KYOWA

光ファイバ計測ソリューション

- FBGセンシング -



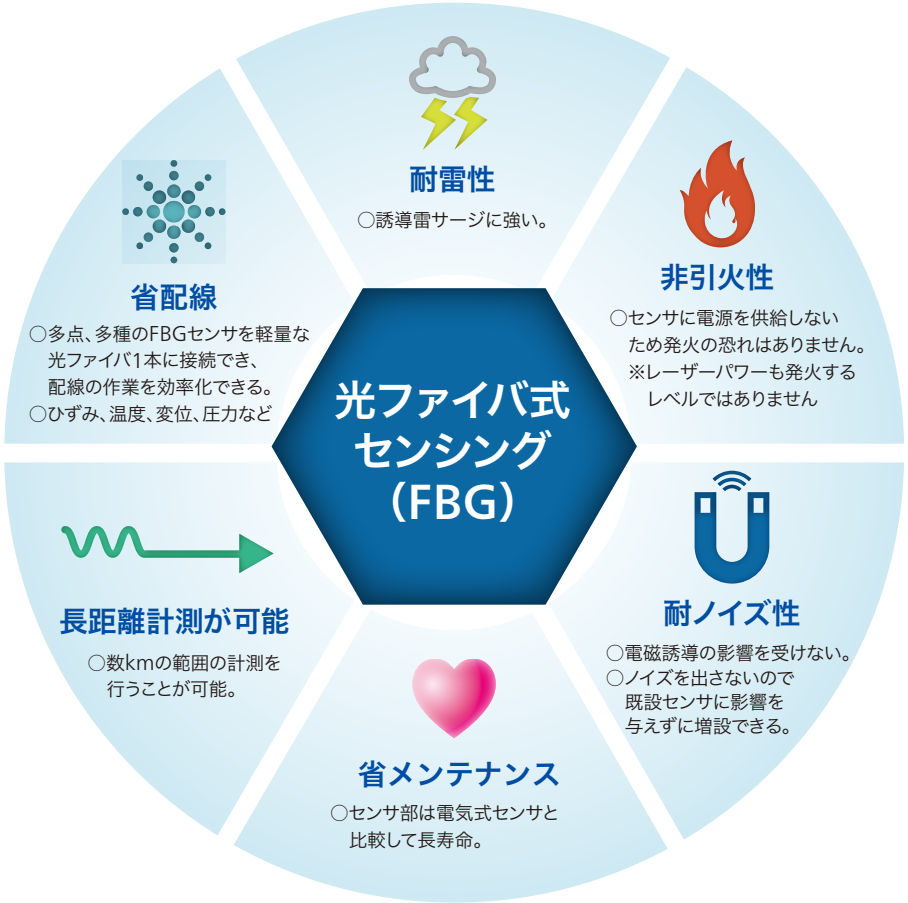
Introduction to Optical Fiber Sensing

光ファイバ式センシング



光ファイバ式センシング（FBG）の優位性

光ファイバ内にFBG（ファイバ　ブラッグ　グレーティング）加工を行い、その反射光のひずみ依存性・温度依存性を利用しセンシングを行います。
電気式センシングでは困難な課題に対して優れたソリューションを提供します。
高スキャン周波数で数値データを取得でき、グラフ作成など解析が容易にできます。





光ファイバ式センシングの比較

光ファイバ式センシングの様々な方式を紹介します。
光ファイバ式センシング（FBG）は他方式と比較して、高速サンプリングで多点多種計測が可能な特長があります。

タイプ	センシング方式	光ファイバ1本での多点多種計測	サンプリング周波数
ポイント型（多点）	FBG	○	高速
ポイント型（単点）	ファブリ・ペロー	—	中速
	ヘテロコア	—	中速
分布型	BOTDR	△	低速
	OFDR	△	低速

共和電業の光ファイバ計測ソリューション

応力計測の総合メーカーだからこそできる最適なソリューションを提案します。

当社は、ひずみゲージをコアスキルとする応力計測のプロフェッショナルとして、これまで多分野にわたるお客さまの様々な計測ニーズにお応えしてきました。
従来のひずみゲージ計測の技術やノウハウに加えて、FBGなどの光ファイバ計測の技術を組み合わせることで最適なソリューションを提供いたします。

光ファイバ式センシング(FBG)を利用した計測

光ファイバ式センシングの導入は、社会インフラ・輸送機器・エネルギー等、**多分野における長期モニタリング**に有効です。
光による計測のため電磁誘導の影響を受けません。**既存のシステムにも影響を与えず併設可能**です。
今まで困難であった問題を解決し、計測の可能性が広がります。

