

Wi-SUN モジュール FAN1.0 対応

# BP35C5 アプリケーションマニュアル

**Version 1.0.6**

## 概要

本書は、FAN のよく使われるユースケースを元に使用方法を記載したドキュメントです。各ユースケースで使用するコマンドの詳細についてはユーザーズマニュアルを参照してください。

## 1. 目次

2. 共通事項	4
2.1. 用語説明	4
3. ノードの取り替え手順	5
3.1. 取り替えの流れ	7
3.2. 取り替え手順	7
4. ルーティングの確認方法	9
5. リモートメンテナンス	10
6. マルチキャスト送信	11
6.1. 近隣のすべてのノードへのマルチキャスト(ff02::1)	11
6.2. 近隣のすべてのルータへのマルチキャスト(ff02::2)	12
6.3. 同ネットワーク上のすべてのノードへのマルチキャスト(ff03::1)	12
6.4. 同ネットワーク上のすべてのルータへのマルチキャスト(ff03::2)	13
7. 同じエリア内で複数のネットワークを構築する	14
8. UDP/TCP でデフォルト以外のポートを使用する方法	15
9. 送信完了通知	17
10. 接続時間	19
11. 消費電流(参考値)	21
12. スループットと遅延時間(参考値)	23
12.1. TCP 平均スループット	23
12.2. UDP 平均スループット	23
12.3. TCP 平均遅延時間	24
12.4. UDP 平均遅延時間	24
12.5. 測定方法	25
13. ターンアラウンドタイム(参考値)	26
13.1. TCP 平均ターンアラウンドタイム	26
13.2. UDP 平均ターンアラウンドタイム	26
13.3. 測定方法	27
14. 最大接続台数	28
14.1. Border Router あたりの最大接続ノード数構成	28
14.2. Router あたりの最大接続ノード数構成	29
14.3. 最大ホップ数構成	30
15. 通信距離	31
15.1. ビル屋上間の通信距離	31
15.2. 路上での通信距離	32
16. アンテナ	33
16.1. アンテナ切り替え	33
16.2. ダイバーシティ	33
17. 電波法認証	34
17.1. 日本	34
17.2. 北米(FCC)	34
17.3. その他	35
18. 無線 OFF モード	36
18.1. 切り替え方法	36

18.2. init コマンドの注意点 .....	36
19. 送信パワー設定.....	37
19.1. rpwr コマンドの使い方 .....	37
20. 不揮発メモリ保存対象 .....	38
21. 接続可能距離 .....	40
21.1. 接続可能距離への設置手順 .....	40
21.2. 電波強度の確認 .....	40
21.3. nebr コマンドの表示内容 .....	41
22. 注意事項.....	42
22.1. 無線通信について .....	42
22.2. 変更について.....	42
22.3. ファームウェアについて .....	42
22.3.1. ファームウェア使用許諾 .....	42
22.3.2. ファームウェアバージョンについて .....	42
22.3.3. ファームウェアバージョンの確認方法.....	43
22.3.4. 電流値や時間について .....	43
23. 改訂履歴.....	44

## 2. 共通事項

本章では、本書全体の共通事項について記載します。

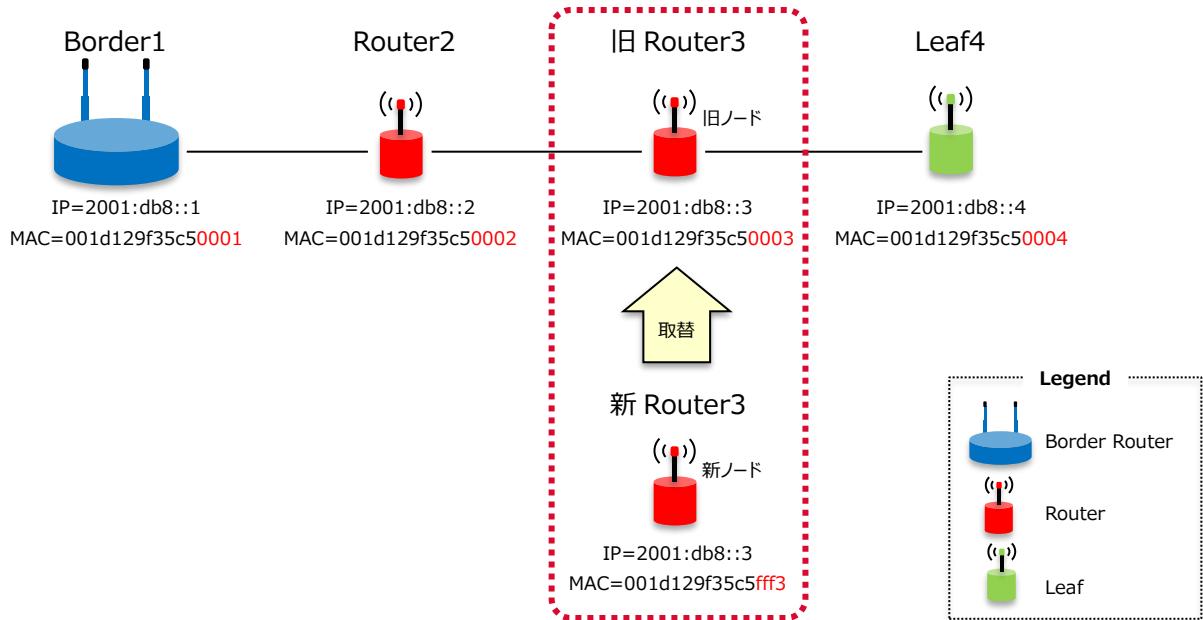
### 2.1. 用語説明

用語	説明
ノード	FAN ネットワークを構成する端末
Border Router	ネットワーク全体を管理する親ノード
Router	中継機能を持つノード
Leaf	中継機能を持たない末端のノード
Border	Border Router の略
ルーティング	通信経路

### 3. ノードの取り替え手順

交換時期の到来や故障の発生により、ノードの取り替えが必要になった場合の取り替え手順について説明します。

本章では、例として次のようなネットワークを想定して説明します。



この例では、ネットワーク形態が直列型ネットワークになっていますが、どのネットワーク形態であっても実施する内容は同じです。

FAN は、各ノードを MAC アドレスで区別します。本章では各ノードを区別しやすくするため、MAC アドレスの下位 2 オクテットを"000x"という値に設定してノード番号と対比させています。但し、取り替え後の新 Router3 は、旧 Router3 と区別しやすくするため"fff3"としています。

各ノードの設定を説明するにあたり、どのノードで作業しているのかを明確にするため、プロンプトを定義します。

ノード名	プロンプト
Border1	BR1>
Router2	R2>
旧 Router3	R3>
新 Router3	R3N>
Leaf4	L4>

それでは各ノードの具体的な設定を以下に示します。

#### Border1 の設定

BR1> clear	設定パラメータをクリア
BR1> reset	モジュールの再起動
BR1> macf deny	すべての MAC アドレスを拒否
BR1> macf allow 001d129f35c5 <b>0002</b>	Router2 の MAC アドレスを許可
BR1> mode 1	プロファイルモードを FAN プロファイルモードに設定
BR1> chan 33 59	チャンネル設定(33~59 チャンネル使用)
BR1> ip 2001:db8::1/48	自局(Border1)の IP アドレスとサブネットマスクを設定
BR1> leaseip 001d129f35c5 <b>0002</b> 2001:db8::2	Router2 にリースする IP アドレスを設定
BR1> leaseip 001d129f35c5 <b>0003</b> 2001:db8::3	Router3 にリースする IP アドレスを設定
BR1> leaseip 001d129f35c5 <b>0004</b> 2001:db8::4	Leaf4 にリースする IP アドレスを設定
BR1> atstart 1	起動時の端末動作モードを Border Router に設定
BR1> save	設定パラメータを保存
BR1> reset	モジュールの再起動

#### Router2 の設定

R2> clear	設定パラメータをクリア
R2> reset	モジュールの再起動
R2> macf deny	すべての MAC アドレスを拒否
R2> macf allow 001d129f35c5 <b>0001</b>	Border1 の MAC アドレスを許可
R2> macf allow 001d129f35c5 <b>0003</b>	Router3 の MAC アドレスを許可
R2> mode 1	プロファイルモードを FAN プロファイルモードに設定
R2> chan 33 59	チャンネル設定(33~59 チャンネル使用)
R2> atstart 2	起動時の端末動作モードを Router に設定
R2> save	設定パラメータを保存
R2> reset	モジュールの再起動

#### 旧 Router3 の設定

R3> clear	設定パラメータをクリア
R3> reset	モジュールの再起動
R3> macf deny	すべての MAC アドレスを拒否
R3> macf allow 001d129f35c5 <b>0002</b>	Router2 の MAC アドレスを許可
R3> macf allow 001d129f35c5 <b>0004</b>	Leaf4 の MAC アドレスを許可
R3> mode 1	プロファイルモードを FAN プロファイルモードに設定
R3> chan 33 59	チャンネル設定(33~59 チャンネル使用)
R3> atstart 2	起動時の端末動作モードを Router に設定
R3> save	設定パラメータを保存
R3> reset	モジュールの再起動

#### Leaf4 の設定

L4> clear	設定パラメータをクリア
L4> reset	モジュールの再起動
L4> macf deny	すべての MAC アドレスを拒否
L4> macf allow 001d129f35c5 <b>0003</b>	Router3 の MAC アドレスを許可
L4> mode 1	プロファイルモードを FAN プロファイルモードに設定
L4> chan 33 59	チャンネル設定(33~59 チャンネル使用)
L4> atstart 3	起動時の端末動作モードを Leaf に設定
L4> save	設定パラメータを保存
L4> reset	モジュールの再起動

### 3.1. 取り替えの流れ

取り替えの流れは次の通りです。

- ① Border で旧ノードの情報削除と、新ノードの情報追加
- ② 新ノードに、旧ノードのパラメータを設定し、旧ノードと新ノードを交換
- ③ 近隣ノードで、旧ノードの情報削除と、新ノードの情報追加（近隣ノードが、取り替え対象ノードを意識する設定をしている場合のみ必要）

ノードを取り替えるにあたり、新ノードの設定はもちろん、FAN ネットワーク全体を管理している Border の設定と、(必要であれば)近隣ノードの設定の変更を実施する必要があります。この例の場合、対象となるのは Border1、Router2、Leaf4、および新 Router3 です。旧 Router3 は停止させるだけなので、設定を変更する必要はありません。

### 3.2. 取り替え手順

それでは具体的な取り替え手順について説明していきます。

- ① Border で旧ノードの情報削除と、新ノードの情報追加

Border が管理していた旧 Router3 の情報を削除し、新 Router3 の情報を追加します。

BR1> fnode del 001d129f35c50003	← 旧 Router3 のノード情報を削除
BR1> leaseip del 001d129f35c50003	← 旧 Router3 の IP アドレスリース情報を削除
BR1> leaseip 001d129f35c5fff3 2001:db8::3	← 新 Router3 の IP アドレスリース情報を追加

- ② 新ノードに、旧ノードのパラメータを設定し、旧ノードと新ノードを交換

旧 Router3 で設定されていたパラメータを、新 Router3 にそのまま設定します。

```
R3N> clear
R3N> reset
R3N> macf deny
R3N> macf allow 001d129f35c50002
R3N> macf allow 001d129f35c50004
R3N> mode 1
R3N> chan 33 59
R3N> atstart 2
R3N> save
R3N> reset
```

設定が終われば、旧 Router3 を停止させ、新 Router3 を設置します。これで物理的な取り替えは完了です。

- ③ 近隣ノードで、旧ノードの情報削除と、新ノードの情報追加

近隣ノードが、取り替え対象ノードを意識するような設定をしていなければ、この設定は不要です。

この例では MAC アドレスフィルタをかけているため旧ノードの情報削除と、新ノードの情報追加を行います。

Router3 の近隣ノードは Router2 と Leaf4 です。それぞれ旧 Router3 の情報を削除し、新 Router3 の情報を追加します。

R2> macf del 001d129f35c50003	← 旧 Router3 の MAC アドレスを削除
R2> macf allow 001d129f35c5fff3	← 新 Router3 の MAC アドレスを許可

```
L4> macf del 001d129f35c50003
```

← 旧 Router3 の MAC アドレスを削除

```
L4> macf allow 001d129f35c5fff3
```

← 新 Router3 の MAC アドレスを許可

この状態で 2 分程度待つと、新 Router3 が Router2、Leaf4 と接続します。

接続できたことを確認するために ping を実施します。

Border1 から Leaf4 に対して ping を実施して応答があれば、Router3 が正常に取り替えできたことがわかります。

```
BR1> ping 2001:db8::4
```

← Leaf4 へ ping を実施

もし ping を実施しても応答がなければ、各ノードの設定を見直してください。

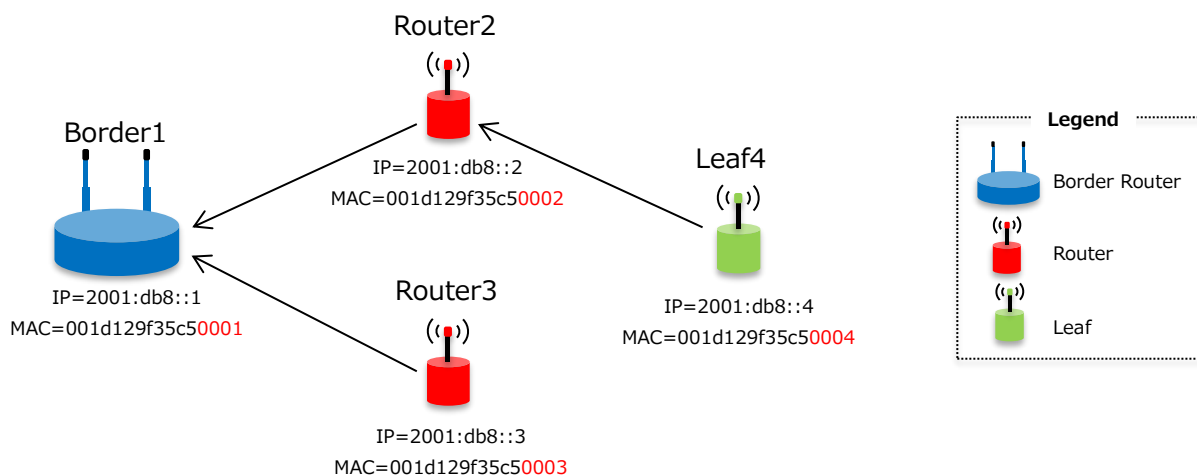


## 4. ルーティングの確認方法

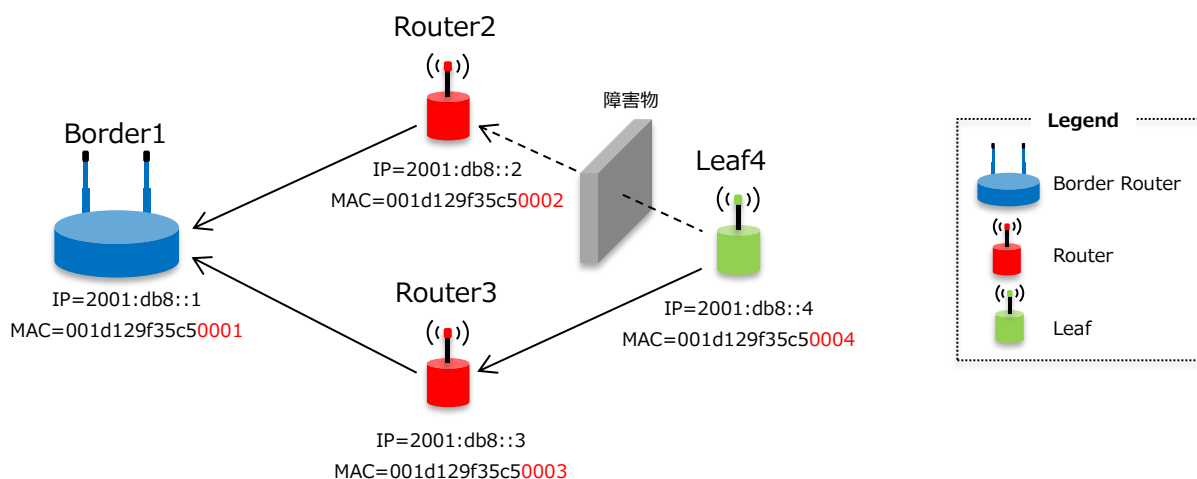
"rplsr"コマンドを使用すると、各ノードがどのように接続しているのかを確認できます(このコマンドは Border のみサポートしています)。

```
BR1> rplsr
rplsr - Routing links (3 in total)
rplsr -- 2001:db8::3 to 2001:db8::1 (lifetime: 7164 seconds)
rplsr -- 2001:db8::2 to 2001:db8::1 (lifetime: 7185 seconds)
rplsr -- 2001:db8::4 to 2001:db8::2 (lifetime: 7154 seconds)
```

これは、Router3 が Border1 に接続、Router2 が Border1 に接続、Leaf4 が Router2 に接続していることを意味しています。  
つまり、次のように接続していることになります。



