

特定小電力 超長距離無線モデム

Smart RF modem

SLR-429M

シリアル通信

マニュアル

Version 1.2 (Sep. 2018)

製造販売元

株式会社 サーキットデザイン

長野県安曇野市穂高 7557-1

Tel: 0263-82-1024

Fax: 0263-82-1016

e-mail: sales@circuitdesign.jp

<http://www.circuitdesign.jp>

目次

1. 概要.....	4
2. コントロールコマンド&コントロールレスポンスについて.....	4
2.1 コントロールコマンドおよびコントロールレスポンスの基本書式.....	4
2.2 "@CH" 周波数チャンネル設定コマンド.....	5
2.3 "@MO" 無線通信モード設定コマンド.....	5
2.4 "@SF" LoRa 変調方式時の chip 数(拡散率)設定コマンド.....	6
2.5 "@EI" 機器 ID 設定コマンド.....	6
2.6 "@DI" 目的局 ID 設定コマンド.....	6
2.7 "@GI" グループ ID 設定コマンド.....	7
2.8 "@UI" ユーザーID 設定コマンド.....	7
2.9 "@RS" 最後に受信した時の RSSI 取得コマンド.....	7
2.10 "@RA" 現在の RSSI 取得コマンド.....	8
2.11 "@CI" キャリアセンス時 RSSI 出力機能 ON/OFF コマンド.....	8
2.12 "@FV"・"@VR" ファームウェアバージョン取得コマンド.....	8
2.13 "@SN" シリアルナンバー取得コマンド.....	8
2.14 無線局間通信システムの構築について.....	9
3. コントロールコマンドに対するエラーレスポンスについて.....	10
3.1 エラーレスポンスの基本書式.....	10
3.2 "@CH" 周波数チャンネル設定コマンドに対するエラーコード.....	10
3.3 "@MO" 無線通信モード設定コマンドに対するエラーコード.....	10
3.4 "@SF" LoRa 変調方式時の chip 数 設定コマンドに対するエラーコード.....	10
3.5 "@EI" 機器 ID 設定コマンドに対するエラーコード.....	10
3.6 "@DI" 目的局 ID 設定コマンドに対するエラーコード.....	11
3.7 "@GI" グループ ID 設定コマンドに対するエラーコード.....	11
3.8 "@UI" ユーザーID 設定コマンドに対するエラーコード.....	11
3.9 "@RA" 現在の RSSI 取得コマンドに対するエラーコード.....	11
3.10 "@CI" キャリアセンス時の RSSI 出力機能 ON/OFF コマンドに対するエラーコード.....	11
3.11 その他.....	11
4. 無線によるデータ送信コマンド&データ送信レスポンスについて.....	12
4.1 データ送信コマンドおよびデータ送信レスポンスの基本書式.....	12
5. データ送信コマンドに対するエラーレスポンスについて.....	13
5.1 エラーレスポンスの基本書式.....	13
6. インフォメーションレスポンスについて.....	13
6.1 インフォメーションレスポンスの基本書式.....	13
6.2 キャリアセンス時のレスポンスについて.....	13
6.3 相関センス時のレスポンスについて(LoRa コマンドモード時のみ).....	14
6.4 データ送信完了レスポンスについて(LoRa コマンドモード時のみ).....	14
7. 目的局からの受信データについて.....	15
7.1 受信データの基本書式.....	15
8. 接点機能について.....	16
8.1 コントロールコマンドおよびコントロールレスポンスの基本書式.....	16

8.2 "@PI" 接点通信用固有 ID コマンド	17
8.2.1 現在設定されている固有 ID を確認する	17
8.2.2 固有 ID を使用しない(工場出荷時設定)	17
8.2.3 自局に固有 ID を設定する	17
8.2.4 固有 ID を受信して、自局の固有 ID とする	17
8.2.5 固有 ID を送信する	18
8.2.6 固有 ID の設定例	18
8.3 "@PS" 入力/出力ポート設定コマンド	19
8.4 "@PO" 自局のポート状態設定および取得コマンド	20
8.4.1 自局ポートの状態を設定する場合	20
8.4.2 自局ポートの状態を取得する場合	20
8.5 "@PT" 目的局のポート状態設定および取得コマンド	21
8.5.1 目的局ポートの状態を取得する場合	21
8.5.2 目的局のポートの状態を設定する場合	21
8.6 "@PM" 接点機能通信モード設定コマンド	22
8.6.1 入力ポート変化時の指定回数送信モード (LoRa/FSK コマンドモード時)	22
8.6.2 単方向連続送信モード (FSK コマンドモード時のみ)	22
8.6.3 双方向連続通信モード (FSK コマンドモード時のみ)	23
8.7 "@PF" 出力ポート保持時間設定コマンド	23
8.8 接点機能のレスポンスについて	24
8.8.1 'PR' レスポンス	24
8.8.2 'PD' レスポンス	25
8.8.3 'PR' 'PD' レスポンスの組み合わせについて	25
9. コマンド一覧表	26
10. チャンネルプラン	29
11. コマンドその他動作タイミング	30
11.1 電源 On/Reset 時の起動時間	30
11.2 INI 端子=Lo によるバイナリ無線通信モードの解除	30
11.3 無線通信モード設定コマンドの応答時間	31
11.4 接点ポート制御コマンドの応答時間	31
11.5 その他機能設定コマンドの応答時間	31
11.6 FSK コマンドモードでのデータ送信・応答時間	32
11.7 FSK バイナリモードでのデータ送信・応答時間	32
11.8 LoRa コマンドモードでのデータ送信・応答時間	33
11.9 LoRa バイナリモードでのデータ送信・応答時間	34
11.10 データ送信時間一覧表	35
11.11 @PT コマンドによる 接点データ送信タイミング	37
11.12 @PM01~@PM05 接点状態変化による送信タイミング	38
11.13 @PM10 接点状態の単方向連続送信でのタイミング(FSK モードのみ)	38
11.14 @PM20 接点状態の双方向連続送信でのタイミング(FSK モードのみ)	38
ご連絡・お問い合わせ先	39

1. 概要

Smart RF modem SLR-429M は、独自のコマンドを使用して、シリアルポート経由で各種パラメータの設定や、無線によるデータの送受信および接点通信を行うことができます。
本書では、コマンドを使って SLR-429M を操作する方法について説明します。
SLR-429M の詳細については、「SLR-429M」マニュアルをお読みください。

2. コントロールコマンド & コントロールレスポンスについて

2.1 コントロールコマンドおよびコントロールレスポンスの基本書式

・コントロールコマンド基本書式

プレフィックス + コマンド名 + バリュース + [CR] + [LF]

プレフィックス: コマンド文字列の先頭を示すコードで '@' = 40h です。

コマンド名: 2文字のASCIIコードです。

バリュー: 各コマンドに対応した2文字のASCIIコードです。

・コントロールレスポンス基本書式

プレフィックス + コマンド名 + [=] + バリュース + [CR] + [LF]

プレフィックス: レスポンス文字列の先頭を示すコードで '*'=2Ah です。

コマンド名: 受け付けたコマンドで2文字のASCIIコードです。

バリュー: 各コマンドに対応した2文字のASCIIコードです。

※ /W オプションについて

各コマンドで設定した値は、保存することが可能です。

各コマンドで設定した値を保存した場合は、次回起動時の初期値になります。

値を保存したい場合は、上記のコマンド基本書式に"/W"を付加してください。

プレフィックス + コマンド名 + バリュース + [/] + [W] + [CR] + [LF]

なお、各コマンドで設定した値を保存した場合は、レスポンスとして上記のレスポンス基本書式の前に、下記のレスポンスが出力されます。

[*] + [W] + [R] + [=] + [P] + [S] + [CR] + [LF]

設定した値を保存した場合は、"*WR=PS"レスポンスを待ってから電源を OFF してください。

※ 現在の設定値を取得する場合

コマンド基本書式においてバリュースを付加せずにコマンド発行すると、レスポンス基本書式にて現在設定されている値が出力されます。

2.2 "@CH" 周波数チャンネル設定コマンド

使用する周波数チャンネルを設定します。

工場出荷時の初期設定は'1'B' (429.5000 MHz)です。

'@CH'に続けて、設定するチャンネルを2文字のASCIIコードで入力してください。

バリュー: '0'7' ~ '2'E' (7~46チャンネルを示す16進のASCIIコード)

例) 0Ehに変更 (15 chに変更)

コントロールコマンド: @CH0E

コントロールレスポンス: *CH=0E

※ チャンネルプランは「10.チャンネルプラン」のチャンネル表を参照ください。

2.3 "@MO" 無線通信モード設定コマンド

無線通信モードを設定します。

無線通信モードには下記の5種類があります。

モード	内容	バリュー
FSK バイナリモード	FSK 変調方式で、透過型モデムとして使用するモードです。	00
FSK コマンドモード	FSK 変調方式で、独自のコマンドを使ってデータを送受信するモードです。	01
LoRa バイナリモード	LoRa 変調方式で、透過型モデムとして使用するモードです。	02
LoRa コマンドモード	LoRa 変調方式で、独自のコマンドを使ってデータを送受信するモードです。	03
エアーモニターモード	各チャンネルの RSSI レベルを測定するモードです。 ※ 別途アプリケーションが必要です。	04

工場出荷時の初期設定は、'0'3' (LoRaコマンドモード)です。

'@MO'に続けて、設定する通信モードを2文字のASCIIコードで入力してください。

バリュー: '0'0' : FSKバイナリモード
'0'1' : FSKコマンドモード
'0'2' : LoRaバイナリモード
'0'3' : LoRaコマンドモード
'0'4' : エアーモニターモード

例) 01hに変更(FSKコマンドモードに変更)

コントロールコマンド: @MO01

コントロールレスポンス: *WR=PS

*MO=01

※ 無線通信モードを設定した場合は、自動的に保存され再起動します(コマンドに"/W"を付加しなくても保存処理となり、"*WR=PS"レスポンスが出力されます)。

再起動後は、シリアルポートに下記の文字列が出力されます。

"FSK BIN MODE" : FSKバイナリモードに設定した場合
"FSK CMD MODE" : FSKコマンドモードに設定した場合
"LORA BIN MODE" : LoRaバイナリモードに設定した場合
"LORA CMD MODE" : LoRaコマンドモードに設定した場合
"AIR MONITOR MODE" : エアーモニターモードに設定した場合

- ※ FSK バイナリモードあるいは LoRa バイナリモードに設定した場合は、透過型モデムとして動作するためコマンドを受け付けません(全ての入力データが送信データとなります)。モードを変えたい場合は、INI 端子を 3 秒以上 Low に設定してください(詳細は「SLR-429M」マニュアルを参照ください)。
- ※ 通信モードを変更した場合は、再起動後にシリアルポートに出力される文字列(例: "LORA CMD MODE")を待ってから電源を OFF してください。

2.4 "@SF" LoRa 変調方式時の chip 数(拡散率)設定コマンド

LoRa変調方式におけるchip数を設定します。

工場出荷時の初期設定は、'0'0' (128 chip)です。

'@SF'に続けて、設定するchip数を2文字のASCIIコードで入力してください。

バリュー: '0'0' : 128 chip (拡散率: 7、実測値: 245 bps)
'0'1' : 256 chip (拡散率: 8、実測値: 146 bps)
'0'2' : 512 chip (拡散率: 9、実測値: 86 bps)
'0'3' : 1024 chip (拡散率: 10、実測値: 49 bps)
'0'4' : 2048 chip (拡散率: 11、実測値: 27 bps)
'0'5' : 4096 chip (拡散率: 12、実測値: 15 bps)

例) 00hに変更(LoRa 128 chipモードに変更)

コントロールコマンド: @SF00

コントロールレスポンス: *SF=00

- ※ chip数が大きくなるほど、移動しながらの通信においてドップラー効果の影響を受けやすくなり、通信できなくなることがあります。

2.5 "@EI" 機器 ID 設定コマンド

機器ごとの個別IDを設定します。

工場出荷時の初期設定は、'0'1' です。

'@EI'に続けて、設定するIDを2文字のASCIIコードで入力してください。

バリュー: '0'0' ~ 'F'F' (0~255の値を示す16進のASCIIコード)

例) 0Ahに変更(機器IDを10に設定する)

コントロールコマンド: @EI0A

コントロールレスポンス: *EI=0A

2.6 "@DI" 目的局 ID 設定コマンド

目的局(通信相手)を指定します。

工場出荷時の初期設定は、'0'1' です。

'@DI'に続けて、設定する目的局の機器IDを2文字のASCIIコードで入力してください。

バリュー: '0'0' ~ 'F'F' (0~255の値を示す16進のASCIIコード)

例) 0Ahに変更(目的局IDを10に設定する)

コントロールコマンド: @DI0A

コントロールレスポンス: *DI=0A

- ※ 目的局IDを'0'0'に設定して送信した場合は、グループ内同報通信になります。
 - ※ 親機が複数の子機と通信(1:N通信)を行う場合は、子機の機器IDを親機の@DIコマンドで目的局に指定することにより、特定の子機と通信することができます。
- 詳細については、「2.14 無線局間通信システムの構築について」を参照ください。

2.7 "@GI" グループ ID 設定コマンド

ユーザーシステム内のグループを識別するIDです。グループ内のすべての機器を同じグループIDに設定します。グループIDは他のシステムを構築する場合の識別番号として管理してください。工場出荷時の初期設定は、'0'0' です。 '@GI'に続けて、設定するIDを2文字のASCIIコードで入力してください。

バリュー: '0'0' ~ 'F'F' (0~255の値を示す16進のASCIIコード)

