ニュースリリース

2026 年 11 月 2 日

報道機関　各位

国立大学法人電気通信大学
株式会社高速道路総合技術研究所

光ファイバを用いた火災検知器の電力駆動と検知信号の双方向伝送
～高速道路設備における雷害対策のためのケーブルの完全絶縁化を目指して～

国立大学法人電気通信大学と株式会社高速道路総合技術研究所のグループは、現在、国内の高速道路トンネル内で実際に使用されている火災検知器[*1]を対象に、光ファイバ給電[*2]のみで駆動するとともに、同一の光ファイバを利用して、火災の検知信号を制御局側に同時双方向伝送することに成功しました。また、今回開発した内容は、IEEE が発行する Photonics Technology Letters の最新号（Vol. 38, no. 22, 2026）に掲載されました。

この実験では、1 本の光ファイバで大電力の光パワーと高速のデジタル信号の伝送が可能な独自のダブルクラッド光ファイバ[*3]を用いることで、１０ W を超える電力の給電と火災の検知信号の同時伝送を実現しました。現在運用されている火災検知器は通信用と電力用の 2 本のケーブルが必要であり、これを 1 本の光ファイバ給電で駆動し、かつ火災が発生した際に発信される検知信号を制御局側まで高品質のまま伝送したのは初めての試みであり、電気ケーブルにおける雷害対策や配線コスト削減に有効であると考えられます。

【開発の背景】

高速道路設備における雷害は全国で毎年発生しており、落雷による誘導電流は、トンネル内の火災検知器や制御局側の機器の故障をまねき、安全な運用を図る上で長年の課題になっています。そのため全国各地の高速道路設備は、ケーブルへのサージ保護機器設置の対策を講じていますが、侵入経路が複数ある等によって誘導電流を防げない事例も出ており、より一層の対策が求められています。

一方、光ファイバは無誘導な伝送線路でありながら、光による給電が可能なことから、電気を通さない電力線として利用することができます。雷による誘導電流を通さないため、雷害が多い山間部での電力線としての利用が期待されています。また、光ファイバはガラスで構成されているため、錆びることもなく、耐腐食性に優れていることに加えて、火災を検知した信号を伝送する光送受信器を利用すること

で、光信号の同時伝送も可能です。このため、火災検知器の駆動と火災が発生した際の検知信号の伝送を 1 本の光ファイバで実現することで、雷害による被害や腐食に対して、堅固かつ信頼性の高い火災検知システムの構築が期待されています。

【開発の内容】

1 本の光ファイバを利用して、火災検知器を制御局より駆動し、かつ火災検知信号を制御局側に伝送する方法としては、信号伝送用の小口径のコアと大電力伝送用の大口径コアの 2 重構造から成るダブルクラッド光ファイバを用いた給電システムが考えられますが、従来の方式では火災報知器を駆動するのに十分な電力を供給することができませんでした。今回の共同研究では、このダブルクラッド光ファイバをさらに改良し、純シリカ大口径コアから成る独自のダブルクラッド光ファイバ*4を導入することで、従来の１０倍の電力を送ることができ、制御局側に配置された 1 台の給電光源でトンネル内の火災検知器および検知信号を送信する送信器の無電源化を実現することに成功しました。（図１）、（図２）

