

429MHz 帯 特定小電力無線モジュール

TS02FJ mdm7

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
〒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

基礎編.....	4
概要.....	4
特徴.....	5
電氣的仕様.....	6
入出力端子の名称および機能.....	7
シャットダウン制御入力.....	8
ウェイクアップ入力.....	8
RS-232C 通信設定.....	8
RDY 信号によるハードウェアハンドシェイク.....	8
IND 信号.....	9
I D について.....	10
N 対 1 通信.....	10
N 対 N 通信.....	10
通信チャンネルについて.....	11
シングルチャンネル通信.....	11
マルチチャンネル通信.....	11
コマンド.....	12
メッセージ.....	20
各種設定項目.....	22
マスターID (MID) の登録.....	22
ハードウェアリセット.....	22
簡易無手順モード.....	23
送信時間.....	24
シングルチャンネル通信.....	24
マルチチャンネル送信.....	25
受信信号強度.....	26
スタートアップ.....	27
応用編 I.....	28
高速な連続送信.....	28
コマンド.....	28
マルチチャンネル通信時の注意.....	30

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。

送信時間.....	30
スタートアップ.....	31
応用編Ⅱ.....	32
中継機能.....	32
コマンド.....	32
経路履歴.....	34
コマンド.....	34
中継機の経路設定.....	37
コマンド.....	37
優先順位.....	37
送信時間.....	37
応用編Ⅲ.....	38
受信ダイバーシティ.....	38
コマンド.....	38
送信時間.....	39
付録Ⅰ.....	40
周波数チャンネルリスト.....	40
参考回路図.....	41
変更履歴.....	42

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。

基礎編

概要

TS02FJ mdm7 は、データ伝送に柔軟に対応するモデムのファームウェアです。無線区間の通信速度は、約 1800bps(*1)になります。通信距離は、条件によって見通し 1.2km 以上の実績があります。

TS02F シリーズは、外部アンテナの使用許可を受けているため、従来の TS02EJ mdm4 では使用できなかった外部アンテナが使用できるようになっています。

高感度ハードウェアによる隣接チャネル選択度と、当社オリジナルの1バイト1ビット誤り訂正符号とリードソロモン誤り訂正符号により、高い受信感度を実現しています。

また、モジュール単体でアンテナを2本使用した受信ダイバーシティをサポート。受信ダイバーシティにより、天井や壁からの電波の反射で発生する電波不感地帯（デッドスポット）を減少させます。

最大 255 バイトの N:N 通信、消費電力を抑えるための複数の動作モード、設定値を全てハードウェアに記憶する機能、そして中継機能が搭載されています。

TS02F シリーズは、日本国内 TELEC、欧州 CE、米国 FCC、オーストラリア RMC、韓国 KC、中国 SRRC、および台湾 NCC の電波法に準拠、認証をモジュール単位にて取得しております。

欧州 CE、オーストラリア RMC 向けでは自己宣言書を作成します。

* 海外で認証が取れているアンテナは、フレキシブルアンテナ（リード線タイプ）のみとなります。

* 一部、最終製品で認証試験が必要な国もあります。

* 韓国、オーストラリアは、ユーザー様の現地代理店が必要で、認証試験が必要になります。

TS02FJ mdm7 は、TS02EJ mdm4 の後継機種としての位置付けにより外観寸法や制御用コマンドは同一となりますが、電氣的仕様や相互乗り入れはできません。

*1) 1 通信パケットの送信にかかる固定時間は除いています。よって、送信するデータが 255 バイトなら、約 1800bps ですが、1 バイトなら、約 120bps になります。

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。

特徴

- RoHs 対応
- 各国電波法の認証を取得済み（各国により最終製品での認証試験も一部必要な国もあります）
- 日本国内は ARIB STD-T67 に準拠、モジュール単体にて技術基準適合証明を取得済み
免許申請等は不要で、誰でも即座に使用できます。
429MHz 帯 10mW 連続通信のテレコントロール、テレメータまたはデータ伝送用で利用可能
- 当社独自のソフトウェアアルゴリズムと高感度ハードウェアによる優れた無線性能
- ワンチップ IC では、実現できない高い受信感度と選択度
- 40 チャネルが使用可能、同一エリアで複数システムが動作可能
- 送信モジュールにも外付けアンテナが使用可能
- 多種類のアンテナから自由な組み合わせが可能
- メンテナンス性を考慮し、ソケットとネジにより脱着が容易な設計
- 基板へ取り付け時の高さは、6.5mm の薄さを実現
- 消費電力を抑えるための多彩な動作モードや中継機能を標準装備、カスタマイズにも柔軟に対応
- 豊富なファームウェア、評価ボード、アプリケーションボードを用意
- 電源電圧は、2.5V～3.6V の低電圧、低消費電力
- 外部回路とのインターフェース電圧は、2.5V～3.6V に対応
- -20℃～70℃の広い動作温度範囲
- TS02E と外観寸法は同一で、一部コマンドの互換性を保つ

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 気 的 仕 様

送受信周波数	429.2500MHz ~ 429.7375MHz (例:日本)
周波数チャンネル	40 (例:日本)
チャンネル間隔	12.5kHz
伝送速度	最大 1800bps
電源電圧	2.5V ~ 3.6V DC (内部回路は 2.3V 動作)
消費電流	約 41mA (送信時) 約 23mA (受信時) 約 16mA (受信 OFF) 約 20uA (スリープ時)
寸法	53 x 30 x 6.5 mm (突起部は除く)
重量	約 15g
動作温度	-20°C ~ 70°C
保存温度	-30°C ~ 80°C
送信出力	10mW + 10%~30%
受信感度	-120 dBm (BER 10 ⁻² at mdm7)
キャリアセンスレベル	< -97 dBm
スプリアスレスポンス	> 60 dBm
隣接チャンネル選択度	> 63 dB (±12.5kHz)
ブロッキング	> 80 dB
アンテナ	ホイップ/フレキシブル/基板/外部 (海外はフレキシブルのみ認証済み)

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。

入出力端子の名称および機能

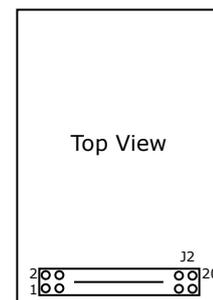
モジュールを上から見た時の 20 ピンコネクタ (J2 端子) の名称及び機能を示します。

番号	端子名	機能	備考
1	RDY	レディ信号	アクティブ L、H で RS-232C データ入力禁止
2	未使用		
3	未使用		
4	WU	ウェイクアップ入力	通常 H レベル (内部プルアップ) H→L→H でウェイクアップ
5	未使用		
6	ERR	コマンドエラー出力	アクティブ H
7	IND	ステータス表示出力	アクティブ H
8	未使用		
9	PWR off	シャットダウン制御入力	アクティブ L、未使用時オープン
10	未使用		★オープン
11	TX	RS-232C TX 出力	ロジック電圧 (Vdd)
12	RX	RS-232C RX 入力	ロジック電圧 (Vdd)
13	Vdd	電源入力 : 2.5V~3.6V	★逆接禁止
14	未使用		★オープン
15	Vdd	電源入力 : 2.5V~3.6V	★逆接禁止
16	GND	グラウンド	
17	SET1	SET1	アクティブ L : 入力 (内部プルアップ)
18	SET2	SET2	アクティブ L : 入力 (内部プルアップ)
19	SET3	SET3	アクティブ L : 入力 (内部プルアップ)
20	未使用		★オープン

13 ピンと 15 ピンは、内部で接続されています。

10 ピン、14 ピン、20 ピンはオープンで使用してください。

電圧(V)	Min	Max
ViH	$0.7 \times Vdd$	Vdd
ViL	0	0.7



注意！！

☆ 13 ピンと 15 ピンには、3.6V 以上の電圧供給、または逆接は絶対にしないでください

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。

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
 〒242-0023 神奈川県大和市渋谷1丁目7-2 TEL: 046-244-0041 FAX: 046-244-3551

