

OITDA規格

**TP**

Technical Paper

TP（技術資料）

光伝送用能動部品－試験及び測定方法－

**GEPON 用光トランシーバ**

(Fiber optic active components and devices–Test and measurement  
procedures–GEPON transceivers)

OITDA/TP 14/AD : 2013

第 1 版

公表 2013 年 3 月

取纏委員会  
光能動部品標準化委員会

**OITDA**

発行：一般財団法人光産業技術振興協会

Optoelectronics Industry and Technology Development Association (JAPAN)

## 目 次

	ページ
序文	1
1 適用範囲	1
2 引用規格	1
3 用語及び定義並びに略号	1
3.1 用語及び定義	1
3.2 略号	2
3.3 記号	2
4 標準環境条件	3
5 装置	3
6 試験サンプル	3
7 試験及び測定方法	3
7.1 Rx アラーム機能	3
7.2 Tx シャットダウン機能	6
7.3 バースト光出力パワー ( $P_{\text{mean}}$ )	7
7.4 中心波長及びスペクトル幅	8
7.5 消光比及びアイパターンマスク試験	9
7.6 最小受信光入力パワー ( $P_{\text{imin}}$ ) 及び最大受信光入力パワー ( $P_{\text{imax}}$ )	10
7.7 光変調振幅基準の相対強度雑音 ( $RIN_{15\text{OMA}}$ )	14
7.8 送信器・分散ペナルティ (Transmitter and dispersion penalty)	16
7.9 光変調振幅基準のストレスド受信感度	18
8 試験結果	20
8.1 必ず (須) 情報	20
8.2 有益な情報	20
参考文献	20
解説	22

## まえがき

近年、高速光アクセスシステムの普及により、ATM (Asynchronous Transfer Mode) -PON (Passive Optical Network) から GEPON (Gigabit Ethernet passive optical network) 及び GPON への通信容量の増大化が進んでいる。ATM-PON の仕様は、既存のすべての電気通信サービスを収容することを目的として **ITU-T G.983** 規格群で標準化されており、**IEC 62150** 規格群で国際規格化され、国内においても **JIS C 5953** 規格群及び **JIS C 5954** 規格群で標準化されている。

GEPON の仕様は、**IEEE 802.3:2008** で標準化されているが、**IEC** での国際標準化は未発行の状況にある。国内においては、GEPON の商用サービスが開始され、高速光アクセスシステムとして普及しており、迅速な標準化が期待されている。

国際標準化に先立って国内における標準化を進めるに当たり、**IEEE 802.3:2008** に基づいて標準化された仕様を規定する必要があるが、関連する光通信用部品の詳細な性能標準においては、通信用光部品の各製造業者が独自に仕様化を行っているのが現状である。

これらの背景を考慮し、光能動部品の詳細な特性に関する評価・測定方法に関して調査した。この技術資料 (TP) は、その評価及び測定方法に関してまとめたものであり、GEPON 用光トランシーバに係わる技術の進歩に応じて、改訂するものである。

この技術資料 (TP) の一部が、技術的性質をもつ特許権、出願公開後の特許出願又は実用新案権に抵触する可能性があることに注意を喚起する。一般財団法人光産業技術振興協会は、このような技術的性質をもつ特許権、出願公開後の特許出願及び実用新案権に関わる確認について、責任はもたない。

この技術資料は、一般財団法人光産業技術振興協会の標準に関する TP (技術資料) である。TP (技術資料) は、規格になる前段階、標準化の技術的資料、規格を補足する などのために公表するものである。

この技術資料に関して、ご意見・情報がありましたら、下記連絡先にお寄せください。

連絡先：一般財団法人光産業技術振興協会標準化室

e-mail : [opt-st@oitda.or.jp](mailto:opt-st@oitda.or.jp)



# 光伝送用能動部品－試験及び測定方法－

## GEPON 用光トランシーバ

### Fiber optic active components and devices–Test and measurement procedures–GEPON transceivers

#### 序文

この技術資料 (TP) は、ギガビットイーサネットパッシブ光ネットワーク (GEPON) 用光トランシーバの電気光学特性の試験及び測定方法を規定する。GEPON 用光トランシーバの電気光学性能に関する性能標準は、対応する OITDA 規格の中で規定している。

#### 1 適用範囲

この TP に関する報告書は、**IEEE 802.3:2008** に基づくギガビットイーサネットパッシブ光ネットワーク (GEPON) 用光トランシーバの試験及び測定手順について規定を提案する。

これらの試験方法は、GEPON 用光トランシーバが対応する OITDA 規格にて規定された仕様を満たすかどうかを試験する方法である。また、この測定方法は、GEPON 用光トランシーバの精密な測定方法に相当する。これらの GEPON 用光トランシーバの受信部は、バースト信号を扱うことができる。したがって、この標準で規定した幾つかの手順は、バースト信号伝送の評価に適用できる。

#### 2 引用規格

次に掲げる規格は、この規格に引用されることによって、この規格の規定の一部を構成する。これらの引用規格のうちで、西暦年を付記してあるものは、記載の年の版を適用し、その後の改正版 (追補を含む。) には適用しない。西暦年の付記がない引用規格は、その最新版 (追補を含む。) を適用する。

**JIS C 0617** 規格群 電気用図記号

**JIS C 61280-1-3** 光ファイバ通信サブシステム試験方法－中心波長及びスペクトル線幅測定

**JIS C 5954-1** 光伝送用能動部品－試験及び測定方法－第 1 部：総則

**JIS C 5954-3** 光伝送用能動部品－試験及び測定方法－試験及び測定方法－第 3 部：単心直列伝送リンク用光送・受信モジュール

**IEEE 802.3:2008**, Carrier sense multiple access with Collision Detection (CSMA/CD) Access Method and Physical Layer Specifications

**OITDA/TP 13/AD:2013** 光伝送用能動部品－性能標準－GEPON 用光トランシーバ

#### 3 用語及び定義並びに略号

##### 3.1 用語及び定義

この規格で用いる主な用語及び定義は、**JIS C 5954-3** の 3 (用語及び定義) 及び、次による。

### 3.1.1

#### 光ライン接続, OLT (optical line termination)

ODNにおいて、ネットワーク側のインタフェースを提供する装置。一つ以上の ODN に接続する。

### 3.1.2

#### 光ネットワークユニット, ONU (optical network unit)

ODNにおいて、使用者側のインタフェースを直接的に又は遠隔操作により提供する装置。ODN に接続する。

### 3.1.3

#### 光変調振幅基準の相対強度雑音, $RIN_{15OMA}$ (relative intensity noise OMA)

光反射損失量 15 dB のときの方形波信号によって変調したレーザ光の 1 Hz 当たり正規化した光強度変動の二乗平均値 (光電気変換した電気信号雑音パワー) の、光変調振幅に対する比。対数表示する場合は、10 を底とする。

## 3.2 略号

この規格で用いる主な略号は、次による。

PRBS	擬似ランダムビットパターン (Pseudo random bit sequence)
Tx	GEPON 用光トランシーバの送信器及び/又は送信部
Rx	GEPON 用光トランシーバの受信器及び/又は受信部
CDR	クロック・データ リカバリ (Clock and Data Recovery)

## 3.3 記号

この規格で用いる主な記号は、次による。

$A$	フレーム長
$A_0$	アイの開口振幅
$B$	バースト信号長
$B1$	バースト信号パターン 1 のバースト信号長
$B2$	バースト信号パターン 2 のバースト信号長
$B_N$	測定雑音等価帯域 (ローパスフィルタの帯域)
$C$	保証する BER
$D$	データレート
$f$	正弦波ジッタの周波数
$J$	ストレドアイジッタ
$n$	1 フレーム内のバースト信号数
$P_1$	“1”レベルの平均光パワー
$\Delta P_1$	“1”レベル光パワー変動の二乗平均雑音
$P_0$	“0”レベルの平均光パワー
$\Delta P_0$	“0”レベル光パワー変動の二乗平均雑音
$P_{ave}$	送信光出力パワー
$P_{assert}$	信号検知アサートレベル
$P_{de-assert}$	信号検知デアサートレベル

$P_B$	受信部光入力パワー
$P_{DUT}$	入力光信号の光変調振幅
$P_{imax}$	最大受信光入力パワー
$P_{imin}$	最小受信光入力パワー
$P_{MOD}$	光変調振幅
$P_{mean}$	バースト光出力パワー
$\langle P_N^2 \rangle$	雑音の二乗平均パワー
$P_{off}$	オフ状態光出力パワー
$P_{stress\_OMA}$	光変調振幅基準のストレスド受信感度
$S$	基準受信器の受信感度
$TDP$	送信器・分散ペナルティ
$VECP$	バーティカル アイ クロージャ ペナルティ (Vertical eye closure penalty)
$V_{cc}$	電源電圧
$V_{dis}$	送信器シャットダウン電圧
$V_{disH}$	高レベル送信器シャットダウン電圧
$V_{disL}$	低レベル送信器シャットダウン電圧
$V_{SDH}$	高レベル信号検知アサート電圧
$V_{SDL}$	低レベル信号検知アサート電圧

#### 4 標準環境条件

設備の中で行う試験及び測定から得られるデータの適切な相関性を保証するために、標準大気条件をある範囲内に制御する必要がある。特に規定がない場合、測定及び試験時の標準環境条件は、**JIS C 5954-1:2008** の 4 (標準環境条件) の表 1 による。また、特別な環境条件が必要な場合は、性能標準の中で指定することができる。

なお、周囲の温度及び湿度の変動は一連の測定の間は最小限に抑えるものとする。

#### 5 測定装置

測定装置は、**JIS C 5954-3** の 6 (測定装置) 及び、次による。

- a) **基準 Tx 及び基準 Rx** Tx 及び／又は Rx は、測定系において、被試験 Tx 及び／又は被試験 Rx と組合せて用いる。

基準 Tx 及び／又は Rx は、GEPON 用光トランシーバの光電気特性の試験及び測定する上で、十分に高い性能である必要がある。特に基準 Tx は、1 250 Mbit/s 以上の広い帯域幅及び 6 dB 以上の消光比を備えることが必要である。

#### 6 試験サンプル

試験サンプルは、対応する規格にて規定された性能の GEPON 用光トランシーバであるものとする。被試験 GEPON 用光トランシーバは、例えば、**図 1** に示すように、各試験及び／又は測定系に組込む。

#### 7 試験及び測定方法

##### 7.1 Rx アラーム機能

### 7.1.1 目的

信号検知アサートレベル ( $P_{\text{assert}}$  : 対応する規格にて規定された要求値を参照) 以下になったとき、アラーム出力電圧は高レベルから低レベルに変わらなければならない。この規格は、GEPON 用光トランシーバの Rx アラーム機能の試験及び測定方法について規定する。

