



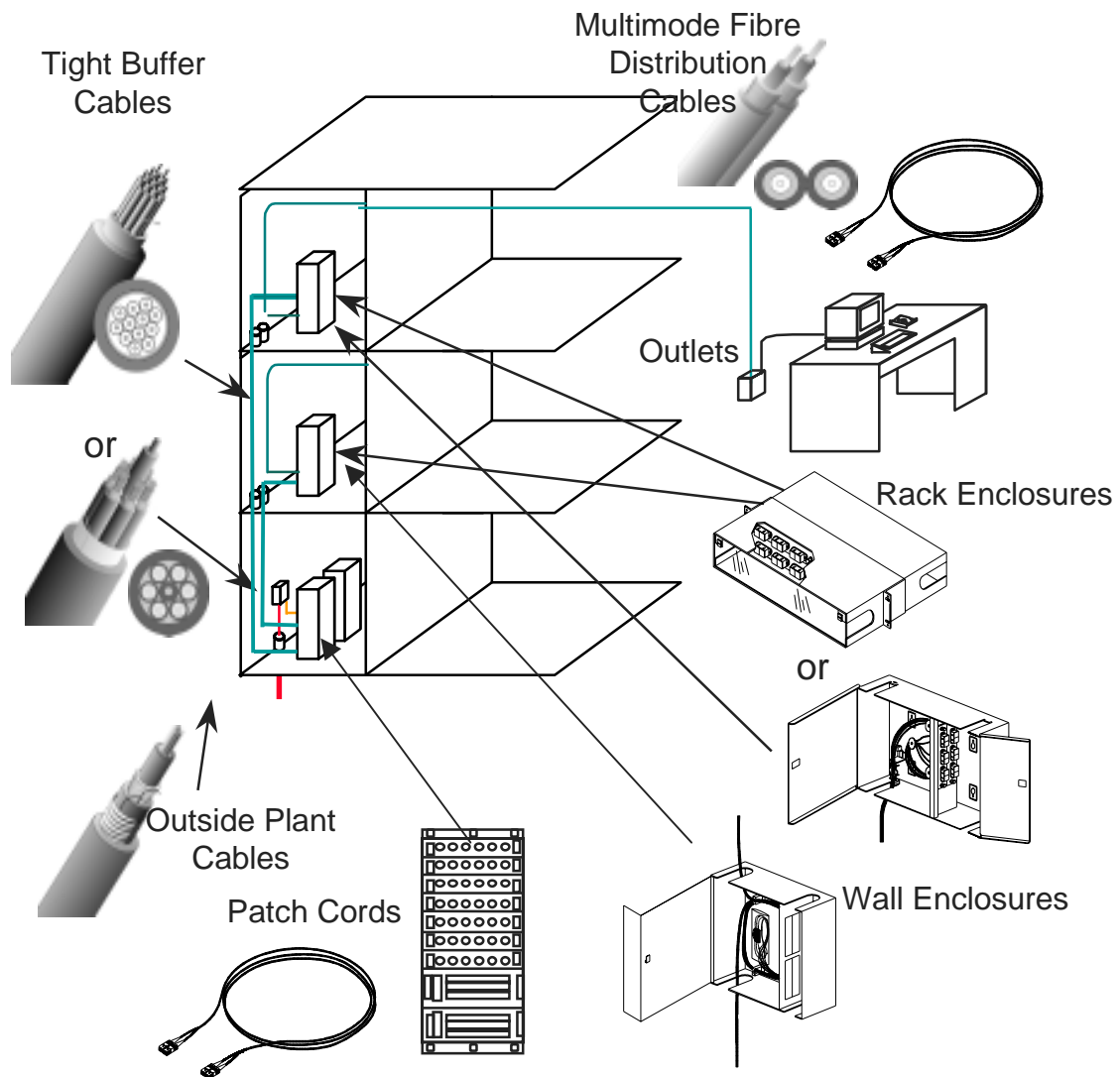
光リンクの損失測定について

測り方によって結果は大きく違う！

タイコエレクトロニクス アンプ株式会社
ネットコネクト ソリューションズ



光配線システム

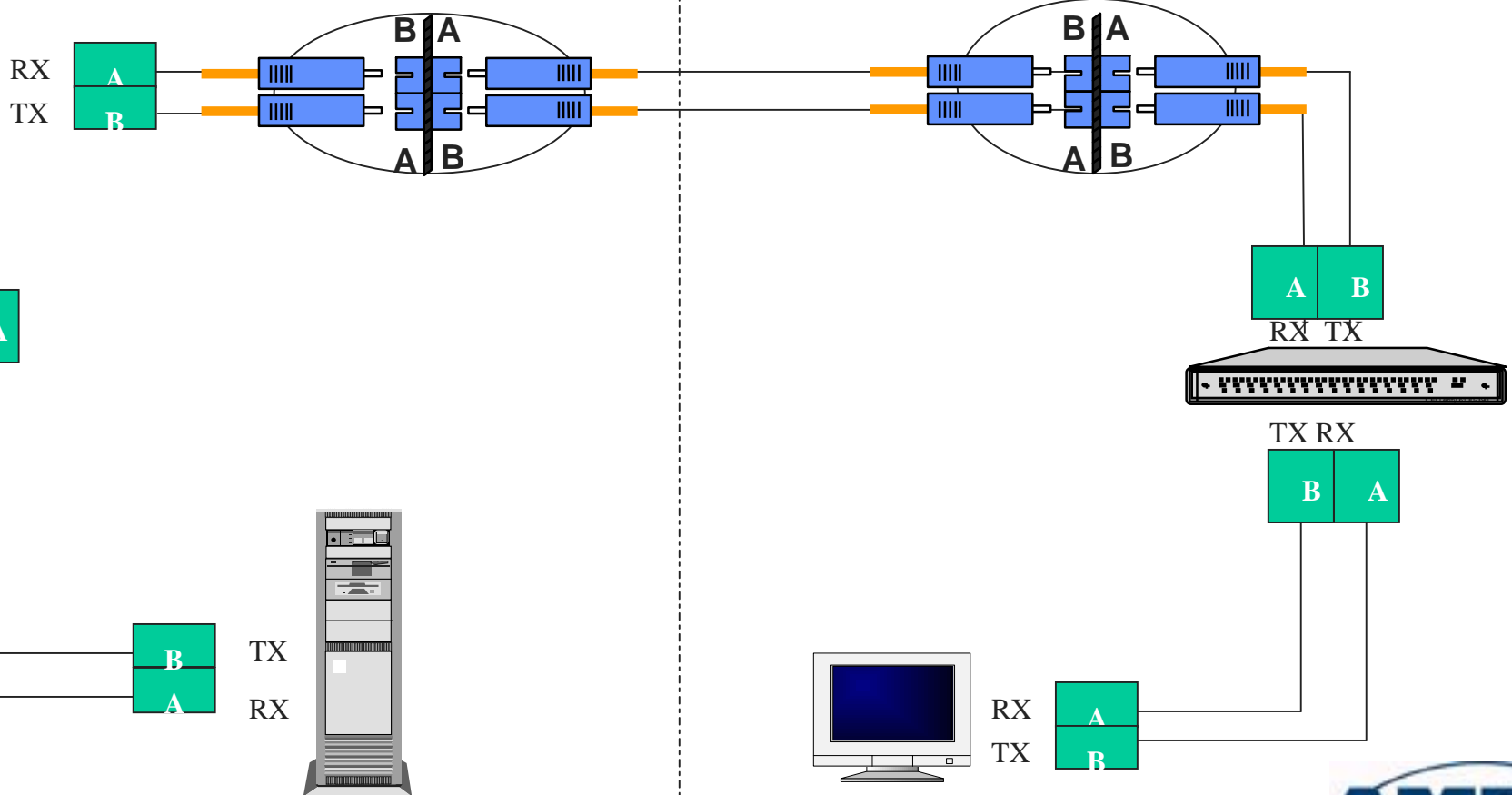