例えば、Router2 の障害物に阻まれて電波状態が悪くなったり、故障で停止したりした場合、Leaf4 は自動ルーティング機能によって、次のように Router2 から Router3 に接続先を変えます。



その時"rplsr"コマンドの結果は次のようになります。最初の状態とは異なり、Leaf4 が Router3 に接続したことがわかります。

```
BR1> rplsr
rplsr - Routing links (3 in total)
rplsr -- 2001:db8::3 to 2001:db8::1 (lifetime: 7151 seconds)
rplsr -- 2001:db8::2 to 2001:db8::1 (lifetime: 6512 seconds)
rplsr -- 2001:db8::4 to 2001:db8::3 (lifetime: 7177 seconds)
```

## 5. リモートメンテナンス

FAN は広範囲をカバーするネットワークであるため、各ノードが離れた場所に配置されます。離れた場所にあるノードの状況を確認するには、通常はその場所までわざわざ足を運ぶ必要がありますが、BP35C5 には「リモートコマンド」という機能があるため、そのノードと接続していれば、遠隔でノードを制御することができます。

rmtcmd は、ローカルで実行するすべてのコマンドが実行できますので、状態確認だけでなく、設定やデータ送受信も可能です。

状態確認の例：2001:db8::17 の送受信エラー発生率を確認する

```
> rmtcmd 2001:db8::17 mstat
rmtmsg <2001:db8::17>: mstat uptime 17min 46sec
rmtmsg <2001:db8::17>: mstat limit 204msec (max:256) in 20pkt (max:34 drop:0 cca:6) available 52233byte
rmtmsg <2001:db8::17>: mstat send total: 339 (ok:296 retry:7 err:0)
rmtmsg <2001:db8::17>: mstat recv total: 532 (ok:303 err:230)
>
```

設定の例：2001:db8::10 の MAC フィルタテーブルを操作する

### MAC フィルタテーブルの追加

```
> rmtcmd 2001:db8::10 macf allow 001d129f35c502d2
>
```

### MAC フィルタテーブルの確認

```
> rmtcmd 2001:db8::10 macf
rmtmsg <2001:db8::10>: macf default ( deny )
rmtmsg <2001:db8::10>: macf <001d129f35c501ca> ( allow )
rmtmsg <2001:db8::10>: macf <001d129f35c502d2> ( allow )
>
```

データ通信の例：2001:db8::6 から 2001:db8::13 に ping を実行する

```
> rmtcmd 2001:db8::6 ping 2001:db8::13
rmtmsg <2001:db8::6>: ping <2001:db8::13> (seq=1 sz=32bytes time=0.270sec) 1/1
rmtmsg <2001:db8::6>: 1 transmitted, 1 received, 0.0% loss (min=0.270/max=0.270/avr=0.270 sec)
>
```

## 6. マルチキャスト送信

グルーピングされた複数のノードに一斉送信したい場合、マルチキャスト送信を行います。

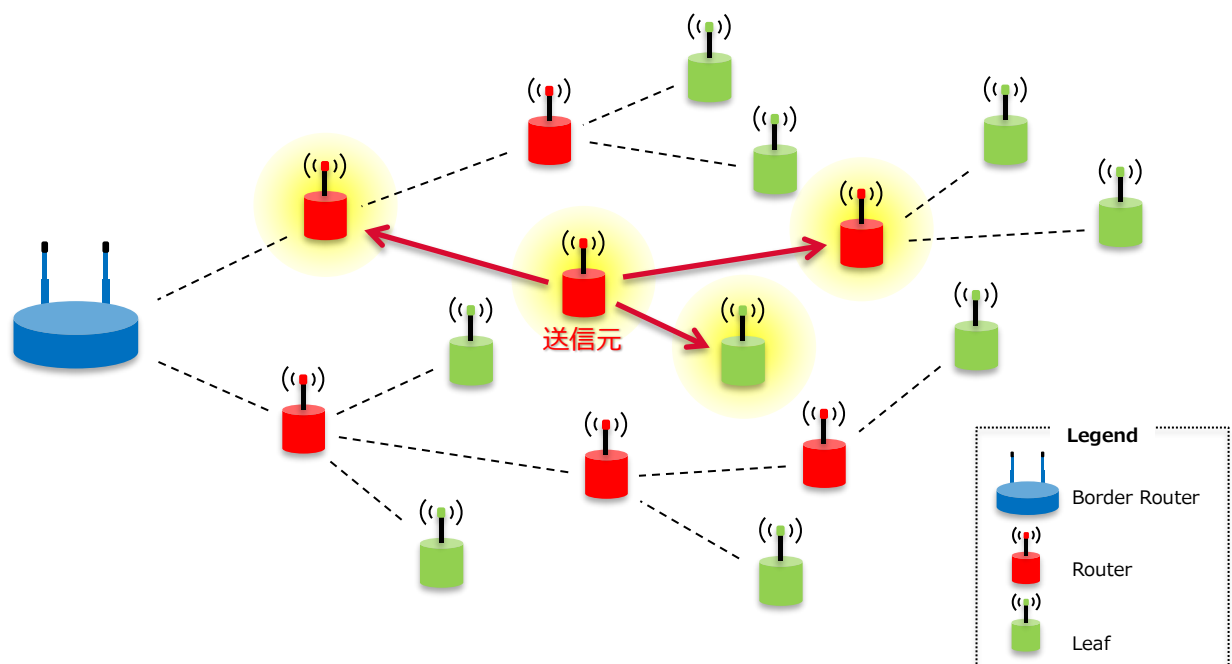
BP35C5 がサポートしているマルチキャストアドレスは次の通りです。

スコープ	IPv6 アドレス	説明
Link Local	ff02::1	近隣のすべてのノード(Border、Router、Leaf)
	ff02::2	近隣のすべてのルータ(Border、Router)
Realm Local	ff03::1	同ネットワーク上のすべてのノード(Border、Router、Leaf)
	ff03::2	同ネットワーク上のすべてのルータ(Border、Router)

マルチキャスト送信は UDP のみ可能です。

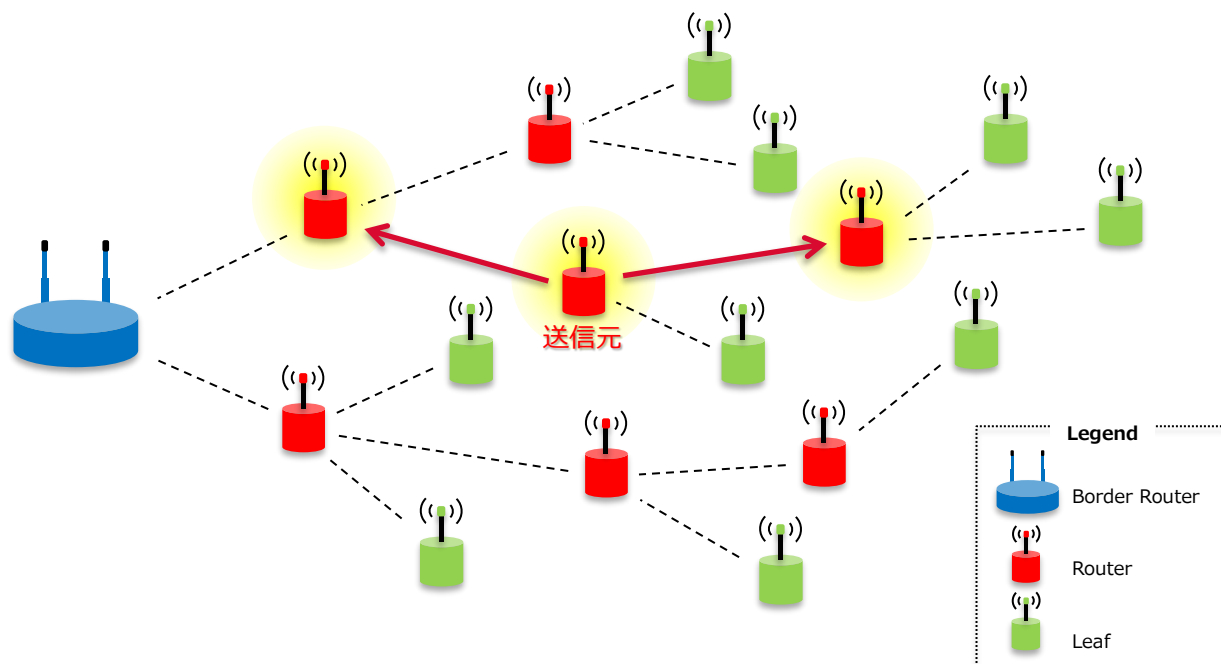
### 6.1. 近隣のすべてのノードへのマルチキャスト(ff02::1)

ff02::1 へ送信すると、図のような経路をたどって、近隣のすべてのノードにデータが送信されます。



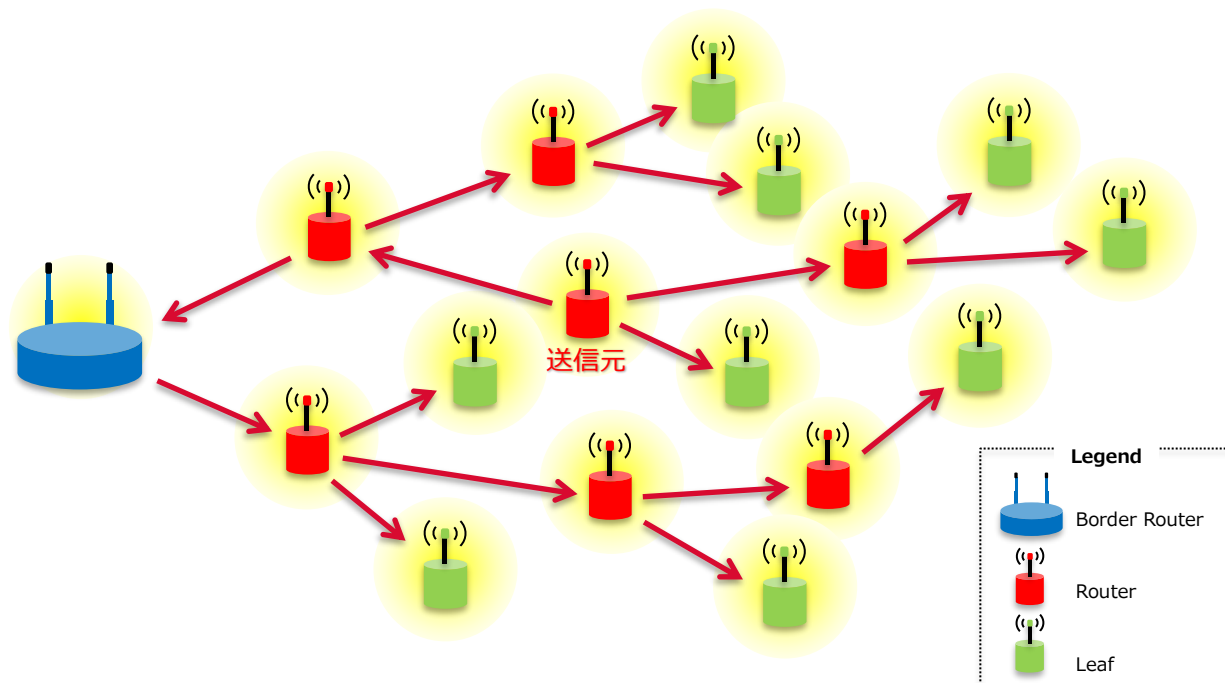
## 6.2. 近隣のすべてのルータへのマルチキャスト(ff02::2)

ff02::2 へ送信すると、図のような経路をたどって、近隣のすべてのルータにだけデータが送信されます。



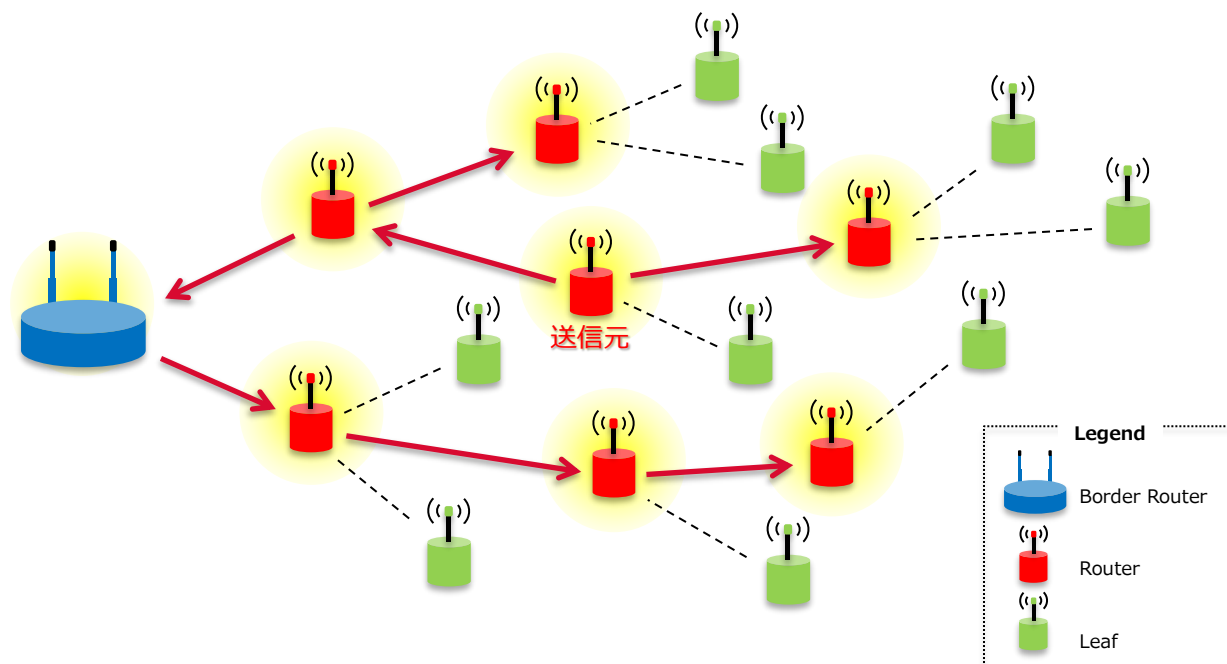
## 6.3. 同ネットワーク上のすべてのノードへのマルチキャスト(ff03::1)

ff03::1 へ送信すると、図のような経路をたどって、すべてのノードにデータが送信されます。



## 6.4. 同ネットワーク上のすべてのルータへのマルチキャスト(ff03::2)

ff03::2 へ送信すると、図のような経路をたどって、すべてのルータにだけデータが送信されます。



## 7. 同じエリア内で複数のネットワークを構築する

同じエリア内で複数のネットワークを構築する場合、ネットワーク ID で区別します。

ネットワーク ID とは、ネットワーク毎に割り当てることができる 1～32 オクテットの文字列で、デフォルトは"Wi-SUN-FAN"です。次のコマンドを入力することでネットワーク ID を設定することができます。

例：ネットワーク ID を"Wi-SUN-FAN 0001"に設定して保存し、リセットする

```
> netname "Wi-SUN-FAN 0001"
netname Wi-SUN-FAN (prm):Wi-SUN-FAN 0001
> save
save parameter is saved
> reset
```

区別したいネットワーク毎に、別のネットワーク ID を設定すれば、独立した個別のネットワークとして扱うことができます。

## 8. UDP/TCP でデフォルト以外のポートを使用する方法

ファームウェア起動後、何も設定しなくても、次のポートが使用可能な状態になっています。

プロトコル	用途	ポート番号	備考
UDP	UDP バイナリコード通信用	3610	udps コマンドで使用するデフォルトポート
	UDP テキスト文字列通信用	20171	udpst コマンドで使用するデフォルトポート
TCP	TCP 通信用	3610	tcps コマンドで使用するデフォルトポート

これらをデフォルトポートと言い、udps、udpst、tcps で送信先ポート番号が省略された場合、これらのポート番号が適用されます。

本製品では、udpopts コマンド、tcpopts コマンドを使用して、上記以外にも通信ポート番号を使用することができます。

いくつか例を示します。

```
> udpopts listen_port 50000 ← UDP バイナリコード通信用にポート 50000 を開く
> udpopts listen_port_text 51000 ← UDP テキスト文字列通信用にポート 51000 を開く
> tcpopts listen_port 60000 ← TCP 通信用にポート 60000 を開く
```

ポートの設定後、このポートに向けてデータを送信するには、次のように入力します。

```
> udps 2001:db8::1 50000 0123456789 ← ポート 50000 に UDP でバイナリコードを送信する
> udpst 2001:db8::1 51000 "hello" ← ポート 51000 に UDP でテキスト文字列を送信する
> tcps 2001:db8::1 60000 abcdef ← ポート 60000 に TCP でデータを送信する
```

受信側では次のように表示されます。

```
> udpr <2001:db8::2> 0123456789 ← udps による通信結果
> udprt <2001:db8::2> "hello" ← udpst による通信結果
> tcpr <2001:db8::2> abcdef ← tcps による通信結果
```

