



2026年5月7日

報道関係者各位

慶應義塾大学

プラスチック光ファイバ(GI POF)で

212.5 ギガビット／秒の 50 メートル伝送に成功

一次世代データセンター応用に向けた成果、OFC 2026 にて発表

慶應義塾大学（塾長 伊藤公平）の新川崎先端研究教育連携スクエアの小池康博特任教授（慶應フオトニクス・リサーチ・インスティテュート（KPRI）所長）、村元謙太特任講師らの研究グループは、データセンター向け短距離光通信の高速化に貢献する屈折率分布型プラスチック光ファイバ（GI POF）を開発し、次世代の1レーン 212.5 Gbps（ギガビット／秒）の50メートル伝送の実証に成功しました。

生成 AI の普及によってデータセンター内でやり取りされる情報量は急増しており、機器間を接続する短距離通信では、さらなる高速化が求められています。こうした用途では、面発光レーザ（VCSEL）と石英ガラス製マルチモード光ファイバ（MMF）の組み合わせが広く用いられていますが、1レーン 212.5 Gbps 級の高速化に向けては、光ファイバのモード分散や材料分散に起因する伝送帯域の制約が課題となります。本研究では、光ファイバ内の屈折率分布を高精度に制御してモード分散を低減するとともに、石英ガラスよりも材料分散の小さい全フッ素化ポリマーを用いることで、石英ガラス製 MMF を上回る伝送帯域を有する GI POF を実証しました。

本成果は、慶應義塾大学 KPRI と、米国 Broadcom 社との共著論文として、光通信分野で世界最大級の国際会議である Optical Fiber Communication Conference（OFC）2026 に採択され、発表されました。

1. 研究背景

AI 向けデータセンターでは、多数の演算機器間で膨大なデータを高速かつ並列にやり取りする必要があるため、それらを結ぶ通信路（主にラック内やラック間を接続する数メートル～数十メートルの短距離配線）の性能がデータセンター全体の処理能力を大きく左右します。こうした短距離通信では、面発光レーザ（以下、VCSEL）と石英ガラス製マルチモード光ファイバ（以下、MMF）の組み合わせが広く用いられており、増大する通信需要に対応するため、現行の1レーン当たり 106.25 Gbps 級から次世代の 212.5 Gbps 級への高速化に向けた検討が世界的に進められています。

しかし、こうした高速化を進めるうえでは、光ファイバの伝送帯域（通信できる容量）の制約が大きな課題となります。MMF の伝送帯域は、主にモード分散と材料分散によって制限されます。モード分散は、光がモードごとに異なる経路を伝搬することで到達時間に差が生じる現象であり、光ファイバのコア（光の通り道）の屈折率分布を適切に設計することで抑制できます。一方、材料分散は、光ファイバ材料そのものが持つ屈折率の波長依存性により、波長ごとに到達時間に差が生じる現象です。特に、短距離光通信で用いられる VCSEL は複数の波長成分を含んで発光するため、スペクトル幅*1が広く、材料分散の影響を受けやすくなります。

2. 研究成果

慶應フotonクス・リサーチ・インスティテュート（以下、KPRI）では、これまで高速通信向けの屈折率分布型プラスチック光ファイバ（以下、GIPOF）の研究開発を進めてきました。今回、コア内の屈折率分布を高精度に制御することでモード分散を低減するとともに、石英ガラスよりも材料分散の小さい全フッ素化ポリマーを用いることで、石英ガラス製MMFを上回る伝送帯域を示すGIPOFの開発に成功しました。さらに、このGIPOFは、これまでKPRIが提案してきた低ノイズ特性も備えています。この特性は材料のマイクロな不均一構造に由来するものであり、高品質な信号伝送を可能にします。

図1（左）は、材料分散の波長依存性を示しています。VCSELの標準的な動作波長である850ナノメートル付近において、全フッ素化ポリマーは、石英ガラスよりも小さい（ゼロに近い）材料分散を示します。図1（右）は、理論的な伝送帯域の計算結果を示しており、全フッ素化ポリマーを用いたGIPOFでは、屈折率分布係数 g^{*2} を適切に制御することで、石英ガラス製MMFの約1.6倍の伝送帯域が得られることが分かりました（中心波長850ナノメートル、スペクトル幅0.60ナノメートルを仮定）。