例) 0Ahに変更(グループIDを10に設定する)
コントロールコマンド: @GI0A
コントロールレスポンス: *GI=0A

2.8 "@UI" ユーザーID 設定コマンド

ユーザーに与えられるユーザー識別用IDです。ユーザーシステム内にあるすべての機器は同じユーザーIDに設定しないと通信できません。1人のユーザーが複数のシステムを構築する場合は、グループIDを使って管理します。

設定コマンドは '@UI+ユーザーID+', '+パスワード' です。

工場出荷時の初期設定は '0'0'0'0' です。

特にユーザーIDを必要としない場合はそのまま使用することができますが、同一エリア内での混信を避けるためにユーザーIDを設定することをお勧めします。

ユーザーIDを希望される場合は弊社営業部までご請求ください。複数IDの発行も可能です。

'@UI'に続けて、設定するIDを4文字のASCIIコードで入力し、','の後、4文字のパスワードをASCIIコードで入力してください。

例) コントロールコマンド: @UI0000,XXXX (XXXX部はパスワード)
コントロールレスポンス: *WR=PS
*UI=0000 (0000に戻すには、パスワード2367としてください。)

- ※ ユーザーIDコマンドを設定した場合は、自動的に保存され再起動します(コマンドに/Wを付加しなくても自動的に*WRレスポンスが表示されます)。

2.9 "@RS" 最後に受信した時の RSSI 取得コマンド

このコマンドを実行すると、データを最後に受信した時の受信信号強度(RSSI)を取得することができます。受信レベルの出力書式は下記のとおりです。

*RS=###dBm (###の部分が受信時のRSSI値になります)

例) コントロールコマンド: @RS
コントロールレスポンス: *RS=-82dBm

2.10 "@RA" 現在の RSSI 取得コマンド

設定されているチャンネルの現在の受信信号強度(RSSI)を取得します。

*RA=####dBm (###の部分が受信時のRSSI値になります)

例) コントロールコマンド: @RA
コントロールレスポンス: *RA=-122dBm

2.11 "@CI" キャリアセンス時 RSSI 出力機能 ON/OFF コマンド

キャリアセンス時のRSSI値を自動的にUARTに出力するかしないかを設定します。出力するに設定した場合、@DTコマンドなどで電波送信を行なった際に通常のレスポンスの後にRSSI値を出力します。(「6.3 キャリアセンス時のレスポンスについて」を参照してください)工場出荷時の初期設定は、'0'0' (出力しない)です。

'@CIIに続けて、設定する状態を2文字のASCIIコードで入力してください。

バリュー: '0'0' : UARTに出力しない
'0'1' : UARTに出力する

例) 01に変更 (UARTに出力する)
コントロールコマンド: @CI01
コントロールレスポンス: *CI=01

【注意事項】

他の無線装置から約-40dBm以上の妨害電波を受信した場合、受信周波数が違ってもRSSI値が正しく取得できない場合があります。またキャリアセンスNGとなり電波送信できなくなることがありますので無線装置間の距離はできるだけ離して設置してください。

キャリアセンス時のRSSI値取得では妨害電波の影響を軽減する処理を行なっているため、キャリアセンス時のRSSI出力値と@RAコマンドによるRSSI取得値では違う事があります。

2.12 "@FV"・"@VR" ファームウェアバージョン取得コマンド

ファームウェアバージョンを確認することができます。

例1) コントロールコマンド: @FV
コントロールレスポンス: *FV=#.###,SLR-429M (#部にバージョンが入ります。)

例2) コントロールコマンド: @VR
コントロールレスポンス: *VR= SLR-429M_V#R### (#部にバージョンが入ります。)

2.13 "@SN" シリアルナンバー取得コマンド

シリアルナンバーを確認することができます。

例) コントロールコマンド: @SN
コントロールレスポンス: *SN=\$##### (#####部に1桁のアルファベットと7桁の数値のシリアルナンバーが入ります。)

2.14 無線局間通信システムの構築について

SLR-429Mを使って、1:1システムや1:Nシステム、M:Nシステムを構築することができます。
機器IDは00~FFhまで指定でき、1つのグループには最大255台の機器を接続することができます。
1:1(1:N)の通信には@DIコマンドで目的局IDを指定して、データ送信コマンド(@DT)で送信します。

- グループ内通信1:1システム

グループIDを同じにし、目的局IDと機器IDを対に設定することで1:1システムが構築できます。
※目的局IDは、00h以外に設定してください。

設定例)

各ID	機器1	機器2
グループID	02h	02h
目的局ID	03h	05h
機器ID	05h	03h

- グループ内通信1:Nシステム/M:Nシステム

グループIDを同じに設定し、自局で指定した目的局IDが目的局の機器IDに一致した時に、目的局にデータが出力されます。なお、1:Nシステムにおいて、すべての機器が対等な関係にあるM:Nシステムを構築することも可能です。

設定例) 親機1台に対し子機3台と通信を行う場合の設定例です。

各ID	親機	子機1	子機2	子機3
グループID	02h	02h	02h	02h
目的局ID	02h,03h,04h※	01h	01h	01h
機器ID	01h	02h	03h	04h

※ 親機は子機3台の内の1台を指定して通信します。目的局ID設定コマンドで各子機に設定されている機器IDを指定してから、データ送信コマンドで送信してください。

- グループ内同報通信

自局で目的局IDに00hを指定してデータを送信すると、グループ内のすべての目的局は、その機器IDにかかわらずデータを同時に受信します。

- グループ間通信

目的局IDと機器IDを対に設定したグループを複数構築した場合は、送信のたびにグループIDを変えることで、他のグループと通信ができます。

設定例1) グループ1

各ID	機器1	機器2
グループID	02h	02h
目的局ID	05h	03h
機器ID	03h	05h

グループ2

各ID	機器1	機器2
グループID	03h	03h
目的局ID	05h	03h
機器ID	03h	05h

設定例2) グループ1

各ID	親機	子機1	子機2	子機3
グループID	02h	02h	02h	02h
目的局ID	02h,03h,04h※	01h	01h	01h
機器ID	01h	02h	03h	04h

グループ2

各ID	親機	子機1	子機2	子機3
グループID	03h	03h	03h	03h
目的局ID	02h,03h,04h※	01h	01h	01h
機器ID	01h	02h	03h	04h

3. コントロールコマンドに対するエラーレスポンスについて

3.1 エラーレスポンスの基本書式

プレフィックス + エラー文字列 + [=] + エラーコード + [CR] + [LF]

プレフィックス: エラーレスポンス文字列の先頭を示すコードで'*'=2Ah です。

エラー文字列: 'E'R'の2文字のASCIIコードです。

エラーコード: 各コントロールコマンドに対するエラーコードを示す2文字のASCIIコードです。

例) [*] + [E] + [R] + [=] + [0] + [4] + [CR] + [LF]

3.2 "@CH" 周波数チャンネル設定コマンドに対するエラーコード

エラーコードには下記の3種類があります。

エラーコード	内容
"02"	未定義のチャンネルが指定された場合に出力されます。
"03"	周波数チャンネル設定コマンドの書式に誤りがある場合に出力されます。
"01"	エラーコードが"02"、"03"以外の時に出力されます。

3.3 "@MO" 無線通信モード設定コマンドに対するエラーコード

エラーコードには下記の3種類があります。

エラーコード	内容
"02"	未定義の通信モードが指定された場合に出力されます。
"03"	通信モード設定コマンドの書式に誤りがある場合に出力されます。
"01"	エラーコードが"02"、"03"以外の時に出力されます。

3.4 "@SF" LoRa 変調方式時の chip 数 設定コマンドに対するエラーコード

エラーコードには下記の3種類があります。

エラーコード	内容
"02"	未定義の chip 数 が指定された場合に出力されます。
"03"	chip 数設定コマンドの書式に誤りがある場合に出力されます。
"01"	エラーコードが"02"、"03"以外の時に出力されます。

3.5 "@EI" 機器 ID 設定コマンドに対するエラーコード

エラーコードには下記の2種類があります。

エラーコード	内容
"03"	機器 ID 設定コマンドの書式に誤りがある場合に出力されます。
"01"	エラーコードが"03"以外の時に出力されます。

3.6 "@DI" 目的局 ID 設定コマンドに対するエラーコード

エラーコードには下記の 2 種類があります。

エラーコード	内容
"03"	目的局 ID 設定コマンドの書式に誤りがある場合に出力されます。
"01"	エラーコードが"03"以外の時に出力されます。

3.7 "@GI" グループ ID 設定コマンドに対するエラーコード

エラーコードには下記の 2 種類があります。

エラーコード	内容
"03"	グループ ID 設定コマンドの書式に誤りがある場合に出力されます。
"01"	エラーコードが"03"以外の時に出力されます。

3.8 "@UI" ユーザー ID 設定コマンドに対するエラーコード

エラーコードには下記の 2 種類があります。

エラーコード	内容
"03"	ユーザー ID 設定コマンドの書式に誤りがある場合に出力されます。
"04"	パスワードが一致しない場合に出力されます。

3.9 "@RA" 現在の RSSI 取得コマンドに対するエラーコード

エラーコードには下記があります。

エラーコード	内容
"05"	受信状態でないときに出力されます

3.10 "@CI" キャリアセンス時の RSSI 出力機能 ON/OFF コマンドに対するエラーコード

エラーコードには下記の 2 種類があります。

エラーコード	内容
"02"	未定義の設定値が指定された場合に出力されます。
"03"	設定コマンドの書式に誤りがある場合に出力されます。
"01"	エラーコードが"02"、"03"以外の時に出力されます。

3.11 その他

未定義のコントロールコマンドがある場合は、エラーコード"01"が出力されます。

4. 無線によるデータ送信コマンド & データ送信レスポンスについて

データ送信コマンドを使用することで、無線を使って任意のデータを送信することができます。
送信データが正しくセットされた場合は、データ送信レスポンスが返送されます。

4.1 データ送信コマンドおよびデータ送信レスポンスの基本書式

・データ送信コマンド基本書式

プレフィックス + コマンド名 + 送信データバイト数 + 送信データ + [CR] + [LF]

プレフィックス: コマンド文字列の先頭を示すコードで '@' = 40H です。
 コマンド名: 'D'T'の2文字のASCIIコードです。
 送信データバイト数: ユーザーデータのバイト数を16進数('0'0' ~ 'F'F')で指定します
 送信データ: ユーザーデータのバイト列です。00h~FFh 全てのバイナリデータを設定できます。

例) "ABCDEF"の文字列を送信する場合

[@] + [D] + [T] + [0] + [6] + [A] + [B] + [C] + [D] + [E] + [F] + [CR] + [LF]

例) 00h,01h,02h,03h,04hのバイナリデータを送信する場合

[@] + [D] + [T] + [0] + [5] + [00h] + [01h] + [02h] + [03h] + [04h] + [CR] + [LF]

例) 255バイトのデータを送信する場合

[@] + [D] + [T] + [F] + [F] + + [CR] + [LF]

・データ送信コマンドに対するレスポンス基本書式

プレフィックス + レスポンス名 + [=] + 送信データバイト数 + [CR] + [LF]

プレフィックス: レスポンス文字列の先頭を示すコードで '*'=2Ah です。
 レスポンス名: 'D'T'の2文字のASCIIコードです。
 データバイト数: 送信データコマンドで設定したデータバイト数と同じ値が設定されます。

例) データ送信コマンド

[@] + [D] + [T] + [0] + [6] + [A] + [B] + [C] + [D] + [E] + [F] + [CR] + [LF]

データ送信レスポンス

[*] + [D] + [T] + [=] + [0] + [6] + [CR] + [LF]

【補足】

無線通信においてはデータ長が長くなるほど通信エラー発生率が高くなるので、できるだけ短いデータ長で通信してください、FSK コマンドモードの場合、45 バイト以下にすることを推奨します。(FSK コマンドモードの場合に送信データバイト数が 45 バイト以上の場合は複数回のパケットに分けて送信しています。)

5. データ送信コマンドに対するエラーレスポンスについて

5.1 エラーレスポンスの基本書式

プレフィックス + エラー文字列 + [=] + エラーコード + [CR] + [LF]

プレフィックス: エラーレスポンス文字列の先頭を示すコードで"*"=2Ah です。
 エラー文字列: 'E'R'の2文字のASCIIコードです。
 エラーコード: 各コントロールコマンドに対するエラーコードを示す2文字のASCIIコードです。

例) [*] + [E] + [R] + [=] + [0] + [3] + [CR] + [LF]

エラーコードの詳細は下表のとおりです。

エラーコード	内容
"03"	データ送信コマンドの書式に誤りがある場合に出力されます。
"01"	エラーコードが"03"以外の場合に出力されます。

6. インフォメーションレスポンスについて

キャリアセンス・相関センスによって電波を送信することができなかつたとき、および電波送信が完了したときに、インフォメーションレスポンスが出力されます。
 バイナリモードの場合、インフォメーションレスポンスは出力されません。

6.1 インフォメーションレスポンスの基本書式

プレフィックス + インフォメーション文字列 + [=] + レスポンスコード + [CR] + [LF]

プレフィックス: インフォメーションレスポンス文字列の先頭を示すコードで"*"=2Ah です。
 インフォメーション文字列: 'I'R'の2文字のASCIIコードです。
 レスポンスコード: 各レスポンスを示す2文字のASCIIコードです。

例) [*] + [I] + [R] + [=] + [0] + [3] + [CR] + [LF]

