

課題237

完全自動運転のための
高性能かつ高信頼な
車載光ネットワーク基盤技術の研究開発

2024年6月12日

ネットワーク研究所

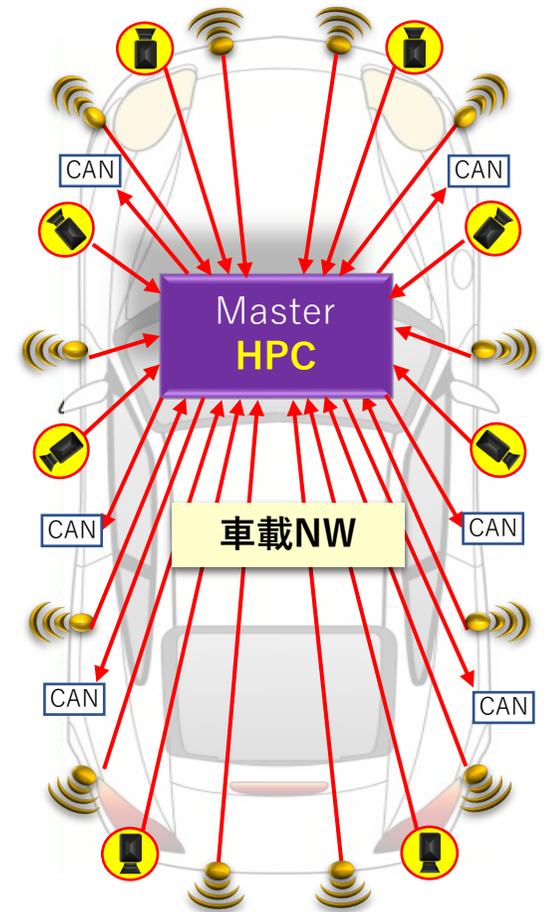
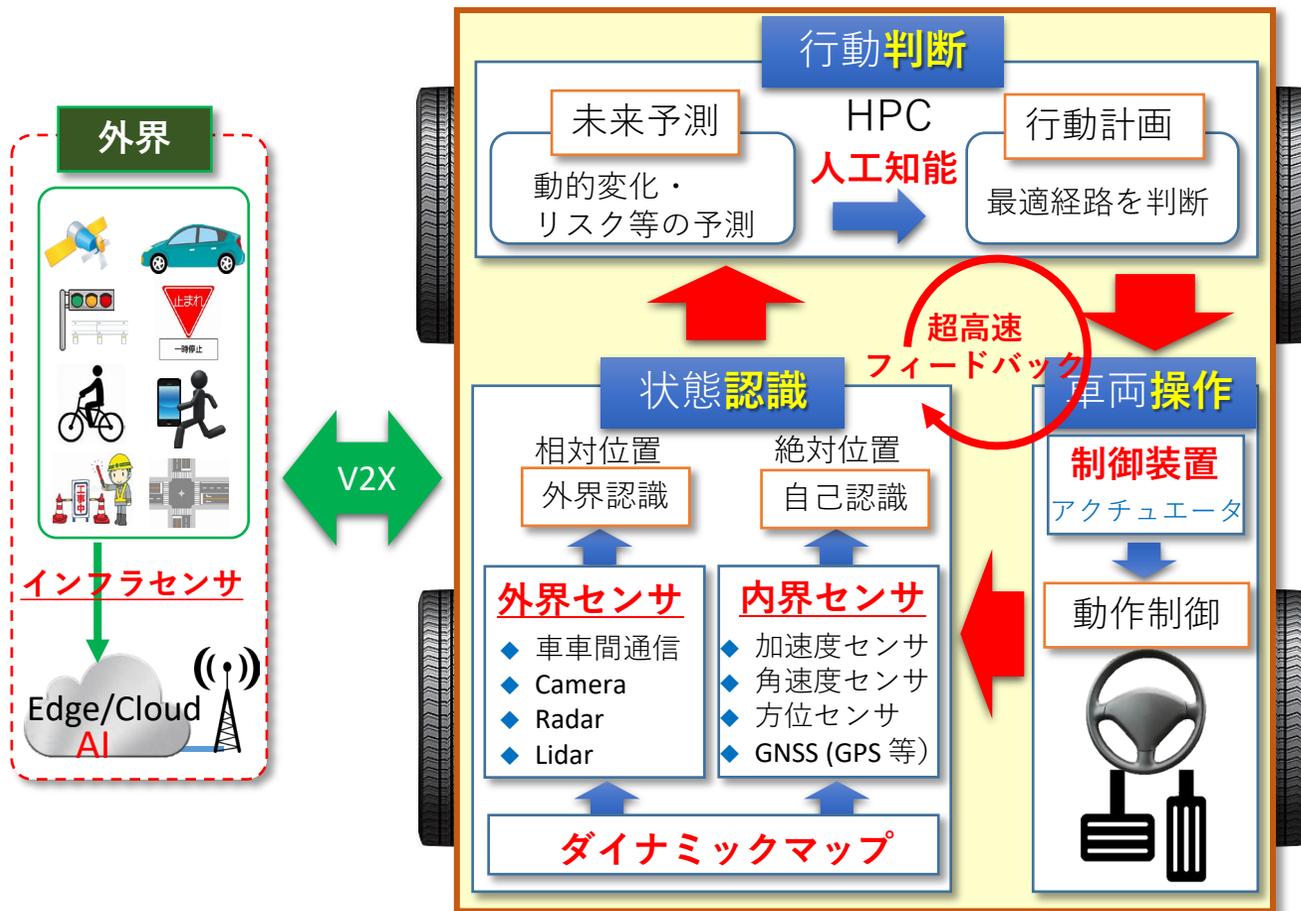