伝送路

機器室

パッチパネル

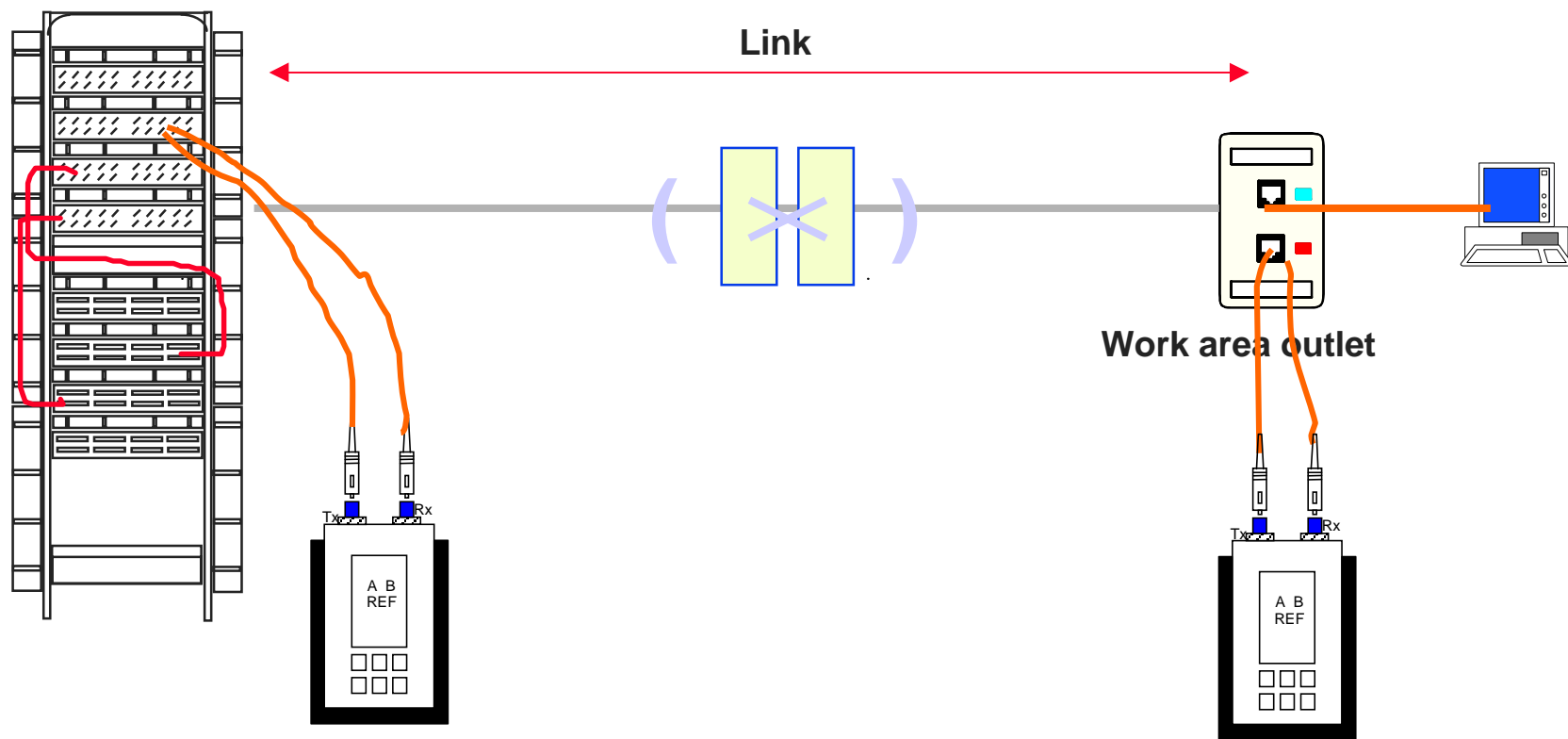
成端箱



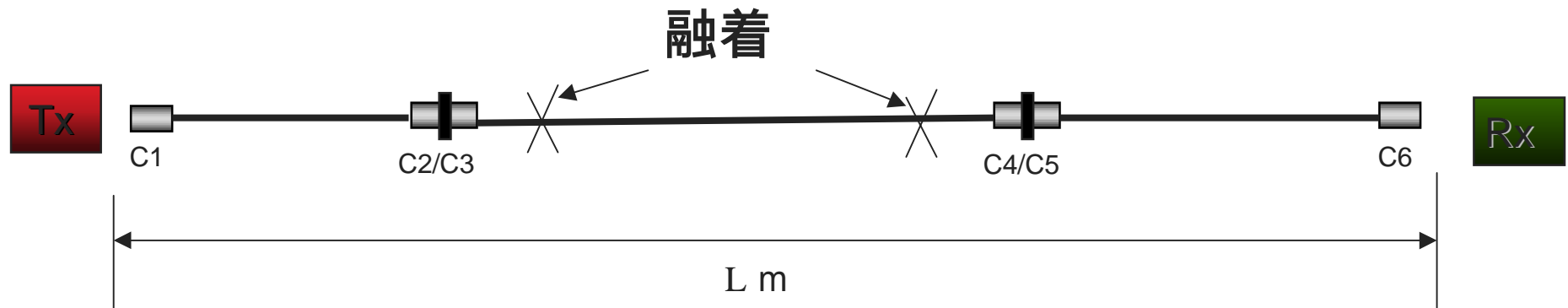
Linkの測定

上側：光パッチパネル

下側：LAN機器



損失の見積もり (基準値)

