

RS-232 / RS-422 / RS-485

KN0007-01 / 2024 年 10 月 20 日 / こがねさん(著)

<https://www.kumikomist.com/>

■目次

1. はじめに	2	7.1. TxD と RxD	9
2. 全二重と半二重	3	7.2. DTR と DSR	9
3. 同期式と非同期式	4	7.3. RTS と CTS	9
4. 差動式	5	8. RS-422	10
5. データフォーマット	6	9. RS-485	11
6. 誤り検出	7		
7. RS-232	8		

■文書内の記号

	取り扱いにおける禁止事項（してはいけないこと）を示しています。
	取扱における指示事項（必ずしなければならないこと）を示しています。

	取り扱いにおける注記事項を示しています。
	取り扱いにおけるポイントを示しています。

■改訂履歴

版数	日付	内容
00	2023 年 12 月 01 日	初版。
01	2024 年 10 月 20 日	「5 データフォーマット」「6 誤り検出」を追加。 「7. RS-232」の説明文を改訂。

1. はじめに

USB や LAN が普及した現代においても、産業分野では古く低速な規格である RS-232／RS-422／RS-485 が現役で使われています。その理由はいくつかあると思います。

- (1) 芯線数が少なく済み、シンプルで使いやすい。
RS-232 や RS-485 なら 3 芯あれば何とかなります。
- (2) リアルタイム性がある。
USB や LAN は不特定多数の機器が繋がることもあり、通信に割り込みが入り伝送が遅れる場合があります。しかし古くからあるこれらの規格では、一般的に狙った時間で確実に処理が終わります。この狙った時間で処理が終わるとというのが組み込みシステム分野ではとても重要なのです。
- (3) 余分なお金が掛からない。
USB をシリアル変換アダプターの代わり程度にしか使用しないなら、大したことはありません。しかし USB メモリーを制御しようとする大変です。一般的には、高いお金を支払って USB ドライバーを購入したりします。しかもそれが年払いだったり、販売台数が増えるほどライセンス料が高くなったり、1 製品毎にライセンス料が発生したりするのです。作ってみたけど売れなかったは許されない、恐ろしい分野です。

そんな RS-232／RS-422／RS-485 の簡単な比較表です。

表 1 仕様比較

項目	RS-232C	RS-422	RS-485
動作モード	シングルエンド	差動	差動
最大伝送距離	15m	1,200m	1,200m
最大伝送速度※1	19,200bps	10Mbps	35Mbps
接続	1 対 1	ドライバー1 レシーバー10	ドライバー32 レシーバー32
伝送方法	全二重	全二重	全二重 or 半二重※2

※1 最大伝送速度で通信できるのは、伝送距離が 10m 以下の場合と考えてください。

※2 RS-485 は一般的に半二重で使用されます。

	● これら RS (Recommended Standard) 規格の正式名称は TIA (電気通信工業会: Telecommunications Industry Association) です。しかし TIA-232 や TIA-485 と呼ばれることはほとんどありません。あまりにも TIA の知名度が低すぎて、TIA の名前で製品を販売しても売れないのです。
---	---

2. 全二重と半二重

表 2 全二重と半二重

項目	内容
全二重 (FULL DUPLEX)	送信用と受信用で伝送路が分かれているため、送信と受信を同時に行うことができます。このため通信効率が良いのが特徴ですが、芯線数が増える分費用面では割高となります。
半二重 (HALF DUPLEX)	送信と受信を同一の伝送路で行います。このため送信と受信を切り替えて行う必要があります。トランシーバーのようなものです。お互いに送信していない時間帯を設けないといけないため、通信効率は悪くなります。