これでは受信したポート番号がわかりませんが、ポート番号を表示する方法があります。

受信側でポート番号を表示したい場合は次のように指定します。

```
> udpopts disp_port 1 ← 受信時にポート番号を表示する UDP 設定
> tcpopts disp_port 1 ← 受信時にポート番号を表示する TCP 設定
```

ポート番号を表示する設定をした後、受信側では次のように表示されます。

> udpr <2001:db8::2> (50000) 0123456789	←	udps による通信結果(受信ポート番号表示)
> udprt <2001:db8::2> (51000) "hello"	←	udpst による通信結果(受信ポート番号表示)
> tcpr <2001:db8::2> (60000) abcdef	←	tcps による通信結果(受信ポート番号表示)

次のように、ポート番号に-1 を指定すると、デフォルトポート以外の開いていたポートをすべて閉じることができます(特定のポートだけを閉じることはいけません)。

> udpopts listen_port -1	←	UDP バイナリコード通信用ポートをすべて閉じる
> udpopts listen_port_text -1	←	UDP テキスト文字列通信用ポートをすべて閉じる
> tcpopts listen_port -1	←	TCP 通信用ポートをすべて閉じる

#### 注意

- 同時に使用できるポート数は、UDP バイナリコード通信用ポート、UDP テキスト文字列通信用ポート、TCP 通信用ポート、それぞれ 4 ポートまでです。その 4 ポートには、デフォルトポートも含まれます。



## 9. 送信完了通知

TCP や UDP で送信した時に送信完了通知を受けるには次のように設定しておきます。

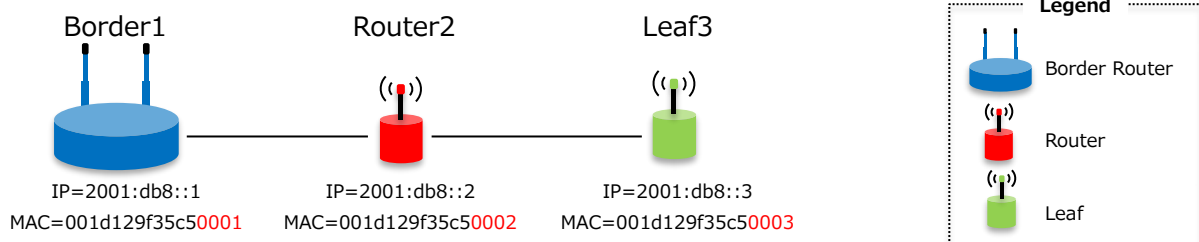
```
> tcpopts send_done on      ← TCP 送信完了通知を有効にする
> udpopts send_done on      ← UDP 送信完了通知を有効にする
```

上記の設定をしておくことで、次のように、データ送信後に送信完了通知が発行されるようになります。

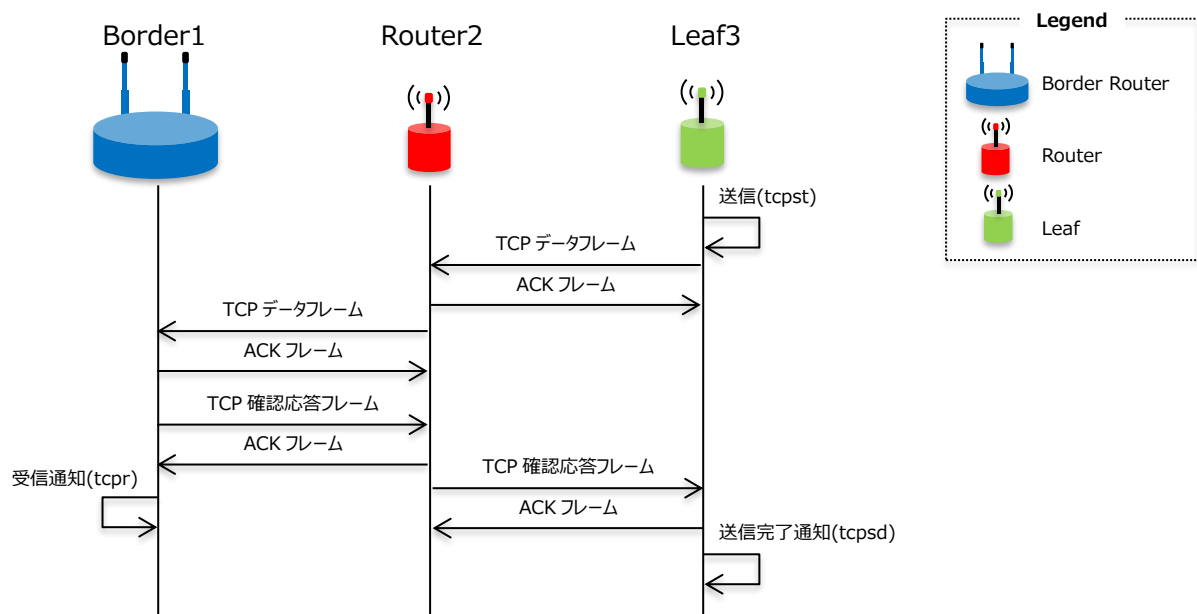
```
> tcps 2001:db8::1 abcdef
tcpsd <2001:db8::1>      ← TCP 送信完了通知
> udps 2001:db8::1 0123456789
udpsd <2001:db8::1>      ← UDP 送信完了通知
```

送信完了通知の発行条件は、TCP と UDP で異なります。

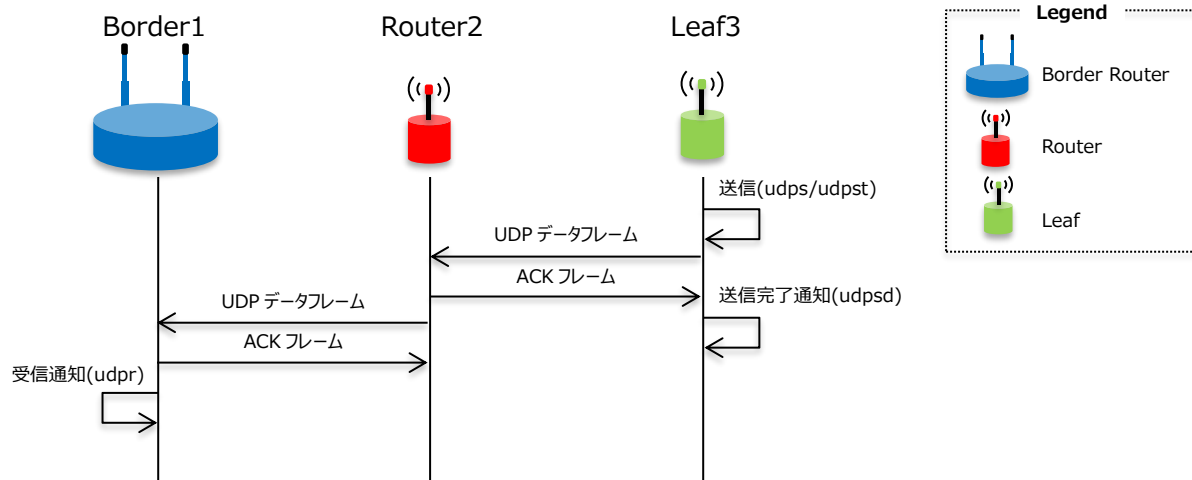
例えば、次のようなネットワーク構成になっていたとします。



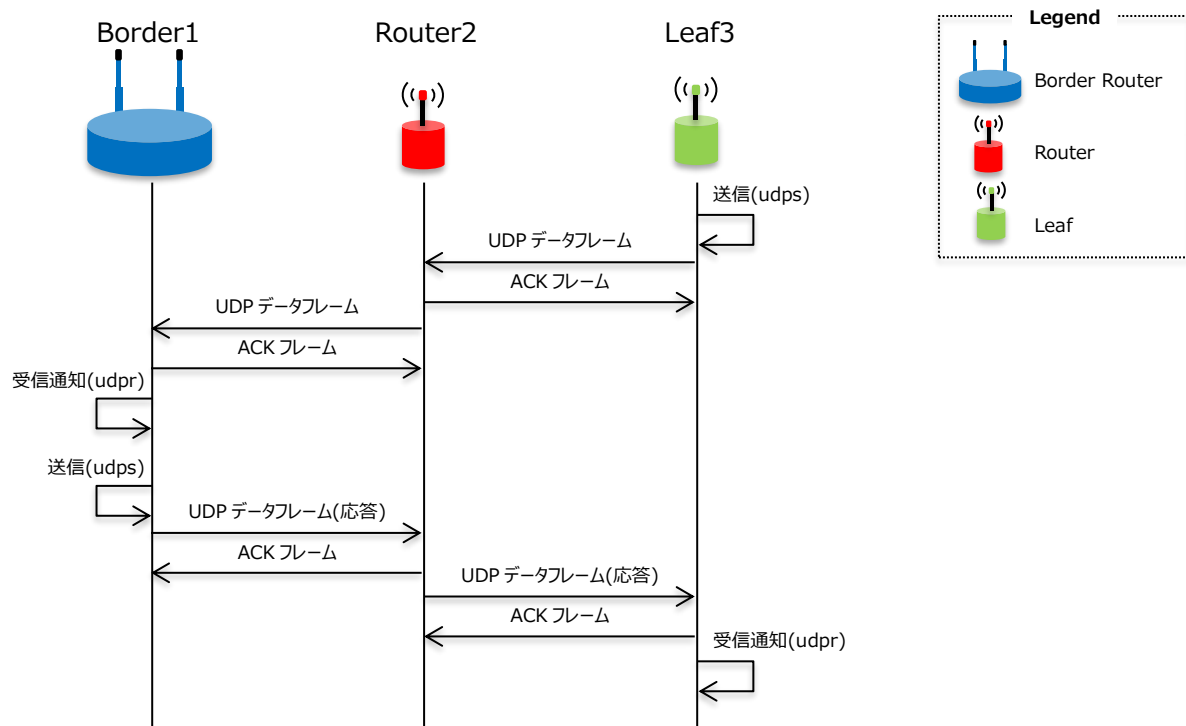
TCP を使って Leaf3 から Border1 にデータを送信した時は、送信先の Border1 までデータが到達したことを確認した時点で送信完了通知(tcpsd)を発行します。



それに対して、UDP の場合は、Border1 まで到達した時点ではなく、隣の Router2 から ACK が返っていたことを確認した時点で送信完了通知(udpsd)を発行します。そのため、**送信完了通知だけでは Border1 に到達したことが確認できません。**



UDP 通信で Border1 にデータが到達したことを確認する必要がある場合は、例えば下図のように Border から応答フレームを返すような処理を実装する必要があります。



# 10. 接続時間

Border に Router/Leaf が接続するまでの時間について説明します。

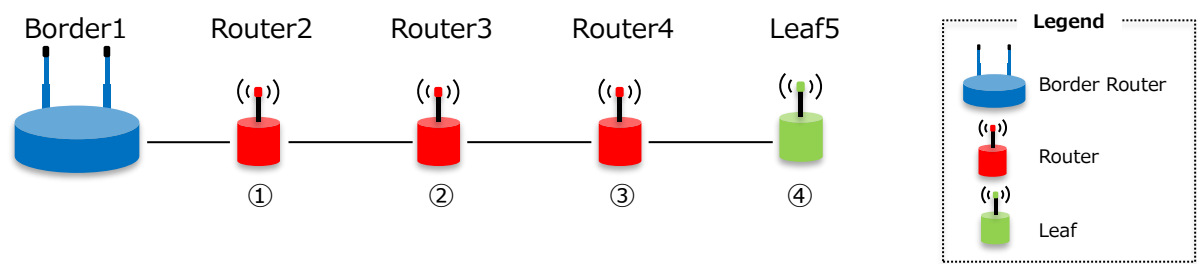
ノードの接続時間は下表の通りです(実測値 80 サンプルの例)。

	接続時間
最短	33 秒
平均	70 秒
最長	177 秒

ここに示した接続時間は、1 局が接続する時間です。

しかし、ネットワーク全体が接続する時間を考える場合、ネットワーク構成を考慮しなければなりません。

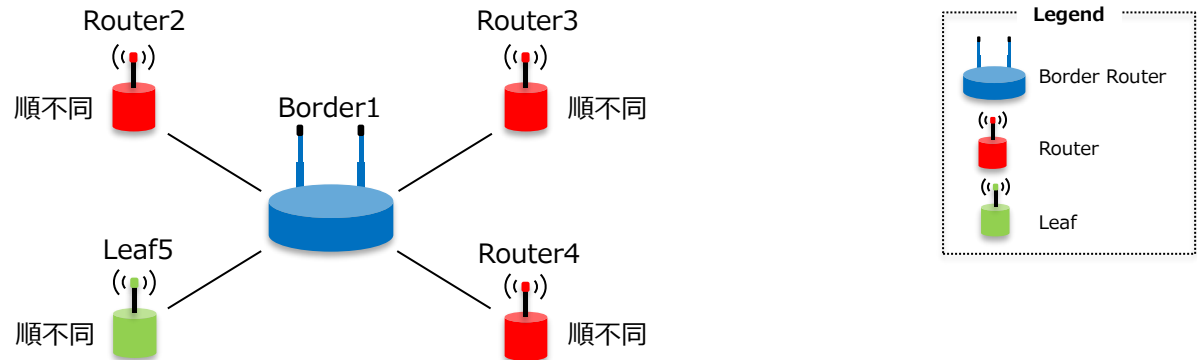
ネットワーク構成が直列型の場合、下図のように Router/Leaf は①→②→③→④の順に接続します。



この場合、ネットワーク全体が接続する時間は、4 局分の累積接続時間となりますので、次のようになります。

	ネットワーク全体が接続する時間
最短	33 秒×4 局=132 秒
平均	70 秒×4 局=280 秒
最長	177 秒×4 局=708 秒

ネットワーク構成がスター型の場合、Router/Leaf の接続順はありません。



この場合、ネットワーク全体が接続する時間は、4 局のうちで最も遅く接続した 1 局の接続時間となりますので、次のようになります。

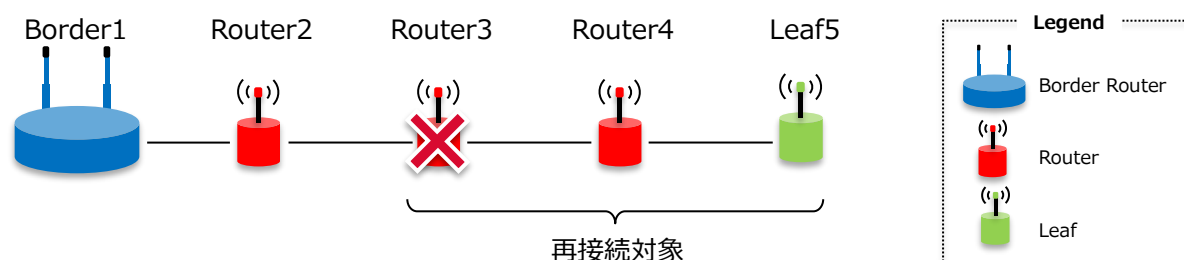
	ネットワーク全体が接続する時間
最短	33 秒×1 局=33 秒
平均	70 秒×1 局=70 秒
最長	177 秒×1 局=177 秒