土木・建築関係
構造物のヘルスモニタリング

大型構造物(橋、トンネル、ダムなどの構造物)の計測
・コンクリートの緊張力試験
・建築建屋の異常検知、モニタリング
・橋のたわみや変位計測
・亀裂進展計測

長距離　長期

ひずみ　温度　変位

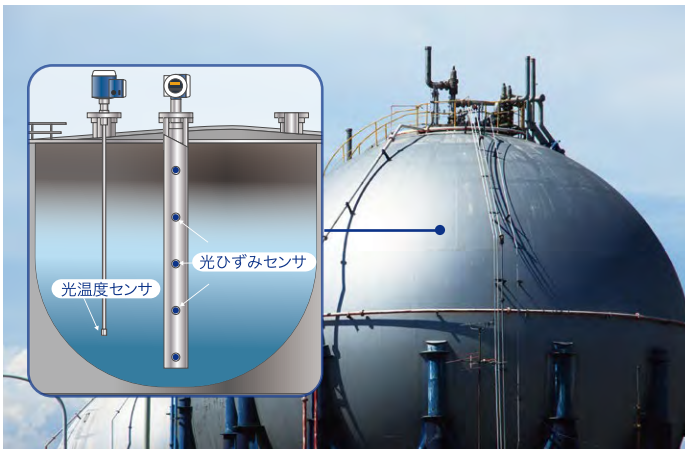


エネルギー産業
設備の健全性を診断

高電圧、高温、防爆エリア等、厳しい環境下での計測
・大型発電設備
・高電圧変換器
・ガスタンク内の計測
・天然ガスプラント圧力計測
・液体水素貯蔵タンク強度試験
・液化水素運搬、コンテナ応力測定

非引火性

ひずみ　温度



風力発電
実証試験、モニタリング

・設計検証と確認
・ブレードの検証
・タワーと基礎の実証試験
・振動モニタリング

耐雷性

ひずみ　温度



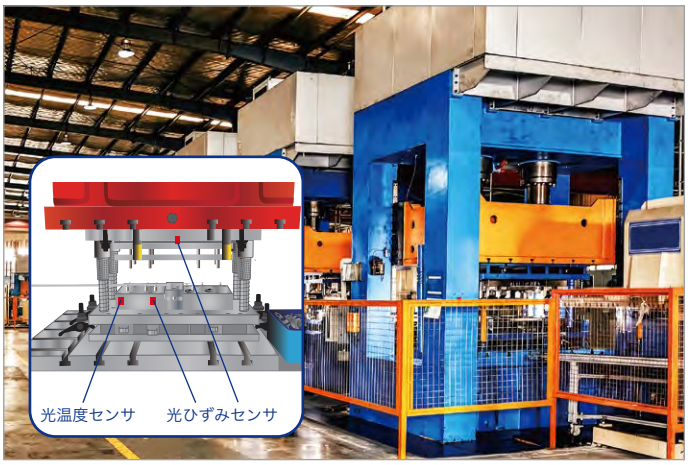


自動車
性能試験や安全性確認

ひずみ　温度

自動車の各種計測
・車体の強度試験
・HVモータ温度計測
・FCスタック温度計測
・実車走行時の応力、温度計測
・EV、HV等のベンチテスト

耐ノイズ性



工業計測
モニタリング

ひずみ　温度

・プレス機評価
・搬送装置のモニタリング
・マテリアルハンドリングのモニタリング
・アクチュエータのモニタリング

省配線　多点計測



鉄道
設備のヘルスモニタリング

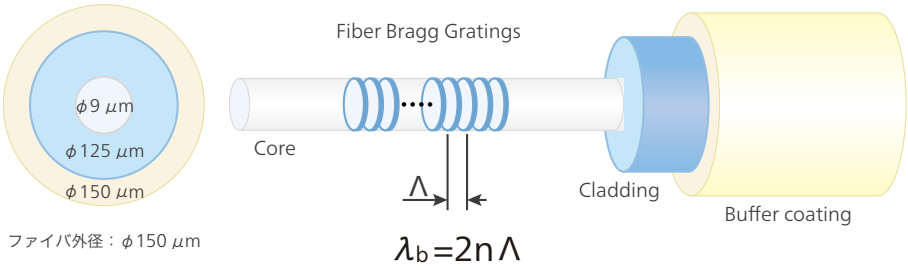
ひずみ　温度

・車両強度試験
・橋梁モニタリング
・輪重計測システム
・架線（パンタグラフ）モニタリング

耐雷性　耐ノイズ性

FBGの構造

FBGを書き込む光ファイバはガラスでできたコアとクラッドの二重構造で、周りをポリイミドで覆われています。FBGとは、光ファイバに紫外レーザー光を照射し、光ファイバ中のコアに屈折率変調(回折格子)を形成したものです。この周期的な屈折率変調の周期に合致した波長($\lambda_b=2n\Lambda$)の光信号のみが反射し、他の波長の光信号はこの周期的屈折率変動を感知せず通過します。特長として、光ファイバそのものに形成するため構造が大変シンプルで損失が少なく、小型で高信頼であるなど多くの利点があります。

