態に復帰させることができます。

操作例)

送信 : ATSTRPERDATA <CRLF>

応答 : OK<CRLF>

表示例)

ATSTRPERDATA

OK

- ATNETRECOVER

: 「ATSTRPERDATA」コマンドによって保存された永続データからネットワークを復帰させます。ネットワーク復帰命令を送信します。この命令を受け取ったデバイスは、ATSTRPERDATAが実行された時点のネットワーク情報を本製品内部の不揮発性メモリから読み込み、保存時の状態への復帰を試みます。

**注意** : ATRESETコマンドを実行すると、ATSTRPERDATAコマンドで保存したネットワーク情報も初期化されます。

操作例)

送信 : ATSTRPERDATA <CRLF>

応答 : OK<CRLF>

表示例)

ATSTRPERDATA

OK

- ATADDR

: 指定した64bit アドレスのデバイスが持つショートアドレスを問い合わせます。

ネットワーク全体にブロードキャストを送信して、指定したIEEE 64bitアドレスを持つ端末のショートアドレスを問い合わせます。結果はEREPOADDRイベントで通知されます。

操作例)

送信 : ATADDR <IEEE64> <CRLF>

応答 : EREPOADDR <ADD16> <CRLF>

応答 : OK<CRLF>

<IEEE64> : CHAR[8] : ショートアドレスを問い合わせたいデバイスのIEEE64bitアドレス

<ADD16> : INT16 : 応答結果のショートアドレス

表示例)

ATADDR 00091FFFFE123456

EREPOADDR 0001

OK

- ATIEEE

:指定したショートアドレスのデバイスが持つ64bitアドレスを問い合わせます。  
指定したショートアドレスを持つ端末にユニキャストで要求を送信し、その端末の  
IEEE 64bitアドレスを問い合わせます。結果はEREPOADDRイベントで通知されます。

操作例)

送信 : ATIEEE <ADD16> <CRLF>

応答 : EREPOADDR <IEEE64> <CRLF>

応答 : OK<CRLF>

<ADD16> : INT16 : 問い合わせ対象のショートアドレス

<IEEE64> : CHAR[8] : 問い合わせたデバイスのIEEE64bitアドレス

表示例)

ATIEEE 0001

EREPOADDR 00091FFFFE123456

OK

- ATDESCREQ

:指定したショートアドレスのデバイスに対して動作タイプを問い合わせます。

操作例)

送信 : ATDESCREQ <ADD16> <CRLF>

応答 : EREPODESC <ADD16> <TYPE> <RXON> <CRLF>

応答 : OK<CRLF>

<ADD16> : INT16 : 動作タイプを問い合わせたいデバイスの  
ショートアドレス

<ADD16> : INT16 : 応答元のショートアドレス

<TYPE> : INT8 : 応答元デバイスのタイプ

1の場合ルーターまたはコーディネーター

2の場合エンドデバイス

<RXON> : INT8 : 1だと常時待ち受け状態のデバイス

0だとスリープする可能性のあるエンドデバイス

表示例)

ATDESCREQ 0001

EREPODESC 0001 2 1

OK

- ATEPREQ

:指定したショートアドレスのデバイスに対して、現在そのデバイス上で有効になって  
いるエンドポイントの一覧を問い合わせます。

操作例)

送信 : ATEPREQ <ADDR16> <CRLF>

応答：EREPOEP <ADD16> <ENDPOINT> … <ENDPOINT> <CRLF>

応答：OK <CRLF>

<ADDR16> : INT16 : エンドポイント一覧を問い合わせたいデバイスの  
ショートアドレス

<ADD16> : INT16 : 応答元のショートアドレス

<ENDPOINT> : INT8 : 有効なエンドポイント番号

表示例)

ATEPREQ 0001

EREPOEP 0001 77

OK

- ATTRANSSPORTKEY

:暗号化に使用するネットワークキーを配送します。

指定したIEEE64ビットアドレスを持つデバイスに対して、ネットワークキーを送信します。

IEEE64ビットアドレスとして0xFFFFFFFFFFFFFFFFを指定すると、宛先はブロードキャストとなり全端末に対してキーが送信されます。キーは128bit (16 bytes) 長で、すべてが「0」のキーは無効となります。ATTRANSSPORTKEYコマンドは単にキーを配送するだけです。

ATSWITCHKEYコマンドを使うことで、配送したキーの適用開始を指示します。

操作例)

送信：ATTRANSSPORTKEY <IEEE64> <KEY\_SEQ\_NUM> <SEC\_KEY> <CRLF>

応答：OK<CRLF>

<IEEE64> : CHAR[8] : キーの切り替えを要求するデバイスのIEEE64ビット  
アドレス

<KEY\_SEQ\_NUM> : INT8 : 配送するキーに対応するシーケンス番号  
1~255の間の数値で、ATSWITCHKEY コマンドではここで  
指定した番号をキーの代わりに指定します。

<SEC\_KEY> : CHAR[16] : 配送する文字列

表示例)

ATTRANSSPORTKEY 00091FFF123456 23 16A26D86E9F12D8CBA752F3A8BC82D8F

OK

- ATSWITCHKEY

:アクティブな暗号化キーの切り替えを要求します。

指定したIEEE64ビットアドレスを持つデバイスに対して、指定したキー番号に対応するネットワークキーに切り替えるよう要求します。0xFFFFFFFFFFFFFFFFを指定すると宛先はブロードキャストとなり、全端末に対してSWITCHKEYコマンドが送信されます。

KEY\_SEQ\_NUMはATTRANSSPORTKEYコマンドで配送済みのキーに対応するキー番号を指定します。

操作例)

送信 : ATSWITCHKEY <IEEE64> <KEY\_SEQ\_NUM> <CRLF>

応答 : OK<CRLF>

<IEEE64> : CHAR[8] : キーの切り替えを要求するデバイスのIEEE64  
ビットアドレス

<KEY\_SEQ\_NUM> : INT8 : 切り替えるキーのシーケンス番号

表示例)

ATSWITCHKEY 00091FFFFE123456 23

OK

- ATCLRNEWKEY

: ネットワークを初期化します。

操作例)

送信 : ATCLRNEWKEY <CRLF>

応答 : OK <CRLF>

表示例)

ATCLRNEWKEY

OK

- ATSETNEWKEY

: 事前設定ネットワークキーを設定します。

指定したネットワークキーを、事前設定キー (Preconfigured Key) として登録します。キー情報はメモリに書き込まれ、ATRESETコマンドによりリセット後に反映されます。

操作例)

送信 : ATSETNEWKEY <SEC\_KEY> <CRLF>

応答 : OK <CRLF>

<SEC\_KEY> : CHAR[16] : 設定する128bitセキュリティキー (16 進数で32 文字)

