

グリーン社会に資する先端光伝送技術の研究開発

課題Ⅱ. 大容量・高多重光アクセス網伝送技術

The R&D of advanced optical transmission technologies for a green society Part II. High-capacity, high-multiplexing optical access network transmission technologies

代表研究責任者 鹿嶋 正幸 沖電気工業株式会社

研究開発期間 令和4年度～令和7年度

【Abstract】

With the aim of achieving high-capacity, low-power, and low-cost integrated support for a wide range of services—including IoT, data centers/cloudlets, and real-time mobile—which are essential for the diversifying next-generation access network technologies, we conducted the following research and development.

#1: We established 400-Gbps optical transmission and reception technology using high-order multilevel modulation schemes (16-level or higher) and high-order multilevel bidirectional access technology that does not perform digital signal processing in the optical domain, achieving a power consumption reduction of 15% or more per 100 Gbps compared to existing configurations.

#2: We established advanced WDM-PON technology capable of 400 Gbps per wavelength, optimal resource prediction and control technology to optimize PON link resources, and optical signal energy optimization control technology that actively changes the modulation scheme on a per-wavelength basis, achieving a power consumption reduction of 80% or more per 100 Gbps compared to existing configurations.

#3: For 100G-PON, we established system design and transmission performance evaluation technologies supporting 256 or more branches, enabling transmission over 1 km; high-speed modulation access device technology capable of configuring PONs supporting the high multiplexing required for increased branch counts; optical transmission link technology that prevents optical nonlinear effects at high input power levels of 15 dBm or more; and technology for reducing ONU standby power consumption.

1 研究開発体制

○ 代表研究責任者

鹿嶋 正幸（沖電気工業株式会社）

○ 研究分担者

葛西 恵介（国立大学法人東北大学 電気通信研究所）

今宿 互（学校法人名城大学）

山中 直明（学校法人慶應義塾 新川崎先端研究連携スクエア）

梨本 恵一（エピフォトニクス株式会社）

武笠 和則（ライテラジャパン株式会社）

- **総合ビジネスプロデューサ** 杉山 直人（株式会社フィーモ）
- **ビジネスプロデューサ** 藤坂 恒志（沖電気工業株式会社）
八坂 洋（国立大学法人東北大学 電気通信研究所）
今宿 互（学校法人名城大学）
山中 直明（学校法人慶應義塾 新川崎先端研究連携スクエア）
梨本 恵一（エピフォトニクス株式会社）
中村 浩史（ライテラジャパン株式会社）

- **研究開発期間** 令和4年度～令和7年度

- **研究開発予算** 総額 2,000 百万円

(内訳)

令和4年度	令和5年度	令和6年度	令和7年度
500 百万円	500 百万円	500 百万円	500 百万円

2 研究開発課題の目的および意義

多様化する次世代のアクセスネットワーク技術として必要となる、IoT・データセンタ/クラウドレット・リアルタイムモバイル等の特性が広範囲に渡るサービスの統合的な収容を大容量・低消費電力・低コストで実現することを目的とし、課題アでは光アクセスの大容量化を実現するために安価な光デバイスを使用し、16 値以上の高多値変調方式による 400 ギガビットの伝送容量を実現する光送受信技術、400 ギガビット送受信技術をベースに高度な WDM-PON を適用することでテラビット級の光アクセス伝送技術、及び多値度の高いデータ信号の周波数変換を行うコヒーレント RoF 技術を確立し、光信号処理及びデジタル信号処理技術の簡略化することで低消費電力化を目指し、課題イでは大容量 PON の低コスト化を目指した経済的実装のために異種 PON の多重収容技術、サービスの利用状況を学習することで通信状態を予測する最適資源予測制御技術、トラヒック量や伝送状態に応じて波長単位に変調方式を変更する光信号エネルギー最適制御技術、及び、光信号エネルギーの増大や波長あたり 100 Gbps を超える伝送速度に対応するための光伝送リンク技術（高電力で安定かつ高速な変調器や高電力でも非線形の発生を抑制可能な光ファイバ）を開発することで低消費電力化を目指す。

3 研究開発成果（アウトプット）

表 1. 各サブ課題の目標達成状況

サブ課題	到達目標	状況	備考
ア-1-1 東北大	① 光集積型注入同期ホモダイン及びヘテロダイン受信回路を開発し、高多値データ信号の低位相雑音光位相同期（位相雑音 4 度以下）を実現する。	① については上回って達成 ②, ③を	①1.2 度以下の位相雑音を達成。さらには偏波無依存光注入同期回路を新たに開発。

	② 本受信回路を用いてデジタルコヒーレント光伝送システムを構築し、32～256 値の多値 QAM(Quadrature Amplitude Modulation)信号を用いた 400 Gbps/波長アクセス伝送を実現する。 ③ DSP(Digital Signal Processing)における信号処理、特に光キャリア位相推定演算に伴う消費電力を削減し、従来技術と比較して 15 % の低消費電力化を実現する。	予定通り 達成	
ア-1-2 沖電気	① 従来比 15%の消費電力を削減して波長当り 400 ギガビット/秒の容量を達成する光アクセス向け送受信の要素技術を確立し、ITU-T で規定されている WDM-PON (Wavelength Division Multiplexing - Passive Optical Network) と同じ波長を用いて波長多重できるような光信号を送受する光トランシーバを実現する。 ② 光トランシーバの光処理部(COSA: Coherent Optical Sub Assembly)は、多値変調及び WDM に対応させた光デバイスを設計し光集積することで小型化を実現する。	予定通り 達成	
ア-2 沖電気	① ア-1-2) で開発した WDM400G 光トランシーバを 2 台以上搭載した高度 WDM-PON-OLT (Optical Line Terminal)/ ONU (Optical Network Unit)を開発して 800 ギガビット/秒以上の伝送容量を実現する。 ② また、イ-1) で開発したオープンソースコントローラからの指示にしたがって任意の送信・受信波長への遠隔操作による波長変換を実現する。	予定通り 達成	
ア-3 東北大	① 課題ア-1-1 で開発する光集積型注入同期ヘテロダイン受信回路を光・無線周波数変換として適用した、高多値双方向コヒーレントアナログアクセス(フルコヒーレントアクセス)伝送システムを実現する。 ② 100～300 GHz の IF 帯を想定した下り 100 Gbps、上り 50 Gbps の伝送容量を有する高多値 QAM (32～256 QAM) 双方向アクセス伝送システムを実現する。	①～②を 予定通り 達成	③フルコヒーレント伝送方式により、光フロントホール区間の消費電力を約 25 %削減可能であることを示した。

	③ 従来のデジタル RoF では不可欠であった ADC (Analog Digital Converter)、DAC (Digital Analog Converter)、DSP を除去し、100 ギガビット当たりの消費電力を 15 %削減する。		
イ-1 沖電気	① 大容量 TWDM (Time and Wavelength Division Multiplexing) -PON のプロトタイプを試作、及びア-2) の高度 WDM-PON と組み合わせた高多重 OLT の試作を行い、オープンソースを用いた高多重 OLT の収容制御機能を立案・検証することで、WDM-PON の波長制御と連動したフレキシブルな異種 PON 多重収容技術を確立する。	予定通り 達成	2026 年 5 月報道発表予定
イ-2 沖電気	② 最適資源配置やスリープ制御、最新のデバイス技術・変復調技術等を考慮した異種 PON 多重収容のモデルを策定し、消費電力を削減する異種 PON 多重収容制御方式を立案し検証することで、消費電力を 100 ギガビット/秒あたり最大 80%削減する。 ③ また、イ-1) の異種 PON 多重収容制御装置と基本機能の総合検証を実施する。	予定通り 達成	
イ-3 名城大	① 【最終目標】100Gbps/波長相当のシステムアーキテクチャで Long Reach モード動作時の伝送可能距離を、現行システムの 20km に対して 15% 以上拡大できることを実証する。 ② 【2025 年度追加目標(i)～(iii)】(i)バースト伝送モードシミュレーション、(ii)波長多重伝送実験、(iii)M-QAM 対応方式伝送実験の実施する。	①2024 年度に前倒し達成 ② 予定通り達成	2023 年 12 月 23 日報道発表
イ-4-1 慶應大	①+15 dBm 以上の高光電力通信、100 Gbps で 256 分岐相当 (400 Gbps で 64 分岐相当) 以上、伝送距離 1 km 以上の超多分岐 PON 基盤技術を確立する。 ②最大光パワー +40 dBm の実現可能性を検証し、エネルギー伝送 PON の基盤技術を確立する。 ③ONU スリープ等による 50%電力削減の実現性を確認する。 ④技術実証及びアプリケーションパートナーと連携した統合的な実証を行う場を構築する。	①～④を 予定通り 達成	2023 年 11 月 16 日報道発表 2026 年 5 月報道発表予定
イ-4-2 エピフォ	100G-PON において 256 分岐以上を構成する光強度変調器が確保すべき①光送信器出力光強度 +10	①について は上回	2024 年 7 月 31 日報道発表 2025 年 12 月 15 日報道発表

トニクス	dBm、および②変調帯域幅 25 GHz を達成する。また、高強度入力対応光送信器をバイプロダクトとして実用化を果たし、サンプル出荷が可能なレベルとする。	って達成 ②を予定 通り達成	2026 年 3 月 24 日報道発表
イ-4-3 ライテラ	PON の 256 分岐、および光信号と光パワーの共伝送を実現するために、+40dBm 以上の入射に適応可能な最適な光リンク技術を確立する。	上回って 達成	ファイバは目標通り、接続は目標以上を達成。PON 用最適光リンク構築で、4,000 分岐以上の最適化に成功。

詳細は、「研究開発による成果数」の表に委ねるが、査読付き誌上発表論文数 14 件（目標 10 件）、査読付き口頭発表論文数 33 件（目標 13 件）、その他誌上発表数 7 件（目標 0 件）、口頭発表数 162 件（目標 34 件）、特許出願数 31 件（目標 22 件）、特許取得数 15 件（目標 5 件）、受賞数 7 件、報道発表数 5 件（目標 5 件）、報道掲載数 23 件の成果が出ている。全ての項目で目標を達成した。

各年度の予算配分を表 2 に、課題毎の予算配分を表 3 に示す。試作の必要な課題に重点的に配分を行い、年度間でも必要度に応じて増減を行うといった予算マネジメントを実施し、研究グループ全体としての費用帯効果を最大限に高められる施策を進めた。

表 2. 分担者毎の予算配分（単位千円）

分担者	R4 年度	R5 年度	R6 年度	R7 年度	合計
沖電気	121,669	117,700	114,400	114,400	468,169
東北大学	70,000	70,000	70,000	70,000	280,000
近畿大学 令和 7 年度から名城大学	20,000	20,000	20,000	20,000	80,000
慶應大学	95,901	104,000	104,000	104,000	407,901
エピフォトニクス	86,647	83,294	86,599	86,600	343,140
古河電工 令和 7 年度からライテラ	105,732	104,998	104,990	104,988	420,708
合計	499,949	499,992	499,989	499,988	1,999,918

表 3. 課題毎の予算配分（単位千円）

課題	R4 年度	R5 年度	R6 年度	R7 年度	合計
ア-1-1) 光注入同期型高多値光送受信技術	54,406	40,292	35,218	40,051	169,967
ア-1-2) 光アクセス向け高多値光送受信技術	46,482	41,247	66,852	46,801	201,382
ア-2) 高度 WDM-PON 技術	11,898	18,235	10,166	14,600	54,899
ア-3) 高多値双方向アクセス網技術	15,594	29,708	34,782	29,949	110,033
イ-1) 異種 PON 多重収容技術	42,111	20,278	19,148	32,589	114,126
イ-2) 最適資源予測制御技術	21,178	37,940	18,234	20,410	97,762
イ-3) 光信号エネルギー最適制御技術	20,000	20,000	20,000	20,000	80,000

イ-4-1) 高分岐アクセス網構成技術	95,901	104,000	104,000	104,000	407,901
イ-4-2) 高多分岐用大電力送受信技術	86,647	83,294	86,599	86,600	343,140
イ-4-3) 高多分岐用新伝送技術	105,732	104,998	104,990	104,988	420,708
合計	499,949	499,992	499,989	499,988	1,999,918

大容量・高多重光アクセス網伝送技術研究開発運営委員会（座長：千歳科学技術大学吉本教授、委員：日本大学源田教授、九州大学木村教授、鹿児島大学福島教授、明治大学中村准教授）を計 11 回開催し、研究開発の進捗確認に加えて、技術の方向性及び総合ビジネスプロデューサも交えた技術切り出し（パイアウト）及び社会実装に向けた取組の議論を実施した。議論の結果として、知財獲得戦略及び研究開発成果のパイアウト計画を立案した。

以降、課題毎の成果を記載する。

3. 1 ア) 大容量光アクセス網伝送技術

既存の光デバイスを使用し、16 値以上の高多値変調方式による 400 ギガビットの伝送容量を実現する光送受信技術及び光領域でのデジタル信号処理を行わずに多値度の高いデータ信号の周波数変換を行うことで下り 100 ギガビット/上り 50 ギガビットの伝送容量を実現する高多値双方向アクセス技術を確認するとともに低消費電力技術として光信号処理及びデジタル信号処理技術を確認することで既存構成に対して 100 ギガビット当たりの消費電力を 15%以上削減する。

3. 1. 1 アー 1) 高度多値光送受信技術

アー 1-1) 光注入同期型高多値光送受信技術（東北大学）

4 度以下の位相雑音で光位相同期が可能な集積型光注入同期回路を開発した。これを用いた 32～256 値の高多値 QAM (Quadrature Amplitude Modulation) 信号による 400 Gbit/s/波長級アクセス伝送を実施した。さらに、注入同期回路の適用により、従来の光キャリア位相補償に係るデジタル信号処理負荷を削減し、消費電力低減効果を評価した。以下に研究開発成果を示す。

- ① 空間結合系を用いたハイブリッド集積型および InP モノリシック集積型の光注入同期回路を開発し、ハイブリッド集積型では位相雑音 0.4 度、モノリシック集積型では 1.2 度を達成し、目標値（4 度以下）を上回る高安定な光位相同期性能を実現した。さらに、従来不可欠であった偏波制御回路を不要とする偏波無依存光注入同期回路を新たに実現した。これにより、コヒーレント受信回路の構成の簡素化、小型化、ならびに低消費電力化を可能とする先進的成果を得た。
- ② 開発した集積型光注入同期回路を用いることにより、単一波長 552 Gbit/s-64 QAM 信号のシングルモードファイバ 10 km 伝送に成功した。
- ③ 光注入同期回路（アナログ光位相同期技術）により、従来の 400 Gbit/s/波長デジタルコヒーレントトランシーバにおけるデジタル光キャリア位相補償処理を削減し、約 15%の消費電力低減効果を示した。

アー 1-2) 光アクセス向け高多値光送受信技術（沖電気）

既存の光デバイスを使用し、16 値以上の高多値変調方式による 400 ギガビットの伝送容量を実現する

ために、DSP(Digital Signal Processing)ボード、COXA(Coherent Optical Sub-Assembly)モジュール、TOSA(Transmitter Optical Sub-Assembly)モジュール及びROSA(Receiver Optical Sub-Assembly)モジュールにより、光トランシーバの方式を検討し、検証を行った。また、光トランシーバの小型化として、光集積技術によるCOXAの試作を実施した。

- ① TOSAモジュール/ROSAモジュール/DSPボードによる400Gbpsの評価系を構築し、60GBaud-DP-16QAMによる400Gbpsのループバック動作を確認した。
- ② COXA制御基板を試作し、COXAモジュールの動作を確認した。400Gbpsのリアルタイム光伝送でFEC(Forward Error Correction)限界(10^{-2})以下の誤り率を達成した。また、1芯双方向での光送受信の動作も確認できた。
- ③ 光トランシーバの用途をアクセス系に限定し、DSPの構成を検討し、分散補償回路部分を簡略化することで、DSPの回路規模を26%削減できることが分かった。これは光トランシーバの消費電力を15%以上削減することに相当する。
- ④ SiPhによる光集積は、100Gbps多値変調用送信器及び多値400Gbps用の受光器を試作した。送信器チップは3.8 mm×2.8 mm、受信器チップは3.9 mm×1.3 mmのサイズである。このチップを評価し、100Gbps送信、400Gbps受光の条件を特定できた。また、ア-1-1)の注入同期回路を使った受信器と伝送実験を行い良好な結果が得られた。
- ⑤ InPによる光集積は、400Gbps多値変調用の送信器を試作した。チップサイズは4.0 mm×4.6 mmである。このチップを評価し、400Gbps送信の条件を特定できた。以上のことから光トランシーバのTOSA/ROSA部分の光機能が4 mm角と小型化にできる見通しを得た。

