

特定小電力シリアルデータ伝送無線モデム

MU-3-1216

1216MHz 帯



マニュアル
Version 1.2 (Aug. 2019)

- ・ 本製品の取扱いには、電気および無線の専門知識を必要とします。
- ・ ご使用の前に、本書を必ずお読みになり、内容を理解したうえで正しく安全にお使いください。
- ・ 本書は必ず保管してください。

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>

重要事項

- ・本製品は、電波衝突や故障により通信が途絶えデータが出力されない場合や、予期しないデータが出力される可能性があります。このような場合でも事故が起こらないように適切なデータ処理を行ってください。
- ・本製品は、医療機器、原子力施設機器、航空機器、交通関連機器など、ひとたび事故が起こると生命、財産に関わる重大な損害を与えるおそれのあるシステムには使用しないでください。
- ・本製品を組み込んだお客様の製品に起因して発生したいかなる損害に対しても、弊社では一切の責任を負いません。
- ・本製品の仕様、デザインなどは改良のため予告なしに変更することがあります。
- ・本マニュアルでは、型式名'MU-3-1216'を'MU-3'と記述とすることがあります。

安全にお使いいただくために

このたびは、特定小電力機器のシリアルデータ伝送無線モジュール MU-3-1216 をご購入いただきありがとうございます。本製品の誤った取り扱いによる事故を未然に防ぐために、マニュアル中に示す「警告マーク」および「注意マーク」の意味を十分理解していただき必ずお守りください。

警告マークおよび注意マーク表示について



警告

この表示の警告事項を無視して本製品の取り扱いをすると、本製品が誤動作し、人命、身体に関わる死傷事故、財産に対する損害事故が生ずる可能性があります。
また、法律違反になる場合があります。
弊社では、このことに起因するいかなる損害に対しも一切の責任を負いません。



注意

この表示の注意事項を無視して本製品の誤った取り扱いをすると、本製品が破損したり通信不能や誤動作する場合があります。
弊社では、このことに起因するいかなる損害に対しも一切の責任を負いません。

目 次

第1章 MU-3について	8
1.1 概要	8
1.1.1 特徴	8
1.1.2 用途	8
1.2 ブロック図	9
1.3 制御方法例	10
1.3.1 例 1) 埋め込み型 CPU で制御	10
1.3.2 例 2) RS232C で制御	10
第2章 仕様および図面	11
2.1 主な仕様	11
2.1.1 一般仕様	11
2.1.2 UART インターフェース仕様	12
2.2 端子仕様	13
2.3 チャネルプラン	15
2.4 寸法図	16
2.4.1 外形寸法図	16
2.4.2 基板孔明け寸法図	16
第3章 ユーザシステムの設計方法	17
3.1 基板設計にあたって	17
3.2 アンテナについて	18
3.3 その他	18
第4章 使い方	19
4.1 通信概念	19
4.1.1 無線局の種類とリンクパラメータ	19
4.1.2 データ送信の基本	20
4.1.3 データ送信コマンドについて	21
4.1.4 リンクパラメータについて	22
4.1.5 リンク成立条件	22
4.2 システムの構築(中継機能を使用しない場合)	23
4.2.1 グループ内通信(1:N システム、N:N システム)	23
4.3 システムの構築(中継機能を使用する場合)	24
4.3.1 ルートレジスタのルート情報で送信	24
4.3.2 データ送信コマンドに記述したルート情報で送信	24
4.3.3 1:N 中継システム	25
4.4 モード	26
4.4.1 コマンドモード	26
4.4.2 テキストモード(試験用)	26
4.4.3 バイナリーモード(試験用)	26
4.4.4 モード設定	27
4.5 キャリアセンス	28
4.5.1 キャリアセンスについて	28
4.5.2 キャリアセンス結果を利用する場合	28
4.6 リセット	29
4.7 イニシャライズ	29
4.8 使用チャネルの変更	29
4.9 スタンバイモード	30
4.10 空中線電力低下装置設定	30
第5章 コマンド、レスポンス、レシーブ	31
5.1 コマンド、レスポンス、レシーブについて	31
5.2 コマンド、レスポンス、レシーブ一覧	35
5.2.1 データ送信コマンドとデータ送信レスポンス	35

5.2.2 データレシーブ	35
5.2.3 コントロールコマンドとコントロールレスポンス	36
5.2.4 モニタコマンド と モニタレスポンス.....	36
5.2.5 テストコマンド と テストレスポンス.....	36
5.2.6 拡張コマンド と 拡張レスポンス.....	37
5.2.7 レシーブレスポンス.....	37
5.2.8 ACKレスポンス	37
5.2.9 インフォメーションレスポンス	37
5.2.10 エラーレスpons	37
5.3 設定値記憶コマンドオプション	38
5.4 コマンド、レスポンス、レシーブ詳細	39
5.4.1 データ送信コマンド と 各種レスポンス、データレシーブ	39
5.4.2 コントロールコマンド と コントロールレスポンス	47
5.4.3 モニタコマンドと各種レスポンス	54
5.4.4 テストコマンド と 各種レスポンス	57
5.4.5 拡張コマンド と 各種レスポンス	59
5.4.6 レシーブレスpons	64
5.4.7 ACK レスpons	64
5.4.8 インフォメーションレスpons	64
5.4.9 エラーレspons	65
第6章 プログラム開発方法	67
6.1 ユーザ処理の概要	67
6.2 MU-3 の動作について	68
6.3 コマンド送信処理	69
6.3.1 コマンドの発行	69
6.3.2 データ送信コマンドの発行	69
6.3.3 コマンドの連続発行	70
6.3.4 コマンドの連続発行(レスポンスを無視する場合)	70
6.4 レスpons、レシーブ処理	71
6.4.1 レスpons、レシーブについて	71
6.4.2 レスpons、レシーブ書式	71
6.4.3 レスpons、レシーブタイプ	71
6.4.4 レスpons、レシーブの処理	72
6.5 エアーモニタ機能の実現	74
6.6 通信のためのフィールド状況の把握	75
6.6.1 発信局 RSSI 測定	75
6.6.2 目的局 RSSI 測定	75
6.6.3 パケット試験	75
6.7 データ送信の実現	76
6.7.1 データの送り込み方	76
6.7.2 MCA 方式について	76
6.8 バイナリーモードでの運用	77
6.8.1 モードについて	77
6.8.2 新規開発する場合	78
6.8.3 既存の機器のデータ線だけ使用する場合	79
6.8.4 バイナリーモードの使用条件	79
第7章 タイミング	80
第8章 その他	85
8.1 MU-3 評価プログラム	85
8.2 ハイパーテーミナルを使った評価方法	86
8.2.1 ハイパーテーミナルの設定	86
8.2.2 使用上の注意	86

警告と注意



警告

- ◆ 本製品は、人命や身体、財産に関わる重大事故の発生するおそれのある設備や機器としての使用や、それらに組み込んで使用しないでください。また、それら施設の周辺で使用しないでください。
 - ☒ 電波による誤動作を引き起こす可能性がある医療機器の近くでは使用しないでください。
 - ☒ 航空機、原子炉施設などの重要施設等での使用はしないでください。
 - ☒ 本製品を使用したシステムを設計する場合は誤動作防止、火災発生対策など安全設計をしてください。
 - ☒ 軍事目的(武器、テロ行為)や、軍事関連施設では使用しないでください。
- ◆ 本製品を分解、改造をしないでください。電波法で禁止されています。
- ◆ 海外では使用しないでください。
本製品は、日本国内仕様となっています。本製品を日本国外で使用するとその国の電波に関する法律に違反する可能性があります。
- ◆ 本製品を使用するシステム、機器の安全対策を十分に行ってください。
本製品は電波を使用しており、電波の到達距離範囲内であってもマルチパスフェージングや外来ノイズの影響で通信が途切れる場合があります。その場合でもシステムが常に安全を保つように考慮してください。
- ◆ 以下のような環境あるいは、本製品仕様の範囲を越えた場所や状況では使用しないでください。
 - ☒ 振動や衝撃が加わる場所
 - ☒ 高温、低温になる場所や温度差が急激に変化する場所
 - ・閉め切った車内、ストーブ、ヒータ、冷凍庫、本体の放熱を妨げる場所など
 - ☒ 湿度や水気が多い場所
 - ・浴室、台所の流しや湯気の当たる場所、雨や雪のかかる屋外
 - ☒ 直射日光が当たる場所
 - ☒ 強い電波や磁力、静電気が発生する場所
 - ・無線機、無線局、磁石、スピーカなど
 - ☒ 腐食性ガスの発生、化学物質の付着するおそれのある場所
 - ☒ 製品の定格や仕様の範囲を超えた使い方はしないでください。
- ◆ 以下のような取り扱いは絶対にしないでください。
 - ☒ 本製品を落としたり、衝撃を加えないでください。
 - ☒ 本製品の上には、重い物、液体などを置かないでください。
 - ☒ アンテナは曲げたり、折ったりしないでください。
 - ☒ 本製品内に金属などの異物が入らないようにしてください。
- ◆ 電源供給線の誤配線が無いようにしてください。
- ◆ 手や体が電源部に接触すると感電することがあります。絶対にしないでください。
- ◆ 煙が出たり異臭がした場合は直ちに電源供給を停止し使用を中止してください。



注意

- ◆ 本製品は周囲に金属物の無い場所に設置してください。通信性能が劣化します。
- ◆ 本製品を長期間使用しない場合は、購入時の箱に入れて保管してください。
- ◆ 本書の内容のコピー、転載は無断で行わないでください。著作権法により禁止されています。

電波法に関する警告事項



警告

本製品は、電波法に基づく特定小電力機器のシリアルデータ伝送無線モジュールとして技術基準適合証明を受けていますが、必ず次のことを守ってお使いください。

- ◆ 分解、改造をしないでください。法律で禁止されています。
- ◆ 技術基準適合ラベルは剥がさないようにしてください。ラベルのないものは使用が禁止されています。
- ◆ この製品は混信防止機能として識別符号自動送受信機能を搭載しており、他のシステムに影響を与えません。
- ◆ 1200MHz 帯の MU-3 は外国の電波法には適合していません。日本国内でのみ使用可能です。
- ◆ This product is for use only in Japan.

製品保証について

本製品の保証期間は、ご購入の日から1年間です。保証期間を過ぎた場合は有償修理となります。
ただし、「警告と注意」の項に掲げた環境や使用状況での故障は有償修理となります。

製品修理について

本製品の正しいご使用方法にも関わらず発生した故障に対し、製品の保証期間中（ご購入後 1 年間）は無償で修理いたします。保証期間を過ぎている場合は有償修理となります。
修理に出す前には、もう一度故障状況をご確認いただき、弊社営業部までご連絡をお願いします。修理品は宅配便などで弊社営業部までご送付ください。

修理内容の明記

修理に出す場合は、必ず故障の内容や状況を具体的に明記し、修理品と一緒に送ってください。

修理料金について

修理料金は、技術料、部品代、送料で構成されます。

送料について

- ・保証期間内： 送付、返送費用は弊社負担とさせていただきます。
- ・保証期間外： お客様の負担となります。

出張修理

出張修理は行いません。

故障状況の確認

故障内容に関し、弊社ホームページの製品別FAQに同様な事例がないか確認してください。

製品の製造中止について

諸々の理由によりやむを得ず本製品の製造を中止することがあります。製造中止の案内は弊社ホームページに掲載いたします。なお、本製品の補修用性能部品は製造中止後5年間保有しています。
製品保証期間を過ぎたものは有償修理となります。弊社営業部にお問い合わせください。

※補修用性能部品：本製品の機能を維持するために必要な交換部品あるいは交換基板のことです。

ご連絡、お問い合わせ先

各種問い合わせは、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web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覧ください。

※Eメールによるお問い合わせが、簡潔で間違いが無く、内容が伝えやすいのでとても便利です。

※技術的なお問合せは、開発環境や問題となっている事柄などを具体的にまとめてからご連絡ください。

■ インターネットメール

Eメールアドレス： sales@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
宛名： (株)サーキットデザイン 営業部

ホームページ

弊社webには製品に関する技術情報ならびに新着情報、Q&Aなどが掲載されていますのでご覧ください。
また、関連ファイルをダウンロードすることができます。

web URL: <http://www.circuitdesign.jp/>

第1章 MU-3について

1.1 概要

MU-3は技術基準適合証明を取得した特定小電力シリアルデータ伝送無線モジュール装置です。

シンプルな専用コマンドを用意しており、無線部のコントロールを意識することなく、データの送受信プロトコル設計に専念することができます。

データの送受信やコマンド発行のインターフェースには、ワンチップCPUのUART^{*1}インターフェースやコンピュータのRS232Cフォーマットインターフェースを採用し、ユーザシステムの早期開発を可能にしています。^{*2}

また、ユーザシステムにおける高周波部の設計トラブルを最小限にするために最適化設計されています。

中継機能を使用して、離れた場所にある機器のデータを収集したりコントロールを行なうことができます。

重要

ケーブル接続された既存のRS232Cシステム機器間の通信を、そのままMU-3で無線に置き換えることは基本的にはできません。ハードウェアおよびソフトウェアの新規開発が必要です。

※ *1 UART(Universal Asynchronous Receiver Transmitter)

※ *2 開発・評価用としてD-Sub9pinコネクタ付きRS232Cインターフェースボード(MU3-RS2-1216)等があります。

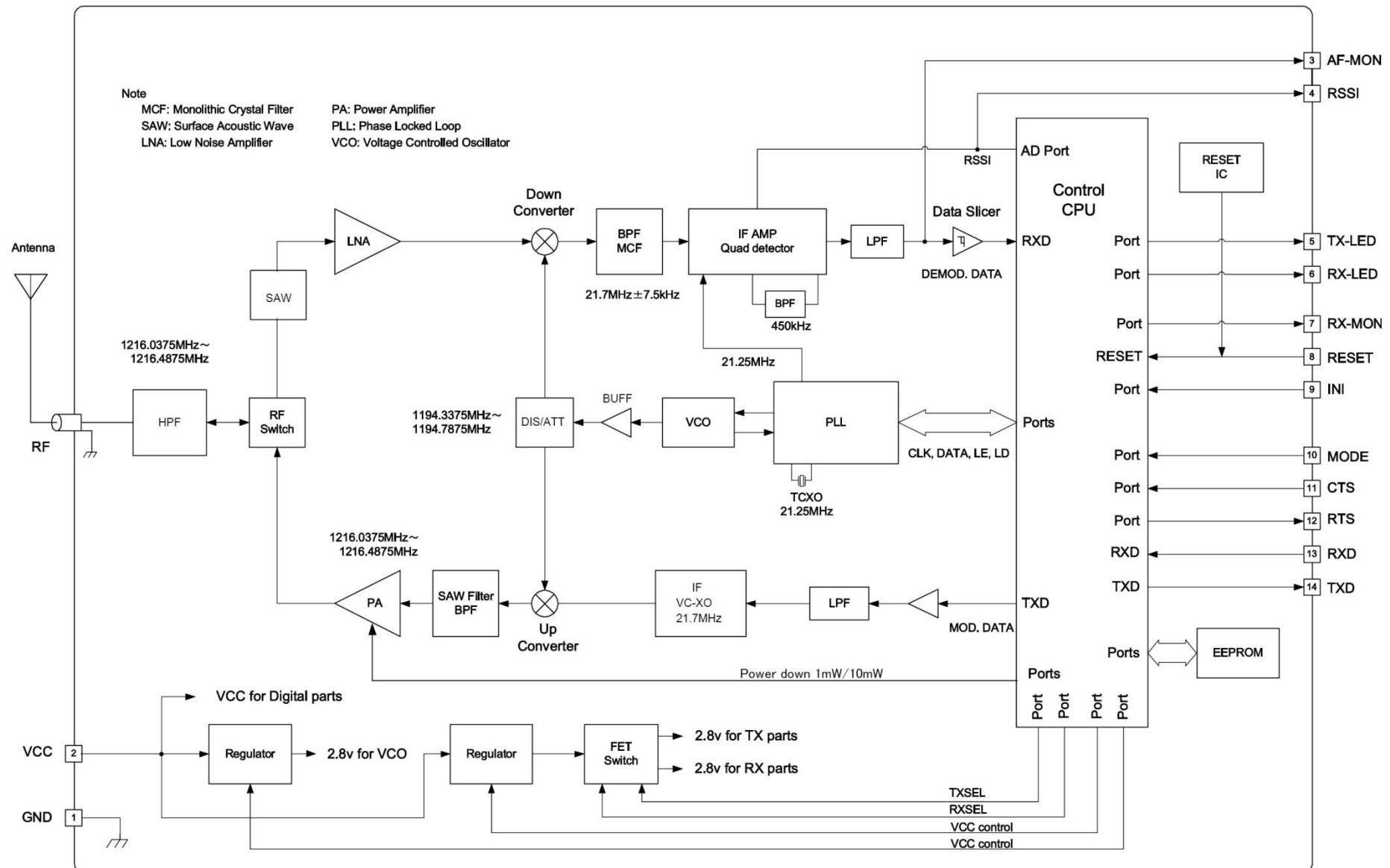
1.1.1 特徴

- 技術基準適合証明取得済みです
- シンプルに体系化されたコマンドによりシリアルデータ送信ができます
- 通信レンジが広く、安定動作します
- コンパクトサイズにトランシーバ機能を実現しました
- 低電圧、低消費電流動作が可能でバッテリー動作アプリケーションにも最適です
- 埋めこみ型CPUが一般的に搭載しているUARTインターフェースを採用しています
- ユーザシステム基板で安定動作するように高周波回路が最適化設計されています
- リンクパラメータを適宜設定しながら1:1、1:N、N:Nシステムが構築できます。
パラメータには'ユーザID'、'グループID'、'機器ID'、'ルート情報'などがあります。
- 中継局を最大10台まで使用し長距離通信ができます。
- 各中継局にユーザデータを出力することができます。
- 目的局および発信局の電波状況やフィールドノイズを手元で把握することができます。
- 3種類のスタンバイモードでシステムの省電力化が可能です。
- データパケットのRSSI情報でフィールド状況がリアルタイムに確認ができます。
- 出力パワー(空中線電力)を10mWから1mWに低下させる機能があります。

1.1.2 用途

- シリアルデータ送信
エネルギーモニタ、データ監視装置、ハンディターミナル、バーコードリーダー
- テレコントロール
建設機械のリモートコントロール、表示装置、モーター制御、リフター
FA機器のリモートコントロール
- テレメーター
河川、ダムの水位モニタ、温度湿度計、雨量計、圧力計、電圧計、電流計

1.2 ブロック図



1.3 制御方法例

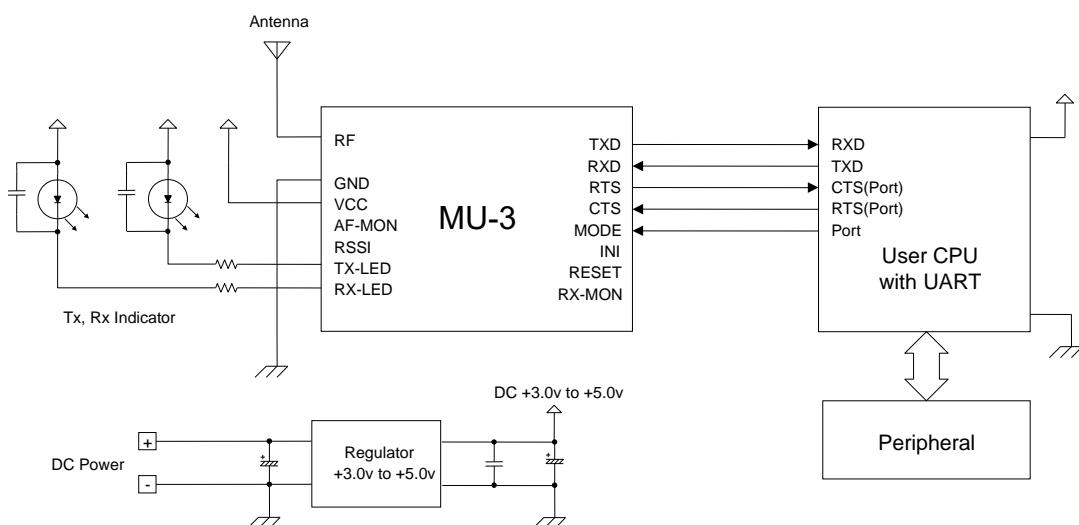
MU-3 の VCC 端子は搭載 CPU の電源に直接接続されています。供給する電源は必ずレギュレートした DC+3.0V ~ +5.0V の範囲の電圧としてください。

MU-3 は RTS、CTS を使用したハードウェアフロー制御を行うことを基本としていますが、ハードウェアフロー制御を行わず 3 線式でコントロールすることも可能です。この場合 CTS 端子を Low レベルにしてください。また送受信タイミングには十分注意してください。

例 1、例 2 ともコントロール電圧の違いを除いて基本的に同じ使い方です。

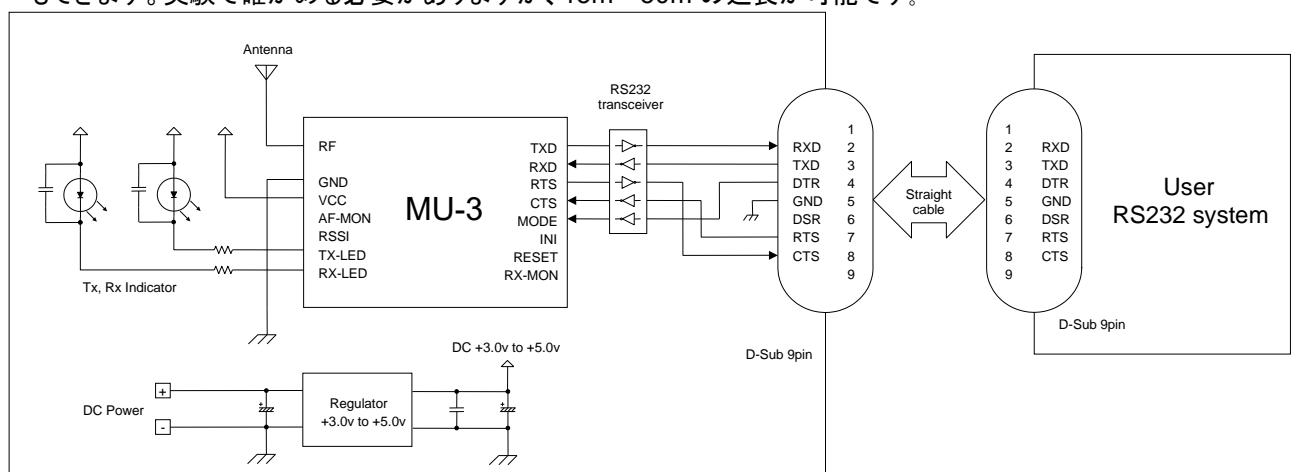
1.3.1 例 1) 埋め込み型 CPU で制御

1. UART 付きの埋め込み型 CPU で直接 MU-3 をインターフェースすることができます。
2. MU-3 は単体として高周波部の特性を十分引き出すように設計されているので、ユーザ基板の設計が簡単になります。



1.3.2 例 2) RS232C で制御

1. コンピュータの RS232C ポートを使用して Windows などの OS 上プログラムを新規開発することができます。この場合、RS232C トランシーバを使用してください(既存システム機器のプログラムは動作しません)。
2. ケーブルから MU-3 に電源を供給することで、無線部をユーザシステムから分離して最適環境に設置することもできます。実験で確かめる必要がありますが、15m~50m の延長が可能です。



※D-Sub コネクタの 1 番ピンを利用して電源を供給することもできます。

※評価プログラムを使用するには DSR 信号線を High レベルにする必要があります。

第2章 仕様および図面

2.1 主な仕様

2.1.1 一般仕様

温度条件: +25°C ±5°C、標準値

項目	仕様	備考
技術基準	ARIB 標準規格 STD-T67	
電波型式	F1D	
空中線電力	10mW +20% -50% 以内 1mW(空中線電力低下装置使用時)	+5°C ~ +35°C コンタクト(50Ω) コマンドにより切り替え
周波数安定度	±2.5ppm 以内	-10°C ~ +55°C
アンテナ	専用アンテナを選択	専用アンテナ以外は電波法違反
通信方式	単信または単向	
変調方式	2 値 FSK	
発振方式	PLL シンセサイザ方式	
無線間通信速度	9600bps	
周波数範囲	1216.0375MHz ~ 1216.4875MHz	
チャネル数	19ch	ch 間隔 25kHz
受信時副次発射強度	-60dBm 以下	
受信感度	-102dBm	パケットエラー率 0.1% (1パケット=255 バイト)
キャリアセンス	-100dBm 以上で送信しないこと	
使用温度	-20°C ~ +65°C	温度条件によって到達距離は変動します。
使用湿度	80%RH 以下	結露無きこと
保存温度	-25°C ~ +70°C	
保存湿度	80%RH 以下	結露無きこと
動作電源電圧	3.0V 以上 ~ 5.0V 以下	絶対最大定格電圧 5.5V
消費電流	10mW 時 送信: 55mA 受信: 35mA 1mW 時 送信: 43mA 受信: 35mA	電源電圧 3V 時
スタンバイモード1消費電流	18mA	電源電圧 3V 時
スタンバイモード2消費電流	1.5mA	電源電圧 3V 時
スタンバイモード3消費電流	15μA	電源電圧 3V 時
EEPROM 書換え回数	100,000 回	データ保持時間: 約 10 年
外形寸法	50mm × 30mm × 9mm (W × D × H)	アンテナ含まず。H は取付面からの高さ。
本体重量	23.5g	

参考データ

*実効無線間通信速度: 約 6800bps 条件: 单向通信、エラー訂正無し、25°C

*到達距離: 約 600m 条件: 单向通信、エラー訂正無し、25°C、見通し距離、地上高 1.5m、アンテナ垂直

*12dB/SINAD 受信感度: -115dBm 条件: AF-MON 端子にて測定、1kHz Dev=±2.5k CCITT FILTER

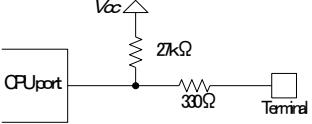
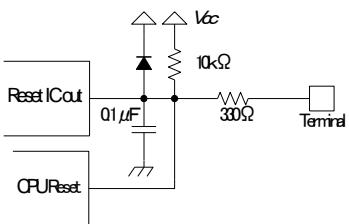
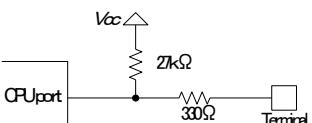
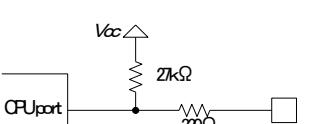
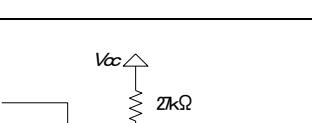
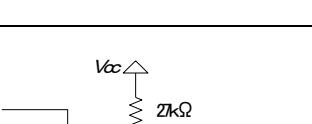
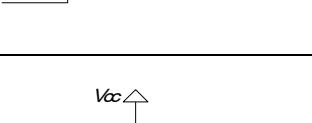
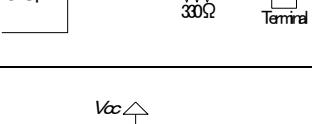
2.1.2 UART インターフェース仕様

通信方式	シリアル通信(RS232C フォーマット)
同期方式	調歩同期(非同期)
データスピード	1200/2400/4800/9600/19200/38400/57600 bps
フロー制御	RTS/CTS ハードウェアフロー制御
他パラメータ	データ長 8bit、パリティ、ストップビット 1 or 2

2.2 端子仕様

- ◇ MU-3 は UART の入出力ポート(TXD 端子および RXD 端子)を使い、シリアルデータ形式でユーザデータの送信を行ないます。
- ◇ RS232C に接続するためにはレベル変換が必要です。RS232C の DSR 信号はユーザ基板で対応してください。
- ◇ 各端子の機能は下表の通りですが使用しない端子はオープンにしてください。
- ◇ 本機で使用しているコントロール CPU は CMOS 構造のルネサス μPD78F0537GA です。Low レベルと High レベルの閾値は電源電圧 V_{DD} に対して $V_{DD} \times 0.2$ 、High レベルは $V_{DD} \times 0.8$ です。

端子 No.	端子名称	I/O	端子説明	内部回路
-	RF	I/O	MMCX コネクタ(メス)のアンテナ端子です。	
1	GND	I	GND	
2	VCC	I	電源端子です。 供給電圧は DC+3.0V～+5.0V 以下の安定化電源としてください。 定格以上の電圧をかけるとユニット内の半導体が破壊します。	
3	AF-MON	O	復調信号をオシロスコープでモニタするための端子です。 通常は何も接続しないでください。	
4	RSSI	O	受信信号強度インジケータ(Received Signal Strength Indicator) 出力端子です。 通常は何も接続しないでください。	
5	TX-LED	O	送信モニタ LED 用端子でデータ送信時に点灯します。 信号線には内部に 1kΩ の抵抗が入っています。外部抵抗で LED 電流は 1mA 以内としてください。 また、LED に並列に 470pF の積層セラミックコンデンサをつけてください。	
6	RX-LED	O	受信モニタ LED 用端子で有効データを受信している時に点灯します。 信号線には内部に 1kΩ の抵抗が入っています。外部抵抗で LED 電流は 1mA 以内としてください。 また、LED に並列に 470pF の積層セラミックコンデンサをつけてください。	

端子 No.	端子名称	I/O	端子説明	内部回路
7	RX-MON	O	データ受信時の内部状態をオシロスコープでモニタするためのメーカー用端子です。通常はオープンにしてください。	
8	RESET	I	CPUリセット端子です。 1ms期間Lowレベルにすると内部CPUがリセットされます。 通常はオープンにしてください。	
9	INI	I	CPU内部設定値初期化端子です。 Lowの状態で電源を投入すると初期化されます。初期値は電源の再投入で有効になります。	
10	MODE	I	コマンドモードとバイナリーモードあるいはテキストモードの切り替えを行います。 Highの時はコマンドモード、Lowの時はバイナリーモードあるいはテキストモードです。	
11	CTS	I	ハードウェアフロー制御信号入力端子です。 Lowの時にビジーではないと判断しTXD端子からデータを送信します。 Highの時にはビジーであると判断しデータを送信しません。	
12	RTS	O	ハードウェアフロー制御信号出力端子です。 内部状態がビジーではない場合はLowとなり、RXD端子でデータを受信できます。内部状態がビジーの場合はHighとなり、データを受信できません。	
13	RXD	I	シリアルデータ受信端子です。	
14	TXD	O	シリアルデータ送信端子です。	

