

日本語

## ユーザーマニュアル



# MXFS

## QuantumX BraggMETERモジュール

Hottinger Brüel & Kjaer GmbH  
Im Tiefen See 45  
64293 Darmstadt  
Germany  
Tel. +49 6151 803-0  
Fax +49 6151 803-9100  
info@hbkworld.com  
www.hbkworld.com

HBK FiberSensing, S.A.  
Rua Vasconcelos Costa, 277  
4470-640 Maia  
Portugal  
Tel. +351 229 613 010  
Fax +351 229 613 020  
info.fs@hbkworld.com  
www.hbkworld.com

Mat.:  
DVS: A05729 04 J00 00  
11.2023

© Hottinger Brüel & Kjaer GmbH

本書の内容は変更される場合があります。  
本書に記載のすべての内容は製品説明のための一般  
情報です。品質や耐久性を保証するものではありません。

# 目次

---

<b>1</b>	<b>技術詳細</b> .....	<b>6</b>
1.1	一般情報.....	6
1.2	システムコンポーネント.....	7
1.3	ソフトウェア.....	7
1.4	同期.....	7
<b>2</b>	<b>規制および認定に関する考慮事項</b> .....	<b>8</b>
2.1	環境に関する考慮事項.....	8
2.1.1	古い製品の廃棄.....	8
2.2	レーザーの安全性.....	8
2.2.1	シンボル.....	9
2.2.2	クラス1レーザー.....	9
2.2.3	一般的な注意事項.....	9
2.3	認証.....	10
2.3.1	CEマーク.....	10
2.3.2	UKCAマーク.....	10
2.3.3	ATEXマーク.....	10
2.3.3.1	法律と指令.....	11
2.3.3.2	ネムプレートMXFSDI.....	11
2.3.4	火災安全性.....	11
2.3.5	汚染物質排出限度の表示（中国への納品の場合）.....	11
2.4	本書で使用している記号.....	12
<b>3</b>	<b>運転</b> .....	<b>13</b>
3.1	コネクタ.....	13
3.2	設定.....	13
3.2.1	電源.....	13
3.2.2	PCおよびその他のモジュールへの接続と同期.....	14
3.2.2.1	単独のEthernet接続.....	15
3.2.2.2	PTP同期による複数のEthernet接続.....	15
3.2.2.3	複数のEthernet接続とFireWire同期.....	16
3.2.2.4	その他の可能な接続.....	17
3.2.3	PCへの通信設定.....	17
3.3	設置.....	23
3.3.1	MXFSの設置方法.....	23
3.3.2	取付ケースクリップ.....	23
3.4	ステータス表示.....	27
3.5	メンテナンス.....	27

3.5.1	摩耗部品	27
3.5.2	換気	28
3.5.3	光コネクタ	28
3.5.4	校正	28
3.5.5	ファームウェアのアップデート	28
3.6	工場出荷時の状態にリセット	28
3.7	光センサへの接続	29
3.7.1	概念と定義	29
3.7.1.1	コネクタ	29
3.7.1.2	チャンネル数	29
3.7.1.3	波長	31
3.7.1.4	強度	32
3.7.1.5	ダイナミックレンジ	33
3.7.1.6	スマートピーク値検出 (SPD)	33
3.7.1.7	信号	35
3.8	収集速度	37
3.8.1	スピードモード	37
3.8.2	距離効果	37
3.8.3	フィルタ	40
3.9	測定のトラブルシューティング	41
3.9.1	汚れたコネクタ	41
3.9.2	破損したコネクタ	42
3.9.3	一時的な測定オーバーフロー	43
<b>4</b>	<b>catmanソフトウェア</b>	<b>44</b>
4.1	MXFSを使用してプロジェクトの開始	44
4.1.1	同期	45
4.2	MXFS用のCatmanプロジェクト	46
4.2.1	サンプリングレート	47
4.2.1.1	収集速度	47
4.2.1.2	サンプリングレートとフィルタ	48
4.2.2	Configuring ranges of wavelength (波長範囲の設定)	50
4.2.2.1	検出されたピークのバンドを自動的に定義します	52
4.2.2.2	バンドを手動で個別に定義	54
4.2.3	本装置のセンサ	56
4.2.4	ソフトウェアのセンサ	57
4.2.4.1	波長	58
4.2.4.2	ひずみ	58
4.2.4.3	温度	62
4.2.4.4	加速度	63
4.2.4.5	汎用多項式	64

4.2.4.6	演算チャンネル.....	64
4.2.5	ゼロバランス.....	67
4.2.6	参照波長をリセット.....	68
4.3	本装置のリセット.....	69

## 1.1 一般情報

MXFS は、ファイバーブラッグ格子 (FBG) ベースのセンサを使用してデータ収集するための QuantumX ファミリのモジュールです。これは、HBK FiberSensing の定評ある BraggMETER テクノロジーをベースにしており、反射ブラッグピークの測定に連続的なスイープレーザースキャンを採用しています。また、内蔵した NIST にトレーサブルな参照波長により、常時自己校正を行い長期間安定した高精度計測が行えます。高ダイナミックレンジ・高出力のため、長距離配線や過酷な計測環境でも、高い分解能を実現します。

このモジュールでは、実際のサンプリングレートに対応したサンプリングレートの異なる 2 つの動作モードが可能です。

	MXFS DI
低速モード	100 S/s
高速モード	2000 S/s
センサ/コネクタ (最大数)	16
センサ/デバイス (最大数)	128

フィルタリングとダウンサンプリングは、両方のモードで使用できます。

全てのファイバブラッググレーティングピークデータを 8 個の光コネクタそれぞれに直列接続し同時にデータ取得することにより一台の MXFS-DI QuantumX BraggMETER モジュールあたり 128 チャンネルという非常に多くのチャンネルを使用してデータ収集できます。

モジュール式の QuantumX ファミリは、汎用アプリケーション向けに設計されています。このファミリの各種モジュールは、計測タスクに応じて個別に組み合わせて使用でき、インテリジェントな接続が可能です。MXFS では、PTPv2 の同期が可能です。

MXFS BraggMETER モジュールには、12 ヶ月のメンテナンスライセンスを含む catman Easy ソフトウェアが付属しています。

QuantumX モジュールの操作に関する一般的な詳細は、QuantumX モジュールのドキュメントに記載されています。当社の Web サイトでこのドキュメントを参照してください。

本文は、次の機置に対応しています。

品番	説明
1-MXFS8DI1/FC	Dynamic Quantum X BraggMETER モジュール、FC/APC 光コネクタ 8 個付き

## 1.2 システムコンポーネント

MXFS セットには次のものが含まれます。

品番	数量	説明
1-MXFS8DI1/FC	1	MXFS DIインテロゲーター
	1	Catman Easy ソフトウェアライセンス

消費電力と通信は、希望の取り付け方法と設定によって異なります。

モジュールをスタンドアロンとして動作させるには、さらに次の点を考慮する必要があります：

品番	数量	説明
1-KAB271-3	1	電源コード
1-NTX001	1	電源アダプタ
1-KAB239-2	1	Ethernetクロスオーバーケーブル 2m

## 1.3 ソフトウェア

MXFSはオープンデータ収集システムです。これは、多くのオペレーティング、分析、および自動化ソフトウェアパッケージに統合できます。

ダウンロード可能なファイルは次のとおりです：

- MX Assistant および Common API：モジュールの取得およびデータ機能をサポートする最新の無料デバイスアシスタント。
- catman Easy/AP：最大 20,000 チャンネルの測定データを取得するための強力な専門家向けソフトウェアです。catmanEasy は、MXFS とともに追加コストなしで提供されます。
- LabView のドライバ
- IEEE1394b FireWire用 Windowsデバイスドライバ

## 1.4 同期

MXFS は、QuantumX ファミリーで使用可能な同期方法に従います：

- NTP
- PTPv2
- EtherCAT (CX27 経由)
- IRIG-B (MX440B または MX840B 経由)

### お知らせ

同期方法と設定の詳細については、*QuantumX ユーザーマニュアル (A03031)* を参照してください。

## 2 規制および認定に関する考慮事項

### 2.1 環境に関する考慮事項

#### 2.1.1 古い製品の廃棄



付属の記号の組み合わせ交差アウト式車輪付きビンと実線のバー記号が製品に添付されている場合は、製品が欧州指令 2002/96/EC の対象であり、欧州連合および他の国々で別個の回収システムを使用して適用されることを意味します。すべての電気製品および電子製品は、政府または地方自治体が指定した収集施設を経由して、自治体の廃棄物ストリームまたは家庭とは別に廃棄する必要があります。古い製品を適切に廃棄することで、環境や人間の健康に悪影響を及ぼす可能性を防止できます。

古い製品の廃棄方法の詳細については、製品を購入した都市オフィス、廃棄物処理サービス、または販売店にお問い合わせください。HBKファイバーセンシングは、ANREEE に登録されているメーカーです。「Associação Nacional para o Registo de Equipamentos Electricos e Electronicos」(PT001434) に登録されています。HBK FiberSensing 社は、Amb3E 社と「Utente」タイプの契約を締結しました。この契約により、メーカーの HBK Sensing 社から EEE 社への電子機器および電子機器の廃棄物管理（電気機器および電子機器の配置など）を確実に移管し、E 社の HBK FiberSensing 社から Amb3E 社への電気機器の移転を保証しました。

### 2.2 レーザーの安全性

MXFS Interrogator のコアにはレーザーが含まれています。レーザーは、人に危険な光源です。低出力レーザーでも、人の目に危険が及ぶ可能性があります。レーザー光の一貫性と発散度が低いことは、目で網膜の非常に小さなスポットに焦点を合わせることができることを意味し、その結果、局所的な燃焼により永久的な損傷が発生します。レーザーは、波長と最大出力電力によっていくつかの安全クラスに分類されます：クラス 1、クラス 1M、クラス 2、クラス 2M、クラス 3R、クラス 4。



## 2.2.1 シンボル



## 2.2.2 クラス1レーザー

MXFSはクラス1レーザー製品です：《通常の操作中に目や皮膚の損傷を引き起こす強度のレーザー放射ができないと判断されるレーザーまたはレーザーシステム。》  
通常の使用条件下では安全です。クラス1レーザー装置を使用するための安全要件はありません。

レーザーの安全性	
レーザータイプ	ファイバーレーザー
レーザークラス (IEC60825-1)	1
チャンネルあたりの標準出力	約0.3 mW (-5 dBm)
チャンネルあたりの最大出力	約0.5 mW (-3 dBm)
波長	1500~1600 nm

## 2.2.3 一般的な注意事項

レーザー装置を使用するすべての人は、リスクに注意する必要があります。レーザー光は人間の目には見えませんが、ユーザーの目にダメージを与える可能性があります。このレーザーは、装置の電源をオンにすると起動されます。

ユーザーは、データアダプタの水平面上に目を向けたり、光コネクタが覆われていない状態にしたりしないでください。目の負傷のリスクが大きい場合は、常に適切な目の保護が必要です。光チャンネルが使用されていない場合（光コネクタがインテロゲータに接続されていない場合）は、コネクタを適切なコネクタキャップで保護してください。光コネクタは、メンテナンスや点検の対象となります。メンテナンス手順については、ページのセクション3.9“測定のトラブルシューティングを参照してください”41。

故障したインテロゲータを開けたり、修理したりしないでください。修理およびキャリブレーションのためには、HBKに返却する必要があります。

## 2.3 認証

### 2.3.1 CEマーク



本製品には CE マークが付いており、製品の安全性および電磁適合性に関する該当する国際的な要件に準拠しています。これは、次の指令に準拠しています：Low Voltage Directive (LVD) 2014/35/EU – Electrical Safety Electromagnetic Compatibility (EMC) Directive 2014/30/EU。対応する適合宣言書は、ご要望に応じてご利用いただけます。

### 2.3.2 UKCAマーク



本製品には UKCA マークが付いており、製品の安全性および電磁適合性に関する該当する国際的な要件に準拠しています。これは、次の指令に準拠しています：Low Voltage Directive (LVD) 2014/35/EU – Electrical Safety Electromagnetic Compatibility (EMC) Directive 2014/30/EU。対応する適合宣言書は、ご要望に応じて入手可能です。

### 2.3.3 ATEXマーク



この製品はATEX認証を取得しており、ATEX指令2014/34/EUの要件に準拠しています。この製品にはExマーキングの承認をうけており、IEC/EN 60079-28に準拠して次の規格が承認されています。

- Zone 0 for gas group IIC;
- Zone 20 for dust group IIIC;
- Zone M1 for mining.

ATEX認証は、爆発の可能性のある環境で光学センサからのデータ収集をするためにこの製品を使用する場合に適用されます。爆発性雰囲気とは、可燃性のガス、蒸気、液体、可燃性の粉塵により爆発の危険性がある領域のことです。この製品は、爆発性雰囲気の光学センサからデータを安全に収集するように設計されています。したがって、安全に使用するために、このマニュアルの指示に従うことが重要です。

#### 注意

「光学的安全性」に関する情報  
危険な場所の外にデバイスを設置してください。光学放射はEN60079-28:2015に従って評価されました。光学放射は、グループI、II、IIIのすべての領域で照射することができます。各コネクタの最大出力光パワーは15 mW未満です。

### 2.3.3.1 法律と指令

接続、組み立て、および操作中は、装置を使用する国で適用されるテスト認証、規定、および法律を遵守してください。例えば、次のようなものがあります：

- National Electrical Code (NEC - NFPA 70) (USA);
- Canadian Electrical Code (CEC) (Canada);

危険領域アプリケーションのその他の規定には、次のものがあります：

- IEC 60079-14 (international);
- EN 60079-14 (EC).

### 2.3.3.2 ネムプレートMXFSDI

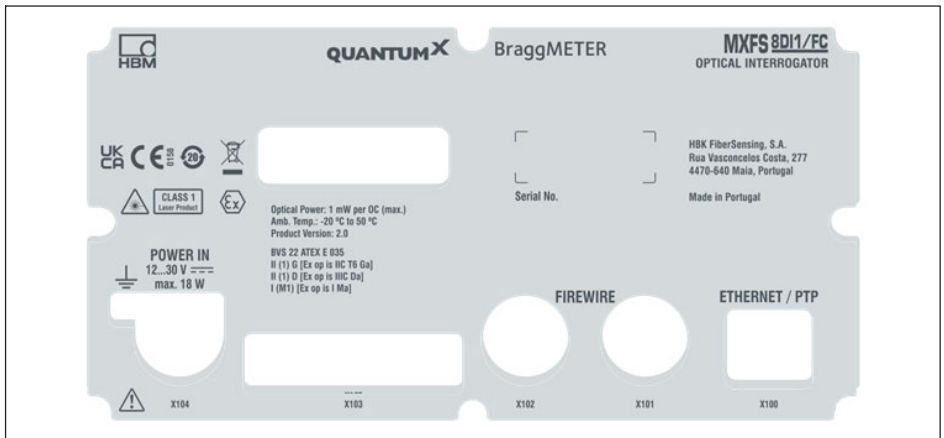


図2.1 MXFSDI背面ラベル

### 2.3.4 火災安全性

この製品は、危険レベルHL1、HL2、およびHL3について、EN 45545-2:2016およびEN 45545-2:2020に準拠しています。XフレームなしでMXFSモジュールを鉄道車両に取り付ける場合、DIN EN 45545-2のセクション4.3のグループ化ルールに従って可燃性質量を考慮する必要はありません。






### 2.3.5 汚染物質排出限度の表示（中国への納品の場合）



中国に供給される電子機器の排出制限の遵守に関する法定マーク

## 2.4 本書で使用している記号

ユーザーの安全に関する重要な指示事項は、特に強調して記載されています。事故や器物の破損を防止するためには、これらの指示に従うことが重要です。

シンボル	意味
 <b>注意</b>	この記号は、安全要求事項の順守を怠ると、軽微な、あるいは中程度の負傷事故につながる可能性を警告しています。
<b>注意</b>	この記号は、この安全要求事項の順守を怠ると、器物破損につながる <b>可能性</b> について、ユーザーの注意を促すものです。
 <b>重要</b>	この記号は、本製品またはその取り扱いに関する <b>重要</b> な情報に間してユーザーの注意を促すものです。
 <b>ヒント</b>	この記号は、ユーザーに役立つアプリケーションに関するヒントなどの情報を示しています。
 <b>情報</b>	この記号は、本製品またはその取り扱いに関する情報に対してユーザーの注意を促すものです。
強調する部分 参照 ...	文章内のテキストを強調するには、太字を使用しています。これにより、外部の文献やファイル、図、章への関連付けをしています。
	このマーキングは、手順内のアクションを示します。

## 3 運転

### 3.1 コネクタ

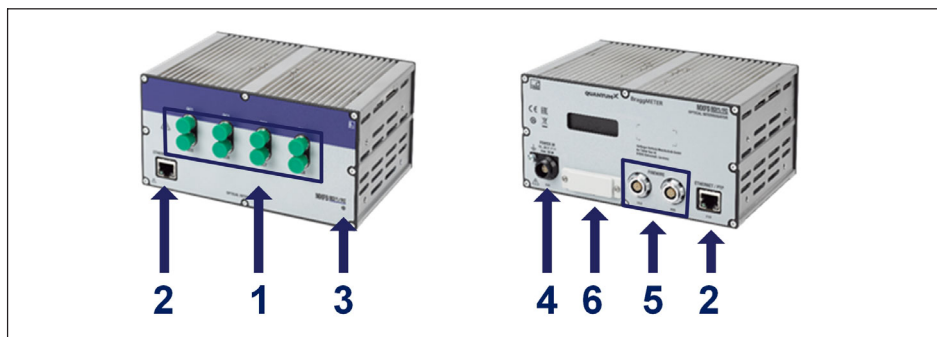


図3.1 MXFSの正面図と背面図

- 1 光コネクタ (FC/APC);
- 2 イーサネットコネクタ;
- 3 ステータスLED;
- 4 電源コネクタ;
- 5 FireWire コネクタ;
- 6 バックプレーンコネクタ;

