

# 分散型光ファイバーセンシング（DFOS）



## 光ファイバーセンシング：

光ファイバーは、データ伝送ネットワークにおける古いツイストペア銅線接続に代わる、私たちの世界をつなげる最新の通信網として一般的に認識されています。しかし、光ファイバーには独自の物理的特性があることから、さまざまな分散型センシングアプリケーションに適しており、実際にその用途が想定されています。光ファイバーの経済性と、長い距離にわたって局所的な測定を行えるという本来の能力が組み合わさったアプリケーションが、その恩恵を受けています。計測方法は、主に3つのセンシング手法に分けられます。

- 分散温度センシング（DTS）
- 分散音響センシング（DAS）
- 分散歪みセンシング（DSS）

光ファイバーケーブルは、集中した光（レーザー、VCSEL、またはLED光源から供給）を適度な減衰で長距離伝送する導波管として機能します。信号を伝送する場合、ファイバーは物理的に小型で軽量であることの利点があります。さらに、電磁干渉の影響を受けません。

## 分散型光ファイバーセンシング（DFOS）の基礎：

科学的には、製造中にファイバーに不純物が生じると、ファイバーを通過する光に低レベルの散乱が生じることが分かっています。散乱には3つの種類（Figure 1）があり、その物理的特徴と検出に必要な方法によって次のように説明されます。

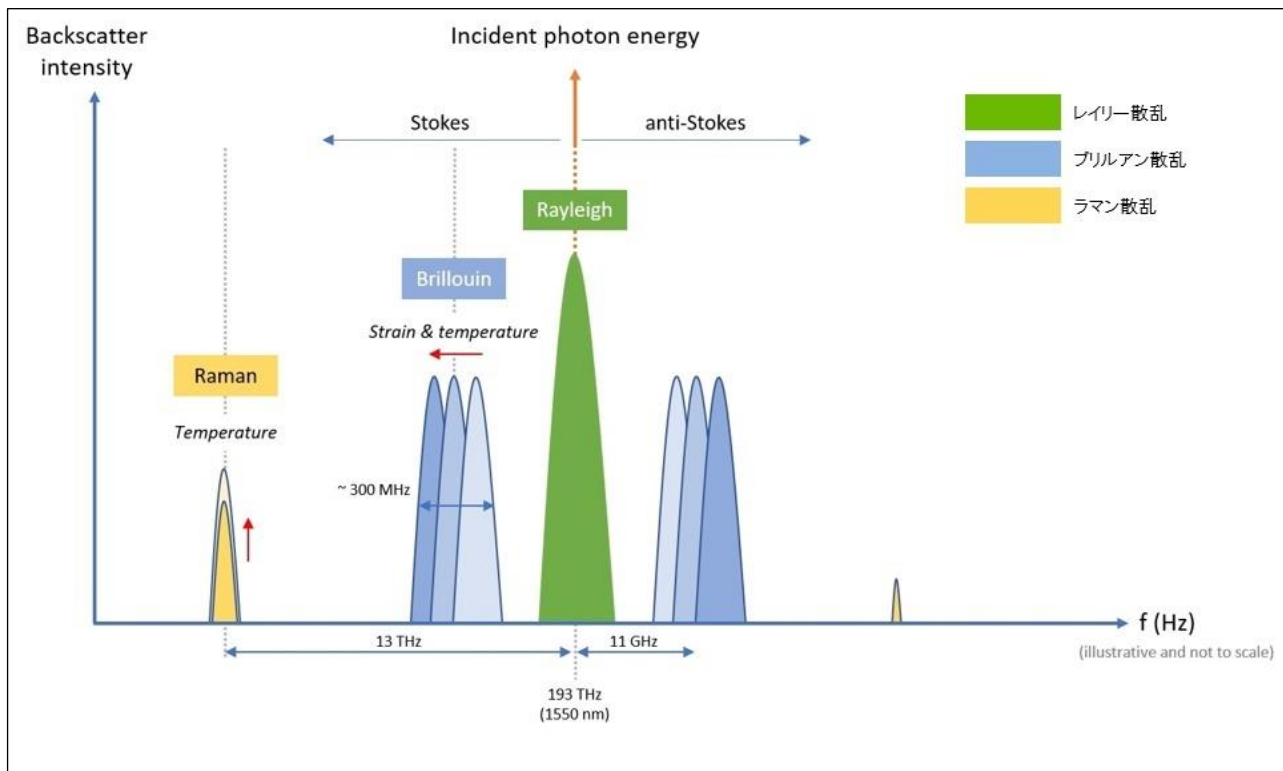


Figure 1. 相対的な周波数/強度特性を示す3種類の光子散乱

光子の散乱はランダムな確率プロセスです。散乱は弾性的（レイリー散乱など）であり、散乱された光子は同じ波長を維持することを意味します。非弾性ブリルアン散乱およびラマン散乱では、散乱された光子は原子レベルでのエネルギーレベル遷移と連動して、かなりの波長シフトを経験します。波長の変化は、波長が減少する場合はストークスまたは反ストークスとして示されます。