シャットダウン制御入力

9ピンの PWR off は、内部のマイコンのリセットに接続されています。Low (ViL) を加えるとマイコンはリセットされて、入出力ピンはハイインピーダンス状態となります。

また、供給電圧が 2.3V 以下になると、リセット状態になります。

リセット状態になると、ハードウェアに保存していない設定情報は全てリセットされます。

ウェイクアップ入力

4ピンの WU は、スリープ状態から抜け出すときに使用します。

スリープ状態の時は、RDY 信号が High になっています。抜け出すためには、WU ピンに Low(ViL) を約 5ms 加えた後、High(ViH)またはオープンに戻します。

スリープ状態から抜け出すと、RDY 信号は、Low に戻ります。

RS-232C 通信設定

RS-232C 通信設定は、モジュールを制御するマイコンまたはパソコンと、モジュール間の接続に関するもので、無線区間のボーレートではありません。

ボーレート：19200bps (コマンドで変更できます)

データ 8 ビット、スタート 1 ビット、ストップ 1 ビット、パリティ無し

RDY 信号によるハードウェアハンドシェイク

RDY 信号によるハードウェアハンドシェイク

RDY 信号は、コマンドを処理している間、送信中および受信データを出力している間 High が出力されます。コマンドを入力するときには、RDY 信号が Low の時に入力してください。

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。

IND 信号

7ピンのINDにLEDを接続すると、モジュールのステータスが判断できます。ファームウェアも、INDピンにLEDが接続されているものとして、開発されています。

ステータス	LED 動作
受信機能 OFF	LED 消灯
受信機能 ON	LED 点滅 (1 秒周期)
送信中	LED 点灯
MID 登録 (新規) (*1)	LED 低速点滅 (400ms 周期を 5 回)
MID 登録 (既存)	LED 高速点滅 (100ms 周期を 5 回)
MID 登録 (登録数オーバー)	LED 高速点滅 (100ms 周期を 5 回)
MID クリア	LED 低速点滅 (200ms 周期を 10 回)
リセット	LED 低速点滅 (200ms 周期を 10 回)

*1) MID については、次の「N 対 N 通信」に記述しています。

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。

ID について

各モジュールのユニーク番号で出荷時にモジュールに 16 進表示で貼付されて、変更することはできません。送信されたパケットを受信するか、しないかは全てこの ID を元に判断しています。

N 対 1 通信

送信先の ID を指定することで、N 台の送信機が 1 台の受信機に強制的に受信させることができます。この送信先 ID のことを DID と呼称しています。

N 対 N 通信

送信元の ID をあらかじめ受信機に登録しておくことで、登録されている ID から送信されたパケットのみを受信することができます。

登録されている ID のことを MID と呼称しています。

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。

通信チャンネルについて

電波を送信する周波数帯のことを、通信チャンネルと呼称しています。送信機と受信機は同じ通信チャンネルを設定していないと、通信はできません。通信チャンネルは、日本向けモジュールの場合には、全部で40チャンネルあります。

送信機と受信機に設定されている通信チャンネルと、別機器が使用している通信チャンネルが同一の場合、不通もしくは通信障害が発生します。電波法上、送信する通信チャンネルに既に電波が存在する場合には、送信してはならないというルールがあるため、たとえ近距離だったとしても通信異常は発生します。

当社のモジュールには、それを回避するためにマルチチャンネル通信という機能が搭載されています。

シングルチャンネル通信

送信機と受信機で1つの通信チャンネルを使用して通信する方法。もし他機器が同じ通信チャンネルを使用していた場合には、その機器の通信が終わるまで通信ができません。

シングルチャンネル通信で運用する場合には、ディップスイッチ等で使用する通信チャンネルを切り替えできるよう配慮する必要があります。

マルチチャンネル通信

40チャンネルから複数の通信チャンネルを選び、グループという組にして、本来なら送信機と受信機は同じ通信チャンネルでないと通信できないところを、同じグループなら通信ができるようにした通信方法です。

このグループのことを、通信チャンネルグループと呼称しています。通信チャンネルグループは、通信チャンネルを複数入れることができる袋のようなものだと考えてください。

ベースとなっているのは、シングルチャンネル通信なので、通信チャンネルグループに入っている通信チャンネルの組が違くと、通信はできません。通信チャンネルグループには、最大3つまで通信チャンネルを入れることができます。

マルチチャンネル通信を使用すると、送信する通信チャンネルが既に使用されていた場合、同じ組の中から自動で別の通信チャンネルに切り替えて送信を続行します。モジュールを制御している外マイコンは、通信チャンネルが切り替わったことを意識せずに送受信ができます。

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。

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
〒242-0023 神奈川県大和市渋谷1丁目7-2 TEL: 046-244-0041 FAX: 046-244-3551

コマンド

1 ピンの RDY 信号が LOW の時に、コマンドを入力します。受信中にコマンドを入力した場合には、受信をキャンセルし、コマンドの処理を優先します。

コマンドの処理が開始されると、RDY 信号が High になり、処理が終了すると Low に戻ります。コマンドが正常に処理されると、何もレスポンスを出力せずに終了します。外マイコンが、コマンドが正常に処理されたかどうかを判断するには、RDY 信号が Low になるまで待ち、レスポンスを何も受け取らなければ成功とします。

処理時間は RDY 信号が High になっているおおよその時間を示しています。ただし、設定によって時間が増加することもあるため、必ず RDY 信号を見てコマンドを入力してください。

コマンドの 1 ラインは連続して送信します。各文字間隔が 350ms 以上になるとエラーが発生します。また、全てのコマンドは最後の文字が <CR> になります。<CR> を送らないとエラーが発生します。

デフォルトと記載されている設定は、電源 ON 時に設定されている初期値を示します。ハードウェアに保存すると、このデフォルト値が変化します。

デフォルト値を工場出荷時に戻す場合は、リセットコマンドやハードウェアリセットを実行してください。

ハードウェアに保存されるコマンドと明記されていないコマンドは、保存コマンドを使用してから設定しないと、ハードウェアには保存されません。

以降の説明で、<CR> はキャリッジリターンを示し、^マークは続く 2 文字がバイナリ値であることを示しています (<CR> = ^0D)。

- 送信先 ID (DID) を設定 : #IDmmmm<CR>
mmmm : DID を 16 進文字にて指定。
デフォルト : 0000
処理時間 : 約 1ms
例) #ID1F3F<CR> モジュール 1F3Fh に対して、1:1 通信を行います。
#ID0000<CR> 1:N 通信を行います。

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。

TS02FJ mdm7 Specification

- マスターID (MID) 登録 : #MDmmmm<CR>
mmmm : MID を 16 進文字にて指定。最大 50 個まで登録可能。
ハードウェアに保存されるコマンドです。
#ID0000<CR>コマンドと合わせて使用されます。

処理時間 : 約 3 秒
例) #MD1F3F<CR> モジュール 1F3Fh から、送信されたものを受信します。
(ただし、モジュール 1F3Fh は、#ID0000<CR>が設定されている必要があります)

- マスターID (MID) クリア : #MC<CR>
登録されている ID を全てクリアします。
ハードウェアに保存されるコマンドです。

処理時間 : 約 3 秒
例) #MC<CR>

- 通信チャンネルの設定 : #CHnn<CR>
nn : 01~40 (日本向け)
デフォルト : 01
シングルチャンネル通信に使用する通信チャンネルを設定。

処理時間 : 約 15ms
例) #CH10<CR> 通信チャンネルを 10 に設定。

- 通信チャンネルグループの設定 : #CGnn<CR>
nn : 01~04
デフォルトは、シングルチャンネル通信になります。
マルチチャンネル通信に使用する通信チャンネルグループを設定。

