



世界初の超高速「モード選択」光源を実現

— AI・ビッグデータ解析のさらなる進展へ期待 —

概要

九州大学大学院総合理工学研究院の浜本貴一教授の研究グループは、戦略的基盤技術高度化支援事業(サポイン事業)の「レーザーダイオード及び、光学部材の高精度実装技術開発」の一環として、超高速「モード選択」光源を世界で初めて実現しました。スーパーコンピュータ内の配線速度は近い将来、毎秒1テラビット超級となることが予想されており、半導体レーザー光を用いた光配線技術が注目を浴びています。今回本学が実現したモード選択光源は、テラビット級の高速動作を1素子で実現できる新しい半導体レーザー(従来性能比10倍以上に相当)で、IT機器内の信号伝送速度(配線速度)の飛躍的向上実現が可能となり、スーパーコンピュータ内配線への適用にとどまらず、将来のパソコンやスマートフォンなどの小型IT機器内への波及・適用が期待されます。

本研究成果は、2018年3月11日(日)～15日(木)にサンディエゴコンベンションセンターにて開催される、光ファイバ通信国際会議(OFC 2018)にて発表されました。

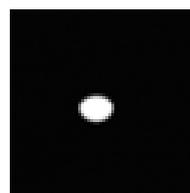
研究者からひとこと:

異なる空間モードのレーザー発振を初めて見たときは、とても嬉しかったです。この成果が、将来の社会の発展に役立つことを期待しています。

パソコンやスマートフォンなどの小型IT機器は年々進化していますが、将来の更なる発展のためには配線速度の向上が欠かせません。例えば将来は、8Kテレビなどの高解像度動画の送受信だけでなく、その場の状況や体調に合わせた食事メニューの提案、体調・病気診断、運転中の事故・アクシデント等回避、天気や花粉、黄砂の現地詳細予測など、複雑な事象のその場解析・予測等が実現できるようになると期待されます。



図1: モード選択光源の素子写真。レーザー光の干渉現象が内部(写真中央付近)で生じる新しい半導体レーザー。



左: 基本(0次)の空間モードのレーザー光。中央が明るく、同心円状に光が分布。



右: 1次の空間モードのレーザー光。中央付近が暗く、両脇が明るい光分布となっている。選択的にこのモードのみを直接発振できる半導体レーザーを初めて実現。



写真: 浜本教授

図2: 発振しているレーザー光の各空間モード写真

【お問い合わせ】九州大学大学院総合理工学研究院 教授 浜本 貴一 (はまもと きいち)

電話: 092-583-7604 FAX: 092-583-7898

Mail: hamamoto.kiichi.616@m.kyushu-u.ac.jp

■背景

スーパーコンピュータなどの情報処理装置内の配線速度は、AI やビッグデータ解析などを背景に増加の一途をたどり、近い将来毎秒 1 テラビット (テラ: 10^{12} , 1 兆) を超える超高速の配線速度が必要になると予想されています。電気信号のままではテラビット超級の配線速度実現は困難であるため、光通信技術で培われてきた半導体レーザー光とその配線である光導波路を用いた光配線技術が注目を浴びていますが、従来の半導体レーザーの直接変調速度はその物理的制約から最高でも毎秒 50 ギガ (ギガ: 10^9 , 10 億) にとどまっており、発振波長の異なる半導体レーザー光を複数集積し並行信号処理をせざるを得ず、異なる発振波長の半導体レーザーを複数集積するうえに、波長を合波するための光集積回路等も必要となり、その集積回路規模が大きくなり、小型 IT 機器への搭載が困難、といった課題がありました。

