

フォトンブリーディングと散逸構造 Photon-Breeding Process and Dissipative Structure

○坂野 齋 (山梨大院)

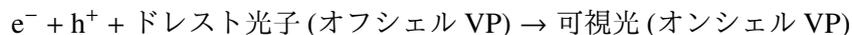
○Itsuki Banno (Univ. of Yamanashi)

E-mail: banno@yamanashi.ac.jp

川添・大津らが開発し、間接半導体を高効率の発光デバイスにするフォトンブリーディング (PB) プロセスは、発光してほしい光を照射して誘導放出を促しながらキャリア電流を流しアニールし、不純物の構造を発光サイトとして最適化する手法である。この育成過程が非平衡熱力学の散逸構造に適うものであるかをドレスト光子 (内在電磁場) の自由度を考慮して議論する。

ここでドレスト光子として想定しているのは TO フォノンに伴うオフシエルのベクトルポテンシャル (VP) である。長波長の TO フォノンは空間的にコヒーレントな横電流密度を伴い、それを源泉とする VP は重ね合わせにより増大する。一方、VP が赤外線として輻射されず内在するために、TO フォノンの分散関係が光の分散関係と交わってはならない。この条件により、TO フォノンのコヒーレント長は数 μm 程度を上限とし、大域的 TO フォノンは島構造の中に存在すると考えられる [1]。また、PB で作製されたデバイスは、巨大磁気光学効果を発現する特徴があり、それをもたらす電子系の大きさを見積もると、 $1\mu\text{m}$ 程度である [2]。よって、PB は、振電相互作用を可能にするサイズが $1\mu\text{m}$ 程度の島を形成するプロセスである可能性がある。

ここで、非平衡開放系の熱力学；散逸構造の理論に注目する。この理論は、化学反応（化学種の生成消滅）と散逸が共存する系のエントロピー生成に関わる普遍的時間発展基準に基づく [3]。PB プロセス中に起こることを、



と捉えると、キャリアとドレスト光子の「反応」と、可視光の輻射の「散逸」を伴うので、散逸構造の理論が適用できるであろう。PB プロセスによる島構造のサイズの増大が、普遍的時間発展基準に適うかを検証したい。また、ドレスト光子の役割、誘導放射で散逸を増大させることの効果も議論したい。

謝辞

ドレスト光子研究起点 (RODreP) での数理物理的な議論について次の方々へ感謝いたします：小嶋泉博士 (RODreP)、佐久間弘文博士 (RODreP)、川添忠博士 (東京電機大学)、西郷甲矢人博士 (長浜バイオ大学)、岡村和弥博士 (名古屋大学)、安藤浩志博士 (千葉大学)、瀬川悦生博士 (横浜国立大学)、松岡雷士博士 (広島工業大学)。この研究の一部はドレスト光子研究起点、からの援助 (2018-2019) を受けています。

参考文献

- [1] 坂野 齋, 川添 忠, 大津元一: 2019 年春季応用物理学会講演会 10p-W621-9, "ドレスト光子による 作用積分の増強とフォトンブリーディング"
- [2] 坂野 齋, 川添 忠, 大津元一: 2019 年秋季応用物理学会講演会 19p-E314-2, "フォトンブリーディングデバイスに発現する 巨大磁気光学効果の理論"
- [3] グランズドルフ, プリゴジン (P. Glansdorff and I. Prigogine): 構造・安定性・ゆらぎ - その熱力学的理論 (みすず書房, 東京, 1977); G. ニコリス, I. プリゴジヌ (G. Nicolis and I. Prigogine): 散逸構造 - 自己秩序形成の物理学的基礎 - (岩波書店, 東京, 1979).