ツリー型は、スター型と直列型の組み合わせであり、Border から最も遠いノードまでの局数(深さ)で接続時間が求められます。

メッシュ型は、ツリー型の進化形で、電波の状況によってダイナミックに変化します。

障害発生時の接続時間の考え方についても説明します。

例えば、下図の Router3 がダウンしたとすると、Router3～Leaf5 が未接続状態になります。



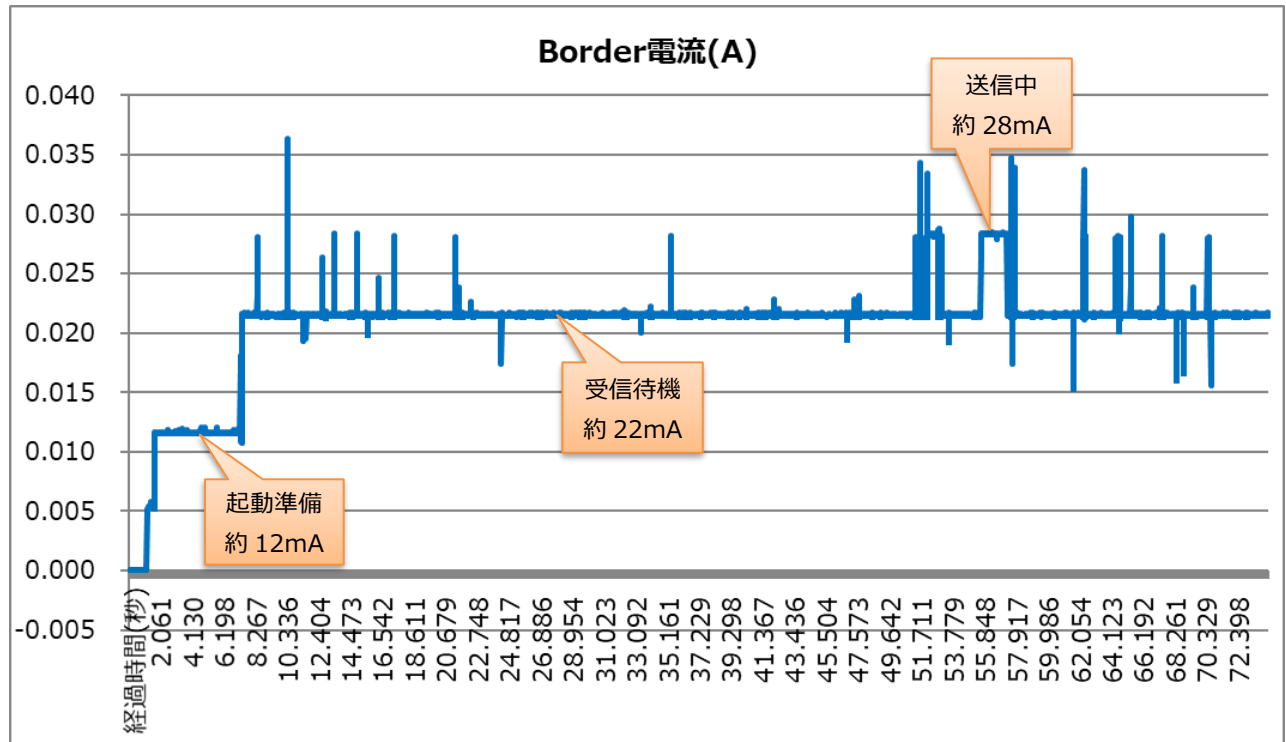
Router3 がダウンした時点では、Router3 だけが切断されており、Router4 と Leaf5 は接続状態が維持されているように見えますが、Router3 以降は Border と接続されていない状態になってしまいますので、Router3 以降が再接続対象となります。そのため、再接続時間は、Router3～Leaf5 の接続時間の累積となります。

## 11. 消費電流(参考値)

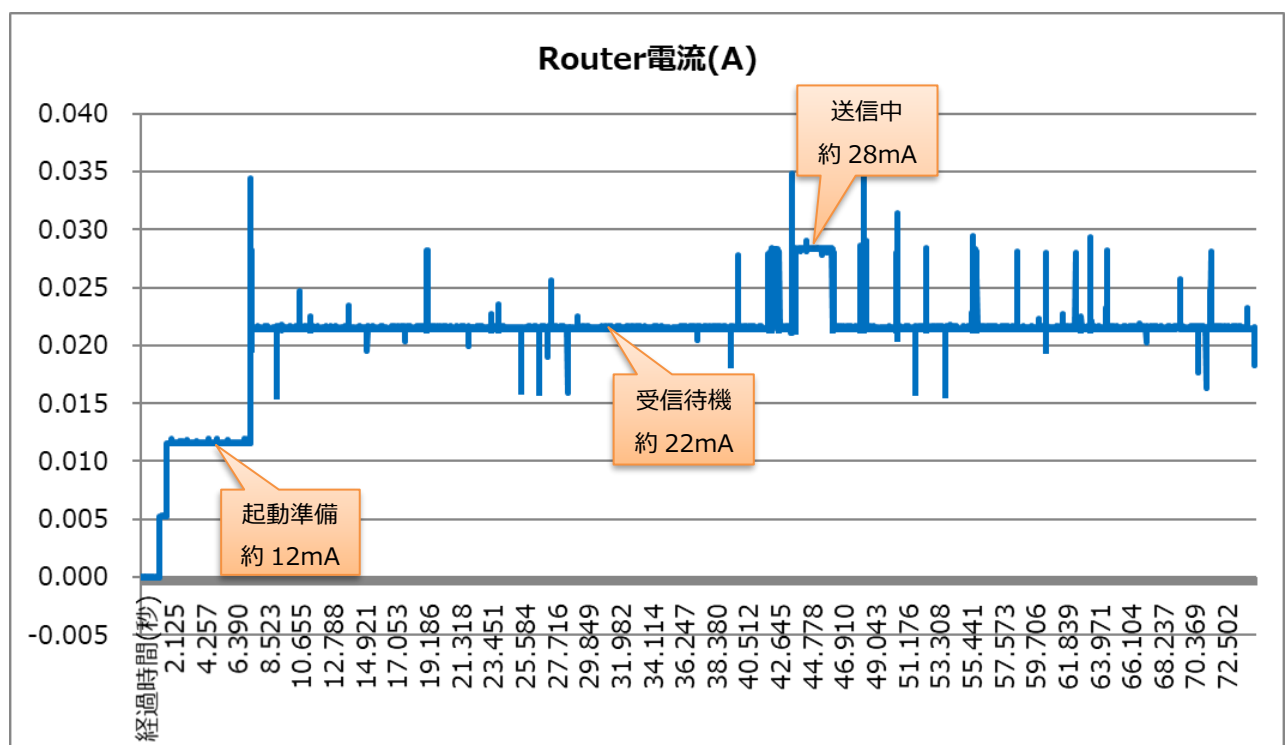
Border、Router、Leaf の消費電流について説明します。

FAN 1.0 規格では、省電力モードが規定されていないため、Border、Router、Leaf はすべてスリープせず起床状態です。

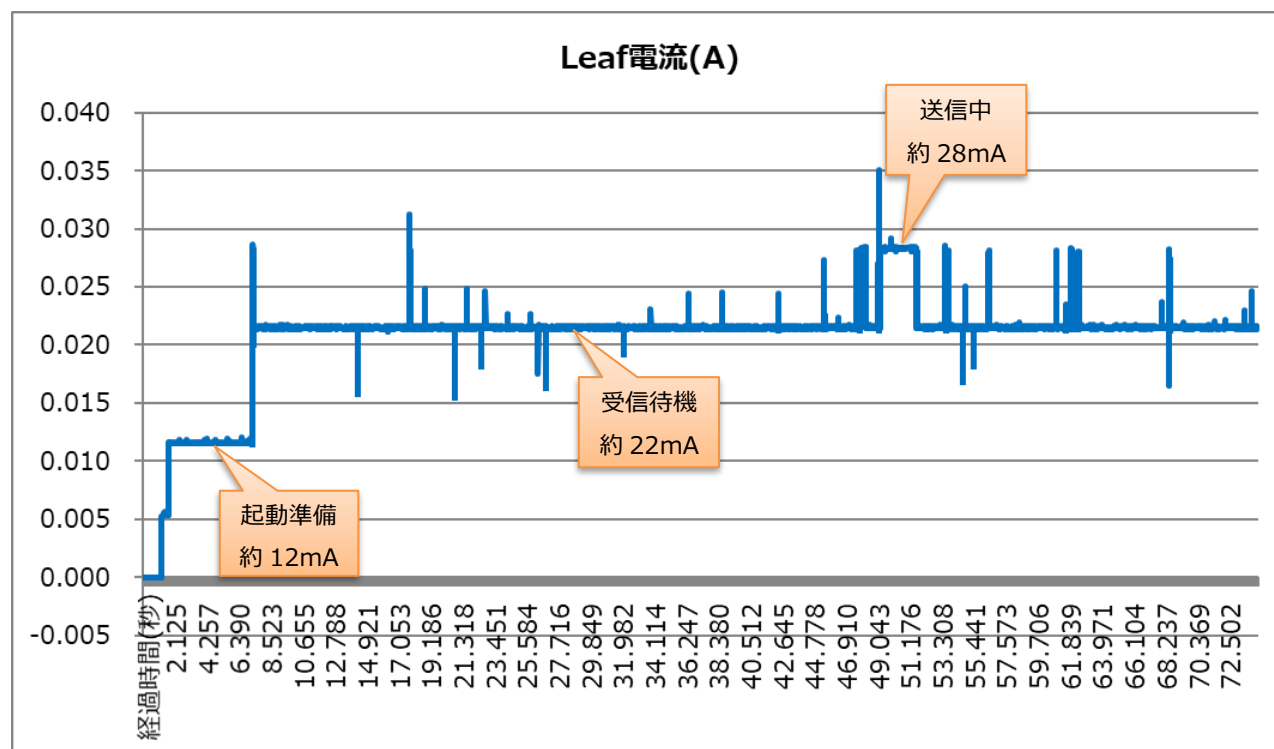
Border 起動～接続の電流波形例(EW-WSN-FAN1.0.54、通信レート 150kbps、CH59、Region:JP)



Router 起動～接続の電流波形例(EW-WSN-FAN1.0.54、通信レート 150kbps、CH59、Region:JP)



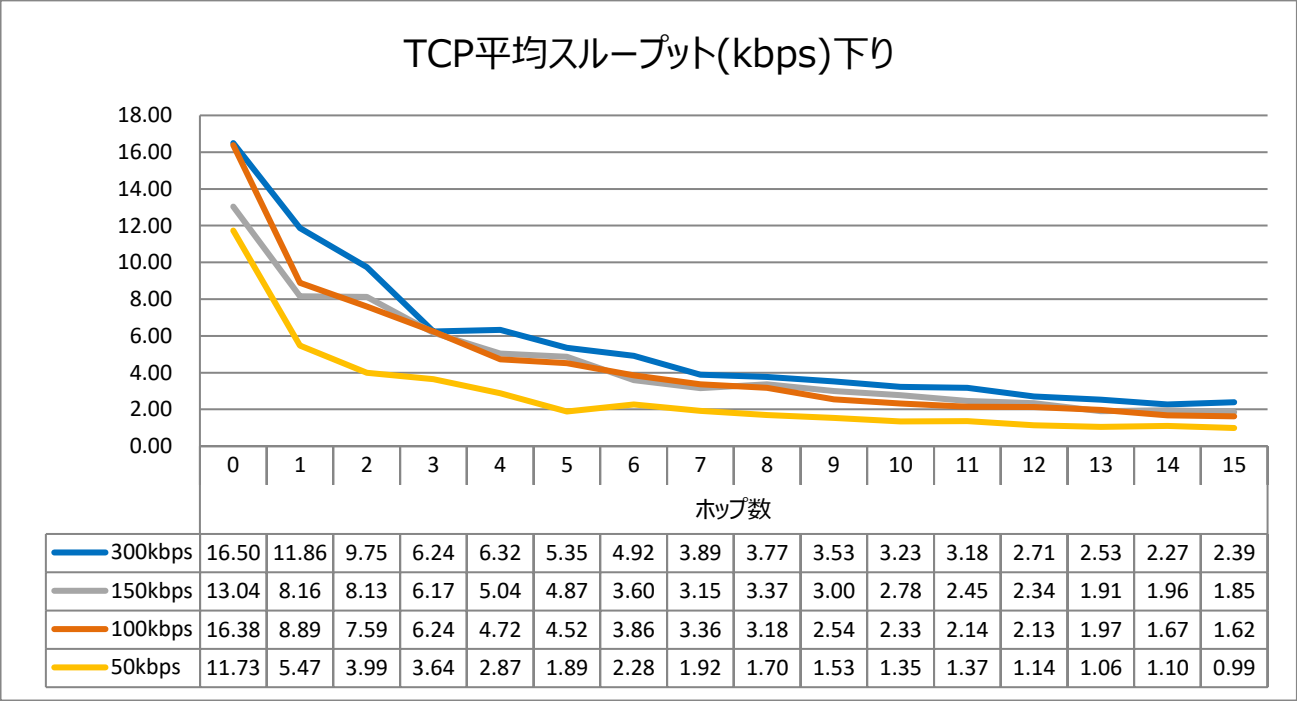
Leaf 起動～接続の電流波形例(EW-WSN-FAN1.0.54、通信レート 150kbps、CH59、Region:JP)



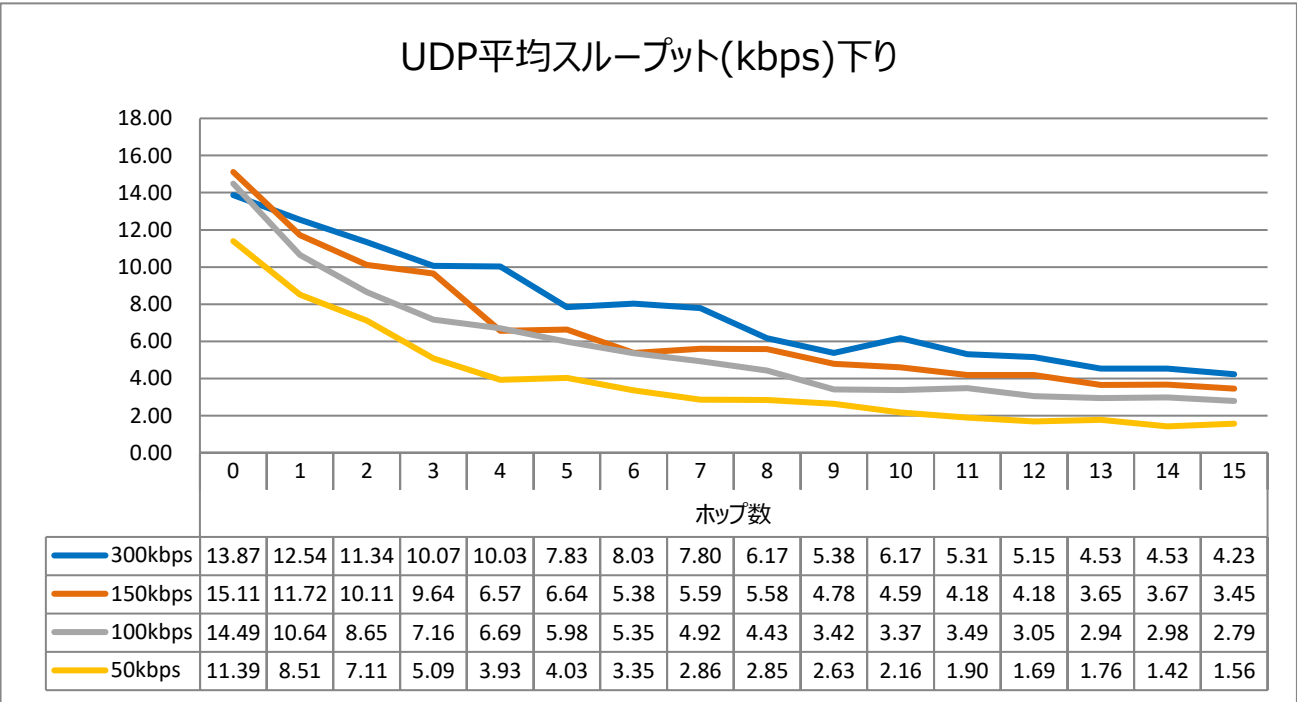
12. スループットと遅延時間(参考値)

本書で言うスループットとは、送信元ノードから宛先ノードに対して 1 秒間に何ビット送信できるか(bps)を示しています。  
また遅延時間とは、送信元ノードから送信された規定サイズのデータが何 ms 後に宛先ノードに到達するかを示しています。  
遅延時間についてはスループットの結果から計算で求めています。