※ 端子仕様は予告なく変更する場合があります。

2.3 チャネルプラン

MU-3 が使用できる周波数チャネルは 1200MHz 帯の 2 チャネル～20 チャネルです。
チャネル設定は'@CH'+'チャネル番号'形式のコマンドを使用します。

例: 使用チャネルを 15 チャネルに設定する
'@CH'に続き使用チャネルを 2 文字の ASCII 文字(16 進数値)で指定してください。

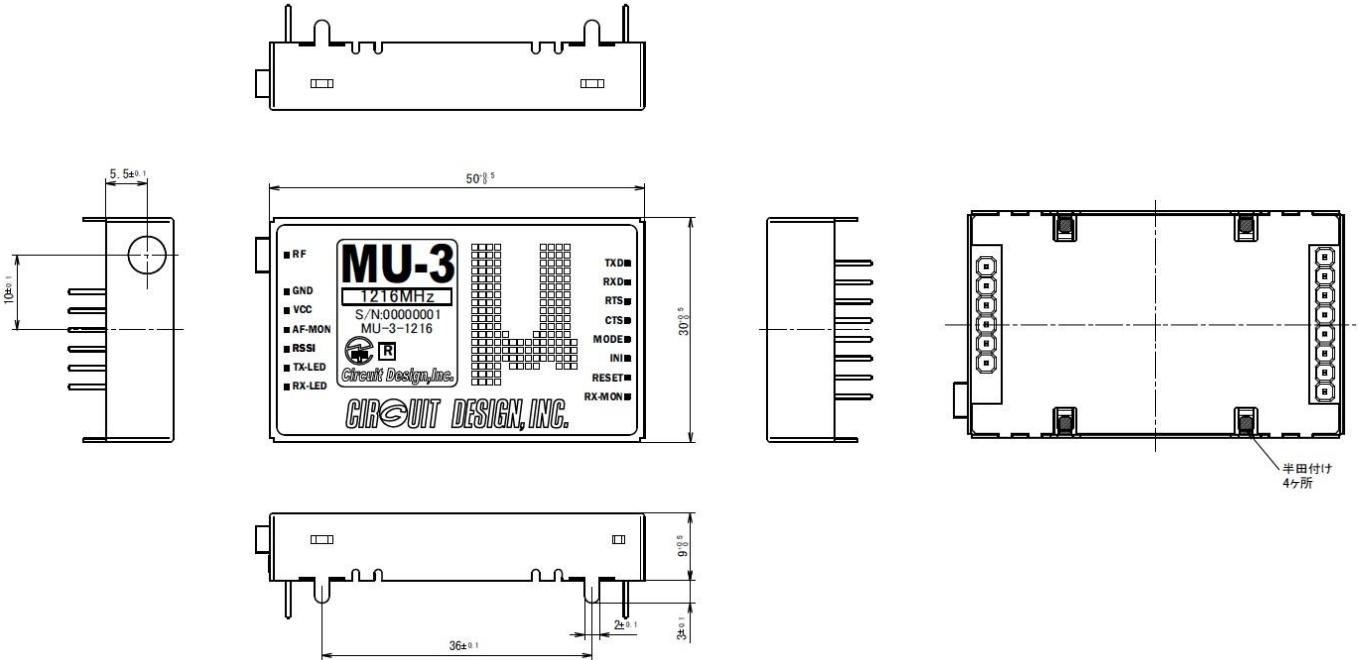
コントロールコマンド: @CH 0F CRLF
コントロールレスポンス: * CH = 0F CRLF

MU-3-1216					
チャネル	周波数	チャネル	周波数	チャネル	周波数
Dec. (Hex)	MHz	Dec. (Hex)	MHz	Dec. (Hex)	MHz
2(02)	1216.0375*	9(09)	1216.2125	16(10)	1216.3875
3(03)	1216.0625	10(0A)	1216.2375	17(11)	1216.4125
4(04)	1216.0875	11(0B)	1216.2625	18(12)	1216.4375
5(05)	1216.1125	12(0C)	1216.2875	19(13)	1216.4625
6(06)	1216.1375	13(0D)	1216.3125	20(14)	1216.4875
7(07)	1216.1625	14(0E)	1216.3375		
8(08)	1216.1875	15(0F)	1216.3625		

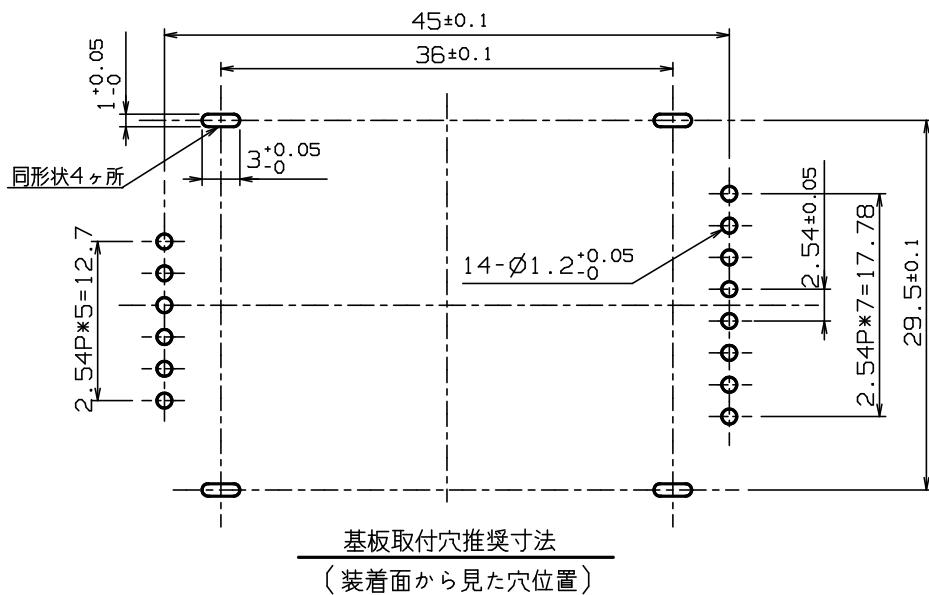
* デフォルトチャネル

2.4 寸法図

2.4.1 外形寸法図



2.4.2 基板孔明け寸法図

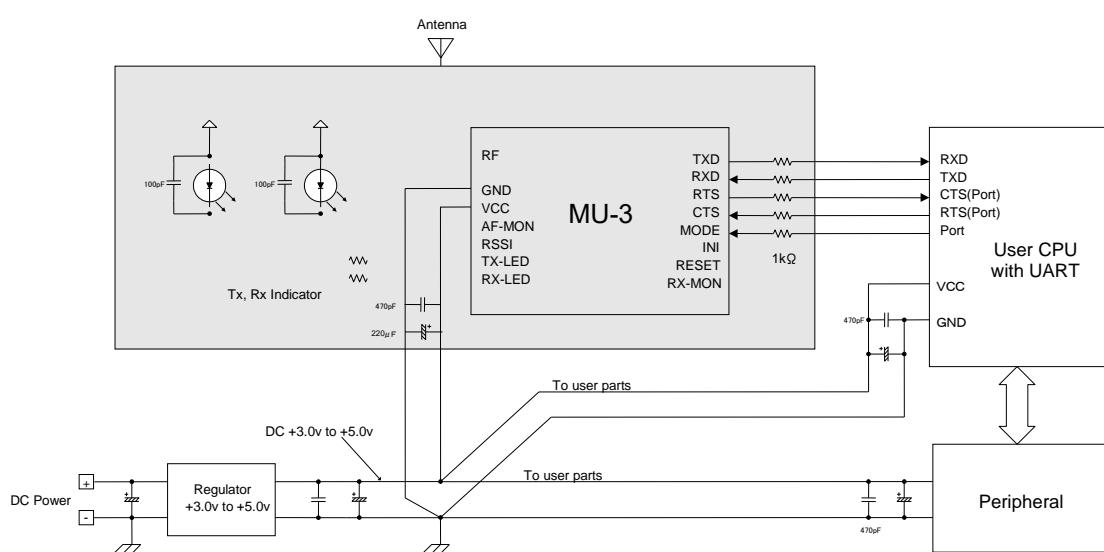


第3章 ユーザシステムの設計方法

3.1 基板設計にあたって

本モジュールをユーザシステムに組み込む場合は、基板設計、筐体設計に十分注意してください。

1. MU-3 に使用する電源は直流安定化電源が必要で、電圧範囲は+3.0V～+5.0V です。電流は送信時に約 70mA 必要です。MU-3 とユーザシステム CPU は必ず同じ電圧でコントロールしてください。
内部の高周波部はレギュレートされていますが、CPU 部の電源は各種ユーザシステム電圧に対応するため VCC 端子に直接接続されています。このため使用する電圧範囲には十分注意してください。
2. UART 関連のコントロール信号線には、 $1k\Omega$ の抵抗あるいは $0.33\mu H$ のインダクタを挿入してください。挿入箇所はコネクタピンの直近としてください。
3. 本機を搭載する基板はなるべく両面基板とし、本機下部(基板の上面)は十分な面積の GND パターン(GND プレーン)を設け、信号線は基板下面にしてください。
4. MU-3 の電源ラインをシステムの他の回路(CPU 等)の電源ラインと共に使用すると誤動作の原因となり十分な性能が発揮されません。
MU-3 に供給する電源は必ずシステムの電源回路から単独ラインとし、受電点にバイパスコンデンサーを取り付けてください。バイパスコンデンサーの容量は $220\mu F$ 程度の電解コンデンサーと $470pF$ の積層セラミックコンデンサーを取り付けてください。
5. LED 用端子はコネクタピンの直近に抵抗を入れ、LED 電流を $1mA$ 以下に制限して使用してください。なお、この端子には内部に $1k\Omega$ の抵抗が直列に入っています。輝度が足りない場合はドライバ回路を設けてください。TX-LED、RX-LED 端子に接続する LED には $100\sim470pF$ 程度の積層セラミックコンデンサを並列に取り付けてください。
6. AF-MON、RSSI、RX-MON 端子には何も接続しないでください。
7. 本ユニットに入る信号線はできる限り短くしてください。



3.2 アンテナについて

MU-3 のアンテナは弊社が指定する専用アンテナをご使用ください。専用アンテナ以外を使用した場合は電波法違反になりますのでご注意ください。また MU-3 とアンテナ間に増幅器の設置やアンテナの改造(切断等)を行った場合も電波法違反となります。

アンテナの種類および接続方法、接続ケーブルについては弊社の web をご覧いただか、弊社営業部までお問合せください。

3.3 その他

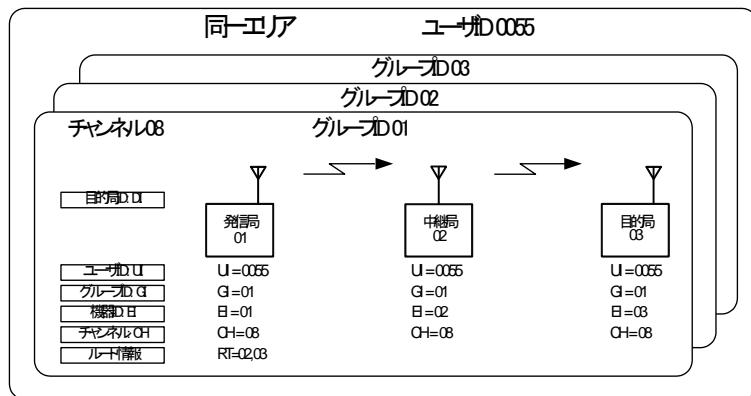
1. 組み込み機器を含めて、ノイズ発生源からできるだけ離す工夫をしてください。
2. MU-3 を手で覆ったりすることのない配置としてください。
3. 本ユニットは防水構造ではありません。アンテナを外部に出して使用する場合は水滴が浸入しない構造にしてください。
4. 本マニュアルの“警告と注意事項”に従った環境で使用してください。

第4章 使い方

4.1 通信概念

4.1.1 無線局の種類とリンクパラメータ

MU-3 で通信を行なう場合、発信局から目的局へ向けてデータを送ります。場合によっては間に中継局を配置しデータを中継することができます。また、他システムとの衝突を避け独立性を保つために、システムや各無線局を識別するリンクパラメータの設定が必要になります。



1. 発信局、中継局、目的局について

- ・発信局** 発信局は文字通りデータを発信する無線局のことです。
- ・中継局** 中継局はそのデータを中継し目的局まで届けます。中継局はデータのバッファリングや再送などの動作は一切行わず、単純に目的局まで一気に送ります。中継局は最大 10 局設置できます。
- ・目的局** データを受信する側の無線局です。目的局は受け取ったデータをユーザコントローラに出力します。発信局からのコマンドによっては、データを処理したことを示す ACK データや、RSSI(受信信号レベル)データなどを発信局に向けて送り出すことがあります。

2. リンクパラメータについて

無線局間の通信を成立させるためにはリンクパラメータの初期設定が必要です。

・UI:ユーザ ID

MU-3 ユーザに与えられるユーザ識別用 ID です。

ユーザシステム内にある全ての機器は同じユーザ ID に設定しないと通信できません。

・GI:グループ ID

グループ ID はユーザシステム内のグループを識別する ID です。グループ内の全ての無線局は同じグループ ID に設定します。

・EI:機器 ID

各無線局を識別するための機器ごとの個別 ID です。データ送信コマンドはルート情報あるいは目的局 ID に設定された機器 ID にデータを送信します。

・DI:目的局 ID

中継局を使用しないシステムで、目的局の機器 ID を指定するために使用します。

・RT:ルート情報

中継局を使用するシステムでの目的局までのルート情報です。ルートレジスタあるいは送信コマンド文字列の中にルート情報を列挙します。

・チャネル

同一システム内の各無線局は同じチャネルでないと通信が成立しません。

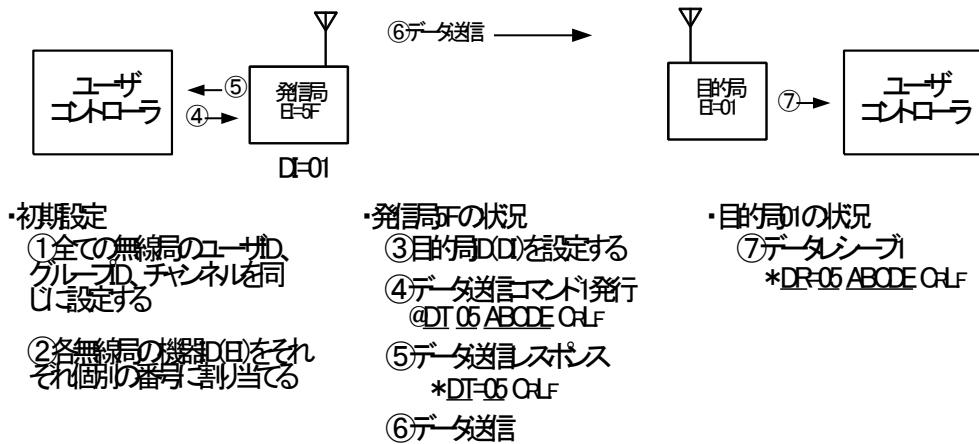
4.1.2 データ送信の基本

発信局から目的局に向けてユーザデータをデータ送信コマンドで送信すると、目的局からはそのデータを含む文字列(データレシーブ)が 출력されます。ユーザコントローラのプログラムで引き取り処理を行ないます。

例 1 中継機能を使用しない1:1(1:N)システム

発信局 5F 番から 5 バイトデータ'ABCDE'を、目的局 01 番に通信する場合。

下図はデータ送信コマンド 1 を発行した場合です。



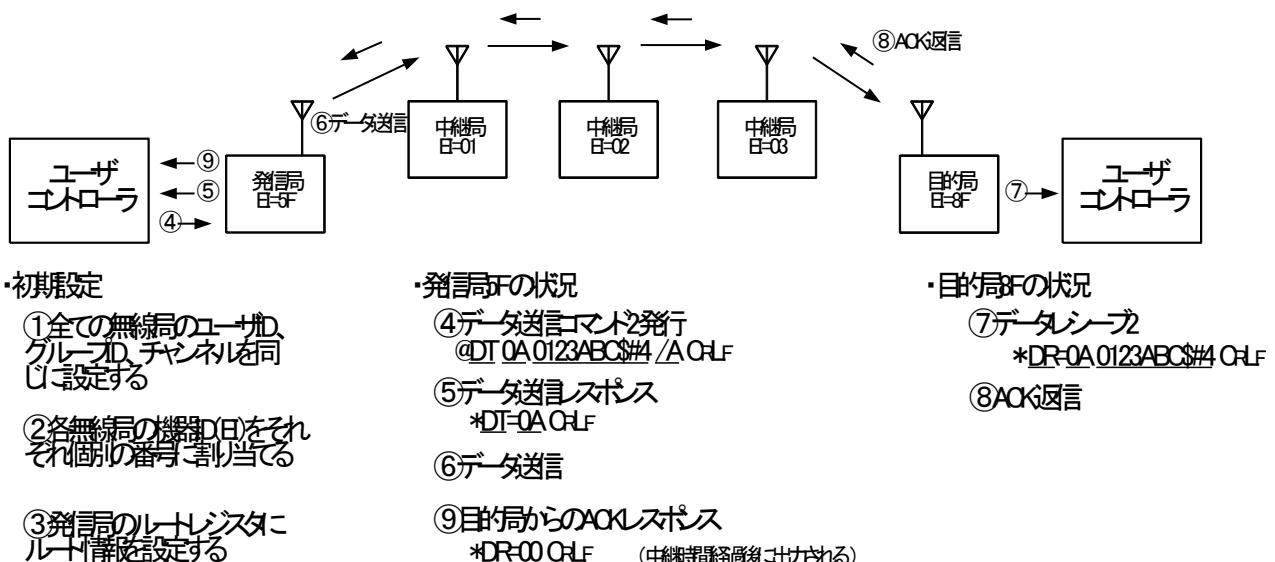
例 2 中継局を使用したシステム

発信局 5F 番から 5 バイトデータ'ABCDE'を中継局 01、02、03 番を経由して目的局 8F 番に送信する場合。

中継局を使用しない 1 対 N 通信の場合には、発信局で目的局 ID 指定コマンド'@DI'を使用しルートを指定しましたが、中継局を使用する場合には次のいずれかの方法でデータを中継送信することができます。

- 1、中継ルート指定コマンド'@RT'コマンドを使用してルートレジスタにルート情報を設定
- 2、データ送信コマンド'@DT'の末尾に直接ルート情報を記述する

双方向通信を行なうには、発信局から送信したデータが目的局に確実に届いたかを確認する必要があります。MU-3 はこのような場合に、目的局から受信確認通知'ACK'を返すように要求するデータ送信コマンドがあります。下図は中継局を使用し、ACK 要求付きデータ送信コマンド 2 を発行した場合です。



4.1.3 データ送信コマンドについて

MU-3 は 3 種類のデータ送信コマンドを持っています。

1. データ送信コマンド 1
2. データ送信コマンド 2
3. データ送信コマンド 3

データ送信コマンドはユーザが自由にフォーマットを決めて使用することができます。

データ送信コマンド 3 に対応した目的局の受信データ(データレシーブ)の先頭には、受信したデータパケットの受信信号レベルが入っているので、送信路決定などに役立てることができます。データ送信コマンド 2 も '@SI' コマンドの設定で可能です。

実際にシステムプログラムを作成していくと、温度データや表示データなどのユーザシステム本来のデータを送るプロセスと、その他に様々なコントロールを行なう必要性が出てきます。構築するシステムに応じてこれらを使い分けると、システムプロトコル設計が簡略化され見通しの良いプログラムを作成することができます。

1. データ送信コマンド 1

最も基本的な送信コマンドで、中継局を使用しない 1:1(1:N) のシステムで使用します。

2. データ送信コマンド 2

中継局を使用したシステムのデータ送信コマンドです。中継局を使用しない 1:1(1:N) のシステムでも使用できます。

データ送信コマンドのコマンドオプション文字: '/'

目的局の出力文字(データレシーブ): '*DR'

3. データ送信コマンド 3

中継局を使用したシステムのデータ送信コマンドです。中継局を使用しない 1:1(1:N) のシステムでも使用できます。

目的局のデータレシーブの先頭には受信したデータパケットの受信信号強度(RSSI)データが入っています。

データ送信コマンド 3 のコマンドオプション文字: '%'

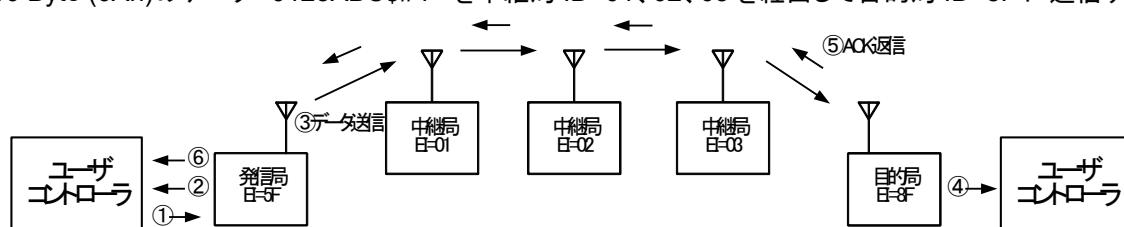
目的局の出力文字(データレシーブ): '*DC'

データ送信コマンド 2、3 は以下のケースによってプログラム上のコマンド記述方法が違います。

1. 予め設定したルートレジスタのルート情報に基づき送信する場合
2. 送信コマンドに直接記述したルート情報に基づき送信する場合

例: データ送信コマンド 3 で送信

10 Byte (0Ah) のデータ '0123ABC\$#4' を中継局 ID=01、02、03 を経由して目的局 ID=8F に送信する。



・発信局の状況

①データ送信コマンド3発行
書式: @DT 0A 0123ABC\$#4 %A 01.02.03.8F CR LF
書式: @DT 0A 0123ABC\$#4 %A CR LF

②データ送信レスポンス
*DT=0A CR LF

③データ送信

⑥ACKレスポンス
*DC=45 00 CR LF (中継器経路に出力される)

発信局は機器 ID=5F とする。

・目的局の状況

④データレシーブ
R=OF の時 *DC=45 0A 0123ABC\$#4 CR LF (デフォルト)
R=ON の時 *DC=45 0A 0123ABC\$#4 /R 5F.01.02.03 CR LF

⑤ACK返信

*先頭の'45h'は受信パケットの信号レベルです。この場合-69dBm(45h)です。詳細は'RA'コマンドをご覧ください。

4.1.4 リンクパラメータについて

MU-3 はデータ送受信のために下記のようなリンク関連パラメータを持っています。

リンクパラメータはコマンドで簡単に指定することができ、データを送る度に変えることができます。

なお、発信局、中継局、目的局は全て同じチャネルで使用しないとリンクは成立しません。

1. UI:ユーザ ID 16bit 0000h – FFFEh (0000h は試験用 ID, FFFFh は使用不可)

MU-3 ユーザに与えられるユーザ識別用 ID です。ユーザシステム内にある全ての機器は同じユーザ ID に設定しないと通信できません。一人のユーザが複数のシステムを構築する場合はグループ ID で識別します。設定コマンドは'@UI'+ユーザ ID+パスワード'です。

製品のデフォルトはユーザ ID=0000 番となっており、特にユーザ 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。しかし同一エリア内での混信为了避免るためにユーザ ID を設定することをお薦めします。

ユーザ ID を希望される場合は営業部までご請求ください。

2. GI:グループ ID 8bit 00h - FFh

グループ ID はユーザシステム内のグループを識別する ID です。グループ内の全ての無線局は同じグループ 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。設定コマンドは'@GI'です。

グループ ID の範囲で管理できず他のユーザ ID が必要な場合はお問い合わせください。

3. EI:機器 ID 8bit 01h – FFh (FFh は特別動作)

各無線局を識別ための ID です。発信局では、ルート情報の最後あるいは目的局 ID に、目的局の機器 ID を入れてデータを送信します。目的局では受信パケットに含まれる ID が自局宛てかどうか自動的に比較します。

設定コマンドは'@EI'です。

4. DI:目的局 ID 8bit 00h – FFh (00h, FFh は特別動作)

中継局を使用しないシステムで、目的局の機器 ID を指定するために使用します。設定コマンドは'@DI'です。

目的局 ID に 00 番を指定(DI=00h)し送信コマンド 1 を発行すると、同じグループ内の全ての機器はその機器 ID に関わらず同時にデータを受信します。(同報)

DI=FFh の場合はデータを送信しますが、どの無線局もデータを受信しません。

5. RT:ルート情報

目的局までのルートを表します。ルート情報は中継局の機器 ID および目的局の機器 ID を、ルートレジスタあるいは送信コマンド文字列の中に列挙します。ルート情報はデータ送信コマンド 2, 3 で使用します。

- '@RT'コマンドでルートレジスタに設定したルート情報を基づき送信する
- データ送信コマンドに直接ルート情報を記述して送信する

ルート情報に 1 局だけ指定した場合はそれが目的局となります。

6. チャネル

システム内の各無線局は同じチャネルでないと通信が成立しません。

4.1.5 リンク成立条件

各通信は以下の条件が同時に揃った時にリンクが成立します。

1. 受信パケットにエラーが無いこと
2. ユーザ ID、グループ ID が一致していること
3. ルート情報あるいは目的局 ID に指定してある機器 ID と目的局の機器 ID が一致すること
4. 使用チャネルが同じであること

4.2 システムの構築(中継機能を使用しない場合)

MU-3 を使って 1:1 システムや 1:N システム、N:N システムを構築することができます。同一エリア内でも使用チャネルを離すことによって複数のシステムを運用することができます。

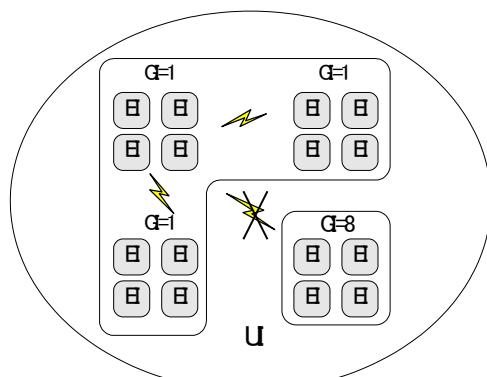
機器 ID は 01h～FEh まで指定でき、1 つのグループには最大 254 台の機器を接続することができます。

1:1(1:N) の通信には目的局 ID を指定してデータ送信コマンド 1 で送信しますが、この場合ルートレジスタを'@RT'コマンドを使用して「中継機能を無効='NA'」としてください。

4.2.1 グループ内通信(1:N システム、N:N システム)

1 つのグループではユーザ ID とグループ ID を同じにします。発信局で指定する目的局 ID と目的局の機器 ID が一致した時に、目的局からデータ(データレシーブ)が output されます。

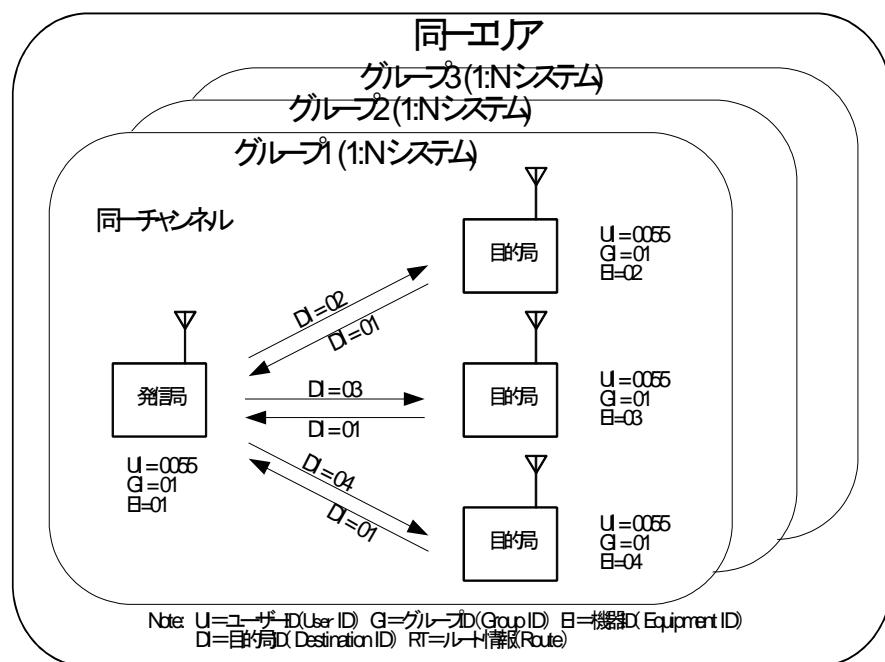
下図は 1:N システムですが、全ての機器が対等な関係にある N:N システムを構築することも可能です。



項目名	サイズ	ID値	内容
U ユーザID	2byte	0000~FFFF	パスワードで設定
G グループID	1byte	00~FF	0~255番
日 機器ID	1byte	01~FE	1~254番

*グループID・機器IDは上記の範囲で任意に設定可能

*システム内機器は全て同一チャネルします。
異なるグループ間の通信はできません



◇グループ間通信

送信の度にグループ ID を変えることで、他のグループと通信ができます。

◇同報通信

発信局で目的局 ID に 00h を指定してデータを送信すると、全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。

4.3 システムの構築(中継機能を使用する場合)

