



**ZigBit™**



**ZigBit™ OEM モジュール 1.1**  
**アプリケーションノート**  
**ZigBit™ 温度耐性試験**

### 注意

- このマニュアルはMeshNetics社の「ZigBit™ OEM Module 1.1 Application Note ZigBit™ Temperature Stress Testing (ドキュメント番号 AN-481~01 v.1.1)」をKenConsulting Inc.が翻訳したものです。
- この原文の著作権はMeshNetics社に、翻訳の著作権はKenConsulting Inc.に帰属します。
- 翻訳は原文に沿って行っていますが、説明文の追加、分りやすい表現に変更するなど、翻訳の正確性を保証するものではありません。翻訳内容に疑義が生じた場合は原文の表現をもって正確な表現とします。
- KenConsultingは、このマニュアルの内容を将来予告無しに変更することがあります。
- このマニュアルの内容の一部、または全部をKenConsulting からの書面による許可無く無断で転載することは禁止します。
- KenConsultingはここで説明する製品の使用についていかなる責任も負わないものとします。
- このマニュアルは表紙に表記のある部署だけでお使いください。それ以外の部署、団体だお使いになる場合は別途お買い求めください。
- このマニュアル、製品に関するご質問は [support@kenconsul.com](mailto:support@kenconsul.com) へメールしてください。

### 翻訳の履歴

版番号	変更内容	年月日
AN-481~01 v.1.1 J0.1	最初の試訳	07/07/04

## 目次

目次	3
要約	4
関連文書:	4
試験の設定	5
セットアップのノート	6
試験手順	6
試験結果の要約	7
結論	11
極端な温度環境でのアプリケーションのためのお勧め	11

## 表の目次

表 1 試験の前提条件	6
表 2 RF 条件	6
表 3 ZDM-A1281-B0 トランスミッタと ZDM-A1281-B0 レシーバ	8
表 4 ZDM-A1281-B0 トランスミッタと ZDM-A1281-A2 レシーバ	10

## 要約

このアプリケーションノートでは、ZigBit™モジュール(ZDM-A1281-B0、DM-A1281-A2)が-40°Cから+85°Cの産業用温度範囲(industrial temperature range)内で致命的な誤動作をするかどうかを試験した手順を説明しています。まず試験方法を概説し、試験結果を示し、次に試験結果から導いた結論を示します。最後に気温が急激に変動したり利用上の温度が極端な環境で運用するアプリケーションにZigBit™モジュール使ってみてみたいと思っている開発者へのお勧めを提供します。

## 関連文書:

- [1] 受信範囲測定ツール (Range Measurement. Application Note. MeshNetics Doc. AN-481~02)
- [2] eZeeNet™ Software 1.6. eZeeNet™. API. Reference Manual. MeshNetics Doc. M-452~02

## 試験の設定

温度測定は Espec SH-661 ベンチトップ試験室(chamber)を使って行いました。

以下の 2 つの異なるモジュール構成で試験しました：

- (1) PCB アンテナ付 MeshBean ボードに搭載した ZigBit ZDM-A1281-B0
- (2) PCB アンテナを除去した MeshBean ボードに搭載した ZigBit ZDM-A1281-A2(チップアンテナバージョン)