表示例)

ATSETNEWKEY 16A26D86E9F12D8CBA752F3A8BC82D8F

OK

使用例)

ATSETNEWKEY 16A26D86E9F12D8CBA752F3A8BC82D8F

OK

ATRESET

OK

- ATSTARTTC

: デバイスをトラストセンタとして開始します。

デバイスをトラストセンタとしてスタートさせます。通常、トラストセンタはコーディネーターでもあるため、ATSTARTPANコマンドとATSTARTTCコマンドは対で利用しません。

操作例)

送信 : ATSTARTTC<CRLF>

応答 : OK<CRLF>

表示例)

ATSTARTTC

OK

使用例)

ATSTARTPAN B 1234

OK

ATSTARTTC

OK

#### 4-1-6, 仮想RS232モード

- ATVRSMODE

:仮想RS232Cモードへ移行します。

MODEを0としますと指定したショートアドレスを持つデバイスと、仮想RS232-Cで接続します。以後、アプリケーションは‘+++’が入力されるまで、仮想RS232-Cモードとして振る舞います。MODEを1にすると、仮想コンソールモードとして動作します。

操作例)

送信 : ATVRSMODE <ADD16> <MODE> <CRLF>

応答 : OK<CRLF>

<ADD16> : INT16 : 仮想RS232-Cモードで接続する先のショートアドレス

<MODE> : INT8 : 0を指定すると仮想RS232-Cモードになります。

1を指定すると仮想コンソールモードになります。

仮想RS232-Cモードでは、入力したデータはすべてそのまま、接続先デバイスに転送されます。

仮想コンソールモードの場合、入力したデータはATコマンドとして解釈され、接続先デバイス上で実行された後、その結果イベントが接続元に通知されます。

表示例)

ATVRSMODE 0001 0

OK

#### 4-2, ステータス

READY : ATコマンドが受付可能な状態を示します。

OK : ATコマンドの処理が成功した際に表示されます。

FAIL : ATコマンドの処理が失敗した際に表示されます。

### 4-3, エラーコード

ER01	:未知のエラー Unknown error
ER02	:コマンド発行条件にデバイスタイプが合致していない
ER03	:応答待ちに対するタイムアウト
ER04	:指定されたコマンドがサポートされていない
ER05	:指定されたコマンドの引数の数が正しくない
ER06	:指定されたコマンドの引数形式や値域
ER07	:PANの開始に失敗
ER08 (%)	:データの送信に失敗 (引数として送信エラーコード)
ER08の引数	
0xAD:	対応するリンクキーが見つからず暗号化に失敗した またはトラストセンタによる認証を受ける前に暗号通信を行おうとした
0xB0:	何らかの理由で送信要求がタイムアウトした
0xC2:	未接続状態でデータ送信を行おうとした時のようにデバイスの送信条件が整っていない
0xCD:	対応するセキュリティキーが見つからず暗号化に失敗した
0xD2:	ブロードキャストテーブルがいっぱい
0xD3:	送信先までの経路が不明なため送信データが破棄され、代わりに経路発見を起動した
0xE9:	送信相手からのMAC層ACKの受信に失敗した
ER09	:スタックのリソース不足によりコマンド実行が失敗した
ER10	:指定されたコマンドは受付けたが、実行結果が失敗した

### 4-4, 仮想レジスタ

仮想レジスタはATSREGコマンドにより、読み込みや書き込みを行います。

- S01 :SIEEE64 :8バイト  
:端末に設定されたIEEE 64Bitアドレスを格納しています。
- S03 :SPERMIT :1バイト  
:接続の受け入れ許可/受け入れ許可/不許可を設定します。  
1を設定すると接続受け入れ、  
0を設定すると接続拒否になります。
- S04 :SECHOBACK :1バイト  
:入力したコマンドをエコーバックするかどうかのフラグを格納しています。  
1を設定するとエコーバック有り、  
0を設定するとエコーバックしません。  
デフォルト値は1です。  
**注1) リセットされると、デフォルト値に戻ります。**
- S05 :SRXMODE :1バイト  
:データ受信時にATRXDATA コマンドを入力しなくても、受信したデータを画面表示するかどうかのフラグを格納しています。

1 を設定すると画面表示あり、  
0 を設定すると画面表示しません。  
デフォルト値は0（画面表示なし）です。

**注1）リセットされると、デフォルト値に戻ります。**

- S06 : SCID :1バイト  
:現在のチャンネル番号を格納しています。
- S07 : SPID :2バイト  
:現在のPAN IDを格納しています。
- S09 : SADD16 :2バイト  
:現在のショートアドレスを格納しています。
- S0A : SVMDEST :2バイト  
:仮想RS232Cモードの際の通信相手のショートアドレスを格納  
しています。  
デフォルト値 : 0  
**注1）リセットされると、デフォルト値に戻ります。**  
**注2）読み込みのみ**
- S0B : SSEURITY :1バイト  
:通信にセキュリティを適用するかどうかのフラグを格納してい  
ます。
- S0C : SRXON :1バイト  
:エンドデバイスとして動作する際、親デバイスからポーリング  
でデータを受信する場合は0、常時受信待ち受けを行いポーリングし  
ない場合は1を設定します。  
デフォルト値 : 1  
**注1）リセットされると、デフォルト値に戻ります。**
- S0D : SPRECONF :1バイト  
:セキュリティキーが事前設定かどうかを指定します。  
1 の場合で設定、0 の場合で未設定です。  
デフォルト値 : 0  
**注1）リセットされると、デフォルト値に戻ります。**
- S0E : SMODE :1バイト  
:ATコマンドを解釈する通常モードの場合は0x00、  
仮想RS232Cモードの場合は0x01になります。  
デフォルト値 : 0  
**注1）リセットされると、デフォルト値に戻ります。**  
**注2）読み込みのみ**
- S0F : SFLAGS :1バイト  
:端末の内部状態を示すフラグを保持します。  
0bit:READY            起きている状態

1bit:Busy 寝ている状態  
 2bit:WAIT\_ACK 処理を待っている状態

注1) リセットされると、デフォルト値に戻ります。

注2) 読み込みのみ

- S10 : SMASK : 4バイト

:チャンネルマスクをビットフラグ方式で指定します。

11bit : 0Bch、22bit : 22ch

#### 4-5, データの取り扱い

- スペースの取り扱い

ATコマンドを用いてデータを送る時は [ “ ” : スペース ( 0 x 2 0 ) ] は [ “ \_ ” : アンダーバー ( 0 x 5 F ) ] 等と置き換えてください。