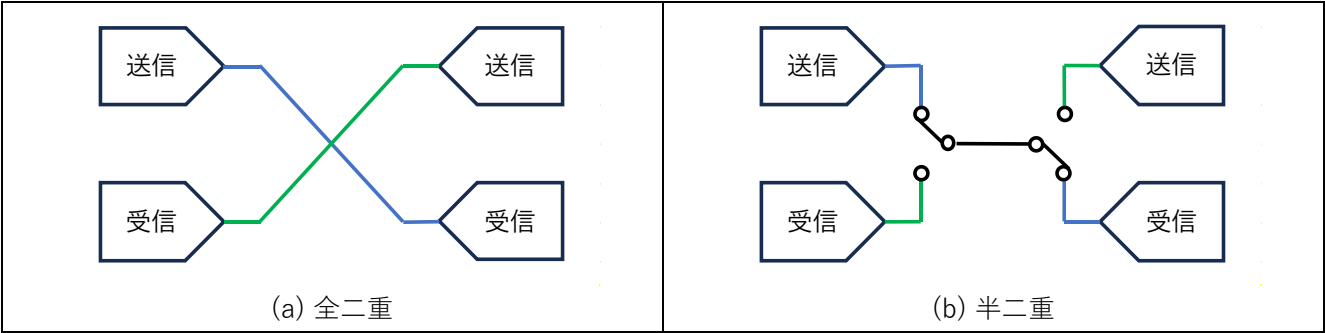


図 1 全二重と半二重

3. 同期式と非同期式

通信方式には同期式と非同期式があります。RS-232／RS-422／RS-485 で一般的に用いられるのは非同期通信で、調歩同期式通信とも呼ばれています。

表 3 同期式と非同期式

項目	内容
同期式	送信側で作出したクロック信号に合わせて、データの送受信を行います。クロック用とデータ用で 2 線必要にはなりますが、タイミングを合わせるのが容易で、非同期式よりも通信を高速で行えます。組み込みシステムでよく用いられている、SPI や I ² C は同期式です。
非同期式	同期用のクロック信号がない通信方式です。その代わりに、送信側と受信側で伝送速度（ボーレートともいう）をあらかじめ決めておくのです。9,600bps や 19,200bps というのがそれです。レシーバーはスタートビットを検出すると、その後 1/9,600 秒や 1/19,200 秒毎にデータ読み取るのです。

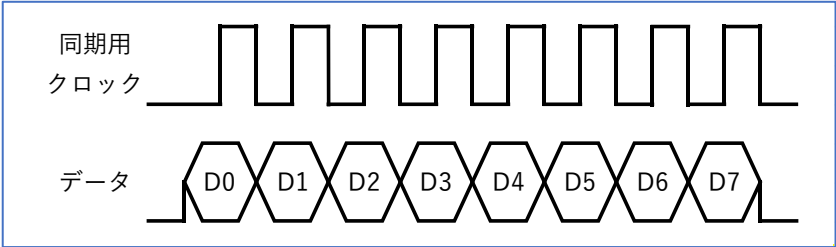


図 2 同期式

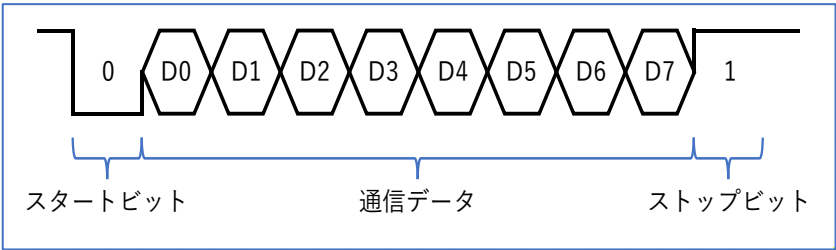


図 3 非同期式

4. 差動式

RS-422 と RS-485 では差動式を採用しています。これら差動式では、信号を+と-の 2 本の差動信号に分離します。そしてこの 2 本の信号線、図 4 でいうところの青色と緑色をより合わせるのです。

伝送線路を流れる信号は、その経路が長くなるほどノイズの影響を受けやすくなります。しかし差動信号をより合わせることで、電流が流れるときに生じる磁気を打ち消したり、外来ノイズを打ち消しあって無効化したりする効果が生まれるのです（図 5 参照）。したがって差動式は対ノイズ性が高く、比較的長距離の伝送に向いています。

