

## 光伝送機器 補足説明

### ■光ファイバ伝送路の設計

光ファイバの伝送損失は、ワイヤの場合が、伝送路長Lにほぼ比例して増加するのに対して導波路の特性で、入光端から一定距離までは高次モードの非線型要素の影響がありますが、これをマージンに含めることで、損失を線型として処理します。

#### 光データリンクとファイバ伝送路長

伝送損失  $P = (P_o - P_i) - P_m$

伝送路長  $L = \frac{P(\text{dB})}{p(\text{dB}/\text{km})}$

$P_o$  : ファイバ結合光出力

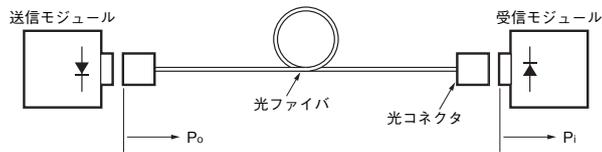
$P_i$  : 最小受信電力

$P_m$  : マージン損失 (2dB)

$p$  : 単位長損失 (PCF、6dB/km)

#### (例1) 形Z3A2-4Dの場合

$$L = \frac{(P_o - P_i) - P_m}{p} = \frac{(-20 - (-31)) - 2}{6} = 1.5(\text{km})$$

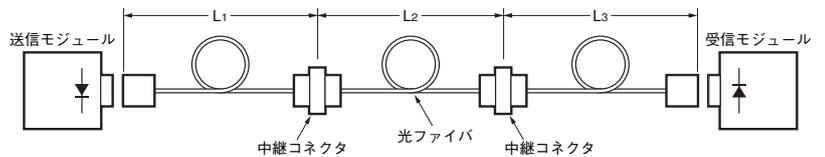


#### (例2) 中継コネクタを使用した場合

伝送路長  $L = L_1 + L_2 + L_3$  (km)

$P_c$  : 中継コネクタ損失 (Max.2dB)

$$L = \frac{(P_o - P_i) - P_c - P_m}{p} = \frac{(-20 - (-31)) - 2 \times 2 - 2}{6} = 0.83(\text{km})$$



### ■光ファイバ通信の特長

|          |  |
|----------|--|
| 細径       | 石英 (10/100、50/125 $\mu\text{m}$ )、PCF (200/300 $\mu\text{m}$ )、APF (0.98/1.0mm) 多重化によって実効径は更に細くなる。 |
| 軽量       | PCFコード(10kg/km)、APF(4kg/km)、8芯銅線(250kg/km)、ただしケーブルにすると、PCF(70kg/km)と相対比は大きくなる。                     |
| 無誘導、無漏話  | 電磁誘導の影響を受けず、及ぼさず、耐ノイズ性に優れている、クロストークがなく、伝送品質が高い。  |
| 低損失、広帯域  | 石英ファイバ (800MHz・1km、10dB/km)、APF (3MHz・km、200dB/km) (APFの損失は、10dB/kmのワイヤよりも大きい)                     |
| 高絶縁性     | ファイバは高絶縁体なので、雷サージなどが伝搬しない。サージによる損傷がなく、電位差のあるポイント間伝送が可能。  |
| 接続信頼性が高い | 光コネクタでは接触信頼性問題はない。ただし嵌合性、端面、汚損、損傷などの影響を受ける。  |