[ “ ” : スペース ( 0 x 2 0 ) ] はATコマンド内でのパラメータの区切りとして使用しているため、送受したいデータの中に [ “ ” : スペース ( 0 x 2 0 ) ] が入っていると、エラーとなります。

- [CrLf] の取り扱い

本モジュールのSPI (シリアル通信) によるATコマンドの送受時に [ ATコマンド+CrLf ] と、[CrLf] が終端文字として添付されますが、ATコマンド自体は[Cr]をコマンドの区切りとして認識します。[CrLf] の[Lf]が送られてこなくてもモジュール内部で処理を開始します。[CrLf] の[Lf]は主に本モジュールとSPIで通信を行うアプリケーション・ソフト用にデータの送受信の終端が確認できるよう添付されています。即ち、[Cr]が認識できれば、[Lf]が送信されなくても、内部で処理が終わっていれば結果がモジュールのSO端子にあらわれます。

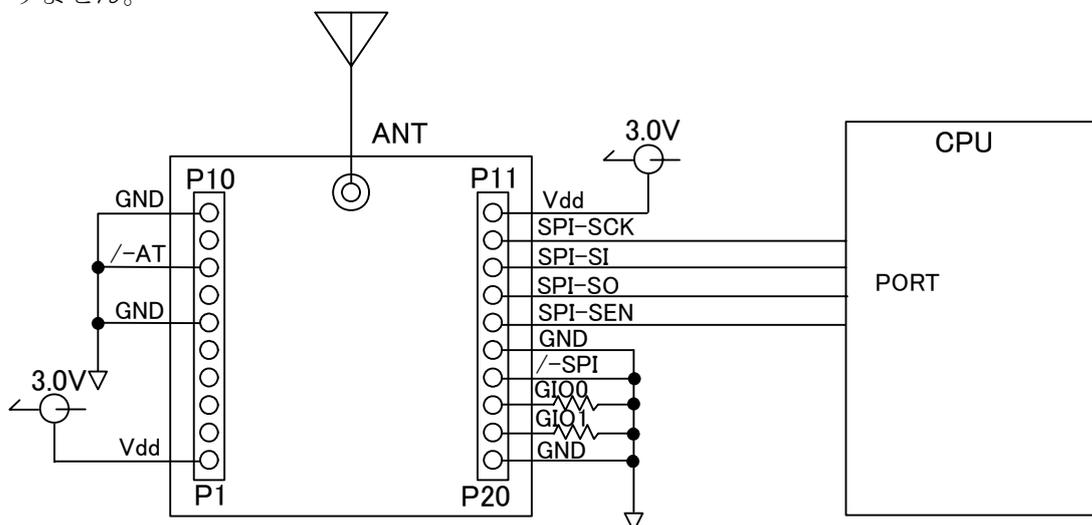
#### 4-6, ZigBeeスタック

注) ZigBee スタック直接動作モードを希望する場合は、別途ご相談になります。

### 5, 接続設定

下図に外部CPUに接続する時の例を挙げます。

本モジュールの内部にお客様がプログラムを書き込んで、ご使用なさる場合はこの限りではありません。



## 6, 動作

具体的な操作や使い方はチュートリアルをご覧ください。

通信評価等の確認等を行う場合は、評価キットAD-1321 SDKを用いることにより、パソコン同士での無線通信による、ネットワークの構築を確認できます。



## 7, 開発ツール

システムを開発するのに必要なツールを用意しています。

### 7-1, 評価・開発キット

動作実験等を行う為のセットです。

A Tコマンドで動作の確認やアプリケーション・ソフトの開発等に使用します。

#### 7-1-1, 弊社エー・アンド・デイ製評価・開発キット (AD-1321 SDK)

内容は以下の通りです。

* 1mW ZigBee モジュール	AD-1321-1MW	× 2
* 10mW ZigBee モジュール	AD-1321-10MW	× 2
* ホイップアンテナ		× 4
* USB変換ボード		× 4
* USBドライバ		× 1

CPUにアプリケーションを搭載する場合は、別途ソフト開発環境が必要になります。

注) 物理層の書き換えはできません。

#### 7-1-2, サード・パーティ製評価・開発キット

テセラ・テクノロジー株式会社様より発売予定。

USBで直接CPUに書き込めます。

詳しくは「テセラ・テクノロジー株式会社様 (<http://www.tessera.co.jp/>)」へお問い合わせください。

注) 物理層の書き換えはできません。

### 7-2, ネットワークの構築

通信状態の評価を行うためのツール[ZigBeePRO SDK for AD1321]が用意されて、スニファァ、ネットワーク・ビューワァ、電界強度モニタの3種類が利用できます。

これらのツールは Skyley Networks Inc (<http://www.skyley.com/>) 様より提供されます。

必要な場合はご相談ください。

## 7-2-1, スニッファー（電波傍受・解析ツール）

空間上の特定のチャンネルで送受信されている ZigBee パケットを MAC 層、NWK 層、APS 層から解析して表示します。

各層においてどのようなデータのやり取りが行われているのか判ります。また、データが正常にやり取りされているか確認できます。

ZigBeePRO のプロトコルを用いていますので、ZigBeePRO 以外のプロトコルによる通信ではお使い頂けません。

Num	Time	Delta	From	To	Src	Dst	PAN ID	Security	RSSI	LQI
68	01.08.15.517.410	4848	0000000000000000	0000	-	-	1234	-	47	93
69	01.08.15.517.600	180	-	-	-	-	-	-	47	98
70	01.08.15.519.680	2080	0000000000000000	0000	-	-	1234	-	47	98
71	01.08.15.521.870	2180	0000000000000000	0000	-	-	1234	-	46	93
72	01.08.15.522.060	190	-	-	-	-	-	-	46	93
73	01.08.30.045.740	1532	-	FFFF	-	-	FFFF	-	50	104
74	01.08.30.049.380	3620	0000	-	-	-	1234	-	168	107
75	01.08.47.062.370	1621	-	FFFF	-	-	FFFF	-	44	95
76	01.07.25.445.190	3638	-	FFFF	-	-	FFFF	-	21	102
77	01.07.37.519.320	1187	-	FFFF	-	-	FFFF	-	30	92
78	01.07.47.480.100	1017	-	FFFF	-	-	FFFF	-	40	106
79	01.08.04.109.310	1661	-	FFFF	-	-	FFFF	-	30	106
80	01.08.08.135.680	3502	-	FFFF	-	-	FFFF	-	50	106
81	01.08.09.138.570	2990	0000	-	-	-	1234	-	147	108
82	01.08.47.334.280	8195	0000000000000000	0000	-	-	FFFF	-	51	104
83	01.08.47.334.430	170	-	-	-	-	-	-	51	98
84	01.08.47.534.190	4997	0000000000000000	0000	-	-	1234	-	54	92
85	01.08.47.534.370	180	-	-	-	-	-	-	54	97
86	01.08.47.837.020	2650	00001FFFFF000000	0000000000000000	-	-	1234	-	165	100
87	01.08.47.837.120	100	-	-	-	-	-	-	165	93
88	01.09.04.812.670	1697	0001	0000	0001	FFFF	1234	No Security	40	109
89	01.09.04.812.740	70	-	-	-	-	-	-	40	97
90	01.09.04.816.770	4030	0000	FFFF	0001	FFFF	1234	No Security	162	106
91	01.09.27.338.790	2252	0000	FFFF	0000	FFFF	1234	No Security	166	94