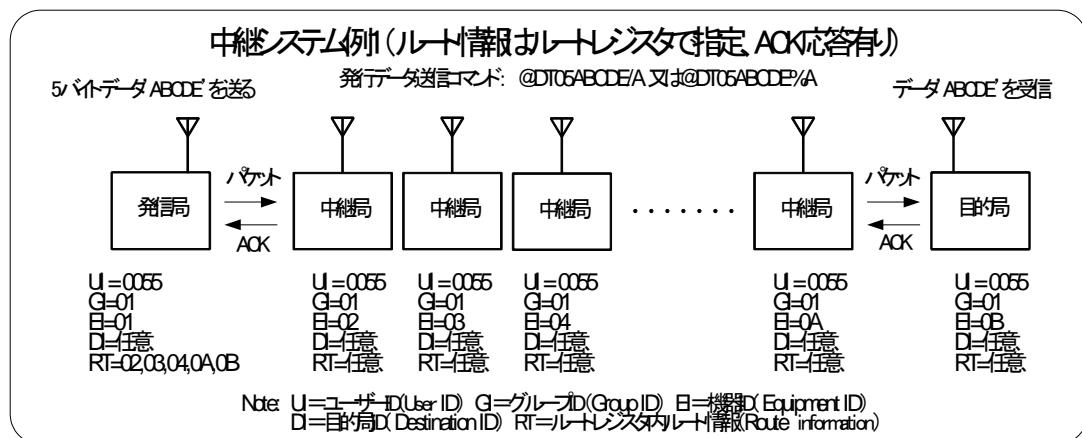
1対1の通信ではリンクパラメータの内、目的局IDを使用しますが、中継機能を使用する通信では、'@RT'コマンドでルートレジスタに設定したルート情報、あるいはデータ送信コマンド'@DT'に直接記述したルート情報を基にデータを送信します。中継機能を使用する場合はデータ送信コマンド2かデータ送信コマンド3を使用します。

MU-3の中継機能ではデータ送信に関して各無線局間でのリトライを行いません。発信局からのデータはダイレクトに目的局まで送信されます。データ通信の確実性が必要な場合は、目的局からのACK返信があるデータ送信コマンド'@DT'(/A,/B,%A,%Bコマンドオプション)を使用してください。

中継局は最大10局設置することができます。

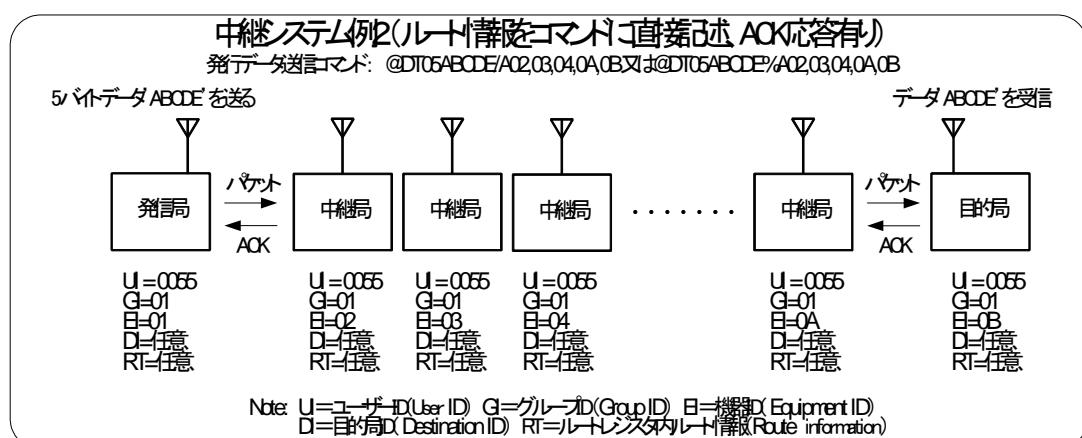
4.3.1 ルートレジスタのルート情報で送信

下図はルートレジスタに設定してあるルート情報に基づき送信する場合の例です。ルート情報は発信局側で設定します。この時発行する'@DT'コマンドは'A'あるいは'%A'のコマンドオプションのみを記述してください。



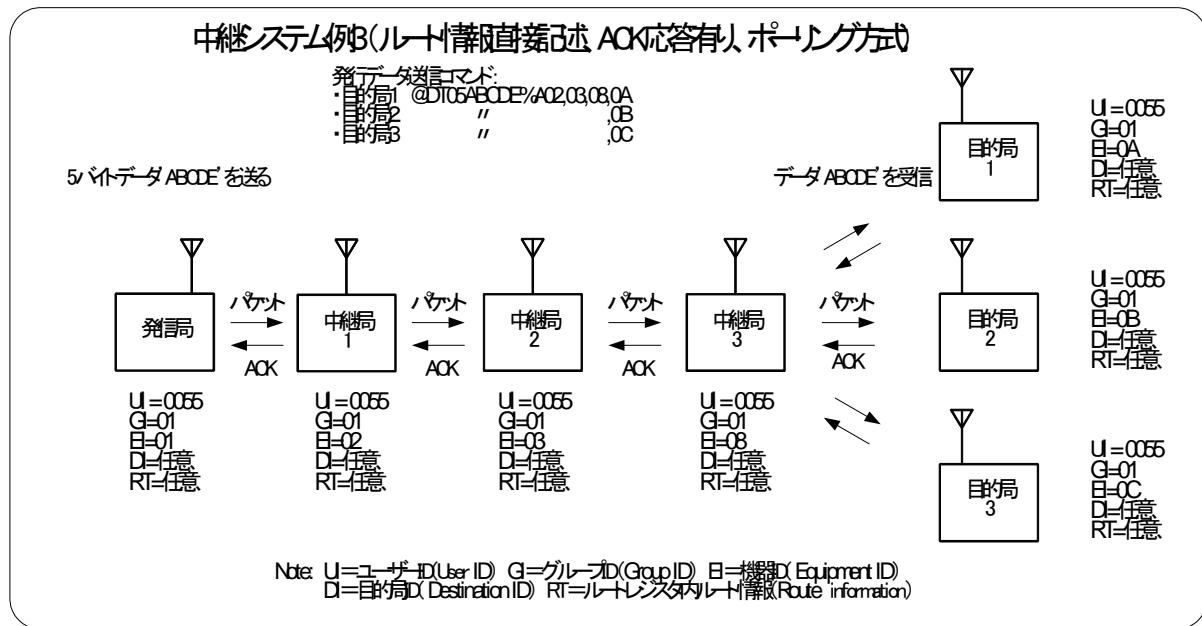
4.3.2 データ送信コマンドに記述したルート情報で送信

下図はルート情報を'@DT'コマンドのコマンドオプションラインに直接記述して送信する場合の例です。発行する'@DT'コマンドは'A'または'%A'に続けてルート情報を記述してください。この時、ルートレジスタに設定してあるルート情報は無視されます。



4.3.3 1:N 中継システム

下図は中継機能を使用した 1:N システムで、距離の離れた地点にある複数の目的局との間で通信を行ないます。図ではルート情報を送信コマンドに直接記述していますが、ルートレジスタ内容による通信もできます。



◇同報通信

発信局のルート情報の設定において、ルートの一番最後に機器 ID=00h 番を指定してからデータを送信すると、全ての目的局はその機器 ID に関わらずデータを同時に受信します。

上図のシステムでは次の様になります。

データ送信コマンド 3: @DT 05 ABCDE %R 02,03,08,00 CRLF

ただし、データは中継局の一番最後(中継局 3)から電波の届く範囲に送信されますので注意してください。つまり、手前の中継局 2 も同時にデータを受信する可能性があります。

また、送信コマンドの内、ACK 応答のある送信コマンド(コマンドオプション:/A、/B、%A、%B)は電波衝突が起こるので使用しないでください。

4.4 モード

MU-3 は次の 3 つのモードを持っています。

1. コマンドモード(標準モード)
2. テキストモード(試験用)
3. バイナリーモード(試験用)

データの送受信は通常コマンドモードで行います。システム構築に当たってはこのモードを使用してください。テキストモードとバイナリーモードは試験用モードとして用意してありますが、この機能の範囲でアプリケーションを構築することもできます。



注意

システムを構築する場合、発信局と目的局は必ず同じモードとしてください。また、中継局は必ずコマンドモードで使用してください。

4.4.1 コマンドモード

ユーザデータの無線間送受信を行うための基本モードです。

MU-3 のコマンドにはデータ送受信のためのコマンドと、MU-3 本体パラメータを制御するコマンドがあります。本体パラメータやモード、チャネル変更などはバイナリーモードやテキストモードでは行なうことができません。ハードウェアの設計段階でモード切替ができるように考慮してください。

無線部の制御は MU-3 が自動的に行うので、ユーザはそれを意識する必要がありません。

データは一回に最大 255 バイトを送ることができます。

ユーザシステムの本来のデータの送信にはデータ送信コマンド 1、2 を使用し、それらを送信するために制御が必要な場合はデータ送信コマンド 3 を使用すると便利です。両データ送信コマンドはユーザが自由にフォーマットを決めて使用します。

データ送信コマンド 2 および 3 には、目的局が正常にデータを受け取ったことを示す‘ACK 信号’の返信を要求することができます。また、中継局にも目的局と同じデータを出力することができるので、システムの同期を取ることもできます。

データを受信した MU-3 は、正常受信データのみをデータレシーブとしてユーザアプリケーションに送出してくるので適切に処理してください。

4.4.2 テキストモード(試験用)

パソコンの RS232C 汎用通信ソフト(ハイパーテーミナル等)を使用した場合などの動作確認モードです。

テキストデータの直接入出力が可能です。キーボードからの文字入力の送受信をさせるような場合に便利なモードです。文字列の最後には必ずターミネータとして CRLF コードを附加してください。MU-3 はこのターミネータを検出した時点でデータを無線間送信します。最大入力文字数は 255 バイト以内としてください。なお、CRLF コード(0Dh,0Ah)と Esc コード(1Bh)は無線では送ることができません。ただし、目的局から出力されるデータの最後にはターミネータとして CRLF コードが付加されます。

4.4.3 バイナリーモード(試験用)

パソコンの RS232C 汎用通信ソフト(ハイパーテーミナル等)を使用した場合などの動作確認モードです。

8bit コード(00h - FFh)全てがデータとして送受信できます。1 回に 255 バイトまでのバイナリーデータの直接入出力が可能です。

入力されたデータをバッファリング(最大 255 文字)し、バッファが 255 文字になった時点、またはデータの無入力時間が設定値を超えた場合にデータを自動的にフレーミングして送信します。

無入力時間の設定は '@TB' コマンドで行います。

4.4.4 モード設定

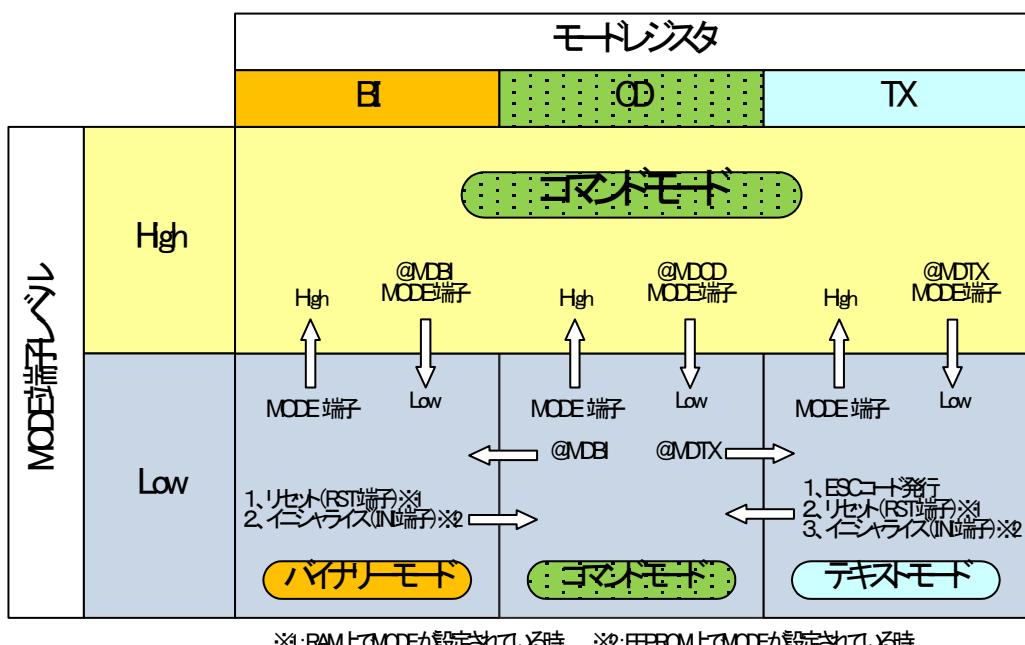
MODE 端子が High レベルの時

モードレジスタの内容に関わりなくコマンドモードになります。MU-3 の推奨動作モードはコマンドモードです。この状態から各モードに移行するために MODE 端子を Low にする場合は、事前にモードレジスタを設定してください。

MODE 端子が Low レベルの時

1. コマンドモードで '@MD TX' コマンドを発行すると MU-3 モードレジスタが 'TX' となり、テキストモードになります。テキストモードからは ESC コードを発行することによりコマンドモードへ復帰します。
2. コマンドモードで '@MD BI' コマンドを発行すると MU-3 モードレジスタが 'BI' となり、バイナリ-モードになります。バイナリ-モードからコマンドモードにするには、MU-3 の電源を一旦落としてください。
コマンドの '/W' オプションを使って EEPROM に BI モードを固定した場合は、MU-3 をイニシャライズしないとコマンドモードにすることができません。
イニシャライズするには、INI 端子に接続したスイッチを押しながら電源を入れ、一旦電源を落とした後、再度電源を入れ直してください。
3. MODE 端子を High レベルにすることによって、MU-3 モードレジスタがどのような設定(現在のモードに関わらず)になっていてもコマンドモードにすることができます。

各モード関係図



※ BI: バイナリモード CD: コマンドモード TX: テキストモード

※ 図中の()内は RS232C ドライバーを使用した場合です。ハイパーテーミナル使用時は常に DTR 線が H レベルで、MODE 端子は L レベルとなります。

4.5 キャリアセンス

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。
データを送信する側は、選択したチャネルが他のシステムで使用されていた場合には電波を発射してはなりません。

MU-3 はいかなる状況でも電波法違反にならないように、内部で自動的にキャリアセンスを行っています。

キャリアセンスの判定は閾値に余裕を持たせており、キャリアセンスの結果、データを送信できなかつた場合はインフォメーションレスポンス 1 番を返します。

重要

このインフォメーションレスポンスはコマンドモードの時のみ返され、バイナリーモード、テキストモードではレスポンスがありませんので注意してください。

4.5.1 キャリアセンスについて

電波法のキャリアセンス規定では、1200MHz 帯の場合、給電線入力点における電力が-100dBm より大きいときは、電波を発射してはいけないことになっています。

MU-3 の場合、内部的には値に余裕を見て、判定の閾値を-104dBm に設定しています。閾値以上では他者の電波があると判断し、データを無線送信しません。判定の結果、データを送信できなかつた場合はそのインフォメーションレスポンス 1 番' * IR = 01' を返します。この場合送り込んだデータは破棄されます。

4.5.2 キャリアセンス結果を利用する場合

データを送信できなかつた場合は、データは破棄されインフォメーションレスポンス 1 番' * IR = 01' をレスポンスします。チャネルを切り替える、チャネルが空くまで待つ、エラー表示を行う等の処理をしてください。

'@DT'コマンドで'xx'バイトのデータを送るコマンドを発行した場合で、キャリアセンスの結果データ送信できなかつた場合は、次のようにレスポンスが連続して返ってくるので両方を処理してください。

送信レスポンス	* <u>DT = xx CRLF</u>
インフォメーションレスポンス 1 番	* <u>IR = 01 CRLF</u>

参考

単向通信で 255 バイト単位のフレームを連続して送るファイル送信の場合で、通信途中でインフォメーションレスポンス 1 番' * IR = 01' が返ってきた場合は、ファイル通信全体を破棄するようにしてください。(実際にはこのような単向の無線通信は無線間エラーに対処できないので実用にはなりません。)

4.6 リセット

MU-3 の各種設定が不明になったような場合に電源投入時の設定に戻します。

◆次のいずれかで CPU がリセットされます。

1. MU-3 のリセット端子を 1ms 期間 Low レベルにしてください。
2. ソフトウェアリセットコマンド'@SR'を発行してください。
3. 拡張コマンドを使用すると目的局をリセットすることもできます。

4.7 イニシャライズ

MU-3 と通信ができなかったり、内部の各種設定が不明になったような場合に、工場出荷時のデフォルト値に戻します。

◆次のいずれかで CPU がイニシャライズされます。

1. MU-3 のINI 端子を Low レベルにしてから電源を投入してください。その後一旦電源を落としてから、INI 端子をオープンにして再度電源を入れてください。
2. イニシャライズコマンド'@IZ'を発行してください。発行直後は必ずソフトウェアリセットコマンド'@SR'を発行してください。

◆イニシャライズ後の主なパラメータ値(デフォルト値)は次の通りです。「デフォルト」値の詳細はマニュアルの各コマンド説明をご覧ください。

1. リンクパラメータ
ユーザ ID: UI=0000、グループ ID: GI=00、機器 ID: EI=01、目的局 ID: DI=01、
チャネル=2 チャネル
2. UART パラメータ
ボーレート=19200bps、パリティ=無し、ストップビット=1、
3. 内部動作パラメータ
モード=コマンドモード

4.8 使用チャネルの変更

稼動中のシステムで使用しているチャネルを変更することができます。

指定した目的局を個別に変更する方法と、ルート情報で指定した全てのステーションを一括変更する方法があります。

チャネル変更機能は無線コマンドによって行ないます。必ず事前にデータリンクが安定してできるか確認してから行なってください。ただし、この場合も無線間エラーが起こる可能性があるため、必ず変更できるとは限りません。チャネル変更は慎重に行なってください。

4.9 スタンバイモード

MU-3 はシステムの省電力化のために 3 種類のスタンバイモード機能を備えています。

スタンバイモードへ移行するには '@SY' コマンドを発行します。MU-3 はコマンドを受け付けた時点で直ちにスタンバイモードになります。このコマンドに対するレスポンスはありません。

スタンバイモードコマンドを発行したら、RXD、CTS、MODE、INI、RESET 端子を全て High レベルにしてください。

スタンバイモード移行後、TXD、RTS、RX-MON、TX-LED、RX-LED 端子は High レベルになります。

また、スタンバイモードに移行する直前の設定情報はそのまま保持され、通常モードに戻っても有効です。

スタンバイモードから通常モードに復帰するには、CTS 信号線を High レベルから Low レベルにしてください。

	消費電流	復帰時間
スタンバイモード 1	18 mA	10 ms
スタンバイモード 2	1.5 mA	42 ms
スタンバイモード 3	15 µA	65 ms

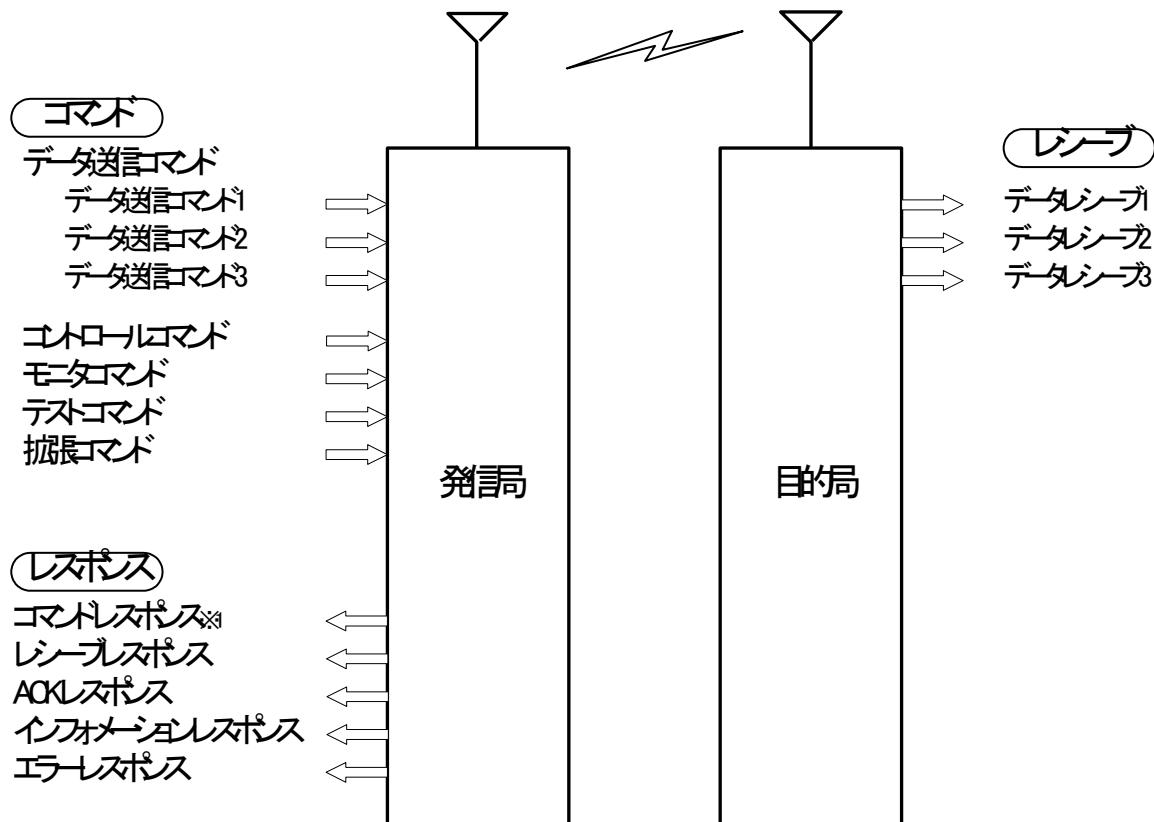
4.10 空中線電力低下装置設定

MU-3 は空中線電力低下装置を備えており、空中線電力(出力パワー)を 10mW から 1mW に低下させることができます。小エリアで通信する場合は 1mW に設定すると、多くのシステムで電波資源を有効に共有することができます。電力を低下させるには '@PW' コマンドを発行してください。

第5章 コマンド、レスポンス、レシーブ

5.1 コマンド、レスポンス、レシーブについて

発信局の MU-3 はユーザコントローラからコマンドを受信すると、コマンドを受け付けたことを示すコマンドレスポンスをユーザコントローラに返します。同時にそのコマンドに応じた処理を開始します。
MU-3 が使用するコマンドとレスポンス、レシーブは下図の通りです。



※ コマンドレスポンスの種類
 ・データ送信レスポンス ・コントロールレスポンス ・モニタレスポンス
 ・テストレスポンス ・拡張レスポンス

※コマンドレスポンスは発行したコマンドに対するコマンド受付応答です。

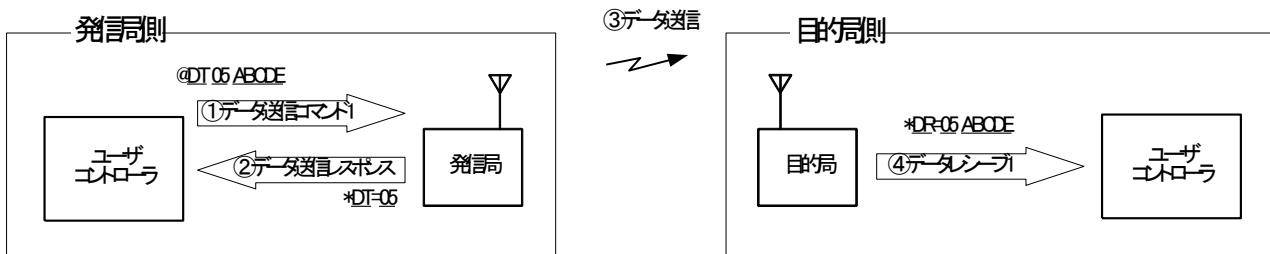
発行コマンド	コマンドレスポンス
データ送信コマンド	→ データ送信レスポンス
コントロールコマンド	→ コントロールレスポンス
モニタコマンド	→ モニタレスポンス
テストコマンド	→ テストレスポンス
拡張コマンド	→ 拡張レスポンス

1. データ送信コマンドとデータ送信レスポンス、データレシーブ

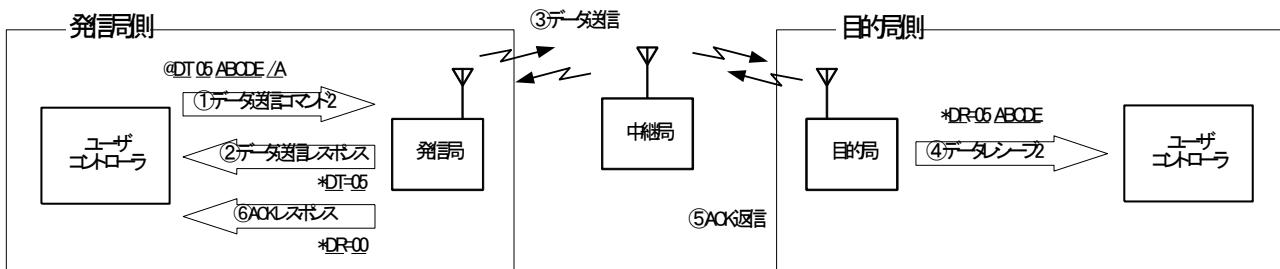
データ送信コマンドはユーザデータを送信するための発信局側のコマンドです。目的局からは発行したデータ送信コマンドに対応したデータレシーブが output されます。データ送信コマンドにはデータ送信コマンド 1、データ送信コマンド 2、データ送信コマンド 3 の 3 種類があります。

例 1 データ送信コマンド 1(1:1、1:N の場合)

ACK レスpons を受け取ることもできます。

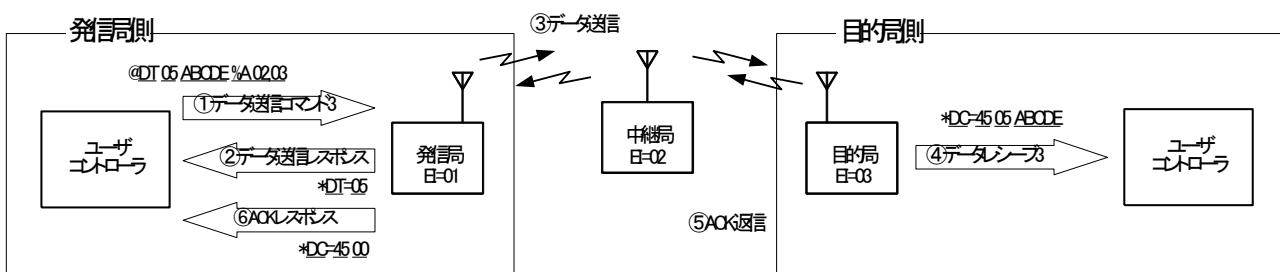


例 2 データ送信コマンド 2(中継する場合、ACK あり、通信経路をルートレジスタに設定)



例 3 データ送信コマンド 3(中継する場合、ACK あり、通信経路をコマンド文字列に記述)

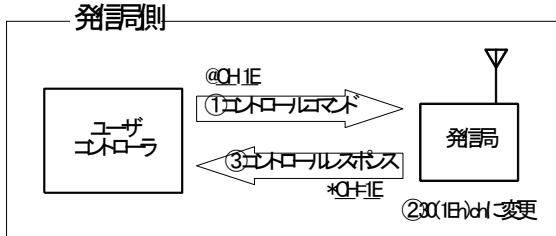
データレシーブの先頭には RSSI 情報が入っています。ACK レスpons の先頭には目的局で受信した RSSI レベルが入っています。



2. コントロールコマンドとコントロールレスポンス

MU-3 の各種動作を制御するために発行するコマンドとレスポンスです。

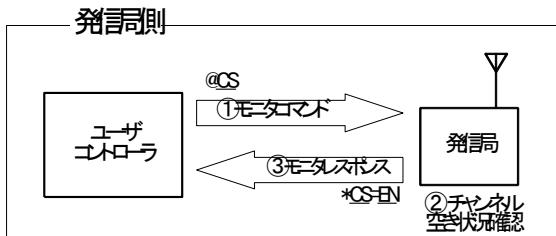
例 CH を 30(1Eh)に変更する場合



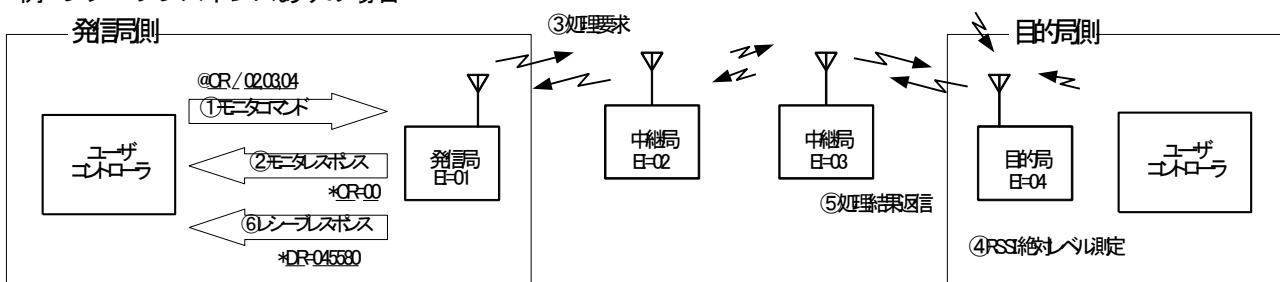
3. モニタコマンドとモニタレスポンス

各種モニタ機能を実行するために発行するコマンドとレスポンスです。

例 レシーブレスポンスなしの場合

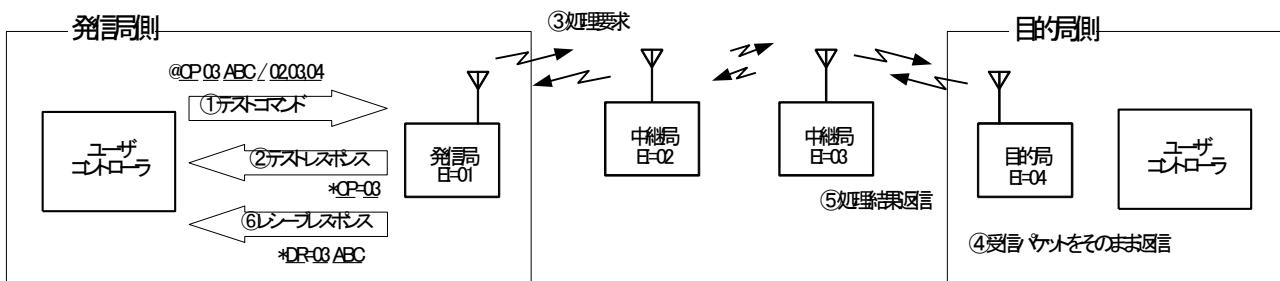


例 レシーブレスポンスありの場合



4. テストコマンドとテストレスポンス

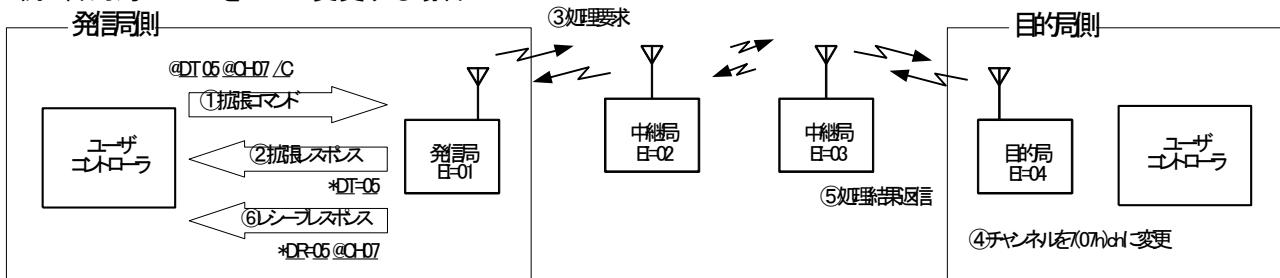
各種テスト機能を実行するために発行するコマンドとレスポンスです。



5. 拡張コマンドと拡張レスポンス

拡張機能を実行するために発行するコマンドとレスポンスです。

例 目的局の CH を 07 に変更する場合



6. レシーブレスポンス

モニタコマンドや拡張コマンドを発行すると、目的局で処理を行いその結果を発信局に返してきます。この処理結果データは発信局からレシーブレスポンスとして出力されます。

7. ACK レスpons

拡張コマンドなどを発行すると、目的局でコマンドを受け付けたことを示す受信確認通知'ACK'を返してきます。この'ACK'は発信局から ACK レスpons として出力されます。

