

令和 5 年 5 月 26 日現在

機関番号：24405
研究種目：基盤研究(C)（一般）
研究期間：2016～2022
課題番号：16K06306
研究課題名（和文）多重波長ループバック型AWG-STARを基盤とするセンサデバイスプラットフォーム

研究課題名（英文）Sensing device platform over AWG-STAR network with wavelength path relocation function

研究代表者
小山 長規（Koyama, Osanori）

大阪公立大学・大学院工学研究科 ・准教授

研究者番号：10336802
交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,800,000円

研究成果の概要（和文）：本研究の目的は、光ファイバセンサ（LPFG）をネットワークに導入する技術と、トラフィック需要に応じた通信容量の再配分機能を有する光ネットワーク（AWG-STAR）とを融合することで、省コストなセンシングデバイスプラットフォームを提案・実現することである。
成果としては、(1)AWG-STARを対象として通信容量の再配分に関する計算手法の提案、AWG-STARのスケラビリティの評価と向上法の実証、(2)Ethernet用の安価な光トランシーバとLPFGを用いた省コスト温度センシングシステムの提案と実証などが挙げられ、これらを通してプラットフォームを実現するための基礎的な技術を蓄積できた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

(1)AWG-STARを対象に省コスト・高機能化に寄与する提案と実証を行った。一例として、容量再配分の行列表現による計算法を提案し、これを用いる管理者用システムを構築した。本技術は、管理者の負荷軽減に貢献できることに加えセンシングデバイスプラットフォームにAWG-STARを適用できることを示した。
(2)光ファイバセンサをネットワークに融合させる様々な基礎技術を提案、実証した。一例として、安価な光トランシーバを光源と受光機として用いかつLPFGをセンシングデバイスとして採用することで、システム構築の低コスト化を実現した。本技術と電気センサの併用により超広域・低コストセンシングの実現が期待できる。

研究成果の概要（英文）：The purpose of this research is to propose a cost-effective sensing device platform by combining an optical network (AWG-STAR) with communication capacity redistribution function according to traffic demand, and technologies that introduce optical fiber sensor (LPFG) into communication network.
The following (1) and (2) are the representative results. (1) a calculation method for communication capacity redistribution for AWG-STAR, and its scalability evaluation of AWG-STAR and enhancement, (2) a cost-effective temperature sensing system using LPFG and inexpensive optical transceivers for Ethernet, and its demonstration.

研究分野：情報通信システム

キーワード：センサネットワーク AWG 長周期ファイバグレーティング LPFG

1. 研究開始当初の背景

情報通信基盤の大容量化や、IP (Internet Protocol) の世界的普及によってネットワークの高速化・高機能化が急速に進展しており、高精細動画配信などに代表されるリッチコンテンツの情報流通が実現しつつある。また、IoT (Internet of Things) 関連技術の登場に伴い、センサネットワークに代表される利用者からプロバイダ方向への情報提供機構の発展も顕著である。一方で、センサネットワークの基盤の一つとして有力視される光アクセスネットワークには、高速・大容量化に加えて省コスト化技術の確立など解決すべき課題がある。

2. 研究の目的

省コストを維持しつつ、トラフィック需要に応じた情報通信容量の再配分機能などの優位性を有するセンサネットワーク基盤のあり方を提案すること、これを実現するための基礎技術を蓄積することが本研究の目的である。基盤ネットワークとして、光多重波長ルーティング機能を持つ AWG (Arrayed Waveguide Grating) を用いる波長パスフルメッシュネットワークを構築して、これに光スイッチを用いる波長パスの動的再配置、シングルボードコンピュータと情報通信装置との連携、光ファイバセンシングデバイスと光ネットワークとの融合技術などを蓄積し、新規性の高い技術を提案・実証するとともに、多種多様なセンシングデバイスを組み込むことを可能とするプラットフォームの実現を目指す。