3. 1. 2 ア-2) 高度 WDM-PON 技術 (沖電気)

400Gbpsの光トランシーバをベースに1Tbps級(実質800Gbps)の実現、及びAMCC(Auxiliary Management and Control Channel)方式による遠隔操作を実現した。

- ① AMCCによる遠隔制御装置を試作し、デジコヒ制御プロトコルであるCMIS(Common Manegement Interface Specification)を実装し、光トランシーバ設定の遠隔制御を実現した。
- ② AMCC波長遠隔制御を使って、400Gbps×2台の光トランシーバを制御することで、800GbpsのWDM通信を確認した。
- ③ イ-1)の異種PON收容システムにAMCC制御装置を使用し、ONU動作モードの切替を実現した。この結果は、2026年2月26日の公開シンポジウムで動態展示を実施した。以上のことから、光トランシーバを遠隔で制御でき、高度WDM-PON技術を確立した。

3. 1. 3 ア-3) 高多値双方向アクセス網技術 (東北大)

次世代Radio Access Networkへの適用を念頭に、課題ア-1-1で開発する光集積型注入同期回路を用いた、下り100 Gbit/s、上り50 Gbit/sの伝送容量を有する高多値双方向アクセス伝送を実施した。さらに、注入同期回路を用いたフルコヒーレント方式の適用により、従来のデジタル方式で必要であったADC・DAC・DSPを削減し、消費電力低減効果を評価した。以下に研究開発成果を示す。

- ① 課題ア-1-1で開発した光集積型注入同期ヘテロダイン受信回路を光・無線周波数変換として適用し、高多値双方向コヒーレントアナログ(フルコヒーレント)伝送システムを実現した。
- ② 光注入同期回路を適用したフルコヒーレント伝送システムにより、108 Gbit/s-64QAM信号のシングルモードファイバ10 km伝送、および125 GHz帯における70 mの下りフルコヒーレント伝送を実

現した。さらに、光モバイルフロントホール構成における実証として、10 km の光ファイバを介した上り・下り双方向 108 Gbit/s-64 QAM 伝送に成功し、システムの有効性を実証した。

- ③ フルコヒーレント方式の適用により、従来のデジタル RoF (Radio-over-Fiber) で不可欠であった ADC、DAC、DSP を除去し、光フロントホール区間の消費電力を約 25 %削減可能であることを示した。

3. 2 イ) 高多重光アクセス基盤技術

400G-PON とア) の技術である 1 波長当たり 400 ギガビット級の高度な WDM-PON を混在収容可能とする WDM-PON を構成する技術確立し、サービスの利用状況を学習することで利用状況に応じて PON リンク資源を最適化する最適資源予測制御技術、波長単位に変調方式を能動的に変更する光信号エネルギー最適制御技術により高度化することで、既存構成に対して 100 ギガビット当たりの消費電力を 80%以上削減する。

100G-PON においては分岐数を 256 以上、400G-PON においては 64 分岐以上の ONU で構成するシステムにおいて、システム設計及び伝送性能評価技術確立し 1 km の伝送を可能とする技術を実現するとともに、分岐数の増加に必要となる高多重に対応した PON を構成可能とする高速変調アクセス装置技術及び 15dBm 以上のハイパワーな入力において光非線形効果が生じない光伝送リンク技術と ONU の待機電力の削減に係る技術の確立を行う。

3. 2. 1 イー 1) 異種 PON 多重収容技術 (沖電気)

XGS-PON、25GS-PON、及び 100G-WDM-PON を FPGA(Field Programmable Gate Array)ボードにより試作し、異種 PON 多重収容システムのプロトタイプを実現し、オープンソースベースの制御ソフトウェアを開発し、異種 PON 収容制御技術の検証を行った。

- ① FPGA ボードを用いて 25GS-PON の試作を行った。ONU3 台による PON 動作の評価を行い、フレームロスを確認した。
- ② 上記に XGS-PON 機能を追加実装することで、XGS-PON と 25GS-PON の統合 ONU を試作した。この ONU を用いて、XGS-PON/25GS-PON のモード切替を確認した。
- ③ オープンソースである ONOS(Open Network OS)/VOLTHA(Virtual OLT Hardwar Abstraction)をベースに、XGS-PON/25GS-PON の認証などの設定機能を試作し、XGS-PON/25GS-PON のシステム動作を確認した。
- ④ ア-2 の AMCC 装置と組み合わせて、XGS-PON/25GS-PON/100G-WDM-PON の異種 PON システムを構築し、イー-2 の資源制御アルゴリズムを OSS(Open Source Software)ベースの PON 制御に実装し、異種 PON 収容切替を検証した。トラフィック量に応じた割当通りに XGS-PON/25GS-PON/100G-WDM-PON を動作できることを確認した。以上のことから、異種 PON 多重収容技術を確立した。
- ⑤ イ-4-3 の空孔コア光ファイバを伝送路として接続し、課題間の総合実証を行った。0 バンド、C バンド、L バンドが多重された信号を空孔コア光ファイバで伝送させても問題ないことを確認した。

3. 2. 2 イー 2) 最適資源予測制御技術 (沖電気)

モバイルを想定したトラフィックモデルを構築し、実データを使ったシミュレーションを行うことで、消費電力の削減量を検証した。また、人口の移動データからトラフィック量を換算し、トラフィックを予測することで最適な資源配置となるアルゴリズムの検討を行った。

- ① モバイルを想定し、フロントホールに XGS-PON/25GS-PON(PtMP: Pont-to-MultiPoint)、100G-WDM-PON (PtP: Point-to-Point) を配置するネットワークモデルを構築し、PON 資源の割当アルゴリズムを検討した。このモデル及び割当アルゴリズムにモバイルの実データ（あるエリアの滞在人口の変動データ）を使って、消費電力変動のシミュレーションを行った。
- ② 無駄な電力の削減効果を向上させるために、無線エリアの統合制御アルゴリズムを検討した。このアルゴリズムでシミュレーションした結果、80.9%の消費電力削減を確認し、目標を達成した。
- ③ また、モバイル実データの学習から LSTM(Long and Sort Term Memory)によるトラフィック量の予測を行い、平均予測誤差 5%以下を確認した。この予測を用いて、資源割当に反映するアルゴリズムを開発し、イー-1 の異種 PON 収容システムに実装し、総合実証を行った結果、問題なく収容制御ができることを確認した。

3. 2. 3 イー 3) 光信号エネルギー最適制御技術（名城大学）

光アクセスネットワークの回線容量を通信トラフィック需要、リンクスパンの変化にあわせて柔軟に適応させる手段として時間領域単一搬送波インデックス変調 (TDSC-IM) 方式を提唱し、100GBps (25 GBaud) 級の Quadrature Phase Shift Keying (QPSK) ベースシステムに適用可能であることを実証すべく、下記の 2 項目の研究開発を実施した。

- ① 既存のディジタルコヒーレント通信システムのディジタル信号処理回路の設計にも適用されている MATLAB/SIMULINK 上で提案方式のディジタル信号処理回路を実装した。オフライン伝送実験を通じて動作検証を実施し、送受信器内部および伝送路に起因する波形歪を補償する等価フィルタも含め安定動作できることを世界で初めて実証した。
- ② ①で実装したディジタル信号処理回路を活用し、シングルモード光ファイバ 20km で 4 波長多重伝送実験を実施した。基本計画書の目標である 25 GBaud のシンボルレートにおいて、小容量トラフィック、ロングリーチモード時伝送に適用可能な 8 タイムスロットを 1 ブロックとする TDSC(8, K, QPSK) IM 方式の受信感度性能を評価した。その結果、トラフィック量が 5/16 倍(5dB ダウン)の K=1 の条件で 9dB（伝送距離換算 18km）以上の受信感度性能向上効果が見られ、当初目標を十分に満足できる性能を確認した。
- ③ ②の評価を踏まえ、将来アクセスネットワークの消費電力を低減させる運用シナリオとし、受信器局発光源電力の抑制による省電力化シナリオを実験的に実証した。実験では、局発光源電力を 6dB 低下できることを実証した。
- ④ 追加目標として 2025 年度に新規に設定した (i)バースト伝送モードシミュレーション、(ii)波長多重伝送実験、(iii)M-QAM 対応方式伝送実験の実施についても計画通りに完了した。(i)については 1kHz 以下のファイバ偏波変動の追跡能力をシミュレーションで確認、(ii)については 10dBm/ch までの平均出力条件での伝送能力の確認、(iii)については 16QAM 方式に対応した省電力動作モードとしての PAM-4 ベースインデックス変調実験における受信感度向上を確認した。

さらに、課題イー-4) と連携し長さ 3.9km の空孔コア光ファイバにおける送信出力 20dBm～30dBm の高出力伝送実験も実施した。送信出力の 30dBm は、単一波長信号としては過去最大の送信光電力条件であるが、当該伝送条件においても安定的に動作することを実証した。

3. 2. 4 イー 4) 高多分岐化技術

イー 4-1) 高分岐アクセス網構成技術（慶應大学）

空孔コア光ファイバ（イ-4-3 が提供）を前提として、波長分割多重又は高光強度信号光を利用した光給電によるリモート装置（上り信号用光アンプ、無線アンテナ、ONU 等）駆動アーキテクチャに基づいた、超多波長 PON 伝送技術、エネルギー伝送 PON 伝送技術、アプリケーション連携 ONU スリープ技術を検討した。また、未来光ネットワークオープン研究センターを開設し、未来光ネットワークオープンラボにおいて空孔コア光ファイバを中心とした共同利用実験を実施した。以下に研究開発成果を示す。

- ① 波長多重によりトータル伝送光強度 +40 dBm での、256 分岐相当 100 Gbps コヒーレント信号 (25 Gbaud QPSK 変調) 及び 32 Gbps NRZ (Non-Return to Zero) 変調信号の 4 km 空孔コアファイバを介した伝送（上りは光給電駆動される EDFA (Erbium Doped Fiber Amplifier) を利用) 実証。また、シミュレーションにより 1000 分岐以上の可能性を提示することで超多分岐 PON の基本技術を確立した。

低コストな直接変調レーザを利用した、+35 dBm IMDD (Intensity Modulation-Direct Detection) 25.6 Gbps 信号伝送実験により、信号光と給電光を兼用する簡易な光給電伝送システムを実証した。

- ② 波長分割多重による入力光パワー最大 +40 dBm の条件下で、アナログ光ファイバ無線 (WiFi 信号) を用いた 1 km 空孔コア光ファイバ伝送（下り方向）と、256 分岐化伝送実験により、非線形光学効果が生じない光リンクの実現性実証、光エネルギー伝送による ONU (無線アンテナ装置) の実現技術を確認した。

標準化されている TWDM-PON の 4 波長 WDM を利用した +40 dBm 光入力アナログ光ファイバ無線 (5G NR (New Radio) 信号 (28 GHz) 伝送を実証した。

5G NR 信号を利用したアナログ光ファイバ無線用光給電アンテナ（下り方向）による 10 mW 5G NR 信号出力に成功した。

- ③ ONU に接続されている IoT (Internet of Things) アプリケーションの起動、スリープに同期するように外部制御される 1 秒以上のスリープが可能な簡易 ONU プロトタイプ (信号速度 1 Gbps) を開発し、動作時消費電力平均 2.46 W、スリープ時平均消費電力 0.024 W、スリープからの立上り時間平均 5.9 秒を実現。Active 率 (Active 時間 / (Active 時間 + Sleep 時間)) < 0.34 であれば、消費電力 50% 削減が可能となることを実証。待機消費電力は、既存 FTTH 用 PON の標準規格比 1/70 を実現。給電光入力 1,200 mW、Active 率 0.1 の条件で光給電のみでの動作が可能となることを実証。

- ④ 未来光ネットワークオープン研究センターにオープンラボを設立し、空孔コア光ファイバ (4 km コネクタ無、1 km コネクタ付、キャンパス敷設 500 m コネクタ付) を利用して、空孔コア光ファイバの特長を活用した各種実証実験を実施した。

・低遅延化特性 (Mobile Mid-haul over 10GE-PON over Hollow-core Fiber (HCF)、Mobile Front-haul Analog Radio over Fiber (A-RoF) over HCF)

・低非線形／大電力伝送特性 (超多分岐 PON、エネルギー伝送 PON、A-RoF over HCF (WiFi 信号、5G sub-6 信号、5G NR 信号、THz 信号)、インデックス変調 over HCF 等)

イ-4-2) 高多分岐用大電力送受信技術 (エピフォトニクス)

MZ 型高強度光受容変調器として PLZT を用いた光変調器の研究開発を進め、最大 +19 dBm の出力、帯域 25 GHz のほか、世界最小クラスの電圧長積 $V \cdot L = 0.21 \text{ V} \cdot \text{cm}$ と電極長 2 mm のデバイスにおいて約 1 V の低電圧駆動を実証した。さらに社会実装向け、バイプロダクトである PLZT 光変調器チップと PLZT ウエハサンプルの外販を開始した。

- ① PLZT 光変調器チップに設けた直線導波路からの出力光強度の評価を行い、最終目標値を上回る最大 +19 dBm の出力を達成した。

- ② 出力光強度を上げるための PLZT 光導波路の損失低減のためのプロセスにも注力し、0.8 dB/cm という PLZT 光導波路として最も低損失なレベルを達成した。
- ③ PLZT 光変調器、終端抵抗とその実装の最適化とにより、電極長 1 mm、膜厚 600 nm の PLZT 光変調器において目標の帯域 25 GHz を達成した。また、さらに 40GHz を超える帯域の見通しを得た。
- ④ 駆動方法の革新によって、従来国内外で報告されているデータと比較して最高レベルである電極長 2 mm の場合の駆動電圧 1.05V、電圧対電極積値 $V_{\pi} \cdot L = 0.21 \text{ V} \cdot \text{cm}$ を達成した。
- ⑤ 実証実験に供することが可能な小型 (44 x 22 x 9 mm³) PLZT 光変調器パッケージを試作し実証デモを運営委員会/シンポジウムにて実施した。
- ⑥ バイプロダクトとしてエピタキシャル PLZT 薄膜ウエハの出荷を開始し、報道発表を行った。PLZT ウエハを大手欧米ネットワーク機器ベンダーおよび国内大手ベンダーより受注し、納入した。
- ⑦ 同じく、バイプロダクトである PLZT 光変調器チップの出荷を開始した。PLZT 光変調器チップを OFC2025 で展示のほか、PLZT 光変調器チップを大手欧米ネットワーク機器ベンダーより受注し、納入した。

イー 4－3）高多分岐用新伝送技術（ライテラ）

PON の 256 分岐、および光信号と光パワーの共伝送を実現するために、+40dBm 以上の入射に適応可能な最適な光リンク技術を確立することを目標として検討を行った。より具体的には以下の目標で研究開発を行った。

- ① PON に適用可能な広帯域型空孔コアファイバ(Hollow Core Fiber ; HCF)を 2km 以上実現
- ② シリカ系コアファイバと HCF の融着損失 0.7dB 以下を実現。
- ③ +40dBm 以上の入射に適用可能な最適 PON 光リンクの構築。

検討の成果を以下に示す。

- ① PON に適用可能な広帯域型空孔コアファイバを 2.19km 実現した。
- ② 接続は 0.7dB 以下の融着接続損失という当初目標を超える 0.54dB を前倒し(3 年目)で達成。そこで、他の接続機構に関しても検討を行い、空間結合モジュールで挿入損失 0.50dB(反射損失は-53dB)、バットジョイントモジュールで挿入損失 0.42dB(反射損失は-39dB)を、それぞれ実現した。
- ③ PON 用最適光リンク構築も 4,000 分岐以上の最適 PON の構築と+43dBm の高パワー伝送に成功した。

3. 2. 5 全体の消費電力削減

消費電力が 1/10 となるように各課題で消費電力削減効果目標を設定し、取り組んだ結果、各課題の効果を加算することで約 90%の削減効果となり、消費電力 1/10 を達成した。

