



2024 年 9 月 20 日

報道関係者各位

慶應義塾大学

次世代車載光通信方式の実証研究にて伝送実験に成功 ー完全自動運転を支える高速車載光通信方式ー

慶應義塾大学理工学部電気情報工学科の津田裕之教授、久保亮吾教授は、東京大学、大阪大学、古河電気工業株式会社らを含む 4 機関と共同で、高度自動運転に必要な次世代の車載ネットワークアーキテクチャであるセントラル&ゾーン方式に対応し、高信頼、低伝送遅延の車載光ネットワーク「SiPhON : Silicon Photonics-based in-vehicle Optical Network」のコンセプト実証実験を行い、50Gb/s のデータ伝送システムのデモンストレーションを行う成果を得ました。

1. 本研究のポイント

- ・完全自動運転の基盤となる、シリコンフォトニクス素子（※1）を利用した 100Gb/s の伝送容量を持つ高信頼車載光ネットワーク SiPhON を提案しました。
- ・シリコンフォトニクスモジュール、光ファイバー・電源線一括配索ハーネス、複数の 4K カメラ、Lidar、レーダを実装した原理確認システムを構築し、動作検証に成功しました。

2. 研究背景

高度自動運転の実現には、搭載するカメラやセンサ等の電子機器の増大に対応した大容量かつ低遅延な車載ネットワークが不可欠です。さらには、耐環境性や電磁両立性性能、信頼性などの車特有の極めて厳しい要求条件をクリアする必要があります。本研究では、信頼性の高いシステムを実現するため、中核機能を担うセントラル ECU（Electrical Control Unit）のマスター装置にのみ半導体レーザを搭載し、車を区画毎に統括するゾーン ECU のゲートウェイ装置には、シリコンフォトニクス集積技術による変調器／受信器を搭載して、その間を石英シングルモード光ファイバーで接続する通信方式（以下、SiPhON）を提案し、実証研究を進めていました。

3. 研究内容・成果

SiPhON は、50 Gb/s 以上の伝送容量を持つデータ伝送用ネットワーク（D-plane）と制御信号伝送用ネットワーク（C-plane）からなる物理層を備え、伝送路と光源の二重化による冗長性を有し、シリコンフォトニクス技術を利用して低コストに高信頼性を得る構成です（図 1）。マスター装置から送信された光は、各ゲートウェイ装置で透過、受信、あるいは、変調して出力され、再び、マスター装置に帰還して受信されます。電気回路部では誤り訂正処理やリンク確立などに向けた制御信号やプロトコル、上位 Layer とのインタフェースが実装されます。セントラル ECU とゾーン ECU は、イーサネットに対応したインタフェースを有し、ECU 間の伝送容量を可変して、柔軟なトラフィック制御が可能です。SiPhON の構成によるシステム信頼性は高く、100Gb/s の容量において MTTF（Mean Time To Failure、※2）が 50 年以上になります。新規に開発した光ファイバーと電源線の一括配線を適用することにより、シンプルな配索を可能としながら伝送速度 50Gb/s 以上の高速通信に対応し、100Gb/s 以上の容量に拡張可能です。

さらに車載ネットワークを模擬した大容量車載光ネットワーク原理実証システムを構築しました（図 2）。マスター装置と 4 台のゲートウェイ装置間で 2 台の 4K カメラの映像信号（各 10Gb/s）と周辺監視レーダおよび Lidar の低速データを同時に伝送し、低遅延なエラーフリー伝送を実証しました。4K カメラで取得された情報は、SiPhON を介して画像処理装置に伝送され、物体・交通標識を認識した結果がリアルタイムで表示されます。また、実証システムには、本研究で開発された、シ

リコンフォトニクス素子（図3）、光ファイバー・電源線一括配索ハーネス（図4、FASPULS® Flexible Automotive Signal and Power Unified Line System）を搭載し、動作実証に成功しました（「FASPULS」は日本における古河電気工業株式会社の登録商標です）。