図2は、周波数応答^{*3}の測定により、伝送帯域を実験的に確認した結果です。石英ガラス製MMF（実験では高性能カテゴリのOM5を使用）では、VCSELのスペクトル幅が大きくなるにつれて周波数応答の減衰が増大し、-1.5 dB_o伝送帯域（ $f_{-1.5 \text{ dB}_o}$ ）および-3.0 dB_o伝送帯域（ $f_{-3.0 \text{ dB}_o}$ ）が低下しました。一方、GIPOFでは周波数応答の減衰が抑えられ、石英ガラス製MMFを上回る伝送帯域が確認されました。

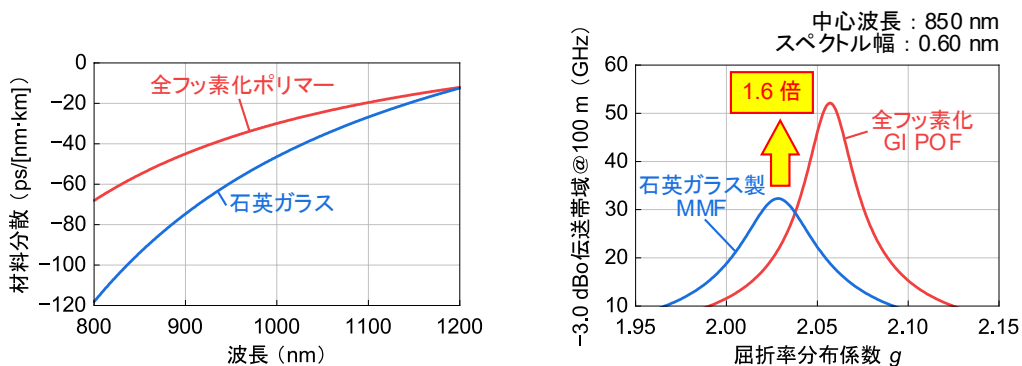


図1 (左) 全フッ素化ポリマーと石英ガラスの材料分散の比較。(右) 理論的な伝送帯域の比較。

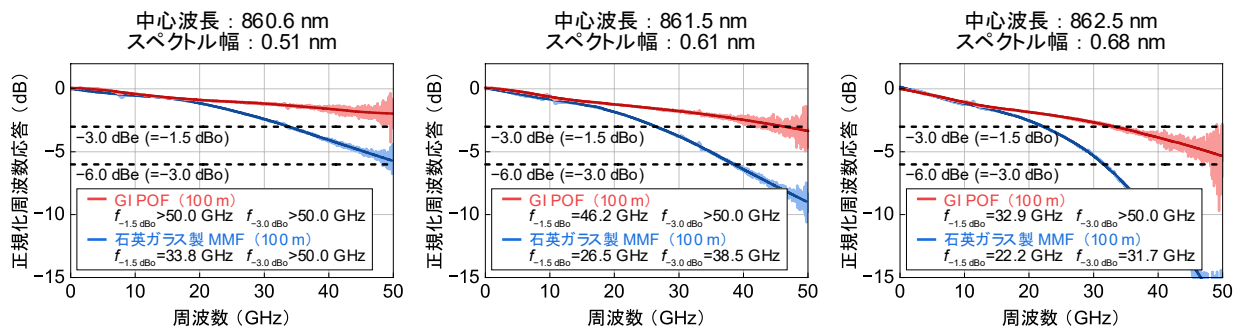


図2 伝送帯域の実験結果。(左)(中)(右)は、VCSELのスペクトル幅が異なる条件で測定した光ファイバの周波数応答を示す。

本研究では、慶應義塾大学 KPRI の GI POF と、米国 Broadcom 社が開発を進める次世代高速通信用 VCSEL を用いることで、1 レーン当たり 212.5 Gbps (106.25 Gbaud の PAM4*4 信号) の 50 メートル伝送の実証に成功しました。図 3 に示すように、50 メートル伝送後も、基準となる 2 メートル伝送後と比べて劣化の少ない良好な信号波形 (アイパターン*5) が得られていることが分かります。以上の結果は、GI POF が次世代の 212.5 Gbps 級通信において高い伝送性能を発揮できることを示しており、データセンターにおける短距離光通信のさらなる高速化に貢献することが期待されます。

