

OITDA規格

TP

Technical Paper

TP（技術資料）

**シャッター付き光アダプタの遮光特性
測定に関する調査**

(Investigation of examinations and measurements –
Light-blocking performance of optical adaptor with shutter)

OITDA/TP 19/CN : 2014

第 1 版

公表 2014 年 3 月

取纏委員会
光コネクタ標準化委員会

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 | 1 |
| 4 シャッタ付き光アダプタの遮光特性測定方法の標準化の必要性 | 2 |
| 4.1 シャッタ付き光アダプタの必要性 | 2 |
| 4.2 シャッタ付き光アダプタに求める性能 | 2 |
| 4.3 シャッタ付き光アダプタの遮光特性の測定方法の検討 | 2 |
| 5 遮光特性測定方法の検討 | 3 |
| 5.1 放出光パワーの測定方法及び課題 | 3 |
| 5.2 シャッタ付き光アダプタの放出光パワーの測定方法 | 3 |
| 5.2.1 測定系の構成 | 3 |
| 5.2.2 測定系のダイナミックレンジ | 4 |
| 5.2.3 光源及び受光器 | 4 |
| 5.2.4 測定環境 | 4 |
| 5.3 最大放出光パワー測定 of 注意点 | 4 |
| 5.4 ダイナミックレンジの測定手順 | 5 |
| 5.5 遮光量の測定手順 | 5 |
| 6 シャッタ付き光アダプタの遮光量の測定 | 5 |
| 6.1 概要 | 5 |
| 6.2 測定系 | 6 |
| 6.2.1 方法 1 による測定系 | 6 |
| 6.2.2 方法 2 による測定系 | 8 |
| 6.3 ダイナミックレンジの確認 | 9 |
| 6.3.1 方法 1 のダイナミックレンジ | 10 |
| 6.3.2 方法 2 のダイナミックレンジ | 10 |
| 6.4 測定サンプル | 10 |
| 6.5 遮光量の測定結果 | 10 |
| 6.6 測定不確かさの要因 | 12 |
| 7 まとめ | 13 |
| 8 今後の課題 | 13 |
| 附属書 A (参考) 可視光源による放出光の観察 | 14 |
| 附属書 B (参考) 遮光量の測定値の詳細 | 15 |
| 解説 | 18 |

まえがき

近年、光通信ネットワークの大容量化にともない、光通信システムの WDM システム化が進んでおり、光ファイバ増幅器や分布ラマン増幅器が用いられている。光通信装置は、その前面盤に光入出力端子として光アダプタを取り付ける構造が一般的である。この光アダプタから 100 mW を超える光パワーが出射する場合があります。出射光を遮光する目的でシャッタ付き光アダプタが使われる。しかし、シャッタ付き光アダプタの遮光特性について標準化された測定方法がなく、光アダプタの各製造会社が独自に測定しているのが現状である。

このような背景を考慮し、シャッタ付き光アダプタの測定方法を提案するとともに、市場で入手可能なサンプルについて遮光特性を測定・評価した。この技術資料（TP）は、その測定方法及び評価結果に関してまとめたものであり、関連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

シャッタ付き光アダプタの遮光特性 測定に関する調査

Investigation of examinations and measurements – Light-blocking performance of optical adaptor with shutter

序文

この技術資料（TP）は、光ファイバ通信システム（以下、OFCS という。）に使用するシャッタ付き光アダプタの遮光特性測定に関する調査結果をまとめたものである。

1 適用範囲

この技術資料では、光源につながる光コネクタプラグをかん合した状態のシャッタ付き光アダプタが、光コネクタプラグの光ファイバ端から放出する光パワーを遮光（減衰）する比率の測定方法の検討及び 2 つの方法について提案する。また、測定方法の検証を行った。放出する光パワーを測定する方法は、**JIS C 6802** 及び **JIS C 6803** の規定に従う。

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。これらの引用規格は、その最新版（追補を含む。）を適用する。

JIS C 5962 光ファイバコネクタ通則

JIS C 5964 規格群 光ファイバコネクタかん合標準

JIS C 5964-4 光ファイバコネクタかん合標準—第 4 部：SC 形光ファイバコネクタ類（F04 形）

JIS C 5964-20 光ファイバコネクタかん合標準—第 20 部：LC 形光コネクタ類

JIS C 6802 レーザ製品の安全基準

JIS C 6803 レーザ製品の安全—光ファイバ通信システムの安全

3 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 5962**、**JIS C 6802** 及び **JIS C 6803** によるほか、次による。

3.1

シャッタ付き光アダプタ

光ファイバコネクタのかん標準である **JIS C 5964** 規格群に規定した光アダプタであり、光コネクタプラグからの放出光を遮るシャッタを備えたもの。二つの光コネクタプラグをかん合した状態から、シャッタを備えた側の光コネクタプラグを引き抜いたとき、自動的にシャッタが移動して放出光を遮る構造でなければならない。

製品化されているシャッタ付き光アダプタには、おもに遮光性を重視したもの及び防塵性を重視したものの二種類がある。一般に、遮光性を重視したものは、金属製のシャッタを光アダプタに内蔵する構造が

多い。

3.2

遮光量

シャッタが完全に開いた状態（シャッタを取り外した状態でもよい）での放出光パワーの最大値（ $P_{0\max}$ ）及びシャッタが閉じている状態での放出光パワーの最大値（ $P_{1\max}$ ）を測定し、次の式から求める値。

$$\text{遮光量} = -10 \times \log_{10} \left(\frac{P_{1\max}}{P_{0\max}} \right) \quad (\text{dB})$$

4 シャッタ付き光アダプタの遮光特性測定方法の標準化の必要性

4.1 シャッタ付き光アダプタの必要性

近年の光通信システムの大容量化に伴い、特に長距離基幹系光通信システムには、光ファイバ増幅器、ラマン増幅器などが用いられており、光出力が 100 mW を超える光通信システムが一般的に使われるようになってきている。長距離基幹系に適用する光通信装置は、光の入出力端子として、装置の前面盤に取り付けた光アダプタを用いる構造が一般的であり、これらの光アダプタから、100 mW を超える光パワーが射出される場合がある。

レーザ安全の規格は、JIS C 6802（レーザ製品の安全基準）に規定されており、目及び皮膚の傷害に対する安全基準を、波長、レーザのパルス時間などで分類した上、レーザ安全クラスとして、許容される光パワーレベルを規定している。また、子規格にあたる JIS C 6803（レーザ製品の安全—光ファイバ通信システムの安全）は、光ファイバ通信システムの安全基準を規定しており、レーザの波長帯ごとに、危険度を示すハザードレベルを規定している。この規格は、光ネットワーク運用会社、光通信装置製造会社などへの要求事項が規定されている。光通信装置製造会社は、レーザ安全基準を満たすため、シャッタ付き光アダプタを用いる場合がある。

4.2 シャッタ付き光アダプタに求める性能

JIS C 6803 が規定するハザードレベルでは、光通信システムに一般的に用いられる 780 nm～1 550 nm において、ハザードレベル 3B（光パワー：500 mW）を超える光パワーを許容していない。一方、光ファイバ増幅器が広く用いられている波長帯である 1 550 nm で、裸眼及び拡大鏡を用いても安全であることを示すハザードレベル 1 の光パワーは、10.2 mW である。シャッタ付き光アダプタのみで、レーザに対する安全性を確保する場合、シャッタの遮光量として、500 mW と 10.2 mW との比である、17 dB が求められると考えることができる。

