

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－

GPON 用光トランシーバ

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

OITDA/TP 21/AD : 2015

第 1 版

公表 2015 年 2 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 .....	2
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.....	5
7.3 バースト光出力パワー ( $P_{\text{mean}}$ ) .....	6
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 ( $P_{i\text{min}}$ ) 及び最大受信光入力パワー ( $P_{i\text{max}}$ ) .....	10
7.7 信号光ペナルティ (Optical path penalty:OPP) .....	14
8 試験結果.....	16
8.1 必ず (須) 情報 .....	16
8.2 有益な情報 .....	16
参考文献.....	17
解説.....	18

## 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 GEAPON (Gigabit Ethernet passive optical network) 及び GPON (Gigabit-capable Passive Optical Networks) 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。

GPON の仕様は、**ITU-T G.984.2** 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、海外への GPON 用高速光アクセスシステムの供給によりグローバル市場へ普及しており、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、**ITU-T G.984.2** 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、GPON 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－

## GPON 用光トランシーバ

### Fiber optic active components and devices—Test and measurement procedures—GPON transceivers

#### 序文

この技術資料 (TP) は、ギガビットパッシブ光ネットワーク (GPON : Gigabit-capable Passive Optical Networks) 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。GPON 用光トランシーバの電気光学性能は、OITDA 規格技術資料 **OITDA/TP 20/AD** 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、**ITU-T G.984.2** に基づくギガビットパッシブ光ネットワーク (GPON) 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、GPON 用光トランシーバが **OITDA 規格技術資料 OITDA/TP 20/AD** で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、GPON 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 GPON 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も適用できる。

#### 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 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－第 3 部：単心直列伝送リンク用光送・受信モジュール

**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 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

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

**ITU-T G.984.2**, Gigabit-capable Passive Optical Networks (GPON): Physical Media Dependent (PMD) layer specification

#### 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** の箇条 **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)

光アクセスネットワークにおいて、ネットワーク側のインタフェースを提供する装置。一つ以上の光分配ネットワークに接続する。

#### 3.1.2

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

光アクセスネットワークにおいて、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。光分配ネットワークに接続する。

### 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	GPON 用光トランシーバの送信器及び/又は送信部
Rx	GPON 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
$A_o$	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
$C$	保証する BER
$D$	データレート
$n$	1 フレーム内のバースト信号数
$P_{ave}$	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
$P_{mean}$	バースト光出力パワー
$P_{off}$	オフ状態光出力パワー
$S$	基準受信器の受信感度
$V_{dis}$	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** の箇条 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** の箇条 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、GPON 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、1 244 Mbit/s 以上の広い帯域幅及び 1 244.16 Mbit/s の場合 10 dB、2 488.32 Mbit/s の場合、8.2 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 GPON 用光トランシーバであるものとする。被試験 GPON 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、GPON 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 GPON 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 を通常動作条件で動作し、信号入力端子に、ONU の場合は、1 244.16 Mbit/s、OLT の場合は、2 488.32 Mbit/s、NRZ-PRBS  $2^{23}-1$  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 GPON 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。

