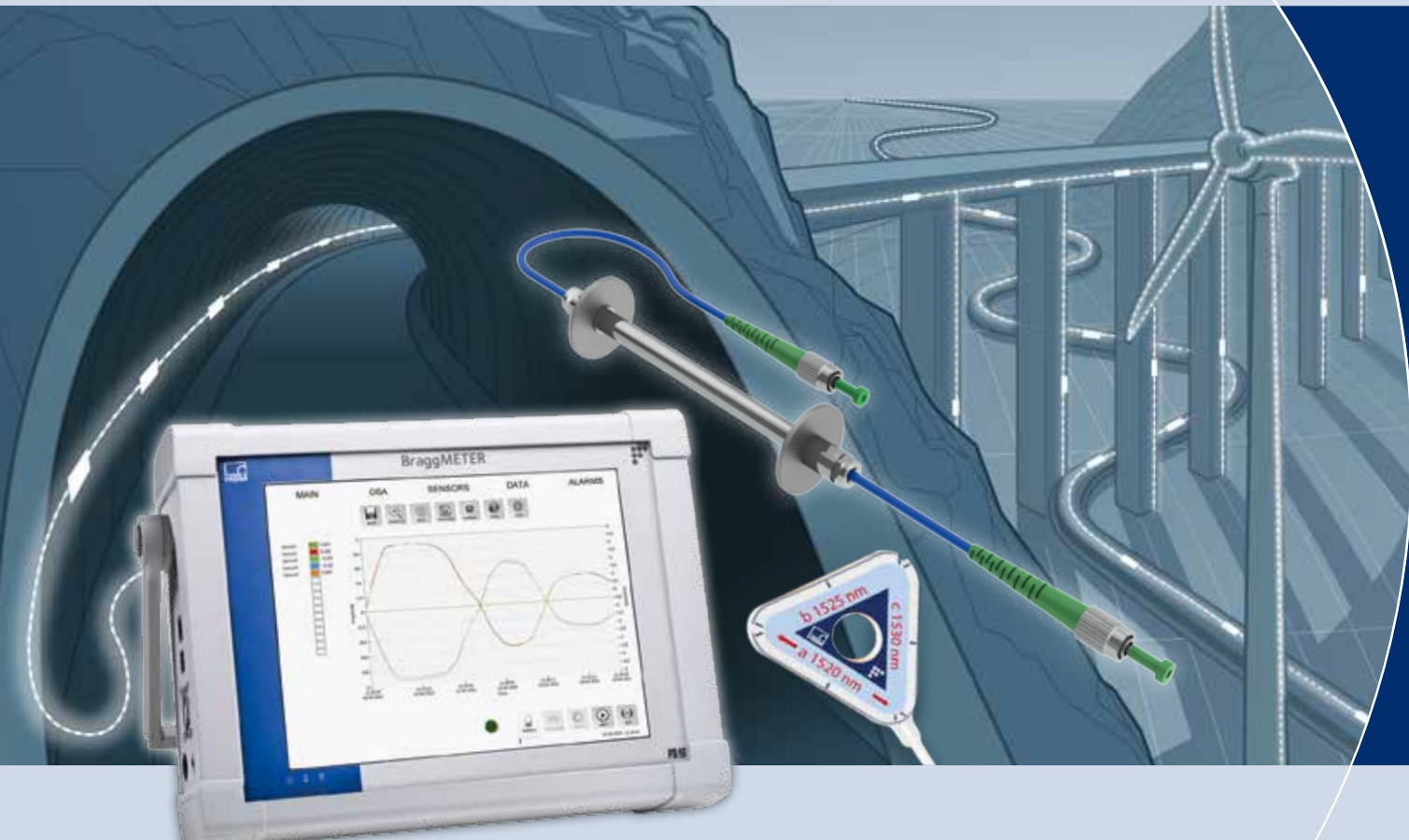




# 光学式計測ソリューション



# 光を利用した計測手法



ファイバブラッググレーティング(FBG)技術に基づく光学式センサで、様々な計測の可能性が広がります：

- 従来の電気的手法では計測が難しい部品や構造物、また劣悪な環境において、温度、加速度、変位、傾斜(チルト)を正確に計測
- 強い電磁ノイズや爆発の危険がある環境、負荷変動が激しい場合、また大ひずみを生じる構造物や材料でも、安全で信頼できる手法
- 厳しい環境下にある大型構造物のヘルスマニタリングにおいて、様々な種類のセンサを1本の光ファイバに接続し、長距離にわたり1台の機器で計測

## アプリケーション：



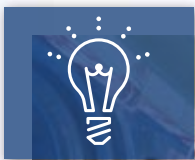
光ファイバ式センサによるグレートベルト橋の振動計測 (デンマーク)

### 土木建築関連

#### 構造物のヘルスマニタリング

大型構造物(橋、トンネル、ダムなどの建築物)の計測を高いコストパフォーマンスで

- ひずみの検査
- たわみや変位の計測
- 振動モードの識別
- 温度分布計測



発電機に設置された光ファイバ式温度センサ

### エネルギー関連

#### リアルタイムに設備の健全性を診断

あらゆる高電圧や危険な環境(大型発電設備、高電圧変圧器、大型電気機器などに)