4.3 シャッタ付き光アダプタの遮光特性の測定方法の検討

JIS C 6803 は、光ファイバ通信装置のハザードレベルを決める光パワーの測定条件を規定している。光パワーの測定は、波長が 1 400 nm を超える光の場合、光ファイバ出射端から 28 mm の距離に配置した直径 7 mm の開口で、それ以外の波長の光の場合、光ファイバ出射端から 70 mm の距離に配置した直径 7 mm の開口で行うよう規定している。光ファイバ通信装置に適用するシャッタ付き光アダプタは、通信装置の一部となるため、JIS C 6803 に規定する測定条件に従って、その遮光特性を測定する必要がある。

5 遮光特性測定方法の検討

5.1 放出光パワーの測定方法及び課題

シャッタ付き光アダプタから放出する光パワーの測定は、**JIS C 6803** にしたがって、次の二つの方法を提案する。

- ー 方法 1 : 積分球などを使用して **JIS C 6803** にしたがった開口直径 7 mm で測定する方法
- ー 方法 2 : 簡易的に、直径 5 mm 以下の開口で、一般的な光パワーメータの受光器で測定する方法

一般に広く普及している光パワーメータの受光器の受光径は、直径 5 mm 以下のものが多い。方法 1 は、直径 7 mm の開口を要求するため、一般的な受光器を使用できない。簡易的な方法として、小さな開口を用いた方法 2 を適用することが可能であれば、特殊な測定器をそろえる必要がなく、利便性が向上する。

なお、ここでは、**JIS C 6803** に規定する光パワーの測定距離は、光コネクタプラグのフェルール端面（光ファイバ射出端）と開口板との距離とする。また、光源の波長は、光通信装置で最も一般的に使用する 1 310 nm 及び 1 550 nm の 2 波長として、測定方法を検討する。

5.2 シャッタ付き光アダプタの放出光パワーの測定方法

5.2.1 測定系の構成

a) 方法 1

方法 1 による測定系の構成例を図 1 に示す。シャッタ付き光アダプタからの放出光は、積分球の直前に置いた開口板によって開口直径 d に絞られ、積分球に入射する。シャッタ付き光アダプタの位置を、距離 l を一定に保ったまま x 方向及び y 方向に移動し、最大放出光パワーを測定する。最大放出光パワー測定の注意点は、5.3 に示す。

距離 l 及び開口直径 d は、**JIS C 6803** に従い、次のとおりである。

- ー 距離 (l) : 70 mm (測定波長 1 310 nm)
28 mm (測定波長 1 550 nm)
- ー 開口直径 (d) : $\phi 7$ mm

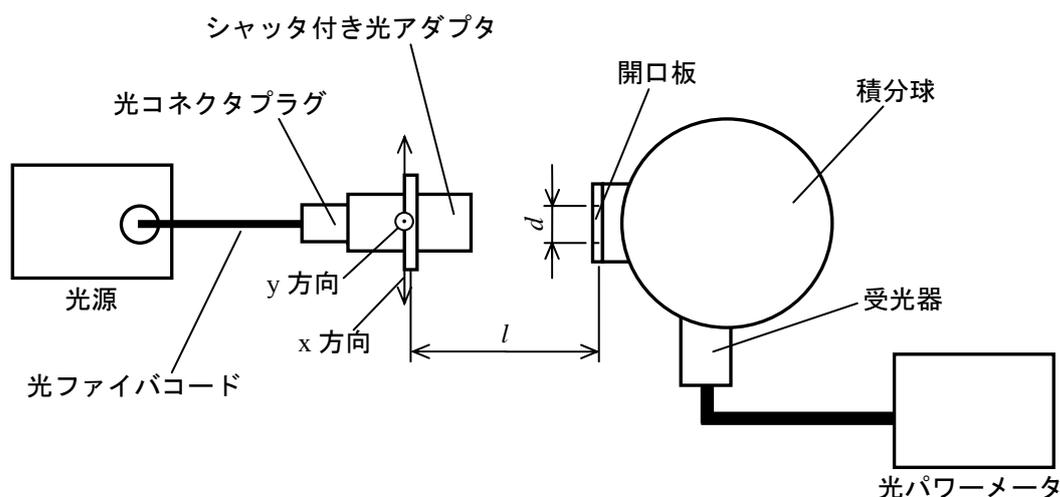


図 1—方法 1 による測定系の構成例

b) 方法 2

方法 2 による測定系の構成例を図 2 に示す。シャッタ付き光アダプタからの放出光は、受光器の直前に置いた開口板によって開口直径 d に絞られ、受光器に直接入射する。距離 l の調整を容易にするため、シャッタ付き光アダプタと開口板とが接触した状態で測定する。シャッタ付き光アダプタの位置を x 方向及び y 方向に移動し、最大放出光パワーを測定する。最大放出光パワー測定の注意点は、5.3 に示す。

距離 l と開口直径 d との比率が方法 1 による比率と同じになるように、開口直径の大きさを決める。

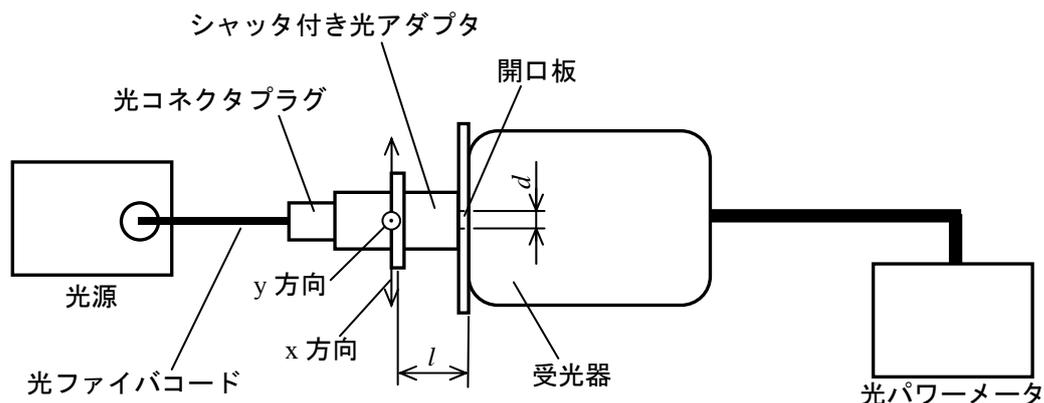


図 2—方法 2 による測定系の構成例

5.2.2 測定系のダイナミックレンジ

遮光量として 17 dB 以上を十分に測定するには、シャッタが完全に開いた状態（シャッタを取り外した状態でもよい）での最大放出光パワー測定値と、光源からの光を完全に切った状態での光パワー測定値（バックグラウンド光パワーの測定値）との差（ダイナミックレンジ）は、30 dB 以上であることが望ましい。

開口板によって放出光パワーが小さく絞られるため、遮光量を測定する前に、実際にダイナミックレンジを確認することが必要である。特に、積分球は比較的大きな光減衰量をもつため、注意が必要である。

5.2.3 光源及び受光器

方法 1 の場合、一般的に市販されている積分球は -40 dB 程度の減衰量をもつ。そのため、30 dB 以上のダイナミックレンジを得るには、積分球と組み合わせる受光器の最小受光感度は -80 dBm 以下が望ましく、光源の光出力は -10 dBm 以上が望ましい。

方法 2 の場合、開口板による減衰量は数 dB 程度であることから、30 dB 以上のダイナミックレンジを得るには、受光器の最小受光感度は -50 dBm 以下が望ましく、光源の光出力は -10 dBm 以上が望ましい。