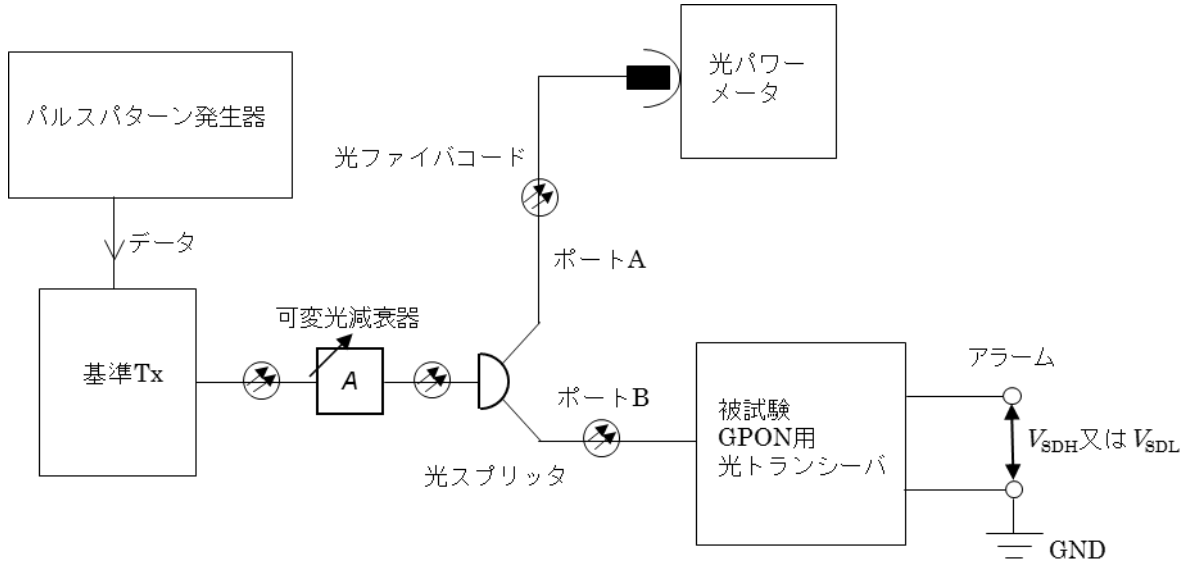


図 1-Rx アラーム機能の試験及び測定系

#### 7.1.4 測定方法

- a) 試験対象の GPON 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 GPON 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、1 244.16 Mbit/s, OLT の場合は、2 488.32 Mbit/s, NRZ-PRBS  $2^{23}-1$  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。



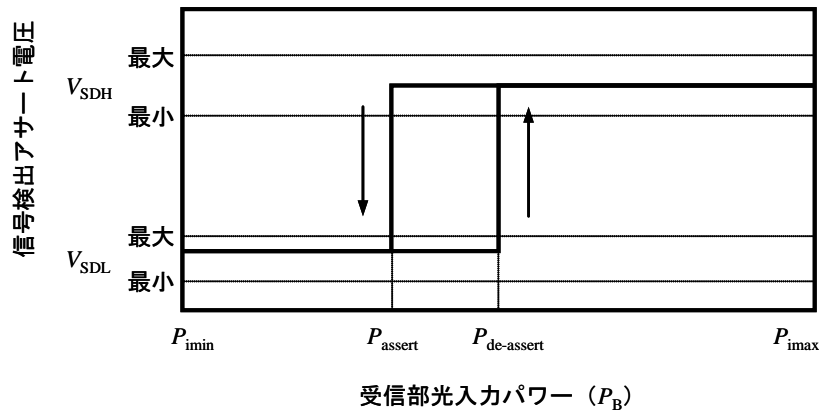


図 2—受光器光入力強度と信号検出アサート電圧の関係

### 7.1.5 試験方法

- a) 試験対象の GPON 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 GPON 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、1 244.16 Mbit/s、OLT の場合は、2 488.32 Mbit/s、NRZ-PRBS  $2^{23}-1$  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  $P_{assert}$  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  $V_{SDL}$  内にあることを確認し、 $V_{SDL}$  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  $P_{assert}$  又はオフ状態光出力パワー  $P_{off}$  (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 GPON 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 GPON 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。

