

ブロードバンドアクセス（イーサ型）
技術参考資料

第5版



用語の説明	6
1. 用語の説明	6
サービス概要	7
1. サービス概要	7
2. 回線構成	8
2.1 回線構成例	8
2.2 電気通信回線設備と端末設備の分界点	8
提供インタフェース	10
1. 10BASE-T	10
1.1 概要	10
1.2 物理的条件	11
1.3 電气的条件	12
1.4 論理的条件	13
2. 100BASE-TX	16
2.1 概要	16
2.2 物理的条件	17
2.3 電气的条件	18
2.4 論理的条件	19
3. 100BASE-FX	22
3.1 概要	22
3.2 物理的条件	22
3.3 光学的条件	24
3.4 論理的条件	24
4. 1000BASE-SX	27
4.1 概要	27
4.2 物理的条件	27
4.3 光学的条件	30
4.4 論理的条件	31
5. 1000BASE-LX	33
5.1 概要	33
5.2 物理的条件	34
5.3 光学的条件	36
5.4 論理的条件	37
6. 10GBASE-LR	39
6.1 概要	39
6.2 物理的条件	39

6.3	光学的条件.....	42
6.4	論理的条件.....	42
7	1.5Mb/s	44
7.1	概要.....	44
7.2	物理的条件.....	44
7.2.1	コネクタ.....	45
7.3	電气的条件	46
7.4	論理的条件	47

まえがき

この技術参考資料はブロードバンドアクセスサービス（イーサネット通信サービス約款）に接続する端末設備に必要なインタフェースの技術的情報を提供するものです。なお NTT コミュニケーションズ株式会社はこの資料によって、お客様が接続する端末設備を含めた通信システムとしての品質を保証するものではありません。

また端末設備が具備すべき条件は「端末設備等の接続の技術的条件（平成 11 年 5 月 13 日電技第 51 号の 2）」で定められています。

なお NTT コミュニケーションズ株式会社は本資料に示した内容について変更する場合があります。

用語の説明

1. 用語の説明

(1) 端末設備

回線の一端（NTT Com の光ファイバ設備から最短距離にある配線盤）に接続される電気通信設備（電気通信を行うための機械・器具・光ファイバその他の電气的設備）であって、その設置場所が同一構内（これに準ずるものを含む）又は、同一建物内であるものを言う。

(2) 分界点

電気通信回線設備の一端と端末設備との接続点。

(3) LT (Line Termination)

終端装置のこと

(4) TE (Terminal Equipment)

LT に接続し、データの送受信を行う装置。

(5) 伝送路インタフェース (LI:Line Interface)

LT から TE 間における配線盤の接続点を言い、伝送路インタフェースは以下の条件から構成される。

- ① 物理的条件
- ② 光学的/電气的条件
- ③ 論理的条件

(6) ブロードバンドアクセスサービス

当社の設置する網を使用して行う電気通信サービス、契約条件はイーサネット通信サービス約款に第1種イーサネット通信サービスとして記載している。

(7) サービス取扱所

ブロードバンドアクセスサービスに関する業務を行う当社の事業所または当社の委託により本サービスを行う者の事業所

(8) 契約者回線

ブロードバンドアクセスサービスの契約に基づき、サービス取扱所またはサービス契約者の指定する建物または構内（これに準ずる区域内を含む。以下同じとする）に設置される交換設備とその交換設備のある建物又は構内の当社が指定する場所との間に設置される電気通信回線。

(9) 伝送用契約者回線群

複数の契約者回線が相互に通信を行うための電気通信設備

サービス概要

1. サービス概要

本サービスは、NTT Com拠点ビルとお客様ビル間のIP系トラフィック需要に対応するためにEthernetフレーム交換により、あたかも同一ビル内LANのような使用を可能とするサービスである。サービスの概要を示す図を下図2-1に、契約者回線及び伝送用契約者回線群を下表2-1に示す。

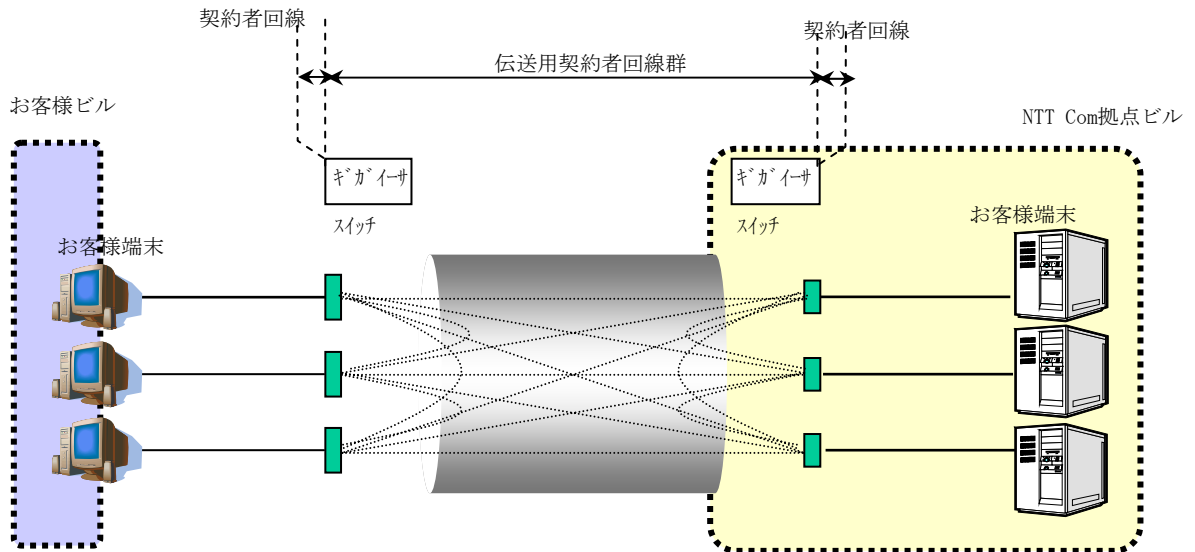


図 2-1 サービス概要

表 2-1 契約者回線

品目	内容	インタフェース
10BASE-T	最大10Mbit/sの符号伝送が可能なもので、インタフェースが10BASE-Tであるもの	ISO/IEC8802-3 10BASE-T 準拠
100BASE-TX	最大100Mbit/sの符号伝送が可能なもので、インタフェースが100BASE-TXであるもの	IEEE802.3u 100BASE-TX 準拠
100BASE-FX	最大100Mbit/sの符号伝送が可能なもので、インタフェースが100BASE-FXであるもの	IEEE802.3u 100BASE-FX 準拠
1000BASE-SX	最大1000Mbit/sの符号伝送が可能なもので、インタフェースが1000BASE-SXであるもの	IEEE802.3z 1000BASE-SX 準拠
1000BASE-LX	最大1000Mbit/sの符号伝送が可能なもので、インタフェースが1000BASE-LXであるもの	IEEE802.3z 1000BASE-LX 準拠
10GBASE-LR	最大10Gbit/sの符号伝送が可能なもので、インタフェースが10GBASE-LRであるもの	IEEE802.3ae 10GBASE-LR 準拠
1.5Mb/s	最大1.5Mbit/sの符号伝送が可能なもの	コネクタ：RJ48 ITU-T G.703 TTC-JT-I431-a

