

for
Safety and Security
PHOTONIC SENSING CONSORTIUM

光があなたの未来を守ります



特定非営利活動法人

光ファイバセンシング振興協会

<https://www.phosc.jp>

光ファイバセンサで、安全・安心な社会構築

我が国をはじめ多くの国や地域で、社会インフラの老朽化が大きな問題になっています。

また、近年激甚化する自然災害に新たな英知を結集する必要にも迫られています。

これら社会問題への対応に、監視・保全・運用のための複合的かつ立体的な安全システムの構築が急がれています。

光ファイバセンサは、このような安全システムに不可欠な広範囲の計測が可能であり、将来有望な技術のひとつです。

その感度や空間分解能、測定速度などの性能は日々向上しています。私たち光ファイバセンシング振興協会は、

幅広い関係者と連携しながら、その社会実装を加速・推進することを通して、安全・安心な次世代の社会構築に貢献します。

光ファイバセンサの適応例



- | | | |
|-----------------------------------|---|---------------------------------|
| ① ダム施設管理 (温度、水位、変位・変状) | ⑧ 斜面管理 (落石・崖崩れ・法面変状) | ⑮ 河川管理 (水位、流向、変位・変状、越水、浸食) |
| ② 鉄道トンネル施設管理 (火災、ひび割れ、変位・変状) | ⑨ エネルギー施設管理 (変位・変状・漏れ (LNGタンク、パイプライン)、
気象、温度・電圧・電力ケーブル、ひずみ (風力発電ブレード)) | ⑯ 地下文庫施設管理 (火災、変位・変状) |
| ③ 道路トンネル施設管理 (火災、ひび割れ、変位・変状) | ⑩ プラント施設管理 (温度 (加熱炉、反応炉、サイラなど)、
火災、変位・変状、振動) | ⑰ 地下街施設管理 (火災) |
| ④ 橋梁施設管理 (変位・変状、振動、張力) | ⑪ 一般住宅管理 (火災) | ⑱ 大型公共施設管理 (火災、変位・変状、防犯) |
| ⑤ 鉄道路線施設管理 (変位・変状、地盤沈下、落石、気象) | ⑫ 上下水道施設管理 (水位、変位・変状、振動 (雨水浸入)) | ⑲ 地震・津波観測 |
| ⑥ 港施設管理 (温度 (凍結)、変位・変状 (船体など)、落石) | | ⑳ 輸送 (航空機、ロケット、船舶) (変位、振動、ジャイロ) |
| ⑦ 水門施設管理 (水位、流向、開閉) | | ㉑ 資源開発 (油井・ガス井・鉱山状態管理、セキュリティ) |

光ファイバセンシング振興協会とは？

当協会は、光技術およびその他先端技術による「光ファイバセンシング技術」の普及・啓発および推進に関する事業、研究・開発およびその公表に関する事業、技術者の育成に関する事業などを行い、地域の安全、情報化社会の発展ならびに科学技術の振興を図り、広く公益に寄与することを目的としています。



に貢献します。 | 光ファイバセンシング振興協会

光ファイバセンサとは？

光ファイバセンサは、光ファイバケーブルに沿って連続的に、あるいは多数点について、ひずみや温度などを測定できる技術で、究極の分布型センシング手法です。光ファイバ自体をセンサデバイスとし、電気エネルギーをセンシング部分に必要とせず、耐電磁ノイズ性、防爆性などを有した、他の方式では実現し得ないセンシングを可能とする技術です。

細径・軽量・可とう性

アクセスしにくい狭小な空間や、運動性能や輸送効率が重要な輸送機器(航空機や船舶)では、細径で軽量、可とう性といった特長が設置・施工の際に役立ちます。

高強度・耐久性・耐腐食性、極限環境計測

常時かつ長時間の使用を求められる場合、センサは計測機器や計測対象とする構造物よりも丈夫で長持ちすることが重要です。光ファイバセンサはセンサ部がガラスであり、高低温、高圧、放射線などの厳しい環境でも設置可能です。そのため、極限環境下での応用も広がっています。

耐電磁ノイズ性・防爆性

電気式のセンサでは、計測部に電源を備えなければならなかったり、その電源部や計測部の電子部品が雷、サージ電流によって破壊されたりすることがあります。また、近傍に電子・電気機器がある場合、電磁誘導を受けやすいセンサや対策が求められます。落雷や電磁誘導、停電の影響を受けず、また、絶対に火花を出さない「本質安全性」を持つ光ファイバセンサは、利用を阻