## 7-2, ネットワーク・ビューワー

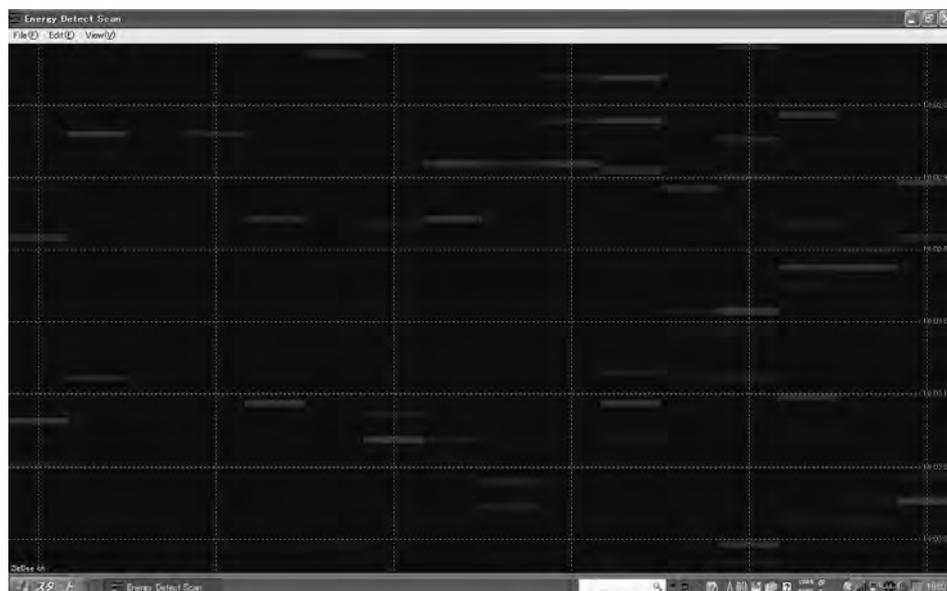
コーディネーターに接続することで、ネットワーク構成をリアルタイムに表示します。各接続のRSSI(電界強度)を見ることでネットワークの無線環境を把握できます。各端末アイコンをクリックすると詳細情報が取得できます。また、その端末への各種コマンド送信も可能です。

ZigBeePRO のプロトコルを用いていますので、ZigBeePRO 以外のプロトコルによる通信ではお使い頂けません。



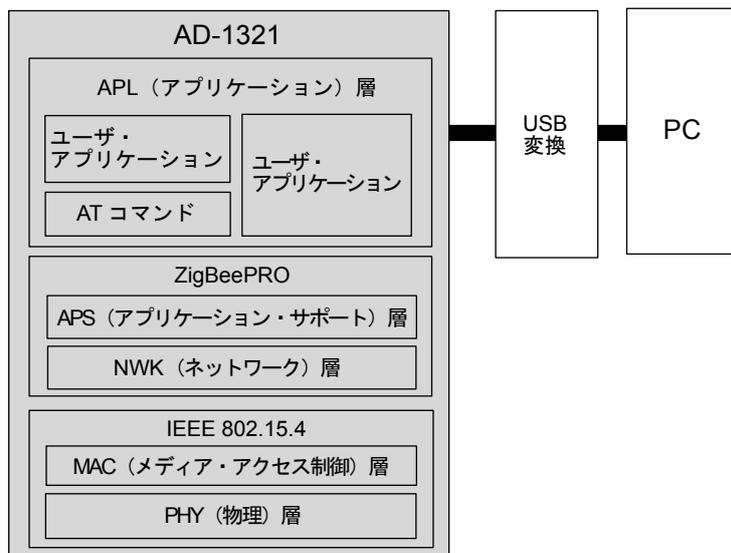
## 7-2-3, ED スキャナ

ZigBee が提供する ED スキャナの機能を利用して、簡易に電波状況を調べることができます。ZigBee が使用する 11~26 の各チャンネルに対して、約 30msec ずつ RSSI の計測を行います。



## 7-3, ZigBeePRO モジュール開発方法

### 7-3-1, パソコンより AT コマンドで制御する場合



パソコンより AT コマンドを用いて ZigBeePRO モジュールを制御する場合。この方法は ZigBee についての知識を要しませんので、比較的手軽にワイヤレス・ネットワーク・システムを組み上げることができます。

例) AT コマンド

```
ATSTARTPAN B 1234
```

◆必要なハードウェア

USB 変換ボード (A&D 社製)

[AD-1321SDK に含まれています。]

◆必要なソフトウェア

・上記ボードを用いる場合は添付ドライバソフト

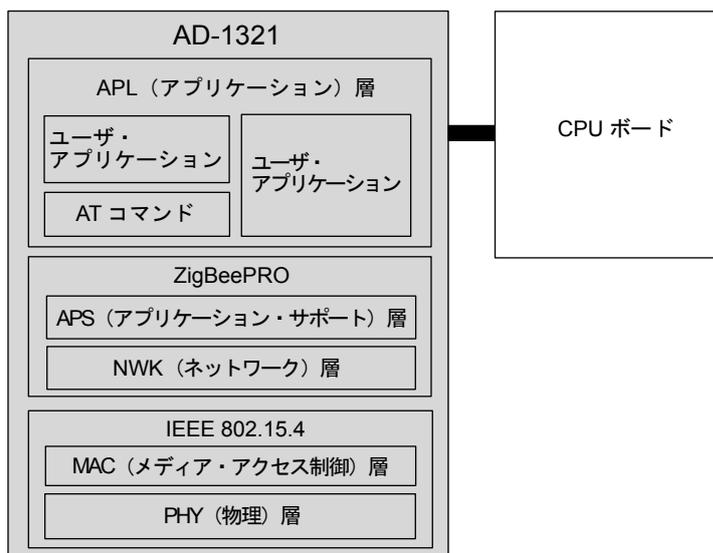
・パソコンより、キャラクタ・データを送信できるソフトウェア開発環境

例) Visual BASIC

・通信評価のため、手入力で制御する場合の汎用通信ソフト

例) ハイパーターミナル、秀 Term

### 7-3-2, CPU より AT コマンドで制御する場合



ユーザ開発ボードより Ascii コードを送出することにより、AT コマンドを用いて ZigBeePRO モジュールを制御する場合。

この方法も ZigBee についての知識を要しませんので、比較的手軽にワイヤレス・ネットワーク・システムを組み上げることができます。

例) AT コマンドの書込み

```
Put( "ATSTARTPAN B 1234" );
```

◆必要なハードウェア

ユーザ開発ターゲット・ボード (ユーザ製)