Freescale 13192EVM コントロールレシーバを試験室外に置き、試験対象の送信装置を正確に操作する為の参照点としました(図 1 を参照)。

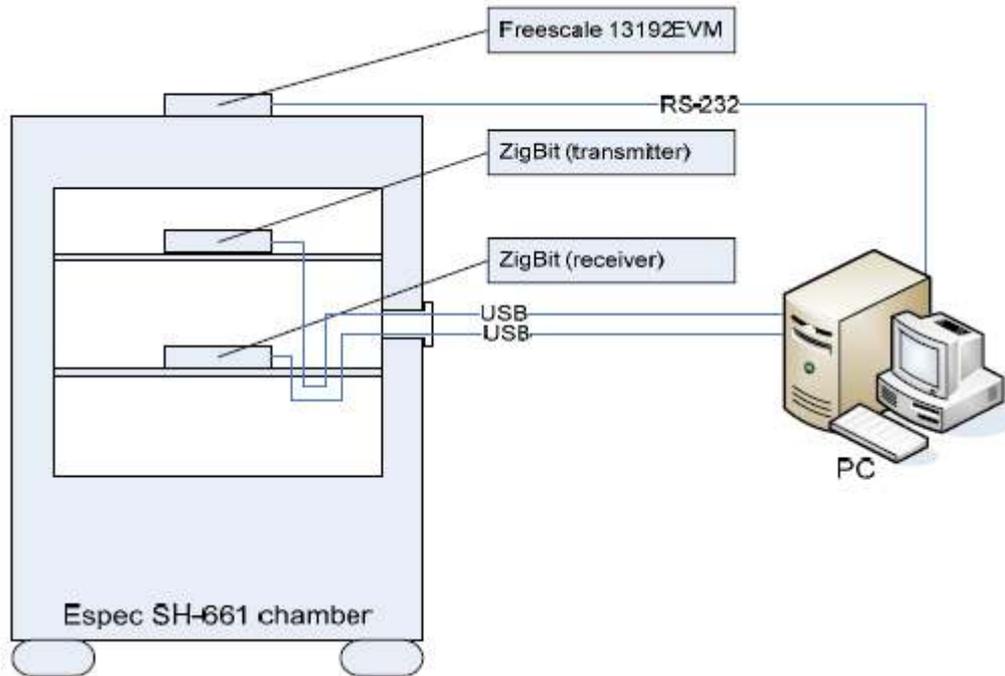


図 1 試験の設定の概要

図に示す様に、実験室中の 2 つの機器と PC の間を実験室のケーブルポートを通して USB ケーブルで結びました。同じ試験手順を ZigBit ZDMA1281- B0 と ZigBit ZDM-A1281-A2 をレシーバとして繰り返しました。

実験室は試験の間連続モードを維持しました。これは隣接した温度試験ポイントと湿度試験ポイント間での変更を出来るだけ速く確実に行う為です。

以下の表 1 は試験の前に全ての機器にインストールしたソフトウェアを示します。レシーバとトランスミッタのイメージは受信範囲測定ツール (Range Measurement Tool) [1]にバンドルしており、MeshNetics eZeeNet™ ソフトウェアバージョン 1.5(とそれ以上)[2]から入手可能です。

表 1 試験の前提条件

機器	ソフトウェア
Freescle 13192EVM	rx_13192evm.s19、Freescle プラットフォーム用レシーバーイメージ ([1]を参照)
ZigBit™(トランスミッタ)	tx.hex、トランスミッタのイメージ
ZigBit™ (レシーバ)	rx.hex、レシーバーのイメージ
PC	Btroy ターミナルエミュレータ

次の表 2 は試験対象機器アンテナ配置との無線パラメータのリストです。

表 2 RF 条件

パラメータ	値
アンテナ極性	水平方向、実験室の前壁と平行
モジュールの出力	+3dBm
チャンネル	0x0B(2405 MHz)

### セットアップのノート

試験開始前に試験室の中の温度を 85°C に、湿度を 70%に上げました。Freescle 13192EVM 機器は最初 MeshBean ボードと共に試験室中に置きました。しかし、試験シーケンスが始まる前に、その USB ポートが故障しました。その COM ポートコネクタが試験室のケーブルポートを通せるようになっていなかったためこの Freescle 機器は試験室から出し、COM ポート経由で PC に接続しなければなりません。

相対湿度は試験範囲内の温度すべてに対して設定できなかったため、このデータにはばらつきがあります。相対湿度の値が試験結果に影響することが時々ありました。

### 試験手順

試験機器に対して 2 つの異なる温度変化パターンを実行しました：

- 最初のパターンは、温度が少しずつ変化 (2 つの温度の間を最短 4 分間ごとに 10°C 刻みで段階的に変更) します
- 次のパターンは、温度が急速に変化 (40 分以内に -40°C から +85°C に上げ、元の温度に戻す) します

2 つの異なるトランスミッタとレシーバモジュールのペア (ZDM-A1281-B0 トランスミッタと ZDM-A1281-B0 レシーバ、及び ZDM-A1281-B0 トランスミッタと DMA1281-A2 レシーバ) を試験しました。最初のパターンを前者のペア、次のパターンを両方のペアに適用しました。

以下のデータを測定しました:

- 試験室内の温度と湿度
- トランスミッタとレシーバにインストールした受信範囲測定 (range measurement) ソフトウェアから入手可能なデータ(受信パケットの総数、紛失パケット、ビットエラーを含むパケット、LQI、RSSI)
- 測定時刻(PC 上のターミナルプログラムにより記録)

### 試験結果の要約

試験結果の要約を、トランスミッタとレシーバのモジュールの各ペアに分けて2つの表で示します。これらの表は上で説明したセットアップ手順に従って行った試験の間に記録したデータの要約です。以下の表では各温度ポイント、検知した例外的な条件全て、対応したセットアップの変更をハイライトしています。

表 3 ZDM-A1281-B0トランスミッタとZDM-A1281-B0レシーバ

Pass	Time	Temperature	Humidity	Notes	Test type
1	15:35	60	40	Tests started	Gradual temperature change sequence
	15:40	70	19		
	15:52	70	45		
	15:55	70	50		
	16:05	70	42	Chamber door opened briefly	
	16:11	66	54	Chamber set to 80°C, 70% hum.	
	16:16	80	15		
	16:26	85	11		
	16:28	85	N/A	Test pass finished	
2	16:28	85	N/A	Humidity control off	
	16:31	85	N/A	Transition to 70 °C started	
	16:39	70	N/A	Pause at 70 °C	
	16:43	70	N/A	Transition to 60 °C started	
	16:46	60	N/A	Pause at 60 °C	
	16:50	60	N/A	Transition to 50 °C started	
	16:55	50	N/A	Pause at 50 °C	
	16:59	50	N/A	Transition to 40 °C started	
	17:03	40	17	Pause at 40 °C	
	17:07	40	19	Transition to 30 °C started	
	17:21	30	N/A	Pause at 30 °C	
	17:25	30	N/A	Transition to 20 °C started	
	17:36	20	N/A	Pause at 20 °C	
	17:40	20	N/A	Transition to 10 °C started	
	17:52	10	N/A	Pause at 10 °C	
17:56	10	N/A	Transition to 0 °C		
3	18:22	0	N/A	Transition to -40 °C started	Rapid temperature change sequence
	18:29	-1	N/A	1 <sup>st</sup> temperature below 0 °C	
	18:40	-25	N/A	3 packet errors	
	18:48	-40	N/A	14 packets errors over 1 min. interval	
	3:32	-40	N/A	1 packet error	
	10:11	-40	N/A	Test pass finished	
4	10:11	-40	N/A	Transition to 85 °C started	
	10:13	-20	N/A		
	10:14	-15	N/A	3 packet errors	
	10:16	-10	N/A		
	10:18	0	N/A		
	10:20	10	N/A		

Pass	Time	Temperature	Humidity	Notes	Test type
	10:34	58	N/A	Receiver failure (first all packets contain errors, then all packets are dropped)	
	10:36	65	N/A	Receiver reset	
	10:44	85	N/A	Test pass finished	
5	10:44	85	N/A	Transition to -40 °C started	
	11:19	0	N/A		
	11:42	-30	N/A		
	11:50	-40	N/A		
	12:12	-40	N/A	Test pass finished	
6	12:12	-40	N/A	Transition to 85 °C started	
	12:38	72	N/A	Receiver failure (first all packets contain errors, then all packets are dropped) and reset	
	12:43	85	N/A	Test pass finished	
7	12:43	85	N/A	Transition to -40 °C started	
	13:27	-15	N/A	2 error packets	
	13:30	-18	N/A		
	13:58	-40	N/A		
	14:17	-40	N/A	Test pass finished	
8	14:17	-40	N/A	Transition to 85 °C started	
	14:40	60	N/A	Receiver failure (first all packets contain errors, then all packets are dropped) and reset	
	15:10	85	N/A	Test pass finished	
9	15:10	85	N/A	Transition to -40 °C started	
	15:39		N/A	2 error packets	
	16:00		N/A	1 error packet	
	16:30	-40	N/A	3 error packets	
	17:35	-40	N/A	Test pass finished	
10	17:35	-40	N/A	Transition to 85 °C started	
	17:55	52	N/A	1 error packet	
	17:56	55	N/A	1 error packet	
	17:56	56.5	N/A	1 error packet	
	17:57	56.8	N/A	1 error packet	
	17:57	59.8	N/A	Receiver failure (first all packets contain errors, then all packets are dropped) and reset	
	18:07	85	N/A	Chamber door opened, thermocouple inserted and set for 50 °C	
	18:08	85	N/A	7 error packets	
	18:08	85	N/A	Test pass finished	
11	18:18	50	N/A	Transition to 65 °C started	
	18:23	65	N/A	Test pass finished	
	18:23	65	N/A	Tests finished	

