

2015年第62回応用物理学会春季学術講演会

分科企画シンポジウム

「散逸ゆらぎ制御ナノ電子フォトン系の理論とデバイス構築」

Theory and Practice of Nanoelectron-photon Interaction via Dissipation and Fluctuations

光の波長より小さな空間領域で観察される物質と光の相互作用の研究は、近接場光学、ナノフォトニクス、プラズモニクス等と呼ばれる学術と、ナノテクノロジーを中心とした極限技術と共に大きく発展した。しかし、その学術の基本は微細化の限界追究と素過程の解明にあり、学問分野の細分化が進行し、学術としての革新的発展に向けて新たな概念の構築が強く求められているほか、今世紀の社会が要求しているエネルギー・環境性能や知的機能構築という価値実現に向けても、大きな課題を含んでいる。

本シンポジウムでは、このような問題意識を持ちつつ、光と電子の相互作用（「ナノ電子フォトン系」）を基盤としながら、外部環境とエネルギーの流出入を伴う非平衡開放系としての課題認識（「散逸ゆらぎ制御ナノ電子フォトン系」）を共通のコンセプトとして、材料・デバイス実験技術分野及び数理物理・シミュレーションを含めた理論分野における最先端の7名の研究者による招待講演が行われた。

田畑（東大）は、薄膜化したフェライト化合物（FeO）を基礎とした室温を超える高い温度でのスピングラス材料や、スピン秩序と双極子秩序を併せ持つマルチフェロ材料などを示し、スピンと双極子の協調現象及びゆらぎの利用が情報伝達・情報処理機能を産み出すことを示した。また、エレクトロマグノンの先端動向についても示した。

飯田（阪府大）は、分子モーターや光捕集アンテナ等の自然界におけるシステムが環境系のゆらぎを巧みに利用していることに啓発された「生体模倣ナノ光エンジニアリング」のコンセプトを示し、高密度金属ナノ微粒子集合系の光学応答並びにそのバイオ応用などを示した。

堀（山梨大）は、ナノフォトニクスにおいてこれまでに得られた重要な知見が、「局所環境を構造化して揺らぎと散逸を制御し、機能を階層的にミクロからマクロに接続することで、極めて多様な新機能発現の可能性が拓けること」と総括し、その上で、数学における圏論（category theory）を規範とすることで、従来モデルとの違いの明確化や新機能構築を図ることができる可能性を示した。

中村（理研）は、光合成システムは、巨大タンパク全体が水酸化の反応触媒中心を動的に揺すりながら機能していることの重要性を示し、その上で、水を含む120万原子からなる系の実際の分子動力学計算の結果を示した。これにより、タンパク構造とMn原子の協奏過程が理解されつつあることを述べた。

入江（立教大）は、フォトクロミック分子材料の最新研究が、色変化の応用から、異性化反応に伴う様々な物性変化を応用する方向へ展開していることを指摘し、具体例として、

単一分子光メモリー、単一分子導電制御、蛍光光スイッチ、光駆動アクチュエータなどを示した。

原（東工大）は、「揺動（雑音）は乱雑に起きるもの」という既成概念の打破の必要性を従来から強く主張し、「揺動を律する」=『揺律』という新たな概念を構築し、多様な基盤研究を推進してきた。アメーバ状単細胞生物「粘菌」や表面科学における諸現象の静的・動的様態を揺律の視点から捉え発展させる方向が議論された。

金（物材機構）は、動的で不確実な環境における「意思決定」の問題の重要性を指摘した上で、量子ドット間の近接場光エネルギー移動を用いて多本腕バンディット問題（multi-armed bandit problem）と呼ばれる意思決定問題が解決できることを理論及び実験により示した。さらに、より複雑な問題である競合バンディット問題（competitive bandit problem）に関しても、「ボムベ（bombe）」構造を有する物理的構造により最適解が得られることを示した。

以上の概略のように、「散逸ゆらぎ制御ナノ電子フォトン系」を横串としながら、実験・理論の両面から最先端の成果が示され、質疑応答も白熱した様相で行われ、今後の研究の発展性を垣間見ることができた充実したシンポジウムとなった。

世話人：成瀬 誠（情報通信研究機構）、信定克幸（分子科学研究所）、
八井 崇（東京大学）、岩見健太郎（東京農工大学）