

Catalyst 9000シリーズスイッチでのファイバリンクのトラブルシューティング

内容

[はじめに](#)

[前提条件](#)

[要件](#)

[使用するコンポーネント](#)

[背景説明](#)

[トラブルシューティング](#)

[Cisco Compatible Small Form Pluggable\(SFP\)トランシーバ](#)

[SFP規格](#)

[スピード機能](#)

[コネクタタイプ](#)

[ポリッシュタイプ](#)

[シングルモードファイバ\(SMF\)とマルチモードファイバ\(MMF\)](#)

[パラレル/シングルストランド/デュプレックスケーブル](#)

[波長](#)

[送信/受信電力](#)

[電圧と電流](#)

[Non-Return-to-Zero\(NRZ\)とPulse Amplitude Modulation Level-4\(PAM4\)](#)

[前方誤り訂正 \(FEC\)](#)

[モード帯域幅とケーブル長](#)

[関連情報](#)

はじめに

このドキュメントでは、光ファイバモジュールとケーブルの仕様の一部に対処することによって、光ファイバインターフェイスをトラブルシューティングする方法について説明します。

前提条件

要件

このドキュメントに関する固有の要件はありません。

使用するコンポーネント

このドキュメントの情報は、すべてのCatalyst 9000シリーズスイッチに基づくものです。これには、ドップラーベースのスイッチとSilicon One(S1)スイッチが含まれます。

このドキュメントの情報は、特定のラボ環境にあるデバイスに基づいて作成されました。このドキュメントで使用するすべてのデバイスは、クリアな（デフォルト）設定で作業を開始しています。本稼働中のネットワークでは、各コマンドによって起こる可能性がある影響を十分確認してください。

背景説明

光ファイバの取り扱いの複雑さは概算では不十分であるため、新しいファイバリンクを実装する際に誤りが生じる可能性があります。誤ったファイバケーブルを選択すると、パフォーマンスの低下、インターフェイスエラー、および接続の問題が発生する可能性があります。

トラブルシューティング

このドキュメントの目的は、[Cisco光デバイス間互換性マトリクス](#)に記載されている仕様の一部、および光ファイバリンクの実装とトラブルシューティングにおいてトランシーバとケーブルの仕様に特に注意する重要性について説明することです。

警告：光ファイバレーザーに目で触れると、眼が損傷することがあります。光ファイバレーザーを使用する場合は、安全上のセキュリティ対策を講じる必要があります。詳細は、『[光ファイバ接続の検査とクリーニング手順](#)』の「一般的な注意と警告」のセクションを参照してください。

Cisco Compatible Small Form Pluggable(SFP)トランシーバ

互換性のないSFPやサードパーティ製SFPを挿入すると、予期しない動作が発生する可能性があります。そのため、シスコ独自の互換性のあるトランシーバを使用していない場合は、リンクの安定性は保証されません。したがって、シスコ機器にはシスコ互換トランシーバのみを接続することを推奨します。互換性のあるトランシーバのリストは、[Cisco Optics-to-Device Compatibility Matrix](#)を参照するか、`show interface transceiver supported-list`コマンドを実行すると入手できます。

<#root>

Switch#

`show interfaces transceiver supported-list`

Transceiver Type	Cisco p/n min version supporting DOM
GLC-T	NONE
GLC-TE	NONE
GLC-SX-MM	NONE
GLC-LH-SM	NONE
GLC-ZX-SM	NONE
GLC-SX-MM-RGD	CPN 2274-02
GLC-LX-SM-RGD	CPN 10-2293-02
GLC-ZX-SM-RGD	CPN 10-2366-02
GLC-SX-MMD	ALL

!----Lines omitted for summarization----

インターフェイスに接続されているSPFモデルを調べるには、`show idprom interface`

コマンドを実行します。

```
<#root>
```

```
Switch#
```

```
show idprom interface twentyFiveGigE 1/0/24 | include PID
```

```
Product Identifier (PID)           = SFP-10G-LR-S
Switch#
```