国立研究開発法人
情報通信研究機構

はじめに

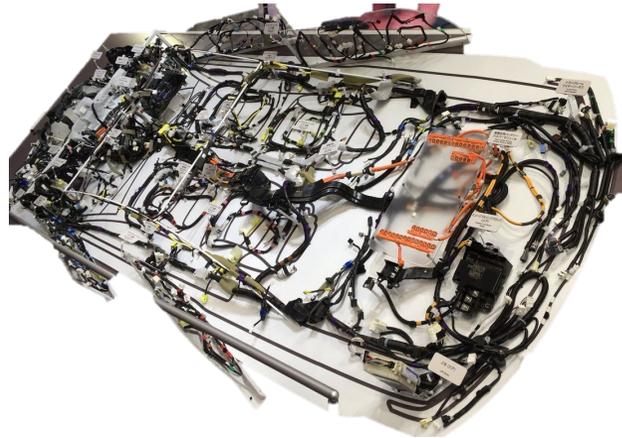
完全自動運転のための車載ネットワークとは

「認識」→「判断」→「操作」における超高速データ伝送基盤



全ての情報をHPCに集約

ゾーン分割型アーキテクチャ



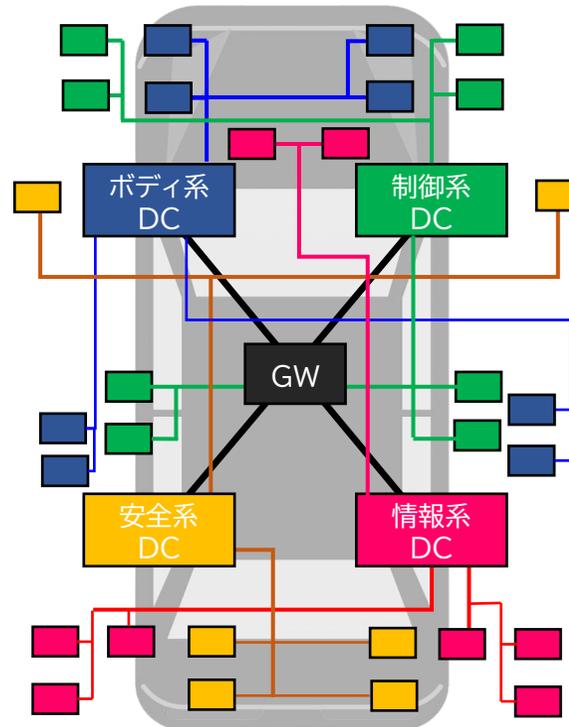
課題

- ◆ ネットワーク帯域不足
- ◆ 遅延時間の増大
- ◆ ハーネスの重量化
