

## 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4年度～令和5年度 (2年間)
- ◆研究開発予算 (契約額) 令和4年度から令和5年度までの総額897百万円 (令和5年度399百万円)

## 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立する。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

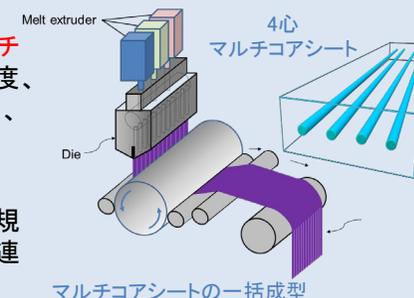
プラスチックの特性を生かした溶融押出法による多心エラーフリーPOFの一括成型技術を確立する。

■ 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ボード及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

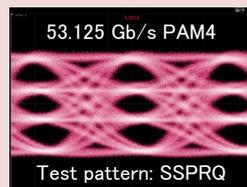
- 多心POF(マルチコアシート)の試作  
多心POFの溶融押出装置を実装し、**4心マルチコアシートの試作に成功**。押出条件(溶融粘度、押出温度、印加圧力等)を制御することにより、設計通りの構造を実現できることを確認。
- 新規MTコネクタの設計、試作  
マルチコアシートの簡単接続を実現する新規MTコネクタを設計、考案し、試作に成功。関連する特許を2件出願。



### 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

- 新規光トランシーバの試作  
エラーフリーPOFのための新規光トランシーバを設計、試作し、データセンター用途の1レーン53.125 Gb/sのPAM4伝送において、**FEC等の誤り訂正機能を用いずに、 $10^{-15}$ 以下のビットエラーレートを達成**。  
⇒エラーフリー伝送の基準(BER< $10^{-12}$ )を**3桁上回る**。国際会議(SPIE Photonics West等)で報告。論文投稿を準備中。

エラーフリーPOF(10 m)伝送後のアイパターン

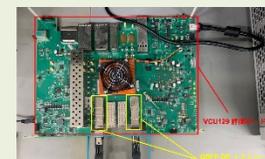


72時間エラーフリー伝送を確認  
⇒ビットエラーレート $10^{-15}$ 以下(PRBS31Q)

### 主な研究開発成果 1-c) Beyond 5Gに向けた分散MEC環境の構築

- 通信評価環境の構築と新規コーデックの研究開発  
FPGAボード(VCU129、VPK120等)上にエラーフリーPOF通信のテストベッド環境を構築し、エラーフリーPOF向けのコーデックの研究開発へと展開。また、**新規コーデックの国際標準化を行い、CDV承認**(IEC PT 63455)。
- FPGAクラスタの電力モデルの開発  
分散MEC環境を想定し、光ネットワークを用いたFPGAクラスタの電力モデルを開発。FECが不要になる事で**大幅な電力削減が見込めることを確認**。

FPGAによる通信評価用テストベッド



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
2 (2)	0 (0)	3 (3)	29 (19)	1 (1)	2 (1)	10 (6)	0 (0)

※成果数は累計件数、( )内は当該年度の件数です。

(1) マルチコアシート一括成型技術の関連特許として、多心(4心, 8心, 12心・・・)の一括コネクタ接続の特許を本年9月に2件出願した。従来は、1本1本の光ファイバーのフェルール内のアライメントなど、極めて煩雑な工程が必要であったが、それらが不要となる一括成型コネクタの重要な特許である。

(2) 本研究課題研究員が継続的に行っているIEC国際標準化作業において、軽微なエラーを検出・訂正可能なcodecを研究開発し、IEC TC100 TA18で国際標準化作業(IEC PT63455)を行った。本codec: IEC 63455 (Multimedia systems and equipment - Multimedia signal transmission - Dependable line code with error correction)はCDV (Committee Draft for Vote)として2023年11月にIEC TC100/TA 18の加盟国の投票により承認され、ほぼ国際標準となっている。。このまま順調に進めば2024年中には国際標準(FDIS)になる予定であり、期待を寄せている。

(3) The 31st International Conference on Plastic Optical Fiber (POF国際会議)  
昨年度スペインで開催されたPOF国際会議は、今年度はアイルランドにて2023年9月に開催された。今年度はPOF技術の日本からの発信という位置づけで、日本のPOFメーカーら6社が集結して最先端のPOF技術を展示した。慶應義塾大学も本研究課題であるエラーフリーPOFの成果展示を行った。来年度は11月11日～14日の日程で慶應義塾大学三田キャンパスでの開催が決定しており、新プロジェクトの進捗、成果を発信していく予定である。

5. 研究開発成果の展開・普及等に向けた計画・展望

本研究開発課題は、2024年度より採択番号08001(エラーフリーPOFによる革新的通信システムの開発)へ移行し、当初の最終目標達成に向けて研究開発を継続する。令和6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試作を進め、その評価をもとに改良を行う。

・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ーの開発

- ・多心エラーフリーPOFを新規光トランシーバーに接続して通信実験を行い、1レーン50 Gbps(25 Gbaud PAM4)のFEC無しエラーフリー伝送を検証する。

・研究開発項目1-c)Beyond 5Gに向けた分散MEC環境の構築

- ・開発したシステムで転送試験を行い、その時点で可能なソフトウェアシステムの構築を行う。

- ・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。