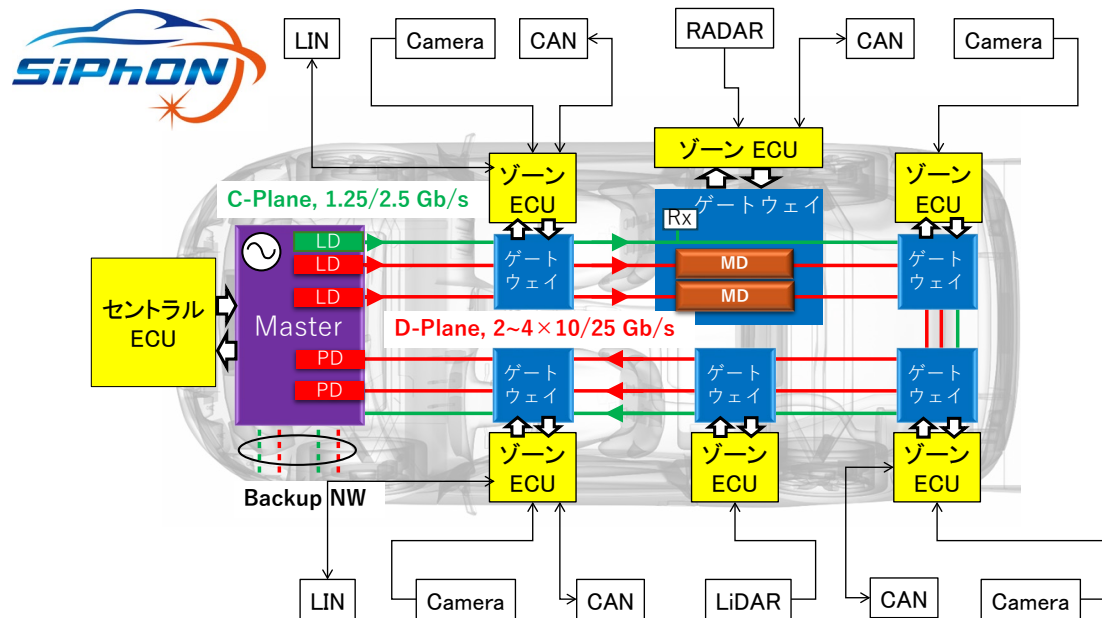


図1 SiPhON(Silicon Photonics-based in-vehicle Optical Network)の構成

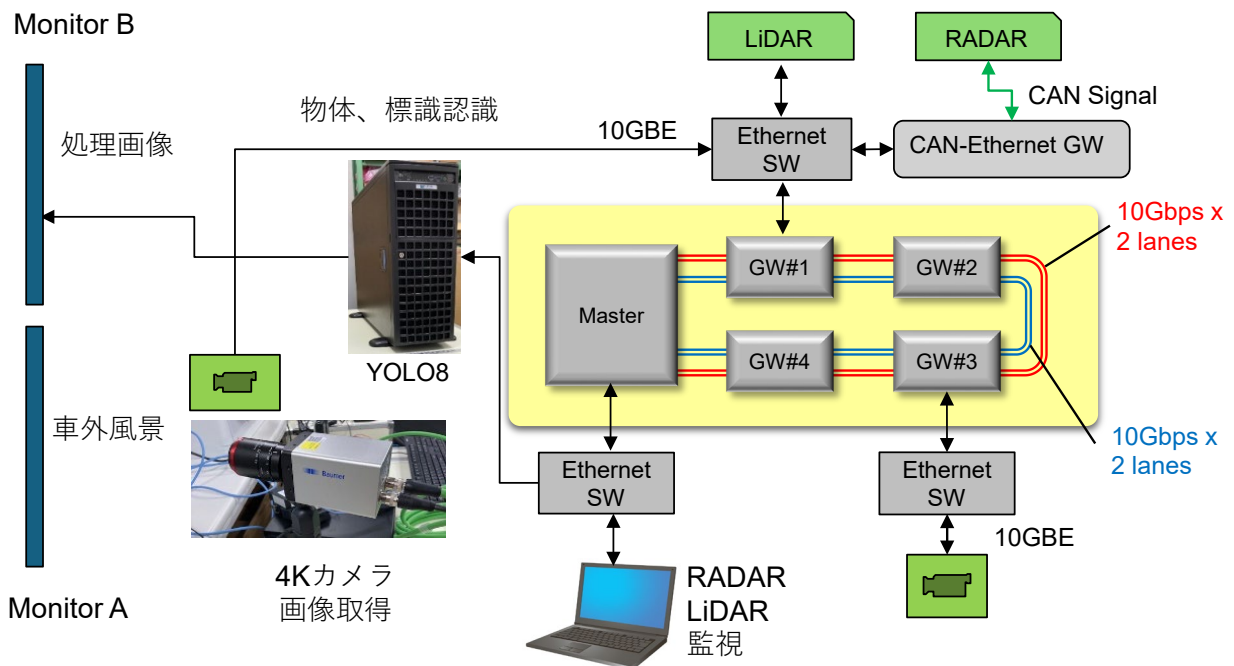


図2 大容量車載光ネットワーク原理実証システム

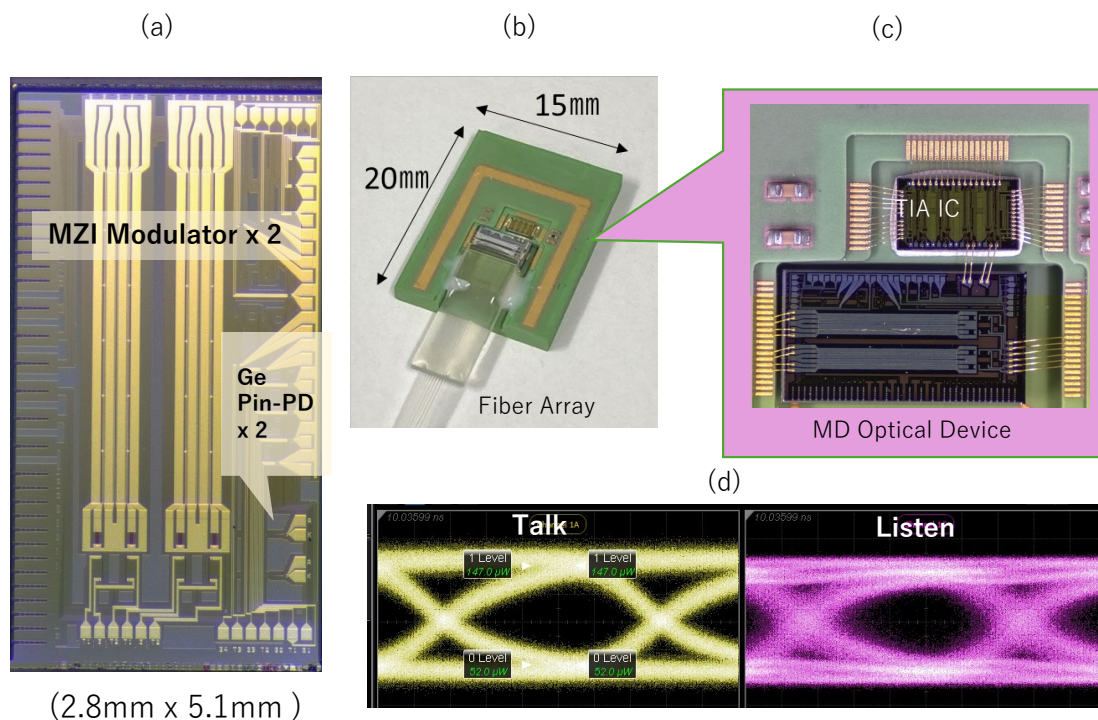


図3 (a)シリコンフォトニクスMD光回路、(b)光モジュール、(c)光モジュール拡大図、
(d) 10Gb/s 光変調波形、電気受信波形

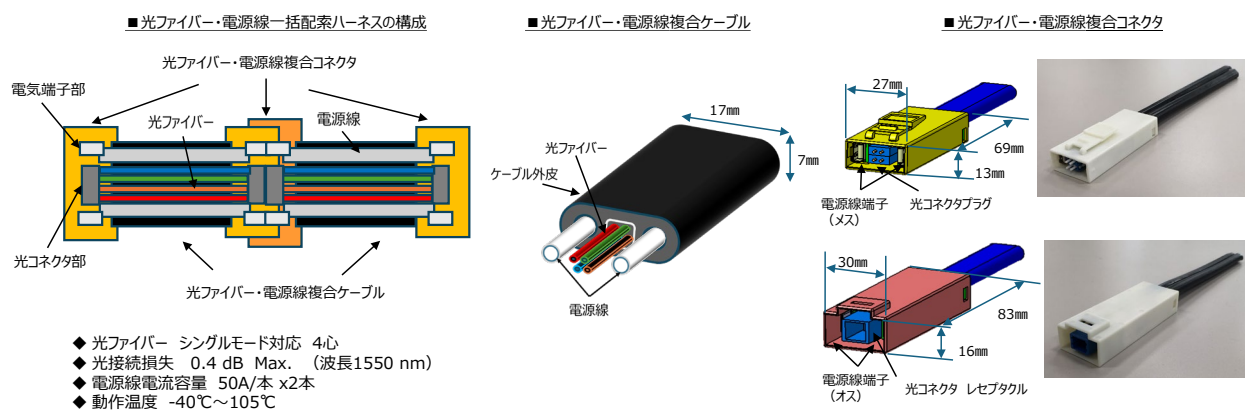


図4 光ファイバー・電源線一括配索ハーネス (FASPULS®)

4. 今後の展開

今後も完全自動運転車両への実装を目指し、より高速かつ高信頼で拡張性の高いシステムとして研究開発を進めていきます。これにより、自動運転システムやコネクテッドサービスの進化が期待できます。なお、本成果を 2024 年 9 月 22 日～26 日にフランクフルトで開催される ECOC2024 にて発表します。

<謝辞>