- 振動
- 温度
- 負荷
- 多点温度計測

## 風力発電

### 風力タービンの機能監視

大型風力発電運用にパワフルでコストパフォーマンスの高い計測ツールとして

- ピッチコントロール
- 状態監視
- ブレード設計の妥当性確認
- 着氷雪の検出



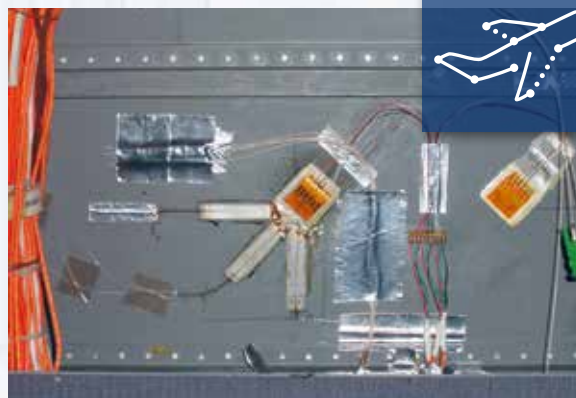
風力発電用の風車ブレードに  
光ファイバ式ひずみセンサを設置

## 航空宇宙

### 航空機の機体安全性の監視 と宇宙船用ソリューションの構築

設置スペースが限られている場合や、複合材などの埋め込み型アプリケーションに

- 負荷監視
- 飛行中の機体のひずみ計測
- 宇宙船の構造ヘルスマモニタリング
- 温度分布計測



軍用機C27Jの機体監視アプリケーションに  
FBGシステムを利用

## その他のアプリケーション

### あらゆる構造の計測パフォーマンスを最適化

製造プロセス関連や石油・ガス、および研究開発など、様々な分野に

- コンテナの負荷分布検査
- 化学反応装置の温度分布計測
- 極低温環境での設備監視
- パイプラインのモニタリング



水力発電の導水路用パイプのモニタリングに  
光ファイバ式センサを設置

# 無限の可能性をもつ光の技術

## FBG光ファイバセンシング導入例



トンネルの内壁に沿ってセンサを設置

### SysTunnel

#### トンネル構造の安全性監視

Systunnelシステムを使用して、大規模改修後のロッシオ鉄道(リスボン、ポルトガル)のトンネル構造の健全性を連続的に診断：

- 変形、温度の計測
- 100セクション以上で監視
- 総センサ数872個
- インテロゲータ1台



風力タービンの運用に使用されるWindMETERインテロゲータ

### WindMETER

#### 風車ブレードの監視

WindMETERシステムを設置し、ECNオランダのエネルギーセンターで状態監視システム(CMS)の開発をサポート：

- ブレードひずみのリアルタイム計測
- 光ファイバ式ひずみ / 温度センサを使用
- インテロゲータをハブに設置