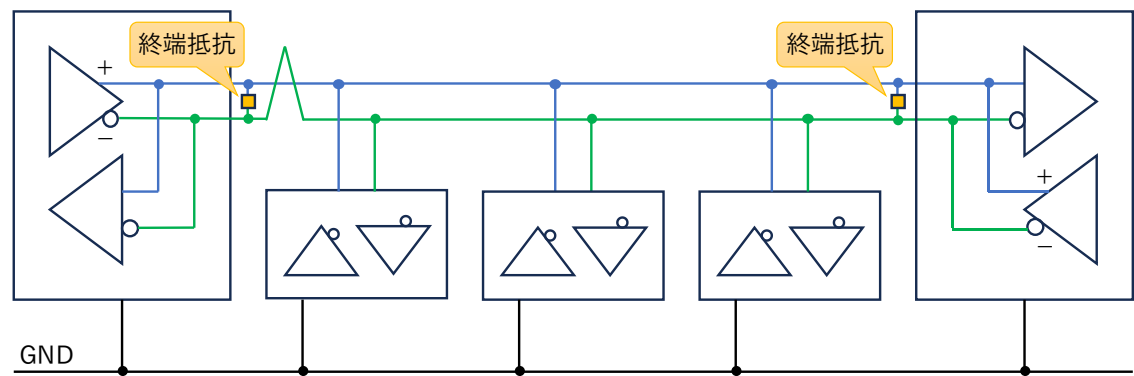


図 4 差動式例

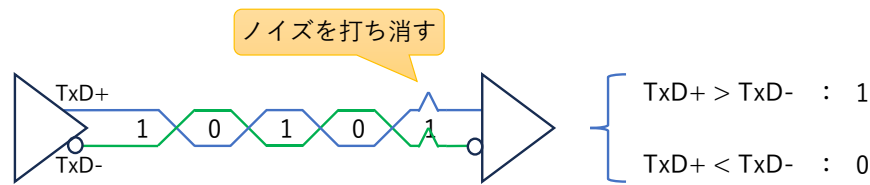


図 5 差動式の原理

また図 4 にある終端抵抗には、伝送路を伝う信号の反射を抑える役割があります。信号は矩形波であることが理想ですが、伝送路の終端で反射して戻ってくることがあります。その結果図 6 (b)のように信号波形が乱れ、「1」と「0」の判断を誤る恐れがあるのです。

この反射を抑えるのが終端抵抗の役割で、伝送路のもっとも離れた 2 個所に取り付けます。終端抵抗の値はケーブルの特性インピーダンスに揃えますが、一般的に 100Ω や 120Ω が用いられます。