処理時間 : 約 15ms
例) #CG01<CR> 通信チャンネルグループを 1 に設定

通信チャンネルグループの通信チャンネルの組 (日本向け)
#CG01<CR> : 8CH, 14CH, 39CH
#CG02<CR> : 4CH, 21CH, 29CH
#CG03<CR> : 1CH, 26CH, 33CH
#CG04<CR> : 11CH, 17CH, 36CH

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。

TS02FJ mdm7 Specification

- 通信チャンネルグループの組設定： #MAxyyz<CR>
xx, yy, zz： 01~40（日本向け）
デフォルトは、シングルチャンネル通信になります。
マルチチャンネル通信に使用する通信チャンネルの組を設定。
※ 必ず数チャンネルずつ離してください。
※ 送信機と受信機で順番も同じに設定してください。

処理時間：約 15ms

例) #MA0110<CR> 1CH, 10CH
#MA051015<CR> 5CH, 10CH, 15CH

- 送信データ長の設定（バイト数）： #LNnnn<CR>
nnn： 001~255 固定長指定
送信データのバイト数を 1~255 バイトで設定します。
送信データが設定されたバイト数になると、送信が始まります。
000 可変長指定（デフォルト）
送信データ入力後、10ms 以上経過すると送信が始まります。
※ 後述する誤り訂正符号を有効にすると、最大送信データ長が 251 バイトになります。

処理時間：約 1ms

例) #LN010<CR> 送信データ長を 10 バイトに設定します。

- データ送信準備： #TX<CR>
送信データは、このコマンドを処理した後に入力します。
送信データは、バイナリ値を含む全てのデータを送信することができます。
※ #TX<CR>xxxx...と、送信データを連続して、入力しないでください。

送信が開始されると、\$ok<CR>メッセージが出力されます。また、通信チャンネルが既に他機器で使用され送信ができなかった場合には、\$cb<CR>メッセージが出力されます。

処理時間：約 200us

例) #TX<CR> 送信準備（RDY 信号が High になるで、Low になるまで待つ）
xxxx... 送信データ（送信中、RDY 信号は High になります）
\$ok<CR> モジュールから出力されるメッセージ

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。

TS02FJ mdm7 Specification

- 無条件受信の有効/無効： #RE<CR> (有効) / #RD<CR> (無効)
デフォルト：無効
無条件受信を有効にすると、ID のチェック無しで受信したデータを全て出力します。

処理時間：約 1ms

例) #RE<CR> 無条件受信を有効
#RD<CR> 無条件受信を無効

- 送信元 ID および受信信号強度 (RSSI) を受信データに付加： #IE<CR> (有効) / #IN (無効)
デフォルト：無効
有効にすると、受信データの先頭に送信元の ID と RSSI 値を付加して、データを出力します。

送信元にデータと返信する場合や、信号強度を確認する際に役立ちます。

送信元 ID (2byte) + RSSI (1byte) + 0x2C (セパレータ 1byte) + 受信データ

処理時間：約 1ms

例) #IE<CR> 有効
^12^34^8A^2C^1F^23 受信データ (1234h から送信された 1F23 を受信した)
#IN<CR> 無効
^1F^23 受信データ (1F23 を受信した)

- ボーレート設定： #CBn<CR>
n：
0：2400bps
1：4800bps
2：9600bps
3：19200bps (デフォルト)
4：38400bps
5：115200bps
11ピンと12ピンのRS-232C通信のボーレートの設定。
(無線区間のボーレートではありません)
ハードウェアに保存されるコマンドです。

処理時間：約 1ms

例) #CB1<CR> 4800bps に設定

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。

- ファームウェアのバージョンを表示：#?V<CR> → \$nnnn<CR>
nnnn： バージョンを表示
例) #?V<CR> バージョンを表示
\$0028<CR> バージョン番号は、0028
- 信号強度 (RSSI) を表示： #?R<CR> → \$[バイナリ]<CR>
通信チャネルの信号強度を取得します。
この値より受信信号強度 (#IE<CR>を参照)の方が低いと
受信エラーが発生します。また、受信信号強度との差が大きいと
良好な通信状況だと言えます。

環境ノイズ等を調査する際に役立ちます。
例) #?R<CR> 信号強度 (RSSI) を表示
\$^30<CR> 信号強度は、0x30
- 各種設定情報の確認： #?M
現在設定されている値と記憶されている値が全て出力されます。
(出力するフォーマットは、バージョンによって変化する可能性があります)。
例) #?M
- メッセージの出力設定： #AK0<CR> (無効) / #AK1<CR> (有効)
デフォルト：有効
メッセージ (後述する\$ok<CR>やエラーメッセージ) を
出力するか設定します。

処理時間：約 1ms
例) #AK0<CR> メッセージを出力しない
#AK1<CR> メッセージを出力する
(#AK の後に 0 以外の文字を入力しても有効になります)

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。

- 文字コード変換の有効/無効： #A00<CR>（無効） / #A01<CR>（有効）
デフォルト：無効

有効にすると、

#?R<CR>コマンドの出力が \$[バイナリ]<CR> → \$mm<CR> に変化します (mm:16進文字)。

#IE<CR>コマンドで受信データを出力するとき、

送信元 ID (2byte) → 送信元 ID (4byte:16進文字)、RSSI (1byte) → RSSI (2byte:16進文字) に変化します。

処理時間：約 1ms

例) #A01<CR>	有効
#IE<CR>	
12348A^2C^1F^23	受信データ (1234h から送信された 1F23 を受信した)
#A00<CR>	無効
^12^34^8A^2C^1F^23	受信データ (1234h から送信された 1F23 を受信した)

- リセット： #??<CR>
デフォルト値を工場出荷時の設定に戻します。
ハードウェアリセットと同じになります。
工場出荷時のデフォルトは、仕様書に記述されているデフォルト値になります。

処理時間：約 3 秒

例) #??<CR> リセット

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。

メッセージ

- \$ok<CR>

送信が開始されたときに出力されるメッセージ。
#TX<CR>を入力した後、送信データを入力すると
このメッセージが出力されます。
このメッセージが出力されないと、送信はしていません。

- \$cb<CR>

チャンネルビジー(*1)のときに出力されるメッセージ。
#TX<CR>を入力した後、送信データを入力すると
このメッセージが出力される場合があります。
送信する通信チャンネルに他機器からの電波が存在する場合、
送信を取りやめ、このメッセージを出力します。
自動で再送信は行いません。

- \$Err0<CR>

コマンドエラーの時に出力されるメッセージ。
存在しないコマンド入力もしくはコマンドのパラメータが不正の
時に出力されます。
コマンド終端の<CR>は認識しているため、
RS-232C のボーレートの設定は正常と分かります。
6 ピンの ERR 信号が、High になります(*2)。

- \$Err8<CR>

コマンド入力がタイムアウトした時に出力されるメッセージ。
コマンドの各文字間隔が 350ms 以上経過し、最後の文字が
<CR>でない場合、出力されます。
6 ピンの ERR 信号が、High になります(*2)。

*1) チャンネルビジー

モジュールは、送信を開始する前に、その通信チャンネルが使用されているか否かを、受信状態で電界強度を測定してチェックを行っています。信号強度（RSSI）が 95h 以上あるときには、通信チャンネルが使用中であると判断して、チャンネルビジーのメッセージを出力します。

この時は、暫く待ってから送信するか、通信チャンネルを変えて送信を行います。マルチチャンネル通信を使用すれば、この通信チャンネルの変更が自動でモジュールが行うようになります。

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。

*2) ERR 信号

ERR 信号は、エラーメッセージを出力している間だけ High になります。よって、RS-232C のボーレートにより High の時間が変化します。

ただし、#AK0<CR>コマンドによって、エラーメッセージの出力が無効になっている場合には、約 30ms 間 ERR 信号が High になります。

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。

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
〒242-0023 神奈川県大和市渋谷1丁目7-2 TEL: 046-244-0041 FAX: 046-244-3551

