

令和6年度 高度通信・放送研究開発委託研究

課題239 「短距離高速光ファイバリンクのための  
超高速並列レーザ光源技術の研究開発」

2024年6月12日(水)

プロジェクトオフィサー : 情報通信研究機構 ネットワーク研究所  
フォトリックICT研究センター フォトリックネットワーク研究室

# 課題 239 短距離超高速光ファイバリンクのための超高速並列レーザ光源技術の研究開発

## 背景と課題

第5世代移動体通信（5G）やAI等の普及により、通信トラフィック量は増加を続けており、データセンタ・スーパーコンピュータにおける装置間・装置内光インターコネクトやモバイルアクセス網などの短距離光通信においても、毎秒テラビットを超える光トランシーバの需要が高まってきている。毎秒100 ギガビット（Gbps）程度に留まるチャンネル（1素子）あたりの通信速度を高速化し、さらに大規模な並列化により通信容量の拡大を図るため、これを実現する革新的な超高速並列レーザ光源技術の開拓が不可欠となっている。

## 研究開発の目的

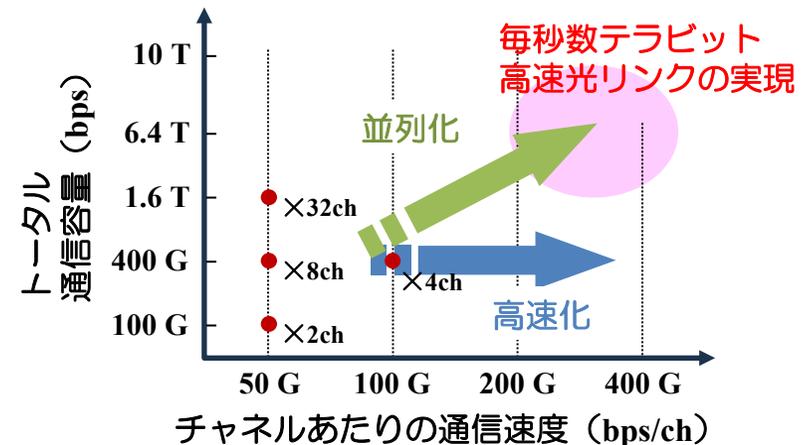
本研究課題では、将来のハイパースケールデータセンタ、AIコンピューティング、6Gアクセス網などの大容量短距離光ネットワークに適用可能なトランシーバを実現するため、既存技術の2~4倍以上となるチャンネルあたり200~400 Gbpsの超高速動作と低消費電力動作を両立する超高速レーザ光源を実現するとともに、素子の並列化により毎秒数テラビットの通信容量を実現する並列レーザ光源の基盤技術を確立する。さらに、単一モード光ファイバを用いたキロメートル級の超高速伝送を実証することにより、将来の大容量短距離光ネットワークへの適用性を示す。

## 研究開発の内容

本研究課題では、現状の通信速度の限界を打破するため、新技術の導入等により、チャンネルあたり200 Gbps以上の超高速かつ低消費電力動作可能な超高速レーザ光源を実現する。また、高密度かつ高均一な32チャンネル以上の並列レーザ光源を開発し、ファイバレイ等の空間多重光ファイバへの低損失な並列結合を実現する。さらに、単一モード光ファイバを用いた2 km以上の超高速伝送を実証する。



- 200 Gbps/chを超える超高速・低消費電力レーザ光源の開発
- 32チャンネル以上の並列レーザ光源の開発
- 単一モード光ファイバを用いた超並列光接続、超高速伝送の実証