- 新型センサの有効性を実証



極低温環境でのひずみ計測

### ITER(国際熱核融合実験炉)

#### 極低温環境での監視

光ファイバ式センサシステムの供給と検証  
核融合炉の超電導磁石に設置：

- ひずみ、変位、温度の監視
- 高い被爆量、高真空、極低温環境
- 600個以上のセンサとデータ収集システムや付属品を使用



### カスタム・ソリューション(シーメンス社)

#### 大型発電機の温度と振動の監視

シーメンス・エネルギー部門向けに開発・製造された統合システム：

- FOVM-光ファイバ振動監視システム
- FOTM-光ファイバ温度監視システム
- シーメンス製発電機の振動、温度、ひずみをリアルタイム計測し、稼働状態に応じたメンテナンスをサポート

### 大規模光ファイバシステムを設置

#### 高圧導水管の監視

カウナータルダム(オーストリア)で、鋼鉄製導水管に対する給水/停水の負荷サイクルの影響を監視：

- 導水管の内側にひずみセンサを203個設置
- インテロゲータ3台
- 管にかかる圧力は最大100バール

### 鉄道計装

#### トラフィックの特性による構造への影響を検査

カネラス(ポルトガル)の小型鉄道橋での動的ひずみ負荷テスト：

- 重量とブレーキ力の計測
- 橋を通過する列車の車軸重量の判定
- 光ファイバセンサと電子式センサからデータを同時に収集



光ファイバ式振動センサを発電機に設置



光ファイバ式ひずみセンサを導水管に設置



鉄道レールに光ファイバ式ひずみセンサを設置

# 光ファイバグレーティング技術： 光を利用した計測

HBM FiberSensingの光ファイバ式センサは、過酷な環境でも正確に計測できるファイバグレーティング(FBG)技術を活用しています。長期的な屋外構造物のヘルスマonitoringに最適な信頼性の高いソリューションです。

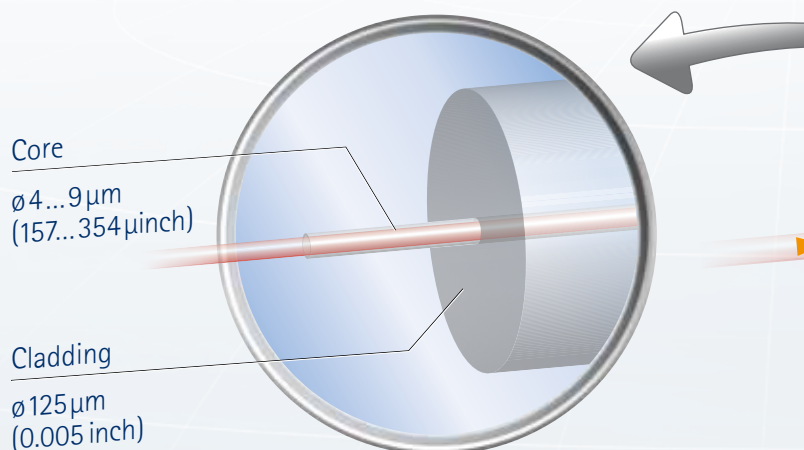
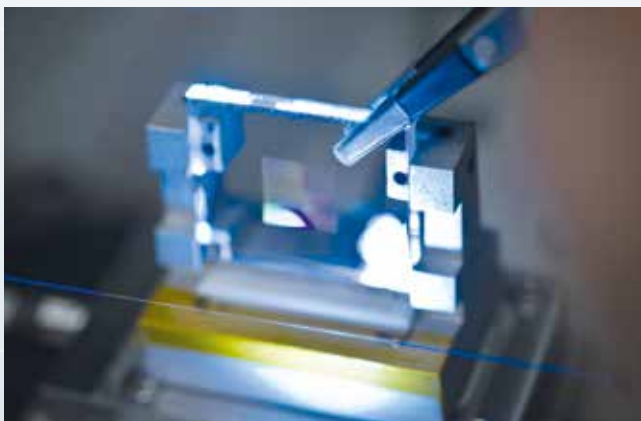
FBGセンサはコンパクトで優れた特長を備えているため、従来方式と同様の取り扱い方法で使用できます。