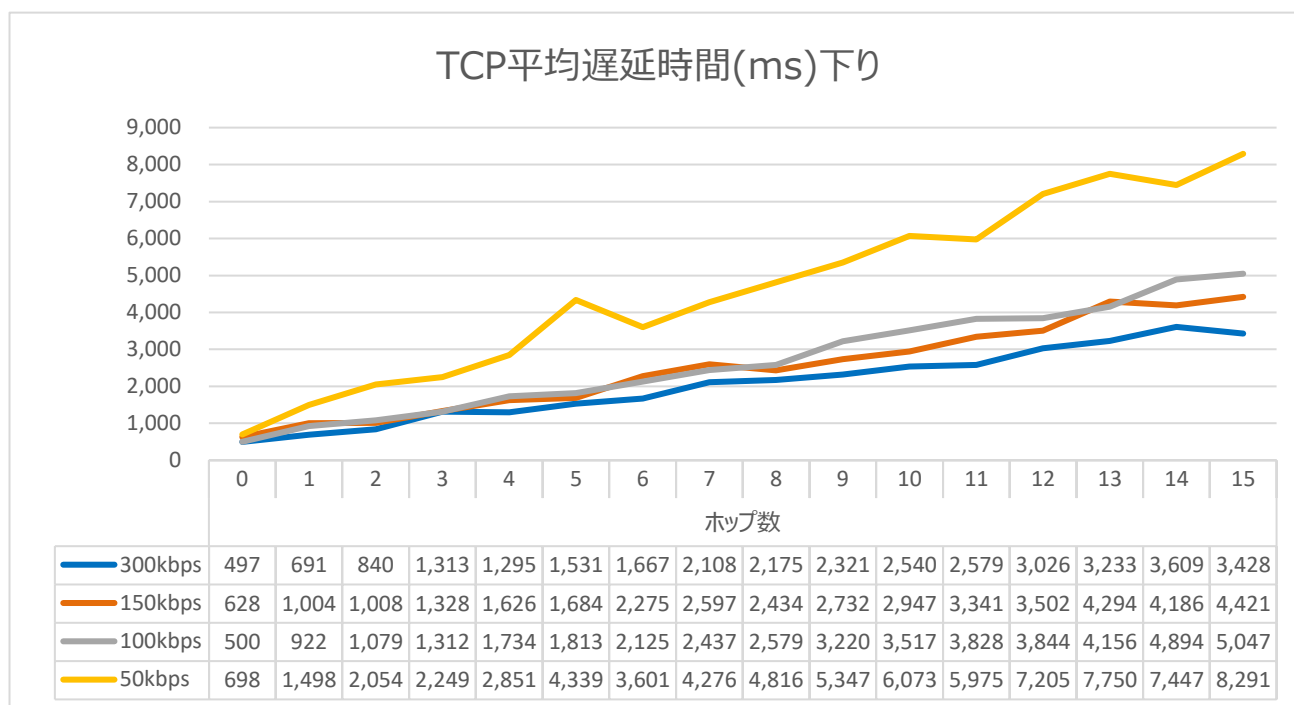
12.1. TCP 平均スループット



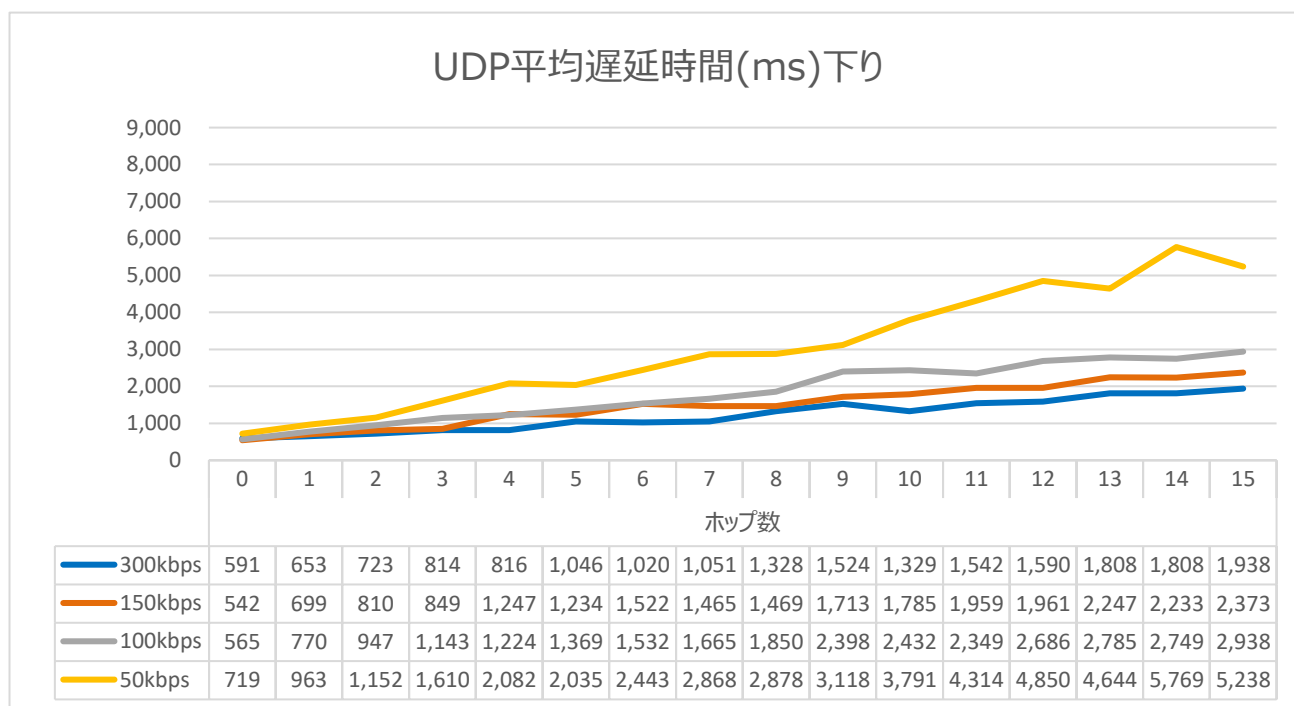
12.2. UDP 平均スループット



## 12.3. TCP 平均遅延時間



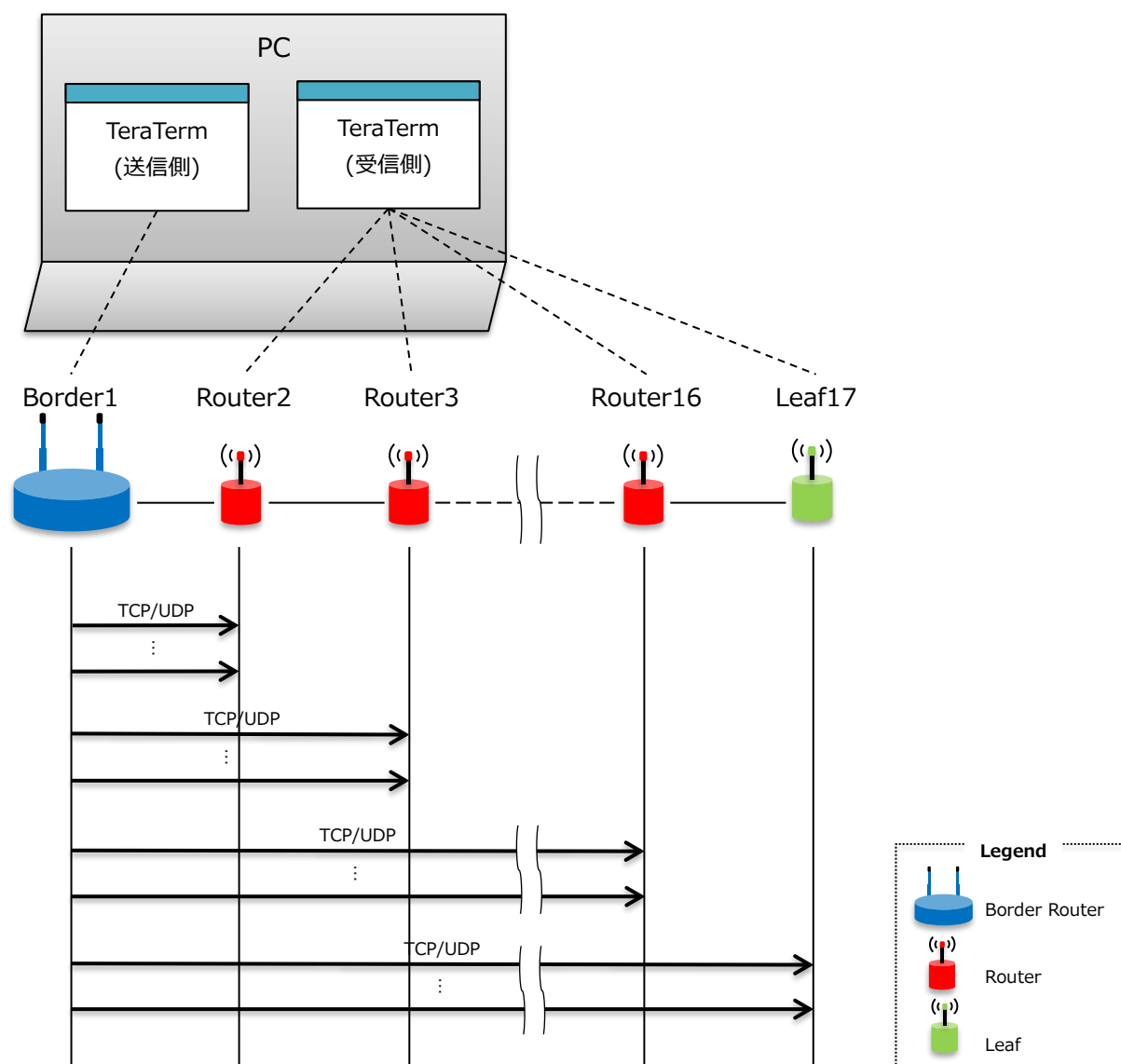
## 12.4. UDP 平均遅延時間





## 12.5. 測定方法

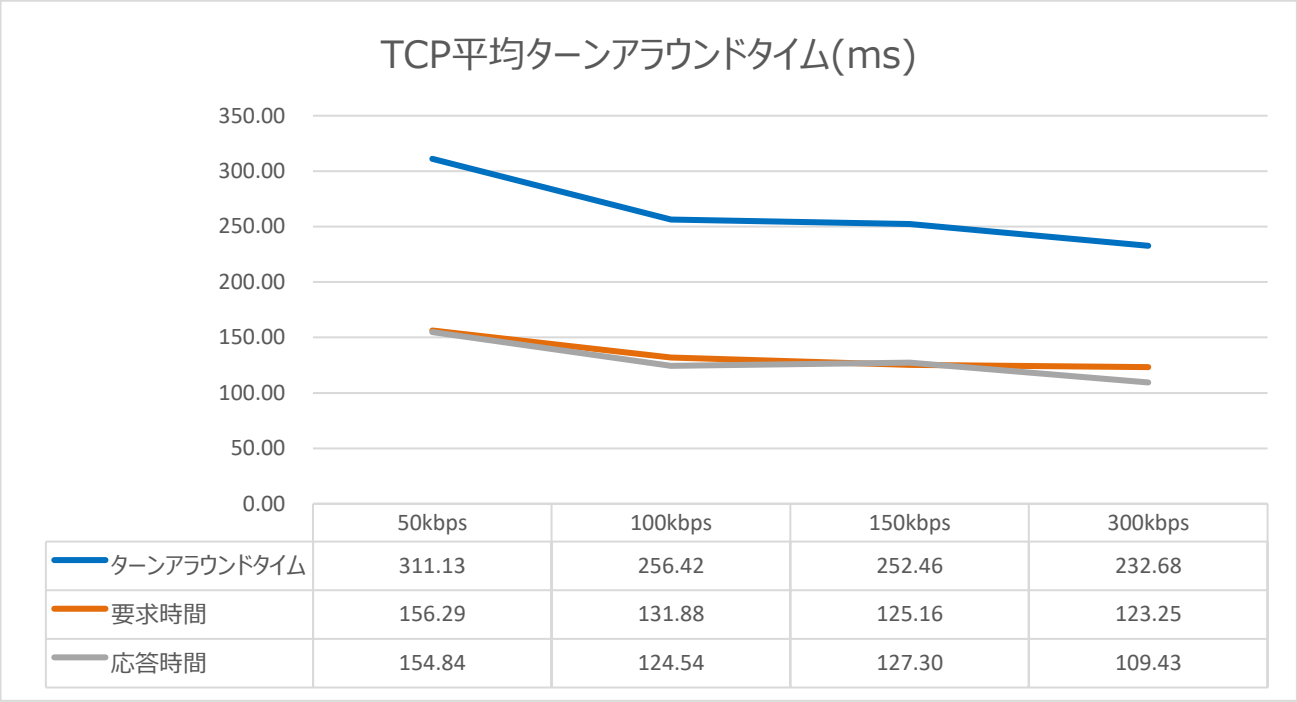
15 ホップの直列ネットワーク(Border~Router×15~Leaf)を形成し、TeraTerm マクロを使用して Border から各ノードに向けて(下り方向)、TCP と UDP でペイロード 1024 オクテットのデータを送信し、2 点間のスループットを 10 回ずつ測定しました。



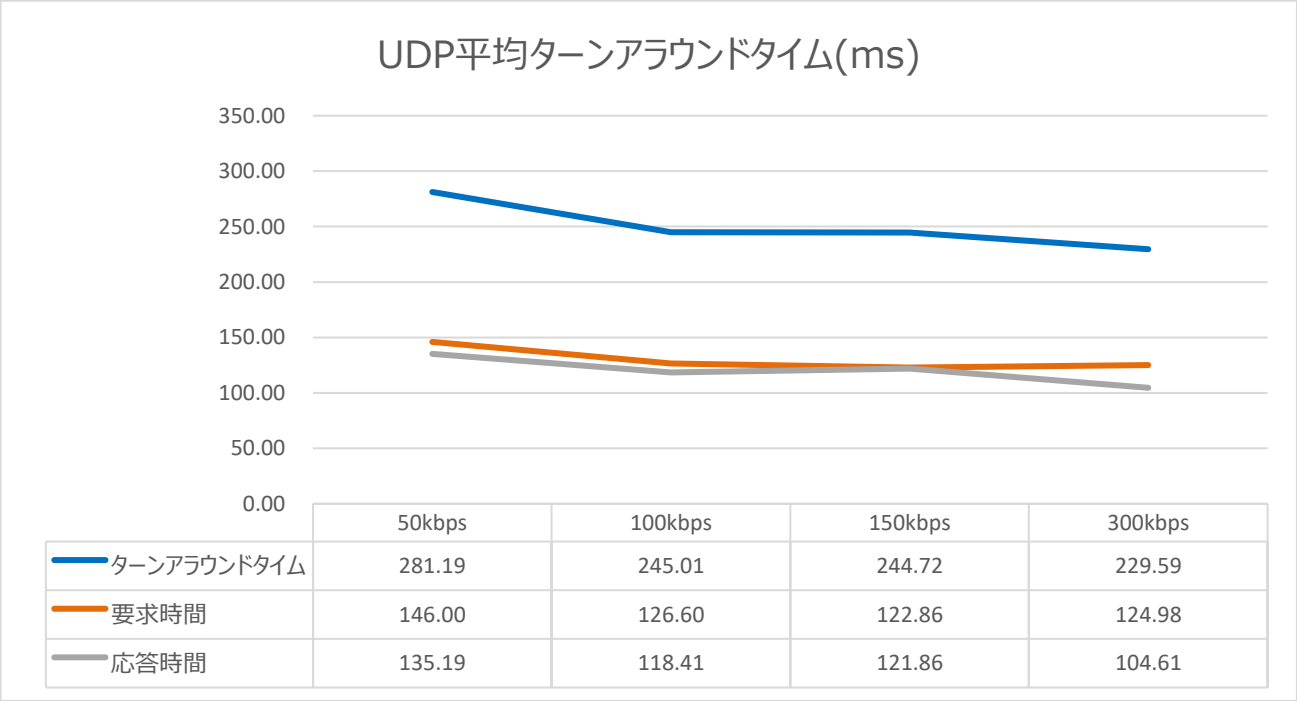
### 13. ターンアラウンドタイム(参考値)

本書で言うターンアラウンドタイムとは、要求元から要求を送信し、応答が返ってくるまでの時間のことを示しています。  
 要求時間とは、要求元から宛先に到達するまでの時間を示し、応答時間とは、宛先から要求元に到達するまでの時間を示しています。

#### 13.1. TCP 平均ターンアラウンドタイム

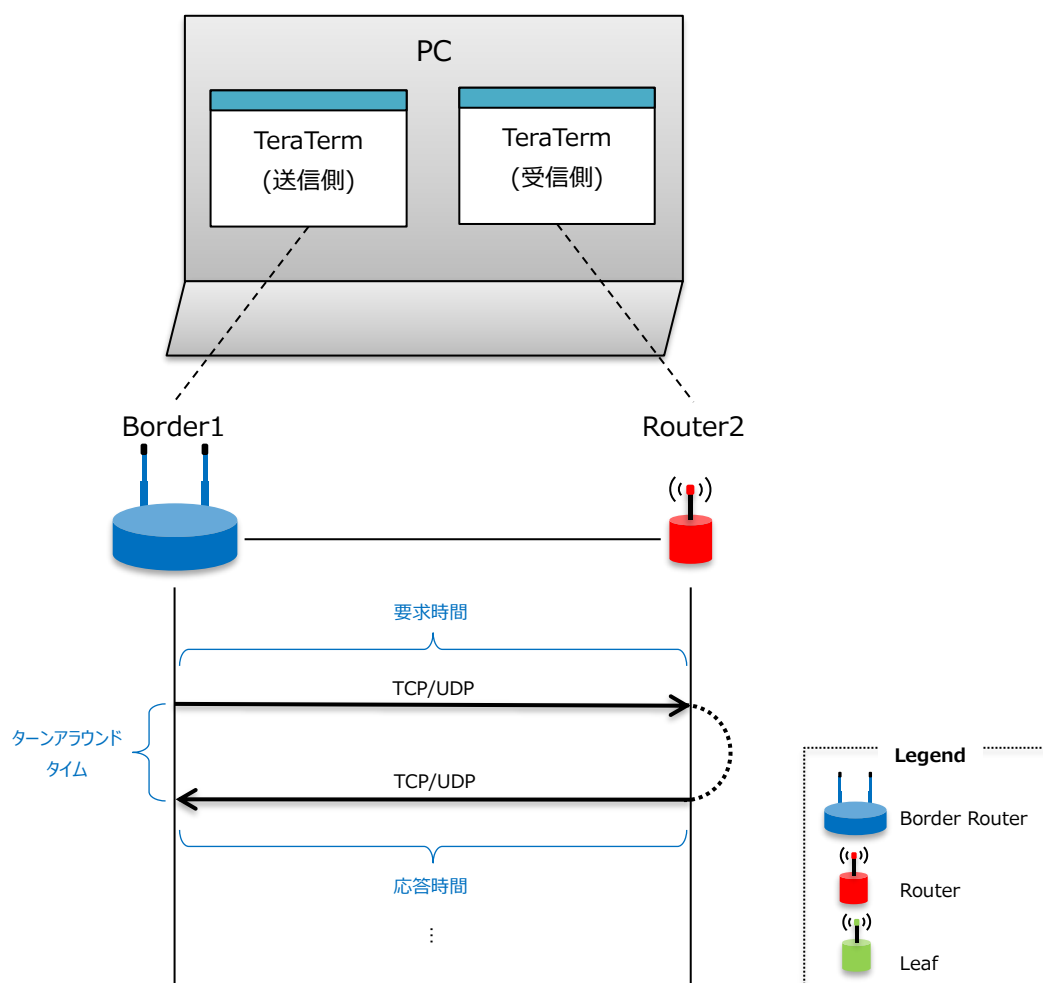


#### 13.2. UDP 平均ターンアラウンドタイム



## 13.3. 測定方法

Border と Router を 1:1 で接続した状態で、TeraTerm マクロを使用して Border から要求パケットを送信し、Router が応答パケットを返すまでにかかる時間(ターンアラウンドタイム)を 100 回測定しました。要求パケットと応答パケットのペイロードサイズはそれぞれ 32 オクテットです。