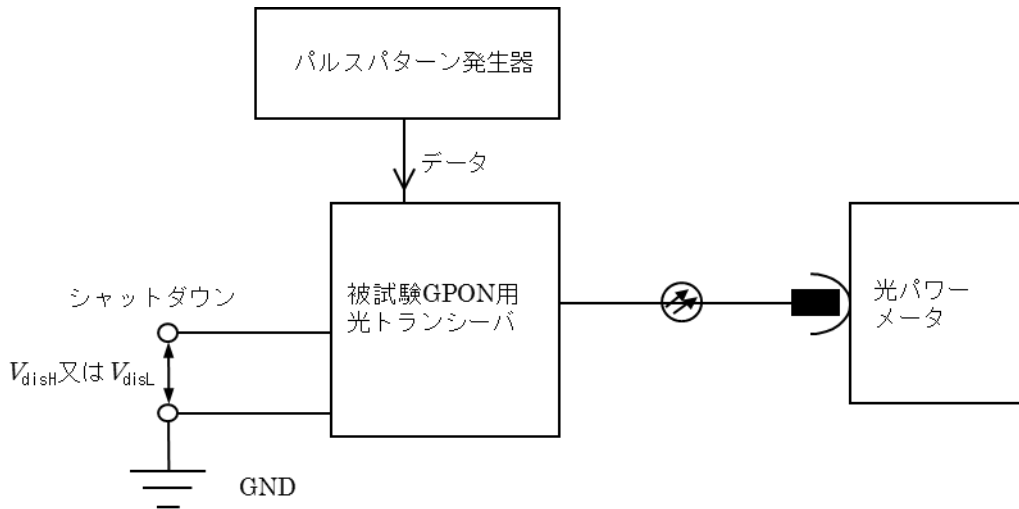


図 3—送信機シャットダウン機能の試験及び測定系

### 7.2.3 試験方法

- 被試験 GPON 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 ( $V_{SDH}$ : 対応する規格にて規定された要求値を参照) を加える。
- ONU の場合は, 1 244.16 Mbit/s, OLT の場合は, 2 488.32 Mbit/s, NRZ-PRBS 2<sup>23</sup>-1 信号 (マーク率 50 %) を信号入力端子に入力し, 被試験 GPON 用光トランシーバのバースト光出力パワーが  $P_{mean}$  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。
- 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 ( $V_{SDL}$ : 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 GPON 用光トランシーバの平均出力が  $P_{off}$  以下であることを確認する。
- 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 GPON 用光トランシーバのバースト光出力パワーが  $P_{mean}$  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,  $V_{dis}$ ) を, 高レベル (高レベル送信機シャットダウン電圧,  $V_{disH}$ ) から低レベル (低レベル送信機シャットダウン電圧,  $V_{disL}$ ) 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, 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 ( $P_{mean}$ )

### 7.3.1 目的

GPON 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 GPON 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。

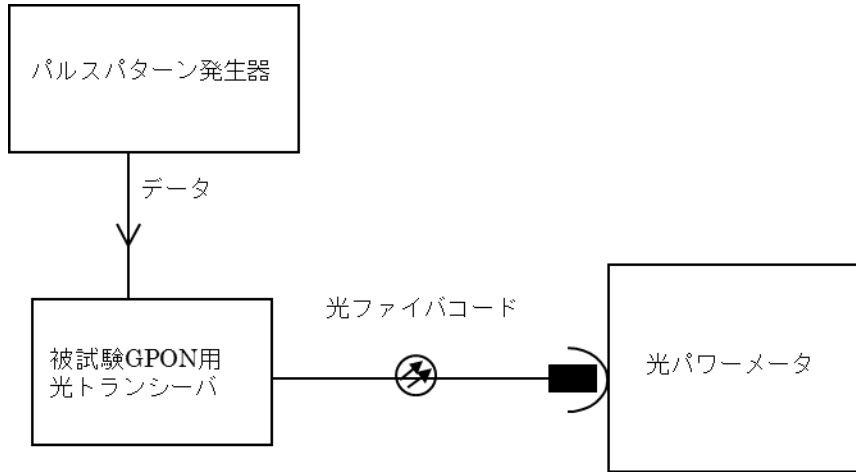
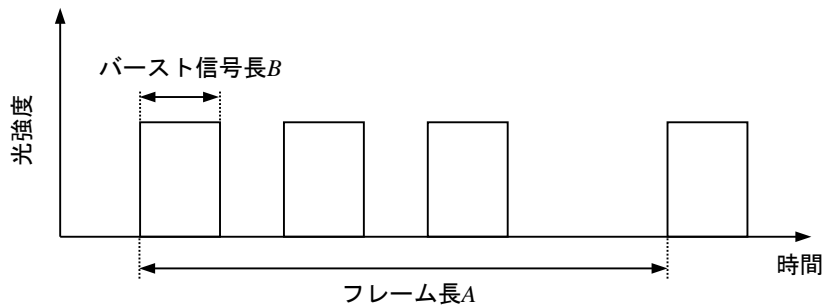


図 4—光出力パワーの試験及び測定系

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、GPON 用光トランシーバにおいて  $B$  は 1 244.16 Mbit/s の場合 64 バイト～19 440 バイト、2 488.32 Mbit/s の場合、64 バイト～38 880 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 GPON 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。

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

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 GPON 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、1 244.16 Mbit/s、OLT の

場合は、2 488.32 Mbit/s, NRZ-PRBS  $2^{23}-1$  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  $P_{\text{mean}} = P_{\text{ave}}$  となる場合のバースト信号である。

- b) 送信光出力パワー  $P_{\text{ave}}$  を光パワーメータで測定し、その値から式(1)を用いて  $P_{\text{mean}}$  を導出し記録する。
- c) 測定した  $P_{\text{mean}}$  値が  $P_{\text{mean}}$  の規定値範囲内 (対応する規格におい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

GPON 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 GPON 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。

