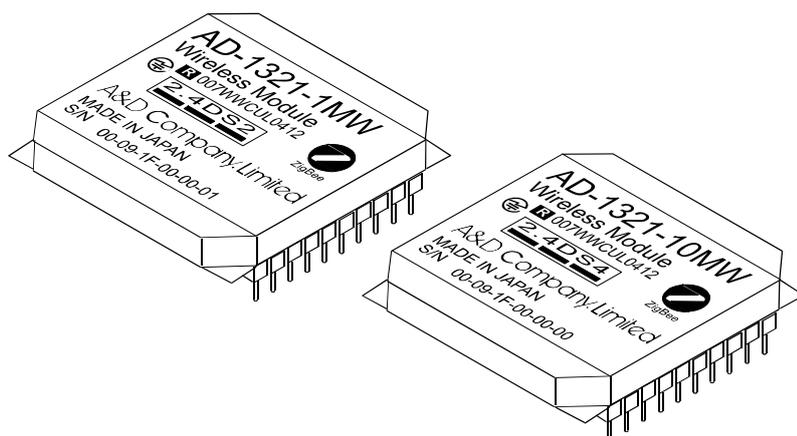


# AD-1321-1MW/10MW

## ATコマンド 設定チュートリアル

### 取扱説明書



**AND** 株式会社 **エー・アンド・デイ**

## 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, 概要	3
2, 用意する物	3
3, USBドライバのインストール	3
4, 通信ソフトの設定	4
5, ATコマンドでの通信実験	8
5. 1, ネットワークの形成	8
5. 2, データの送受信	11
5. 3, エンドデバイスの実行	14
5. 4, セキュリティの使い方	19
5. 5, 永続データ	24

## 1, 概要

本チュートリアルはZ i g B e eモジュールの動作を理解して頂くために、ATコマンドによって、PCを用いてマニュアルでZ i g B e eワイヤレスネットワークを組む手順を示します。

## 2, 用意する物

本チュートリアルでは、2組のZ i g B e eモジュールを用いて、通信を行います。

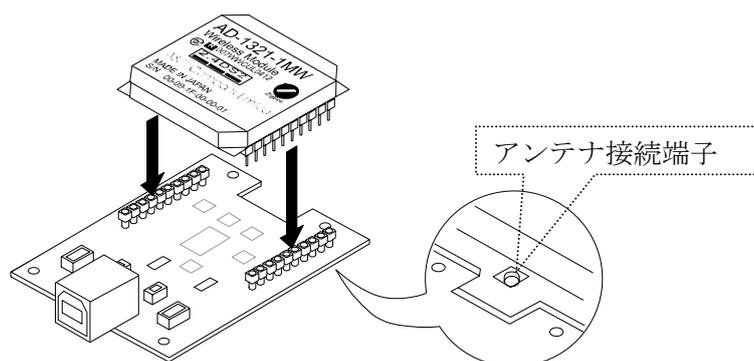
- \* Z i g B e eモジュール・・・・・・・・・・2セット
- \* USB変換ボード・・・・・・・・・・2セット
- \* 付属CD (USBドライバ) ・・・・・・・・1枚
- \* USBケーブル (ABタイプ) ・・・・・・・・2本
- \* パソコン・・・・・・・・・・2台
- \* 汎用通信ソフト

汎用通信ソフトはフリーソフトの「T e r a T e r m」やWindowsのアクセサリの中に含まれている「ハイパーターミナル」等が使えます。

## 3, USBドライバのインストール

本製品で使用しているUSBはプラグ&プレイ機能を有していませんので、USBドライバをパソコンにインストールする必要があります。

- ・ 付属CDをパソコンの光学ドライブにセットしてください。
- ・ USB変換ボードにZ i g B e eモジュールをセットアップしてください。  
Z i g B e eモジュールのアンテナ接続端子がUSB変換ボードの切り欠きの上になる様にセットしてください。



- ・ ABタイプのUSBケーブルを用いて、パソコンとUSB変換ボードを接続してください。  
パソコンのOSによりドライバをインストールするよう要求してきますので、OSの指示に従ってUSBドライバをインストールしてください。
- ・ 付属CDの‘DRIVER’フォルダには32ビットCPU用のドライバフォルダ ‘w i n 2 k’ と64ビットCPU用のドライバフォルダ ‘w 1 h \_ a m d 6 4’ がありますので、お使いのパソコンに合わせて選択してください。

