

ランダム系フォトエレクトロニクス研究会企画
「ランダム系物質の発光と誘導放射」

岐阜大 嶋川 晃一

学期はじめに近い講演会最終日(4月2日)のため、多くの参加は期待できないと考えていたが、会場には約80名の出席があり熱心な討議が行われた。本シンポジウムは応用物理学会ランダム系フォトエレクトロニクス研究会企画という冠がついている。ランダム系の光物性とその応用をキーワードに、金属から絶縁体まで有機、無機材料を問わず、幅広い分野の横断を果たすという強い意志のもと、2001年の研究会発足以来ほぼ定例の行事となっている。

今回は表記のタイトルで“発光(さらにレーザー)”という主題のもと、以下に報告する講演で構成された。1):シリコン系材料の発光(越田信義:東京農工大)、2)アモルファスシリコンの発光:超広帯域周波数分解法(青木彪:東京工芸大)、3)イオン性酸化物結晶を用いた可視-紫外カラーセンターレーザー(内野隆司:神戸大)、4)有機色素を浸透させた多孔質媒体におけるランダムレーザー現象(村井俊介:京大)、5)ガラス微小球共振器による光の伝播、発光の制御(富田誠:静岡大)。なお、座長は前半(1,2)が清水耕作(日大)、後半(3-5)が藤原巧(東北大)で会議の進行を行った。

これらの講演は電子の局在(講演1-3;閉じ込めと局在は同じ意味ではないが)、2)光の局在とその応用(講演4-5)に大きく分けられる。用語の厳密さに欠けるが、電子と光の“閉じ込め”に関するテーマに的を絞ったと考えて良い。

越田は発光性シリコンの代表例であるナノ結晶シリコンが示す特異な機能を光学、電気、熱的性質から論じ、これらの性質を制御、活用することでロジック・メモリ、光電変換など従来のシリコンデバイス技術に新しい価値が加わることを示した。講演は可視発光を中心に据え、研究開発の動向をレビューした。非発光再結合中心を避けるためナノシリコンの表面終端の安定化がもっとも大切であり、具体的方策が示された。講演の最後では“シリコンによるシリコンイノベーション”のタイトルで光だけでなく、音響(超音波にいたる)に至る将来の展望が示された。

青木は光ルミネッセンスの動的性質(発光寿命分布)を明確にするため、これまで周波数分解法がすぐれていることを主張し、数ナノ秒から数百秒の範囲をカバーする超高帯域周波数分解法を確立している。講演は本方法の原理と具体的方法を詳しく紹介し、アモルファスシリコンを中心とした発光に対するこれまでの未解決問題を論じた。時間分解法に比べて、光励起強度を抑えることができるため、発光機構を知る上で種々の利点があることを示し、新しい知見についてのレビューも行った。

内野はカラーセンターの生成エネルギーが従来のアルカリハライドのそれと比べて大きい(したがって熱、光励起によって壊されることがない)物質を探索し、困難と考えられていたイオン性酸化物結晶にカラーセンターを導入することに成功している。センターの電子状態は格子振動と強く相互作用し発光バンドの幅が紫外、可視と広いことを利用し、しかも熱的安定性が大きいことから、紫外-可視の領域で室温発振可能な紫外-可視波長可変のカラーセンターレーザーの実現を目指している。困難なカラーセンター導入の新しい手法と発光のダイナミクスに言及した。

村井はランダム媒質中に光学利得があると光は増幅されながら散乱され、散乱の十分強いところで、いわゆる光のアンダーソン局在と呼ばれる一種の光閉じ込めを起こす説明から始め、この原理に導かれて利得物質として色素溶液、散乱体として多孔体物質を用いた系の研究を進めてきた。

多孔体の散乱強度は細孔径と気孔率で制御可能なことから取り扱いが容易なようであり、マクロ孔に屈折率の異なる溶液を浸透させた体系的な研究とランダムレーザー研究の最近の動向を含めた解説を行った。

富田は誘電体(ガラス)微少球の表面近傍に存在するWGモードと呼ばれる、強い光閉じ込め効果を利用した高Q値(10^9 以上)の光共振器を紹介し、分散制御、周波数ドロップフィルターなど多くの応用への展望と期待を示した。微少球はさらに小さなモード体積という特徴をいかして共振器量子電磁気学の格好の研究対象にもなっており、電子線励起蛍光体への可能性に触れた。最後に超高Q値を利用した光の伝搬制御についても触れ、いわゆる光閉じ込め効果を最大限に応用する種々の新しい試みを次々と紹介した。

最後に本シンポジウムにコメントをいただいた佐々木昭夫京大名誉教授に感謝したい。佐々木教授は不規則系超格子を提案され、発光強度と井戸層、障壁層の厚みとの関係を明らかにしたパイオニアである。「シンポジウムには参加できないが、講演者の方々によるしく」というメッセージを寄せていただき、論文もいただいた。さらに、シンポジウムの朝、つくば駅でラン研(俗称)立ち上げの相談役であった田中一宣 前産総研理事に偶然出くわした。東京への出勤途上で、「シンポジウムに参加できないが、やはり講演、出席者の方々によるしく」というメッセージを受けたことを記しておきたい。