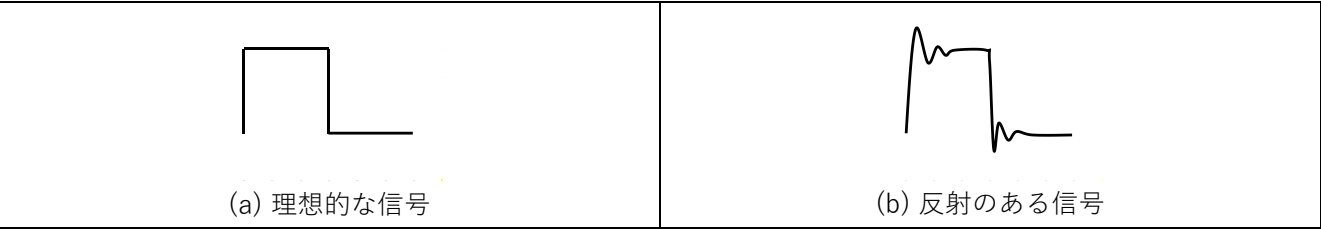


図 6 終端抵抗の働き

5. データフォーマット

非同期式の 1 バイトのデータフォーマットは図 7 のとおりです。

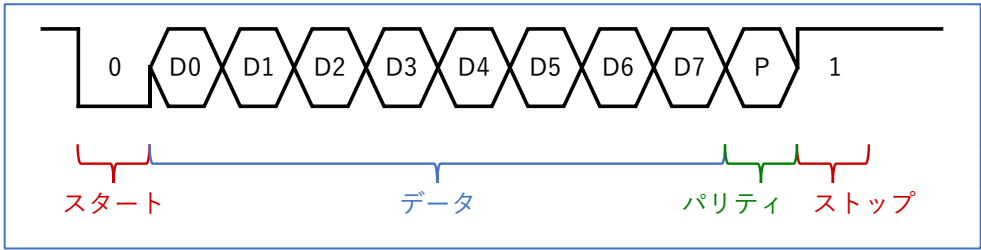


図 7 データフォーマット

表 4 データフォーマットの内容

項目	内容
スタートビット	待機（無通信）状態の信号は High で、信号が High から Low に切り替わるとスタートビット（通信の開始）を表します。
データビット	送受信するデータです。一般的には下記のとおりです。 ● 7 ビットまたは 8 ビット。 ● LSB（Least Significant Bit、最下位ビット）から送信。
パリティビット	データの誤りを検出するためのビットです。奇数パリティと偶数パリティの 2 種類があります。データとパリティを合わせて、「1」のビット数を奇数か偶数に揃えて送信します。 ● 奇数：データ内の「1」のビット数が奇数であれば「0」、偶数であれば「1」。 ● 偶数：データ内の「1」のビット数が奇数であれば「1」、偶数であれば「0」。 また奇数と偶数以外に、「1」のビット数によらないマークとスペースがあります。 ● マーク：「1」固定。 ● スペース：「0」固定。
ストップビット	通信の終わりです。厳密にはストップビットという状態があるのではなく、次のスタートビットまでの待機時間となります。

6. 誤り検出

通信の誤り検出として「パリティチェック」と「フレーミングエラー」の2つがあります。

表 5 誤り検出の種類

項目	内容
パリティチェック	奇数または偶数パリティを使用して、「1」のビット数が一致するかを確認します。 奇数か偶数かでしか確認できないため、簡易的なチェックにはなります。
フレーミングエラー	ストップビットがあるべき位置に、ストップビットがなかった場合に発生します。 双方の伝送速度（ボーレート）、データビット長、パリティの有無、ストップビット長のいずれかが不一致の場合に発生します。

	データを誤りなく送受信するためには、表 5 だけでは不十分です。通信電文の中にチェックサムや CRC を加えることを検討してください。
---	---

7. RS-232

シリアル通信と言われて最初に思い浮かべるのがこの RS-232 です。1990 年代のデスクトップパソコンには、このシリアルポートがよく搭載されていました。一般的に呼ばれている RS-232C とは、RS-232 規格のバージョン C という意味合いです。ただし現在での最新規格は名前も変わって TIA-232F です。バージョンはすでに F にまで上がっているのです。

表 1 の仕様はあくまで RS-232C であり、最新規格の仕様はもっと向上しています。ケーブル長は長さではなく静電容量 (2500pF 以下) で規定されました。これにより概ね 20m までは延長できる他、材質・製法によっては 50m ケーブルも実現可能となっています。またケーブル長が 3m 以下であれば、通信速度は 230.4kbps にまで拡張されています。しかし実施このような規格はあってないようなもので、100m 対応 RS-232 ケーブルが販売されていたり、460.8kbps 以上で通信したりすることも可能です。ただしケーブル長を伸ばすほど、通信速度を速くするほどノイズ耐性は落ちるので注意は必用です。

そんな RS-232C でもっとも使用されるのが、図 8 の DB9 インターフェース (コネクタ) です。一般的に D-sub (でーさぶ) と呼ばれているもので、これは D 型の subminiature (超小型) から付いた呼び名です。本来の RS-232 の仕様としては 25 ピンである DB25 が正ですが、ほとんど使われていないので DB9 のみを紹介します。なおメス側コネクタは DB9S、オス側コネクタは DB9P となります。

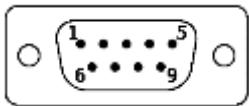


図 8 DB9(S)インターフェース

表 6 DB9 のピン配置

ピン番号	信号名	入出力	語源	内容
1	DCD	IN	Date Carrier Detect	キャリア検出
2	RxD	IN	Receive Data Line	受信データ
3	TxD	OUT	Transmit Data Line	送信データ
4	DTR	OUT	Data Terminal Ready	データ端末レディー
5	SG	-	Signal Ground	信号用接地または共通帰線
6	DSR	IN	Data Set Ready	データセットレディー
7	RTS	OUT	Request To Send	送信要求
8	CTS	IN	Clear To Send	送信許可
9	RI	IN	Ring Indicator	被呼表示

RS-232 接続で最低限必要になるのは、RxD、TxD、SG の 3 線です。それに制御信号が必要なら DTR と DSR、フロー制御が必要なら RTS と CTS を加えます。DCD と RI ピンは今となってはまず使われません。結果、RS-232 の機器間の接続は図 9 のようになります。

