

表面プラズモン輻射フォトニクス 2

東工大 梶川浩太郎

理研 岡本隆之

前回（平成 21 年春期講演会）行った同名のシンポジウムで議論しきれなかったことについて、議論を行った。金属と光の相互作用の結果生じる表面プラズモンは、近年、広い分野で注目を集めている。共鳴時に発生する表面近傍の増強電場や共鳴条件が周囲の誘電率などに敏感であるため、分光法や各種のセンシング手法への応用が期待されるためである。これらの古くから議論されている特徴に加えて、最近、蛍光などの発光現象において表面プラズモンが重要な役割を果たしている、あるいは、果たす可能性があることがわかってきた。たとえば、金属近傍で蛍光が消光することは古くから知られているが、言い換えれば、発光のエネルギーが電子系のエネルギーに変換されたということである。さらにこれを発展させて、光のエネルギーを直接電子系に移し、さらにそれを伝送することができるようになれば、微小な光回路としてはたらくことになり、ナノフォトニクス分野における光源として利用が期待される。また、表面構造を適切に設計して表面プラズモンの分散関係を制御することは、オムニディレクショナルな発光を実現したり、高屈折率層に閉じ込められていた光の取り出し効率の飛躍的な向上を実現したりする。すなわち、それは、輻射制御の有力な手法となるのである。一方では、輻射時のエバネッセント光が直接表面プラズモンを励起することによるエネルギー損失は、高効率有機 EL や LED 等の分野では本質的な問題となり、その解決が急務である。このように、金属による輻射制御は物理や化学、生物など多岐にわたる基礎科学分野で研究されたり、工学分野では、利用したり、解決すべき問題となったりする。特に、エネルギーや環境問題が取り上げられている今日において、照明技術の高効率化に代表される輻射の制御方法の確立は、重要な基盤技術の一つであると考えられる。

シンポジウムの前半では、表面プラズモン共鳴を用いて半導体ナノ結晶や量子ドットからの発光制御を行った研究例を藤井（神戸大）、松田（京大）がそれぞれの切り口から紹介した。さらに電子顕微鏡を用いた新しい微細加工技術を駆使した 3 次元フォトニック結晶における輻射制御実験を青木（理研）が述べ、今後の研究の展開を示した。また、後半では、工学的な立場から、三上（金沢工大）が有機 EL の効率向上における輻射制御の問題点を定期した。最後に、大谷（東北大）が、表面プラズモンのテラヘルツ帯量子カスケードレーザーへの応用について紹介した。

100 名前後の方に参加いただき、本研究分野の活発な議論が行われたことに感謝をしたい。今後も表面プラズモン関連のナノフォトニクス分野における重要な課題についてのシンポジウムを開催したいと考えている。