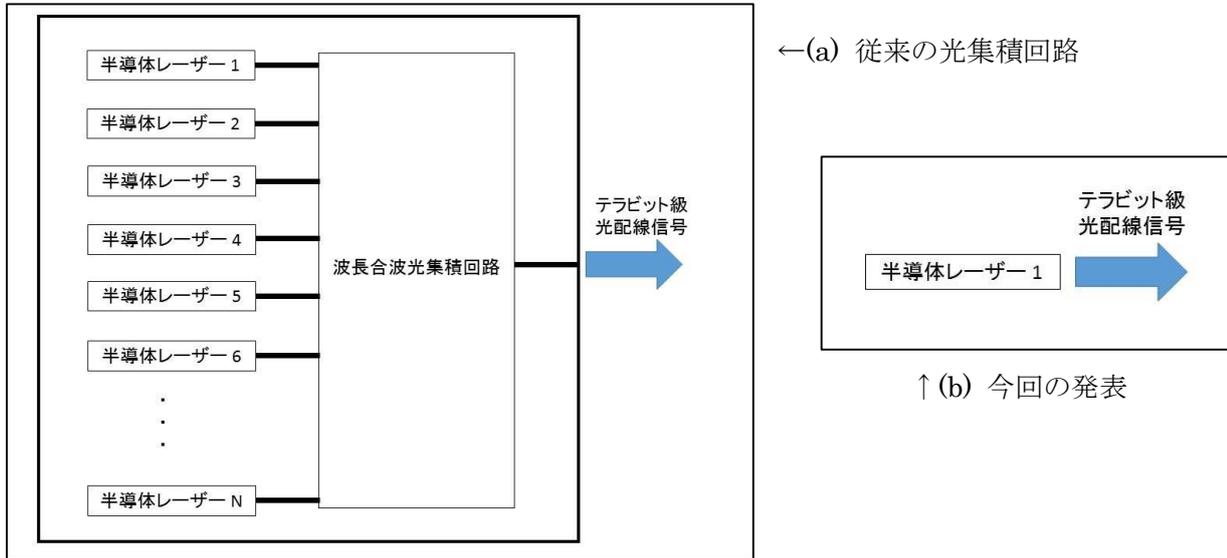


図 3 : 超高速光配線用光源回路構成イメージ (a) (b)

■内容

本研究グループは、単一の半導体レーザーでありながら、光の最後の情報資源と呼ばれる“空間モード” (※1) を自由に選択発振でき、かつ、それぞれの空間モードを超高速変調することのできるレーザー光源 (図 2) を実現し、その基本動作実証に世界で初めて成功しました (図 3)。この半導体レーザーは、従来の光通信用半導体レーザーとは異なり、浜本教授が世界に先駆けて見出したアクティブ MMI (能動光多モード) 現象 (※2) を適用し、光の干渉効果を利用することにより、単一の半導体レーザー素子でありながら、複数の空間モードを選択的に発振させることができます。加えて、前述のアクティブ MMI 現象を利用すると、複数の光干渉経路による生じるフォトンフォトン共振を複数生じさせることが出来、結果として 100GHz 以上の周波数応答特性実現が期待できます。10 以上の異なる空間モードを 100GHz 以上の周波数応答で動作させることができれば将来は、テラビット超級光源が実現できることとなります。