FBGは直径125 $\mu\text{m}$ の光ファイバのクラッドの中心にある直径9 $\mu\text{m}$ 未満のコアに形成されており、その細さは人の髪の毛ほどです。

## ファイバブラッググレーティング

ファイバブラッググレーティングは、通常、数mm長の微小構造になっており、シングルモード電気通信用の標準的な光ファイバのコア内にUVレーザを照射することにより形成されています。

広帯域の光がこのファイバに入射されると、ブラッググレーティングは特定の光波長のみを反射する鏡のような役割を果たします。反射された波長を利用して、ひずみ、温度、傾斜(チルト)、加速度などのパラメータが計測できます。



HBM FiberSensingが保有するFBGのテストラボ

## FBGセンサ技術による計測

光ファイバ上の光学式センサが、ひずみや温度などの外部変化にさらされると、その測定量に比例した波長シフトが起こり、その結果がインテロゲータ(データ収集システム)によって検出されます。

### 設置費用を削減

HBM FiberSensingの光ファイバ式センサは、1本のファイバに複数のFBGセンサを接続できるので、配線数を削減できます。光計測チェーンはアプリケーション別に個別に構築できます。

### 高精度な計測が可能

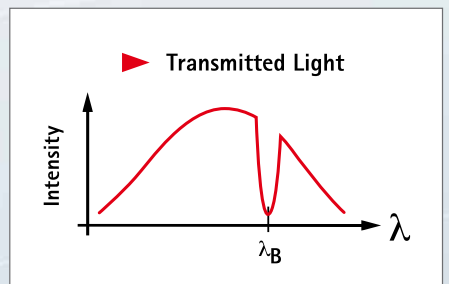
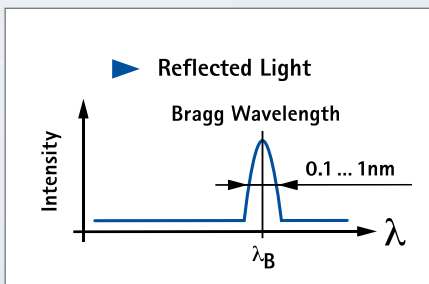
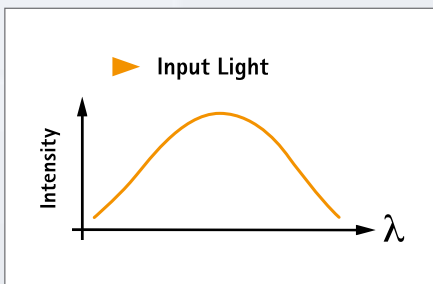
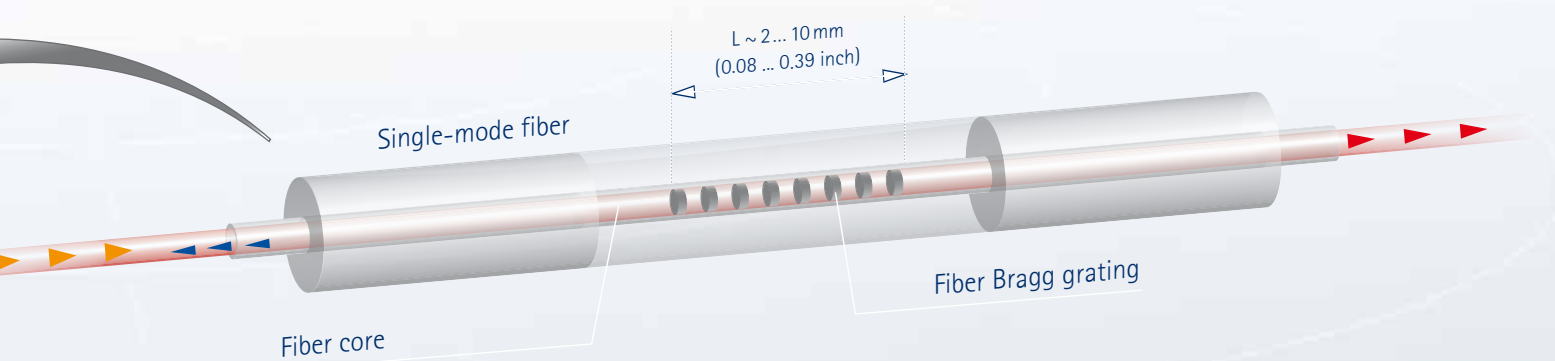
厳しい環境や計測条件でも、FBGセンサなら部品や構造物の疲労強度試験が可能です。例えば負荷試験は、大ひずみを生じる材料でも行うことができます。また、高負荷サイクル、高電圧システムなどの厳しい環境下でも一貫して安定した正確な試験結果が得られます。