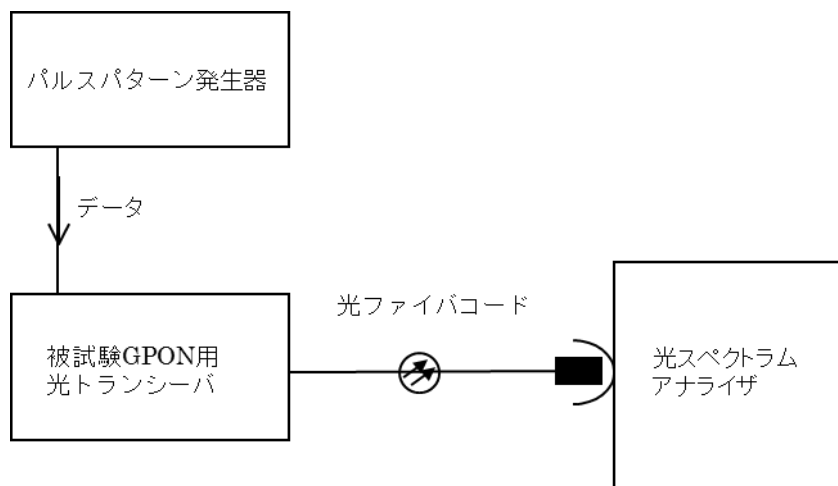


図 6—中心波長及びスペクトル幅の試験及び測定系

### 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。GPON 用光トランシーバにおいて  $B$  は 1 244.16 Mbit/s の場合 64 バイト～19 440 バイト、2 488.32 Mbit/s の場合、64 バイト～38 880 バイトである。
- b) 被試験 GPON 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

- 被試験 GPON 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、1 244.16 Mbit/s、OLT の場合は、2 488.32 Mbit/s、NRZ-PRBS  $2^{23}-1$  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。
- 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。
- 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。
- 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。
- 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

GPON 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 GPON 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 GPON 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。

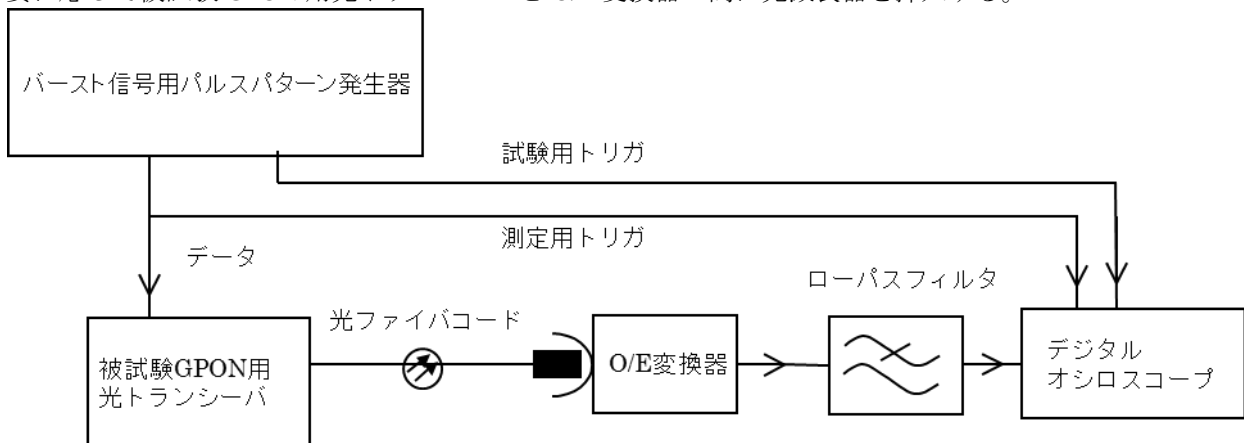


図 7- 消光比及びマスク試験の試験及び測定系

#### 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、GPON 用光トランシーバにおいて  $B$  は 1 244.16 Mbit/s の場合 64 バイト～19 440 バイト、2 488.32 Mbit/s の場合、64 バイト～38 880 バイトである。
- 被試験 GPON 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。

- c) 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。
- d) **JIS C 61280-2-2** に従い消光比を計算し、**ITU-T G.984.2** (downstream の場合は Figure 2, upstream の場合は Figure 3) で規定されたマスクを用いてマスク試験を実施する。
- e) 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

- a) 被試験 GPON 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、1 244.16 Mbit/s, OLT の場合は、2 488.32 Mbit/s, NRZ-PRBS  $2^{23}-1$  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。
- b) 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。
- c) 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。
- d) **JIS C 61280-2-2** に従い消光比を計算し、**ITU-T G.984.2** (downstream の場合は Figure 2, upstream の場合は Figure 3) で規定されたマスクを用いてマスク試験を実施する。
- e) 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