8. インフォメーションレスポンス

インフォメーションレスポンスは MU-3 内部から出される情報レスポンスです。たとえばキャリアセンス結果などを出力します。

9. エラーレスpons

送信コマンド、コントロールコマンド等の書式にエラーがあった場合のレスponsです。

5.2 コマンド、レスポンス、レシーブ一覧

※以下の表中、xx、XX、XXXX はそれぞれ 2 桁、4 桁の Hex 値パリュー。w は ASCII 文字あるいはバイトデータ

5.2.1 データ送信コマンドとデータ送信レスポンス

コマンド名	コマンド フォーマット	データ送信レスポンス フォーマット (コマンドレスポンス)	参照ページ
データ送信コマンド 1(中継機能なし)	@DT <u>XX</u> <u>ww...ww</u>	* DT = <u>XX</u>	P41
データ送信コマンド 2(中継機能あり、ACK なし)	@DT <u>XX</u> <u>ww...ww</u> /R ※1	* DT = <u>XX</u>	P42
データ送信コマンド 2(中継機能あり、ACK あり)	@DT <u>XX</u> <u>ww...ww</u> /A ※2	* DT = <u>XX</u>	P43
データ送信コマンド 3(中継機能あり、ACK なし)	@DT <u>XX</u> <u>ww...ww</u> %R ※3	* DT = <u>XX</u>	P45
データ送信コマンド 3(中継機能あり、ACK あり)	@DT <u>XX</u> <u>ww...ww</u> %A ※4	* DT = <u>XX</u>	P46

※1、2： 中継局にデータを出力するオプション/S、/B が有ります。

※3、4： 中継局にデータを出力するオプション%S、%B が有ります。

5.2.2 データレシーブ

目的局から出力される受信データです。

発信局のデータ送信コマンドによってデータレシーブ文字列が変わるので注意してください。

レシーブ名	レシーブ フォーマット	対応コマンド	参照ページ
データレシーブ 1	* DR = <u>XX</u> <u>ww...ww</u> ※1	データ送信コマンド 1 (@DT)	P41
データレシーブ 2	* DR = <u>XX</u> <u>ww...ww</u> ※1	データ送信コマンド 2 (@DT..../)	P43
データレシーブ 2 (RSSI 情報付き)	* DS = <u>xx</u> <u>XX</u> <u>ww...ww</u> ※2	データ送信コマンド 2 (@DT..../)	P44
データレシーブ 3	* DC = <u>xx</u> <u>XX</u> <u>ww...ww</u>	データ送信コマンド 3 (@DT....%)	P46

※1： RF 受信信号レベル情報付加モード設定 SI が OFF の時。

※2： RF 受信信号レベル情報付加モード設定 SI が ON の時。

5.2.3 コントロールコマンドとコントロールレスポンス

コマンドタイプ	コマンド名	コマンド フォーマット	コントロールレスポンス フォーマット (コマンドレスポンス)	参照ページ
無線リンク関連 設定、取得 コマンド	ユーザ ID 設定	@UI XXXX,XXXX	* UI = XXXX	P54
	グループ ID 設定	@GI XX	* GI = XX	P49
	機器 ID 設定	@EI XX	* EI = XX	P49
	目的局 ID 指定	@DI XX	* DI = XX	P49
	中継ルート指定	@RT XX,XX,...,XX	* RT = XX,XX,...,XX	P51
	使用チャネル設定	@CH XX	* CH = XX	P48
UART パラメータ 設定コマンド	UART ポーレート設定	@BR ww	* BR = ww	P48
	UART パリティ設定	@PB ww	* PB = ww	P50
	UART ストップビット設定	@SB ww	* SB = ww	P51
動作設定、 情報取得 コマンド	動作モード設定	@MD ww	* MD = ww	P50
	コマンドモード入力待ち時間設定	@TC XX	* TC = XX	P53
	バイナリーモード無入力時間設定	@TB XX	* TB = XX	P53
	ルート情報付加モード設定	@RI ww	* RI = ww	P50
	レスポンス表示モード設定	@RM ww	* RM = ww	P51
	プログラムバージョン取得	@VR	* VR = XX ww...ww	P54
	シリアルナンバー取得	@SN	* SN = wwwwwwww	P53
	リセット	@SR	* SR = 00	P53
	イニシャライズ	@IZ	* IZ = 00	P49
	スタンバイモード設定	@SY XX	無し	P53
	RSSI 情報付加モード設定	@SI ww	* SI = ww	P52
	受信ルート情報利用設定	@RR ww	* RR = ww	P51
	空中線電力低下装置設定	@PW ww	* PW = ww	P50

5.2.4 モニタコマンド と モニタレスポンス

コマンド名	コマンド フォーマット	モニタレスポンス フォーマット (コマンドレスポンス)	レスポンス タイプ	参照ページ
チャネル状況取得	@CS	* CS = ww	無し	P57
RSSI 絶対レベル測定	@RA	* RA = XX	無し	P57
目的局全チャネル RSSI 絶対レベル測定	@CA	* CA = 00	レシーブレスポンス	P55
目的局 RSSI 絶対レベル測定	@CR	* CR = 00	レシーブレスポンス	P56
全チャネル RSSI 絶対レベル測定	@RC	* RC = XX...XX	無し	P57

※ RSSI: 受信信号強度

5.2.5 テストコマンド と テストレスポンス

コマンド名	コマンド フォーマット	テストレスポンス フォーマット (コマンドレスポンス)	レスポンス タイプ	参照ページ
テストデータ連続送信	@CT ww	* CT = ww	無し	P58
パケット試験	@CP XX ww...ww	* CP = XX	レシーブレスポンス	P59

5.2.6 拡張コマンド と 拡張レスポンス

コマンド名	コマンド フォーマット	拡張レスポンス フォーマット (コマンドレスポンス)	レスポンス タイプ	参照ページ
・目的局チャネル変更 ・変更を内部の EEPROM に固定	@DT_05 @CH XX /C @DT_07 @CH XX /W /C	* DT_05 * DT_07	ACK レスpons	P60
・複数局チャネル一括変更 ・変更を内部の EEPROM に固定	@DT_05 @CH XX /F @DT_07 @CH XX /W /F	* DT_05 * DT_07	コントロール レスポンス	P61
目的局テストデータ発信	@DT_05 @CT XX /C	* DT_05	ACK レスpons	P62
目的局リセット	@DT_03 @SR /C	* DT_03	ACK レスpons	P63
複数局一括リセット	@DT_03 @SR /F	* DT_03	コントロール レスポンス	P64

5.2.7 レシーブレスポンス

モニタコマンドや拡張コマンドを発行すると、目的局で処理を行いその結果を発信局に返してきます。この処理結果データは発信局からレシーブレスポンスとして出力されます。

レシーブレスポンスは発行するコマンドによって内容が異なり、その詳細は各コマンドの説明の中にはあります。

5.2.8 ACK レスpons

拡張コマンドなどを発行すると、目的局でコマンドを受け付けたことを示す受信確認通知'ACK'を返してきます。この'ACK'は発信局から ACK レスpons として出力されます。

ACK レスpons は発行するコマンドによって内容が異なり、その詳細は各コマンドの説明の中にはあります。

5.2.9 インフォメーションレスpons

インフォメーションレスpons は MU-3 内部から出される情報レスpons です。たとえばキャリアセンス結果などを出力します。

5.2.10 エラーレスpons

送信コマンド、コントロールコマンド等の書式にエラーがあった場合のレスpons です。

5.3 設定値記憶コマンドオプション

コマンドに続けて’/W’オプションを指定すると、コマンドパリューを MU-3 内部の EEPROM に固定することができます。次回電源立ち上げ時には EEPROM の内容が初期値になります。書き換えに要する時間は 55ms です。

’/W’オプションが指定できるコマンドは以下の通りです。

BR, CH, CT, DI, EI, GI, MD, PB, PW, RI, RM, RR, RT, SB, SI, TC, TB, UI

例: ユーザ ID を 0000h に固定する(UI=0000 番は試験用です)

コントロールコマンド: @UI 0000,0B27 /W CRLF

コントロールレスポンス:
* WR = PS CRLF
* UI = 0000 CRLF

例: チャネルを 16ch に設定、固定する。

コントロールコマンド: @CH 10 /W CRLF

コントロールレスポンス:
* WR = PS CRLF
* CH = 10 CRLF



注意

1. コマンドパラメータは変更コマンドを発行した直後に適用になります。特に UART 関連のパラメータを変更した場合は、コントロール側の UART パラメータを変更しなければ通信できなくなってしまいますので注意してください。
2. EEPROM の書き換え回数は 10 万回です。繰り返し書き込むようなプログラムは作成しないでください。
3. 書き換え中は他のコマンドを発行しないでください。

5.4 コマンド、レスポンス、レシーブ詳細

デフォルト値について 以下の記述中「デフォルト」値とは、「INI」端子を使用しするかイニシャライズコマンドを発行して工場出荷時の設定に戻した時の値です。

ターミネータについて 以下の説明ではコマンドやレスポンスの終わりを示す文字(ターミネータ)を記号'CRLF'で表わします。'CRLF':(キャリッジリターン'CRLF'=0Dh) + (ラインフィード'LNF'=0Ah)

5.4.1 データ送信コマンド と 各種レスポンス、データレシーブ

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 + バリュー + データ + コマンドオプション + ターミネータ

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 文字'DT'です。大文字あるいは小文字で指定します。

バリュー: ユーザデータサイズを 16 進数で指定します。

データ: ユーザデータのバイト列です。

コマンドオプション: コマンドの動作やルート情報を記述します。

◇データ送信コマンドのコード(6 バイトデータの送信)

コマンド文字列 @DT 06 abc123 CRLF	実際に MU-3 に送る 16 進コード 40,44,54,30,36,61,62,63,31,32,33,0D,0A
-------------------------------	---

データ送信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 + ターミネータ

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

コマンド名: ASCII 文字'DT'です。

バリュー: 'DT'コマンドで受け付けたデータサイズです。

◇データ送信レスポンスのコード(255 バイトデータの送信)

送信レスポンス文字列 * DT = FF CRLF	実際に MU-3 から出る 16 進コード 2A,44,54,3D,46,46,0D,0A
------------------------------	---

データレシーブ基本書式

プレフィックス + データレシーブ名 + '=' + バリュー1 + バリュー2 +
データ + オプションデータ + ターミネータ

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

データレシーブ名: 2 文字の ASCII 文字'DR'、'DC'、'DS'です。

バリュー1: RSSI 情報を表す 1 バイトの 16 進数値です。2 文字の ASCII 文字で指定されます。

バリュー2: ユーザデータのサイズを表す 1 バイトの 16 進数値です。2 文字の ASCII 文字で指定されます。

データ: ユーザデータのバイト列です。

オプションデータ: ルート情報などです。

◇データレシーブのコード

データレシーブ(受信データ)文字列 * DR = 06 abc123 CRLF	実際に MU-3 から返ってくる 16 進コード 2A,44,52,3D,30,36,61,62,63,31,32,33,0D,0A
--	--

5.4.1.1 '@DT' データ送信コマンド 1

データ送信コマンド 1'@DT'は中継機能を使用しないシステムのデータ送信コマンドです。データは発信局の目的局 ID で設定されている目的局に向けて送信されます。

MU-3 は内部でキャリアセンス処理を行っており、'@DT'コマンドを発行した場合、データ送信レスポンスの他にデータを無線送信できなかったことを表すインフォメーションレスポンス *IR = 01 が返ることがあります。'@DT'コマンドの発行に先立ち'@CS'コマンドを発行すると、データが送れるかどうかを確かめることができます。詳細は‘キャリアセンス’の項および‘インフォメーションレスポンス’の項をご覧ください。

1. 中継局の無いシステム

発信局の MU-3 はユーザコントローラからデータ送信コマンド 1'@DT'を受信すると、コマンドを受け付けたことを示すコマンドレスポンスを返します。同時に無線間でデータ送信動作を開始します。

目的局の MU-3 からは'*DR'書式のデータレシーブ 1 が出力されます。

書式: '@' + 'DT' + データサイズ + データ + 'CRLF'

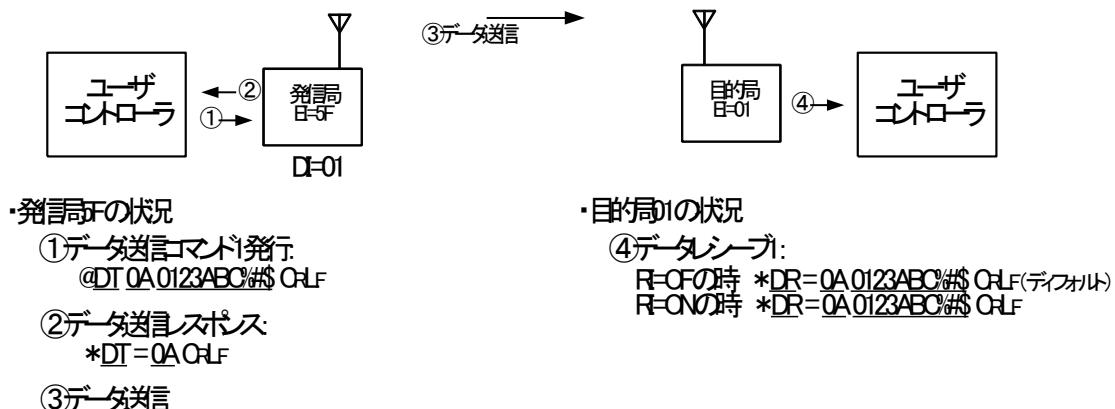
- ・データサイズは 2 桁の 16 進数で、ASCII 文字で記述します。一回に送ることができるデータ数は最大 255 バイトです。
- ・データは値 00h~FFhまでの数値です。
- ・データは目的局 ID:'@DI'コマンドで設定してある目的局に送られます。

フォーマット '@DT' ss DD...D 'CRLF'

ss : データサイズを 16 進 2 桁で記述 値:00h~FFh

DD...D : D は 1 バイトデータを表す。値:00h~FFh、データ数:最大 255 バイト

例: 10 Byte (0Ah)データ '0123ABC%#\$' を目的局 ID に設定されている目的局に送信する。目的局の機器 ID=01h、発信局の機器 ID=5Fh とする。



◇データレシーブ 1(目的局の出力)

例 5 Byte (05h)のユーザデータ 'ABCDE' を受信。

発信局=01、目的局=02、受信信号レベルが-69dBm(45h)の時

データ送信コマンド 1:

SI が OFF の時

SI が ON の時

@DT 05 ABCDE CRLF

*DR = 05 ABCD CRLF (デフォルト)

*DS = 45 05 ABCDE CRLF

※SI:RF 受信信号レベル情報付加モード設定

5.4.1.2 '@DT.../' データ送信コマンド 2

データ送信コマンド 2 '@DT.../' は中継局を使用したシステムのデータ送信コマンドです。データ送信コマンド 2 は主にユーザシステム本来のデータを扱うために用意されています。

- MU-3 は内部でキャリアセンス処理を行っており、'@DT.../' コマンドを発行した場合、データ送信レスポンスの他にデータを無線送信できなかったことを表す、インフォメーションレスポンス' *IR = 01' が返ることがあります。'@DT.../' コマンドの発行に先立ち '@CS' コマンドを発行すると、データが送れるかどうかを確かめることができます。詳細は 'キャリアセンス' の項および 'インフォメーションレスポンス' の項をご覧ください。
- このコマンドの書式は中継機能を前提としていますが、中継局を使用しない場合にも使用できます。1:1 通信では目的局として 1 つだけルート情報の最後に設定してください。
- RF 受信信号レベル情報付加モード設定コマンド '@SI' を使用すると、データ送信コマンド 2 に対する目的局のデータレシーブの先頭に、パケットの受信信号レベル情報を付加することができます。
- データ送信コマンド 2 では目的局からデータ受信確認通知'ACK'を返すようにする記述方法もあります。

1. 受信確認通知 ACK 要求なし

発信局の MU-3 はユーザコントローラからデータ送信コマンド 2 '@DT.../R' を受信すると、コマンドを受け付けたことを示すコマンドレスポンスを返します。同時に無線間でデータ送信動作を開始します。

目的局の MU-3 からは'*DR'書式のデータレシーブ 2 が出力されます。目的局からの受信確認通知'ACK'の返信は要求しません。

書式 1: '@' + 'DT' + データサイズ + データ + '/R' + ルート情報 + 'CRLF'

書式 2: '@' + 'DT' + データサイズ + データ + '/R' + 'CRLF'

詳細

フォーマット '@DT' ss DD....D '/R' rr,rr,...,rr 'CRLF'

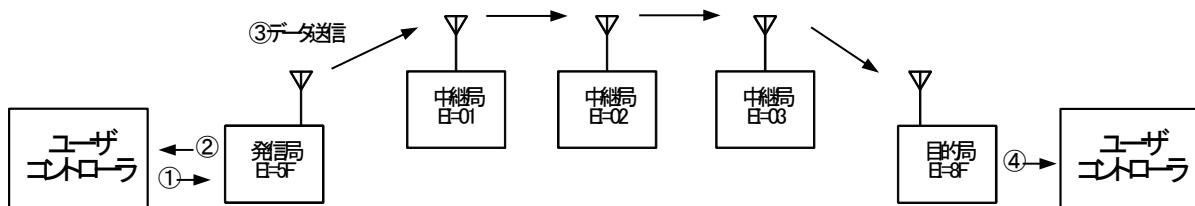
ss : データサイズを 16 進 2 桁で ASCII 文字記述 値:00h~FFh、最大 255 バイト

DD...D : D は 1 バイトデータを表す。値:00h~FFh、データ数:最大 255 バイト

rr,rr,...,rr : ルート情報を 16 進 2 桁で ASCII 文字記述 値:00h~FEh、中継局数最大 10 台

- 書式 1 ではルート情報をコマンドに直接記述します。
- 書式 2 の場合は RT コマンドでルートレジスタに設定したルート情報、あるいは目的局 ID の内容に基づき送信されます。ルート情報を記述する場合、目的局の機器 ID は最後に記述してください。ルート情報が何も設定されていない場合(RT コマンドで NA に設定)は目的局 ID に設定されている機器が目的局になります。
- 現在接続している全ての中継局に同じデータを出力する場合は、コマンド書式中の'/R'を'/S'に置き換えてコマンドを発行してください。

例: 10 Byte (0Ah) データ '0123ABC\$#4' を中継局 ID=01、02、03 を経由して目的局 ID=8F に送信する。発信局は機器 ID=5F とする。



・発信局の状況

- ①データ送信コマンド 2 発行

書式:@DT_0A_0123ABC\$#4/_R01,02,03,8F CRLF

書式:@DT_0A_0123ABC\$#4/_RCRLF

- ②データ送信レスポンス
*DT_0A_CRLF

- ③データ送信

・目的局の状況

- ④データレシーブ

R=OF の時 *DR_0A_0123ABC\$#4_CRLF(デフォルト)

R=ON の時 *DR_0A_0123ABC\$#4/_R5F,01,02,03 CRLF

※'/'S'の場合は中継局にも目的局と同じデータを出力します。

◇データレシーブ 2

例 5 Byte (05h)のユーザデータ 'ABCDE' を受信。
発信局=01、中継局=02、目的局=03、受信信号レベルが-69dBm(45h)の時

ACKなしデータ送信コマンド 2:	<u>@DT 05 ABCDE /R 02,03 CRLF</u>
RI が OFF の時(デフォルト)	
SI が OFF の時	* DR = <u>05 ABCD CRLF</u> (デフォルト)
SI が ON の時	* DS = <u>45 05 ABCDE CRLF</u>
RI が ON の時	
SI が OFF の時	* DR = <u>05 ABCD /R 01,02 CRLF</u>
SI が ON の時	* DS = <u>45 05 ABCDE /R 01,02 CRLF</u>

※RI:ルート情報付加モード、SI:RF 受信信号レベル情報付加モード設定

2. 受信確認通知 ACK 要求ありの場合

発信局の MU-3 はユーザコントローラからデータ送信コマンド 2'@DT.../A'を受信すると、コマンドを受け付けたことを示すコマンドレスポンスを返します。同時に無線間でデータ送信動作を開始します。
目的局の MU-3 からは'*DR'書式のデータレシーブ 2 が output されます。目的局からの受信確認通知'ACK'の返信を要求します。

書式 1: '@' + 'DT' + データサイズ + データ + '/A' + ルート情報 + 'CRLF'
書式 2: '@' + 'DT' + データサイズ + データ + '/A' + 'CRLF'

詳細

フォーマット '@DT' ss DD....D '/A' rr,rr,...,rr 'CRLF'

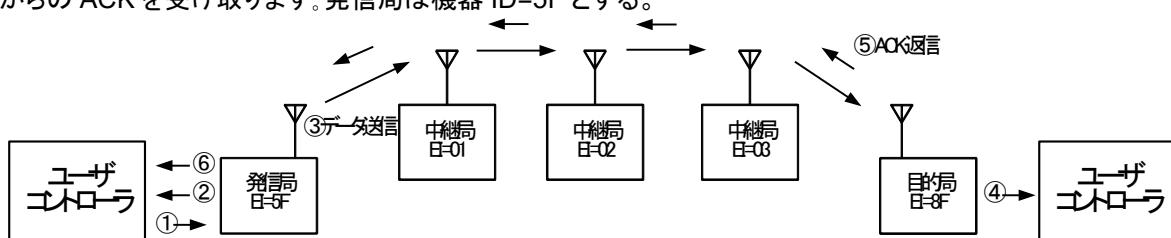
ss : データサイズを 16 進 2 桁で ASCII 文字記述 値:00h~FFh、最大 255 バイト

DD...D : D は 1 バイトデータを表す。値:00h~FFh、データ数:最大 255 バイト

rr,rr,...,rr : ルート情報を 16 進 2 桁で ASCII 文字記述 値:00h~FEh、中継局数最大 10 台

- 書式 1 ではルート情報をコマンドに直接記述します。
- 書式 2 の場合は RT コマンドでルートレジスタに設定したルート情報、あるいは目的局 ID の内容に基づき送信されます。ルート情報を記述する場合、目的局の機器 ID は最後に記述してください。ルート情報が何も設定されていない場合(RT コマンドで NA に設定)は目的局 ID に設定されている機器が目的局になります。
- 現在接続している全ての中継局に同じデータを出力する場合は、コマンド書式中の '/A'を'/B'に置き換えてコマンドを発行してください。

例: 10 Byte (0Ah)データ '0123ABC\$#4' を中継局 ID=01、02、03 を経由して目的局 ID=8F に送信し、目的局からの ACK を受け取ります。発信局は機器 ID=5F とする。



・発信局の状況

- ①データ送信コマンド発行

書式1:@DT 0A 0123ABC\$#4 /A 01,02,03 8F CRLF
書式2:@DT 0A 0123ABC\$#4 /A CRLF

- ②データ送信レスポンス
*DT=0A CRLF

- ③データ送信

- ⑥ACKレスポンス

*DR=00 CRLF (中継情報を出力される)

・目的局の状況

- ④データレシーブ

R=OFの時 *DR=0A 0123ABC\$#4 CRLF(デフォルト)
R=ONの時 *DR=0A 0123ABC\$#4 /R 8F,01,02,03 CRLF

- ⑤ACK返信

※'/B'の場合は中継局にも目的局と同じデータを出力します。

◇データレシーブ 2(目的局に出力)

例 5 Byte (05h)のユーザデータ 'ABCDE' を受信。
発信局=01、中継局=02、目的局=03、受信信号レベルが-69dBm(45h)の時

ACK なしデータ送信コマンド 2:	<u>@DT 05 ABCDE /A 02,03 CRLF</u>
RI が OFF の時(デフォルト)	
SI が OFF の時	* <u>DR = 05 ABCD CRLF</u> (デフォルト)
SI が ON の時	* <u>DS = 45 05 ABCDE CRLF</u>
RI が ON の時	
SI が OFF の時	* <u>DR = 05 ABCD /R 01,02 CRLF</u>
SI が ON の時	* <u>DS = 45 05 ABCDE /R 01,02 CRLF</u>

※RI: ルート情報付加モード、SI:RF 受信信号レベル情報付加モード設定

◇ACK レスポンス(発信局に出力)

発信局で ACK 要求付きデータ送信コマンド 2 を発行した場合は、発信局から ACK レスポンスが出力されます。RSSI 情報付加モード設定コマンド '@SI' を'ON'にすると ACK レスポンスに、目的局からの ACK 信号の RSSI 情報が付加されます。ACK レスポンスは中継時間を経過してから出力されます。

例 10Byte(0Ah)のデータ 'PPPPPPPPPP' を、ACK 要求付きデータ送信コマンド 3 で送信した場合の、発信局の ACK レスポンスの様子。

発信局機器 ID=01、中継局機器 ID=02、目的局機器 ID=03、ACK 信号の受信信号レベル=-102dBm(66h)の時

1. RSSI 情報付加モード設定コマンド '@SI' が'OF'の時

文字列'* DR'に続いて ACK レスポンスを示す'00'が出力されます。

ACK 要求付きデータ送信コマンド 2 を発行	<u>@DT 0A PPPPPPPP /A 02,03 CRLF</u>
・発信局の出力	
* <u>DT = 0A CRLF</u>	← データ送信レスポンス
* <u>DR = 00 CRLF</u>	← ACK レスポンス(中継時間を経過してから出力)
・目的局の出力	
* <u>DR = 0A PPPPPPPP CRLF</u>	← データレシーブ 2、RI=OF

2. RSSI 情報付加モード設定コマンド '@SI' が'ON'の時

文字列'* DS'に続いて RSSI 情報と ACK レスポンスを示す'00'が出力されます。

ACK 要求付きデータ送信コマンド 2 を発行	<u>@DT 0A PPPPPPPP /A 02,03 CRLF</u>
・発信局の出力	
* <u>DT = 0A CRLF</u>	← データ送信レスポンス
* <u>DS = 66 00 CRLF</u>	← ACK レspoんス(中継時間を経過してから出力)
・目的局の出力	
* <u>DR = 0A PPPPPPPP /R CRLF</u>	← データレシーブ 2、RI=OF の時
* <u>DR = 0A PPPPPPPP /R 01,02 CRLF</u>	← データレシーブ 2、RI=ON の時

5.4.1.3 @DT...% データ送信コマンド 3

データ送信コマンド 3'@DT...%'は中継局を使用したシステムのデータ送信コマンドです。ユーザシステム本来のデータをデータ送信コマンド 2 を使用して送る場合に、様々な制御が必要になってくることがあります。このような時、データ送信コマンド 3 を制御用として並行使用すると、プログラムが簡単になります。

- MU-3 は内部でキャリアセンス処理を行っており、'@DT...%'コマンドを発行した場合、データ送信レスポンス の他にデータを無線送信できなかったことを表すインフォメーションレスポンス'*IR = 01'が返ることがあります。'@DT...%'コマンドの発行に先立ち'@CS'コマンドを発行すると、データが送れるかどうかを確かめることができます。詳細は‘キャリアセンス’の項および‘インフォメーションレスポンス’の項をご覧ください。
- このコマンドの書式は中継機能を前提としていますが、中継局を使用しない場合にも使用できます。1:1 通信では目的局として 1 つだけルート情報の最後に設定してください。
- データ送信コマンド 3 に対する目的局のデータレシーブの先頭には、必ずパケットの受信信号レベル情報が入っています。
- データ送信コマンド 3 では目的局から‘データ受信確認通知’ACK’を返すようにする記述方法もあります。

1. 受信確認通知 ACK 要求なし

発信局の MU-3 はユーザコントローラからデータ送信コマンド 3'@DT...%R'を受信すると、コマンドを受け付けたことを示すコマンドレスポンスを返します。同時に無線間でデータ送信動作を開始します。

目的局の MU-3 からは'*DC'書式のデータレシーブ 3 が output されます。目的局からの受信確認通知'ACK'の返信は要求しません。

書式 1: '@' + 'DT' + コントロールサイズ + コントロール + '%R' + ルート情報 + 'CRLF'

書式 2: '@' + 'DT' + コントロールサイズ + コントロール + '%R' + 'CRLF'

詳細

フォーマット '@DT ss DD....D %R rr,rr,...,rr CRLF'