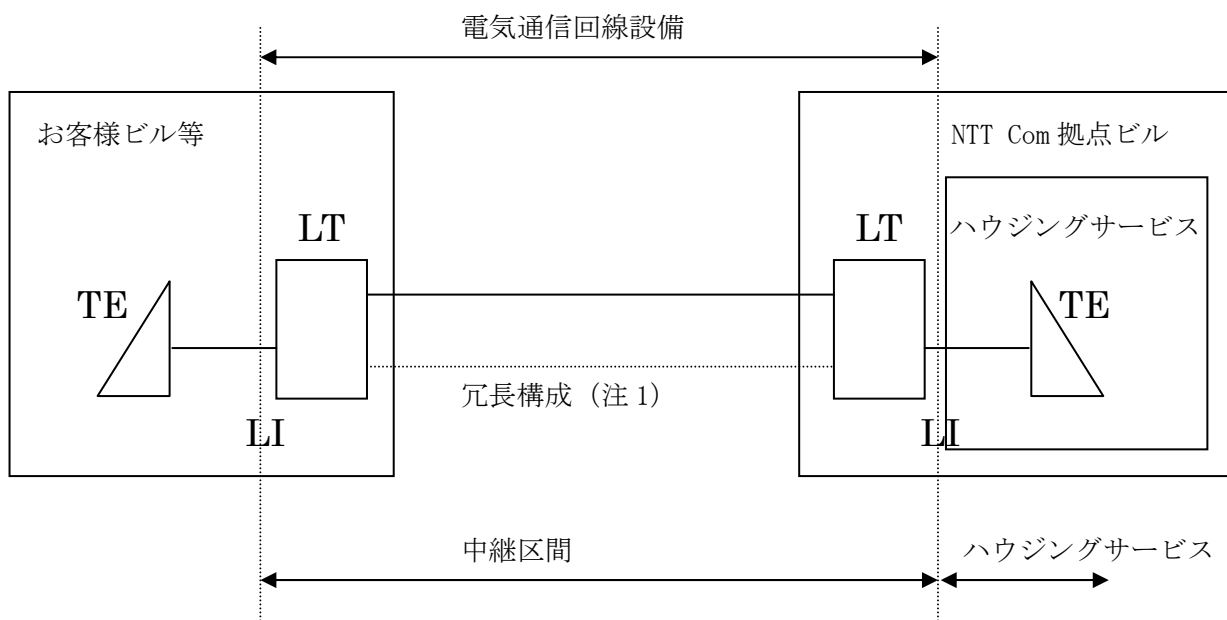
表 2-2 伝送用契約者回線群

品目	内容
10Mb/s	最大10Mbit/sの符号伝送が可能なもの
100Mb/s	最大100Mbit/sの符号伝送が可能なもの
1000Mb/s	最大1000Mbit/sの符号伝送が可能なもの
10Gb/s	最大10Gbit/sの符号伝送が可能なもの

2. 回線構成

2.1 回線構成例

回線構成例を図 2-2 に示す。



(注 1) 伝送路の冗長構成を行うのは、回線群二重化機能（付加機能）契約時のみ

図 2-2 回線構成例

2.2 電気通信回線設備と端末設備の分界点

ブロードバンドアクセスサービスにおける電気通信回線設備と端末設備との分界点は、LT から TE 間における配線盤の接続点になる。分界点及び工事・保守上の責任範囲を図 2-3 に示す。

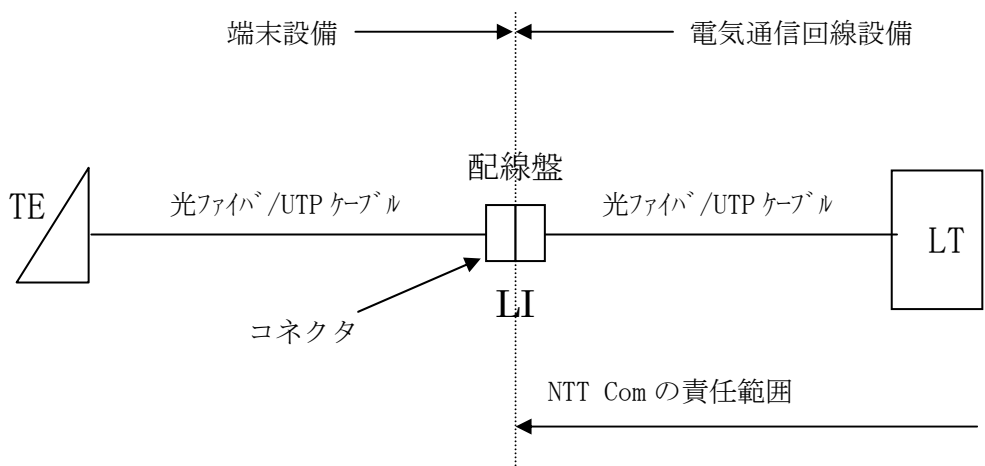


図 2-3 分界点

※お客様ビル側の状況に応じて、LT にて直接 LI を提供する場合があります。

提供インタフェース

1. 10BASE-T

概要

UTP (Unshielded Twisted Pair) ケーブルを使用しスター型によるネットワークの構築のし易さや取り扱い易さから現在最も普及している規格の一つ。通常ハブと呼ばれる集線装置と各端末を UTP ケーブルで接続する。その最大長は 100m である。

伝送路インタフェースは物理的、電氣的及び論理的條件から構成される。本インタフェース規定点を図 3.1 に示す

・ 伝送路インタフェース

(1) 物理的條件

ケーブルの仕様及びケーブルに圧着するコネクタの規格

(2) 電氣的條件

ケーブルを接続するための電氣信号レベルの規格

(3) 論理的條件

ケーブルで信号を送受信するための伝送フレーム構成

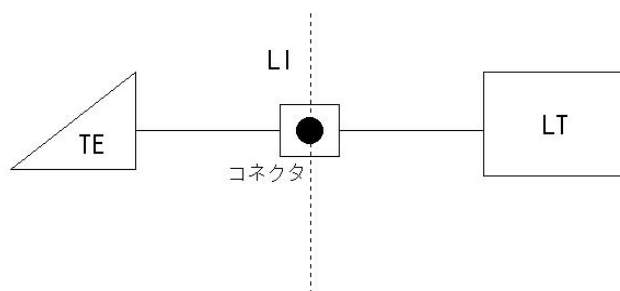


図 3-1 伝送路インタフェース規定点

物理的条件

表 3-1 に物理的条件を示す。

表 3-1 主要諸元

項目	規格
心線数	8 芯
伝送媒体	ツイストペアケーブル (カテゴリ 3 以上)
コネクタ	8 極モジュラコネクタ RJ-45

1.2.1 心線数

10BASE-T インタフェースの伝送媒体には 8 芯のツイストペアケーブルを使用する。但し実際に使用するのは 4 芯である。

1.2.2 ツイストペアケーブル

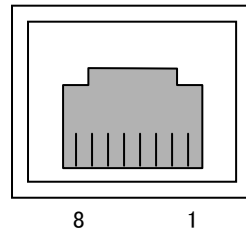
本インタフェースに適用されるツイストペアケーブルの物理的仕様は IEEE802.3 には特に規定されていない。これは電話用に既に利用されている多様なケーブル、コネクタを間に挟むような応用にも対応するためであるが、本サービスにおいてはカテゴリ 3 以上の品質のケーブルを使用することとしている。

表 3-2 カテゴリ種別

カテゴリ	周波数	適応アプリケーション
カテゴリ 3	～16MHz	音声、ISDNPRI、10BASE-T、トークン・リング、52MATM、100BASE-T4 等
カテゴリ 4	～20MHz	上記の全て及び 16M トークン・リング
カテゴリ 5	～100MHz	上記の全て及び 100BASE-TX、155MATM
カテゴリ 5+	～100MHz	上記の全て及び 1000BASE-T、622MATM
カテゴリ 6	～250MHz	将来的使用
カテゴリ 7	～600MHz	将来的使用

1.2.3 コネクタ

ISDN のために規定された IS08877 準拠の 8 極モジュラコネクタ（一般に RJ-45 と呼ばれる）を使用する。



※RJ-45 モジュラージャック（メス）を結合側から見た図です。

図 3-2 コネクタの形状

表 3-3 相互接続回路とピン番号の関係

相互接続回路		ピン番号	信号の方向	
名称	記号		端末機器	屋内装置
送信	Tx ⁺	1	→	
	Tx ⁻	2		
受信	Rx ⁺	3	←	
	Rx ⁻	6		

※ TE のオートネゴシエーション設定は OFF、通信モードは 10M 全二重または 10M 半二重より選択可能です。

電気的条件

1.3.1 出力特性

端子の出力電圧などの電気的条件は 10BASE-T の場合送出パルス電圧:6.2V (P-P 値)以下 (100Ω の負荷抵抗に対する値)となる。

1.3.2 ケーブル特性

ケーブルの電気的条件は以下の特性で示される。

-挿入損失

5MHz~10MHz の全周波数帯域にわたって挿入損失は 11.5dB 未満でなければならない。挿入損失にはケーブル以外に、コネクタによるもの、なら

びにインピーダンスの不整合によるものも含まれる。

-差動伝送特性インピーダンス

1MHz～16MHz にわたって特性インピーダンス (Z_0) は $100\ \Omega \pm 15\%$ の範囲でなければならない。

-タイミング・ジッタ

複数のツイストペアをパッチパネルや IDF などの中継接続してゆくと、伝送系のインピーダンス不整合が発生し、その結果パルス信号の時間ずれ (タイミング・ジッタ) が発生する。定義された試験波形信号に対して $\pm 5.0\text{ns}$ 未満のジッタでなければならない。

-伝送遅延

1m 当たり 5.7ns ($0.585c$ 相当) 以下の遅れでなければならない。

論理的条件

-アクセス制御

IEEE802.3 に準拠する CSMA/CD (Carrier Sense Multiple Access/Collision Detection) 方式と呼ばれるアクセス制御を行う。各端末がメッセージを送信しようとするときにはまずキャリアセンスによって伝送媒体が空いているかどうかを検知し、衝突を検知した場合は一定時間待機、無信号状態になった時にメッセージを送信する。

