

ドレスト光子による最適構造形成過程のモデル解析

A model analysis of structure optimization processes by dressed photons

広工大工¹, 分析屋², 横浜国大³ ○松岡 雷士¹, 結城 謙太², 金子 悠人³, 瀬川 悦生³

Hiroshima Inst. of Tech.¹, Analytics Japan², Yokohama Nat. Univ.³,

○Leo Matsuoka¹, Kenta Yuki², Yuto Kaneko³, Etsuo Segawa³

E-mail: r.matsuoka.65@cc.it-hiroshima.ac.jp

ドレスト光子が関連するプロセスにはしばしば自律的に物質の構造が最適化される現象が観測される[1,2]。シリコン LED の製造過程においてはドレスト光子援用アニーリングによってボロン原子の配置が最適化される性質があり、間接遷移型半導体による高出力 LED の実現につながっている。製造時に照射した光の波長と偏光がそのまま LED に転写される性質はフォトンブリーディングと呼ばれ、ドレスト光子が構造最適化の中心的な役割を担っていることが示唆されている[3]。ドレスト光子による構造最適化のメカニズムには経験的・未解明な部分が多く、数理物理学的見地からの原理解明が求められる。

我々はドレスト光子の動的性質を考察するためのToyモデルとして、ネットワーク上の量子ウォークモデルに基づいた数理モデルの開発を進めている[4]。確率振幅が定常的に流入・流出するノードを考えることで、ドレスト光子に見立てることが可能な密度分布の定常状態を表現することが可能となる。ここまでの研究で時間発展としてグローバールウォークを考えることで、高速で伝播する成分とネットワークに滞留する成分の重ね合わせを表現できることがわかっている。

本研究では定常状態を表現できる量子ウォークモデルを発展させ、ネットワーク上の密度分布に応じて自己拡張するネットワークモデルの検討と数値解析を行った。拡張ルールの基本は複雑ネットワークにおける BA モデルと同様とし[5]、量子ウォークに基づいて優先選択によるノード・エッジの追加を行う形に拡張した。拡張ルールと形成されるネットワークの構造を比較検討し、ドレスト光子現象との対応を探った。特にドレスト光子援用アニーリングにおいて観測されている直鎖状のネットワークが形成される条件について検討を行った。直鎖状のネットワークを形成するために、流入・流出ノードの断続的な切り替えと滞留成分除去の影響の検討を行った。発表ではネットワーク形成の結果に加え、量子ウォークモデルにおいて観測される自律的な性質についての数値計算結果を紹介する。

[1] M. Ohtsu, Opto-Electron. Adv., **3**, 190046, 2020.

[2] K. Takahashi, M. Katori, M. Naruse, M. Ohtsu, Appl. Phys. B, **120**, pp.247–254, 2015.

[3] M. Katori and H. Kobayashi, Prog. Nanophotonics, **4**, pp.19–55, 2017.

[4] Y. Higuchi and E. Segawa, J. Phys. A: Math. Theor., **52**, 395202, 2019.

[5] A. -L. Barabasi and R. Albert, Science, **286**, pp. 509–512, 1999.