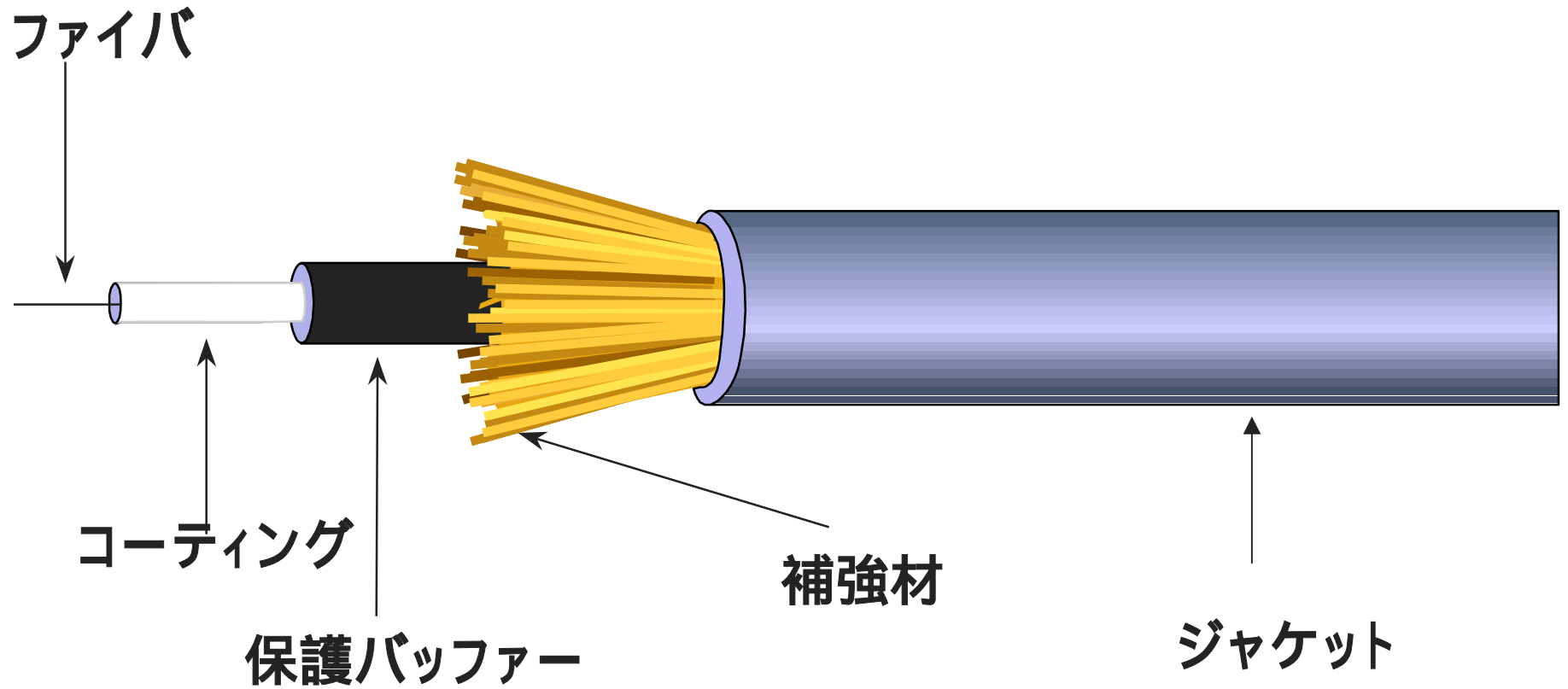


コネクタ / コネクタ接続	0.75 dB
融着	0.30 dB
ファイバ	1.5 dB/Km@1300nm, 3.5 dB/Km@850nm

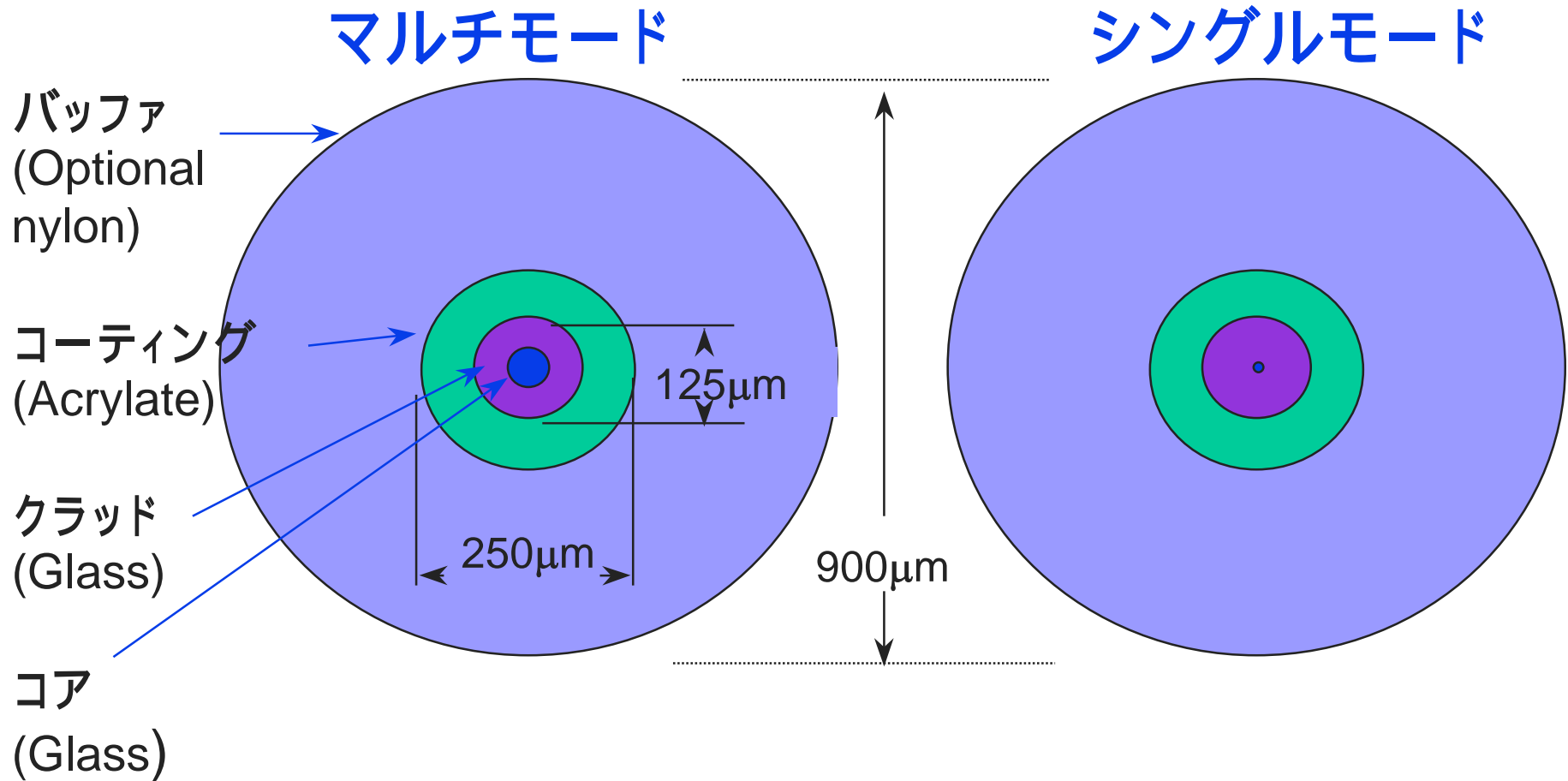


コネクタ部分が最も大きい

ケーブルの構成



光ファイバケーブルの構造



コネクタ-アダプタ-コネクタの接続損失

接続損失発生の原因

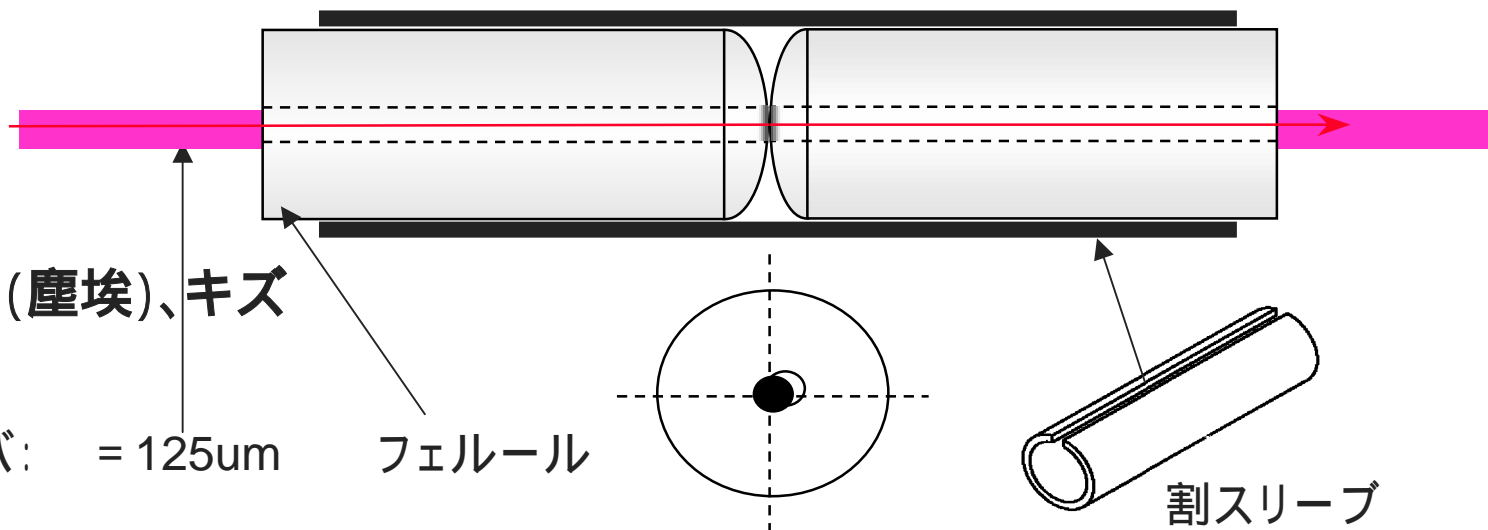
空隙

角度ずれ

軸ずれ

端面の汚れ(塵埃)、キズ

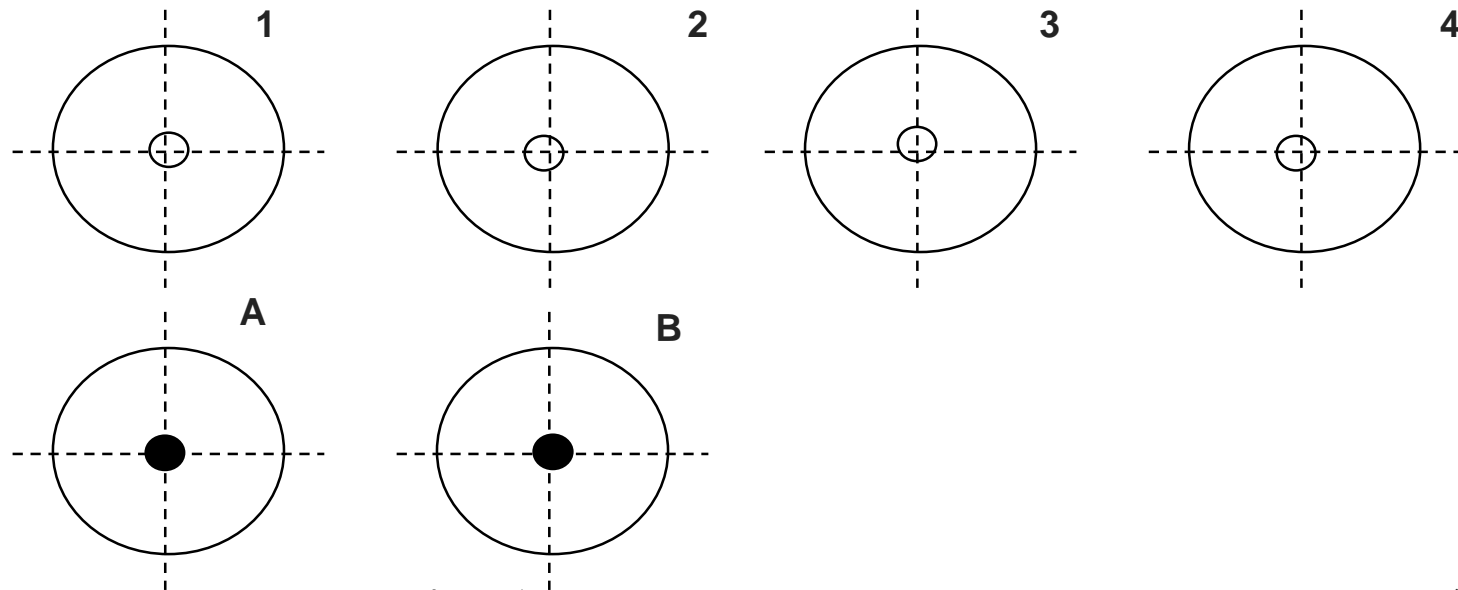
光ファイバ: = 125um フェルール



2つのコネクタがアダプタに正しく挿入されていると「空隙」と「角度ずれ」は無視して良い。「軸ずれ」は偏心(フェルール中の光ファイバのコアが中心線よりどの程度ずれているか)だけを考えれば良い。したがって接続損失は相対するコネクタの組み合わせにより発生する。


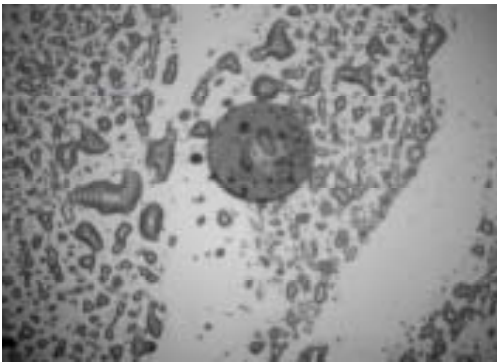
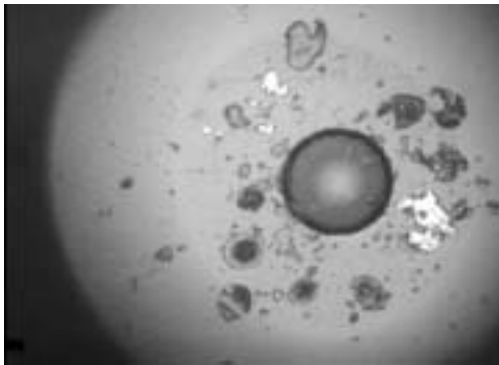
