

## 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7年度(4年間)
- ◆研究開発予算(契約額) 令和4年度498百万円

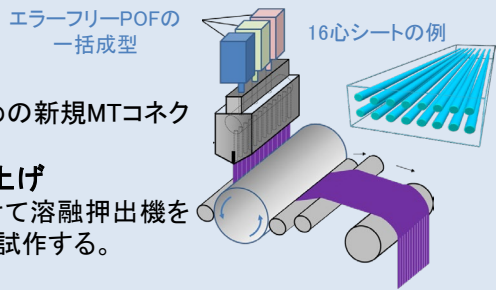
## 2. 研究開発の目標

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等の誤り訂正機能を用いずを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

### 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認する。

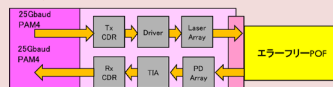


#### 今年度の主な成果

- ・新規MTコネクタの基本設計  
多心POFの簡単接続を実現するための新規MTコネクタを設計した。次年度に試作を行う。
- ・多心化用溶融押出装置の立ち上げ  
多心エラーフリーPOFの開発に向けて溶融押出機を立ち上げた。次年度に多心化POFを試作する。

### 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の低雑音性を生かした高精度な光学アライメントが不要な新規光トランシーバを研究開発する。



#### 今年度の主な成果

- ・新規光トランシーバの設計、試作  
データセンター用途の1レーン53.125 GbpsのPAM4伝送を想定して、伝送評価のための光トランシーバを設計、試作した。
- ・新規光トランシーバの光学設計の検討  
エラーフリーPOFにデータ伝送特性の励振条件依存性を測定し、エラーフリー伝送のための軸ずれ許容量や結合損失許容量を検討し、新規光トランシーバの光学系の設計指針を得た。

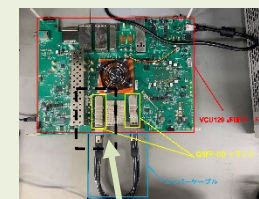
### 1-c) Beyond 5Gに向けた分散MEC環境の構築

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(ASIC)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。

#### 今年度の主な成果

- ・PAM4のBERを計測可能な通信評価環境の構築  
市販のFPGAボード(VCU129)を用いて、PAM4のBERを計測可能な通信評価環境を構築した。この評価ボードをテストベッドとして、エラーフリーPOFのためのcodecを研究開発した。さらに、今後、高機能ネットワークコントローラのプロトタイプを基本設計する。

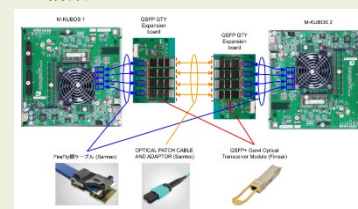
FPGAによる通信評価環境



#### ・エミュレーション用高速長距離リンクの装備

本研究開発用のエミュレータとして、既存の高速光ネットワークを用いて複数のFPGAボードを接続可能な環境を構築した。今後、このエミュレータを用いて光ネットワーク利用時の電力解析を行い、電力モデルを構築する。これによりPOF導入時の効果を示す。

構築したエミュレーションシステム



#### 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)	0 (0)	0 (0)	10 (10)	0 (0)	1 (1)	3 (3)	0 (0)

(1) The 30th International Conference on Plastic Optical Fiber (POF国際会議) ※成果数は累計件数、( )内は当該年度の件数です。  
POF国際会議は、プラスチック光ファイバーに特化した世界初の国際会議として1992年パリにて第1回目を開催して以来、本年で30回目を数える国際会議であり、第1回目から本プロジェクト実施責任者の小池が議長を務めている。発足以来、本会議は、POFに関する研究成果の発表をするだけに留まらず、POFという分野において、世界のソサイエティを牽引してきた。  
第30回POF国際会議は、スペインにて2022年9月に開催された。世界各国から最先端のPOF技術が展示される中、NICTプロジェクト始動を受けて、慶應義塾大学もエラーフリーPOFの成果展示を行った。また、実施責任者小池による基調講演、研究員村元による口頭発表を行い、Beyond 5G時代の到来に向けてのエラーフリーPOFの可能性を国内外の研究者と議論した。来年度はアイルランドでの開催が決定しており、プロジェクトの進捗、成果を発信していく予定である。

(2) SPIE Photonics West 2023 (サンフランシスコ)  
SPIE Photonics West 2023は毎年、シリコンバレーと隣接するサンフランシスコで開催される世界最大の光学会である。世界各国から光通信の専門家が集結する場であり、エラーフリーPOF伝送システムの応用展開について議論できる場として最大限に活用できると考えている。今年度は、"Optical Interconnects XXIII"のConferenceにおいて、エラーフリーPOFの成果を発信した。また、本プロジェクトの実施責任者である小池は、SPIE Photonics West OPTO "Ultra High Definition Imaging Systems"のConference Co-Chairを務めており、Beyond 5Gに向けたエラーフリーPOFおよびイメージングシステム開発について、海外の専門家と活発な議論が交わされ、本研究開発の成果をアピールできた。

(3) APS TV 2023のHighlight Physics Researchに選出される  
慶應フォトニクス・リサーチ・インスティテュート(KPRI)は米国物理学会(American Physical Society(APS)、会員数約50,000人)の2023年最先端研究機関の1つに選ばれ、2023年3月6日～9日にラスベガスで開催されたAPS March Meeting大会期間中、本研究開発の成果であるエラーフリーPOFの紹介ビデオが放映された。この紹介ビデオは、[APS TVのYouTubeチャンネル](#)で公開されている。

#### 5. 今後の研究開発計画

##### 1-a) エラーフリーPOFの多心化技術の確立

- ・ 本年度に立ち上げた溶融押出装置を用いて多心POFを試作する。
- ・ 多心POFの所望の特性(心の形状、屈折率分布、マイクロ不均一構造等)を得るための作製条件(母材の溶融粘度、押出温度、圧力条件、流路等)を検討する。
- ・ 多心POFのための新規MTコネクタを試作する。

##### 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

- ・ エラーフリーPOFの軸ずれ測定をもとに、新規光トランシーバーの光学系(レンズアレイや光コネクタ等)を設計、試作する。
- ・ 試作した新規光トランシーバーの性能検証及び改良を行い、1レーン50 Gbps級のFEC無しエラーフリー伝送を目指す。

##### 1-c) Beyond 5Gに向けた分散MEC環境の構築

- ・ エラーフリーPOFの性能検証をもとに、エラーフリーPOFのための新規codecを研究開発する。
- ・ FEC付きcodec、FEC無しcodec、エラーフリーPOF専用codec等を搭載し、各種codecをプログラマブルに選択可能な高機能ネットワークコントローラを設計、開発する。
- ・ 高機能ネットワークコントローラ、計算ノードとなるFPGAボード、エラーフリーPOFを用いてMEC環境を構築する。
- ・ MEC環境に各種機能を実証できるAIアプリケーションを設計・実装し、全体としての性能、コスト、信頼性、電力を評価する。