-フレーム形式

下図に示す IEEE802.3 標準フォーマット及び Ethernet フレームフォーマットがある。本サービスでは Ethernet フレームフォーマットを使用する。ちなみに IEEE802.3 は Ethernet を基準に標準化したものであり、上位互換を保っている。主な違いは以下に示す通りである。

- ・ アーキテクチャ上の層区分と各層の副層化、それらの呼称
- ・ トランシーバ (MAU) と トランシーバケーブル (AUI) のインタフェース
- ・ フレーム形式

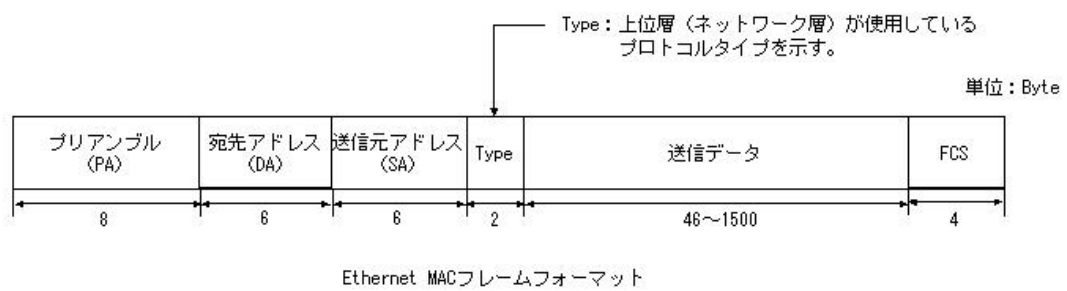
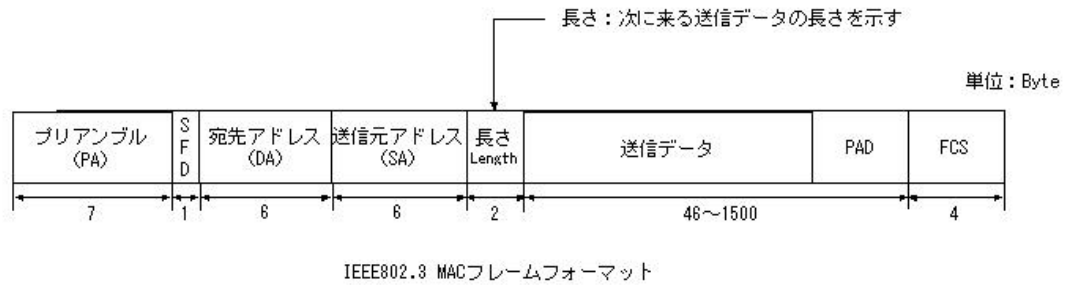


図 3-3 フレームフォーマット

—伝送符号

マンチェスタ符号化方式。送信データが 0 の時ビットの中央で高レベルから低レベルへ、1 の時ビットの中央で低レベルから高レベルへ反転させる符号化方式。

マンチェスタエンコーダ出力例:

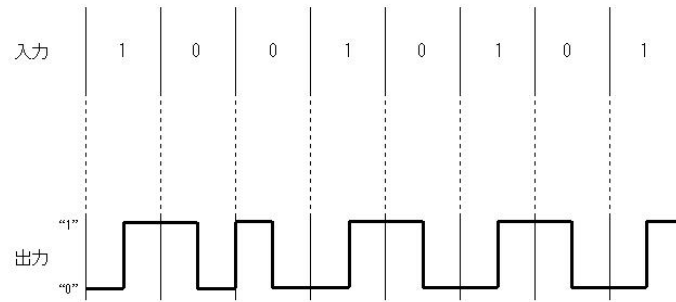


図 3-4 マンチェスタエンコーダ

2. 100BASE-TX

2.1 概要

UTP (Unshielded Twisted Pair) カテゴリ 5 ケーブルを使用しスター型によるネットワークの構築のし易さや取り扱い易さから現在最も普及している規格の一つ。通常ハブと呼ばれる集線装置と各端末を UTP ケーブルで接続する。その最大長は 100m である。

伝送路インタフェースは物理的、電氣的及び論理的條件から構成される。本インタフェース規定点を図 3-5 に示す

・ 伝送路インタフェース

(1) 物理的條件

ケーブルの仕様及びケーブルに圧着するコネクタの規格

(2) 電氣的條件

ケーブルを接続するための電氣信号レベルの規格

(3) 論理的條件

ケーブルで信号を送受信するための伝送フレーム構成

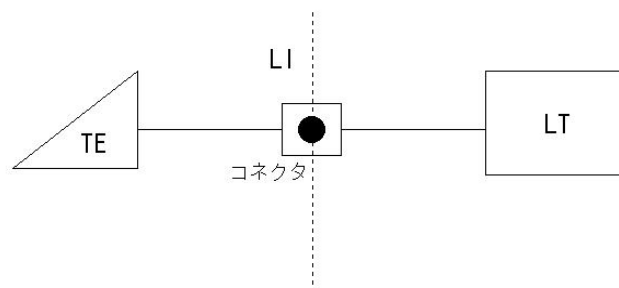


図 3-5 伝送路インタフェース規定点

2.2 物理的条件

表 3-4 に物理的条件を示す。

表 3-4 主要諸元

項目	規格
心線数	8 芯
伝送媒体	ツイストペアケーブル (カテゴリ5 以上)
コネクタ	8 極モジュラコネクタ RJ-45

2.2.1 心線数

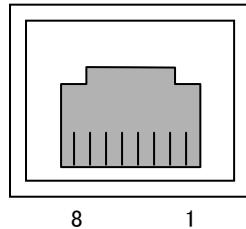
100BASE-TX インタフェースの伝送媒体には 8 芯のツイストペアケーブルを使用する。但し実際に使用するのは 4 芯である。

2.2.2 ツイストペアケーブル

100BASE-TX では一般に「データ品質 (Data Grade)」と呼ばれる、IS011801 規定の高品質ケーブルであるカテゴリ 5 の UTP ケーブル配線を使用する。送信用に 1 対、受信用に 1 対使用するため、全二重通信が可能である。

2.2.3 コネクタ

ISDN のために規定された IS08877 準拠の 8 極モジュラコネクタ（一般に RJ-45 と呼ばれる）を使用する。



※RJ-45 モジュラージャック（メス）を結合側から見た図です。

図 3-6 コネクタの形状

表 3-5 相互接続回路とピン番号の関係

相互接続回路		ピン番号	信号の方向	
名称	記号		端末機器	屋内装置
送信	Tx ⁺	1	→	
	Tx ⁻	2		
受信	Rx ⁺	3	←	
	Rx ⁻	6		

※ TE のオートネゴシエーション設定は OFF、通信モードは 100M 全二重または 100M 半二重より選択可能です。

2.3 電気的条件

2.3.1 出力特性

端子の出力電圧などの電気的条件は 100BASE-TX の場合送出パルス電圧:2.1V(0-P 値)以下(100Ω の負荷抵抗に対する値)となる。

1.3.2 ケーブル特性

ケーブルの電気的条件は以下の特性で示される。

-挿入損失

5MHz~10MHz の全周波数帯域にわたって挿入損失は 11.5dB 未満でなければならない。挿入損失にはケーブル以外に、コネクタによるもの、ならびにインピーダンスの不整合によるものも含まれる。

-差動伝送特性インピーダンス

1MHz～16MHz にわたって特性インピーダンス (Z_0) は $100\ \Omega \pm 15\%$ の範囲でなければならない。

-タイミング・ジッタ

複数のツイストペアをパッチパネルや IDF などの中継接続してゆくと、伝送系のインピーダンス不整合が発生し、その結果パルス信号の時間ずれ (タイミング・ジッタ) が発生する。定義された試験波形信号に対して $\pm 5.0\text{ns}$ 未満のジッタでなければならない。

-伝送遅延

1m 当たり 5.7ns ($0.585c$ 相当) 以下の遅れでなければならない。

2.4 論理的条件

-アクセス制御

IEEE802.3 に準拠する CSMA/CD (Carrier Sense Multiple Access/Collision Detection) 方式と呼ばれるアクセス制御を行う。各端末がメッセージを送信しようとするときにはまずキャリアセンスによって伝送媒体が空いているかどうかを検知し、衝突を検知した場合は一定時間待機、無信号状態になった時にメッセージを送信する。

-フレーム形式

下図に示す IEEE802.3 標準フォーマット及び Ethernet フレームフォーマットがある。本サービスでは Ethernet フレームフォーマットを使用する。ちなみに IEEE802.3 は Ethernet を基準に標準化したものであり、上位互換を保っている。主な違いは以下に示す通りである。