 ヒント:SFPの動作に必要な最低限のCisco IOS® XEバージョンは、[互換性マトリクス](#)に記載されています。

SFP規格

SFP規格には下位互換性がある傾向がありますが、特定のインターフェイスではより高い規格をサポートできません。SFP規格は、同じスイッチの前面パネル上でも、ポートごとに異なる場合があります。これは、C9500-32QCスイッチモデルの場合です。したがって、[互換性マトリクス](#)にSFPが含まれていても、特定のインターフェイスとのSFPの互換性が保証されるわけではありません。そのため、ハードウェアの取り付けメモと照合して確認する必要があります。トランシーバのSFP標準を入手するには、[Cisco Optics-to-Device Compatibility Matrix](#)に移動するか、`show idprom interface`

コマンドを実行します。

```
<#root>
```

```
Switch#
```

```
show idprom interface twentyFiveGigE 1/0/24 | include Transceiver Type
```

```
Transceiver Type:                 = SFP+ 10GBASE-LR (274)
Switch#
```

スピード機能

リンクの両側に接続されているSFPが同じ速度をサポートしていることを常に確認することが重

要です。サポートされている速度は、「show interface capabilities」コマンドで確認できます。マルチギガビットリンクの速度とデュプレックスの設定は、ベストプラクティスと見なされ、一部のシナリオではリンクをアップ状態にするために必要です。

<#root>

Switch#

```
show interfaces twentyFiveGigE 1/0/24 capabilities | include Speed
```

```
Speed: 10000
```

コネクタ タイプ

コネクタのタイプが間違っていると、対応するSFPスロットにケーブルを接続できないため、この点を間違えにくくなります。ただし、SFPとケーブル配線を選択する際には、考慮することが重要です。トランシーバのコネクタタイプを調べるには、「[Cisco Optics-to-Device Compatibility Matrix](#)」に移動するか、show idprom interface コマンドを実行します。

<#root>

Switch#

```
show idprom interface twentyFiveGigE 1/0/24 | include Connector type
```

```
Connector type = LC
```

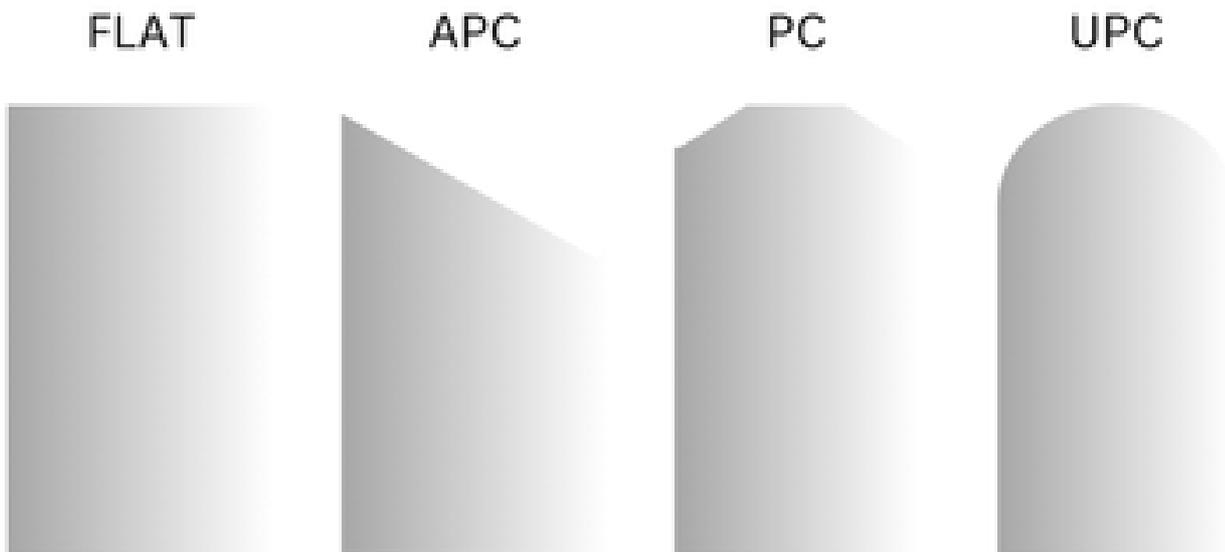
ポリッシュタイプ

ポーランドのタイプは、SFPを取得する際に最も無視される側面の1つですが、考慮する必要がある最も重要な側面の1つです。これは、信号を伝送する実際の媒体であるケーブルのコアの終端形態です。ポーランドのタイプは、光がレーザー/LEDトランスミッタに反射して戻る、許容可能なレベルの光反射損失(ORL)を提供するように設計されています。