### 3.2 設定

#### 3.2.1 電源

モジュールをDC電圧に接続するモジュールの消費電力と許容供給電圧範囲はモデルによって異なります。

	MXFS DI
最大消費電力	30 W
供給電源	12 V ~30 V

#### ! 重要

FireWire:

を介した電圧供給の場合: 『モジュール3台ごとに同じ電位の外部電圧供給が必要です。』

制限を超える電源電圧をモジュールにかけると、モジュールの回路が故障する可能性があります。電源電圧が下限値を下回ると、モジュールは電源オフになります。

始動手順中の電圧降下を防ぐために、バッテリーを使用する車両アプリケーションではバッテリーとモジュール間に、無停電電源装置（UPS）を設置することを推奨します。

時間同期データ収集のために、複数のモジュールが FireWire 経由で相互に接続されている場合、電源電圧をループスルーできます。使用される電源バックは、適切な出力を提供する必要があります。

IEEE1394b FireWire 接続ケーブルの最大許容電流は 1.5 A です。接続距離が長い場合は、電源を追加する必要があります。

複数のアンプを非同期で動作させる場合は、別々に電圧供給する必要があります参照図3.2)。

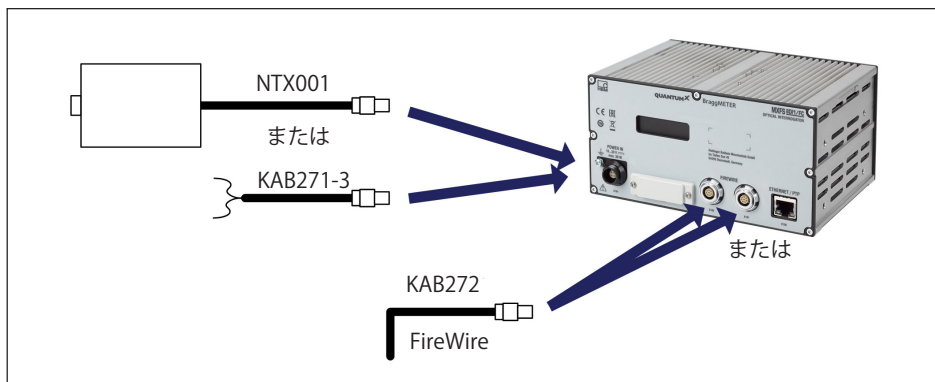


図3.2 電源装置の接続オプション

### 3.2.2 PCおよびその他のモジュールへの接続と同期

QuantumX MXFSモジュールは、同じファミリの他のQuantumX/SomatXRモジュールと同期するように設計されており、データを同期取得できます。この同期は、FireWireインターフェイスまたはEthernetインターフェイスを介してモジュールを接続することで実現できます。また、MXFSモジュールはゲートウェイとして機能し、FireWireを介して複数のモジュールから同期データを収集し、Ethernetインターフェイスクーブルを使用してPCに送信することもできます。正確なタイミングを維持するには、MXFSモジュールと他のデバイス間で適切な同期を確保することが不可欠です。同期方法と特定の製品の組み合わせの詳細については、catmanソフトウェア製品マニュアル（A05566 02、104ページ、「3.2.6複数のデバイスの同期」）を参照してください。

catman、MXAssistant、またはAPIを使用した同期方法の変更：NTPまたはPTP同期がアクティブまたは非アクティブになっている場合、装置の再同期には最大20秒の時間が必

要です。この間、ユニットは再ロックを実行し、システムLEDの色がオレンジ色に変わり、すべてのチャンネルの測定値がオーバーフローになります。この期間が経過すると、インテロゲーターは通常の動作に戻ります。

### 3.2.2.1 単独のEthernet接続

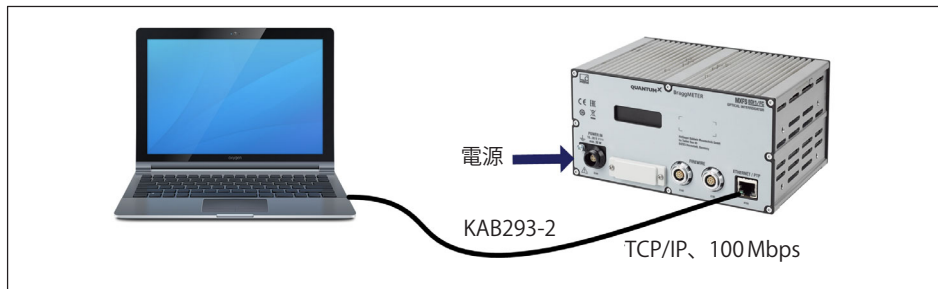


図3.3 単独のEthernet接続

#### メモ

旧型コンピュータではEthernetクロスオーバーケーブルを使用する必要があります。最近のPC/ラップトップは、オートクロス機能を備えたEthernetインターフェースになっています。この接続のためにEthernetパッチケーブルを使用することもできます。

### 3.2.2.2 PTP同期による複数のEthernet接続

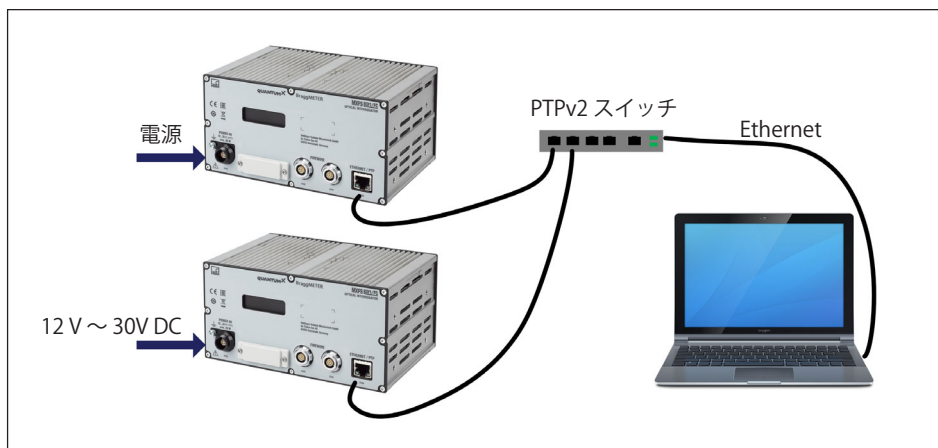


図3.4 EthernetとPTPv2による同期による多重接続

モジュールはEthernet PTPv2準拠スイッチを介してPCに接続できます。パッチケーブルを推奨します。

以下にいくつかの例を示します：

- HBK提供のEX23-R
- Siemensの拡張可能なXR324-12M
- HirschmannのRSP20またはMACH1000
- HartingのHa-VIS FTS 3100-PTP
- Rockwell 社の Stratix 5400

PTP Grandmaster クロックの例：

- MeinbergのLANTIME M600
- OmicronのOTMC 100

ここで紹介したスター構造を使用すると、一本のEthernetケーブルが接続不良でも他のモジュールからの計測データが失われることはありません。

### 3.2.2.3 複数のEthernet接続とFireWire同期

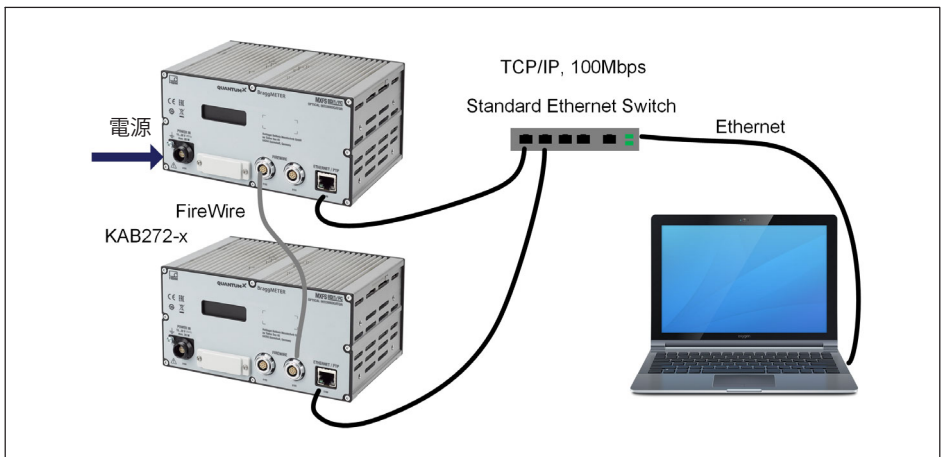


図3.5 同期したEthernetによる多重接続の例

モジュールの電源電圧は、上記の構成でFireWireを介して供給されます（FireWire経由で最大1.5 A；モジュールの消費電力については、ページの、第3.2.1章電源「13」）を参照。

この接続構造の利点：他のモジュールは、Ethernetケーブルが壊れている場合でもアクティブのままです。



### 3.2.2.4 その他の可能な接続

MXFS モジュールまたは MXFS と他の QuantumX モジュール間の接続には、他にもいくつかの可能性があります。

- FireWire を介した 1 つのモジュールの接続;
- FireWire を経由で複数のモジュールと接続;
- CX22 データ・レコーダへの接続;
- CAN バス出力信号の接続;
- アナログ出力の接続;
- EtherCAT または PROFINET 経由のリアルタイム出力の接続;
- など。…

一般的な Quantum X ユーザマニュアルを参照してください（ドキュメント A03031 は弊社 Web サイトからダウンロードできます）。

### 3.2.3 PC への通信設定

モジュールは、Ethernet（最大100 m）、FireWire（電気的には最大5 m、光学的には最大300 m）、または EtherCAT 経由で標準的な PC に接続できます。

Ethernet 経由の TCP/IP 通信では、次の点に注意する必要があります：

- ソフトウェアがネットワーク内にあるモジュール、または直接接続されているモジュールを検出できるように、デフォルト設定（DHCP/APIPA）を保持することをお勧めします。もちろん、固定 IP アドレスでモジュールをパラメータ化することもできます。これは、PC またはノート PC にも当てはまります。利点：これにより、特にノート PC を社内ネットワーク（DHCP）に接続しないで、迅速かつ自動的にネットワークを構築することができます。しかし、ノートブックとモジュール（peer-2-peer）間の直接操作は、自動アドレス指定（APIPA）を使用することで、同様に非常に迅速です。
- もちろん、PC やモジュールの Ethernet ネットワークアダプタは、特定の IP アドレスとサブネットマスクを使って手動で設定することもできます。

FireWire 接続を介して直接 IP-over-FireWire を設定する場合は、一般的な Quantum X ユーザマニュアル（弊社 Web サイトからダウンロード可能なドキュメント A03031）を参照してください。

#### モジュールの IP アドレスを設定するには：

- ▶ 自動設定のために DHCP/APIPA を有効にしてください。QuantumX に直接接続されている PC は、同様に DHCP に設定してください。
- ▶ 手動設定：DHCP を無効にし、PC で使用しているのと同じサブネットマスクアドレスを入力します。通信を許可するようにモジュールの IP アドレスを変更します（下記の例を参照）

例：

手動でIPアドレスを設定するーモジュール側

設定	IPアドレス:	サブネットマスク
変更前のモジュール	169.1.1.22	255.255.255.0
PC/ノートブック	172.21.108.51	255.255.248.0
変更後のモジュール	<b>172.21.108.1</b>	<b>255.255.248.0</b>

PCとモジュールのIPアドレスの最初の桁の数値グループは同じでなければなりません。

サブネットマスクアドレスの数値グループは、モジュールとPCで同一でなければなりません！

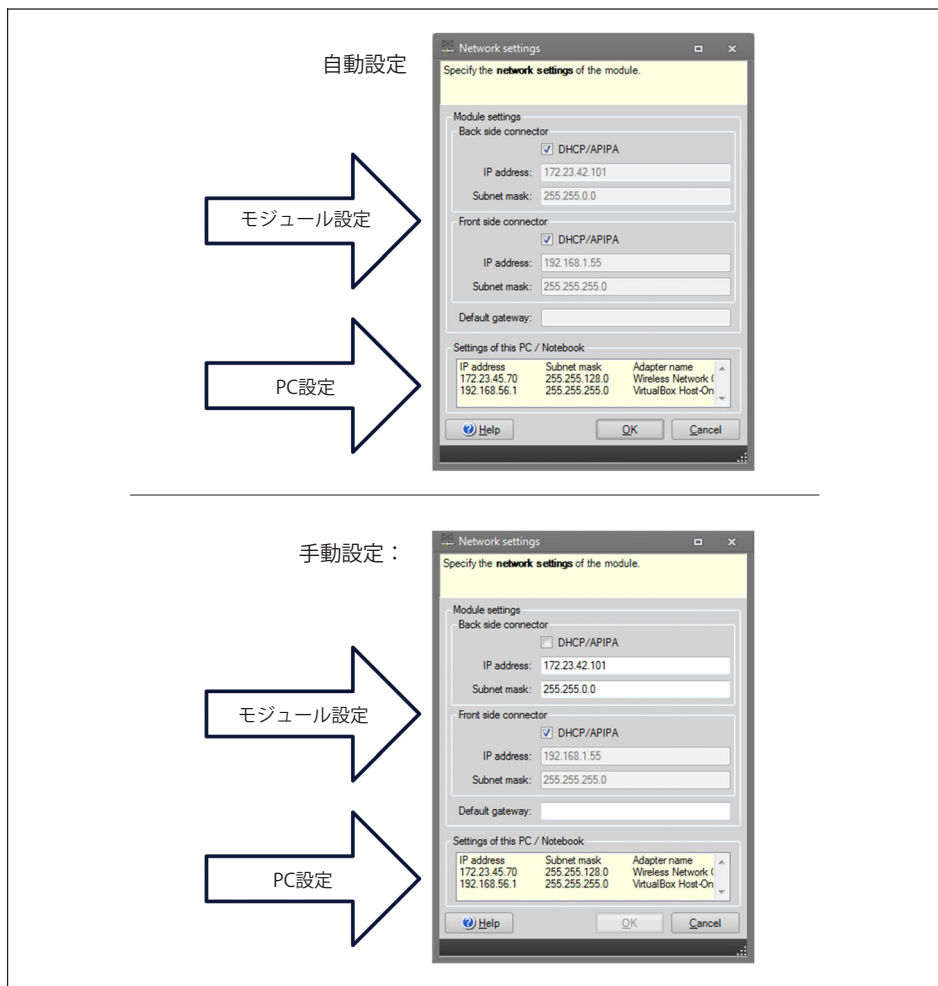


図3.6 直接接続の設定例

### Ethernet設定：PCのIPアドレスを調整する

固定された静的IPアドレスでモジュールを操作する場合は、[Alternative Configuration(代替設定)] (固定IPアドレスとサブネットマスク、ユーザ定義)を使用する必要があります。[Alternative Configuration(代替設定)]は、TCP/IPの下にあるEthernetアダプタのプロパティの中のTCP/IP properties (fixed IP address and subnet mask, user-defined)にあります。

- ▶ コントロールパネルで、[ネットワーク接続]を選択します。

- ▶ LAN接続の選択。に表示される画面図3.7が表示されます。プロパティをクリックします。

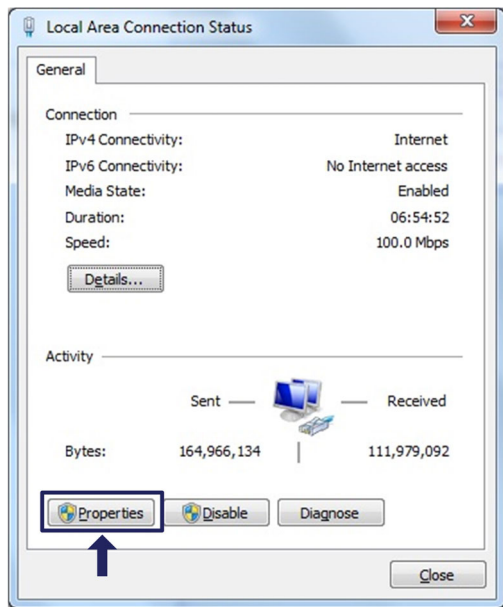


図3.7 ネットワークプロパティ

▶ プロパティボタン(図3.8)をクリックします。

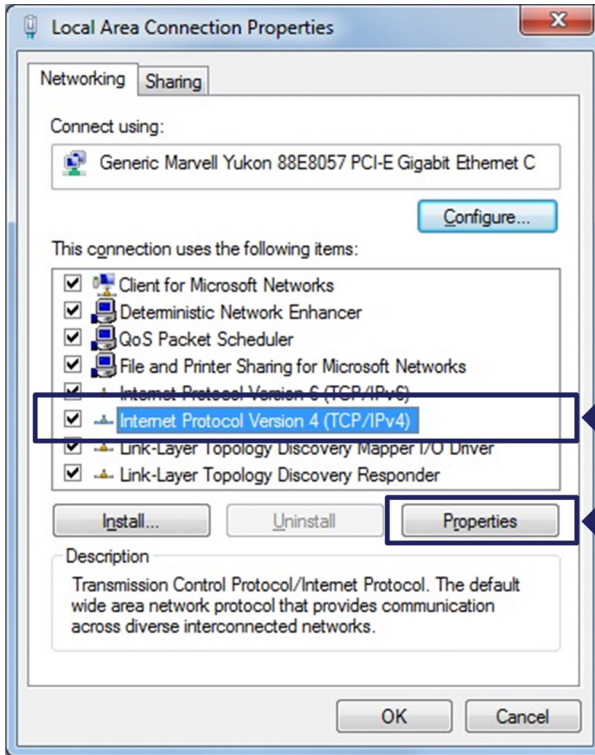


図3.8 TCP/IPv4

- ▶ IP address と Subnet mask (図3.9)を設定。

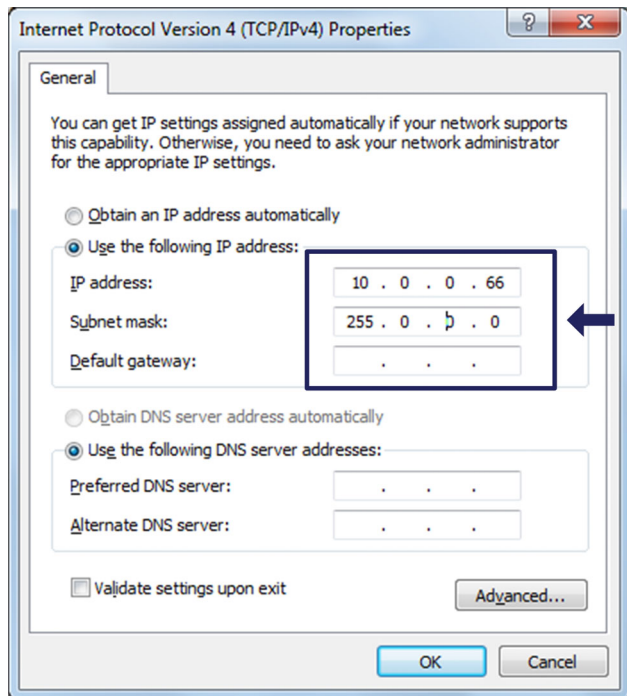


図3.9 IP およびサブネット

- ▶ OKを押します。

### Ethernetネットワークでのモジュールの統合

- ▶ DHCPを有効にしてOKを押します。次の確認画面が表示されます：

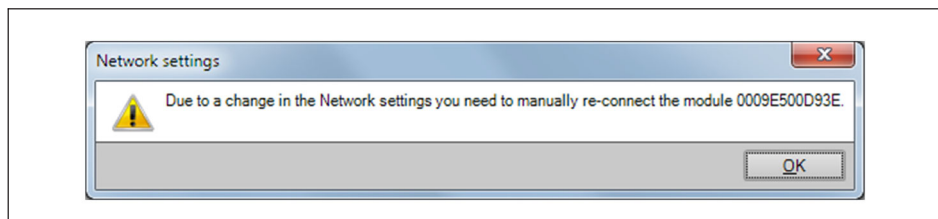


図3.10 DHCP 確認画面

- ▶ 設定を確定して、Yesを押します。現在の設定でモジュールが再起動されます。

## メモ

イーサネット設定 DHCP/APIPA では、DHCP サーバが QuantumX モジュールに IP アドレスを割り当てるのに一定の時間が必要になることに注意してください。ハードウェアをネットワークまたは PC に接続した後、約30秒待ってから catman を起動します。そうしないと、デバイスが見つからない可能性があります。