個別のパッチコードの損失は組み合わせた相手のコネクタが完全・無欠と仮定して、測定された全損失を被測定コネクタの損失としたものである。

測定用パッチコードの精度と測定結果



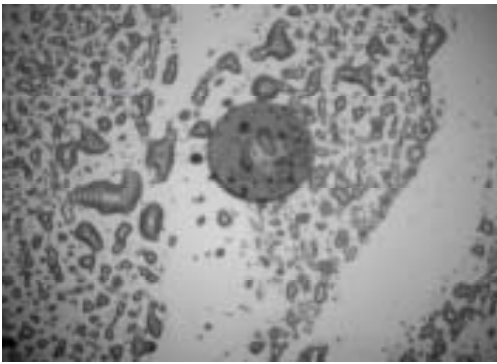
MMのパッチコード・ピッグテイル・現場付けコネクタの場合、ファイバのコア
の中心位置はフェルールの中心より若干ずれている(上記の1~4)。
それらを測定する際に使用するパッチコードのコネクタがAである場合と
Bの場合とでは測定結果が異なってくる。Aで測ると平均的にBで測るよ
り良い(1はBで測ったほうが良い値がでる)。従って、測定に使用するパ
ッチコードはそれように作られたものが望ましい。少なくとも接続損失が
小さいものを選別して用いるべきである。

フェルール端面の汚れ - 1

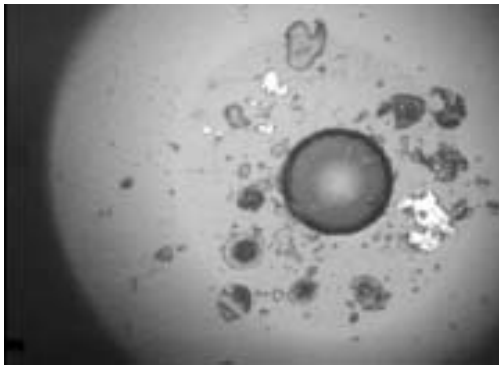
製造後に検査に合格したパッチコードの場合、のような状態である。しかし、現場で取りつけたコネクタや融着したコネクタをパッチパネルなどに装着する場合には  や  のようになることがあるので、アダプタに差し込む前には必ずフェルールを清掃することを心がけるべきである。