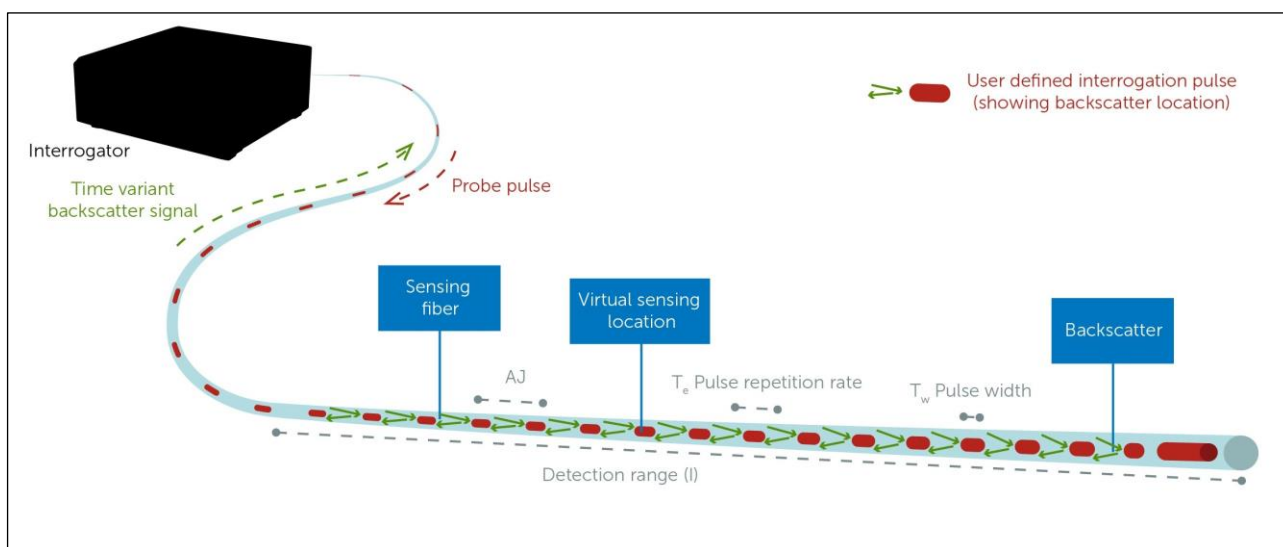


Figure 2. 分散型光ファイバーセンシング運用の基本概念

分散型光ファイバーセンシング (Figure 2) の基本操作では、コヒーレント光の繰り返しパルスで光ファイバーを照射する必要があります。使用する機器はインタロゲータ (Interrogator) と呼ばれます。各パルスはファイバーに沿って進むにつれて伝送遅延が発生します。ファイバー全体の個々の位置で、大きく減衰した後方散乱信号 (Backscatter) が発生し、その飛行時間によって決まる既知の時間 (伝搬遅延) で送出元に戻ります。適切な光結合デジタル化システムで戻り経路信号をサンプリングすることで、温度、機械的歪み、さらに音響エネルギーなどの局所的な物理的特性を検出でき、さまざまな経済的計測アプリケーションを提供します。

### DFOS アプリケーション用のデジタイザを選択する際に考慮すべき事項：

DFOS アプリケーションの最も重要な側面は、次の点を理解することです：

- ✓ 検出される特定のタイプに関係なく、後方散乱 (Backscatter) は、低レベル信号で構成されているため検出するのに高いダイナミックレンジが必要です (ADC 分解能：10 ビット以上)。
- ✓ 光ファイバー計測に使用される短い光パルス (通常 5ns~20μs) は、それらを効果的にキャプチャするために高速デジタイザが不可欠であることを意味します。したがって、数ギガサンプル (GSPS) のサンプルレートが必要になる場合があります。
- ✓ 適切な測定パルス幅の選択は、ファイバーの長さを考慮しパルスの飛行時間を評価することによって決定されます。
- ✓ DFOS システム設計者は、選択したデジタイザが提供する高パフォーマンスを補完するため、適切な光フロントエンドパルス生成および検出回路の設計にも注意を払う必要があります。

### TSPD 製のデジタイザ推奨製品：

Model	Resolution	Sampling	FPGA	Type
ADQ7DC	14bit	10GSPS	KU060	PCIe, PXIe, USB, MTCA.4, 10GbE
ADQ14	14bit	2GSPS	K325T	PCIe, PXIe, USB, MTCA.4, 10GbE
ADQ30	12bit	1GSPS	KU040	PCIe
ADQ32	12bit	5GSPS	KU040	PCIe
ADQ33	12bit	1GSPS	KU040	PCIe
ADQ35	12bit	10GSPS	KU115	PCIe
ADQ36	12bit	5GSPS	KU115	PXIe





**TELEDYNE SP DEVICES**  
Everywhereyoulook™

## Teledyne SP Devices 社について

Teledyne SP Devices は、世界をリードするモジュール式データ集録および信号生成機器を設計および製造しています。当社の製品は、特許取得済みのキャリブレーションロジック、最新のデータコンバータ、および FPGA テクノロジーを利用して、高いサンプリングレートと分解能の比類のない組み合わせを実現しています。製品には、さまざまなアプリケーション固有の機能と組み込みのリアルタイム信号処理があります。これにより、お客様はパフォーマンスのボトルネックを克服し、製品化までの時間を短縮し、幅広いアプリケーション分野でシステムレベルの利点を得ることができます。SP Devices の製品は、分析機器、リモートセンシング、科学機器、医療用画像など、さまざまな業界で採用されています。Teledyne SP Devices 社の詳細については、<https://spdevices.com/>を参照してください。