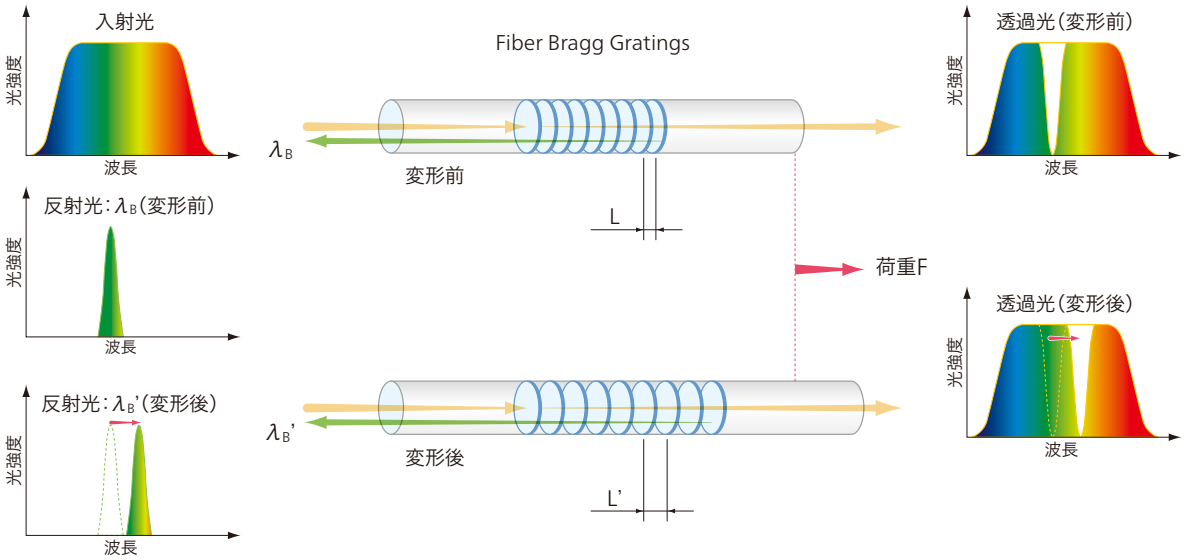


λ_b：ブラッグ波長
n：光ファイバのコアにおける有効屈折率
Λ：グレーティング周期と呼ばれるグレーティング(回折格子)の間隔

※LUNA社製の例です。

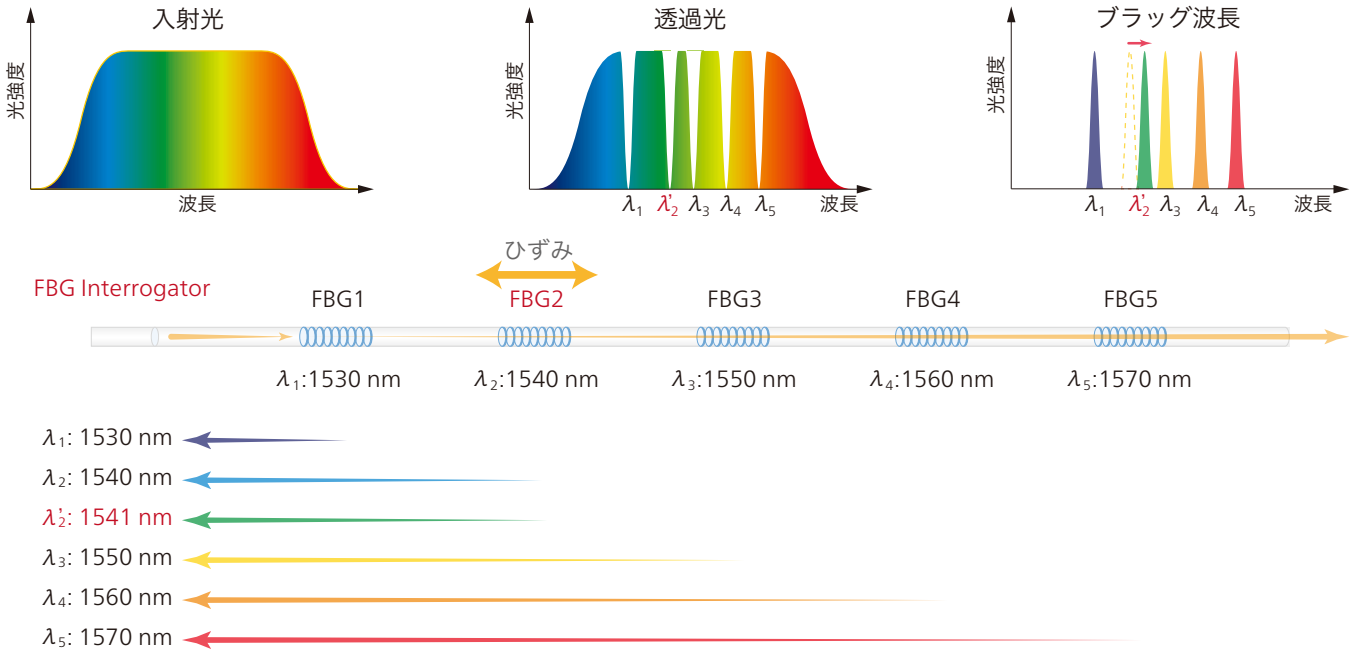
光ファイバ式センシング(FBG)の原理

入射光がFBGを透過すると、ブラッグ波長と呼ばれる波長成分がFBGで反射され、残りの波長成分は透過します。このFBGに温度や外力が加わるとファイバは膨張あるいは伸張し、それに伴いブラッグ回析格子の間隔も変わるため、反射するブラッグ波長も変化します。このFBGの特性を活かし、ひずみや温度変化を光によってセンシングできます。また、温度、ひずみ、加速度、圧力、振動など多種の計測を1本のファイバ上で行うことが可能です。