## 4, 通信ソフトの設定

COMポートの設定を行います。まず始めに、どのポートに繋がっているかOSにて確認してください。

WIN XPの場合は次の手順で確認できます。

「コントロール パネル」=> 「システム」



システム

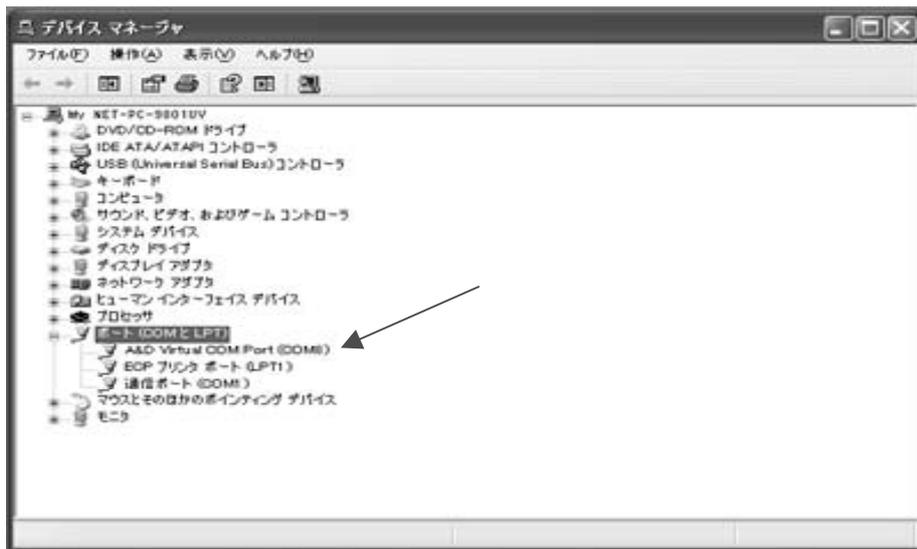
=> 「ハードウェア」のタブ



=> 「デバイス マネージャ」



=> 「ポート」



ポート設定は以下の通りに設定します。



通信ソフトから設定する場合は、アプリケーションでの設定が優先される物もありますので、ご使用になる通信ソフトの指示に従ってください。

WIN XPに付属している通信ソフト「ハイパーターミナル」の設定例を示します。  
次の場所にあります。

「スタート」 => 「すべてのプログラム」 => 「アクセサリ」  
=> 「通信」 => 「ハイパーターミナル」

でアプリケーションが立ち上がります。



設定例を示します。アプリケーションが立ち上がると、次の画面が表示されます。



適当なファイル名を付け、アイコンを選んだらOKをクリックしてください。



接続方法のプルダウンリストから、先に確認したCOMポートを選択してください。

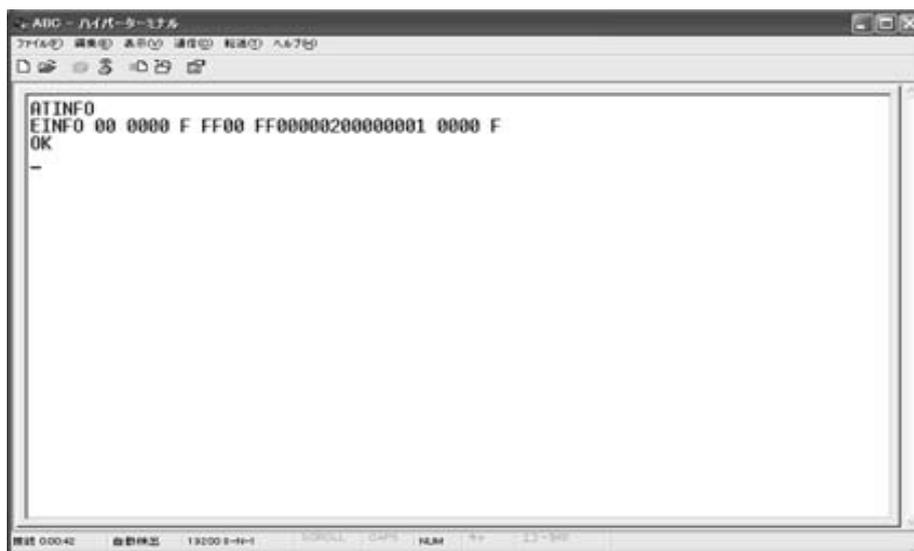


ポートの設定を行ってください。値は上記の通りです。

通信速度は9600以上を選択してください。上限はパソコンと使用する通信ソフトによって制限される場合がありますので、適当な速度を選択してください。

これでOKをクリックしますと、入力画面が表示されますので、そこでマニュアルで通信実験を行うことができます。

ハイパーターミナルの通信画面



## 5, ATコマンドでの通信実験

PCとZigBeeモジュールの2セット用意したうちの1セットをコーディネーターとして設定し、他方をルーターと設定し動作させ、ワイヤレスネットワークを構築します。大まかな動作確認として、データの送受信までを行います。手順としては、

「5. 1, ネットワークの形成」 => 「5. 2, データの送受信」  
となります。ここまでは、コーディネーターとルーターとの間の通信を行います。

「5. 3, エンドデバイスの実行」に於いてはコーディネーターとエンドデバイスとの間の通信を行います。ここではエンドデバイスは親デバイスからポーリングによってデータを受信します。

「5. 4, セキュリティの使い方」に於いては、暗号キーを用いた通信です。暗号キーが合わないと通信ができないことを確認します。ここでは、コーディネーターとルーターとの間の通信を行います。

「5. 5, 永続データ」では、ネットワーク環境の保存動作を確認します。

### 5. 1, ネットワークの形成

#### ● コーディネーターの設定

まず始めにコーディネーターの設定を行います。取りあえず、

ch : 11 (0x0B) [2405MHz]、

PAN ID : 0X1234

で設定します。

**ATSTARTPAN B 1234**

と通信ソフト画面に入力してください。OKが返ってくれば、コーディネーターのネットワーク設定の終了です。

OKが返って来ない場合は、何回か繰り返すか、chを変えてみてください。



その時の画面表示は上記の通りです。

参考)

ここで、PAN IDにFFFFを指定すると、ランダムなPAN ID値が生成されます。その際、チャンネル番号もSMSKレジスタ（「取扱説明書（Wireless Module）」参照）で指定したチャンネルマスクの中から最良のチャンネルが自動的に選択されます。