### ■光ファイバの種類と特長

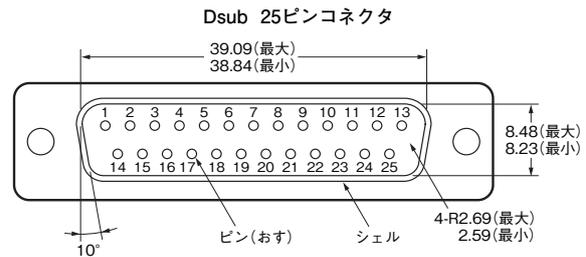
| 種類                           | 対象ファイバ  | 形態と性能 |              |
|------------------------------|---|-------|--------------|
| SI<br>マルチモード<br>ステップインデックス   | APF 980/1,000<br>PCF 200/230<br>PCF 200/300<br>MGF 250/350<br>AGF 50/125<br>( $\mu\text{m}$ ) |       | <p>入力パルス</p> |
| GI<br>マルチモード<br>グレーテッドインデックス | (MGF 250/350)<br>AGF 50/125<br>( $\mu\text{m}$ )  |       |              |
| SM<br>シングルモード<br>ステップインデックス  | AGF 10/100<br>( $\mu\text{m}$ )   |       |              |

代表的光ファイバの特性

| ファイバの種類     | 開口数       | コア径 (μm) | 損失 (dB/km) | 帯域幅 (MHz・km) | 使用周囲温度 (°C) | 特長                 |
|-------------|-----------|----------|------------|--------------|-------------|--------------------|
| APF         | 0.5       | ~2,000   | 100~1,000  | 10           | -20~+70     | ・ローコスト<br>・取り扱いやすい |
| H-PCF       | 0.35      | 200~750  | 10         |              |             |                    |
| AGF (SI)    | 0.18~0.25 | 50~100   | 2~6        | 20~60        | -40~+70     | ・低損失<br>・広帯域       |
| AGF (GI)    | 0.2~0.25  | 50       | 2~6        | 200~2,000    |             |                    |
| AGF シングルモード | 0.1       | 5~15     | 0.5~1.5    | 10,000       |             |                    |

■RS-232Cの代表スペック

RS-232Cは、本来モデム（変復調装置）とデータ端末機との接続に関する規格でCCITTの勧告を受けてEIAが決定。日本でもJIS C 6361で規格化されているものです。



●電氣的仕様

|                           |                                    |                               |                         |
|---------------------------|------------------------------------|-------------------------------|-------------------------|
| ドライバ出力ロジック・レベル (負荷3~7kΩ時) | +15V > oh > +5V<br>-5V > ol > -15V | 入力開放時のレシーバ出力<br>+3V入力時のレシーバ出力 | マーク (“1”)<br>スペース (“0”) |
| ドライバ出力 (開放時)              | /Vo/<25V                           | -3V入力時のレシーバ出力                 | マーク (“1”)               |
| ドライバ出力インピーダンス (電源断時)      | Ro>300Ω                            | ロジック “0” = スペース = 制御ON        | +15~+5V                 |
| 出力回路電流 (短絡時)              | /Io/<0.5A                          | ノイズ・マージン (雑音余裕度)              | +5~+3V                  |
| ドライバ・スルーレート (立ち上がり特性)     | dv/dt<30V/μs                       | 過渡領域                          | +3~-3V                  |
| レシーバ入力インピーダンス             | 7kΩ > Rre > 3kΩ                    | ノイズ・マージン                      | -3~-5V                  |
| レシーバ入力電圧                  | ±15V (ドライバに同じ)                     | ロジック “1” = マーク = 制御OFF        | -5~-15V                 |