光源は、十分な光パワーをもつ LD が望ましく、一般に入手しやすい FP-LD でよい。LED は光パワーが小さいため、十分なダイナミックレンジが得られない可能性がある。

5.2.4 測定環境

バックグラウンド光パワーの測定値を小さくするために、暗い環境で測定を行うことが望ましい。十分なダイナミックレンジが得られれば、一般に遮光カーテン等で区切った空間でよい。

5.3 最大放出光パワー測定の注意点

シャッタ付き光アダプタの遮光量を測定するには、放出光パワーが最大値となる位置を探して測定しなければならない。シャッタ付き光アダプタの位置を、図 1 又は図 2 に示す距離 l を一定に保ったまま x 方

向及び y 方向に移動し、光パワーの測定値が最大となる位置を探し、そのときの光パワーメータの値を読む。

シャッタが完全に開いた状態（シャッタを取り外した状態）の場合、ほぼ光軸上に最大値となる位置がある。しかし、シャッタが閉じた状態の場合、光軸付近ではなく、周辺部に最大値となる位置がある。また、局所的に光パワーが大きい位置が複数あることが多い。そのため、シャッタ付き光アダプタを x 方向及び y 方向に満遍なく移動し、最も光パワーが大きくなる位置を確実に探すことが重要である。

可視光源を用いて実際のサンプルによる放出光の様子を観察した結果を**附属書 A**に示す。放出光は、光軸に沿った方向にではなく、シャッタ上部の隙間から斜め上方向及び斜め下方向に放出していることがわかる。

5.4 ダイナミックレンジの測定手順

ダイナミックレンジの測定手順を、次の **a)~f)**に示す。方法 1 及び方法 2 とも同じである。

- a) シャッタ付き光アダプタのシャッタを完全に開いた状態で固定する。又は、シャッタ付き光アダプタからシャッタ板を取り外す。
- b) **5.2.1**にしたがって測定系を構成する。測定波長又は光アダプタの形状によって、適切な開口直径 d 及び距離 l を調整する。
- c) シャッタ付き光アダプタからの放出光パワーの最大値を測定する。**5.3**の注意点に留意する。このときの測定値を $P_{0\max}$ とする。
- d) 光源からの光を完全に切る。
- e) このときの光パワーメータの測定値を $P_{1\max}$ とする。測定値が安定しないときは、光パワーメータのアベレージング機能を利用するとよい。
- f) **3.2**に示す式によってダイナミックレンジ (dB) を求める。放出光パワーを dB 単位で測定した場合は、次の式でよい。

$$\text{ダイナミックレンジ (dB)} = P_{0\max} \text{ (dB)} - P_{1\max} \text{ (dB)}$$

5.5 遮光量の測定手順

遮光量の測定手順を、次の **a)~f)**に示す。方法 1 及び方法 2 とも同じである。

- a) シャッタ付き光アダプタのシャッタを完全に開いた状態で固定する。又は、シャッタ付き光アダプタからシャッタを取り外す。
- b) **5.2.1**にしたがって測定系を構成する。測定波長及び光アダプタの形状によって、適切な開口直径 d 及び距離 l に調整する。
- c) シャッタ付き光アダプタからの放出光パワーの最大値を測定する。**5.3**の注意点に留意する。このときの測定値を $P_{0\max}$ とする。
- d) シャッタ付き光アダプタのシャッタを閉じた状態にする。**a)**でシャッタを取り外したときは、シャッタを取り付ける。
- e) シャッタ付き光アダプタからの放出光パワーの最大値を測定する。**5.3**の注意点に留意する。このときの測定値を $P_{1\max}$ とする。測定値が安定しないときは、光パワーメータのアベレージング機能を利用するとよい。
- f) **3.2**に示す式によって遮光量 (dB) を求める。放出光パワーを dB 単位で測定した場合は、次の式でよい。

$$\text{遮光量 (dB)} = P_{0\max} \text{ (dB)} - P_{1\max} \text{ (dB)}$$

6 シャッタ付き光アダプタの遮光量の測定

6.1 概要

箇条 5 で検討した二つの測定方法の有効性を確認するため、実際にサンプルの測定を行った。二つの測定方法で共通とした測定条件を表 1 に示す。

表 1— 共通とした測定条件

| 項目 | 条件 |
|----------------|--|
| 測定波長 | 次の 2 波長とした。 ・ 1 310 nm ・ 1 550 nm |
| 光ファイバの種類 | シングルモード 1 310 nm ゼロ分散形光ファイバ |
| シャッタ付き光アダプタの形式 | 次の 2 形式とした。 ・ SC 形 (JIS C 5964-4 による) ・ LC 形 (JIS C 5964-20 による) |
| 光コネクタプラグの端面形状 | 次の 2 形状とした。 ・ 直角 PC 端面 ・ 8 度斜め PC 端面 |

6.2 測定系

6.2.1 方法 1 による測定系

実際に使用した方法 1 による測定系の仕様を表 2 に、測定系の外観を図 3 に示す。

距離 l 及び開口直径 d は、5.2.1 の a) に示すとおりとした。

- 距離 (l) : 70 mm (測定波長 1 310 nm)
28 mm (測定波長 1 550 nm)
- 開口直径 (d) : $\phi 7$ mm

表 2—方法 1 による測定系の仕様

| 構成 | 仕様 |
|--|--|
| 光源 | アンリツ株式会社 ・ MG9002A Stabilized Light Source (フレーム) ・ MG0937C LD Source 1.31 μm SM (ユニット) 発光素子 : FP-LD 中心波長 : 1 310 nm \pm 20 nm ^{a)} 出力レベル : -4 dBm \sim -2.5 dBm ^{a)} ・ MG0938C LD Source 1.55 μm SM (ユニット) 発光素子 : FP-LD 中心波長 : 1 550 nm \pm 20 nm ^{a)} 出力レベル : -4 dBm \sim -2 dBm ^{a)} |
| 開口板 | 厚さ : 1 mm 開口直径 (d) : ϕ 7 mm |
| 積分球 | Agilent Technologies 社 ・ 81002FF Integrating Sphere 開口寸法 ϕ 9 mm ^{a)} 減衰率 41 \sim 42 dB ^{a)} |
| 光パワーメータ及び受光器 | Hewlett-Packard 社 ・ 8153A Lightwave Multimeter (フレーム) ・ 81533B Optical Head Interface (ユニット) ・ 82521B Optical Head (受光器) 受光素子 : Ge ϕ 5 mm ^{a)} 波長範囲 : 900 nm \sim 1 700 nm ^{a)} パワーレンジ : -80 dBm \sim +3 dBm ^{a)} |
| 注 ^{a)} 測定器製造業者のカタログから転記。 | |