### 7.1.2 試験及び測定系

特に指定がない限り、被試験 GEPON 用光トランシーバ及び基準 Tx は、**図 1** に示す試験及び測定系で測定する。

### 7.1.3 光スプリッタの校正

- a) 試験及び測定の前に、光スプリッタは、次に規定する方法で校正する。
- b) 基準 Tx を通常の動作条件で動作し、信号入力端子に、ONU の場合は、 $1\,250 \pm 0.1$  Mbit/s、OLT の場合は、 $1\,250 \pm 0.1$  Mbit/s、NRZ-PRBS  $2^7-1$  信号 (マーク率 50 %) を入力する。
- c) 基準 Tx の光出力ポートを光ファイバコードと可変光減衰器を通し光スプリッタの入力ポートに接続する。
- d) 光スプリッタの出力ポート A から光ファイバコードを通して光パワーメータの入力ポートに接続する。
- e) 可変光減衰器を、ポート A の光出力がおおよそ  $P_{\text{assert}}$  となるように調節し、その値 ( $P_A$ ) を記録する。
- f) 光スプリッタの出力ポート B から光ファイバコードを通して光パワーメータの入力ポートに接続し、ポート B の光出力 ( $P_B$ ) を記録する。
- g) 光スプリッタの出力ポート A を、光ファイバコードを通して光パワーメータの入力ポートに再び接続する。光スプリッタの出力ポート B を試験対象の GEPON 用光トランシーバに **図 1** に示すように接続する。
- h)  $P_B/P_A$  を計算し、その値を入射光強度 ( $P_B$ ) と光パワーメータの表示 ( $P_A$ ) との校正係数として用いる。

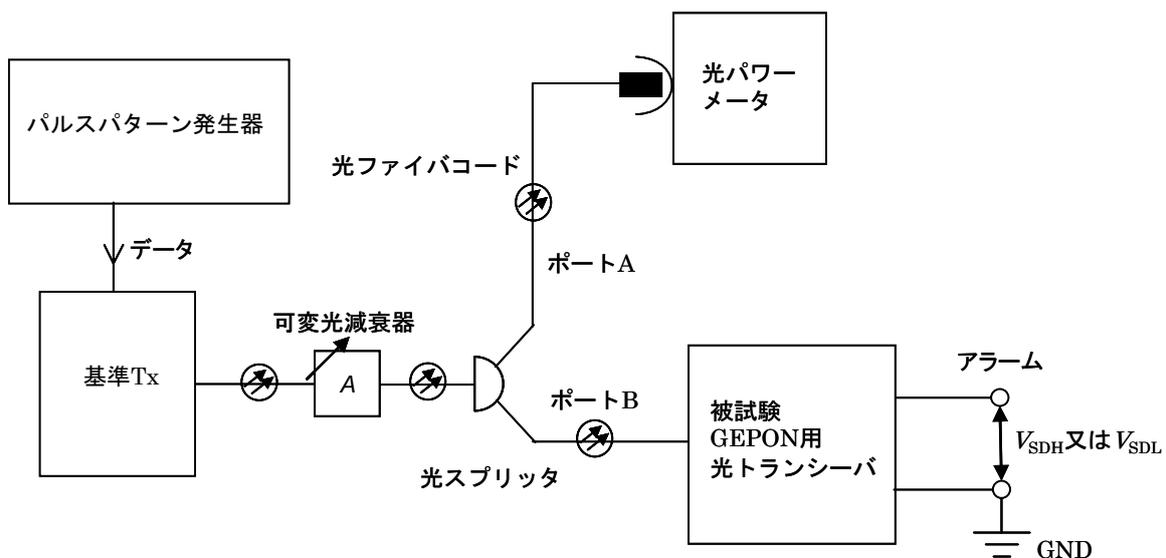


図 1-Rx アラーム機能の試験及び測定系

### 7.1.4 測定方法

- a) 試験対象の GEPON 用光トランシーバを通常の動作条件で駆動し、信号検知アサート電圧が対応する規格にて規定された低レベル信号検知アサート電圧： $V_{SDL}$  の最小値から最大値までの範囲内であることを（光入力がない状態を示している。）を確認する（**図 2** 参照）。
  - b) 試験対象の GEPON 用光トランシーバと基準 Tx を**図 1** に示すように設置する。
  - c) ONU の場合は、 $1\,250 \pm 0.1$  Mbit/s NRZ-PRBS  $2^7-1$  信号（マーク率 50 %）、OLT の場合は、 $1\,250 \pm 0.1$  Mbit/s NRZ-PRBS  $2^7-1$  信号（マーク率 50 %）を信号入力端子に入力する。
  - d)  $P_B$  が  $P_{assert}$  より十分小さくなるよう可変光減衰器を調節し、その  $P_B$  の値を  $P_{imin}$  として記録する。
  - e)  $P_B$  が  $P_{de-assert}$  より大きくなるよう可変光減衰器を調節し、信号検知アサート電圧を記録する。
  - f) 信号検知アサート電圧を確認し、 $P_B$  の値が  $P_{de-assert}$  近傍で対応する規格にて規定された要求値を参照して  $V_{SDL}$  から  $V_{SDH}$  に変わることを検査する。
  - g)  $P_B$  の値が最大受信光入力パワー（ $P_{imax}$ ）となるように可変光減衰器を調節し、信号検知出力電圧を記録する。信号検知アサート電圧が対応する規格にて規定された要求値を参照して  $V_{SDH}$  の範囲内であることを確認する。
  - h)  $P_B$  の値が  $P_{assert}$  以下となるように可変光減衰器を調節し、信号検知アサート電圧を記録する。
  - i) 信号検知アサート電圧を確認し、 $P_B$  の値が  $P_{assert}$  以下で、 $V_{SDH}$  から  $V_{SDL}$  に変わることを確認する。
- この方法の結果として、 $P_B$  と信号検知アサート電圧の関係を表す**図 2** で示されるようなヒステリシス曲線が得られる。このヒステリシス曲線が、受光器アラーム機能が動作する範囲である。

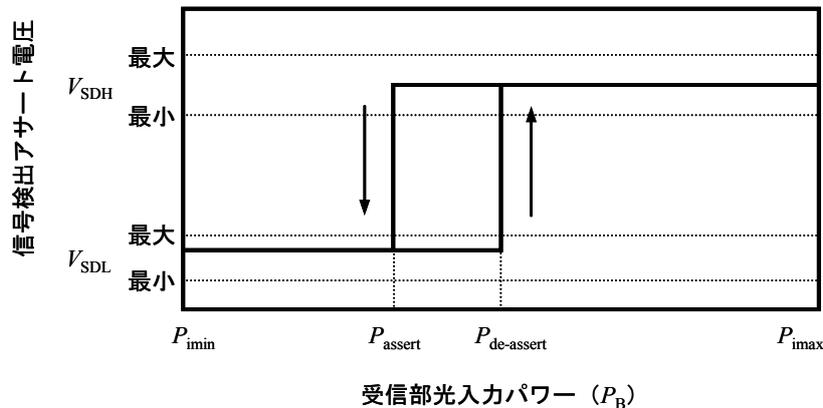


図 2—受光器光入力強度と信号検出アサート電圧の関係

### 7.1.5 試験方法

- a) 試験対象の GEPON 用光トランシーバを通常の動作条件で駆動し、信号検知アサート電圧が  $V_{SDL}$  の範囲内であることを確認する。
- b) 試験対象の GEPON 用光トランシーバと基準 Tx を**図 1** に示すように設置する。
- c) ONU の場合は、 $1\,250 \pm 0.1$  Mbit/s NRZ-PRBS  $2^7-1$  信号（マーク率 50 %）、OLT の場合は、 $1\,250 \pm 0.1$  Mbit/s NRZ-PRBS  $2^7-1$  信号（マーク率 50 %）を信号入力端子に入力する。
- d)  $P_B$  が  $P_{assert}$  と一致するように可変光減衰器を調節し、信号検知アサート電圧が  $V_{SDH}$  内にあることを確認し、 $V_{SDH}$  の値を記録する。

- e)  $P_B$ が $P_{\text{assert}}$ より十分小さくなるよう可変光減衰器を調節し、信号検知アサート電圧が $V_{\text{SDL}}$ 内にあることを確認し、 $V_{\text{SDL}}$ の値を記録する。

## 7.2 Tx シャットダウン機能

### 7.2.1 目的

光出力は、シャットダウン端子の電圧が高レベルから低レベルに変わったとき、入力信号がない状態の光出力  $P_{\text{assert}}$  又はオフ状態光出力パワー ( $P_{\text{off}}$ : 対応する規格にて規定された要求値を参照) 以下にしなければならない。この規格は GEPON 用光トランシーバの Tx シャットダウン機能の試験方法について規定する。

### 7.2.2 測定系

特に指定がない限り、被試験 GEPON 用光トランシーバは、**図 3** に示すような測定系で測定する。

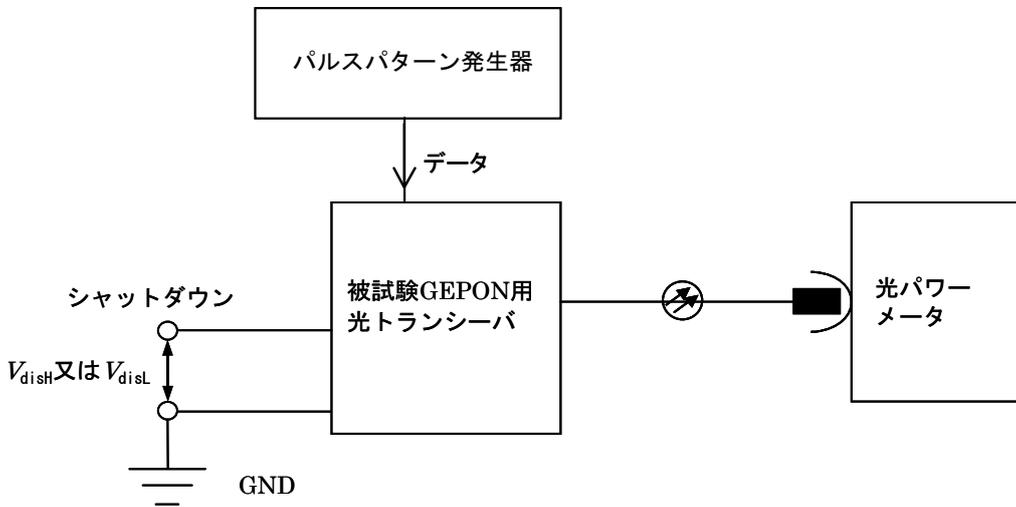


図 3—送信機シャットダウン機能の試験及び測定系

### 7.2.3 試験方法

- a) 被試験 GEPON 用光トランシーバを通常の動作条件で動作させ、シャットダウン端子に高レベル信号検知アサート電圧 ( $V_{\text{SDH}}$ : 対応する規格にて規定された要求値を参照) を加える。
- b) OLT の場合は、 $1\,250 \pm 0.1$  Mbit/s、ONU の場合は、 $1\,250 \pm 0.1$  Mbit/s NRZ-PRBS  $2^7-1$  信号 (マーク率 50 %) を信号入力端子に入力し、被試験 GEPON 用光トランシーバのバースト光出力パワーが  $P_{\text{mean}}$  の規定値 (対応する規格にて規定された要求値を参照) の範囲内にあることを確認する。
- c) 電圧を高レベル電圧から低レベル信号検知アサート電圧 ( $V_{\text{SDL}}$ : 対応する規格にて規定された要求値を参照) に変化させ、被試験 GEPON 用光トランシーバの平均出力が  $P_{\text{off}}$  以下であることを確認する。
- d) 電圧を低レベル電圧から高レベル電圧に変化させ、被試験 GEPON 用光トランシーバのバースト光出力パワーが  $P_{\text{mean}}$  の規定値 (対応する規格にて規定された要求値を参照) の範囲内にあることを確認する。