- ◆ EMI雑音の増大
- ◆ 消費電力の増大

ドメイン分割型

Level 2-3

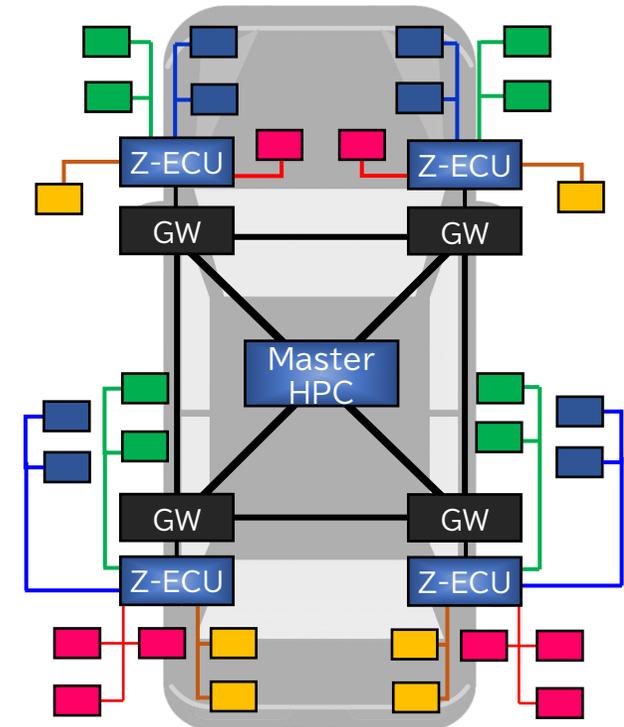
運転アシスト



ゾーン分割型

Level 4-5

高度/完全自動運転



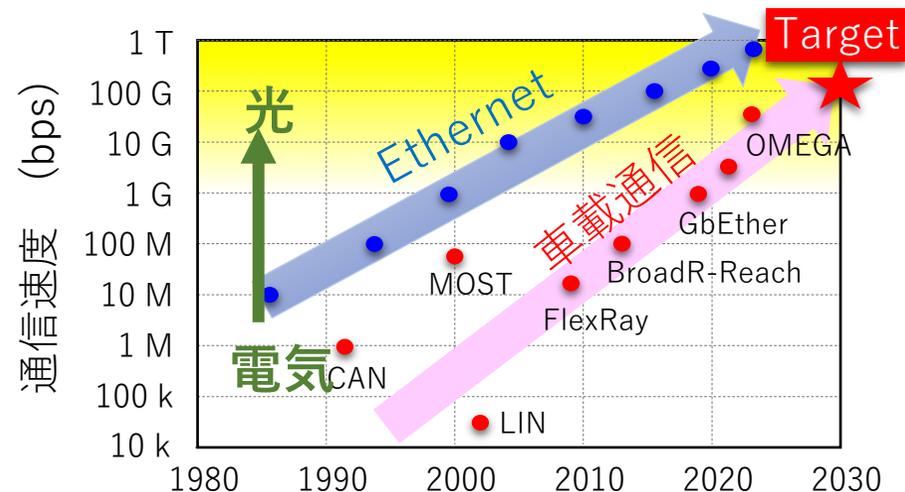
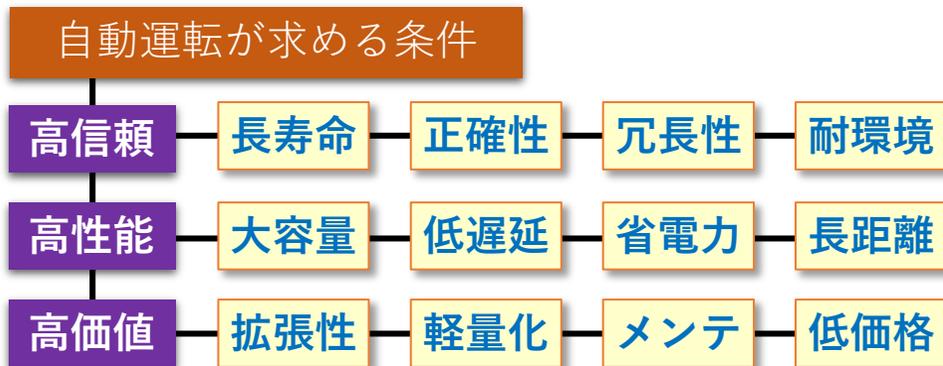
多数の4Kカメラ等が接続

