



「痛みの分かる材料・構造の為の光ファイバ神経網」
 (平成 13~15 年度特別推進研究「痛みの分かる材料・構造・通信網
 の為の高分解能・高機能光ファイバ連続分布量計測技術」)

所属・氏名：東京大学大学院工学系研究科・教授・保立 和夫

1. 研究期間中の研究成果

特別推進研究では、研究代表者が提案した連続光波の干渉状態を任意に合成する「光波コヒーレンス関数の合成法」を活用し、高い空間分解能、速い測定速度、測定点へのランダムアクセス機能等、他の手法では実現困難な機能を有する複数の光ファイバ連続分布量計測技術を提案・実現した。本技術は、光ファイバを航空機翼、橋脚、パイプライン等に張り巡らすことで、構造・材料の歪や温度の分布状況を計測する「光ファイバ神経網」として機能し、「痛みの分かる材料・構造・通信網」が実現される。ファイバブリルアン光相関領域解析法 (BOCDA 法；連続歪分布測定)、分布型側圧センシング技術、光ファイバ加入者網診断技術、光ファイバグレーティング (FBG) 多点型歪センシング等で、従来技術を 2 桁凌ぐ空間分解能 (~cm) や約 1 万倍凌ぐ測定速度 (数 10Hz) を達成し、高層ビルモデルでの動的・分布的歪センシング等の応用実験も実施した。

2. 研究期間終了後の効果・効用

平成 16 年度からは、学術創成研究費「安全・安心の為のファイバセンサフォトニクスー光ファイバ神経網技術の極限性能追求ー」を得て研究を深めた。誘導ブリルアン散乱による BOCDA 歪分布測定法では、測定レンジと測定可能歪を拡大する技術を考案した。1.6mm 空間分解能と 1 kHz 測定速度も達成し、これまでの性能を約 1 桁向上させた。同一波長 FBG 歪センサの多重化技術では測定速度は 10 kHz と 10 倍に、光ファイバ加入者系診断システムでも測定レンジ、速度、感度を大きく向上させた。自然ブリルアン散乱による新たな歪分布センシング技術も考案して 13mm の空間分解能が実現でき、長尺 FBG 中の歪分布を mm オーダの空間分解能で分布測定する新技術も提案・開発した。ブリルアン散乱の精緻な解析・測定法を開発して、温度と歪を高精度に同時に分離・分布測定できる新技術も提案・確認できるなど、多くの新たな知見が蓄積された。

土木建設、航空宇宙、計測器、通信等の企業との共同研究も進み、BOCDA 可搬型試作機も完成させた。小型ビジネスジェット機に本装置を搭載し、飛行中での機体の変形を分布的・動的に捉えることにも成功して、航空機ヘルスマonitoring等にとって、BOCDA 技術が有望であることが示された。

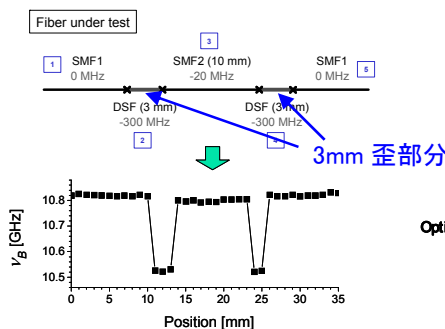


図 1 BOCDA 法による 1.6mm 空間分解能の実現

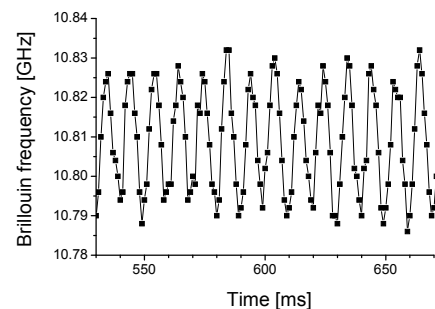
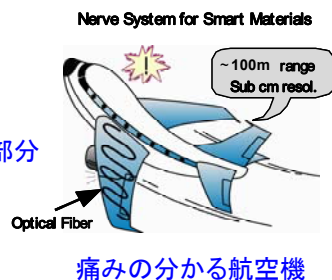


図 2 BOCDA 法による 1 kHz サンプリング速度の実現

【科学研究費補助金審査部会における所見】

本特別推進研究では、他の手法では実現困難な機能を有する複数の光ファイバ連続分布量計測技術が提案され、ブルリアン光相関領域解析法（BOCDA 法）などの基礎が固められた。本特別推進研究終了後も学術創成研究費に採択され、BOCDA 法の理論極限性能を実験的にほぼ検証して適用範囲を広げるなど、基礎・応用の両面から研究が大きく進展している。また、より簡単なシステム構成化にも成功し、利用しやすい技術に改良して、様々な分野への適用を可能にする等、その後の展開も著しい。国内外の多くの学会や国際会議で招待講演を行っており、また論文の被引用数も多く、国内外で重要技術として認知され、注目がますます高まっていることもうかがわれる。さらに、本特別推進研究で提案された技術は、既に幾つかの企業で応用研究が進められており、近い将来実用化されることが期待できる。以上のように、成果が順調に広がりを見せ、実用段階に達している本特別推進研究は、工学のテーマとしての成功例であると言える。また、本研究に携わった研究者・学生はその後研究者として確実にステップアップを果たしており、若手人材育成にも大きな成果を得ている。