6.2 キャリアセンス時のレスポンスについて

特定小電力無線機は、電波法のキャリアセンス規定に従って電波を発射しなければなりません。
 同一エリアに同じチャンネルの電波が混在すると、双方のシステムが通信できなくなる可能性があります。

SLR-429M で使用する周波数帯の場合、選択したチャンネルが他のシステムで使用されていた場合は電波を発射することができません。このため SLR-429M は、電波の送信を開始する前にそのチャンネルが空いているかどうかキャリアセンス(電波強度:RSSI レベルの測定)を行いません。
 キャリアセンスの判定は電波法に定められた基準値以下(-100dBm)で行なっています。

キャリアセンスの結果、データを送信できなかった場合は、データ送信レスポンスの後、"*IR=01"の文字列を出力します。

なお、データ送信できなかった場合に再送信は行いません。

例) データ送信コマンド
 [@] + [D] + [T] + [0] + [6] + [A] + [B] + [C] + [D] + [E] + [F] + [CR] + [LF]

データ送信レスポンス
 [*] + [D] + [T] + [=] + [0] + [6] + [CR] + [LF]

データを送信できなかったとき
 [*] + [I] + [R] + [=] + [0] + [1] + [CR] + [LF]

コントロールコマンド "@CI01"でキャリアセンス時 RSSI 出力 ON の設定を行なっている場合は、上記レスポンスの後にキャリアセンスでの RSSI 値を出力します。
 ("@PT"コマンドや"@PMxx"モードでの送信を開始するときも同様に出力されます。)

例) RSSI 値 = -110dBm のとき
 [R] + [S] + [S] + [I] + [=] + [-] + [1] + [1] + [0] + [d] + [B] + [m] + [CR] + [LF]

6.3 相関センス時のレスポンスについて(LoRa コマンドモード時のみ)

LoRa 変調方式の場合、都市雑音以下のレベルで通信を行うことができるので、6.2 項のキャリアセンスだけでは電波を発射する前に他の LoRa 変調方式の電波の存在有無をチェックすることができません。

そこで、SLR-429M は独自の方法で、電波を発射する前に他の LoRa 変調方式の電波の存在有無のチェックを行っています(相関センス)。

相関センスの結果、他の LoRa 変調方式の電波が存在しデータを送信できなかった場合は、データ送信レスポンスの後、"*IR=02"の文字列を出力します。

なお、データ送信できなかった場合に再送信は行いません。

例) データ送信コマンド
 [@] + [D] + [T] + [0] + [6] + [A] + [B] + [C] + [D] + [E] + [F] + [CR] + [LF]

データ送信レスポンス
 [*] + [D] + [T] + [=] + [0] + [6] + [CR] + [LF]

データを送信できなかったとき
 [*] + [I] + [R] + [=] + [0] + [2] + [CR] + [LF]

6.4 データ送信完了レスポンスについて(LoRa コマンドモード時のみ)

LoRaコマンドモードでは、データ送信コマンド(@DT、@PT)での電波送信が完了したときに、下記のレスポンスが出力されます。

[*] + [I] + [R] + [=] + [0] + [3] + [CR] + [LF]

※ 続けてデータを送信する場合は、下記のとおり送信データを設定してください。

FSK コマンドモード: データ送信レスポンスの応答を待ってから。

LoRa コマンドモード: データ送信完了レスポンスの応答を待ってから。

7. 目的局からの受信データについて

SLR-429Mが目的局からデータを受信した場合、下記の書式に従い受信したデータを出力します。

7.1 受信データの基本書式

プレフィックス + レスポンス名 + [=] + 受信データバイト数 + 受信データ + [CR] + [LF]

プレフィックス: レスポンス文字列の先頭を示すコードで'*'=2Ah です。

レスポンス名: 'D'R'の2文字のASCIIコードです。

受信データバイト数: '0'0' ~ 'F'F' (0~255の値を示す16進のASCIIコード)

受信データ: 受信したデータ

例) 送信側のデータ送信コマンド

[@] + [D] + [T] + [0] + [6] + [A] + [B] + [C] + [D] + [E] + [F] + [CR] + [LF]

受信側の受信データ

[*] + [D] + [R] + [=] + [0] + [6] + [A] + [B] + [C] + [D] + [E] + [F] + [CR] + [LF]

8. 接点機能について

SLR-429M は、DIO 端子の設定を行うことで、独自のコマンドを使用して接点データを送受信することができます (DIO 端子については「SLR-429M」マニュアルを参照)。

なお、接点信号による制御を行なう場合は、安全のために '@UI' (ユーザーID) の設定および '@PI' (接点通信固有 ID) の設定を推奨します。

('@PI' コマンドは、FW バージョンが 1.081 以降に追加された機能です)

8 章では、接点機能および接点通信に使用するコマンドについて説明します。

8.1 コントロールコマンドおよびコントロールレスポンスの基本書式

・コントロールコマンド基本書式

プレフィックス + コマンド名 + バリュー + [CR] + [LF]

プレフィックス: コマンド文字列の先頭を示すコードで '@' = 40h です。

コマンド名: 2文字のASCIIコードです。

バリュー: 各コマンドに対応した2文字のASCIIコードです。

・コントロールレスポンス基本書式

プレフィックス + コマンド名 + [=] + バリュー + [CR] + [LF]

プレフィックス: レスポンス文字列の先頭を示すコードで '*'=2Ah です。

コマンド名: 受け付けたコマンドで2文字のASCIIコードです。

バリュー: 各コマンドに対応した2文字のASCIIコードです。

※ /W オプションについて

以下のコマンドで設定した値は、保存することも可能です。

- ・@PS コマンド
- ・@PO コマンド
- ・@PM コマンド
- ・@PF コマンド

各コマンドで設定した値を保存した場合は、次回起動時の初期値になります。

値を保存したい場合は、上記のコマンド基本書式に "/W" を付加してください。

プレフィックス + コマンド名 + バリュー + [/] + [W] + [CR] + [LF]

なお、各コマンドで設定した値を保存した場合は、レスポンスとして上記のレスポンス基本書式の前に、下記のレスポンスが出力されます。

[*] + [W] + [R] + [=] + [P] + [S] + [CR] + [LF]

設定した値を保存した場合は、"*WR=PS" レスポンスを待ってから電源を OFF してください。

※ 現在の設定値を取得する場合

コマンド基本書式においてバリューを付加しなかった場合は、レスポンス基本書式に従い、現在設定されている値が出力されます。

8.2 "@PI" 接点通信用固有 ID コマンド

接点通信では、通信用固有 ID(以下、固有 ID)を設定し、安全な通信を行なうことができます。

システム内の全ての局は同じ固有 ID にする必要があります。

この固有 ID は、SLR-429M に個々に割り振られているシリアル番号を読み出して使用するため、所有している SLR-429M 以外の固有 ID を使用することはできません。このことにより、他ユーザーとの混信による誤動作を防ぐことができます。

接点通信においても、'@EI'、'@DI'、'@GI'、'@UI'の設定による ID 識別を行いますが、'@UI'以外は任意の値に設定可能なため、他ユーザーと同じ設定の場合に通信してしまう可能性があります。

この固有 ID による識別は、ユーザーが自由に設定・使用できます。

なお SLR-429M のシリアルは、1 文字のアルファベットと 7 桁の数字で表されますが、以下に記載するシリアル番号とは、この 7 桁の数字を示します。

8.2.1 現在設定されている固有 ID を確認する

コントロールコマンド: @PI
 例 1)コントロールレスポンス: *PI=000000 (000000 の場合、固有 ID を使用しません)
 例 2)コントロールレスポンス: *PI=12D687 (000000 以外の場合、固有 ID を使用します)

※「固有 ID を使用しない」に対し、「固有 ID を使用する」に設定した場合、無線通信フォーマットに 3 バイトのデータが付加されるので送信時間が長くなります。

8.2.2 固有 ID を使用しない(工場出荷時設定)

コントロールコマンド: @PIC
 コントロールレスポンス: *WR=PS (設定が保存されたことを示します)
 *PI=000000 (000000 にクリアされます)

8.2.3 自局に固有 ID を設定する

自局のシリアル番号を利用して、自局に固有 ID を設定します。

例) ラベルに「S/No. A1234567」と記載されている場合
 コントロールコマンド: @PIS
 コントロールレスポンス: *WR=PS (設定が保存されたことを示します)
 *PI=12D687 (1234567 は 16 進数で 12D687 となります)

8.2.4 固有 ID を受信して、自局の固有 ID とする

送信側から送られてくる固有 ID を、自局の固有 ID として設定するために、自局を固有 ID 受信待機状態にします。

コントロールコマンド: @PIR
 コントロールレスポンス: *PI=Ready (固有 ID 受信待機状態)

(受信レスポンス例) *PR=100212D687 (内容は以下の通り)
 10: 固有 ID 設定の機能コード
 02: 送信側(目的局)の機器 ID
 12D687: 受信した固有 ID

*WR=PS (設定が保存されたことを示します)
 *PI=12D687 (設定された固有 ID)

※ 固有 ID 設定の機能コードを受信すると、この受信待機状態は取り消されます。('@PIR'により再設定可能です) また、他の '@PI' コマンド ('@PI', '@PIC', '@PIS', '@PIT') を実行した場合も取り消されます。

8.2.5 固有 ID を送信する

固有 ID 受信待機状態の目的局に対し、固有 ID を送信します。

コントロールコマンド: @PIT
 コントロールレスポンス: *PI=12D687 (自局に設定されている固有 ID)

- ※ 目的局側を、固有 ID 受信待機状態にしてから、このコマンドを実行してください。複数の目的局の固有 ID を同時に設定することも可能です。
- ※ *PI=000000 「固有 ID を使用しない」の状態でも固有 ID を送信したとき、固有 ID を受信した目的局も「固有 ID を使用しない」の設定になります。

8.2.6 固有 ID の設定例

複数の装置間で接点通信を行なう場合、その内の 1 台のシリアル番号を使用し固有 ID とします。ここでは装置①の固有 ID を複数の装置に設定する場合の手順例を示します。ただし、GI(グループ ID)、UI(ユーザー ID)は事前に同じ設定がされているものとします。

例 1: EI(自局 ID)の違う複数の装置に同時に設定する

手順	各装置へのコマンド・レスポンス、()内はシリアル番号			
	装置① EI=01 (A0001001)	装置② EI=02 (A0001002)	装置③ EI=03 (A001003)	備考
1		@PIR *Ready	@PIR *Ready	装置②・③を固有 ID 受信待機状態にします。
2	@DI00 *DI=00			EI(自局 ID)の違う装置②・③へ送信するため装置①の DI(目的局)を"00"に設定します。
3	@PIS *WR=PS *PI=0003E9			装置①のシリアル番号を固有 ID に設定・保存します(例:シリアル 1001 は 16 進数で 3E9)。
4	@PIT *PI=0003E9	*PR=01010003E9 *WR=PS *PI=0003E9	*PR=01010003E9 *WR=PS *PI=0003E9	装置①から固有 ID(0003E9)を送信します。装置②・③が受信すると、固有 ID を設定・保存します。

例 2: 装置③から装置④に同じ固有 ID を設定する

手順	各装置へのコマンド・レスポンス、()内はシリアル番号		
	装置③ EI=03 (A0001003)	装置④ EI=04 (A0001004)	備考
5		@PIR *Ready	装置④を固有 ID 受信待機状態にします。
6	@DI04 *DI=04		装置④へ送信するため DI(目的局)を"04"に設定します。
7	@PIT *PI=0003E9	*PR=01030003E9 *WR=PS *PI=0003E9	装置③に設定されている固有 ID(0003E9)を送信します。装置④が受信すると、固有 ID を設定・保存します。

8.3 "@PS" 入力／出力ポート設定コマンド

各DIO端子に対して、入力ポートまたは出力ポートのどちらで使用するかを設定します。

工場出荷時の初期設定は'F'F' (全てのDIO端子が入力ポート)です。

'@PS'に続けて、各DIO端子に指定する入出力設定を2文字のASCIIコードで入力してください。

バリュー	DIO端子								備考
	8	7	6	5	4	3	2	1	
'F'F'	入力				入力		入力	入力	自局
'0'0'	出力				出力		出力	出力	目的局
'F'E'	入力				入力		入力	出力	自局
'0'1'	出力				出力		出力	入力	目的局
'F'D'	入力				入力		出力	入力	自局
'0'2'	出力				出力		入力	出力	目的局
'F'C'	入力				入力		出力	出力	自局
'0'3'	出力				出力		入力	入力	目的局
'F'3'	入力				出力		入力	入力	自局
'0'C'	出力				入力		出力	出力	目的局
'F'2'	入力				出力		入力	出力	自局
'0'D'	出力				入力		出力	入力	目的局
'F'1'	入力				出力		出力	入力	自局
'0'E'	出力				入力		入力	出力	目的局
'F'0'	入力				出力		出力	出力	自局
'0'F'	出力				入力		入力	入力	目的局

(バリューの各Bitの値により、1：入力 0：出力 となります。DIO8～5 及び DIO4～3 の入力／出力を個別に設定する事はできません。)

例) FChに変更 (DIO8～DIO3を入力、DIO2～DIO1を出力ポートに設定)

コントロールコマンド: @PSFC
 コントロールレスポンス: *PS=FC

※ 各DIO端子の入力／出力ポートの設定に合わせて、通信を行う相手側の各DIO端子の入力／出力ポートを対になるように設定してください(入力ポートに設定した自局の端子の状態が、出力ポートに設定した目的局の端子に送られます)。

例) 自局 : @PSFC(DIO8～DIO3を入力、DIO2～DIO1を出力ポートに設定)
 目的局: @PS03(DIO8～DIO3を出力、DIO2～DIO1を入力ポートに設定)