### 長距離伝送

光ファイバ式センサ技術では、計測体からの距離やケーブル長は計測結果に影響しません。たとえデータ収集システムが数km離れたところに設置されていても、計測点から高品質な計測結果を収集できます。

### 小型で軽量なFBGセンサの長所

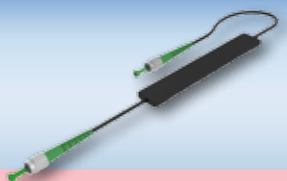

設置困難な測定点にはFBGセンサの利用が適しています。またアクセスが難しい場所や遠隔地でも柔軟に対応できます。HBM FiberSensingの光ファイバ式センサには、ラボ用や屋外のコンクリート建造物用など、広範なアプリケーションに対応する様々な種類があります。



# FBG光ファイバ式センサ / ひずみゲージ

## FSシリーズ : 大規模センサネットワークの構築に最適な光ファイバ式センサ

さまざまなアプリケーションで、ひずみ、温度、傾斜(チルト)、加速度、変位を計測

 <b>FS62</b>	 <b>FS63</b>	 <b>FS64</b>	 <b>FS65</b>
<b>光ファイバ式ひずみゲージ</b>	<b>光ファイバ式温度センサ</b>	<b>光ファイバ式チルトセンサ</b>	<b>光ファイバ式加速度センサ</b>
<p>被測定体の表面や素材への接着、構造体やコンポーネントへのスポット溶接、生コンクリートへの取り付け(表面に設置または直接成型して固定)などに適したひずみセンサ</p> <p>小型ポリイミド、コンポジット、溶接式、表面設置型、埋め込み型、非加熱型あり</p>	<p>被測定体の表面や素材への接着、構造体やコンポーネントへのスポット溶接、生コンクリートへの取り付け(表面に設置または直接成型して固定)などに適した温度センサ。高温領域やEMF環境の計測に最適</p> <p>コンポジット、溶接式、埋め込み型として、また高誘電式プローブとして利用可能</p>	<p>垂直方向のわずかな傾きを計測できるチルトセンサ</p> <p>革新的なプッシュ・プル構造のFBGセンサを2個使用し効率的に温度補正</p> <p>軸の取り付け治具を利用可能</p>	<p>低周波数と小幅の振幅振動が存在する幅広いアプリケーションに利用可能な加速度センサ</p> <p>複数軸方向の振動を同時測定</p>
<b>主な仕様</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>計測範囲 : ± 5000 μm/m まで</li> <li>動作温度 : -20 ~ 80 °C</li> <li>保護等級 : IP68 (表面型と埋め込み型とも)</li> </ul>	<b>主な仕様</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>計測範囲 : -20 ~ 80 °C</li> <li>動作温度 : -20 ~ 80 °C</li> <li>保護等級 : IP68 (埋め込み型)</li> </ul>	<b>主な仕様</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>計測範囲 : ± 5 °</li> <li>動作温度 : -20 ~ 80 °C</li> <li>温度の影響の自己補正</li> </ul>	<b>主な仕様</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>計測範囲 : ± 10 g</li> <li>0 ~ 50 Hz</li> <li>動作温度 : -20 ~ 80 °C</li> <li>保護等級 : IP68</li> </ul>

