

光電融合技術とフォトリソグラフィデバイスの異種材料集積

国立研究開発法人 産業技術総合研究所
光電融合研究センター
高 磊

1. はじめに

生成 AI の急速な発展やクラウドサービスの高度化により、データセンターにおける情報処理の重要性が飛躍的に増している。特に、AI 学習・推論では GPU やアクセラレータ同士を接続した大規模な演算処理が不可欠であり、その結果として計算性能の向上と同時に、通信帯域の拡大および消費電力の急増が深刻な課題として顕在化している。また、ボード・チップ間を接続する短距離ネットワークは、計算規模の拡大に比例して構成が複雑化し、電気配線を中心とした従来技術では、消費電力・帯域密度・遅延の面で限界が見え始めている。

こうした背景の下、従来の「光通信技術」から一歩進んだ「光電融合技術」への転換が加速している。光電融合技術は、サーバー筐体間に限られていた光通信を半導体パッケージ内やチップレット近傍へ接続し、電子回路と光回路が一体設計・実装されることで、低消費電力化、大容量化、低遅延化を実現する技術である。その実装形態から、光電コパッケージ (CPO : Co-Packaged Optics) 技術と称される場合も多く、光送受信システムの消費エネルギーを大幅に削減できることが示されている。一連の光関連技術は NTT が推進する IOWN 構想をはじめ、欧米の半導体・IT 企業も次世代コンピューティング基盤の中核として位置付けられている。さらに、直近では NVIDIA のような GPU ベンダーによる光電融合技術の本格導入も発表されるなど、注目度が日々増している状況である。

2. 産総研の光電融合・シリコンフォトリソグラフィ技術

光電融合技術は、半導体、パッケージ、材料、製造、評価、システムアーキテクチャまでを含む要素技術の集合体であり、産学官・異分野連携による体系的な取り組みが不可欠である。産業技術総合研究所 (以降、産総研) は、長年に渡って蓄積してきた光通信関連技術の研究成果をもとに、電子デバイス分野との本格的な融合を推進する拠点として、2025年4月に光電融合研究センターが設立された¹⁾。前身となるプラットフォームフォトリソグラフィ研究センター (PPRC) の優れた研究成果を活かしつつ、さらに次世代コンピューティング・データセンターを支える基盤技術を創出することで、日本の産業競争力強化と社会実装の加速することを目指している。図 1 は光電融合研究センターが設立されるまでの沿革を示しており、2000年代半ばから推進してきた大型研究プロジェクトが今日の光電融合技術の源泉であることが読み取れる。現在では、シリコンフォトリソグラフィをはじめとする光電子集積デバイス、光電融合パッケージングおよび光演算技術、さらにはそれらを支える標準化・評価技術の研究開発を一体的に進めている。産総研が有する光学素子の試作・評価環境を活かし、後述するコンソーシアム活動を通じて企業間・分野間の連携を促進し、光電融合技術のサプライチェーン形成や標準化にも寄与している。