GPON 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 GPON 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。

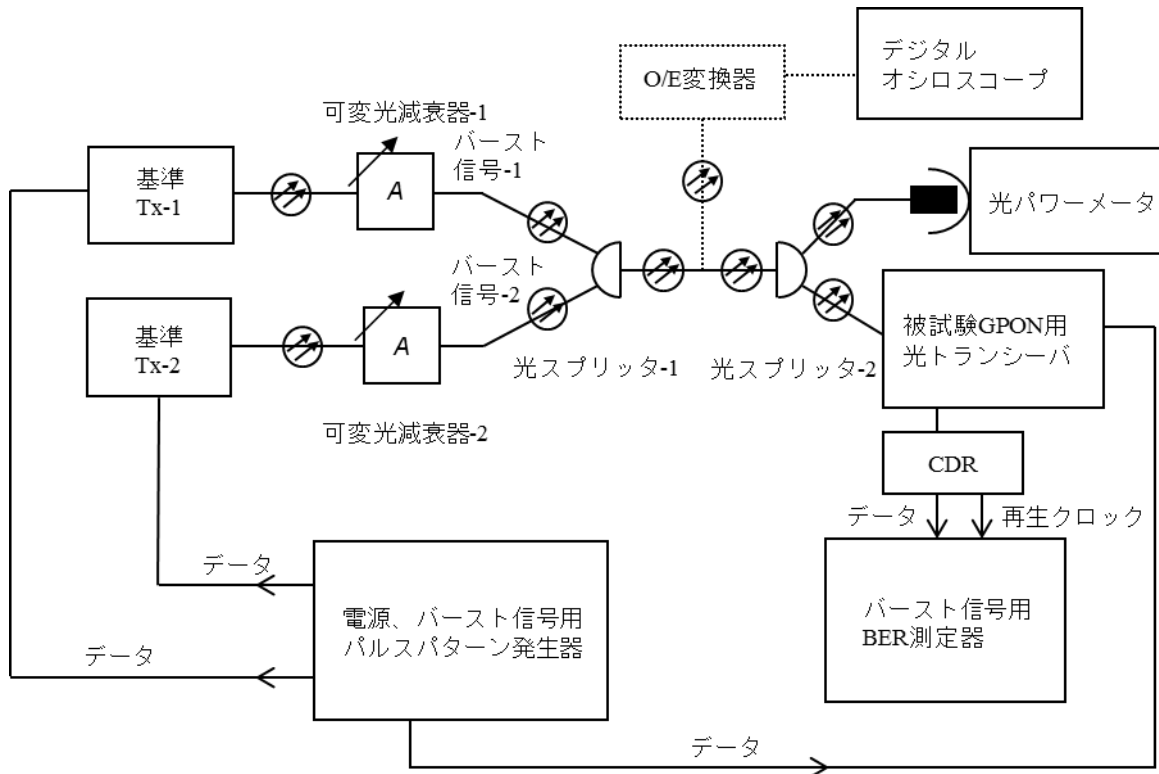


図 8—最小受信光入力パワー及び最大受信光入力パワーの試験及び測定系

### 7.6.3 測定方法

- 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 GPON 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、1 244.16 Mbit/s の場合 64 バイト～19 440 バイト、2 488.32 Mbit/s の場合、64 バイト～38 880 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、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 GPON 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。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。

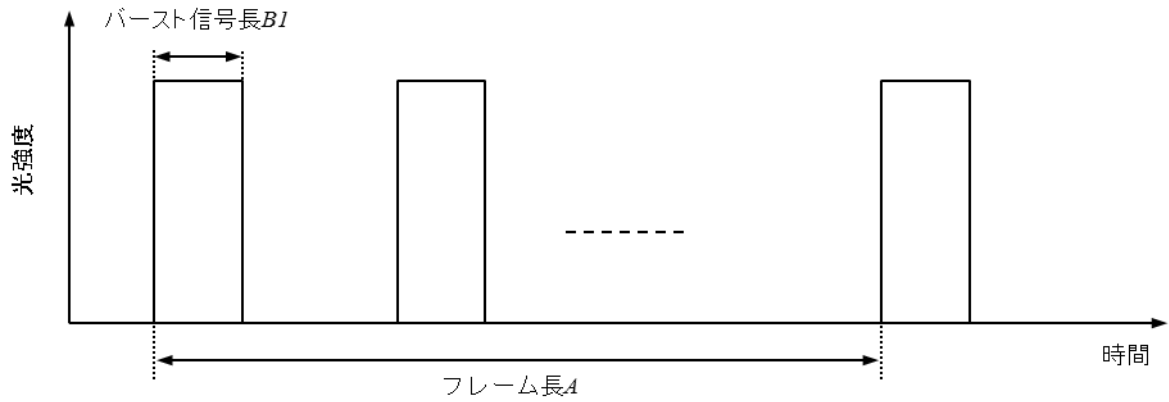
- i) 可変光減衰器-2 を調整し、バースト信号-2 の光パワーの計算結果が、最小受信光入力パワー ( $P_{imin}$ ) 又は最大受信光入力パワー ( $P_{imax}$ ) の仕様に近い値にする。
- j) 再度バースト信号-1 の送信を始める、又は、可変光減衰器によって 40 dB 以上の減衰が得られる場合には、可変光減衰器-1 の値を **g)** で記録した減衰量に戻す。
- k) バースト信号-2 の BER を次の式で得られる時間より長い間測定する。