**注記** 送信機のシャットダウン機能は、送信機の光出力を停止する機能であり、シャットダウン端子への印加電圧 (送信機シャットダウン電圧,  $V_{\text{dis}}$ ) を、高レベル (高レベル送信機シャットダウン電圧,  $V_{\text{disH}}$ ) から低レベル (低レベル送信機シャットダウン電圧,  $V_{\text{disL}}$ ) に変えることで実

現できる。送信機シャットダウンは Laser disable 又は Tx (Transmitter 又は Transmit) disable とよばれることもある。

なお、入力信号の論理 (正又は負) とシャットダウン動作との関係については、十分注意する。

### 7.3 バースト光出力パワー ( $P_{\text{mean}}$ )

#### 7.3.1 目的

GEPON 用光トランシーバの平均出力の測定方法について規定する。

#### 7.3.2 試験及び測定系

特に指定がない限り、被試験 GEPON 用光トランシーバは図 4 に示すような試験及び測定系で測定する。

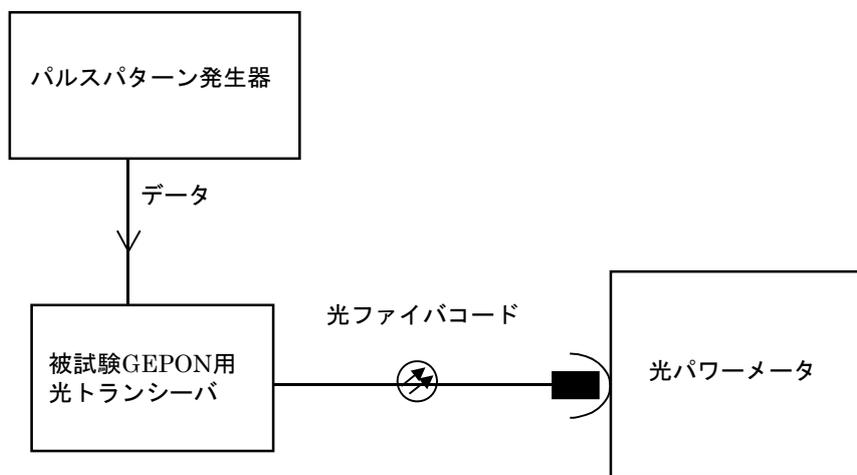
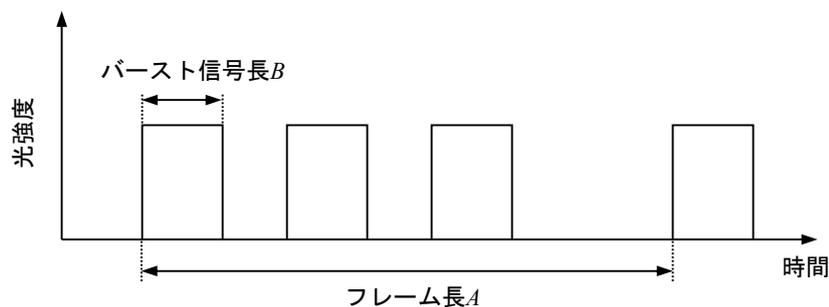


図 4—光出力パワーの試験及び測定系

#### 7.3.3 測定方法

- a) 図 5 に示すフレーム長  $A$ 、バースト信号長  $B$ 、1 フレーム内のバースト信号数  $n$  で規定されたバースト信号を用いる。特に指定がない限り、GEPON 用光トランシーバにおいて  $B$  は 64~1 518 バイトである。



注記 この図は、1 フレーム内のバースト信号数  $n=3$  の場合を表す。

図 5—バースト信号パターン

- b) 被試験 GEPON 用光トランシーバを通常の動作条件で動作し、その設計したバースト信号パターンをパターン発生器から信号入力端子に入力する。

- c) 送信光出力パワー $P_{ave}$ を光パワーメータで測定し、その値を記録する。
- d)  $P_{mean}$ を次の式で計算する。

$$P_{mean} = P_{ave} + 10 \log_{10} \left( \frac{A}{n \times B} \right) \quad (1)$$

ここに、  
 $P_{mean}$  : バースト光出力パワー (dBm)  
 $P_{ave}$  : 送信光出力パワー (dBm)  
 $A$  : フレーム長 (ns)  
 $B$  : バースト信号長 (ns)  
 $n$  : 1フレーム内のバースト信号数

### 7.3.4 試験方法

- a) 被試験 GEPON 用光トランシーバを通常の動作条件で動作し、ONU の場合は、 $1\,250 \pm 0.1$  Mbit/s、OLT の場合は、 $1\,250 \pm 0.1$  Mbit/s NRZ-PRBS  $2^7-1$  信号 (マーク率 50%) を信号入力端子に入力する。この PRBS 信号は式(1)において  $P_{mean} = P_{ave}$  となる場合のバースト信号である。
- b) 送信光出力パワー $P_{ave}$ を光パワーメータで測定し、その値から式(1)を用いて  $P_{mean}$  を導出し記録する。
- c) 測定した  $P_{mean}$  値が  $P_{mean}$  の規定値範囲内 (対応する規格にて規定された要求値を参照) にあることを確認する。

**注記** バーストモードでは、送信機は比較的短い時間だけオンとなる。また、各バーストの長さがバーストごとに異なるため、Tx の光出力パワーは、通常の測定では正しく示さなくなることがある。ここでは、データ送信のバースト時の平均光送信パワーを正確に測定するための方法を示す。なお、バースト信号長は、各バーストで異なることがあるので十分注意する。

## 7.4 中心波長及びスペクトル幅

### 7.4.1 目的

GEPON 用光トランシーバの中心波長 ( $\lambda_0$ ) 及びスペクトル幅の試験及び測定方法を規定する。

### 7.4.2 試験及び測定系

特に指定がない限り、被試験 GEPON 用光トランシーバは図 6 に示された試験及び測定系で測定する。

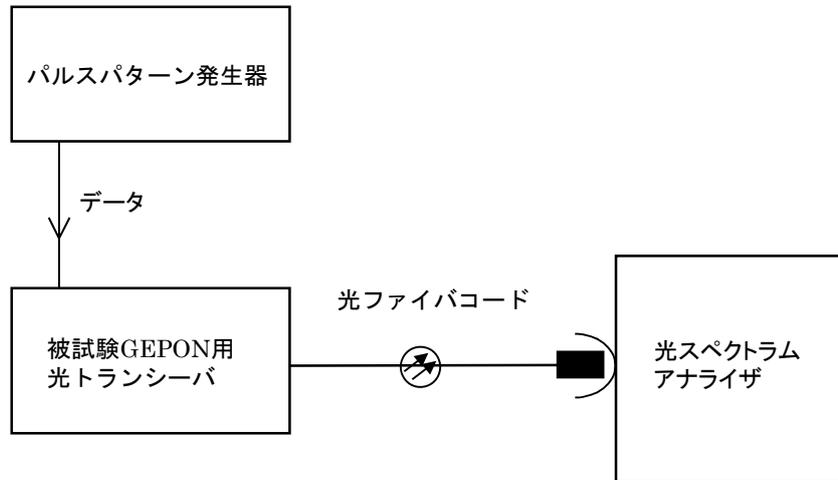


図 6—平均光出力の試験及び測定系

### 7.4.3 測定方法

- a) 図 5 に示すフレーム長  $A$ 、バースト信号長  $B$  及び 1 フレーム内のバースト信号数  $n$  で規定されたバースト信号を設計する。GEPON 用光トランシーバにおいて  $B$  は 64~1 518 バイトである。
- b) 被試験 GEPON 用光トランシーバを通常の動作条件で動作させ、パルスパターン発生器から信号入力端子に設計されたバースト信号を入力する。
- c) 光信号のスペクトルを光スペクトラムアナライザの画面に表示させる。
- d) JIS C 61280-1-3 の 5.6 (光スペクトラムアナライザの設定) に従い、光スペクトラムアナライザの分解能、中心波長、測定波長範囲及び平均化回数 (10 回以上の測定結果を平均することを推奨) を調整し、画面上にピークから 20 dB 低下した位置のスペクトルの幅が表示されるようにする。
- e) ピークから 20 dB 低下した位置を含む画面上のスペクトルの各縦モードのピーク波長及びピーク光強度を記録する。JIS C 61280-1-3 の 6.1 (中心波長) 及び 6.4 ( $\Delta\lambda_{\text{rms}}$  RMS 幅) に従い、 $\lambda_0$  及びスペクトル幅を計算する。

### 7.4.4 試験方法

- a) 被試験 GEPON 用光トランシーバを通常の動作条件で駆動させ、ONU の場合は、 $1\,250 \pm 0.1$  Mbit/s、OLT の場合は、 $1\,250 \pm 0.1$  Mbit/s NRZ-PRBS  $2^7-1$  信号 (マーク率 50 %) を信号入力端子に入力する。この PRBS 信号は 7.3.3 の式(1)において  $P_{\text{mean}} = P_{\text{ave}}$  となる場合のバースト信号である。
- b) 光信号のスペクトルを光スペクトラムアナライザの画面に表示させる。
- c) JIS C 61280-1-3 の 5.6 (光スペクトラムアナライザの設定) に従い、光スペクトラムアナライザの分解能、中心波長、測定波長範囲及び平均化回数 (10 回以上の測定結果を平均することを推奨) を調整し、画面上にピークから 20 dB 低下した位置のスペクトルの幅が表示されるようにする。
- d) ピークから 20 dB 低下した位置を含む画面上のスペクトルの各縦モードのピーク波長とピーク光強度を記録する。JIS C 61280-1-3 の 6.1 (中心波長) 及び 6.4 ( $\Delta\lambda_{\text{rms}}$  RMS 幅) に従い、 $\lambda_0$  及びスペクトル幅を計算する。
- e) 計算で得られた  $\lambda_0$  が仕様の範囲内 (対応する規格にて規定された要求値を参照) であることを確認する。

## 7.5 消光比及びアイパターンマスク試験

### 7.5.1 目的

GEPON 用光トランシーバの消光比及びアイパターンマスク試験の試験及び測定方法を規定する。

### 7.5.2 試験及び測定系

特に指定がない限り、被試験 GEPON 用光トランシーバは図 7 に示された試験及び測定系で測定する。必要に応じて被試験 GEPON 用光トランシーバと O/E 変換器の間に光減衰器を挿入する。