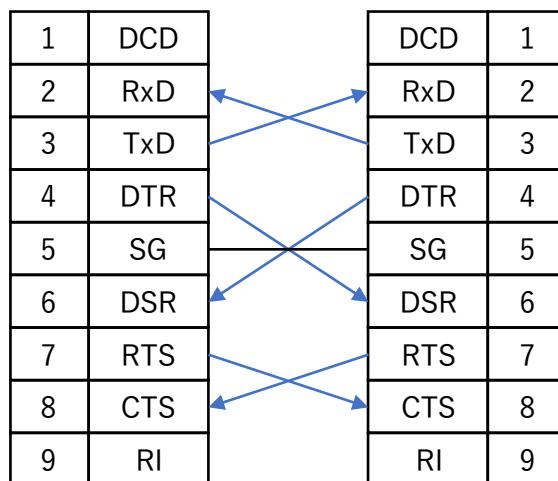


図 9 RS-232 接続例

7.1. TxD と RxD

RS-232 は SG ラインを基準としたシングルエンド伝送となっています。信号の電圧が-5~-15V のときは「1」、+5~+15V のときは「0」となります。電圧レベルで伝送するためノイズに弱く、長距離伝送できないのです。

7.2. DTR と DSR

通信の準備が整うと DTR をオンにし、相手方の DSR に知らせます。

7.3. RTS と CTS

フロー制御ともいわれているもので、これ以上データを送られてくると取りこぼしてしまう、ちょっと待ってというときに使用します。受信の準備が整うと RTS をオンにし、相手方の CTS に知らせます。

8. RS-422

RS-232 の低伝送速度と短伝送距離を克服したもので、最新の規格は TIA-422B になります。

RS-422 は基本的には片方向の通信規格です。1 つの伝送路にはドライバー（送信）が 1 つで、レシーバー（受信）は最大 10 個まで接続できます。しかし一般的には、1 対 1 で接続することが多いでしょう。

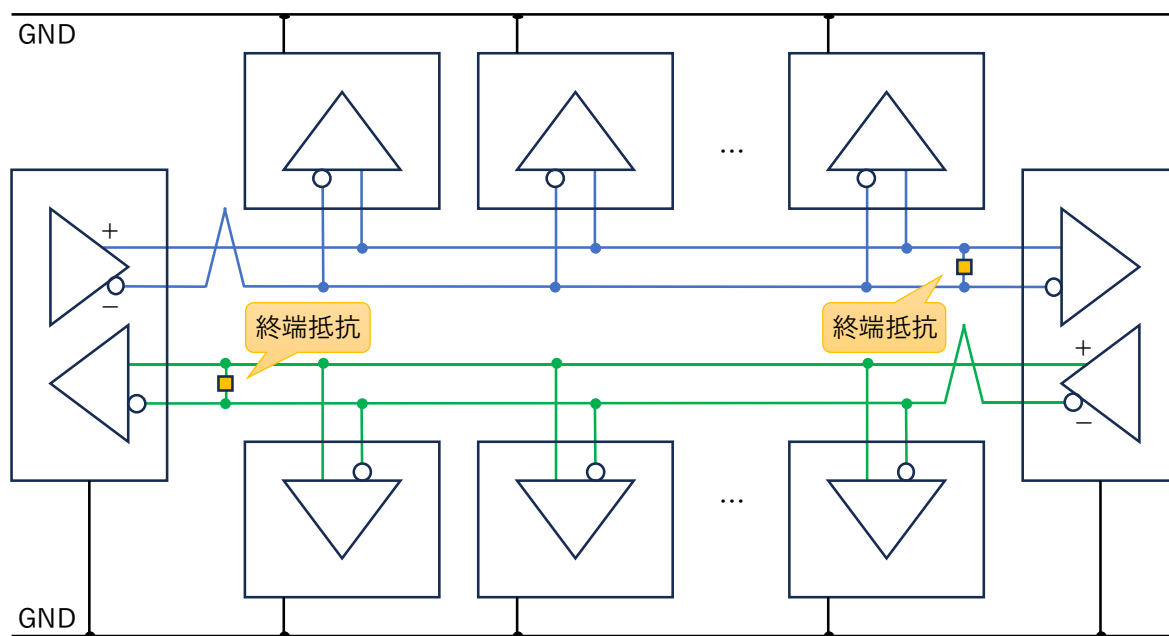


図 10 RS-422 接続例

RS-422 接続で最低限必要になるのは、送信または受信の+と-、GND の 3 線です。双方向通信を行う場合は 5 線必要です。

9. RS-485

RS-422 の上位互換にあたるもので、最新の規格は TIA-485A になります。RS-422 が 1 対 n 接続だったのに対して、RS-485 では n 対 n の接続が可能となっています。通信網に接続されたすべてのデバイスがドライバーとなれるのが特徴です。