## 3.3 設置

### 3.3.1 MXFS の設置方法

MXFS インテロゲータを設置する際は、その配置に注意してください。MXFS インテロゲータにはアクティブな換気装置がついていないため、過熱を防ぐために換気の良い場所を選択することが重要です。

MXFS インテロゲータは、機能に影響を与えることなく、任意の方向に配置できます。ただし、光チャンネルに接続されている光ファイバケーブルは、ひずみや損傷を避けるために注意して取り扱う必要があります。

Quantum システムアセンブリでは、他の機器に比べて熱が発生する可能性があるため、MXFS インテロゲータを一番上に配置することをお勧めします。

ご質問がある場合やサポートが必要な場合は、HBK FiberSensing にお問い合わせください。

### 3.3.2 取付ケースクリップ

モジュールの電子部品は保護ケース (CASEPROT) で囲まれた金属製ハウジングに組み込まれています。これは、いくつかのデバイスを積み重ねて使用する場合に、センタリングにも役立ちます。また機械的損傷に対する一定の程度の保護が可能です。



図3.11 MXFS ケース保護あり

- 1 MXFSハウジング;
- 2 保護ケース;
- 3 上部サイドカバー ;
- 4 下部サイドカバー。

モデルはクリップオン接続(注文番号1 - CASECLIP)を介して一緒に固定することができます。

- ▶ 2.5六角ドライバ (図2の番号1) を使用して、Xフレームケース保護 (図1の番号2) を取り外します。ネジはデバイスの底面からアクセスできます。

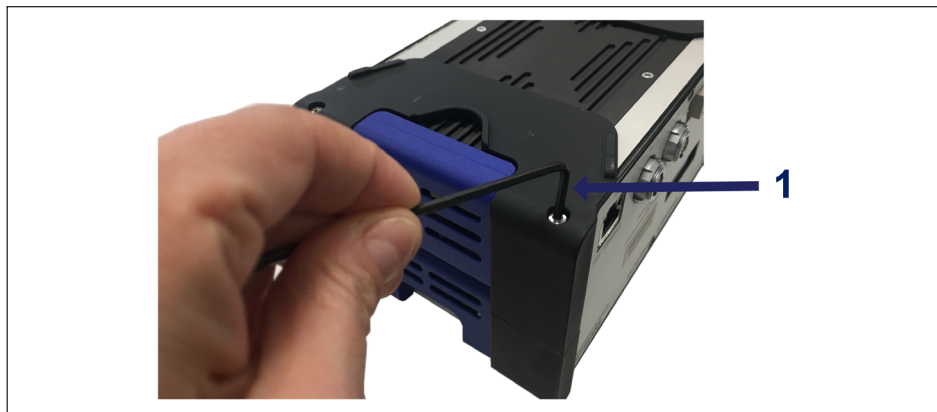


図3.12 ケース保護の取り外し

### **i** お知らせ

次の図に示すハウジングクリップの取り付けは、ハウジングの両側に実装する必要があります。両側に必要なCASECLIPセットは1つだけです。





図3.13 MXFSケース保護無し

- ▶ 2.5六角ドライバを使用して、下部サイドカバー（図3.11の4番）を取り外します。上部サイドカバーを所定の位置に保持します。



図3.14 底部サイドカバーの取り外し

- ▶ 2.5六角ドライバと付属のネジとワッシャを使用して、下部サイドカバーの代わりにCASECLIPを取り付けます。



図3.15 CASECLIPの取り付け



図3.16 CASECLIPがついているのMXFS

- ▶ オプションで、Xフレーム保護を取り付け直します。これで、他のQuantumXモジュールと同様に、インテロゲータを別のモジュールまたはCASEFIT (注文番号1-CASEFIT)にクリップできます。

### 3.4 ステータス表示

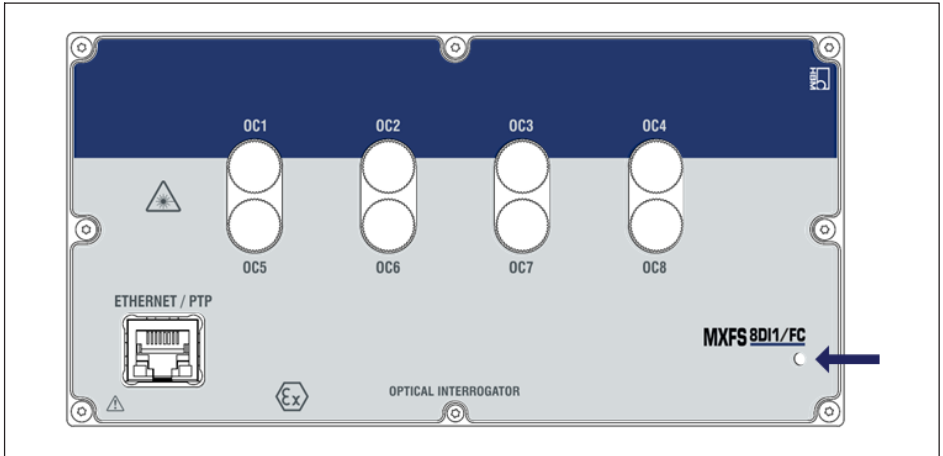


図3.17 MXFS正面図

MXFSの前面パネルには、異なる色で点灯するシステムLEDがあります。

システムLED	
緑	エラーなしで稼働中
橙	システムは準備ができていません。立ち上げ実行中 - 光モジュールがウォームアップ中です - 光モジュールがビジーです - NTP/PTP が同期していません
橙の点滅	ダウンロード中、システムは準備ができていません - ファームウェアのアップグレード中
赤	エラー

### 3.5 メンテナンス

#### 3.5.1 摩耗部品

HBK光学式インテロゲータには、機器の正しい動作を保証するために最低限の最低限の動作条件を必要とする摩耗部品（換気ファン、光学コネクタアダプタ、バッテリーなど）があります。摩耗部品は、使用状況や、湿度、温度、ほこりなど機器が動作する環境条件に依存するコンポーネントであるため、限定保証の対象となります。

定期メンテナンスは、実際の運転条件を考慮して、お客様が計画および管理する必要があります。摩耗部品の保証は、欠陥の原因が材料または製造上の不具合に明確に遡ることができる場合にのみ適用されます。

### 3.5.2 換気

MXFSは、アクティブ換気のない電子機器であり、デバイスの熱制御にファンを使用しないことを意味します。放熱領域は、デバイスの動作温度上昇以外の温度負荷にさらされないようにしてください。

### 3.5.3 光コネクタ

インテロゲータの光コネクタは劣化しやすく、誤挿入によって実際に破損する可能性があります（セクションを参照 3.9.2）“破損したコネクタ”。このような場合は、修理のためにインテロゲーターをHBK FiberSensingに返送する必要があります。

### 3.5.4 校正

BraggMETERインテロゲーターには、NISTトレーサブルガスセルが内蔵されており、常に校正された測定を保証します。このため、強制的な定期校正は必要ありません。ただし、規制上の理由や内部規則により、定期的な認定校正手順が必要になる場合があります。このような場合には、キャリブレーションサービス(注文番号S-FS-CAL)が利用可能で、HBKにリクエストすることができます。

### 3.5.5 ファームウェアのアップデート

QuantumXの操作に使用するファームウェアとソフトウェアは、常に最新の状態に保つことをお勧めします。

- ▶ 最新のファームウェアをHBMのWebサイトからダウンロードしてください。catman®を使用しない場合は、HBKのウェブサイトからのQuantumXソフトウェアパッケージをダウンロードしてください。

\\HBM\cat-manEasy\Firmware\QuantumX-B、または、  
C:\Tempの下にファームウェアを保存してください。

- ▶ catman を起動し、ネットワークでモジュールをスキャンして、推奨されるファームウェアアップデートを実行します。catman にはファームウェアが付属しています。これは通常以下の場所に格納されます：  
C:\Program Files\HBM\catman\Firmware\QuantumX-B.

Catmanを使用していない場合のモジュールのファームウェアをアップデートする方法については、一般的なQuantumX ユーザーマニュアル（弊社Webサイトからダウンロード可能なドキュメント A03031）を参照してください。

## 3.6 工場出荷時の状態にリセット

MXFSモジュールを工場出荷時の設定にリセットすると、デバイスで使用されている設定が削除されます：

- すべてのチャンネルを非アクティブにします；
- 設定されたすべての帯域を削除します；
- すべてのセンサタイプを相対波長に変更します；
- ゼロバランス値を削除します。

リセットは、MX Assistant、Common API、または catman ソフトウェアを使用して実行できます（詳細は次を参照: セクション4.3 “本装置のリセット”, の69ページ)。

## 3.7 光センサへの接続

### 3.7.1 概念と定義

#### 3.7.1.1 コネクタ

MXFS の前面パネルには、FC/APC 光コネクタが 8 個あります（図3.1を参照）。

このデバイスは、同じ光ファイバに直列接続された複数のファイバブラッググレーティング（FBG）センサを受信する準備ができています。

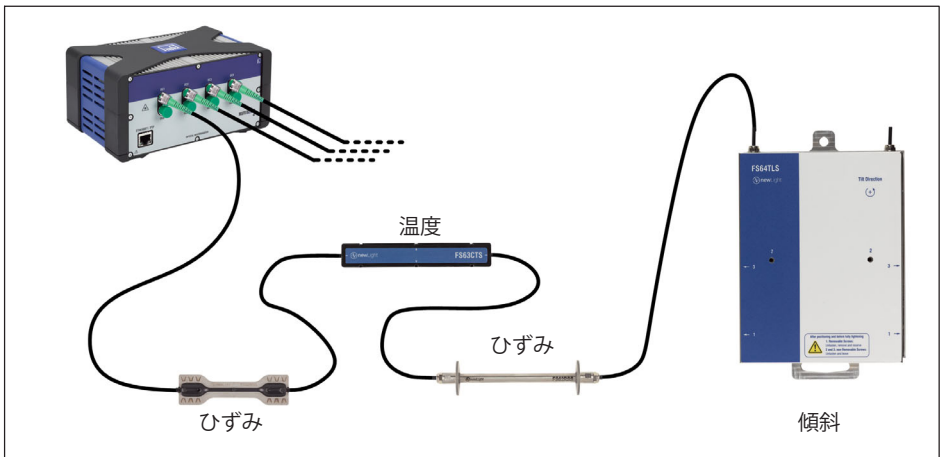


図3.18 代表的なセンシングネットワーク

#### 3.7.1.2 チャンネル数

各光コネクタは16チャンネルに対応しています。つまり、本装置は、各光コネクタごとに最大16個のファイバブラッググレーティングピークを読み取ることができます。

デバイスのチャンネルは、使用する波長の範囲（帯域）と基準波長を定義することによって、catman ソフトウェアを使用して構成できます 図3.19。

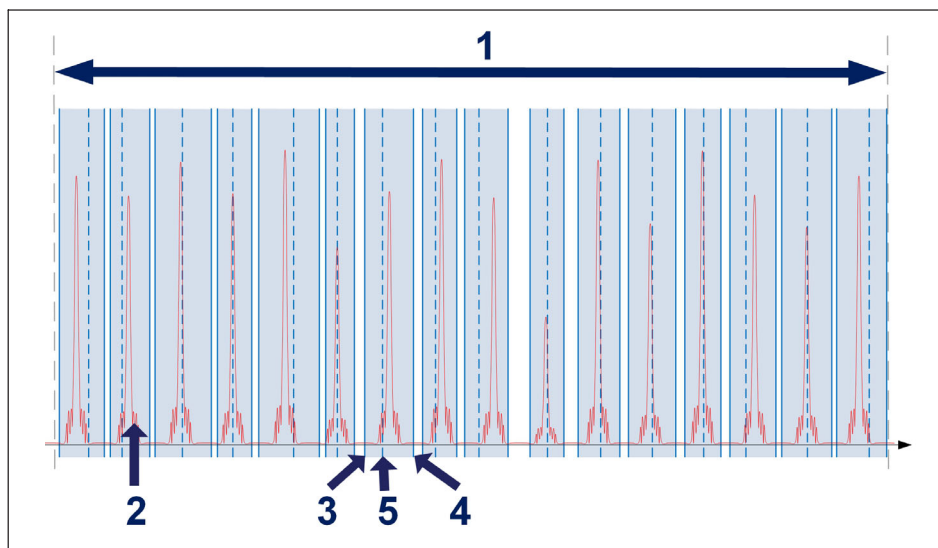


図3.19 チャンネルと範囲

- 1 光コネクタあたりの使用可能な波長範囲（1500 nm～1600 nm）。
- 2 接続されたファイバの測定スペクトル（反射）。
- 3 最小波長（nm）
- 4 最大波長（nm）
- 5 参照波長（nm）（そのチャンネルに対して相対波長測定が行われる値）

各チャンネルは、順序に関係なく、上記の1つの範囲に対応できます。範囲は重複できません。



### ヒント

MX Assistantで範囲の自動検出と定義を実行できます。ただし、最初からスペクトルを表示したり、範囲を手動で編集/作成したりすることはできません。スペクトルを視覚化したり、定義した範囲を手動で調整するには、付属のcatman® Easyソフトウェアを使用します。



### お知らせ

範囲間の最小距離は0.5 nmです。範囲間の距離の制限が小さい場合は、オーバーラップと見なされます。

測定は、範囲内でファイバブラッググレーティングピークが検出された場合にのみ行われます。定義された範囲内にピークが見つからない場合は、オーバーフロー値が与えられます。

### 3.7.1.3 波長

波長値は、ファイバブラッグ格子反射スペクトルのピーク時の波長に対応します。これは一般にブラッグ波長と呼ばれます。

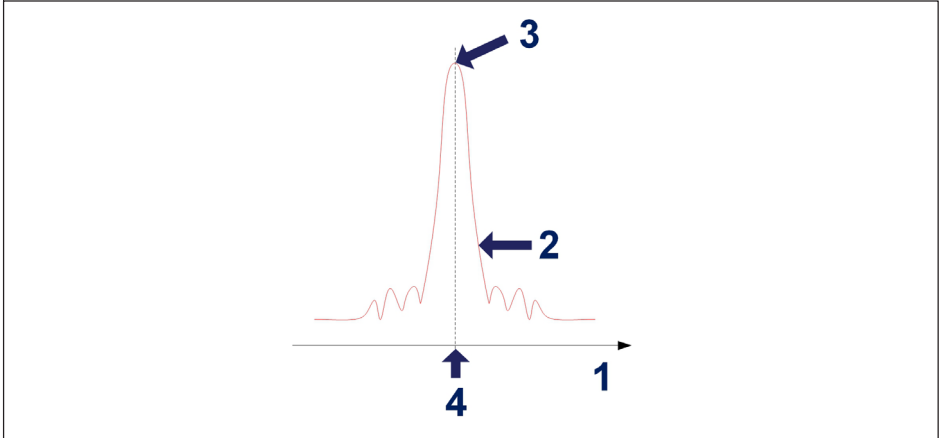


図3.20 波長

- 1 波長軸 (nm);
- 2 FBG反射スペクトル
- 3 FBGピーク;
- 4 波長値 (nm)

### 基準波長

すべての測定値を比較する波長値を基準波長と呼びます。定義された各チャンネルごとに、1つの基準波長をチャンネルの最小波長値と最大波長値の間に固定する必要があります。

基準波長は、キャリブレーションされていないセンサの場合は、測定のゼロ値です。キャリブレーション済みセンサの場合は、キャリブレーションシートに記載されている基準波長を定義する必要があります。