WDM方式による多点計測

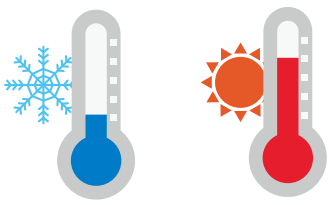
Wavelength Division Multiplexing を略してWDMと言い、これは波長分割多重伝送方式のことです。光ファイバ通信の方式の一つで、1本の光ファイバに複数の波長（光信号）を同時に伝送する高速かつ大容量の通信手段です。
WDM方式は異なる波長のFBGを一直線上に設置するだけで容易に多点計測が行えます。
WDM方式の特徴を活かし、温度センサを近接させることで容易に各センサの温度補償を行えます。



物理量と波長変化の換算参考値：1 μm/m ≒ 1.2 pm
：1℃ ≒ 10 pm

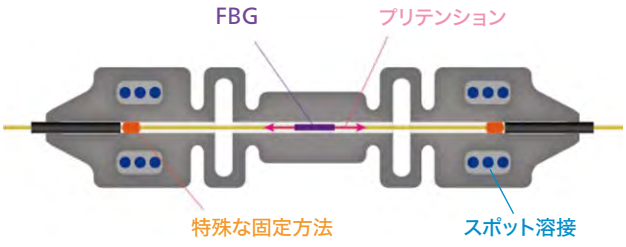
温度補償

FBGは安定した温度特性があり、温度センサとして使用できます。温度影響を受ける環境下でひずみセンサなどを使用する場合、温度センサを併用することで温度補償が可能となり確かな測定を実現します。



プリテンション

光ひずみゲージのFBGにあらかじめプリテンションを付加することで、圧縮方向でのひずみ測定時にファイバのたわみを防止して正確に測定できます。また、接着剤を使用しない特殊な固定方法は長期間にわたって安定性を維持します。



※LUNA社製の例です。

Line Up | ラインナップ

Fiber Optic Instrument | 光ファイバ測定器(FBG方式)



EFOX-1000シリーズ

高精度で安定的な計測を実現

NIST(アメリカ国立標準技術研究所)が定めるガスセルを用いた波長校正法に適応しています。
測定器にはガスセルが内蔵され、絶えず波長校正されています。
それにより業界最高クラスの計測精度、安定性を実現しています。



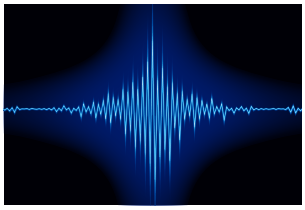
多チャネル測定に対応

光ファイバ接続ポートを4つ装備。
160 nmという広い波長レンジはセンサ波長10 nm刻みの場合、最大16チャネル/ポート、4ポートで最大64チャネルのFBGセンサを測定できます。



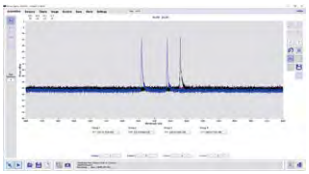
動的現象を測定

最高1000 Hzの高速スキャンで測定できます。
プレス金型変位計測などの動的現象の測定だけでなく、FFT解析を使用した振動測定もできます。



センサの健全性確認が容易

ピーク検出だけでなく、波長スペクトルもリアルタイムにモニタリングでき、多点計測時のセンサの健全性を容易に確認できます。(ENLIGHT使用時)



仕様

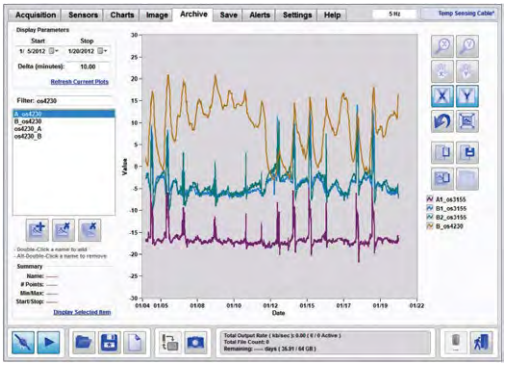
型式	EFOX-1000B-4	EFOX-1000B-4EV
スキャン周波数	100, 1000 Hz	2, 10 Hz
光ポート数	4	
光コネクタ	FC/APCコネクタ	
波長範囲	1460～1620 nm	
精度※	±1 pm以内	
安定度※	±1 pm以内	
再現性※	±0.05 pm以内(1 Hzにて)	±0.3 pm以内(1 Hzにて)
ダイナミックレンジ	25 dB	35 dB
FBGセンサ数	64(センサ波長10 nm刻み, 4ポートの場合)	
インタフェース	Ethernet	
電源	DC 9～36 V	
消費電力	通常 約30 W, 最大 約40 W	
使用温湿度範囲	-20～50℃, 20～80% (結露しないこと,また,高温状態でEFOXを使用する場合は,必ずファンで筐体放熱フィンを冷却すること。また,本器を長期連続運用する場合は,別途相談のこと)	
保存温湿度範囲	-30～60℃, 20～95%(結露しないこと)	
外形寸法	206(W)×79(H)×274(D) mm(突起部含まず)	
質量	約3.3 kg	

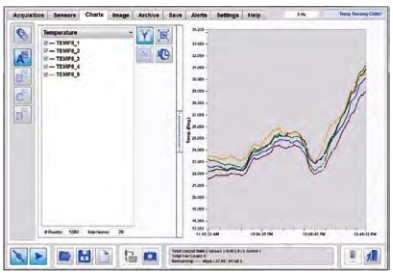
標準付属品　ACアダプタ (AC 100～240 V, 47～63 Hz), AC電源ケーブル P-18, 2P-3P変換アダプタ CM-52, CD-R(EFOX測定ソフト, 取扱説明書), LANケーブル(STP)