きれいな状態(MM)



指の皮脂による汚
れ(MM)



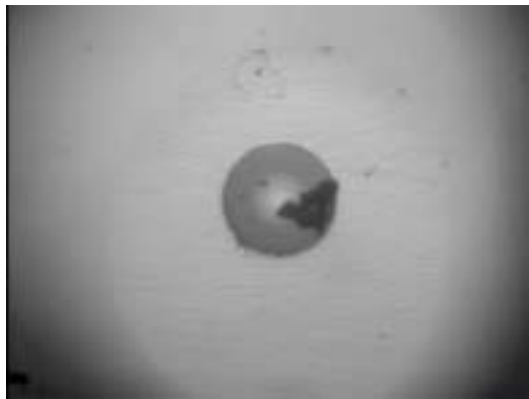
指の油に付着したゴ
ミ(MM)

Photography courtesy of Fluke Japan

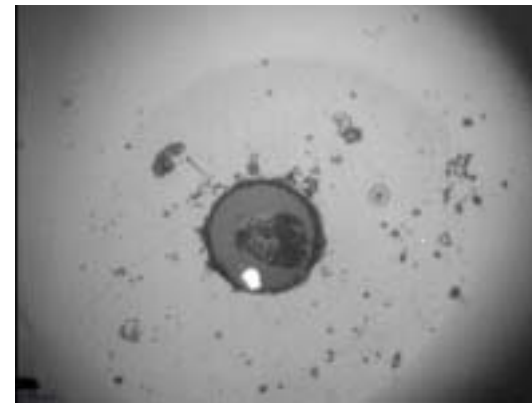


フェルール端面の汚れ - 2

最初はきれいであっても、測定を続けると(特に測定用パッチコードの)フェールの端面には汚れが付着していく。原因はフェールと割スリーブとの擦りあわせにより、主に割スリーブが削られてその微小な破片が付着することである。その例を以下に示す。従って、測定の際には少なくとも4回の挿抜毎に測定用のパッチコードの端面の清掃を行うべきである。



ゴミが付着したもの(MM)



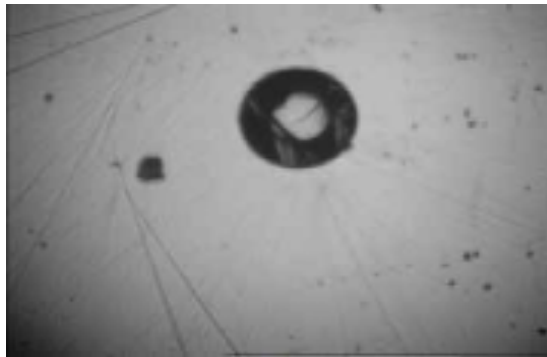
汚れがコア全体に覆いかぶさっている状態(MM)

Photography courtesy of Fluke Japan

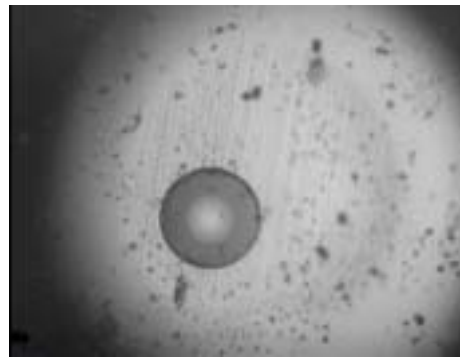


フェルール端面の汚れ - 3

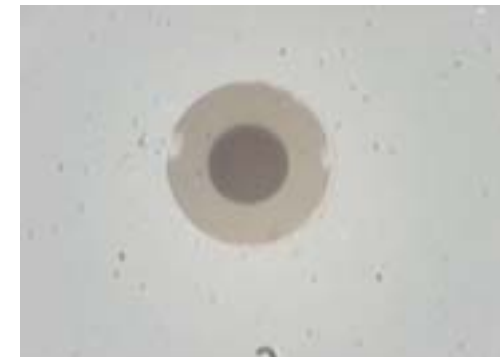
測定用のパッチコードは長期にわたって使われるのが常であるが、コネクタは挿抜を繰り返すと性能が劣化することに留意すべきである(のような状態で挿抜を繰り返すのだから端面が傷つくことは避けられない)。規格上の耐用回数は500挿抜であるが、せめて1,000挿抜を目安に測定用のパッチコードは取り替えることが望ましい。



端面にひびが入った状態(MM)



ゴミによる引っかきキズ(MM)



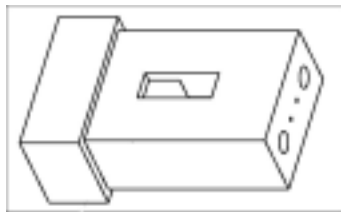
端面が「月のあばた」状態(MM)

Photography courtesy of Fluke Japan



フェルール端面の汚れ - 4

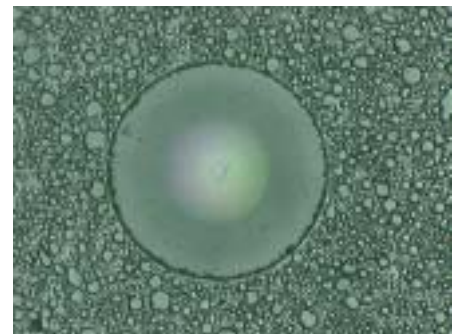
MT-RJの場合は挿抜を繰り返すことでMTフェールの嵌合ピン用の穴が摩耗することに留意する必要がある。ピン穴が広がると「軸ズレ」が発生する。また、フェルールは樹脂製のため、削られた粒子は容易に端面に付着する。



使用前



「あばた」



キズ

ピン穴



使用前



使用後

光コネクタ端面確認用顕微鏡

本体 (x100) : 502978-1

universal adapter for 2.5mm ferrule (502977-1)が付属
していますので、SC, ST, FC等の2.5mm ferrule をもったコネク
タ全てに対応します。