注意

'@PS'コマンドでDIO端子を出力ポートに設定した時の出力状態は、 '@PO##/W'コマンドで登録されている初期設定値、または '@PO##'で設定した状態となります。

目的局からの '@PT##'コマンドや '@PM##'コマンドにより出力状態が変更された後、 '@PS'コマンドを実行した場合もこの設定値の状態に戻ります。

8.4 "@PO" 自局のポート状態設定および取得コマンド

8.4.1 自局ポートの状態を設定する場合

あらかじめ出力ポートに設定した自局の各DIO端子に対して、ポートの状態(High or Low)を設定します。工場出荷時はすべてのポート状態がLowに設定されています。
 なお、入力ポートに設定しているDIO端子に対しては、High or Low のどちらの設定でも構いません。ただし、後で出力ポートに変更した時には設定した状態になります(8.4.2 の備考参照)。

'@PO'に続けて2文字のASCIIコード(16進)を入力してください。設定値のBit7~Bit0それぞれの値がDIO8~DIO1に対応して出力されます。

例) @PS03でDIO8~DIO3を出力ポート、DIO2~DIO1を入力ポートに設定し、出力に設定したポートの状態を以下のようにする場合：

端子の I/O設定状態	DIO8	DIO7	DIO6	DIO5	DIO4	DIO3	DIO2	DIO1
	出力ポート						入力ポート	
出力設定 (または入力状態)	Low	High	High	Low	Low	High	(Low)	(Low)

コントロールコマンド: @PO64 (@PO65 @PO66 @PO67と設定しても同じです。)

コントロールレスポンス: *PO=64

8.4.2 自局ポートの状態を取得する場合

あらかじめ入力ポートに設定した自局の各DIO端子のポート状態(High or Low)を取得します。なお、出力ポートに設定した各DIO端子に対しては、現在の出力状態(High or Low)が取得されます。 '@PO'を入力すると、コントロールレスポンスに各ポートの状態が16進で出力されます。

例) @PSFCでDIO8~DIO3を入力ポート、DIO2~DIO1を出力ポートに設定し、DIO端子の各ポートの状態が以下ようになっている場合：

端子の I/O設定状態	DIO8	DIO7	DIO6	DIO5	DIO4	DIO3	DIO2	DIO1
	入力ポート						出力ポート	
出力設定 (又は入力状態)	(Low)	(High)	(High)	(Low)	(Low)	(High)	High	Low

コントロールコマンド: @PO

コントロールレスポンス: *PO=66

備考: 以下は、入力ポートに設定されているDIO4~DIO1に対し@POでHighに設定した後に@PSでDIO4~DIO1を出力ポートに設定した時の動作例を示します。

手順	コマンド	レスポンス	DIO8	DIO7	DIO6	DIO5	DIO4	DIO3	DIO2	DIO1
1	@PSFF	*PS=FF	入力ポート							
2	@PO0F	*PO=00	(Low)	(Low)	(Low)	(Low)	(Low)	(Low)	(Low)	(Low)
3	@PSF0	*PS=F0	入力ポート				出力ポート			
4	@PO	*PO=0F	(Low)	(Low)	(Low)	(Low)	High	High	High	High

8.5 "@PT"目的局のポート状態設定および取得コマンド

8.5.1 目的局ポートの状態を取得する場合

あらかじめ入力ポートに設定された目的局の各DIO端子のポート状態(High or Low)を取得します。
なお、出力ポートに設定されたDIO端子に対しては、現在の出力状態(High or Low)が取得されます。

注意

'@PT'コマンドのコントロールレスポンスには、自局のDIO端子の状態が出力されます。
目的局のDIO端子の状態は、'*PR'で始まる応答レスポンスで取得できます(「8.8 接点機能のレスポンスについて」を参照)。

例) あらかじめ自局のDIO端子が@PSFCでDIO8～DIO3を入力ポート、DIO2～DIO1を出力ポートに設定されていて、各DIO端子のポートが以下の状態になっている場合

端子の I/O設定状態	DIO8	DIO7	DIO6	DIO5	DIO4	DIO3	DIO2	DIO1
	入力ポート						出力ポート	
出力設定 (又は入力状態)	(Low)	(High)	(High)	(Low)	(Low)	(High)	High	Low

コントロールコマンド: @PT

コントロールレスポンス: *PT=66 (自局のDIO端子の状態が出力されます)

目的局からの応答: *PR=040200 (目的局ID=02で、端子状態=00のとき)

8.5.2 目的局のポートの状態を設定する場合

あらかじめ出力ポートに設定されている目的局の各DIO端子に対して、ポート状態を設定します。
なお、入力ポートに設定されているDIO端子に対しては、High or Low のどちらの設定でも構いません。
'@PT'に続けて設定するポートの状態を2文字のASCIIコード(16進)を入力してください。
/Wコマンドは使用できません。

例) あらかじめ目的局の各DIO端子が@PS03でDIO8～DIO3を出力ポート、DIO2～DIO1を入力ポートに設定されていて、目的局の各DIO端子のポート状態を以下のように設定する場合

目的局の端子 I/O設定状態	DIO8	DIO7	DIO6	DIO5	DIO4	DIO3	DIO2	DIO1
	出力ポート						入力ポート	
目的局の出力設定 (又は入力状態)	Low	High	High	Low	Low	High	(Low)	(Low)

コントロールコマンド: @PT64 (@PT65 @PT66 @PT67と設定しても同じです。)

コントロールレスポンス: *PT=64

目的局からの応答: *PR=040264 (目的局ID=02で、端子状態=64のとき)

(補足)FWバージョン 1.081以降の追加機能:

入力ポート変化時の指定回数送信モード('@PM01'～ '@PM05') に設定されている状態で '@PT##'コマンドを実行した場合は、目的局に対して指定した回数の送信を行いません。
ただし、この場合は目的局からの応答はありません。

8.6 "@PM"接点機能通信モード設定コマンド

接点機能では以下の3種類の通信モードが設定できます。

- ・ 入力ポート変化時の指定回数送信モード(LoRa/FSK コマンドモード時)
- ・ 単向連続送信モード(FSK コマンドモード時のみ)
- ・ 双方向連続通信モード(FSK コマンドモード時のみ)

なお、工場出荷時の初期設定は'0'0'です。

@DT コマンドでデータ通信する場合は初期設定で使用してください。

8.6.1 入力ポート変化時の指定回数送信モード (LoRa/FSK コマンドモード時)

入力ポートに設定した各DIO端子のいずれかがHigh→Low or Low→Highに変化した場合に、目的局に対して自局の入力ポートの状態を指定した回数の送信を行なうモードです。

たとえば、自局のDIO1を入力に設定し、目的局はDIO1を出力に設定しておきます。

自局のDIO1の状態が変化すると、その情報を目的局に送信します。目的局がその情報を受信すると、目的局のDIO1端子の出力が変化します。

(出力ポートに設定されている自局のDIO端子については、その出力状態が目的局に送信されます。)

'@PM'に続けて、送信する回数(最大5回)を2文字のASCIIコードで入力してください。

目的局側からもこのモードを設定することで、お互いの入力ポートの状態を送信することができます

(たとえば、自局のDIO8～DIO5を入力ポート、DIO4～DIO1を出力ポートに、目的局のDIO8～DIO5を出力ポート、DIO4～DIO1を入力ポートに設定しておきます)。

ただし、両方同時に送信した場合や、片側が送信中に送信した場合は、通信できないことがあります。

バリュー: '0'1' : 送信回数1回
'0'2' : 送信回数2回
'0'3' : 送信回数3回
'0'4' : 送信回数4回
'0'5' : 送信回数5回

例) 03に変更(送信回数3回)

コントロールコマンド: @PM03

コントロールレスポンス: *PM=03

8.6.2 単向連続送信モード (FSK コマンドモード時のみ)

入力ポートに設定した自局の入力ポートの状態を目的局に対して連続送信するモードです。

あらかじめ自局のDIO端子をすべて入力ポートに、目的局のDIO端子をすべて出力ポートに設定し、自局の入力ポートの状態を連続で送信して、目的局の対応する出力ポートの状態を変化させることができます。

送信間隔は約50 msで、自局が送信した接点状態を目的局が受信できない状態が1秒間続くと、目的局の出力ポートは、初期値または'@PO'で設定した状態になります。

このモードに設定するには、自局に'@PM10'を入力してください。

なお、目的局は必ず'@PM00'の設定を入力してください。

例) コントロールコマンド: @PM10

コントロールレスポンス: *PM=10

8.6.3 双方向連続通信モード (FSK コマンドモード時のみ)

自局の入力ポートの状態を目的局に対して、目的局の入力ポートの状態を自局に対して双方向で連続通信するモードです。

たとえば、自局のDIO8～DIO5を入力ポート、DIO4～DIO1を出力ポートに、目的局のDIO8～DIO5を出力ポート、DIO4～DIO1を入力ポートに設定した場合、双方向で連続通信を行い、自局の入力ポートの状態を目的局の出力ポートに、また目的局の入力ポートの状態を自局の出力ポートに出力させることができます。

送受信間隔(目的局に自局の接点状態を送信し、目的局からの接点状態を受信するまでの間隔)は約110 msで、目的局からの電波を受信できない状態が1秒間続くと、自局の出力ポートは初期値または '@PO' で設定した状態になります。

このモードに設定するには、自局に '@PM20' を入力してください。

なお、目的局は必ず '@PM00' の設定を入力してください。

例) コントロールコマンド: @PM20
 コントロールレスポンス: *PM=20

8.7 "@PF" 出力ポート保持時間設定コマンド

入力ポート変化時の指定回数送信モード、または '@PT##' コマンドでポートの設定を行う場合において、接点情報を受信する側(目的局)が、受信した接点状態を出力保持する時間を設定することができます。ただし、 '@PO##' によるポート設定、単向連続送信モード、双方向連続通信モードでは適用されません。0.1秒(0001)～6553.5秒(FFFF)までの設定が可能です。

工場出荷設定は0000(時間制限無し)です。

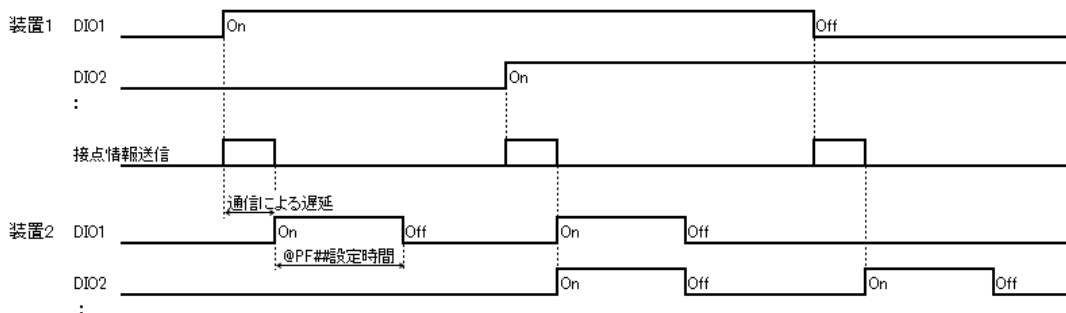
'@PF' に続けて、受信した接点情報を出力保持する時間を16進数4文字のASCIIコードで入力してください。

例) 装置1で接点信号を入力し、装置2で接点信号の保持時間を30秒に設定して出力する場合。

装置 1 の設定	装置 2 の設定
'@PM01' (入力ポート変化時、1回送信)	'@PM00' (接点機能通信モード OFF)
	'@PF012C' (30秒は16進で012C)

注意:

入力ポートが変化したときに他ポートの情報も一緒に送信するため、下タイミング図のように変化していないポートの情報も同時に出力されます。



8.8 接点機能のレスポンスについて

接点機能を使って通信を行い、通信相手から何らかの接点情報を受信した時には、下記フォーマットのレスポンスがUARTに出力されます(CTS端子の状態が"Low"の時のみ)。

8.8.1 'PR' レスポンス

レスポンスの内容は、機能コードで表されます。

・レスポンス基本書式

プレフィックス + レスポンス名 + [=] + 機能コード + 目的局ID + 接点データ + [CR] + [LF]

プレフィックス: レスポンス文字列の先頭を示すコードで"*" = 2Ahです。

レスポンス名: "PR"の2文字です。

機能コード: 2文字のASCIIコードで表されます。詳細は下表参照。

目的局ID: 2文字のASCIIコードで表されます(「2.6 "@DI" 目的局ID設定コマンド」参照。)