別　売　品　専用キャリングケース

※この仕様値はNISTの定義に基づき試験を実施した結果をLUNA社の評価基準によって表記したものです。詳細はお問い合わせください。

Software | ソフトウェア







LUNA

ENLIGHT

EFOX-1000シリーズの制御・集録用ソフトウェアです。
センサ波長データの取得、工学単位への変換や平均化などのリアルタイム処理およびデータのモニタと保存を行います。また、センサの設定は、自動ピーク検出などにより効率よく行えます。
さらに、取得データはテキスト形式のため、解析ソフトウェアで容易に管理・分析できます。
オプションで、メールまたはFTPでのデータ送信にも対応します。

ダウンロードはこちら

Line Up | ラインナップ

Strain Sensors | ひずみセンサ(溶接・接着)



os3110



os3150



os3200



os3155 輸出規制品

LUNA

型式	タイプ	計測範囲	ゲージ長	使用温度範囲	ケーブル※1※2	外形寸法
os3110	スポット溶接型	±2500 μm/m	22 mm	−40〜120℃	両端1 mϕ1.0	7.94×36.51×0.79 mm
os3150	スポット溶接型	±2500 μm/m	75 mm	−40〜80℃	両端(アーマード) 1 mϕ3.0	25.4×136.0×5.4 mm
os3155	スポット溶接型 (温度補償有)	±2500 μm/m	50 mm	−40〜80℃	両端(アーマード) 1 mϕ3.0	25.4×136.0×5.4 mm
os3200	接着型(非金属)	±5000 μm/m	10 mm	−40〜60℃ (最大80℃)	両端1 mϕ1.0	5.51×25.24×1.27 mm

Temperature Sensors | 温度センサ 輸出規制品



os4100

os4210

os4310(シングルエンド)



os4310(ダブルエンド)



os4350

LUNA

型式	タイプ	計測範囲	測定誤差	ケーブル※1※2	外形寸法
os4100	ねじ止め型 スポット溶接型 (温度補償用)	−40〜120℃	短期間 ±0.75℃	両端1 mϕ1.0	7.94×36.51×0.79 mm
os4210	挿入型 接着型 (温度補償および温度測定用)	−40〜120℃ (オプション −70〜250℃)	長期間 ±1.0℃ 短期間 ±0.6℃	片端1 mϕ1.0	ϕ1.07×27.1 mm
os4310 (シングルエンド)	接着型 (温度補償および温度測定用)	−40〜120℃ (オプション −70〜250℃)	長期間 ±1.0℃ 短期間 ±0.6℃	片端1 mϕ1.0	ϕ3.2×18.8 mm
os4310 (ダブルエンド)	接着型 (温度補償および温度測定用)	−40〜120℃	長期間 ±1.0℃ 短期間 ±0.6℃	両端1 mϕ1.0	ϕ3.2×18.8 mm
os4350	接着型 ねじ止め型 (温度補償および温度測定用)	−40〜120℃	長期間 ±1.0℃ 短期間 ±0.6℃	両端(アーマード) 1 mϕ3.0	31.5×15.0×7.6 mm

※1 コネクタ取付時の許容温度は-40〜80℃です。
※2 ケーブル先端はコネクタ取付可能です。
※3 輸出規制品 は、外国為替および外国貿易管理法の規定により戦略物資等輸出規制品に該当します。

Strain Sensors | ひずみセンサ(埋め込み・ねじ止め、土木・建築用) 輸出規制品



os3600



os3610

LUNA

型式	タイプ	計測範囲	ゲージ長	使用温度範囲	ケーブル※1※2	外形寸法
os3600	埋め込み型 (温度補償有)	±2500 μm/m	250 mm	–40～80℃	両端(アーマード) 1 mϕ3.0	ϕ50.8×303 mm
os3610	埋め込み型 ねじ止め型 溶接型 (温度補償有)	5000 μm/m	250 mm	–40～80℃	両端(アーマード) 1 mϕ3.0	ϕ15.9×303 mm

Acceleration Sensors | 加速度センサ(ファブリ・ペロー方式) 輸出規制品



os7510



三軸マウント MB75
(別売品)を含む

LUNA

型式	タイプ	応答周波数	参照感度	定格容量	使用温度範囲	ケーブル※1※2	外形寸法
os7510	高感度型	DC～350 Hz	65 nm/g	±2.5 G	–20～60℃	両端(アーマード) 1 mϕ3.0	14×43×12.6 mm
os7520	超高感度型	DC～100 Hz	2500 nm/g	±0.1 G	–20～60℃	両端(アーマード) 1 mϕ3.0	20×47.5×12.6 mm