追加オプション

切断面確認用アダプタ : 1596822-1

MT-RJ用アダプタ : 492749-1

MPO用アダプタ : 492414-1

LC用アダプタ : 1278997-1

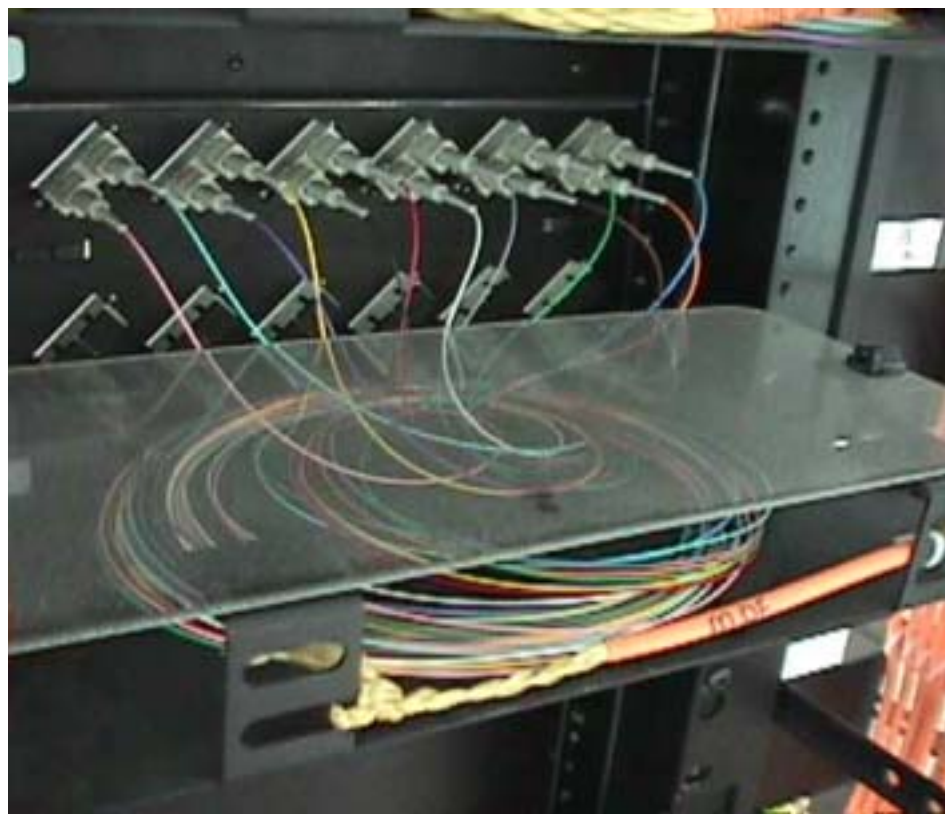
三脚 : 502965-1



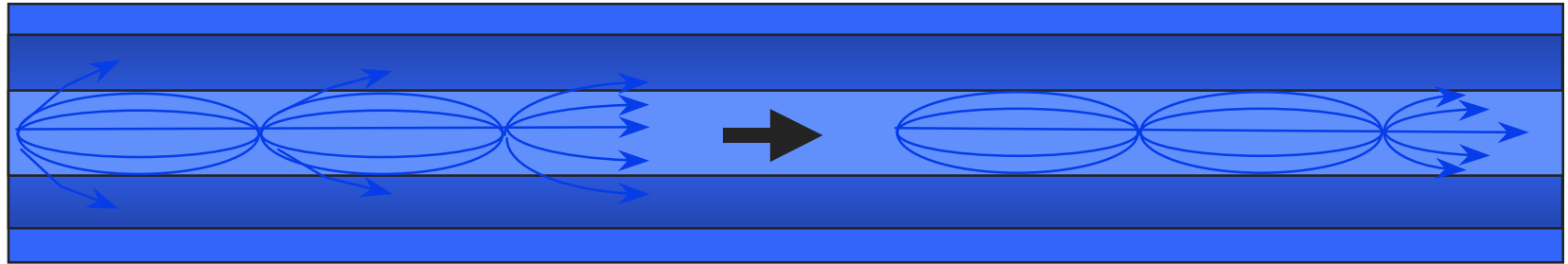
光ファイバラックの実装例

パッチパネルを裏側からみたものである。測定する場合には前面から行うことになるが、一旦パッチパネルに実装すると、それを外して端面の確認・清掃を行うのが大変である。したがって、実装する前には確実に端面を清掃することが重要である。時間があれば実装しない状態でリンクの測定を行い、全てが合格したら、実装して再度測定することが望ましい。

パッチパネルの前面から後側のコネクタの端面を確認する機器もあるので測定前に確認してもよい。



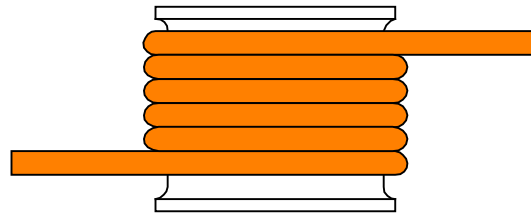
EMD: 平衡分布モードとは



マルチモードGI光ファイバに入射した光には、
長い距離(200m超)を伝わり実際の通信に寄与するもの、と
途中でコアの外に洩れ出てしまうものがある。
の光だけになった状態をEMDと呼ぶ。

ところが、挿入損失を測定する際に短いパッチコードを使って基準値を設定する(ゼロ調)との光もパワー・メータに届くため、基準値が大きく設定される事になり、測定された挿入損失の値は実際のものよりいくらか悪くなる。これを防ぐ(の光を強制的に除去する)ために励振器の使用が推奨されている。ところが励振器は一般に高価なため、簡易的にモード・スクランブラ(マンドレル)で代用する事も認められている。

Mandrel Wrapping

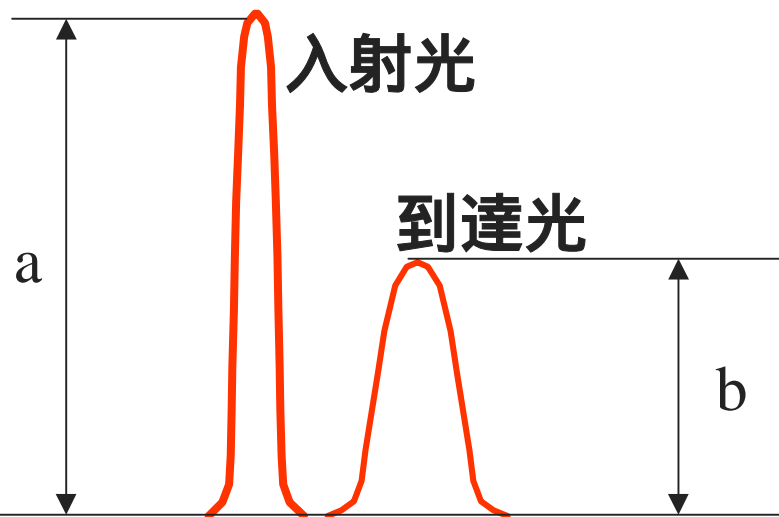


5回巻いて固定する

TIA/EIAの規定するマンドレルの外径		
コア径	900 um cable	3.0 mm cable
50 um	25 mm	22 mm
62.5 um	20 mm	17 mm

励振器やマンドレルを使うのは光源がLEDの場合である。LEDはビームの広がりが大きくコア全体に光が入射する(Overfilled Launch)がVCSELやLD(レーザ)光源の場合はビームが細いため(Underfilled Launch)コアに入射した光はすべて通信に寄与するため励振器やマンドレルを使う必要はない。

損失:入射光と到達(受)光の差



$$\text{Loss(dB)} = -10 \text{ Log}_{10} \left(\frac{\text{出力:b}}{\text{入力:a}} \right)$$