接点データ: 2文字のASCIIコードで表されます。

機能コード	内容	レスポンス出力先	
		自局 応答出力	目的局 受信出力
"01"	'@PT'コマンドで、通信相手から接点情報を受信した場合に出力されるレスポンスです。(「8.5.1 目的局のポート状態を取得する場合」を参照)		○
"02"	'@PT'コマンドで、通信相手から設定する接点情報を受信した場合に出力されるレスポンスです。 (「8.5.2 目的局のポート状態を設定する場合」を参照)		○
"03"	通信相手が入力ポート変化時の指定回数送信モードに設定され、その接点情報を受信した場合に出力されるレスポンスです。 (「8.5.1 入力ポート変化時の指定回数送信モード」を参照)		○
"04"	'@PT'コマンドで目的局のポート状態を取得、または目的局のポート状態を設定したとき、目的局から自局に対しての応答を受信した際に出力されるレスポンスです。(「8.5.1 目的局のポート状態を取得する場合」および「8.5.2 目的局のポート状態を設定する場合」を参照)	○	
"05"	通信相手が単方向連続送信モードに設定され、その接点情報を受信した場合に出力されるレスポンスです。 (「8.6.2 単方向連続送信モード(FSKコマンドモード時のみ)」を参照)		○
"06"	通信相手が双方向連続通信モードに設定され、その接点情報を受信した場合に出力されるレスポンスです。 (「8.6.3 双方向連続通信モード時(FSKコマンドモード時のみ)」を参照)		○
"07"	自局が双方向連続通信モードに設定されているとき、目的局から自局に対しての返信を受信した際に、出力されるレスポンスです。 (「8.6.3 双方向連続通信モード時(FSKコマンドモード時のみ)」を参照)	○	
"08"	通信相手が入力ポート変化時の指定回数送信モードに設定され、'@PT'コマンドで設定する接点情報を受信した場合に出力されるレスポンスです。 (「8.5.2 目的局のポート状態を設定する場合」を参照)		○
"10"	'@PIT'コマンドで、通信相手から接点通信用の固有IDを受信した場合に出力されるレスポンスです。 (「8.2.4 固有IDを受信して、自局の固有IDとする」を参照)		○

8.8.2 'PD' レスポンス

入力ポート変化時の指定回数送信モードによる入力ポート変化送信時、自局UARTに下記フォーマットのレスポンスが出力されます。

・レスポンス基本書式

プレフィックス + レスポンス名 + [=] + 接点データ + [CR] + [LF]

プレフィックス: レスポンス文字列の先頭を示すコードで'*' = 2Ahです。

レスポンス名: "PD"の2文字です。

接点データ: 自局の入出力ポートの状態が16進数表示2文字のASCIIコードで表示されます。

8.8.3 'PR' 'PD' レスポンスの組み合わせについて

@PTコマンドおよび接点機能通信モードを使用して、2台のSLR-429M間で接点信号の通信を行う際のPRレスポンスとPDレスポンスの組み合わせ例を下表に示します。

下の例では、あらかじめ装置1には@PMコマンドで接点機能通信モードの設定を行い、装置2は'@PM00'(接点機能通信モード OFF)に設定しておきます。

装置1 (自局機器ID="xx", 目的局ID="yy")			装置2 (自局機器ID="yy", 目的局ID="xx")	
通信モード 設定	動作	応答出力例	通信モード 設定	受信出力例
@PM00	'@PT' コマンド送信 (目的局のポート状態取得)	*PR=04yy\$\$	@PM00	*PR=01xx&&
	'@PT##' コマンド送信 (目的局のポート状態設定)			*PR=02xx##
@PM01 : @PM05	入力ポート変化時送信 '@PT##' コマンド送信	*PD=&&		*PR=03xx&& (指定回数出力します) *PR=08xx## (指定回数出力します)
@PM10	単向連続送信			*PR=05xx&&
@PM20	双方向連続通信	*PR=07yy\$\$		*PR=06xx&&

応答出力および受信出力の"&&"は装置1の入出力ポートの状態、"\$ \$"は装置2の入出力ポートの状態を示す値となります。

9. コマンド一覧表

周波数チャンネル設定コマンド(工場出荷設定:"1B" 429.5000MHz)

内容	コマンド書式	レスポンス書式	設定値/エラー内容
設定コマンド	@CH##	*CH=##	"07"~"2E"
設定コマンド(保存時)	@CH##/W	*WR=PS *CH=##	
設定値取得コマンド	@CH	*CH=##	
エラーレスポンス	/	*ER=01	コマンドエラー
		*ER=02	設定値エラー
		*ER=03	コマンドフォーマットエラー

無線通信モード設定コマンド(工場出荷設定:"03"LoRa コマンドモード)

内容	コマンド書式	レスポンス書式	設定値/エラー内容
設定コマンド	@MO##	*MO=##	"00":FSK バイナリモード "01":FSK コマンドモード
設定コマンド(保存時)	@MO##/W	*WR=PS *MO=##	"02":LoRa バイナリモード "03":LoRa コマンドモード
設定値取得コマンド	@MO	*MO=##	"04":エアーマニターモード
エラーレスポンス	/	*ER=01	コマンドエラー
		*ER=02	設定値エラー
		*ER=03	コマンドフォーマットエラー

LoRa 変調方式時の chip 数設定コマンド(工場出荷設定:"00"128chip)

内容	コマンド書式	レスポンス書式	設定値/エラー内容
設定コマンド	@SF##	*SF=##	"00": 128chip , "03":1024chip "01": 256chip , "04":2048chip "02": 512chip , "05":4096chip
設定コマンド(保存時)	@SF##/W	*WR=PS *SF=##	
設定値取得コマンド	@SF	*SF=##	
エラーレスポンス	/	*ER=01	コマンドエラー
		*ER=02	設定値エラー
		*ER=03	コマンドフォーマットエラー

機器 ID 設定コマンド(工場出荷設定:"01" 機器 ID = 1)

内容	コマンド書式	レスポンス書式	設定値/エラー内容
設定コマンド	@EI##	*EI=##	"00"~"FF"
設定コマンド(保存時)	@EI##/W	*WR=PS *EI=##	
設定値取得コマンド	@EI	*EI=##	
エラーレスポンス	/	*ER=01	コマンドエラー
		*ER=03	コマンドフォーマットエラー

目的局 ID 設定コマンド(工場出荷設定:"01" 目的局 ID = 1)

内容	コマンド書式	レスポンス書式	設定値/エラー内容
設定コマンド	@DI##	*DI=##	"00"~"FF"
設定コマンド(保存時)	@DI##/W	*WR=PS *DI=##	
設定値取得コマンド	@DI	*DI=##	
エラーレスポンス	/	*ER=01	コマンドエラー
		*ER=03	コマンドフォーマットエラー

グループ ID 設定コマンド(工場出荷設定:"00" グループ ID = 0)

内容	コマンド書式	レスポンス書式	設定値/エラー内容
設定コマンド	@GI##	*GI=##	"00"~"FF"
設定コマンド(保存時)	@GI##/W	*WR=PS *GI=##	
設定値取得コマンド	@GI	*GI=##	
エラーレスポンス		*ER=01	コマンドエラー
		*ER=03	コマンドフォーマットエラー

ユーザーID 設定コマンド(工場出荷設定:"0000" ユーザーID = 0000)

内容	コマンド書式	レスポンス書式	設定値/エラー内容
設定コマンド (保存時のみです。)	@UI####,XXXX	*WR=PS *UI=####	"0000"~"FFFF" XXXX はパスワード
設定値取得コマンド	@UI	*UI=####	
エラーレスポンス		*ER=01	コマンドエラー
		*ER=03	コマンドフォーマットエラー
		*ER=04	パスワードエラー

最後に受信した時の RSSI 取得コマンド

内容	コマンド書式	レスポンス書式	設定値/エラー内容
設定値取得コマンド	@RS	*RS=###dBm	

現在の RSSI 取得コマンド

内容	コマンド書式	レスポンス書式	設定値/エラー内容
設定値取得コマンド	@RA	*RA=###dBm	
エラーレスポンス		*ER=05	受信状態でないときに出力されます

キャリアセンス時 RSSI 出力機能 ON/OFF 設定コマンド(工場出荷設定:"00"RSSI 出力 OFF)

内容	コマンド書式	レスポンス書式	設定値/エラー内容
設定コマンド	@CR##	*CR=##	"00":RSSI 出力 OFF "FF":RSSI 出力 ON
設定コマンド(保存時)	@CI##/W	*WR=PS *CI=##	
設定値取得コマンド	@CR	*CR=##	
エラーレスポンス		*ER=01	コマンドエラー
		*ER=02	設定値エラー
		*ER=03	コマンドフォーマットエラー

ファームウェアバージョン取得コマンド

内容	コマンド書式	レスポンス書式	設定値/エラー内容
設定値取得コマンド	@FV	*FV=####,SLR-429M	
	@VR	*VR=SLR-429M_V#R###	

シリアルナンバー取得コマンド

内容	コマンド書式	レスポンス書式	設定値/エラー内容
設定値取得コマンド	@SN	*SN=\$#####	

入力/出力ポート設定コマンド(工場出荷設定:"FF" 全ての DIO 端子が入力ポート)

内容	コマンド書式	レスポンス書式	設定値/エラー内容
設定コマンド	@PS##	*PS=##	(以下の値のみ設定可) "00" , "01" , "02" , "03", "0C" , "0D" , "0E" , "0F", "F0" , "F1" , "F2" , "F3", "FC" , "FD" , "FE" , "FF"
設定コマンド(保存時)	@PS##/W	*WR=PS *PS=##	
設定値取得コマンド	@PS	*PS=##	
エラーレスポンス		*ER=01	コマンドエラー
		*ER=03	コマンドフォーマットエラー

自局のポート状態設定および取得コマンド(工場出荷設定:"00")

内容	コマンド書式	レスポンス書式	設定値/エラー内容
設定コマンド	@PO##	*PO=##	"00"~"FF"
設定コマンド(保存時)	@PO##/W	*WR=PS *PO=##	
設定値取得コマンド	@PO	*PO=##	
エラーレスポンス		*ER=01	コマンドエラー
		*ER=03	コマンドフォーマットエラー

目的局のポート状態設定および取得コマンド

内容	コマンド書式	レスポンス書式	設定値/エラー内容
設定コマンド	@PT##	*PT##	"00"~"FF"
取得コマンド	@PT	*PT##	自局の DIO 端子状態:"00"~"FF" (目的局の DIO 端子状態は*PR で取得)
エラーレスポンス		*ER=01	コマンドエラー
		*ER=03	コマンドフォーマットエラー

接点機能通信モード設定コマンド(工場出荷設定:"00" 接点の自動送信モード:OFF)

内容	コマンド書式	レスポンス書式	設定値/エラー内容
設定コマンド	@PM##	*PM=##	接点の自動送信モード OFF: "00" 指定回数送信モード: "01"~"05" 単方向連続送信モード: "10" 双方向連続通信モード: "20"
設定コマンド(保存時)	@PM##/W	*WR=PS *PM=##	
設定値取得コマンド	@PM	*PM=##	
エラーレスポンス		*ER=01	コマンドエラー
		*ER=03	コマンドフォーマットエラー

出力ポート保持時間設定コマンド(工場出荷設定:"0000" 時間制限無し)

内容	コマンド書式	レスポンス書式	設定値/エラー内容
設定コマンド	@PF####	*PM=####	"0000"~"FFFF" (1カウント ≒ 0.1 秒)
設定コマンド(保存時)	@PF####/W	*WR=PS *PM=####	
設定値取得コマンド	@PF	*PM=####	
エラーレスポンス		*ER=01	コマンドエラー
		*ER=03	コマンドフォーマットエラー

接点通信用固有 ID 設定コマンド(工場出荷設定:"000000" 固有 ID を使用しない)

内容	コマンド書式	レスポンス書式	設定値/エラー内容
設定解除コマンド	@PIC	*WR=PS *PI=000000	"000000" 固有 ID を使用しない
設定コマンド	@PIS	*WR=PS *PI=#####	"000001" ~ "98967F" 固有 ID を使用する (S/No. *0000001~9999999)
受信待機コマンド	@PIR	*PI=Ready	
設定値送信コマンド	@PIT	*PI=#####	
設定値確認コマンド	@PI	*PI=#####	
エラーレスポンス		*ER=01	コマンドエラー
		*ER=03	コマンドフォーマットエラー

10. チャンネルプラン

チャンネル		周波数 (MHz)	チャンネル		周波数 (MHz)	チャンネル		周波数 (MHz)
NO.	HEX		No.	HEX		No.	HEX	
7	07	429.2500	21	15	429.4250	35	23	429.6000
8	08	429.2625	22	16	429.4375	36	24	429.6125
9	09	429.2750	23	17	429.4500	37	25	429.6250
10	0A	429.2875	24	18	429.4625	38	26	429.6375
11	0B	429.3000	25	19	429.4750	39	27	429.6500
12	0C	429.3125	26	1A	429.4875	40	28	429.6625
13	0D	429.3250	27	1B	429.5000	41	29	429.6750
14	0E	429.3375	28	1C	429.5125	42	2A	429.6875
15	0F	429.3500	29	1D	429.5250	43	2B	429.7000
16	10	429.3625	30	1E	429.5375	44	2C	429.7125
17	11	429.3750	31	1F	429.5500	45	2D	429.7250
18	12	429.3875	32	20	429.5625	46	2E	429.7375
19	13	429.4000	33	21	429.5750			
20	14	429.4125	34	22	429.5875			

※ 初期出荷設定はチャンネル No.27(429.5000MHz)です。

※ 同一エリア内で複数台の SLR-429M を使用する場合は、3 次相互変調による混信を考慮したチャンネルプランで運用してください。

サーキットデザインのホームページでは、3 次相互変調による混信を避けるためのチャンネルプランを作成する計算ツールを提供しています。

計算ツール：<http://circuitdesign-jp.check-xserver.jp/wp-pre/technical/technicaltool/channel-planning/>

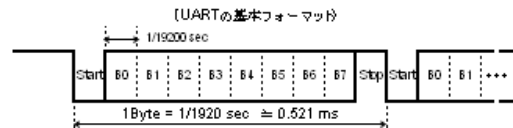
11. コマンドその他動作タイミング

コマンドおよび応答の末尾には改行コード[CR]+[LF]が付きます。
 以下のコマンド応答時間は、基本的にコマンド末尾の[LF]入力完了後からの時間を示しています。
 UART によってコマンド入力にかかる時間は、特に制限がなく連続していれば以下で算出できます