（すなわちコマンドのチャンネル指定は、PAN IDがFFFFの場合は無視されます。）

#### ● ルーター側の設定

次にルーター側の設定です。

先に設定したコーディネーターに接続しますので、同じPAN IDの1234を入力します。デバイスの種類はルーターとして設定します。

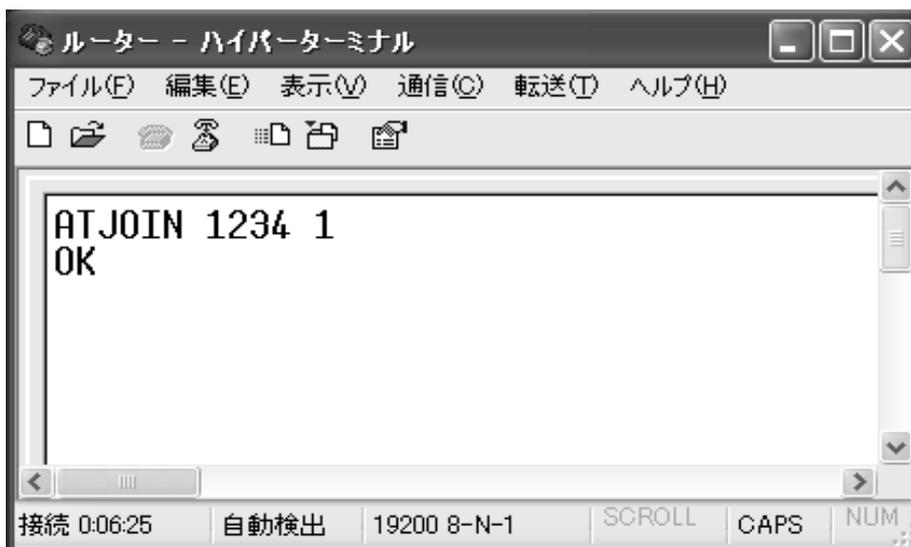
##### **ATJOIN 1234 1**

と打ちます。OKが返ってくれば、ルーターのネットワーク設定の終了です。

その時の画面は次記の通りです。

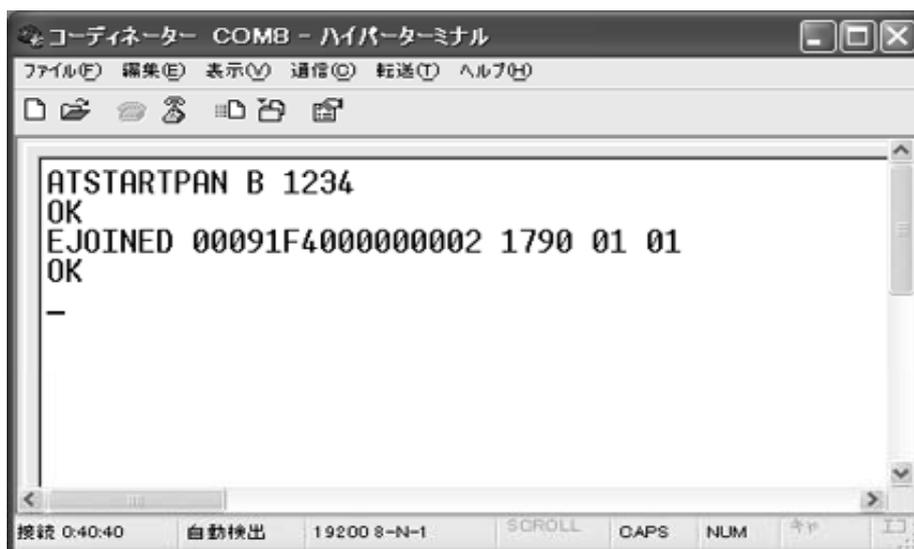
2番目の引数はデバイスの種類です。1と設定しますとルーターに、0を指定するとエンドデバイスとして振舞うようになります。

1番目の引数にFFFFを指定すると、発見した複数のPAN IDのうちもっとも電界強度の強いデバイスに接続しに行きます。



このとき、データがルーターからコーディネーターに送られますので、コーディネーター側の通信ソフト画面上にルーター情報が表示されます。これよりコーディネーター側でルーターが繋がったことが確認できます。

コーディネーター側の画面は下記の通りです。



返ってきたデータの意味は次の通りです。

最初の文字はデバイスがネットワークに繋がったことを意味します。

- 第1引数：IEEE 64ビットアドレス（拡張MACアドレス）
- 第2引数：コーディネーターがルーターに設定したショート・アドレス
- 第3引数：デバイスタイプです。
  - 01：ルーターまたはエンドデバイス
  - 02：エンドデバイス
- 第4引数：スリープ設定
  - 00：スリープする
  - 01：常時動作

参考)

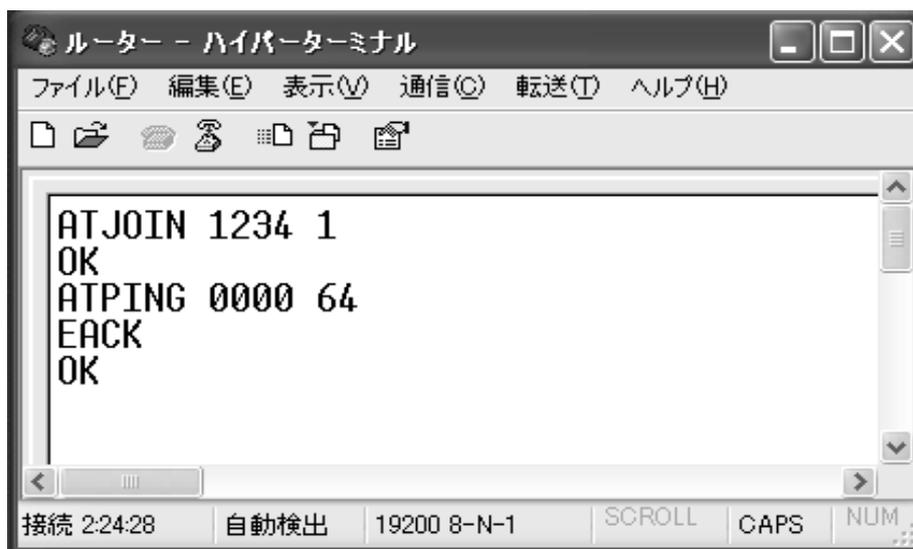
ルーターからネットワーク接続確認

ルーターからネットワークに接続されたかの確認をします。

ルーター側の通信ソフト画面上に

### ATPING 0000 64

と打ってください。ルーターから0x0000へ、すなわちコーディネーターにPINGコマンドを送信します。PINGコマンドを受け取ったコーディネーターは自動的にEACKを応答します。ルーターの画面にEACKと表示されれば、双方向通信が成功したことになります。