- アーキテクチャ上の層区分と各層の副層化、それらの呼称
- トランシーバ (MAU) とトランシーバケーブル (AUI) のインタフェース
- フレーム形式

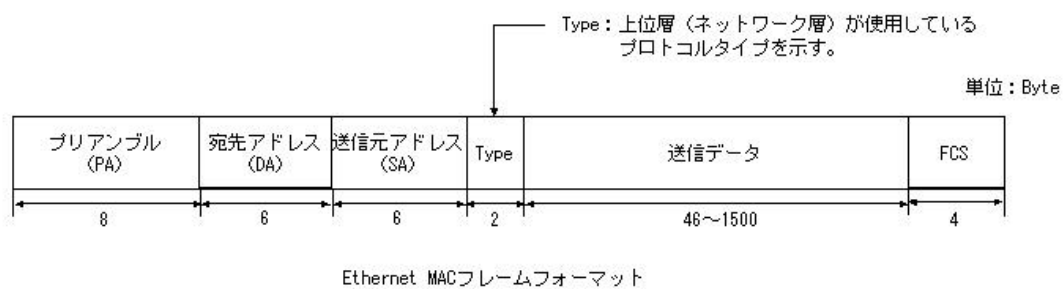
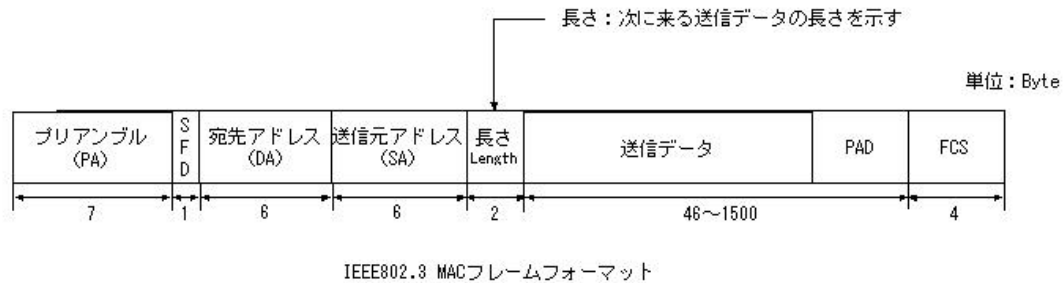


図 3-7 フレームフォーマット

伝送符号

100BASE-TX では送信データを数段階の符号化を経て伝送する。

まず送信するデータに対して 4B/5B（4 ビットのデータを 5 ビットのデータに変換する符号化方式）と呼ばれるデータ符号化を行う。この 4B/5B 方式は 1 バイト（8 ビット）の半分である 4 ビットのデータを 1 つの塊（ニブル）として扱い、各ニブルを 5 ビットの符号に変換する方式である。

4B/5B 符号化されたデータは伝送媒体の種類に応じてさらに信号符号化される。送信信号の周波数成分を均一にして電磁波の不要な輻射のレベルを低くするため送信データのスクランブル（データ列の組み替え）を行い、その後 MLT-3（Multi Level Transmission-3 level：高・中・低の 3 つのレベルで符号化する方式）と呼ばれる方式によって信号を符号化する。MLT-3 は信号レベル-1（低）、0（中）、+1（高）の 3 値符号であり、ビット値” 1” が発生する毎に信号レベルが 0 から+1 へ、+1 から 0 へ、または 0 から-1 へ、-1 から 0 へと遷移する。

MLT-3エンコーダ出力例：

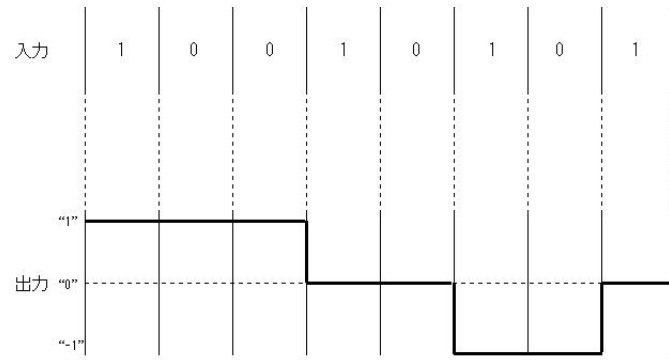


図 3-8 MLT-3 エンコーダ例

3. 100BASE-FX

3.1 概要

マルチモード光ファイバを使用する規格。通常ハブと呼ばれる集線装置と各端末を光ファイバで接続する。その最大長は 2km（全二重）である。伝送路インタフェースは物理的、電氣的及び論理的條件から構成される。本インタフェース規定点を図 3-9 に示す

- ・ 伝送路インタフェース

- (1) 物理的條件

- ケーブルの仕様及びケーブルに圧着するコネクタの規格

- (2) 光学的條件

- ケーブルを接続するための光信号レベルの規格

- (3) 論理的條件

- ケーブルで信号を送受信するための伝送フレーム構成

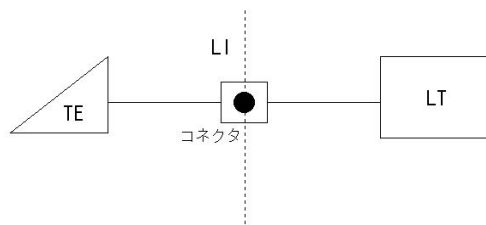


図 3-9 伝送路インタフェース規定点

3.2 物理的條件

表 3-6 に物理的條件を示す。

表 3-6 主要諸元

項目	規格
心線数	2 芯
伝送媒体	マルチモード光ファイバ

3.2.1 心線数

100BASE-FX インタフェースの伝送媒体には2芯のマルチモード光ファイバを使用する。

3.2.2 光ファイバ

100BASE-FX ではISO9314-3 規定のケーブルであるコア/クラッド径が $62.5\mu\text{m}/125\mu\text{m}$ 、 $50\mu\text{m}/125\mu\text{m}$ のマルチモード光ファイバ配線を使用する。

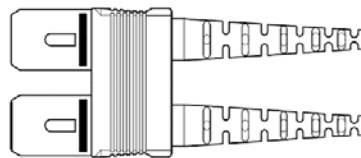
※サービス提供を行うビル状況により、マルチモード光ファイバのコア/クラッド径を指定させていただくことがあります。

3.2.3 コネクタ

100BASE-FX の光コネクタとしては2連SCコネクタ、FDDI-MIC、STコネクタの3つが規定されているが、IEEE802.3u 規格ではIEC60874-14 準拠の2連SCコネクタの使用が推奨されている。本サービスにおいても2連SCコネクタもしくはSCコネクタを使用する。

※ サービス提供を行うビル状況により、コネクタ形状を指定させていただくことがあります。

※ TE のオートネゴシエーション設定はOFF、通信モードは100M全二重固定に設定してください。



(a) 上面図



(b) 正面図

図 3-10 2連SCコネクタ図

3.3 光学的条件

100BASE-FX の光出力は-14dBm (平均値) 以下にしなければならない。

3.4 論理的条件

-アクセス制御

IEEE802.3 に準拠する CSMA/CD (Carrier Sense Multiple Access/Collision Detection) 方式と呼ばれるアクセス制御を行う。各端末がメッセージを送信しようとするときにはまずキャリアセンスによって伝送媒体が空いているかどうかを検知し、衝突を検知した場合は一定時間待機、無信号状態になった時にメッセージを送信する。

-フレーム形式

下図に示す IEEE802.3 標準フォーマット及び Ethernet フレームフォーマットがある。本サービスでは Ethernet フレームフォーマットを使用する。ちなみに IEEE802.3 は Ethernet を基準に標準化したものであり、上位互換を保っている。主な違いは以下に示す通りである。

- アーキテクチャ上の層区分と各層の副層化、それらの呼称
- トランシーバ (MAU) と トランシーバケーブル (AUI) のインタフェース
- フレーム形式

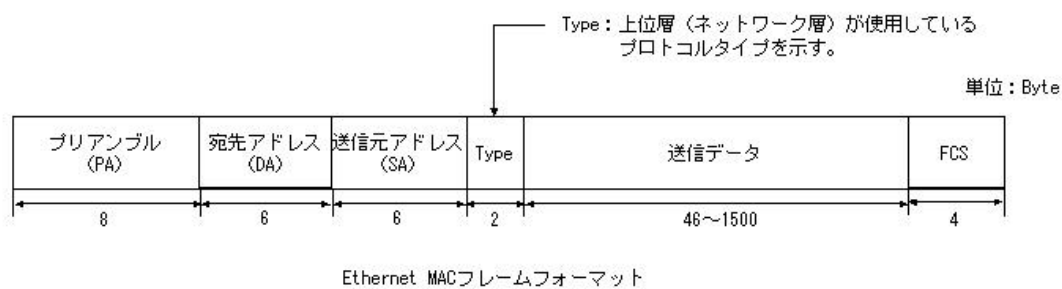
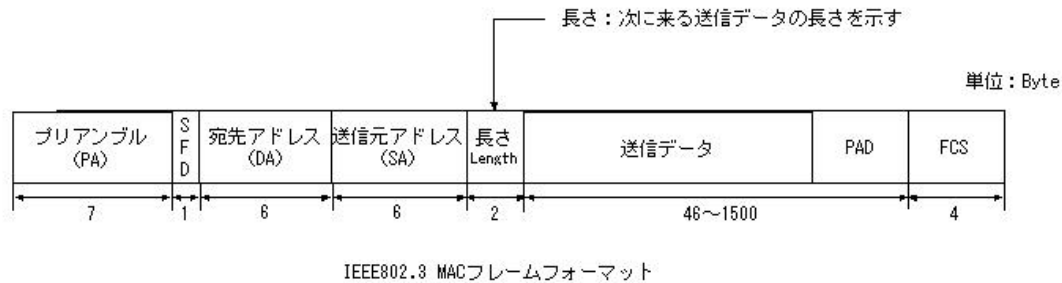