対象箇所	目的	削減ポイント	本研究開発	削減率目標		結果
デバイス	方式改良	製造プロセス微細化	対象外	－		
信号処理		処理の光化、簡略化	ア-1：光注入同期、アクセス向けデジコヒ ア-3：RoF	A:15%		15%削減達成 (RoFは25%削減)
変調方式		変調方式による最適化	イ-3：インデックス変調	B:15%		7.8%削減達成
資源制御	無駄排除	通信容量に応じたOLTスリープ	イ-1/2：異種PON収容制御	C:80%	50%	80.9%削減達成
		通信レートのアジャスト	イ-2、イ-4-1：ONUのレート可変制御			D:30%
		通信状態に応じたONUスリープ	イ-2、イ-4-1：ONUスリープ制御			
		ONU給電	イ-4-1：ONUへの光給電			

4 政策目標（アウトカム目標）の達成に向けた取組みの実施状況

大容量・高多重光アクセス網伝送技術研究開発運営委員会での議論及び、ビジネスプロデューサとの議論を行うことで、各課題のバイプロダクト化を研究開発開始当初から探った。具体的には、ア：大容量光アクセス網伝送技術においては、コヒーレントライト 100G 光トランシーバや 100G-PON の可能性、イ：高多重光アクセス網基盤技術においては、大電力光変調器、空孔コア光ファイバの可能性である。

- ① アにおいては、光ネットワークの低消費電力化を行うために、100G-PON をベースとした Point-to-Point (PtP) と Point-to-MultiPoint (PtMP) 切替方式を検討し、事業部門・営業部門を含めた事業化の検討を行い、商用までの開発スケジュール、ターゲット市場、競合分析などを実施した。また、PtP/PtMP 切替方式を IOWN Global Forum (IOWN-GF) へ提案し、オープン APN (All Photonic Network) アーキテクチャのドキュメントに掲載され、継続的に検討を推進している。国際標準化 ITU-T Q2/SG15 では、2030 年頃に 100G-PON 規格化完了の計画であり、400G-PON 標準化はそれ以降となるため、会合に毎回参加し、100G-PON の議論状況を確認した。また、IOWN-GF に参加し、100G×4 波長の TWDM-PON (400G-PON) を想定した PtP/PtMP 切替の提案活動を行った。オープン APN アーキテクチャのドキュメントに掲載されている。IOWN-GF にも継続的に参加し、議論を行っている。さらに、国内市場に対しては、10G-EPON 以降の PON システムの方向性や 100G-PON の適用方法などの議論を継続して実施している。知財確保として、特許出願 11 件、特許取得 10 件を実施した。
- ② イの大電力光変調器においては、100G-PON において 256 分岐以上を構成する光強度変調器が確保すべき光送信器出力光強度 +10 dBm、および変調帯域幅 25 GHz を達成することを目指して研究開発を進める過程で、当該関連分野では高効率、低損失、かつ高速な光変調器への注目が高まりつつあることを OFC や ECOC などへの参加を通じて的確に把握し、研究開発の重点へ反映した。その結果、世界最高水準の $V_{\pi} \cdot L = 0.21 \text{ V} \cdot \text{cm}$ と 0.8 dB/cm を達成し、報道発表および学会発表に繋げた。また、研究開発目標だけでなく、潜在ユーザーニーズの把握と事業化へ向けた布石を敷くことに努め、プロジェクト期間内にプロダクトサンプル出荷を果たすことを念頭に、バイプロダクトとしてエピタキシャル PLZT 薄膜ウエハの出荷を開始し、報道発表を行った。PLZT ウエハについては、大手欧米ネットワーク機器ベンダーおよび国内大手ベンダーより受注・納入した。同じく、バイプロダクトである PLZT 光変調器チップの出荷を開始した。PLZT 光変調器チップは OFC2025 で展示のほか、PLZT 光変調器チップを大手欧米ネットワーク機器ベンダーより受注・納入し、研究開発の重点化の方向の妥当性を確認した。外販や競合対策を念頭に、事業化に向けた活動、知財確保、成果の普及周知活動として、国内出願 5 件、米国出願 1 件、口頭発表 4 件、報道発表 3 件を実施した。
- ③ イの空孔コアファイバにおいては、の特に実用化という部分に関する非常に多くの海外・国内の招待講演や招待論文に対応してきたことで、空孔コアファイバの特性だけでなく、空孔コアファイバの実用化・社会実装という面の重要性が世界中で認識され、その面で日本が重要な研究開発の推進役を果たしていることも世界中で認知されてきている。また、そのような最先端技術に関する機会を活かして、他者の報告や状況なども調査して、研究開発にフィードバックを行ったので、世界的な情勢や流れを汲んだ研究開発を実用化も意識しながら行ってきたことも社会実装検討加速に大きく寄与した。その結果の 1 つとして、様々な潜在顧客やパートナーと社会実装に向けた議論を活発に行う機会が非常に増大している。現時点では、テストを兼ねた敷設という性格の社会実装検討が主ではあるが、本格的な社会実装に向けた動きや議論が非常に活発化してきている。さらに、将来の社会実装に向けては、知財権の拡大も重要な要素になるが、8 件の出願を行い、3 件の特許取得に

成功した。社内の標準化担当や造詣の深い方と空孔コアファイバの標準化の方向性や戦略の議論を継続してきて、上記のビジネス戦略と合わせた戦略図を作成・改訂しながら活動を行ってきた。現在、ITU-T 標準化活動において、システム部門とファイバ・ケーブル部門の両方で空孔コアファイバの標準化に向けたテクニカルレポートに関する検討・提案が活発化してきていることを受け、標準化の担当とさらに緊密に連携しながら、対応と戦略を検討している。推進に積極的な意見と慎重な意見の両方が出ているのが現状なので、それぞれの意見を良く聞きながら、グローバルカンパニーのライテラ、および日本企業としてのライテラジャパンとして、最適な活動を戦略的に行っていく予定である。

成果の普及周知活動としては、学会での講演に加えて、KEIO TECHNOMALL（慶應大学理工学部が主体の技術交流の場）での展示（2022-2025）、IOWN Global Forum Japan Regional Workshop（NTT、Intel、Sony が設立した次世代の高速・大容量・低消費電力通信基盤の実現を目指す国際フォーラムの日本国内向け交流活動）での展示（2024、2025）、電子情報通信学会光通信システムシンポジウム（国内の光技術研究者の技術交流の場）での展示（2022-2025）、国際会議 iPOP（国内開催される IP と光ネットワークや光ネットワーク相互接続に関係する議論の場）での展示（2023-2025）、国際会議 OECC/PSC（国内で開催された光通信・デバイス・コンピューティングに関する議論の場）での展示（2025）、YouTube での未来光ネットワークオープンラボのビデオ公開（2023、2024）を行った。また報道発表を、イで 4 件（2023 年 11 月 16 日、2023 年 12 月 20 日、2024 年 7 月 31 日、2025 年 12 月 15 日）行い、研究開発成果のアピールを行った。

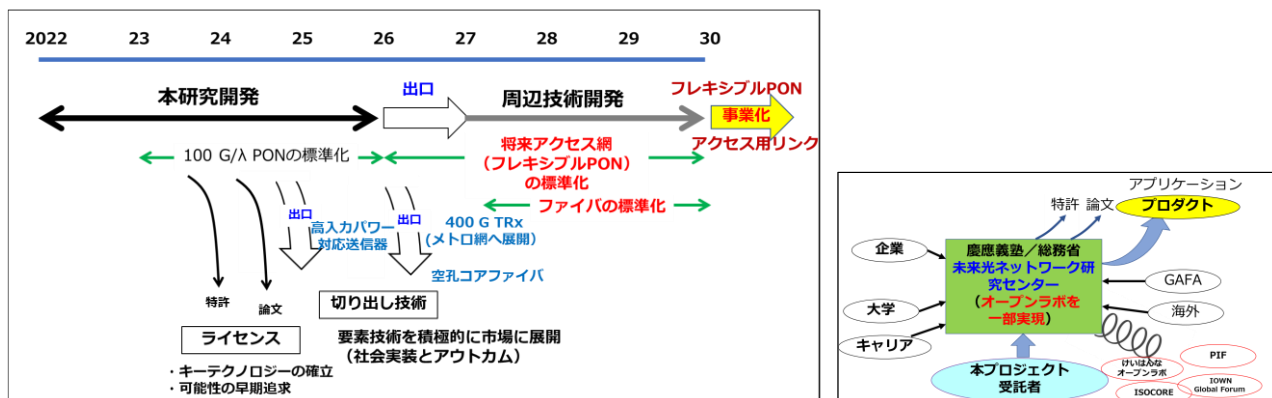
人材育成に関しては、東北大学では、研究者の裾野を広げることを目的とし、学生が主体的に光・無線融合フルコヒーレント伝送実験に参画できる体制を構築した。最先端の研究開発現場での実践に加え、学会発表を積極的に推奨することで、学外の研究者との議論を通じた高度な専門知見の習得を促した。こうした活動を通じ、光/無線通信分野を牽引する次世代人材の育成と、同分野における研究者層の拡大を推進した。また、慶應義塾大学においては、研究室の学生に積極的にプロジェクトに関係してもらえよう、研究内容にホットトピックスの積極的な取り込みを実施した。具体的には、Local 5G システムの実機の Mobile Fronthaul の光ネットワーク化、一部空孔コア光ファイバ化による、新しい Mobile Fronthaul 実現の PoC (Proof of Concept) 実装及び実験的検証（学生の論文が、国際会議 OECC/PSC 2025 において Post Deadline Paper として採択）である。さらに、国際会議 iPOP で実施される相互接続ショーケースに、技術開発に携わった学生を積極的に参加させ、学生が他組織の技術者と連携して活動する環境を構築することで育成を図った。さらに、国際的な研究成果の展開のため、University College London (UK) の研究者を招聘したり、共同実験を行ったり、学生を先方に派遣したりして共同研究を実施し、国際会議での成果発表を行った。また、University of Texas at Dallas (USA) に学生を派遣しての共同研究を実施した。

5 政策目標（アウトカム目標）の達成に向けた計画

- 研究成果の実用化に向けては、データセンタアクセスやモバイルバックホールを含めた、400G-PON の標準化およびその社会実装と合わせて、本研究開発で開発される基盤の技術を、技術（ライセンス）部品・デバイス、他のアプリケーションを含めたバイプロダクトを目指す。
- 標準化に関しては、沖電気を中心として次世代 PON の標準化を、ライテラを中心としてファイバ技術

の標準化を推進する。

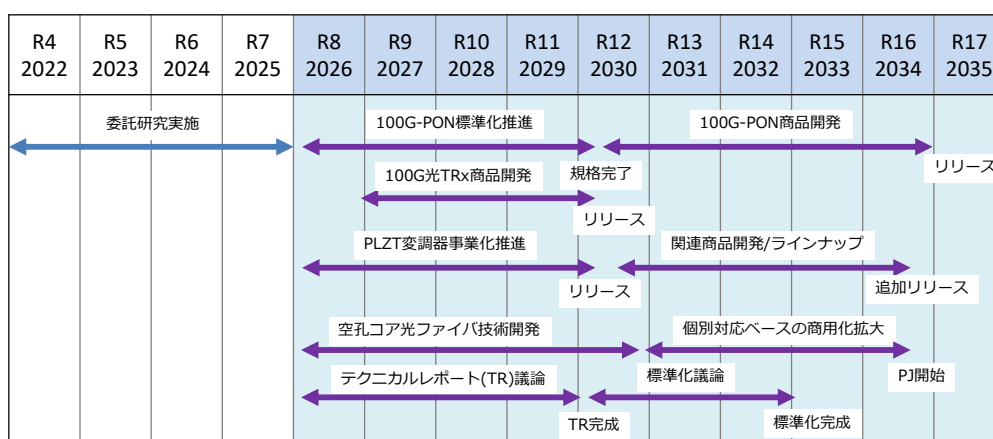
- 社会普及に関しては、アカデミアである東北大学、慶應大学、名城大学が論文、国際会議で発表するだけではなく、慶應大学に、本研究の連携実験が可能なラボを開設し、それをオープンイノベーションの拠点として、普及、アウトカムの可能性を模索する。



沖電気は 100G-PON の標準化が 2030 年規格化を目標に議論されているので、課題アの光トランシーバを PON 用として ITU-T 及び IOWN の提案活動を推進し、2035 年頃に 100G-PON をベースとした PtP/PtMP 切替システム及び関連製品の実用化を目指す。

エピフォトニクスは CLEO(Conference on Lasers and Electro-Optics)や ECOC(European Conference on Optical Communication)への投稿を継続して認知度向上に取り組んでおり、今後も国外大学との共同も含めて積極的に研究開発成果の展開を進めて行く。また、国内外の大手ユーザおよびユーザ候補との連携を強化することによって鍵となる仕様を特定し、早期の実用化・製品化を推進することを目指す。具体的には高効率かつ低損失の PLZT ウエハおよび PLZT 光変調器のサンプル出荷を進めることにより、長年のノウハウが必要な PLZT 光変調器チップの Foundry Service Provider としての地位を固めていくことを目指す。

ライテラは空孔コアファイバの規格化及び普及活動として、2030 年頃までに ITU-T におけるテクニカルレポートを完成させ、2035 年頃に標準化を完了し空孔コアファイバを適用した商用プロジェクト実現を目指す。



また、空孔コアファイバに関しては、本研究開発の成果を受けて、2026 年 2 月の総務省の情報通信技術の研究開発（ICT 重点技術の研究開発プロジェクト）に係る提案公募「次世代の通信インフラを担う光伝送技術の研究開発」課題Ⅱ空孔コア光ファイバに関する研究開発において、“「グリーン社会に資する先端光伝送技術の研究開発」の内容を踏まえ、同研究開発の受託者と連携・協力し、研究開発を行うこと。”と明記され、成果を発展させるプロジェクトが令和 8 年度より開始されることとなった。

波及効果としては、慶應義塾大学が確立した、超多分岐 PON 技術、光給電技術、アナログ光ファイバ無線技術を活用することによって、国土の津々浦々に大容量かつ低遅延のネットワークを展開していくことが可能となる。極めて多数の IoT 機器をネットワークに接続したり、太陽電池や外部電源を用意できない場所に通信機器を配置したり、遠隔給電アンテナによって高速無線信号の視界を広げたりすることが可能となる。現在急速に増加している低軌道衛星のネットワーク等とも連携し、真にグローバルに動作するデジタルツイン環境が構築される。また、東北大学が開発した偏波無依存光注入同期回路は、今後さらなる小型化・集積化が期待される。従来、注入同期方式では偏波制御回路が不可欠であり、実用化に向けた主要な課題の一つとなっていたが、本研究開発により当該課題を解消し、実用性を大きく向上させた。これにより、アクセス伝送分野にとどまらず、基幹系光伝送システムや光・無線融合伝送システムへの応用展開が期待される。さらに、従来必要であったデジタル光キャリア位相補償処理を不要または大幅に簡素化できることから、DSP 負荷の低減を通じた通信装置の低消費電力化への貢献が期待される。