各種設定項目

17,18,19 ピンの SET1 から SET3 を使用して、各種設定を行うことができます。

以降の説明では、SET1 から SET3 にはディップスイッチが接続されている例で示します。ディップスイッチの片側をグラウンドとし、スイッチが ON の時が Low、OFF の時がオープンとなります。SET1 から SET3 は、内蔵抵抗でプルアップされているので、外付けのプルアップ抵抗は必要ありません。

通常使用するときは、SET1 から SET3 は全て OFF にしておきます。

マスターID (MID) の登録

MID は、最大 50 個まで登録することができます。登録は、#MDmmmm<CR>のコマンドでも行うことができます。登録する前に、あらかじめ送信機と受信機の通信チャンネルが一致していることを確認してください。

ディップスイッチを下記の設定にして、電源を投入すると MID 登録モードで起動します。

設定項目	SET1	SET2	SET3
MID 登録	ON	OFF	OFF

MID 登録モードのときに、登録したいモジュールから送信を行うと送信元の ID が登録されます。ID 登録には、約 3 秒かかります。

ハードウェアリセット

ディフォルト値の設定を全て工場出荷時に戻します。リセットは、#??<CR>のコマンドでも行うことができます。

ディップスイッチを下記の設定にして、電源を投入するとハードウェアリセットされます。

設定項目	SET1	SET2	SET3
MID 登録	ON	ON	ON

ハードウェアリセットには、約 3 秒かかります。3 秒以内に電源を切ると、一部のディフォルト値が工場出荷時に戻りません。

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。

簡易無手順モード

全ての入力を送信データとして扱うモードです。コマンドで言うと、常に#TX<CR>が入力されている状態になります。このモードは、通電中に ON/OFF できます。

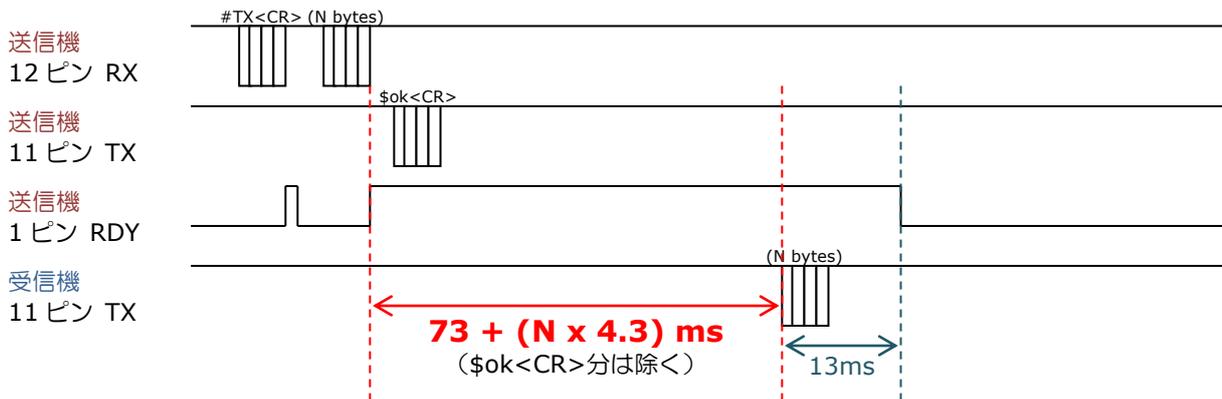
設定項目	SET1	SET2	SET3
無手順モード	x	x	ON

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。

送信時間

下記の説明では、送信データ長を N バイトとして記述しています。

シングルチャネル通信



送信を開始するときに、 $\$ok<CR>$ メッセージを出力するため、RS-232C のボーレートも影響します。RS-232C のボーレートが 19200bps の時には約 2ms 増加し、 $75 + (N \times 4.3) \text{ ms}$ になります。

誤り訂正符号を有効にしている場合には、送信データが 4 バイト増え、訂正処理が追加されるために最大 $73 + ((N+4) \times 4.3) + (N \times 0.03) + 5 = 95.2 + (N \times 4.33) \text{ ms}$ になります。

※ 工場出荷時のデフォルトは、誤り訂正符号が有効なので後述の計算式になっています。

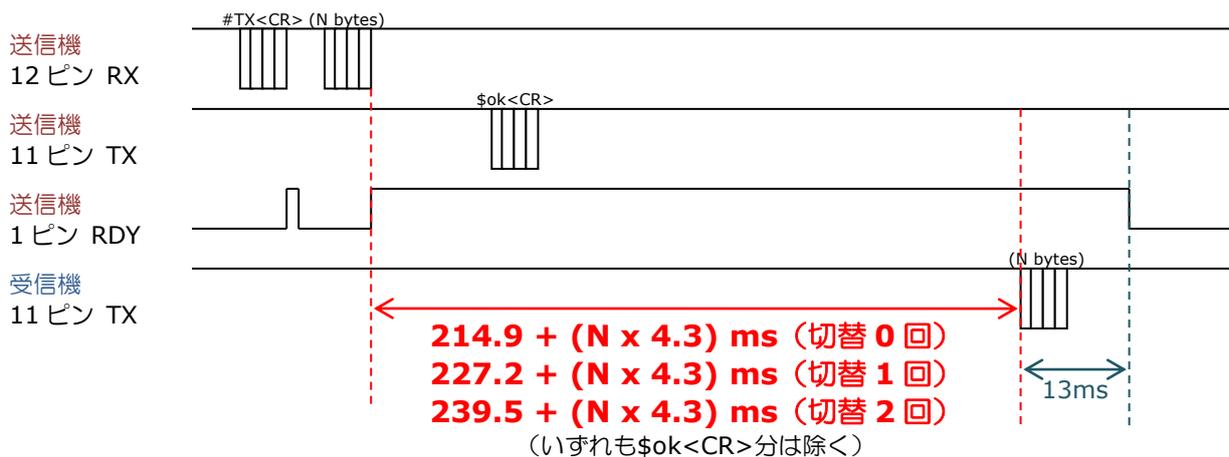
#RF0<CR>コマンドで、受信 OFF している場合には、送信時間が 12ms 増加し、RDY が Low に戻るまでの 13ms が 1.7ms に減少します。

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。

マルチチャンネル送信

マルチチャンネル送信は、送信しようとする通信チャンネルが既に他機器に使用されている場合、自動で別の通信チャンネルに切り替えて送信を続行します。そのため、切り替える回数ごとに送信時間が変わります。

通信チャンネルグループには、最大3つまで通信チャンネルを含めることができるので、最大2回切替が発生する可能性があります。



送信を開始するときに、\$ok<CR>メッセージを出力するため、RS-232C のボーレートも影響します。RS-232C のボーレートが 19200bps の時には約 2ms 増加し、**216.9 + (N x 4.3) ms (切替 0 回)** になります。

誤り訂正符号を有効にしている場合には、送信データが 4 バイト増え、訂正処理が追加されるために最大 $214.9 + ((N+4) \times 4.3) + (N \times 0.03) + 5 = \mathbf{237.1 + (N \times 4.33) \text{ ms (切替 0 回)}}$ になります。