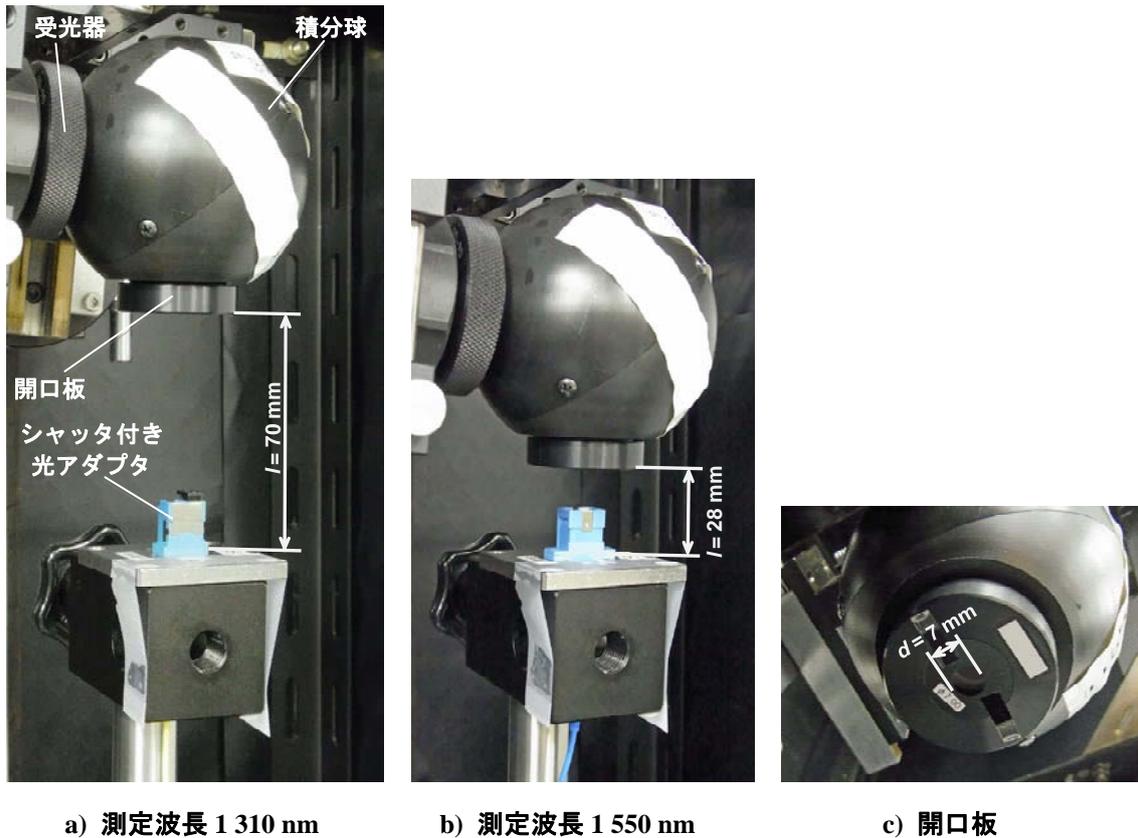


図3—方法1による測定系の外観

6.2.2 方法2による測定系

実際に使用した方法2による測定系の仕様を表3に、測定系の外観を図4に示す。

距離 l は、光アダプタの光学的基準面から端面までの距離に、開口板の厚さを加えた値とし、次のとおりとした。

- SC形光アダプタの場合：14.7 mm
- LC形光アダプタの場合：15.6 mm

開口直径 d は、次のように計算し求めた。

- 測定波長 1310 nm の場合
 - SC形： $\phi 7 \text{ (mm)} \div 70 \text{ (mm)} \times 14.7 \text{ (mm)} = \phi 1.47 \text{ (mm)}$
 - LC形： $\phi 7 \text{ (mm)} \div 70 \text{ (mm)} \times 15.6 \text{ (mm)} = \phi 1.56 \text{ (mm)}$
- 測定波長 1550 nm の場合
 - SC形： $\phi 7 \text{ (mm)} \div 28 \text{ (mm)} \times 14.7 \text{ (mm)} = \phi 3.675 \text{ (mm)}$開口板は、 $\phi 3.7 \text{ mm}$ として作製した。
 - LC形： $\phi 7 \text{ (mm)} \div 28 \text{ (mm)} \times 15.6 \text{ (mm)} = \phi 3.9 \text{ (mm)}$

開口板の作製にあたっては、 $\phi 1.47 \text{ mm}$ 及び $\phi 1.56 \text{ mm}$ は、 $\phi 1.5 \text{ mm}$ として共通化した。 $\phi 3.675 \text{ mm}$ は

φ3.7 mm として作製した。

表 3—方法 2 による測定系の仕様

| 構成 | 仕様 |
|-----------------------------------|--|
| 光源 | 安藤電気株式会社 ・ AQ2140 Optical Multimeter (光マルチメータフレーム) ・ AQ4213 1.31/1.55 LD Unit (光源ユニット) 発光素子 : FP-LD 中心波長 : 1 310 nm ± 20 nm ^{a)} 1 550 nm ± 20 nm ^{a)} 光出力レベル : -1 dBm 以上 ^{a)} |
| 開口板 | 厚さ : 1 mm 開口直径 : φ 1.5 mm (測定波長 1 310 nm) φ 3.7 mm (測定波長 1 550 nm) φ 3.9 mm (測定波長 1 550 nm) |
| 光パワーメータ及び受光器 | 安藤電気株式会社 ・ AQ2140 Optical Multimeter (光マルチメータフレーム) ・ AQ2730 OPM Umit (ユニット) ・ AQ2742 Sensor (受光器) 受光素子 : Ge φ 5 mm ^{a)} 波長範囲 : 750 nm ~ 1 800 nm ^{a)} パワーレンジ : -60 dBm ~ +10 dBm ^{a)} |
| 注 ^{a)} 測定器製造業者のカタログから転記。 | |

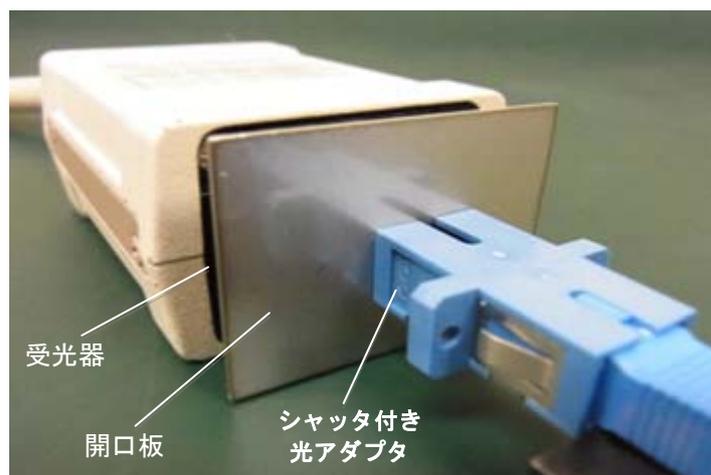


図 4—方法 2 による測定系の外観

6.3 ダイナミックレンジの確認

6.3.1 方法1のダイナミックレンジ

6.2.1 に示した方法1による測定系のダイナミックレンジは、38 dB～40 dBであった。十分なダイナミックレンジをもっていることを確認した。

6.3.2 方法2のダイナミックレンジ

6.2.2 に示した方法2による測定系のダイナミックレンジは、50 dB以上であった。十分なダイナミックレンジをもっていることを確認した。

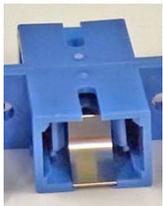
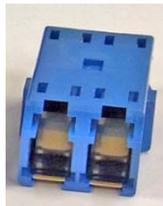
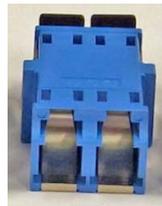
6.4 測定サンプル

測定の対象としたシャッタ付き光アダプタは、市場で広く採用されている SC 形光アダプタ及び LC 形光アダプタの二種類とした。評価に使用したサンプルは、次に挙げる①～⑤のシャッタ付き光アダプタである。いずれも日本国内光コネクタ製造業者製であり、市場に流通しているものである。