### 測定波長

収集された各サンプルにおけるFBGピークの波長値。

### 3.7.1.4 強度

強度の値は、ピーク波長でのファイバブラッググレーティングによって反射される光パワーに対応します。

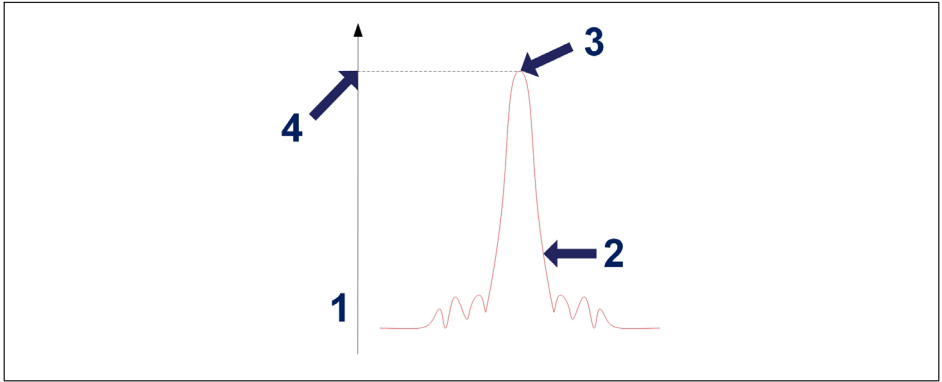


図3.21 強度

- 1 強度軸 (dBm) ;
- 2 FBG反射スペクトル;
- 3 FBG ピーク;
- 4 強度値 (dBm) 。



### 3.7.1.5 ダイナミックレンジ

光インテロゲータのダイナミックレンジは、ファイバブラッググレーティング間の強度値の範囲と呼ばれ、正しく識別および測定できます。

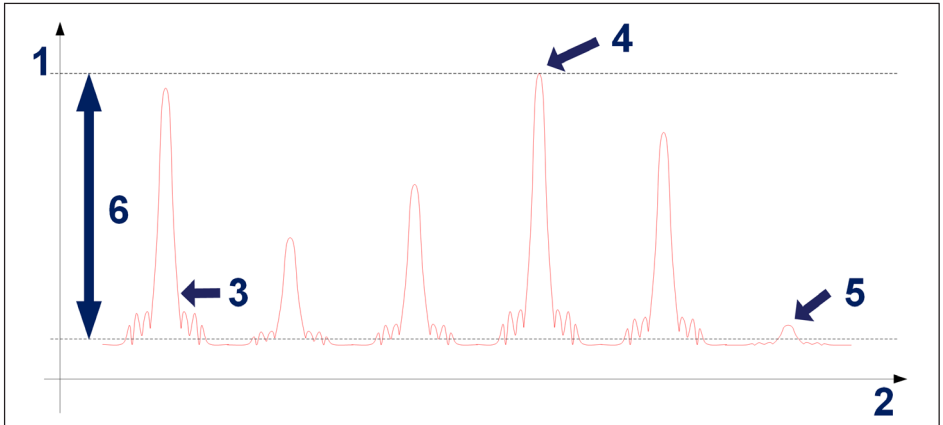


図3.22 ダイナミックレンジ

- 1 強度軸 (dBm) ;
- 2 波長軸 (nm) ;
- 3 FBG反射スペクトル;
- 4 測定可能な最大計測強度;
- 5 測定可能な最小強度;
- 6 ダイナミックレンジ (dB)。

### 3.7.1.6 スマートピーク値検出(SPD)

SPD では、各設定可能な帯域内で FBG ピークを個別に測定することにより、インテロゲータが提供する高ダイナミックレンジを効果的に使用できます。

MXFS DIは、固定しきい値 3 dB を考慮して、デバイスのコンフィギュレーションを容易にします (図3.23)。すべての波長値は、FBG ピークの面積が強度の半分を超えていることを考慮して計算されます。

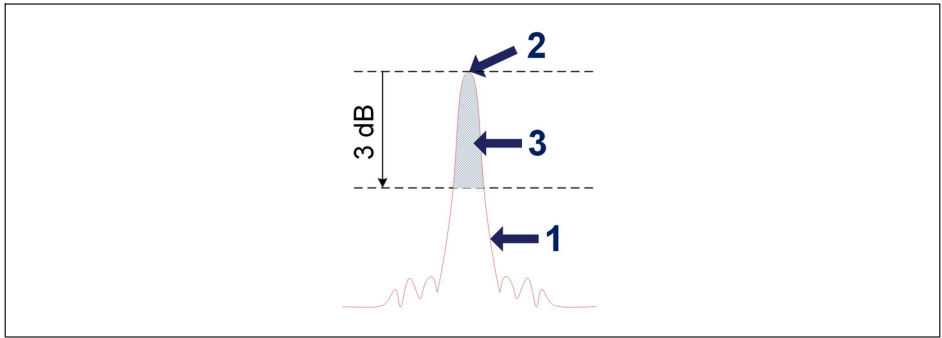


図3.23 スマートピーク値検出コンセプト

- 1 FBG反射スペクトル;
- 2 FBG ピーク;
- 3 波長計算に使用される領域。

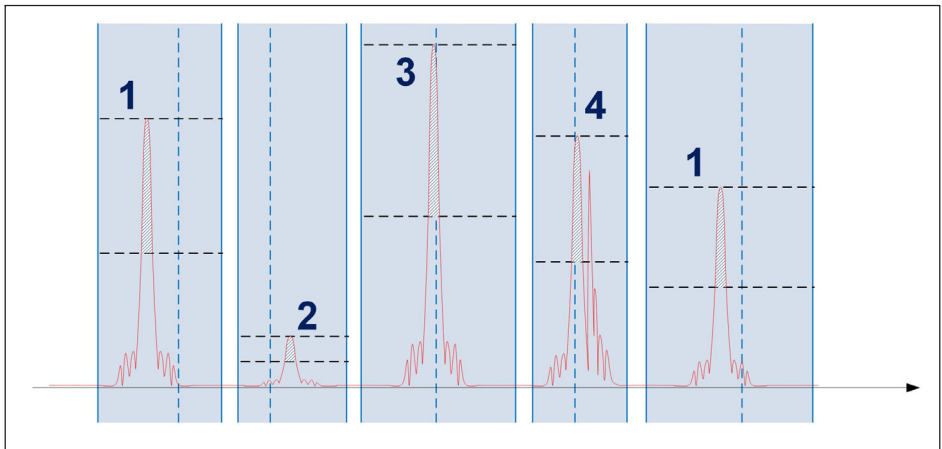


図3.24 実際のスマートピーク値検出

各センサ範囲内では、1つのFBGセンサのみが計算されます。通常の信号（1）、低強度信号（2）、および高強度信号（3）は、測定を損なうことなく、同じ光コネクタ上に共存できます。複数のピークがしきい値（4）を超え、SPDによって測定の問題が解消されることがあります。これは、この状況でも永続的に発生することもあれば、時々発生することもあります。

要約すると、提供される堅性の向上は、反射率の低いFBGと反射率の高いFBGが共存し、信号損失がしばしば問題となる従来の方法の制限を克服するのに特に適して

います。したがって、SPDは測定の安定性と精度を向上させ、高い収集速度でもシステムの効率を向上させます。

### 3.7.1.7 信号

ピーク波長の変化は光インテロゲータからの信号を構成し、物理的な値にスケーリングすることができます。

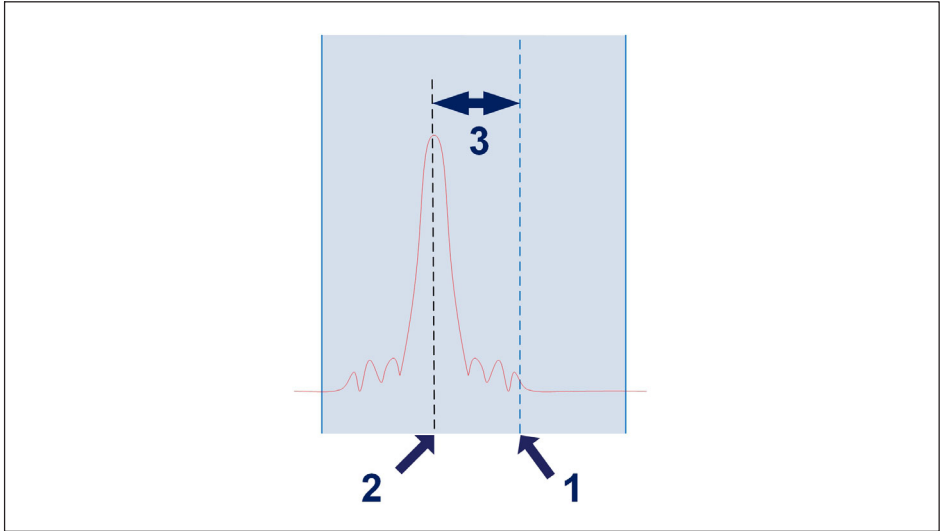


図3.25 信号

- 1 チャンネルに定義された基準波長 ( $\lambda_0$ ) (単位は nm)
- 2 チャンネル内の測定波長( $\lambda$ )(nm 単位)
- 3 チャンネル内の波長変動(nm 単位)。ピークがチャンネルに定義された帯域から外れた場合は、オーバーフロー値が表示されます。

波長変動は変換係数を介して信号に関連します。

## 利用可能なセンサタイプ

センサタイプ	説明	出力
絶対波長	絶対波長センサの出力は、FBG ピークで測定される波長値です (図3.19の2番参照)	$\lambda$
相対波長	相対波長センサの出力は、FBG ピークで測定される波長変動です (図3.25の3番参照)	$\lambda - \lambda_0$
ひずみ	センサのk係数(k)に基づいて、波長変動をひずみに変換しました。 デバイスレベルのひずみ測定は温度補償されていません。	$\frac{\lambda - \lambda_0}{k \cdot \lambda_0}$
温度	キャリブレーション係数( $S_2, S_1$ and $S_0$ )に基づいて波長変動を温度に変換。変換式は2次多項式です。	$S_3 (\lambda - \lambda_0)^3 + S_2 (\lambda - \lambda_0)^2 + S_1 (\lambda - \lambda_0) + S_0$
加速度	キャリブレーション係数( $S$ )に基づいて、波長変動を加速度に変換しました。変換式は線形です。	$s \cdot (\lambda - \lambda_0)$
汎用多項式	第2次多項式変換式の後、波長変動を一般出力に変換しました。 他のサプライヤのセンサや、上記で定義した異なるタイプのセンサに使用できます。	$a (\lambda - \lambda_0)^3 + b (\lambda - \lambda_0)^2 + c (\lambda - \lambda_0) + d$

## 絶対波長対相対波長

MXFSおよびcatman®では、センサ測定値を絶対波長または相対波長で表示できます。絶対波長は測定される波長の実際の値を指し、相対波長は隣接する2つのピークまたは特徴間の波長の差を指します。

どちらの値も同じデータ長の9文字を使用して送信できます。絶対波長でデータを表示する場合、測定の精度は、1500 nmから1600 nmの範囲で動作しているため、小数点以下の4桁目までです。一方、相対波長でデータを表示する場合は、変動計算の基準に応じて、小数点以下の最大7桁の数字で値を表示できます。これは、相対波長測定では、絶対波長測定よりも正確な測定が可能であることを意味します。

絶対波長表示と相対波長表示のどちらを選択するかは、測定タスクの特定の要件と使用するセンサの特性に基づいて決定する必要がありますことに注意することが重要です。どちらの方法にも利点と限界があり、正確で信頼性の高い測定結果を保証するために適切な方法を選択する必要があります。

MXFS 信号は、FBG ピーク値と1対1の関係を持ちます。これは、複数のFBGを使用する複雑なセンサ、または2つのFBGの値を使用して実行される計算は、デバイス内で実行できないことを意味します。

## 3.8 収集速度

### 3.8.1 スピードモード：

MXFS DIは、2つのスイープレーザー速度に対応する2つの異なる速度モードで動作します。

	MXFS DI
低速モード	100 S/s
高速モード	2000 S/s



### お知らせ

速度モードを変更すると、本装置は再起動します。

このようなデータレートで動作したり、フィルタリングまたはダウンサンプリングによってサンプル数を減らしたりできます。

詳細については、セクション4.2.1 “サンプリングレート”の47ページを参照してください。

### 3.8.2 距離効果

HBKファイバセンシングのBraggMETERなど、レーザーベースの光干渉計をスイープする場合は、光干渉計とセンサ間のケーブル長が反射測定の測定に影響します。

この影響は、光モジュールの実際のサンプリングレートに依存する波長測定の一時的シフトです。測定波長のシフトは、低い収集レートまたは短い距離では無視できますが、高いサンプリングレートまたは長い距離では重要になります。

### スウィーピングレーザー測定原理

これは、高速データ収集に必要なスウィーピングレーザーの速度が向上しているためです。スウィーピングレーザーは、時間内にさまざまな波長を放射します。ファイバブラッググレーティングセンサから反射波長を測定する方法は、FBGから反射ピークが検出されたときに放出される波長を識別します。取得速度が早くなると、光が移動する距離によって生じる遅延の影響が大きくなり、絶対波長の精度が低下します。距離が長くなると、同じ効果が現れます。

### 絶対波長測定エラー

収集レートと距離による波長シフトは次のとおりです。

#### レーザー速度のスウィーピングによる波長のシフト

$$\Delta\lambda = \frac{d \cdot 2 \cdot n \cdot \text{RepRate} \cdot \text{FullRange}}{\text{DutyCycle} \cdot c}$$

ここで：

$\Delta\lambda$  はnm単位の波長シフト；

$d$  はセンサと計測装置間の距離 (m) です。

$n$  はファイバの屈折率 (標準のSMF28では1.446) です；

$\text{RepRate}$  は、光モジュールの実際の収集スキャンです (BraggMETERインテロゲータの場合は、選択した収集レート (Hz単位) )。

$\text{FullRange}$  は、測定された波長範囲の幅です (BraggMETERインテロゲータの場合は102nm)。

$\text{DutyCycle}$  は取得期間を表す定数です (MXFSインテロゲータの場合は0.85)。

$C$  は光の速度 ( $3 \times 10^8$  m/s) です。

つまり、MXFSでは、波長のシフトは、距離とデータ収集装置で定義された収集速度の関数によって定義されます。

#### MXFSにおけるレーザーのスウィーピング速度により、波長がシフトします

$$\Delta\lambda = \frac{2 \cdot 1.446 \cdot 102}{0.85 \cdot 3 \cdot 10^8} \cdot d \cdot \text{RepRate} = 1.1568 \cdot 10^{-6} \cdot d \cdot \text{RepRate}$$

次の表では、さまざまなデバイスとオプションのインテロゲータとセンサの間の距離によって生じるセンサ読み値 (PMの波長シフト) の違いについて説明します。

距離(m)	サンプリングレート(S/s)	
	100	2000
10	1.2	23.2
50	5.8	115.9
100	11.6	231.7
150	17.4	347.6
200	23.1	463.4
500	57.8	1158.5
1000	115.7	2317.0
1500	173.5	3475.5
2000	231.4	4627.2
5000	578.4	11568.0

表3.1 波長シフト (pm)

#### 距離補正

光センサの測定では、次の2つの条件が満たされる場合に距離補正を行うことをお勧めします。

- 往復の距離/収集レートにより、インテロゲータの「精度」よりも大きなエラーが発生する。
- 測定は絶対波長測定に基づいており、これは温度センサのみに該当します。残りのセンサ測定値は、基準値に対する波長の変動、または互いに非常に近い2つのFBGに基づいています。

場合によっては、インテロゲータとセンサ間のケーブル距離を物理的に判断することが困難になることがあります。ただし、距離は、たとえば2つの異なる収集レートでセンサを測定することで簡単に計算できます。

## 同じセンサの測定値を取得しながら、2つの異なる取得レートを使用した距離計算

$$d = \frac{\lambda_{\text{RepRate1}} - \lambda_{\text{RepRate2}}}{\text{RepRate1} - \text{RepRate2}} \cdot \frac{\text{DutyCycle} \cdot c}{2 \cdot n \cdot \text{FullRange}}$$

ここで：

$d$ はセンサと計測装置間の距離(m)です。

$\lambda_{\text{RepRate1}}$ は、取得レートRepRate1(Hz)で測定されたセンサ波長(mm)です。

$\lambda_{\text{RepRate2}}$ は、取得レートRepRate2(Hz)で測定されたセンサ波長(mm)です。

DutyCycleは取得期間を表す定数です(MXFSインテロゲータの場合は0.85);

$C$ は光の速度( $3 \times 10^8$  m/s);

$n$ はファイバの屈折率(標準のSMF28では1.446)です；

FullRangeは、測定された波長範囲の幅です(BraggMETERインテロゲータの場合は102 nm);

MXFSでは、2つの速度モードを使用して距離計算を行うことができます。

## 2つの速度モードを使用した距離計算

$$\begin{aligned} d &= \frac{\lambda_{2000 \text{ S/s}} - \lambda_{100 \text{ S/s}}}{2000 - 100} \cdot \frac{\text{DutyCycle} \cdot c}{2 \cdot n \cdot \text{FullRange}} \\ &= \frac{\lambda_{2000 \text{ S/s}} - \lambda_{100 \text{ S/s}}}{2000 - 100} \cdot \frac{0.85 \times 3 \times 10^8}{2 \times 1.446 \times 102} = (\lambda_{2000 \text{ S/s}} - \lambda_{100 \text{ S/s}}) \times 454.98 \end{aligned}$$

ここで：

$d$ はセンサと計測装置間の距離(m)です。

$\lambda_{100 \text{ S/s}}$ は、低いサンプリングレート(100 S/s)で測定されたセンサの波長;

$\lambda_{2000 \text{ S/s}}$ は、高いサンプリングレート(2000 S/s)で測定されたセンサの波長;