図 3-11 フレームフォーマット

伝送符号

100BASE-FX では送信データを数段階の符号化を経て伝送する。

まず送信するデータに対して 4B/5B (4 ビットのデータを 5 ビットのデータに変換する符号化方式) と呼ばれるデータ符号化を行う。この 4B/5B 方式は 1 バイト (8 ビット) の半分である 4 ビットのデータを 1 つの塊 (ニブル) として扱い、各ニブルを 5 ビットの符号に変換する方式である。

4B/5B 符号化されたデータは伝送媒体の種類に応じてさらに信号符号化される。送信信号の周波数成分を均一にして電磁波の不要な輻射のレベルを低くするため送信データのスクランブル (データ列の組み替え) を行い、その後 NRZI (Non Return to Zero Inversion) と呼ばれる方式によって信号を符号化する。NRZI は信号レベル 0 (低)、+1 (高) の 2 値符号であり、ビット値 "1" が発生する毎に信号レベルが 0 から +1 へ、+1 から 0 へと遷移する。

NRZIエンコーダ出力例：

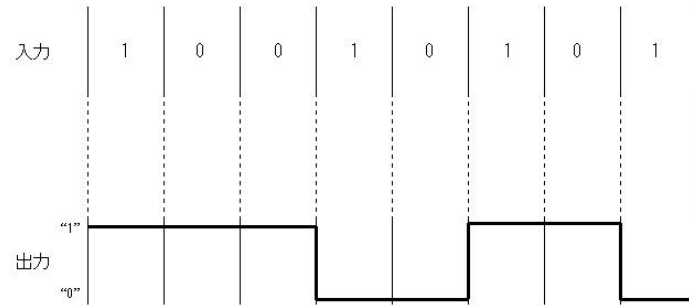


図 3-12 NRZI エンコーダ例

4. 1000BASE-SX

4.1 概要

マルチモード光ファイバを使用する規格。通常ハブと呼ばれる集線装置と各端末を光ファイバで接続する。その最大長は 550m（全二重）である。伝送路インターフェースは物理的、光学的及び論理的条件から構成される。本インターフェース規定点を図 3-13 に示す

- 伝送路インターフェース

- (1) 物理的条件

- ケーブルの仕様及びケーブルに圧着するコネクタの規格

- (2) 光学的条件

- ケーブルを接続するための光信号レベルの規格

- (3) 論理的条件

- ケーブルで信号を送受信するための伝送フレーム構成

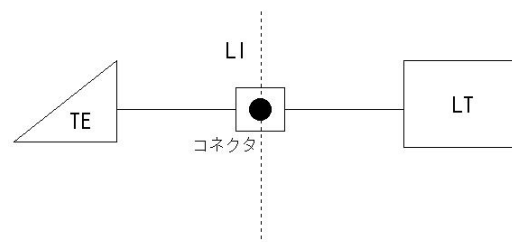


図 3-13 インターフェース規定点

4.2 物理的条件

表 3-7 に物理的条件を示す。

表 3-7 主要諸元

項目	規格
心線数	2 芯
伝送媒体	マルチモード光ファイバ

4.2.1 心線数

1000BASE-SX インタフェースの伝送媒体には2芯のマルチモード光ファイバを使用する。

4.2.2 光ファイバ

1000BASE-SX では IS09314-3 規定のケーブルであるコア/クラッド径が $62.5\mu\text{m}/125\mu\text{m}$ 、 $50\mu\text{m}/125\mu\text{m}$ のマルチモード光ファイバ配線を使用する。モード帯域（短波/長波[MHz・km]）、最大距離はそれぞれ以下のようになる。

※サービス提供を行うビルの状況により、マルチモード光ファイバのコア/クラッド径を指定させていただくことがあります。

表 3-8 ファイバタイプによる最大距離

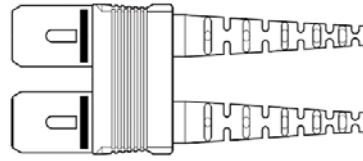
	マルチモード光ファイバ (コア径 $62.5\mu\text{m}$)		マルチモード光ファイバ (コア径 $50\mu\text{m}$)	
	160MHz・km	200MHz・km	400MHz・km	500MHz・km
モード帯域 (850nm帯)				
最大距離[m]	220	275	500	550

4.2.3 コネクタ

1000BASE-SX の光コネクタとして、本サービスにおいては2連 SC コネクタ、SC コネクタまたは2連 LC コネクタ、LC コネクタを使用する。

※ サービス提供を行うビルの状況により、コネクタ形状を指定させていただくことがあります。

※ TE のオートネゴシエーション設定は OFF、通信モードは 1000M 全二重固定に設定してください。



(a) 上面図



(b) 正面図

図 3-14 2 連 SC コネクタ図

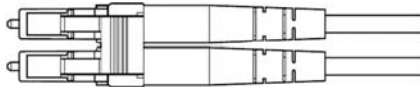


(a) 側面図



(b) 正面図

図 3-15 SC コネクタ図

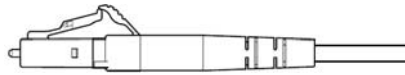


(a) 上面図



(b) 正面図

図 3-16 2 連 LC コネクタ図



(a) 側面図



(b) 正面図

図 3-17 LC コネクタ図

4.3 光学的条件

1000BASE-SX ではマルチモード光ファイバをターゲットにした、比較的廉価な短波長レーザー光トランシーバ（波長：850nm）を使用している。送信、受信光特性は以下の表のようになる。

表 3-9 送信側各特性値

Description	Value (62.5 μ mMMF)	Unit
Transmitter Type	Shortwave Laser	
Signaling Speed (range)	1.25 \pm 100ppm	GBd
Wave Length (λ , Range)	770 to 860	nm
Trise/Tfall (max;20%-80%; $\lambda > 830$ nm)	0.26	ns
Trise/Tfall (max;20%-80%; $\lambda \leq 830$ nm)	0.21	ns
RMS spectrum width (max)	0.85	nm
Average launch power (max)	0	dBm
Average launch power (min)	-9.5	dBm
Average launch power of OFF transmitter (max)	-30	dBm
Extinction ratio (min)	9	dB
RIN (max)	-117	dB/Hz
Coupled Power Ratio (CPR) (min)	9<CPR	dB

表 3-10 受信側各特性値

Description	Value (62.5 μ mMMF)	Unit
Signaling Speed (range)	1.25 \pm 100ppm	GBd
Wave length (range)	770 to 860	nm
Average receive power (max)	0	dBm
Receive sensitivity	-17	dBm
Return loss (min)	12	dB
stressed receive sensitivity	-12.5	dBm
Vertical eye-closure penalty	2.6	dB
Receive electrical 3dB upper cutoff frequency (max)	1500	MHz

4.4 論理的条件

-アクセス制御

ギガビット Ethernet においては従来の Ethernet (すなわち CSMA/CD (Carrier Sense Multiple Access/Collision Detection) 方式という、衝突を前提にした半二重通信) と互換性を持たせるため、半二重通信を行うためのキャリア拡張と、半二重動作時にデータ伝送の効率を上げるためのフレームバーストと呼ばれる拡張がなされている。これらは全二重通信の動作時には使用されない。

-フレーム形式

下図に示す IEEE802.3 標準フォーマット及び Ethernet フレームフォーマットがある。本サービスでは Ethernet フレームフォーマットを使用する。ちなみに IEEE802.3 は Ethernet を基準に標準化したものであり、上位互換を保っている。主な違いは以下に示す通りである。