ポリッシュタイプ	背面への反射
フラット	-30 dB
Physical Contact(PC)コネクタ	-35 dB
Ultra-Physical Contact(UPC)コネクタ	-55 dB
Angled Physical Contact(APC)コネクタ	-65 dB

 注：デシベルは対数(dBm)スケールなので、UPCのみをサポートするトランシーバにPCケーブルを接続すると、実際には、トランシーバのバックリフレクションは想定されるレベルの100倍になります。

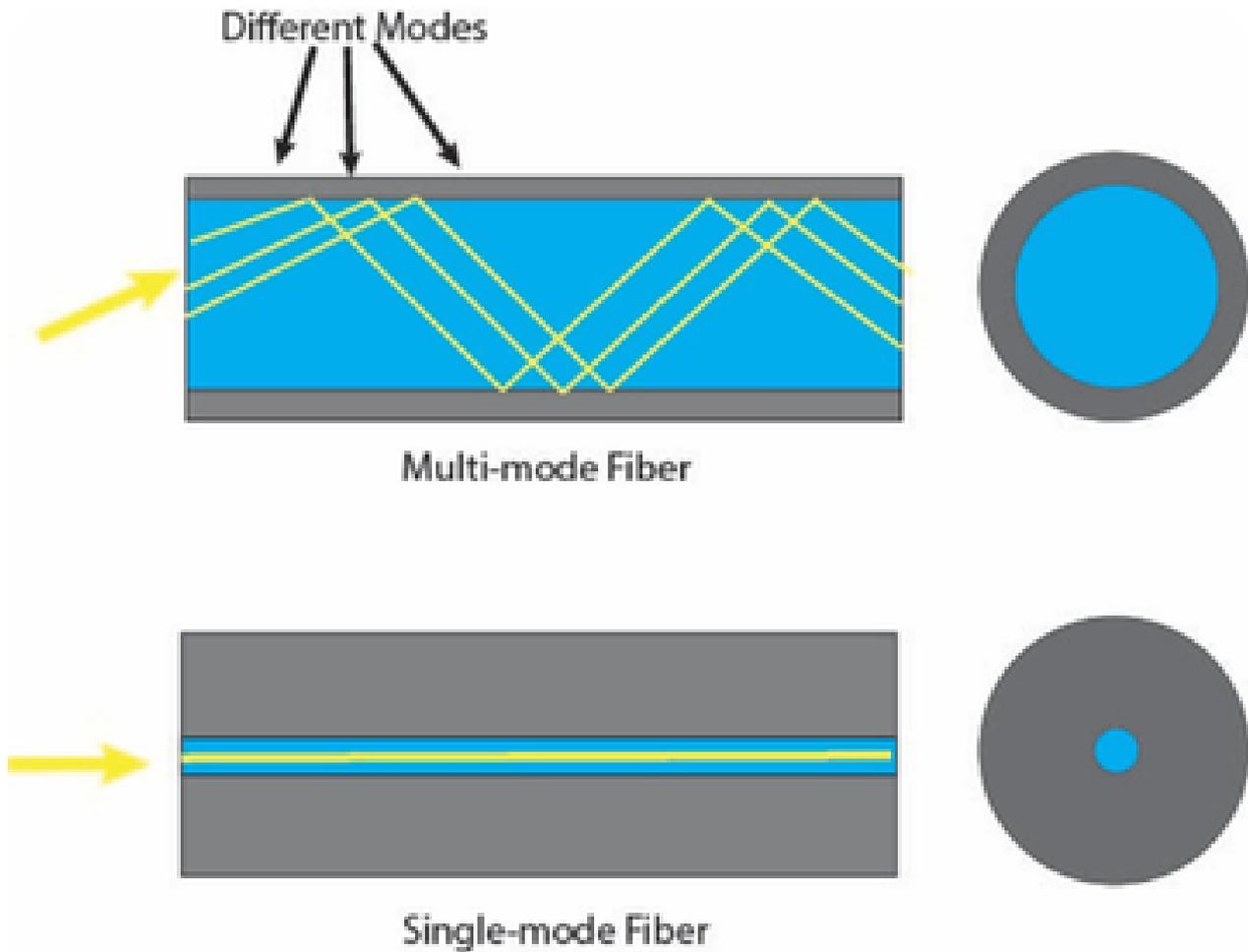
ポーランドのタイプを間違えると、ORLレベルが原因でトランシーバが損傷する可能性があり、せいぜい、リンクの不安定性やレイヤ1エラーの原因になる可能性があります。洗練されたタイプのケーブルを調べるには、『[Cisco Optics-to-Device Compatibility Matrix](#)』にアクセスしてください。SFPとケーブルが、必要なコアポリッシュタイプに適合していることを確認します。