6 査読付き誌上発表論文リスト

- [1] 松浦基晴、“ダブルクラッド光ファイバによる信号と電力の同時伝送”、レーザー研究第 51 巻第 3 号 pp.147-151 (令和 5 年 3 月 20 日)
- [2] Kazunori Mukasa and Takeshi Takagi、“[Invited paper] Hollow Core Fiber Cable Technologies”、Optical Fiber Technology, Volume 80、October 2023、103447、(2023)、<https://doi.org/10.1016/j.yofte.2023.103447>(令和 5 年 10 月 1 日)
- [3] Wataru Imajuku, Daichi Aoki, Yuki Yamaga, Kensuke Yamamoto, and Shunsuke Takahashi、“Time-Domain Single Carrier Index Modulation for Elastic Optical Access Links,” IEEE/OSA J. Lightw. Technol., Vol. 42, No. 6, DOI 10.1109/JLT.2023.3332912 (令和 5 年 11 月 15 日)
- [4] Wataru Imajuku, Shunsuke Takahashi, Yuto Nakamura, and Ryo Akahoshi、“Non-Integer Power of Two QAM Signaling for Flexible and Nonlinearity Tolerant Optical Fiber Transmission Systems,” IEICE Communications Express, Vol. 13, No.3, pp. 68-71, DOI 10.23919/comex.2023XBL0166、(令和 6 年 3 月 1 日)
- [5] 村上夏尉、杉浦宗弥、山地宥範、高木武史、武笠和則、松浦基晴、“High-Power Analog Radio-Over-Fiber Transmission Using a Hollow-Core Photonic Bandgap Fiber”、IEEE Photonics Technology Letters, Vol.36, No.11, pp.709-712, DOI: 10.1109/LPT.2024.3386589、(令和 6 年 6 月 1 日)
- [6] 杉浦宗弥、村上夏尉、高木武史、武笠和則、松浦基晴、“Comparison of nonlinear properties in silica-core and hollow-core fibers”、IEICE Communications Express, Vol.13, No.7, pp.264-267, DOI:10.23919/comex.2024XBL0059、(令和 6 年 7 月 1 日)
- [7] Daichi Aoki and Wataru Imajuku、“Nonlinearity Tolerance of Time-Domain Single Carrier Index Modulation Signals in Optical Access Links,” IEICE Communications Express, Vol. 13, No.10, pp. 405-408, DOI: 10.23919/comex.2024XBL0121、(令和 6 年 10 月 1 日)
- [8] 松浦基晴、“High-power optical fiber transmission technologies for radio-over-fiber networks”、IEICE Transactions on Communications, vol. E107-B, no. 12, pp. 832-841, DOI:10.23919/transcom.2024CEI0001(令和 6 年 12 月 1 日)
- [9] 木村俊平、Liu Zhixin、松浦基晴、高木武史、武笠和則、岡本聡、山中直明、津田裕之、“Ultra-high splitting ratio access network with optical power feeding using a hollow core fiber”、IEICE Communications Express, Vol.14, No.6, pp.263-266, DOI:10.23919/comex.2025XBL0050(令和 7 年 6 月 1 日)
- [10] 青木大地、今宿亙、“時間領域単一搬送波インデックス変調信号受信器の周波数セット補償範囲拡大方式”、電子情報通信学会論文誌, Vol.J108-B, No. 7, pp. 324-325, Jul. 2025. DOI: 10.14923/transcomj.2024BLL0019 (令和 7 年 7 月 1 日)
- [11] 石山貴大、岡本聡、山中直明、“Non-equidistance dual-fiber 10G-EPON for evaluating emulated ultra-high splitting ratio passive optical network architecture using hollow-core fibers”、IEICE Communications Express, Vol.14, No.10, pp.369-372, DOI:10.23919/comex.2025XBL0065(令和 7 年 10 月 1 日)

- [12] 西村浩志朗、村上隆太、植松芳彦、岡本聡、山中直明、“Analog radio-over-fiber-based 5G smart mobile fronthaul networking testbed with open-source software base-station system”、IEEE/Optica Journal of Optical Communications and Networking、Vol. 17、No.11、pp.E144-154、DOI:10.1364/JOCN.566706(令和7年10月29日)
- [13] 城市知輝、渡部新、葛西恵介、廣岡俊彦、吉田真人、中沢正隆、“108 Gbit/s、64 QAM fully-coherent mobile-fronthaul transmission over 10 km SMF and 70 m wirelessly in 125 GHz band”、Optics Express、Vol. 34、No. 4 pp6345-6354、DOI:10.1364/OE.579647、(令和8年2月23日)
- [14] 今宿亙、澤田真秀、“Binary-Phase Shift Keying based Time-Domain Index Modulation Signal Detection with Low Power Local Oscillator”、IEICE Com. Exp.、Vol.15、DOI:10.23919/comex.2026XBL0009、(令和8年3月1日)

7 査読付き口頭発表論文（印刷物を含む）リスト

- [1] Koichi Shirahata、Taisei Sato、Keisuke Kasai、Toshihiko Hirooka、Masato Yoshida、and Masataka Nakazawa、“48 Gbit/s 256 QAM coherently-linked optical and wireless transmission at 61 GHz band using a small planar antenna for 6G”、ICETC2022、O4-3、(2022年11月30日)
- [2] 木村 俊平、高木武史、武笠和則、津田裕之、“+30.8 dBm、IM-DD、32 Gbit/s high power optical transmission with a 4-km photonic bandgap fiber”、2023 Photonics in Switching and Computing、Fr2B.6、(2023年9月29日)
- [3] Koichi Shirahata、Keisuke Kasai、Masato Yoshida、Toshihiko Hirooka、Masataka Nakazawa、Uichiro Azuma、and Toshiyuki Kobayashi、“16 Gbit/s、256 QAM Optical and Wireless Linked Fully Coherent Transmission at 28 GHz Using Small Microstrip Antenna”、49th European Conference on Optical Communications (ECOC2023)、Tu.B.4.1、Glasgow、(令和5年10月3日)
- [4] 石山貴大、栗本崇、岡本聡、山中直明、“Power saving performance evaluation of the adaptive deep sleep enabled PON based on applications and PON management system linkage operation”、2023 International Conference on Emerging Technologies for Communications、P2-16、(2023年11月30日)
- [5] 村上夏尉、杉浦宗弥、山地宥範、松浦基晴、高木武史、武笠和則、“Over 1-Watt analog RoF signal transmission using a 1-km hollow-core photonic bandgap fiber”、2024 The Optical Fiber Communication Conference and Exposition (OFC 2024)、Th2A.15、(2024年3月28日)
- [6] 杉浦宗弥、村上夏尉、山地宥範、松浦基晴、高木武史、武笠和則、“Evaluation of Nonlinear Effects in Hollow-Core Fibers for High-Power Transmission”、The 6th Optical Wireless and Fiber Power Transmission Conference 2024 (OWPT 2024)、OWPT4-02、(2024年4月24日)
- [7] 山地宥範、村上夏尉、杉浦宗弥、松浦基晴、高木武史、武笠和則、“Simultaneous Data and Power Transmission Using a Hollow-Core Fiber for Passive Optical Network”、The 6th Optical Wireless and Fiber Power Transmission Conference 2024 (OWPT 2024)、OWPT4-03、(2024年4月24日)
- [8] 五味裕輝、杉浦宗弥、福山瑞稀、村上夏尉、松浦基晴、“Performance Evaluation of Optically Powered High-Power Photo Diodes”、The 6th Optical Wireless and Fiber Power Transmission Conference 2024 (OWPT 2024)、OWPT10-01、(2024年4月26日)

- [9] 石山貴大、栗本崇、岡本聡、山中直明、“Location free ONU system by optical power supply over Hollow Core Fiber”、20th International Conference on IP/IoT & Processing+Optical Networks (iPOP 2024)、T1-1、(2024 年 6 月 27 日)
- [10] Hiroyuki Saito、Yoshihiro Nakahira、Masayuki Kashima、Masahiro Sarashina、“Low Power Consumption using Dynamic Cell Area Integration in 6G Mobile Networks”、Opto-Electronics and Communications Conference (OECC2024)、TuC6、(令和 6 年 7 月 2 日)
- [11] Daichi Aoki、Ichiro Matsui、Wataru Imajuku、“Experimental Study on Coherent Receiver Sensitivity for Binary Phase Shift Keying based Time-Domain Index Modulation Signals”、The 16th Pacific Rim Conference on Lasers and Electro-Optics (CLEO-PACRIM2024)、We3K3、pp.1-2、(令和 6 年 8 月 7 日)
- [12] Wataru Imajuku and Daichi Aoki、“Analysis on Angular Noise Tolerance of Binary Phase Shift Keying based Time Domain Index Modulation Signals”、The 16th Pacific Rim Conference on Lasers and Electro-Optics (CLEO-PACRIM2024)、P2096、pp.1-2、(令和 6 年 8 月 7 日)
- [13] 杉浦宗弥、村上夏尉、五味裕輝、高木武史、武笠和則、松浦基晴、“Demonstration of Power-Over-Hollow-Core-Fiber With 5G NR Signals for Optically Powered Remote Antenna Units”、50th European Conference on Optical Communications (ECOC2024)、W2A.147、(令和 6 年 9 月 25 日)
- [14] Keisuke Kasai、Koichi Shirahata、Masato Yoshida、Toshihiko Hirooka、Masataka Nakazawa、Uichiro Azuma、and Toshiyuki Kobayashi、“Fully Coherent Mobile Fronthaul Transmission with a Very Large Loss Budget by Using Injection-Locked Heterodyne Detection”、50th European Conference on Optical Communications (ECOC2024)、W2A.146、Frankfurt、(令和 6 年 9 月 25 日)
- [15] 五味裕輝、杉浦宗弥、松浦基晴、“Optically powered antenna module without electrical power amplifiers”、The 32nd International Conference on Plastic Optical Fibers (POF 2024)、P-24 (令和 6 年 11 月 11 日)
- [16] D. Aoki、I. Matsui、and W. Imajuku、“Logical Channel Error Performance Comparison for Binary Phase Shift Keying based Time-Domain Index Modulation”、Proc. of ICETC2024、P1-15、Nov. 2024. (令和 6 年 11 月 25 日)
- [17] W. Imajuku、D. Aoki、and I. Matsui、“Proposal of Energy Saving Operation in Optical Access Networks with Coherent Time-Domain Index Modulation”、Proc. of ICETC2024、P1-16、Nov. 2024. (令和 6 年 11 月 25 日)
- [18] 石山貴大、栗本崇、岡本聡、山中直明、“Trial of the External Electric Power Supply-Less IoT System Using Hollow Core Fiber”、International Conference on Computing、Networking and Communications (ICNC 2025)、OGN-4 (令和 7 年 2 月 20 日)
- [19] 山地宥範、山田夏大、高木武史、武笠和則、岡本聡、津田裕之、山中直明、松浦基晴、“Demonstration of High-Power PON for Higher Split Ratio and Optical Powering Using a Hollow-Core Fiber”、The 2025 Optical Fiber Communications Conference and Exhibition (OFC2025)、M4I.4 (令和 7 年 3 月 31 日)
- [20] 高木武史、高畑慶大、武笠和則、“High Power Delivery Evaluation Using a Hybrid Hollow-Core

- Fiber Link Including 20mm Bending Parts”、30th OptoElectronics and Communications Conference/International Conference on Photonics in Switching and Computing 2025、MC2-3 (令和 7 年 6 月 30 日)
- [21] 岡本聡、山中直明、津田裕之、松浦基晴、高木武史、武笠和則、“Feasibility Evaluation of Hollow-Core Photonic Bandgap Fiber Cables Deployed under Campus using Private 5G over PON Applications”、30th OptoElectronics and Communications Conference/International Conference on Photonics in Switching and Computing 2025、MG2-4 (令和 7 年 6 月 30 日)
- [22] 山田夏大、山地宥範、高木武史、武笠和則、松浦基晴、“DWDM Analog RoF Transmission Using a Photonic Bandgap Hollow-Core Fiber”、30th OptoElectronics and Communications Conference/International Conference/International Conference on Photonics in Switching and Computing 2025、TuP-A-3 (令和 7 年 7 月 1 日)
- [23] 村田陸、波多野祐介、高木武史、武笠和則、松浦基晴、“Evaluation of Optical Frequency Comb Transmission Using Hollow Core Fibers”、30th OptoElectronics and Communications Conference/International Conference on Photonics in Switching and Computing 2025、TuP-B-7 (令和 7 年 7 月 1 日)
- [24] 湊直樹、鹿嶋正幸、更科昌弘、“A Design of Digital Chromatic Dispersion Compensator in 200 Gb/s (60 Gbaud、DPQPSK) Coherent PON”、30th OptoElectronics and Communications Conference/International Conference on Photonics in Switching and Computing 2025、TuP-A-7 (令和 7 年 7 月 1 日)
- [25] 城市知輝、葛西恵介、吉田真人、廣岡俊彦、中沢正隆、“Single-channel 108 Gbit/s、64 QAM Fully Coherent Mobile Fronthaul Transmission at 125 GHz-IF”、The 30th Optoelectronics and Communications Conference (OECC2025) TuA3-5 (令和 7 年 7 月 1 日)
- [26] 青木大地、西岡頼夢、松井一郎、今宿 亙、“Wavelength Multiplexed Transmission Experiment using QPSK-Based Time-Domain Single-Carrier Index Modulation”、30th OptoElectronics and Communications Conference/International Conference on Photonics in Switching and Computing 2025、WA1-3 (令和 7 年 7 月 2 日)
- [27] 西村浩志郎、植松芳彦、岡本聡、山中直明、“Demonstration of Analog Radio-over-Fiber based Joint-Transmission Budgets Extension using Field-installed Hollow-Core Fiber Links”、30th OptoElectronics and Communications Conference/International Conference on Photonics in Switching and Computing 2025、PDP-A-1 (令和 7 年 7 月 3 日)
- [28] 西村浩志郎、植松芳彦、岡本聡、山中直明、“Analog-RoF mobile fronthaul networking testbed in Keio future photonic network open lab.”、21st International Conference on IP/IoT & Processing+Optical Networks (iPOP 2025)、T2-3 (令和 7 年 7 月 17 日)
- [29] 葛西恵介、大津春、吉田真人、廣岡俊彦、中沢正隆、“Novel Polarization-dependence-free Optical Injection-locking Circuit using $\lambda/4$ Phase-shift-free HR DFB LD at 1.5 μm ”、51th European Conference on Optical Communications (ECOC2025) W.02.01.86 (令和 7 年 10 月 1 日)
- [30] Ryotaka Miyamoto、Shinya Nakamura、Yusuke Hirota、Kenichi Baba、Hirofumi Yamaji、Satoshi Yamanoi6 Sota Yoshida、Yoshihiro Nakahira、Satoru Okamoto、Shinichi Akahane、Kenichi Goto、and Tomoaki Terasaki、“Demonstration of End-to-end Automation and

Heterogeneous All-photonics Network Integration", PIERS2025 Photonics and Electromagnetics Research Symposium、 2P_13a、 (令和 7 年 11 月 7 日)

- [31] 宮杉真生、木村俊平、關夢乃、前谷悠真、岡本聡、山中直明、松浦基晴、高木武史、武笠和則、Zhixin Liu、津田裕之、“Ultra-High Splitting Ratio Access Network With Optically Powered Amplifier Using a Hollow Core Fiber”、PIERS2025 Photonics and Electromagnetics Research Symposium、 2P_13a、 (令和 7 年 11 月 7 日)
- [32] 山内優人、嶋田るい、青木大地、今宿 亙、“PAM-4 Based Time Domain Single Carrier Index Modulation for Future Optical Access Networks ”、The 6th IEICE-CS International Conference on Emerging Technologies for Communications、 番号未定 (令和 7 年 11 月 26 日)
- [33] Pham Tien Dat、吉田悠来、稲垣恵三、梅沢俊匡、山本直克、菅野敦史、川西哲也、赤羽浩一、高木武史、武笠和則、岡本聡、津田裕之、山中直明、“Ultralow-Nonlinearity THz Signal Transmission over PBG HCF for Low-Latency、 High-Power Fiber-Wireless Links”、The 2026 Optical Fiber Communications Conference and Exhibition (OFC2026)、 M4H.2 (令和 8 年 3 月 16 日)

8 その他の誌上発表リスト

- [1] 鹿嶋正幸、“Beyond 5G 向けデジタルコヒーレント光アクセス技術 (400G-PON)”、月刊 OPTRONICS 2022 年 12 月号 pp110-115 (令和 4 年 11 月 30 日)
- [2] 山中直明、“Beyond 5G 時代の超低遅延技術とそのアプリケーション”、月刊 OPTRONICS 2022 年 12 月号 pp87-92 (令和 4 年 11 月 30 日)
- [3] 鹿嶋正幸、斉藤洋之、中平佳裕、湊直樹、更科昌弘、“Beyond 5G 向け大容量・低消費電力を実現する光アクセス資源制御技術”、OKI テクニカルレビュー241 号、Vol.90、No.1、pp28-31 (令和 5 年 5 月 22 日)
- [4] 山中直明、“光通信のブレークスルー技術 30 秒後の未来から現在を制御”、月刊テレコミュニケーション 2023 年 8 月号 pp26-29 (令和 5 年 7 月 25 日)
- [5] 山中直明、岡本聡、“オープンイノベーションと通信機器の相互接続性検証”、ITU ジャーナル、Vol. 54、No. 12、 pp.3-4 (令和 6 年 12 月 1 日)
- [6] 山中直明、岡本聡、“Open Innovation and Demonstrations of Communication Equipment Interoperabilityand”、New Breeze、 Spring 2025、 Vol.37 No.2 pp.1-2 (令和 7 年 4 月 1 日)
- [7] 津田裕之、久保亮吾、岡本聡、山中直明、松浦基晴、武笠和則、高木武史、“空孔コアファイバの短距離光通信システムへの応用”、電子情報通信学会誌、 Vol.109 No.2 pp.118-124 (令和 8 年 2 月 1 日)