## 14. 最大接続台数

本章では、最大接続台数の仕様について説明します。

BP35C5 単体<sup>1</sup>における最大接続台数の仕様は次の通りです。

[対象ファームウェアバージョン：1.0.56.60]

項目	仕様
Border Router あたりの最大接続ノード数	16 台
Router あたりの最大接続ノード数	15 台
最大ホップ数	16 ホップ

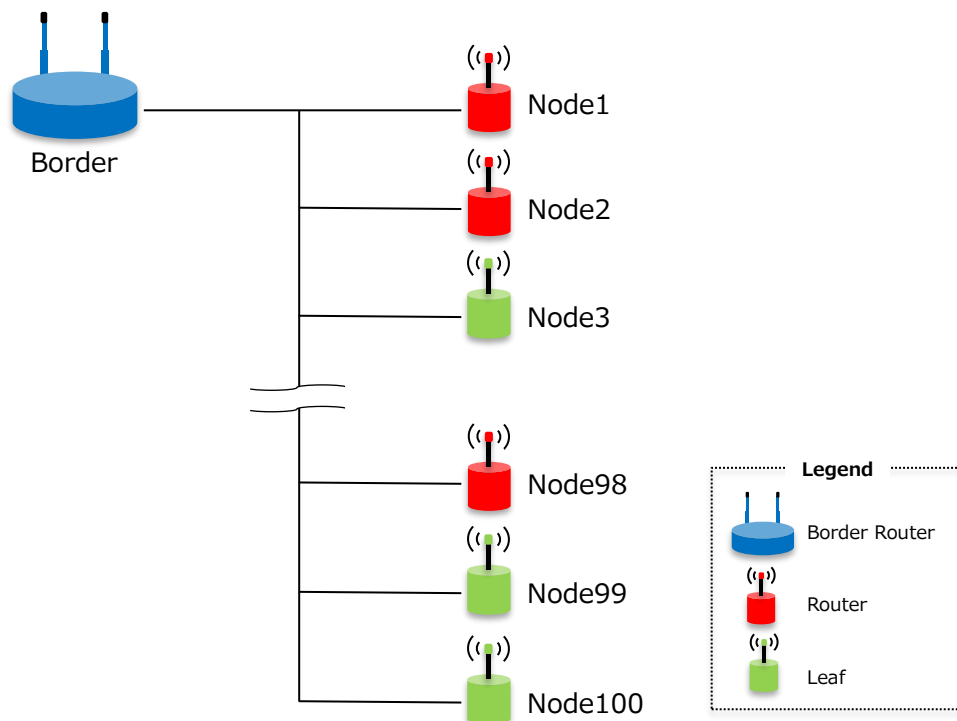
[対象ファームウェアバージョン：1.0.56.61 以上]

項目	仕様
Border Router あたりの最大接続ノード数	100 台
Router あたりの最大接続ノード数	64 台
最大ホップ数	24 ホップ

本章では、バージョン 1.0.56.61 以上のファームウェアを書き込んだ BP35C5 で、Border を 1 台、Router/Leaf を 100 台使用して接続検証したネットワーク構成パターンを紹介します。

### 14.1. Border Router あたりの最大接続ノード数構成

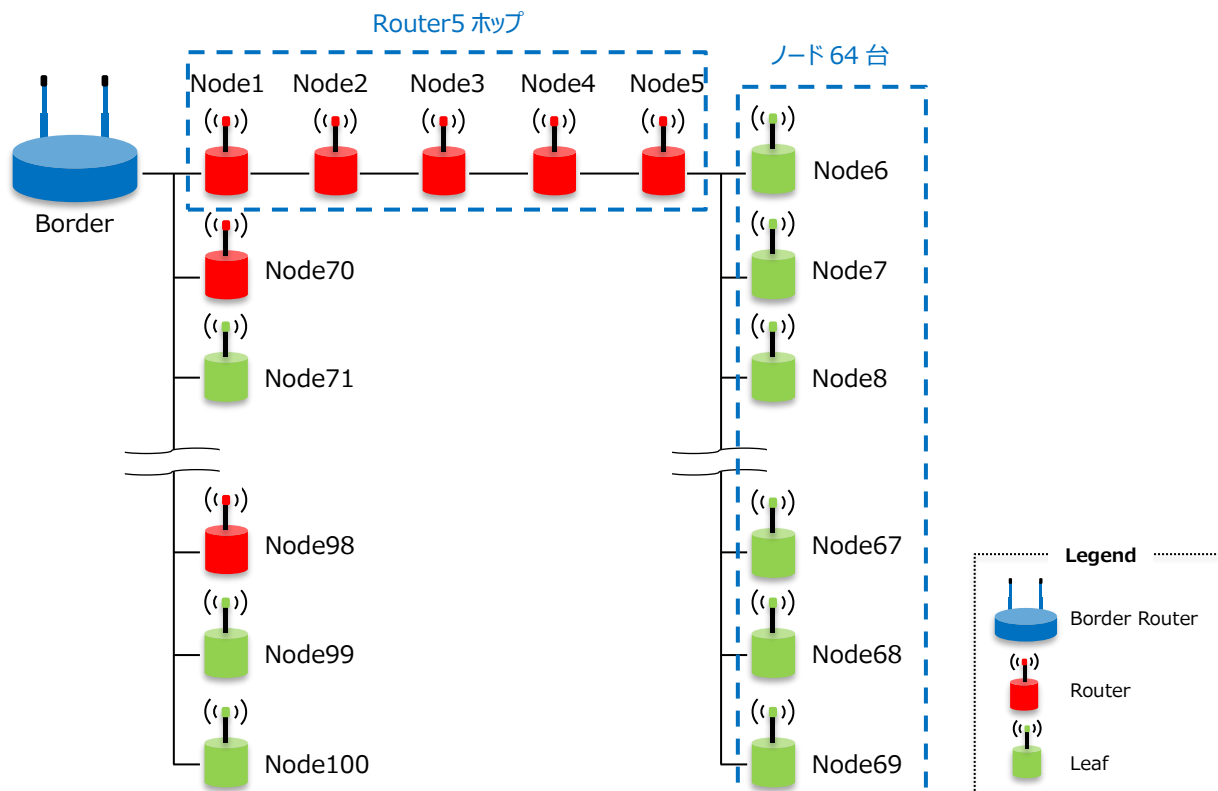
Border 直下に 100 台のノードを接続したスター型ネットワーク構成です。



<sup>1</sup> BP35C5 単体ではなく、BP35C5 と高性能ホスト MCU(Linux など)を組み合わせ、最大接続ノード数 1,000 台規模のネットワークを構築できるソリューションも提供可能ですが、本書では BP35C5 単体での仕様について記載しています。

## 14.2. Router あたりの最大接続ノード数構成

100 台のノードの内、Router による 5 ホップ、その先にノード 64 台を接続し、残りのノードを Border 直下に接続した構成です。

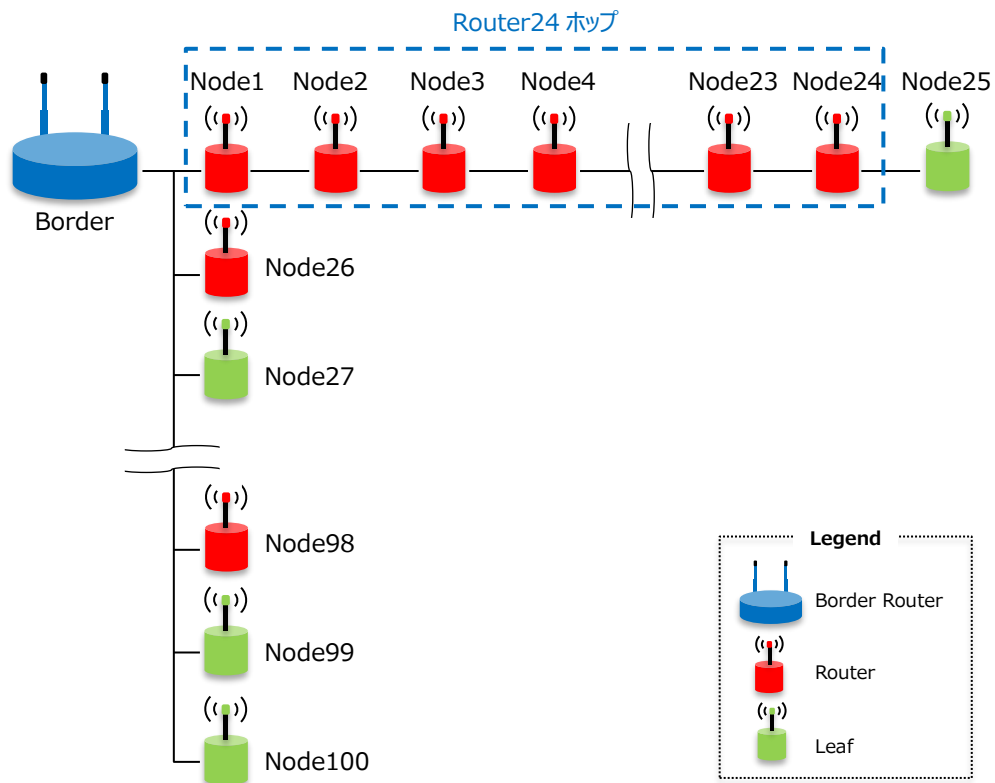


上図の通り、64 台のノードを 5 ホップ先の Router に接続できることまでは検証済みです。

仕様上は 24 ホップ先の Router に 64 台のノードを接続できることになっていますが、マルチホップではバケツリレー方式でデータを受け渡ししていますので、ホッピング経路の各ノードが頻繁にデータを送信することになり、電波が著しく混雑します。FAN は、ホッピング経路を維持するために管理データのやりとりをしています。末端ノードの一斉接続により通信データが集中すると、経路を維持する管理データのやりとりができなくなり、一時的にホッピングの経路が途切れてしまうという現象が発生します。その現象はホップ数が増えれば増えるほど顕著になります。実際に 24 ホップ先に 64 台の Router を一斉に接続させたところ、ホッピングの経路が途切れてしまう現象が発生し、長時間待っても接続に至りませんでした。従って、ホッピング経路にデータが過剰に集中しないように運用していただく必要があります。

## 14.3. 最大ホップ数構成

100 台のノードの内、Router による 24 ホップ、その先にノードを 1 台接続し、残りのノードを Border 直下に接続した構成です。



「14.2.Router あたりの最大接続ノード数構成」で述べましたが、ホッピング経路の末端で一斉に多数のノードが接続して通信データを集中させなければ、上図のように 24 ホップを実現できることは検証済みです。

## 15. 通信距離

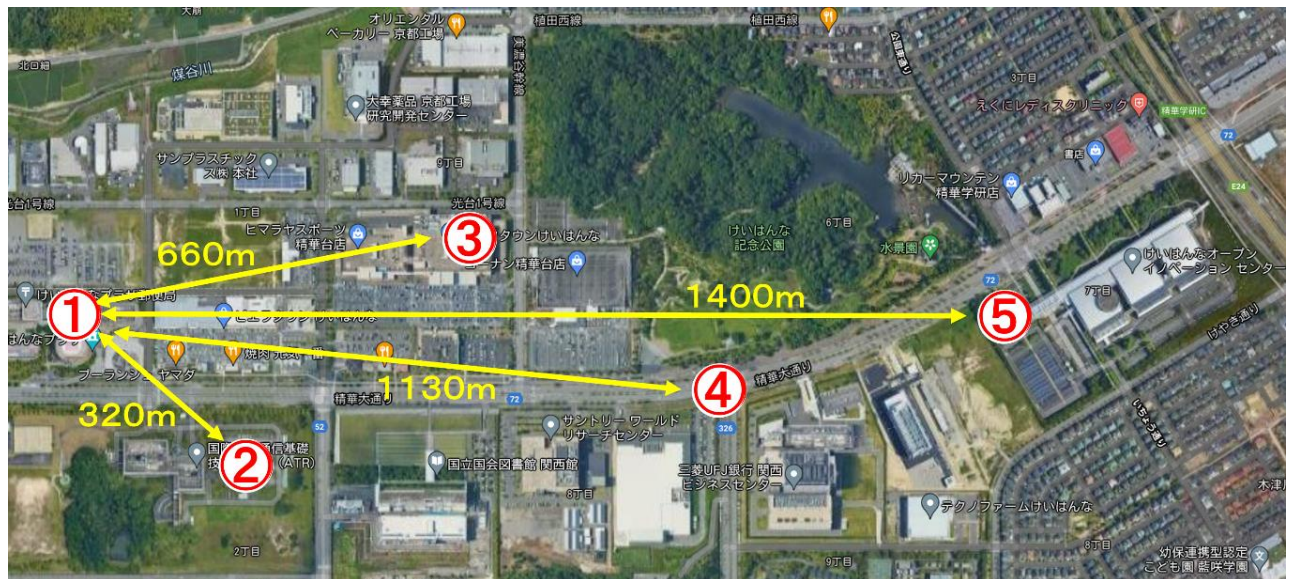
本章では通信距離の測定結果について説明します。

### 15.1. ビル屋上間の通信距離

アンテナが高い位置にあるほど、建物や地面といった障害物が無くなり、真の通信距離の実力が測定できるようになるため、ビルの屋上にアンテナを設置し、通信距離を測定しました。

使用したアンテナは、スタッフ株式会社製の 1019-008A(最大利得 3dBi)です。

測定フィールドのポイントは下図の通りです。



Map data ©2021 Google

地点①、②、③、⑤はビルの屋上、地点④は路上です。

地点①を親局(Border Router)とし、親局から地点②～⑤の子局(Router)に ping(256 バイト、100 回)を実施しました。通信レートによる違いを検証するため、50kbps と 150kbps で測定した結果、下表のような結果となりました。

地点	距離	親局の アンテナ高	子局の アンテナ高	パケットエラー率(PER)	
				50kbps	150kbps
①－②	320m	60m	15m	0%	0%
①－③	660m	60m	20m	0%	0%
①－④	1,130m	60m	2m	1%	22%
①－⑤	1,400m	60m	10m	0%	15%

パケットエラー率が 150kbps よりも 50kbps の方が低くなっています。

通信レートが低いと、距離が遠くても安定して通信できることが、この測定結果からわかります。



## 15.2. 路上での通信距離

実際に無線機器を設置する高さに近い位置にアンテナを設置して、通信距離の実力を測定しました。

使用したアンテナは、スタッフ株式会社製の 1019-008A(最大利得 3dBi)です。

測定ポイントは下図の通りです。



Map data ©2021 Google

受信側(Border Router)を 0m 地点に固定し、送信側(Router)を 1m、50m、100m...と順次距離を離しながら、UDP 通信(ペイロード長 256 バイト)で、各地点 100 回ずつ通信を行いました。アンテナの高さは、受信側も送信側も 2m です。

受信側から見た通信結果は下表のようになりました。

距離(m)	50kbps		100kbps		150kbps		300kbps	
	RSSI(dBm)	PER(%)	RSSI(dBm)	PER(%)	RSSI(dBm)	PER(%)	RSSI(dBm)	PER(%)
1	-55.00	0.0	-41.00	0.0	-41.00	0.0	-41.10	0.0
50	-53.68	0.0	-52.50	0.0	-58.32	0.0	-64.19	0.0
100	-61.10	0.0	-63.20	0.0	-67.57	0.0	-60.64	0.0
150	-64.96	0.0	-65.10	0.0	-67.92	0.0	-69.53	0.0
200	-77.14	0.0	-73.12	0.0	-77.16	0.0	-77.90	0.0
250	-92.10	1.0	-91.86	8.0	-85.74	7.0	-86.70	0.0
300	-87.77	6.0	-83.85	0.0	-92.11	60.0	-91.74	14.0
350	-83.78	0.0	-89.33	0.0	回線断		-84.65	0.0
400	-88.32	0.0	-91.18	3.0			-90.78	20.0
450	-96.25	47.0	-91.49	1.0			回線断	
500	回線断		回線断					

