ドレスト光子エネルギー移動における定常状態への収束過程

Convergence Process to Steady States in Dressed-photon Energy Transfer

(株)リコー¹, 長浜バイオ大², ドレスト光子研究起点³ ^O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, ^oSuguru Sangu¹, Hayato Saigo², Motoichi Ohtsu³ E-mail: suguru.sangu@jp.ricoh.com

1. はじめに

ナノ領域において発現する特異な現象[1]の解明やその応用に向け、物質や環境の影響を取り込ん だ「ドレスト光子」の数値シミュレーションの研究開発を進めている。これまで量子密度行列を 用いた計算手法の検討を進め、物理イメージの取得や膨大な計算量の観点から、ドレスト光子を 記述する特徴的な基底状態を得たいという要求に至っている[2]。

一方、局在性や高速性といったドレスト光子の特徴を、グラフ上の量子ウォークを用いてモデル化する理論検討が進められている。特に、定常状態の解析により、グラフ構造の尖った(出力端の少ない)部分においてドレスト光子の存在確率が高くなるといった法則が見出されている[3]。

本発表では、定常状態に着目し、これを固有モードに分解した状態をドレスト光子の基底状態と捉え、定常状態に収束する際の基底状態間の遷移ダイナミクスについて議論を行う。

2. 固有モードと収束過程の計算結果

量子密度行列のマスター方程式より定常解を数値的に求め、得られた量子密度行列の対角化を行 うことで固有モードが算出できる。得られた固有モードを改めて基底状態とし、各固有モードの 時間発展を得る。

Fig. 1 に、テイパー構造からなる二次元物質(46 ノード)の固有モードに対する量子密度行列 を時間発展の初期、中期、終期(定常状態付近)について図示する。対角成分は各固有モードの 存在確率、非対角成分は固有モード間の遷移確率であり、寒~暖色で大きさを表現している。見 やすさのために、確率 0.01%以下を同色となるように閾値表示している。また、図中に主要な固有 モードの幾つかを可視化表示した。各固有モードにおいて収束速度の異なる様子がうかがえる。

3. まとめ

上記結果より、採用した基底状態において量子密度行列が時間発展の初期より比較的疎な行列要素で記述できることが分かる。これは数値シミュレーションにおける計算量の低減可能性を示唆している。また、さらなる検討として、媒介する固有モードの空間的特徴やナノ物質の形状に対する依存性に関しても本発表にて議論する予定である。



Fig. 1: 固有モードに展開した量子密度行列の時間発展(挿入図:固有モードの例)

参考文献

[1] 例えば、川添・他, 光学 43(8) 366 (2014); 八井, OPTRONICS 35(413) 204 (2016).

[2] 三宮・他、第80回応用物理学会秋季学術講演会 19p-E314-6 (2019).

[3] 瀬川·他, 第80回応用物理学会秋季学術講演会 19p-E314-5 (2019).