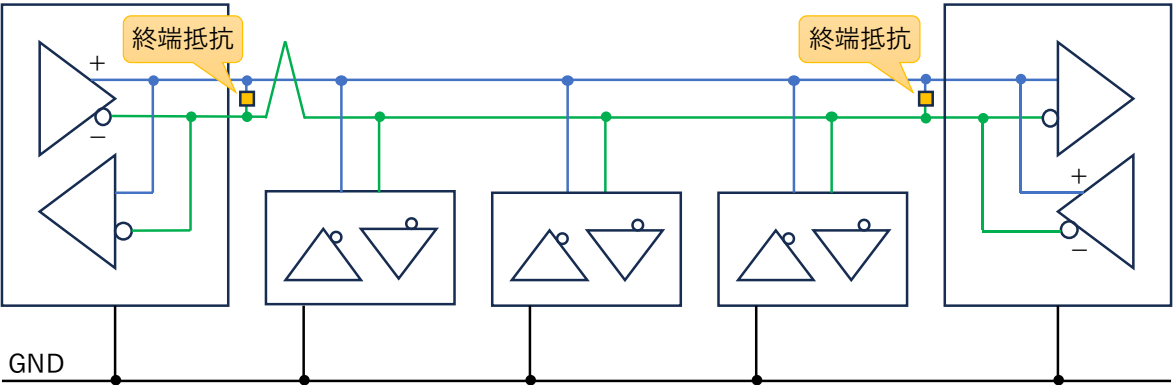


図 11 RS-485（半二重）接続例

RS-485 接続で最低限必要になるのは、半二重の場合で+と-、GND の 3 線です。

なお図 11 の接続例はわかりやすく記述したものであり、実際は伝送路の途中で分岐すべきではありません。分岐点で信号の反射やロスが発生する恐れがあります。このため理想的な接続としては、図 12 (a)のようにデージーチェーン接続とすべきです。また図 12 (b)も非推奨です。このようなタコ足接続にしまうと、終端抵抗による反射の制限が困難となります。

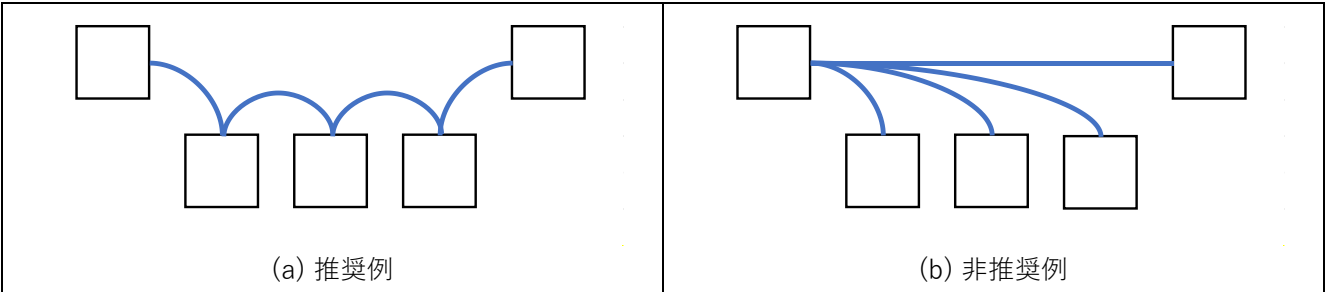


図 12 実際の接続例



- RS-485 の+/-のピンは、A/B で表すこともあります。このとき RS-485 の仕様上は A が-、B が+です。しかし A が+、B が-となっている機器も多く存在しているのです。このため A 同士と B 同士を接続しても、通信が成立しないことが往々にしてあります。