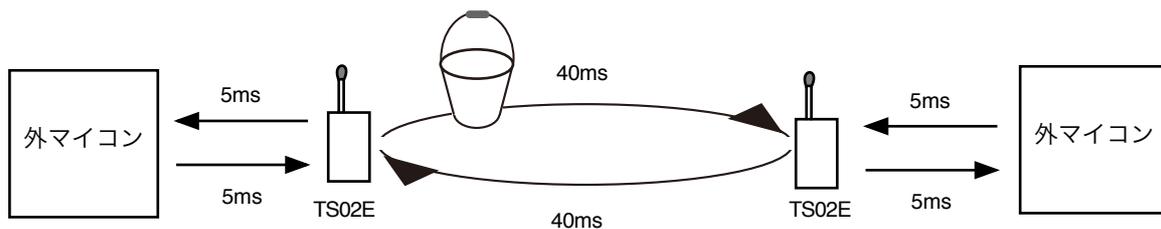


## 特定小電力無線モジュール

### TS02EJ mdm5

### ファームウェア仕様書



野村エンジニアリング

**Nomura Engineering Co., Ltd.**  
Since 1997

製品の故障や誤動作が直接人命に関わるような使い方は絶対にしないで下さい

野村エンジニアリング株式会社 <http://www.nomura-e.co.jp> e-mail:[engineer@nomura-e.co.jp](mailto:engineer@nomura-e.co.jp)  
〒242-0023 神奈川県大和市渋谷1丁目7-2 TEL:046-244-0041 FAX:046-244-3551

## Table of contents

概要	3
ID登録開始；	3
通常動作開始；	3
通信のイメージ	4
ネゴシエーション	5
リンク	5
外部マイコンのモジュールとの接続	6
シリアル信号の入出力	7
TS02EJポートアサイン	8
コマンド	9
通信パラメータ	9
外付けマイコンの制御手順	10
周波数テーブル	11
電波法に関する注意事項	12
取扱に関する注意事項	12

## 概要

TS02Eシリーズが提供するファームウェアの中で、TS02EJ mdm5 はモジュール内部で完結した双方向通信を極めてシンプルな手続きで実現するものです。

TS02EJ mdm5 の双方向通信は、丁度情報を入れるバケツがモジュール間で行き来しているイメージとなります。このバケツのやり取りは停止命令を受けるまで継続されるので、外マイコンの処理は大幅に軽減されるだけでなく、無駄の無い高速な通信を確保する事ができます。

TS02EJ mdm5ではタイミングを見計らって情報の受け渡しを行います。モジュールに相手への情報を放り込むと、相手側モジュールより情報が吐き出されます。停止コマンドを受け付けるまで通信は継続され、電波障害などで切断しても短時間の時は自動的に復帰します。障害が長時間に及ぶ時は、初期状態に戻りネゴシエーションの手続きから始まります。

TS02EJモジュールには主導権を持つマスター（親機）とスレーブ（子機）が割り当てられ、マスター1対スレーブ1でのシステム構成が可能となります。

TS02EJモジュールは外部マイコンの指示でマスターにもスレーブにもなる事ができます。

外部マイコンよりリンクスタートコマンドを TS02EJモジュールに送るだけで、指定した相手のスレーブと、ネゴシエーションを経てリンクが確立されます。これらの手続きの多くは TS02EJモジュール内部で完結しているので、外付けマイコンの処理を大幅に低減することができます。

マスター1対スレーブ1のシステム構成での、具体的な手続きを簡単に説明します。

### ID登録開始；

- TS02EJモジュールは電源オンでマスターまたはスレーブの区別なし
- マスター側はモジュールをコマンドでマスターに設定
- スレーブ側はモジュールをコマンドでスレーブに設定
- スレーブは待機状態
- マスターおよびスレーブはID登録スイッチオンで、ID登録モードでに入る
- マスターはIDを送信し、スレーブ側のIDと交換して、EEPROMに記憶
- ID登録モードを終了

### 通常動作開始；

- マスター側はリンクスタートコマンドを発行し、ネゴシエーション手続きに入る
- マスター側は自分のidと相手のidを送信
- スレーブは自分のidを照合して応答をマスターに返す
- マスターとスレーブ間でそれぞれのidを交換し、EEPROMに記憶します。
- リンクが確立され通信を開始