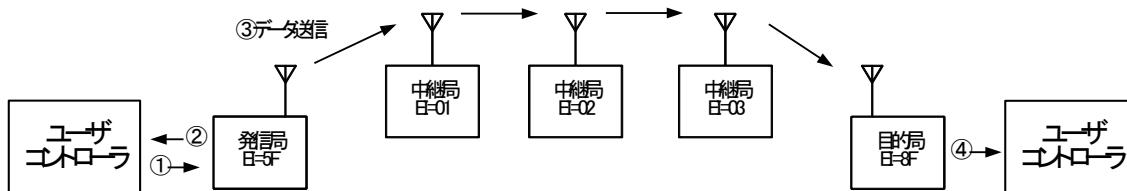
ss : コントロールサイズを 16 進 2 桁で ASCII 文字記述 値:00h~FFh、最大 255 バイト

DD...D : D は 1 バイトデータを表す。値:00h~FFh、データ数:最大 255 バイト

rr,rr,...,rr : ルート情報を 16 進 2 桁で ASCII 文字記述 値:00h~FEh、中継局数最大 10 台

- 書式 1 ではルート情報をコマンドに直接記述します。
- 書式 2 の場合は RT コマンドでルートレジスタに設定したルート情報の内容に基づき送信されます。ルート情報を記述する場合、目的局の機器 ID は最後に記述してください。1:1 通信の場合はルート情報に目的局の機器 ID を 1 つだけ設定してください。なお、ルート情報が何も設定されていない場合 (RT コマンドで NA に設定) は目的局 ID に設定されている機器が目的局になります。
- 現在接続している全ての中継局に同じコントロールを出力する場合は、コマンド書式中の'%R'を'%S'に置き換えてコマンドを発行してください。

例: 10 Byte (0Ah)のデータ ‘0123ABC\$#4’ を中継局 ID=01、02、03 を経由して目的局 ID=8F に送信する。発信局は機器 ID=5F とする。



・発信局の状況

①データ送信コマンド3発行

書式: @DT 0A 0123ABC\$#4 %R 01.02.03.8F CRLF
書式2: @DT 0A 0123ABC\$#4 %R CRLF

②データ送信コマンドスルス
*DT 0A CRLF

③データ送信

・目的局の状況

④データレシーブ

R=OF の時 *DC=45 0A 0123ABC\$#4 CRLF (ディオルト)
R=ON の時 *DC=45 0A 0123ABC\$#4 /R 5F.01.02.03 CRLF

※先頭の'45h'は受信パケットの信号レベルを表します。この場合-69dBm(45h)です。値についての詳細は'RA'コマンドをご覧ください。

※RI=ON の時の区切り文字は'%'ではなく'/'です。

◇データレシーブ 3

例 5 Byte (05h)のユーザデータ 'ABCDE' を受信。

発信局=01、中継局=02、目的局=03、受信信号レベルが-69dBm(45h)の時

ACKなしデータ送信コマンド3: RIがOFFの時	@DT 05 ABCDE %R 02,03 CRLF
RIがONの時	* DC = 45 05 ABCD CRLF(デフォルト) * DC = 45 05 ABCDE /R 01,02 CRLF※1

※01: データ送信コマンドの'%'に対してデータレシーブは'/'なので注意してください。

2. 受信確認通知 ACK 要求あり

発信局の MU-3 はユーザコントローラからデータ送信コマンド 3'@DT...%A'を受信すると、コマンドを受け付けたことを示すコマンドレスポンスを返します。同時に無線間でデータ送信動作を開始します。

目的局の MU-3 からは' * DC'書式のデータレシーブ 3 が output されます。目的局からの受信確認通知'ACK'の返信を要求します。

書式 1: '@' + 'DT' + コントロールサイズ + コントロール + '%A' + ルート情報 + 'CRLF'
書式 2: '@' + 'DT' + コントロールサイズ + コントロール + '%A' + 'CRLF'

詳細

フォーマット '@DT' ss DD....D '%A' rr,rr,...,rr 'C_{RLF}'

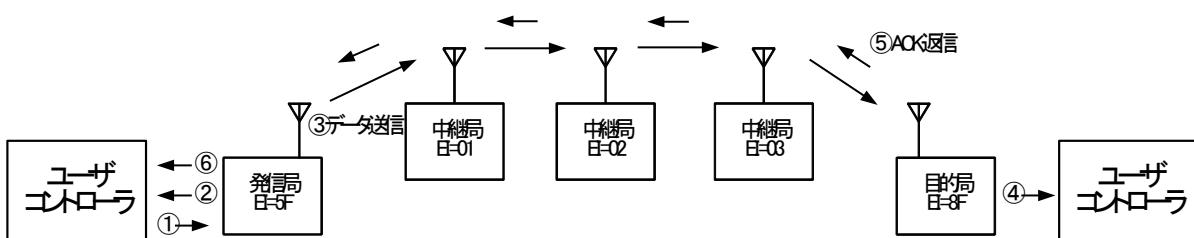
コントロールサイズを 16 進 2 桁で ASCII 文字記述 値: 00h~FFh、最大 255 バイト

DD...D : Dは1バイトデータを表す。値:00h~FFh、データ数:最大255バイト

ルート情報を 16 進 2 析で ASCII 文字記述 値: 00h～EEh, 中継層数最大 10 台

- ・書式 1 ではルート情報をコマンドに直接記述します。
 - ・書式 2 の場合は RT コマンドでルートレジスタに設定したルート情報の内容に基づき送信されます。ルート情報を記述する場合、目的局の機器 ID は最後に記述してください。1:1 通信の場合はルート情報に目的局の機器 ID を 1 つだけ設定してください。なお、ルート情報が何も設定されていない場合(RT コマンドで NA に設定)は目的局 ID に設定されている機器が目的局になります。
 - ・現在接続している全ての中継局に同じデータを出力する場合は、コマンド書式中の '%A' を '%B' に置き換えてコマンドを発行してください。

例：10 Byte (0Ah)のコントロール ‘0123ABC\$#4’ を中継局 ID=01、02、03 を経由して目的局 ID=8F に送信する。発信局は機器 ID=5F とする。



・発語の状況

- ①データ送信マード3発行
書式1:DT OA 0123ABC\$#4%A 01.02.03.8F CR LF
書式2:DT OA 0123ABC\$#4%A CR LF
 - ②データ送信レスポンス
*DT=OA CR LF
 - ③データ送信
 - ⑥ACKレスポンス
*DC=45.00 CR LF (由継接點を経て付加される)

・目的局の状況

- ④データシープ
R=OFの時 *DC-45 0A 0123ABC#4 CRLF(デフォルト)
R=ONの時 *DC-45 0A 0123ABC#4 /R 5F.01.02.03 CRLF
⑤ACK戻り

*先頭の'45h'は受信パケットの信号レベルを表します。この場合-69dBm(45h)です。値についての詳細は'RA'コマンドをご覧ください。

※RI=ON の時の区切り文字は'%'ではなく'/'です。

◇データレシーブ 3(目的局に出力)

例 5 Byte (05h)のユーザデータ 'ABCDE' を受信。
発信局=01、中継局=02、目的局=03、受信信号レベルが-69dBm(45h)の時

ACKなしデータ送信コマンド3: RIがOFFの時	@DT 05 ABCDE %A 02,03 CRLF * DC = 45 05 ABCD CRLF(デフォルト)
RIがONの時	* DC = 45 05 ABCDE /R 01,02 CRLF※1

※01: データ送信コマンドの'%'に対してデータレシーブは'/'なので注意してください。

◆ACK レスポンス(発信局に出力)

発信局で ACK 要求付きデータ送信コマンド 3 を発行した場合は、発信局から ACK レスポンスが出力されます。ACK レスポンスは、RSSI 情報付加モード設定コマンド'@SI'により設定されたモードに関わらず、目的局が ACK 要求付きデータ送信コマンド 3 を受信した時の RSSI 情報が付加されます。ACK レスポンスは中継時間を経過してから出力されます。

例 10Byte(0Ah)のデータ ‘PPPPPPPPPP’ を、ACK 要求付きデータ送信コマンド 3 で送信した場合の、発信局の ACK レスポンスの様子。

文字列' * DC'に続いて RSSI 情報と ACK レスポンスを示す'00'が出力されます。

発信局機器 ID=01、中継局機器 ID=02, 03、目的局機器 ID=04、目的局受信信号レベル=-85dBm(55h)の時

ACK 要求付きデータ送信コマンド 3 を発行 @DT 0A PPPPPPPP %A 02.03.04 CRLF

・発信局の出力

* DT ≡ OA C_{BL} E

* DC = 55.00 CBL E

← データ送信レスポンス

← ACKレスポンス(中継時間を経過してから出力)

・目的局の出力

* DC = 55 0A PPPPPPPP C_{BL}E(デフォルト)

← データレシーブ 3、RI=OF の時

* DC = 55 0A PPPPPPPP /R 01.02.03 C_{BL}

← データレシーブ 3、RI=ON の時

5.4.2 コントロールコマンド と コントロールレスポンス

コマンド基本書式

プレフィックス + コマンド名 + バリュー + ターミネータ

- プレフィックス: コマンド文字列の先頭を示すコード'@'=40h です。
- コマンド名: 2 文字の ASCII 文字です。大文字あるいは小文字で指定します。
- バリュー: 各コマンドに対応した値です。
- ターミネータ: コマンドの終りを表すコード'CRLF'(0Dh, 0Ah)です。

◇コントロールコマンドのコード

コマンド文字列 <u>@CH</u> <u>1F</u> CRLF	実際に MU-3 に送る 16 進コード 40,43,48,31,46,0D,0A
--------------------------------------	---

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 + ターミネータ

- プレフィックス: レスポンス文字列の先頭を示すコード'*'=2Ah です。
- コマンド名: 受け付けたコマンドで 2 文字の ASCII 文字です。
- バリュー: 各コマンドに対応した結果値です。
- ターミネータ: コマンドの終りを表すコード'CRLF'(0Dh, 0Ah)です。

◇コマンドレスポンスのコード

レスポンス文字列 <u>* CH</u> = <u>1F</u> CRLF	実際に MU-3 から返ってくる 16 進コード 2A,43,48,3D,31,46,0D,0A
--	--



注意

コマンドパラメータは変更コマンドを発行した直後に適用になります。特に UART 関連のパラメータを変更した場合は、コントロール側の UART パラメータを変更しなければ通信できなくなってしまいますので注意してください。

5.4.2.1 @BR UART ポーレート設定

UART のポーレートを設定します。設定変更はコマンドに対するレスポンスを返した直後に適用になります。コントロール側のポーレートを直ちに変更してください。

デフォルト:	19			
バリュー:	12=1,200bps	24=2,400bps	48=4,800bps	96=9,600bps
	19=19,200bps	38=38,400bps	57=57,600bps	
例	57,600bps に変更			
コントロールコマンド:	<u>@BR</u> <u>57</u> CRLF		コントロールレスポンス:	* <u>BR</u> = <u>57</u> CRLF

5.4.2.2 @CH 使用周波数チャネル設定

使用チャネルを設定します。'@CH'に続き使用チャネルを 2 文字の ASCII 文字(16進数値)で指定してください。

- デフォルト: 02h
- バリュー: 02h - 14h(2~20 チャネルを表す16進数値)

例 15(0Fh)CH に変更

コントロールコマンド:	<u>@CH</u> <u>0F</u> CRLF
コントロールレスポンス:	
RM=CD の時	* <u>CH</u> = <u>0F</u> CRLF
RM=TX の時	* <u>CH</u> = <u>0F</u> : 1216.3625MHz CRLF

5.4.2.3 @DI 目的局 ID(デスティネーション ID)指定

目的局を指定します。ユーザ ID、グループ ID の説明も参照してください。

目的局 ID に 00 番を指定してデータを送信すると、同じグループ内にある全ての機器が同時にデータを受信(同報機能)します。FFh にセットした場合はデータ送信しますが、どの局も受信しません。同報機能は中継機能を使用した場合は利用できません。

デフォルト: 01h

バリュー: 00h – FFh(00h、FFh は特別動作)

例 機器 ID を 25h に変更

コントロールコマンド: @DI 25 CRLF

コントロールレスポンス: * DI = 25 CRLF

5.2.2.4 @EI 機器 ID(イクリッピメント ID)設定

機器 ID を設定します。1 グループに 254 台設置できます。ユーザ ID、グループ ID の説明も参照してください。

機器 ID=00h 番は同報機能に使用され、設定しても意味がありません。

機器 ID=FFh 番に指定した場合はデータを受信しません。この時 '@RA' コマンドを使用すると RSSI レベルデータのみを出力します

デフォルト: 01h

バリュー: 01h – FFh(FFh は特別動作)

例 機器 ID を 34h に変更

コントロールコマンド: @EI 34 CRLF

コントロールレスポンス: * EI = 34 CRLF

5.4.2.5 @GI グループ ID 設定

グループ ID を設定します。ユーザ ID の説明も参照してください。

グループ ID は 256 通りあります。他のユーザシステムを構築する場合のシステム識別子として管理使用してください。

デフォルト: 00h

バリュー: 00h – FFh

例 グループ ID を 34h に変更

コントロールコマンド: @GI 34 CRLF

コントロールレスポンス: * GI = 34 CRLF

5.4.2.6 @IZ イニシャライズ

MU-3 を工場出荷時のデフォルト値にします。各種コマンドの '/W' オプションで EEPROM に固定した内容も初期化されます。

このコマンドを使用した後は必ず SR コマンドを実行してください。

例

コントロールコマンド: @IZ CRLF

MU-3 からのコントロールレスポンス:

RM=CD 時 * IZ = 00 CRLF

RM=TX 時 * IZ = 00 : ROM was initialized. CRLF

5.4.2.7 @MD 動作モードレジスタ設定

MU-3 の動作モードレジスタを設定します。MODE 端子の状態に応じてモードが決定されます。
詳細は“モード”の項を覗ください。コマンドモード(CD)以外ではいかなるコマンドも使用できません。

デフォルト: CD
バリュー: CD = コマンドモード TX = テキストモード BI = バイナリーモード

例 1 テキストモードに変更

コントロールコマンド: @MD TX CRLF
例 2 バイナリーモードに変更

コントロールコマンド: @MD BI CRLF
コントロールレスポンス: * MD = BI CRLF

5.4.2.8 @PB UART パリティビット設定

MU-3 の UART のパリティビットを設定します。設定変更はコマンドに対するレスポンスを返した直後に適用になります。コントロール側のパリティを直ちに変更してください。

デフォルト: NO
バリュー: NO=無し EV=偶数 OD=奇数

例 偶数パリティに変更

コントロールコマンド: @PB EV CRLF
コントロールレスポンス: * PB = EV CRLF

5.4.2.9 @PW 空中線電力低下装置設定

MU-3 の空中線電力を標準の 10mW から 1mW に低下させることができます。

デフォルト: 10 (10mW)
バリュー: 01 = 1mW 10 = 10mW

例 1mW に設定

コントロールコマンド: @PW 01 CRLF
コントロールレスポンス: * PW = 01 CRLF

5.4.2.10 @RI ルート情報付加モード

目的局におけるデータレシーブ('*DR')の中にルート情報を含めるかどうかを指定します。
ルート情報を含める場合は ON に設定してください。

デフォルト: OF
バリュー: ON = ルート情報付加(ON) OF = ルート情報無し(OFF)

例 1 ルート情報付加モードにする

コントロールコマンド: @RI ON CRLF
例 2 DR データレシーブの様子

RI が ON の時 * DR = 03 ABC /R 20,01,02,03 CRLF
RI が OFF の時 * DR = 03 ABC CRLF

5.4.2.11 @RM レスポンス表示モード

レスポンスの内容の表示方法を、コード表示あるいはテキスト表示のどちらかに設定します。

テキスト表示は、RS232C 変換ボードで PC に接続してレスポンス内容を確認するためのモードです。

通常はコード表示モードにしてください。

デフォルト: CD

バリュー: CD:コード表示モード

TX: コードおよびテキスト表示モード

例 レスポンスの表示方法をコード表示に変更

コントロールコマンド: @RM CD CRLF

コントロールレスポンス: * RM = CD CRLF

5.4.2.12 @RR 受信ルート情報利用設定

受信したデータパケットのルート情報をルートレジスタに書き込んで、返信用のルート情報として利用するかどうかを設定します。目的局において、ルートレジスタの内容に従い送信するデータ送信コマンド(コントロール送信コマンド)を発行すると、自動的に発信局に向けてデータが送られます。ただし、ルート設定コマンドで設定したルート情報は、データパケットを受ける度に上書きされるので注意してください。この動作が有効になるのは発信局からの通信コマンドを受信した場合だけです。

デフォルト: OF

バリュー: ON: 受信ルート情報利用(ON)

OF: 受信ルート情報利用なし(OFF)

例 受信ルート情報を利用する

コントロールコマンド: @RR ON CRLF

コントロールレスポンス: * RR = ON CRLF

5.4.2.13 @RT 中継ルート指定

ルートレジスタにルート情報を設定します。中継局は最大 10 台まで配置することができます。ルート情報は配置する中継局の機器 ID(EI)を中継順に並べて記述してください。ルート情報の最後には目的局の機器 ID(EI)を指定してください。中継局を使ったデータ送信の詳細は DT コマンドをご覧ください。

デフォルト: NA @RT コマンドに対するレスポンスは * RT = NA

バリュー: NA あるいは(00h – FEh),……,(00h-FE) 最大 10 台まで指定可

ただし、00h は同報通信、NA を指定するとルートレジスタの指定は無効となり@DI コマンドの指定が有効となります。

例 機器 ID=5F 番の発信局からデータ'ABC'を、中継局 ID=01,ID=02,ID=03 を経由して機器 ID=8F 番の目的局に送るためにルート情報を設定する。

コントロールコマンド: @RT 01,02,03,8F CRLF

コントロールレスポンス: * RT = 01,02,03,8F CRLF

■ヒント: RT コマンドで機器 ID を一つだけ記述した場合は、それが直接の目的局になります。

5.4.2.14 @SB UART ストップビット設定

MU-3 の UART のストップビットを設定します。設定変更はコマンドに対するレスポンスを返した直後に適用になります。コントロール側のストップビットを直ちに変更してください。

デフォルト: 01

バリュー: 01=ストップビット 1 02=ストップビット 2

例 ストップビット 1 に変更

コントロールコマンド: @SB 01 CRLF

コントロールレスポンス: * SB = 01 CRLF

5.4.2.15 @SI RSSI 情報付加モード設定

このコマンドは受信したデータパケットの受信信号レベル(RSSI)情報を、目的局のデータレシーブや発信局のACKレスポンス、レシーブレスポンスに含めるかどうかを設定します。情報を含める場合はモードを ON に設定してください。情報はデータレシーブ(' * DS')の先頭に付加されます。OF の時は'* DR'データレシーブになります。このモードは目的局あるいは発信局での受信動作が伴う全てのコマンドに対して適用されます。ただしデータ送信コマンド 3 については、固定的に RSSI 情報がデータレシーブ文字列あるいは ACK レスpons 文字列に付加されます。

デフォルト: OF

バリュー

ON: RSSI 情報付加

OF: RSSI 情報無し

例 1 RSSI 情報付加モードにする

コントロールコマンド: @SI ON CRLF

コントロールレスポンス: * SI = ON CRLF

例 2 目的局のデータレシーブおよび発信局の ACK レスpons の状況

目的局のデータレシーブ

例 受信したデータパケットの RSSI が-85dBm=55hex の時

・発信局で発行した送信コマンドがデータ送信コマンド 2 の場合

SI が ON、RI が OF の時

* DS = 55 03 ABC CRLF

SI が ON、RI が ON の時

* DS = 55 03 ABC /R20,01,02,03 CRLF

SI が OF、RI が OF の時

* DR = 03 ABC CRLF

SI が OF、RI が ON の時

* DR = 03 ABC /R20,01,02,03 CRLF

発信局の ACK レスpons

例 目的局からの ACK を受信し、その RSSI が-70dBm=46hex の時

・発信局で発行した送信コマンドがデータ送信コマンド 2 の場合

SI が OF の時

* DR = 00 CRLF

SI が ON の時

* DS = 46 00 CRLF

5.4.2.16 @SN シリアルナンバー表示

MU-3 のシリアルナンバーを表示します。シリアルナンバーは本体ラベル内に記載されている 9 桁の管理番号です。MU-3 からのスponses は ASCII 文字です。

例

コントロールコマンド: @SN CRLF
コントロールレスポンス: * SN = A12345678 CRLF

5.4.2.17 @SR リセット

MU-3 を電源投入時の状態に戻します。各種コマンドの'W'オプションで EEPROM に固定した内容で起動します。

例

コントロールコマンド: @SR CRLF
コントロールレスポンス:
RM=CD 時 * SR = 00 CRLF
(RM=TX 時 * SR = 00 : Software reset was performed. CRLF)

5.4.2.18 @SY スタンバイモード設定

MU-3 をスタンバイモードにします。スタンバイ直前の設定情報は保持されます。

コマンド発行後、RXD、CTS、MODE、INI、RESET 端子を全て High レベルにしてください。

スタンバイモードから復帰するには CTS 信号線を High レベルから Low レベルにしてください。

バリュー: スタンバイモード 1=01 スタンバイモード 2=02 スタンバイモード 3=03

	消費電流	復帰時間	状態
スタンバイモード 1	18 mA	10 ms	VCO、PLL 電源オン CPU は HALT
スタンバイモード 2	1.5 mA	42 ms	VCO、PLL 電源オフ CPU は HALT
スタンバイモード 3	15 μA	65 ms	VCO、PLL 電源オフ CPU は STOP

例 コントロールコマンド: @SY 02 CRLF コントロールレスポンス: 無し

5.4.2.19 @TB バイナリーモード無入力時間設定

バイナリーモードの時、UART のデータの無入力状態が設定時間以上続くと、自動的にバッファ内にあるデータの送信を開始します。設定値は 1 カウント 32ms で計算してください。

デフォルト: 10h (16x32=0.512s)
バリュー: 01h - FFh: 1 カウント=32ms

例 20h(1.02s)に設定

コントロールコマンド: @TB 20 CRLF コントロールレスポンス: * TB = 20 CRLF

5.4.2.20 @TC コマンドモード入力待ち時間

設定時間内にコマンド入力が終了しないと、それまでに入力した文字列はクリアされ、入力待機状態に戻ります。設定値は 1 カウント 1.024s で計算してください。このコマンドは、ハイパーテーミナルのようにキー入力をする度にキャラクターデータが送信されるソフトウェアに対応するためのものです。

デフォルト: 00h(入力時間制限無し)
バリュー: 00h - FFh

例 0Ah(10x1.024=10.24s)に設定

コントロールコマンド: @TC 0A CRLF コントロールレスポンス: * TC = 0A CRLF

5.4.2.21 @UI ユーザ ID 設定

ユーザ ID は、同一エリア内における他システムとのデータ混信を極力避ける目的で使用する ID(約 65000 通り)で、同一ユーザシステム内にある全ての機器は同じ ID でなければ通信が成立しません。グループ ID、機器 ID、目的局 ID と共にリンクパラメータを形成します。

全ての MU-3 のユーザ ID はデフォルトで 0000h となっており、この値のまま使用することができますが、同一エリア内で他者とのデータコリジョンを避けるために、実稼動させる場合はユーザ ID を設定することをお薦めします。

ユーザ ID は、ユーザ ID を希望される場合にパスワードと共にお知らせします。ご希望の場合は営業部までご請求ください。ユーザ ID とパスワードは、紛失しないように十分管理してください。(弊社でも管理します)

※ユーザ ID は約 65000 通り確保してありますが、この範囲を超えた場合はユーザ ID が重複することもあります。つまり、データのセキュリティ性を保証するものではありませんので注意してください。ただし、ユーザ ID が 65000 を越えることは無いことと、同一エリア内で ID が重複する確立は低いので安心して使用できます。

デフォルト: 0000h

バリュー: 0000h – FFFEh (0000h は試験用 ID、FFFFh は使用不可)

例 通知されたパスワード 0B27h でユーザ ID を 0000h に設定。

コントロールコマンド: @UI 0000,0B27 CRLF コントロールレスポンス: * UI = 0000 CRLF

※ 一般的なアプリケーションでは UI、GI、EI はコマンドの/W オプションで EEPROM に固定して使用します。

※ ユーザ ID を複数必要な場合はお問合せください。

5.4.2.22 @VR プログラムバージョン

MU-3 のプログラムバージョンを取得します。

例

コントロールコマンド: @VR CRLF

コントロールレスポンス: * VR = 11 Ver1.1 2003/08/29 15:00 CRLF

5.4.3 モニタコマンドと各種レスポンス

5.4.3.1 @CA 目的局全チャネル RSSI 絶対レベル測定

指定した目的局の RSSI(受信信号強度)を全チャネルに渡って測定します。フィールドのフロアノイズレベルや他者電波強度、自システムノイズレベルを確認することができます。RSSI 値は目的局のアンテナに誘起された電波の受信強度です。

書式 1:'@' + 'CA' + '/' + ルート情報 + 'CRLF'

書式 2:'@' + 'CA' + 'CRLF'

詳細

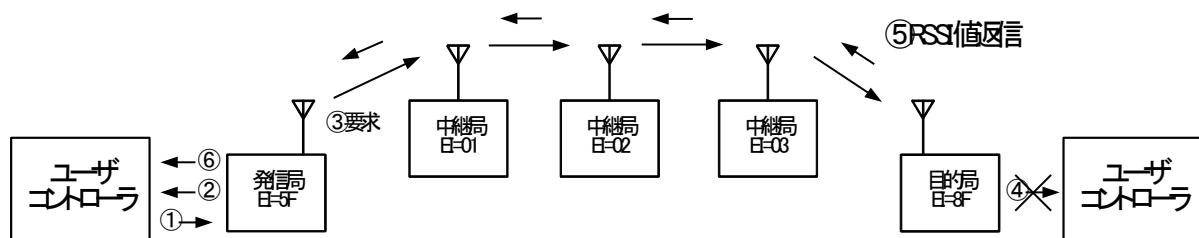
フォーマット 1 '@CA' '/' rr,rr,...,rr 'CRLF'

フォーマット 2 '@CA' 'CRLF'

rr,rr,...,rr : ルート情報を 16 進 2 桁で ASCII 文字記述 値:00h~FEh、中継局数最大 10 台

- ・書式 1 ではルート情報をコマンドに直接記述します。
- ・書式 2 の場合は RT コマンドでルートレジスタに設定したルート情報、あるいは目的局 ID の内容に基づき送信されます。ルート情報を記述する場合、目的局の機器 ID は最後に記述してください。ルート情報が何も設定されていない場合(RT コマンドで NA に設定)は目的局 ID に設定されている機器が目的局になります。
- ・自局をターゲットとすることもできます。この場合は中継局を一台以上記述し最後に自局の機器 ID を記述してください。

例: 目的局器番号=8F の RSSI を全チャネルに渡って測定。中継局は EI=01、02、03。MU-3-1216、MU-3-1252 の場合。



・発信局の状況

①モニタコマンド発行

書式: '@CA/01.02038F CRLF

書式2: '@CA CRLF

②モニタレスポンス: *DT=00 CRLF

③要求

⑥目的局からのレシーブレスポンス(中継等経路後に出力される)

*DR=13 7C7D...7E7D CRLF

19d分のRSSIデータがASCII文字38Byte(26Hex)で出力される
符号はマイナス

・目的局の状況

④データシープはありません

⑤全チャネルRSSI値図言

◇レシーブレスポンス(発信局に出力)

目的局の 19 チャネル分の RSSI の測定結果がレシーブレスポンスとして出力されます。

測定値は RSSI の絶対値を表す 2 桁の 16 進数値で、ASCII 文字 38 バイト(26Hex)が出力されます。1 チャネル分の RSSI 値は ASCII 文字 2 バイトで表わされ、得られる RSSI 値の符号はマイナスです。

・発信局の出力

* DR = 26 7C7D...7E7D CRLF

※16 進数値'7C'=-124dBm、'7C'=37,43(ASCII コード)

5.4.3.2 @CR 目的局 RSSI 絶対レベル測定

指定した目的局の RSSI(受信信号強度)を測定します。RSSI 値は目的局向けに発射された電波の受信強度です。また、目的局が置かれたフィールドのフロアノイズレベルも取得します。測定値は RSSI の絶対値を表す 2 枠の 16 進数値で ASCII 文字列で出力されます。得られる RSSI 値の符号はマイナスです。

書式 1: '@' + 'CR' + '/' + ルート情報 + 'CRLF'

書式 2: '@' + 'CR' + 'CRLF'

詳細

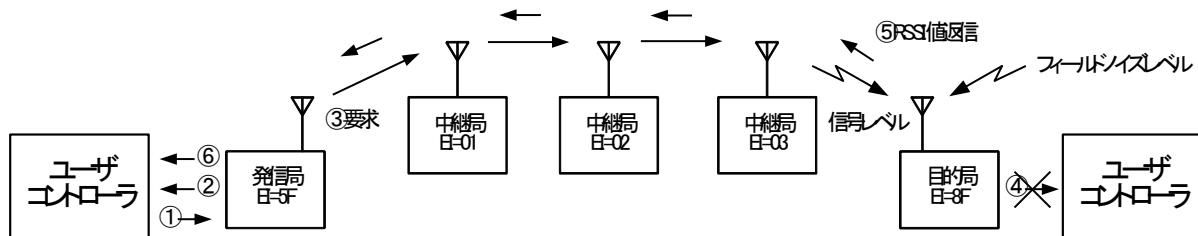
フォーマット 1 '@CR' '/' rr,rr,...,rr 'CRLF'

フォーマット 2 '@CR' 'CRLF'

rr,rr,...,rr : ルート情報を 16 進 2 枠で ASCII 文字記述 値:00h~FEh、
中継局数最大 10 台

- 書式 1 ではルート情報をコマンドに直接記述します。
- 書式 2 の場合は RT コマンドでルートレジスタに設定したルート情報、あるいは目的局 ID の内容に基づき送信されます。ルート情報を記述する場合、目的局の機器 ID は最後に記述してください。ルート情報が何も設定されていない場合(RT コマンドで NA に設定)は目的局 ID に設定されている機器が目的局になります。
- 自機をターゲットとすることもできます。この場合は中継局を一台以上記述し最後に自機の機器 ID を記述してください。

例: 目的局器番号=8F の RSSI を測定。中継局は EI=01、02、03。



・発信局の状況

①モニタコマド発行

書式: @OR/0102038F CRLF
書式: @OR CRLF

②モニタレスポンス: *DR-00 CRLF

③要求

⑥目的局からのレスポンス(中継局経由で出力される)

