

1. 研究課題・受託者・研究開発期間・研究開発予算

- ◆研究開発課題名 エラーフリーPOFによる革新的通信システムの開発
- ◆受託者 学校法人慶應義塾
- ◆研究開発期間 令和6年度～令和7年度(2年間)
- ◆研究開発予算(契約額) 令和6年度100百万円

2. 研究開発の目標

エラーフリーPOFにより、多値変調方式による1レーン50 Gbps級のデータ通信を、現在必要とされているFEC(Forward error correction)等の誤り訂正機能を用いず
に実現する通信技術の確立を目指す。さらに、エラーフリーPOFの一括成型による多心化技術を確認する。既存の誤り訂正方式を採用した通信システムとの性能
比較を行い、信頼性、転送性能、消費電力、通信遅延等の点において、エラーフリーPOF伝送システムが優れていることを実証する。

3. 研究開発の成果

研究開発項目と目標

■ 研究開発項目1-a) エラーフリーPOFの多心化技術の確立

プラスチックの特性を生かした溶融押出法による多心エラーフリーPOFの一括成型
技術を確立する。

■ 研究開発項目1-b) エラーフリーPOFのための新規光トランシーバの開発
エラーフリーPOFの低雑音特性を生かした高精度の光学アライメントが不要の新規
光トランシーバを研究開発する。

■ 研究開発項目1-c) Beyond 5Gに向けた分散MEC環境の構築

エラーフリーPOFに最適なコーデックとそれに対応するFPGAボードおよび高機能
ネットワークコントローラを研究開発する。さらに、これらを用いて分散MEC
(Mobile/Multi-access Edge Computing)環境を構築する。

主な研究開発成果 1-a)
エラーフリーPOFの多心化技術の確立

➤ マルチコアシートの試作及び改良

一括成型マルチコアシートの試作・改良を進め、①断面形状とコア・クラッド配置精
度の向上、②GI分布制御の実現、③連続生産性の向上を達成した。また、マルチコ
アシート用の新規MTコネクタを提案、試作を進めている。

➤ マルチコアGI POFのPAM4伝送特性評価

上記試作と並行して、本研究室が開発してきた円形マルチコアGI-POF(61心)の
PAM4伝送特性を評価し、コア間でばらつきのないFEC無しエラーフリー伝送(53.125
Gb/s PAM4)を確認した。さらに、マルチコアGI POFを用いて、最先端データセン
ター向けの1レーン106.25 Gb/s PAM4伝送の実証に初めて成功した。

主な研究開発成果 1-b)
エラーフリーPOFのための新規光トランシーバの開発

➤ エラーフリーPOFの優位性の原理実証

53.125 Gb/s PAM4伝送において、エラーフリーPOFにより、従来のガラス製マルチ
モード光ファイバで必要とされる高価で複雑なノイズ対策を用いることなく、ビットエ
ラーレートを安定的に数桁以上低減できることを実証した。
⇒光トランシーバ設計において性能とコストの両面で大きな優位性を築ける。

➤ 多レーンでのFEC無しエラーフリー伝送の実証

QSFP等での多レーン伝送を想定し、多心エラーフリーPOFケーブルを試作した。本
ケーブルを用いて、4レーンでの53.125 Gbps PAM4伝送において、全レーンでの
FEC無しのエラーフリー伝送(ビットエラーレート 10^{-12} 以下)を達成した。

主な研究開発成果 1-c)
Beyond 5Gに向けた分散MEC環境の構築

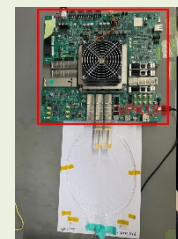
➤ エラーフリーPOF用ネットワークチップの設計、検証

エラーフリーPOFの通信評価、codecの研究開発、ネット
ワークチップの設計・検証のための環境をFPGAボード上
に構築し、高符号化率、高スループット、低消費電力を実
現するエラーフリーPOF用codecの設計、検証を行った。

➤ 分散MEC環境向けソフトウェアシステムの構築

エラーフリーPOFを前提とした分散MEC環境におけるア
プリケーション実装に向けて、暗号化通信に対応した処理方
式や権限管理を含むプロトコルの検討、提案を行った。

FPGAボードを用いた
エラーフリーPOF評価環境



4. 特許出願、論文発表等、及びトピックス

国内出願	外国出願	研究論文	その他研究発表	標準化提案・採択	プレスリリース 報道	展示会	受賞・表彰
0 (0)	5 (5)	0 (0)	19 (19)	1 (1)	0 (0)	6 (6)	3 (3)

※成果数は累計件数、()内は当該年度の件数です。

(1) エラーフリーPOFの最新成果を米国OFC2025にて2件発表

2024年度に、生成AIに向けて800Gや1.6TのLPOTランシーバーなどにおいて、エラーフリーPOFはガラス光ファイバーと比べ、高速性、安定性に大きな優位性があることが実証された。本成果は、11月に開催されたPOF2024国際会議、さらには2025年3月のOFC2025において2件の発表が採択された。

なお、昨年度国内出願したマルチコアシート関連特許のPCT及び台湾への出願(計4件)も完了している。

(2) The 32nd International Conference on Plastic Optical Fiber (POF国際会議)

小池が全体議長を務めるPOF国際会議(POF2024)は、令和6年度は11月11日～13日の日程で東郷神社・記念館及び慶應義塾大学三田キャンパスにて開催された。POF2024では、エラーフリーPOFの成果を口頭発表、及びExhibitionにて全世界に向けて発信すると共に、国内外の有力なキーパーソンを招待しエラーフリーPOFシステムの今後の展開について議論した。Exhibitionは、日本、USA、中国のPOF関連素材メーカー、デバイスメーカー、システムメーカー13社が参加し、POFシステムの社会実装に向けての連携を深めることができた。本研究開発終了後に円滑に社会実装・海外展開を進めていけるような体制作りの検討に大いに役に立つ国際会議となった。

5. 今後の研究開発計画

令和7年度の年度計画は以下の通りである。

- 研究開発項目1-a) エラーフリーPOFの多心化技術の確立
 - ✓ マルチコアシートの規格化を進める(IEC 60793、IEC 60794等)。
 - ✓ 新規MTコネクタの規格化を進める(IEC 61754等)。
- 研究開発項目1-b) エラーフリーPOFのための新規光ランシーバーの開発
 - ✓ エラーフリーPOF用新規光ランシーバーの規格化を進める(IEEE 802.3、MSA等)。
- 研究開発項目1-c) Beyond 5Gに向けた分散MEC環境の構築
 - ✓ エラーフリーPOFのための通信方式(Codec)の規格化を進める(IEEE 802.3、MSA、IEC等)。
 - ✓ エラーフリーPOFを利用したマイクロ分散データセンターのプロトタイプ上で、この機能を実証できるAIアプリケーションを実装し、全体としての性能、コスト、信頼性、電力を評価する。
 - ✓ エラーフリーPOF用ネットワークチップの設計および検証を行う。