※ 工場出荷時のデフォルトは、誤り訂正符号が**有効**なので後述の計算式になっています。

#RF0<CR>コマンドで、受信 OFF している場合には、RDY が Low に戻るまでの 13ms が 1.7ms に減少します。

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。

受信信号強度

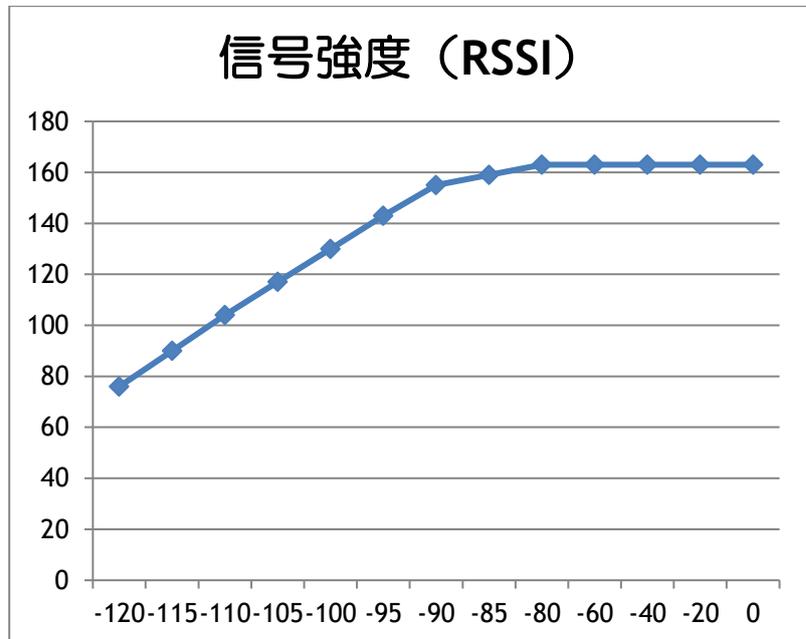
標準信号発生器のレベルとモジュールから出力される信号強度（RSSI）との関係を示しました。この信号強度は、#IE<CR>コマンドや#?R<CR>コマンドから出力されるデータになります。

この信号強度は、大きいほど電波が強いことを示しています。受信感度点がおおよそ**-120dBm** ですが、余裕を見て**-115dBm** 以上で使用することを推奨します。

ただし、-115dBm 以上であっても、環境ノイズの信号強度との差が小さいと通信障害が発生する危険が高まります。-115dBm 付近で使用する場合には、一度受信機側で環境ノイズの信号強度を測定し、-115dBm より低いことを確認してください。

環境ノイズの信号強度を測定するには、送信機が送信していない状況で#?R<CR>コマンドを使用します。マルチチャネル通信を使用する場合には、#CHnn<CR>コマンドを使用して、組になっている通信チャネルごとに測定してください。

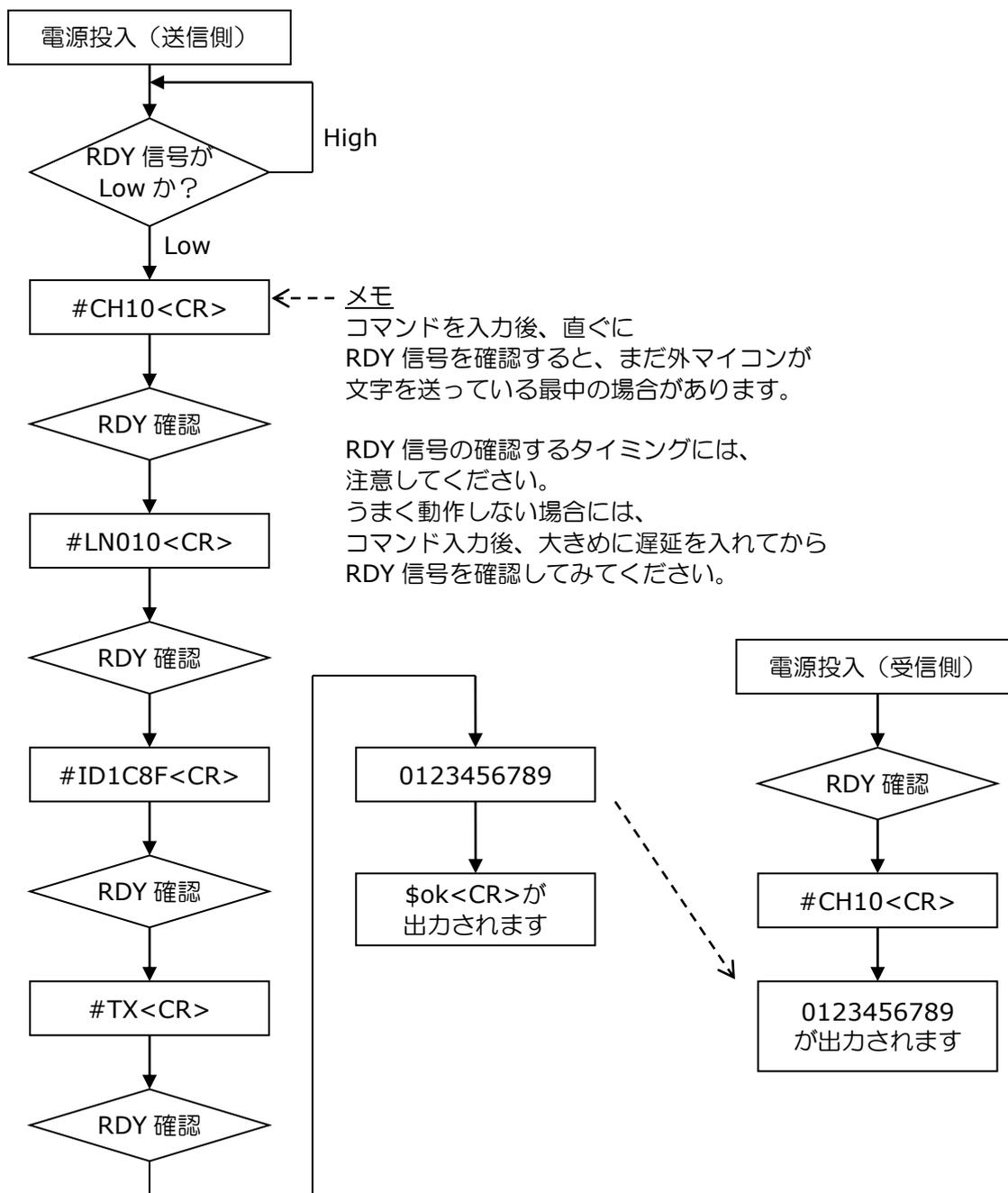
SG Level	信号強度 (RSSI)
-120 dBm	76 (0x4C)
-115 dBm	90 (0x5A)
-110 dBm	104 (0x68)
-105 dBm	117 (0x75)
-100 dBm	130 (0x82)
-95 dBm	143 (0x8F)
-90 dBm	155 (0x9B)
-85 dBm	159 (0x9F)
-80 dBm	163 (0xA3)



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。

スタートアップ

シングルチャネル通信（通信チャネルは 10CH）、送信データ 10 バイト、送信先が ID:1C8Fh の相手にデータを送信するシーケンスを示します。



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。

応用編 I

高速な連続送信

TS02FJ mdm7 には、高速な連続送信を行える機能が搭載されています。

デメリットとして、

- 中継機能が使えない
- 送信先指定の送信が使えない（#ID0000<CR>を設定すること）
- 可変長送信が使えない
- 最大送信データ長は 99 バイトに制限
- マルチチャンネル通信の方法が変わります（後述）
- 受信ダイバーシティが使えない（応用編Ⅲ）

上記のデメリットのため、必ず受信側に送信元の ID を登録する必要があります。
接点を押している間、何かを動作させるシチュエーションで役立ちます。

通常、モジュールは送信前に通信チャンネルが他機器で使用されていないかチェック（①）を行ってから、パケットを送信（②）し、再び受信待ち（③）に戻ります。この①②③を別々のコマンドに分けることで高速な連続送信が可能になります。