3. 研究の方法

(1) 多重波長ループバック型 AWG-STAR ネットワーク

省コストと高機能のトレードオフが重要視される LAN (Local Area Network) の分野において、最新のイーサネットに AWG と安価な光スイッチなどの光デバイスを導入して、省コスト性を維持しつつ高機能であるセンシングデバイスプラットフォームについて研究する。具体的には、ネットワーク管理者向け波長パスの再配置に関する計算手法とこれを導入したアプリケーションの構築、遠隔制御システムの構築、AWG-STAR ネットワークのスケラビリティ評価などがあげられる。

(2) 光ファイバセンサと情報通信ネットワークとの融合

センシングデバイスとして、光ファイバセンサの一種である長周期フィアバグレーティング (Long-period fiber grating : LPFG) について研究を行う。光ファイバセンサは、センサ部に電源が不要、電磁干渉、遠隔モニタリングが可能、光ファイバ母材の石英が高い安定性を有するため過酷な環境でも使用可能、と従来の電気式センサに対して優位点を持つが、センシングシステムの低コスト化など課題がある。光ファイバ自体は安価であるもののセンサシステムの構成要素である光源と受光器が一般的に非常に高価であるため、AWG-STAR ネットワークで使用される安価な光部品と LPFG を組み合わせることで省コスト化する手法、センシングシステムの高機能化、LPFG の性能評価などについて研究する。

4. 研究成果

(1-a) 行列表現を用いた多重波長ループバック型 AWG-STAR ネットワークの波長パス計算法

多重波長ループバック型 AWG-STAR ネットワークとは、図 1 に示すような安価な光スイッチを用いることにより従来の AWG-STAR ネットワークでは困難であった波長パスの動的再配置と低コスト化を可能とするものである。波長パスの動的再配置により変動するトラフィック需要に対して、無駄のない波長パストポロジーを形成することができることに加えて、余剰設備投資を抑制できるため結果としてネットワーク構築・運用コストを低減できる。図 1 の中で使用されている略語は次のとおり、AWGR は AWG ルータ、OSW は光スイッチ、MUX は波長多重、DEMUX は波長分離、L3SW はレイヤ 3 スイッチを意味する。また、 C_{Pr} は光スイッチの内部接続状態の一つで、AWG から送信された光信号をパススルーして当該ノードに取り込む機能を発揮する。一方で、 C_{Lb} は光信号を AWG ヘループバックさせて結果的に隣接ノードへ転送させる効果を発揮する。多重波長ループバック型 AWG-STAR ネットワークにおける通信ノードが多くなると、波長パストポロジーは複雑化し、管理が困難となる。これを解決するために、管理者向けに管理負荷を軽減することを目的として、数学的な行列表現を用いた波長パストポロジーの計算手法を提案した。また、波長パストポロジーだけでなく波長パス経路における経由ノードや蓄積光損失量、許容受光量を考慮に入れて計算できるように計算手法を発展させた。さらに、提案手法を組み込んだ管理者向けアプリケーション