UPC、PC、およびFLATコネクタは常に目視で識別できるとは限らないため、ケーブルベンダーから提供されている仕様を参照してください。

シングルモードファイバ(SMF)とマルチモードファイバ(MMF)

マルチモードファイバケーブルでは、光が宛先に到達するためのパスが異なります。一方、シングルモードケーブルでは、レーザー光のパスは1つしか許可されません。



シングルモードファイバ(SMF)とマルチモードファイバ(MMF)

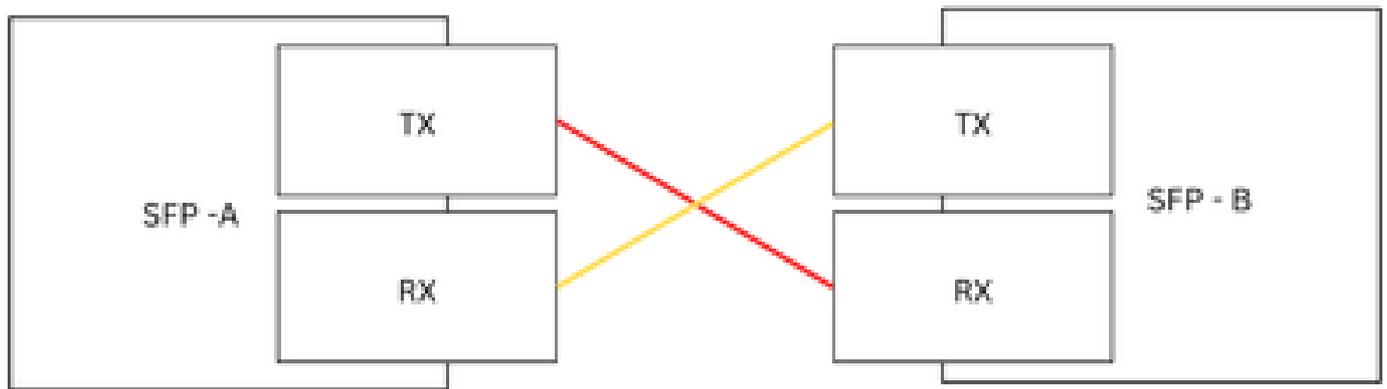
マルチモードファイバとシングルモードファイバをサポートするために必要なインフラストラクチャには、明確なアウトラインがあります。たとえば、SMFケーブルでは9ミクロンのコア幅が使用され、光を単一のパスで伝送できます。また、波長は1300 ~ 1500 nmの範囲に最適化されています。したがって、SFPとケーブルの両方がMMFまたはSMFファイバコンポーネントであることを確認してください。MMF/SMFモードを調べるには、『[Cisco Optics-to-Device Compatibility Matrix](#)』に移動してください。

パラレル/シングルストランド/デュプレックスケーブル

ケーブルタイプ	説明
シングルストランド	同じコアを介したデータの送受信を許可します。
二重	1つのコアを介してデータを送信し、セカンダリコアを介して受信できます。
パラレル	複数の並列コアを介してデータを送信し、対称数のコアを介して受信します。

デュプレックスケーブルには特に注意が必要です。送信側のトランシーバがリンクの反対側の受信側に接続され、偏波が適切に設定されていることを確認します。最悪のシナリオでは、送信側スロットがペアリングデバイスの送信側に接続されているため、起動しません。

Duplex Architecture



デュプレックスモード

Multi-fiber Push On(MPO)規格に依じて、この問題に対処するソリューションは複数あるため、パラレルリンクでは接続の極性の複雑さが増します。したがって、パラレルファイバリンクをトラブルシューティングする場合は、専用のマニュアルで調査することを検討してください。