距離を正しく計算することで、波長測定システム上の誤差を特定し、センサの計算を調整できます。



### ヒント

catman では、計算チャンネルを使用して距離補正を取得します。

### 3.8.3 フィルタ

MXFSは、他のQuantumXモジュールと同様にローパスフィルタリングをサポートします。使用可能なフィルタは、Bessel、Butterworth、linear phaseです。

詳細については、チャプタ4.2.1.2“サンプリングレートとフィルタ”の48ページを参照してください。



### 3.9 測定のトラブルシューティング

#### 3.9.1 汚れたコネクタ

コネクタを接続する前に、コネクタを清掃することが非常に重要です。そうしないと、赤外線アダプタにほこりや湿気が付着し、測定値が損なわれる可能性があります。図3.26に、拡大されたコネクタの画像が表示されます。濃い灰色の円はファイバクラッドに対応し、小さい灰色の円はファイバのコアになります。きれいなコネクタの左の図と汚れたコネクタの右の図が表示されています。

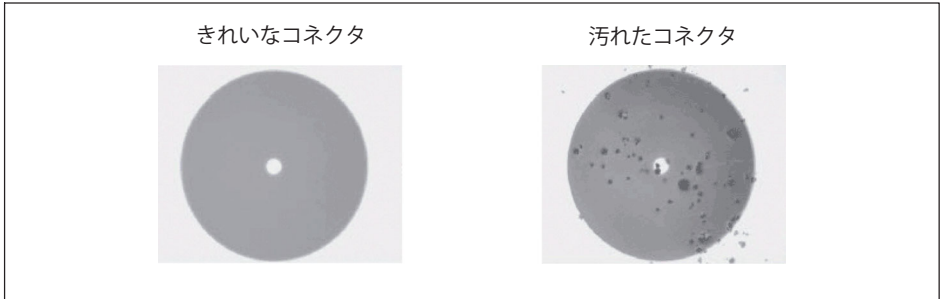


図3.26 汚れたコネクタときれいなコネクタの拡大図

接続部の汚れの最も一般的な影響により、接続部で両方向に大きなブロードバンド光が反射され、測定のダイナミックレンジが小さくなります。

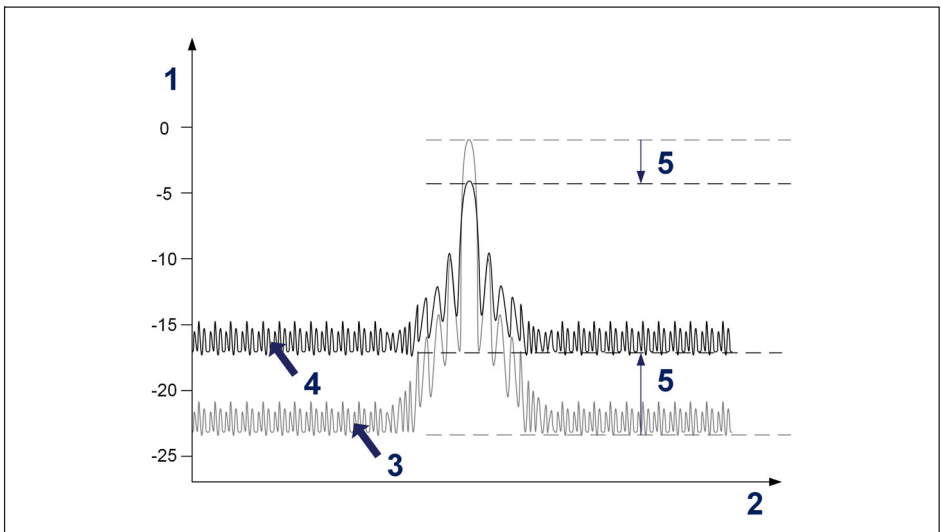


図3.27 汚れたコネクタが信号に与える影響

- 1 強度 (dBm);
- 2 波長(nm);
- 3 きれいなコネクタスのペクトル;
- 4 汚れたコネクタのスペクトル;
- 5 ダイナミックレンジの減少。

光学式インテロゲータアダプタをクリーニングするには、イソプロピルアルコールで湿らせた適切な綿棒を使用します（通信用光ファイバによく使用されるクリーニング用綿棒が市場で入手できます）。オプティカルアダプタに綿棒を挿入し図3.28スワブを常に同じ方向に回転させます。



図3.28 インテロゲータのコネクタアダプタのクリーニング

### 3.9.2 破損したコネクタ

また、データアダプタのスリーブが破損することもあります。この場合、光コネクタを挿入しても、適切な位置合わせが行われず、測定値が損なわれます。破損したスリーブは、図3.29に示すようになります。



図3.29 破損したコネクタ

この問題を解決するには、HBKファイバーセンシングにお問い合わせください。

### 3.9.3 一時的な測定オーバーフロー

MXFSの動作中に、一部の内部パラメータの再調整が必要になる場合があります。この操作中、ユニットはすべてのチャンネルのすべてのセンサに対して一時的にオーバーフロー値を表示します。このイベントが発生する確率は、温度変化が大きく、サンプリングレートが高い場合に増加します。温度安定後は、測定は中断することなく実行されます。



#### ヒント

このイベント（オーバーフロー）と測定信号の突然の変化を混同しないようにするため、catmanで高レベルまたは低レベルの交差アラームが設定されている場合などに誤ったアラームが発生する可能性があります。アラームを定義する際に適切な待ち時間を設定することをお勧めします。catmanでのアラームと待ち時間の詳細については、catmanの取扱説明書A05566（ウェブサイト  
で入手可能）-214ページおよび215ページを参照してください。

## 4 CATMAN ソフトウェア

MXFSには、catman Easyソフトウェア用のライセンスが1つ含まれています。このライセンスは、デバイスの構成に使用する必要があります。

MXFSは、catmanバージョン5.4.1以降と互換性があります。

### 4.1 MXFS を使用してプロジェクトの開始

- ▶ catmanソフトウェアを起動します。
- ▶ [スタートメニュー]で、デバイスタイプとして QuantumX/SomatXR を選択します。

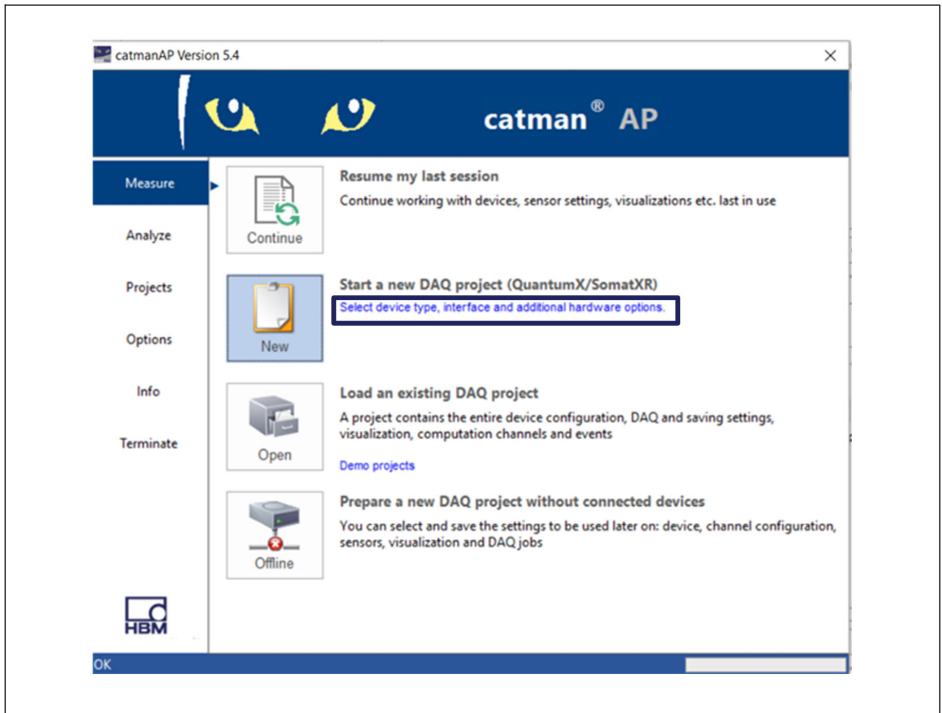


図4.1 [スタートメニュー]

- ▶ QuantumX/SomatXRデバイスタイプを選択します。
- ▶ 接続方法（検索ポート）を選択します。
- ▶ 目的のモジュールを選択します。

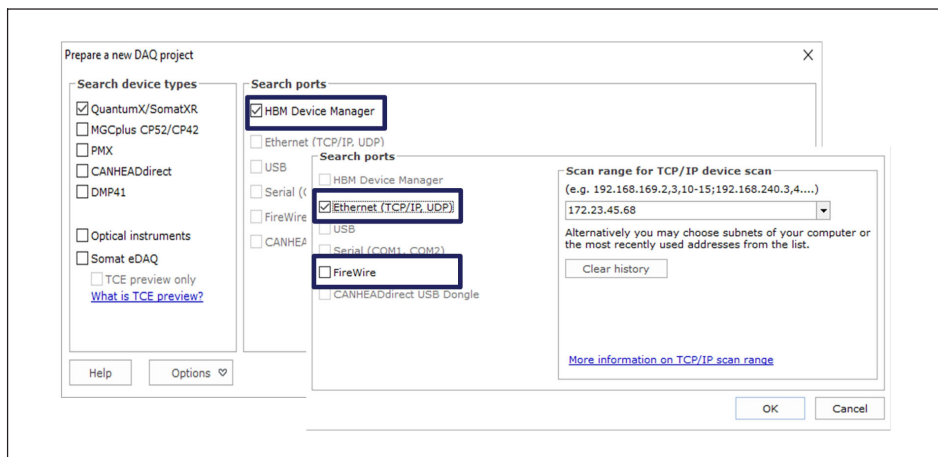


図4.2 接続

▶ 新規の測定プロジェクトを開始。

## お知らせ

MXFS ゲートウェイ機能は *catman* ではサポートされていません。MX Assistantを使用  
してゲートウェイ機能をOFFしてください。

### 4.1.1 同期

MXFS には、さまざまな同期方法があります。これらの設定方法の詳細については、*catman* ユーザーマニュアル (A05566) を参照してください。

## 4.2 MXFS 用の Catmanプロジェクト

MXFS デバイスで新しいプロジェクトを開始すると、MXFSのすべてのチャンネルをチャンネルリストに入力することで、catmanが開始されます。

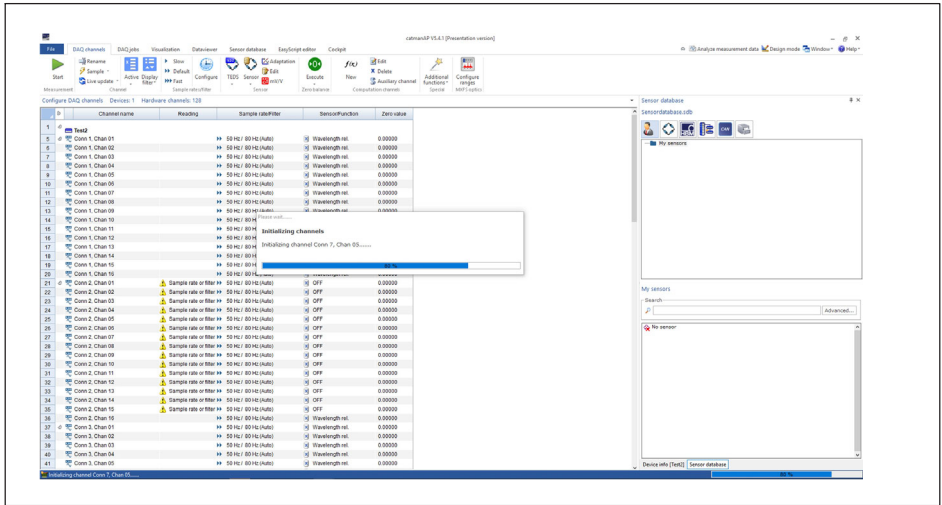


図4.3 DAQチャンネル

デバイス上で帯域範囲（波長の範囲）を定義したチャンネルは、アクティブと見なされ、定義されていないチャンネルは非アクティブと見なされます。チャンネルの定義の詳細については、セクションの4.2.2

“Configuring ranges of wavelength（波長範囲の設定）”ページを50参照してください。



### ヒント

非アクティブなチャンネルを非表示にするには、ディスプレイフィルタを開き、**Hide inactive channels**（非アクティブなチャンネルを非表示にする）を選択してApply適用(図4.4)を押します。

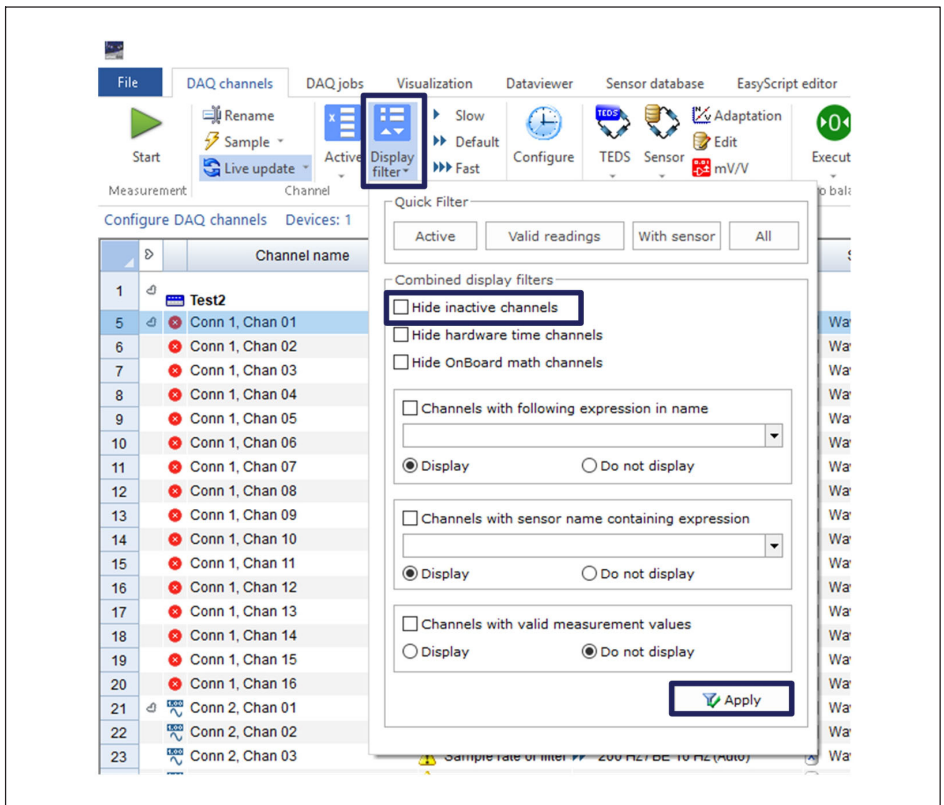


図4.4 非アクティブなチャンネルの非表示

## 4.2.1 サンプリングレート

### 4.2.1.1 収集速度

MXFSは、2つのスイープレザ速度に対応する2つの異なる速度モードで動作します。これらのモードは、catmanで設定できます。

	MXFS DI
低速モード	100 S/s
高速モード	2000 S/s

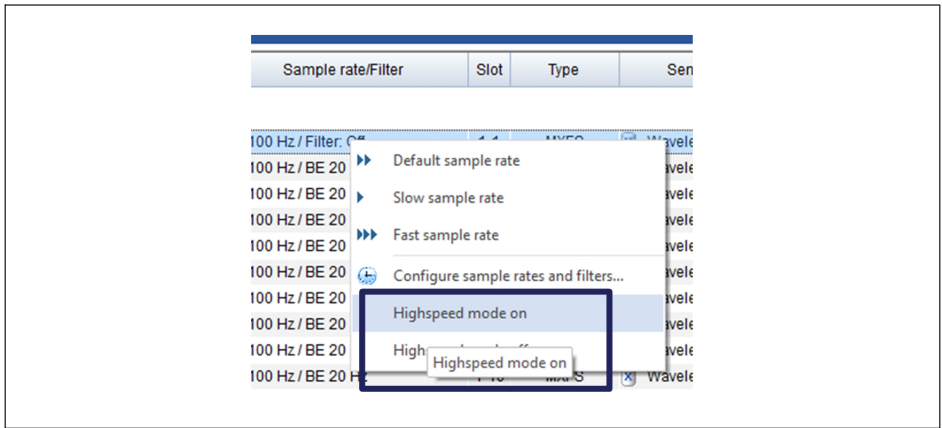


図4.5 収集速度

- ▶ MXFS チャンネルのサンプリングレートコラムを右クリックします。
- ▶ 高速モードのオン/オフを選択します。

### **i** お知らせ

速度モードを変更すると、本装置は再起動します。

### **!** 重要

スキャニングレーザーを用いた光インテロゲータでは、インテロゲータとセンサ間のケーブル配線の長さによって測定値が変化することがあります。  
 詳細については、章の 3.8.2 距離効果 37 ページを参照してください。  
 catman では、必要に応じて計算チャンネルを使用して距離補正を取得します。

#### 4.2.1.2 サンプリングレートとフィルタ

収集速度に関係なく、モジュールでは他の QuantumX モジュールと同様にダウンサンプリングとフィルタリングを使用できます。使用可能なサンプリングレートとフィルタは次のとおりです：



### MXFS DI 低速モード (100 S/s)

フィルタカット オフ周波数(Hz)	利用可能なサンプリングレート									
0.1	0.1	0.2	0.5	1	2	5	10	20	50	100
0.2	0.1	0.2	0.5	1	2	5	10	20	50	100
0.5	0.1	0.2	0.5	1	2	5	10	20	50	100
1	0.1	0.2	0.5	1	2	5	10	20	50	100
2	0.1	0.2	0.5	1	2	5	10	20	50	100
5	0.1	0.2	0.5	1	2	5	10	20	50	100
10	0.1	0.2	0.5	1	2	5	10	20	50	100