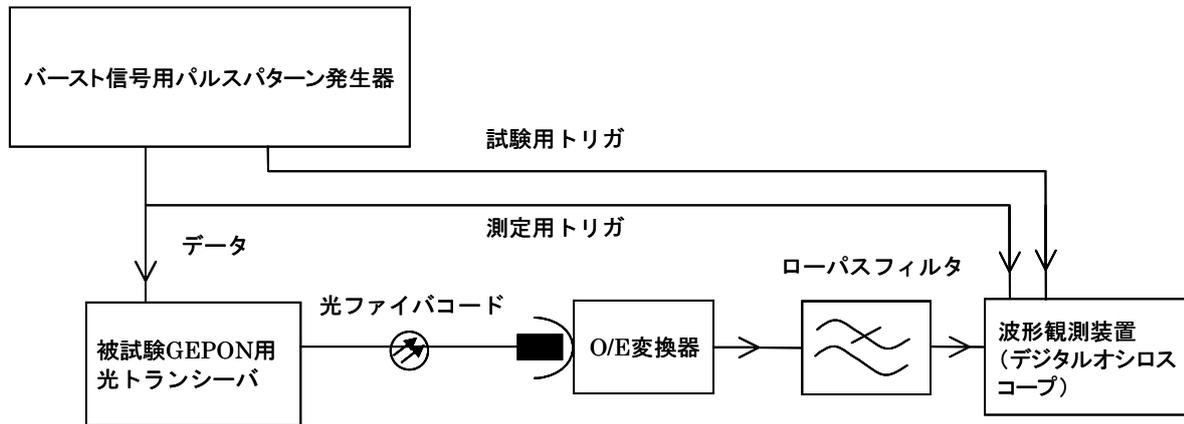


図7- 消光比及びマスク試験の試験及び測定系

### 7.5.3 測定方法

- 図5に示すフレーム長  $A$ 、バースト信号長  $B$  及び1フレーム内のバースト信号数  $n$  で規定されたバースト信号を設計する。特に指定がない限り、GEAPON用光トランシーバにおいて  $B$  は64~1 518バイトである。
- 被試験GEAPON用光トランシーバを通常の動作条件で動作させ、パルスパターン発生器から信号入力端子に設計されたバースト信号を入力する。タイミングジッタを抑えるため、デジタルオシロスコープのトリガとしてはバースト信号自体か又はそのエンベロープ信号を用いる。
- 光信号波形をO/E変換器によって電気波形に変換し、画面上に表示させる。
- JIS C 61280-2-2に従い消光比を計算し、IEEE 802.3:2008 (Figure 59-4)で規定されたマスクを用いてマスク試験を実施する。
- 上述の計算とマスク試験を、フレーム内の各バースト信号に対して繰り返し行う。

### 7.5.4 試験方法

- 被試験GEAPON用光トランシーバを通常の動作条件で駆動させ、ONUの場合は、 $1\,250 \pm 0.1$  Mbit/s NRZ-PRBS  $2^7-1$  信号 (マーク率50%)、OLTの場合は、 $1\,250 \pm 0.1$  Mbit/s NRZ-PRBS  $2^7-1$  信号 (マーク率50%) を信号入力端子に入力する。このPRBS信号は、7.3.3の式(1)において  $P_{\text{mean}} = P_{\text{ave}}$  となる場合のバースト信号に相当する。
- デジタルオシロスコープのトリガとしては、バースト信号自体又はそのエンベロープ信号を用いる。
- O/E変換器によって電気波形化された光信号波形を画面上に表示させる。
- JIS C 61280-2-2に従い消光比を計算し、IEEE 802.3:2008 (Figure 59-4)で規定されたマスクを用いてマスク試験を実施する。
- マスク試験に合格しているかを確認し、更に、計算で得られた消光比が規定値 (対応する規格にて規定された要求値を参照) 以上であることを確認する。

## 7.6 最小受信光入力パワー ( $P_{\text{imin}}$ ) 及び最大受信光入力パワー ( $P_{\text{imax}}$ )

### 7.6.1 目的

GEAPON用光トランシーバの最小受信光入力パワー ( $P_{\text{imin}}$ : 対応する規格にて規定された要求値を参照)、及び最大受信光入力パワー ( $P_{\text{imax}}$ : 対応する規格にて規定された要求値を参照) の試験及び測定方法を規

定する。

### 7.6.2 試験及び測定系

特に指定がない限り、被試験 GEPON 用光トランシーバは図 8 に示された試験及び測定系で測定する。この系では、7.1.3 で述べた方法に従って校正係数を評価した光スプリッタを用いる。

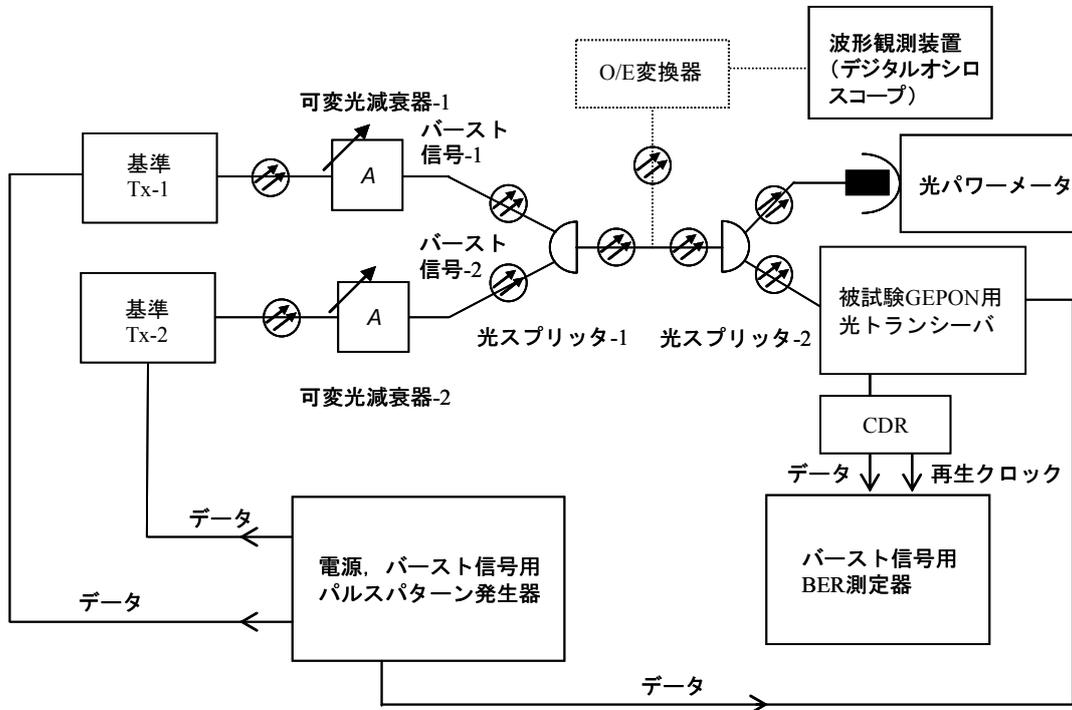


図 8—最小受信光入力パワー及び最大受信光入力パワーの試験及び測定系

### 7.6.3 測定方法

- 図 9a)及び図 9b)にそれぞれバースト信号-1, バースト信号-2 として図示された二つのバースト信号を設計する。これらの信号は、フレーム長  $A$  及び 1 フレーム内のバースト信号数  $n$  が同じである。さらに GEPON 用光トランシーバの場合にはバースト信号長  $B1$  及び  $B2$  は、特に指定がない限り、64~1 518 バイトと設定し、同じでなくてもかまわない。
- 基準 Tx-1 及び Tx-2 を通常の動作条件で動作させ、バースト信号-1 を基準 Tx-1 から、バースト信号-2 を基準 Tx-2 からそれぞれ出力する。
- 光スプリッタ-1 からの光出力信号を、(図 8 に点線で示したように) O/E 変換器を通じてオシロスコープに接続してモニタし、パルスパターン発生器の信号遅延を調整してこれらのバースト信号間のタイミング差 ( $T$ ) が 1 ビットより大きくなるようにする (図 9c)参照)。
- 光スプリッタ-1 からの光出力信号を、光スプリッタ-2 に再度入力する。
- バースト信号-2 を止める、又は可変光減衰器によって 40 dB 以上の減衰が得られる場合には、減衰量を最大に設定する。
- 光パワーメータの値を読み取り、光スプリッタの校正係数及び式(1)を用いて GEPON 用光トランシーバのバースト信号-1 の光パワーを計算する。
- 可変光減衰器-1 を調整し、バースト信号-1 の光パワーの計算結果が、対応する規格にて規定された要

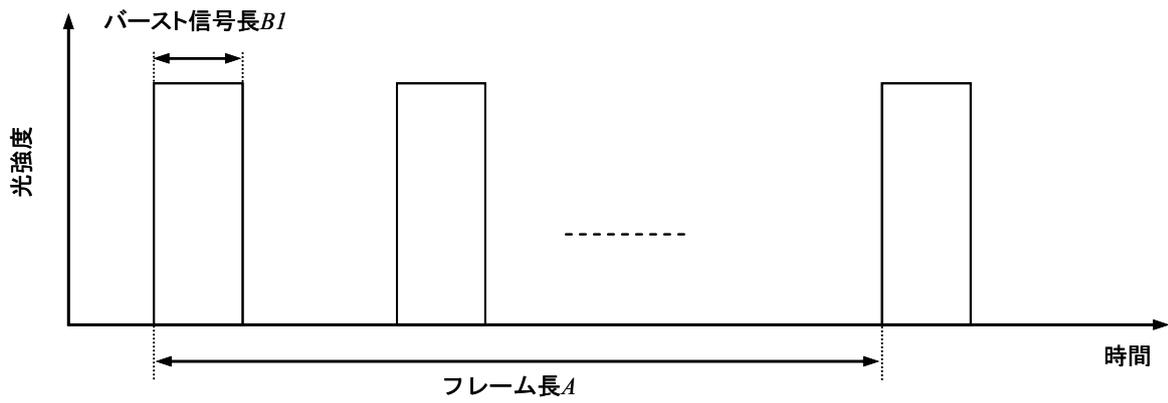
求値になるようにする。また、このとき調整した減衰量を記録する。

- h) バースト信号-1 を止める, 又は, 可変光減衰器によって 40 dB 以上の減衰が得られる場合には, 減衰量を最大に設定する。次に, バースト信号-2 の送信を始める。
- i) 可変光減衰器-2 を調整し, バースト信号-2 の光パワーの計算結果が, 最小受信光入力パワー ( $P_{\min}$ ) 又は最大受信光入力パワー ( $P_{\max}$ ) の仕様に近い値にする。
- j) 再度バースト信号-1 の送信を始める, 又は, 可変光減衰器によって 40 dB 以上の減衰が得られる場合には, 可変光減衰器-1 の値を **g)** で記録した減衰量に戻す。
- k) バースト信号-2 の BER を次の式で得られる時間より長い間測定する。