波長

トランシーバのフォトディテクタは、電磁界の特定の赤外線波長を解釈するために校正されます。これらの波長の範囲は、MMFファイバリンクの場合は850 ~ 1300 nm、SMFの場合は1300 ~ 1500 nmです。

私たちの目が電磁スペクトルの特定の範囲を見ることができただけで、他には見ることはできないように、受光器は赤外線スペクトルの特定の波長を検出するように校正されています。誤ったレーザー/LED波長を選択すると、通信が可能な場合でも、トランシーバ間の通信が誤ることになります。両方のSFPが同じ波長で読み取り、送信できる必要があります。使用する波長を確認するには、[Cisco Optics製品情報](#)に移動するか、`show idprom interface`

detailコマンドを実行します。

<#root>

Switch#

```
show idprom interface twentyFiveGigE 1/0/24 detail | include laser wave
```

```
Nominal laser wavelength           = 1310 nm
```

非対称の受信(RX)/送信(TX)トランシーバでは、TX値とRX値が異なっており、リンクの反対側で逆に一致している必要があるため、注意が必要です。

送信/受信電力

リンクの相手側がSFP信号を確実に認識できるようにするには、電磁信号の強度が特定のしきい値を下回る必要があります。この信号はデシベルミリワット(dBm)で測定され、動作値がしきい値に含まれるかどうかは使用中のSFPによって異なります。現在のTXおよびRXのdBm値と、それらの上限および下限しきい値を取得するにはshow interfaces

transceiver detail、コマンドを実行します。

<#root>

Switch#

```
show interfaces twentyFiveGigE 1/0/24 transceiver detail
```

ITU Channel not available (Wavelength not available),

Transceiver is internally calibrated.

mA: milliamperes, dBm: decibels (milliwatts), NA or N/A: not applicable.

++ : high alarm, + : high warning, - : low warning, -- : low alarm.

A2D readouts (if they differ), are reported in parentheses.

The threshold values are calibrated.

Port	Temperature (Celsius)	High Alarm Threshold (Celsius)	High Warn Threshold (Celsius)	Low Warn Threshold (Celsius)	Low Alarm Threshold (Celsius)
Twe1/0/24	20.6	75.0	70.0	0.0	-5.0

Port	Voltage (Volts)	High Alarm Threshold (Volts)	High Warn Threshold (Volts)	Low Warn Threshold (Volts)	Low Alarm Threshold (Volts)
Twe1/0/24	3.30	3.63	3.46	3.13	2.97

Port	Lane	Current (milliamperes)	High Alarm Threshold (mA)	High Warn Threshold (mA)	Low Warn Threshold (mA)	Low Alarm Threshold (mA)
Twe1/0/24	N/A	26.7	75.0	70.0	18.0	15.0

Port	Optical Transmit Power	High Alarm Threshold	High Warn Threshold	Low Warn Threshold	Low Alarm Threshold
------	---------------------------	-------------------------	------------------------	-----------------------	------------------------

Port	Lane	(dBm)	(dBm)	(dBm)	(dBm)	(dBm)
Twe1/0/24	N/A	-2.2	3.5	0.5	-8.2	-12.2
Port	Lane	Optical Receive Power (dBm)	High Alarm Threshold (dBm)	High Warn Threshold (dBm)	Low Warn Threshold (dBm)	Low Alarm Threshold (dBm)
Twe1/0/24	N/A	-2.0	3.5	0.5	-14.1	-18.4

このシナリオでは、現在の受信電力は-2.0 dBmに等しく、右側のしきい値に基づいて許容される値です。-14.1 dBm未満または0.5 dBm (警告しきい値) を超える値は、データ品質に影響を与え、リンクフラップを引き起こす可能性があるため、問題と見なす必要があります。

<#root>

Port	Lane	Optical Receive Power (dBm)	High Alarm Threshold (dBm)	High Warn Threshold (dBm)	Low Warn Threshold (dBm)	Low Alarm Threshold (dBm)
Twe1/0/24	N/A	-2.0	3.5	0.5	-14.1	-18.4

ほとんどの場合、低警告しきい値を下回る受信電力値は、相手側のトランシーバ、リンクの反対側の端にあるトランシーバをホストしているデバイス、またはトランシーバを接続するケーブルに問題があることを示しています。同じことが、高警告しきい値を超える高受信電力の値にも当てはまります。Digital Optical Monitoring(DOM)センサーによって提供される値の不具合も考えられます。