- － SC 形単心光アダプタ（かん合部及び寸法は、JIS C 5964-4 による）
 - － サンプル①：金属板の弾性を利用したシャッタをもつ
 - － サンプル②：金属板がヒンジを介して回転する構造のシャッタをもつ
- － LC 形 2 心光アダプタ（かん合部及び寸法は、JIS C 5964-20 による）
 - － サンプル③：金属板の弾性を利用したシャッタをもつ
 - － サンプル④：金属板の弾性を利用したシャッタをもつ
 - － サンプル⑤：金属板の弾性を利用したシャッタをもつ

シャッタ付き光アダプタの外観を表4に示す。

表4—シャッタ付き光アダプタの外観

| SC 形単心光アダプタ | | LC 形 2 心光アダプタ | | |
|---|---|---|--|---|
| サンプル① | サンプル② | サンプル③ | サンプル④ | サンプル⑤ |
|  |  |  |  |  |

6.5 遮光量の測定結果

表1に示した測定条件の組合せについて、5回ずつ繰返し測定を行った。遮光量の測定値の詳細を、附属書Bに示す。測定波長1310 nmでの方法1による測定値については、有効数字を整数桁までとした。その他の測定値は、有効数字を小数点以下1桁までとした。

方法1及び方法2による遮光量の平均値の比較及び5回繰返し測定標準偏差の比較を、分かりやすくグラフ化して図5～図8に示す。

これらの測定結果から、次のことがいえる。

- － 方法1及び方法2により測定して得られた遮光量は、サンプルごとにほぼ同じ傾向を示した。
- － 方法1による測定値は25.6 dB～38 dB、方法2による測定値は23.0 dB～35.7 dBであった。
- － 測定値の平均値で比較して、方法1に対する方法2は、+0.7 dB～-4.8 dBの差があった。

- 5回繰返し測定した測定値の標準偏差は、方法1で0 dB~1.34 dB、方法2で0.02 dB~0.77 dBであった。
- 測定値の平均値の差は、5回繰返し測定の標準偏差よりも大きい値であった。

よって、6.2に示す二つの測定系は、測定値のばらつきに比べて大きな測定の不確かさをもっているといえる。

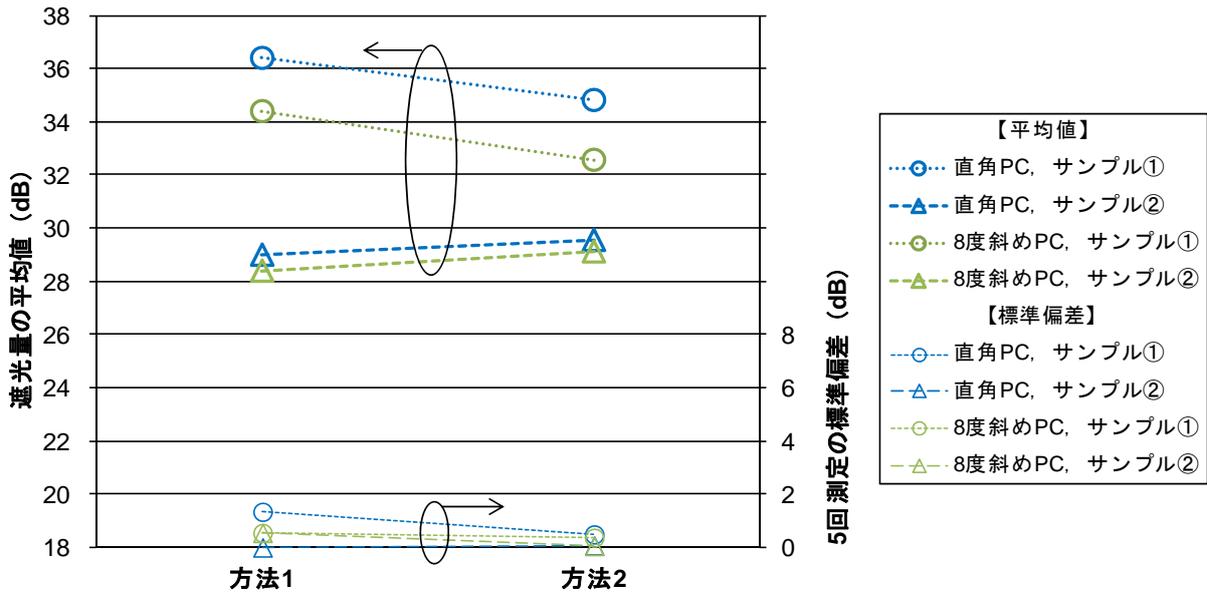


図5—遮光量の平均値及び標準偏差の比較 (SC形, 測定波長1310 nm)

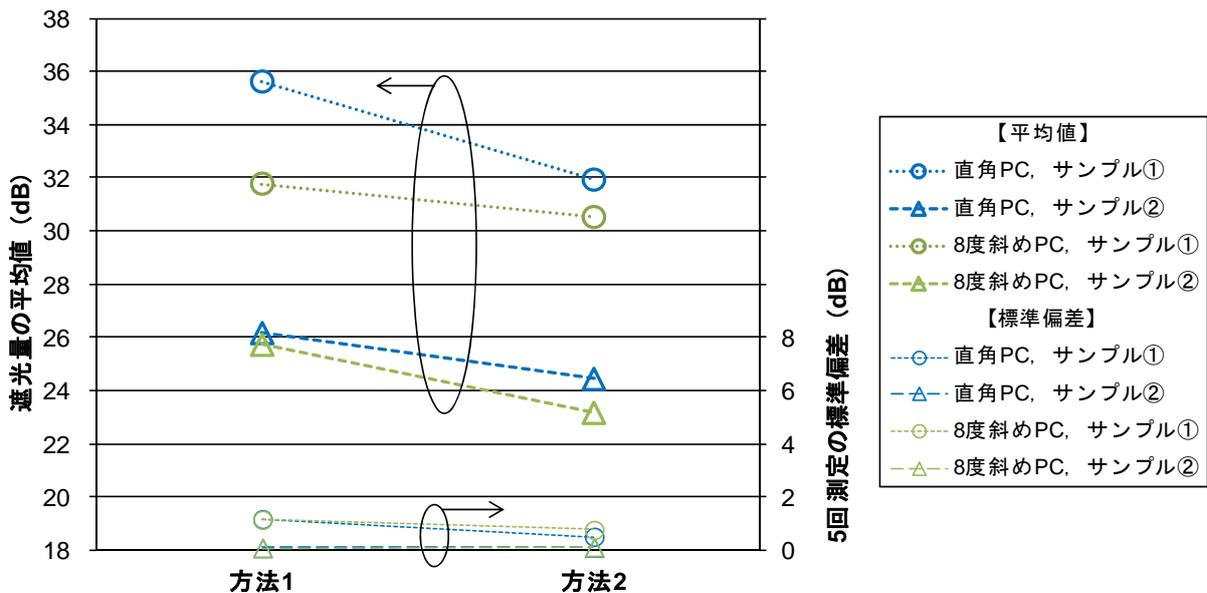


図6—遮光量の平均値及び標準偏差の比較 (SC形, 測定波長1550 nm)