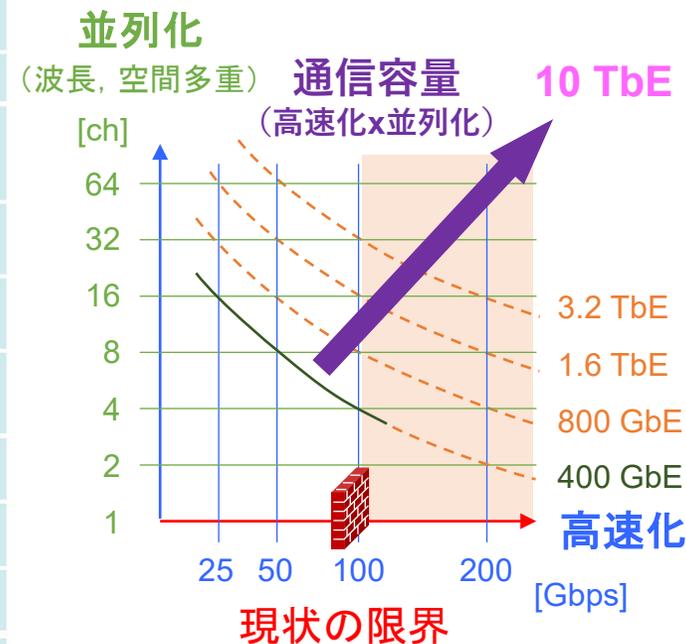
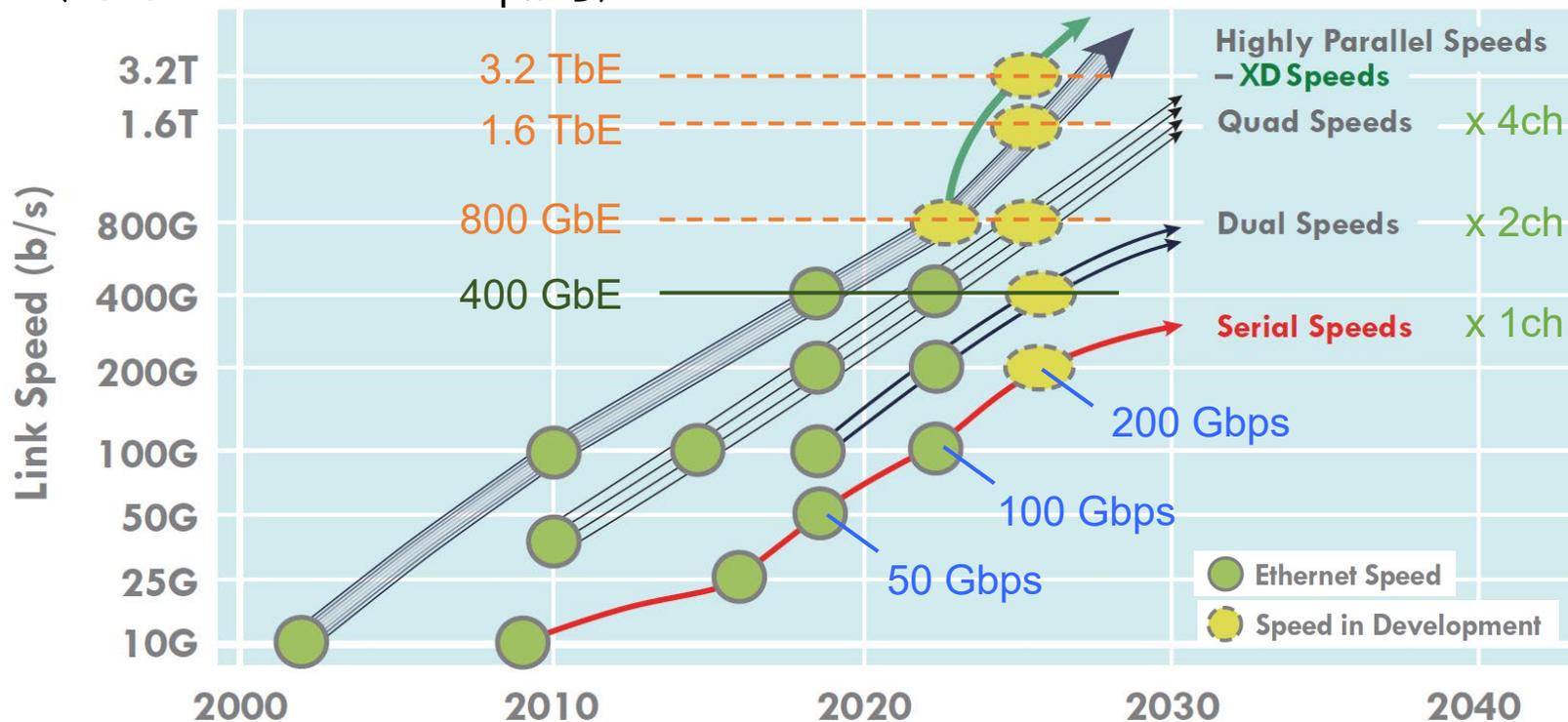