### 完全に受動部品で構成

すべての電磁ノイズ(EMI、RFI、スパークなど)に対して本質的に影響を受けないため、爆発性雰囲気、高電圧、強電磁場などがある危険な場所でも安全な計測が可能

### 高度な多重化機能

多数のセンサを1本の光ファイバに接続できるので、配線が少なく設置が容易

### 遠隔操作性

センサとインテロゲータ間が数km離れていても計測可能

### 機械部分の故障がありません

メカニカルな構造がないため疲労劣化がない

### 自己校正型

絶対パラメータ(ブラッグ波長)に基づいているので、電源変動の影響を受けない



## OPシリーズ：大ひずみの計測に最適な光ファイバ式ひずみゲージ

小さな曲げ半径(6ミクロンのコアファイバ)と高性能コーティング

			
<b>OL/OL-W</b>	<b>OL-LT</b>	<b>OR/OR-W</b>	<b>HBM™によるOptiMet</b>
<b>光ファイバ式ひずみゲージ</b>	<b>拡張温度範囲型光ファイバ式ひずみゲージ</b>	<b>光ファイバ式ロゼット型ひずみゲージ</b>	<b>ひずみゲージ計測チェーン用光ファイバ</b>
<p>構造体や材料への接着(OL)、またはスポット溶接(OL-W)用ひずみゲージ</p> <p>特製アクリル樹脂タイプと溶接タイプあり</p>	<p>構造体や材料への接着用ひずみゲージ</p> <p>広い動作温度を特長とし、極限的な気候条件での使用に最適</p> <p>特製アクリル樹脂タイプあり</p>	<p>構造体や材料への接着用小型ひずみゲージ(ロゼット型)で、3方向のひずみを計測</p> <p>光ファイバ式温度センサ(OTC)は温度補正可能</p> <p>特製アクリル樹脂タイプと溶接タイプあり</p>	<p>ひずみの多点測定ができる複数のFBGを使用する光ファイバ</p> <p>OptiMet-OMF 実験室用に最適</p> <p>OptiMet-PKF 追加コーティングで耐候性を強化 屋外での使用に最適</p> <p>温度センサとの併用で温度補正(OTCとPKF-OTC)が可能</p>
<p><b>主な仕様</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>計測範囲： ±10000 μm/m</li> <li>曲げ半径： OL：&gt; 2.5 cm OL-W：&gt; 30 cm</li> <li>動作温度： OL：-10 ~ 80 °C OL-W：-40 ~ 100 °C</li> </ul>	<p><b>主な仕様</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>計測範囲： ± 20000 μm/m</li> <li>曲げ半径： &gt; 2.5 cm</li> <li>動作温度： -40 ~ 80 °C</li> </ul>	<p><b>主な仕様</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>計測範囲： ± 5000 μm/m</li> <li>曲げ半径： OR：&gt; 3 cm OR-W：&gt; 30 cm</li> <li>動作温度： OR：-10 ~ 80 °C OR-W：-40 ~ 100 °C</li> </ul>	<p><b>主な仕様</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>計測範囲： ± 5000 μm/m以上 (&gt; 10<sup>7</sup> cycles)</li> <li>曲げ半径:(FBG間)： OptiMet-OMF：&gt; 10 mm OptiMet-PKF：&gt; 70 mm</li> <li>動作温度： OptiMet-OMF：-269 ~ 200 °C OptiMet-PKF：-40 ~ 140 °C</li> </ul>