この時のルーター側の画面は上記の通りです。

なお、PINGの

第1引数：送信先

第2引数：応答待ち時間（10mS単位で16進数で指定します。  
指定時間を超えたらタイムアウトになります。）

## 5. 2, データの送受信

### ● ルーター側

ルーターからコーディネーターへ8バイトのデータを送信します。

ルーター側の通信ソフト画面上に

### ATXDATAU 0 0 0000 8 Blue\_sky

と打ってみてください。OKが出ましたら、コーディネーター側の通信ソフト画面に移ってください。

その時のルーター側の画面は次記の通りです。



また、このATTXDATAUはユニキャストでデータを送る時に使います。

第1引数：相手からACKの要求です。

0：ACKを要求しない。

1：ACKを要求する。

第2引数：宛先がショート・アドレスかグループ番号かを指定。

0：ショート・アドレス

1：グループ番号

第3引数：宛先のショート・アドレスまたはグループ番号

第4引数：送信文字数

第5引数：送信データ（空白は使えません。）

- コーディネーター側

次にデータを受け取ります。この場合、データは既にコーディネーター側で受信していますので、コーディネーター側の受信バッファからデータを取り出します。

コーディネーター側の通信ソフト画面で

### ATRXDATA

と、打ってください。データの受信に成功していると、次の画面のような応答が表示されます。

この場合は、1790のショートアドレスを持ったデバイスから「Blue\_sky」の8文字を受信したという意味です。



このERXDATAの後ろの引数の意味は次の通りです。

第1引数：送られた物がショート・アドレスかグループ番号かを表示。

0：ショート・アドレス

1：グループ番号

第2引数：送り元のショート・アドレスまたはグループ番号

第3引数：受信文字数

第4引数：受信時の電界強度

第5引数：受信データ

参考)

始めにSRXMODEレジスタを1にすると、データが着信する毎に画面出力され、ATRADATAコマンドで問い合わせる必要がなくなります。この場合は

**ATSREG S05 1**

と打ってください。

次にその時の表示例を示します。

ルーターから「Over\_the\_rainbow」「Dorothy\_&\_OZ」「Lion, Scarecrow&Woodcutter」の文字を送ります。



上記はこの時のルーター側の画面です。

コーディネーター側では、ATSREG S05 1と、打った後の表示です。AT+XDATAコマンドを打たなくても、表示がされているのが判ります。



上記はこの時のコーディネーター側の画面です。

### 5. 3, エンドデバイスの実行

エンドデバイスは親デバイスからポーリングによってデータを受信します。そのためルーターでは指定しなかった追加のコマンド発行が必要になります。一応ここでは、新たにコーディネーターを立ち上げてから行います。コーディネーターをATSTARTPANコマンドで立ち上げます。

通信ソフトは引き続き使用していますので、ここではエンドデバイスの動作に於いても、通信ソフトのファイル名が「ルーター」となっています。



上記はこの時のコーディネーター側の画面です。

- エンドデバイス側

次に、エンドデバイス側の設定を行います。

Z i g B e e モジュールはスリープ可能デバイスとして設定しますので、端末をエンドデバイス (=スリープ可能なデバイス) として宣言するため、SRXONレジスタを0に設定します。

#### ATSREG SOC 0

SRXONレジスタはリセット直後のデフォルト値が1で初期化されます。親デバイスからデータを受信するためのポーリング周期を設定します。この例では約2秒ごとに親デバイスにポーリングを行います。

#### ATPOLL C8

第1引数は10msec単位の周期長を16進数で指定する必要があります。  
(0xC8=2msec)

ATJOINコマンドを使ってネットワークに接続します。コマンドの第2引数は'0' (=エンドデバイス) を指定します。

#### ATJOIN 1234 0

ATJOINコマンドを打った後、OKが出ましたら、コーディネーター側の画面を見て、デバイスが繋がったことを確認してください。



上記はこの時のエンドデバイス側の画面です。



上記はこの時のコーディネーター側の画面です。

ここでは、ショート・アドレスが前と変わっていますが、これは新たに接続し直したため、また前のデータをセーブしなかったためにショート・アドレスが変りました。

エンドデバイス側の画面を見ますと、2秒おきにOKが出ているのが確認できます。



上記はこの時のエンドデバイス側の画面です。

- コーディネーター側からのデータ送信

次にコーディネーター側からデータを送ります。

エンドデバイスがポーリングしてコーディネーターからデータを取得する動作が判りやすくするために、ポーリングする時間を長く設定します。ここでは60秒おきにポーリングを掛けます。また、受信コマンドATRXDATAをその都度打たなくてもよいように、SRXMODEレジスタを1に設定します。



エンドデバイス側での設定時の画面

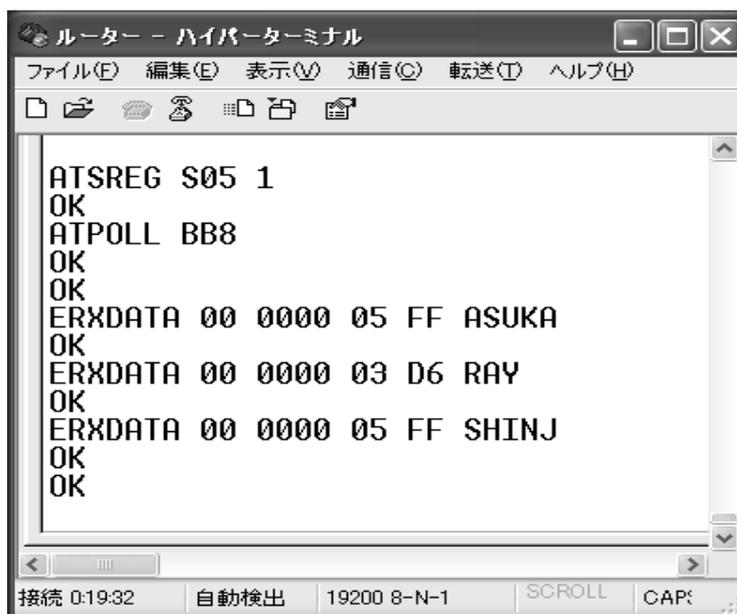
ポーリング動作が確認できたら、コーディネーター側からデータを送ります。  
 ここでは、エンドデバイスがポーリングするタイミングで、コーディネーターからのデータを受け取っていることが確認できます。  
 エンドデバイスがデータを受け取ったところに、すかさず次のデータをコーディネーターから送っても、やはり次のポーリングのタイミングでエンドデバイスがデータを受け取っていることが確認できます。