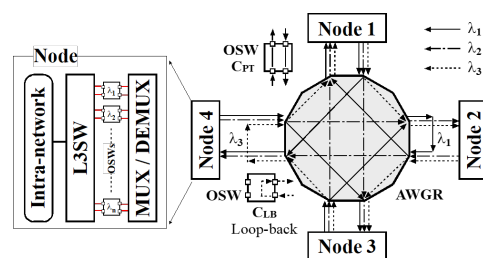


図 1 多重波長ループバック型 AWG-STAR ネットワーク

ンを実際に構築してその有効性を明らかにした。

(1-b) 多重波長ループバック型 AWG-STAR ネットワークの遠隔制御システム

波長パスの再配置は、光スイッチの内部接続状態を変更することで実行できる。光スイッチは数多くネットワーク内に配置されているため手動での制御は困難である。このため管理者ノードから光スイッチを遠隔制御できるシステムを構築した。図 2 に示すとおり、電子回路上に光スイッチを実装してシングルボードコンピュータ (Raspberry Pi) と接続し、シングルボードコンピュータに通信機能を実装して、ネットワーク上のパケット交換装置と連動させることで管理者からの遠隔制御を可能とした。図 2 の中で使用されている略語の OADM は光アッドドロップマルチプレクサを意味しており、図 1 における MUX/DEMUX と同じ機能を有する。実際に AWG-STAR ネットワークを構築して、本システムの動作検証を行い適切に動作することを確認した。さらに、波長パスの再配置に必要な時間が約 0.3 秒であることを明らかにした。

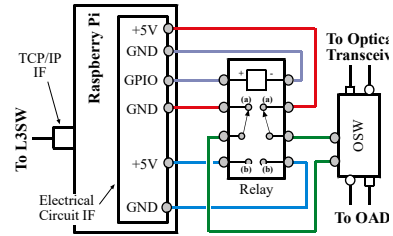


図 2 光スイッチとシングルボードコンピュータの接続

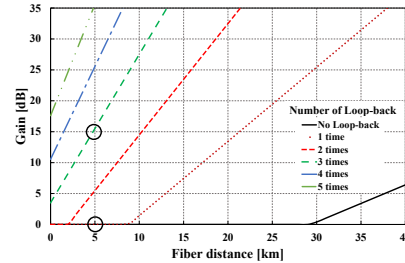


図 3 多重波長ループバック型 AWG-STAR のスケラビリティ評価

(1-c) 多重波長ループバック型 AWG-STAR ネットワークのスケラビリティ

センシングデバイスプラットフォームとして、多重波長ループバック型 AWG-STAR ネットワークがどの程度の規模のネットワークに適用できるのかを明らかにするためにスケラビリティに関する評価を行った。波長パスの再配置機能の柔軟性の向上にはループバック回数の上限の増加が必要であり、図 3 に示すとおりループバック上限数ごとのノード間距離と光増幅量の関係を求めた。また、図 4 に示すような多重波長ループバック型 AWG-STAR ネットワークを実際に構築して、これに光増幅器を導入してすることで多重波長ループバック型 AWG-STAR ネットワークの適用規模を拡大できることを実証した。

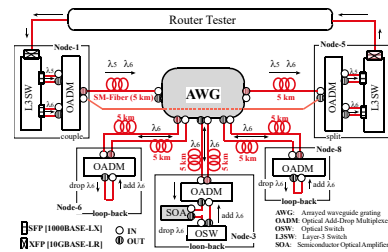


図 4 実証実験用ネットワーク

(2-a) LPFG の温度センシング性能

温度センシングデバイスとして、LPFG を採用した。本研究では、LPFG を炭酸ガスレーザにより作製している。光ファイバに対する炭酸ガスレーザ光の露光方法や、露光時における光ファイバに負荷する張力量の影響について調査した。これらの手法は、LPFG を 1 本の光ファイバに多重して作製する多点温度センシングデバイスの構築に大きく貢献した。具体的には、露光方法として広線幅 LPFG 書き込み法を提案した。この手法を用いることで、LPFG の光損失スペクトラムの共振ピークの波長を調整できることを明らかにした。また、張力負荷によって、LPFG の光損失スペクトラムの共振ピークの損失量を調整できることも明らかにした。さらに、高温環境下において LPFG が测温抵抗体の国際規格 IEC6075 の C クラス相当の性能を維持できる時間限界について調査した。図 5 に示すとおり、900°C 以上では性能を維持することはできず、約 800°C で 3.1 時間、約 700°C で 7.7 時間、約 600°C で 20.2 時間、約 500°C で 24.1 時間、約 400°C で 144.2 時間であることを明らかにした。