ゾーン分割型構成では、大容量の非対称通信ネットワークが不可欠

- GW ⇒ Master : 100Gbps
- Master ⇒ GW : ~1 Gbps

研究の目的・外部動向

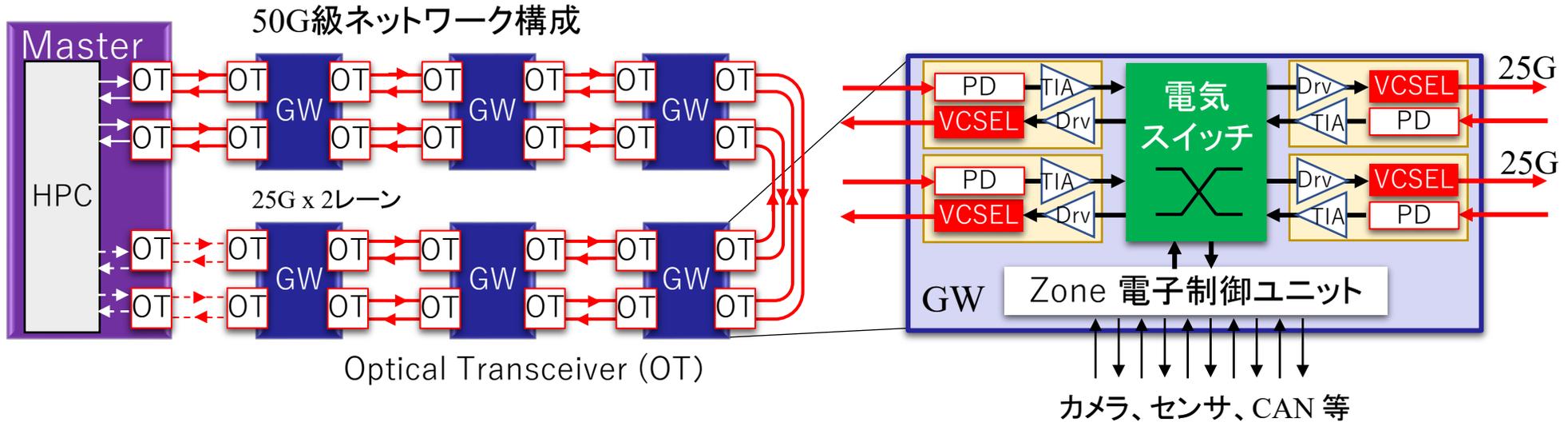
革新的な車載光ネットワークを創出し、下記課題を解決することで、完全自動運転を支える、「高性能かつ高信頼な **1/10分割型** 車載光ネットワーク」の基盤技術を開発する



