

空間的に不均一な系における時空間キャリアダイナミクス II

Spatiotemporal Carrier Dynamics in a Spatially Inhomogeneous System II

○早川 祐輔, 石川 陽, 小林 潔

山梨大学大学院

○Yusuke Hayakawa, Akira Ishikawa, and Kiyoshi Kobayashi

University of Yamanashi

E-mail: g17tz011@yamanashi.ac.jp

InGaN などの III-V 族半導体における発光過程では、組成揺らぎに起因する空間的に不均一なバンドギャップポテンシャルが及ぼすキャリアへの影響が重要であると考えられている [1, 2, 3]。これらの系においては、

図 1 のようにキャリアの空間伝搬、バンド内緩和過程、自然放出による発光過程が重要であるが、未だにそれらすべてを議論できる全量子論は確立されていない。そこで本研究では、空間的に不均一なバンドギャップエネルギーを持つ一次元励起子系を仮定して、時空間キャリアダイナミクスの全量子論を構築することで普遍的な性質の解明を目指す。

本研究では、空間的に不均一なバンドギャップポテンシャルを持つ一次元励起子系が光子系と結合した全量子論モデルを考える。励起子密度分布、光子密度分布、分極の Wigner 表示を定義し [4]、それらに対する閉じた連立時間発展方程式を微視的に導出した。ここで、励起子-フォノン相互作用による緩和は現象論的に取り入れた。導出した方程式は全量子論的に光学過程を記述できるルミネセンス方程式と、励起子の空間伝搬およびエネルギー緩和を記述できる量子ボルツマン方程式を含んだ形となっている。さらに、古典的なボルツマン方程式とは異なり、励起子の粒子的な空間伝搬だけではなく分極の波として伝搬する過程も記述することができる。

本発表では、以上のような全量子論的な定式化の詳細を報告する。また、分極の伝搬項を考慮した数値解析を行うことで、分極の伝搬項を無視して解析した先行研究 [5] との比較を議論するとともに、分極の伝搬効果によるキャリアダイナミクスへの影響を考察していく。

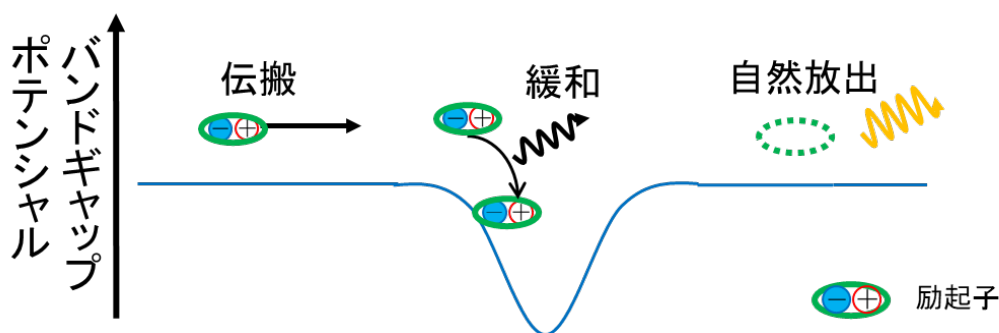


図 1: 空間的に不均一な系における励起子の振る舞い

参考文献

- [1] A.Kaneta, M.Funato, and Y.Kawakami, Physical Review B **78**, 125317 (2008).
- [2] 岩本亘平, 酒井優, 石川陽, 堀裕和, 岸野克巳, 小林潔, 第 78 回応用物理学会秋季学術講演会, 6p-PA3-3 (2017).
- [3] 栗原和也, 岩本亘平, 酒井優, 石川陽, 堀裕和, 岸野克巳, 小林潔, 第 65 回応用物理学会春季学術講演会, 18p-P9-30 (2018).
- [4] O.Hess and T.Kuhn, Physical Review A **54**, 3347-3359 (1996).
- [5] 早川祐輔, 石川陽, 小林潔, 第 65 回応用物理学会春季学術講演会, 19a-G204-10 (2018).