

物質構造を介したドレスト光子高励起状態の生成

Generation of Highly Excited States of Dressed Photon via Matter Structure

(株)リコー ○三宮 俊

Ricoh Co., Ltd.

○Suguru Sangu

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

1. はじめに

ドレスト光子は原子や量子ドットなどの質点を表わすノードに束縛された準粒子としてモデル化することができる。このモデルを用い、ドレスト光子を介在した物理現象(不純物位置の固定化や発光現象など)の解明を試みている[1]。これらの現象はナノ物質系から外界へのエネルギー散逸が重要な役割を担っており、その制御方法の確立や高効率化は将来的な技術課題である。著者らは近年、散逸現象とドレスト光子の高励起状態(複数のドレスト光子を内在する状態)との関係に注目し、理論検討を進めている。高励起状態は Dicke の超放射と類似の基底状態[2]で記述することができ、空間対称性に起因した高速な緩和現象の発現が示唆される。また、ドレスト光子が主役となるナノ物質系は人工的に製造可能であり、多様な光学機能実現への展開が期待される。

本発表では、上述内容の予備的検討として数値シミュレーションを基に、ドレスト光子の高励起状態を効率的に生成する物質構造について検討した結果を報告する。

2. 数値シミュレーション

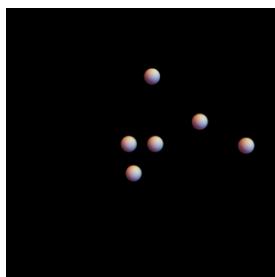
数値シミュレーションでは、散逸を加味した量子密度行列の運動方程式(Lindblad 方程式)の定常解を数値的に算出し、各基底状態の占有確率を評価する。ここで、基底状態とはドレスト光子が物質を表わすノードに束縛された状態を示し、これは物質励起、光子、フォノンの混合状態を準粒子と見なした描像である。物質構造とドレスト光子の励起状態との関係を調べるため、本講演では最近接距離に配置したノード対を中央に固定し、その周囲にランダムにノードを配置した物質モデルを解析対象としている。

3. 数値解析例と考察

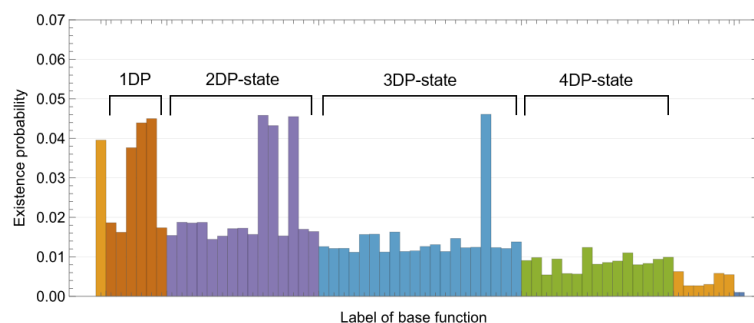
Fig. 1 は、6 ノードの物質モデル多数生成し、ドレスト光子基底状態の占有確率を算出した結果の一例を示す。ノード間の配置に規則性がない場合、占有確率は平坦な分布となるが、幾つかの物質モデルでは Fig. 1(b)に示すように、3 個のドレスト光子を内在する状態(3DP 状態)において基底状態の選択的な励起が観測できる。3DP 状態は基底の数が多く、ノードの空間配置に依存して励起および緩和のレートが異なるために、占有確率に偏りが現れるものと推察される。構造の特徴として、対配置または鎖状配置を有する物質モデルにおいて占有確率の分散性が高くなる傾向を確認しているが、より詳細な物理的解釈さらにはノード数影響等について現在検討を進めており、講演ではその内容も含めて報告する。

参考文献

- [1] 三宮・他, 2024 年第 71 回応用物理学会春季学術講演会 講演予稿集(2024) 24a-11F-7.
[2] M. Gross and S. Haroche, Phys. Rep. 93 (1982) 301.



(a) 物質モデル(6 ノード)



(b) 基底状態の占有確率

Fig. 1: 非平衡定常状態におけるドレスト光子状態の数値解析例