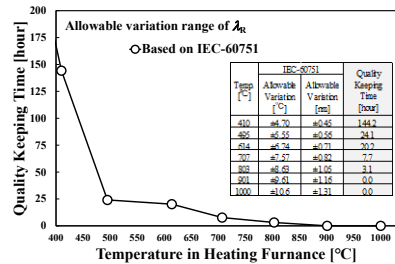


図 5 高温環境下における LPFG の温度センシング評価

(2-b) Ethernet 基盤型 LPFG 温度センシングシステム

LPFG を含む光ファイバセンサは電気式センサと比べて優れた特徴を有しているが、光ファイバセンシングシステムを構成する機器が一般に高価であることが原因で、コストの観点から優位とならない場合がある。光ファイバセンシングシステムのさらなる社会実装の推進のためには、光ファイバセンシングシステムの全体の低コスト化が重要である。本研究では、低コスト化の一手法とし

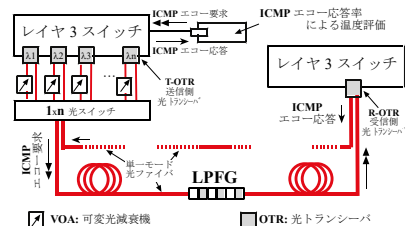


図 6 Ethernet 基盤型 LPFG 温度センシングシステム

て、一般的に高価とされる広帯域光源と光スペクトラムアナライザ (Optical spectrum analyzer : OSA) の代わりに、図 6 に示すような安価な Ethernet 用光トランシーバ (Optical transceiver : OTR) を用いた光ファイバ温度センシングシステムを提案した。結果的に、1 波長あたり約 100°C の温度範囲を測定誤差 $\pm 5^\circ\text{C}$ 程度で計測可能であることを明らかにした。さらに、提案システムの高機能化を目的として、光減衰器の減衰量を変更することで計測温度範囲を微調整できること、異なる出力波長の Ethernet 用光トランシーバを用いることで計測温度範囲を変更できること、図 7 に示すように複数波長の光トランシーバを同時に用いることで計測温度範囲を拡大できる可能性があること明らかにした。

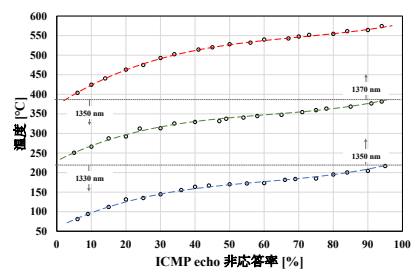


図 7 3 波長を用いた広範囲温度計測

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計10件（うち査読付論文 10件／うち国際共著 0件／うちオープンアクセス 2件）