- アーキテクチャ上の層区分と各層の副層化、それらの呼称
- トランシーバ (MAU) とトランシーバケーブル (AUI) のインタフェース
- フレーム形式

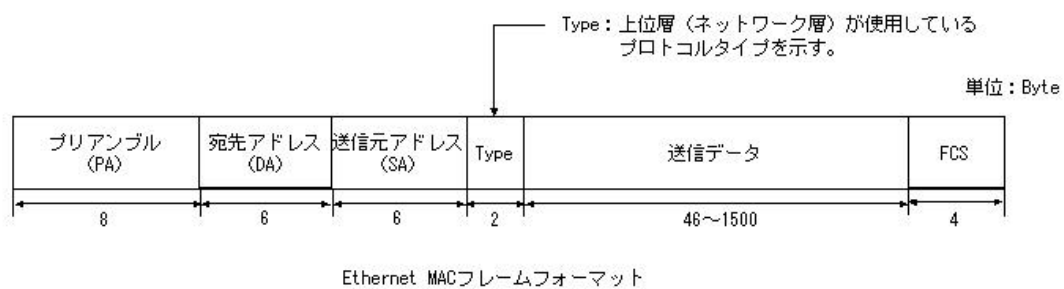
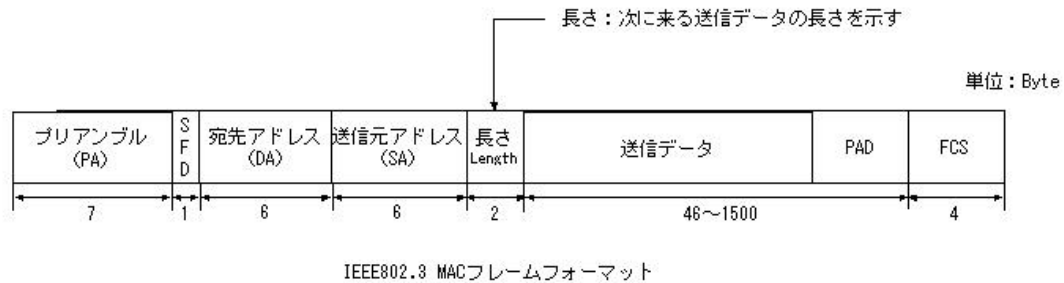


図 3-18 フレームフォーマット

ー伝送符号

1000BASE-SX では送信データに対し、8B/10B（8 ビットのデータを 10 ビットのデータに変換する符号化方式）と呼ばれるデータ符号化を行う。この 8B/10B 方式は 8 ビット（8B）のデータを 1 つの塊（ニブル）として扱い、各ニブルを 10 ビット（10B）の符号に変換する方式である。

8B/10B 符号化の目的は 100BASE-X の 4B/5B 符号化と同様、「制御符号の確保」と「クロック再生のための転送密度の確保」である。その他にもランニング・ディスパリティと呼ばれるエラー検出機構がある。

8B/10B 符号化されたデータは 125MHz の 10 ビットパラレルインタフェースを通して PMA に渡され、そこでパラレル-シリアル変換された後、1250Mbps のシリアル信号として伝送される。

5. 1000BASE-LX

5.1 概要

シングルモード光ファイバ、またはマルチモード光ファイバを使用する規格。通常ハブと呼ばれる集線装置と各端末を光ファイバで接続する。その最大長は 5km（シングルモード光ファイバ使用）である。

伝送路インタフェースは物理的、光学的及び論理的条件から構成される。本インタフェース規定点を図 3-19 に示す

・ 伝送路インタフェース

(1) 物理的条件

ケーブルの仕様及びケーブルに圧着するコネクタの規格

(2) 光学的条件

ケーブルを接続するための光信号レベルの規格

(3) 論理的条件

ケーブルで信号を送受信するための伝送フレーム構成

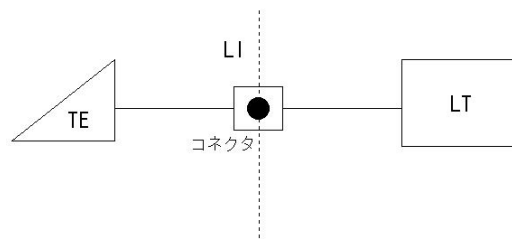


図 3-19 伝送路インタフェース規定点

5.2 物理的条件

表 3-11 に物理的条件を示す。

表 3-11 主要諸元

項目	規格
心線数	2 芯
伝送媒体	シングルモード・マルチモードファイバ

5.2.1 心線数

1000BASE-LX インタフェースの伝送媒体には2芯のシングルモード光ファイバまたはマルチモード光ファイバを使用する。

5.2.2 光ファイバ

1000BASE-LX では ISO9314-3 準拠のコア/クラッド径が $8\mu\text{m}/10\mu\text{m}/125\mu\text{m}$ のシングルモード光ファイバ、及び $62.5\mu\text{m}/125\mu\text{m}$ 、 $50\mu\text{m}/125\mu\text{m}$ のマルチモード光ファイバが規定されている。モード帯域（短波/長波 [MHz・km]）、最大距離はそれぞれ以下のようになる。

※サービス提供を行うビルの状況により、光ファイバ種別を指定させていただくことがあります。

表 3-12 ファイバタイプによる最大距離

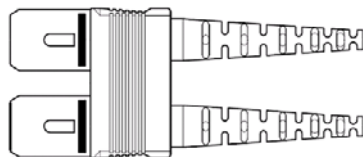
	マルチモード光ファイバ (コア径 $62.5\mu\text{m}$)	マルチモード光ファイバ (コア径 $50\mu\text{m}$)		シングルモード光ファイバ (コア径 $8\sim 10\mu\text{m}$)
モード帯域 (1310nm帯)	500MHz・km	400MHz・km	500MHz・km	—
最大距離[m]	550	550	550	5000

5.2.3 コネクタ

1000BASE-LX の光コネクタとして、本サービスにおいては2連 SC コネクタ、SC コネクタまたは2連 LC コネクタ、LC コネクタを使用する。

※ サービス提供を行うビルの状況により、コネクタ形状を指定させていただくことがあります。

※ TE のオートネゴシエーション設定は OFF、通信モードは 100M 全二重固定に設定してください。



(a) 上面図



(b) 正面図

図 3-20 2 連 SC コネクタ図

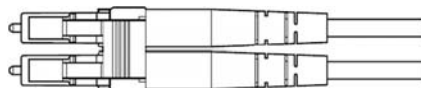


(a) 側面図



(b) 正面図

図 3-21 SC コネクタ図

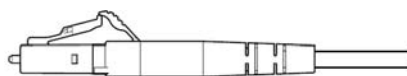


(a) 上面図



(b) 正面図

図 3-22 2 連 LC コネクタ図



(a) 側面図



(b) 正面図

図 3-23 LC コネクタ図

5.3 光学的条件

1000BASE-LX では長波長レーザー光トランシーバを使用して、シングルモード光ファイバとマルチモード光ファイバの両方をサポートする。送信、受信光特性は以下の表のようになる。

表 3-13 送信側各特性値

Description	Value (10 μ mSMF)	Unit
Transmitter Type	Longwave Laser	
Signaling Speed (range)	1.25 \pm 100ppm	GBd
Wave Length (λ , Range)	1270 to 1355	nm
Trise/Tfall (max;20%-80%;Response time)	0.26	ns
RMS spectrum width (max)	4	nm
Average launch power (max)	-3	dBm
Average launch power (min)	-11.0	dBm
Average launch power of OFF transmitter (max)	-30	dBm
Extinction ratio (min)	9	dB
RIN (max)	-120	dB/Hz
Coupled Power Ratio (CPR) (min)	N/A	dB

表 3-14 受信側各特性値

Description	Value	Unit
Signaling speed (range)	1.25±100ppm	GBd
Wavelength (range)	1270 to 1355	nm
Average receive power (max)	-3	dBm
Receive sensitivity	-19	dBm
Return loss (min)	12	dB
Stressed receive sensitivity	-14.4	dBm
Vertical eye-closure penalty	2.60	DB
Receive electrical 3dB upper cutoff frequency (max)	1500	MHz

5.4 論理的条件

-アクセス制御

本サービスでは全二重通信を行うため基本的にアクセス制御を行わない。ちなみにギガビット Ethernet においては従来の Ethernet（すなわち CSMA/CD (Carrier Sense Multiple Access/Collision Detection) 方式という、衝突を前提にした半二重通信）と互換性を持たせるため、半二重通信を行うためのキャリア拡張と、半二重動作時にデータ伝送の効率を上げるためのフレームバーストと呼ばれる拡張がなされている。

-フレーム形式

下図に示す IEEE802.3 標準フォーマット及び Ethernet フレームフォーマットがある。本サービスでは Ethernet フレームフォーマットを使用する。ちなみに IEEE802.3 は Ethernet を基準に標準化したものであり、上位互換を保っている。主な違いは以下に示す通りである。

