

面発光レーザーの42年

伊賀健一

(東京工業大学名誉教授)

1999年頃、インターネットが世界的に普及した。その頃から、本特集の主題である「面発光レーザー」の大量生産が始まったのである。世界中でVCSEL (Vertical Cavity Surface Emitting Laser) とよばれている。半導体LSIを構成するトランジスタなどの小さいデバイスを意味するピクセル (Pixel) をもじって、ヴィクセルとよばれる。波長850 nmのVCSELがLANの光源として採用されたのだった。今では、400 Gbit/sイーサネット (Ethernet) に標準化された。2000年頃から、マウスにも面発光レーザーが応用され、総計で11億個が出荷されている。

では、面発光レーザーとは何か？ 心臓部は数ミクロンほどの大きさである。半導体基板上に、活性層とよばれる光を放ちかつ増幅する層と、その上下に反射鏡を設けて、垂直方法に光を共鳴させ、光を表面から取り出すという構造となっており、3インチ基板上に5万個ほどのレーザーチップを一度に作る事ができる。

面発光レーザーは誰が考えたのだろうか？ 面発光レーザーは筆者が1977年に世界に先駆けて発明し、世界をリードして研究を続けてきたレーザーである。その性能も、得意の領域では通常の半導体レーザーを凌ぐようになってきた。

国家機関や大学がもつスーパーコンピューターやIT企業が運用しているデータセンターには、並列に束ねた光インターコネクとよばれる光ファイバー配線があり、光源として面発光レーザーが大量に使われている。2017年に東工大がバージョンアップしたスーパーコンピューター“TSUBAME3.0”にも使われる。IBMのスーパーコンピューターには30万個のVCSELが使われているという。

面発光レーザーが二次元アレイの構成ができることを利用した代表例が、レーザープリンターだ。アレイ上のVCSELを並列に動作させる。数千億円のシステムの売り上げ高として普及している。

面発光レーザーの共振器長は波長の2,3倍にできるので、自由スペクトル幅 (FSR) が広く取れる。そのため、コヒーレンスを保ちながら100 nmもの波長範囲で掃引が可能である。MEMSの技術を使えば、信頼性の高い波長掃引型チップができる。コヒーレンスと波長掃引性を活かしたOCTが実用化されている。

また、500個程度の面発光レーザーアレイと微小光学素子によりドットパターンを照射する顔認証システムが、スマートフォンやタブレットに搭載された。VCSEL-LiDARは、すでに掃除ロボットに応用されている。

2016年では市場規模が1,000億円くらいであったものが、2020年には約2,100億円程度になると予測されている。データ通信が約60%であり、センサーやレーザーレーダーなどの赤外照射、加熱などレーザー加工の分野が伸びるとされている。面発光レーザーが、どの車にも、どの家庭にも、どのモバイル機器にも入っている時代となった。