1. 著者名 Kento Oyama, Minoru Yamaguchi, Osanori Koyama, Keigo Mino, Akihiro Imae, Ippei Tomo, Kanami Ikeda and Makoto Yamada	4. 巻 vol.18, no.2
2. 論文標題 Wavelength Path Management Applications for Reconfigurable Arrayed Waveguide Grating-STAR Network	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 International Journal of Innovative Computing, Information and Control	6. 最初と最後の頁 591-605
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.24507/ijicic.18.02.591	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Akihiro Imae, Osanori Koyama, Ippei Tomo, Minoru Yamaguchi, Kanami Ikeda and Makoto Yamada	4. 巻 vol.18, no.3
2. 論文標題 Low-Cost Network Control System Based on Software-Defined Networking over World Wide Web Using Single-Board Computer	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 International Journal of Innovative Computing, Information and Control	6. 最初と最後の頁 755-767
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.24507/ijicic.18.03.755	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Akihiro Imae, Osanori Koyama, Keigo Mino, Ippei Tomo, Minoru Yamaguchi, Kento Oyama, Kanami Ikeda and Makoto Yamada	4. 巻 vol.17, no.5
2. 論文標題 Cost-Effective Router/Switch Control System Based On Software-Defined Networking Over World Wide Web	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 International Journal of Innovative Computing, Information and Control	6. 最初と最後の頁 1617-1627
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.24507/ijicic.17.05.1617	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Keigo Mino, Akihiro Imae, Osanori Koyama, Ippei Tomo, Minoru Yamaguchi, Kento Oyama, Kanami Ikeda, Makoto Yamada	4. 巻 vol.13, no.2
2. 論文標題 Event-driven Remote Configuration Function in Cost-effective Router/Switch Control Systems Based on Software-defined Networking Using IoT Devices	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 ICIC Express Letters, Part B: Applications	6. 最初と最後の頁 145-153
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.24507/icicelb.13.02.145	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Minoru Yamaguchi, Osanori Koyama, Kanami Ikeda and Makoto Yamada	4. 巻 vol.16, no.6
2. 論文標題 Calculation method for wavelength path planning in arrayed waveguide grating - star network	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 International Journal of Innovative Computing, Information and Control	6. 最初と最後の頁 1959-1971
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.24507/ijicic.16.06.1959	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Takumi Niihara, Osanori Koyama, Yudai Tomioka, Seiya Aso, Yuki Ogura and Makoto Yamada	4. 巻 vol.14, no.4
2. 論文標題 Calculation method for wavelength path with transit nodes and its accumulated optical loss in AWG-STAR network with loopback function	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 International Journal of Innovative Computing, Information and Control	6. 最初と最後の頁 1253-1265
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.24507/ijicic.14.04.1253	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Toshinori Murakami, Osanori Koyama, Akihiro Kusama, Matsui Matsui and Makoto Yamada	4. 巻 vol.15, no.23
2. 論文標題 Loss peak adjustment of long period fiber grating fabricated with CO2 laser by applying tension	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 IEICE Electronics Express	6. 最初と最後の頁 1-7
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1587/elex.15.20180844	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている(また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Osanori Koyama, Makoto Matsui, Takuro Kagawa, Yuta Suzuki, Kanami Ikeda, and Makoto Yamada	4. 巻 vol.58, issue9
2. 論文標題 Low-cost optical fiber temperature-sensing system employing optical transceivers for Ethernet and long-period fiber grating	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Applied Optics	6. 最初と最後の頁 2366-2371
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1364/AO.58.002366	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Takashi Kojima, Osanori Koyama, Hiroaki Maruyama, Takumi Niihara, Yudai Tomioka and Makoto Yamada	4. 巻 vol.13, no.3
2. 論文標題 Remote Control of Optical Switches for Wavelength Path Relocation in AWG-STAR Networks	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 International Journal of Innovative Computing, Information and Control	6. 最初と最後の頁 783-795
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.24507/ijicic.13.03.783	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Osanori Koyama, Minoru Yamaguchi, Hiroaki Maruyama, Takumi Niihara, Makoto Yamada	4. 巻 vol.11, no.2
2. 論文標題 Performance Evaluation on Wavelength Path Relocation via Node-side Control in AWG-STAR Network	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 ICIC Express Letters	6. 最初と最後の頁 301-308
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計41件 (うち招待講演 0件 / うち国際学会 10件)