UART 通信条件[19.2KBPS、Data=8Bit、Stop=1Bit、Party=None]とした場合、1文字(1Byte)あたりの送信時間は 0.52ms となります(Stop=2Bit の場合は同 0.57ms)。

例として

- "@CH07"[CR][LF]は 7Byte で、およそ 3.6ms
- "@DT05abcde"[CR][LF]は 12Byte で、およそ 6.2ms になります。



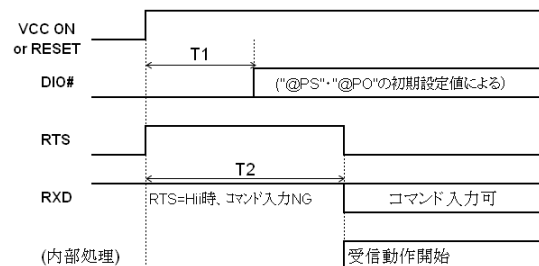
【注意事項】

INI 端子=Lo による無線通信モードの解除や各コマンドでの設定値登録("@MO##"およびコマンドに"/W"付加など)を実行する度に、その後のリセット起動時間や各コマンドの設定値登録後の応答・処理時間が変化します。

コマンド入力に対する応答出力などにタイムアウト時間を設定する場合は、下記の Max 値に対して十分なマージンをとった設定値にしてください。

11.1 電源 On/Reset 時の起動時間

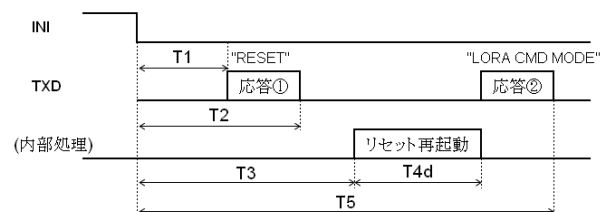
項目		応答・処理時間(ms)		
		Min	Typ.	Max
DIO 端子初期設定	T1	62		115
RTS セットアップタイム (=受信動作開始)	T2	110		163



起動直後は、UART コマンドの受付準備が完了した時点で RTS=Lo となります。RTS 信号を使用しない場合、T2(max)以上の時間(推奨 180ms)が経過してからコマンド入力してください。
 ただし、受信開始直後は RSSI 値が安定しないので、"@RA"コマンドは T2(max) + 10 ms 以上の時間が経過してから入力してください。

11.2 INI 端子=Lo によるバイナリ無線通信モードの解除

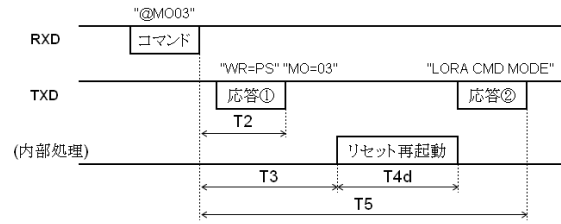
項目		応答・処理時間(ms)		
		Min	Typ.	Max
INI 端子 "Lo"検出	T1	2000		3000
"*RESET" 応答出力 (リセット遅延)	T2	2004		3004
(リセット再起動)	T3	3586		4586
(リセット再起動)	T4d	158		348
"LORA CMD MODE"	T5	3753		4943



モジュールは INI=Lo によりリセット再起動した場合、コマンドモードで起動し、"LORA CMD MODE" または "FSK CM MODE" を出力します。(通常の起動では出力しません)

11.3 無線通信モード設定コマンドの応答時間

コマンド(例)	応答例 (または内部処理)		応答・処理時間(ms)		
			Min	Typ.	Max
"@MO03"	"*WR=PS" "*MO=03"	T2	59		111
	(リセット遅延)	T3	1645		1697
	(リセット再起動)	T4d	158		348
	"LORA CMD MODE"	T5	1812		2054

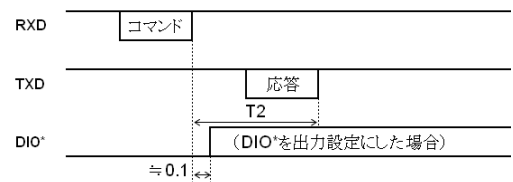


通信モードを設定した場合、モジュールは "*WR=PS"、"*MO=##" の応答を出力後リセット再起動し、"LORA CMD MODE" 等と出力します。(通常の起動では出力しません)。

11.4 接点ポート制御コマンドの応答時間

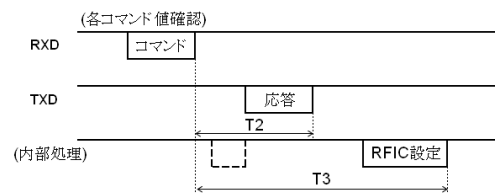
コマンド(例)	応答例 (または内部処理)		応答・処理時間(ms)		
			Min	Typ.	Max
"@PO"	"*PO=##"	T2		5.1	
"@PO##"	"*PO=##"	T2		5.2	
"@PO##/W"	"*WR=PS" "*PO=##"	T2	59		204

"@PS.."は"@PO.."の各コマンドでのタイミングと同じです。



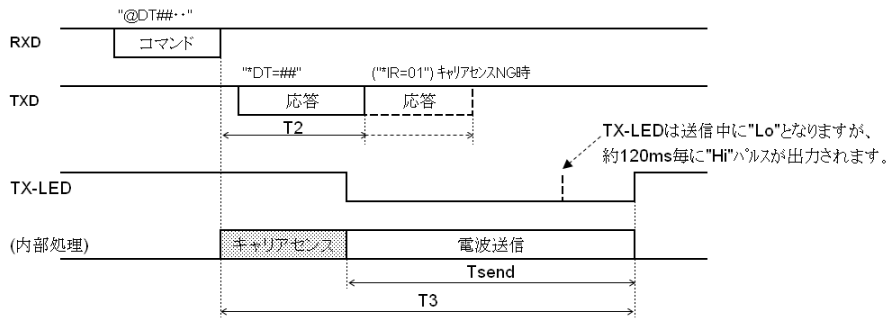
11.5 その他機能設定コマンドの応答時間

コマンド(例)	応答例 (または内部処理)		応答・処理時間(ms)		
			Min	Typ.	Max
"@MO"	"*MO=##"	T2		5.2	
"@CH"	"*CH=##"	T2		5.2	
"@CH##"	"*CH=##"	T2		6.2	
"@CH##/W"	"*WR=PS" "*CH=##"	T2	59		198
"@SF.."は、"@CH.."の各コマンドでのタイミングと同じです。					
"@LB"	"*LB=##"	T2		5.2	
"@LB##"	"*LB=##" (RFIC 設定完了)	T2 T3		9.4 48	
"@LB##/W"	"*WR=PS" "*LB=##"	T2	67		208
	(RFIC 設定完了)	T3 ※	98		238
"@EI"	"*EI=##"	T2		5.2	
"@EI##"	"*EI=##"	T2		5.2	
"@EI##/W"	"*WR=PS" "*EI=##"	T2	59		198
"@DI.."、"@GI.."、"@CI.."での応答タイミングは、"@EI.."の各コマンドと同じ "@PM.."についても同様です。					
"@RA"	"*RA=###dBm"	(FSK)	T2		39.3
		(LoRa)	T3 ※		52.3
"@RS"	"*RS=###dBm"	T2		8.1	
"@FV"	"*FV=#,###,SLR-429M"	T2		12	
"@SN"	"*SN=\$#####"	T2		8.5	
"@PI"	"*PI=#####"	T2		7.6	
"@PIC"	"*WR=PS" "*PI=000000"	T2	221		537
"@PIS"	"*WR=PS" "*PI=#####"	T2	221		537
"@PIR"	"*PI=Ready"	T2		6.8	



※ "@LB##"コマンド 及び FSK モードの"@RA"コマンドでは、応答出力の後に RFIC の設定を行っております。RFIC の設定が完了する前に次のコマンドを入力するとエラーになる場合がありますのでご注意ください。
("@LB.."はループバックテスト用のコマンドです。)

11.6 FSK コマンドモードでのデータ送信・応答時間



コマンド(例)	応答例 (および結果)		応答・処理時間(ms)		
			Min	Typ.	Max
"@DT05.." (5Byte 送信)	"*DT=05" "*IR=01" (キャリアセンス NG)	T2		10.4	
"@DT0A.." (10Byte 送信)	"*DT=0A" (送信時間) (送信完了)	T2		6.1	
		Tsend		85.9	
		T3		91	

コマンド(例)	応答例 (および結果)		応答・処理時間(ms)		
			Min	Typ.	Max
"@DT05.." (5Byte 送信)	"*DT=05" (送信時間) (送信完了)	T2		5.9	
		Tsend		77.6	
		T3		83	
"@DT2D.." (45Byte 送信)	"*DT=2D" (送信時間) (送信完了)	T2		6.7	
		Tsend		144	
		T3		150	

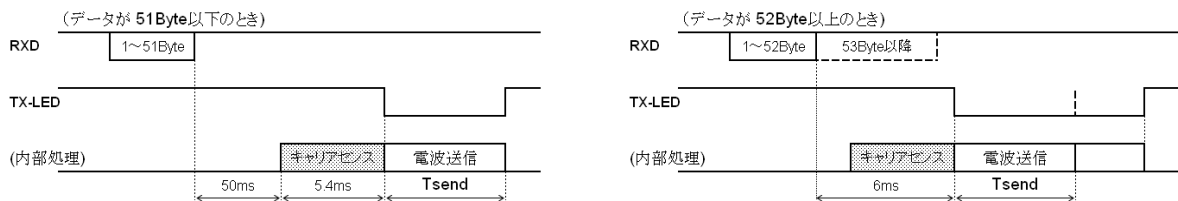
"@PT" "@PT###"	"*PT=##" "*IR=01" (キャリアセンス NG)	T2		10.4	
-------------------	--------------------------------------	----	--	------	--

"@PT" "@PT###"	"*PT=##" (送信時間) (送信完了)	T2			「11.11 @PT コマンドによる 接点データ送信タイミング」を参照
		Tsend			
		T3			

FSK コマンドモードでの送信時間 Tsend :

$$\cong \text{Roundup} \{ (\text{データ数} + 7) / 52, 0 \} * (34 * 8 / 4.8 + 0.9) + (\text{データ数} + 7) * 8 / 4.8 \text{ [ms]}$$

11.7 FSK バイナリモードでのデータ送信・応答時間



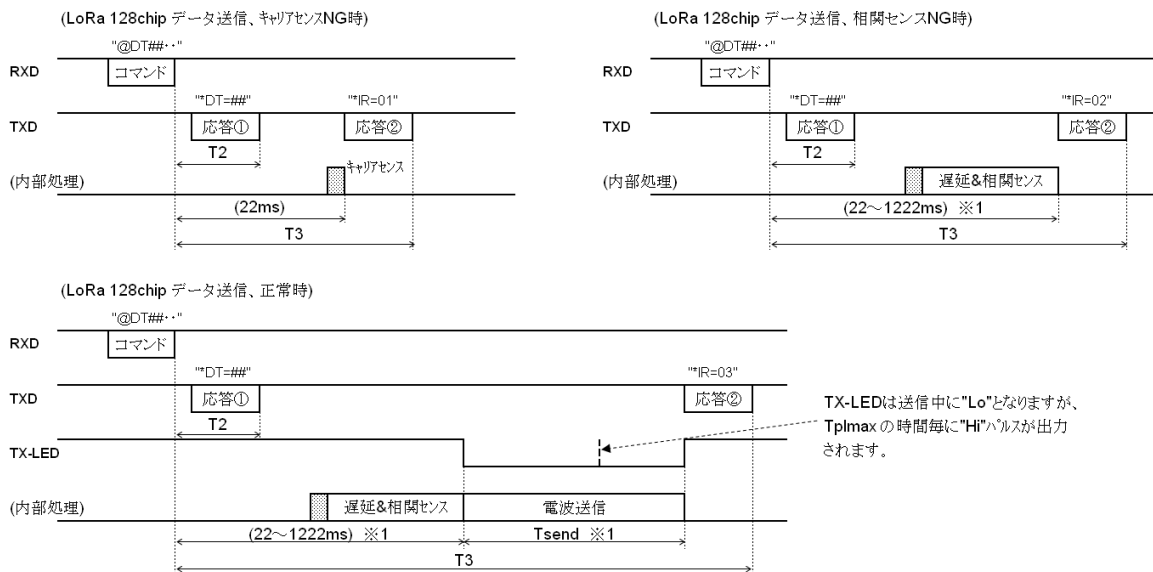
FSK バイナリモードの場合、RXD にデータが入力されて 50ms 以上の空きを検出、または 52Byte 以上のデータが入力されるとキャリアセンスを行ない、電波送信を開始します。但しデータ受付や送信 NG など、UART での応答はありません。

FSK バイナリモードでの送信時間 Tsend :

$$\cong \text{Roundup} \{ \text{データ数} / 52, 0 \} * (34 * 8 / 4.8 + 0.9) + \text{データ数} * 8 / 4.8 \text{ [ms]}$$

(コマンドモードよりも 7Byte 分短い送信時間となります。256Byte 以上の送信が可能です。送信時間についてはサポートしておりません。)