RM=OD の時 *DR-04 5580 CRLF

RM=TX の時 *DR-14 CRLF S-85dBmN-128dBm CRLF

・目的局の状況

④データシープはあります

⑤全チャンネルRSSI値返言
パケットの信号レベルとフィールドノイズを測定し返言

◇レシーブレスポンス(発信局に出力)

目的局宛の信号レベルとフィールドノイズの測定結果がレシーブレスポンスとして出力されます。

測定値は RSSI の絶対値を表す 2 枠の 16 進数値で、データサイズの次に信号レベルが出力されます。1 チャネル分の RSSI 値は ASCII 文字 2 バイトで表わされ、得られる RSSI 値の符号はマイナスです。

・発信局の出力

* DR = 04 55 80 CRLF

※16 進数値'55' = -85dBm、16 進数値'80' = -128dBm、「55」=35,35(ASCII コード)

5.4.3.3 @CS チャネル状況取得

ユーザがデータを送信する前に、現在のチャネルが送信可能な状況にあるかを問い合わせします。

判定のための RSSI レベル閾値は約-106dBm です。

問い合わせ結果が‘送信可能’の場合は直ちにデータ送信を開始してください。

書式: '@' + 'CS' + 'CRLF'

詳細

フォーマット '@CS CRLF'

バリュー: 'EN'=他者キャリア無し送信可能 'DI'=他者キャリア有り送信不可

例

モニタコマンド: @CS CRLF

モニタレスポンス: * CS = EN CRLF or * CS = DI CRLF

※ どんなデータを送っても内部で自動的にキャリアセンスを行なっているので電波法違反になることはありませんが、この場合内部キャリアセンスの結果を処理しなければなりません。データの送信に先立ちこのコマンドで確認する方法が便利です。

詳細は‘キャリアセンス’の項をご覧ください。

5.4.3.4 @RA RSSI 絶対値測定

設定されているチャネルの受信信号強度: RSSI の絶対値を測定します。測定値は RSSI 絶対値を表す 16 進数値です。得られる RSSI 値の符号はマイナスです。

書式: '@' + 'RA' + 'CRLF'

詳細

フォーマット '@RA CRLF'

RSSI 絶対値を表す 16 進数値: 00h - FFh

例 現在のチャネルの RSSI 絶対値を測定する

モニタコマンド: @RA CRLF

モニタレスポンス

RM=CD の時 * RA = 63 CRLF ※63h=99

(RM=TX の時 * RA = 63 -99dBm CRLF)

5.4.3.5 @RC 全チャネル RSSI 絶対レベル測定

発信局の RSSI(受信信号強度)を全チャネルに渡って測定します。フィールドのフロアノイズレベルや他者電波レベル、自システム電波強度を確認することができます。測定値は RSSI の絶対値を表す 2 行の 16 進数値で ASCII 文字列で出力されます。得られる RSSI 値の符号はマイナスです。

書式: '@' + 'RC' + 'CRLF'

詳細

フォーマット '@RC CRLF'

例 発信局の RSSI 絶対値を全チャネルに渡って測定する。

モニタコマンド: @RC CRLF

モニタレスポンス: * RC = 7A7C7D....7E7D CRLF

・19ch 分の RSSI データ(ASCII 文字 38Byte)がレスポンスされる

・符号はマイナス 例: 7A= -122dBm

5.4.4 テストコマンド と 各種レスポンス

5.4.4.1 @CT テストデータ送信

発信局からテストデータを指定時間送信します。データを連續送信する場合は'ON'を、指定時間だけ送信する場合はカウント値を、送信を停止する場合は'OF'を指定してください。送信データは'CRLF'コードの繰り返しで、目的局の受信データは'*DR = 00'です。送信中に通信コマンド入力があれば、そのデータを送信します。

デフォルト: 'OF'

バリュー: 'ON': 連続送信オン(ON)、'OF': 連続送信オフ(OFF)、カウント値:01h～FFh を表す ASCII コード
・カウント値は 1 カウント当たり 10 秒です。最大値は FFh で 2550 秒です。

例 1 データ連続送信オン

テストコマンド: @CT ON CRLF

テ스트レスポンス: *CT = ON CRLF

例 2 データ連続送信オフ

テストコマンド: @CT OF CRLF

テ스트レスポンス: *CT = OF CRLF

例 3 60 秒間データを送信します

テストコマンド: @CT 06 CRLF

テ스트レスポンス: *CT = ON CRLF



・発信局の状況

- ① テストコマンド発行 @CT 06 CRLF
- ② テストレスポンス: *CT=ON CRLF
- ③ テストデータ送信

・全ての目的局の状況

- ④ データシーケンス *DR=00
- ・目的局IDが一致する場合はデータシーケンスが指定時間出力される
- ・アドレス言語のRTSを測定するには目的局の機器IDを用いて設定し、@RA コマンドを使用します。

5.4.4.2 @CP パケット試験

パケット試験のためのデータを送出します。

指定した目的局に対してデータパケットを送信し、目的局はそのままデータを送り返します。パケット長は 1~255 バイトまで任意に指定できます。

書式 1: '@' + 'CP' + データサイズ + データ + '/' + ルート情報 + 'CRLF'

書式 2: '@' + 'CP' + データサイズ + データ + 'CRLF'

詳細

フォーマット 1 '@CP' ss DD....D '/' rr,rr,...,rr 'CRLF'

フォーマット 2 '@CP' ss DD....D 'CRLF'

ss : データサイズを 16 進 2 桁で ASCII 文字記述 値:00h~FFh、最大 255 バイト

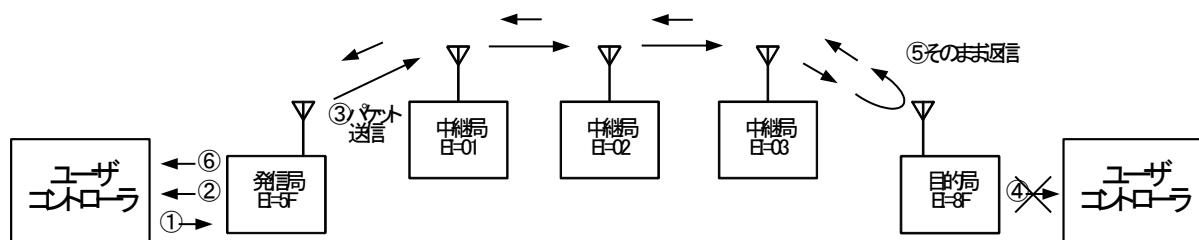
DD...D : D は 1 バイトデータを表す。値:00h~FFh、データ数:最大 255 バイト

rr,rr,...,rr : ルート情報を 16 進 2 桁で ASCII 文字記述 値:00h~FEh、中継局数最大 10 台

・書式 1 ではルート情報をコマンドに直接記述します。

・書式 2 の場合は RT コマンドでルートレジスタに設定したルート情報、あるいは目的局 ID の内容に基づき送信されます。ルート情報を記述する場合、目的局の機器 ID は最後に記述してください。ルート情報が何も設定されていない場合(RT コマンドで NA に設定)は目的局 ID に設定されている機器が目的局になります。

例: 機器 ID=5F 番の発信局からデータ'ABC'を、中継局機 ID=01,ID=02,ID=03 を経由して機器 ID=8F 番の目的局に送り、そのまま送り返させる。



・発信局の状況

①テストコマンド発行

書式: @CP 03 ABC / 01.02.03.8F CRLF

書式: @CP 03 ABC CRLF

②テストレスポンス: *DR-00 CRLF

③データ パケット送信

⑥目的局からのレスポンス

*DR-03 ABC CRLF (中継等階層回路が走る)

・目的局の状況

④データレシーブはありません

⑤データ パケットをそのまま戻す

◇レスポンス(発信局に出力)

目的局宛送ったデータパケットがそのまま返され、レスポンスとして出力されます。

・発信局の出力

* DR = 03 ABC CRLF

5.4.5 拡張コマンド と 各種レスポンス

5.4.5.1 '@DTxx@CHxx/C' 目的局チャネル変更

指定した目的局の使用チャネルを変更します。チャネル変更は遠方から行なってください。

書式 1: '@' + 'DT05' + '@CH' + チャネル番号 + '/C' + ルート情報 + 'CRLF'

書式 1: '@' + 'DT05' + '@CH' + チャネル番号 + '/C' + 'CRLF'

書式 3: '@' + 'DT07' + '@CH' + チャネル番号 + '/W' + '/C' + ルート情報 + 'CRLF'

書式 4: '@' + 'DT07' + '@CH' + チャネル番号 + '/W' + '/C' + 'CRLF'

詳細

フォーマット 1 '@DT05' '@CH' cc '/C' rr,rr,...,rr 'CRLF'

フォーマット 2 '@DT05' '@CH' cc '/C' 'CRLF'

フォーマット 3 '@DT07' '@CH' cc '/W' '/C' rr,rr,...,rr 'CRLF'

フォーマット 4 '@DT07' '@CH' cc '/W' '/C' 'CRLF'

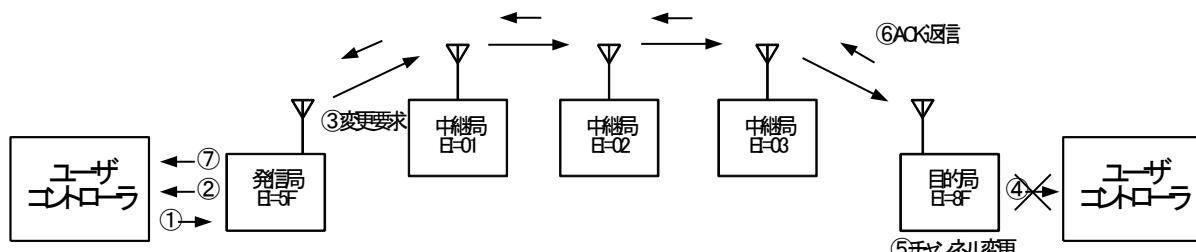
cc : チャネル番号を 16 進 2 桁で ASCII 文字記述 値:02h~14h

rr,rr,...,rr : ルート情報を 16 進 2 桁で ASCII 文字記述 値:00h~FEh、

中継局数最大 10 台

- 書式 1, 3 ではルート情報をコマンドに直接記述します。
- 書式 2, 4 の場合は RT コマンドでルートレジスタに設定したルート情報、あるいは目的局 ID の内容に基づき送信されます。ルート情報を記述する場合、目的局の機器 ID は最後に記述してください。ルート情報が何も設定されていない場合(RT コマンドで NA に設定)は目的局 ID に設定されている機器が目的局になります。
- 書式 3, 4: チャネルの変更を EEPROM に固定する場合は '/W' オプションを付けてください。

例 目的局機器番号=8F のチャネルを 14ch(0E)チャネルに変更する。中継局は EI=01, 02, 03。



・発言局の状況

①拡張マニフレク

書式: @DT 05 @CH E /C 01.02.03.8F CRLF
書式: @DT 05 @CH E /C CRLF

②拡張レスポンス *DT-05 CRLF

③チャンネル変更要求

⑦ACKレスポンス(中継時間経過後に出力される)
*DR-05 @CH0E CRLF

・目的局の状況

④データシードはありません

⑤チャンネルを変更

⑥ACK返信(チャンネル変更完了通知)

◇ACK レスpons (発信局に出力)

目的局のチャネルを変更し、変更完了結果が ACK レスponsとして出力されます。

・発信局の ACK レスpons出力(14 チャネルに変更完了)

* DR = 05 @CH0E CRLF

5.4.5.2 '@DTxx@CHxx/F' 複数局チャネル一括変更

指定した複数局の使用チャネルを一括で変更します。ルート情報に記述された局および自局のチャネルを一度に変更できます。各局のチャネル変更のタイミングは、目的局が発信局からのチャネル変更コマンドを受け付け、その後に発行する ACK が各局で受け付けされた時点です。何らかのエラー要因で ACK 信号を確認できなかった局はチャネルが元のままで。この場合はシステムのチャネル範囲を調べてから、目的局チャネル変更コマンドで遠方の局からチャネル変更を行なってください。

書式 1: '@' +'DT05@CH' + チャネル番号 + '/F' + ルート情報 + 'CRLF'

書式 2: '@' +'DT05@CH' + チャネル番号 + '/F' + 'CRLF'

書式 3: '@' +'DT07@CH' + チャネル番号 + '/W' + '/F' + ルート情報 + 'CRLF'

書式 4: '@' +'DT07@CH' + チャネル番号 + '/W' + '/F' + 'CRLF'

詳細

フォーマット 1 '@DT05' '@CH' cc '/F' rr,rr,...,rr 'CRLF'

フォーマット 2 '@DT05' '@CH' cc '/F' 'CRLF'

フォーマット 3 '@DT07' '@CH' cc '/W' '/F' rr,rr,...,rr 'CRLF'

フォーマット 4 '@DT07' '@CH' cc '/W' '/F' 'CRLF'

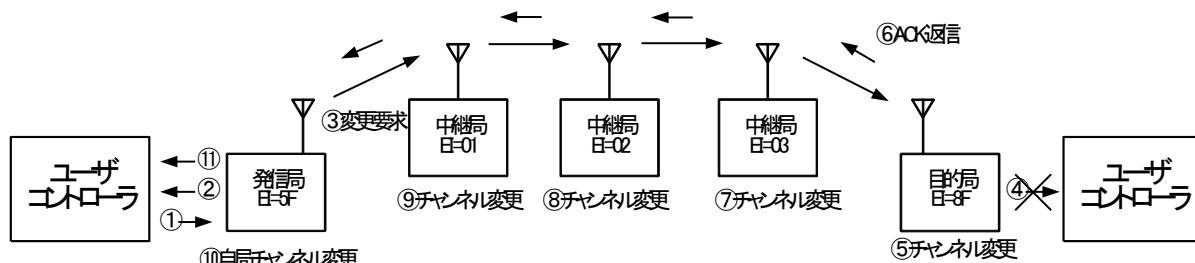
cc : チャネル番号を 16 進 2 桁で ASCII 文字記述 値:02h~14h

rr,rr,...,rr : ルート情報を 16 進 2 桁で ASCII 文字記述 値:00h~FEh、

中継局数最大 10 台

- 書式 1、3 ではルート情報をコマンドに直接記述します。
- 書式 2、4 の場合は RT コマンドでルートレジスタに設定したルート情報、あるいは目的局 ID の内容に基づき送信されます。ルート情報を記述する場合、目的局の機器 ID は最後に記述してください。ルート情報が何も設定されていない場合(RT コマンドで NA に設定)は目的局 ID に設定されている機器が目的局になります。
- 書式 3、4: チャネルの変更を EEPROM に固定する場合は '/W' オプションを付けてください。

例 目的局機器番号=8F のチャネルを 14ch(0E)チャネルに変更する。中継局は EI=01、02、03。



・発信局の状況

①拡張マト発行

書式: '@DT05@CH0E/F01.02038F CRLF

書式2: '@DT05@CH0E/F CRLF

②拡張スペス *DT-05 CRLF

③チャンネル変更要求

⑩自局チャンネルを変更

⑪エトローリレスペス

*CH-0E CRLF

(発信局のチャンネルが変更された時点で出力される)

・目的局の状況

④データシープはありません

⑤チャンネルを変更

⑥ACK返言(チャンネル変更完了通知)

◇コントロールレスポンス(発信局に出力)

システム内の無線局のチャネルを変更し、変更完了結果としてコントロールレスポンスが出力されます。

・発信局のコントロールレスポンス出力(14 チャネルに変更完了)

*CH = 0E CRLF

5.4.5.3 '@DT05@CTxx/C' 目的局テストデータ発信

指定した目的局からリンク試験用データを、カウント値で指定した時間だけ発信します。

送信データは'CRLF'コードの繰り返しで、受信ステーションのデータレシーブは'*DR=00'です。送信中に入力データがあれば、そのデータを送信します。

書式 1:'@' + 'DT05' + '@CT' + カウント値 + '/C' + ルート情報 + 'CRLF'

書式 2:'@' + 'DT05' + '@CT' + カウント値 + '/C' + 'CRLF'

詳細

フォーマット 1 '@DT05' '@CT' xx '/C' rr,rr,...,rr 'CRLF'

フォーマット 2 '@DT05' '@CT' xx '/C' 'CRLF'

xx カウント値: 01h~FFh を表す ASCII コード

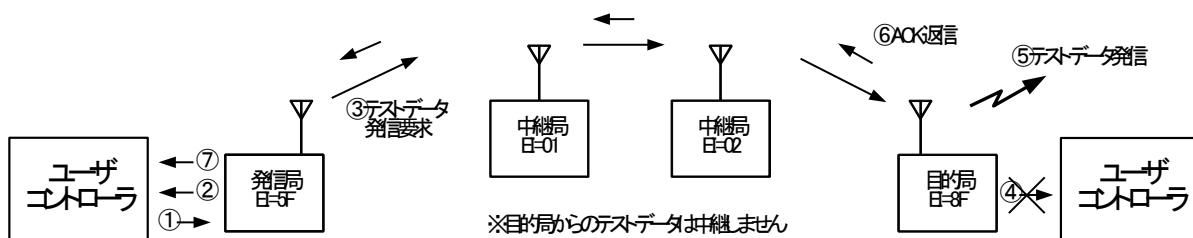
カウント値は 1 カウント当たり 10 秒です。最大値は FFh で 2550 秒です。

rr,rr,...,rr : ルート情報を 16 進 2 衔で ASCII 文字記述 値:00h~FEh、

中継局数最大 10 台

- 書式 1 ではルート情報をコマンドに直接記述します。
- 書式 2 の場合は RT コマンドでルートレジスタに設定したルート情報、あるいは目的局 ID の内容に基づき送信されます。ルート情報を記述する場合、目的局の機器 ID は最後に記述してください。ルート情報が何も設定されていない場合(RT コマンドで NA に設定)は目的局 ID に設定されている機器が目的局になります。

例 中継局 EI=01、02 を経由して、目的局機器番号=8F からテスト信号を 60 秒間発信する。



・発信局の状況

①拡張コマンド発行

書式: @DT_05 @CT_06 /C01.028F CRLF
書式: @DT_05 @CT_06 /C CRLF

②拡張レスポンス *DT=05 CRLF

③テストデータ発言要求

⑦ACKレスポンス(中継時間経過後に出力される)
*DR=05 @CT06 CRLF

・目的局の状況

④データレシーブはありません

⑤60秒間テストデータを発信

⑥ACK回音(テストデータ発言完了通知)

◇ACK レスポンス(発信局に出力)

目的局からテストデータを発信し、発信完了結果が ACK レスポンスとして出力されます。

・発信局の ACK レスポンス出力

*DR = 05 @CT06 CRLF

5.4.5.4 '@DT03@SR/C' 目的局リセット

指定した目的局をリセットします。リセットとは MU-3 の電源を入れた時の状態のことです。ユーザが EEPROM に固定的に設定した内容で立ち上ります。

書式 1: '@' + 'DT03' + '@SR' + '/C' + ルート情報 + 'CRLF'

書式 2: '@' + 'DT03' + '@SR' + '/C' + 'CRLF'

詳細

フォーマット 1 '@DT03' '@SR' '/C' rr,rr,...,rr 'CRLF'

フォーマット 2 '@DT03' '@SR' '/C' 'CRLF'

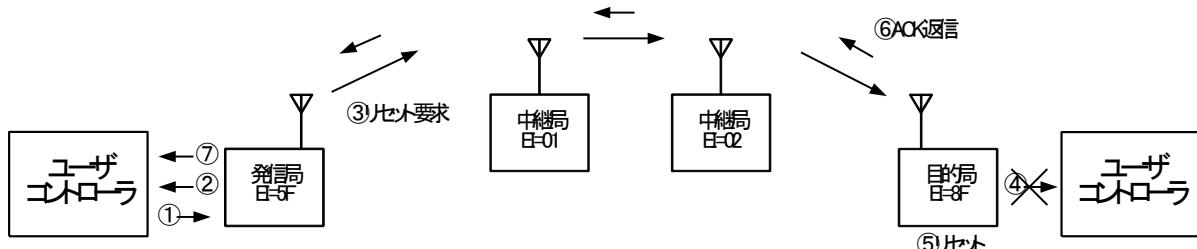
rr,rr,...,rr : ルート情報を 16 進 2 桁で ASCII 文字記述 値:00h~FEh、

中継局数最大 10 台

- 書式 1 ではルート情報をコマンドに直接記述します。

- 書式 2 の場合は RT コマンドでルートレジスタに設定したルート情報、あるいは目的局 ID の内容に基づき送信されます。ルート情報を記述する場合、目的局の機器 ID は最後に記述してください。ルート情報が何も設定されていない場合(RT コマンドで NA に設定)は目的局 ID に設定されている機器が目的局になります。

例 中継局 01、02 を経由して、目的局機器番号=8F をリセットする。



・発信局Fの状況

①拡張コマンド発行

書式: @DT03@SR/C01.028FCRLF

書式: @DT03@SR/C0FLF

②拡張スペース *DT=03 CRLF

③目的局リセット要求

⑦ACKレスポンス(中継等経路を通じて出力される)

*DR=03 @SR CRLF

・目的局Fの状況

④データシープはありません

⑤MU-1をリセットします

⑥ACK返言(リセット完了通知)

◇ACK レスポンス(発信局に出力)

目的局をリセットし、リセット完了を ACK レスポンスとして出力します。

・発信局の ACK レスポンス出力

* DR = 03 @SR CRLF

5.4.5.5 '@DT03@SR/F' 複数局一括リセット

指定した複数局をリセットします。リセットとは MU-3 の電源を入れた時の状態のことです。ユーザが EEPROM に固定的に設定した内容で立ち上ります。

ルート情報に記述された局および自局を一度にリセットすることができます。各局のリセットのタイミングは、目的局が発信局からのリセットコマンドを受け付け、その後に発行する ACK が各局で受け付けられた時点です。何らかのエラー要因で ACK 信号を確認できなかった局はリセットされません。

書式 1:'@' + 'DT03' + '@SR' + '/F' + ルート情報 + 'CRLF'

書式 2:'@' + 'DT03' + '@SR' + '/F' + 'CRLF'

詳細

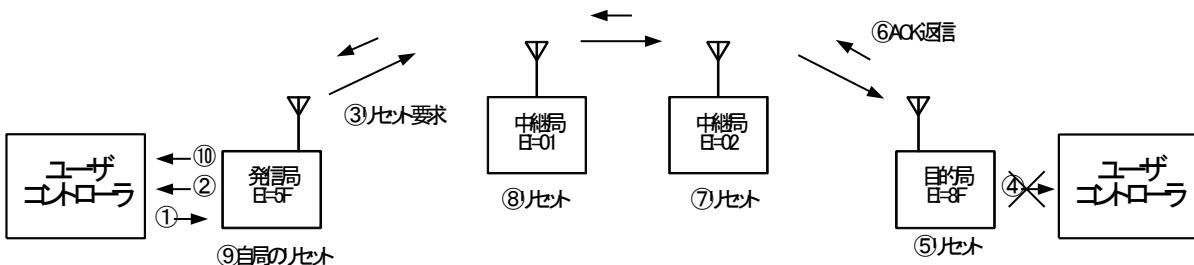
フォーマット 1 '@DT03' '@SR' '/F' rr,rr,...,rr 'CRLF'

フォーマット 2 '@DT03' '@SR' '/F' 'CRLF'

rr,rr,...,rr : ルート情報を 16 進 2 桁で ASCII 文字記述 値:00h~FEh、
中継局数最大 10 台

- 書式 1 ではルート情報をコマンドに直接記述します。
- 書式 2 の場合は RT コマンドでルートレジスタに設定したルート情報、あるいは目的局 ID の内容に基づき送信されます。ルート情報を記述する場合、目的局の機器 ID は最後に記述してください。ルート情報が何も設定されていない場合(RT コマンドで NA に設定)は目的局 ID に設定されている機器が目的局になります。

例 目的局機器番号=8F および中継局 01、02、発信局をリセットする。



・発信局8Fの状況

①拡張マント発行

書式: @DT03@SR/F01.02.8F CRLF
書式: @DT03@SR/F CRLF

②拡張レスポンス *DT=03 CRLF

③目的局リセット要求

⑨自局リセット

⑩コントロールレスポンス

*SR=00 CRLF
(発信局がリセットされた時点で出力される)

・目的局8Fの状況

④データシーケンスありません

⑤リセットします

⑥ACK返信!リセット完了通知

◇コントロールレスポンス(発信局に出力)

システム内の無線局をリセットし、リセット完了をコントロールレスポンスとして出力します。

・発信局の ACK レスポンス出力

* SR = 00 CRLF

5.4.6 レシーブレスポンス

モニタコマンドや拡張コマンドを発行すると、目的局で処理を行いその結果を発信局に返してきます。この処理結果データは発信局からレシーブレスポンスとして出力されます。

レシーブレスポンスは発行するコマンドによって内容が異なります。詳細は各コマンドの説明をご覧ください。

5.4.7 ACK レスpons

拡張コマンドなどを発行すると、目的局でコマンドを受け付けたことを示す受信確認通知'ACK'を返してきます。この'ACK'は発信局から ACK レスponsとして出力されます。

ACK レスponsは発行するコマンドによって内容が異なります。詳細は各コマンドの説明をご覧ください。

5.4.8 インフォメーションレスpons

MU-3 の処理内容に応じてインフォメーションレスponsがレスponsされることがあります。

レスpons表示モード設定コマンド'@RM = TX'あるいは'@RM = CD'を発行すると表示形式を変更できます。初期設定ではインフォメーションコードのみの表示です。

インフォメーションレスponsはコマンドモードの時のみ返されます。

書式

プレフィックス + レスpons名 + '=' + バリュー + ターミネータ

プレフィックス：レスpons文字列の先頭を示すコード'*=2Ah'です。

レスpons名：2 文字の ASCII 文字'IR'です。

バリュー：インフォメーションコードです。インフォメーションコードリストを参照してください。

ターミネータ：コマンドの終りを表すコード'CRLF'(0Dh, 0Ah)です。

インフォメーションレスpons例

レスpons文字列	実際に MU-3 から返ってくる 16 進コード
* IR = 01 CRLF	2A,45,52,3D,30,31,0D,0A

例：

1、'@RM = CD'を発行した時

* IR = 01 CRLF

2、'@RM = TX'を発行した時

* IR = 01 : Channel status information CRLF

インフォメーションレスpons=01 の例

10 Byte (0Ah)データ '0123ABC%#\$'を送信したがキャリアセンスの結果、無線送信できなかった場合
発信局の状況

データ送信コマンド：

@DT 0A 0123ABC%#\$ CRLF

データ送信レスpons：

* DT = 0A CRLF

インフォメーションレスpons：

* IR = 01 CRLF 内部キャリアセンスの結果データ送信できませんでした

◇インフォメーションコードリスト

コード インフォメーション記述

01 Channel status information

意味

キャリアセンスの結果、データ送信できません。データを破棄しました。
詳細は‘キャリアセンス’の項をご覧ください。

5.4.9 エラーレスpons

発行した送信コマンドおよびコントロールコマンドの書式等にエラーがあった場合には、下記のようなエラーコードがレスポンスされます。

このエラーコードは製品開発時に必要となります。製品ではエラーが出ないようにしてください。

レスポンス表示モード設定コマンド'@RM = TX'あるいは'@RM = CD'を発行すると表示形式を変更できます。初期設定ではエラーコードのみの表示です。

書式: プレフィックス + レスpons名 + '=' + バリュー + タミネータ

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

レスpons名: 2文字のASCII文字'ER'です。

バリュー: エラーコードリストに示すエラーコードです。

タミネータ: コマンドの終りを表すコード'CRLF'(0Dh, 0Ah)です。

エラーレスponsのコード

レスpons文字列	実際に MU-3 から返ってくる 16 進コード
* <u>ER</u> = <u>1D</u> CRLF	2A,45,52,3D,31,44,0D,0A

例: '@BR'マンドを発行した場合のエラーレスpons

1、'@RM = CD'を発行した時

*ER = 0A CRLF

2、'@RM = TX'を発行した時

*ER = 0A : BR command format error CRLF

◇エラーコードリスト

コード	エラー記述	意味
01	Issued command is not found	発行したコマンドはありません
02	Channel data error	指定したチャネルは範囲外です
03	CH command error	'CH'コマンドは 2 衝の Hex 文字で指定してください
04	CH command format error	'CH'コマンドの書式が違います
05	DT command error	'DT'コマンドは 2 衝の Hex 文字で指定してください
06	DT command format error	'DT'コマンドの書式が違います。データサイズを確認してください
07	-	
08	RA command format error	'RA'コマンドの書式が違います
09	RM command format error	'RM'コマンドの書式が違います
0A	BR command format error	'BR'コマンドの書式が違います
0B	-	
0C	MD command format error	'MD'コマンドの書式が違います
0D	DI command error	'DI'コマンドは 4 衝の Hex 文字で指定してください
0E	DI command format error	'DI'コマンドの書式が違います
0F	EI command error	'EI'コマンドは 4 衝の Hex 文字で指定してください
10	EI command format error	'EI'コマンドの書式が違います
11	TC command format error	'TC'コマンドの書式が違います
12	TB command format error	'TB'コマンドの書式が違います
13	Command input time exceeds limit	コマンド入力時間が制限時間を超えました
14	-	
15	CT command format error	'CT'コマンドの書式が違っています
16	-	
17	UI command error	'UI'コマンドは 4 衝の Hex 文字で指定してください
18	UI command format error	'UI'コマンドの書式が違います
19	CS command format error	'CS'コマンドの書式が違います
1A	PB command format error	'PB'コマンドの書式が違います
1B	SB command format error	'SB'コマンドの書式が違います
1C	-	
1D	-	
1E	RT command format error	'RT'コマンドの書式が違います
1F	IZ command format error	'IZ'コマンドの書式が違います
20	SR command format error	'SR'コマンドの書式が違います
21	RI command format error	'RI'コマンドの書式が違います
22	SN command format error	'SN'コマンドの書式が違います
23	-	
24	SY command format error	'SY'コマンドの書式が違います。
25	RC command format error	'RC'コマンドの書式が違います
26	SI command format error	'SI'コマンドの書式が違います
27	RR command format error	'RR'コマンドの書式が違います
28	PW command format error	'PW'コマンドの書式が違います
29	RA command format error	'RA'コマンドの書式が違います
2A	-	
2B	-	
2C	-	
2D	-	
2E	-	
2F	-	
30	UART Over Run error	UART のオーバーランエラーです
31	UART Framing error	UART のフレミングエラーです
32	UART Parity error	UART のパリティエラーです