$$\frac{A}{D \times n \times B2} \times \frac{1}{C} \times N \quad (\text{秒}) \quad \dots\dots\dots (2)$$

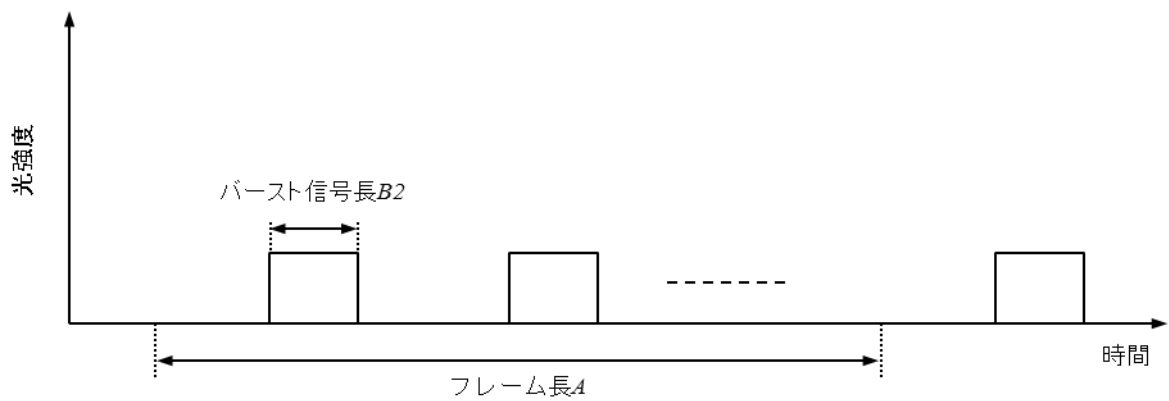
ここに、  
 $D$ : データレート (bit/s)  
 $C$ : 保証する BER  
 $N$ : 定数 ( $N > 10$  を推奨)

- 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 が対応する規格にて規定された要求値での最小受信光入力パワー ( $P_{imin}$ ) 及び最大受信光入力パワー ( $P_{imax}$ ) を求める。

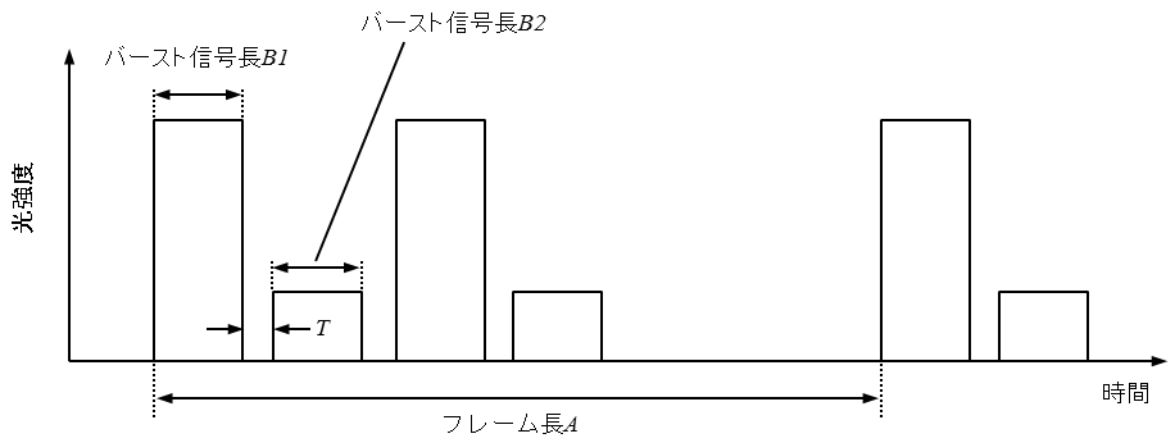




a) バースト信号-1(基準Tx-1からの出力)



b) バースト信号-2(基準Tx-2からの出力)



c) 被試験GPON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 GPON 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、1 244.16 Mbit/s の場合 64 バイト～19 440 バイト、2 488.32 Mbit/s の場合、64 バイト～38 880 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 GPON 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 が対応する規格にて規定された要求値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 が対応する規格にて規定された要求値よりも小さいことを確認する。