今回の発表では、2つの空間モードそれぞれに対して 40GHz 以上の周波数応答特性を有するモード選択光源を実現しています。

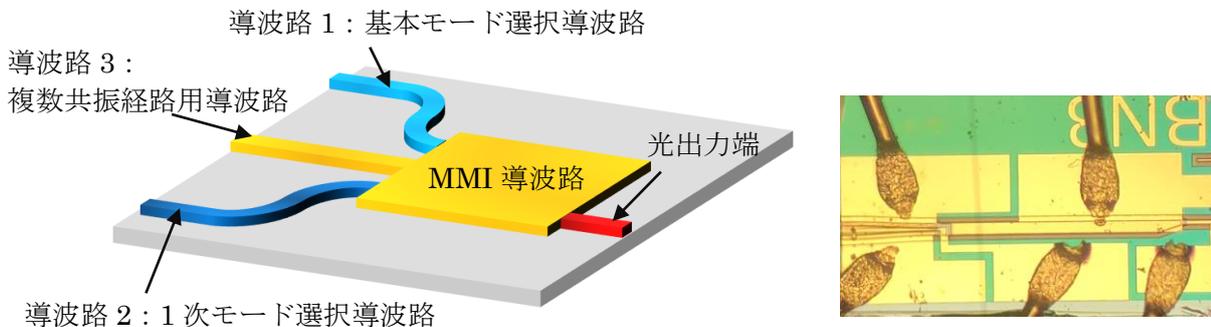


図 4 : 試作した素子とその動作原理の説明図

主励起領域に 1 対 N 型の MMI 導波路を有することで、基本モードと 1 次モードを選択することのできるモード選択光源構造となっています。

■効果

今回の発明により、半導体レーザー1素子のみで現在と比べ10倍以上の光配線速度であるテラビット超級の実現が期待できます。

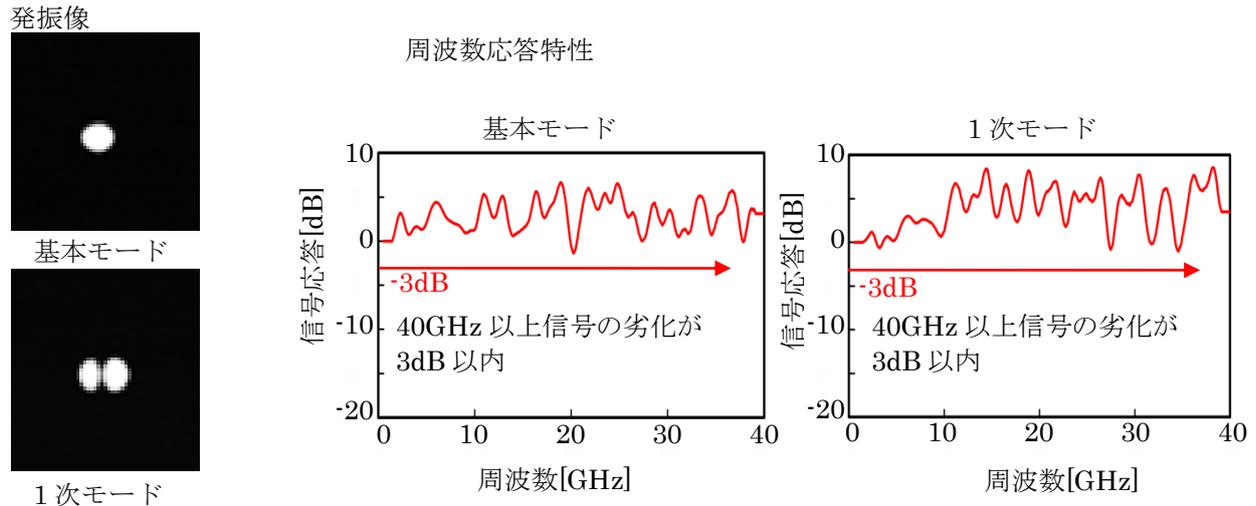


図5：光モード選択光源により発振した基本モードと1次モード像と周波数応答特性

■今後の展開

日本は光通信技術で世界をリードする技術開発をしてきています。本光モード選択光源の実現により、今回の発表は評価装置の制約から、基本実証として2つのモード間の40GHz超の高速周波数応答特性を実験的に実証したのですが、実際には各モードに対して100GHzクラスの高速度周波数応答が得られていると予想されます。今後はモード選択数を10以上とする等により、単一素子で毎秒1テラビットを送信することのできる半導体レーザー実現が期待でき、小型IT機器への超高速光配線技術が波及することで、AI・ビッグデータ解析等の更なる進展への寄与が期待されます。

【用語解説】

(※1) 空間モード：ここでは、定在波として存在し得る固有の光の様態（形、パターン）のことを表します。

(※2) アクティブMMI現象：フォトン自ら発生させることのできる光導波路における自己光干渉現象のことで、浜本教授が1997年に初めて発表。