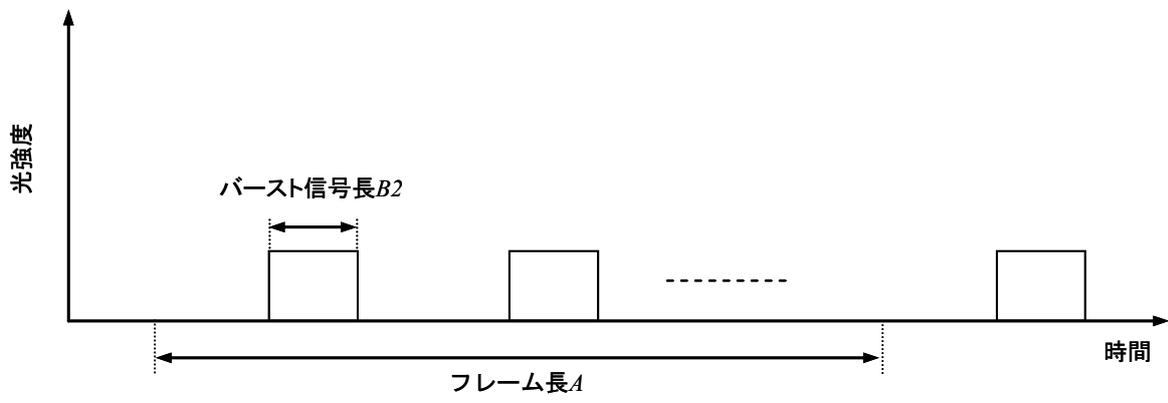
$$\frac{A}{D \times n \times B^2} \times \frac{1}{C} \times N \quad (\text{秒}) \quad (2)$$

ここに,  $D$ : データレート (bit/s)  
 $C$ : 保証する BER  
 $N$ : 定数 ( $N > 10$  を推奨)

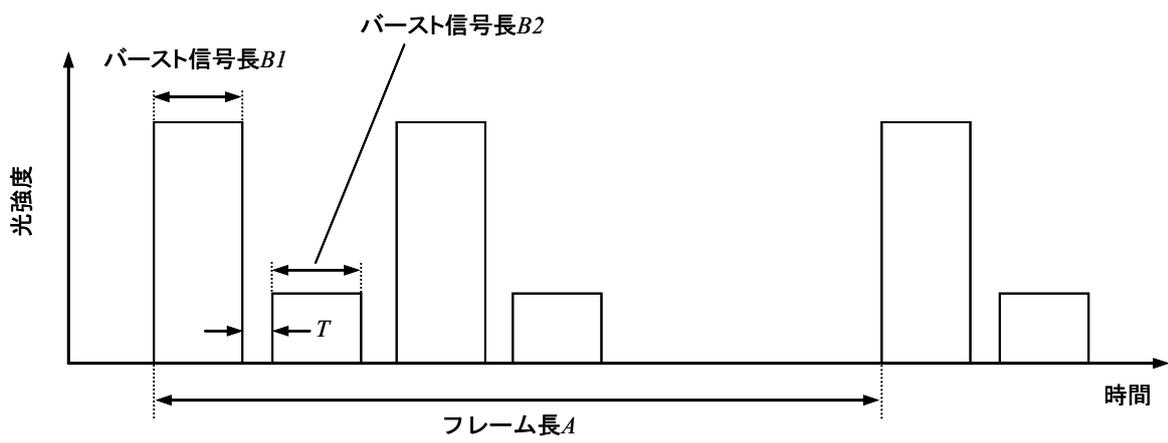
- l) **h)** から **k)** までを繰り返して, バースト信号-2 の光パワーの計算結果と各光パワーにおける BER を記録する。
- m) バースト信号-2 の光パワーと BER の関係をプロットし, BER が  $1 \times 10^{-12}$  での最小受信光入力パワー ( $P_{\min}$ ) 及び最大受信光入力パワー ( $P_{\max}$ ) を求める。



a) バースト信号-1(基準Tx-1からの出力)



b) バースト信号-2(基準Tx-2からの出力)



c) 被試験GEPON用光トランシーバからの光信号

図9—測定用のバースト信号パターン

7.6.4 試験方法

a) 図9a)及び図9b)にそれぞれバースト信号-1, バースト信号-2として図示された二つのバースト信号を

設計する。これらの信号は、フレーム長  $A$  及び 1 フレーム内のバースト信号数  $n$  が同じである。さらに GEPON 用光トランシーバの場合にはバースト信号長  $B1$  及び  $B2$  も、特に指定がない限り、64~1 518 バイトと設定し、同じでなくてもかまわない。

- b) 基準 Tx-1 及び Tx-2 を通常の動作条件で動作させ、バースト信号-1 を基準 Tx-1 から、バースト信号-2 を基準 Tx-2 からそれぞれ出力する。
- c) 光スプリッタ-1 からの光出力信号を、(図 8 に点線で示したように) O/E 変換器を通じてオシロスコープに接続してモニタし、パルスパターン発生器の信号遅延を調整してこれらのバースト信号間のタイミング差 ( $T$ ) が 1 ビットより大きくなるようにする (図 9c)参照)。
- d) 光スプリッタ-1 からの光出力信号を、光スプリッタ-2 に再度入力する。
- e) バースト信号-2 を止める、又は可変光減衰器によって 40 dB 以上の減衰が得られる場合には、可変光減衰器-2 の減衰量を最大に設定する。
- f) 光パワーメータの値を読み取り、光スプリッタの校正係数及び式(1)を用いて GEPON 用光トランシーバのバースト信号-1 の光パワーを計算する。
- g) 可変光減衰器-1 を調整し、バースト信号-1 の光パワーの計算結果が、対応する規格にて規定された要求値になるようにする。調整した減衰量を記録する。
- h) バースト信号-1 を止める、又は、可変光減衰器によって 40 dB 以上の減衰が得られる場合には、可変光減衰器-1 の減衰量を最大に調整する。次に、バースト信号-2 の送信を始める、。
- i) 可変光減衰器-2 を調整し、バースト信号-2 の光パワーの計算結果が、受信感度の仕様より大きい値にする。
- j) 再度バースト信号-1 の送信を始める、又は可変光減衰器によって 40 dB 以上の減衰が得られる場合には、可変光減衰器-1 の値を g) で記録した減衰量に戻す。
- k) バースト信号-2 の BER を式(2)で得られる時間より長い間モニタし、バースト信号-2 の BER が  $1 \times 10^{-12}$  よりも小さいことを確認する。
- l) バースト信号-1 を止める、又は可変光減衰器によって 40 dB 以上の減衰が得られる場合には、可変光減衰器-1 の減衰量を最大に調整する。
- m) 可変光減衰器-2 を調整し、バースト信号-2 の光パワーの計算結果が、最大受信入力の仕様より小さい値にする。
- n) 再度バースト信号-1 の送信を始める、又は可変光減衰器によって 40 dB 以上の減衰が得られる場合には、可変光減衰器-1 の値を g) で記録した減衰量に戻す。
- o) バースト信号-2 の BER を式(2)で得られる時間より長い間モニタし、バースト信号-2 の BER が  $1 \times 10^{-12}$  よりも小さいことを確認する。

## 7.7 光変調振幅基準の相対強度雑音 ( $RIN_{15}OMA$ )

### 7.7.1 目的

GEPON 用光トランシーバの光変調振幅を基準とした単一反射について-15 dB の後方反射時の相対強度雑音 ( $RIN_{15}OMA$  : 対応する規格にて規定された要求値を参照) の試験及び測定方法を規定する。

### 7.7.2 試験及び測定系

特に指定がない限り、被試験 GEPON 用光トランシーバは図 10 に示された試験及び測定系で測定する。この系では、7.1.3 で述べた方法に従って校正係数を評価した光スプリッタを用いる。

この測定は、JIS C 5954-3 の 7.10 (相対強度雑音 ( $RIN$  及び  $RIN_{OMA}$ )) を参照する。

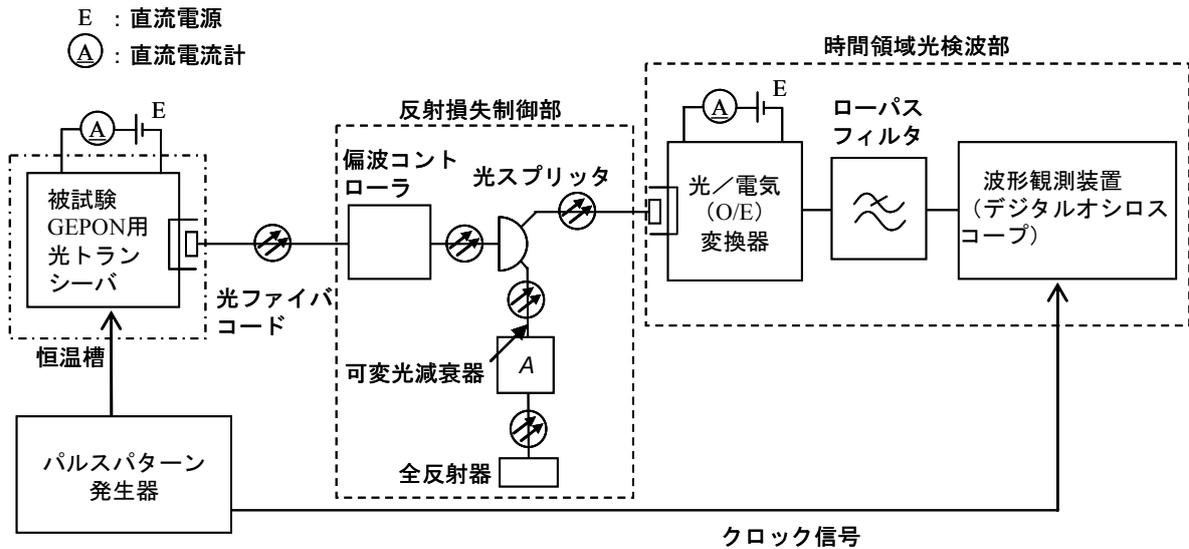


図 10—相対強度雑音の試験及び測定系

### 7.7.3 測定方法

- a) 反射損失制御部を用いる場合は、**JIS C 5954-3** の **7.11**（送信部光反射及び受信部光反射）に規定された方法で反射損失と可変光減衰器の校正を行う。
- b) 伝送レートに適したローパスフィルタ（帯域幅  $B_N$ ）を、選択する。  
**注記** ローパスフィルタの選択は、簡条 **6 n** のベッセルトムソン型フィルタ、又は **JIS C 61280-2-2** の規定及び **ITU-T Recommendation G.957** のガイダンスを参照するとよい。
- c) 時間領域光検波部の入力に光信号を入れない時の O/E 変換器の暗電流を測定する。次の測定においては、測定された光電流値から、暗電流の値を差し引く。時間領域光検波部が暗電流値を光電流から自動的に差し引く機能をもつ場合は、この限りではない。
- d) 被試験 GEPON 用光トランシーバの入力にパルスパターン発生器により、十分長周期な方形波を印加する。方形波の周期は、少なくとも伝送レートの 5 ビット分の “0” レベルと 5 ビット分の “1” レベル以上に設定する。
- e) 時間領域光検波部の信号トリガーと振幅調整を行ない、表示波形を **図 11** のようにする。
- f) （反射損失制御部を用いる場合だけ）被試験 GEPON 用光トランシーバの出力が必要な反射損失（被試験 GEPON 用光トランシーバの送信部において、-15 dB）になるように可変光減衰器を調節する。
- g) （反射損失制御部を用いる場合だけ）偏波コントローラを調節し、表示された光信号波形の “1” レベルの雑音が最大になるようにする。
- h) 光信号波形の “1” レベルの平方二乗平均（rms）雑音の値  $\Delta P_1$  を測定する。測定する範囲は、**図 11** に示すように、波形の中央部の 20% を測定窓とする。
- i) 光信号波形の “1” レベルの平均光パワー  $P_1$  を測定する。
- j) 光信号波形の “0” レベルにおける雑音の平方二乗平均（rms）雑音の値  $\Delta P_0$  を測定する。測定する範囲（測定窓）は、**図 11** に示すように、波形の中央部の 20% とする。
- k) 光信号波形の “0” レベルの平均光パワー  $P_0$  を測定する。
- l) 光変調振幅  $P_{MOD}$  を次の式から計算する。