### MXFS DI 高速モード (2000 S/s)

フィルタ カット オフ周波数 (Hz)	利用可能なサンプリングレート													
0.1	0.1	0.2	0.5	1	2	5	10	20	50	100	200	500	1000	2000
0.2	0.1	0.2	0.5	1	2	5	10	20	50	100	200	500	1000	2000
0.5	0.1	0.2	0.5	1	2	5	10	20	50	100	200	500	1000	2000
1	0.1	0.2	0.5	1	2	5	10	20	50	100	200	500	1000	2000
2	0.1	0.2	0.5	1	2	5	10	20	50	100	200	500	1000	2000
5	0.1	0.2	0.5	1	2	5	10	20	50	100	200	500	1000	2000
10	0.1	0.2	0.5	1	2	5	10	20	50	100	200	500	1000	2000
20	0.1	0.2	0.5	1	2	5	10	20	50	100	200	500	1000	2000
50	0.1	0.2	0.5	1	2	5	10	20	50	100	200	500	1000	2000
100	0.1	0.2	0.5	1	2	5	10	20	50	100	200	500	1000	2000
200	0.1	0.2	0.5	1	2	5	10	20	50	100	200	500	1000	2000



## 4.2.2 Configuring ranges of wavelength (波長範囲の設定)

帯域 (各チャンネルの波長範囲) を設定するには、次の手順を実行します。

- ▶ catman の上部リボンにある「範囲の設定」ボタンを押して、「範囲の設定」ウィンドウを開きます。

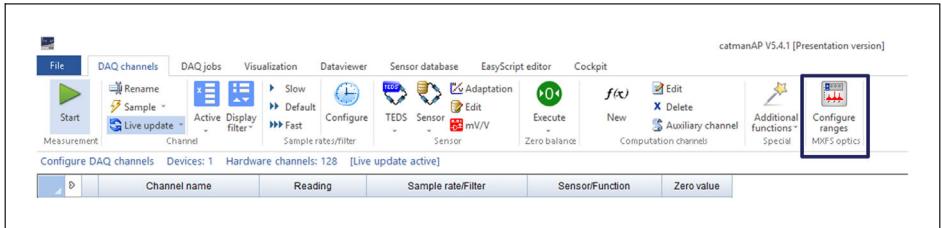


図4.6 [範囲の設定] ボタン



### 重要

設定範囲インターフェイスで実行されたすべての変更は、Apply ボタンを押した後にだけアクティブになります。変更を適用せずに終了すると、チャンネルリストではなく本装置に表示されません。

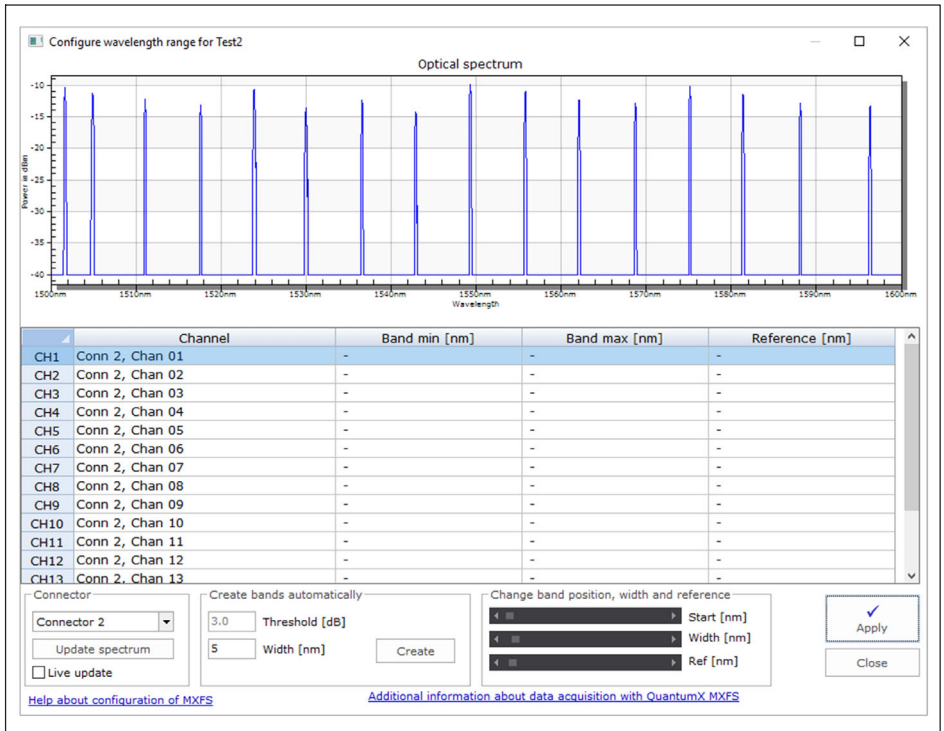


図4.7 範囲の設定画面

表示およびバンド編集は、各コネクタ別に独立して実行する必要があります。

- ▶ コネクタボックスで選択したコネクタを変更します (図4.8)。

スペクトルは、範囲の設定ウィンドウが呼び出された瞬間に測定されたとおりに表示されます。

- ▶ スペクトルを更新するには、スペクトルの更新ボタン (図4.8) を押します。
- ▶ 継続的なアップデートについては、ライブアップデートにチェックマークを入れます。(図4.8)を選択。

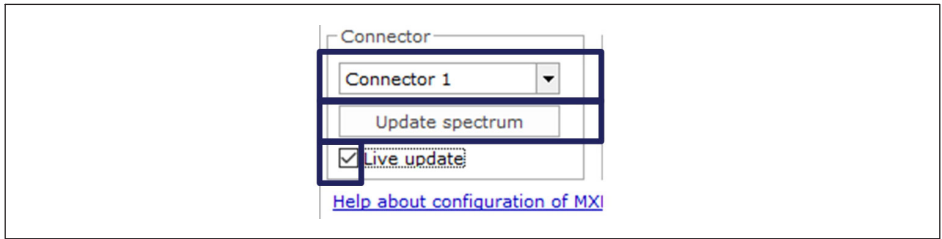


図4.8 Update Spectrum (スペクトルの更新)

選択したコネクタのチャンネルは、さまざまな方法で設定できます。

#### 4.2.2.1 検出されたピークのバンドを自動的に定義します

本装置は、反射スペクトルのピークを検出し、検出された各ピークのバンドを動に設定できます。動バンド検出では、ピーク値を検出し、その両側にハーフバンド幅(number 2、図4.9の)でピーク(number 1、図4.9), をピークし値を中心とした波長の測定範囲を定義します。

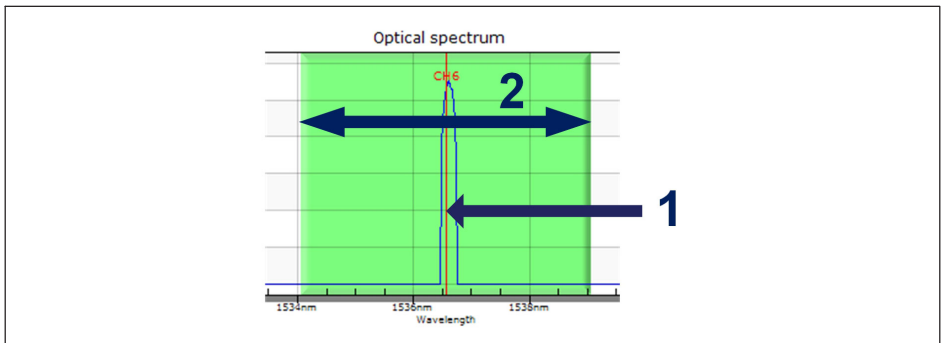


図4.9 自動バンド定義

画面の最下段で

- ▶ バンド幅をnm単位で定義します。帯域幅は、チャンネルの全波長範囲に対応します。
- ▶ 作成をクリックします。

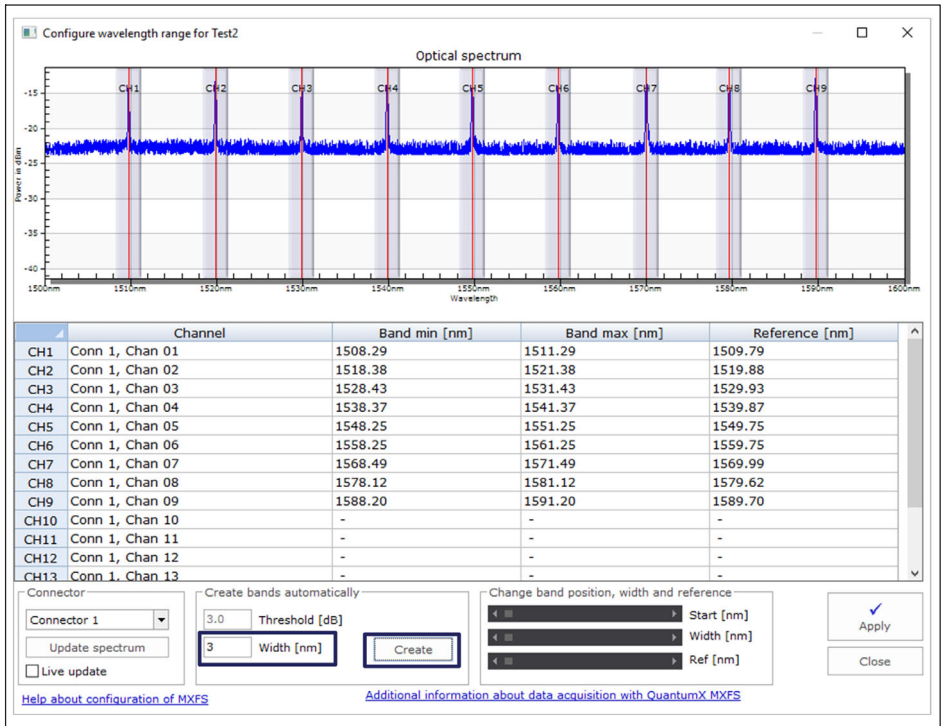


図4.10 自動検出

自動検出されたバンドは、以下の方法で調整できます。

- ▶ 目的のチャンネルラインを選択します（ラインは表上で青で強調表示され、バンド幅はグラフ上で緑で強調表示されています） - 図4.11の1番を使用。
- ▶ 表に、最小バンド値、最大バンド値、および基準波長（2インチ、または）を記入します -> 図4.11の2番を使用。
- ▶ または、ボトムにあるスクロールバーで最小バンド値、最大バンド値、および参照波長を調整するには、図4.11の3番を使用。

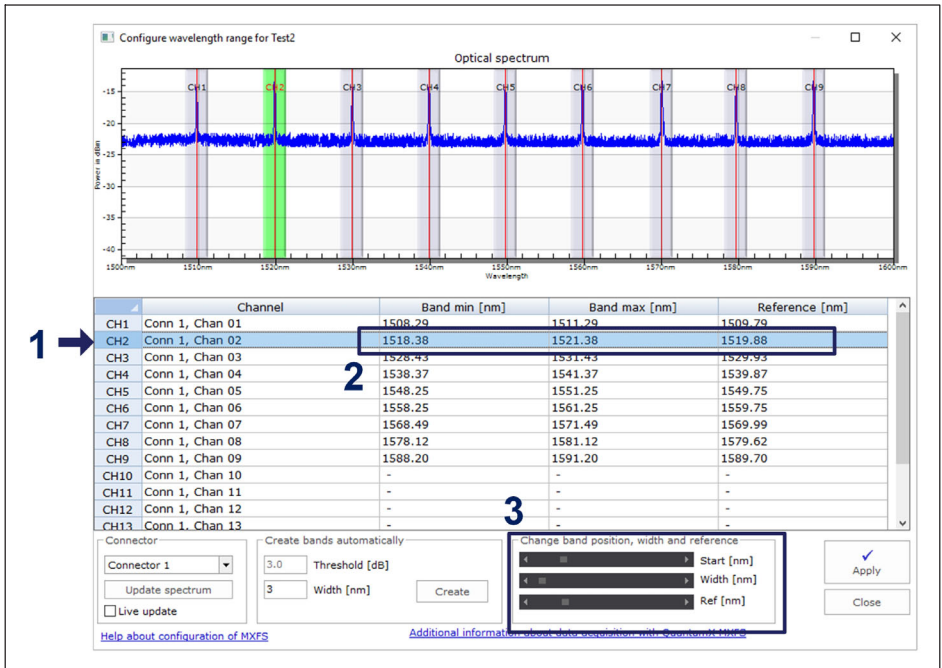


図4.11 バンドを調整します

設定範囲インターフェイスで実行される変更は、最初はソフトウェアレベルでのみ行われるため、準備ができたなら定義をデバイスに転送する必要があります。

- ▶ 変更をデバイスに転送するには、[適用]を押します（図4.12）。

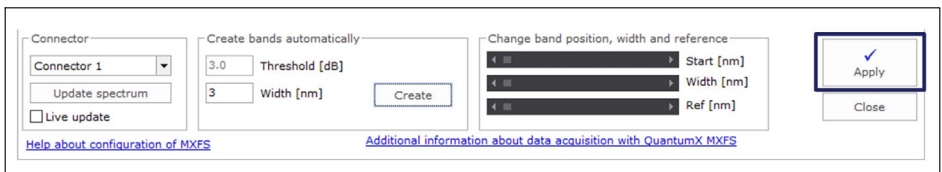


図4.12 デバイスに定義を適用

#### 4.2.2.2 バンドを手動で個別に定義

テーブル上の情報を編集することで、バンドを作成できます。

チャンネルを選択：

- ▶ テーブル上でラインを選択します（ラインはテーブル上で青で強調表示され、バンドがすでに定義されている場合は、グラフ上で緑で強調表示されます）。

選択したチャンネルに対して実行できるアクションは次の通りです：

- ▶ 削除。  
右クリックし、[削除 (Delete) ]を選択する。
- ▶ 作成または編集。  
セルをダブルクリックして入力または編集します：
  - チャンネル名;
  - バンドの最小波長 (nm);
  - バンドの最大波長 (nm);
  - 参照波長 (nm)。

## **i** お知らせ

バンド間の最小スペースは0.5 nmです。

また、バンド幅を定義する位置の上でグラフを右クリックし、[この場所にバンドを作成 (Create band in this place) ]のオプションを選択することもできます。これにより、選択したチャンネルのバンドの自動検出の設定を定義した、クリックしたピクセルの中心にあるバンドが定義されます。