- ・ アーキテクチャ上の層区分と各層の副層化、それらの呼称
- ・ トランシーバ (MAU) とトランシーバケーブル (AUI) のインタフェース
- ・ フレーム形式

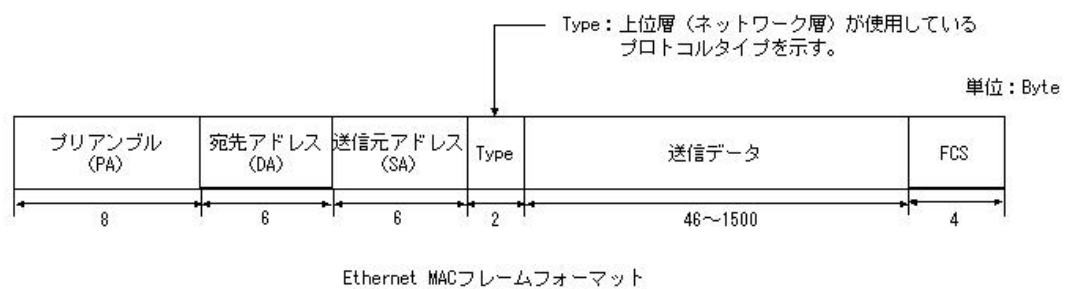
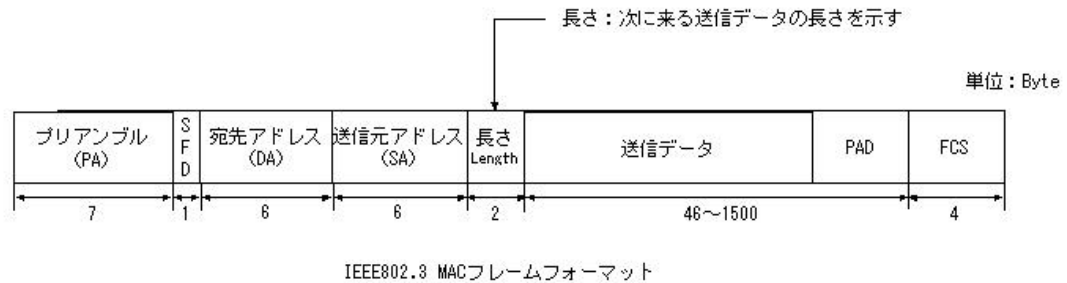


図 3-24 フレームフォーマット

—伝送符号

1000BASE-LX では送信データに対し、8B/10B（8 ビットのデータを 10 ビットのデータに変換する符号化方式）と呼ばれるデータ符号化を行う。この 8B/10B 方式は 8 ビット（8B）のデータを 1 つの塊（ニブル）として扱い、各ニブルを 10 ビット（10B）の符号に変換する方式である。

8B/10B 符号化の目的は 100BASE-X の 4B/5B 符号化と同様、「制御符号の確保」と「クロック再生のための転送密度の確保」である。その他にもランニング・ディスパリティと呼ばれるエラー検出機構がある。

8B/10B 符号化されたデータは 125MHz の 10 ビットパラレルインタフェースを通して PMA に渡され、そこでパラレル-シリアル変換された後、1250Mbps のシリアル信号として伝送される。

6 10GBASE-LR

6.1 概要

シングルモード光ファイバを使用する規格であり、その最大長は 10km である。

伝送路インタフェースは物理的、光学的及び論理的条件から構成される。本インタフェース規定点を図 3-25 に示す

- ・ 伝送路インタフェース

- (1) 物理的条件

- ケーブルの仕様及びケーブルに圧着するコネクタの規格

- (2) 光学的条件

- ケーブルを接続するための光信号レベルの規格

- (3) 論理的条件

- ケーブルで信号を送受信するための伝送フレーム構成

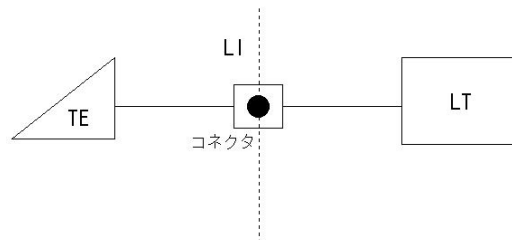


図 3-25 伝送路インタフェース規定点

6.2 物理的条件

表 3-15 に物理的条件を示す。

表 3-15 主要諸元

項目	規格
心線数	2 芯
伝送媒体	シングルモード光ファイバ

6.2.1 心線数

10GBASE-LR インタフェースの伝送媒体には2芯のシングルモード光ファイバを使用する。

6.2.2 光ファイバ

10GBASE-LR では IS09314-3 規定のケーブルであるコア/クラッド径が $8\mu\text{m}/10\mu\text{m}$ のシングルモード光ファイバを利用する。

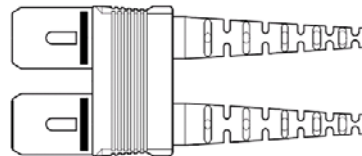
表 3-16 ファイバタイプ及び最大距離

ファイバタイプ	最大距離[m]
$10\mu\text{mSMF}$	10,000

6.2.3 コネクタ

本サービスにおいては2連SCコネクタ、SCコネクタまたは2連LCコネクタ、LCコネクタを使用する。

※ サービス提供を行うビル状況により、コネクタ形状を指定させていただくことがあります。



(a) 上面図



(b) 正面図

図 3-26 2連SCコネクタ図

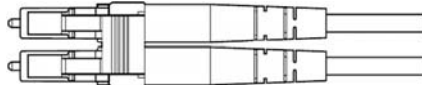


(a) 側面図



(b) 正面図

図 3-27 SC コネクタ図

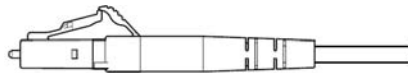


(a) 上面図



(b) 正面図

図 3-28 2連 LC コネクタ図



(a) 側面図



(b) 正面図

図 3-29 LC コネクタ図

6.3 光学的条件

10GBASE-LR では長波長レーザー光トランシーバを使用して、シングルモード光ファイバのみをサポートする。送信、受信光特性は以下の表のようになる。

表 3-17 送信側各特性値

Description	Value	Unit
Transmitter Type	Longwave Laser	
Signaling Speed (range)	10.3125Gbps±100ppm	GBd
Wave Length (λ , Range)	1260 to 1355	nm
Average launch power (max)	0.5	dBm
Average launch power (min)	-8.2	dBm
Average launch power of OFF transmitter (max)	-30	dBm
Extinction ratio (min)	3.5	dB
RIN (max)	-128	dB/Hz

表 3-18 受信側各特性値

Description	Value	Unit
Signaling speed (range)	10.3125Gbps±100ppm	GBd
Wavelength (range)	1260 to 1355	nm
Average receive power (max)	0.5	dBm
Receive sensitivity	-12.6	dBm
Stressed receiver sensitivity	-10.3	dBm
Vertical eye closure penalty	2.2	dB
Receive electrical 3dB upper cutoff frequency (max)	12.3	GHZ

6.4 論理的条件

-フレーム形式

下図に示す IEEE802.3 標準フォーマット及び DIX 規格 Ethernet ver2 フレームフォーマットがある。本サービスでは両方使用可能である。IEEE802.3 を基準に標準化したものであり、上位互換を保っている。主な違いは以下に示す通りである。

- アーキテクチャ上の層区分と各層の副層化、それらの呼称
- トランシーバ (MAU) とトランシーバケーブル (AUI) のインタフェース
- フレーム形式 (Length と Type)

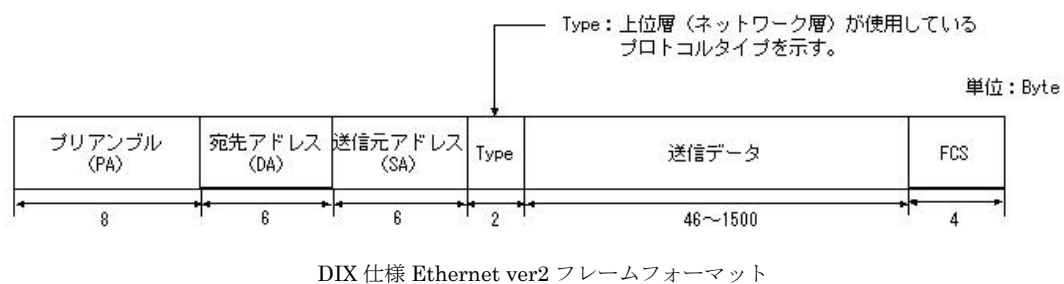
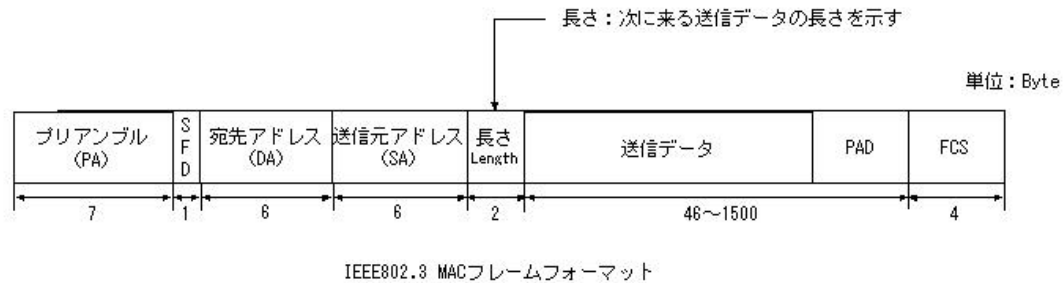