### 完全に受動部品で構成

すべての電磁ノイズ(EMI、RFI、スパークなど)に対して本質的に影響を受けないため、爆発性雰囲気、高電圧、強電磁場などがある危険な場所でも安全な計測が可能。

### 高度な多重化機能

多数のセンサを1本の光ファイバに接続できるので、配線が少なく設置が容易

### 遠隔操作性

センサとインテロゲータ間が数km離れていても計測可能

### 機械部分の故障がありません

メカニカルな構造がないため疲労劣化がない

### 自己校正型

絶対パラメータ(ブラッグ波長)に基づいているので、電源変動の影響を受けない

注：技術特性の違いにより、同じ光学チャンネル上に異なるシリーズのセンサは使用できません。

# FBGインテロゲータ： 信頼性の高い計測データの収集

HBM FiberSensingのインテロゲータには、卓上型、ラックマウント型、携帯型の3種類があります。大規模なセンサネットワーク構築に適しており、24時間年中無休で、正確かつ高分解能な静的・動的データを収集し、信頼性の高いソフトウェアを通じて提供します。またcatman®ソフトウェアを使えば、光学式と電気式のハイブリッドなセンサ構成も容易に実現できます。



FS22



FS42

## 産業用インテロゲータ BraggMETER SI/DI

産業用途での、FBGセンサのデータ収集用のインテロゲータ。スタティックで1サンプル/秒、ダイナミックで50、100、500 サンプル/秒\*

### 高レベルインテロゲータ

ブロードバンドのチューニングレンジと1、4、8個の光学式パラレルチャンネルにより、多数個のセンサで同時計測が可能

### リアルタイムOS

スタンドアロン操作向けに設計されたオペレーティングシステム

### スマートピーク値検出(SPD)

スタティック・インテロゲータに組み込まれた機能で、大型で複雑な構造体を計測する全FBGセンサのピーク値を常に正確に検出

### 簡単操作

インテロゲータはイーサネット経由で外部PCに接続できます。ASCII制御文字、BraggMONITOR、またはcatmanソフトウェアから完全に制御できます。

\*選択可

### 主な仕様

- 計測範囲：  
100 nm (1500 ~ 1600 nm)
- 分解能：  
1 pm (SI)  
5 pm (DI)
- 動作温度：  
10 ~ 40 °C
- モデル：  
卓上型と19インチラック式

## 携帯型インテロゲータBraggMETER

屋外FBGセンサのデータ収集に適したソフトウェア内蔵型のインテロゲータ

### 高レベルインテロゲータ

ブロードバンドのチューニングレンジと4個の光学式パラレルチャンネルにより、複数センサの同時計測が可能

### iLog ソフトウェア

直感的なグラフィカルユーザインターフェースが光スペクトラム分析とセンサ配置を保存、管理、エクスポートする完全なデータ記録容量

### 携帯性

バッテリーと堅牢なキャリングケースを採用して、屋外作業に最適

### 自動操作

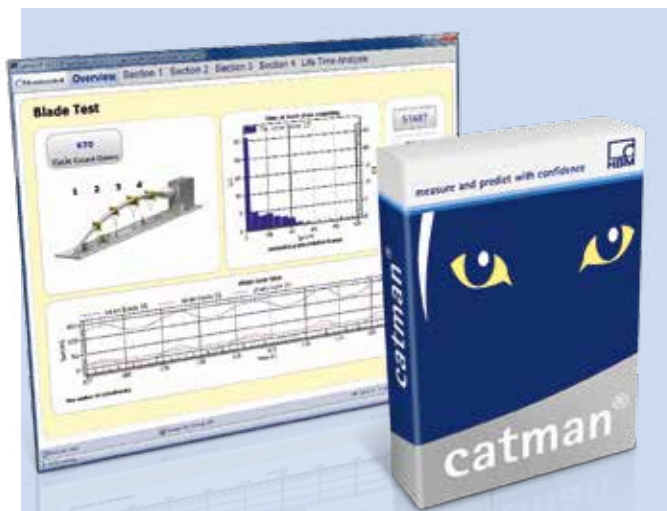
長期間運用のために最適設計された内蔵バッテリー付きユニット(予備電池を利用可能)