## 7.7 信号光ペナルティ (Optical path penalty:OPP)

### 7.7.1 目的

GPON 用光トランシーバの信号光ペナルティ (OPP : 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 GPON 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。

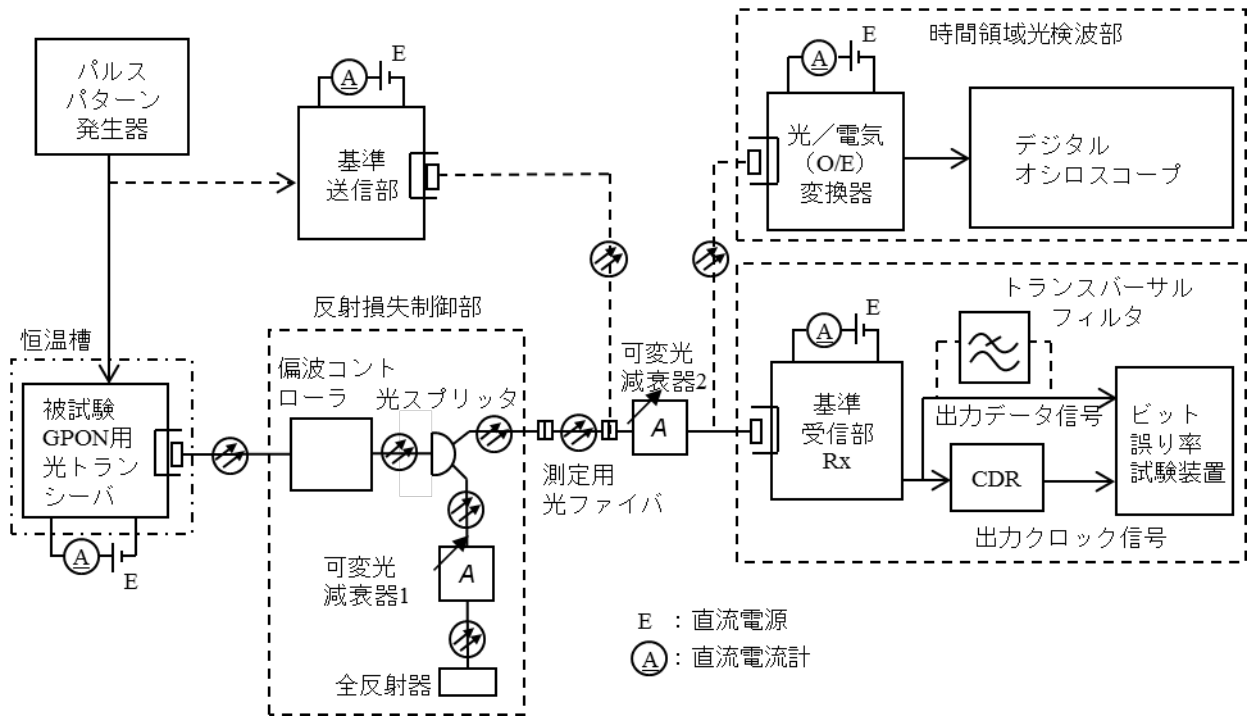


図 10—信号光ペナルティの試験及び測定系

### 7.7.3 測定方法

- a) 図 10 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。
- b) 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 を対応する規格にて規定された要求値にする。
- c) 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。
- d) 実線の経路で、供試送信器の出力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、基準受信器の出力データ信号は、必要な場合は、点線の経路のように、トランスパッサフィルタを介してビット誤り率試験装置に入力する。
- e) 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。
- f) 可変光減衰器を調節し、基準受信器の BER を対応する規格にて規定された要求値になるようにする。
- g) 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。
- h)  $P_{DUT}$  が基準受信器の受信感度  $S$  よりも大きい場合、信号光ペナルティ  $OPP$  は式(3)で求める。

$$OPP = P_{DUT} - S \dots\dots\dots (3)$$

ここに、  
 $OPP$  : 信号光ペナルティ (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)