エンドデバイス側の画面上で新たなOKが表示されたら、コーディネーター側の画面で「ASUKA」の文字を送ります。エンドデバイス側で次のポーリング周期で「ASUKA」の文字が受信できます。  
 すかさず、コーディネーター側の画面で「RAY」の文字を送ります。エンドデバイス側でやはり次のポーリング周期で「RAY」の文字が受信できます。



コーディネーター側のデータ送信時の画面

ここで、ERXDATA応答の後にOKがありますが、このOKはポーリングコマンドに対応するものです。



エンドデバイス側の画面

#### 5. 4, セキュリティの使い方

Z i g B e eのセキュリティモデルでは、T r u s t C e n t e rと呼ばれるデバイスが暗号鍵の配布や参加デバイスの管理を行います。また事前設定キー（P r e - c o n f i g u r e d K e y）と呼ばれる最も基本的な共通キーを、あらかじめすべての端末に設定しておく必要があります。すなわちセキュリティが有効なネットワークに、セキュリティが有効でないデバイスが参加することはできません。

- 暗号キー設定

S E C U R I T Yレジスタを1に設定します。以下のコマンドでセキュリティ機能を有効にします。

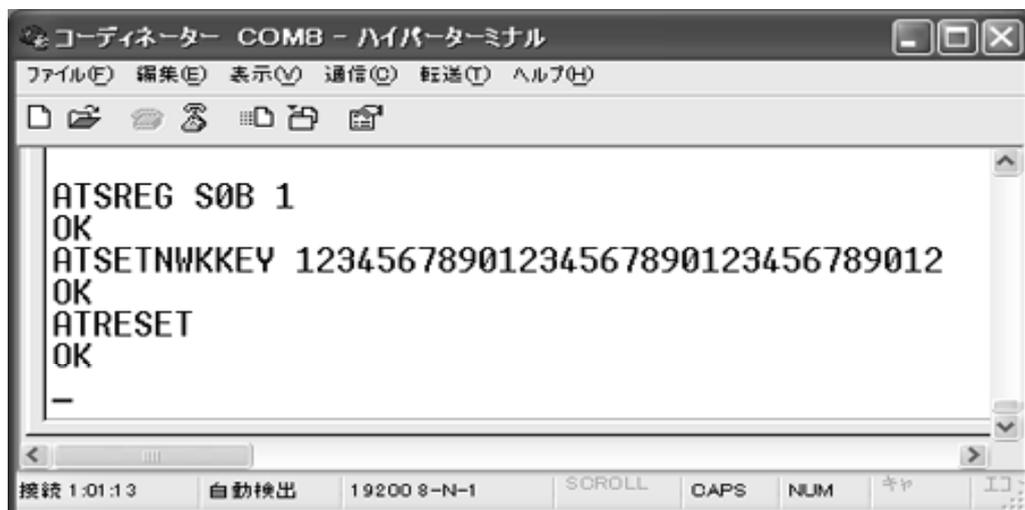
##### ATSREG SOB 1

ネットワーク形成に必要な共通キーを設定します。キーは128bit固定長であり16進数で32文字指定します。最後にリセットをしてセキュリティ情報を有効化します。

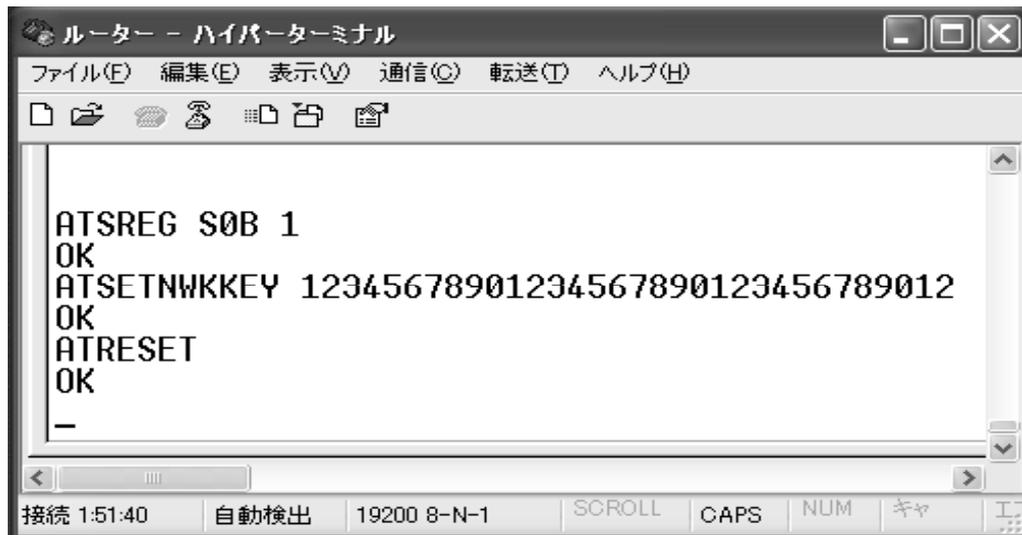
ここではキーを「12345678901234567890123456789012」とします。