表 4 ZDM-A1281-B0トランスミッタとZDM-A1281-A2レシーバ

Pass	Time	Temperature	Humidity	Notes	Test type
12	10:00	25	65	Tests started	Rapid temperature change sequence
	10:00	25	65	Transition to -40 °C started	
	10:17	0	N/A		
	10:45	-38	N/A	2 error packets	
	10:47	-40	N/A		
	11:02	-40	N/A	Test pass finished	
13	11:02	-40	N/A	Transition to 85 °C started	
	11:21	52	N/A		
	11:31	70	N/A	Receiver failure (first all packets contain errors, then all packets are dropped)	
	11:36	85	N/A	Receiver reset	
	11:36	85	N/A	Test pass finished	
14	11:36	85	N/A	Transition to -40 °C started	
	12:08	10	N/A	3 error packets	
	12:15	-3	N/A		
	12:45	-40	N/A	1 error packet	
	12:45	-40	N/A	Test pass finished	
15	12:45	-40	N/A	Transition to 85 °C started	
	12:53	-20	N/A	2 error packets	
	13:17	80	N/A	Receiver failure (first all packets contain errors, then all packets are dropped)	
	13:57	85	N/A	Receiver failure	
	13:57	85	N/A	Test pass finished	
	16	13:57	85	N/A	Transition to 1 °C started
14:30		14	N/A	1 error packet	
14:31		13	N/A	Sequence stopped and temperature set to 15 °C	
14:31		13	N/A	Test pass finished	
17		14:50	15	N/A	Transition to 85 °C started
	15:04	60	N/A		
	15:08	70	N/A		
	15:16	85	N/A	Test pass finished	
	15:16	85	N/A	Tests finished	

## 結論

全体的に言って、ZigBit™ モジュールは産業用温度範囲(industrial temperature range)内で問題無く機能しました。どの機器にも通常のオペレーションから大きく逸脱することはありませんでした。

温度の段階的な変更ではモジュールは安定して機能し、どの温度ポイントでも伝送エラーは検出されませんでした。温度の急速な変更では、急速な温度上昇(1.5~2°C/分)と急速な温度低下(3~4°C/分)の両方で比較的低いパケット誤り率を検出しました。

急速な温度変化パターンでは、PCB アンテナバージョンでは 55~60°C で、チップアンテナバージョンでは 70~80°C で一時的なレシーバの障害(リセットしなければ全機能が完全に回復できない状態として定義)が発生しました。これはモジュール内に熱が蓄積したか、MeshBean ボードの温度上昇で説明できます。この理論を検証するために、追加の試験パス(パス 11 と 17)を問題が発生した温度範囲で再実行しましたが、エラーは検出されませんでした。急速な温度変化パターンは、特に 3~4°C/分での温度変化は現実世界ではほとんど発生しないので、試験で受信障害が発生しても致命的と見做す必要はありません。

予期しない原因不明のパケットエラーが発生しましたが、これは実験室内での機器の移動、実験室内の干渉条件の何らかの変化が原因と思われます。

試験の間、現在の試験手順に対する改良点が見つかりました。これらは全て将来の試験で検討します。

- 機器上の RESET ボタンを実験室外から(専用のケーブル接続で)起動すること
- 試験中に実験室を動かさず、機器が実験室内で移動しない様にする
- サードパーティーの制御モジュールを実験室内に置いて試験すること
- 試験室自身の RS-232 ポートを通してログを取ること

## 極端な温度環境でのアプリケーションのためのお勧め

極端な温度環境で運用するアプリケーションに ZigBit™ モジュールを使ってみたいと思っている開発エンジニアには、以下の条件のどれかを満たしているなら、モジュールを密閉した筐体内に入れる様お勧めします:

- 熱がモジュールに直接蓄積する
- 高温と高湿度の条件が同時に発生する
- 毎分 3~4°C 以上で温度が変化する