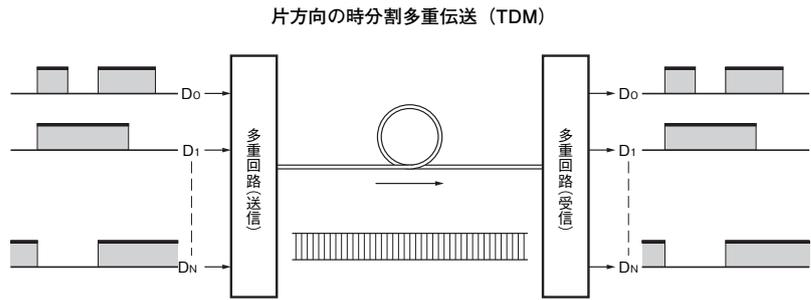
●ピン番号と名称および機能

| ピン番号 | 略号名  |      | RS-232C 回路名 | 回路名称                                    |                  | 信号の方向 |
|------|------|------|-------------|---|------------------|-------|
|      | 新JIS | 旧JIS |             |   |                  |       |
| 1    | FG   | FG   | AA          | Protective Ground (Frame Ground)        | 保安用接地またはアース      |       |
| 2    | SD   | TXD  | BA          | Transmitted Data                        | 送信データ            | DTE→  |
| 3    | RD   | RXD  | BB          | Received Data                           | 受信データ            | ←DCE  |
| 4    | RS   | RTS  | CA          | Request to Send                         | 送信要求             | DTE→  |
| 5    | CS   | CTS  | CB          | Clear to Send                           | 送信可              | ←DCE  |
| 6    | DR   | DSR  | CC          | Data Set Ready                          | データセットレディ        |       |
| 7    | SG   | SG   | AB          | Signal Ground                           | 信号用接地または共通アース    | —     |
| 8    | CD   | DCD  | CF          | Recieved Line Signal Detector           | データチャンネル受信キャリア検出 | ←DCE  |
| 9    |      |      |             |   |                  |       |
| 10   | —    | —    | —           | Unassigned                              | 未使用              | —     |
| 11   |      |      |             |   |                  |       |
| 12   | BCD  | —    | SCF         | Secondary Received Line Signal Detector | 従局受信キャリア検出       | ←DCE  |
| 13   | BCS  | —    | SCB         | Secondary Clear to Send                 | 従局送信可            |       |
| 14   | BSD  | —    | SBA         | Secondary Transmitted Data              | 従局送信データ          | DTE→  |
| 15   | ST2  | TXC2 | DB          | Transmission Signal Element Timing      | 送信信号エレメントタイミング   | ←DCE  |
| 16   | BRD  | —    | SBB         | Secondary Received Data                 | 従局受信データ          |       |
| 17   | RT   | RXC  | DD          | Receiver Signal Element Timing          | 受信信号エレメントタイミング   |       |
| 18   | —    | —    | —           | Unassigned                              | 未使用              | —     |
| 19   | BRS  | —    | SCA         | Secondary Request to Send               | 従局送信要求           | DTE→  |
| 20   | ER   | DTR  | CD          | Data Terminal Ready                     | データ端末レディ         |       |
| 21   | SQD  | —    | CG          | Signal Quality Detector                 | データ信号品質検出        | ←DCE  |
| 22   | CI   | RI   | CE          | Ring Indicator                          | 被呼表示             |       |
| 23   | SRS  | —    | CI/CH       | Data Signal Rate Selector               | データ信号速度選択        | ←/→   |
| 24   | ST1  | TXC1 | DA          | Transmitter Signal Element Timing       | 送信信号エレメントタイミング   | DTE→  |
| 25   | —    | —    | —           | Unassigned                              | 未使用              | —     |

## ■形Z3Rの時分割多重回路

### ●時分割多重回路

ハンドシェイクタイプの形Z3R（フリーランタイプは除く）では、1本の光ファイバを通じて、送信（または受信）するため、パラレル信号をシリアル化（またはシリアル信号をパラレル化）する時分割多重回路が使われています。