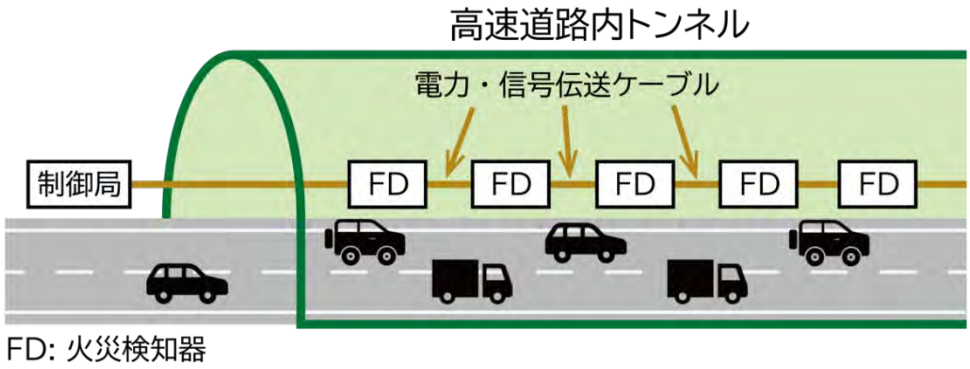


図１　本研究で目指す高速道路トンネル内の火災検知システムの構成例

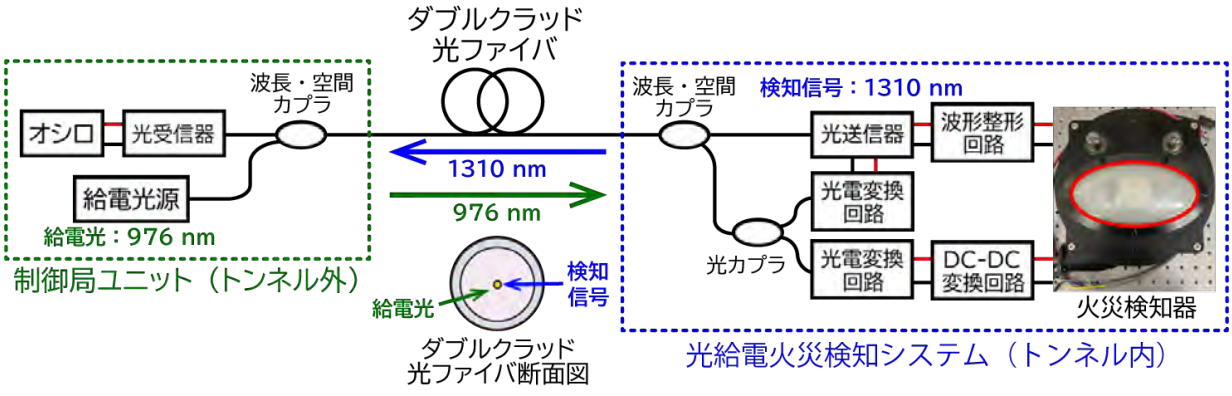


図２　光ファイバ給電を用いた火災検知システムの実験構成

【今後の展開】
　今回の実験で利用した光ファイバは 300 m 長であるため、今後は光ファイバ給電による火災検知システムの実用化を目指して、より長距離での実証実験やフィールド実験も実施して行く予定です。

【用語の説明】
＊1 火災検知器：高速道路トンネル内の火災は、煙と熱によって大きな人命被害をもたらす。このため、一刻も早く火災を検知するため、トンネル内の片側側壁に一定間隔で火災検知器が設置されている。火災検知器には、火炎から放出される光の波長のエネルギーを検出、所定の閾値を超過した場合に、火災と判断し動作信号をトンネル外に設置された制御局まで伝送し、道路管制センターに火災の発生を迅速に連絡することが可能である。

＊2 光ファイバ給電：光を信号としてではなく、電力（エネルギー）として、光ファイバ内を伝送することで、受信側において、光電変換回路で変換された電気エネルギーで遠隔の機器を駆動するシステム。従来の金属線と比較して、軽量で耐腐食性に優れ、電磁波干渉の影響を受けにくいなどの特長がある。光ファイバの構成次第では、従来の光ファイバと同等の大容量信号伝送も可能である。

＊3 ダブルクラッド光ファイバ：光ファイバ通信では、大容量通信を行う場合は、単一の伝搬モードでの光信号伝送が可能な小さいコア（光の通り道）が望ましい。一方、大電力の光エネルギーを伝送する場合は、エネルギー密度の観点から大きいコアが望ましい。ダブルクラッド光ファイバは小さいコアの外側に内部クラッドと呼ばれる大きいコアを有するコアの 2 重構造になっており、1 本の光ファイバで大容量の光信号と大電力の光エネルギーを同時伝送することが可能である。

＊4 純シリカ大口径コアから成る独自のダブルクラッド光ファイバ：これまでのダブルクラッド光ファイバでは、コアの 2 重構造のため、内部クラッドには不純物添加の影響による特異な伝送損失が発生していた。このため、新たに内部クラッドを純シリカで構成したダブルクラッド光ファイバを構築することで、従来のダブルクラッド光ファイバに比べて、伝送損失を 1/10 以下にしている。

【本ニュースリリースに関するお問い合わせ先】
国立大学法人　電気通信大学　総務企画課広報係
TEL:042-443-5019　FAX: 042-443-5887
E-mail: kouhou-k@office.uec.ac.jp

株式会社高速道路総合技術研究所　総務課
課長代理　嶋田　史将
TEL: 042-791-1621

【研究内容に関するお問い合わせ先】
国立大学法人電気通信大学　情報理工学研究科　情報・ネットワーク工学専攻
教授　松浦　基晴
TEL:042-443-5766
E-mail: m.matsuura@uec.ac.jp

株式会社高速道路総合技術研究所　施設研究部　施設研究室
主任研究員　新見　哲也
TEL: 042-791-1621
E-mail: t.niimi.aa@ri-nexco.co.jp