様々な高速車載通信規格

規格	Electrical				Optical	
	MIPI A-PHY	ASA	PCIe	IEEE802.3cy (B10G)	IEEE802.3cz (OMEGA)	IEEE802.3dh (GI-POF)
伝送速度 (Gbps/lane)	16	32	64	25	25/50	25
変調方式	PAM16	PAM4	PAM4	PAM4	NRZ/PAM4	NRZ
ケーブル	同軸/STP	同軸/STP	同軸	STP	石英MMF	GI-POF
伝送距離(m)	15/10	-	5~7	11	40	15

B10GおよびOMEGAが2023年に標準化



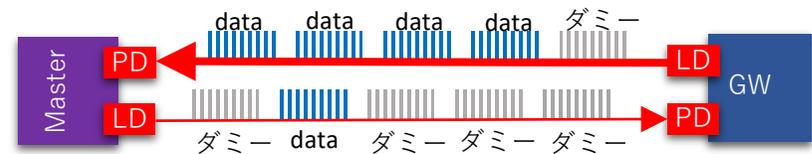
課題 1

高温環境下で大量の光トランシーバ (VCSEL) を使用

- ◆ 10°C上昇で寿命は半減
- ◆ 高速化 ⇒ 寿命が激減
- ◆ サージ・静電気に極めて弱い



- 故障率の増大
- 非効率な非対称通信



課題 2

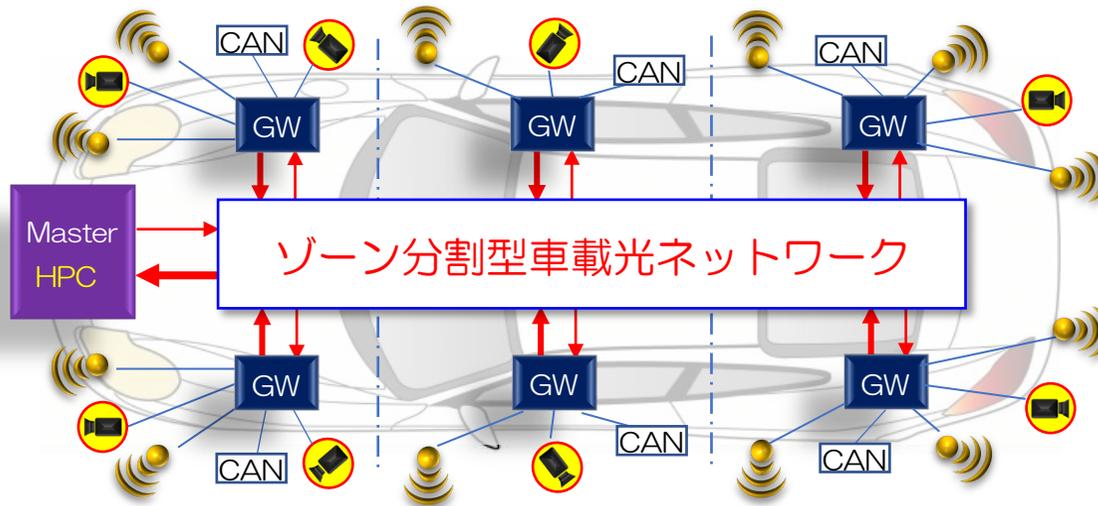
電気スイッチを多段に経由

- ・ OEO変換の繰り返し
- ・ 常時連続動作が必要



- 遅延/遅延揺らぎの増大
- 消費電力の増大
- EMC性能の劣化

絶対的な信頼性を有する車載光ネットワークの実現



仕様（目標）

- ◆ 伝送容量： > 100 Gbps
- ◆ 動作温度： -40~105°C
- ◆ 6~8台のGW
- ◆ 頑強な冗長性（2重化）
- ◆ 効率的な非対称通信の実現
- ◆ 高いEMC性能
- ◆ 低遅延化、省電力化
- ◆ 低コスト化、小型化を考慮