電波障害でリンクが切断された場合でも自動的に TS02EJモジュール間でリンクを復帰します。

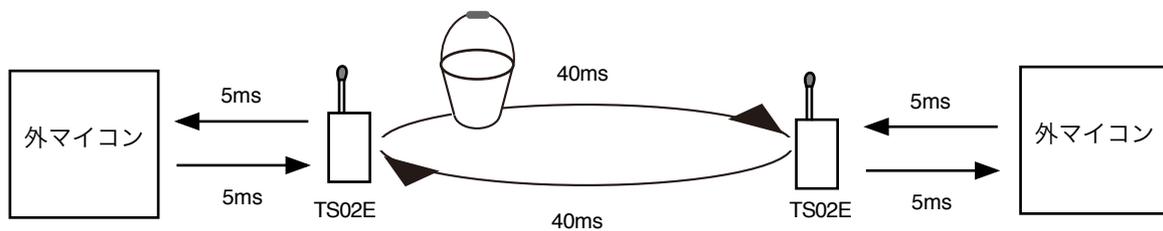
リンク中は定期的を送受信が繰り返され、送受信するデータが無い時でも、空データのやり取りが行われます。一つのループは約100ms周期で最大5バイトまでを授受することができます。

製品の故障や誤動作が直接人命に関わるような使い方は絶対にしないで下さい

## 通信のイメージ

この通信方式の特長はモジュール間で双方向通信が勝手に行われており、外マイコンはタイミングを見計らってデータの授受を行う点にあります。そのため、外マイコンはデータの授受だけの制御で済むため、負荷の軽減となります。

下図はリンク中でのタイミングをイメージしたものです。データが受け渡しされるバケツはマスターよりスレーブに発行され、一周して戻ってきます。その周期はおよそ100msとなります。バケツへのデータ受け渡しはレディ信号をモニターして瞬時に行う必要があります。モジュールはバッファリング機能を備えていないので、データを5msで受信した直後は、5msで送出するデータを送り込む必要があります。但し、受信データ进行处理する必要がある時は、RDYをモニターして次回のバケツに情報を送り込みます。



製品の故障や誤動作が直接人命に関わるような使い方は絶対にしないで下さい

通信の確立は、ID登録、ネゴシエーションおよびリンクの3つのステージより構成されます。マスターとスレーブ間でID交換を行い、マスターよりネゴシエーションの手続きが実行され、スレーブとの情報交換が実行されると、リンクが確立されます。

### ネゴシエーション

マスターより自分のIDが呼ばれたときのみスレーブは応答します。これにより電波衝突を回避することができます。

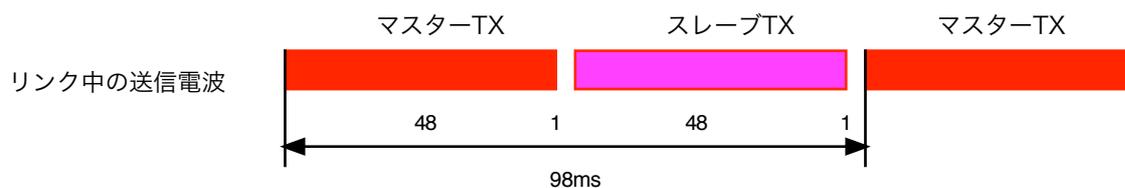
電源投入時やグループ構成の変更時は、マスターとスレーブ間で使用する周波数チャンネル、グループの構成などの情報を交換するためのネゴシエーションを行い、リンクコマンドを発行してリンク確立します。

### リンク

リンクが確立されると、マスターとスレーブ間はおよそ100ms周期でデータの授受が繰り返されます。

マスターとスレーブは交互に送信を同一周波数で行い、それぞれの送信電波のギャップは1ms以下となっています。これにより他の特定小電力無線局による割り込みを防止しています。

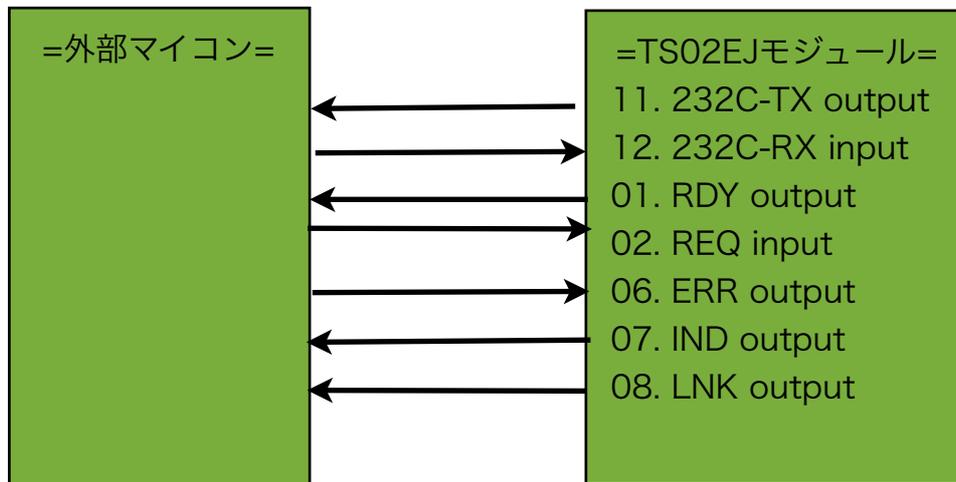
空間伝送スピードはおよそ2.4kbps、1バイトの伝送時間はおよそ3.3msとなります。