む様々な障害に対して特に対策を施さずに利用できるという利点を持っています。

遠隔計測・分布/準分布計測

光ファイバセンサでは、伝送路あるいは計測部自体を数十キロメートルまで伸ばすことができます。

光ファイバセンサは、線状の計測対象において連続的な計測量を得ることができ、光ファイバを往復させることで面的な情報を得ることも可能です。

また遠隔計測と各種の変換器を組み合わせることで、大規模構造物などの人工物や市街地のほかにも海や山、川といった自然環境を対象として、広範囲で多様な情報が一挙に取得できます。

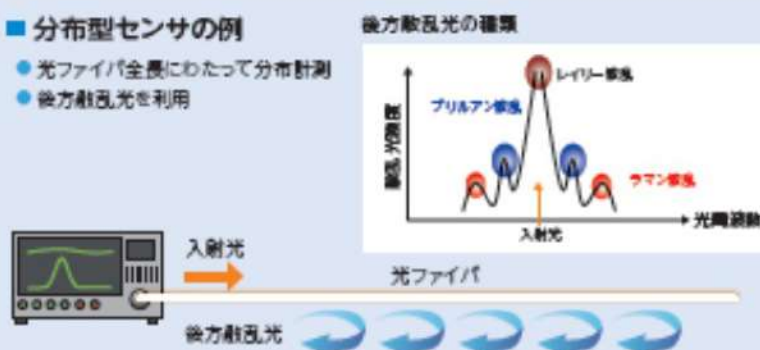
導入コスト・ランニングコストを低減します

情報機器、電源設備、配線の引き込み、避雷器等の付帯設備が不要となり、導入コストが低減されます。また、電子部品を使用するセンサと比べて故障しにくく、故障率の低い長寿命のセンサシステムを構築できます。

光ファイバセンサの種類と原理

■ 分布型センサの例

- 光ファイバ全長にわたって分布計測
- 後方散乱光を利用



分布型温度センサ

- DTS (Distributed Temperature Sensor)
- レイリー散乱、ラマン散乱、ブリュアン散乱を利用
- ROTDR, BOTDR/A, BOCADR/A, OFDR, COTDR

分布型ひずみセンサ

- DSS (Distributed Strain Sensor)
- レイリー散乱、ブリュアン散乱を利用
- BOTDR/A, BOCADR/A, OFDR, COTDR

分布型音響/振動センサ

- DAS (Distributed Acoustic Sensor)
- DVS (Distributed Vibration Sensor)
- レイリー散乱を利用 ● COTDR

■ 準分布型(多点型)センサの例

- 代表例は FBG (Fiber Bragg Grating) で、特性(反射波長)の違う FBG を直列に配置することで多点計測が可能
- OTDR (損失分布) により損失変化を利用した多点計測も可能



■ ポイント型センサの例

- 1点のみを計測
- 干渉型、波長変換型、強度変換型、偏光変換型など
- 計測対象は多数(ひずみ、温度、応力(圧力)、振動、音響、加速度、角速度(ジャイロ)、変位、磁界(電流)、水位、雨量、近接センサ、開閉検知など)