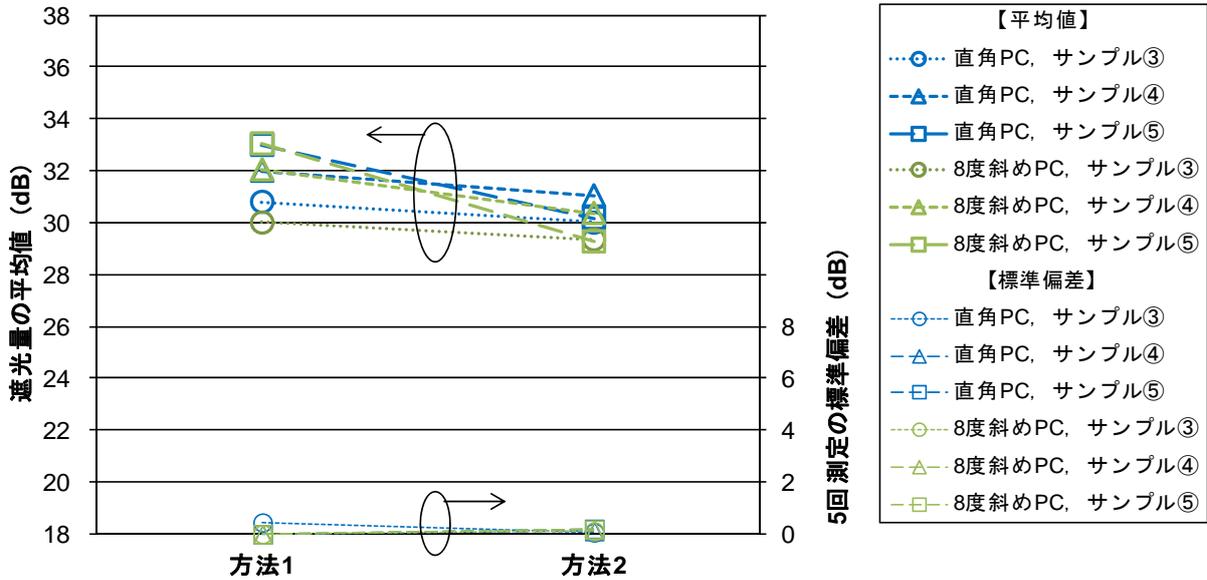


図 7—遮光量の平均値及び標準偏差の比較 (LC 形, 測定波長 1 310 nm)

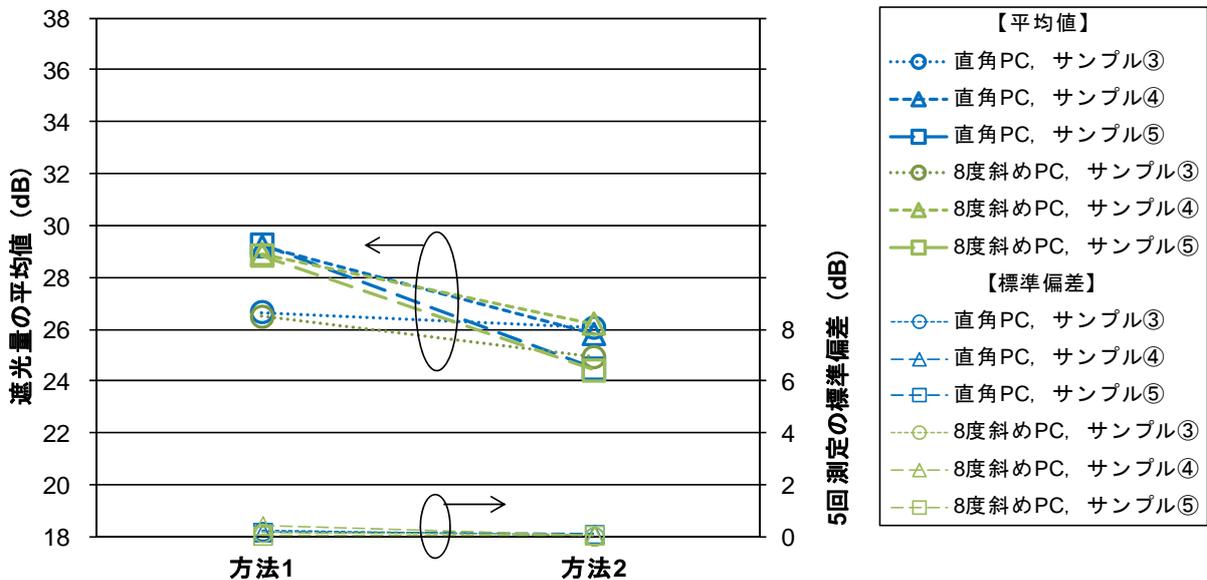


図 8—遮光量の平均値及び標準偏差の比較 (LC 形, 測定波長 1 550 nm)

6.6 測定不確かさの要因

6.2 に示した測定系は、方法 1 及び方法 2 とともに、17 dB 以上の遮光量を測定できる性能をもつことが分かった。しかし、方法 1 の測定値と方法 2 の測定値との間には、繰返し測定の標準偏差よりも大きな差があり、測定の不確かさをもっている。測定の不確かさの要因として、次がある。

- a) 最大光パワー測定時の最大パワー位置の見落とし
- b) 開口板の開口直径の寸法

- c) 開口板の厚さ及び形状
- d) 開口板への放出光の入射角度
- e) 受光器の受光感度偏光依存性
- f) 受光器の受光感度面内分布
- g) 受光器への放出光の入射角度
- h) 測定環境の光

7 まとめ

この技術資料では、次の検討を行った。

- a) 光通信装置のレーザ安全を確保するために重要な性能の一つである、シャッタ付き光アダプタの遮光量の測定方法について検討した。
- b) 光通信装置のレーザ安全規格に基づき、目安となる要求条件を検討した。
- c) レーザ安全規格に適合した二つの測定方法を提案した。
- d) 提案した測定方法及び条件に基づき、サンプルを測定した。
- e) 今回の測定に用いた二つの測定系は、ともに十分なダイナミックレンジを確保していることを確認した。
- f) 測定に際し、注意事項をまとめた。
- g) 測定不確かさの要因について検討した。

8 今後の課題

今後、6.6 に挙げた測定不確かさの要因が、遮光量の測定値に与える影響について、詳細な検討を行う。

附属書 A (参考)

可視光源による放出光の観察

A.1 可視光源による放出光の観察

シャッタ付き光アダプタから放出する光は、シャッタ及び光アダプタの構成部品の表面で複雑に反射して漏えいしてくる光である。そのため、光パワーの分布は、光アダプタの光軸を中心とした一様な分布ではなく、ある方向に偏りがあると考えられる。そこで、シャッタ付き光アダプタから放出する光の様子を可視光源を用いて観察した。

観察の条件は、次のとおりとした。

- 光源：He-Ne レーザ（波長 633 nm）
- 光ファイバの種類：シングルモード 1 310 nm ゼロ分散形光ファイバ
- 光コネクタプラグの端面形状：直角 PC 端面

放出光の様子の一例として、LC 形シャッタ付き光アダプタの一例を図 A.1 に示す。放出光は、シャッタの上部の隙間から、斜め上方向及び斜め下方向に放出していることがわかる。

