

広がるプラズモニクス研究

三 澤 弘 明

(北海道大学)

本誌で特集する表面プラズモンや局在プラズモンに基づいた「プラズモニック・デバイス」の研究は、1990年代後半以降、半導体微細加工技術を駆使したナノテクノロジー研究の進展とも相まって急速に進展した。Thomson Reuters Web of KnowledgeSMにより、プラズモンまたは局在プラズモンをキーワードとする論文数がどのように推移しているか調べてみると、1995年に331報であったのが、2000年には791報、2005年は1797報、2009年においては3098報と5年ごとにほぼ倍増しており、これらの数字が成長著しい研究分野であることを証明している。

このようなプラズモニクスに関する研究開発はさまざまな研究分野に広がりつつある。先日、フランス Strasbourg 大学の Thomas W. Ebbesen 教授が筆者の研究室を訪れ、最近のプラズモニクスに関する研究動向について意見交換する機会を得た。ご存じのように Ebbesen 教授は、プラズモニクスの研究分野において数々の優れた研究を発表され、本分野の第一線で活躍される研究者の一人である。彼によれば、現在全世界で消費される電力の10%はパソコン(PC)も含めたインターネットに関連するものであるとの試算があり、このまま増加すれば10年後にはこの値が20%を超えるとの予測もあるらしい。この大きな原因はインターネットによる動画の閲覧によるもので、いかに世界の多くの人々がインターネットから情報を得ているかがうかがえる。一方、地球規模の環境・エネルギー問題の観点からは、このエネルギー消費を縮減することが重要かつ急務である。すでに、PCの消費電力を低減する対応は進められており、PC内の基板間の通信に関しては高速化のみならず、省エネの観点からシリコン導波路を用いた光通信が用いられている。今後、CPUとメモリとの通信においても、プラズモニクスを含めた光通信に関する技術開発が進められると考えられており、グリーンテクノロジーとしてのプラズモニクスの新しい研究展開が進められると期待される。

筆者も科学研究費補助金「特定領域研究」において、プラズモニクスを深化させた「光-分子強結合反応場」の概念を世界に先駆けて提案、実証している。光-分子強結合反応場は、金属ナノ構造が示す局在プラズモンを利用して分子/物質が存在するナノ空間に回折限界を打ち破り光を局在させ、その光電場増強効果によって照射された光子を逃さず分子系と相互作用させてきわめて高い確率で励起する「場」を実現するものである。最近、光-分子強結合場の概念を利用し、近赤外光を有効に光電変換する革新的太陽電池の開発へと繋がる研究成果も見いだしている。このように、局在プラズモンは、光と物質との強い相互作用を誘起し、従来、利用が困難であった近赤外光による光電変換をも可能にしつつあり、創エネルギーという観点からも今後注目されるものと考えられる。プラズモニクスが、省エネ・創エネという、今まさに注目されているグリーンイノベーションに繋がる研究へも今後大きく発展していくことを期待している。