リンク中に電波障害で通信が途絶えても自動的に復帰しますが、長時間に及ぶ時は再びネゴシエーションの手続きから始まります。

## 外部マイコンのモジュールとの接続

TS02EJ mdm5 を利用するには外部マイコンとTS02EJモジュールを下図のように接続します。



TS02EJモジュールと外部マイコンの接続は、情報のやり取りを232Cフォーマットのシリアル通信、その他の制御信号を接続します。情報のやり取りには必ずレディ信号(RDY)をモニターしてシリアル通信のタイミングを制御します。

その他、リクエスト(REQ)、エラー(ERR)、ステータス表示(IND)、リンク表示(LNK)を外部マイコンで利用することができます。

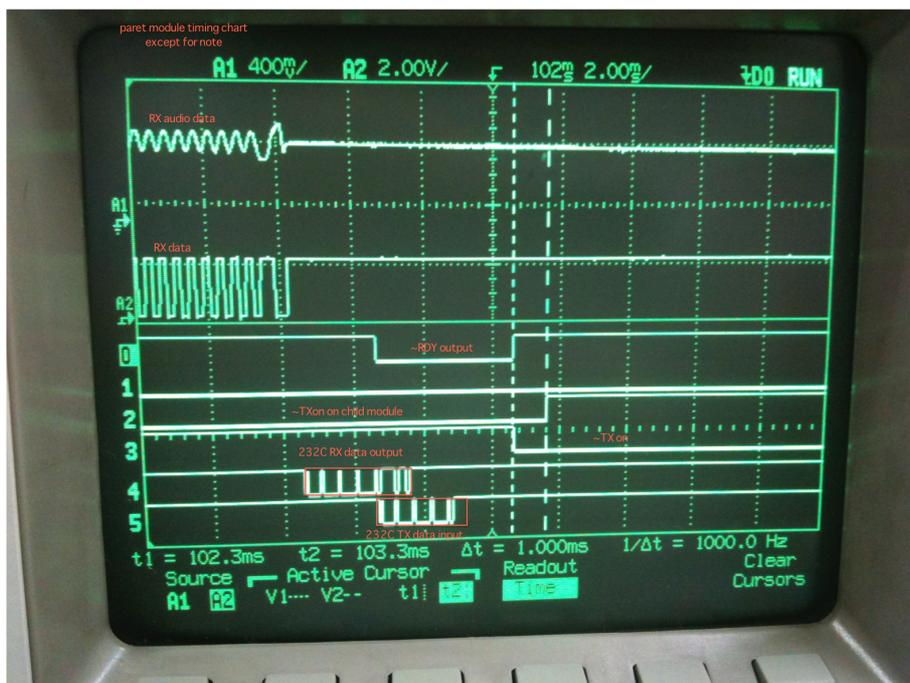
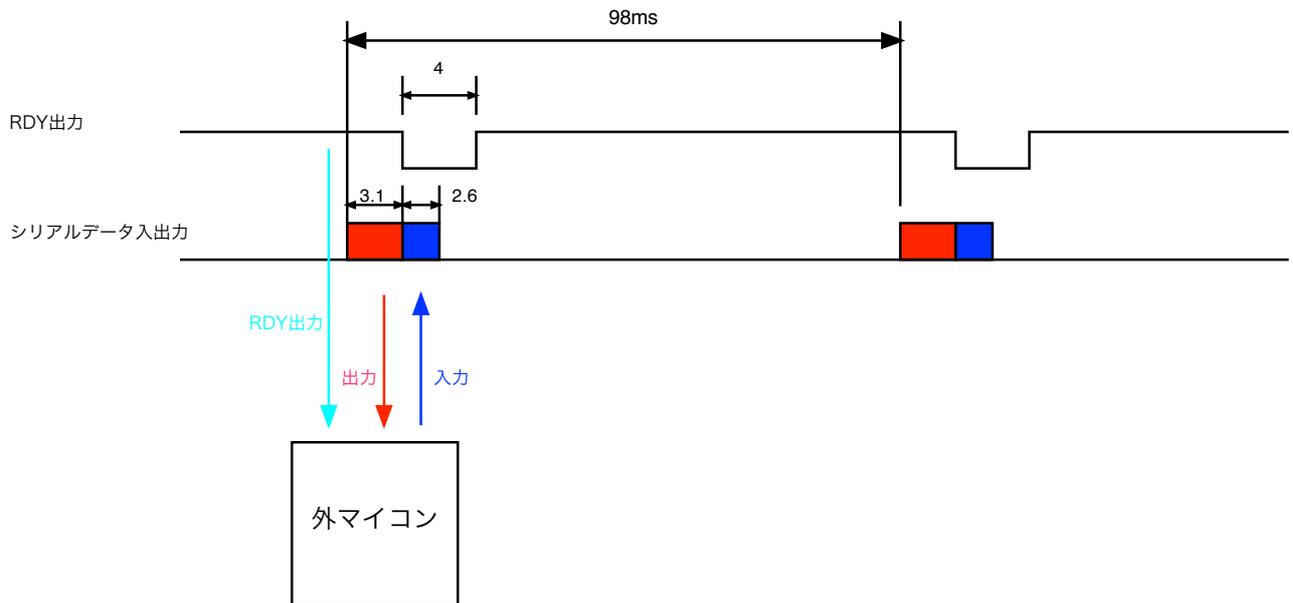
全ての信号ラインは信号レベルを合致するよう必要に応じてレベル変換回路を追加します。