これに対して、送信電力の測定に問題がある場合は、これらの値を提供するトランシーバ、またはトランシーバをホストしているスイッチに問題があることを示しています。DOMセンサーによって提供される値の不具合も考えられます。

 注：これらの値は、Digital Monitoring Sensor(DOM)モジュールによって提供されます。DOMはすべてのトランシーバに統合されているわけではありません。必要な最小Cisco IOS® XEバージョンは、トランシーバをホストしているスイッチによって異なります。トランシーバDOMの互換性と必要な最小のCisco IOS® XEバージョンを確認するには、『[Cisco](#)』

 [Optics-to-Device Compatibility Matrix](#)』に移動します。

トラブルシューティングの際は、インターフェイスが動作状態のときにトランシーバの出力が許容値を提供し、インターフェイスが不意にダウンしたときに出力される値が大きく異なる場合があります。正確には、受け入れられたしきい値を超えるか下回ると、これらの値が突然変更されるためです。スイッチがこれらのしきい値の違反を通知できる場合でも、必ずしもそうであるとは限らず、問題の検出が困難になります。これを回避するには、インターフェイスがダウンしたときにこれらの値を監視するEmbedded Event Manager(EEM)スクリプトを作成することが、この問題に対処する1つの方法です。Catalyst 9000シリーズスイッチでEEMスクリプトを設定するには、Cisco Digital Network Architecture(Cisco DNA)サブスクリプションが必要です。

EEMは、Cisco IOS® XEのソフトウェアコンポーネントです。スイッチで発生するイベントを追跡および分類し、それらのイベントの通知オプションを提供することで、管理者の作業を容易にします。EEMを使用して、タスクを自動化したり、小規模な機能強化を行ったり、回避策を作成したりできます。

この例では、インターフェイス1/0/24がダウンすると、スクリプトがトリガーされます。このコマンドは、インターフェイスがダウンしたときのタイムスタンプとDOM値を記録し、その情報をスイッチのフラッシュメモリにあるlogs.txtファイルに保存します。

```
event manager applet connection_monitoring authorization bypass
event syslog pattern "Line protocol on Interface TwentyFiveGigE1/0/24, changed state to down" maxrun 10
action 010 syslog msg "EEM trigger event received: Int Twe1/0/24 is down. EEM INIT"
action 020 file open logs flash:logs.txt a+
action 030 cli command "enable"
action 040 cli command "terminal length 0"
action 050 cli command "terminal exec prompt expand"
action 060 comment "Capturing time stamp"
action 062 cli command "show clock"
action 064 file write logs "$_cli_result"
action 070 comment "capturing DOM values"
action 080 cli command "show interfaces twentyFiveGigE 1/0/24 transceiver detail"
action 090 file write logs "$_cli_result"
action 100 file close logs
action 120 syslog msg "EEM Successfully executed: DOM values for int Twe1/0/24 captured. EEM FIN"
```

電圧と電流

これらは、ダイオードが電子を低エネルギー段階に押し出すために必要な電気入力の指数関数的に関連する特性であり、このエネルギーを赤外線電磁波の形でレーザー/LED出力として使用される光子に変換します。SFPの動作を保証するためには、この電気入力が入力のしきい値内に収まっている必要があります。電流値と電圧値、および上限値と下限値を取得するには、`show interfaces transceiver detail` コマンドを実行してください。

<#root>

Switch#

show interfaces twentyFiveGigE 1/0/24 transceiver detail

ITU Channel not available (Wavelength not available),
Transceiver is internally calibrated.

mA: milliamperes, dBm: decibels (milliwatts), NA or N/A: not applicable.

++ : high alarm, + : high warning, - : low warning, -- : low alarm.

A2D readouts (if they differ), are reported in parentheses.

The threshold values are calibrated.

