17p-D2-6

近接場光の局在性・階層性の数理モデルと応用

Mathematical Modeling of Localized and Hierarchical Optical Near-Field Processes

情通機構　°成瀬 誠

NICT[1]　°Makoto Naruse

E-mail: naruse@nict.go.jp

ナノ寸法での光電子系の特徴である光と物質の相互作用の局所性や階層性の理論的基礎は，光と物質中の素励起を一体として記述するドレスト光子の理論[1]や，光の波長より小さなスケールでの電磁相互作用の理論等として発展し，一方，実験面では従来の光学禁制遷移を可能とさせる多様な光デバイスや光加工技術が急進展している．さらに，情報セキュリティ応用[2]や非ノイマン型コンピューティング[3,4]など情報科学との学際融合も著しい．このような状況において，ナノフォトニクスの理論には，素過程解明を中心とした従来のアプローチに加え，ナノ寸法における光と物質の自由度を最大活用したデバイスやシステムの「設計」に資する理論，さらに一般には，エネルギーや情報の流出入を伴う非平衡開放系において生じる機能創発の理論等が不可欠と言える．そのひとつのアプローチに，近接場光の局在性や階層性のモデル理論（数理科学モデル等）の構築があり，本発表ではこれまでの研究をレビューすると共に今後の発展の方向を議論したい．**(1) 近接場光過程援用の物質形成のモデル理論**　近接場光が生じている領域において選択的に物質の脱離(または堆積)反応を促進させることで，ナノ微粒子の寸法制御，ナノ微粒子アレイの自律形成，サブナノ寸法での表面平坦化，従来は感度のなかった波長帯域における受光感度の発現などが実現されている[1,5]．確率過程等を用いた数理モデルを構築し，実験とよく整合する結果を得た[6]．**(2) パルス発振，同期，カオス**　Naruse らは近接場光によるエネルギー移動と遅延帰還を組み合わせることで連続光照射によってパルス発振が可能であることを示した[6]．さらに周期外部入力への同期，さらには振動のバイファーケーション，カオスを示唆する結果が得られつつある．特にナノフォトニクスにおけるカオスは，下記(3)のコンピューティング応用や乱数生成などの応用の基礎となると考えられる．**(3) 情報セキュリティ・非ノイマン型コンピューティング**　形状制御されたナノ物質近傍の近接場光を用いることで認証や耐クローン性などの情報セキュリティ機能の実現が示されている[2]．また近接場光を介したエネルギー移動の時空間ダイナミクスを用いた解探索が理論[3,4]及び実験[7]により示されている．この原理は共鳴エネルギー準位における非局所的探索機構や省エネ特性などに固有の特徴があり，非ノイマン型の新たなコンピューティングパラダイムに発展する可能性がある．謝辞：日頃よりご議論頂く NICT 関連各位，東京大学大津・八井研究室各位，東京工業大学青野博士その他関連各位に感謝する．本研究の一部は総務省 SCOPE の支援を受けた.参考文献

[1] 大津元一，ドレスト光子，朝倉書店 [2] M. Naruse, *et al.*, J. Optics **14**, 094002 (2012) [3] M. Naruse *et al.*, Phys. Rev. B **86**, 125407 (2012) [4] M. Aono, *et al.*, Langmuir (2013) [5] T. Yatsui, *et al.*, Appl. Phys. B. **93**, 55 (2008) [6] M. Naruse, *et al.*, Rep. Prog. Phys. **76**, 056401 (2013) [7] 野村 航他，第 60 回応用物理学会春季学術講演会, 03-162 (2013)

© 2013 年　応用物理学会