※センシング方式が異なるため、FBGセンサと別ポートに接続してください。

Displacement Sensors | 変位センサ



os5000



os5100



os5500

LUNA

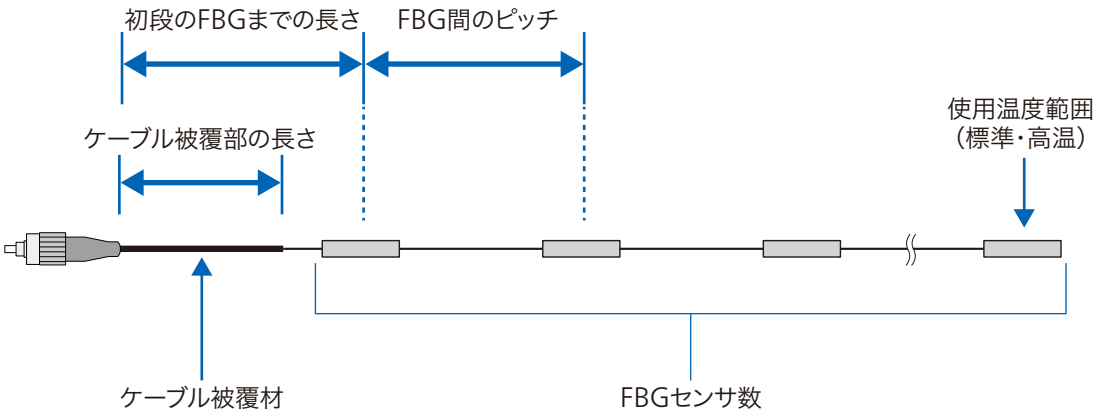
型式	タイプ	計測レンジ	使用温度範囲	保護等級	ケーブル※1※2	外形寸法
os5000	ワイヤ型	0～12 mm	–40～80℃	IP67	両端1 mϕ3.0	139.7×115.9×42.8 mm
os5100	ロッド型	0～50 mm	–40～80℃	IP67	片端1 mϕ3.0	152.4×76.2×44.5 mm
os5500	ワイヤ型	150 mm 300 mm 450 mm	–40～80℃	IP65	片端1 mϕ3.0	190.0×175.0×90 mm

Line Up | ラインナップ

Made-to-order Sensors | カスタマイズセンサ

カスタマイズセンサを受注生産にて対応いたします。
光ファイバの任意の位置にFBG加工を行い、1本の光ファイバに複数のひずみ・温度センサを製作できます。
低曲げ損失ケーブルなど多彩なケーブル被覆材をそろえており1本から対応可能です。
詳細はお問い合わせください。

・カスタマイズ例



・主な仕様

FBGセンサ数	1～16（推奨）
測定対象	ひずみ（–3000～10000 μm/m） 温度（–70～250℃）
光ファイバ種類	標準 高温用 低曲げ損失
ケーブル被覆材	標準（屋内） 標準（屋外） アーマード（屋外）
使用温度範囲	–40～130℃（標準） –40～285℃（高温用） ※コネクタ部は–40～85℃
FBG間のピッチ	10 mm～ ※個別に設定可能

・主なケーブル被覆材

標準（屋内）	ファイバグラスルースチューブ φ1
標準（野外）	ケプラー/ポリマージャケット φ3
アーマード（野外）	金属保護/フッ素樹脂ジャケット φ3

Technica's Products | Technica社製品

曲げに強いFBGや各種FBGセンサなど、Technica社の各種製品を取り扱っています。

TECHNICA
FIBER TECHNOLOGY TO SENSE THE WORLD

詳細はこちら
technicasa.com



圧力センサ



高温用
FBGプローブ型センサ 輸出規制品

※ 輸出規制品 は、外国為替および外国貿易管理法の規定により戦略物資等輸出規制品に該当します。

Optional Accessories | 別売品



スプリッタ sp2140/4140

1本の光ファイバを分岐して、局所的なひずみや
狭い箇所の多点計測を可能にします。
(LC/APCコネクタ接続)



波長スプリッタボックス SW-8000

8分岐のスプリッタを2系統、搭載しています。
スマートな配線を実現できます。
(LC/APCコネクタ接続)





シリンジノズル(別売)

os3200推奨接着剤 EP-340

シリンジノズル(別売)で、os3200の穴に注入して
接着します。



小型点溶接器 GW-3C

FBGセンサの溶接に対応した、
小型・軽量で使いやすい溶接器です。



EFOX-1000B専用キャリングケース

EFOX-1000シリーズの持ち運びに便利な
専用キャリングケースです。

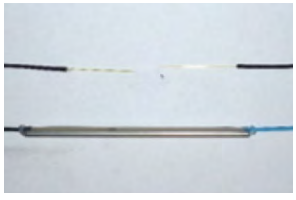


延長ケーブル

単心・多心(2、4、8心など)や
アーマードケーブルなど
目的に応じた種類、長さで準備します。

Services | サービス

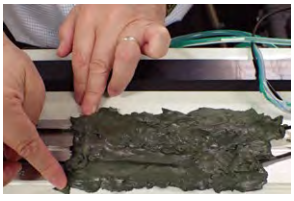
光ファイバの融着・コネクタ取付・センサの設置や防水加工などの各種作業も承ります。