Port	Temperature (Celsius)	High Alarm Threshold (Celsius)	High Warn Threshold (Celsius)	Low Warn Threshold (Celsius)	Low Alarm Threshold (Celsius)
Twe1/0/24	20.6	75.0	70.0	0.0	-5.0

Port	Voltage (Volts)	High Alarm Threshold (Volts)	High Warn Threshold (Volts)	Low Warn Threshold (Volts)	Low Alarm Threshold (Volts)
Twe1/0/24	3.30	3.63	3.46	3.13	2.97

Port	Lane	Current (milliamperes)	High Alarm Threshold (mA)	High Warn Threshold (mA)	Low Warn Threshold (mA)	Low Alarm Threshold (mA)
Twe1/0/24	N/A	26.7	75.0	70.0	18.0	15.0

Port	Lane	Optical Transmit Power (dBm)	High Alarm Threshold (dBm)	High Warn Threshold (dBm)	Low Warn Threshold (dBm)	Low Alarm Threshold (dBm)
Twe1/0/24	N/A	-2.2	3.5	0.5	-8.2	-12.2

Port	Lane	Optical Receive Power (dBm)	High Alarm Threshold (dBm)	High Warn Threshold (dBm)	Low Warn Threshold (dBm)	Low Alarm Threshold (dBm)
Twe1/0/24	N/A	-2.0	3.5	0.5	-14.1	-18.4

この出力では、現在の電流は26.7ミリアンペアで、現在の電圧は3.30ボルトです。このシナリオでは、右側の警告しきい値に基づいて、70ミリアンペアを超える電流値または18ミリアンペア未満の電流値が問題と見なされます。

<#root>

High Alarm

High Warn Low Warn

Low Alarm

Current

Threshold

Threshold Threshold

Port	Lane	(milliamperes)	(mA)	(mA)	(mA)	(mA)
Twe1/0/24	N/A					
26.7						
		75.0				
70.0	18.0					
	15.0					

一方、右側の警告しきい値に基づいて、3.46ボルトを超える値または3.13ボルト未満の値が問題と見なされます。

<#root>

High Alarm

High Warn Low Warn

Low Alarm

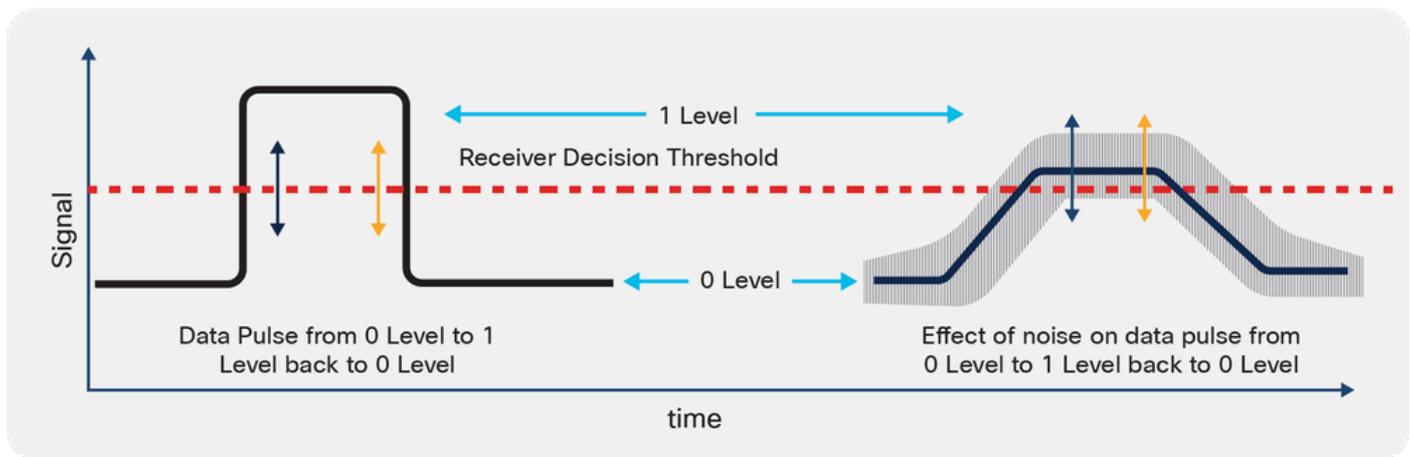
Voltage

Port	Threshold (Volts)				
Twe1/0/24					
3.30					
		3.63			
3.46	3.13				
	2.97				

これらの値の低い値と高い値は、SFPまたはSFPをホストしているスイッチの問題に関連しています。

Non-Return-to-Zero(NRZ)とPulse Amplitude Modulation Level-4(PAM4)