損失の原因

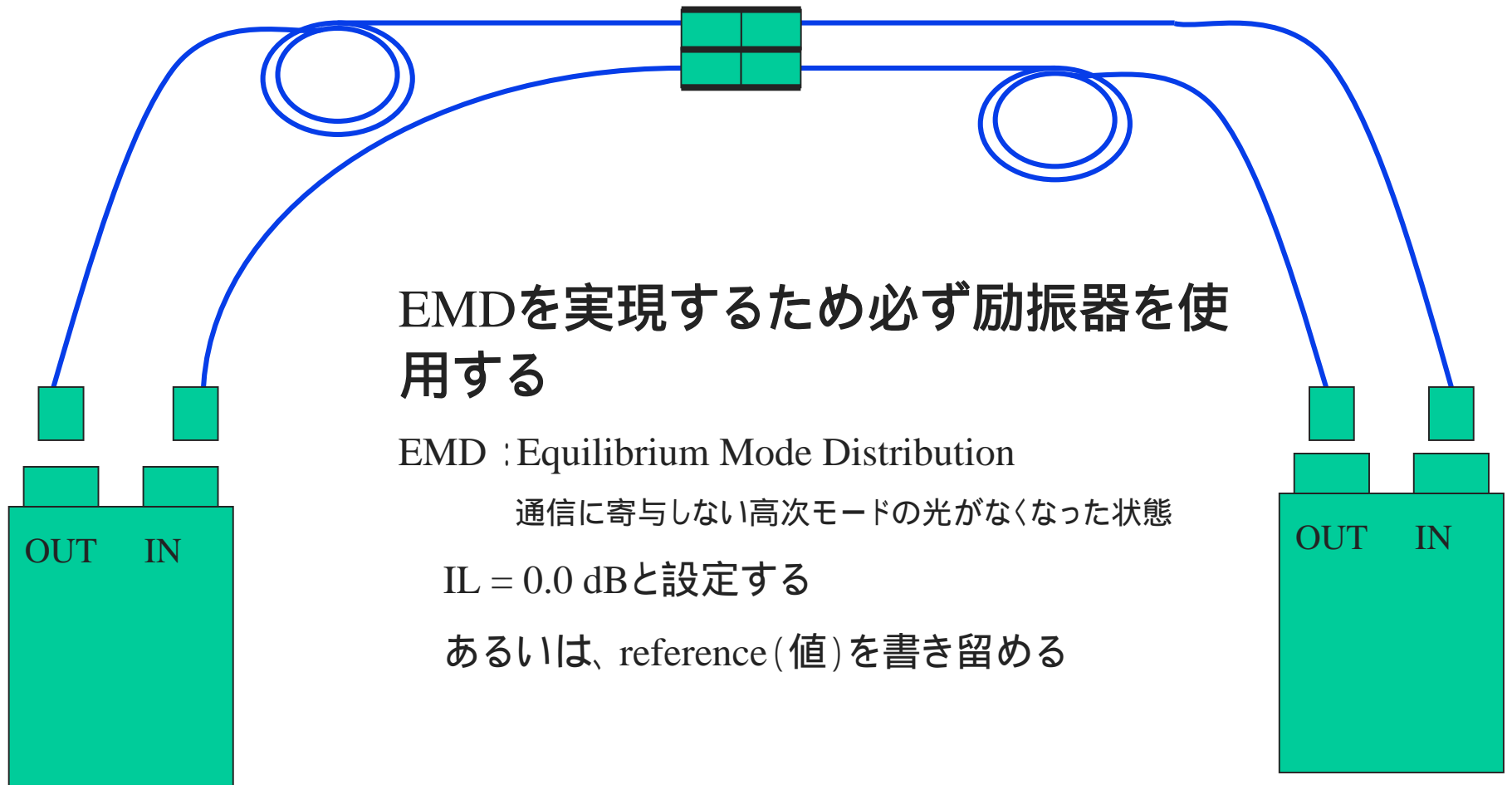
1. ファイバケーブルを伝わる際の光の減衰
2. **接続損失** コネクタ接続によるものや融着部分の不整合によるものなど

損失 (dB) と相対強度

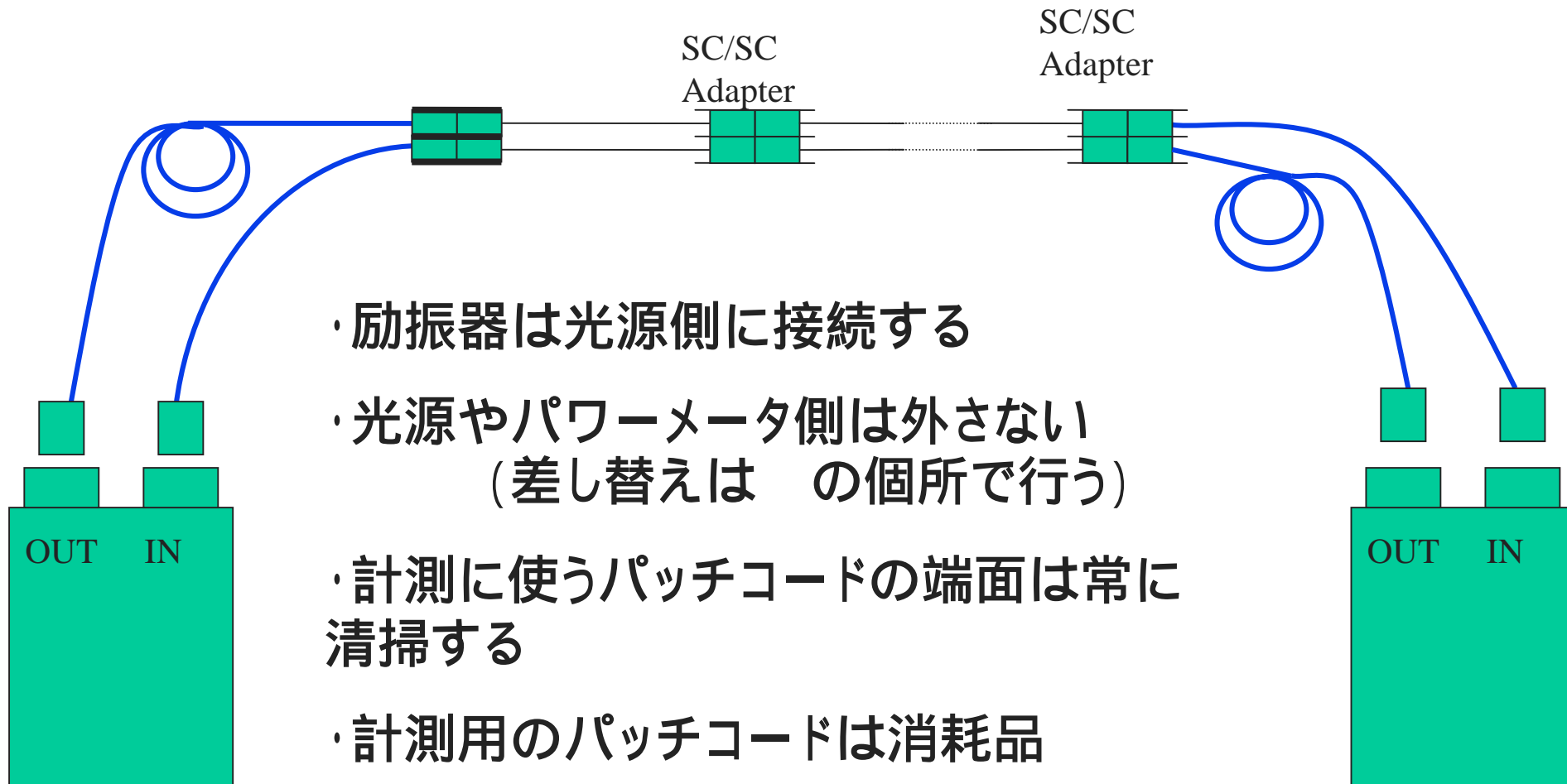
損失(dB)	b/a	損失(dB)	b/a
0.1	0.977	1.2	0.759
0.2	0.955	1.5	0.708
0.3	0.933	2.0	0.631
0.4	0.912	3.0	0.501
0.5	0.891	4.0	0.398
0.6	0.871	5.0	0.316
0.7	0.851	10.0	0.100
0.8	0.832	20.0	0.010
0.9	0.813	30.0	0.001
1.0	0.794	40.0	0.0001

2% 違うと0.1dB位変動する--->注意して測定するのとししないのでは大違い。
端面を清掃し、測定用のパッチコード・マンドレルを使用する。
測定機器の誤差も+ / - 0.2dB程度はある。