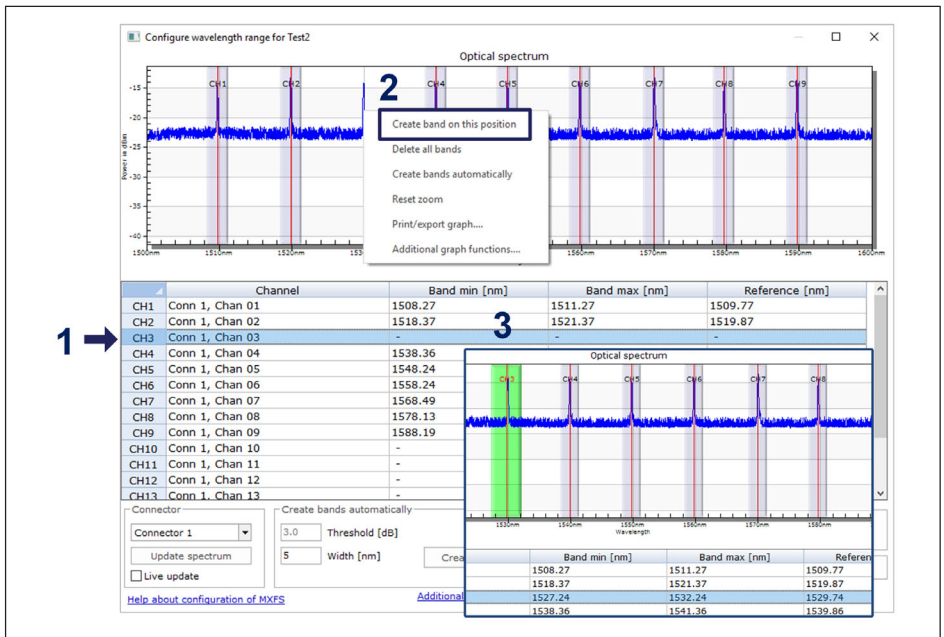


図4.13 バンド幅の編集または作成

必要な帯域をすべて定義したら、Apply(適用) ボタンをクリックして、設定ウィンドウを閉じます。

### 4.2.3 本装置のセンサ



#### ヒント

デバイスの初期チャンネル設定をクリーニングするには、センサを選択し、センサの切断とリセットを選択します。

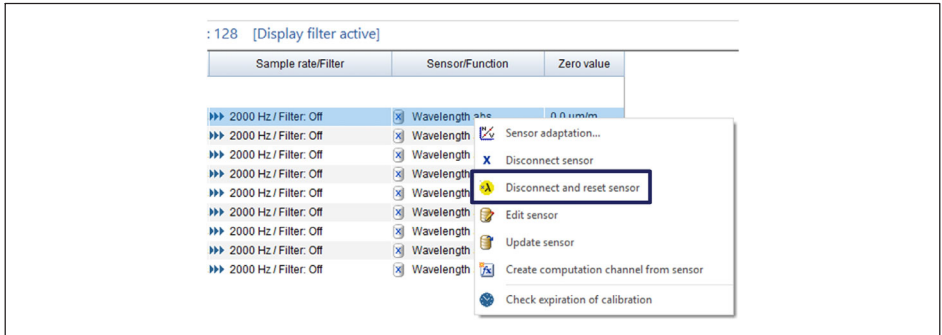


図4.14 センサの接続を外す

本装置に設定できるセンサにはさまざまなタイプがあります（詳細については、セクション3.7.1.7の信号ページ35を参照してください）。

- ▶ 「センサ/機能」列をダブルクリックして、変更または設定を行います、センサをデバイスに接続します。



#### 4.2.4 ソフトウェアのセンサ

MXFS用の光センサは、catman データベースのGeneral Sensors > MXFSで使用できます。

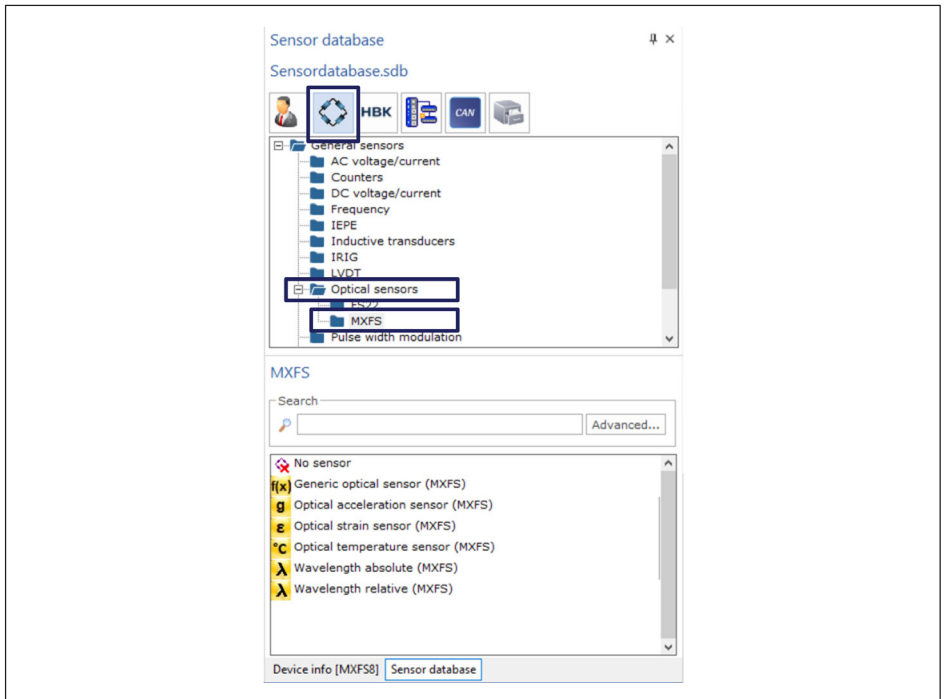


図4.15 センサデータベースの光センサ

#### 4.2.4.1 波長

波長として定義されたセンサは、波長を nm で出力して表示します。絶対波長値と相対波長値の両方を選択できます：

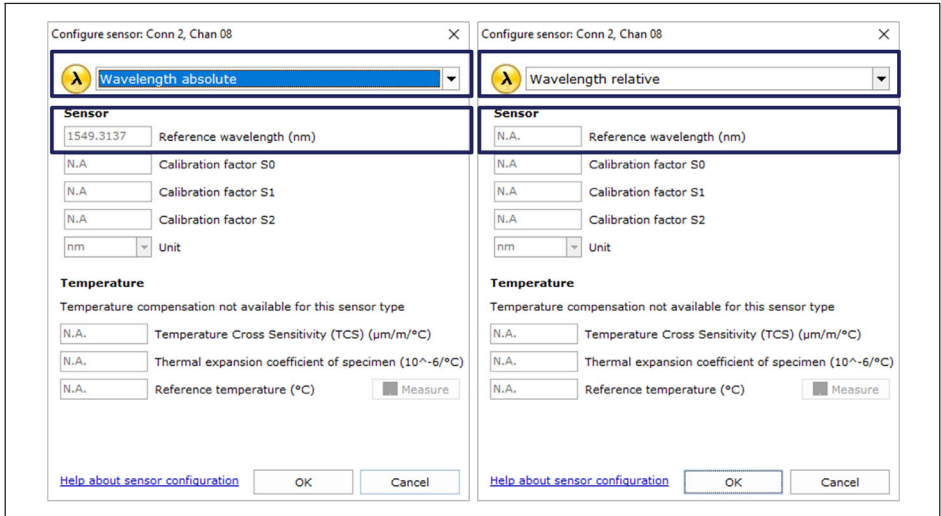


図4.16 絶対波長センサタイプと相対波長センサタイプ

Wavelength Relative は、MXFS デバイスの「raw」値です。これは、そのチャンネルの FBG ピークの波長変動であることを意味します。すべてがデバイス内で処理されるため、信号に対して計算は実行されません（詳細については、セクションの「3.7.1.7信号」30ページを参照）。

相対波長	$\lambda - \lambda_0$
------	-----------------------

絶対波長は、相対波長と定義された基準波長に基づいて、絶対 FBG ピーク値を計算します。基準波長は、デバイスのチャンネルプロパティから取得されます。

波長絶対値	$(\lambda - \lambda_0) + \lambda_0 = \lambda$
-------	---

#### 4.2.4.2 ひずみ

ひずみセンサをチャンネルに割り当てると、データはひずみに変換されます。ひずみ計算に関連する情報を入力するための値は、センサのドキュメントに添付されています。

ひずみセンサは、温度補正なしまたは温度補正ありのどちらかで定義できます。

## ひずみ（補正なし）

The image shows a software configuration window for a Strain sensor. At the top, a dropdown menu is set to 'Strain'. Below this, the 'Sensor' section contains several input fields: 'Reference wavelength (nm)' with the value 1518.940 (labeled λ₀), 'Gage factor' with the value 0.790 (labeled k), 'Calibration factor S1' (N.A.), 'Calibration factor S2' (N.A.), and 'Unit' (μm/m). A blue arrow points to a 'Measure' button. The 'Temperature' section has a dropdown menu set to 'None', and three input fields for 'Temperature Cross Sensitivity (TCS) (μm/m/°C)', 'Thermal expansion coefficient of specimen (10<sup>-6</sup>/°C)', and 'Reference temperature (°C)', all with 'N.A.' values. A 'Measure' button is also present in this section. At the bottom, there are 'OK' and 'Cancel' buttons, and a link for 'Help about sensor configuration'.

図4.17 ひずみ（補正なし）

FBG 歪みゲージのゲージ係数 (k) は、それぞれのマニュアルに記載されています。FBG ひずみセンサの基準波長 ( $\lambda_0$ ) は、ゼロひずみでの波長に対応している必要があります。これは設置後に測定する必要があります。手動で入力することも、[Measure（測定）] ボタンを使用して実際の測定によって自動的に定義することもできます。

ひずみ	$\frac{\lambda - \lambda_0}{k \cdot \lambda_0}$
-----	---

## 温度補償付きひずみ

温度センサを使用します

温度チャンネルを使用してひずみ測定に対する温度の影響を補正する場合は、2つのセンサによって感じられる温度変化が同じであることを確認する必要があります。この方法で温度補償用に選択したチャンネルは、温度センサとして設定する必要があります。

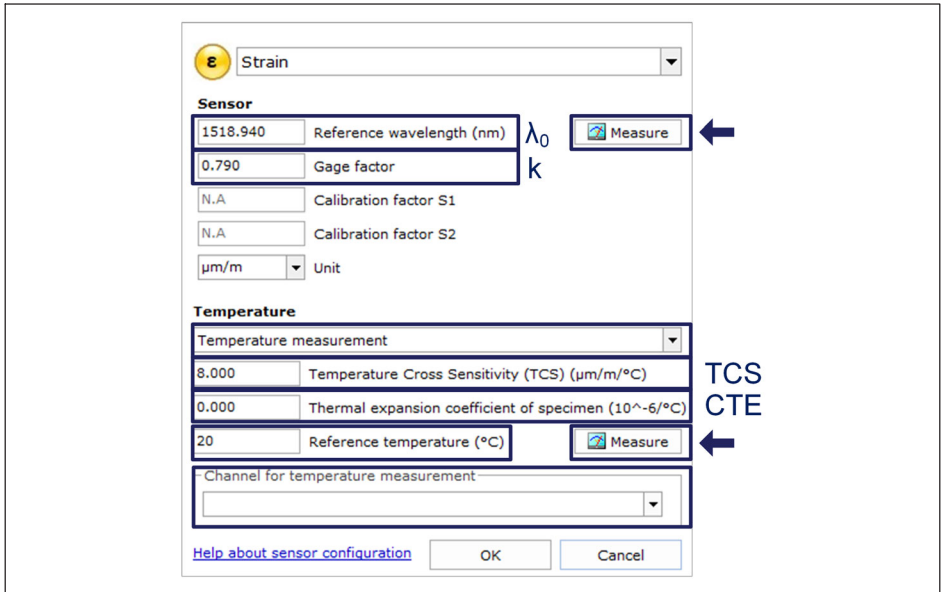


図4.18 温度センサを使用して温度補償するひずみ

FBG 歪みゲージのゲージ係数 (k) は、それぞれのマニュアルに記載されています。

温度交差感度 (TCS) は、ひずみセンサに対する温度の影響に対応しています。これは、温度が 1°C 変化したためにセンサを取り付けた後に生じるひずみを意味します。センサのマニュアルに記載されている値です。

使用する熱膨張係数 (CTE) は、ひずみセンサが取り付けられている材料である必要があります。これにより、ひずみ測定の方法の熱膨張の影響がなくなります。この膨張を修正しない場合は、使用する値をゼロ (0.0) にする必要があります。

FBG ひずみセンサの参照波長 ( $\lambda_0$ ) と参照温度 ( $T_0$ ) の参照波長は、ひずみゼロの瞬間におけるひずみセンサの波長と、温度センサが同じ瞬間に測定した温度に対応する必要があります。これらの値は、設置後に測定する必要があります。これらの値は手動で入力することも、[Measure (測定)] ボタンを使用して実際の測定によって自動的に定義できます。

温度センサを使用して温度補償するひずみ	$\frac{\lambda - \lambda_0}{k \cdot \lambda_0} - (CTE + TCS)(T - T_0)$
---------------------	--

#### 補償用FBGの使用

この補正方法は、同じ材料に取り付けられている2台目の同型ひずみセンサを使用して、温度補正のために同じ温度変化が発生し、機械的ひずみが発生していない場合に選択する必要があります。この方法で温度補償に選択するチャンネルは、ひずみチャンネル ( $\epsilon_{TC}$ ) である必要があります。

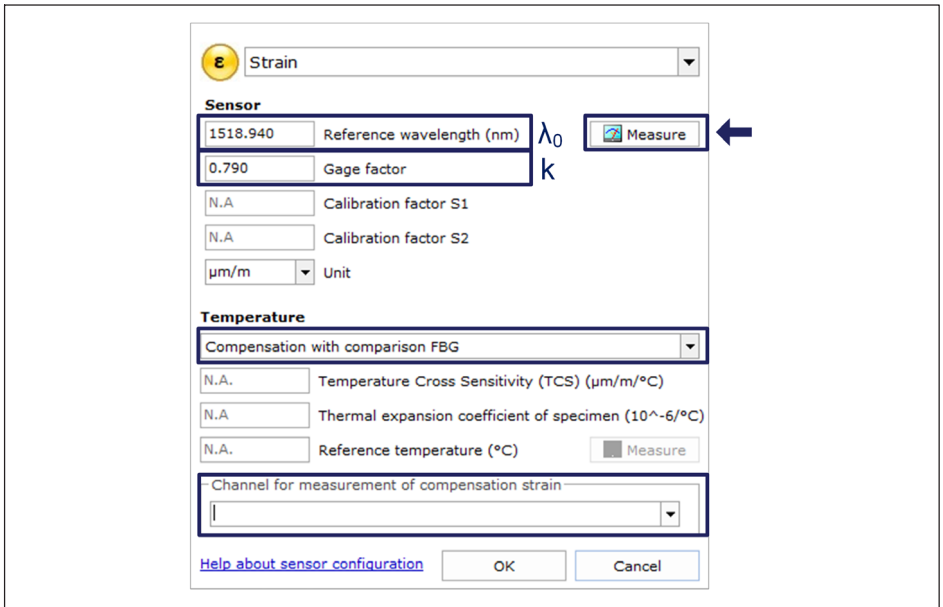


図4.19 補償FBGを使用した補償付きひずみ

この値は、設置後に測定する必要があります。手動で入力することも、[Measure (測定)]ボタンを使用して実際の測定によって自動的に定義することもできます。

補償FBGを使用した補償付きひずみ	$\frac{\lambda - \lambda_0}{k \cdot \lambda_0} - \frac{\lambda_{TC} - \lambda_{0TC}}{k \cdot \lambda_{0TC}}$
-------------------	--

### 4.2.4.3 温度

HBK FiberSensing製の校正済み温度センサは、校正証明書を添付してお届けいたします。温度による多項式の挙動を示します。

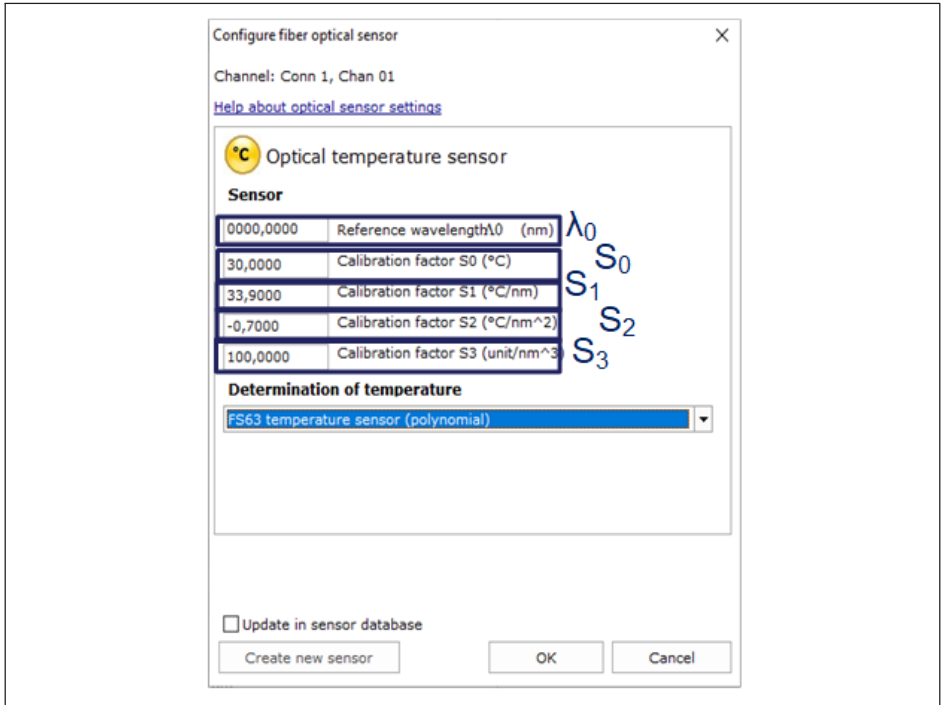


図4.20 温度センサ

$S_n$  係数は、センサのマニュアルに記載されている値です。

#### ! 重要

2次キャリブレーション多項式を持つセンサの場合は、 $S_3$  がゼロに設定されていることを確認します。

温度センサの参照波長 ( $\lambda_0$ ) は、センサのマニュアルに記載されている参照波長に対応している必要があります。

温度	$S_3 (\lambda - \lambda_0)^3 + S_2 (\lambda - \lambda_0)^2 + S_1 (\lambda - \lambda_0) + S_0$
----	---

#### 4.2.4.4 加速度

HBK FiberSensing製の校正済み加速度センサは、校正証明書を添付してお届けいたします。加速度を線形式でスケールされています。

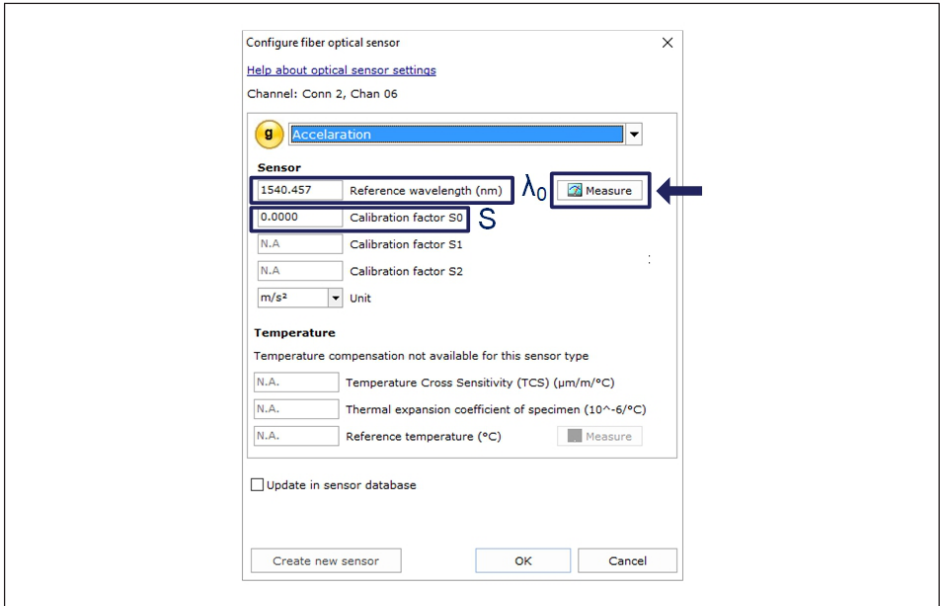


図4.21 加速度センサ

キャリブレーション係数 (S) は、センサのマニュアルに記載されている値です。

FBG 加速度センサ ( $\lambda_0$ ) の参照波長は、ゼロ瞬間のセンサの波長に対応している必要があります。これは設置後に測定する必要があります。手動で入力することも、[Measure (測定)] ボタンを使用して実際の測定によって自動的に定義することもできます。

