

# ナノフォトニクスを用いた信号処理システムの基本機能

Basic functionalities for signal processing based on nanophotonics

(独) 情報通信研究機構<sup>1</sup>, JST さきがけ情報基盤と利用環境<sup>2</sup> ○成瀬 誠<sup>1,2</sup>, 宮崎哲哉<sup>1</sup>

National Inst. of Info. and Communications Tech.<sup>1</sup>, JST PRESTO<sup>2</sup> ○Makoto Naruse<sup>1,2</sup> and Tetsuya Miyazaki<sup>1</sup>

email naruse@nict.go.jp

ナノ物質間の近接場光の局所的相互作用を利用するナノフォトニクスは、従来技術にない新しいデバイス原理や、結果として得られる省電性・集積性等において、将来の広範なアプリケーションに対して有望な実現技術のひとつと考えられる。ナノフォトニクスシステムに至るには、いくつかの基本的な意味的・機能的機構（アーキテクチャ）が不可欠になる。ここでは手始めに、ナノフォトニクスの超高集積性に注目し、ルックアップテーブルとの照合演算を基礎としたメモリベースアーキテクチャを考える。すなわち、照合演算の対象となるデータベース情報を量子ドットのサイズや位置情報として記憶し、かつ、照合演算に必要なコンピューション機構も近接場光による量子ドット間の共鳴現象を用いて構成することで、検索を超並列に実行する構造である。このアーキテクチャをさらに抽象化すると、二つの基本的に重要な要素が導かれる。まず、一般に意味のあるデータは複数のビットで構成されており、それらビット全体に対してある種の評価結果を得る必要である。第2に、queryとなるデータを検索対象となる多くのデータに対して一様に供給すること、すなわちデータの同報(broadcast)機構の必要である。ナノスケールの膨大な数のデバイスに対して個別配線することは配線ボトルネック問題に陥る可能性があり、システムレベルで配慮が必要な点になる。ナノフォトニクスの特徴は、近接場光が通常の光と異なり伝搬しないこと（局在性）であるので、物理的にはローカルな動作原理を用いながら機能的にはグローバルな振る舞いを実現することがここでは共通したポイントとなる。ここで、例えばデータの和演算(summation)は、適当なサイズの量子ドットの空間配置によって実現される[1]。また broadcast は、近接場光による局在的な相互作用が伝搬光では禁制であることが活用され得る。すなわち、ナノデバイス内部の動作に影響を及ぼさない周波数であれば、伝搬光によって波長スケール程度の内部に存在する複数の機能ブロックに対して一括してデータを供給できる。図には CuCl 量子ドットによるナノフォトニクススイッチ[2]を空間内の3カ所(■, ●, ◆)において、伝搬光によって同様に動作させている例である。この方式は波長多重(WDM)チップ間光インターコネク트에類似するが、異なる周波数の光に応じて波長スケールの個別の受光素子を準備する必要は全くなく、内部動作が近接場のダイナミクスによるために受信部においても空間多重される点で大きく異なる。上記の summation や broadcast は非常に基本的な機構の一例であり、ナノフォトニクスの物理の今後の進展や、社会が必要とする意味や価値の範囲を踏まえながら、ナノフォトニクスをより有効に活用するアーキテクチャの開発が求められる。【謝辞】日頃よりご議論頂く東大天津教授, JST SORST ナノフォトニクスチーム各位, NICT 関連各位に感謝致します。 [1] M. Naruse, et al., Opt. Lett. (2005). [2] T. Kawazoe et al., Appl. Phys. Lett. (2003).

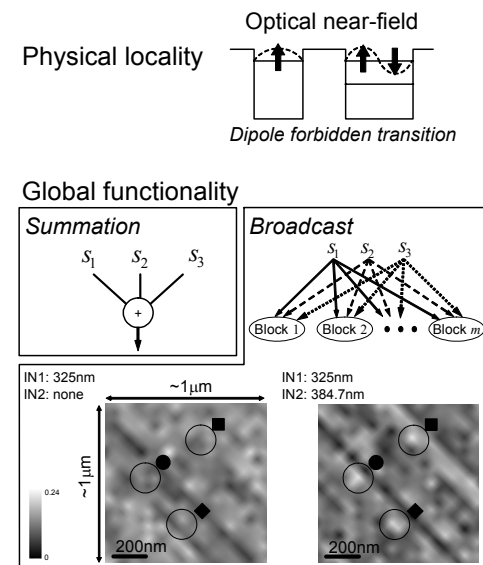


図 ナノフォトニクスの物理的局所性とシステムで必要な機能的な大域性の問題（実験は JST 川添氏による）