コマンド

- 連続送信を開始： #TS<CR>

通信チャンネルが他機器で使用されていないかチェックを行った後、電波を送信します（送信中の消費電力になります）。

#TX<CR> コマンドと同様に送信が開始されると \$ok<CR> メッセージが出力されます。

また、他機器で通信チャンネルが既に使用中で送信ができなかった場合には、\$cb<CR> メッセージが出力されます。

マルチチャンネル通信の場合、他機器で通信チャンネルが既に使用されていた場合には、自動で別の通信チャンネルに切り替えるため、処理時間が変化します。

処理時間：約 30～60ms

例) #TS<CR>	連続送信を開始
\$ok<CR>	モジュールから出力されるメッセージ

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。

TS02FJ mdm7 Specification

- 連続送信を終了： #TE<CR>

#TS<CR>コマンドで開始した連続送信を終了し、受信待ちまたは受信 OFF の状態に戻ります。

処理時間：約 20ms

例) #TE<CR> 連続送信を終了

パケットの送信時間を削減するために、送信元 ID と送信データ長のデータを送信パケットから除くコマンドがあります。送信元 ID を除く影響で、#IDnnnn<CR>コマンドが使えなくなり、送信データ長を除く影響で送信機・受信機共に送信データ長を設定する必要があります。

この特殊な送信パケットを送信するモードを SW モードと呼称しています。通信は、SW モード同士でしか通信はできなくなります。

- SW モードに移行／解除： #SWnn<CR>

nn： 01～99：送信・受信データ長

SW モードに移行し、送信・受信データ長を設定します。

00：SW モードを解除

このコマンドは送信機と受信機両方に設定する必要があります。

処理時間：約 1ms

例) #SW02<CR> 送信・受信データ長を 2 バイトで SW モードに移行します
#SW00<CR> SW モードを解除します

- データ送信準備： #TX<CR>

送信データは、このコマンドを処理した後に入力します。

送信データは、バイナリ値を含む全てのデータを送信することができます。

連続送信中にこのコマンドを入力すると、即送信パケットを送信します。

送信に失敗することがないため、モジュールからはメッセージが出力されません。

※ #TX<CR>xxxx...と、送信データを連続して、入力しないでください。

処理時間：約 200us

例) #TX<CR> 送信準備 (RDY 信号が High になるで、Low になるまで待つ)
xxxx... 送信データ (送信中、RDY 信号は High になります)

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。

マルチチャネル通信時の注意

SW モードでマルチチャネル通信を行う場合には、RS-232C のボーレートは 19200bps 以上で使用してください。

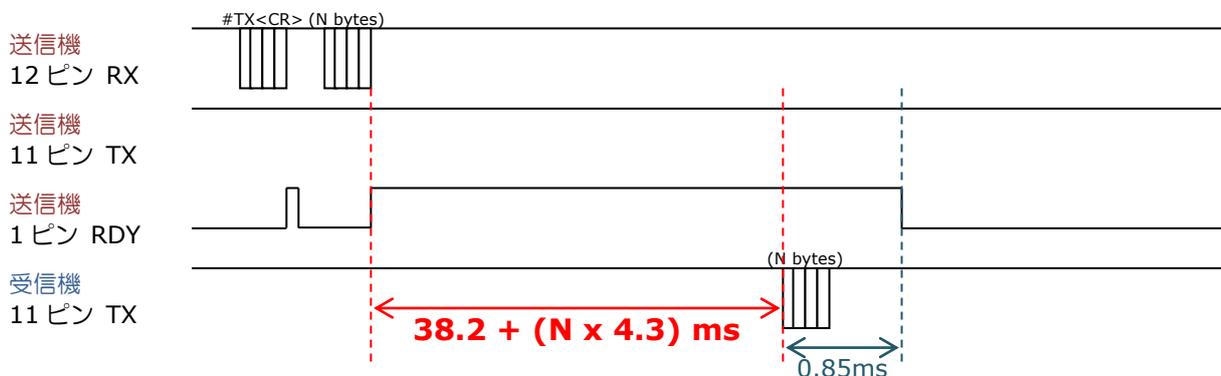
また、通信チャネルグループの中から、どの通信チャネルで送信されているのかを受信が検知するために、送信機は複数パケットを連続で送信する必要があります。受信機が検知した後は、1 パケット単位で高速に受信機が反応するようになります。

通常モードのマルチチャネル通信は、この連続して送信する行為をモジュール内部で行っています。そのため、1 パケット送信するだけで受信機はどの通信チャネルから送信されているかを検知することができます。その反面、シングルチャネル通信よりマルチチャネル通信の方が送信の時間が長くなり、レスポンスが低下します。

SW モードは、外マイコン側で連続に送信してもらうことで、シングルチャネル通信でもマルチチャネル通信でも同じ送信時間、同じレスポンスになるように設計されています。

送信時間

以降の説明では、送信データ長を N として記述しています。

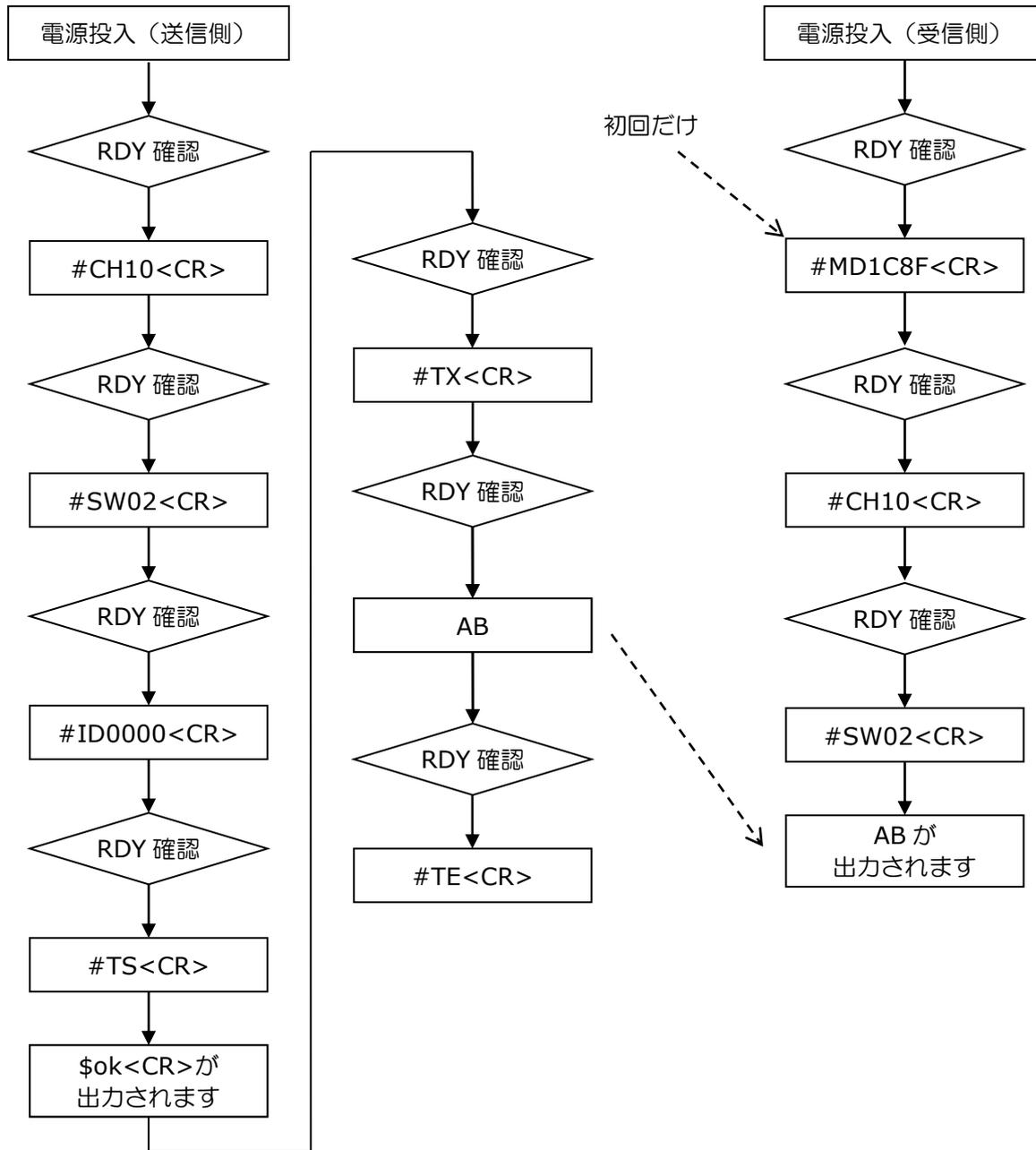


誤り訂正符号を有効にしている場合には、送信データが 4 バイト増え、訂正処理が追加されるために最大 $38.2 + ((N+4) \times 4.3) + (N \times 0.03) + 5 = 60.4 + (N \times 4.33) \text{ ms}$ になります。