本研究開発は、令和 2 年度～令和 5 年度 国立研究開発法人情報通信研究機構（NICT（エヌアイシー）） 委託研究（#21801）「高度自動運転に向けた大容量車載光ネットワーク基盤技術の研究開発」にて実施されたものです。委託研究の共同研究者各位に感謝いたします。

<参考文献>

高橋亮、岩瀬正幸、津田裕之、“車載光ネットワークの最新動向,” 電子情報通信学会誌、Vol. 107 No.2, P127-134, (2024).

Hiroyuki Tsuda, et al., “Proposal for a Highly Reliable In-Vehicle Optical Network: SiPhON (Si-Photonics-Based In-Vehicle Optical Network),” International Conference on Photonics in Switching and Computing 2022, TuP-F-2, Toyama, July 3-6, Japan (2022).

<原論文情報>

Hiroyuki Tsuda, et al., “Demonstration of a Highly Reliable Si-Photonics-Based In-Vehicle Optical Network (SiPhON) for Autonomous Driving,” 50th European Conference on Optical Communications (ECOC2024), W2A.117, Frankfurt, Sept. 22-26, Germany (2024).

<用語説明>

※1 シリコンコアと SiO₂ クラッドで構成される光導波路をベースとする光回路。レーザと電子回路が集積された光電融合回路の研究開発が隆盛。

※2 装置が稼働してから故障するまでの平均時間。

※ご取材の際には、事前に下記までご一報くださいますようお願い申し上げます。

※本リリースは文部科学記者会、科学記者会、各社科学部等に送信させていただいております。

・研究内容についてのお問い合わせ先

慶應義塾大学 理工学部 電気情報工学科 教授 津田 裕之（つだ ひろゆき）

TEL : 045-566-1627 E-mail : tsuda@elec.keio.ac.jp

・本リリースの配信元

慶應義塾広報室（増田）TEL : 03-5427-1541 FAX : 03-5441-7640

E-mail : m-pr@adst.keio.ac.jp <https://www.keio.ac.jp/>