$$P_{\text{MOD}} = P_1 - P_0 \tag{3}$$

ここに、  
 $P_{\text{MOD}}$  : 光変調振幅 (mW)  
 $P_1$  : “1” レベルの平均光パワー (mW)  
 $P_0$  : “0” レベルの平均光パワー (mW)

m) 次に、式(4)により、 $\langle P_N^2 \rangle$ の値を計算する。

$$\langle \Delta P_N^2 \rangle = \left( \frac{\Delta P_1 + \Delta P_0}{2} \right)^2 \tag{4}$$

ここに、  
 $\langle P_N^2 \rangle$  : 雑音の二乗平均パワー (mW<sup>2</sup>)  
 $\Delta P_1$  : “1” レベル光パワー変動の二乗平均雑音 (mW)  
 $\Delta P_0$  : “0” レベル光パワー変動の二乗平均雑音 (mW)

n) 式(5)により、 $RIN_{15}OMA_{\text{dB}}$ の値を計算する。

$$RIN_{15}OMA_{\text{dB}} = 10 \log_{10} \left( \frac{\langle \Delta P_N^2 \rangle}{P_{\text{MOD}}^2 \times B_N} \right) \tag{5}$$

ここに、  
 $RIN_{15}OMA_{\text{dB}}$  : 光変調振幅基準の相対強度雑音 (dB/Hz)  
 $\langle P_N^2 \rangle$  : 雑音の二乗平均パワー (mW<sup>2</sup>)  
 $P_{\text{MOD}}$  : 光変調振幅 (mW):  
 $B_N$  : 測定雑音等価帯域:(ローパスフィルタの帯域) (Hz)

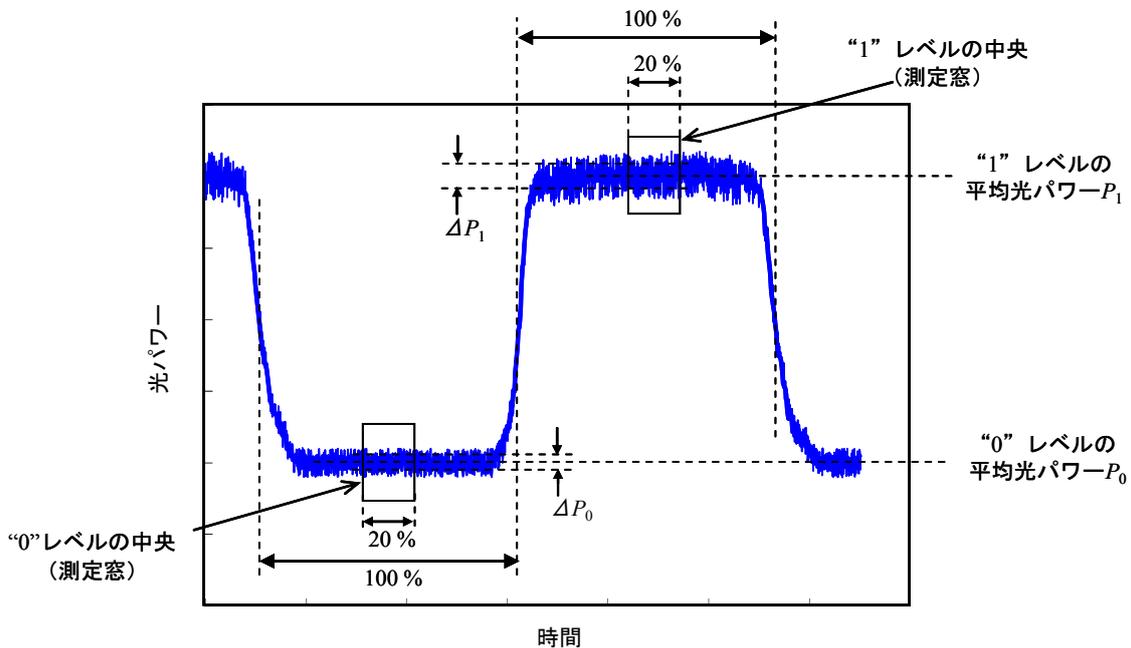


図 11—光変調振幅基準の相対強度雑音測定用の波形

## 7.8 送信器・分散ペナルティ (Transmitter and dispersion penalty)

### 7.8.1 目的

GEPON 用光トランシーバの送信器・分散ペナルティ (TDP: 対応する規格にて規定された要求値を参照) の試験及び測定方法を規定する。

### 7.8.2 試験及び測定系

特に指定がない限り、被試験 GEPON 用光トランシーバは図 12 に示された試験及び測定系で測定する。この系では、7.1.3 で述べた方法に従って校正係数を評価した光スプリッタを用いる。

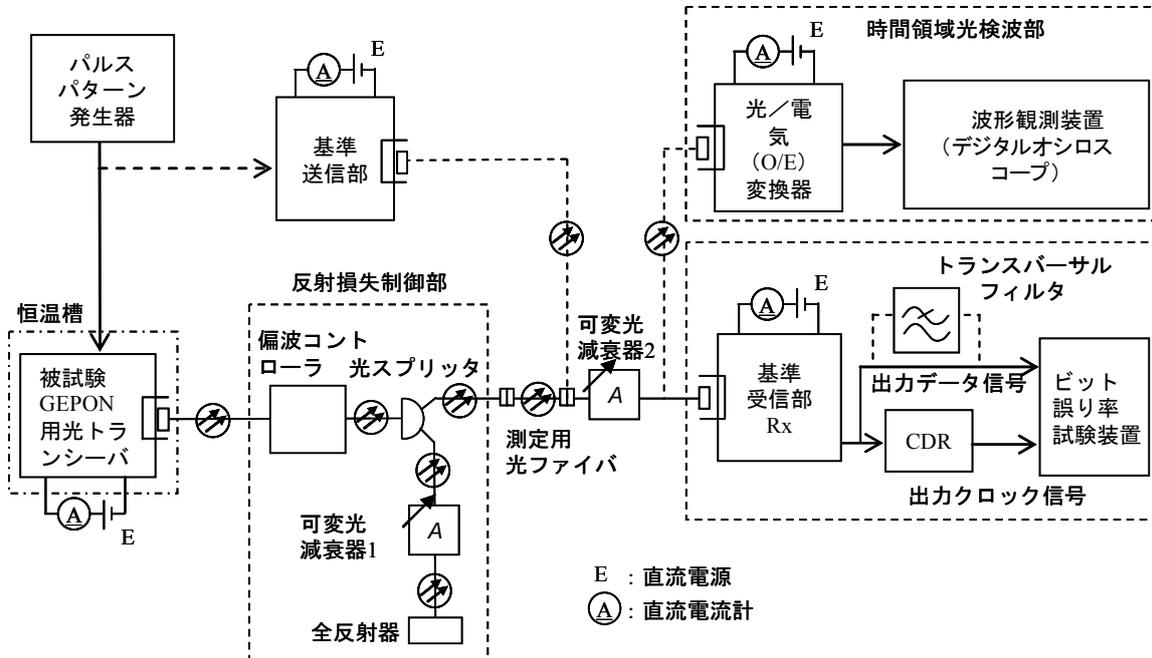


図 12—受信感度及び最大受信入力の試験及び測定系

### 7.8.3 測定方法

- 図 12 の破線の経路で、パルスパターン発生器、基準送信部、可変光減衰器 2、基準受信部を接続する。このとき、出力データ信号は実線の経路でビット誤り率試験装置へ入力する。
- PRBS 信号を伝送し、可変光減衰器 2 を調節して基準受信器の BER を  $1 \times 10^{-12}$  にする。
- このときの基準受信器への入力光信号の光変調振幅 (OMA) を点線の経路のように O/E 変換器とデジタルオシロスコープにて測定し、受信感度  $S$  とする。
- 実線の経路で、供試送信器の出力をを反射損失制御部及び測定用光ファイバを介して可変光減衰器に接続する。また、基準受信部の出力データ信号は、必要な場合は、点線の経路のように、トランスバーサルフィルタを介してビット誤り率試験装置へ入力する。
- 反射損失制御部の可変光減衰器 1 を調節し、規定の反射損失 (-15 dB) に設定する。
- 可変光減衰器を調節し、基準受信器の BER を  $1 \times 10^{-12}$  になるようにする。
- このときの基準受信器への入力光信号の光変調振幅 (OMA)  $P_{DUT}$  を点線の経路のように O/E 変換器とデジタルオシロスコープを用いて測定し、記録する。
- $P_{DUT}$  が基準受信器の受信感度  $S$  よりも大きい場合、送信器・分散ペナルティ  $TDP$  は式(6)で求める。

$$TDP = P_{DUT} - S \quad (6)$$

ここに、  
 $TDP$  : 送信器・分散ペナルティ (dB)  
 $P_{DUT}$  : 入力光信号の光変調振幅 (dBm)  
 $S$  : 基準受信器の受信感度 (dBm)

- $P_{DUT}$  が基準受信器の受信感度  $S$  以下の場合、送信器・分散ペナルティ  $TDP$  は 0 とする。

j) 送信器・分散ペナルティ  $TDP$  が、対応する規格にて規定された要求値以下であることを確認する。

## 7.9 光変調振幅基準のストレスド受信感度

### 7.9.1 目的

GEPON 用光トランシーバの光変調振幅基準のストレスド受信感度 ( $P_{\text{stress\_OMA}}$  : 対応する規格にて規定された要求値を参照) の試験及び測定方法を規定する。

