

ドレスト光子シミュレーションにおける基底状態の検討

Consideration of Base States for Dressed Photon Simulation

(株)リコー¹, 長浜バイオ大², ドレスト光子研究起点³

○三宮 俊¹, 西郷 甲矢人², 大津 元一³

Ricoh Co., Ltd.¹, Nagahama Inst. Bio-Sci. Tech.², Res. Origin Dressed Photon³,

○Suguru Sangu¹, Hayato Saigo², Motoichi Ohtsu³

E-mail: suguru.sangu@jp.ricoh.com

1. はじめに

ナノメートル領域の光と物質の相互作用を、質量を纏った光子（ドレスト光子：DP）の移動と見なすことで、各種の光学現象が定性的に説明される。この物理描像では質量ゼロの前提の下に成立する光子の分散関係から外れる物理現象が許容される。現在、複雑な物質形状におけるDPの振る舞いを記述する数値シミュレーション手法の検討を進めている[1, 2]。

これまで、連続物質を離散的なDPの格子点でモデル化した量子マスター（密度行列）方程式を用いることで、（特に1次元系について）近接場光の物質境界への局在や高速なエネルギー移動を説明できることを示してきた[2]。

本発表では、本モデルを2次元ないし3次元に拡張し、物質系の離散化方法（基底状態の取り方）について、数値シミュレーションを基に考察する。最終的には、量子ウォークとの対応関係について言及したい。

2. 物質モデルおよび数値シミュレーション結果

Fig. 1 に光ファイバプローブを模したテーパー形状の2次元物質について、各格子点におけるDPの存在確率（定常解）を算出した結果を示す。プローブ先端部への局在に加え、テーパー斜面、プローブ内部においてDPの存在確率の高い格子点が存在している。

本結果を、格子点を基底とした関数から複数格子点に広がる集団的な運動を表わす基底へ変換する。最初のアプローチとして、Fig. 1 の

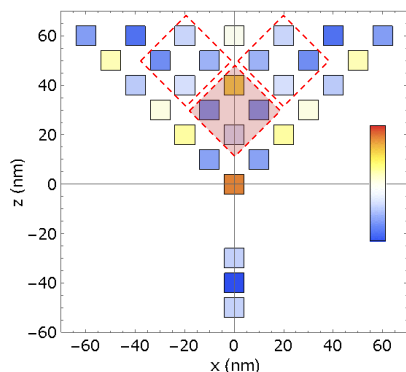


Fig.1: Lattice model and steady state of DP population.

赤色の点線領域に限定した Hadamard 変換による基底関数の変換を行い、その時間発展を算出した。Fig. 2 は、テーパー先端の格子点（実践）と Fig. 1 に赤色の影付きで示した領域（破線）の DP 存在確率の時間発展を示している。ただし、4 格子点からなる Hadamard 基底を矢印で表現した。赤色の影付き領域で全格子点が同相で振動する成分は、存在確率が高い一方で短時間で定常状態に達し、先端部の DP ダイナミクスへの寄与が低いことがわかる。

3. 考察

上述の結果は、テーパー斜面や先端部のダイナミクスとプローブ内部のダイナミクスを分離できる可能性を示唆しており、境界領域を選択的に抽出する適切な基底関数が存在することが伺える。また、このダイナミクスの独立性がグラフ上の量子ウォークと類似することを確認している。グラフ上量子ウォークでは、節点に連結するグラフの本数とエネルギー移動の速度に相関がある。本講演では、物質形状に適合した基底関数の選択方法についても議論を進めたい。

参考文献

- [1] 三宮・他, 2018 年 第 79 回応用物理学会秋季学術講演会
- [2] 三宮・他, 2019 年 第 66 回応用物理学会春季学術講演会

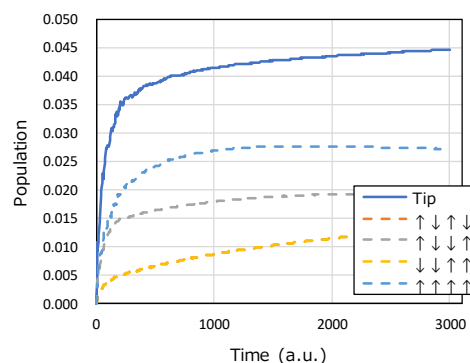


Fig. 2: Population dynamics of DP around a probe tip.