

空孔コアファイバの
短距離光通信システムへの応用Application of a Hollow Core Fiber
to Short Reach Optical Communication Systems津田裕之 久保亮吾 岡本 聡 山中直明
松浦基晴 武笠和則 高木武史

Abstract

空孔コアファイバは、石英コアファイバに比較して低損失、低遅延、高パワー耐力、低光非線形性などの特長を有している。これらの特長を生かして短距離通信システムでの利用が進んでいくと考えられる。第1の事例は、多数のIoT機器とONUを収容する超多分岐PONへの応用であり、空孔コアファイバをOLTから分岐部までの伝送路に利用する。送信光出力を高めて分岐数を増大させ、上り信号を増幅する光増幅器を光給電して駆動する。第2の事例は、多数のアンテナを必要とする無線システムへの応用であり、空孔コアファイバを張り出しアンテナまでの伝送路として利用する。アナログRoFによって無線信号をアンテナに送付し、同時に光給電によってアンテナを駆動する。

キーワード：空孔コアファイバ、アクセスネットワーク、PON、RoF、光給電

1. 背景

石英光ファイバは、既に開発初期の段階でも1.5 μm 帯において、理論限界に迫る0.2 dB/kmの低損失特性が実現され⁽¹⁾、光ファイバ通信技術の研究開発が隆盛した。その後、光源と変復調技術を支える光デバイス技術の進展に合わせて、光ファイバの低損失帯の拡大、分散特性の最適化が行われ、光伝送システムの長距離大容量化が進展した。更なる光伝送システムの大容量化に向けて、

マルチコアファイバやマルチモードコアの導入⁽²⁾、未開拓のSバンド、更に、E、T、Uバンドの利用も検討されてきた^{(3)~(5)}。一方、空孔コアファイバ(HCF: Hollow Core Fiber)の研究開発⁽⁶⁾も1990年代から行われてきた。異種材料を空孔に充填した光非線形ファイバとしての研究が行われたが、伝送用のファイバとしては注目されていなかった。ところが、近年、石英コアファイバよりも低損失なHCFが発表^{(7),(8)}されたことを端緒として、HCFを利用する光伝送システムの研究が一気に隆盛し、大容量伝送実験⁽⁹⁾、フィールド実験⁽¹⁰⁾等が精力的に行われている。また、低遅延のデータセンター間通信を目的とするHCFを用いた無中継長距離伝送実験⁽¹¹⁾も実施された。我々は、総務省のプロジェクトの一環として早期にHCFを用いる超多分岐PON(PON: Passive Optical Network)の研究^{(12)~(16)}に着手し、HCFケーブルを世界で初めて大学敷地内に埋設した。本稿では、HCFの特性、HCFを利用する超多分岐PONと光給電RoF(RoF: Radio over Fiber)について述べる。

2. 空孔コアファイバ

HCFの特長は、石英コアファイバに比較して、(1)低損失、(2)光損傷しきい値が1,000倍、(3)光非線形性が1/1,000、(4)光信号の伝搬遅延が小さい、(5)耐放射線特性に優れる等である。HCFには、図1に示すよう

津田裕之 正員：フェロー 慶應義塾大学理工学部電気情報工学科
E-mail h.tsuda@keio.jp
久保亮吾 正員 慶應義塾大学理工学部電気情報工学科
E-mail kubo@elec.keio.ac.jp
岡本 聡 正員：フェロー 慶應義塾大学新川崎先端研究教育連携スクエア
E-mail okamoto@ieee.org
山中直明 正員：フェロー 慶應義塾大学新川崎先端研究教育連携スクエア
E-mail yamanaka@keio.jp
松浦基晴 正員 電気通信大学大学院情報理工学研究科情報・ネットワーク工学専攻
E-mail m.matsuura@uec.ac.jp
武笠和則 正員 ライテラジャパン株式会社研究開発部
E-mail kazunori.mukasa@lightera.com
高木武史 ライテラジャパン株式会社研究開発部
E-mail takeshi.takagi@lightera.com
Hiroyuki TSUDA, Fellow, Ryogo KUBO, Member (Faculty of Science and Technology, Keio University, Yokohama-shi, 223-8522 Japan), Satoru OKAMOTO, Naoaki YAMANAKA, Fellows (Keio Frontier Research & Education Collaborative Square at Shin-Kawasaki, Keio University, Kawasaki-shi, 212-0032 Japan), Motoharu MATSUURA, Member (Graduate School of Informatics and Engineering, The University of Electro-Communications, Chofu-shi, 182-8585 Japan), Kazunori MUKASA, Member, and Takeshi TAKAGI, Nonmember (R&D Department, Lightera Japan Co., Ltd., Kameyama-shi, 519-0292 Japan).
電子情報通信学会誌 Vol.109 No.2 pp.118-124 2026年2月
©2026 電子情報通信学会