加速度	$S \cdot (\lambda - \lambda_0)$
-----	---------------------------------

#### 4.2.4.5 汎用多項式

catman では、FBG を 1 つしか持たない一般的な FBG ベースのセンサを設定することもできます。

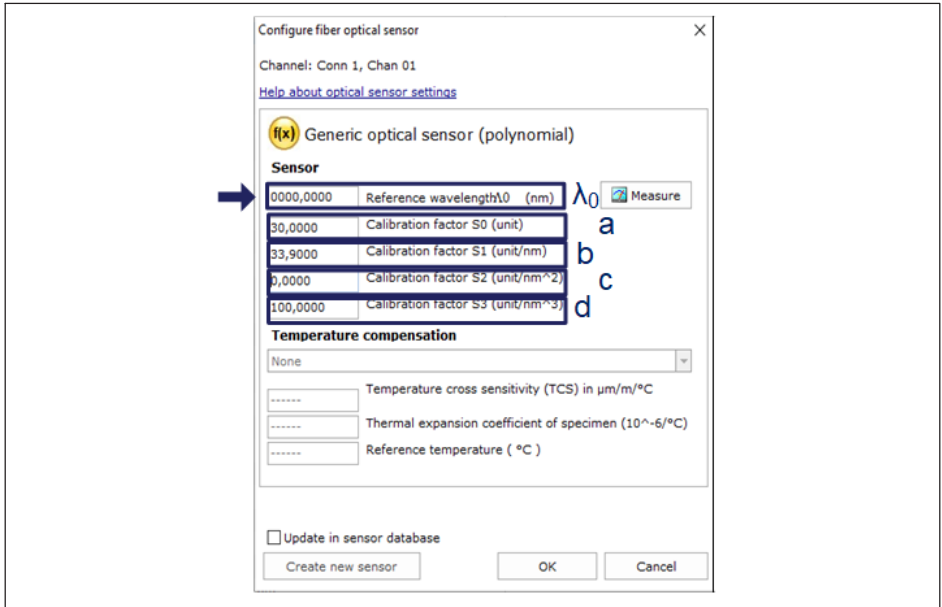


図4.22 汎用光センサ

汎用光センサは、FBG の波長変化( $\lambda - \lambda_0$ ) の二次多項式関数 (a、b、c 係数) として測定値を計算します。

参照波長 ( $\lambda_0$ ) は、手動で入力するか、Measure(測定)ボタンを使用して実際の測定値で自動的に定義 できます。

汎用(多項式)光センサ	$a(\lambda - \lambda_0)^3 + b(\lambda - \lambda_0)^2 + c(\lambda - \lambda_0) + d$
-------------	--

#### 4.2.4.6 演算チャンネル

Catmanは、実際のデバイスチャンネル上で行われた適応を置き換えることができる演算チャンネルを作成することができ、したがって生データの記録を可能にし、例えば複数のチャンネル測定を含むより複雑な計算を作成することができます。

#### 単一FBGセンサの計算

ひずみ、温度、加速度、多項式光学センサの演算チャンネルは、データベース上のセンサと非常によく似た方法で作成できます (上記の章からを参照 4.2.4.1 4.2.4.5) 。



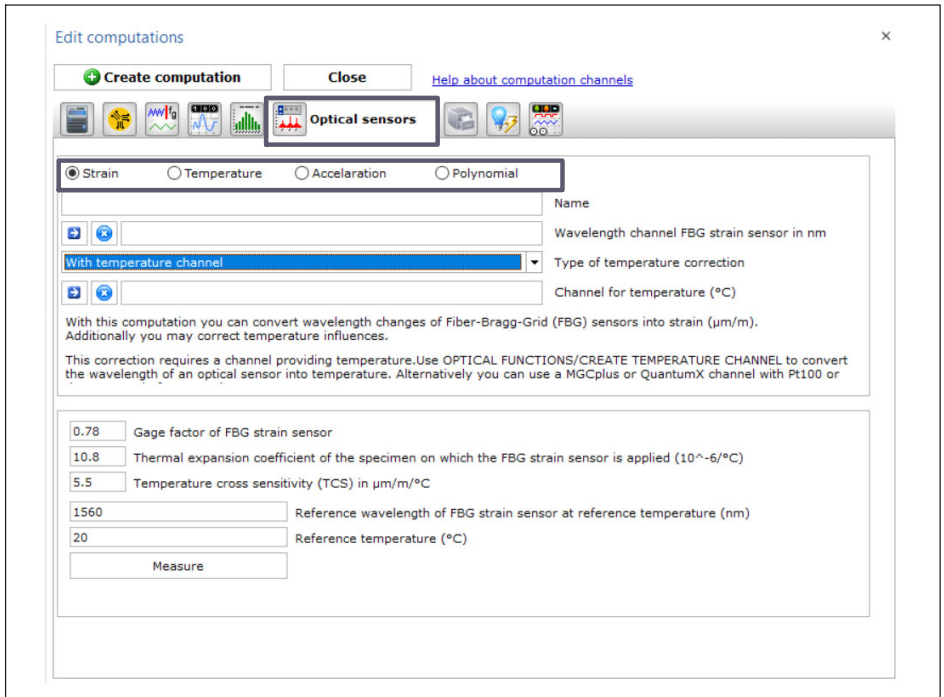


図4.23 演算チャンネル光学センサーメニュー

## デュアルFBGセンサの演算

多くのFBGベースのセンサには、温度補正測定用の2つの格子があります。これらの例として、HBK提供の標準センサ群のチルトセンサ、変位センサ、負荷センサが挙げられます。catman®において波長測定値をエンジニアリング値に変換するには、演算チャンネルを使用する必要があります。



### ヒント

チャンネルを「相対波長」として定義し (4.2.4.1章の「波長」を参照58ページ) 入力する数式を簡略化します。

この場合、各帯域の基準波長値が、センサのキャリブレーションシートに記載されている基準波長値に更新されていることを確認してください。

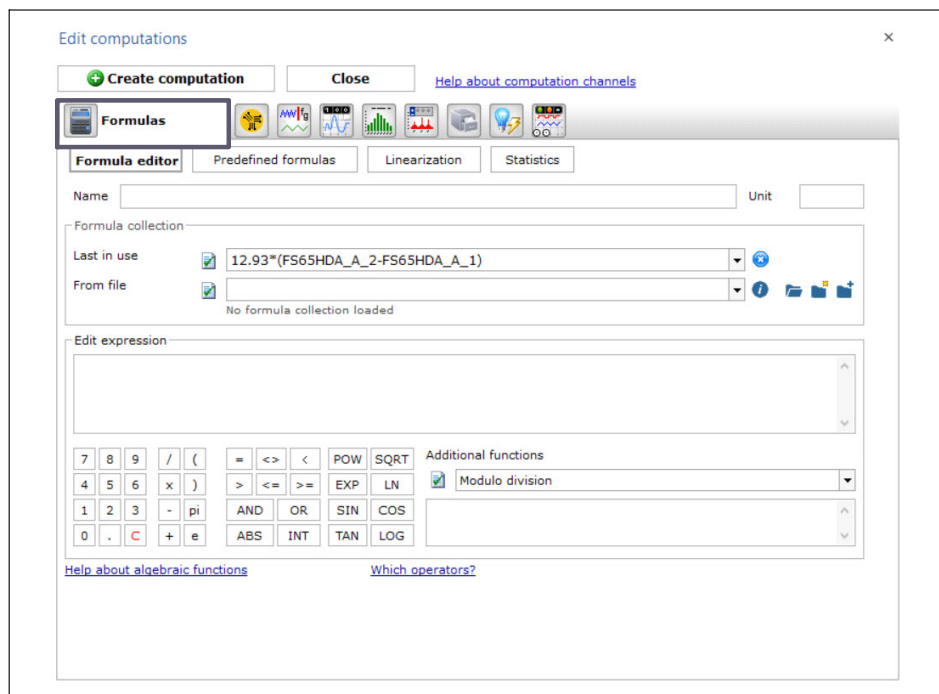


図4.24 演算チャネル式のメニュー

## ロゼットひずみゲージ

Catmanは、演算チャネル上のロゼット測定から関連する応力解析計算もサポートしています。このインターフェースを使用することで、catmanは選択した任意の数の演算チャネルを作成します。

## お知らせ

光学式ロゼットには60°/120°タイプがあり、3つの測定方向にはcatmanのメニューと一致するa、b、cのマークが付いています。

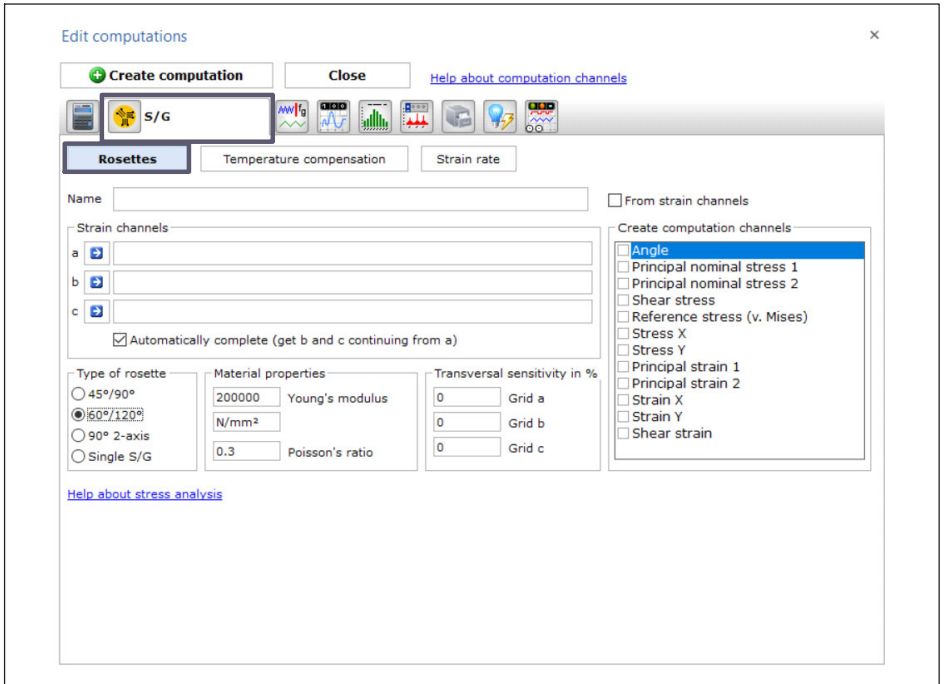


図4.25 演算チャネルのロゼットメニュー

## 4.2.5 ゼロバランス

Catman は、測定開始時などに値をゼロにする簡単な方法で、プロジェクト構成でセンサをゼロにすることができます。

- ▶ 1つまたは複数のセンサのゼロ設定を行うには、目的のラインを選択し、上部リボンのゼロバランスボタンを押します。

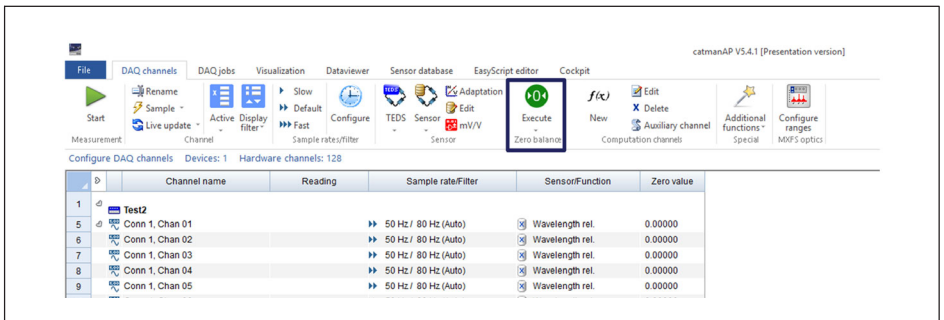


図4.26 ゼロバランス

- ▶ または、ゼロにするラインを右クリックして、[ゼロバランス] オプション (番号1、図4.2.7にある)を選択。

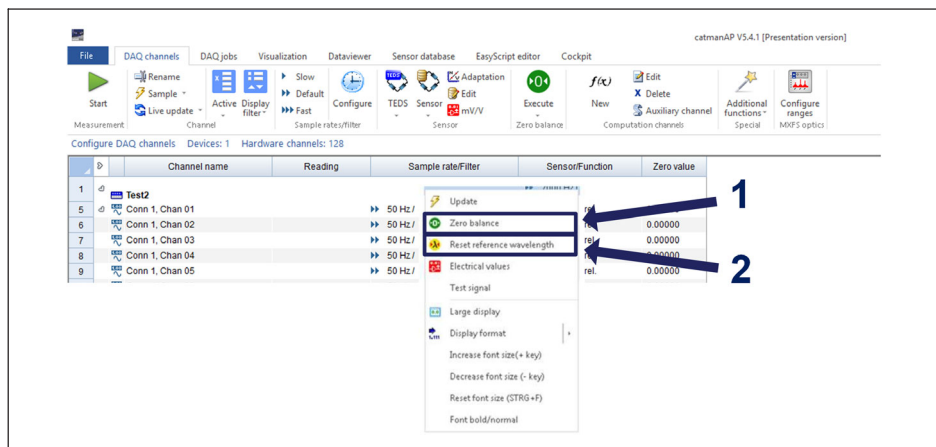


図4.2.7 ゼロバランスおよびリセット参照波長

光学式センサのゼロ設定を行うと、ゼロ設定の瞬間に測定値と同じオフセットが作成されます。これは相対的な測定には非常に便利な機能ですが、温度測定などの絶対的な測定やキャリブレーションされた測定を慎重に行う必要があります。特に、ひずみ測定に対する温度の影響を補正するために温度値が使用されている場合には注意が必要です。

## 重要

チャンネルレベルでゼロ動作をロックすることで、温度などの絶対測定センサにおいて意図しないゼロ化動作を防ぐことができます。ロックされているチャンネルのゼロ設定を偶然選択した場合、そのチャンネルは適用されません。

## 重要

catmanでセンサのゼロ設定を行うと、デバイスレベルでセンサ設定へのオフセットが作成されます。ゼロバランスは、デバイスに供給される測定値に影響します。

### 4.2.6 参照波長をリセット

ゼロバランスと同様に、参照波長を現在の測定値にリセットすることもできます。

- ▶ リセットするラインを右クリックし、Reset reference wavelength オプションを選択、(図4.2.7番号2)。

これにより、すべての波長測定値が比較されるスイッチに対する参照波長値が変更されます（詳細については、デバイスのチャンネル選択にあるサブセクションの「参照波長」の3.7.1.3 “波長”ページ31を参照。）

## 重要

参照波長のリセットは、ひずみや加速度などの相対的なセンサ測定に非常に便利なツールですが、正確な測定を行うために、キャリブレーションシートに記載されている参照波長に依存する温度などの絶対測定やキャリブレーションされた測定値が損なわれます。参照波長の値をリセットする場合は、常に細心の注意を払ってください。

### 4.3 本装置のリセット

MXFSインテロゲータは、Catman ソフトウェアを使用して工場出荷時の設定にリセットできます。

▶ デバイス名を右クリックし、Device Reset（デバイスリセット）を選択します。

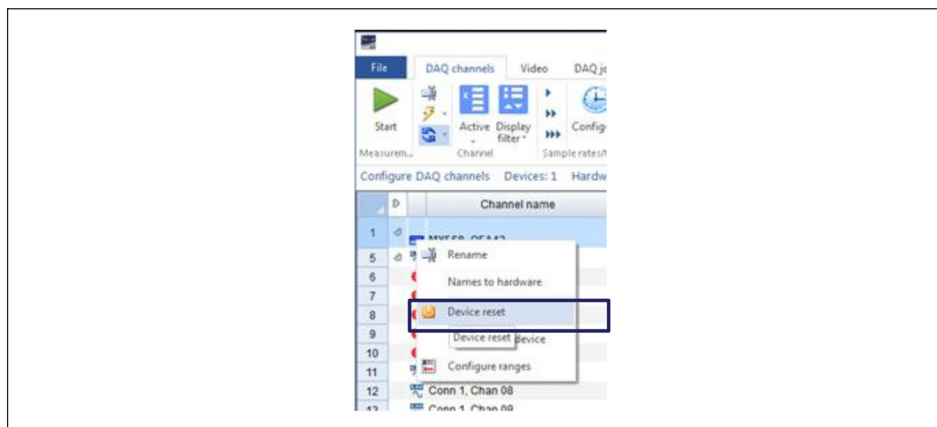


図4.28 デバイスのリセット

▶ リセットオプションの選択。

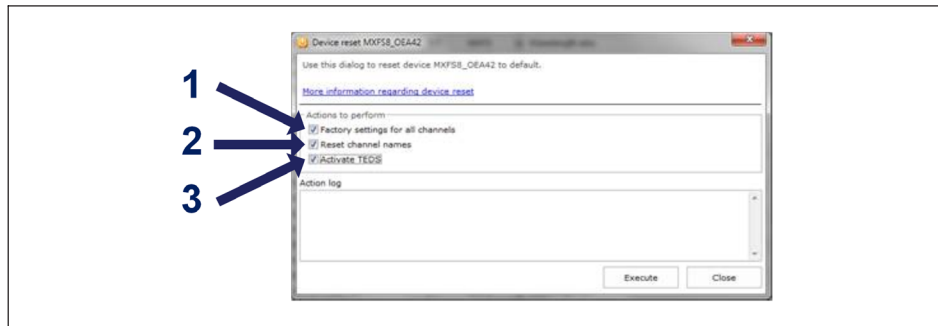


図4.29 デバイスリセットオプション

- 1 すべてのチャンネルの工場出荷時設定。選択した場合、リセットの結果は次のようになります：
  - すべてのチャンネルを非アクティブにします;
  - すべての設定済み帯域を削除します;
  - センサのタイプを「相対波長」に変更します;
  - ゼロバランス値を削除します。
- 2 チャンネル名のリセット：
  - すべてのチャンネル名をデフォルトに変更します（<デバイス名>\_CH\_<コネクタ番号>-<チャンネル番号>、例：MXFS8のコネクタ2のチャンネル13ではMXFS8\_CH\_2-13）。
- 3 [Activate TEDS] オプションはMXFSには使用できません。