研究開発期間：2024年度（契約締結日）～2025年度末  
各年度：総額100百万円（上限）、採択件数：1件

# 背景と課題

5G, AI, VR等の普及, 通信トラフィック増大 → 短距離通信(DC内外, アクセス網等)の通信需要拡大  
 → 高速性, 低消費電力性に優れた光源技術の開拓が不可欠

(2023 Ethernet Roadmapから)



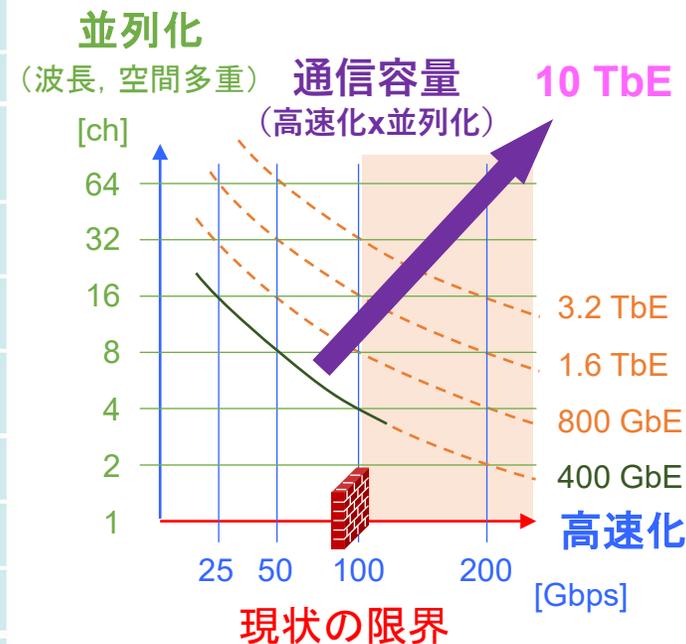
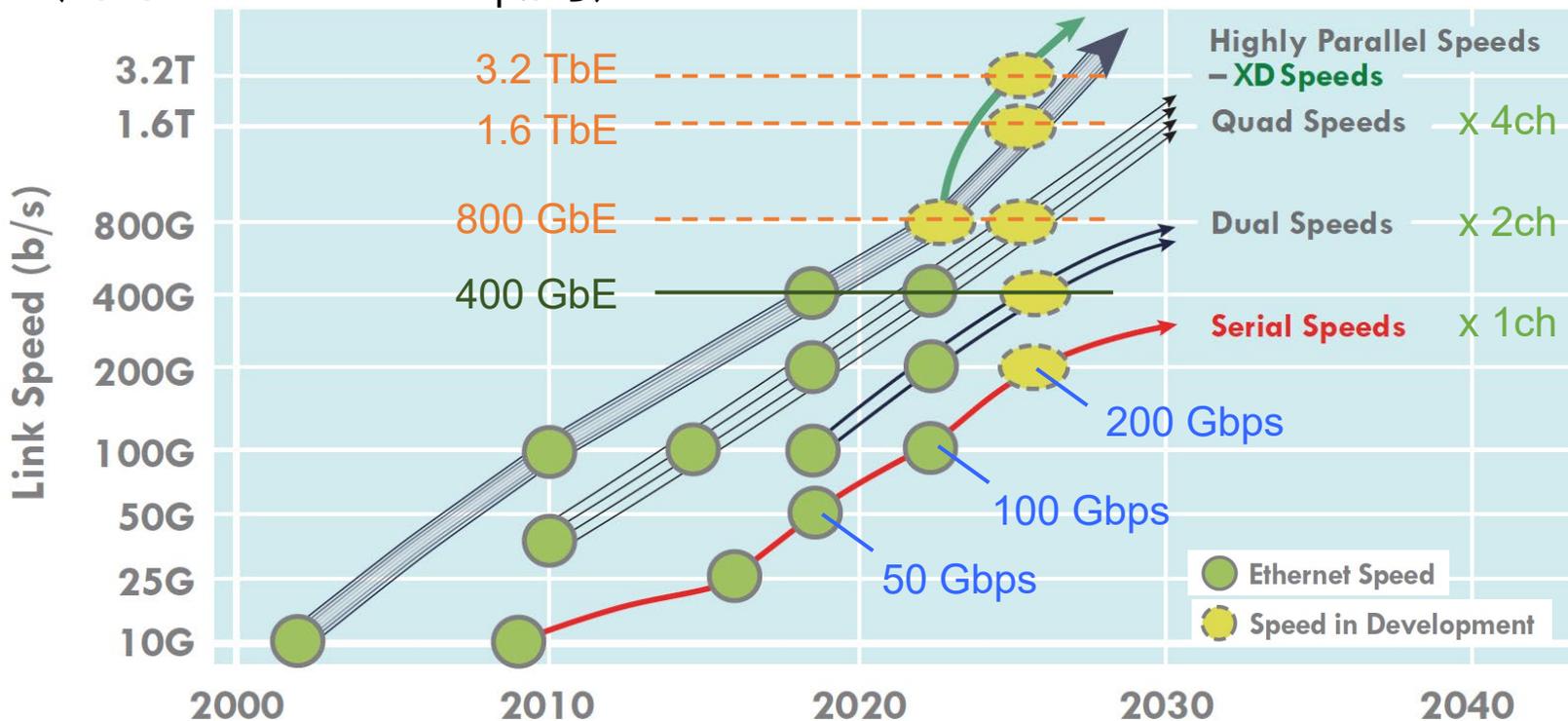
## 短距離通信技術の動向