**ATSETNWKKEY 12345678901234567890123456789012**

**ATRESET**



コーディネーター側での設定時の画面



エンドデバイス側での設定時の画面

- セキュリティ動作開始

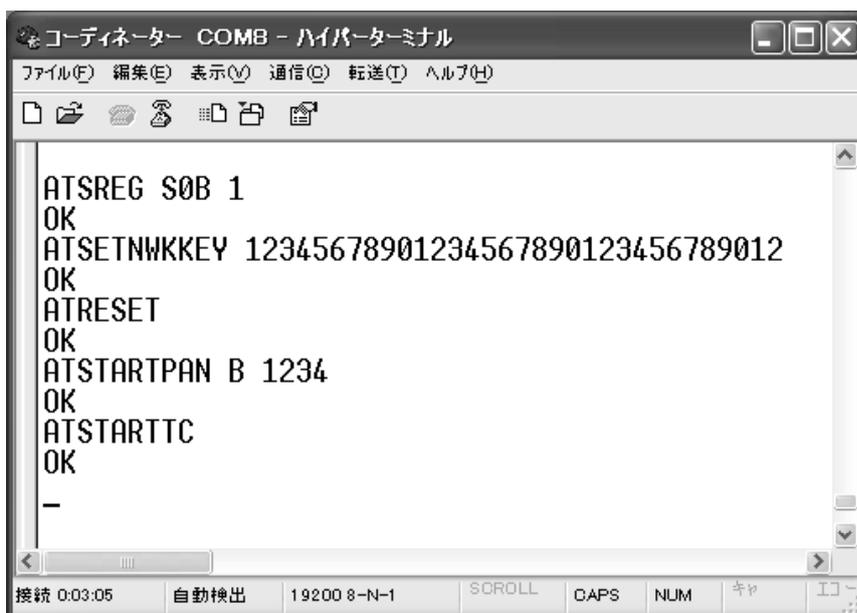
Trust Centerを開始します。

Trust Centerとして動作するにはそのデバイスがコーディネーターである必要があります。以下のようにしてPANを開始すると同時にTrust Centerとして指定します。

**ATSTARTPAN B 1234**

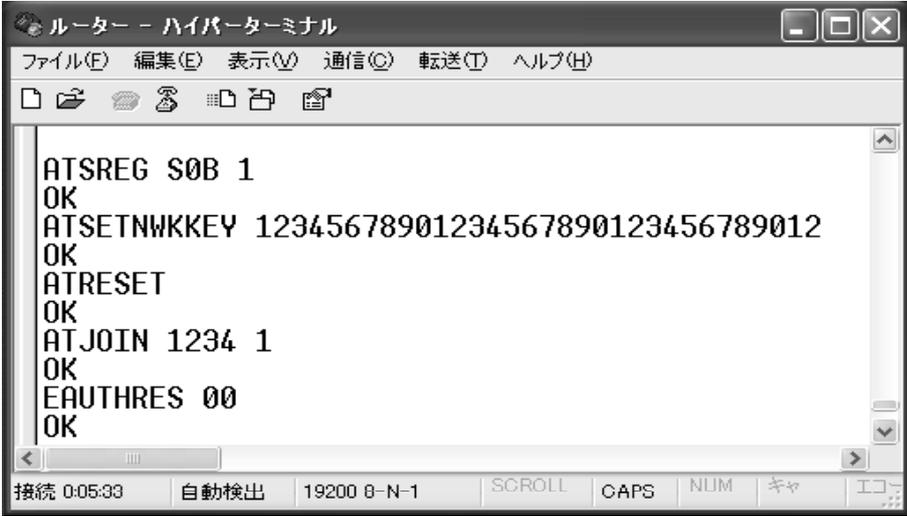
**ATSTARTTC**

あとはネットワークにルーターやエンドデバイスを接続します。



コーディネーター側での設定時の画面

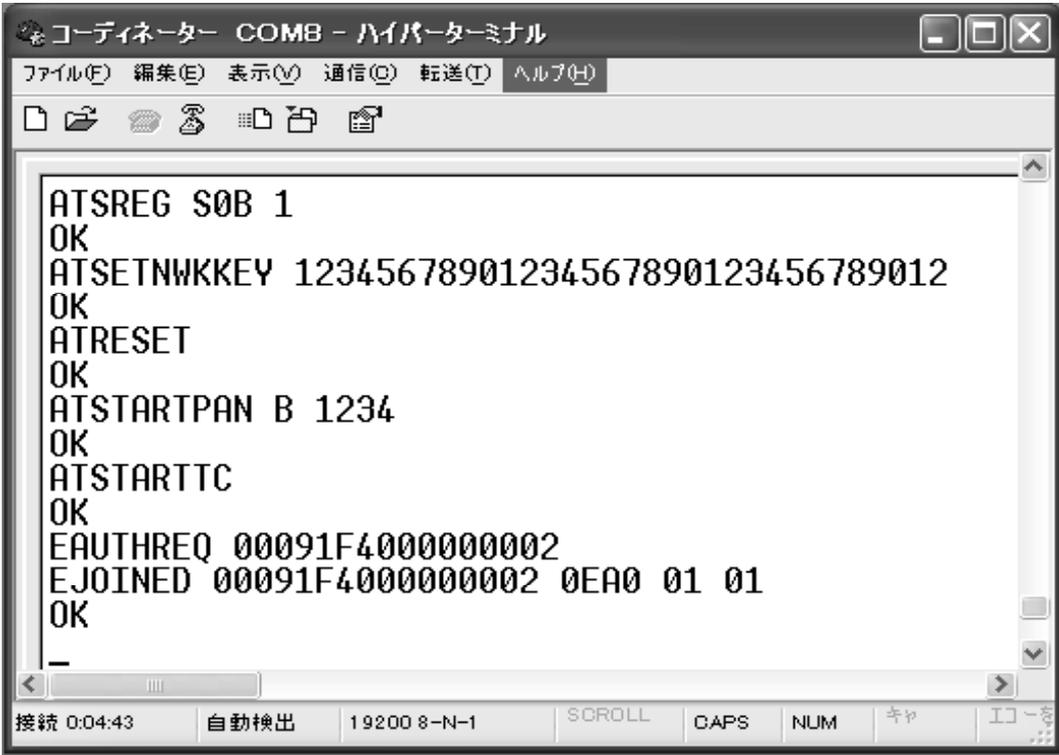
ここでは、ルーターとして接続します。  
ルーターとしてネットに繋がった後、認証コードを確認して、コーディネーターから許可が下りれば、EAUTHRES 応答で0が返ってきます。許可が下りない場合は0以外の数字が返ってきます。



```
ATSREG S0B 1
OK
ATSETNWKKEY 12345678901234567890123456789012
OK
ATRESET
OK
ATJOIN 1234 1
OK
EAUTHRES 00
OK
```

