

## 通信用光ファイバーの現状と今後の展望

### Recent trends and prospects on optical fibers for communications

住友電工 ○長谷川 健美

Sumitomo Electric Industries, Ltd., °Takemi Hasegawa

E-mail: hase@sei.co.jp

データセンターの規模拡大を背景に通信量は指数的な増大を続けており、それに伴い通信媒体である光ファイバーも量的および質的な発展を続けている。量的には世界の年間敷設量は 4.6 億 km に達し、この 10 年で約 3.8 倍に増大した[1]。また、質的には太平洋横断の海底ケーブルにおける光ファイバー 1 本あたりの伝送容量は 26Tbit/s に達し[2]、この 10 年で約 20 倍に拡大された。

この伝送容量の拡大を可能にしたのは光伝送技術と光ファイバーの進化であった。従来は波長分散による光信号歪みを光学的に補正する分散マネジメント伝送技術が用いられたため、シリカガラスへのドーパント濃度の正確な制御によって、径方向の屈折率分布を精密に形成した分散補償光ファイバーが重要であった。これに対し、受信機でのデジタル信号処理によって信号の歪みを補正するデジタルコヒーレント伝送技術が 2010 年頃から普及し始めたため、伝送損失と非線形性を低減した低損失・低非線形光ファイバーが重要となり、その開発が進んだ。その結果、この約 10 年において、商用の低損失・低非線形光ファイバーの伝送損失は波長 1550nm において 0.168dB/km から 0.150dB/km に、低非線形性の指標である実効断面積に関しては波長 1550nm において 110 $\mu\text{m}^2$  から 150 $\mu\text{m}^2$  に改善された[3]。これは光信号対雑音比に換算して 1.7dB の改善、伝送容量に換算して約 2.4Tbit/s 増の改善に相当する。

このような伝送損失の低減は、光ファイバーを構成するシリカガラスのレイリー散乱損失を低減することによって実現され、実効断面積の拡大は光ファイバーの耐外乱特性を改善する被覆樹脂の改善によって実現されてきた。さらに最新の研究では伝送損失は 0.142dB/km まで低減されており、商用光ファイバーにおいても今後の更なる改善が期待される[4]。

通信量の指数的な増大は今後も続くことと予想されることから、光ファイバー 1 本あたりの伝送容量を飛躍的に拡大する技術として、複数のコアを集積したマルチコア光ファイバーが今後は重要になると予想される。最新の研究では伝送損失が 0.158dB/km に低減され、実験室内では太平洋横断級の伝送が実現されており、商用化に向けた開発が期待される[5]。

- [1] R. Mack, "From the information highway to the information alleyway", presented in World Optical Fiber & Cable Conference 2017.
- [2] V. Kamalov, et al., "Evolution from 8QAM live traffic to PS 64-QAM with Neural-Network Based Nonlinearity Compensation on 11000 km Open Subsea Cable," OFC 2018, Th4D.5 (2018).
- [3] Z-PLUS Fiber® 150, <http://global-sei.com/>
- [4] Y. Tamura, et al., "The first 0.14-dB/km loss optical fiber and its impact on submarine transmission," J. Lightwave Technol. 36(1), pp. 44-49 (2018).
- [5] T. Hayashi, et al., "Record-low spatial mode dispersion and ultra-low loss coupled multi-core fiber for ultra-long-haul transmission," J. Lightwave Technol. 35(3), pp. 450-457 (2017).