9 口頭発表リスト

- [1] 鹿嶋正幸、“多様化する未来を見据えた大容量・低消費電力・低コストを実現する光アクセス網伝送技術の開発”、電子情報通信学会 フォトニックネットワーク(PN)研究会 (北海道富良野市) (令和 4 年 8 月 29 日)
- [2] 武笠 和則、“空孔コアファイバを用いた革新的光リンク”、電子情報通信学会 フォトニックネットワーク(PN)研究会 (北海道富良野市) (令和 4 年 8 月 29 日)
- [3] 山中直明、“Beyond 5G Network Architecture、 and its state-of-the-art Research for Access

- Network”、2022 International Conference on Emerging Technologies for Communications (ICETC2022) (東京都) (令和 4 年 12 月 1 日)
- [4] 山中直明、津田裕之、“グリーン社会の実現に向けた新しい光アクセス網システム”、KEIO TECHNO-MALL 2022 (東京都) (令和 4 年 12 月 2 日)
- [5] 武笠 和則、“空孔コアファイバの研究開発動向”、電子情報通信学会 第 36 回光通信システム(OCS) シンポジウム (東京都) (令和 4 年 12 月 14 日)
- [6] 釣谷剛宏、ル・タヤンディエ・ドゥ・ガボリ エマニュエル、鹿嶋正幸、山中直明、吉田聡太、“けいはんな情報通信オープンラボ研究推進協議会・IoT ネットワーク基盤分科会・オープン光ネットワーク基盤 WG”、電子情報通信学会 第 36 回光通信システム(OCS)シンポジウム (東京都) (令和 4 年 12 月 13 日～14 日)
- [7] 葛西恵介、佐藤大晟、白幡晃一、吉田真人、廣岡俊彦、中沢正隆、東右一郎、小林 敏幸、“28 GHz 帯マイクロストリップアンテナを用いた光・無線融合フルコヒーレント伝送”、電子情報通信学会アンテナ・伝搬研究会 (仙台市)、(令和 5 年 2 月 17 日)
- [8] 山中直明、“Time-space synchronized digital twin for B5G managed network”、International Conference on Computing, Networking and Communications (ICNC 2023) (米国ホノルル) (令和 5 年 2 月 20 日)
- [9] 白幡晃一、佐藤大晟、葛西恵介、吉田真人、廣岡俊彦、中沢正隆、“平面アンテナを用いた光・無線融合フルコヒーレント伝送”、東北大学共同プロジェクト研究会「コヒーレント光・マイクロ波融合通信・計測システムに関する研究」 (仙台市)、(令和 5 年 2 月 22 日)
- [10] 石山貴大、木村俊平、栗本崇、津田裕之、松浦基晴、岡本聡、山中直明、“グリーン社会の実現に向けた新しい光アクセス網システム”、電子情報通信学会フォトニックネットワーク研究会学生ワークショップ (沖縄県那覇市) (令和 5 年 3 月 1 日)
- [11] 石山貴大、山口暉、前田紗永子、栗本崇、岡本聡、山中直明、“IoT アプリケーションを収容する次世代 PON に向けた ONU 省電力化手法”、電子情報通信学会フォトニックネットワーク研究会 (沖縄県那覇市) (令和 5 年 3 月 2 日)
- [12] 斉藤洋之、中平佳裕、鹿嶋正幸、更科昌弘、“Beyond 5G 向け光アクセス NW の低消費電力化に関する一検討”、電子情報通信学会 2023 年総合大会 (埼玉県さいたま市) (令和 5 年 3 月 7 日～10 日)
- [13] 高橋 俊亮、中村 悠人、赤星 諒、今宿 互、“2 の非整数乗 M-QAM 光伝送方式の一検討”、2023 年電子情報通信学会総合大会、B-10-21、(さいたま市) (令和 5 年 3 月 7 日)
- [14] 佐藤大晟、葛西恵介、白幡晃一、吉田真人、廣岡俊彦、中沢正隆、東右一郎、小林 敏幸、“28 GHz 帯フェーズドアレイマイクロストリップアンテナを用いた光・無線融合フルコヒーレント伝送”、電子情報通信学会総合大会、B-10-34、(さいたま市) (令和 5 年 3 月 8 日)
- [15] 木村俊平、津田裕之、“空孔コアファイバを用いた高パワ光伝送方式の研究”、日本光学会情報フォトニクス研究グループ第 17 回関東学生研究論文講演会 (千葉県千葉市) (令和 5 年 3 月 9 日)
- [16] 津田裕之、“空孔コアファイバを利用する大電力光伝送システム”、電子情報通信学会フォトニックネットワーク研究会 (神奈川県川崎市) (令和 5 年 4 月 28 日)
- [17] Keisuke Kasai, Koichi Shirahata, Taisei Sato, Masato Yoshida, Toshihiko Hirooka, Masataka Nakazawa, Toshiyuki Kobayashi, and Uichiro Azuma, “Coherently-Linked Optical and Wireless Transmission with Microstrip Array Antenna at 28 GHz”、7th International Symposium

- on Extremely Advanced Transmission Technologies(EXAT2023)、 P.3. (令和 5 年 5 月 17 日)
- [18] 山中直明、津田裕之、“New Optical Access Network System for Green Society”、19th International Conference on IP/IoT_&_Processing + Optical Network (iPOP2023) (東京都武蔵野市) (令和 5 年 5 月 25 日～26 日)
- [19] 高木 武史 "R&D of novel optical links using Hollow Core Fibers (HCFs)" International Symposium EXAT2023 展示発表 (島根県松江市) (令和 5 年 5 月 17 日～19 日)
- [20] 松浦基晴、“Power-over-fiber for remote antenna units in 5G/6G networks”、28th Optoelectronics and Communications Conferences (OECC2023) (中国上海) (令和 5 年 7 月 3 日)
- [21] Masataka Nakazawa、“Photonics for next generation radio access network”、URSI GASS2023、General Lecture、 (令和 5 年 8 月 21 日)
- [22] 村上夏尉、杉浦宗弥、松浦基晴、高木武史、武笠和則、“空孔コアファイバを用いた光ファイバ無線の伝送特性評価”、電子情報通信学会フォトニックネットワーク研究会 (北海道札幌市) (令和 5 年 8 月 29 日)
- [23] 杉浦宗弥、村上夏尉、松浦基晴、高木武史、武笠和則、“空孔コアファイバにおける非線形光学現象の観測”、電子情報通信学会 ソサイエティ大会 (愛知県名古屋) (令和 5 年 9 月 13 日)
- [24] 白幡晃一、葛西恵介、吉田真人、廣岡俊彦、中沢正隆、東 右一郎、小林敏幸、“28GHz 帯マイクロストリップアレイアンテナを用いた 16Gbits-256QAM 信号の SMF10km、無線 10m フルコヒーレント伝送”、電子情報通信学会 ソサイエティ大会 (愛知県名古屋) (令和 5 年 9 月 13 日)
- [25] 高木武史、武笠和則、“空孔コアファイバの機械的信頼性評価”、電子情報通信学会 ソサイエティ大会 (愛知県名古屋) (令和 5 年 9 月 14 日)
- [26] 木村俊平、津田裕之、“空孔コアファイバを用いた高電力光伝送実験”、電子情報通信学会 ソサイエティ大会 (愛知県名古屋) (令和 5 年 9 月 15 日)
- [27] 齊藤洋之、中平佳裕、鹿嶋正幸、更科昌弘、“モバイルネットワーク向け PON システムにおける通信レート最適化による低消費電力化の検討”、電子情報通信学会 ソサイエティ大会 (愛知県名古屋) (令和 5 年 9 月 15 日)
- [28] 高木 武史 "空孔コアファイバを用いた次世代光リンク構築" 第 37 回光通信システムシンポジウム (OCS シンポジウム) 展示発表 (令和 5 年 12 月 14 日～15 日)
- [29] 山中直明、津田裕之、“慶應義塾未来光ネットワークオープン研究センター”、KEIO TECHNO-MALL 2023 (東京都) (令和 5 年 12 月 15 日)
- [30] 白幡晃一、葛西恵介、吉田真人、廣岡俊彦、中沢正隆、東 右一郎、小林敏幸、“光注入同期型キャリア周波数変換回路を用いた IF 28 GHz 帯光・無線融合フルコヒーレント伝送”、電子情報通信学会 OCS 研究会(鹿児島県鹿児島市) 信学技報 vol. 123、 no. 330、 OCS2023-63、 pp. 31-36 (令和 6 年 1 月 12 日)
- [31] 武笠和則、高木 武史 [招待講演]空孔コアファイバの研究開発動向レーザー学会 学術講演会第 44 回年次大会 招待講演 (令和 6 年 1 月 16 日)
- [32] 今宿互、“Beyond5G/6G 時代の低エネルギー地域光通信ネットワークの研究”、近畿大学 産業理工学部 地域連携センター 公開研究発表会 (令和 6 年 2 月 20 日)
- [33] 山中直明、“Time-space synchronized digital twin application for URLLC using newly structured Hollow-Core Fiber and its open innovation field”、International Conference on Computing、

Networking and Communications (ICNC 2024) (米国カイルアコナ) (令和 6 年 2 月 21 日)

- [34] 津田裕之、“空孔コアファイバを利用する大電力光伝送システム”、超高速フットニックネットワーク開発推進協議会標準化推進部会「標準化動向意見交換会」(東京都) (令和 6 年 2 月 27 日)
- [35] 白幡晃一、葛西恵介、吉田真人、廣岡俊彦、中沢正隆、東 右一郎、小林敏幸、“光注入同期型キャリア周波数変換回路を用いた IF28 GHz 帯光・無線融合フルコヒーレント伝送”、東北大学電気通信研究所共同プロジェクト研究会「コヒーレント光・マイクロ波統合型高機能通信・計測システムに関する研究」、(仙台市) (令和 6 年 2 月 29 日)
- [36] 今宿互、青木大地、“時間領域単一搬送波インデックス変調方式の光アクセスリンクへの適用に関する一検討”、電子情報通信学会 2024 年総合大会 (東広島)、B-12-15、(令和 6 年 3 月 7 日)
- [37] 青木大地、山家友希、山本健介、高橋俊介、今宿互、“時間領域単一搬送波インデックス変調光信号復調回路の設計”、電子情報通信学会 2024 年総合大会 (東広島)、B-10-27、(令和 6 年 3 月 7 日)
- [38] 守田裕貴、井出遼平、青木大地、今宿互、“TDSC-IM 光信号の偏波回転補償方式”、電子情報通信学会 2024 年総合大会 (東広島)、B-10-26、(令和 6 年 3 月 7 日)
- [39] 松井一朗、守田裕貴、青木大地、今宿互、“TDSC(N, K, QPSK) IM 光信号の伝送特性シミュレーション”、電子情報通信学会 2024 年総合大会 (東広島)、B-10-25、(令和 6 年 3 月 7 日)
- [40] 河瀬浩毅、山口真史、青木大地、今宿 互、“TDSC-IM 光信号の多元 LDPC 符号化および復号化法の検討”、電子情報通信学会 2024 年総合大会 (東広島)、B-10-24、(令和 6 年 3 月 7 日)
- [41] 白幡晃一、葛西恵介、吉田真人、廣岡俊彦、中沢正隆、東 右一郎、小林敏幸、“28 GHz 帯光モバイルフロントホール用フルコヒーレント伝送における注入同期型ヘテロダイン方式とセルフヘテロダイン方式の性能比較”、電子情報通信学会 2024 年総合大会 (東広島)、B-10B-06、(令和 6 年 3 月 6 日)
- [42] 山口真史、河瀬浩毅、今宿 互、“確率整形 2 の非整数乗 MQAM 光信号の多元 LDPC 符号化法”、電子情報通信学会 2024 年総合大会 (東広島)、B-10-23、(令和 6 年 3 月 7 日)
- [43] 高木武史、武笠和則、“空孔コアファイバの機械的信頼性の比較”、電子情報通信学会 2024 年総合大会 (東広島) (令和 6 年 3 月 6 日)
- [44] 村上夏尉、杉浦宗弥、松浦基晴、高木武史、武笠和則、“空孔コアファイバを使用したマルチチャネル大電力 A-RoF 伝送”、電子情報通信学会フットニックネットワーク研究会 (鹿児島県奄美市) (令和 6 年 3 月 14 日)
- [45] 山中直明、“光ネットワークの未来を目指して—PN と歩んだ 20 年と慶應未来光ネットワークオープン研究センター”、電子情報通信学会フットニックネットワーク研究会 (鹿児島県奄美市) (令和 6 年 3 月 14 日)
- [46] Keisuke Kasai、“R&D for adaptive RAN (Radio Access Network) toward 5G-advanced: Highly efficient, large capacity optical mobile fronthaul”、ITRI-Tohoku University-YRP R&D Workshop、(令和 6 年 3 月 19 日)
- [47] 津田裕之、“空孔コアファイバの光伝送システムへの応用と将来展望”、電子情報通信学会光ファイバ応用技術研究会、OFT2024-2、(長崎市)、(令和 6 年 5 月 9 日)
- [48] 松浦基晴、“空孔コアファイバを用いた大電力アナログ RoF 伝送”、電子情報通信学会光ファイバ応用技術研究会、OFT2024-3、(長崎市)、(令和 6 年 5 月 9 日)
- [49] 山中直明、津田裕之、“New Optical Access Network System for Green Society”、20th International Conference on IP/IoT & Processing+Optical Networks (iPOP 2024)、(函館市)、(令和 6 年 6 月 27 日)

日)

- [50] 村上隆太、山中直明、“Keio Future Photonic Network Open Lab and its Related Activities”、20th International Conference on IP/IoT & Processing+Optical Networks (iPOP 2024)、B-1、(函館市)、(令和 6 年 6 月 28 日)
- [51] 山中直明、岡本聡、津田裕之、松浦基晴、武笠和則、“Newly structured Hollow-Core Fiber and its open innovation field for Power over fiber、Radio over fiber and ultra-low latency application”、24th International Conference on Transparent Optical Networks (ICTON2024)、Mo.B.3.2、(イタリア/バリ)、(令和 6 年 7 月 15 日)
- [52] 山中直明、石山貴大、岡本聡、津田裕之、武笠和則、“Disaggregated Computing Access Network using Newly Structured Hollow-Core fiber for AIoT Platform (Invited Talk)”、IEEE Annual Congress on Artificial Intelligence of Things (IEEE AIoT)、AIoT-5-1、(オーストラリア/メルボルン)、(令和 6 年 7 月 25 日)
- [53] 岡本聡、“Networking Experiments in the Keio Future Photonic Network Open Laboratory with Field-installed Hollow-Core Optical Fiber Cables”、The 33rd International Conference on Computer Communications and Networks (ICCCN 2024)、14-2、(米国/ハワイ)、(令和 6 年 7 月 31 日)
- [54] 松浦基晴、“High-Power Optical Fiber Transmission for Remote Antenna Units”、The 16th Pacific Rim Conference on Lasers and Electro-Optics (CLEO-PR 2024)、Mo4F-2、(韓国/仁川)、(令和 6 年 8 月 5 日)
- [55] 岡本聡、山中直明、津田裕之、松浦基晴、高木武史、武笠和則、“キャンパス敷設空孔コアファイバケーブルを用いた Local 5G over PON 構築実験”、電子情報通信学会フォトニックネットワーク研究会、PN2024-16、(函館市)、(令和 6 年 8 月 26 日)
- [56] 小野英輝、高橋博之、湊直樹、鹿嶋正幸、更科昌弘、“センシング及び光通信それぞれに適した導波路型 Ge-PD の諸特性”、電子情報通信学会レーザ・量子エレクトロニクス研究会、(弘前市)、(令和 6 年 8 月 29 日)
- [57] 岡本聡、石山貴大、山中直明、“敷設空孔コアファイバを用いた二芯化 10G-EPON の動作実験”、電子情報通信学会ソサイエティ大会、B-12-8、(埼玉県南埼玉郡)、(令和 6 年 9 月 12 日)
- [58] 山地宥範、杉浦宗弥、松浦基晴、高木武史、武笠和則、“空孔コアファイバを用いた多分岐エネルギー PON 伝送”、電子情報通信学会ソサイエティ大会、B-12-9、(埼玉県南埼玉郡)、(令和 6 年 9 月 12 日)
- [59] 五味裕輝、杉浦宗弥、松浦基晴、“大電力信号伝送向け光給電型高出力フォトダイオードの性能評価”、電子情報通信学会ソサイエティ大会、B-12-10、(埼玉県南埼玉郡)、(令和 6 年 9 月 12 日)
- [60] Fumiyuki Adachi、“Optical and Wireless Integrated User-centric RAN for 6G Systems”、IEEE Hong Kong 6G Wireless Summit、香港、(令和 6 年 9 月 12 日)
- [61] 渡部新、城市知輝、葛西恵介、吉田真人、廣岡俊彦、中沢正隆、“IF 30 GHz における 108 Gbit/s-64 QAM 信号の SMF 10 km、無線 10 m フルコヒーレント伝送”、電子情報通信学会 2024 年ソサイエティ大会 (埼玉県)、B-10B-23、(令和 6 年 9 月 13 日)
- [62] 青木大地、今宿 互、“25 GBaud TDSC-IM 光信号の非線形耐性評価”、電子情報通信学会 2024 年ソサイエティ大会 (埼玉県)、B-10B-15、(令和 6 年 9 月 13 日)
- [63] 青木大地、今宿 互、“12.5 GBaud TDSC-IM 光信号受信感度の局発光電力依存性評価”、電子情報