OTDR: Optical Time Domain Reflectometer

ROTDR: Raman Optical Time Domain Reflectometer

BOTDR/A: Brillouin Optical Time Domain Analysis / Reflectometer

BOCADR/A: Brillouin Optical Correlation Domain Analysis / Reflectometer

OFDR: Optical Frequency Domain Reflectometer

COTDR: Coherent Optical Time Domain Reflectometer

■ 光ファイバセンサの種類と特長・用途

計測方式	計測形態			計測対象										計測方法・主な用途・応用例
	分岐型	多点型	ポイント型	温度	ひずみ	振動	音響	加減速度	圧力	電圧	電流	磁場	ON/OFF	
COTDR	●			●	●	●	●							光ファイバの長手方向のひずみ/温度分布を計測 →パイプラインの漏れ検知、油井・ガス井状態監視 等
ROTDR	●			●									●	光ファイバの長手方向の温度分布を計測 →地中送電線監視、火災検知、プラント温度検知 等
BOTDR/BOTDA BOCDR/BOCDA	●			●	●	●				●				光ファイバの長手方向のひずみ/温度分布を計測 →鉄道軌道間、トンネルなどのひずみ、鋼管監視、船舶位置のひずみ 等
OFDR	●			●	●	●								光ファイバの長手方向のひずみ/温度分布を高精度で計測 →コンクリートクラック検知、エンジンルーム内の空間温度分布計測 等
FBG(Fiber Bragg Grating)		●	●	●	●	●			●				●	FBGに貼るひずみや温度を計測 →ひずみ計、水位計、温度計、圧力計、加速度計、船舶のひずみ、風力発電のブレードのひずみ 等
BOF(Band-pass Fiber On Fiber-end)		●	●	●					●					BOFに貼る温度、応力を計測 →温度計、圧力計、振動計 等
マイケルソン干渉型 ファブリカロー干渉型		●	●	●	●	●	●		●					高精度で振動、加減速度、圧力、温度、変位、振動等を計測 →地盤計、圧力計、温度計、ソナー 等
光ファイバジャイロ (サニャック効果)		●	●											高精度で角速度等を計測 →角速度センサ、姿勢検知 等
電流センサ (ファラデー効果)		●	●							●				電線に流れる電流(磁界)を計測 →光CT、電流センサ 等
偏光面センサ		●	●		●								●	光ファイバに貼る振動を計測 →落石、土砂崩壊検知、監視検知 等
OTDR		●	●										●	光ファイバの長手方向の損失から断端/屈曲位置を計測 →土留検知、落石検知、水門の検知検知 等
ヘテロコアセンサ		●	●										●	ヘテロコア部に貼る圧力により発生する損失を計測 →変位計、傾斜計、水位計、マッドセンサ 等
近接センサ (ファラデー効果)		●	●										●	磁石の近接を検知 →水門の検知検知、漏水検知、雨量計、落石検知 等

光ファイバセンサ なんでも 相談室

当協会には多くの優秀なアドバイザー・エンジニアが登録されており、皆様のご期待に添えるサポート体制づくりを積極的に行ってまいりました。初歩的なことから、高度な専門分野までコンサルティングを含めて、どんなでもお気軽にご相談ください。

計測対象

人工物/自然環境

施工・保守

設置方法、保護方法、点検・修理

要求仕様

計測量、計測点数、レンジ、精度、応答性、動作環境

光ファイバセンサシステムの設計

計測部、伝送路、計測部、信号処理系、通信系、上位系

最適な光ファイバセンサ

計測形態、計測部、計測部の原理・方法

参考 | 光ファイバセンサシステムの構築に向けて

光ファイバセンサを目標のシステムの中に組み込んで上手に使いこなすためには、数あるセンサ方式やその性能、光ファイバセンサシステムの設計・施工方法などを理解する必要があります。光が伝搬する全体構成を明確にした上で、個々のデバイスの性能・仕様を理解し、システムがうまく動作するように設計しなければなりません。計測部の施工は、計測量を正確かつ長期間にわたって安定的に得るためにたいへん重要となります。一般的に電子部品が含まれない光ファイバセンサの計測部は信頼性の高いものとなりますが、たとえば、計測対象の変形を観測する場合などに精度や感度を長期間保証するためには確実な固定方法をとる必要があります。([光ファイバセンサ入門]より)

■ 沿革

- 2004年 6月 光ファイバの特性を活かした温度検知・火災検知装置を普及・推進する活動を目的に、任意団体「光ファイバ防災システム推進協議会」を設立
- 2008年 4月 光ファイバセンシング技術を広めるため、光式歪みセンサを加えた新組織「光防災センシング振興協会」(任意団体)に改組
- 2008年 5月 「光防災センシング振興協会」設立総会(初代理事長:藤井隆一教授(日本大学))
- 2008年 8月 JR 東日本研究開発センター 防災研究所様から委託「光防災センサ開発に向けた基礎調査」を受け、光防災センサ開発に向けた基礎検討を開始
- 2009年 4月 NPO 法人設立認証
- 2011年 6月 北陸地方整備局管内砂防大橋安全研究プロジェクトにおける構造モニタリングに着手
- 2013年 6月 協会名称を「特定非営利活動法人光ファイバセンシング振興協会」に変更
- 2014年11月 SIP (戦略的イノベーション創造プログラム) 課題「インフラ維持管理・更新・マネジメント技術」に採択される
- 2015年 8月 理事長に中村健太郎教授(東京工業大学)就任
- 2018年 5月 アジア太平洋光センサ国際会議(Asia Pacific Optical Sensors Conference : APOS)を共催
- 2019年 5月 宮城県気仙沼土木事務所との大島架橋モニタリング調査業務に関する協力協定書に従い、気仙沼大島架橋モニタリング業務に着手



特定非営利活動法人

光ファイバセンシング振興協会

〒104-0061 東京都中央区銀座6丁目13-16 ヒューリック銀座ウォールビル7階
事務局 TEL:03-6869-5738 FAX:03-6278-7420 e-mail: info@phosc.jp
URL <https://www.phosc.jp>

(2021.12/200P)