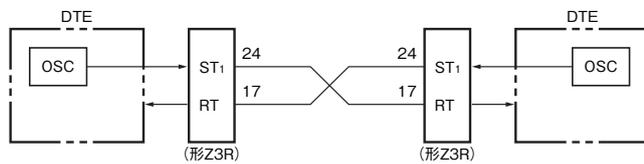


## ■形Z3Rと同期通信

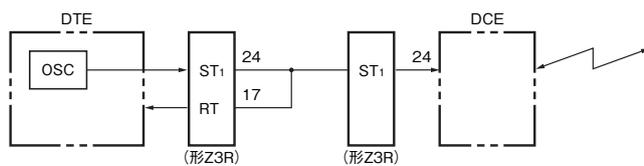
### ●RS-232Cの同期通信

クロス、ストレートいずれの場合でも使用します。

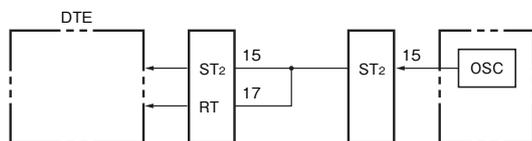
#### クロスケーブルの場合（形Z3RN）



#### ストレートケーブルの場合（DTEクロック）



#### ストレートケーブルの場合（DCEクロック）



同期通信の場合、タイミングクロックをST<sub>1</sub>（またはST<sub>2</sub>）ラインで伝送します。

ST<sub>1</sub>：DTEでつくったクロックをDCEに送る場合

ST<sub>2</sub>：DCEでつくったクロックをDTEに送る場合

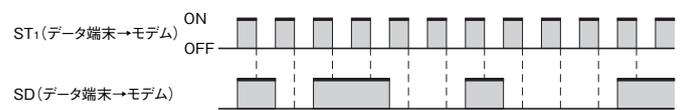
RT：DCEのタイミング

ST<sub>1</sub>、ST<sub>2</sub>は両方同時に使用されることはありません。

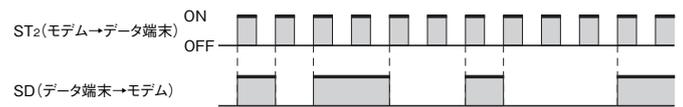
### ●タイミングクロックとデータ信号

#### 送信信号エレメント・タイミングと送信データ

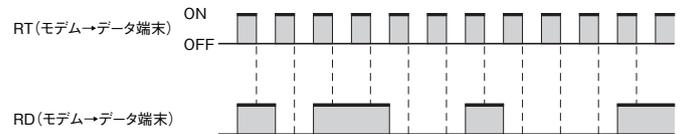
##### (a) データ端末装置がクロックをつくる場合



##### (b) モデムがクロックを発生する場合

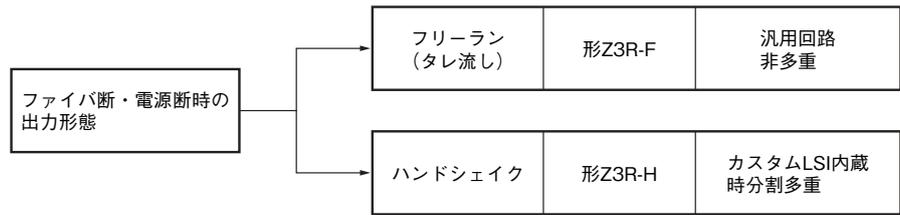


#### 受信信号エレメント・タイミングと受信データ



■形Z3R ファイバ断・電源断時の出力形態

ファイバ断線時や電源断時には、電線を使ったRS-232Cとは異なった出力形態を示す。さらに光RS-232Cの中でも、フリーラン（タレ流し）とハンドシェイクタイプでは異なったモードになります。



●形Z3R-Fの場合

・光出力

- 投光** : 電源(ON)で入力② (⊖レベル入力、入力OPEN)
- 消光** : 電源(OFF)または入力② (⊕レベル入力)

・出力信号(③番ピン)

データ保持は行わず、光を受光しているか、いないかのみで出力レベルが決定する。

- 0V** : 自分の電源(OFF)
- ⊕レベル** : 自分の電源(ON)、光を(消光)
- ⊖レベル** : 自分の電源(ON)、光が(受光)

| 項目      |   | 信号状態  |    |    |    |     |    |
|---------|---|-------|----|----|----|-----|----|
| 出力レベル   | ⊕ |       |    |    |    |     |    |
|         | ⊖ |       |    |    |    |     |    |
| 自分の電源   |   | OFF   | ON |    |    |     |    |
| 相手の電源   |   | OFF   |    |    | ON |     |    |
| 相手の入力ピン |   | OPEN* |    |    | ⊕  | ⊖   |    |
| ファイバ    |   | OFF   |    | ON |    | OFF |    |
| 光(受信)   |   | 消光    |    | 受光 | 消光 | 受光  | 消光 |