ルーター側で接続ができた時の画面

コーディネーター側では認証を求めてきた端末の拡張アドレスが示されます。  
そして、許可したら接続します。



```
ATSREG S0B 1
OK
ATSETNWKKEY 12345678901234567890123456789012
OK
ATRESET
OK
ATSTARTPAN B 1234
OK
ATSTARTTC
OK
EAUTHREQ 00091F4000000002
EJOINED 00091F4000000002 0EA0 01 01
OK
```

コーディネーター側から接続が確認できた時の画面

- 暗号不一致時の動作確認

次に認証キーを間違えた時の動作です。

ルーター側で、認証キー「1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2」を「1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 1」と間違えて入力した時の例です。

```

ルーター - ハイパーターミナル
ファイル(F) 編集(E) 表示(V) 通信(O) 転送(T) ヘルプ(H)
ATSREG S0B 1
OK
ATSETNWKKEY 12345678901234567890123456789011
OK
ATRESET
OK
ATJOIN 1234 1
OK
EAUTHRES AD
OK
OK
ATSETNWKKEY 12345678901234567890123456789012
OK
ATRESET
OK
ATJOIN 1234 1
OK
EAUTHRES 00
OK
接続 0:11:40 自動検出 19200 8-N-1 SCROLL CAPS NUM キャ I/O

```

ルーター側での接続できなかった時の画面

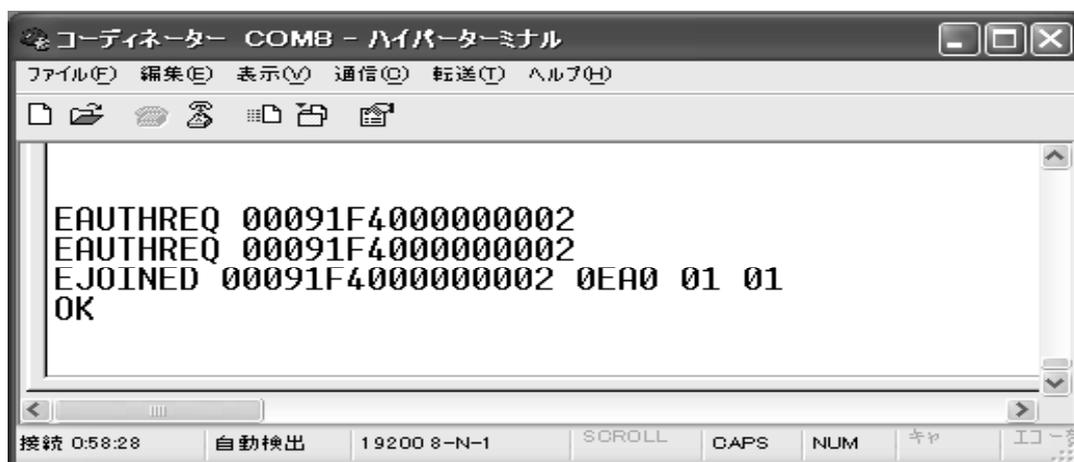
ルーターとしてネットに接続しようとしています。コーディネーター側では、ネットに接続を求めてきた端末があることを認識しますが、認証キーが間違っているため、引数が0以外のEAUTHRES応答をルーター返し、OKを返します。（上記画面上ではEAUTHRES応答としてADの値を返しています。）

一定時間内にコーディネーター側から接続許可が下りないと、自動的にATRESETコマンドが働きます。OKが続いているのはATRESETに対応したOKです。

その後、正しい認証キーで接続を求めれば、繋がります。

コーディネーター側では間違った認証キーで接続を求められた場合、接続要求は認識しますが、正しい認証キーで接続されるまで、待ちの状態になります。

下記の画面の上の行は正しい認証キーでの接続を待っているため、次の表示がされません。2行目以降は正しい認証キーでの接続できた時の応答です。



参考)

暗号キーの配送

Trust Centerから暗号化に使う新しいキーを配送することができます。そのためにはATTRANSPO RTKEYコマンドを使います。

```
ATTRANSPO RTKEY FFFFFFFF FFFFFFFF 01  
AAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAA
```

第1引数はキーを配送する相手先のIEEE 64bitアドレスを指定します。FFFFFFFFFFFFFFFFを指定すると全端末宛のブロードキャストで配送できます。

第2引数は、新しいキー番号を指定します。キー番号は1～255番の間の数値である必要があります。

第3引数に新しいキー自体を32桁の16進数で指定します。

ATTRANSPO RTKEYコマンドはキーを配送するだけで、まだ暗号化にそのキーが適用されているわけではありません。実際の適用開始にはATSWITCHコマンドを使います。

```
ATSWITCHKEY FFFFFFFF FFFFFFFF 01
```

第1引数はATTRANSPO RTKEYコマンドと同様にコマンド送信先のアドレスをIEEE 64bitアドレスで指定します。この場合、ブロードキャストを指定しています。

第2引数は、新しく切り替えるキーのキー番号で、これはATTRANSPO RTKEYコマンドで配送時に指定した番号でなくてはなりません。

## 5. 5, 永続データ

ATJOINコマンドでは、引数にPAN IDを指定できます。これはネットワークに接続する際、PAN IDを指定することによって、最も状態が良いと考えられる接続先を自動選択することを意味します。しかし、この方法ですと、例えば端末をリセットした際、以前接続していた親デバイスに必ず再び接続するといった指定ができません。