◆必要なソフトウェア

ユーザ開発ターゲット・ボードに搭載される CPU の開発環境

詳しくは各 CPU メーカーにお問い合わせください。

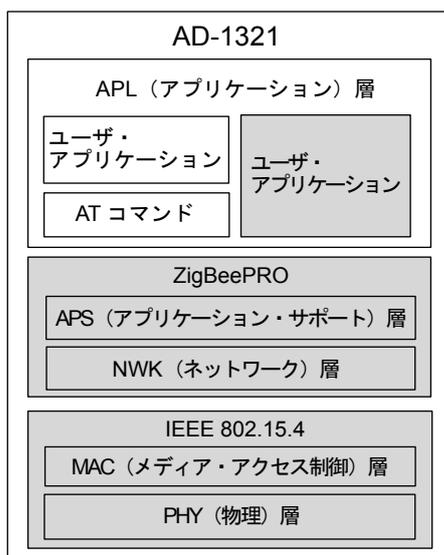
例) 78K0R シリーズ (ルネサス・エレクトロニクス社製 CPU)

\*SP78K0R ソフトウェア・パッケージ

(エディタ、コンパイラ、アセンブラ、シミュレータ、デバイスファイル、デバックを含む)

\*IECUBE エミュレータ、または MINICUBE 兼価版エミュレータ

### 7-3-3, モジュール内部で AT コマンドで制御する場合



AD-1321 ZigBeePRO モジュール内部の CPU の FLASH ROM に AT コマンドを用いたプログラムを書き込みます。

使い方としては、C 言語等でプログラムを組みます。外部通信で用いる SPI の送信・受信バッファを介してデータのやり取りを行うこととなります。AT コマンドを介する分、演算処理時間が多少かかりますが、PC 上で評価した手順をそのまま書き込むことができるので、デバックが多少楽になると思われます。

必要に応じてソフトハウスをご紹介します。ご相談ください。

例) AT コマンドを用いたプログラムの実行

```
while(1) {  
    AT_Base_Main();  
    //Process input from PC (UART)  
    //Interface();  
    //User App  
    User_App();  
}
```

書き込む CPU はルネサス・エレクトロニクス社製  $\mu$  PD78F1146A です。

#### ◆必要なハードウェア

- モジュール内部にプログラムを書き込むライターとの接続治具  
例) USB 変換ボード (A&D 社製[AD-1321SDK に含まれています。])  
またはユーザサイドで製作される治具
- パソコン: プログラムを組む環境として

#### ◆必要なソフトウェア

- ルネサス・エレクトロニクス社製 CPU  $\mu$  PD78F1146A の開発環境  
詳しくは各 CPU メーカー、開発ツールメーカーにお問い合わせください。

例) 総合開発環境

\*SP78K0R ソフトウェア・パッケージ

(エディタ、コンパイラ、アセンブラ、シミュレータ、デバイスファイル、デバツカを含む)

\*IECUBE エミュレータ、または MINICUBE 兼価版エミュレータ

#### 7-3-4, モジュール内部で ZigBeePRO スタックを用いて制御する場合



モジュール内部の CPU の FLASH ROM に ZigBeePRO スタックを用いたプログラムを書き込みます。

使い方としては、C 言語等を用いて ZigBeePRO ライブラリから必要な関数を呼び出してプログラムを作り上げます。ZigBeePRO でシステムを作り上げる一般的な方法です。一方で ZigBeePRO が難しいと感じさせる部分でもあります。

また、この段階ではモジュールのピン配置や機能を変更させることができますが、RF 周りは変更することはできません。本製品では ZigBeePRO スタックとして、「SKSTACK PRO」を使用しています。本モジュール AD-1321 はモジュールとして ZigBeePRO アライアンスの認証を受けています。

また「SKSTACK PRO」も ZigBeePRO スタックとして ZigBee アライアンスの認証を受けています。

必要に応じてソフトハウスをご紹介します。ご相談ください。

例) スタックによるコーディネーターの立ち上げ

```
SK_ZDO_NetworkFormation(  
    gnSK_APS_apsChannelMask,  
    SCAN_DURATION,  
    (SK_UB) 0xF,  
    (SK_UB) 0xF,  
    (SK_UH) pid,  
    0,  
    ZDO_Formation);  
Break;
```

書き込む CPU はルネサス・エレクトロニクス社製  $\mu$  PD78F1146A です。

#### ◆必要なハードウェア

- ・モジュール内部にプログラムを書き込むライターとの接続治具  
例) USB 変換ボード (A&D 社製) またはユーザサイドで製作される治具
- ・パソコン: プログラムを組む環境として

◆必要なソフトウェア

- ルネサス・エレクトロニクス社製 CPU  $\mu$  PD78F1146A の開発環境  
詳しくは各 CPU メーカー、開発ツールメーカーにお問い合わせください。

例) 総合開発環境

- \*SP78K0R ソフトウェア・パッケージ  
(エディタ、コンパイラ、アセンブラ、シミュレータ、デバイスファイル、デバッグを含む)
- \*IECUBE エミュレータ、または MINICUBE 兼価版エミュレータ
- Skyley Network Inc 社製「SKSTACK PRO」  
ZigBeePRO スタック

7-3-5, モジュール内部で IEEE 802.15.4 をベースにして制御する場合



IEEE 802.15.4 ベースにユーザが独自に通信プロトコルを作成する場合。ZigBeePRO 以外のプロトコルを使用する場合、「SKSTACK PRO」以外の ZigBeePRO スタックを使用する場合はこれに該当します。

この方法ですと ZigBee Alliance の認証から外れますので、ZigBee の名称及びロゴは使えなくなります。必要な場合はユーザサイドで認証を取り直す必要が出てきます。

この段階ではモジュールのピン配列や機能を変更させることができます。また RF 周りは変更することが可能になります。RF 周りを変更しますと電波法に触れることとなりますので、新たに電波法上の認証を取る必要が出てきます。