- 通信学会 2024 年ソサイエティ大会（埼玉県）、 B-10B-16、（令和 6 年 9 月 13 日）
- [64] 梨本恵一、“Epitaxial PLZT Thin-film Ultra-fast Optical Modulator”、ECOC 2024 Exhibition、（Frankfurt、 Germany）、（令和 6 年 9 月 23 日）
- [65] 青木大地、松井一郎、今宿 亙、“時間領域インデックス変調光信号伝送による光アクセスシステムの低電力化 ”、電子情報通信学会 九州支部 2024 年度学生会講演会（鹿児島県）、 B-30、（令和 6 年 9 月 25 日）
- [66] 斉藤洋之、中平佳裕、鹿嶋正幸、更科昌弘、“6G 向けモバイルアクセスネットワークの研究開発”、電子情報通信学会コミュニケーションクオリティ研究会（北海道）、（令和 6 年 9 月 25 日）
- [67] 津田裕之、“ホロコアファイバを用いた伝送技術の最先端”、慶應義塾未来光ネットワークオープン研究センターシンポジウム、（川崎市）、（令和 6 年 9 月 30 日）
- [68] 松浦基晴、“ホロコアファイバを用いたエネルギー伝送”、慶應義塾未来光ネットワークオープン研究センターシンポジウム、（川崎市）、（令和 6 年 9 月 30 日）
- [69] 岡本聡、“アクセス系を中心とした将来のアプリケーション技術”、慶應義塾未来光ネットワークオープン研究センターシンポジウム、（川崎市）、（令和 6 年 9 月 30 日）
- [70] 山中直明、“Beyond 5G、 Ultra-reliable and Low Latency Communication (URLLC)”、3rd International Conference and Expo on Lasers、 Optics & Photonics (OPTICS2024)、 K-1（英国／エジンバラ）（令和 6 年 10 月 21 日）
- [71] 宮村崇、山中直明、津田裕之、“Massive Wavelength Division Network for Ultra-low Latency Service Using Hollow Core Fiber”、3rd International Conference and Expo on Lasers、 Optics & Photonics (OPTICS2024)、 K-8（英国／エジンバラ）（令和 6 年 10 月 22 日）
- [72] 松浦基晴、“High-Power Optical Fiber Transmission Using Hollow-Core Fibers”、The 32nd International Conference on Plastic Optical Fibers (POF 2024)、 21（東京都）（令和 6 年 11 月 12 日）
- [73] 杉浦宗弥、五味裕輝、高木武史、武笠和則、松浦基晴、“光給電アンテナのための空孔コアファイバを用いた信号・電力同時伝送”、電子情報通信学会フォトニックネットワーク研究会、 PN2024-31（大分市）（令和 6 年 11 月 19 日）
- [74] 山中直明、“Newly structured Hollow-Core fiber and its open science research field for power/radio over fiber and ultra-low latency beyond 5G application”、The Korean Institutes of Communications and Information Sciences (KICS) Fall Conference 2024、（韓国／慶州市）（令和 6 年 11 月 20 日）
- [75] 山中直明、“ホロコアファイバによる超低遅延ネットワークのねらい”、応用物理学会第 173 回微小光学研究会（東京都）（令和 6 年 12 月 3 日）
- [76] 山中直明、津田裕之、松浦基晴、岡本聡、武笠和則、“慶應義塾未来光ネットワークオープン研究センターにおける超低遅延を目指す超多波長ネットワークへの挑戦”、IOWN Japan Regional Workshop（東京）（令和 6 年 12 月 5 日）
- [77] 山中直明、津田裕之、岡本聡、“慶應義塾大学未来光ネットワークオープン研究センター ”、KEIO TECHNO-MALL 2024、 32（東京都）（令和 6 年 12 月 13 日）
- [78] 山中直明、津田裕之、松浦基晴、岡本聡、“慶應義塾未来光ネットワークオープン研究センター”、第 38 回光通信システムシンポジウム（名古屋市）（令和 6 年 12 月 19 日）

- [79] 木村俊平、津田裕之、“空孔コアファイバを用いた超多分岐アクセスネットワークの研究”、第 38 回光通信システムシンポジウム、9 (名古屋市) (令和 6 年 12 月 19 日)
- [80] 松浦基晴、“光ファイバ給電技術の最新動向と将来展望”、第 38 回光通信システムシンポジウム (名古屋市) (令和 6 年 12 月 20 日)
- [81] 高畑慶大、高木武史、武笠和則 “空孔コアファイバの実用化に向けた検討” 第 38 回光通信システムシンポジウム (OCS シンポジウム) 展示発表 (愛知県名古屋市) (令和 6 年 12 月 20 日)
- [82] 鹿嶋正幸、“多様化するサービスに対応した次世代光アクセス技術の研究開発—統合的な資源制御・大容量・低消費電力の実現—” 電子情報通信学会コミュニケーションシステム研究会、(福岡市)、(令和 7 年 1 月 16 日)
- [83] 葛西恵介、城市知輝、吉田真人、廣岡俊彦、中沢正隆、“次世代無線アクセスネットワークの実現に向けた 100 Gbit/s 級フルコヒーレントモバイルフロントホール伝送”、電子情報通信学会コミュニケーションシステム研究会、(福岡市)、(令和 7 年 1 月 16 日)
- [84] 斉藤洋之、中平佳裕、鹿嶋正幸、更科昌弘、“次世代アクセスネットワークにおける低消費電力化の研究” 電子情報通信学会コミュニケーションシステム研究会、(福岡市)、(令和 7 年 1 月 16 日)
- [85] 今宿互、青木大地、松井一朗、“将来光アクセスネットワークにむけた時間領域インデックス光変調方式の研究”、電子情報通信学会コミュニケーションシステム研究会、(福岡市)、(令和 7 年 1 月 16 日)
- [86] 津田裕之、“空孔コアファイバの短距離光伝送システムへの応用”、電子情報通信学会コミュニケーションシステム研究会、(福岡市)、(令和 7 年 1 月 16 日)
- [87] 松浦基晴、“空孔コアファイバによる大電力光ファイバ伝送・給電技術”、電子情報通信学会コミュニケーションシステム研究会、(福岡市)、(令和 7 年 1 月 16 日)
- [88] 津田裕之、“空孔コアファイバを利用する新しい光ネットワークシステム”、レーザー学会学術講演会、G05-22p-IX-02 (広島市) (令和 7 年 1 月 22 日)
- [89] 松浦基晴、“空孔コアファイバを用いた超低非線形・大電力伝送”、レーザー学会学術講演会、G05-22p-IX-03 (広島市) (令和 7 年 1 月 22 日)
- [90] 松浦基晴、“大電力・長距離化を目指した光ファイバ給電技術の研究開発”、光産業技術シンポジウム (東京都) (令和 7 年 2 月 6 日)
- [91] 津田裕之、“空孔コアファイバを利用する光通信システムの可能性”、PST-net (東京都) (令和 7 年 2 月 14 日)
- [92] 城市知輝、葛西恵介、吉田真人、廣岡俊彦、中沢正隆、“IF125 GHz における 108 Gbit/s 64QAM 信号の SMF 10 km、無線 10 m フルコヒーレント伝送”、東北大学電気通信研究所共同プロジェクト研究会「コヒーレント光・マイクロ波統合型高機能通信・計測システムに関する研究」、(宮城県仙台市) (令和 7 年 2 月 17 日)
- [93] 渡部新、城市知輝、葛西恵介、吉田真人、廣岡俊彦、中沢正隆、“IF30 GHz における 108 Gbit/s-64QAM 信号の SMF 10 km、無線 10 m フルコヒーレント伝送”、東北大学電気通信研究所共同プロジェクト研究会「コヒーレント光・マイクロ波統合型高機能通信・計測システムに関する研究」、(宮城県仙台市) (令和 7 年 2 月 17 日)
- [94] 安達文幸、“Optical & Wireless Integrated Reconfigurable User-centric Distributed mMIMO RAN for 6G systems”、International Conference on Computing, Networking and Communications (ICNC)、Invited talk、(Honolulu, Hawaii) (令和 7 年 2 月 18 日)

- [95] 山中直明、岡本聡、津田裕之、宮村崇、松浦基晴、武笠和則、“Very-low-delay massive wavelength division multiplexed optical network using Newly structured hollow-core fiber and its application”、International Conference on Computing、 Networking and Communications (ICNC 2025) (米国／ハワイ) (令和 7 年 2 月 19 日)
- [96] 葛西恵介、“100 Gbit/s-class fully coherent mobile fronthaul transmission for 6G”、IRIDeS-TU - ICL/ITRI Workshop on Resilient Energy-Information & Communication Technology、Invited talk、(宮城県仙台市) (令和 7 年 3 月 3 日)
- [97] 山地有範、山田夏大、高木武史、武笠和則、岡本聡、津田裕之、山中直明、松浦基晴、“空孔コアファイバを用いた 256 分岐 PON における大電力信号・エネルギー同時伝送”、電子情報通信学会フォトニックネットワーク研究会、PN2024-82 (宮古島市) (令和 7 年 3 月 4 日)
- [98] 葛西恵介、“次世代大容量 Radio Access Network の実現に向けたフルコヒーレントモバイルフロントホール伝送技術”、光ネットワーク産業・技術研究会 第 5 回公開討論会、(明治大学、東京都) (令和 7 年 3 月 6 日)
- [99] 小野英輝、湊直樹、鹿嶋正幸、更科昌弘、“シリコンフォトニクス技術を用いた通信・センサー用超小型光集積回路” 第 72 回 応用物理学会 春季学術講演会、(千葉県)、(令和 7 年 3 月 14 日)
- [100] 斉藤洋之、中平佳裕、鹿嶋正幸、更科昌弘、“有無線アクセス NW の低消費電力化に向けたエリア統合方式の検討”、電子情報通信学会総合大会 B-8-15、(東京都)、(令和 7 年 3 月 24 日)
- [101] 青木大地、今宿互、“時間領域単一搬送波インデックス変調信号受信器の周波数オフセット拡大方式に関する一検討”、電子情報通信学会総合大会、B-10B-4 (東京都世田谷区) (令和 7 年 3 月 25 日)
- [102] 青木大地、西岡頼夢、松井一郎、今宿互、“TDSC-IM 光信号の波長多重伝送実験”、電子情報通信学会総合大会、B-10B-5 (東京都世田谷区) (令和 7 年 3 月 25 日)
- [103] 城市知輝、葛西恵介、吉田真人、廣岡俊彦、中沢正隆、“IF125 GHz における 108 Gbit/s 64QAM 信号の SMF10 km、無線 10 m フルコヒーレント伝送”、電子情報通信学会 2025 年総合大会 B-10B-18、(東京都市大、東京都) (令和 7 年 3 月 25 日)
- [104] 宮杉真生、津田裕之、“光信号遅延回路による基地局遠隔ビームフォーミング”、電子情報通信学会総合大会、B-12-6 (東京都) (令和 7 年 3 月 26 日)
- [105] 岡本聡、石山貴大、山中直明、“超多分岐PON実現に向けた非等距離二芯化 10G-EPON の動作実験”、電子情報通信学会総合大会、B-12-13 (東京都) (令和 7 年 3 月 26 日)
- [106] 安達文幸、“Reconfigurable User-centric Radio Access Network for Building Green and Resilient 6G Networks”、The 2nd International Workshop on Global Research Initiative for Wireless Technology (IGROW)、(宮城県仙台市) (令和 7 年 4 月 24 日)
- [107] 梨本恵一、“Epitaxial PLZT Thin-film Ultra-fast Optical Modulator”、OFC 2025 Exhibition、(San Francisco、USA)、(令和 7 年 4 月 1 日)
- [108] 岡本聡、津田裕之、松浦基晴、山中直明、武笠和則、“慶應義塾未来光ネットワークオープン研究センターにおける超多分岐・超多波長メトロ／アクセスネットワークへの挑戦”、IOWN Japan Regional Workshop (東京都) (令和 7 年 5 月 23 日)
- [109] 城市知輝、葛西恵介、吉田真人、廣岡俊彦、中沢正隆、“IF125 GHz における 108 Gbit/s 64QAM 信号の SMF10 km、無線 10 m フルコヒーレント伝送”、電子情報通信学会 OCS 研究会 (宮崎市) (令和 7 年 6 月 5 日)

- [110] 岡本聡、山中直明、津田裕之、松浦基晴、“Keio Future Photonic Network Open Lab. - Challenge of the next generation networking with Hollow-Core Fibers -”、30th Optoelectronics and Communications Conference/International Conference on Photonics in Switching and Computing 2025、（令和 7 年 6 月 30 日）
- [111] 葛西恵介、渡部新、吉田真人、廣岡俊彦、中沢正隆、“Coherently-linked Optical and Wireless Transmission for 6G Mobile Fronthaul”、The 30th Optoelectronics and Communications Conference (OECC2025)（札幌市）（令和 7 年 7 月 1 日）
- [112] 山中直明、岡本聡、津田裕之、松浦基晴、武笠和則、“Power over fiber using Hollow-core fiber and its application on IoT-ONU”、25th International Conference on Transparent Optical Networks (ICTON 2025)、Mo.B4.1（スペインバルセロナ）（令和 7 年 7 月 7 日）
- [113] 西村浩志朗、山中直明、岡本聡、津田裕之、松浦基晴、“Keio Future Photonic Network Open Lab. - Challenge of the next generation networking with Hollow-Core Fibers -”、21st International Conference on IP/IoT & Processing+Optical Networks (iPOP 2025)（東京都）（令和 7 年 7 月 17 日）
- [114] 岡本聡、“Hollow Core fiber RoF application for 5G/6G network”、21st International Conference on IP/IoT & Processing+Optical Networks (iPOP 2025)、S-2（東京都）（令和 7 年 7 月 18 日）
- [115] 治村颯葵、山中直明、“Keio Future Photonic Network Open Lab and its Related Activities”、21st International Conference on IP/IoT & Processing+Optical Networks (iPOP 2025)、B-2（東京都）（令和 7 年 7 月 18 日）
- [116] 中平佳裕、“A Traffic-Based Energy-Efficient Access Network”、21st International Conference on IP/IoT & Processing+Optical Networks (iPOP 2025)、Exhibition（東京都）（令和 7 年 7 月 18 日）
- [117] 葛西恵介、“Coherent Optical Access System with Injection-Locking Technique”、21st International Conference on IP/IoT & Processing+Optical Networks (iPOP 2025)、（東京都）（令和 7 年 7 月 18 日）
- [118] 山中直明、岡本聡、“Keio Future Photonic Network Open Lab. ”、超高速フォトリックネットワーク開発推進協議会定期総会展示会（東京都）（令和 7 年 7 月 30 日）
- [119] 岡本聡、山中直明、“敷設空孔コアファイバケーブルを用いた CWDM 一芯双方向伝送実験”、電子情報通信学会フォトリックネットワーク研究会、PN2025-13（札幌市）（令和 7 年 8 月 5 日）
- [120] 葛西恵介、“Beyond 5G に向けた光・無線融合フルコヒーレント伝送技術”、テラヘルツ波科学技術産学連携専門委員会 第 60 回研究会（仙台市）（令和 7 年 8 月 7 日）
- [121] 安達文幸、“Towards Building Sustainable and Resilient 6G Systems: Reconfigurable、User-centric Radio Access Network”、15th EAI International Conference on Wireless and Satellite Systems (WiSATS 2025) (Harbin)（令和 7 年 8 月 8 日）
- [122] 安達文幸、“Building Green and Resilient Radio Access Network (RAN) for 6G Systems”、2025 5th International Conference on Intelligent Communications and Computing (ICICC 2025) (Nanjing)（令和 7 年 8 月 16 日）
- [123] 津田裕之、松浦基晴、武笠和則、高木武史、久保亮吾、岡本聡、山中直明、“中空コアファイバを用いた電力伝送システムとその応用”、電子情報通信学会 EXAT 研究会（旭川市）（令和 7 年 8 月 28 日）
- [124] 安達文幸、“Reconfigurable User-centric RAN for 6G”、5th SNU-BK Workshop on Next-generation Wireless Communication and Networking (Seoul)（令和 7 年 8 月 29 日）