信号レベルについてはTS02E共通仕様書を合わせて参照ください。

製品の故障や誤動作が直接人命に関わるような使い方は絶対にしないで下さい

## シリアル信号の入出力

モジュールより出力されるデータは6バイトで3.125ms、モジュールに入力する5バイトは2.60msとなります。外部マイコンは受信バッファからのデータ受信を割り込みにより、全ての処理を中断して受信に専念すると共に、送信データがあるときはRDY信号をモニターしてデータをモジュールに間断なく送り込みます。送信データの5バイトはおよそ2.6msとなり、4msの受付時間に対してあまり余裕がないので十分注意する必要があります。マイコンのシリアルポートは一般的にバッファを数バイト備えているので、これを利用して処理の遅れを回避するようにします。

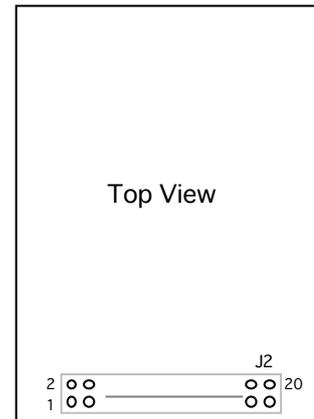


製品の故障や誤動作が直接人命に関わるような使い方は絶対にしないで下さい

## TS02EJポートアサイン

モジュールを上から見た時の20ピンコネクタ（J2端子）の名称及び機能を示します。

J2	端子名	機能
1	RDY	レディ、アクティブL、LでRS-232Cデータ入力可：出力
2	REQ	リンク停止要求、アクティブL：入力
3	未使用	
4	未使用	
5	未使用	
6	ERR	ワンショット エラー出力、エラー時H：出力
7	IND	ステータス表示：出力
8	LNK	リンク表示、リンク中H：出力
9	PWR off	PWRoff、アクティブL、未使用時オープン：入力
10	RX audio	RXaudio、受信オーディオ信号、未使用時オープン：出力
11	TX	RS-232C TX：出力
12	RX	RS-232C RX：入力
13	Vdd in	Vdd=CPU電源：2.0V～3.6V：入力
14	Vdd out	電源2.0V出力、外部利用可：出力
15	B+	電源入力：2.1V～7.0V ★逆接禁止：入力
16	GND	グラウンド
17	SET1	SET1、アクティブL：入力
18	SET2	SET2、アクティブL：入力
19	SET3	SET3、アクティブL：入力
20	SYS	オープン ★使用禁止



### 注意

- 15ピンB+には7.0V以上の電圧供給、又は逆接は絶対にしないでください。
- 13ピン Vdd in には3.6V以上の電圧供給は絶対にしないでください。
- 20ピンはオープンで使用してください。

### REQ

リンクを停止し、コマンド入力をする時にLにします。

製品の故障や誤動作が直接人命に関わるような使い方は絶対にしないで下さい

## コマンド

アスキーコードにて入力

● #CMxxxxxxxxxx<CR>

チャンネルを設定、マスター側のリンクスタート（送信を開始）

“xxxxxxxxxx”：x=4ビット、4\*10=40ビット -> 40チャンネルを40ビットに振り分ける

例) CH01、06、11、16を設定する時：1000 0100 0010 0001 0000 .....