このレベルでの開発は必ずご相談ください。

書き込む CPU はルネサス・エレクトロニクス社製  $\mu$  PD78F1146A です。

◆必要なハードウェア

- モジュール内部にプログラムを書き込むライターとの接続治具  
例) USB 変換ボード (A&D 社製[AD-1321SDK に含まれています。])  
またはユーザサイドで製作される治具
- パソコン: プログラムを組む環境として

◆必要なソフトウェア

- ルネサス・エレクトロニクス社製 CPU  $\mu$  PD78F1146A の開発環境  
詳しくは各 CPU メーカー、開発ツールメーカーにお問い合わせください。

例) 総合開発環境

- \*SP78K0R ソフトウェア・パッケージ  
(エディタ、コンパイラ、アセンブラ、シミュレータ、デバイスファイル、デバッグを含む)

- \* IECUBE エミュレータ、または MINICUBE 兼価版エミュレータ
  - ワイヤレス・プロトコル
- 必要に応じて、ユーザサイドで作成またはお買い求め、移植を行ってください。

### 7-3-6, モジュール内部で IEEE 802.15.4 をベースに改造し制御する場合



本モジュールで使用している RF チップはハード上で IEEE 802.15.4 に必要な制御を行っている部分があります。この為、変更できる部分とそうでない部分がありますので、このレベルでの開発を希望される場合はご相談ください。

全く新たな通信プロトコルをユーザ自身で全て作成することになります。

IEEE 802.15.4 と謳えなくなります。ZigBeePRO の名称もロゴも使えません。

電波法の認証も新たに取直す必要があります。また、電波法で定められている範囲を超えないように注意する必要があります。

このレベルでの開発は必ずご相談ください。

書き込む CPU はルネサス・エレクトロニクス社製  $\mu$  PD78F1146A です。

#### ◆必要なハードウェア

- AD-1321 ZigBeePRO モジュール内部にプログラムを書き込むライターとの接続治具  
例) USB 変換ボード (A&D 社製 [AD-1321SDK に含まれています。])  
またはユーザサイドで製作される治具
- パソコン: プログラムを組む環境として

#### ◆必要なソフトウェア

- ルネサス・エレクトロニクス社製 CPU  $\mu$  PD78F1146A の開発環境  
詳しくは各 CPU メーカー、開発ツールメーカーにお問い合わせください。

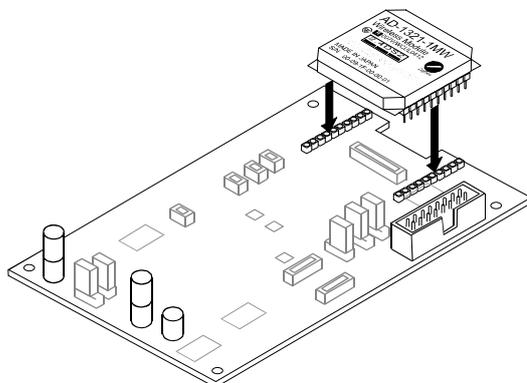
例) 総合開発環境

- \* SP78KOR ソフトウェア・パッケージ  
(エディタ、コンパイラ、アセンブラ、シミュレータ、デバイスファイル、デバツカを含む)
- \* IECUBE エミュレータ、または MINICUBE 兼価版エミュレータ
- その他、必要なプログラムはユーザ自身でご用意ください。

参考

テセラ社製 ZigBee モジュール開発ボード [SB-UD Type AND] を用いた時のピンアサイン

[SB-UD Type AND]



	弊社エー・アンド・デイ		テセラ社 SB-UD Type AND	
	名称	機能	名称	機能
1	Vdd	電源	Vdd	電源
2	FLMOD0	デバック用	FLMOD0	デバック用
3	$\overline{\text{RESET}}$	リセット	$\overline{\text{RESET}}$	リセット
4	TOOL1	デバック用	P41/TOOL1	デバック用
5	TOOL0	デバック用	P40/TOOL0	デバック用
6	GND	電源	GND	電源
7	INT	割り込みポート	P30/INT3	LED 点灯
8	$\overline{\text{AT}}$	動作モード切り替え	P74/KR4/INTP8	LED 点灯
9	GOUT	汎用ポート	P14/Rx03	シリアル通信
10	GND	電源	GND	電源
11	Vdd	電源	Vdd	電源
12	SPI-SCK	SPI クロック	SCK10	I/O
13	SPI-SI	SPI データ入力	SI10(RxD1)	I/O
14	SPI-SO	SPI データ出力	S010(TxD1)	I/O
15	$\overline{\text{SPI-SEN}}$	SPI 受信要求	P13/TxD3	シリアル通信
16	GND	電源 Power	GND	電源 Power
17	$\overline{\text{SPI}}$	通信モード切り替え	P75/KR5/INTP10	キー
18	GI00	汎用ポート	P76/KR6/INTP11	キー
19	GI01	汎用ポート	P77/KR7/INTP12	キー
20	GND	電源	GND	電源

## ZigBeePRO 関連用語説明

### 802.15.4:

IEEE が制定した短距離無線ネットワーク規格の名称です。ZigBee では MAC 層、PHY 層で使われています。<http://ieee802.org/15/>

### ARIB:

社団法人 電波産業会

電波利用に関する標準規格の策定、電波利用に関する調査・研究、特定周波数対策を行っています。

### BAN:

Body Area Network 人体通信

人体を通信媒体又は人体表面を通信範囲とする、通信ネットワーク・システムの形態です。メディアとしては、広い意味では無線、有線、体表面電流などがあります。狭い意味では体表面電流を用いて通信を行います。

### DSSS:

直接スペクトラム拡散変調 (Direct Sequence Spread Spectrum)

一次変調されたデータ信号を送受信双方が保持する「拡散符号」と呼ばれる鍵に基づいて演算 (拡散変調) を行い、広い周波数帯にエネルギーを拡散して通信するスペクトラム拡散の方式です。

### ED:

電界強度 (Electric Field Density)

### FCC:

Federal Communications Commission 連邦通信委員会です。 [<http://www.fcc.gov/>]

アメリカ国内の電波行政、通信事業の規制監督を行う連邦政府機関です。

### FHSS:

周波数ホッピング拡散変調 (Frequency Hopping Spread Spectrum)

一次変調されたデータ信号を送受信双方が保持する手順で極めて短い時間ごとに送信周波数を変更する方法です。Blue Tooth に用いられます。通信速度を上げ難く、アドホック性は劣ります。

### IEEE:

The Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc 米国電気電子学会。アメリカ電気学会 (AIEE) と無線学会 (IRE) が合併し組織された非営利の専門機関です。発祥はアメリカですが会員は世界各国に及び、この種の団体では世界最大と推定されます。学会としての活動の他、標準化活動 (規格の制定) を行っています。