### 7.9.2 試験及び測定系

特に指定がない限り、被試験 GEPON 用光トランシーバは図 13 に示された試験及び測定系で測定する。正弦波発生器 1 によりクロック源を変調し、ジッタを含むクロック信号をパルスパターン発生器に入力する。パルスパターン発生器の出力信号はローパスフィルタ (第 4 次ベッセルトムソンフィルタ) を通した後、正弦波発生器 2 の出力 (正弦波干渉信号) を重畳する。これにより、時間軸のジッタ雑音と振幅方向の雑音が重畳されたストレス信号を作成し、実際の伝送時に発生するシンボル間干渉誤り (ISI ペナルティ) の発生を模擬した信号を得る。

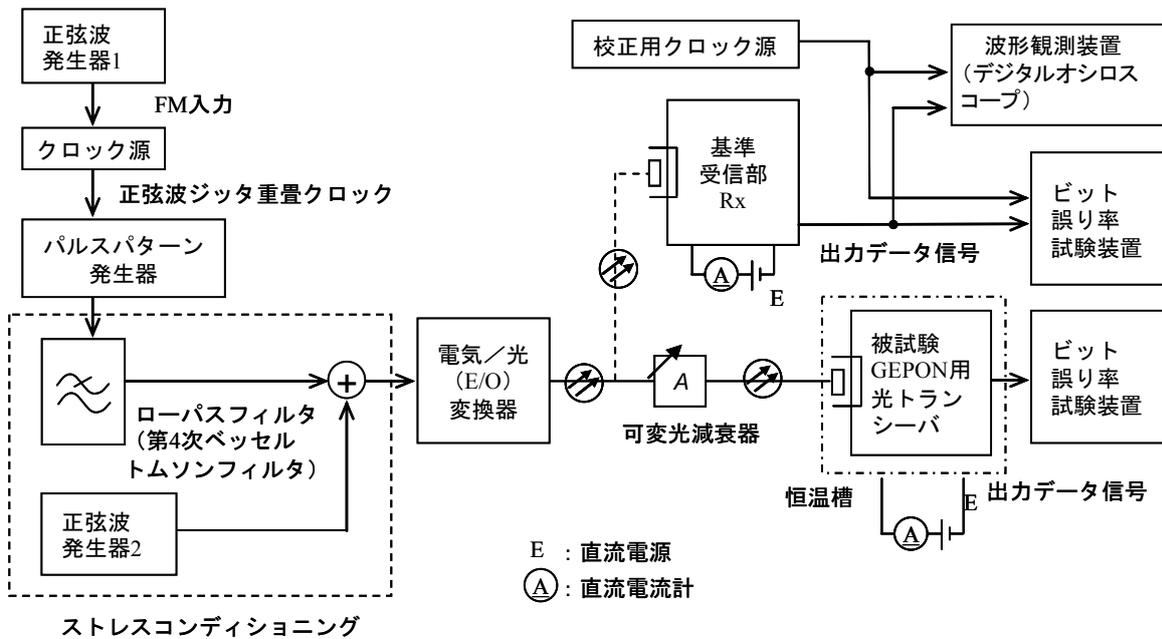


図 13—光変調振幅基準のストレスド受信感度の試験及び測定系

### 7.9.3 測定方法

#### 7.9.3.1 光変調振幅基準のストレスド受信感度の入力テスト信号の校正

- 図 13 の点線の経路で電気/光 (E/O) 変換器の出力を基準受信部へ光ファイバにより接続する。
- 正弦波発生器 1、及び 2 を停止した状態で、パルスパターン発生器で方形波を発生し、光信号の光変調振幅を測定する。電気/光 (E/O) 変換器の動作条件を調節し、消光比を規定の値に設定する。
- パルスパターン発生器で校正用 NRZ-PRBS  $2^7-1$  (マーク率 50%) 信号を発生する。
- c) の電気信号を電気/光 (E/O) 変換器に入力し、光信号を発生させ、点線の経路で基準受信部に入力し、図 14 に示すような、アイパターンを測定する。
- ストレスドアイジッタ  $J$  とパーティカル アイ クロージャ ヒストグラムから、光変調振幅 (OMA)

及び、アイの開口振幅  $A_0$  を求める。

- f) パーティカル アイ クロージャ ペナルティ ( $VECP$ ) は式(7)で求める。

$$VECP = 10 \log_{10} (OMA / A_0) \quad (7)$$

ここに、  
 $VECP$  : パーティカル アイ クロージャ ペナルティ (dB)  
 $OMA$  : 光変調振幅 (mW)  
 $A_0$  : アイの開口振幅 (mW)

- g) このとき、ローパスフィルタによる  $VECP$  は3分の2以上であることを確認する。  
 h) 正弦波発生器 1 及び 2 を動作させ、クロック源から正弦波クロックジッタを付加したクロック信号をパルスパターン発生器に供給する。  
 i) このときの  $J$  の値が GEAPON OLT 用光トランシーバの 1000BASE-PX10-D の場合は 0.25 UI, GEAPON ONU 用光トランシーバの 1000BASE-PX10-U の場合は 0.25 UI, GEAPON 用 OLT 光トランシーバの 1000BASE-PX20-D の場合は 0.28 UI, GEAPON ONU 用光トランシーバの 1000BASE-PX20-U の場合は 0.25 UI, と  $VECP$  の値が対応する規格にて規定された要求値に、それぞれなるように正弦波発生器 1 (正弦波ジッタ) 及び正弦波発生器 2 (正弦波干渉信号) の周波数と振幅を調整する。ここで、正弦波ジッタは、表 1 に示す範囲で設定する。

また、正弦波干渉信号は、100 MHz から 2 GHz の間で設定する。このとき、正弦波干渉信号の波数が、正弦波ジッタ、データ伝送周波数、データパターンの繰返し周波数と倍音の関係にならないように注意する。

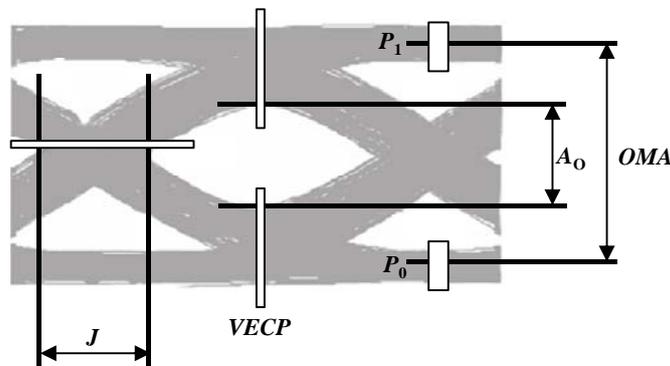


図 14—ストレスドアイジッタ ( $J$ ) 及び パーティカル アイ クロージャ ペナルティ ( $VECP$ )

表 1—正弦波ジッタ

周波数範囲	正弦波ジッタ (UI <sup>a)</sup> )
$f < 6.37$ kHz	設定不可
$6.37$ kHz $\leq f \leq 637$ kHz	$3.185 \times 10^4 f - 0.05$
$637$ kHz $< f < 10 \times LB^b$	$0.05 \leq A_s^c \leq 0.15$
注 <sup>a)</sup> peak-to-peak <sup>b)</sup> 受信部のループ帯域 <sup>c)</sup> 正弦波信号の振幅	

### 7.9.3.2 測定方法

- a) 7.9.3.1 の手順でストレス光信号を生成する。
- b) 図 13 の実線の経路で、光信号を可変光減衰器を介して被試験 GEPON 用光トランシーバの受信部に  
入力する。
- c) 可変光減衰器を調節し、規定の光変調振幅に設定する。
- d) 規定の PRBS 信号をパルスパターン発生器で生成し、BER を測定する。このときの受信感度を  
 $P_{\text{stress\_OMA}}$  とし、 $P_{\text{stress\_OMA}}$  が、対応する規格にて規定された要求値以下であることを確認する。

### 7.9.4 試験方法

- a) 図 13 の測定回路において、実線の経路で被試験 GEPON 用光トランシーバを接続する。
- b) BER を測定しながら、正弦波発生器 1 (正弦波ジッタ) の周波数と振幅を表 1 の範囲で変化させる。  
このとき、すべての周波数、振幅において、BER が供試受信器の性能保証受信感度を満たしていれば  
合格とする。

## 8 試験結果

試験結果には次の情報を記述する。

### 8.1 必ず(須)情報

- a) 試験の日付及びタイトル
- b) GEPON 用光トランシーバの正常動作条件
- c) 周囲温度又は参照ポイント温度及び湿度を含む試験結果
- d) 光パワーメータの校正方法
- e) 被試験 GEPON 用光トランシーバの平均出力パワーの測定方法

### 8.2 有益な情報

- a) 使用される試験装置及び光パワーメータの精度並びに分解能に起因する測定誤差
- b) 光ファイバコード及びコネクタの仕様
- c) 光パワー測定器の誤差
- d) 試験者の氏名
- e) 供給電圧及び(又は)電流
- f) データ速度及び入力信号特性
- g) 入力及び出力測定条件：波長、基準 Tx 及び基準 Rx の接続コネクタモデル番号、Rx 感度並びに最大  
受信光入力パワー
- h) 基準 Tx 及び基準 Rx 並びに被試験 GEPON 用光トランシーバの推奨の試験前通電時間
- i) 拡張動作条件 (適用可能な場合)
- j) 送信器の反射戻り光耐性

---

**参考文献**

**IEC 60793** (all parts) , Optical fibres

**IEC 60794** (all parts) , Optical fibre cables

**IEC 60874** (all parts) , Connectors for optical fibres and cables

**IEC 61280** (all parts) , Fibre optic communication subsystem test procedures

**IEC 61300** (all parts) , Fibre optic interconnecting devices and passive components – Basic test and measurement procedures

**IEC 61315**, Calibration of fibre optic power meters

**IEC 62150-4**, Basic test and measurement methods: part 4 –Relative intensity noise using a time domain optical detection system

**IEC/TR 61930**, Fibre optic graphical symbology

**IEC/TR 61931**, Fibre optic – Terminology

**ISO 1101**, Technical drawings – Geometrical tolerancing – Tolerancing of form, orientation, location and run-out – Generalities, definitions, symbols, indications on drawings

**ITU-T Recommendation G.957**, SERIES G: TRANSMISSION SYSTEMS AND MEDIA, DIGITAL SYSTEMS AND NETWORKS Digital transmission systems – Digital sections and digital line system – Digital line systems, Optical interfaces for equipments and systems relating to the synchronous digital hierarchy