電磁気を介して0と1を通信するために、トランシーバは信号の強度を変化させ、電磁波の範囲を増減させます。したがって、範囲を二分割します。これは、Non-Return-to-Zero(NRZ)シグナリングと呼ばれます。



Non-Return-to-Zero(NRZ)シグナリング

高性能リンク (例: 100G/秒) の場合、この通信方法は最適化されたPAM4(この[ダウンロード可能な表](#)を参照)のために使用されない可能性があります。この表では、1ではなく2進数が表現されており、強度範囲が4つの部分に分割されています。したがって、これら2つの方式の間でミスマッチがあると、光ファイバトランシーバ間の通信ミスを引き起こす可能性があります。両側に、ハイパフォーマンスリンク用に実装された適切なシグナリング方式があることを確認します。

前方誤り訂正 (FEC)

FECは、ビットストリーム内の特定の数のエラーを検出して修正するために使用される技術で、高速ファイバリンク (25G、100G、400Gなど) の送信前に、冗長ビットとエラー訂正コード (ECC) をメッセージブロックに付加します。モジュールメーカーであるシスコは、仕様に準拠するようにトランシーバを設計します。光トランシーバがCiscoホストプラットフォームで動作している場合、FECはホストソフトウェア(この[ダウンロード可能な表](#)を参照)で検出された光モジュールタイプに基づいて、デフォルトで有効になっています。ほとんどの場合、FECの実装は、光ファイバタイプでサポートされる業界標準によって決まります。

FEC対応トランシーバは、`show interface`

`capabilities` コマンドの出力でこの属性を識別する特別なフィールドをリストします

```
<#root>
```

```
Switch#
```

```
show interfaces hundredGigE 1/0/26 capabilities | in FEC
```

```
FEC: auto/off/c191
```

```
Switch#
```

この例では、FECの設定方法といくつかの使用可能なオプションを示します。

```
<#root>
```

```
switch(config-if)#
```

fec?

```
auto Enable FEC Auto-Neg
c1108 Enable clause108 with 25G
c174 Enable clause74 with 25G
off Turn FEC off
<p/re>
```

show interface コマンドを使用して、FEC設定を確認します。

<#root>

```
TwentyFiveGigE1/0/13 is up, line protocol is up (connected)
  Hardware is Twenty Five Gigabit Ethernet, address is xxxx.xxxx.xxxx (bia xxxx.xxxx.xxxx)
  MTU 9170 bytes, BW 25000000 Kbit/sec, DLY 10 usec,
    reliability 255/255, txload 1/255, rxload 1/255
  Encapsulation ARPA, loopback not set
  Keepalive set (10 sec)
  Full-duplex, 25Gb/s, link type is force-up, media type is SFP-25GBase-SR
```

Fec is auto

```
input flow-control is on, output flow-control is off
ARP type: ARPA, ARP Timeout 04:00:00
```

!----Lines omitted for summarization----

FECの複雑さについては、このドキュメントでは説明しません。詳細については、「[Cisco OpticsにおけるFECとその実装について](#)」を参照してください。

モード帯域幅とケーブル長

ヘルツは、周波数とも呼ばれる電磁波の1秒あたりのサイクルを表します。周波数が高いほど、SFPの速度が速くなります。モード帯域幅は、信号を劣化させずに1キロメートルあたりにサポートされるケーブル/SFP周波数を測定します。これにより、デバイス間のケーブル長が制限されます。この場合は、周波数/長さの品質関係を解釈する必要がないため、ケーブル/SFPの組み合わせでサポートされる長さを調べる方が簡単です。トランシーバでサポートされる長さを確認するには、『[シスコの光デバイス間互換性マトリクス](#)』に移動してください。

関連情報

[Catalyst 9000シリーズスイッチのポートフラップのトラブルシューティング](#)

[Cisco Optics-to-Device互換性マトリクス](#)

『Inspection and Cleaning Procedures for Fiber-Optic Connections』

FECとCisco OpticsでのFECの実装について

翻訳について

シスコは世界中のユーザにそれぞれの言語でサポート コンテンツを提供するために、機械と人による翻訳を組み合わせて、本ドキュメントを翻訳しています。ただし、最高度の機械翻訳であっても、専門家による翻訳のような正確性は確保されません。シスコは、これら翻訳の正確性について法的責任を負いません。原典である英語版（リンクからアクセス可能）もあわせて参照することを推奨します。