- 機器間通信の標準規格であるEthernetは, 過去40年でリンク速度が8万倍(5M→400Gbps)に拡大
- 通信需要の拡大から, 1.6 Tbps, 3.2 Tbps, ...の大容量光リンクの必要性
- 通信容量拡大には**高速化**と**並列化**の技術開発が必須 → (高速化)チャンネルあたり100 Gbps程度に限界

# 背景と課題

5G, AI, VR等の普及, 通信トラフィック増大 → 短距離通信 (DC内外, アクセス網等) の通信需要拡大  
 → 高速性, 低消費電力性に優れた光源技術の開拓が不可欠

(2023 Ethernet Roadmapから)



## 短距離通信技術の動向

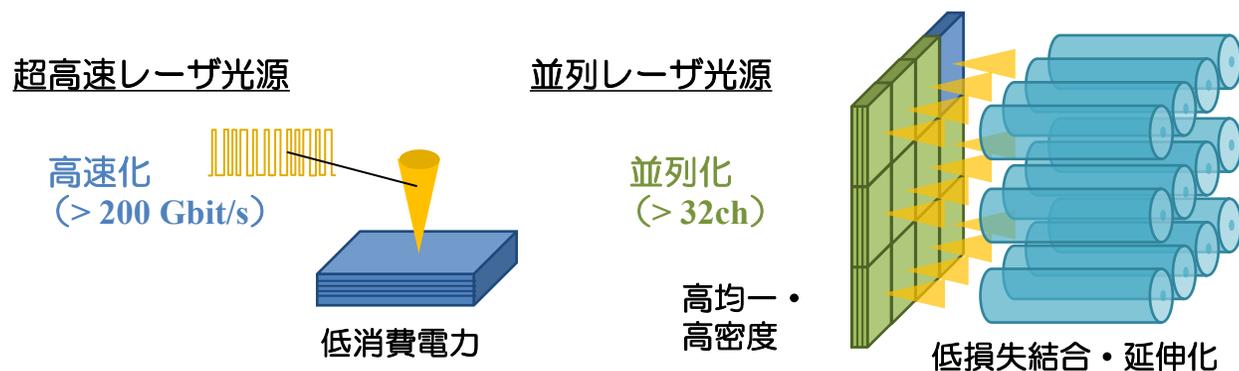
- チャンネルあたり 100 Gbpsで動作するトランシーバが市場に展開.
- 次世代の200 Gbps/chのレーザ光源技術の開発競争がスタート.
- 並列化によるテラビット超のトランシーバ需要の高まり.