そのため、以前のネットワーク構成を復帰させる仕組みが用意されています。これを永続データと呼びます。

ネットワークを永続化するためには、ATSTRPERDATAコマンドでネットワーク情報を保存します。

**ATSTRPERDATA**

保存した情報からネットワークを復帰するためには、ATSTRPERDATAを実行した端末上でATNETRECOVERを発行します。

**ATNETRECOVER**

アドレス確認のため、初期の状態から行います。

コーディネーター側でネットワークを立ち上げます。ルーターが接続されたのを確認したら、ルーターへデータを送ります。

下記画面では、3573のアドレスを持つルーターが接続されたことが確認できます。



コーディネーター側での画面

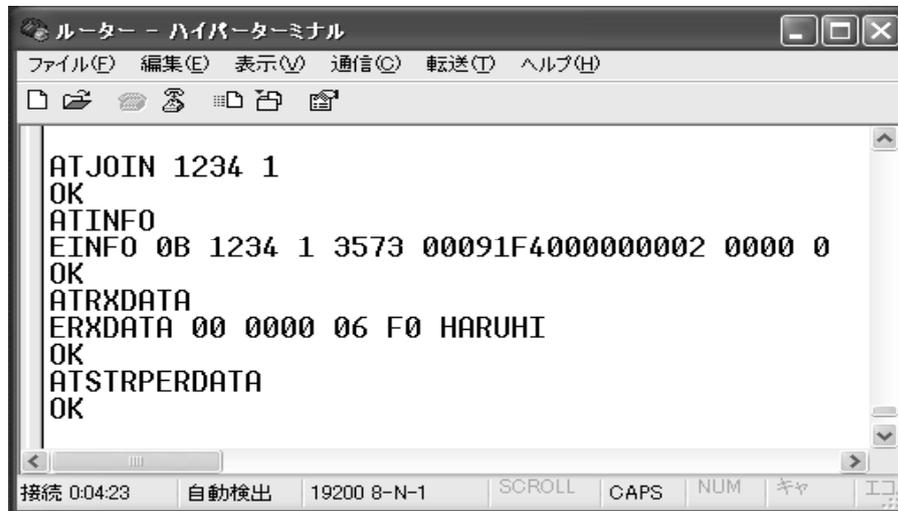
ルーター側では、まず始めにATJOINコマンドを用いてネットに接続します。一応、ATINFOコマンドを用いて割り当てられた自身のアドレスを確認します。

次記画面では自身のアドレスが3573であることが確認できます。

コーディネーターからデータが送られてきていますので、ATRXDATAコマンドで受信します。

ATSTRPERDATAコマンドを用いてネットワーク接続条件をZ i g B e eモジュール内のEEPROMに書き込みます。

そして、ルーター側のソフト、PC、Z i g B e eモジュールの全ての電源を落とします。



```
ルーター - ハイパーターミナル
ファイル(F) 編集(E) 表示(V) 通信(C) 転送(T) ヘルプ(H)
[Icons]
ATJOIN 1234 1
OK
ATINFO
EINFO 0B 1234 1 3573 00091F4000000002 0000 0
OK
ATRXDATA
ERXDATA 00 0000 06 F0 HARUHI
OK
ATSTRPERDATA
OK
接続 0:04:23 自動検出 19200 8-N-1 SCROLL CAPS NUM キヤ
```

電源を落とす直前のルーター側の画面

再び、ルーター側のソフト、PC、Z i g B e eモジュールの電源を入れ、それぞれを立ち上げます。

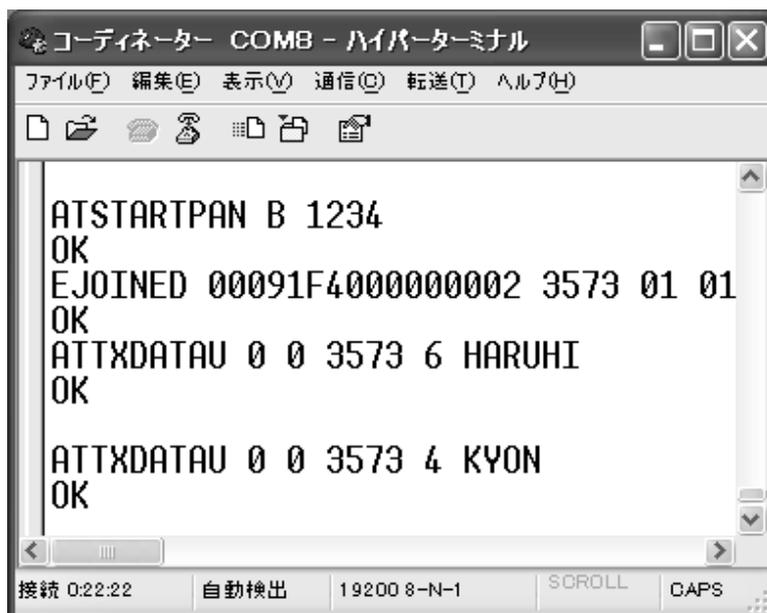
立ち上がりましたら、ATNETRECOVERコマンドでネットワークに入ります。

コーディネーターからルーターへデータを送ることができることより、再びネットワークにつながったことが確認できます。



```
ルーター - ハイパーターミナル
ファイル(F) 編集(E) 表示(V) 通信(C) 転送(T) ヘルプ(H)
[Icons]
ATNETRECOVER
OK
ATRXDATA
ERXDATA 00 0000 04 CD KYON
OK
接続 0:09:49 自動検出 19200 8-N-1 SCROLL CAPS NUM
```

ルーター側の画面



前と同じアドレスヘッダを送った時のコーディネーター側の画面