\*入力ピン②のOPENは⊖レベル入力時と同じ。

●形Z3R-Hの場合(各出力信号の状態)

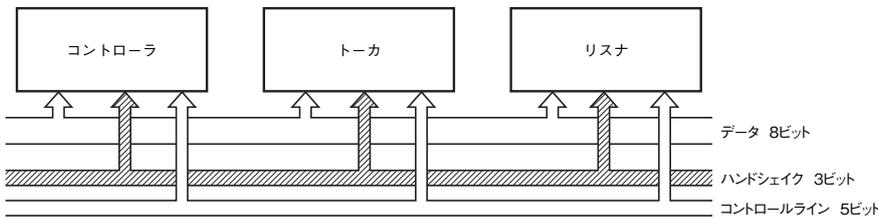
- ①自電源OFFで〔0V〕
- ②自電源・相手電源ONで、ファイバONで相手入力⊕レベルのときのみ〔⊕レベル出力〕
- ③①②以外の場合〔⊖レベル出力〕
- ④通信途中でファイバOFFすると、〔⊖レベル出力〕となるが、過渡的に⊕レベル出力が出る可能性がある。

| 項目      |   | 信号状態 |    |     |     |     |    |     |    |
|---------|---|------|----|-----|-----|-----|----|-----|----|
| 出力レベル   | ⊕ |      |    |     |     |     |    |     |    |
|         | ⊖ |      |    |     |     |     |    |     |    |
| 自分の電源   |   | OFF  | ON |     |     |     |    |     |    |
| 相手の電源   |   | OFF  | ON | OFF | ON  | OFF | ON | OFF | ON |
| 相手の入力ピン |   | OPEN |    | ⊕   | ⊖   |     | ⊕  |     |    |
| ファイバ    |   | OFF  | ON |     | OFF | ON  |    | OFF | ON |

## ■GP-IBの概要

計測システム用のデータ8ビットバスで、ネットワーク構成ができる。  
規格では機械的、電気的、機能的仕様が規定されています。

### ●構成



- ・ データバス (8ビット)  
DIO<sub>1</sub>~8
- ・ ハンドシェイクライン (3ビット)  
DAV (DAta Valid)  
NRFD (Not Ready For Data)  
NDAC (Not Data ACcepted)
- ・ バス管理ライン (5ビット)  
ATN (ATteNsion)  
REN (Remote ENable)  
IFC (InterFace Clear)  
SRQ (Service ReQuest)  
EOI (End Of Identity)

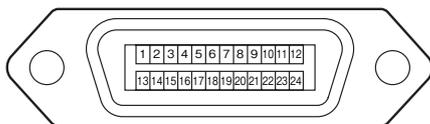
### ●仕様

- ・ 機械的仕様 : バスのコネクタ、ピン配列、ケーブルなど。
- ・ 電気的仕様 : バスドライバ、レシーバ、信号のタイミングなど。
- ・ 機能的仕様 : インターフェースの機能、インターフェースメッセージ、バス構造など。

|           |   |
|-----------|---|
| 接続機器数     | 1種類のバスケーブルにより最大15台まで可能  |
| 接続バス長     | 星状またはいもづる式に接続可能<br>総バス長は20m以内   |
| バス信号線     | 16本、内8本がデータライン、8本が制御および状態表示用  |
| メッセージ伝送方式 | 3線式ハンドシェイクによるバイト直列、ビット並列の非同期伝送  |
| データ伝送方式   | 最大1Mバイト/s (ただしバス長を制限した場合)<br>250k~500kバイト/s (バス最大長において)                                 |
| アドレス機能    | トーカアドレスおよびリスナアドレス、おのおの31種 (1次アドレス)<br>2次アドレスはおのおの961種まで可能<br>最大1台のトーカから14台のリスナへのデータ伝送可能 |
| 制御権の移行    | マルチコントローラシステムでは、アクティブコントローラから他のコントローラにシステム制御権を委譲することが可能                                 |
| ドライバ/レシーバ | TTLレベル  |