- [125] 葛西恵介、城市知輝、渡部新、吉田真人、廣岡俊彦、中沢正隆、“次世代 RAN の実現に向けた光・無線融合フルコヒーレントモバイルフロントホール伝送”、電子情報通信学会 CS 研究会（仙台）（令和 7 年 9 月 4 日）
- [126] 宮杉真生、高木武史、武笠和則、津田裕之、“空孔コアファイバを用いた+36 dBm アナログ光ファイバ無線伝送”、電子情報通信学会ソサイエティ大会、B-10B-16（岡山市）（令和 7 年 9 月 9 日）
- [127] 葛西恵介、大津春、吉田真人、廣岡俊彦、中沢正隆、“ $\lambda/4$ phase shift-free HR DFB LD を用いた偏波無依存注入同期回路”、電子情報通信学会ソサイエティ大会（岡山市）（令和 7 年 9 月 9 日）
- [128] 佐久間勇誠、渡部新、城市知輝、葛西恵介、吉田真人、廣岡俊彦、中沢正隆 “ダイレクトサンプリング方式を用いた 126 Gbit/s-128 QAM 信号の SMF 10 km、無線 10 m フルコヒーレント伝送”、電子情報通信学会ソサイエティ大会（岡山市）（令和 7 年 9 月 9 日）
- [129] 高畑慶大、高木武史、武笠和則、岡本聡、津田裕之、山中直明、松浦基晴、“PBGF の経時損失特性と高温環境下における光学特性の調査”、電子情報通信学会ソサイエティ大会、B-10A_B13-7（岡山市）（令和 7 年 9 月 10 日）
- [130] 高木武史、高畑慶大、武笠和則、“空孔コアファイバのハイパワー多分岐伝送評価”、電子情報通信学会ソサイエティ大会、B-10A_B13-8（岡山市）（令和 7 年 9 月 10 日）
- [131] 山内優人、嶋田るい、青木大地、今宿 互、“PAM-4 ベース時間領域単一搬送波インデックス変調信号の受信感度評価”、電子情報通信学会ソサイエティ大会、B-10B-28（岡山市）（令和 7 年 9 月 10 日）
- [132] 岡本聡、山中直明、“敷設空孔コアファイバを用いた一芯 CWDM 10G Ethernet 伝送実験”、電子情報通信学会ソサイエティ大会、B12-8（岡山市）（令和 7 年 9 月 11 日）
- [133] 山中直明、“Low-delay and high-linearity application in the campus network testbed using hollow-core fiber”、The 51st European Conference on Optical Communication (ECOC2025)、WS1-6（デンマークコペンハーゲン）（令和 7 年 9 月 28 日）
- [134] 岡本聡、津田裕之、松浦基晴、山中直明、武笠和則、“慶應義塾未来光ネットワークオープン研究センターにおける超多分岐・超多波長メトロ／アクセスネットワークへの挑戦”、IOWN Japan Regional Workshop（東京都）（令和 7 年 10 月 28 日）
- [135] 五味裕樹、藤田怜、高木武史、武笠和則、岡本聡、津田裕之、山中直明、松浦基晴、“空孔コアファイバを用いた光ファイバ無線の RF 信号出力の高パワー化及び特性評価”、電子情報通信学会フォトニクスネットワーク研究会、PN2025-20（金沢市）（令和 7 年 11 月 11 日）
- [136] 山中直明、“MIC/Keio future network open research center activities by hollow core fiber”、UTD/Keio open joint workshop（米国ダラス）（令和 7 年 12 月 1 日）
- [137] 山中直明、津田裕之、岡本聡、“慶應義塾大学未来光ネットワークオープン研究センター”、KEIO TECHNO-MALL 2025、76（東京都）（令和 7 年 12 月 12 日）
- [138] 山中直明、津田裕之、岡本聡、松浦基晴、“慶應義塾未来光ネットワークオープン研究センター”、第 39 回光通信システムシンポジウム（名古屋市）（令和 7 年 12 月 18 日）
- [139] 船岡矢侑、宮杉真生、津田裕之、Zhixin Liu、“空孔コアファイバと直接変調レーザを用いる光伝送システムの検討”、第 39 回光通信システムシンポジウム、ポスター5（名古屋市）（令和 7 年 12 月 18 日）
- [140] 關夢乃、津田裕之、“空孔コアファイバを用いた高密度波長分割多重方式の検討”、第 39 回光通信シ

- システムシンポジウム、ポスター6（名古屋市）（令和 7 年 12 月 18 日）
- [141] 山内優人、今宿互、“次世代光アクセスネットワークに向けた PAM ベース時間領域単一搬送波インデックス変調方式の提案、” 電子情報通信学会光通信システム研究会 OCS シンポジウム予稿集（名古屋市）（令和 7 年 12 月 18 日）
- [142] 神谷夏生、今宿互、“高出力時間領域インデックス光変調信号の波長多重伝送特性 PAM-4 ベース TDSC-IM 光信号の非線形耐性評価、” 電子情報通信学会光通信システム研究会 OCS シンポジウム予稿集（名古屋市）（令和 7 年 12 月 18 日）
- [143] 澤田真秀、今宿互、“バーストインデックス光変調信号用高速収束 FIR フィルタの検討、” 電子情報通信学会光通信システム研究会 OCS シンポジウム予稿集（名古屋市）（令和 7 年 12 月 18 日）
- [144] 鋤柄颯也汰、今宿互、“複素リザバーコンピューティングを用いた TDSC-IM 光信号復調器の設計、” 電子情報通信学会光通信システム研究会 OCS シンポジウム予稿集（名古屋市）（令和 7 年 12 月 18 日）
- [145] 高橋清人、今宿互、“半導体光増幅時間領域インデックス光変調信号の品質評価、” 電子情報通信学会光通信システム研究会 OCS シンポジウム予稿集（名古屋市）（令和 7 年 12 月 18 日）
- [146] 葛西恵介、“Recent advances in fully coherent optical and wireless transmission”、IRIDeS-TU-ICM/ITRI Workshop on Resilient Energy-Information & Communication Technology（台湾）（令和 8 年 1 月 9 日）
- [147] 葛西恵介、大津春、吉田真人、廣岡俊彦、中沢正隆、“ $\lambda/4$ phase shift-free HR DFB LD を用いた偏波無依存注入同期回路”、東北大学電気通信研究所 共同プロジェクト研究会「コヒーレント光・マイクロ波統合型高機能通信・計測システムに関する研究」（仙台市）（令和 8 年 2 月 13 日）
- [148] 山中直明、“Keio university future photonic network open research center having very low delay hollow core fiber field and its application research”、International Conference on Computing, Networking and Communications (ICNC2026)、IF1-4（米国マウイ）（令和 8 年 2 月 16 日）
- [149] 岡本聡、松浦基晴、津田裕之、山中直明、“空孔コアファイバによる短距離光通信システム”、第 2 回慶應未来光ネットワークオープン研究センター公開シンポジウム（川崎市）（令和 8 年 2 月 26 日）
- [150] 船岡矢侑、宮杉真生、津田裕之、Zhixin Liu、“空孔コアファイバと直接変調レーザを用いる PAM8 光伝送システムの検討”、日本光学会情報フォトンクス研究グループ第 20 回関東学生研究論文講演会（千葉市）（令和 8 年 3 月 2 日）
- [151] 梨本恵一、原田英和、“高品質・低駆動電圧エピタキシャル PLZT 薄膜光変調器の開発”、電子情報通信学会フォトニックネットワーク研究会、PN2025-47（那覇市）（令和 8 年 3 月 2 日）
- [152] 山地宥範、山田夏大、柳井樹海民、高木武史、武笠和則、松浦基晴、“空孔コアファイバを用いた大電力パッシブ光ネットワーク”、電子情報通信学会フォトニックネットワーク研究会 学生ワークショップ、（那覇市）（令和 8 年 3 月 3 日）
- [153] 五味裕輝、藤田怜、長田遼太郎、高木武史、武笠和則、松浦基晴、“空孔コアファイバを用いた光給電型遠隔ビームフォーミングの伝送特性評価”、電子情報通信学会フォトニックネットワーク研究会、PN2025-68（那覇市）（令和 8 年 3 月 4 日）
- [154] 岡本聡、山中直明、“アプリケーション連携型 Deep Sleep を適用した省電力光給電 IoT ONU システム”、電子情報通信学会フォトニックネットワーク研究会、PN2025-69（那覇市）（令和 8 年 3 月 4 日）
- [155] 松井一朗、松崎隆哲、今宿互、“Study on Adaptive FIR filter for Burst-Mode Index Modulation

- Transmission、" 電子情報通信学会総合大会、Global Networkshop (福岡県福岡市) (令和 8 年 3 月 9 日)
- [156] 岡本聡、山中直明、“IoT を収容する光給電型 ONU プロトタイプシステムの開発”、電子情報通信学会総合大会、B12-05 (福岡市) (令和 8 年 3 月 10 日)
- [157] 船岡矢侑、宮杉真生、津田裕之、Zhixin Liu、“空孔コアファイバと直接変調レーザを用いる多値変調光伝送システムの検討”、電子情報通信学会総合大会、B10B-22 (福岡市) (令和 8 年 3 月 11 日)
- [158] 高木武史、高畑慶大、武笠和則、“空孔コアファイバコネクタコードハイパワー通光評価”、電子情報通信学会総合大会、B-10A_B-13-13 (福岡市) (令和 8 年 3 月 11 日)
- [159] 山内優人、今宿互、“PAM-4 ベース TDSC-IM 光信号の非線形耐性評価”、電子情報通信学会総合大会、B-10B-14 (福岡県福岡市) (令和 8 年 3 月 11 日)
- [160] 高畑慶大、高木武史、武笠和則、“OTDR 法による PBGF の損失測定”、電子情報通信学会総合大会、B-10A_B-13-15 (福岡市) (令和 8 年 3 月 11 日)
- [161] 今宿互、宮杉真生、津田裕之、高木武史、武笠和則、“空孔コア光ファイバを用いた高出力 Index 光変調信号伝送実験”、電子情報通信学会総合大会、B-10B-23 (福岡県福岡市) (令和 8 年 3 月 11 日)
- [162] 渡部新、佐久間勇誠、城市知輝、葛西恵介、吉田真人、廣岡俊彦、中沢正隆“216 Gbit/s 光・無線偏波多重フルコヒーレント伝送”、電子情報通信学会総合大会 (福岡市) (令和 8 年 3 月 12 日)

10 出願特許リスト

- [1] 中平 佳裕、“1 対 1 と 1 対多の接続を行う通信装置”、日本、令和 4 年 11 月 29 日、特願 2022-189939
- [2] 湊 直樹、“光変調装置及び光変調方法”、日本、令和 4 年 12 月 9 日、特願 2022-196794
- [3] 今宿 互、“光信号復調装置と光信号復調方法”、日本、令和 5 年 1 月 13 日、特願 2023-003440
- [4] 中平 佳裕、“光通信網システム及び光通信方法”、日本、令和 5 年 4 月 17 日、特願 2023-067046
- [5] 齊藤 洋之、“通信システム、通信制御方法及び親局通信装置”、日本、令和 5 年 8 月 28 日、特願 2023-138215
- [6] 中平 佳裕、“CONTROL DEVICE、STORAGE MEDIUM、AND OPTICAL COMMUNICATION SYSTEM”、米国、令和 5 年 10 月 31 日、18/498、883
- [7] 今宿 互、多次元変調光信号復調装置と光信号復調方法、日本、令和 5 年 12 月 21 日、特願 2023-215632
- [8] 高木武史、武笠和則、津軽誠一、“光ファイバ接続体および光ファイバ接続体の製造方法”、日本、令和 5 年 12 月 27 日、特願 2023-220549
- [9] 高木武史、武笠和則、津軽誠一、“光ファイバ接続体および光ファイバ接続体の製造方法”、日本、令和 5 年 12 月 27 日、特願 2023-220556
- [10] 高木武史、武笠和則、津軽誠一、“光ファイバ接続体および光ファイバ接続体の製造方法”、日本、令和 5 年 12 月 27 日、特願 2023-220573
- [11] 高木武史、武笠和則、津軽誠一、“光ファイバ接続体および光ファイバ接続体の製造方法”、日本、令和 5 年 12 月 27 日、特願 2023-220574
- [12] 津田裕之、松浦基晴、光中継器及び光アクセスネットワーク、日本、令和 6 年 1 月 10 日、特願 2024-001989
- [13] 今宿 互、“光信号復調装置と光信号復調方法”、日本、令和 6 年 1 月 12 日、特願 2024-003029 (基礎出願 特願 2023-003440 に対する優先権出願)

- [14] 湊 直樹、“光通信ネットワークシステム、通信方法、局側光伝送装置及び加入者側光伝送装置”、日本、令和 6 年 2 月 26 日、特願 2024-026561
- [15] 齊藤洋之、“トラヒック予測装置、トラヒック予測プログラム及びトラヒック予測方法”、日本、令和 6 年 2 月 28 日、特願 2024-028671
- [16] 梨本恵一、“光導波路素子”、日本、令和 6 年 3 月 19 日、特願 2024-043481
- [17] 原田和英、梨本恵一、“光導波路素子の電極構造及び光導波路素子”、日本、令和 6 年 3 月 19 日、特願 2024-043484
- [18] 中平佳裕、“通信局システム及び通信システム”、日本、令和 6 年 6 月 11 日、特願 2024-094306
- [19] 今宿 互、“低電力光情報伝送システム”、日本、令和 6 年 7 月 30 日、特願 2024-123633
- [20] 武笠和則、高木武史、高畑慶太、“光ファイバ伝送路および伝送方法”、日本、令和 6 年 8 月 22 日、特願 2024-140717
- [21] 武笠和則、高木武史、高畑慶太、“光ファイバケーブルおよび伝送方法”、日本、令和 6 年 8 月 30 日、特願 2024-148347
- [22] 湊 直樹、“光通信ネットワークシステム、局側光伝送装置及び加入者側光伝送装置”、日本、令和 7 年 2 月 14 日、特願 2025-022206
- [23] 中平佳裕、“通信システム、通信制御装置及び通信制御方法”、日本、令和 7 年 2 月 27 日、特願 2025-030560
- [24] 今宿 互、“オフセット周波数拡大光信号復調装置”、日本、令和 7 年 2 月 28 日、特願 2025-030846
- [25] 梨本恵一、原田和英、“光導波路素子”、日本、令和 7 年 3 月 13 日、特願 2025-040274
- [26] 高畑慶大、高木武史、武笠和則、“光パルス試験装置”、日本、令和 7 年 9 月 29 日、特願 2025-161252
- [27] 高畑慶大、高木武史、武笠和則、“光パルス試験方法、光パルス試験システム、光パルス試験装置、アタッチメントおよびモジュール”、日本、令和 7 年 9 月 29 日、特願 2025-161252
- [28] 梨本恵一、“光導波路素子の駆動方法および光導波路素子”、日本、令和 8 年 2 月 19 日、特願 2026-025600
- [29] 梨本恵一、原田英和、“オンチップ終端構造を有する光導波路素子”、日本、令和 8 年 2 月 19 日、特願 2026-025597
- [30] 梨本恵一、“DRIVING METHOD FOR OPTICAL WAVEGUIDE ELEMENT AND OPTICAL WAVEGUIDE ELEMENT”、米国、2026 年 3 月 11 日、Application #: 19/563、819
- [31] 中平佳裕、“通信制御装置、通信システム及び通信方法”、日本、令和 8 年 3 月 30 日、特願 2026-056404

