

進化する先端フォトニックデバイス

特集編集にあたって

編集チームリーダー 平川一彦

近年、「ナノフォトニクス」という分野が注目を集めている。「ナノフォトニクス」とは、広義には極微寸法の構造（半導体、誘電体、金属）と、電子または光子を相互作用させ、それにより発現する新しい機能をフォトニクスに応用しようということであろう。ナノ構造と電子や光の相互作用には、非常に多様性がある。

例えば、量子ドット中では、電子の運動は完全に量子化され、人工的な原子として振る舞うことが知られている。しかも、量子ドットは非常に小さな空間であり、それに電子を閉じ込めると、電子間の反発エネルギーが非常に大きくなる。これらの性質を用いると、単一の電子、スピン、光子を用いた量子情報処理が可能になる。

一方、固体が規則正しい原子の配列からなるように、光の波長程度の寸法の構造を周期的に配置すれば、光に対するバンドギャップを持つ新しい結晶（フォトニック結晶）ができる。この光に対する人工的な結晶では、その周期の制御、“欠陥”や“ヘテロ構造”の導入は、自由自在である。また、光の寸法程度の微細構造が一つしかなくても、その分極により、光との非常に強い相互作用が生まれる。これら“光に対するナノ構造”の効果は、光と物質の非常に強い相互作用を生む新しい概念として、その重要性が認識されている。更に、電子や光の閉込めが核となる新しいレーザーが実用に近づきつつある。

まさに、ナノ構造がフォトニクスに質的な変化をもたらしていると言っても過言ではないであろう。

本特集では、ナノ構造が鍵となり、従来とは質的に飛躍を始めたフォトニクスの新展開につき、その分野の最前線で御活躍の先生方に解説をお願いした。まず本特集を俯瞰する目的で、「総論：先端ナノフォトニクスの展開」という題目で総論を頂いた。引き続き第1のテーマとして、「量子情報処理技術の新展開」という切り口で、主に量子ドットを用いた新しい情報処理技術、特に量子計算や量子通信技術に焦点を当てて解説をお願いした（解説2-1～2-3）。また、量子通信を可能にするために不可欠な単一光子検出における新しい展開についても解説して頂いた（解説2-4、2-5）。

第2に、「先端光制御技術の動向」、「プラズモニクスの応用展開」というテーマで、フォトニックナノ構造に閉じ込められた光と物質の相互作用について解説をお願いした（解説3-1、3-2及び4-1）。

最後に、「先端半導体レーザーの現状と展望」というテーマで、電子や光に対するナノ構造を用いた新しい半導体レーザーの展望について解説をお願いした（解説5-1～5-3）。

本特集により、電子と光の相互作用という当たり前に使われていた概念に、ナノ構造を導入することにより電子、光子、スピンという量子力学の基本に立ち返って考え直す必要が生じ、物理と応用が絡み合いつつ、新たな変革をフォトニクスにもたらし始めているという最新の状況に、読者諸氏が触れて頂ければ幸いである。

特集編集チーム	平川 一彦	大見俊一郎	安藤 淳	石川 光映	石黒 仁揮	稲野 滋
	井上 忠宣	杉山 正和	多田 哲生	辻 寧英	中本 正幸	檜枝 護重
	舟橋 政樹	前田 博己	松野 典朗	山口 雅史	山田 隆宏	