注意: CA、CP、CR コマンドに対するエラーコードは DT コマンドエラー-05、06 番となります。

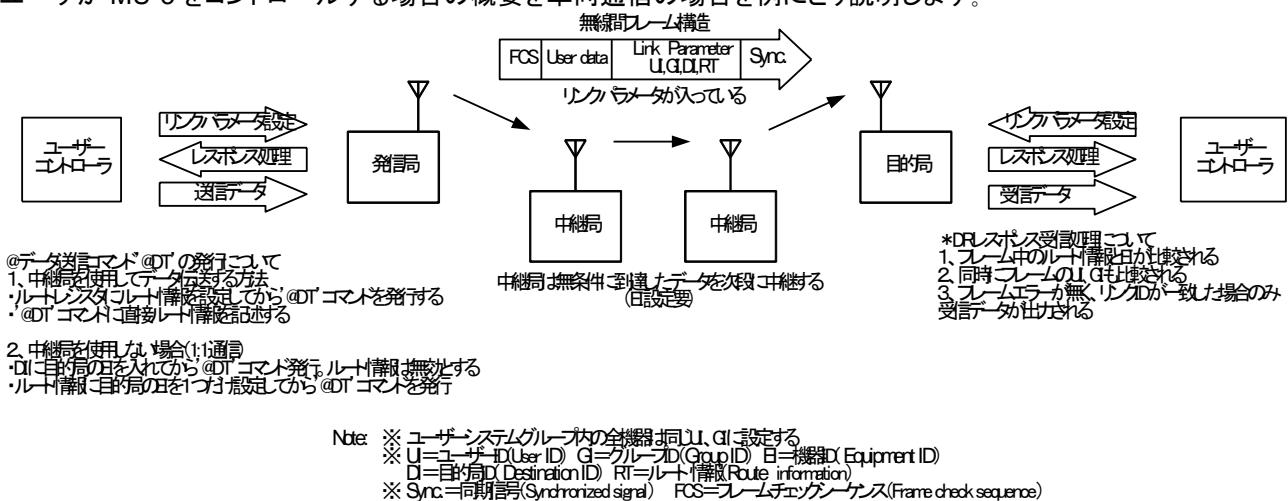
第6章 プログラム開発方法

MU-3 のコントロールはコマンドの発行と、そのレスポンス(目的局におけるデータレシーブを含む)を処理することです。MU-3 は 3 つのモードを持っていますが、実用的なアプリケーションを作る上で必要なモードはコマンドモードです。この章ではユーザがプログラムを開発する上で必要となると思われる事項についてコマンドモードを中心に説明します。

MU-3 は無線を使用する各種機器に対応するために、無線通信の基本部分の提供を目的としています。このため用途によっては通信プロトコル(MCA、ARQ 等)をユーザアプリケーション側で組み込む必要があります。

6.1 ユーザ処理の概要

ユーザが MU-3 をコントロールする場合の概要を単向通信の場合を例にとり説明します。



MU-3 を使ってデータ通信を行なう場合は最初に各種の初期設定を行なう必要があります。MU-3 に対してコントロールコマンドを発行すると MU-3 からはそのコマンドに応じたコマンドレスポンスが必ず返ってきます。必要に応じてコマンドレスポンスを処理してください。また、発信局からのデータを受信した場合はデータレシーブが目的局から出力されるのでデータサイズに応じた受信処理を行ないます。データ送信コマンドでデータを送信する場合は電波法によるキャリアセンス規定による処理が MU-3 の内部で行なわれ、電波が発射できない場合はインフォメーションレスポンス 01 番を返してくるので処理を行なってください。(チャネル状況取得コマンド '@CS' を使用すれば送信動作の前にデータを送ることができるか判断できます。)

発信局から送信したデータを目的局で受信するためにはリンクパラメータを設定する必要があります。データ送信コマンドを発行するとリンクパラメータは実際の無線間データフレームの中に配置され、各ステーションで適切な処理がされます。中継局は自局宛てデータではないので無条件に中継するだけです。目的局はデータエラーがない限りデータレシーブとしてユーザコントローラに出力します。

データの送受信を確実にするためには、ACK 要求付きデータ送信コマンドを使用してください。

また、使用チャネルの電波状況が悪い場合には、拡張コマンドを使用すると中継機能を利用して各ステーションのチャネルを変更することができます。

中継局にも目的局と同じユーザデータを出力することができる便利なデータ送信コマンドもあります。

6.2 MU-3 の動作について

1. MU-3 の無線間ビットレートは 9600bps 固定となっており、UART(RS232C)インターフェースのレートとは違うので注意してください。また、無線間データはユーザデータの他に、通信実現のためのプリアンブル、コントロールデータ、エラーチェックなどを付加したフレーム構造となっています。このため無線間の実効ビットレートは約 6800bps です。
2. MU-3 のシリアルインターフェースでは RTS、CTS のハードウェアフローコントロールを行っています。RTS 信号は MU-3 からユーザシステムに対する出力信号で、RTS が Low の時に MU-3 はデータ受信が可能です。
RTS が High の時は内部データバッファが一杯で受信できません。
CTS 信号はユーザシステムからの入力信号で、CTS が Low になっている場合に MU-3 はデータを出力します。
CTS が High の時はデータ出力を停止します。
3. MU-3 のモード(コマンド、テキスト、バイナリー)切り替えは次のようにします。
 - a. コマンドモードとバイナリモードの切り替え
コマンドモードからバイナリモードにするには、'@MD BI'コマンドを発行してから MODE 端子を Low にしてください。バイナリモードからコマンドモードへ切り替えるには MODE 端子を High してください。
 - b. コマンドモードとテキストモードの切り替え
コマンドモードからテキストモードに切り替えるには '@MD TX'コマンドを発行してから MODE 端子を Low にしてください。
テキストモードからコマンドモードに切り替えるには MODE 端子を High してください。
MODE 端子を Low にしたままテキストモードからコマンドモードに移行するには ESC コード(エスケープコード: 1Bh)を発行します。
4. 電源投入時の動作について
本ユニットは電源を入れてから内部動作が安定するまでに 100ms かかります。
この間はコマンドを受け付けられません。
5. MU-3 は無線間のユーザデータフレームの送受信に関して、正常受信したフレームデータのみを UART から出力し、無線間エラーがあった場合はフレームデータを破棄するように動作します。そのことに対するレスポンスはありません。

6.3 コマンド送信処理



注意

MU-3 が持っていないコマンドは絶対使用しないでください。

6.3.1 コマンドの発行

例えば'@CH 03 CRLF'のようなコマンドはキャラクタを順次 UART に送り込む方法が取れます。

※ @:@(40h)=プレフィックス CRLF:CR(0Dh)=キャリッジリターン、LF(0Ah)=ラインフィード

a. 埋めこみ CPU の場合

コマンドの発行は、先ずコマンドデータを準備して、先頭から 1 バイト毎に UART に送り込みます。UART は 1 バイト送信する度に送信割り込みがかかるので、そのルーチン内でコマンドの全バイトが送信されるようにします。

例: '@CH 20 CRLF'の場合

任意のタイミングで最初に'@'を送ると自動的に送信割り込みが掛かるので、送信割り込みルーチンの中で次のバイト'C'を送るようにし、これを繰り返します。コマンド内の全てのキャラクタを送った時点で送信割り込みを終了させるためには、予めターミネータを含めたコマンドサイズを取得しておき、そのサイズで送信数を管理します。

b. Windows などのOS上プログラムの場合

RS232C 処理コンポーネントなどに、あらかじめ用意しておいたコマンド文字列を送り込みます。

6.3.2 データ送信コマンドの発行

例: 5 バイトのデータ'##&45'を送信する場合

コマンド文字列は'@DT 05 ##&45 CRLF'とします。

事前に送信データ(##&45)のバイト数を 2 衔の 16 進数値で求め、データ送信コマンド'@DT'コマンドのデータサブ部に ASCII 文字で入れます。コマンドレスポンスは'*DT = 05 CRLF'です。

MU-3 が 1 回に送ることができるデータサイズは 255 バイト以下ですが、内部は 255 バイトのダブルバッファ構造となっています。また、通常は受信モードですが、バッファの一方にユーザデータが送り込まれた時点でキャリアセンス処理を行い、送信可能な場合に送信モードに切り替えて無線送信を開始します。送信が終わった時点で再び受信モードに戻ります。

ユーザデータを無線間送信している間に次のユーザデータを送り込んだ場合、MU-3 は受信モードには戻らず連続送信モードになります。このことはサイクリックなデータ送信や 255 バイトを超えるデータを送信をする場合に効率が良くなります。

つまり、データ送信コマンド'@DT'でデータを送った後コマンドレスポンス'*DT'を確認してから、下記計算式で求めた時間内に次のデータを送り込むようにすれば、必ず連続送信モードになります。この時間を超えると MU-3 は受信モードに戻ってしまいます。

次データ送り込み時間 = 5ms + 1.04ms × 送信中のユーザデータ数 以内

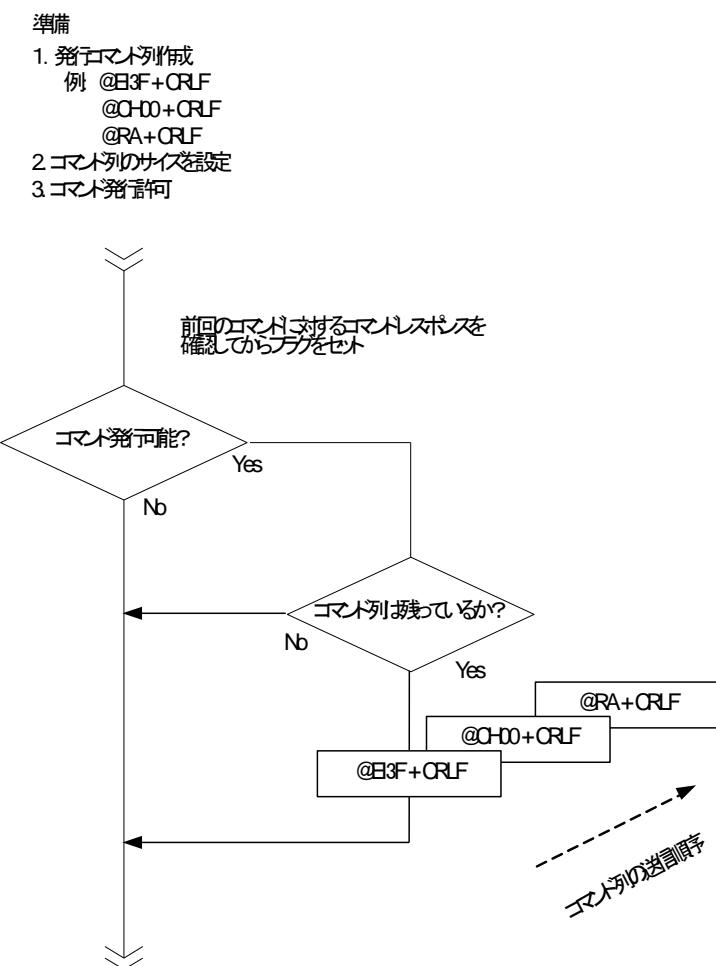
※データの送り込みに関して、ハードウェアフロー制御が働きます。

6.3.3 コマンドの連続発行

'@CH03CRLF@EI33CRLF@DI05CRLF'のようにコマンドを続けて発行することはできません。つまり、1つのコマンドには必ず対応した1つのコマンドレスポンスがあり、このコマンドレスポンスを確認した後でなければ次のコマンドを発行してはいけません。

手順は次のようにになります。

1. '@CH 03 CRLF' コマンド発行 '* CH = 03 CRLF レスポンス確認(処理)
2. '@EI 33 CRLF' コマンド発行 '* EI = 33 CRLF レスポンス確認(処理)
3. '@DI 05 CRLF' コマンド発行 '* DI = 05 CRLF レスポンス確認(処理)



6.3.4 コマンドの連続発行(レスポンスを無視する場合)

第7章のタイミング図で示すように、各コマンドに対するコマンドレスポンスは一定時間を経過した後に返ってきます。コマンドの連続発行はコマンドレスポンスを無視して、コマンドとコマンドの間にウェイトルーチンを挿入することによって行なうこともできます。この方法を使う場合はタイミングに余裕をとり、充分テストを行なってから製品化してください。

6.4 レスポンス、レシーブ処理

6.4.1 レスポンス、レシーブについて

MU-3 からのレスポンス、レシーブは次のような場合に返ってきます。

1. コマンドを発行した場合(コマンドレスポンス、エラーレスポンス)
2. 発行したコマンドに対する目的局からの処理結果(レシーブレスポンス、ACK レスポンス)
3. キャリアセンス結果(インフォメーションレスポンス)
4. 発信局からのデータを受信した場合(データレシーブ)

6.4.2 レスポンス、レシーブ書式

全てのレスポンス、レシーブはプレフィックス' *'で始まり、コマンドレスポンス名は対応するコマンドと同じで 2 キャラクタの ASCII 文字です。' *DR'、'*DC'、'*DS'レシーブは無線で送られてきたデータを示し、送信側のデータ送信コマンド'@DT'に対応したものです。

2 キャラクタのレスポンス、レシーブ名に続いて'='があり、その後にパラメータやバリュー、データを示すバイトが続きます。

レスポンス、レシーブの最後には CRLF(0Dh, 0Ah) の 2 キャラクタのターミネータが付いています。

例: *CH = 1B CRLF *EI = 30 CRLF *DR = 0B 666666666666 CRLF

6.4.3 レスポンス、レシーブタイプ

レスポンス、レシーブには次のようなタイプがあり、タイプ別に処理する必要があります。

1. 2 キャラクタレスポンス: レスポンスの引数が 2 キャラクタのレスポンス
BR, CA, CH, CP, CR, CS, CT, DI, DT, EI, ER, GI, IR, IZ, MD, RA, PB, RM, RR, SB, SI, SR, TB, TC, VR
例: コマンド'@CH 2A CRLF'発行 レスポンス: '*CH = 2A CRLF'
バリュー'2A'は 16 進数値を表す 2 キャラクタの ASCII 文字です
2. 4 キャラクタレスポンス: レpsonsの引数が 4 キャラクタのレスポンス
UI
例: コマンド'@UI 800F,xxxx CRLF'発行 レpsons: '*UI = 800F CRLF'
バリュー'800F'は 16 進数値を表す 4 キャラクタの ASCII 文字です。
3. データレシーブ: データを無線間受信した時のデータ
例: 無線受信データ 10 個(0Ah)の数値を受信した時
データレシーブ'*DR = 0A 5555555555 CRLF'
'0A'は受信データ数で、16 進数値を表す 2 キャラクタの ASCII 文字です。
データサイズの後にはその数のユーザデータバイトがあります。
5. レスポンスなし: コマンドに対するレスポンスが無いもの
スタンバイモード設定コマンド SY にはレスポンスがありません。
6. チャネル数 × 2 個バイトのレスポンス: レpsonsの引数が左記のサイズのレスポンス
RC
7. 9 キャラクタレスポンス: レpsonsの引数が 9 キャラクタのレスポンス
SN
8. レஸpnス長が規定できないもの
RT, VR はレスpnス長が規定できません。ターミネータで判断してください。

6.4.4 レスポンス、レシーブの処理

まず、MU-3 ユニットからユーザコントローラの UART に入ってくるレスポンス、レシーブデータは、リングバッファで受け取ります。レスポンス、レシーブ識別ルーチンでは、リングバッファにデータがあれば 1 バイトづつ引き取り、レスポンス、レシーブの解釈を行います。その後、それぞれのレスポンス、レシーブに対応した処理ルーチンに分岐します。

レスポンス、レシーブタイプの判断は、全てのレスポンス、レシーブ文字列をテーブルに用意しておき比較判断します。比較結果はテーブル上のレスポンス、レシーブ位置を整数で返すようにして、その値で処理ルーチンへ分岐するようにすると便利です。

テーブルにはレスポンス、レシーブをタイプ別にグループ分けして配置します。

例:

```
配列: array['BR','CH','CS','CT','DI','DR','DT','EI','ER','GI','IR','MD','PB','RA','RM','SB','TC','TB','UI','VR']
```

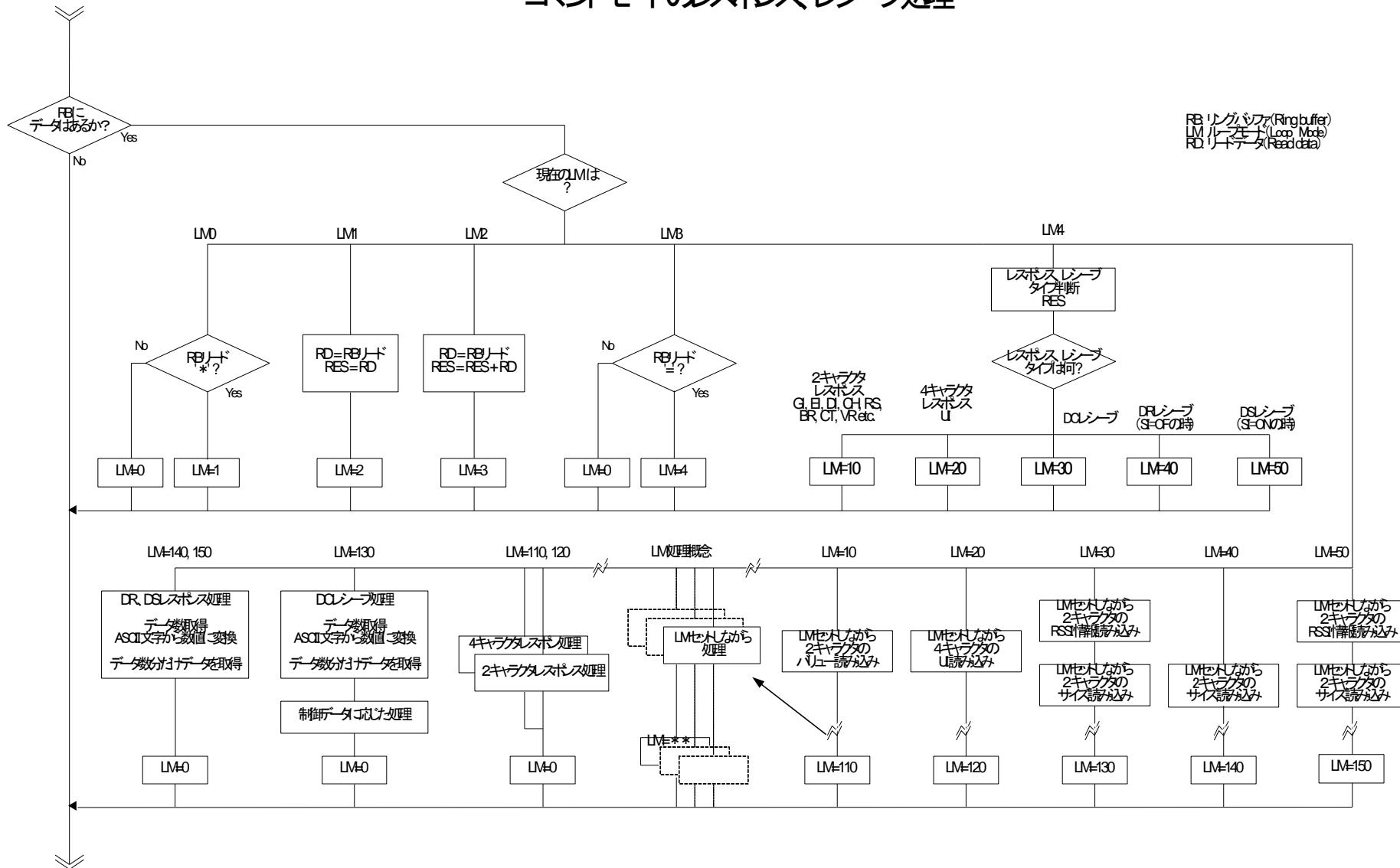
レスポンス、レシーブのバリューには数値を表す ASCII 文字列があり、数値の場合は ASCII 文字から数値に変換するルーチンを用意します。例えば、データを受信した時のデータレシーブ' * DR' のバリューは受信したユーザデータ数を示しているので、数値への変換を行い、この値の分だけデータを取得します。

メインループ

ループモード0(LM=0)でスタート

コマンドモードのレスポンス レシーブ処理

RB リングバッファ(Ringbuffer)
LM ループモード(Loop Mode)
RD リードデータ(Read data)



6.5 エアーモニタ機能の実現

評価プログラムで見られるようなエアーモニタ機能は、受信機の RF 入力レベルを取得しフィールドの電波状況をモニタするものです。

MU-3 は RSSI 絶対値測定コマンド'@RA'を発行し指定チャネルの RSSI レベルを引き取ることができます。

エアーモニタ機能を実現するには、機器 ID に RSSI レベル取得専用 ID(EI=FFh)を指定し、各チャネルの RSSI レベルを順次取得しながら、グラフ作成コンポーネントなどにその RSSI レベルを出力します。

※ MU-3 の機器 ID が EI=FFh の時はシステム予約となっており特別な動作となります。

目的局 ID=FFh ではデータを送信することはできず、機器 ID が EI=FFh の時はたとえ他のリンクパラメータが一致しても受信データを出力することではなく、'@RA'コマンドで現在のチャネルの電波強度:RSSI を読み取ることができます。

手順は次の通りです。

1. '@EI FF'コマンド発行
この設定は最初に 1 回だけ行います。
2. '@CH xx'コマンド発行
RSSI レベルを収集するチャネルを指定します。'xx'はチャネルを表す 16 進数値です。
3. '@RA'コマンド発行
RSSI レベルを取得します。
4. 取得した RSSI レベルをグラフコンポーネントなどに出力します。
5. 2~4 を繰り返す。

注意: '@RA'コマンドを発行するには、必ず先に発行した'@CH'コマンドのレスポンスを確認してください。

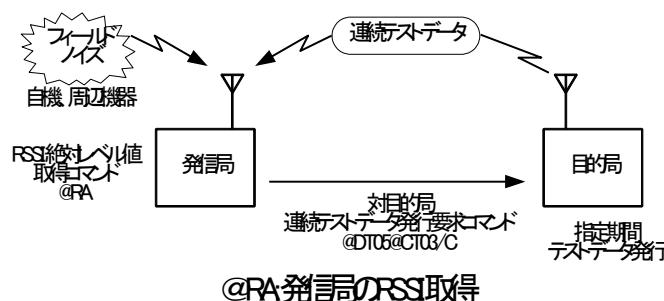
6.6 通信のためのフィールド状況の把握

MU-3 を使用したアプリケーションでは、開発段階や開発が完了して実際に運用する場合において、安定した通信のために常にシステムのフィールド状況を把握することが必要です。つまり、MU-3 をユーザシステム基板に実装する開発段階では、無線性能の最適値を引き出すようにパターン設計や部品配置を考える必要があります、運用段階では安定、信頼性のある通信を確保するために電波状態や周辺フロアノイズを測定し最良のポイントに機器を設置する必要があります。MU-3 はこの様な通信状況を把握するための次の様な便利なコマンドを持っています。

1. '@RA': 発信局の RSSI 絶対レベル取得
2. '@CR': 目的局の RSSI 絶対レベル取得(実信号レベルおよびフロアノイズレベル)
3. '@CP': パケット試験

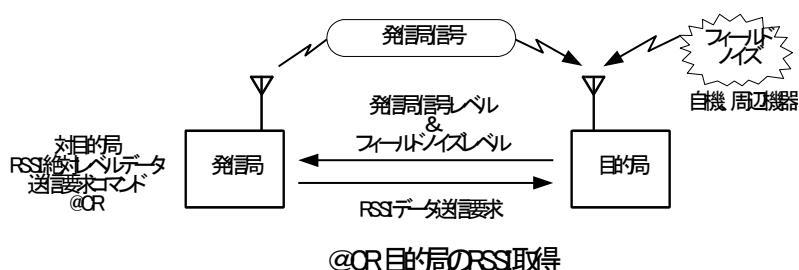
6.6.1 発信局 RSSI 測定

'@RA'コマンドを発行すると発信局の RSSI レベルを測定することができます。自機や周辺機器からの高周波ノイズや、発信局からの信号レベルを測定しながら最適化を図ることができます。目的局からの信号レベルを測定するために、発信局から目的局に対して、連続データ発行要求コマンド'@DT 05 @CT xx'を発行することができます。



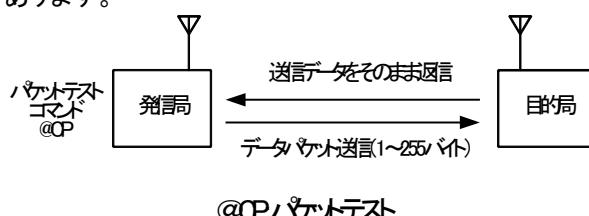
6.6.2 目的局 RSSI 測定

安定した通信を行なうためには、十分な信号レベルを確保できるポイントに機器を設置する必要があります。
'@CR'コマンドを発行して、目的局のフロアノイズや発信局からの信号レベルを測定して送り返すことができます。



6.6.3 パケット試験

'@CP'コマンドを使用してパケットを送信すると、目的局はそのまま返信してきます。このことを利用してフィールド状況に応じたパケット到達率を測定することができます。'@CP'コマンドでは 1 パケット当たりのデータサイズを 0~255 バイトまでの範囲で設定することができます。機器を最適ポイントに設置するために'@CP'コマンドにより複数回のパケットを送信してパケット到達率を測定してください。ただしパケット送信手続き、到達率の計算をプログラムする必要があります。



6.7 データ送信の実現

MU-3 が一回に送ることができるデータバイト数は 255 バイトまでです。255 バイトを超えるデータを送信する場合はデータを分割して送信するなど、ユーザが送信プロトコルを組み込む必要があります。

MU-3 は無線間のユーザデータフレームの送受信に関して、正常受信したフレームのみを出力し、無線間エラーがあったフレームは破棄するように動作します。なお、フレーム落ちに対するレスポンスはありません。

ファイル送信などのように多量のデータを送信する場合は双向通信で ARQ(Automatic Repeat Request: 再送要求)などを行い、無線間エラー要因によるフレーム落ちに対処する必要があります。データフレームにはフレーム番号などを含め、再送要求の判断基準とします。

6.7.1 データの送り込み方

MU-3 内部のキャリアセンスを利用する場合はインフォメーションレスポンスの処理を行わなければなりません。

MU-3 にデータを送り込む前にそのチャネルでデータが送信できるか判断すれば便利です。

MU-3 ではチャネル状況取得コマンド'@CS'を使用してチャネルが使用できるか判断することができます。

'@CS'コマンドでは判定閾値は-106dBm で、その結果を

'EN'=他者キャリア無し送信可能

'DI'=他者キャリア有り送信不可

の形でレスポンスを返します。

1. 送信チャネルを決定し、チャネル設定コマンド'*CH xx'を発行します。
2. チャネルレスポンス('*CH = xx')を確認した後、チャネル状況取得コマンド'@CS'を発行します。
3. レスponses '*CS = EN'または'*CS = DI'を処理して、他者キャリア無しの場合にはただちにデータを送出してください。

6.7.2 MCA 方式について

MCA(マルチチャネルアクセス)を行う場合は 19 チャネルの内、数チャネルごとにグループ分けをします。グループ内の各チャネルは、周波数がなるべく離れるような組み合わせとします。送信問合せを行いグループ内でチャネルを切り替えてください。

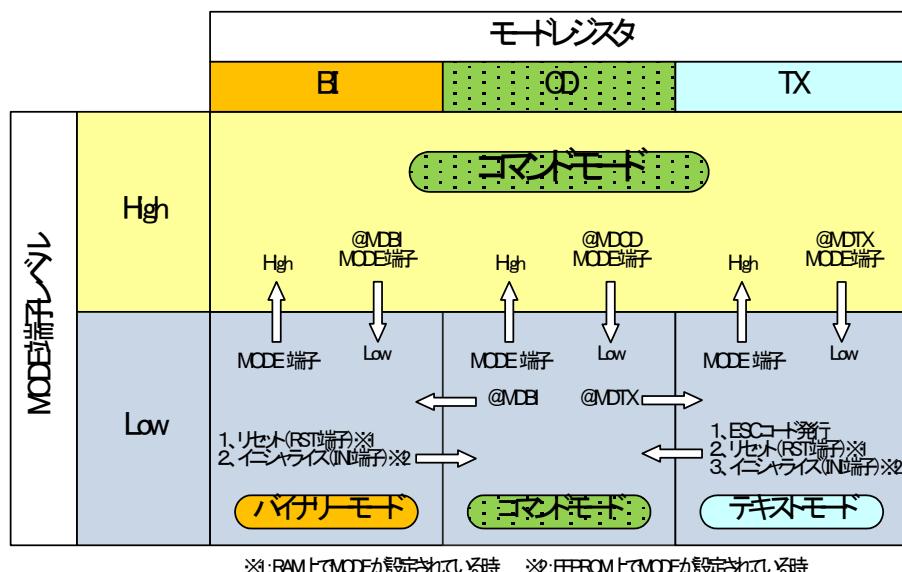
6.8 バイナリーモードでの運用

MU-3 のバイナリーモードは試験通信用として位置付けられています。MU-3 を使用するアプリケーションは基本的にはコマンドモードを使用してください。

しかし、1 回に送るデータが 255 バイト以下のアプリケーションの場合は、一定条件を守ればバイナリーモードを使用してシンプルなアプリケーションの開発が可能です。このことは新規のアプリケーション開発に適用され、既存の機器が出力するデータをそのまま送れることを意味しません。つまり、既存の機器の出力データのフォーマット、タイミング、コントロール線状態が、本マニュアルで示す内容に合致している必要があります。

6.8.1 モードについて

最初に、MU-3 のコマンドモードとバイナリーモードについて説明します。下図は MU-3 のモード関係図です。



BI:バイナリーモード、CD:コマンドモード、TX:テキストモード

◇コマンドモード

MU-3 をコマンドモードにするには次の 2 通りの方法があります。

1. MODE 端子を H にすると、MU-3 モードレジスタの内容に関わり無くコマンドモードになります。
2. MODE 端子が L の時は、電源を入れると EEPROM に設定されているデフォルトモードでスタートするので、そのモードによって次のようにします。
 バイナリーモードの時: MU-3 をイニシャライズします。
 テキストモードの時: エスケープコード: 'ESC' を発行します。