- 最小限の光トランシーバ/電気スイッチで実現可能な光ネットワーク構成方法およびそのネットワーク制御方法を提案すること。
- Master及び6台のGW装置を作製し、2台以上の非圧縮4kカメラを接続した光ネットワーク基本動作を実証すること。

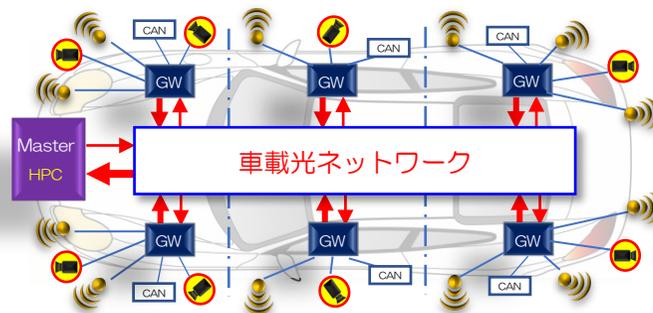
【備考】

- 上記動作実証において、一部のGWに機能しない部分があっても、それがその提案方式において本質的ではないものであるならば、それは許容する。
- 上記Master装置において、AI処理は含まれなくてもよい。

研究開発項目1 車載光通信装置の研究開発

1 Master装置の研究開発

- 50Gbps以上の伝送容量
- 安全な冗長性を具備
- 十分な寿命を保証
- 省電力、小型化



2 Gateway装置の研究開発

- 光トランシーバを極力低減
- 電気スイッチを極力低減
- 省電力、低遅延化、小型化

研究開発項目2 車載光ネットワークシステム及び通信方式の研究開発

1 光ネットワーク構成およびその制御方法の研究開発

- ゾーン分割型ネットワーク (GW: 6~8台)。
- 通信容量の総和が100Gbps以上。
- -40°C~105°Cの過酷な環境下での安定な通信
- 各GWに割り当てる帯域を可変。
- 2重・3重の頑強な冗長性を装備する。
- Ethernetまたはそれに親和性のある通信プロトコル。
- 既存のCANプロトコルとの接続性を実現する。

2 車載光ネットワーク基本動作の実証

- Master装置及び6台のGW装置を接続した車載光ネットワークを構築し、その基本動作を実証
- 2台以上の高精細4kカメラ映像等を用いて、GW・Master装置間の大容量データ伝送を実証

研究開発項目1 車載光通信装置の研究開発

1 Master装置の研究開発

- 全てのGW装置との通信が可能
- 光信号の送信・受信の合計が**50Gbps以上**
- AI処理など高度な処理機能は含まなくてもよい

2 Gateway装置の研究開発

- Masterおよび全てのGWとの通信が可能
- GW 1台当たり、最大**25Gbps以上**のデータ送信が可能
- 既存のCANネットワークとの接続が可能

研究開発項目2 車載光ネットワークシステム及び通信方式の研究開発

1 光ネットワーク構成およびその制御方法の研究開発

- **6~8台**のGWを備えたゾーン分割型ネットワーク構成
- **100Gbps以上**の伝送容量の可能性を有する
- **-40℃~105℃**の温度環境での安定動作を保証する
- **2重以上の冗長性**を担保する構成
- 光トランシーバおよび電気スイッチは**極力使用しない**
- 各GWの**帯域割り当てを可変**にする

2 車載光ネットワーク基本動作の実証

- **Master及び6台GWを接続した車載光ネットワーク**を構築し、その基本動作を実証すること。
ただし、一部のGWに機能しない部分があっても、**それが本質的ではないものであるならば、それは許容する。**
- 最終評価では、**2台以上の高精細4kカメラ**映像等を用いて、GW・Master装置間の大容量データ伝送を実証すること