- i)  $P_{DUT}$  が基準受信器の受信感度  $S$  以下の場合、信号光ペナルティ  $OPP$  は 0 とする。
- j) 信号光ペナルティ  $OPP$  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。

## 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) GPON 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 GPON 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 GPON 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）

---

**参考文献**

- 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 61280-2-3** 光ファイバ通信サブシステム試験方法－第2-3部：ジッタ及びワンダ測定
- ISO 1101**, Technical drawings – Geometrical tolerancing – Tolerances of form, orientation, location and run-out – Generalities, definitions, symbols, indications on drawings
- 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/TR 61930**, Fibre optic graphical symbology
- IEC/TR 61931**, Fibre optic – Terminology
- IEC 62150-4**, Basic test and measurement methods: part 4 –Relative intensity noise using a time domain optical detection system
- ITU-T G.957**, Optical interfaces for equipments and systems relating to the synchronous digital hierarchy
- OITDA/TP 20/AD:2015** 光伝送用能動部品－性能標準－GPON用光トランシーバ

## OITDA/TP 21/AD : 2015

# 光伝送用能動部品－試験及び測定方法－

## GPON 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、既存の全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。GPON の仕様は、**ITU-T G.984.2** 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。世界各国で GPON の普及が急速に進んでおり、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、**ITU-T G.984.2** に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。

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の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** 及び **ITU G.984.2** の内容調査並びに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、OITDA 規格 TP 作成に至った。2013 年 3 月に GEPON 用途 OLT/ONU 用光トランシーバに関する TP を作成した際に、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 20/AD:2015** と **OITDA/TP 21/AD:2015** の参照項目がクロスしないように参照する規格値の表記を“対応する規格にて規定された要求値”とした。

これと同等に、一方を改正した際の矛盾を回避するために、GPON 用途 OLT/ONU 用光トランシーバに関しても同様の表記とした。

この技術資料は、GPON 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 20/AD:2015（光伝送用能動部品－性能標準－GPON 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) GPON 表記について、G-PON 又は GPON と表記すべきかの議論がなされた。審議の結果、ITU G984 規格群の中でも、“-”（ハイフンあり）及び“ ”（ハイフンなし）の両方が混在していることから、この TP では、GEPON と同様に GPON と表記することとした。
- b) 3.1（用語及び定義）、箇条 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、番号の表記にとどめた。
- c) 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、GPON 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、1 244.16 Mbit/s の場合 64 バイト～19 440 バイト、2 488.32 Mbit/s の場合、64 バイト～38 880 バイトとバースト長を記載した。
- d) 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 と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。
- e) ITU-T 規格からの図の引用に関しては、ITU-T 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、2014 年度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～2014 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 2013 年 3 月まで)
	黒崎 武 志	日本電信電話株式会社 (2013 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 2013 年 3 月まで)
	林本 英 昭	浜松ホトニクス株式会社 (2013 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 2012 年 11 月まで)
	日置 雅 和	経済産業省商務情報政策局 (2012 年 11 月から 2013 年 11 月まで)
	大内 真 一	経済産業省商務情報政策局 (2013 年 12 月から 2014 年 12 月まで)
	内田 紀 行	経済産業省商務情報政策局 (2015 年 1 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 2012 年 5 月まで)
	吉田 浩 之	一般財団法人日本規格協会 (2012 年 6 月から 2014 年 9 月まで)
	伴 直 人	一般財団法人日本規格協会 (2014 年 10 月から)
(オブザーバー)	増田 岳 夫	一般財団法人光産業技術振興協会
	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 (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 2013 年 7 月まで)
	高橋 聡	経済産業省 産業技術環境局 (2013 年 9 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)
	綿貫 恒 夫	一般財団法人光産業技術振興協会 (2012 年 4 月から 2014 年 3 月まで)
	山下 哲 郎	一般財団法人光産業技術振興協会 (2014 年 4 月から 2014 年 9 月まで)
	須崎 慎 三	一般財団法人光産業技術振興協会 (2014 年 10 月から)
	山田 隆 史	一般財団法人光産業技術振興協会 (2014 年 4 月から)

(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－GPON 用光トランシーバ  
(Fiber optic active components and devices–Test and  
measurement procedures–GPON transceivers)

TP 番号：OITDA/TP 21/AD：2015 第 1 版

第 1 版 公表日：2015 年 2 月 6 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）