#CM8421000000<CR>

例) 全チャンネルを設定する時：#CMFFFFFFFFFFFFFF<CR>

● #CSxxxxxxxxxx<CR>

チャンネルを設定、スレーブ側のリンクスタート（受信を開始）

● #IMxxxxxxxxxx<CR>

チャンネルを設定し、相手ID登録モードにてスタート（送信モードからスタート）

● #IS

チャンネルを設定し、相手ID登録モードにてスタート（受信モードからスタート）

## RS232Cフォーマット

● RX232（外部マイコン→TS02E）

：（5バイトバイナリ：実データ）

● TX232（TS02E→外部マイコン）

：（1バイトバイナリ：RSSI値）+（5バイトバイナリ：実データ）

※RSSI値は、8bitとする。

## 通信パラメータ

ボーレート : 19,200bps

データ長 : 8bit

パリティ : なし

ストップビット : 8bit

フロー制御 : ハードウェアフロー（RTS/CTS）

製品の故障や誤動作が直接人命に関わるような使い方は絶対にしないで下さい

## 外付けマイコンの制御手順

(マスター)

1. REQを“L”にする。
2. RDYが“L”になったら（このときLNKも“L”）、RX232にコマンドを入力。  
“#CMxxxxxxx<CR>“
3. TS02Eは設定されたチャンネルでリンクを試み（送信モードからスタート）、  
リンク確立すると、LNKが“H”になる。
4. 再びRDYが“L”になったら、RX232に実データを入力。
5. TS02Eは、実データを送信する。
6. TS02Eは、親機側から実データを受信する。
7. TS02Eで受信した実データ+RSSI値がTX232から出力される。
8. 4～7の繰り返し。
9. リンク停止させるときは、REQを“L”にする。

(スレーブ)

1. REQを“L”にする。
2. RDYが“L”になったら（このときLNKも“L”）、RX232にコマンドを入力。  
“#CSxxxxxxx<CR>“
3. TS02Eは設定されたチャンネルでリンクを試み（受信モードからスタート）、  
リンク確立すると、LNKが“H”になる。
4. TS02Eは、子機側から実データを受信する。
5. TS02Eで受信した実データ+RSSI値がTX232から出力される。
6. 再びRDYが“L”になったら、RX232に実データを入力。
7. TS02Eは、子機側へ実データを送信する。
8. 4～7の繰り返し。
9. リンク停止させるときは、REQを“L”にする。

製品の故障や誤動作が直接人命に関わるような使い方は絶対にしないで下さい

## 周波数テーブル

日本国内向け周波数チャンネルのテーブルを示します。

ch #	Frq. (MHz)	ch#	Frq. (MHz)
01	429.2500	21	429.5000
02	429.2625	22	429.5125
03	429.2750	23	429.5250
04	429.2875	24	429.5375
05	429.3000	25	429.5500
06	429.3125	26	429.5625
07	429.3250	27	429.5750
08	429.3375	28	429.5875
09	429.3500	29	429.6000
10	429.3625	30	429.6125
11	429.3750	31	429.6250
12	429.3875	32	429.6375
13	429.4000	33	429.6500
14	429.4125	34	429.6625
15	429.4250	35	429.6750
16	429.4375	36	429.6875
17	429.4500	37	429.7000
18	429.4625	38	429.7125
19	429.4750	39	429.7250
20	429.4875	40	429.7375

製品の故障や誤動作が直接人命に関わるような使い方は絶対にしないで下さい

## 電波法に関する注意事項

アンテナは取り外したり、ケースを開けて改造することは法律で禁止されていますので、絶対行なわないで下さい。

技術基準適合証明ラベルは剥がさないで下さい。ラベルの無い物は使用が禁止されています。

日本国外での電波法には準じておりませんので日本国内でご使用下さい。

## 取扱に関する注意事項

製品の故障や誤動作が直接人命に関わるような使い方は絶対にしないで下さい。

電源の逆接は機器の故障となりますので、絶対行なわないで下さい。

強い衝撃を与えたり、水やその他の溶液に浸したりすると故障の原因となるので、絶対行なわないで下さい。

分解して改造したりしないで下さい。

アンテナを強く引っ張らないで下さい。

製品の故障や誤動作が直接人命に関わるような使い方は絶対にしないで下さい