1. 発表者名 A. Imada, N. Kanzaki, O. Koyama, Y. Suzuki, Y. Nagatani, K. Ikeda, M. Yamada
2. 発表標題 Temperature Measurement Range Changeability of Ethernet-based Optical Fiber Sensing System Using an Optical Attenuator
3. 学会等名 The 26th OptoElectronics and Communications Conference (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 A. Imae, O. Koyama, I. Tomo, M. Yamaguchi, K. Ikeda, M. Yamada
2. 発表標題 Cost-effective SDN system using single board computer
3. 学会等名 The 6th International Symposium on Extremely Advanced Transmission Technologies (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 神崎菜奈, 今田忠樹, 小山長規, 長谷勇輝, 池田佳奈美, 山田誠
2. 発表標題 Ethernet基盤型温度センシングシステムにおける光減衰器による計測範囲の可変性
3. 学会等名 令和3年度電気関係学会関西連合大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 長谷勇輝, 小山長規, 今田忠樹, 神崎菜奈, 池田佳奈美, 山田誠
2. 発表標題 Ethernet基盤型温度センシングシステムにおける光カプラを用いた計測範囲の拡大
3. 学会等名 令和3年度電気関係学会関西連合大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 長谷勇輝, 鈴木裕太, 小山長規, 今田忠樹, 七瀨章吾, 成宮慶, 池田佳奈美, 山田誠
2. 発表標題 シングルボードコンピュータを用いた光IPネットワーク基盤型温度センシングシステム
3. 学会等名 電子情報通信学会研究会 光ファイバ応用技術研究会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 七瀨章吾, 長谷勇輝, 成宮慶, 小山長規, 今田忠樹, 池田佳奈美, 山田誠
2. 発表標題 光スイッチを用いたEthernet基盤型センシングシステムによる高温度計測
3. 学会等名 電子情報通信学会関西支部学生会第26回学生会研究発表講演会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 岩崎悠斗, 今江章裕, 小山長規, 塘一平, 池田佳奈美, 山田誠
2. 発表標題 OpenFlow搭載型シングルボードコンピュータを用いた ネットワーク設定機能の冗長性とその実験的検証
3. 学会等名 電子情報通信学会関西支部学生会第26回学生会研究発表講演会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 成宮慶, 長谷勇輝, 七瀧章吾, 小山長規, 今田忠樹, 池田佳奈美, 山田誠
2. 発表標題 光カプラを用いたEthernet基盤型センシングシステムの計測温度範囲の拡大
3. 学会等名 電子情報通信学会関西支部学生会第26回学生会研究発表講演会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 A. Imae, K. Mino, O. Koyama, K. Oyama, M. Yamaguchi, K. Ikeda, M. Yamada
2. 発表標題 Router Control Function Using IoT Device Supported OpenFlow Switch in IP over AWG-STAR Network
3. 学会等名 The 25th OptoElectronics and Communications Conference (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 今田忠樹, 小山長規, 鈴木祐太, 池田佳奈美, 山田誠
2. 発表標題 光減衰器を用いたEthernet型温度センシングシステムの計測温度範囲の調整
3. 学会等名 令和2年度電気関係学会関西連合大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 今江章裕, 小山長規, 美濃恵伍, 大山健人, 山口秀, 池田佳奈美, 山田誠
2. 発表標題 IoT デバイスを用いたWeb-based OpenFlow 型ネットワーク設定システム
3. 学会等名 令和2年度電気関係学会関西連合大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Y. Ogura, O. Koyama, M. Yamaguchi, Y. Tomioka, S. Aso, K. Ota, K. Ikeda, and M. Yamada
2. 発表標題 Experimental Demonstration of Wavelength Path Relocation Using Semiconductor Optical Amplifier Unit in AWG-STAR with Loop-back Function
3. 学会等名 The 5th International Symposium on Extremely Advanced Transmission Technologies (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 K. Minou, S. Aso, O. Koyama, M. Yamaguchi, Y. Tomioka, Y. Ogura, K. Ikeda, M. Yamada
2. 発表標題 OpenFlow-based Remote Control of Optical Switch Employing IoT Device in AWG-STAR with Loop-back Function