高速性, 並列(拡張)性, 低消費電力性を両立する光源技術が未確立

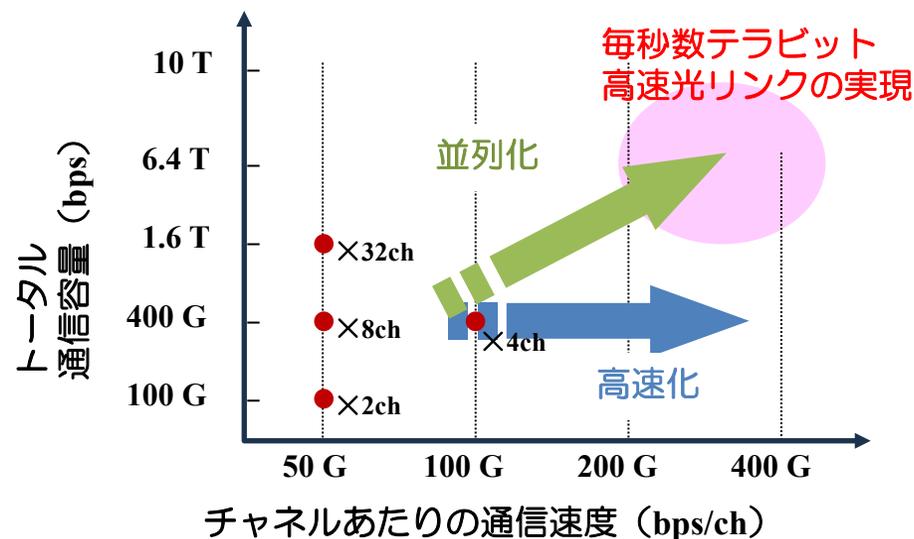
# 研究開発の目的

既存技術の2~4倍以上となる**チャンネルあたり200~400 Gbps**の超高速動作と、**低消費電力動作**を両立する超高速レーザ光源を実現するとともに、素子の**並列化**により**毎秒数テラビットの通信容量**を実現する並列レーザ光源の基盤技術を確立する。さらに、単一モード光ファイバを用いた**2 km以上の超高速伝送**を実証し、ハイパースケールデータセンタ、AIコンピューティングや次世代移動体通信ネットワークへの適用可能性を示すことを目的とする。

**200~400 Gbps/ch x >10ch → 毎秒数テラビットの高速光リンク実現**



- 200 Gbps/chを超える超高速・低消費電力レーザ光源の開発
- 32チャンネル以上の並列レーザ光源の開発
- 単一モード光ファイバを用いた超並列光接続、超高速伝送の実証



次世代の短距離光トランシーバ技術として、現状の通信速度の限界を打破するため、新技術の導入等により、**チャンネルあたり 200 Gbps以上の超高速** かつ **100 fJ/bit 以下の低消費電力動作可能なレーザ光源**を開発し、**単一モード光ファイバを用いた2 km以上の超高速伝送**を実証する。また、空間並列拡張により**数Tbpsの通信容量**の可能性を示すため、高密度かつ高均一な**32ch以上の並列レーザ光源**を開発し、**ファイバレイ等の空間多重光ファイバへの低損失な大規模並列結合**を実現する。

## 研究開発項目1 超高速レーザ光源の研究開発

- (1)レーザ光源の高速化技術の研究開発
- (2)超高速レーザ光源を用いた超高速光ファイバ伝送技術の研究開発
- (3)超高速レーザ光源を用いたトランシーバ実装評価の実施

高速性実証  
伝送実証

## 研究開発項目2 大規模・高均一並列レーザ光源の研究開発

- (1)並列レーザ光源の大規模・高均一化技術の研究開発
- (2)並列レーザ光源の低消費電力化技術の研究開発
- (3)並列レーザ光源の低損失光ファイバ結合技術の研究開発

並列拡張性実証  
低消費電力性実証

## (1) レーザ光源の高速化技術の研究開発

高周波応答特性の改善や結合共振器等の新規構造を導入することにより、200 Gbps以上の超高速な変調速度を可能にするレーザ光源の高速化技術を開発する。また、高速性を維持した発振モード制御技術を確立し、モードフィールド径の整合による単一モード光ファイバとのレンズレス高効率結合を実現する。

## (2) 超高速レーザ光源を用いた超高速光ファイバ伝送技術の研究開発

(1)で開発する変調速度200 Gbps/ch以上の超高速レーザ光源を用いた単一モード光ファイバ伝送技術を開発する。国立研究開発法人情報通信研究機構の自主研究と連携し、信号処理技術や低損失結合技術を適用することにより、伝送距離2 km以上の超高速光ファイバ伝送を実現する。