### ●接続

#### コネクタピン配置図



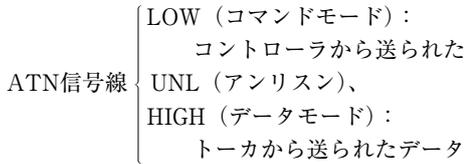
GP-IBコネクタ

| 端子No. | 名称   | 端子No. | 名称         |
|-------|------|-------|------------|
| 1     | DIO1 | 13    | DIO5       |
| 2     | DIO2 | 14    | DIO6       |
| 3     | DIO3 | 15    | DIO7       |
| 4     | DIO4 | 16    | DIO8       |
| 5     | EOI  | 17    | REN        |
| 6     | DAV  | 18    | DAVのグラウンド  |
| 7     | NRFD | 19    | NRFDのグラウンド |
| 8     | NDAC | 20    | NDACのグラウンド |
| 9     | IFC  | 21    | IFCのグラウンド  |
| 10    | SRQ  | 22    | SRQのグラウンド  |
| 11    | ATN  | 23    | ATNのグラウンド  |
| 12    | シールド | 24    | ロジックのグラウンド |

●信号機の機能

データライン (Data Line) .....DIO1~8の8本  
データ、コマンドの入出力信号線。送られている情報がデータなのか、コマンドであるかはATN信号線の状態で識別する。

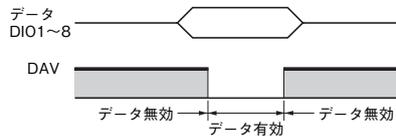
(例) 3Fh (ASCIIの?)



ハンドシェイクライン (Handshake Line)

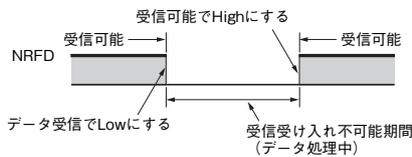
.....DAV、NRFDおよびNDACの3本  
送受信を正しく行うための信号線。

- ・DAV (DAta Valid) .....トーカが使用  
トーカ (送信者) から送られたデータライン上の情報が有効であることを示す。



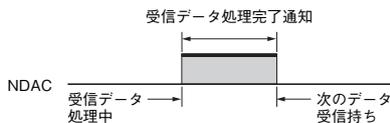
データバスとDAV

- ・NRFD (Not Ready For Data) .....リスナが使用  
リスナ (受信者) は受信が可能な状態であることを示す。



NRFD信号の論理と意味

- ・NDAC (Not Data ACcepted) .....リスナが使用  
リスナ (受信者) はトーカ (送信者) からのデータ (データラインの情報) を引き取ったことを示す。



NDAC信号の論理と意味

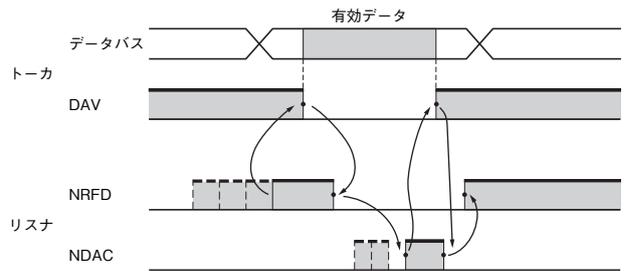
管理ライン (Control Line)