3. 学会等名 The 24th OptoElectronics and Communications Conference (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 鈴木裕太, 小山長規, 松井惇, 香川琢郎, 池田佳奈美, 山田誠
2. 発表標題 Ethernet用光トランシーバを用いる温度センシングシステムに適したLPFGの作製パラメータ
3. 学会等名 光ファイバ応用技術研究会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 美濃恵伍, 小山長規, 山口秀, 麻生誠也, 小倉佑紀, 大山健人, 池田佳奈美, 山田誠
2. 発表標題 OpenFlowスイッチ搭載型IoTデバイスによるネットワーク設定機能
3. 学会等名 令和元年電気関係学会関西連合大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 大山健人, 小倉佑紀, 小山長規, 山口秀, 麻生誠也, 美濃恵伍, 池田佳奈美, 山田誠
2. 発表標題 波長ループバック機能によるAWG-STARの波長バスポロジェー変更の実証実験
3. 学会等名 令和元年電気関係学会関西連合大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 鈴木裕太, 小山長規, 池田佳奈美, 山田誠
2. 発表標題 Ethernet型温度センシングシステムの波長選択による対象温度範囲の可変性
3. 学会等名 令和元年電気関係学会関西連合大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 今江章裕, 小山長規, 美濃恵伍, 大山健人, 山口秀, 池田佳奈美, 山田誠
2. 発表標題 OpenFlow搭載型IoTデバイスによるウェブベースネットワーク設定機能
3. 学会等名 電子情報通信学会関西支部学生会第25回学生会研究発表講演会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 柴田滉平, 小山長規, 鈴木裕太, 池田佳奈美, 山田誠
2. 発表標題 Ethernet 型温度センシングシステムの波長追加による対象温度範囲の拡大
3. 学会等名 電子情報通信学会関西支部学生会第25回学生会研究発表講演会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 S. Aso, Y. Tomioka, O. Koyama, T. Niihara, Y. Ogura, M. Yamada
2. 発表標題 Web-based Remote Management System for Optical Switch in AWG-STAR with Loopback Function
3. 学会等名 The 23th OptoElectronics and Communications Conference (OECC) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 M. Matsui, O. Koyama, A. Kusama, T. Murakami, M. Yamada
2. 発表標題 Temperature-Sensing System Employing Long-period Fiber Grating in Optical IP Network
3. 学会等名 The 23th OptoElectronics and Communications Conference (OECC) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 松井惇, 小山長規, 香川琢郎, 鈴木裕太, 池田佳奈美, 山田誠
2. 発表標題 光IPネットワークに組込んだLPFGを用いたICMP Echo応答性による温度センシング
3. 学会等名 光ファイバ応用技術研究会 (OFT研究会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 麻生誠也, 新原拓海, 小山長規, 富岡侑大, 小倉佑紀, 池田佳奈美, 山田誠
2. 発表標題 多重波長ループバック型AWG-STARの波長パスとその累積光損失の算出法
3. 学会等名 平成30年電気関係学会関西連合大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 小倉佑紀, 小山長規, 太田和哉, 富岡侑大, 麻生誠也, 池田佳奈美, 山田誠
2. 発表標題 SOAユニット遠隔制御システムによる多重波長ループバック型AWG-STARの波長パス再配置性能の向上
3. 学会等名 平成30年電気関係学会関西連合大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 鈴木裕太, 小山長規, 松井惇, 香川琢郎, 池田佳奈美, 山田誠
2. 発表標題 光IPネットワークベース型温度センシングシステムに適したLPFGの作製パラメータの検討
3. 学会等名 電子情報通信学会関西支部学生会第24回学生会研究発表講演会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 美濃恵伍, 小山長規, 小倉佑紀, 麻生誠也, 大谷祐司, 池田佳奈美, 山田誠
2. 発表標題 IoTデバイスによるネットワーク装置へのSDN対応機能の追加
3. 学会等名 電子情報通信学会関西支部学生会第24回学生会研究発表講演会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Yudai Tomioka, Takashi Kojima, Osanori Koyama, Hiroaki Maruyama, Takumi Niihara, Makoto Yamada
2. 発表標題 Performance Evaluation of Wavelength Path Relocation With IoT Devices In AWG STAR Network