### ISMバンド:

産業科学医療用 (ISM: Industry-Science-Medical) バンド

本来は高周波を無線通信以外の産業・科学・医療目的に高周波エネルギー源として利用するために指定された周波数帯です。13.5MHz 帯、27MHz 帯、40.6MHz 帯、900MHz 帯、2.4GHz 帯、5.8GHz 帯、24GHz 帯があります。

### ITU:

国際電気通信連合

国連の専門機関の一つです。無線通信と電気通信分野において各国間の標準化と規制を行っています。主な業務は規格の標準化、無線周波数帯の割当て、国際電話を行うために各国間の接続を調整することなどです。無線通信部門 (ITU-R)、電気通信標準化部門 (ITU-T)、電気通信開発部門 (ITU-D) からなります。本部はジュネーブにあります。

#### LAN :

Local Area Network 近距離通信ネットワーク

一つの施設内程度を通信エリアとする通信ネットワークです。プロトコルとしてはTCP/IPを、メディアとしてはイーサネットやIEEE 802.11を組み合わせた物が一般的であります。

#### PAN :

Personal Area Network 近距離通信ネットワークです。

人の手が届く範囲で通信が行われるネットワークです。メディアとしてはUSB, IEEE1394, ZigBee、UWB等があります。

#### R&TTE :

Radio and Telecommunications Terminal Equipment [<http://www.rtte.org/>]

欧州(EU)の無線機器及び電気通信端末機器指令のことです。整合規格は、使用者及び他のものの健康と安全の保護、電磁環境両立性(EMC)、有害な妨害を防止する為の通信方法について定めています。

#### RF4CE :

ZigBeeの派生規格です。ZigBeeと同じ802.15.4をベースにした無線リモコン通信規格です。

2009年にパナソニック、ソニー、フィリップス、サムソンの4社より提案されています。

<http://www.zigbee.org/Products/DownloadZigBeeTechnicalDocuments.aspx>

から仕様をダウンロードできます。

#### RSSI :

受信信号強度 (Received Signal Strength Indication)

#### RTC :

Real Time Clock

時計。時刻データを出力するユニット等

エンド・デバイス等をスリープ動作させる時に、起きあがるタイミングを設定するのに使われます。

#### SPI :

Serial Peripheral Interface

マスタとスレーブとで通信を行う、デバイス間通信です。高速通信が可能です。本機ではクロック、送信データ、受信データ、リクエストの4線で双方向通信を行っています。

#### UHF :

Ultra High Frequency 極超短波帯周波数帯の呼び名です。300MHzから3000MHzを指します。

#### WAN :

Wide Area Network 広域通信ネットワーク

LANより広いエリアを有するネットワークです。広い意味ではインターネットを、狭い意味では点在するLANとLAN結ぶネットワークを差すことがあります。

メディアとしては、光ケーブル、同軸ケーブル、マイクロ波などがあります。

#### ZigBee Alliance :

[<http://www.zigbee.org/>]

ZigBeeの規格をまとめたり、ZigBeeの認証認可を出したりする団体です。

ZigBee、ZigBeeProはこの商標ですので、これらの名称やロゴは勝手に使用できません。

#### アドホック通信：

メッシュ型やツリー型ネットワークに於いて端末同士を‘数珠つなぎ’にして、無線ネットワークを構築する技術です。端末同士を無線で相互接続する形式なので、基地局やアクセスポイントなどが不要となります。

#### アンテナ：

高周波を電波として空間に放射、あるいは逆に空間の電波を高周波として変換する素子です。

#### エンドデバイス：

ネットワークの中で最終端末になります。ネットワーク内に複数台置くことができます。中継機能はありません。スリープ動作を行うことができます。

#### エンドポイント：

TCP/IP通信におけるTCPポートのようなものです。1つの端末で複数のアプリケーション・オブジェクトが同時通信できるような論理サブチャンネルです。

#### オフセット位相直交変調(Offset QPSK)：

I 軸と Q 軸の時間を 1/2 シンボルずらして変調した QPSK (Quadrature Phase Shift Keying) であります。結果的に零点を通らなくなるため、振幅変動が小さく増幅器の線形性を要求されません。結果的に消費電力を押さえることができます。

#### 回析：

電波はその文字の如く波ですので、伝搬経路に山岳とか、仕切りとかあると波の回析現象が生じます。それにより見通し外の場所にて通信ができます。

#### 技術基準適合証明：

無線機器が電波法などの遵守すべき法令等により定められている技術基準に適合していることの証明です。登録証明機関が無線機器 1 台 1 台個々に審査・試験を実施し、個体 1 台ごとに異なった認証番号を付与する制度です。認証を取りたい無線機器が少ない場合は費用が安く済みます。

#### キャリア：

搬送波です。変調を掛ける前の波です。通信において、情報を乗せる信号波のことです。

#### キャリアセンス：

送信装置から電波を発射する前に、その発射しようとする電波の周波数が空いているか調べる必要がありこの事を指します。使用されていなければ空くまで待ちます。

#### 工事設計認証：

無線機器が電波法などの遵守すべき法令等により定められている技術基準に適合していることの証明です。製造する機器がその技術基準に合致することを確保することができるか等について審査を行い、認証番号を付与します。製造仕様が同じ無線設備であれば、全て同じ認証番号使用します。認証を取りたい無線機器が多い場合は費用が安く済みます。

#### コーディネーター：

ネットワークの立ち上げや、ネットワーク全体を管理します。一つのネットワークに必ず一台あります。全てのデバイスと通信可能です。スリープ動作はできる限りしてはいけません。

#### 周波数アジリティー機能：

ZigBeePro に有る機能です。2.4GHz 帯は無線 LAN や Bluetooth などと共用しており、電波が互いに干渉する可能性があります。ZigBee PRO では、通信状況を常に把握しており、干渉によって通信状況が悪くなった場合は、コーディネーターがチャンネル変更の指示を出し、干渉しないチャンネルへ移動させて、ネットワークの効率と安定性を高めます。

ショートアドレス：

コーディネーターが各端末に割り振り、管理を行う為の2バイトのアドレスです。コーディネーターが自動的に割り付けを行う為、ユーザーが変更してはいけません。

小電力データ通信システムの無線局：

電波法第4条第3号、電波法施行規則第6条第4項第4号

主としてデータ伝送のために無線通信を行うものであって、次に掲げる周波数の電波を使用し、かつ、空中線電力が0.01W以下であるものを指します。

- 2,400MHz～2,483.5MHz
- 2,471MHz～2,497MHz
- 5,170MHz、5,190MHz、5,210MHz 又は5,230MHz
- 24.77GHz～25.23GHz の周波数であって24.77GHz 若しくは24.77GHz に10MHzの整数倍を加えたもの
- 27.02GHz～27.46GHz の周波数であって27.02GHz 若しくは27.02GHz に10MHzの整数倍を加えたもの