- 2027年 IEEEなどの次世代車載向け高速光通信規格への提案
- 2028年 AI搭載Master/Gateway装置を試作
- 2030年 当該車載光ネットワークを搭載した自動運転実証車を試作
- 2032年 量産体制を整え、大容量光ハーネスとしてグローバル商用化を実現

成果の社会実装に向けた取り組み

- 実用化、事業化、社会実装に向けた出口戦略を明確とすること（委託研究後の事業化等の内容を明確にする）。
- 上記の出口戦略を実現するため、本委託研究で得られた成果のオープン化（例えば、成果発表やそれに留まらずコミュニティ先導のための国際ワークショップや国内特別セッション主催、展示、標準化、オープンソース化等）を行う等、成果の社会実装等に向けて必要な取組を行うこと。

1. 具体的目標に関しては、**定量的に提案書に記載**すること。
2. 研究開発成果の**情報発信を積極的**に行うこと。
3. 本研究開発の**目的に則した実施体制**を構築することとし、それぞれの**役割を明記**すること。
4. 本研究開発成果の**社会実装および標準化に向けて**、アウトカム目標の項目に記載したマイルストーンを意識しつつ、**具体的な時期（目標）、体制、方策**等を記載すること。その際、持続的に自走するための計画等についても記載すること。
5. 本委託研究で開発した光ネットワークの動作実証を、**実際の自動車に搭載して検証**することが望ましい。
6. 本委託研究で開発したデバイス、装置、およびネットワークシステムの**優位性を示す性能評価**（寿命試験、EMC試験等）を実施することが望ましい。

採択件数 : 1件

研究開発期間 : 2024年度から2026年度

研究開発予算 : 2024年度、総額 120百万円 (税込)、
2025年度、総額 100百万円 (税込)、
2026年度、総額 90百万円 (税込) を上限とする。

研究開発体制 : 単独の提案も可能であるが、産学官連携等による複数の実施主体からなる体制とすることを推奨する。その際、社会実装を考慮した体制とすること。

- 2025年度に中間評価を実施。本評価結果により、当該年度で本委託研究を終了する場合がある。
- 2026年度に終了評価を実施。また、本委託研究終了後に、追跡評価を行う場合がある。
- 上記以外にも本委託研究の進捗状況等を踏まえて、臨時にヒアリングを実施することがある。

運営管理

- 機構と受託者の連携を図るため、代表提案者は、プロジェクトオフィサーの指示に基づき定期的に連絡調整会議を開催すること。
- 複数の機関が共同で受託する場合には、代表提案者が受託者間の連携等の運営管理を行い、受託者間調整会議を定期的に開催すること。
- 社会情勢や研究環境の変化等、必要に応じて、プロジェクトオフィサーが研究計画書を変更する場合があるので、留意すること。

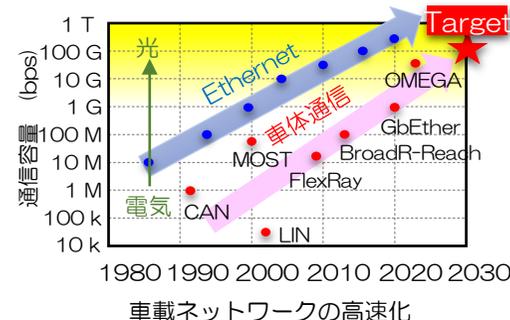
課題237 完全自動運転のための高性能かつ高信頼な車載光ネットワーク基盤技術の研究開発

高性能・高信頼な車載光ネットワークを開発し、完全自動運転を実現することによって、高度モビリティ社会に貢献

背景と課題

完全自動運転の実現には、多数の4kカメラ等および高性能コンピュータ（HPC）を用いて、「認知」「判断」「制御」のループを高速に繰り返す必要がある。その時に発生する大量の情報を正確かつ低遅延に伝達するのが「車載ネットワーク」であり、自動運転車において根幹となる重要な技術である。現在の車載ネットワークは電気配線が主流であるが、次世代の安心・安全な完全自動運転の実現には、広帯域化（100Gbps）や低遅延化、高いEMC性能等が要求されるため、光ファイバを用いた新たな車載用光ネットワーク技術が必要である。