1.1 取得特許リスト

- [1] 中平佳裕、“制御装置、制御方法、制御プログラム及び光通信システム”、日本、令和 4 年 11 月 29 日、令和 6 年 7 月 22 日、特許第 7524938 号
- [2] 湊 直樹、“光変調装置及び光変調方法”、日本、令和 4 年 12 月 9 日、令和 6 年 7 月 29 日、特許第 7529007 号
- [3] 中平佳裕、“光通信網システム及び光通信方法”、日本、令和 5 年 4 月 17 日、令和 6 年 10 月 7 日、特許第 7567974 号
- [4] 齊藤洋之、“通信システム、通信制御方法及び親局通信装置”、日本、令和 5 年 8 月 28 日、令和 6 年 12 月 2 日、特許第 7597173 号
- [5] 今宿 互、“多次元変調光信号復調装置と光信号復調方法”、日本、令和 6 年 10 月 11 日、令和 7 年 2

月 3 日、特許第 7628726 号

- [6] 今宿 互、“光信号復調装置と光信号復調装置”、日本、令和 6 年 10 月 11 日、令和 7 年 2 月 18 日、特許第 7636835 号
- [7] 斉藤洋之、“トラヒック予測装置、トラヒック予測プログラム及びトラヒック予測方法”、日本、令和 6 年 2 月 28 日、令和 7 年 4 月 14 日、特許第 7666678 号
- [8] 湊 直樹、“光通信ネットワークシステム、通信方法、局側光伝送装置及び加入者側光伝送装置”、日本、令和 6 年 2 月 26 日、令和 7 年 4 月 21 日、特許第 7670188 号
- [9] 斉藤洋之“通信システム、通信制御方法及び親局通信装置”、日本、令和 7 年 2 月 18 日、令和 7 年 8 月 18 日、特許第 7729502 号
- [10] 中平佳裕、“通信局システム及び通信システム”、日本、令和 6 年 6 月 11 日、令和 7 年 10 月 20 日、特許第 7761089 号
- [11] 中平佳裕、“通信システム、通信制御装置及び通信制御方法”、日本、令和 7 年 2 月 27 日、令和 7 年 10 月 20 日、特許第 7761170 号
- [12] 武笠和則、高木武史、高畑慶大 “光ファイバケーブルおよび伝送方法”、日本、令和 7 年 3 月 25 日、令和 7 年 10 月 23 日、特許第 7763307 号
- [13] 高木武史、武笠和則、津軽 誠一 “光ファイバ接続体および光ファイバ接続体の製造方法”、日本、令和 6 年 11 月 14 日、令和 8 年 1 月 23 日、特許第 7809683 号
- [14] 武笠和則、高木武史、高畑慶大 “光ファイバ伝送路および伝送方法”、日本、令和 7 年 3 月 25 日、令和 8 年 1 月 23 日、特許第 7809764 号
- [15] 湊 直樹、“光通信ネットワークシステム及び加入者側光伝送装置”、日本、令和 7 年 2 月 14 日、令和 8 年 1 月 26 日、特許第 07810294 号

1 2 国際標準提案・獲得リスト

なし

1 3 参加国際標準会議リスト

なし

1 4 受賞リスト

- [1] Koichi Shirahata、ICETC2022 Student Presentation Award、“48 Gbit/s 256 QAM coherently-linked optical and wireless transmission at 61 GHz band using a small planar antenna for 6G”、2022 年 12 月 1 日
- [2] 白幡晃一、一般社団法人電子情報通信学会、2023 年度電子情報通信学会学術奨励賞、“28 GHz 帯マイクロストリップアレイアンテナを用いた 16Gbits-256QAM 信号の SMF10Km、無線 10m フルコヒーレント伝送”、2024 年 3 月 5 日
- [3] 杉浦宗弥、村上夏尉、山地宥範、松浦基晴、高木武史、武笠和則、OWPT 2024 Paper Award、“Evaluation of nonlinear effects in hollow-core fibers for high-power transmission”、令和 6 年 4 月 26 日
- [4] 山地宥範、村上夏尉、杉浦宗弥、松浦基晴、高木武史、武笠和則、OWPT 2024 Student Paper Award、“Simultaneous data and power transmission using a hollow-core fiber for passive optical

network”、令和 6 年 4 月 26 日

- [5] 船岡矢侑、宮杉真生、津田裕之、Zhixin Liu、電子顕微鏡学会光通信システムシンポジウム優秀ポスター発表賞、“空孔コアファイバと直接変調レーザを用いる光伝送システムの検討”、令和 7 年 12 月 19 日
- [6] 山地宥範、山田夏大、柳井樹海民、高木武史、武笠和則、松浦基晴、電子情報通信学会フォトニックネットワーク研究会学生ワークショップ優秀発表賞、“空孔コアファイバを用いた大電力パッシブ光ネットワーク”、令和 8 年 3 月 3 日
- [7] 山内優人、嶋田るい、青木大地、今宿 亙、“PAM-4 Based Time Domain Single Carrier Index Modulation for Future Optical Access Networks ”、The 6th IEICE-CS International Conference on Emerging Technologies for Communications、 P3-08、令和 7 年 11 月 26 日

1 5 報道発表リスト

(1) 報道発表実績

- [1] “超低遅延ネットワークキャンパスの実験を開始”、令和 5 年 11 月 16 日
- [2] “世界初！独自技術でエネルギー効率の高い光情報伝送方式を実証 消費電力削減や地域の情報格差解消に繋がる研究成果”、令和 5 年 12 月 20 日
- [3] “単結晶状 PLZT 薄膜による超高速光変調器を開発”、令和 6 年 7 月 31 日
- [4] “単結晶 PLZT 薄膜ウエハの販売を開始”、令和 7 年 12 月 15 日
- [5] “超低電圧駆動エピタキシャル PLZT 薄膜光変調器を実証”、令和 8 年 3 月 24 日

(2) 報道掲載実績

- [1] “慶應と古河電工、超低遅延ネットワークキャンパスの実験開始”、BUSINESS NETWORK、令和 5 年 11 月 16 日
- [2] “慶應大と古河電工、超低遅延ネットワークキャンパスの実験を開始”、TECH+、令和 5 年 11 月 16 日
- [3] “古河電工、空孔コアファイバケーブルを慶應義塾大学内に敷設し実験開始”、株式新聞 Web、令和 5 年 11 月 16 日
- [4] “古河電工ら、空孔ファイバで超低遅延ネットワーク構築”、OPTRONICS ONLINE、令和 5 年 11 月 16 日
- [5] “超低遅延ネットワーク キャンパスの実験開始 慶応大学と古河電工”、日刊産業新聞、令和 5 年 11 月 17 日
- [6] “超低遅延ネットワークキャンパスの実験を開始”、LaserFocusWorld Japan、令和 5 年 11 月 21 日
- [7] “空孔コアファイバケーブルキャンパスで実証”、日刊工業新聞、令和 5 年 11 月 21 日
- [8] “慶応大と古河電工が世界初検証、空孔コアファイバケーブルで低遅延ネットワーク実証”、ニュースイッチ、令和 5 年 11 月 22 日
- [9] “近畿大、エネルギー効率の高い光情報伝送方式を実証”、オプトロニクスオンライン、令和 5 年 12 月 21 日
- [10] “世界初！独自技術でエネルギー効率の高い光情報伝送方式を実証、” Digital PR Platform、令和 5 年 12 月 22 日

- [11] “独自技術で高エネ効率の光情報転送方式 近畿大が実証 消費電力削減などに貢献”、文教速報オンライン、令和 5 年 12 月 23 日
- [12] “光情報伝送のエネ半減 近畿大が新技術実証”、日刊工業新聞、令和 5 年 12 月 26 日
- [13] “電力削減効果は年数十億円…光情報伝送のエネルギー半減、近畿大が新技術実証”、ニュースイッチ、令和 6 年 1 月 1 日
- [14] “近畿大、光情報伝送のエネルギー効率を 2 倍に”、EE TIMES、令和 6 年 1 月 5 日
- [15] “独自技術でエネルギー効率の高い光情報伝送方式を実証”、LaserFocusWorld Japan、令和 6 年 1 月 11 日
- [16] 「慶大の光ネットワーク研究施設に、Beyond 5G 時代の次世代情報通信インフラを見据えた古河電工の空孔コア光ファイバを敷設」、EMIRA、令和 6 年 7 月 11 日
- [17] 「データセンターを省電力化」、日本経済新聞 電子版、令和 6 年 7 月 31 日
- [18] 「世界初!空孔コアファイバで繋がる未来光ネットワークオープン研究センター」、令和 6 年 10 月 3 日
- [19] オープンラボ「未来光ネットワークオープン研究センター」情報、令和 7 年 1 月 22 日
- [20] “湖北工業、光デバイスの新材料を発売 次世代コンピューター演算向上”、日本経済新聞電子版、令和 7 年 12 月 24 日
- [21] “電気光学効果は LN 材料の 10 倍…湖北工業が発売、単結晶 PLZT 薄膜ウエハの特徴”、日刊工業新聞電子版、令和 8 年 1 月 21 日
- [22] “PLZT 単結晶薄膜ウエハが拓く製造業の未来”、newji、令和 8 年 1 月 30 日
- [23] “エピフォトニクス、固相エピタキシャル成長法による単結晶 PLZT 薄膜ウエハを発売”、オプトロニクス、令和 8 年 2 月 3 日

1 6 ホームページによる情報提供

- [1] <https://pilab.jp/OpenLab/>、オープンラボ「未来光ネットワークオープン研究センター」情報、ヒット数 4199 (令和 7 年 1 月 22 日時点)
- [2] <https://www.youtube.com/watch?v=RObYJCngxCs>、「世界初!空孔コアファイバで繋がる未来光ネットワークオープン研究センター」、ヒット数 920 (令和 7 年 1 月 22 日時点)
- [3] http://epiphotonics.com/pdfs/PR_EpiPhotonics_20240731.pdf、「光アクセスシステムの分岐数拡大や低消費電力化へ向け超高速で偏波無依存動作も可能な単結晶状 PLZT 薄膜による超高速光変調器を開発しました。」、(令和 7 年 7 月 31 日)
- [4] <https://contents.xj-storage.jp/xcontents/AS80848/75c48d0b/765b/4ecb/be9a/4344bf8061d6/140120240731559325.pdf>、「単結晶状 PLZT 薄膜による超高速光変調器を開発」、(令和 7 年 7 月 31 日)
- [5] <https://pilab.jp/OpenLab/>、オープンラボ「未来光ネットワークオープン研究センター」情報、閲覧数 4199 (令和 8 年 4 月 10 日時点)
- [6] <https://www.youtube.com/watch?v=RObYJCngxCs>、「世界初!空孔コアファイバで繋がる未来光ネットワークオープン研究センター」2024 年度版、閲覧数 920 (令和 8 年 4 月 10 日時点)
- [7] https://www.meijo-u.ac.jp/news/detail_32193.html、理工学研究科の山内優人さんが「IEICE-CS ICETC2025」において Best Poster Award を受賞、(令和 7 年 12 月 4 日)
- [8] <https://contents.xj-storage.jp/xcontents/AS80848/7b7e4f3e/7c90/4cf5/b1d3/372e7a6b30c9/140120251>

(令和 7 年 12 月 15 日)

研究開発による成果数

	令和 4 年度	令和 5 年度	令和 6 年度
査読付き誌上発表論文数	1 件 (0 件)	3 件 (3 件)	4 件 (4 件)
査読付き口頭発表論文数 (印 刷 物 を 含 む)	1 件 (1 件)	4 件 (4 件)	1 4 件 (1 4 件)
そ の 他 の 誌 上 発 表 数	2 件 (0 件)	2 件 (0 件)	1 件 (0 件)
口 頭 発 表 数	1 5 件 (2 件)	3 1 件 (7 件)	6 0 件 (1 6 件)
特 許 出 願 数	3 件 (0 件)	1 4 件 (1 件)	8 件 (0 件)
特 許 取 得 数	0 件 (0 件)	0 件 (0 件)	6 件 (0 件)
国 際 標 準 提 案 数	0 件 (0 件)	0 件 (0 件)	0 件 (0 件)
国 際 標 準 獲 得 数	0 件 (0 件)	0 件 (0 件)	0 件 (0 件)
受 賞 数	1 件 (1 件)	1 件 (0 件)	2 件 (2 件)
報 道 発 表 数	0 件 (0 件)	2 件 (0 件)	1 件 (0 件)
報 道 掲 載 数	0 件 (0 件)	1 5 件 (0 件)	4 件 (0 件)

	令和 7 年度	合計
査読付き誌上発表論文数	6 件 (6 件)	1 4 件 (1 3 件)
査読付き口頭発表論文数 (印 刷 物 を 含 む)	1 4 件 (1 4 件)	3 3 件 (3 3 件)
そ の 他 の 誌 上 発 表 数	2 件 (0 件)	7 件 (0 件)
口 頭 発 表 数	5 6 件 (1 6 件)	1 6 2 件 (4 1 件)
特 許 出 願 数	6 件 (1 件)	3 1 件 (2 件)
特 許 取 得 数	9 件 (0 件)	1 5 件 (0 件)
国 際 標 準 提 案 数	0 件 (0 件)	0 件 (0 件)
国 際 標 準 獲 得 数	0 件 (0 件)	0 件 (0 件)
受 賞 数	3 件 (1 件)	7 件 (4 件)
報 道 発 表 数	2 件 (0 件)	5 件 (0 件)
報 道 掲 載 数	4 件 (0 件)	2 3 件 (0 件)

注 1 : 各々の件数は国内分と海外分の合計値を記入。(括弧)内は、その内海外分のみを再掲。

注2：「査読付き誌上発表論文数」には、定期的に刊行される論文誌や学会誌等、査読（peer-review（論文投稿先の学会等で選出された当該分野の専門家である査読員により、当該論文の採録又は入選等の可否が新規性、信頼性、論理性等の観点より判定されたもの）のある出版物に掲載された論文等（Nature、Science、IEEE Transactions、電子情報通信学会論文誌等および査読のある小論文、研究速報、レター等を含む）を計上する。

注3：「査読付き口頭発表論文数（印刷物を含む）」には、学会の大会や研究会、国際会議等における口頭発表あるいはポスター発表のための査読のある資料集（電子媒体含む）に掲載された論文等（ICC、ECOC、OFC など、Conference、Workshop、Symposium 等での proceedings に掲載された論文形式のものなどとする。ただし、発表用のスライドなどは含まない。）を計上する。なお、口頭発表あるいはポスター発表のための査読のない資料集に掲載された論文等（電子情報通信学会技術研究報告など）は、「口頭発表数」に分類する。

注4：「その他の誌上発表数」には、専門誌、業界誌、機関誌等、査読のない出版物に掲載された記事等（査読の有無に関わらず企業、公的研究機関及び大学等における紀要論文や技報を含む）を計上する。

注5：PCT 国際出願については出願を行った時点で、海外分1件として記入。（何カ国への出願でも1件として計上）。また、国内段階に移行した時点で、移行した国数分を計上。

注6：同一の論文等は複数項目に計上しないこと。例えば、同一の論文等を「査読付き口頭発表論文数（印刷物を含む）」および「口頭発表数」のそれぞれに計上しないこと。ただし、学会の大会や研究会、国際会議等で口頭発表を行ったのち、当該学会より推奨を受ける等により、改めて査読が行われて論文等に掲載された場合は除く。