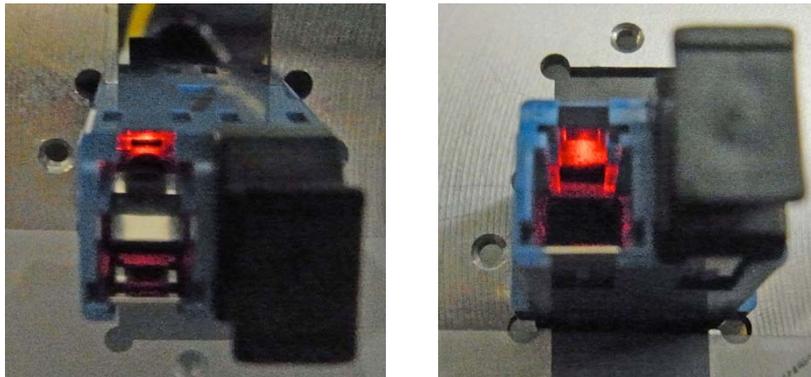


図 A.1—可視光源による放出光の観察の一例（シャッタ付き LC2 心アダプタ）

附属書 B
(参考)
遮光量の測定値の詳細

B.1 シャッタ付き光アダプタの遮光量の測定値

SC 形シャッタ付き光アダプタの測定波長 1 310 nm での遮光量の測定値を**表 B.1**に、測定波長 1 550 nm での測定値を**表 B.2**に示す。また、LC 形シャッタ付き光アダプタの測定波長 1 310 nm での遮光量の測定値を**表 B.3**に、測定波長 1 550 nm での測定値を**表 B.4**に示す。測定は、5 回繰り返して行った。測定波長 1 310 nm での方法 1 による測定値については、測定器のアベレージング機能を使っても小数点以下 1 桁の数値が安定しなかったため、有効数字は整数桁までとした。その他は、小数点以下 1 桁まで安定した数値を得られた。

表 B.1—遮光量の測定値 (SC 形, 測定波長 1 310 nm)

単位 dB

| | 直角 PC 端面 | | | | 8 度斜め PC 端面 | | | |
|------|----------|------|-------|------|-------------|------|-------|------|
| | サンプル① | | サンプル② | | サンプル① | | サンプル② | |
| | 方法 1 | 方法 2 | 方法 1 | 方法 2 | 方法 1 | 方法 2 | 方法 1 | 方法 2 |
| 1 | 37 | 35.7 | 29 | 29.6 | 35 | 33.2 | 28 | 29.1 |
| 2 | 35 | 34.6 | 29 | 29.5 | 35 | 32.3 | 29 | 29.1 |
| 3 | 37 | 34.5 | 29 | 29.5 | 34 | 32.6 | 28 | 29.1 |
| 4 | 35 | 34.6 | 29 | 29.7 | 34 | 32.4 | 28 | 29.2 |
| 5 | 38 | 34.8 | 29 | 29.6 | 34 | 32.3 | 29 | 29.1 |
| 最大値 | 38 | 35.7 | 29 | 29.7 | 35 | 33.2 | 29 | 29.2 |
| 最小値 | 35 | 34.5 | 29 | 29.5 | 34 | 32.3 | 28 | 29.1 |
| 平均値 | 36.4 | 34.8 | 29.0 | 29.6 | 34.4 | 32.6 | 28.4 | 29.1 |
| 標準偏差 | 1.34 | 0.49 | 0.00 | 0.08 | 0.55 | 0.37 | 0.55 | 0.05 |

表 B.2—遮光量の測定値（SC 形，測定波長 1 550 nm）

単位 dB

| | 直角 PC 端面 | | | | 8 度斜め PC 端面 | | | |
|------|----------|------|-------|------|-------------|------|-------|------|
| | サンプル① | | サンプル② | | サンプル① | | サンプル② | |
| | 方法 1 | 方法 2 | 方法 1 | 方法 2 | 方法 1 | 方法 2 | 方法 1 | 方法 2 |
| 1 | 36.1 | 32.3 | 26.3 | 24.3 | 32.2 | 31.4 | 25.7 | 23.1 |
| 2 | 36.6 | 31.1 | 26.2 | 24.4 | 32.9 | 29.8 | 25.6 | 23.0 |
| 3 | 36.1 | 32.2 | 26.1 | 24.6 | 32.3 | 31.3 | 25.8 | 23.2 |
| 4 | 33.6 | 31.9 | 26.1 | 24.4 | 29.9 | 29.9 | 25.8 | 23.3 |
| 5 | 35.7 | 32.2 | 26.1 | 24.5 | 31.6 | 30.3 | 25.7 | 23.3 |
| 最大値 | 36.6 | 32.3 | 26.3 | 24.6 | 32.9 | 31.4 | 25.8 | 23.3 |
| 最小値 | 33.6 | 31.1 | 26.1 | 24.3 | 29.9 | 29.8 | 25.6 | 23.0 |
| 平均値 | 35.6 | 31.9 | 26.2 | 24.4 | 31.8 | 30.5 | 25.7 | 23.2 |
| 標準偏差 | 1.17 | 0.51 | 0.09 | 0.11 | 1.15 | 0.77 | 0.08 | 0.13 |

表 B.3—遮光量の測定値（LC 形，測定波長 1 310 nm）

単位 dB

| | 直角 PC 端面 | | | | | | 8 度斜め PC 端面 | | | | | |
|------|----------|------|-------|------|-------|------|-------------|------|-------|------|-------|------|
| | サンプル③ | | サンプル④ | | サンプル⑤ | | サンプル③ | | サンプル④ | | サンプル⑤ | |
| | 方法 1 | 方法 2 | 方法 1 | 方法 2 | 方法 1 | 方法 2 | 方法 1 | 方法 2 | 方法 1 | 方法 2 | 方法 1 | 方法 2 |
| 1 | 31 | 30.0 | 32 | 30.9 | 33 | 30.1 | 30 | 29.4 | 32 | 30.3 | 33 | 29.5 |
| 2 | 31 | 30.1 | 32 | 31.2 | 33 | 30.4 | 30 | 29.5 | 32 | 30.6 | 33 | 29.3 |
| 3 | 30 | 29.9 | 32 | 31.0 | 33 | 29.9 | 30 | 29.2 | 32 | 30.2 | 33 | 29.3 |
| 4 | 31 | 30.0 | 32 | 31.2 | 33 | 30.1 | 30 | 29.3 | 32 | 30.5 | 33 | 29.1 |
| 5 | 31 | 30.0 | 32 | 31.0 | 33 | 30.4 | 30 | 29.4 | 32 | 30.3 | 33 | 29.2 |
| 最大値 | 31 | 30.1 | 32 | 31.2 | 33 | 30.4 | 30 | 29.5 | 32 | 30.6 | 33 | 29.5 |
| 最小値 | 30 | 29.9 | 32 | 30.9 | 33 | 29.9 | 30 | 29.2 | 32 | 30.2 | 33 | 29.1 |
| 平均値 | 30.8 | 30.0 | 32.0 | 31.0 | 33.0 | 30.2 | 30.0 | 29.4 | 32.0 | 30.4 | 33.0 | 29.3 |
| 標準偏差 | 0.45 | 0.06 | 0.00 | 0.12 | 0.00 | 0.20 | 0.00 | 0.11 | 0.00 | 0.16 | 0.00 | 0.18 |

表 B.4—遮光量の測定値 (LC 形, 測定波長 1 550 nm)