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。

スタートアップ

通信チャンネルは 10CH、送信データ 2 バイトを ID:1C8F から送信するシーケンスを示します。



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。

応用編 II

中継機能

TS02FJ mdm7 は、コマンドを入力すると中継機モードになります。中継機モードのモジュールには、中継番号を設定でき、送信機は中継番号か中継機の ID を指定して中継機を使用するか、しないかを決定します。

中継機を使用するか、しないかを送信側のコマンドで決めるため、対象の中継機が存在しないと受信機まで届きません。受信機側は中継されてきたパケットなのか、直接届いたパケットなのかを意識する必要はありません。

コマンド

- 中継モードの有効/無効：
nn：
処理時間：約 1ms
例) #RP01<CR>
#RP00<CR>
 - 経路設定（送信先と中継先）：
xxxx：
yyyy：
nn：
処理時間：約 1ms
- #RPnn<CR>
01~99：中継番号
中継機モードに移行し、中継番号を設定します。
00：中継機モードを解除
ハードウェアに保存されるコマンドです。
- 中継番号 1 で中継機モードを有効にします
中継機モードを解除します
- #DRxxxx:yyyy<CR>または#DRxxxx:RPnn<CR>
0000 以外：送信先の ID（受信データを出力する相手）
0000：全ての送信先を対象
0000 以外：中継先の ID を 16 進文字で指定
0000：中継機を使用しない
01~99：中継先の中継番号
- このコマンドを送信側に設定します。最大 10 件まで。

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。

例1) 受信機 ID:1234 に対してだけ中継番号 1 の中継機を使用したいとき

#DR1234:RP01<CR> #ID1234<CR>を指定した時だけ、中継機が使用されます

#ID1234<CR>

#TX<CR>

abcde

このデータは、中継番号 01 を中継して送信されます

\$ok<CR>

モジュールから出力されるメッセージです

#ID5678<CR>

#TX<CR>

abcde

このデータは、送信先が ID:1234 ではないので、中継せずに

送信されます

\$ok<CR>

モジュールから出力されるメッセージです

※ 受信機 ID:1234 へ直接届く範囲にあったとしても、中継番号 1 の中継機が存在しないと、受信機には届きません。

例2) 全ての送信で中継機 ID:3A6F を使用したいとき

#DR0000:3A6F<CR> 全ての送信で中継機 ID:3A6F が使用されます

#ID1234<CR>

#TX<CR>

abcde

このデータは、中継機 ID:3A6F を中継して送信されます

\$ok<CR>

モジュールから出力されるメッセージです

#ID5678<CR>

#TX<CR>

abcde

このデータは、中継機 ID:3A6F を中継して送信されます

\$ok<CR>

モジュールから出力されるメッセージです

※ 中継機 ID:3A6F が存在しないと、受信機には届きません。

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。

経路履歴

モジュールは、受信に成功するたびに直接届いたか、中継機を経由してきたかの履歴を保存しています（10件まで）。

中継機を使用して送信されてきたパケットを受信し、返信する必要があったとします。その場合、受信機が今度は送信側にまわるのですが、どの経路で送信されてきたのかを保存しているのが中継機の設定を行う必要はありません。#IDnnnn<CR>で送信先を指定して、送信するだけで中継機を経由して届きます。

経路履歴は電源を切ると全てクリアされます。

コマンド

- 経路履歴の有効/無効：
#AR1<CR>（有効） / #AR0<CR>（無効）
デフォルト：有効

処理時間：約 1ms
例) #AR01<CR> 経路履歴を有効にします
#AR00<CR> 経路履歴を無効にします

- 経路設定のクリア：
#CR<CR>（全ての経路設定をクリア）
#CR1<CR>（経路履歴を除いた全ての経路設定をクリア）
#CR2<CR>（経路履歴のみをクリア）

処理時間：約 3ms
例) #CR<CR> 全ての経路設定（#DR,#FR,#AR）をクリア
#CR1<CR> 経路履歴を除いた全ての経路設定をクリア
#CR2<CR> 経路履歴のみをクリア

- 経路設定の表示（#DR系）：
#?T1<CR> → DR=xxxx:yyyy<CR>
#DRxxxx:yyyy<CR> コマンドで設定された値を表示
例) #?T1<CR> 経路設定の表示（#DR系）
DR=1234:RP01<CR> ID:1234 に送信するときに限り、中継番号 1 を経由
DR=0000:3A6F<CR> 全ての送信で ID:3A6F の中継機を経由させる

※ 上記の2つが設定されていた場合、全ての送信を対象にしている経路の方が優先順位が低くなります。
そのため、ID:1234 以外に向けて送信されるの全ての送信が ID:3A6F の中継機を経由するようになります。

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。

TS02FJ mdm7 Specification

- 経路履歴の表示（#AR 系）：
#?T3<CR> → (AR)=xxxx:yyyy<CR>
自動で保存された経路履歴を表示します。
例) #?T3<CR> 経路履歴の表示（#AR 系）
(AR)=1C56:RP01<CR> ID:1C56 からの送信は、中継番号 1 を経由した
(AR)=1C92:0000<CR> ID:1C92 からの送信は、直接届いた
- 送信元 ID および受信信号強度（RSSI）を受信データに付加：#IE<CR>（有効）／#IN（無効）
デフォルト：無効
受信機の場合、送信元 ID は中継されたパケットでも最初の送信元の ID が表示されます。

中継機モードの場合、
送信元 ID（2byte）＋ RSSI（1byte）＋<CR>が中継するたびに出力されます。
送信元 ID には、直接送ってきた送信元 ID もしくは中継機の ID が表示されます。

例) 送信機 ID:1234 が中継機 ID:3B89 を経由し、
中継機 ID:3B89 が中継機 ID:3B8A を経由し、
受信機 ID:5678 に送信した場合

-- 送信機 (ID:1234) --

#DR0000:3B89<CR> 次の中継先を指示しています。
#ID0000<CR>
#TX<CR>
abcde
\$ok<CR> モジュールから出力されるメッセージ
01234 受信機からの返信データ

-- 中継機 (ID:3B89) --

#IE<CR>
#DR0000:3B8A<CR> 次の中継先を指示しています
#RP99<CR>
^12^34^56<CR> 受信したパケットは、ID:1234 から送られた
中継機は、自分宛でない限りデータは出力しません

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。

-- 中継機 (ID:3B8A) --

#IE<CR>

#RP99<CR>

^3B^89^63<CR>

受信したパケットは、ID:3B89 から送られた
中継機は、自分宛でない限りデータは出力しません

-- 受信機 (ID:5678) --

#MD1234<CR>

#ID0000<CR>の送信なので、ID 登録が必要

#IE<CR>

^12^34^72^2Cabdcde

受信したデータは、ID:1234 が送信したデータ

#ID1234<CR>

送信先 ID:1234 を指定

#TX<CR>

01234

返信すると、保存履歴を辿り ID:3B8A→ID:3B89→ID:1234
の順番で届きます

\$ok<CR>

モジュールから出力されるメッセージ

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。

中継機の経路設定

コマンド

- 経路設定（送信元と中継先）：`#FRxxxx:yyyy<CR>`または`#FRxxxx:RPnn<CR>`
- 経路設定（中継元と中継先）：`#FRxxxx:yyyy<CR>`または`#FRRPmm:RPnn<CR>`
- xxxx：
0000 以外：送信元の ID または中継元の ID
0000：全ての送信元を対象
- yyyy：
0000 以外：中継先の ID を 16 進文字で指定
0000：中継機を使用しない
- nn：
01～99：中継先の中継番号
- mm：
01～99：中継元の中継番号