3. 学会等名 The 22th OptoElectronics and Communications Conference (OECC) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Makoto Matsui, Toshinori Murakami, Osanori Koyama, Syo Takasuka, Akihiro Kusama, Makoto Yamada
2. 発表標題 High Temperature Characteristic Of LPFG Fabricated With CO2 Laser Under Long term Heating
3. 学会等名 The 22th OptoElectronics and Communications Conference (OECC) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 富岡侑大, 小島貴志, 小山長規, 新原拓海, 山田誠
2. 発表標題 多重波長ループバック型AWG-STARのウェブベース光スイッチ制御システム
3. 学会等名 平成29年電気関係学会関西連合大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 新原拓海, 小山長規, 太田和哉, 富岡侑大, 山田誠
2. 発表標題 半導体光増幅器を用いた多重波長ループバック型AWG-STARのスケラビリティ向上
3. 学会等名 平成29年電気関係学会関西連合大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 松井惇, 小山長規, 草間章博, 村上隼典, 山田誠
2. 発表標題 LPFGと光トランシーバを用いた温度センシングシステム
3. 学会等名 平成29年電気関係学会関西連合大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 麻生誠也, 小山長規, 新原拓海, 富岡侑大, 小倉佑紀, 山田誠
2. 発表標題 多重波長ループバック型AWG-STARの遠隔制御を目的としたSDN対応型IoTデバイス
3. 学会等名 電子情報通信学会関西支部学生会第23回学生会研究発表講演会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 小倉佑紀, 小山長規, 太田和哉, 新原拓海, 富岡侑大, 麻生誠也, 山田誠
2. 発表標題 多重波長ループバック型AWG-STARのSOA遠隔制御システム
3. 学会等名 電子情報通信学会関西支部学生会第23回学生会研究発表講演会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 松井惇, 小山長規, 草間章博, 村上隼典, 山田誠
2. 発表標題 光トランシーバを用いた温度センシングに適したLPFGの作製
3. 学会等名 2018年電子情報通信学会総合大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Takumi Niihara, Minoru Yamaguchi, Osanori Koyama, Hiroaki Maruyama, Kazuya Ota, Makoto Yamada
2. 発表標題 Semiconductor Optical Amplifier in AWG-STAR Network with Wavelength Path Relocation Function
3. 学会等名 The 21th OptoElectronics and Communications Conference (OECC) (国際学会)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 村上隼典, 小山長規, 草間章博, 高須賀將, 山田誠
2. 発表標題 張力による損失ピーク調整法がCO2レーザー光照射型LPCGの温度特性に与える影響
3. 学会等名 平成28年電気関係学会関西連合大会
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 草間章博, 小山長規, 村上隼典, 高須賀將, 山田誠
2. 発表標題 CO2レーザー側面照射による共振波長調整法がLPCGの温度特性に与える影響
3. 学会等名 平成28年電気関係学会関西連合大会
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 新原拓海, 山口秀, 小山長規, 丸山弘明, 山田誠
2. 発表標題 多重波長ループバック型AWG-STARネットワークにおける波長パス再配置の行列表現
3. 学会等名 平成28年電気関係学会関西連合大会
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 富岡侑大, 小島貴志, 小山長規, 丸山弘明, 新原拓海, 山田誠
2. 発表標題 多重波長ループバック型AWG-STARの光スイッチ情報収集システム
3. 学会等名 電子情報通信学会 関西支部 学生会 第22回学生会研究発表講演会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 松井惇, 小山長規, 高須賀將, 草間章博, 村上隼典, 山田誠
2. 発表標題 広線幅書き込み法を用いたCO2レーザー光照射型LPGFの温度特性
3. 学会等名 電子情報通信学会 関西支部 学生会 第22回学生会研究発表講演会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 小島貴志, 小山長規, 丸山弘明, 新原拓海, 富岡侑大, 山田誠
2. 発表標題 多重波長ループバック型AWG-STARにおける波長パス再配置のための遠隔制御システム
3. 学会等名 電子情報通信学会 2017年総合大会
4. 発表年 2017年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
---------------------------	-----------------------	----

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8 . 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------