融着



センサ取付

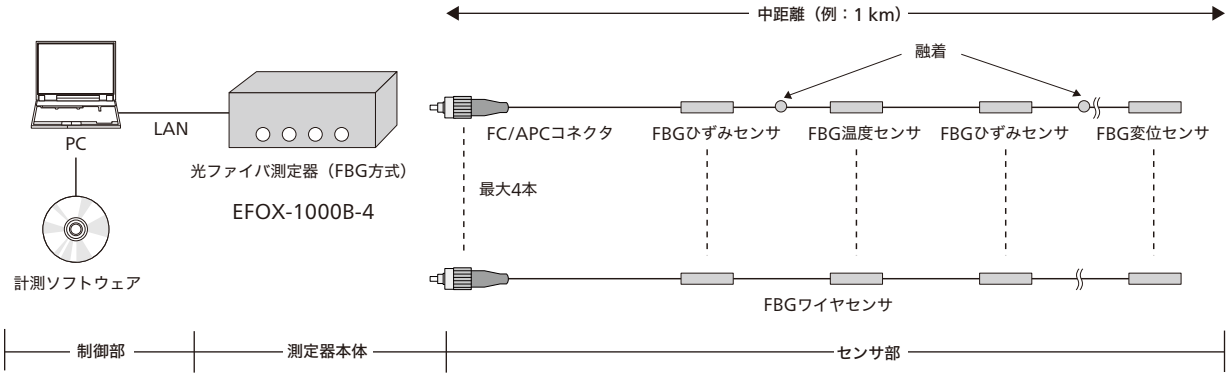


防水加工

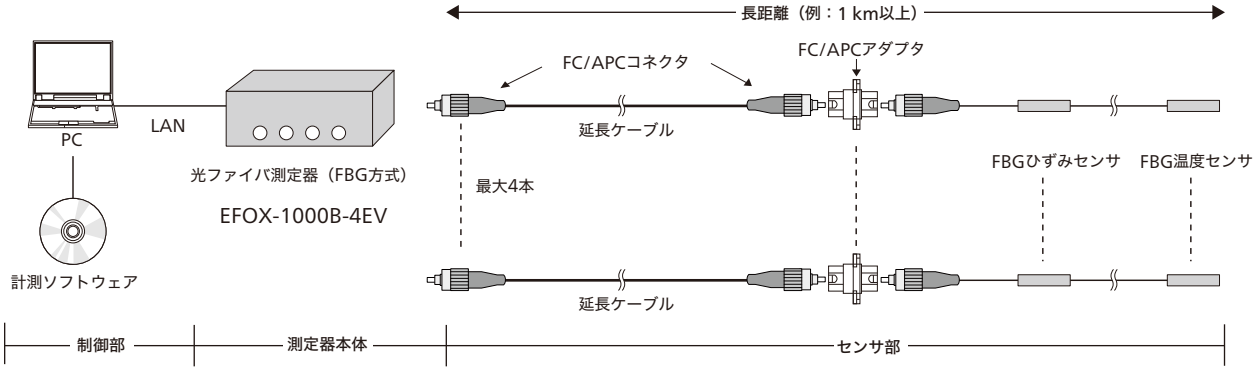
システム構成例

FBGセンシングシステムは、制御部（PC、計測ソフトウェア）、測定器本体、センサ部から構成されます。下記に主な計測例を紹介します。

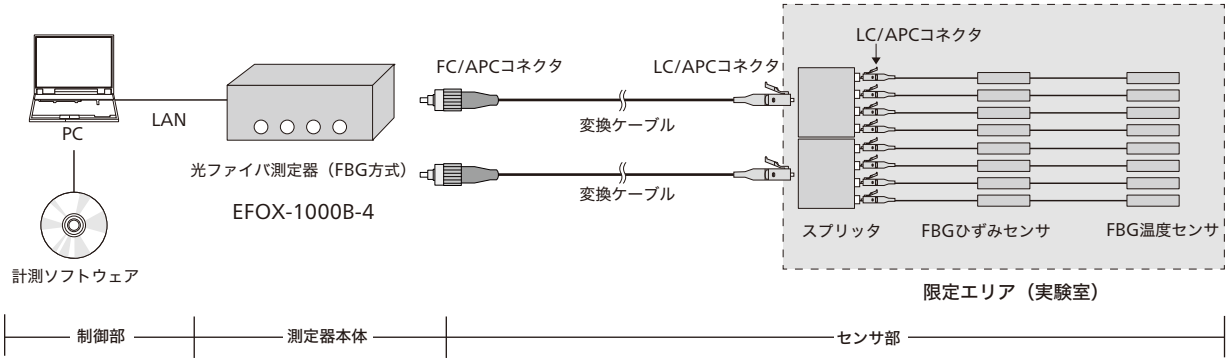
①中距離フィールド多点計測（高精度・高速スキャン）



②長距離フィールド多点計測（高精度・低速スキャン）



③分岐型多点計測（高精度・高速スキャン）



接続

最適なFBGセンシングシステムを構築するための接続について紹介します。

・センサ接続

光ファイバ1本で多点、多種計測が可能という特長を有しますが実現するためにはセンサ間の接続が必要です。
多点化には、3つの方法があります。

方式	方法	主な適用例	センサ間の着脱	接続部の強度	センサ接続数	測定距離
FBG書込	光ファイバの任意の位置にFBG加工を行います。	研究開発など	×	◎	◎	◎
融着	光ファイバの先端を溶かして一体化させます。	野外でのモニタリングなど	×	○	◎	◎
コネクタ接続	光ファイバにコネクタを取付、繰り返し着脱が行えます。	室内での研究開発など	◎	○	△	○