図 3-30 フレームフォーマット

—伝送符号

10GBASE-LR では送信データに対し、64B/66B（64 ビットのデータを 66 ビットのデータに変換する符号化方式）と呼ばれるデータ符号化を行う。この 64B/66B 方式は 32 ビット（4B）のデータ 2 回分（64 ビット）をブロックとして扱い、各ブロックに対してスクランブルを施し、2 ビットの同期ヘッダを付加して 66 ビットの符号に変換する方式である。

64B/66B 符号化されたデータは 10.3125Gbps のシリアル信号として伝送される。

7 1.5Mb/s

7.1 概要

伝送路インタフェースは物理的、電氣的及び論理的條件から構成される。
本インタフェース規定点を図 3-31 に示す

・ 伝送路インタフェース

(1) 物理的條件

ケーブルの仕様及びケーブルに圧着するコネクタの規格

(2) 電氣的條件

ケーブルを接続するための電氣信号レベルの規格

(3) 論理的條件

ケーブルで信号を送受信するための伝送フレーム構成

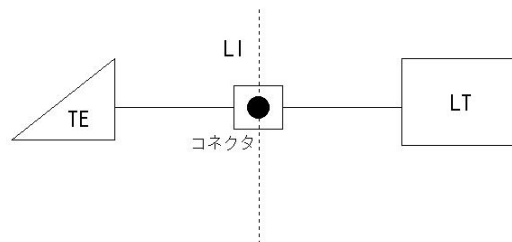


図 3-31 伝送路インタフェース規定点

7.2 物理的條件

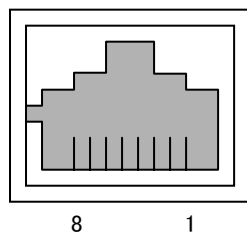
表 3-19 に物理的條件を示す。

表 3-19 主要諸元

項目	規格
心線数	4 線 (2 対)
伝送媒体	メタリック平衡対ケーブル
コネクタ	RJ-48 コネクタ (ISO 標準 IS10173 準拠)

7.2.1 コネクタ

RJ-48 コネクタを使用する。コネクタの形状とピン番号を図 3-32、相互接続回路とピン番号の関係を表 3-20 に示す。



※RJ-48 モジュラージャック（メス）を結合側から見た図です。

図 3-32 コネクタの形状とピン番号

表 3-20 相互接続回路とピン番号の関係

相互接続回路		ピン番号	信号の方向	
名称	記号		端末機器	屋内装置
送信	Tx ⁺	1	→	
	Tx ⁻	2		
受信	Rx ⁺	4	←	
	Rx ⁻	5		

7.3 電氣的条件

(1) ITU-T G. 703 の場合

表 3-21 ITU-T G. 703 の電氣的条件

項 目		特 性	備 考
伝送速度		1.544Mbit/s (受信側のみ±50ppm)	
伝送媒体		ツイストペアケーブル	
伝送符号		B8ZS または AMI	
受信レベル	772kHz	+12dBm~+19dBm	all “1” 信号 サンプリング 3kHz
	1.544MHz	772kHz における受信レベルに対して-25dB 未満	
許容ジッタ		ITU-T G. 824 に準拠	

(2) TTC-JT-I431a の場合

表 3-22 TTC-JT-I431a の電氣的条件

項 目		特 性
ビットレート		1544kbit/s
使用ケーブル (各伝送方向)		1 対の平衡ケーブル
伝送符号		B8ZS (注 1)
試験負荷インピーダンス		純抵抗 100Ω
信号レベル	772kHz における電力	+12dBm~+19dBm
	1544kHz における電力	772kHz の電力に対して少なくとも 25dB 以下

注 1 B8ZS 符号とは、8 個の連続する 2 進「0」を先行するパルスが+のときは、000+-0-+に、先行するパルスが-のときは、000-+0+-に置き換える変形された AMI 符号である。

注 2 パルスマスクと電力レベルの要求条件は、772kHz で 0dB から 1.5dB の損失をもつケーブル端に適用される。

注 3 信号レベルは、2 進オール「1」を送ったときに、出力端で 3kHz 帯域幅で測定した電力値である。

7.4 論理的条件

24 マルチフレーム (1.536Mbit/s)

a) フレーム構成

図 3-33 にフレーム構成を示します。

1 フレームは、193 ビット ($125 \mu\text{s}$) で構成され、F ビットとそれに続く 1 から 24 まで番号が付けられた連続する 24 個のタイムスロット (TS) から構成されます。各 TS は 1 から 8 まで番号が付けられた連続する 8 ビットから構成されます。マルチフレームは、24 フレームで構成する 24 マルチフレームです。

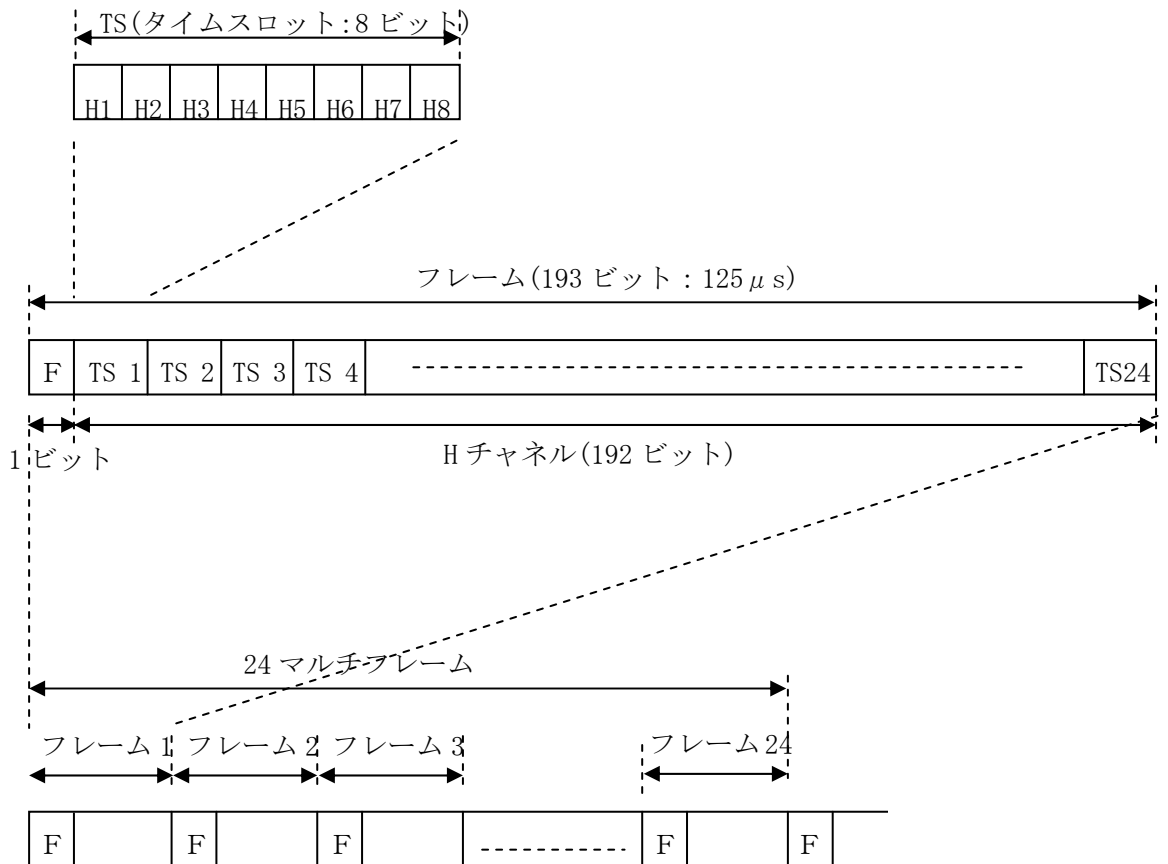


図 3-33 フレーム構成

・上記以外については、JT-I431-a の規定に準ずる。