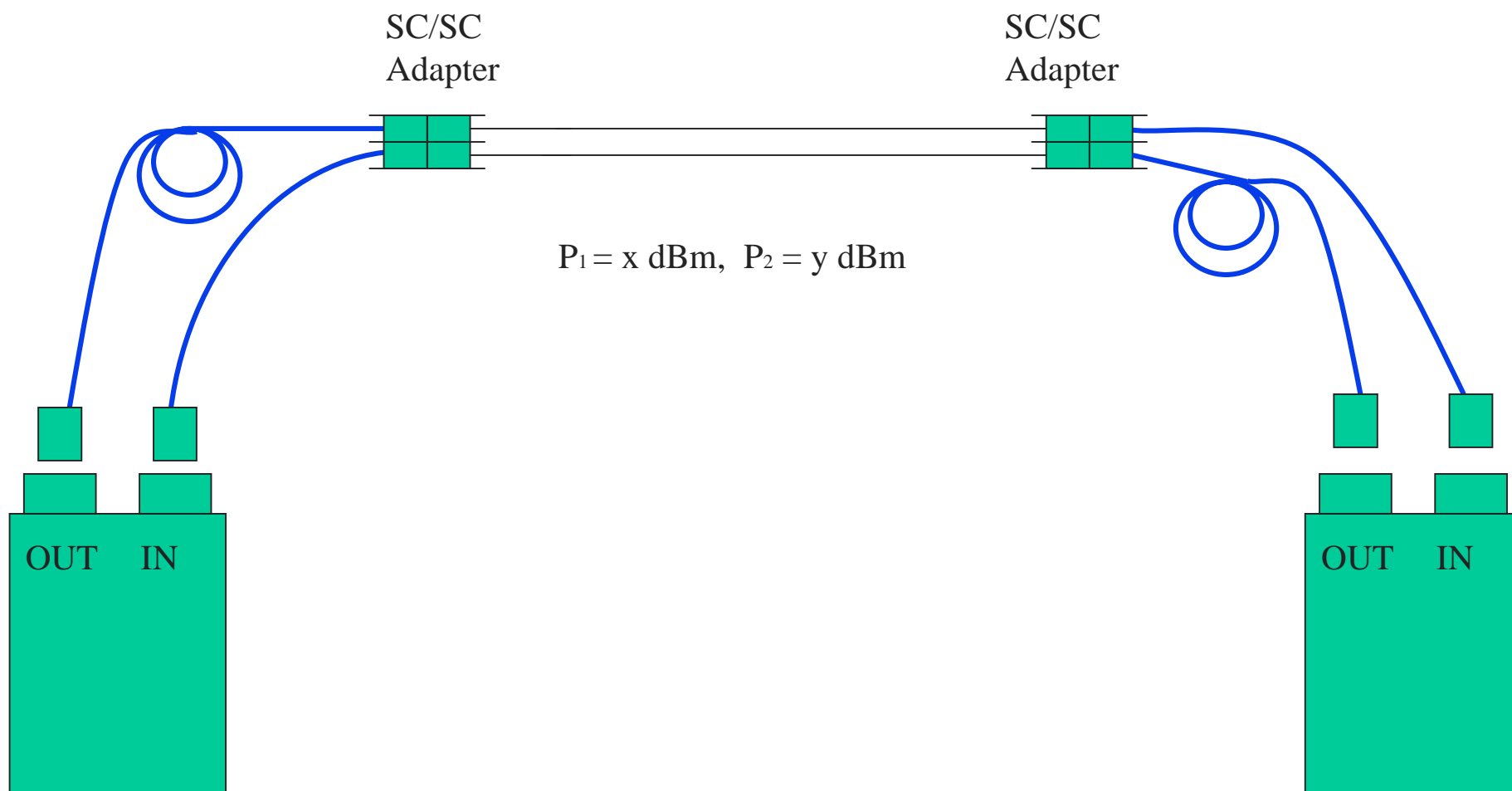
測定方式手順 - 1 キャリブレーション



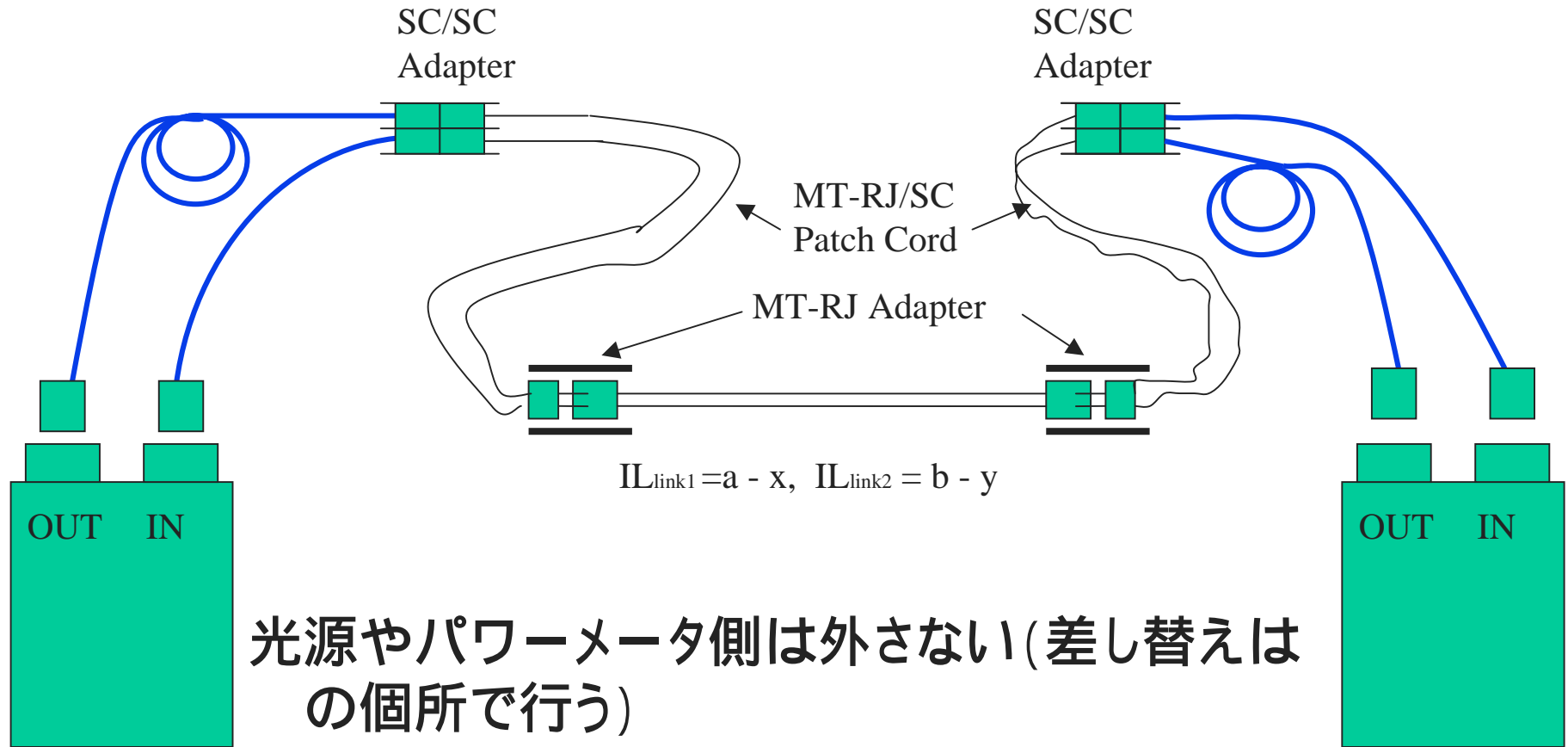
測定手順 - 2 計測



測定方式手順 - 1(MT-RJ) キャリブレーション



測定手順 - 2(MT-RJ) 計測



光源やパワーメータ側は外さない(差し替えは
の個所で行う)

計測に使うパッチコードの端面は常に清掃する