※ イニシャライズ方法: INI 端子を L にしながら電源を入れます。一旦電源を切り INI 端子を開放にして再度電源を入れ直してください。

◇バイナリーモード

MU-3 をコマンドモードからバイナリーモードにするには次の 2 通りの方法があります。

1. MODE 端子が H の時は、MU-3 モードレジスタをコマンド '@MD BI' でバイナリーモードにします。続いて MODE 端子を L にします。
2. MODE 端子が L の時は、電源を入れると EEPROM に設定されているデフォルトモードでスタートするので、そのモードによって次のようにしてください。
 コマンドモードの時: MU-3 モードレジスタをコマンド '@MD BI' でバイナリーモードに設定します。
 テキストモードの時: 'エスケープコード: ESC' を発行してコマンドモードにしてから切り替えます。

6.8.2 新規開発する場合

MU-3 のバイナリーモードを使用する方法には次のようなものがありますが、このモードで使用するには後述の“[バイナリーモードの使用条件](#)”を満足していかなければなりません。

MODE 端子は CPU でコントロールするようにしてください。

1. バイナリーモードとコマンドモードを切り替えながら使用する

チャネルや送信先の変更などを行なう必要があるアプリケーションでは、MODE 端子を CPU でコントロールして、コマンドモードとバイナリーモードの切り替えを行ないます。

2. 電源投入直後からバイナリーモードのみを使用する

チャネルや送信先の変更が無く、システムの電源を投入した直後からバイナリーモードとして使用したい場合は、MU-3 モードレジスタを設定し EEPROM に固定するコマンド '@MD Bl /W' を発行してください。この操作はシステム運用の初回に一回だけ行なえば OK です。また、電源立ち上げ時に MODE 端子が L になるようにしてください。

なお、予めチャネルやユーザ ID、目的局 ID などもコマンドの '/W' オプションを使用して EEPROM に固定しておいてください。

3. 接続例

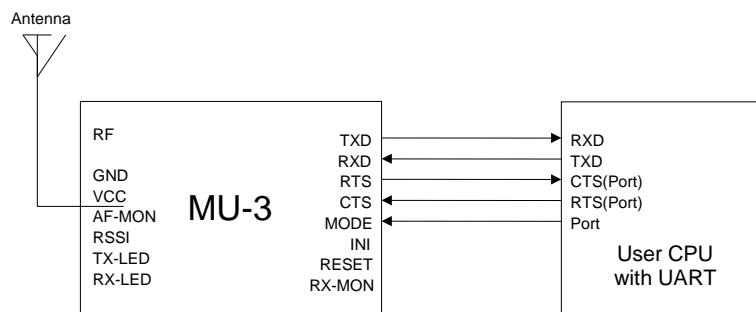
ハードウェアフロー制御する場合としない場合の接続例です。

MU-3 では通常データバッファのオーバーフローを防止するために、シリアル通信のフロー制御はハードウェアフロー制御方式に固定されています。これはバイナリーモードの場合も一緒です。しかし一回に送るデータが 255 バイト以下の場合はフロー制御を行なわなくてもデータの送信が可能です。

また、MU-3 の動作設定コマンドは数バイトのデータなので、特にフロー制御線は必要ありません。

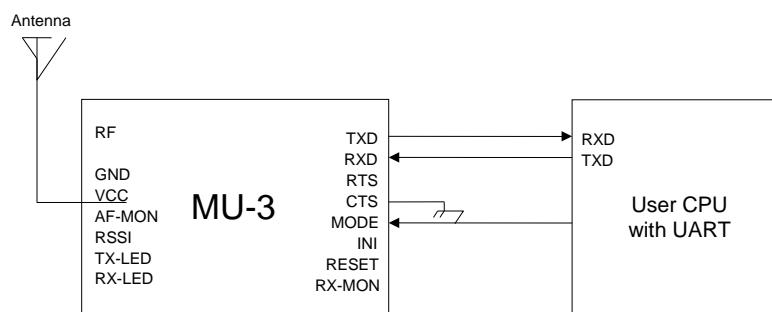
<ハードウェアフロー制御する場合>

コントロール CPU の UART をハードウェアフロー制御にしてください。



<ハードウェアフロー制御をしない場合>

1. CTS 端子を L レベル、RTS 端子を開放してください。
2. コントロール CPU の UART をフローコントロール無しにしてください。



6.8.3 既存の機器のデータ線だけ使用する場合

MU-3 を既存の RS232C 機器に接続して使用する場合は注意が必要です。

RS232C はそのデータフォーマットの規定はありますが、コントロール線の使い方は機器によってそれぞれ違います。今まで有線で接続されていた機器間を、MU-3 でそのまま置き換えることはできません。

結局、コントロール線の状態は無視してデータ線だけを接続して使用することになりますが、既存の機器のデータ送出タイミングやデータフォーマット、システム要求が、後述する“**バイナリーモードの使用条件**”を満足している場合だけ使用することができることになります。

この条件に合っているかどうかを、オシロスコープ等で事前に調査してください。

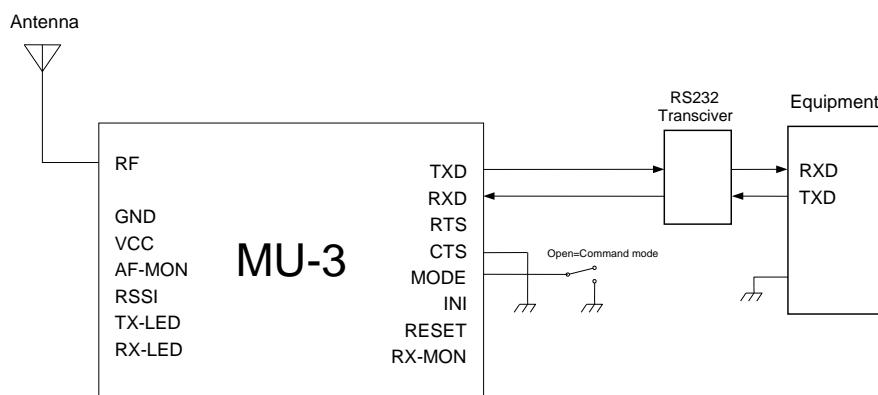
接続例

既存の機器は通常 RS232C 出力なので MU-3 に接続するために RS232C トランシーバ IC でレベル変換を行なってください。また、MU-3 の各種設定がコマンドモードでできるように工夫してください。

例えば、次のようにします。

1. ユーザ基板に MU-3 用ソケットを設け、各種設定を専用ボードで行なってから搭載する。
2. MU-3 の MODE 端子を切り替えスイッチで L または H にして、コマンドモードとバイナリーモードを切り替える。

※MU-3 の動作設定コマンドは数バイトのデータなので、特にフロー制御線は必要ありません。



※ MODE 端子は内部でプルアップされています。

6.8.4 バイナリーモードの使用条件

1. 一回に送るデータサイズは 255 バイト以下としてください。
2. データの送信タイミングは前回送ったデータの全てが無線間で送り終わった後としてください。

データ送信タイミング

無線間の送信速度は 9600bps です。次の計算式で求めてください。

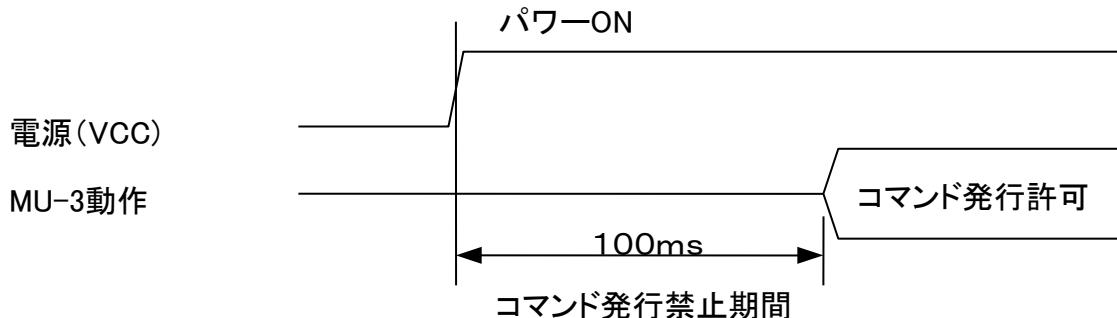
$$\text{データ送信タイミング} = 21\text{ms} + 1.04\text{ms} \times \text{ユーザデータ数} + \text{バイナリーモード無入力時間}$$

無線間のデータ送信開始タイミングは、バイナリーモード無入力時間設定コマンド('@TB')で設定した時間が経過した直後となります。

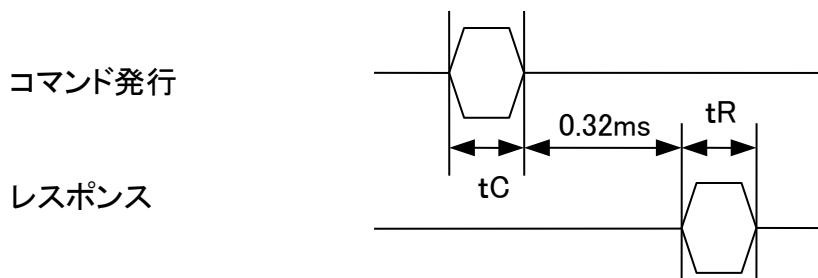
3. 電源投入後 100ms は MU-3 の内部動作が不安定なのでデータを送り込まないでください。
4. 投入時および MU-3 に対してデータを送り込んでいる時は、MODE 端子の切り替えを行なわないでください。
5. バイナリーモードではキャリアセンス結果は出力されません。他者電波があり使用中のチャネルでデータが送信されないことがあることを前提としたシステムとしてください。

第7章 タイミング

◆パワーオン時コマンド発行禁止期間



◆一般コマンドとコマンドレスポンスタイミング (@CH、@RA、@CSコマンドを除く)



$$tC = A \times 10000 / br \quad tR = B \times 10000 / br$$

※単位はms、br=UARTビットレート

A=コマンド長

A=7 : GI, EI, DI, CH, BR, PB, SB, MD, TC, TB, CT, RI, RM, SY, SI, RR, EC

A=5 : VR, SN, SR, IZ, CS, RA, RC

A=14 : UI

A=中継局数×3+7 : RT

A=中継局数×3+8 : CA, CR

B=レスポンス長

B=8 : GI, EI, DI, CH, BR, PB, SB, MD, TC, TB, CT, RI, RM, SR, IZ,
SI, RR, CS, RA, CA, CR, CP

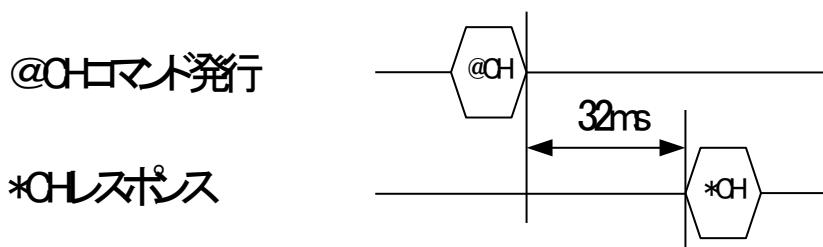
B=10 : UI

B=0 : SY

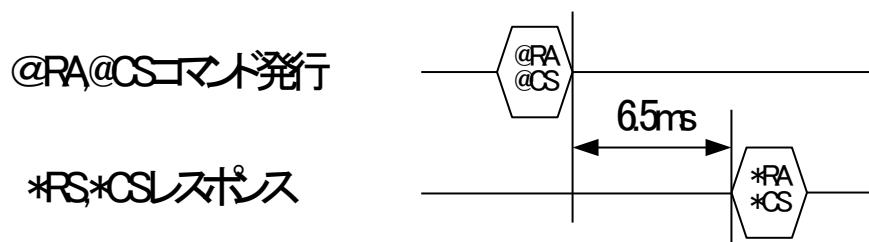
B=15 : SN

B=中継局数×3+8 : RT

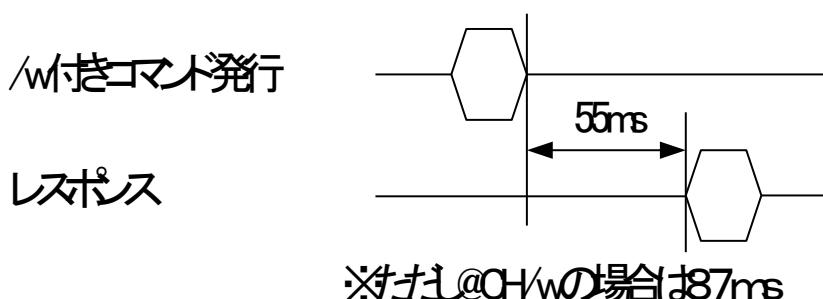
◆@Hコマンドとコマドレスポンステイミング



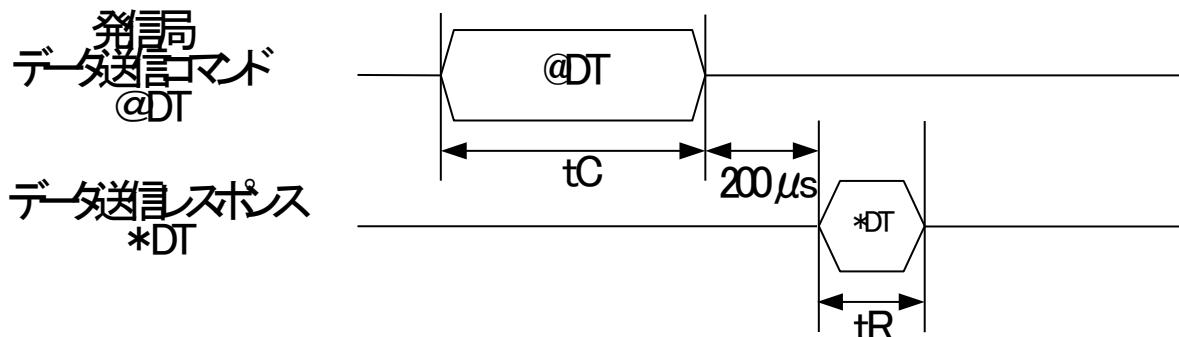
◆RA, CSコマンドとコマドレスポンステイミング



◆/Wオプション指定時コマンドとコマドレスポンステイミング



◆データ送言コマンド時間

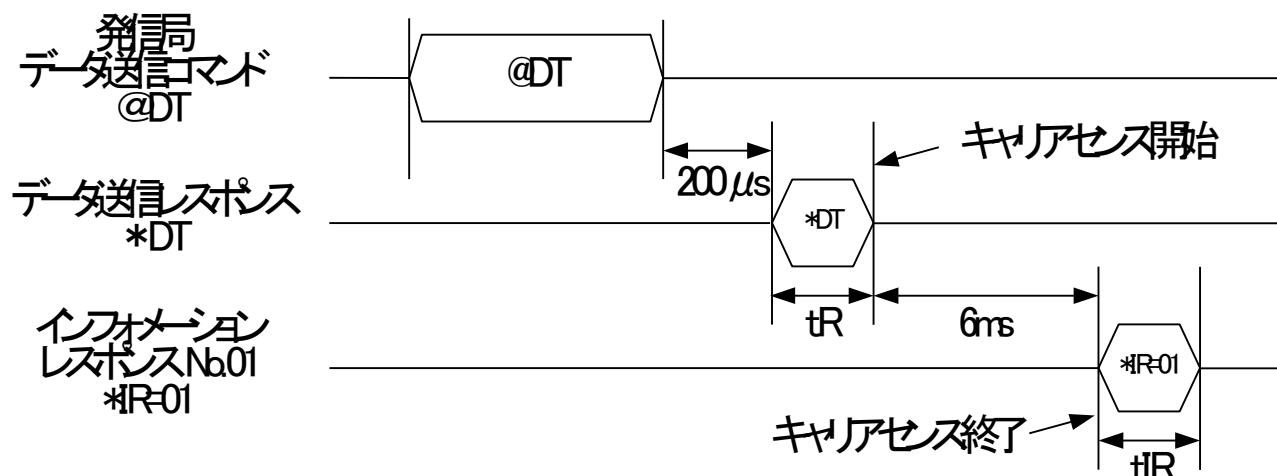


データ送言コマンド時間 $t_C = N \times 10000 / br$

データ送言レスポンス時間 $t_R = 8 \times 10000 / br$

※単位はms、br=UARTビットレート、N=n+o+r+7
 n =送言データ数(255byte以内)、o=コマンドオプション文字数/A %Rなど、
 r =ルート情報文字数+ルーステーション数×3+2

◆キャリアセンス結果出力タイミング(結果送言不可)



データ送言レスポンス時間 $t_R = 8 \times 10000 / br$

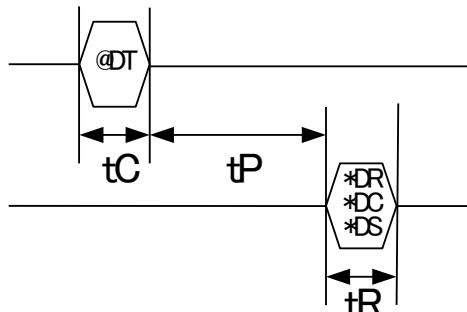
インフォメーションレスポンス時間 $t_R = 8 \times 10000 / br$

※単位はms、n=送言データ数(255byte以内)、br=UARTビットレート

◆送受信時間(中継機無し、1フレーム送受信時)

発信
データ送信マド
@DT

目的局
データシーブ
*DR*DC*DS



$$\text{コマンド時間 } tC = (n+7) \times 10000/\text{br}$$

$$\text{無線時間 } tP = (n \times 1.04) + 34$$

$$\text{データシーブ時間 } tR = (n+8) \times 10000/\text{br}$$

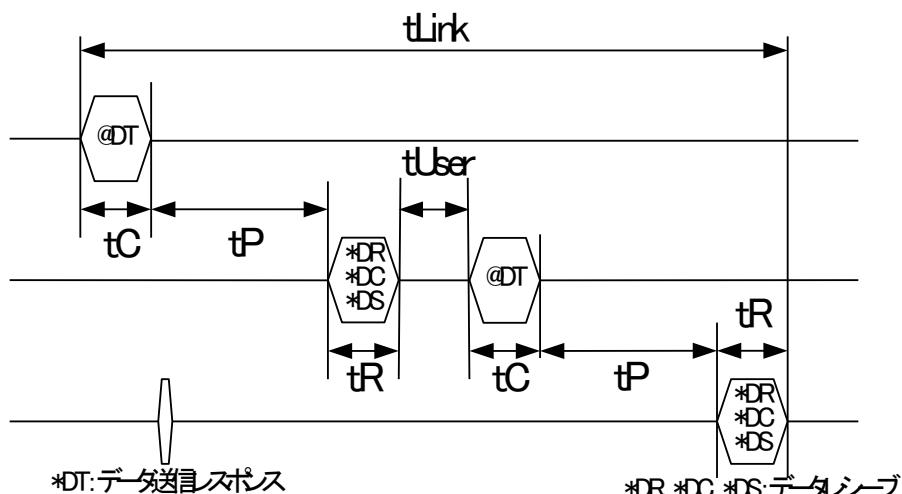
*単位はms、n=送信データ数(25byte以内)、br=UARTビットレート

◆リンク成立時間(中継機無し、1フレーム送受信時)

発信
データ送信マド
@DT

目的局
データシーブ &
データ送信マド

発信
データシーブ
*DR*DC*DS



$$\text{コマンド時間 } tC = (n+7) \times 10000/\text{br}$$

$$\text{無線時間 } tP = (n \times 1.04) + 34$$

$$\text{データシーブ時間 } tR = (n+8) \times 10000/\text{br}$$

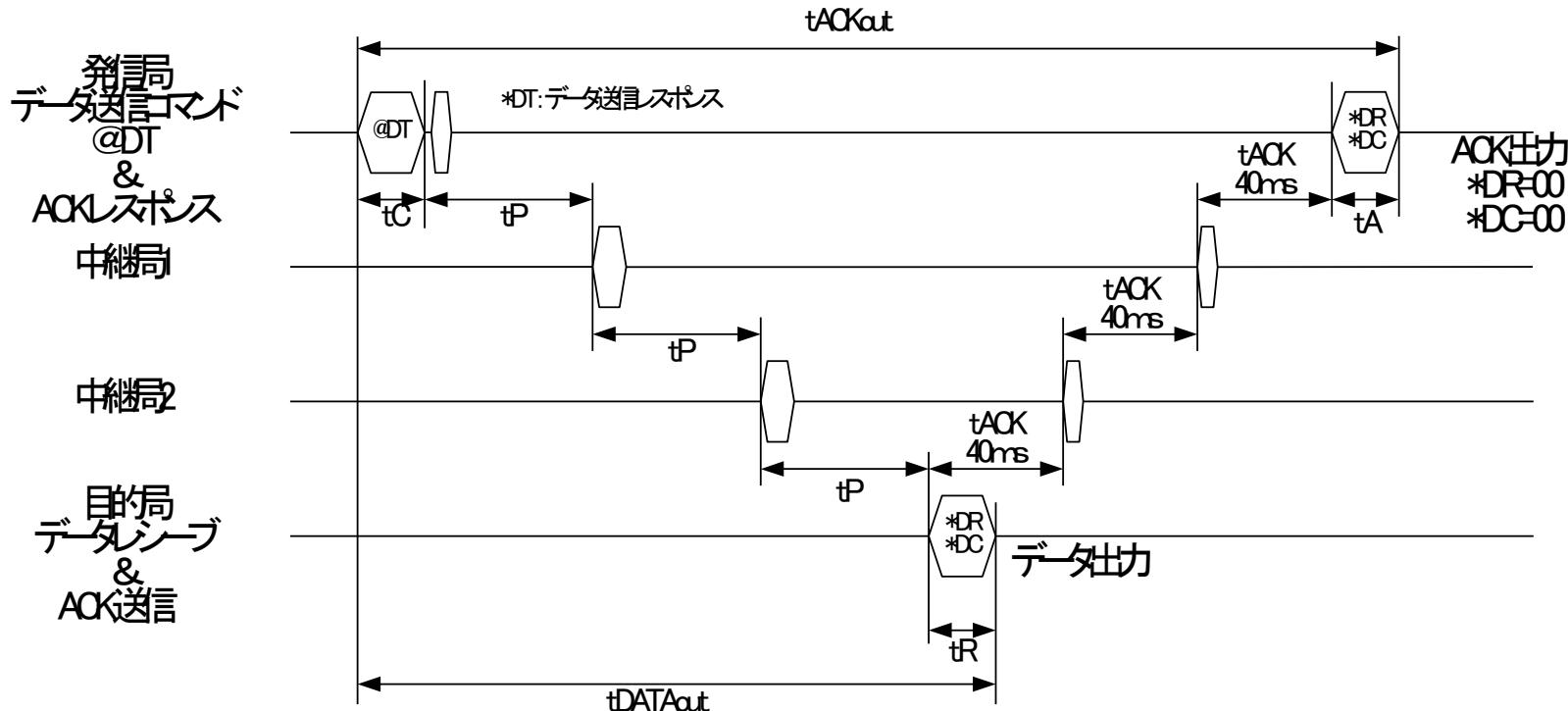
t_{User} =ユーザプログラム処理時間

t_{Link} =リンク成立時間

*単位はms、n=送信データ数(25byte以内)、br=UARTビットレート

*参考値 20byteリンクデータの時 $t_{Link}=129\text{ms}$ 条件: 57600bps、 t_{User} は入らず

◆中継繩セイミング(ACK応答あり、1フレーム送信時)



$$tDATAout = tC + tP \cdot (m+1) + tR$$

$$tACKout = tC + (m+1)(40 + tP) + tA$$

コマンド時間 $tC = (n+7) \times 10000/\text{br}$

無線部時間 $tP = (n \times 1.04) + 38.2 + (m \times 1.04)$

データシーブ時間 $tR = (n+8) \times 10000/\text{br}$

ACKレスポンス時間 $tA = 80000/\text{br}$

*単位はms、n=送信データ数(255byte以内)、br=UARTビットレート、m=中継機数(10台以内)

*参考値 20byteノックデータの時 $tDATAout=193\text{ms}$ 、 $tACKout=309\text{ms}$ 条件: 57600bps、中継機2台

*ACK応答無し時のデータ出力時間 $tDATAout$ で計算

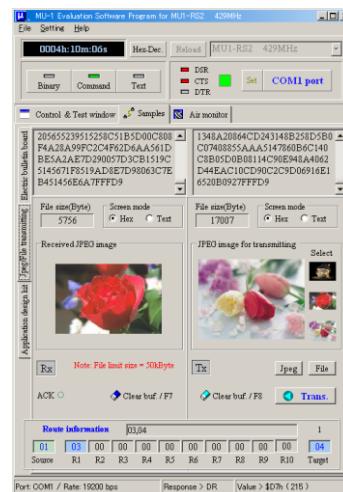
第8章 その他

8.1 MU-3 評価プログラム

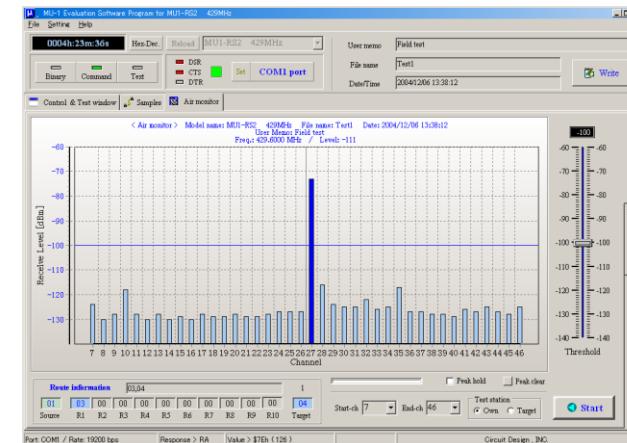
MU-3 の評価は専用評価プログラム MU1-ESP を使用すると便利です。評価方法の詳細は MU1-ESP マニュアルをご覧ください。この評価プログラムは弊社 Web よりダウンロードいただけます。コントロール&テストウィンドウでは全てのコマンドを発行することができます。画像送信テストは単向通信による通信テストで MU-3 のパフォーマンスが確認できます。エアーモニタを使用すると設計した機器のフィールド状況が確認できます。(RS232C インターフェースを使用して PC 接続ができるように設計する必要があります。)

◆コントロール&テスト

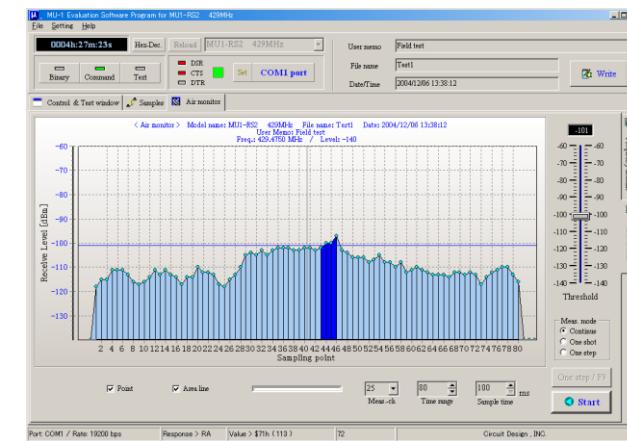
◆JPEG 画像送信テスト



◆エアーモニタ(フレケンシードメイン)



◆エアーモニタ(タイムドメイン)



8.2 ハイパーテーミナルを使った評価方法

※ MU-3 の動作確認と評価は'MU-3 評価ソフトウェアプログラム'を使用することをお薦めします。

簡単な動作確認は Windows に付属しているハイパーテーミナルでも確認できます。以下はハイパーテーミナルを使用する方法と使用上の注意点です。評価を始める前にはコマンドの詳細説明を良くお読みください。コンピュータで評価する場合は RS232C 変換ボードに MU-3 を搭載してください。

◆ 準備

評価を始める前には必ず RS232C 変換ボードの RESET SW を押しながら電源を投入し、さらに電源を再投入して MU-3 内部 EEPROM(不揮発性メモリー)の内容を初期化してください。パラメータの初期値は次の通りです。

リンクパラメータの初期値

ユーザ ID=0000h グループ ID=00h

機器 ID=01h 目的局 ID=01

使用チャネル CH=最下位チャネル番号

RS232C パラメータの初期値

ボーレート: 19,200bps、データビット: 8bit、パリティ: 無し、

ストップビット: 1、フロー制御: RTS, CTS ハードウェア制御

※ RESET SW による初期化は MU-3 の全てのパラメータを初期化するので、初期化以外の目的のためには押さないでください。

◆ 評価ハイパーテーミナルを起動してから右図の設定例を参考に通信パラメータを

設定してください。使用に当たっては使用上の注意を参照してください。

キーボードから各種コマンドを発行してください。

各種モードの評価に当たってはモードの項をご覧ください。

8.2.1 ハイパーテーミナルの設定



8.2.2 使用上の注意

1. コマンド詳細説明中の'CRLF'はコンピュータのキーボードの"Enter"キーと同意です。ハイパーテーミナルなどでコマンドを試験される場合、キーボード上の"Enter"キーを押してください。ただし、テンキーのエンターキーはハイパーテーミナルでは'CR'しか出力されないことがあるため使用しないでください。
2. ハイパーテーミナルではキーが押される度に対応したコードが出力されるので、'Back space'キーや'Delete'キーは使用しないでください。
3. ハイパーテーミナルでは DTR 線は High Level 固定となっておりコントロールはできません。

このユーザマニュアルの記載内容については万全を期しておりますが、
万一不明な点、不備な点などがありましたら、弊社窓口にご連絡ください。

- ・このマニュアルの内容は、予告無く変更することがあります。
- ・本マニュアルの内容の全てまたは一部を無断転載することを禁止します。
- ・本マニュアルの著作権は、株式会社サーキットデザインが所有します。

**MU-3 マニュアル
1216MHz**

Ver. 1.2 2019.8

発行： 株式会社サーキットデザイン

〒399-8303 長野県安曇野市穂高 7557-1
株式会社サーキットデザイン
TEL:(0263)82-1024 FAX:(0263)82-1016
e-mail: sales@circuitdesign.jp
web: <http://www.circuitdesign.jp/>