150kbps だけ通信距離が短くなっていますが、測定した時間の周囲の状況(自動車などの障害物の位置など)に影響を受けたものと思われます。他のレートと同じ状況で測定できていたとすると 400m 前後まで通信できたのではないかと推測されます。

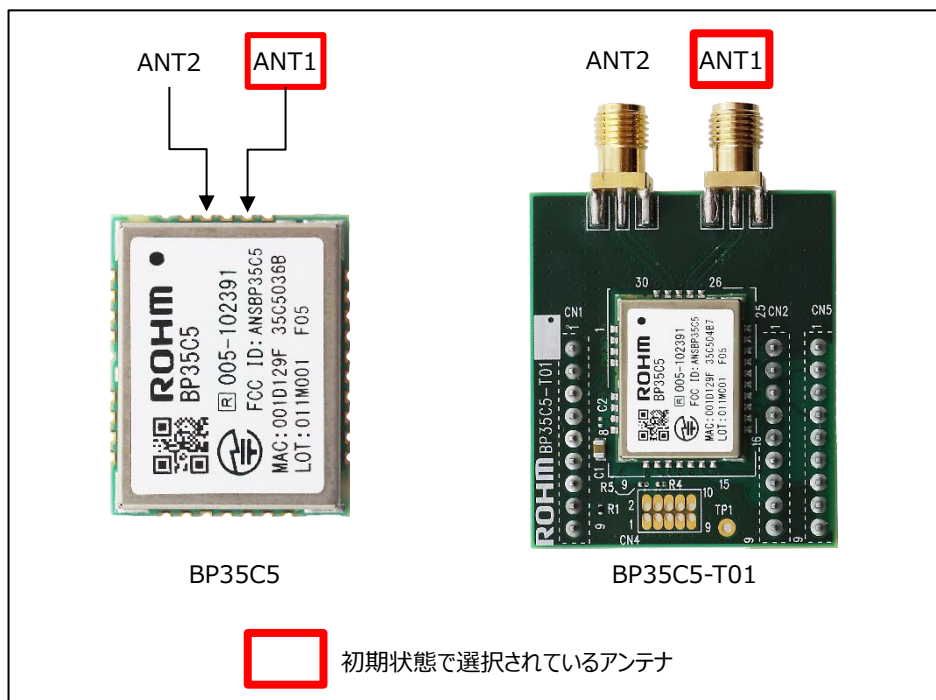
また、黄色の網掛けで示した 50kbps の PER(パケットエラー率)が高くなっていますが、これは日本の電波法で規定されている送信総和制限により一時的に送信できなくなったためですので、通信性能が悪い訳ではありません。



## 16. アンテナ

### 16.1. アンテナ切り替え

BP35C5 は 2 本のアンテナを持っており、それぞれ、アンテナ 1(以下、ANT1)、アンテナ 2(以下、ANT2)と呼びます。



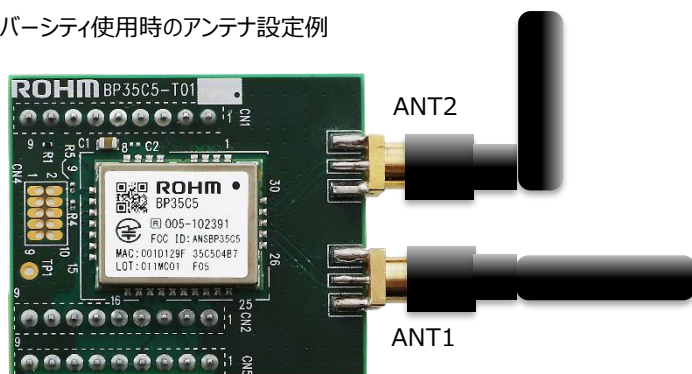
使用するアンテナは、rantsw コマンドにより切り替えることができます。設定は save コマンドにより不揮発領域に保存することができます。

設定	コマンド	備考
ANT1 固定	rantsw 1	初期状態
ANT2 固定	rantsw 2	
ダイバーシティ	rantsw 0	受信アンテナ自動選択

### 16.2. ダイバーシティ

ダイバーシティとは、複数のアンテナを用いて、通信品位の高い方のアンテナを自動選択することにより、通信品質を向上させる技術です。BP35C5 では、ダイバーシティに設定すると、受信の際、ANT1、ANT2 の両方から電波を受信し、電波強度の強いアンテナからパケットを受信します。送信は常に ANT1 から行われます。アンテナには指向性があるため、電波が送られてくる方向によって受信のしやすさが異なります。様々な角度から送られてくる電波を受信しやすくするために、ANT1 と ANT2 の角度を変えることをお勧めします。

ダイバーシティ使用時のアンテナ設定例



## 17. 電波法認証

本章に示した情報は 2022 年 5 月 12 日時点のものです。

### 17.1. 日本

BP35C5 は日本国の電波法認証済です。「BP35C5 電波法認証済外付けアンテナリスト」に記載されているアンテナであれば追加認証の必要なくご利用いただけます。アンテナリストに記載されているもの以外のアンテナを使用したい場合は、追加認証が必要になりますので、ロームまでお問い合わせください。



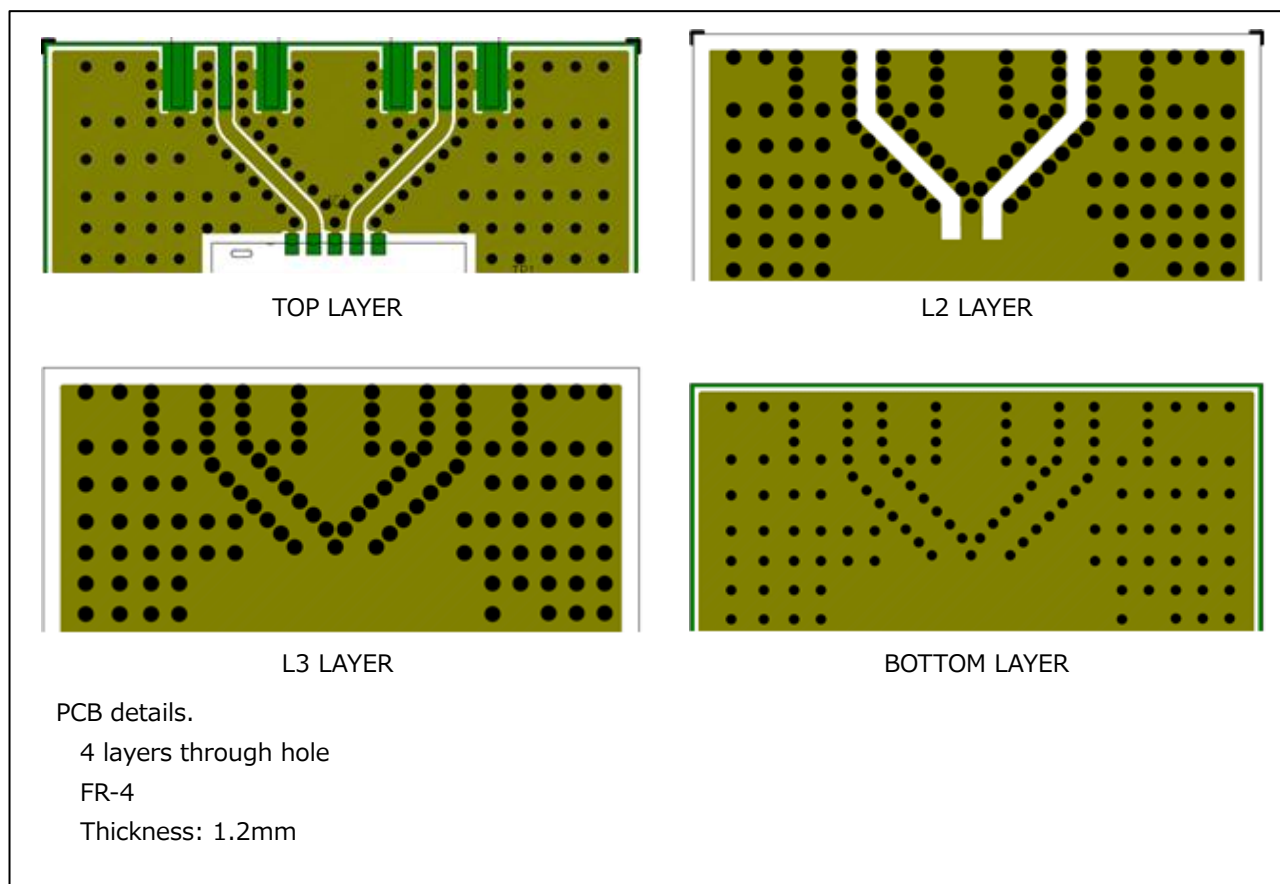
### 17.2. 北米(FCC)

BP35C5 は FCC 認証済です。FCC モジュール認証を維持するには、試験済のアンテナタイプを使用する必要があります。アンテナタイプが同じで、且つアンテナ利得が同じまたはそれ以下であれば、「BP35C5 電波法認証済外付けアンテナリスト」に記載されているもの以外のアンテナを使用することも可能です。また FCC ではコネクタタイプが RP-SMA(逆極性 SMA)のアンテナを使用する必要があります。BP35C5 の FCC 認証試験は下表に示すタイプのアンテナで実施されています。



タイプ	$\lambda/2$
利得(Gain)	3 dBi 以下
コネクタ	RP-SMA

BP35C5 の RF 部は、下図のように PCB 端の SMA コネクタとマイクロストリップラインのレイアウトを使って認証されています。ホスト PCB は、これらのレイアウト設計に従うことで FCC のモジュール認証準拠を維持できます。PCB データは提供させていただきますのでお問い合わせください。



## 17.3. その他

現時点での各国認証についての情報を下表に示します。最新情報と詳しい内容については認証機関へお問い合わせください。

地域番号 <domain>	地域名	略称	通信レート(kbps) <rate>				認証状況	認証方法概略
			50	100	150	300		
01	北米	NA	✓	-	✓	✓	認証済	認証要、試験要
02	日本	JP	✓	✓	✓	✓	認証済	認証要、試験要
03	欧州・英国	EU	-	-	-	-	未サポート	自己宣言、CE レポート要
04	中国	CN	-	-	-	-	未サポート	認証要、試験要
05	インド	IN	-	-	-	-	未サポート	認証要、試験不要、FCC/CE レポート要
06	メキシコ	MX	✓	✓	✓	✓	未認証	認証要、試験要
07	ブラジル	BZ	-	-	-	-	未認証	認証要、試験要
08	オーストラリア・ ニュージーランド	AZ/NZ	✓	✓	✓	✓	未認証	自己宣言、FCC/CE レポート要
09	韓国	KR	✓	✓	✓	✓	未認証	認証要、試験要
0A	フィリピン	PH	✓	✓	✓	✓	未認証	認証要、試験不要、FCC/CE レポート要
0B	マレーシア	MY	✓	✓	✓	✓	未認証	認証要、試験要、CE レポート要
0C	香港	HK	✓	✓	✓	✓	未認証	自己宣言、FCC/CE レポート要
0D	シンガポール	SG	✓	✓	✓	✓	未認証	認証要、試験不要、FCC/CE レポート要
0E	タイ	TH	✓	✓	✓	✓	未認証	認証要、試験不要、FCC/CE レポート要
0F	ベトナム	VN	✓	✓	✓	✓	未認証	認証要、試験要、FCC/CE レポート要

\*1: FCC レポート = 北米向けのテストレポート

\*2: CE レポート = 欧州向けのテストレポート

\*3: 試験要 = FCC/CE レポートの流用は不可で試験を受ける必要がある

\*4: 自己宣言 = 国が認証するのではなく、ベンダー自らが規制に対応していることを宣言すること

## 18. 無線 OFF モード

BP35C5 にも、いわゆる、無線 OFF モード、スタンバイモードと呼ばれている、無線機能を停止した通信しないモードがあります。

BP35C5 では、端末動作モードを「非動作モード」に設定することで、無線機能を OFF にすることができます。

非動作モードにすることで、受信待機状態(いつでも受信できる状態)よりも消費電流が抑えられます。

受信待機状態では常に消費電流が 20mA(TYP)となりますが、無線 OFF モードでは 5.5mA(TYP)となります。

但し、無線機能を OFF にしているため、この間は通信ができません。

※本章に記載されている電流値は、常温 25℃で測定した実測値(TYP)であり、あくまでも参考値です。

### 18.1. 切り替え方法

事前準備として、次のコマンドを実行して非動作モードに設定し、保存しておく必要があります。

> <i>atstart 0</i>	←	起動時の端末動作モードを「非動作モード」に設定
> <i>save</i>	←	設定を保存(svrst でも可)

この事前準備を実施することで、次回の起動から、非動作モードで起動されます。

非動作モードから動作モードに切り替えるには、init コマンドを使用します。次のいずれかを実行してください。

> <i>init 1</i>	←	Border Router に切り替え
> <i>init 2</i>	←	Router に切り替え
> <i>init 3</i>	←	Leaf に切り替え

動作モードから非動作モードに切り替えるには、reset コマンドを使用します。

> <i>reset</i>	←	再起動することで「非動作モード」に切り替え
----------------	---	-----------------------

### 18.2. init コマンドの注意点

init コマンドによる端末動作モードの変更は、非動作モード(0)から動作モード(1~3)への変更のみ有効です。

動作モード(1~3)から非動作モード(0)への変更と、動作モード(1~3)から他の動作モードへの変更は無効となります。

## 19. 送信パワー設定

BP35C5 では、送信パワーが 20mW、10mW、1mW の 3 段階あり、コマンドで参照・設定・保存が可能です。

設定内容を確認・変更するコマンドは"rpwr"です。このコマンドは拡張コマンド扱いとなっていますので、まず"admin 1"で拡張コマンドモードを有効にしてから"rpwr"をご使用ください。

### 19.1. rpwr コマンドの使い方

rpwr コマンドを使って、設定を確認・変更する方法を次に示します。

> admin 1 admin on	← 拡張コマンドモードを有効にする
> rpwr rpwr 20	← 現在の送信パワー設定の確認(デフォルト 20mW が表示される)
> rpwr 1 rpwr 1	← 送信パワーを 1mW に変更
> rpwr 10 rpwr 10	← 送信パワーを 10mW に変更
> rpwr 20 rpwr 20	← 送信パワーを 20mW に変更
> save save parameter is saved	← 送信パワーを保存することも可能(svrst も可)

## 20. 不揮発メモリ保存対象

設定パラメータ中、save コマンドで不揮発メモリに保存できるものとできないものがあります。それらをわかりやすくするため表にまとめました。

分類	コマンド	説明	保存(※)	備考
基本	help	ヘルプメッセージの表示	-	
	vers	ファームウェアバージョンの表示	-	
	vernum	ファームウェアバージョンの簡易表示	-	
	reset	Wi-SUN モジュールの再起動	-	
	echo	エコーバックの設定	Yes	
	json	JSON 文字列入出力の設定/表示	Yes	
	baud	シリアル通信速度の設定/表示	Yes	即時保存
接続設定 表示	mode	動作モードの設定/表示	Yes	
	auth	認証セキュリティ動作の設定/表示	Yes	
	chrate	伝送レートの設定/表示	Yes	
	chan	使用開始/終了チャンネルの設定/表示	Yes	
	rccal	PHY の CCA 動作における RSSI 閾値の設定/表示	Yes	
	mac	MAC アドレスの表示	-	
	macf	受信 MAC アドレスフィルタリングの設定/表示	Yes	
	mtxctl	MAC パケット送信総和と時間制御の設定/表示	-	
	pan	PAN ID の設定/表示	Yes	
	netname	ネットワーク ID の設定/表示	Yes	
	ip	IPv6 アドレスの設定/表示	Yes	
	init	端末起動	No	
	atstart	端末の自動起動設定	Yes	
	tcpcon	TCP-Connection の手動接続	-	
	tcpdis	TCP-Connection の手動切断	-	
	rantsw	PHY 使用アンテナの設定/表示	Yes	
	rfec	PHY(RADIO)の FEC 機能動作の設定/表示	Yes	
	sleep	待機/復帰実行	-	
Border Router 管理接続 設定表示	leaseip	DHCPv6 サーバ払い出し固定 IP アドレスの設定/表示	Yes	
	leaserng	DHCPv6 サーバの払い出し IP アドレスの範囲の設定/表示	Yes	
	nodef	接続許可ノードの MAC アドレスフィルタリングの設定/表示	Yes	
	fnode	接続済みノードの確認	-	
接続状態 表示	stat	端末状態の表示	-	
	rstat	物理層(PHY-RADIO)統計情報の表示	-	
	mstat	MAC 統計情報の表示	-	
	fstat	FAN(MAC-FAN)情報の表示	-	
	chconfig	使用周波数エリアと伝送レートの表示	-	
	chcur	現在使用チャンネル番号の表示	-	
	fmseckey	FAN MAC セキュリティキーの表示	-	
	nebr	近隣端末情報の表示	-	
	parent	親端末情報の表示	-	
	rplinf	RPL に関する情報の表示	-	
	tcpstat	TCP 状態の表示	-	
	rplsr	RPL にて構成されたソースルーティングテーブル情報の表示	-	
	leased	DHCPv6 サーバにて現在払い出された IPv6 アドレスの表示	-	
データ送信	udps	UDP データ送信(バイナリコード送信)	-	
	udpst	UDP データ送信(テキスト文字列送信)	-	
	tcps	TCP データ送信	-	
	ping	ping 実行	-	