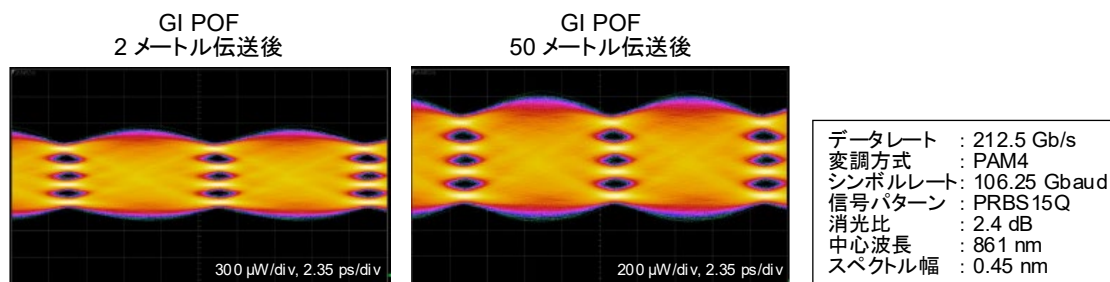


図 3 GI POF を用いた 212.5 Gbps 信号の伝送波形。(左) 2 メートル伝送後、(中) 50 メートル伝送後の波形。(右) 伝送実験の条件。

3. 論文情報

発表会議 : Optical Fiber Communication Conference (OFC) 2026

論文題目 : 200G/lane 50-m Multimode VCSEL Link by Low-Material-Dispersion Graded-Index Plastic Optical Fiber

著者情報 : Kenta Muramoto¹, Hongdi Mou², Yasuhiro Koike¹

所属情報 : 1. Keio Photonics Research Institute (KPRI), Keio University
2. Broadcom Inc., Optical Systems Division

発表番号 : Th1A.2

4. 用語説明

*1 スペクトル幅

光の波長の広がりを表す量。一般に、VCSEL では発光スペクトルの標準偏差である RMS 値がスペクトル幅として用いられる。IEEE 802.3 系の規格では、石英ガラス製 MMF における材料分散の影響を考慮し、VCSEL のスペクトル幅を 0.60 ナノメートル以下として用いることが規定されている。

*2 屈折率分布係数 g

光ファイバのコアにおける屈折率分布の形状を表す指標。屈折率分布型光ファイバでは、屈折率がコア中心から半径方向に向かって連続的に変化しており、その分布形状を係数 g で表すことができる。 g を適切に制御することで、モード分散を抑え、伝送帯域を高めることができる。

*3 周波数応答

信号の周波数と、その周波数における応答 (減衰量) との関係を示すもの。0 ヘルツを基準として、周波数応答が一定値まで低下する周波数を伝送帯域として定義する。光ファイバでは、 -1.5 dBo 伝送帯域 ($f_{-1.5 \text{ dBo}}$) および -3.0 dBo 伝送帯域 ($f_{-3.0 \text{ dBo}}$) が性能指標として広く用いられる。これらの値が大きいほど、高周波数の信号を伝送でき、高速通信に適していることを示す。

*4 PAM4

4値パルス振幅変調の略であり、高速通信で広く用いられる変調方式の一つ。従来の2値変調では「0」または「1」の2段階の振幅で情報を伝送するのに対し、PAM4では4段階の振幅を用いることで、「00」「01」「10」「11」のように1シンボルで2ビットの情報を伝送できる。

*5 アイパターン

信号波形を重ね合わせて表示し、信号品質を視覚的に評価する方法。波形の重なりが作る「目(アイ)」の開口部が大きいほど、ノイズや歪みの影響が少なく信号品質が良好であることを示す。

5. 謝辞

本研究成果は、国立研究開発法人情報通信研究機構（NICT（エヌアイシーティ））の委託研究（JPJ012368C08001）により得られたものです。

※ご取材の際には、事前に下記までご一報くださいますようお願い申し上げます。

※本リリースは文部科学記者会、科学記者会、各社社会部、文化部等に送信させていただいております。

・研究内容についてのお問い合わせ先

慶應フotonクス・リサーチ・インスティテュート（KPRI）

E-mail: info@kpri.keio.ac.jp <https://kpri.keio.ac.jp/>

・本リリースの配信元

学校法人慶應義塾広報室

TEL : 03-5427-1541 FAX : 03-5441-7640

Email : m-pr@adst.keio.ac.jp <https://www.keio.ac.jp/>