11.8 LoRa コマンドモードでのデータ送信・応答時間



コマンド(例)	応答例 (および結果)	T2	応答・処理時間(ms)		
			Min	Typ.	Max
"@DT05.." (5Byte 送信)	"*DT=05"	T2		5.2	
	"*IR=01" (キャリアセンス NG)			26.7	
"@DT05.." (5Byte 送信)	"*DT=05" (送信時間)	Tsend		1069	
	"*IR=03" (送信完了)	T3	1096		2296
	"*DT=2D" (送信時間)	Tsend		2384	
"@DT2D.." (45Byte 送信)	"*IR=03" (送信完了)	T3	2411		3611

コマンド(例)	応答例 (および結果)	T2	応答・処理時間(ms)		
			Min	Typ.	Max
"@DT05.." (5Byte 送信)	"*DT=05"	T2		5.2	
	"*IR=02" (相関センス NG)	T3	26.8		1227
"@DT0A.." (10Byte 送信)	"*DT=0A" (送信時間)	Tsend		1233	
	"*IR=03" (送信完了)	T3	1260		2463

"@PT"	"*PT=##"	T2		5.4	
"@PT##"	"*IR=01" (キャリアセンス NG)	T3		26.7	
"@PT"	"*PT=##" (送信時間)	Tsend	「11.11 @PTコマンドによる 接点データ送信タイミング」を参照		
	"*IR=03" (送信完了)	T3			

"@PT"	"*PT=##"			5.4	
"@PT##"	"*IR=02" (相関センス NG)		26.8		1228

※1 上記は LoRa 128 の場合です。乱数により、およそ 22~1222ms 送信遅延が発生します。その他 Chip 数の場合は下表を参照してください。

LoRa コマンドモードでの送信時間 Tsend:

(データ数が 1~235Byte の場合)

$$N_{sym} = \text{Roundup} \{ (8 * (\text{データ数} + 15) - 4 * SF + 44) / (4 * (SF - 2)), 0 \} * 5$$

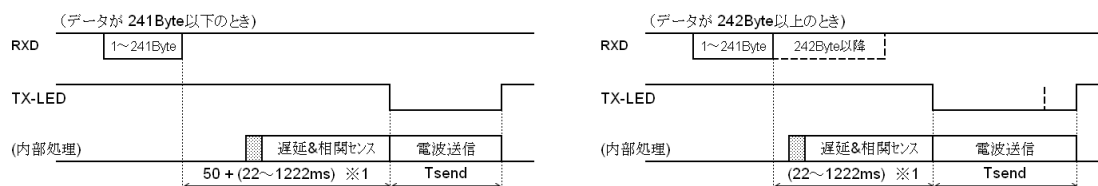
$$T_{send} = (20.25 + N_{sym}) * T_{sym} \text{ [ms]}$$

(データ数が 236~255Byte の場合)

$$N_{sym} = \text{Roundup} \{ (8 * (\text{データ数} + 8 - 235) - 4 * SF + 44) / (4 * (SF - 2)), 0 \} * 5$$

$$T_{send} = T_{plmax} + (20.25 + N_{sym}) * T_{sym} \text{ [ms]}$$

11.9 LoRa バイナリモードでのデータ送信・応答時間



送信遅延時間経過後にキャリアセンス・相関センスを行ない、電波送信を開始します。

※1 乱数による送信遅延時間については、コマンドモード同様です。LoRa128chip の場合では合わせておよそ 72~1272ms となります。

バイナリモードでの送信時間 Tsend :

(データ数が 1~242Byte の場合)

$$N_{sym} = \text{Roundup} \{ (8 * (\text{データ数} + 8) - 4 * SF + 44) / (4 * (SF - 2)), 0 \} * 5$$

$$T_{send} = (20.25 + N_{sym}) * T_{sym} \quad [\text{ms}]$$

(データ数が 243~255Byte の場合)

$$N_{sym} = \text{Roundup} \{ (8 * (\text{データ数} + 1 - 235) - 4 * SF + 44) / (4 * (SF - 2)), 0 \} * 5$$

$$T_{send} = T_{plmax} + (20.25 + N_{sym}) * T_{sym} \quad [\text{ms}]$$

(コマンドモードよりも 7Byte 分短い送信時間となります。256Byte 以上の送信が可能ですが送信時間についてはサポートしていません。)

Chip 数	拡散率 SF	Tsym (ms)	Tplmax (ms)	送信遅延時間 (ms)
128	7	16.384	8606	22~1222
256	8	32.768	14426	22~1522
512	9	65.536	24920	22~3022
1024	10	131.072	43942	22~5222
2048	11	262.144	78709	22~9372
4096	12	524.288	141689	22~22022

【補足】

SLR-429M のデータ通信は RF-IC のパケット通信機能を使用しており 1 パケットのペイロード長は、FSK モードの場合は最大 60 バイト、LoRa モードの場合は最大 250 バイトで送信しています。

コマンドモードで送信する場合、ユーザーデータのほかに機器識別コードや制御コマンド等で 15 バイト付加しているため、1 パケットで送信するデータ数は FSK の場合 45 バイト、LoRa の場合 235 バイトまでとなります。

FSK の例ですと、ユーザーデータ数が 45 バイトまでは 1 パケット、46~90 バイトなら 2 パケット・・・と、ユーザーデータを分割して送信しています。

なお、このパケットの繋がりタイミグで TXLED に“Hi”パルスが出力されます。

11.10 データ送信時間一覧表

(バイナリモードの場合はコマンドモードより7バイト短い送信時間となります。)

バイナリモード	コマンドモード	FSK	LoRa					
			128 chip	256 chip	512 chip	1024 chip	2048 chip	4096 chip
データ数(Byte)		送信時間 Tsend [ms]						
1		59.2	741	1319	2310	4620	7930	15860
2		60.9	741	1319	2638	4620	9241	15860
3		62.6	823	1483	2638	4620	9241	18481
4		64.2	823	1483	2638	5276	9241	18481
5		65.9	823	1483	2638	5276	9241	18481
6		67.6	905	1647	2966	5276	10551	18481
7		69.2	905	1647	2966	5276	10551	18481
8	1	70.9	987	1647	2966	5931	10551	21103
9	2	72.6	987	1810	3293	5931	10551	21103
10	3	74.2	987	1810	3293	5931	10551	21103
11	4	75.9	1069	1810	3293	5931	11862	21103
12	5	77.6	1069	1974	3293	6586	11862	21103
13	6	79.2	1151	1974	3621	6586	11862	23724
14	7	80.9	1151	1974	3621	6586	11862	23724
15	8	82.6	1151	2138	3621	6586	13173	23724
16	9	84.2	1233	2138	3949	7242	13173	23724
17	10	85.9	1233	2138	3949	7242	13173	23724
18	11	87.6	1315	2302	3949	7242	13173	26345
19	12	89.2	1315	2302	3949	7242	13173	26345
20	13	90.9	1315	2302	4276	7897	14483	26345
21	14	92.6	1397	2466	4276	7897	14483	26345
22	15	94.2	1397	2466	4276	7897	14483	26345
23	16	95.9	1479	2466	4604	7897	14483	28967
24	17	97.6	1479	2630	4604	8552	15794	28967
25	18	99.2	1479	2630	4604	8552	15794	28967
26	19	101	1561	2630	4604	8552	15794	28967
27	20	103	1561	2793	4932	8552	15794	28967
28	21	104	1642	2793	4932	9208	15794	31588
29	22	106	1642	2793	4932	9208	17105	31588
30	23	108	1642	2957	5259	9208	17105	31588
31	24	109	1724	2957	5259	9208	17105	31588
32	25	111	1724	2957	5259	9863	17105	31588
33	26	113	1806	3121	5259	9863	18416	34210
34	27	114	1806	3121	5587	9863	18416	34210
35	28	116	1806	3121	5587	9863	18416	34210
36	29	118	1888	3285	5587	10519	18416	34210
37	30	119	1888	3285	5915	10519	18416	34210
38	31	121	1970	3285	5915	10519	19726	36831
39	32	123	1970	3449	5915	10519	19726	36831
40	33	124	1970	3449	5915	11174	19726	36831
41	34	126	2052	3449	6242	11174	19726	36831
42	35	128	2052	3613	6242	11174	21037	36831
43	36	129	2134	3613	6242	11174	21037	39453
44	37	131	2134	3613	6570	11829	21037	39453
45	38	133	2134	3777	6570	11829	21037	39453
46	39	134	2216	3777	6570	11829	21037	39453
47	40	136	2216	3777	6570	11829	22348	39453
48	41	138	2298	3940	6898	12485	22348	42074
49	42	139	2298	3940	6898	12485	22348	42074
50	43	141	2298	3940	6898	12485	22348	42074
51	44	143	2380	4104	7225	12485	23658	42074
52	45	144	2380	4104	7225	13140	23658	42074
53	46	203	2462	4104	7225	13140	23658	44696
54	47	205	2462	4268	7225	13140	23658	44696
55	48	207	2462	4268	7553	13140	23658	44696
56	49	208	2544	4268	7553	13795	24969	44696
57	50	210	2544	4432	7553	13795	24969	44696
58	51	212	2626	4432	7881	13795	24969	47317
59	52	213	2626	4432	7881	13795	24969	47317
60	53	215	2626	4596	7881	14451	26280	47317
61	54	217	2707	4596	7881	14451	26280	47317
62	55	218	2707	4596	8208	14451	26280	47317
63	56	220	2789	4760	8208	14451	26280	49938
64	57	222	2789	4760	8208	15106	26280	49938
65	58	223	2789	4760	8536	15106	27591	49938
66	59	225	2871	4923	8536	15106	27591	49938
67	60	227	2871	4923	8536	15106	27591	49938
68	61	228	2953	4923	8536	15761	27591	52560
69	62	230	2953	5087	8864	15761	28901	52560

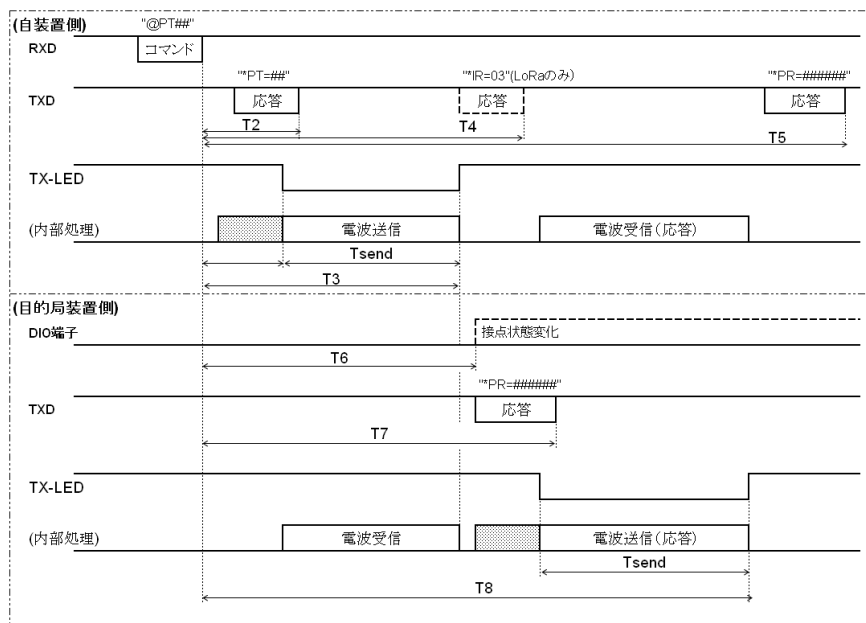
バイナリモード	コマンドモード	FSK	LoRa					
			128 chip	256 chip	512 chip	1024 chip	2048 chip	4096 chip
データ数(Byte)		送信時間 Tsend [ms]						
139	132	404	5247	8856	15417	26903	48562	89260
140	133	406	5247	8856	15417	27558	48562	89260
141	134	408	5329	9019	15417	27558	49873	89260
142	135	409	5329	9019	15745	27558	49873	89260
143	136	411	5411	9019	15745	27558	49873	91881
144	137	413	5411	9183	15745	28213	49873	91881
145	138	414	5411	9183	15745	28213	49873	91881
146	139	416	5493	9183	16073	28213	51184	91881
147	140	418	5493	9347	16073	28213	51184	91881
148	141	419	5575	9347	16073	28869	51184	94503
149	142	421	5575	9347	16400	28869	51184	94503
150	143	423	5575	9511	16400	28869	52494	94503
151	144	424	5657	9511	16400	28869	52494	94503
152	145	426	5657	9511	16400	29524	52494	94503
153	146	428	5738	9675	16728	29524	52494	97124
154	147	429	5738	9675	16728	29524	52494	97124
155	148	431	5738	9675	16728	29524	53805	97124
156	149	433	5820	9839	17056	30179	53805	97124
157	150	492	5820	9839	17056	30179	53805	97124
158	151	494	5902	9839	17056	30179	53805	99746
159	152	495	5902	10002	17056	30179	55116	99746
160	153	497	5902	10002	17383	30835	55116	99746
161	154	499	5984	10002	17383	30835	55116	99746
162	155	500	5984	10166	17383	30835	55116	99746
163	156	502	6066	10166	17711	30835	55116	102367
164	157	504	6066	10166	17711	31490	56426	102367
165	158	505	6066	10330	17711	31490	56426	102367
166	159	507	6148	10330	17711	31490	56426	102367
167	160	509	6148	10330	18039	31490	56426	102367
168	161	510	6230	10494	18039	32145	57737	104989
169	162	512	6230	10494	18039	32145	57737	104989
170	163	514	6230	10494	18366	32145	57737	104989
171	164	515	6312	10658	18366	32145	57737	104989
172	165	517	6312	10658	18366	32801	57737	104989
173	166	519	6394	10658	18366	32801	59048	107610
174	167	520	6394	10822	18694	32801	59048	107610
175	168	522	6394	10822	18694	32801	59048	107610
176	169	524	6476	10822	18694	33456	59048	107610
177	170	525	6476	10985	19022	33456	60359	107610
178	171	527	6558	10985	19022	33456	60359	110232
179	172	529	6558	10985	19022	33456	60359	110232
180	173	530	6558	11149	19022	34111	60359	110232
181	174	532	6640	11149	19350	34111	60359	110232
182	175	534	6640	11149	19350	34111	61669	110232
183	176	535	6722	11313	19350	34111	61669	112853
184	177	537	6722	11313	19677	34767	61669	112853
185	178	539	6722	11313	19677	34767	61669	112853
186	179	540	6803	11477	19677	34767	62980	112853
187	180	542	6803	11477	19677	34767	62980	112853
188	181	544	6885	11477	20005	35422	62980	115474
189	182	545	6885	11641	20005	35422	62980	115474
190	183	547	6885	11641	20005	35422	62980	115474
191	184	549	6967	11641	20333	35422	64291	115474
192	185	550	6967	11805	20333	36078	64291	115474
193	186	552	7049	11805	20333	36078	64291	118096
194	187	554	7049	11805	20333	36078	64291	118096
195	188	555	7049	11969	20660	36078	65602	118096
196	189	557	7131	11969	20660	36733	65602	118096
197	190	559	7131	11969	20660	36733	65602	118096
198	191	560	7213	12132	20988	36733	65602	120717
199	192	562	7213	12132	20988	36733	65602	120717
200	193	564	7213	12132	20988	37388	66912	120717
201	194	565	7295	12296	20988	37388	66912	120717