分類	コマンド	説明	保存(※)	備考
データ送受信設定	udpopts	UDP データ送受信の設定表示		
	comp_hdr	UDP ヘッダ圧縮設定	No	
	comp_csum	UDP チェックサム省略設定	No	
	disp_len	送受信完了時のデータ長表示設定	Yes	
	disp_port	送受信完了時のポート表示設定	Yes	
	disp_rssi	受信完了時の受信電波強度(RSSI)表示設定	Yes	
	send_done	送信完了の表示設定	Yes	
	send_port	udps 用デフォルト送信ポート設定	Yes	
	send_port_text	udpst 用デフォルト送信ポート設定	Yes	
	listen_port	udpr 用受信ポート設定	Yes	
	listen_port_text	udprt 用受信ポート設定	Yes	
	tcpopts	TCP データ送受信の設定表示		
	auto_connect	TCP-Connection の自動接続動作設定	Yes	
	log	動作ログの表示設定	Yes	
	disp_len	送受信完了時のデータ長表示設定	Yes	
	disp_port	送受信完了時のポート表示設定	Yes	
	send_done	送信完了の表示設定	Yes	
	send_port	tcpcon、tcpdis、tcps 用デフォルト送信ポート設定	Yes	
	listen_port	TCP-Server ポート設定	Yes	
	idle_minites	無通信監視時間設定	Yes	
	rto_sec	再送タイマー設定	Yes	
	maxrtx	再送回数設定	Yes	
	syn_maxrtx	SYN 再送回数設定	Yes	
	mss	MMS(Maximum Segment Size)設定	Yes	
パラメータ	param	設定表示	-	
	save	設定保存	-	
	clear	設定クリア	-	
	svrst	設定保存後リセット	-	
	clrst	設定クリア後リセット	-	
リモート	rmtcmd	リモートコマンド(リモート端末上でのコマンド実行)	-	
	rmtopts	リモートコマンド(リモート端末上でのコマンド実行)に関する設定表示		
	send_done	送信完了の表示設定	Yes	

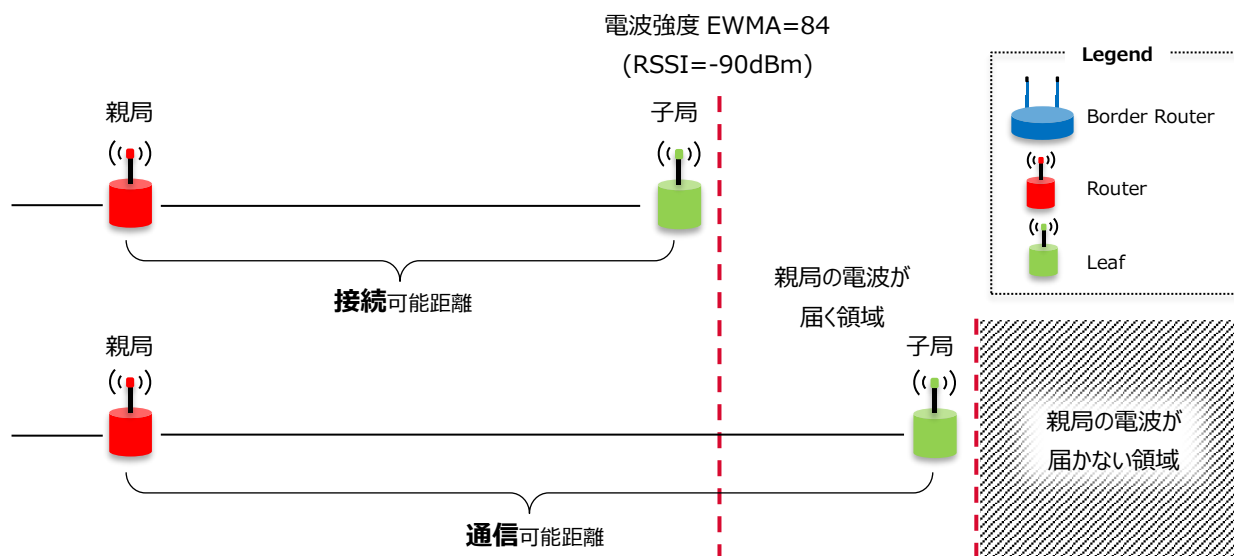
※「保存」列の意味：「-」は設定できないコマンド、「Yes」は設定できて保存できるコマンド、「No」は設定できるが保存できないコマンド

## 21. 接続可能距離

本章では、接続できる距離と、通信できる距離が違いうことについて説明します。

接続可能距離とは、親局に接続できる限界距離のことを言います。通信可能距離とは、局間で通信できる限界距離のことを言います。

下図のように、接続可能距離は通信可能距離より短くなります。



子局が親局に接続する時、FAN 規格では接続状態 4(RPL ルーティング設定状態)の時に近隣ノードの中から接続する親局を選択することになっています。その際に電波強度の閾値が設けられており、電波強度が閾値以上でなければ親局候補になれないと定められています。閾値はベンダー依存で、BP35C5 の場合は閾値が電波強度 EWMA=84(RSSI=-90dBm) です。

つまり、閾値を超えても通信は行えますが、再接続ができなくなってしまうので、機器の設置時には接続可能の範囲内であることを確認していただく必要があります。

### 21.1. 接続可能距離への設置手順

子局を接続可能範囲に設置する手順を説明します。

- ① 親局と子局を近距離で接続します。
- ② 接続したまま子局を設置したい場所に移動し、仮設置して ping コマンドで通信できることを数回確認します。
- ③ nebr コマンドで電波強度 EWMA を確認し、閾値の範囲内にあるかどうかを数回確認します。
- ④ 接続可能範囲内であれば、一旦子局をリセットし、再接続されることを確認します。

### 21.2. 電波強度の確認

親局の電波強度 EWMA を確認するには nebr コマンドを使用します。nebr 実行例を示します。

```
>nebr
nebr num:3, max:128, rank:312(2)
nebr <001d129f35c500be>: 226/133(-41) <2001:db8::4>
nebr <001d129f35c501d9>: 240/132(-41) <2001:db8::3>
nebr <001d129f35c5025b>: 184/123(-47) <2001:db8::1>
```

← 親局の行

この例では、最後の行が親局にあたります(親局の MAC アドレスと一致する行です)。

その行の黄色のマーカ部分が閾値と比較する値です。この値が-90dBm を示す 84 以上であれば閾値の範囲内にあることを意味します。

nebr の表示する値の説明は後述します。



## 21.3. nebr コマンドの表示内容

nebr コマンドの表示について説明するため、もう一度実行例を示します。

```
>nebr
nebr num:3, max:128, rank:312(2)
nebr <001d129f35c500be>: 226/133(-41) <2001:db8::4>
nebr <001d129f35c501d9>: 240/132(-41) <2001:db8::3>
nebr <001d129f35c5025b>: 184/123(-47) <2001:db8::1>
```

nebr のフォーマットは次の通りです。

```
nebr num:近隣ノード数, max:最大近隣ノード数, rank:ランク(DAG ランク)
nebr <MAC アドレス 1>: 通信成功確度 ETX1/電波強度 EWMA1(RSSI1) <IP アドレス 1>
...
nebr <MAC アドレス n>: 通信成功確度 ETXn/電波強度 EWMA n(RSSI n) <IP アドレス n>
```

近隣ノード数(num)は、自局が現在把握している近隣ノード数を示しています。表示例では 3 ノードあります。

最大近隣ノード数(max)は、近隣ノードの最大数を示しています。表示例では最大 128 ノードです。

ランクや DAG ランクは、自局のネットワーク上の位置を示す値です。

ランクは、親のランク + 親の通信成功確度 ETX から求められます。

DAG ランクは、ランクを 128 で割った整数部の値です。DAG ランクが小さいほど Border Router に近いことを示しています。

nebr の 2 行目以降は近隣ノードの情報です(近隣ノードとは、自局の周囲に存在するノードのことです)。

MAC アドレスと IP アドレスについては説明を省略します。

通信成功確度 ETX(Expected Transmission count)は、通信成功率を示したもので、値が小さいほど成功率が高いことを示します。

電波強度 EWMA は電波強度の移動平均(EWMA:Exponentially Weighted Moving Average)値です。-174～+80dBm を 0～254 で表現しています。255 は欠測を意味します。接続先を決定する際に接続可能かどうか判断するための値になります。

RSSI は電波強度を dBm で表現した値です。こちらは移動平均ではなく、直近に受信したフレームの電波強度が表示されます。

## 22. 注意事項

### 22.1. 無線通信について

1. 無線通信は電波環境や通信環境により通信が不安定になる場合があります、データ転送を 100%保証するものではなく、データが欠落してもロームは一切責任を負いません。
2. UDP は連続するパケットが到着することを提供するものではなく、データの到達が保証されるものではありません。
3. 本製品をお客様のセットに組み込んで本格的な運用する前に、お客様での十分な検証をしてください。
4. データの傍受、消失、窃用、第三者への漏洩によって生じる損害や不具合については、ロームは一切責任を負いません。

### 22.2. 変更について

本書および本書にて使用しているサンプルスクリプトは、予告なく変更される可能性があります。

### 22.3. ファームウェアについて

#### 22.3.1. ファームウェア使用許諾

本製品に内蔵されていますファームウェア(以下、本ソフトウェアといいます)につきましては以下の使用許諾にご承諾の上ご使用下さい。本ソフトウェアを使用されることにより、お客様は以下の内容を承諾したものとさせていただきます。

1. 本ソフトウェアは BP35C5 専用のファームウェアです。BP35C5 以外には使用しないでください。
2. 本ソフトウェアを第三者に開示し、譲渡し、貸与し、担保に供し、その他提供することを禁じます。
3. 本ソフトウェアの翻案、リバースエンジニアリング、逆コンパイル、逆アセンブリ、複製、その他一切の加工又は改変を禁じます。
4. ローム株式会社は本ソフトウェアを使用した全ての動作を保証するものではありません。
5. 本ソフトウェアは更新されますので、必ずお客様のセット本体にて本ソフトウェアのアップデート機能を実装してください。アップデート方法については別途お問い合わせください。
6. 6) (1) BP35C5 の初回納入日又は(2)本仕様書取り交わし日のうち早い方から 6 ヶ月の間に本ソフトウェアに通常の使用のもとでローム株式会社の責に帰すべき瑕疵、不具合等が生じた場合には、お客様は直ちにローム株式会社に通知するものとし、お客様とローム株式会社で協議のうえ、とるべき措置を決定するものとします。
7. 本ソフトウェアの瑕疵、不具合、欠陥等に起因し、お客様から第三者へローム株式会社の事前同意なく支払われた費用（委託費、修繕費、製品回収費、代替品調達費用などを含むがこれらに限定されません）については、ローム株式会社は一切負担致しませんので予めご了承下さい。
8. いかなる場合においても、本ソフトウェアの瑕疵、不具合、欠陥等に起因してローム株式会社が負担する金額は、ローム株式会社からお客様への BP35C5 の販売総額の直近 6 ヶ月分を超えないものとさせていただきます。
9. 本仕様書第 19.1 条の規定と、お客様とローム株式会社の間で締結する基本契約書の定め及びこれに付帯する一切の契約・覚書等、並びに本仕様書の他の定めが矛盾、抵触した場合には、本条の規定が優先して適用されるものとします。

#### 22.3.2. ファームウェアバージョンについて

1. 本製品に書き込まれますファームウェアのバージョンは製造時点での最新のものとなります。
2. 出荷のタイミングによっては、最新のファームウェアとならない場合がございます。
3. ファームウェアのバージョンは予告なく変更いたします。ローム株式会社は、当該変更によりお客様が被るいかなる損害に関しても、一切の責任を負いません。
4. 書き込まれているファームウェアのバージョンは本製品の外観で判別する事はできません。
5. 同一梱包(『梱包仕様』に示す梱包単位)内には同一のファームウェアが書き込まれます。
6. ファームウェアの書き換え方法は、スタートアップマニュアルを参照してください。

#### 22.3.3. ファームウェアバージョンの確認方法

「vers」コマンドでファームウェアのバージョンを確認することができます。

詳細はコマンドマニュアルをご確認ください。

#### 22.3.4. 電流値や時間について

1. 本書に記載されている電流値や時間は、特に記載がない限り、常温 25℃で測定した実測値(TYP)であり、あくまでも参考値です。

## 23. 改訂履歴

Ver.	改訂日	改訂内容	対応ファームウェアバージョン
1.0.0	2020/06/08	新規作成	1.0.56.60 以上
1.0.1	2020/08/03	10.接続時間を追加	1.0.56.60 以上
		11.消費電流を追加	1.0.56.60 以上
1.0.2	2021/07/29	12.スリープと遅延時間(参考値)を追加	1.0.56.60 以上
		13.ターンアラウンドタイム(参考値)を追加	1.0.56.60 以上
		14.最大接続台数を追加	1.0.56.61 以上
		15.通信距離を追加	1.0.56.60 以上
		16.注意事項のファームウェア使用許諾を修正	1.0.56.60 以上
1.0.3	2021/10/28	「アンテナ」を追加	1.0.56.60 以上
1.0.4	2022/05/10	「電波法認証」を追加	1.0.56.60 以上
1.0.5	2022/06/28	「無線 OFF モード」を追加	1.0.56.60 以上
		「送信パワー設定」を追加	1.0.56.60 以上
		「不揮発メモリ保存対象」を追加	1.0.56.60 以上
		「接続可能距離」を追加	1.0.56.60 以上
1.0.6	2022/07/26	「UDP/TCP でデフォルト以外のポートを使用する方法」の listen_port、listen_port_text をデフォルトに戻す方法を修正	1.0.56.60 以上

## ご 注 意

- 1) 本資料の記載内容は改良などのため予告なく変更することがあります。
- 2) 本資料に記載されている内容は製品のご紹介資料です。ご使用に際しては、別途最新の仕様書を必ずご請求のうえ、ご確認ください。
- 3) ロームは常に品質・信頼性の向上に取り組んでおりますが、半導体製品は種々の要因で故障・誤作動する可能性があります。  
万が一、本製品が故障・誤作動した場合であっても、その影響により人身事故、火災損害等が起こらないようご使用機器でのディレーティング、冗長設計、延焼防止、バックアップ、フェイルセーフ等の安全確保をお願いします。定格を超えたご使用や使用上の注意書が守られていない場合、いかなる責任もロームは負うものではありません。
- 4) 本資料に記載されております応用回路例やその定数などの情報につきましては、本製品の標準的な動作や使い方を説明するものです。  
したがって、量産設計をされる場合には、外部諸条件を考慮していただきますようお願いいたします。
- 5) 本資料に記載されております技術情報は、製品の代表的動作および応用回路例などを示したものであり、ロームまたは他社の知的財産権その他のあらゆる権利について明示的にも黙示的にも、その実施または利用を許諾するものではありません。上記技術情報の使用に起因して紛争が発生した場合、ロームはその責任を負うものではありません。
- 6) 本資料に掲載されております製品は、耐放射線設計はなされていません。
- 7) 本製品を下記のような特に高い信頼性が要求される機器等に使用される際には、ロームへ必ずご連絡の上、承諾を得てください。  
・輸送機器（車載、船舶、鉄道など）、幹線用通信機器、交通信号機器、防災・防犯装置、安全確保のための装置、医療機器、サーバー、太陽電池、送電システム
- 8) 本製品を極めて高い信頼性を要求される下記のような機器等には、使用しないでください。  
・航空宇宙機器、原子力制御機器、海底中継機器
- 9) 本資料の記載に従わないために生じたいかなる事故、損害もロームはその責任を負うものではありません。
- 10) 本資料に記載されております情報は、正確を期すため慎重に作成したものです。万が一、当該情報の誤り・誤植に起因する損害がお客様に生じた場合においても、ロームはその責任を負うものではありません。
- 11) 本製品のご使用に際しては、RoHS 指令など適用される環境関連法令を遵守の上でご使用ください。  
お客様がかかる法令を順守しないことにより生じた損害に関して、ロームは一切の責任を負いません。  
本製品の RoHS 適合性などの詳細につきましては、セールス・オフィスまでお問合せください。
- 12) 本製品および本資料に記載の技術を輸出又は国外へ提供する際には、「外国為替及び外国貿易法」、「米国輸出管理規則」など適用される輸出関連法令を遵守し、それらの定めにしたがって必要な手続を行ってください。
- 13) 本資料の一部または全部をロームの許可なく、転載・複写することを堅くお断りします。



ローム製品のご検討ありがとうございます。  
より詳しい資料やカタログなどご用意しておりますので、お問合せください。

## ROHM Customer Support System

<http://www.rohm.co.jp/contact/>