※ 2023年、車載用高速光通信規格である IEEE802.3cz（通称OMEGA）の標準化が策定

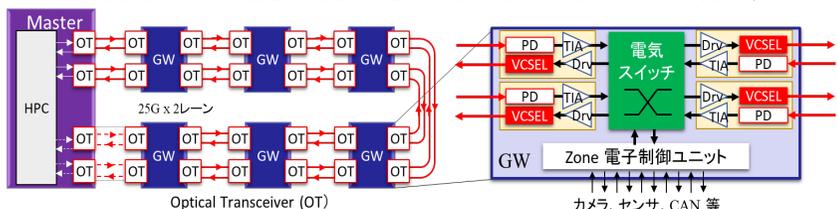


研究開発の目的

本委託研究では、新たな革新的な車載光ネットワークを創出し、下記課題を解決することで、完全自動運転を支える、「高性能かつ高信頼な車載光ネットワーク」の基盤技術を開発する。

- ・高信頼：長寿命、冗長性、正確性、耐環境（高温特性、EMC性能等）
- ・高性能：広帯域、低遅延、適時性、省電力、長距離（40m）
- ・高機能：拡張性、帯域可変性、非対称通信（上り/下り：100/数Gbps）
- ・高価値：軽量化、メンテナンス性、低価格、等

【外部動向】IEEE 802.3cz：OMEGAの光ネットワーク構成例



OMEGAの課題

①高温環境下で大量の面発光レーザ（VCSEL）を使用

②電気スイッチを多段に経由（OEO変換の繰り返し）

故障率が大幅に増加し、完全自動運転には危険

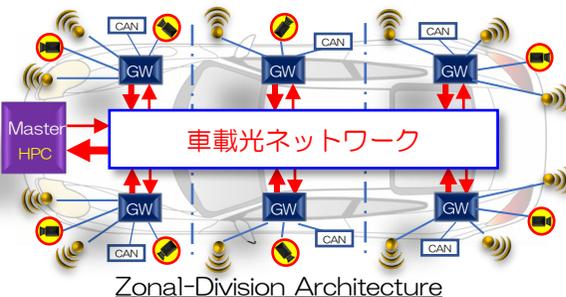
- 遅延/遅延揺らぎの増大
- 消費電力の増大
- EMC性能の劣化

研究開発の内容

本委託研究では、光トランシーバ/電気スイッチを極力用いない新たな車載用光ネットワーク（Master-GW間、GW-GW間）を開発し、その基本動作を検証する。

仕様（目標）

- ◆ 伝送容量：計100 Gbps
- ◆ 動作温度：-40~105°C
- ◆ GW配置はゾーン分割型
- ◆ 6~8台のGW
- ◆ 頑強な冗長性（2重化）
- ◆ 効率的な非対称通信の実現
- ◆ 高いEMC性能
- ◆ 低遅延化、省電力化
- ◆ 低コスト化を考慮



- 最小限の光トランシーバで実現可能な光ネットワーク構成およびそのネットワーク制御方法を提案すること。
- Master及び6台のGW装置を作製し、2台以上の非圧縮4kカメラを接続した光ネットワーク基本動作を実証すること。

- 【備考】
- ・ 上記動作実証において、一部のGWに機能しない部分があっても、それがその提案方式において本質的ではないものであるならば、それは許容する。
 - ・ 上記Master装置において、AI処理は含まれなくてもよい。

研究開発期間：2024年度（契約締結日）～2026年度末

研究開発予算：2024年度：総額120百万円（上限）、2025年度：総額100百万円（上限）、2026年度：総額90百万円（上限）

採択件数：1件