### 主な仕様

- 計測範囲：  
100 nm (1500 ~ 1600 nm)
- 分解能：  
1 pm
- 動作温度：  
10 ~ 40 °C
- インタフェース  
12インチ タッチスクリーン

# プロフェッショナルな 多機能ソフトウェアで計測を効率化

HBM FiberSensingソフトウェアを使えば、光学式FBGセンサとインテロゲータから得られる計測データの収集、表示、解析が簡単に行えます。直感的に使用できるインターフェースは、柔軟で適応力があり計測プロジェクトの効率向上が可能です。



## catman®ソフトウェアを使って、計測タスクを新たな次元に

データ収集、計測オートメン、データ解析のためのプロ用ソフトウェア

- データ収集速度、最大12 MS/sまたは100 MB/s
- 数式エディタ使用で演算チャンネルを簡単に追加
- 複数ページ上で個別に表示と制御が可能
- 強力なデータ解析と結果表示
- 信号解析に基づくスマートトリガ
- イベント監視と警報発生
- 事前定義された関数、VBAスクリプトまたはAutoSequenceによるシーケンスの自動化
- 光学式計測と他の計測を組み合わせ

## BraggMONITOR DI BraggMONITOR SI

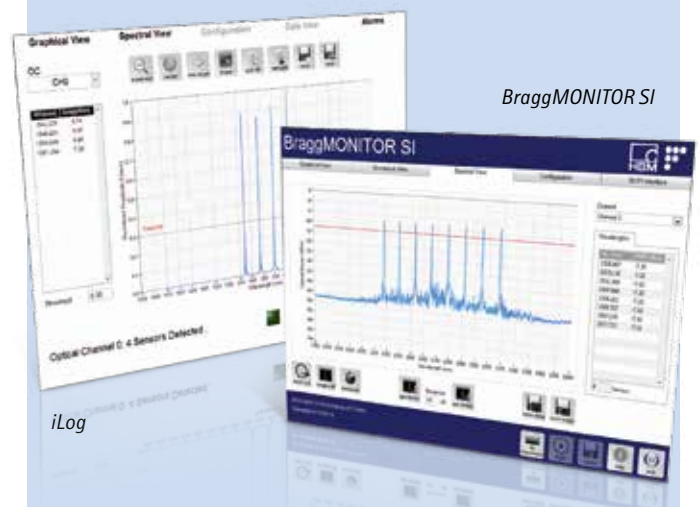
FS22インテロゲータ専用ソフトウェア

- データ収集と保存
- ブラッグ波長のスペクトラム表示
- 簡単で直感的なセンサ設定
- インテロゲータを外部PCでコントロール

## iLog

FS42インテロゲータ用組み込みソフトウェア

- データ保存、管理、エクスポート
- ブラッグ波長のスペクトラム表示
- 直感的なセンサ設定、履歴の保存や変更が簡単
- アラーム/イベント記録





[www.hbm.com](http://www.hbm.com)

**HBM Test and Measurement**

Tel. +49 6151 803-0

Fax +49 6151 803-9100

[info@hbm.com](mailto:info@hbm.com)

**お問い合わせ先**

スペクトリス株式会社HBM事業部

〒101-0048

東京都千代田区神田司町2-6

司町ビル4F

measure and predict with confidence