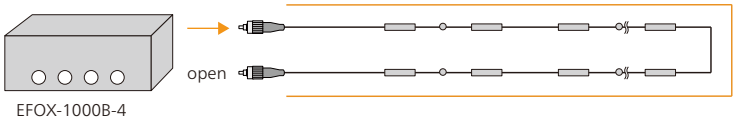


コネクタ接続（FC/APCコネクタ）

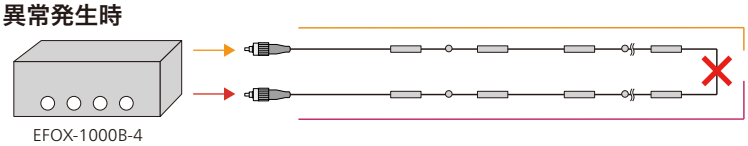
・ループバック配線

正常時1ポートから接続し、断線などの異常発生時は、別ポートに反対側のコネクタを接続することで全センサの測定が可能になります。

正常時



異常発生時



チェックポイント

FBGセンシングのシステム構築の際のチェックポイントを紹介します。

☐ **目的**・・・・・・測定目的に応じたシステムを構築します。
測定期間・環境により最適な測定器・センサ・ケーブルを選定する必要があります。

☐ **点数**・・・・・・測定点数にあった測定器、センサの接続方法を選択します。
1本の光ファイバに接続できるセンサ数は、センサの種類、接続方法などによって変わります。

☐ **距離**・・・・・・測定距離にあわせて、測定器・センサの接続方法・測定点数などが変わります。

☐ **場所**・・・・・・コーティング剤などを用いた保護が必要な場合があります。
また、光ケーブルは曲げ半径を大きくとるなどケーブルの特徴にあわせた配線が必要です。

☐ **温度**・・・・・・温度が変化する環境ではセンサの温度補償が必要になります。

公式YouTubeチャンネル kyowa-web

光ファイバセンシングと従来の電気式センシング（ひずみゲージ）
との比較動画など様々な動画を公開しています。

詳細はこちら

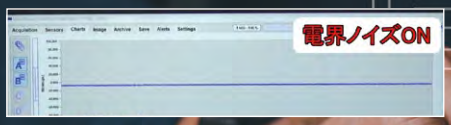
掲載動画例



上：光ファイバセンサ
下：ひずみゲージ



・ひずみゲージと光ファイバセンサ（FBG）
磁界ノイズ影響の確認



上：光ファイバセンサ
下：ひずみゲージ



・ひずみゲージと光ファイバセンサ（FBG）
電界ノイズ影響の確認

技術に関するお問い合わせ

9:00～12:00, 13:00～17:00（土・日祝を除く）
TEL. 042-485-6714

ご購入に関するお問い合わせ

各営業所にお問い合わせください

ECサイトでのご購入

ひずみゲージなどを購入できます

株式会社 共和電業

182-8520 東京都調布市調布ヶ丘 3-5-1
TEL:042-488-1111 FAX:042-481-3258
Website: www.kyowa-ei.com

サポート情報はこちら

□ 札幌営業所
TEL.011-642-8877 FAX.011-642-8866
□ 東北営業所
TEL.022-771-6355 FAX.022-371-7130
□ 宇都宮営業所
TEL.028-634-7521 FAX.028-634-7522
□ 北関東営業所
TEL.048-527-0710 FAX.048-527-0712
□ 筑波営業所
TEL.029-852-1891 FAX.029-852-1893
□ 東京営業所
TEL.03-5226-3551 FAX.03-5226-3570
□ 厚木営業所
TEL.046-296-5660 FAX.046-295-1344
□ 豊田営業所
TEL.0565-37-8600 FAX.0565-37-7335
□ 名古屋営業所　営業課
TEL.052-774-8111 FAX.052-774-8100
中部エンジニアリング課（インフラ営業部）
TEL.052-778-6450 FAX.052-778-6453
□ 大阪営業所　営業課
TEL.06-6315-6761 FAX.06-6315-1949
関西エンジニアリング課（インフラ営業部）
TEL.06-6315-0976 FAX.06-6315-1949
□ 明石営業所
TEL.078-917-5181 FAX.078-913-2048
□ 広島営業所
TEL.082-293-8850 FAX.082-293-8770
□ 福岡営業所
TEL.092-411-6744 FAX.092-411-4266
□ インフラ営業部
TEL.03-5226-3565 FAX.03-5226-3569
□ 海外営業部
TEL.042-489-7220 FAX.042-488-1122

⚠ 安全に関するご注意

●正しく安全にお使いいただくために、ご使用前に必ず「取扱説明書記載の安全上のご注意」をよくお読みください。
●水、湿気、ほこり、引火性ガス等の多い場所に設置しないでください。火災、感電、故障等の原因になることがあります。

JQA-0821
JQA-EM4824

●記載の仕様・意匠等は予告なく変更させていただくことがあります。
●記載製品を特殊用途にご使用いただく場合にはお問い合わせください。
●記載の会社名および商品名は、それぞれ各社の商標または登録商標です。
●保証内容は製品に添付の「製品保証について」および、弊社Websiteからご覧いただけます。
●本カタログに記載の製品は日本国内仕様です。
●本カタログ記載内容の無断転用・無断転載は固くお断り致します。

お問い合わせ、ご用命などは下記にお申し付けください。

Cat.No.1595e 11-4

2026年8月発行 Printed in Japan