**JIS C 5932-1** 光伝送用能動部品－パッケージ及びインタフェース標準－第1部：総則

**JIS C 5953-1** 光伝送用能動部品－性能標準－第1部：総則

**JIS C 5954-1** 光伝送用能動部品－試験及び測定方法－第1部 総則

**JIS C 5954-2** 光伝送用能動部品－試験及び測定方法－第2部 ATM-PON用光トランシーバ

**JIS C 61280-2-2** 光ファイバ通信サブシステム試験方法－光アイパターン、光波形及び消光比測定

## OITDA/TP 14/AD : 2013

# 光伝送用能動部品－試験及び測定方法－ GEPON 用光トランシーバ 解 説

この解説は、本体及び附属書に記載した事柄、並びにこれらに関連した事柄を説明するもので、技術資料（TP）の一部ではない。

### 1 制定の趣旨

近年、高速光アクセスシステムの普及により、ATM（Asynchronous Transfer Mode）-PON（Passive Optical Network）から GEPON（Gigabit Ethernet passive optical network）及び GPON への通信容量の増大化が進んでいる。ATM-PON の仕様は、既存のすべての電気通信サービスを収容することを目的として **ITU-T G.983** 規格群で標準化されており、**IEC 62150** シリーズで国際規格化され、国内においても **JIS C 5953** 規格群及び **JIS C 5954** 規格群で標準化されている。GEPON の仕様は、**IEEE 802.3:2008** で標準化されているが、**IEC** での国際標準化は未発行の状況にある。国内においても、**JIS** 化がされておらず、迅速な標準化が期待されている。

GEPON の商用サービスが開始され、高速光アクセスシステムとして普及している中で、対応する **IEC** 規格や、**JIS** が制定されていないため、一般財団法人 光産業技術振興協会 光能動部品標準化委員会において、関連する **JIS C 5953-5:2008**（光伝送用能動部品－性能標準－第 5 部：半導体レーザ駆動回路及びクロックデータ再生回路内蔵 ATM-PON 用光トランシーバ）を元に、同様に **JIS** 化を検討していた **JIS C 5954-3:2012**（光伝送用能動部品－試験及び測定方法－第 3 部：単心直列伝送リンク用光送・受信モジュール）と整合を取りながら、光産業技術振興協会規格（OITDA 規格）の技術報告書（TP）として規格素案作成に着手した。

### 2 制定の経緯

2006 年度に実施した光能動部品の標準化ニーズ調査においても、**JIS** 制定要求の高かった案件の一つに GEPON 及び GPON 用途の OLT/ONU 用光トランシーバが挙げられ、2007 年度から **JIS** 制定に向けての検討を開始することとなった。アンケート結果の分析の結果、特に標準化ニーズの高かった“試験及び測定方法”と、これと対をなす“性能標準”の二つの標準化に取り組むこととした。2008 年度までに、準拠すべき国際標準である **IEEE 802.3** や **ITU G984.2** の内容調査及び市場流通品のカタログ調査に基づき、性能標準ならびに試験及び測定方法の原案を作成し、規格のベースとなる性能標準数値案に関しては、2009 年 9 月に協会賛助会員各社に対してアンケート調査を実施し、該当なしとの回答も含めて 13 社からの回答を得た。2010 年度に、アンケート結果を検討し、方針として対応する国際規格が **IEC** に存在しないため、OITDA 規格として制定し、国内光産業分野での流通を図り、**JIS** 化、更には **IEC** への提案を検討するために、今回の OITDA 規格 TP 作成に至った。今回の試験及び測定方法を検討する際に、今後の **JIS** 化等への提案を踏まえて、同時に作成した技術資料 **OITDA/TP 13/AD:2013** と参照項目がクロスしないように参照する規格値の標記を“対応する規格にて規定された要求値”とした。これは、一方を改版した際の矛盾を

回避するためである。

この技術資料は、GEPON 用光トランシーバの試験及び測定方法についてまとめたものであり、性能標準については、技術資料 OITDA/TP 13/AD:2013（光伝送用能動部品－性能標準－GEPON 用光トランシーバ）に定義している。

### 3 審議中に問題となった事項

今回の TP 作成過程で関連する JIS C 5954-2:2008 を元に作成されたが、問題となり、新たに追記された項目について、主な点を次に述べる。

- a) GEPON 表記について、GE-PON もしくは GE PON と表記すべきかの議論がなされた。審議の結果、IEEE 802.3:2008 の中では、“-”（ハイフン）や “ ”（スペース）が用いられていないことから、この TP では、GEPON と表記することとした。
- b) 3.1（用語及び定義）、5（測定装置）などの記載に関して、JIS C 5954-3 と表記が同じになってしまうことから著作権の問題があるため、番号の表記にとどめた。
- a) バースト長の表記について、ATM-PON では、バースト長が固定であったが、GEPON の場合、パケット通信のためバースト長が随時変更されるため、64～1 518 バイト（512～12 144 ビット）のバースト長と記載した。実際には、キャリア・エクステンションとして、衝突検出限界の制限を緩和させるために 512 バイト（4 096 ビット）以上として（データ量が少ない場合は、無理やりデータ追加して）運用することもあるそうである。また、あるメーカーでは、ペイロード分で 128 バイト（1 024 ビット）、これに 18 バイトのヘッダと 8 バイトのプリアンプルが加わり、バースト長としているそうである。
- c) 7.7 [光変調振幅基準の相対強度雑音 ( $RIN_{15OMA}$ )] についての測定方法を追記した。その測定方法に関しては、IEC 61250-4 を参考に、個別規格の様式を規格本体に移して対応し、同時期に JIS 化を検討していた関連する JIS C 5954-3 と可能な限り整合するように作成した。 $RIN$  の測定方法として、O/E 変換後にスペクトラムアナライザにて、レーザ光における誘導放出光と自然放出光の干渉に起因する光強度の揺らぎを平均光パワーにより正規化して計算により算出する方法もあるが、測定機が限定的である様なので、 $RIN_{xxOMA}$  として、デジタルオシロスコープにより得られた波形より算出するものとした。
- d) 7.8 [送信器・分散ペナルティ (Transmitter and dispersion penalty)] についての測定方法を追記した。その測定方法に関しては、IEEE 802.3:2008 (58.7.9 Transmitter and dispersion penalty (TDP) measurement) を参考に、個別規格の様式を規格本体に移して対応し、同時期に JIS 化を検討していた関連する JIS C 5954-3 と可能な限り整合するように作成した。
- e) 7.9 [ストレスド受信感度 (OMA)] についての測定方法を追記した。その測定方法に関しては、IEEE 802.3:2008 (58.7.11 Stressed receiver conformance test) を参考に、個別規格の様式を規格本体に移して対応し、同時期に JIS 化を検討していた関連する JIS C 5954-3 と可能な限り整合するように作成した。実際には、試験の実施が難しい、試験装置の器差が大きくコリレーションに問題があるとのことで削除すべきとの議論があったが、この TP では IEEE の内容に従って記載し、各所からの反応を JIS 化の際の参考とすることとした。
- f) 用語に関して、特に英訳用語に多く見られたが、JIS C 5953-5:2008 と JIS C 5954-3:2012 で異なるものをどちらに整合させるかの議論があった。審議を経て、JIS C 5953-5:2008 より JIS C 5954-3:2012 の方が、最近の国内光産業分野での用語の使用実態にあっているであろうとの結論に至り、この TP においては、JIS C 5954-3:2012 と整合をとった。

- g) この TP における IEEE 規格からの図の引用に関しては、IEEE 規格の対応番号を引用するのにとどめた。

#### 4 原案作成委員会の構成表

この TP (技術資料) は、次に示す原案作成委員会において 2008 年度から検討を開始し、2011 年度末までに原案を取纏め、審議した。

##### 光能動部品標準化委員会 構成表 (2008 年度～2011 年度)

	氏名	所属
(委員長)	吉田 淳一	千歳科学技術大学
(委員)	伊藤 敏夫	日本電信電話株式会社 (2008 年 4 月から)
	岩瀬 正幸	古河電気工業株式会社
	小宮 山学	富士通オプティカルコンポーネンツ株式会社
	杉本 賢一	浜松ホトニクス株式会社 (2011 年 3 月まで)
	山下 和男	浜松ホトニクス株式会社 (2011 年 4 月から)
	荒川 富行	OKI セミコンダクタ株式会社 (2009 年 3 月まで)
	中村 幸治	沖電気工業株式会社 (2009 年 4 月から)
	平本 清久	日本オクラロ株式会社
	福田 光男	豊橋技術科学大学
	小笹 健仁	経済産業省商務情報政策局 (2008 年 4 月から 2009 年 3 月まで)
	松川 貴	経済産業省商務情報政策局 (2009 年 4 月から 2010 年 4 月まで)
	星野 聰	経済産業省商務情報政策局 (2010 年 4 月から 2011 年 3 月まで)
	菊地 克弥	経済産業省商務情報政策局 (2011 年 4 月から)
	御神村 泰樹	住友電気工業株式会社 (2011 年 3 月まで)
	船田 知之	住友電気工業株式会社 (2011 年 4 月から)
	城野 順吉	アンリツ株式会社 (2009 年 3 月まで)
	三瀬 一明	アンリツデバイス株式会社 (2009 年 4 月から)
	本田 和生	ソニー株式会社 (2009 年 3 月まで)
	佐藤 文利	財団法人日本規格協会 (2009 年 10 月まで)
	吉田 浩之	財団法人日本規格協会 (2009 年 11 月から 2011 年 6 月まで)
	重松 康夫	一般財団法人日本規格協会 (2011 年 7 月から)
	増田 岳夫	一般財団法人光産業技術振興協会
(オブザーバー)	磯野 秀樹	富士通オプティカルコンポーネンツ株式会社
	堀 昭夫	経済産業省 産業技術環境局
	金枝上 敦史	経済産業省 産業技術環境局 (2007 年 7 月から 2010 年 6 月まで)
	初山 茂康	経済産業省 産業技術環境局 (2010 年 6 月から)
(事務局)	藤井 浩三	財団法人光産業技術振興協会 (2008 年 4 月から 2010 年 3 月まで)
	石森 義雄	財団法人光産業技術振興協会 (2010 年 4 月から 7 月まで)
	佐藤 登志久	財団法人光産業技術振興協会 (2010 年 8 月から 2011 年 3 月まで)
	臼井 俊雄	一般財団法人光産業技術振興協会 (2011 年 4 月から 2012 年 3 月まで)

(解説執筆者 中村 幸治)

禁無断転載

この OITDA 規格の TP (技術資料) は、一般財団法人光産業技術振興協会  
光能動部品標準化委員会で審議・取纏めたものである。  
この資料についてのご意見又はご質問は、下記にご連絡ください。

TP (技術資料) :

光伝送用能動部品－試験及び測定方法－GEPON 用光トランシーバ  
(Fiber optic active components and devices–Test and  
measurement procedures–GEPON transceivers)

TP 番号 : OITDA/TP 14/AD : 2013 第 1 版

第 1 版 公表日 : 2013 年 3 月 22 日

発行者 : 一般財団法人光産業技術振興協会  
住所 : 〒112-0014 東京都文京区関口 1-20-10  
住友江戸川橋駅前ビル 7F  
電話 : 03-5225-6431 FAX : 03-5225-6435  
e-mail : opt-st@oitda.or.jp (標準化室)