ストキャスティック・アドレッシング機能：

ZigBeePROの機能です。

これまでの古いZigBeeでは親機のアドレスから子機のアドレスが計算によって振り分けられ、一定のルールにより接続状態が決められていました。この為、一度接続が完了すると場所を移動させることが困難でした。

ZigBeePROではアドレス発生が乱数になった為、各端末の接続関係を意識する必要がなくなり、構成する端末の位置移動が楽になりました。

スプリアス：

無線機器から発射される電波のうち、高周波、低周波、寄生発射などの目的以外の不要な電波のことです。スプリアス発射強度の許容値については法律によって規定されています。

スニフアー：

いわゆるプロトコルアナライザ。本製品に於いてはネットワーク上を流れるパケットをモニタリングし、各レイヤのデータ内容を表示します。これによりデータが正しくやり取りできているのか確認することができます。

ワイヤレス製品の開発には必要不可欠な解析計測手段の一つです。

電圧定在波比：

空中線に於いての進行波と反射波の関係を示す数値であり、電圧の比で扱います。

定在波は進行波と反射波の互いの干渉により、伝送線路上に合成波ができあがり、伝送線路上に $\lambda/2$ おきに最大値や最小値が現れ、定在しているように見えます。効率よく電波が出ているかの目安になります。

特定小電力無線局：

電波法第4条第3号、施行規則第6条第4項第2号、設備規則第49条の14

通常、無線局は個別に免許を受けることが必要ですが、特定小電力無線局はこの無線局の免許を受けることなく、電波法で定める技術基準に適合していることを条件に使用することができる無線局です。出力は0.01W以下に制限されます。特定小電力無線局は、その用途により様々な技術基準が定められており、用途別に、電波の型式、周波数、空中線電力、通信方式などを定めています。

トラスト・センタ :

暗号キーの管理を行う所です。コーディネーターがその役割を担います。

ネットワークキー :

ZigBee に於いてセキュリティ通信を行う時に使用する 128 ビットのコードです。セキュリティキーが合わないと通信を行うことができません。またネットワークに入ることができません。ネットワーク形成後に頻繁にネットワークキーを変更することができます。

不感帯 :

マルチ・パス等により、部分的に電界強度が弱い場所が生じ、通信ができない場所を指します。

復調 :

変調波から情報信号を取り出すことです。AM信号の場合、以前は「検波」と言われていました。

ブロードキャスト :

一斉送信です。

プロファイル :

色々なアプリケーションをカテゴリ分けし、メーカーを問わず同じプロファイル内のアプリケーション間での相互互換性を確保するための仕組みです。プロファイルは機能毎に仕様を設定された、クラスタ ライブラリから選択して作られます。ZigBee のプロファイルは比較的縛りが緩いので、パブリックなプロファイルの他にユーザ独自のプロファイルを開発することができます。

分割配信機能 (Fragmentation) :

ZigBeePRO の機能です。

以前の ZigBee は 1 回に最大 127 バイトのデータが送信可能ですが、用途 (画像送信等) によっては 127 バイトでは小さすぎる場合もあります。

ZigBee PRO では、127 バイトより大きなデータを自動的に分割して送信し、受信側で自動的に復元する機能をサポートします。

ベースバンド :

情報を電気信号に変換したデータです。

アナログ変調で言うところの被変調信号です。この信号で変調を掛けます。

変調 :

高周波に情報信号等を乗せることです。

慣習的にアナログ変調に対しては [Modulation]、デジタル変調に対しては [Shift keying] を用います。

ポーリング :

一般的には、ホストが複数の端末に対して、順次送信したいデータがあるかどうかを問い合わせる方法です。一定間隔で各端末に問い合わせが送られ、端末からの送信要求に対して、送受信が行われます。そのため、通信経路が 1 つしかないため、データの送受信において端末間での競合が発生しません。また、ポーリングには端末が正常に動作しているかを確認することもできます。

ZigBee の場合は、子機が親機に周期的にポーリングを掛けます。これは通常子機はスリープしているという前提のためです。子機は常に寝ている場合、親機から子機へデータを送るのは困難です。その為、子機は周期的に起きて親機に自分宛のデータは無いか聞く必要があります。

マクスウェルの方程式：

電波の正体を表した式です。次の4つの式からなります。

$$\nabla E = \rho / \varepsilon \dots\dots\dots \textcircled{1}$$

$$\nabla B = 0 \dots\dots\dots \textcircled{2}$$

$$\nabla E = -\partial B / \partial t \dots\dots\dots \textcircled{3}$$

$$\nabla B / \mu = \varepsilon \partial E / \partial t + i \dots\dots \textcircled{4}$$

E：電界、B：磁束密度、 $\mu$ ：透磁率、 $\varepsilon$ ：誘電率、 $\rho$ ：電荷密度、  
i：電流密度

式②③と④をイメージしてもらえると判りやすいと思います。式③は磁場が変化すると、その周りに電場ができることを表します。式④は電流が流れたり、電場が変化したりすると、その周りに磁場ができることを表します。式②は輪のイメージです。これにより、式③と式④が鎖の様に繋がり電波ができ上がります。式①で電波が発散するイメージかつくかと思ひます。式④の電流の項でアンテナが必要だと言うイメージかつくかと思ひます。

マルチパス：

複数の経路で電波が伝わることです。それにより、電界強度の縞や時間・位相ズレが生じ、通信障害が起きることがあります。

見通し距離：

電波の世界の見通し距離と、日常生活で感じる見通し距離は必ずしも一致しません。

視覚的に見えるからと言って、電波も同じとは限りません。電波の場合はフレネルゾーンと呼ばれるエリアの中に障害物が無い時が見通し距離（自由空間）となります。

メッシュ通信：

端末が網目状に相互に繋げたネットワークです。メッシュネットワークには自己修復性があり、1つの端末がダウンしたり、1つの接続が不良となったりしても、通信経路を新たに再構築するのでネットワーク全体は運用可能です。結果として、非常に信頼性の高いネットワークとなります。

ユニキャスト：

特定の端末に向けてデータ通信を行うことです。

ラジオダクト：

気象の変化等により大気中の電波の屈折率の変化が生じ、電波伝搬経路が変化し思わぬ距離まで電波が届いてしまう現象です。これにより通信障害が起きることがあります。主に1GHz以上の中長距離伝搬で生じます。

ルーター：

ネットワークの中に複数台置くことができます。データの中継を行います。下にエンドデバイスが繋がっている場合はスリープ動作をできる限りしてはいけません。本製品の場合はネットワーク全体をスリープすることができます。