バイナリモード	コマンドモード	FSK	LoRa					
			128 chip	256 chip	512 chip	1024 chip	2048 chip	4096 chip
データ数(Byte)		送信時間 Tsend [ms]						
202	195	567	7295	12296	21316	37388	66912	120717
203	196	569	7377	12296	21316	37388	66912	123339
204	197	570	7377	12460	21316	38044	68223	123339
205	198	572	7377	12460	21643	38044	68223	123339
206	199	574	7459	12460	21643	38044	68223	123339
207	200	575	7459	12624	21643	38044	68223	123339
208	201	577	7541	12624	21643	38699	68223	125960
209	202	636	7541	12624	21971	38699	69534	125960
210	203	638	7541	12788	21971	38699	69534	125960
211	204	640	7623	12788	21971	38699	69534	125960
212	205	641	7623	12788	22299	39354	69534	125960
213	206	643	7705	12952	22299	39354	70844	128582
214	207	645	7705	12952	22299	39354	70844	128582
215	208	646	7705	12952	22299	39354	70844	128582
216	209	648	7786	13115	22626	40010	70844	128582
217	210	650	7786	13115	22626	40010	70844	128582
218	211	651	7868	13115	22626	40010	72155	131203
219	212	653	7868	13279	22954	40010	72155	131203
220	213	655	7868	13279	22954	40665	72155	131203
221	214	656	7950	13279	22954	40665	72155	131203
222	215	658	7950	13443	22954	40665	73466	131203
223	216	660	8032	13443	23282	40665	73466	133825
224	217	661	8032	13443	23282	41320	73466	133825
225	218	663	8032	13607	23282	41320	73466	133825
226	219	665	8114	13607	23609	41320	73466	133825
227	220	666	8114	13607	23609	41320	74777	133825
228	221	668	8196	13771	23609	41976	74777	136446
229	222	670	8196	13771	23609	41976	74777	136446
230	223	671	8196	13771	23937	41976	74777	136446
231	224	673	8278	13935	23937	41976	76087	136446
232	225	675	8278	13935	23937	42631	76087	136446
233	226	676	8360	13935	24265	42631	76087	139067
234	227	678	8360	14098	24265	42631	76087	139067
235	228	680	8360	14098	24265	42631	76087	139067
236	229	681	8442	14098	24265	43287	77398	139067
237	230	683	8442	14262	24592	43287	77398	139067
238	231	685	8524	14262	24592	43287	77398	141689
239	232	686	8524	14262	24592	43287	77398	141689
240	233	688	8524	14426	24920	43942	78709	141689
241	234	690	8606	14426	24920	43942	78709	141689
242	235	691	8606	14426	24920	43942	78709	141689
243	236	693	9347	15745	27230	48562	86639	157549
244	237	695	9347	15745	27558	48562	87950	157549
245	238	696	9429	15909	27558	48562	87950	160170
246	239	698	9429	15909	27558	49218	87950	160170
247	240	700	9429	15909	27558	49218	87950	160170
248	241	701	9511	16073	27886	49218	89260	160170
249	242	703	9511	16073	27886	49218	89260	160170
250	243	705	9593	16073	27886	49873	89260	162792
251	244	706	9593	16236	28213	49873	89260	162792
252	245	708	9593	16236	28213	49873	89260	162792
253	246	710	9675	16236	28213	49873	90571	162792
254	247	711	9675	16400	28213	50528	90571	162792
255	248	713	9757	16400	28541	50528	90571	165413
256	249	715	9757	16400	28541	50528	90571	165413
257	250	716	9757	16564	28541	50528	91882	165413
258	251	718	9839	16564	28869	51184	91882	165413
259	252	720	9839	16564	28869	51184	91882	165413
260	253	721	9921	16728	28869	51184	91882	168034
261	254	780	9921	16728	28869	51184	91882	168034
262	255	782	9921	16728	29196	51839	93192	168034

コマンドモードでは1度に255Byteまでしか送信できません。バイナリモードでは256Byte以上の送信も可能ですが時間についてはサポートしません。

注： UART のデータ入力バッファは、256 バイト以上の十分な領域を確保してありますが、RTS 制御信号を使用せずバイナリモードで長いデータを入力するとバッファオーバーとなりデータは破棄されることがあります。送信 1 回のデータ長は 256 バイト以下を推奨します。

11.11 @PT コマンドによる 接点データ送信タイミング



FSK モードの場合:

項目		応答・処理時間(ms)					
		接点固有 ID を使用しない(PI=000000)			接点固有 ID を使用する(PI=000000 以外)		
		Min	Min	Typ.	Min	Min	Typ.
"@PT##" コマンド送信							
"*PT=##" コマンドレスポンス	T2		5.9			5.9	
電波送信	Tsend		74.2			79.2	
電波送信完了	T3		79.2			84.2	
**IR=03" (送信完了)	T4						
***PR=#####" (目的局からの応答)	T5		172			182	
接点状態変化 (目的局側)	T6		80.8			85.8	
***PR=#####" (目的局側)	T7		88.6			93.6	
電波送信完了 (目的局側)	T8		163			173	

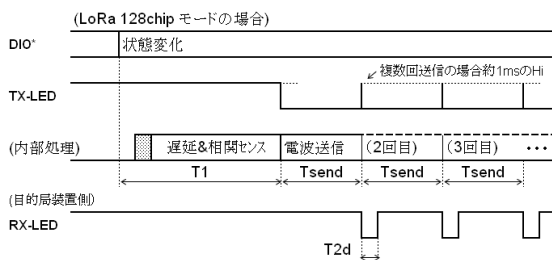
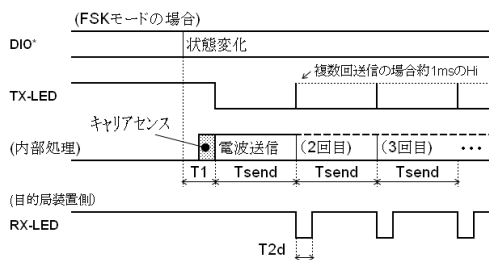
@PT..コマンドでの接点データ送信の場合の送信時間 Tsend は、
 接点通信用固有 ID を使用しない(PI=000000)場合、74.2ms(データ数=3Byte に相当)、または
 接点通信用固有 ID を使用する(PI=000000 以外)場合、79.2ms(データ数=6Byte に相当)となります。

LoRa 128chip モードの場合:

項目		応答・処理時間(ms)					
		接点固有 ID を使用しない(PI=000000)			接点固有 ID を使用する(PI=000000 以外)		
		Min	Min	Typ.	Min	Min	Typ.
"@PT##" コマンド送信							
"*PT=##" コマンドレスポンス	T2		5.6			5.6	
電波送信	Tsend		987			1151	
電波送信完了	T3	1009		2209	1173		2273
**IR=03" (送信完了)	T4	1014		2214	1178		2378
***PR=#####" (目的局からの応答)	T5	2056		2269	2384		2433
接点状態変化 (目的局側)	T6	1021		2221	1185		2385
***PR=#####" (目的局側)	T7	1029		2229	1193		2393
電波送信完了 (目的局側)	T8	2036		2249	2364		2413

@PT..コマンドでの接点データ送信の場合の送信時間 Tsend は、
 接点通信用固有 ID を使用しない(PI=000000)場合、987ms(データ数=3Byte に相当)、または
 接点通信用固有 ID を使用する(PI=000000 以外)場合、1151ms(データ数=6Byte に相当)となります。

11.12 @PM01~@PM05 接点状態変化による送信タイミング

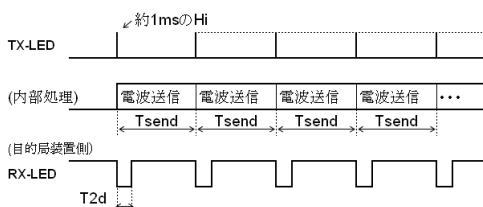


項目		応答・処理時間(ms)		
		Min	Typ.	Max
DIO*変化後の送信遅延	T1	4		24
送信時間 : 1~5 回繰り返し (TX-LED "Lo"出力)	Tsend	74.2 / 79.2		
RX-LED 応答(受信時 Lo)	T2d		14.8	

項目		応答・処理時間(ms)		
		Min	Typ.	Max
DIO*変化後の送信遅延	T1	28		1248
送信時間 : 1~5 回繰り返し (TX-LED "Lo"出力)	Tsend	987 / 1151		
RX-LED 応答(受信時 Lo)	T2d		100	

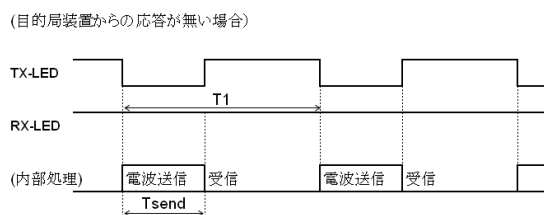
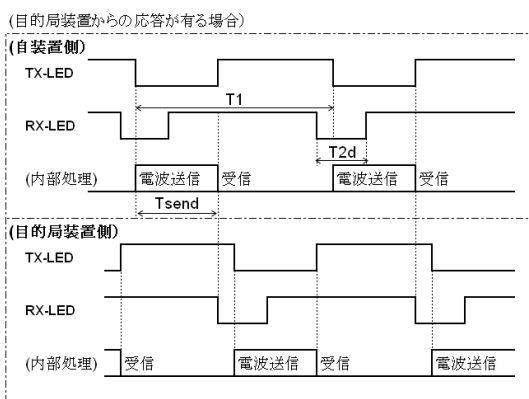
送信時間: Tsend は、接点通信用固有 ID を使用しない(PI=000000)、使用する(PI=000000 以外)の場合で変化します。
(固有 ID を使用しない場合はコマンドモードのデータ数=3バイト、使用する場合は同データ数=6 バイトに相当します。)

11.13 @PM10 接点状態の単行連続送信でのタイミング(FSK モードのみ)



項目		応答・処理時間(ms)		
		Min	Typ.	Max
送信の繰り返し周期	Tsend	74.2 / 79.2		
RX-LED 応答(受信時 Lo)	T2d		14.8	

11.14 @PM20 接点状態の双方向連続送信でのタイミング(FSK モードのみ)



項目		応答・処理時間(ms)		
		Min	Typ.	Max
送信時間	Tsend	74.2 / 79.2		
送受信周期	T1	168 / 178		
RX-LED 応答(受信時 Lo)	T2d		14.8	

項目		応答・処理時間(ms)		
		Min	Typ.	Max
送信時間	Tsend	74.2 / 79.2		
送受信周期	T1		200	

ご連絡・お問い合わせ先

各種お問い合わせは、弊社営業部まで下記のいずれかの方法でご連絡ください。
また弊社ホームページ(<http://www.circuitdesign.jp/>)には技術情報ならびに新しい情報、Q&Aなどが掲載されていますのでご利用ください。

- インターネットメール
販売に関するお問い合わせ: sales@circuitdesign.jp
技術的なお問い合わせ: technical@circuitdesign.jp
宛先: 営業部
- 電話
電話番号: 0263-82-1024
担当部署: 営業部
受付時間: 9:00 ~ 17:30(平日)
- FAX
FAX 番号: 0263-82-1016
宛先: (株)サーキットデザイン 営業部
- 郵便
郵便番号: 399-8303
住所: 長野県安曇野市穂高 7557-1
宛先: (株)サーキットデザイン 営業部

改版履歴

Version	Date	Description	Remark
0.8	July 2016	暫定版	
0.91	Dec.2016	暫定版 コマンド追加、エラーコード変更・追加	
1.0	Mar.2017	初版	
1.1	June 2017	FWバージョンアップに伴う追加機能の記載	
1.2	Sep. 2018	誤記修正、P29 リンク先変更	

本書に記載されているシリアル通信の仕様は、改善のため予告なく変更されることがあります。

本書の著作権は、株式会社サーキットデザインに帰属します。本書の一部または全部を当社に無断で転載、複製、改変などを行うことは禁じられています。