.....ATN、REN、IFC、SRQおよびEOIの5本

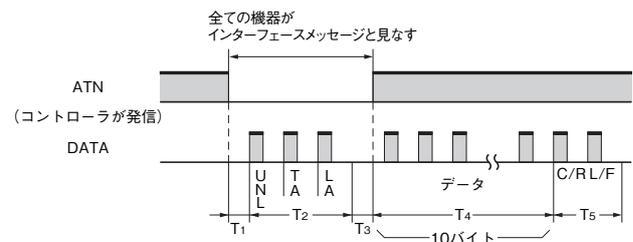
- ・ATN (ATteNtion) .....コントローラ  
データライン (DIO1~8) 上の情報がデータなのか、コマンドであるかを識別するための信号線。コントローラのみが制御できる信号線。
- ・REN (Remote ENable) .....コントローラ  
GP-IBバス上に接続されている各機器をリモート動作させるか、またはローカルで動作させるかを通知する信号線。コントローラのみが制御できる信号線。  
リモート: 信号線のレベルはLOW (True)  
GP-IBバスに接続されている各機器はコントローラからの指令により動作しなければならない。送受信もコントローラからの指令により行う。  
ローカル: 信号線のレベルはHIGH (False)  
各機器はGP-IBバスにつながれていてもコントローラからの指令により動作しなくてもよい。つまり無視してもよい。  
パネル面のスイッチを使って個々単独に使用可能。
- ・IFC (InterFace Clear) .....コントローラ  
インターフェースをクリアするための信号線。電源投入時の回線初期設定やGP-IBバスがロックしてしまい、以降の処理が進行不可能なとき使用する。
- ・SRQ (Service ReQuest) .....トーカ  
各機器から使用される割り込み要求信号線。たとえば、プリント中に紙切れとなり、以降の処理ができないときとか電圧測定が完了したことを通知するときに使用します。
- ・EOI (End Of Identify) .....コントローラ、トーカ  
EOI信号線は次の2種類の用途に使います。  
・送信メッセージの終了 (デリミタ) を示す。  
・コントローラがパラレルポール要求を行うとき。

●GP-IBの通信方式

- ・ハンドシェイクシーケンス



- ・メッセージ伝送 (例)



伝送時間の一例 (装置によって異なります。)

- T<sub>1</sub> = 27 μs
- T<sub>2</sub> = 59 μs × 3
- T<sub>3</sub> = 20 μs × 10 (メッセージ)
- T<sub>5</sub> = 59 μs × 2 (デリミタ)
- T = T<sub>1</sub> + T<sub>2</sub> + ... + T<sub>5</sub> = 932 μs

■PC上位リンクと形Z3R光RS-232Cリンク

上位リンクユニット（PC）と上位コンピュータ（パソコン）間の物理的インターフェースは以下に示す接続になっています。したがって、形Z3Rシリーズの中で使用可能な機種は、以下の2機種です。

形Z3R-FC12（PCF、1km max.、供給電源 DC+12VまたはACアダプタ使用）

形Z3R-FC5（PCF、1km max.、供給電源 DC+5V）

上記以外の機種をお使いになった場合は、正しい通信が行えない場合があります。

●電気的特性：EIA RS-232Cに準拠。

●接続信号

| 回路 No. | 回路名称            | 略称  | 信号方向 |    | ピン番号 |
|--------|-----------------|-----|------|----|------|
|        |                 |     | 入力   | 出力 |      |
| 101    | 保安用接地またはアース     | FG  | —    | —  | 1    |
| 102    | 信号用接地または共通帰線    | SG  | —    | —  | 7    |
| 103    | 送信データ           | SD  |      | ○  | 2    |
| 104    | 受信データ           | RD  | ○    |    | 3    |
| 105    | 送信要求            | RS  |      | ○  | 4    |
| 106    | 送信可             | CS  | ○    |    | 5    |
| 108.2  | データ端末レディ        | ER  |      | ○  | 20   |
| 113    | 送信信号エレメントタイミング1 | ST1 |      | ○  | 24   |
| 114    | 送信信号エレメントタイミング2 | ST2 | ○    |    | 15   |
| 115    | 送信信号エレメントタイミング  | RT  | ○    |    | 17   |

注. 信号方向は、上位リンクユニット側から見た方向です。

●接続コネクタ：DB-25P形コネクタ（JAE）または同等品

●コネクタカバー：DB-CZ-J6

●接続方法