## (3) 超高速レーザ光源を用いたトランシーバ実装評価の実施

トランシーバメーカー等と連携し、開発した200 Gbps/ch以上の超高速レーザ光源を評価基板に実装し、高速性や消費電力の適性を確認するとともに、特性改善のフィードバックを進める。また、トランシーバメーカー等が進める標準化活動等に対し、開発した超高速レーザ光源の特性や伝送特性等を提供する。

## (1) 並列レーザ光源の大規模・高均一化技術の研究開発

研究開発項目1で開発する超高速レーザ光源をさらに空間的に並列化するため、並列レーザ光源の大規模化と高均一化を実現する。低コスト化に向けた6インチウェハプロセスを前提とし、**32ch以上(2×16、6×6等)の並列レーザ光源**を基板面内に多数配置した大規模プロセス技術を確立するとともに、面内における並列レーザ光源の諸特性(しきい値電流や変調帯域等)の均一性を評価する。

## (2) 並列レーザ光源の低消費電力化技術の研究開発

並列レーザ光源を搭載する光トランシーバの低消費電力化を実現するため、高速化とともに**低消費電力動作を実現する技術**の研究開発を実施する。

## (3) 並列レーザ光源の低損失光ファイバ結合技術の研究開発

**機構の自主研究と連携**し、32ch以上の並列レーザ光源と単一モード光ファイバアレイとの低損失結合を実現する。これにより**数Tbps (例:>200 Gbps/ch × 32ch等)を超える通信容量**の可能性を示すとともに、**10 Tbps 超まで拡張可能な高密度並列レーザ光源基盤技術の確立**を目指す。

## 研究開発項目1 超高速レーザー光源の研究開発

### (1) レーザー光源の高速化技術の研究開発

超高速レーザー光源の高速化設計を確立し、変調帯域40 GHz以上、変調速度200 Gbps以上を実証する。さらに、400 Gbps級の変調速度を目指し、多値変調や信号処理技術等を適用した高速化試験を実施し、変調速度限界を明らかにする。

### (2) 超高速レーザー光源を用いた超高速光ファイバ伝送技術の研究開発

機構の自主研究との連携により、信号処理技術や低損失結合技術等を適用することにより、変調速度200 Gbps以上、距離2 km以上の単一モード光ファイバ伝送(受信信号の符号誤り率が前方誤り訂正しきい値(7%)以下)を実証する。

### (3) 超高速レーザー光源を用いたトランシーバ実装評価の実施

トランシーバメーカー等と連携し、開発した超高速レーザー光源が評価基板において、200 Gbps以上の高速性と100 fJ/bit以下の低消費電力性を有し、次世代トランシーバに適用できることを実証する。

## 研究開発項目2 大規模・高均一並列レーザ光源の研究開発

### (1) 並列レーザ光源の大規模・高均一化技術の研究開発

6インチウェハプロセスを確立し、チップ面積 2 mm<sup>2</sup>以下に32ch以上を配置した高密度並列レーザ光源を実証する。さらに、しきい値電流ばらつき±10%以下、全チャネルの変調速度200 Gbps/ch以上、サイドモード抑圧比30dB以上の単一モード発振動作を実証する。

### (2) 並列レーザ光源の低消費電力化技術の研究開発

全チャネルのエネルギー消費効率が100 fJ/bit以下の低消費電力動作を実証する。

### (3) 並列レーザ光源の低損失光ファイバ結合技術の研究開発

機構の自主研究と連携し、32ch以上の並列レーザ光源と単一モード光ファイバアレイとの低損失結合(接続損失3dB以下)を実証する。

- 2026年 200 Gbps超高速並列レーザ光源の高温特性・高信頼化技術の開発
- 2027年 200 Gbps超高速並列レーザ光源の製品提供
- 2028年 200 Gbps超高速並列レーザ光源の量産体勢
- 2029年 200 Gbps超高速並列レーザ光源の事業化
- 2030年 超高速並列レーザ光源の光ランシーバ(>3.2 Tbps)への実装

## 採択件数、研究開発期間及び研究開発予算等

採択件数 : 1件

研究開発期間 : 2024年度(契約締結日)から2025年度

研究開発予算 : 各年度、総額100百万円(税込)を上限とする。  
(提案の予算額の調整を行った上で採択する提案を決定する場合がある。)

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。