このコマンドは中継機に設定します。最大 10 件まで。

処理時間：約 1ms

- 例) `#FRRP01:RP02<CR>` 中継番号 1 から受信したものを中継番号 2 に転送する
`#FR0000:RP01<CR>` 受信したものを全て中継番号 1 に送信する

優先順位

コマンド（優先順位：低）	説明
<code>#DR0000:yyyy<CR></code>	<code>#IDmmmm<CR></code> で 0000 以外を指定した送信でかつ 全ての送信先を対象にした送信
<code>#FR0000:yyyy<CR></code> <code>#FR0000:RPnn<CR></code>	<code>#ID0000<CR></code> を指定した送信でかつ 全ての送信元を対象にした送信
<code>#FRxxxx:yyyy<CR></code> <code>#FRRPmm:RPnn<CR></code>	<code>#ID0000<CR></code> を指定した送信でかつ ある送信元を対象にした送信（xxxx は 0000 以外）
経路履歴（#AR）	<code>#IDmmmm<CR></code> で 0000 以外を指定した送信でかつ 経路履歴に保存されている送信
<code>#DRxxxx:yyyy<CR></code> <code>#DRxxxx:RPnn<CR></code>	<code>#IDmmmm<CR></code> で 0000 以外を指定した送信
コマンド（優先順位：高）	

送信時間

中継機が送信するパケットは、通常のパケットより 17.2ms 送信時間が増加します。

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。

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
 〒242-0023 神奈川県大和市渋谷1丁目7-2 TEL: 046-244-0041 FAX: 046-244-3551

応用編Ⅲ

受信ダイバーシティ

アンテナが2本付いているモジュールは、送信するアンテナの切り替えや、強く受信できるアンテナを自動で検出してデータを受信する機能を使用できます（受信ダイバーシティ）。

フィールドには、天井や壁などに電波が反射して、見通しがあるにも関わらず電波が弱いスポットが存在しています。受信ダイバーシティを使用することで、そのようなデッドスポット（電波不感地帯）を減らすことができます。

注意！！

アンテナが2本付いていないモジュールはこれ以降のコマンドは使用しないでください。

また、20ピンのANT intをLowにしている場合、強制的に内蔵アンテナが使用されるため、以降のコマンドは使用しても効果ができません。

コマンド

- 受信ダイバーシティの有効／無効：#DV1<CR>（有効）／#DV0<CR>（無効）

デフォルト：無効

送信機と受信機に同じ設定を行う必要があります。

異なった設定でも通信は可能ですが、受信ダイバーシティは使用されません。

受信ダイバーシティを有効にすると、送信時間が大幅に変化します。

処理時間：約 1ms

例) #DV1<CR>

#DV0<CR>

受信ダイバーシティを有効にします

受信ダイバーシティを無効にします。相手側が#DV1<CR>の設定になっていても無効になります。

- アンテナ切替：

#AN1<CR>（外部アンテナ）／#AN0<CR>（内蔵アンテナ）

デフォルト：ファームウェアにより変化します

送信時に使用するアンテナを設定します。

また、受信ダイバーシティを無効にしている場合に使用するアンテナを設定します。

処理時間：約 1ms

例) #AN1<CR>

#AN0<CR>

外部アンテナを使用します

内蔵アンテナを使用します

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。

送信時間

シングルチャネル送信の場合、送信時間が約 **75.4ms** 増加します。マルチチャネル送信の場合、送信時間が約 **151ms** 増加します。

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。

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
〒242-0023 神奈川県大和市渋谷1丁目7-2 TEL: 046-244-0041 FAX: 046-244-3551

付 録 I

周 波 数 チ ャ ネ ル リ ス ト

日本向け (TELEC 429.2500 – 429.7375 MHz, 12.5k step)

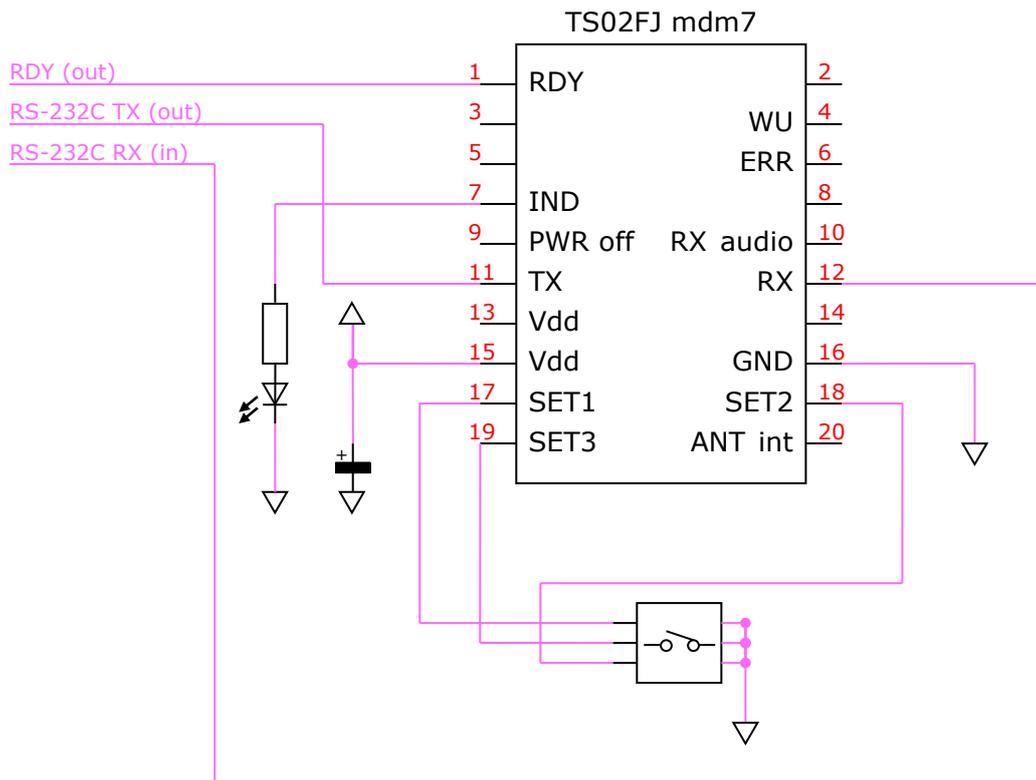
CH	周波数	CH	周波数
1	429.2500	21	429.5000
2	429.2625	22	429.5125
3	429.2750	23	429.5250
4	429.2875	24	429.5375
5	429.3000	25	429.5500
6	429.3125	26	429.5625
7	429.3250	27	429.5750
8	429.3375	28	429.5875
9	429.3500	29	429.6000
10	429.3625	30	429.6125
11	429.3750	31	429.6250
12	429.3875	32	429.6375
13	429.4000	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。

TS02FJ mdm7 Specification

参考回路図

周辺回路例では、ディップスイッチ、ステータス表示 LED、電源及びグランドを示します。
 必要に応じて、WU 信号や ERR 信号を取り出します。



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。

変更履歴

2017/07/10	Rev01	作成
2019/04/05	Rev02	#?M コマンドの記述漏れを修正
2021/01/07	Rev03	入出力端子#10 未使用に変更
2021/05/21	Rev04	入出力端子#20 オープン 使用禁止に変更

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。