単位 dB

| | 直角 PC 端面 | | | | | | 8 度斜め PC 端面 | | | | | |
|------|----------|------|-------|------|-------|------|-------------|------|-------|------|-------|------|
| | サンプル③ | | サンプル④ | | サンプル⑤ | | サンプル③ | | サンプル④ | | サンプル⑤ | |
| | 方法 1 | 方法 2 | 方法 1 | 方法 2 | 方法 1 | 方法 2 | 方法 1 | 方法 2 | 方法 1 | 方法 2 | 方法 1 | 方法 2 |
| 1 | 26.3 | 26.1 | 28.9 | 25.8 | 29.2 | 24.4 | 26.2 | 24.9 | 29.2 | 26.2 | 28.9 | 24.5 |
| 2 | 26.6 | 26.1 | 29.4 | 26.0 | 29.6 | 24.6 | 26.5 | 24.9 | 28.1 | 26.3 | 28.8 | 24.4 |
| 3 | 26.8 | 26.1 | 29.2 | 25.7 | 29.2 | 24.6 | 26.5 | 24.9 | 29.1 | 26.2 | 28.8 | 24.3 |
| 4 | 26.9 | 26.0 | 29.3 | 25.8 | 29.1 | 24.5 | 26.6 | 25.0 | 29.1 | 26.3 | 28.9 | 24.5 |
| 5 | 26.7 | 26.1 | 29.2 | 25.7 | 29.2 | 24.4 | 26.6 | 24.9 | 29.0 | 26.2 | 28.8 | 24.4 |
| 最大値 | 26.9 | 26.1 | 29.4 | 26.0 | 29.6 | 24.6 | 26.6 | 25.0 | 29.2 | 26.3 | 28.9 | 24.5 |
| 最小値 | 26.3 | 26.0 | 28.9 | 25.7 | 29.1 | 24.4 | 26.2 | 24.9 | 28.1 | 26.2 | 28.8 | 24.3 |
| 平均値 | 26.7 | 26.1 | 29.2 | 25.8 | 29.3 | 24.5 | 26.5 | 24.9 | 28.9 | 26.2 | 28.8 | 24.4 |
| 標準偏差 | 0.23 | 0.03 | 0.19 | 0.12 | 0.19 | 0.11 | 0.16 | 0.02 | 0.45 | 0.07 | 0.05 | 0.08 |

シャッタ付き光アダプタの遮光特性測定に関する調査 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、光通信ネットワークの大容量化にともない、光通信システムの WDM システム化が進んでおり、光ファイバ増幅器や分布ラマン増幅器が用いられている。光通信装置は、その前面盤に光入出力端子として光アダプタを取り付ける構造が一般的である。この光アダプタから 100 mW を超える光パワーが出射する場合があります、出射光を遮光する目的でシャッタ付き光アダプタが使われる。

シャッタ付き光アダプタは国内外の多くの製造業者から製品化されており、さまざまな材質・構造によるものが流通している。一方で、通信光の光パワーはさらに大きくなっており、最大 500 mW の光パワーを出射する光通信装置が普及しはじめている。このような中で、シャッタ付き光アダプタの遮光特性測定方法の標準化を念頭に置いて、簡易的な測定方法を提案し、市場で入手可能なサンプルサンプルについて実際に測定を行った。その測定方法及び評価結果を公開するために、光産業技術振興協会規格（OITDA 規格）の技術資料（TP）を作成することとした。

2 制定の経緯

レーザ安全の規格は、JIS C 6802:2011「レーザ製品の安全基準」に規定されている。また、子規格にあたる JIS C 6803:2013「レーザ製品の安全—光ファイバ通信システムの安全」は、光ファイバ通信システムの安全基準を規定しており、レーザの波長帯ごとに、危険度を示すハザードレベルを規定している。

JIS C 6803:2013 が規定するハザードレベルでは、光通信システムに一般的に用いられる 780 nm～1 550 nm において、ハザードレベル 3B（光パワー：500 mW）を超える光パワーを許容していない。一方、光ファイバ増幅器が広く用いられている波長帯である 1 550 nm で、裸眼及び拡大鏡を用いても安全であることを示すハザードレベル 1 の光パワーは、10.2 mW である。シャッタ付き光アダプタのみで、レーザに対する安全性を確保する場合、シャッタの遮光量として、500 mW と 10.2 mW との比である、17 dB が求められる。

しかし、光ファイバコネクタとして放出光の遮光特性についての規格はないため、受渡当事者間での仕様の取り決めに不便が生じていた。そこで、JIS C 6803:2013 に規定する測定条件に従った遮光特性測定方法の規格化について検討をはじめることとなった。

この資料の作成・検討メンバを、次に示す。

TP 作成・検討メンバ

| 氏名 | 所属 |
|--------|---------------------------|
| 小磯 友和 | 本多通信工業株式会社（2013 年 10 月まで） |
| 大久保 靖明 | 本多通信工業株式会社（2013 年 11 月から） |

| | |
|-------|------------------------|
| 品川 雄二 | 三和電気工業株式会社 |
| 渋谷 隆 | 日本電気株式会社 |
| 城倉 潔 | ヒロセ電機株式会社 (2013年3月まで) |
| 平 淳司 | 株式会社精工技研 |
| 長瀬 亮 | 千葉工業大学 (2013年3月まで) |
| 柳 秀一 | 日本電信電話株式会社 (2013年4月から) |

3 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 2012 年度から検討を開始し、2013 年度末までに原案を取纏め、審議した。

光コネクタ標準化委員会 構成表 (2013 年度～2014 年度)

| | 氏名 | 所属 |
|---------|--------|---------------------------|
| (委員長) | 長瀬 亮 | 千葉工業大学 (2013年3月まで) |
| | 柳 秀一 | 日本電信電話株式会社 (2013年4月から) |
| (委員) | 石井 宏佳 | 日本オクラロ株式会社 |
| | 大谷 友孝 | 富士通株式会社 |
| | 加藤 誠司 | 株式会社フジクラ |
| | 小磯 友和 | 本多通信工業株式会社 (2013年10月まで) |
| | 大久保 靖明 | 本多通信工業株式会社 (2013年11月から) |
| | 舌間 誠二 | 住友電気工業株式会社 |
| | 品川 雄二 | 三和電気工業株式会社 |
| | 渋谷 隆 | 日本電気株式会社 |
| | 嶋津 秀人 | 日本航空電子工業株式会社 |
| | 城倉 潔 | ヒロセ電機株式会社 (2013年3月まで) |
| | 吉田 太 | ヒロセ電機株式会社 (2013年4月から) |
| | 末松 克輝 | 古河電気工業株式会社 |
| | 平 淳司 | 株式会社精工技研 |
| | 西田 恵 | 財団法人日本品質保証機構 |
| | 増山 祐士 | 三菱電機株式会社 (2013年3月まで) |
| | 中村 光一 | 三菱電機株式会社 (2013年4月から) |
| | 森永 素安 | 株式会社東芝 (2013年3月まで) |
| | 柳 秀一 | 日本電信電話株式会社 (2013年3月まで) |
| | 山内 勲 | アダマンド工業株式会社 |
| | 吉田 均 | 一般財団法人日本規格協会 |
| | 増田 岳夫 | 一般財団法人光産業技術振興協会 |
| | 日置 雅和 | 経済産業省商務情報政策局 (2013年11月まで) |
| | 大内 真一 | 経済産業省商務情報政策局 (2013年11月から) |
| (オブザーバ) | 磯野 秀樹 | 富士通オプティカルコンポーネンツ株式会社 |
| | 初山 茂康 | 経済産業省 産業技術環境局 (2013年7月まで) |
| | 高橋 聡 | 経済産業省 産業技術環境局 (2013年8月から) |
| (事務局) | 三浦 貴光 | 一般財団法人光産業技術振興協会 |
| | 村田 健治 | 一般財団法人光産業技術振興協会 |

(解説執筆者 平 淳司)

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
光コネクタ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）：

シャッタ付き光アダプタの遮光特性測定方法に関する調査
（Technical paper of measurement method – Shielding
performance of optical adaptor with shutter）

TP 番号：OITDA/TP 19/CN：2014 第 1 版

第 1 版 公表日：2014 年 3 月 31 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）