

ドレスト光子系の反磁性電流

Diamagnetic Current in the Dressed-Photon Systems

○ 坂野 斎¹、川添 忠^{2,3}、大津元一³(1. 山梨大院、2. 東京電機大、3. ドレスト光子研究起点)○ Itsuki Banno¹, Tadashi Kawazoe^{2,3}, Motoichi Ohtsu³

(1.Univ. of Yamanashi, 2. Tokyo Denki Univ., 3.Research Origin of Dressed Photon)

E-mail: banno@yamanashi.ac.jp

川添・大津らが行った非金属を用いた近接場光学系の非共鳴条件下での一連の実験は、通常の光学系で見られない様々な現象をもたらし、その原因はドレスト光子 (DP) と考えられる。1 件前の発表で 近接場入射条件かつ近接場観測条件かつ非共鳴条件下で電場の概念、及び、電場と誘電率を用いた構成方程式が破綻することを述べたが、川添・大津の DP 系はこの条件下にある。

電場を応答の原因とみなせないで、私どもが開発した電磁ポテンシャルを原因として扱う単一感受率 [1] による記述が適する。この理論ではスカラーポテンシャル (SP) を 2 体のクーロン相互作用に書き換えず、ベクトルポテンシャル (VP) と対等に応答の原因として扱う。また、Heisenberg 演算子としての線型・非線型応答関数を作用積分の SP・VP による汎関数微分で導出し、電荷保存則とゲージ不変性を保証する。線型応答関数の Heisenberg 演算子として次を得る：

$$\hat{\chi}_{\mu_1}^{\mu}(x, x_1) = \frac{-q}{mc^2} \tilde{\delta}_{\mu_1}^{\mu} \delta^4(x - x_1) \hat{j}^{(in0)0}(x) + \frac{1}{i\hbar c^2} \theta(ct - ct_1) \left[\hat{j}^{(in0)\mu}(x), \hat{j}^{(in0)}_{\mu_1}(x_1) \right],$$

第 1 項が非共鳴項であり、VP のみを応答の原因とし、縦・横電場の応答の違い = 電場の概念の破綻の原因である。交換子を含む第 2 項は時間積分によりエネルギー分母が現れ共鳴条件下で主要となる。川添・大津らの非共鳴条件下の実験は第 1 項を強調する。特に双極子禁制条件下での量子ドット系 [2][3] やフランク=コンドンの原理による非断熱遷移禁制条件下での光化学反応系 [4] と間接遷移半導体の LED・レーザー系 [5] では共鳴項は 0 となり非共鳴項だけが応答に寄与する。

この非共鳴項の性質を調べるにあたり、電場の概念が破綻する先例としての超伝導体系と対応づけることが有効に思われる。非共鳴項は超伝導の文脈では London の構成方程式であり、反磁性電流を生み Meissner 効果をもたらす。実際、印加される静磁場 (クーロンゲージ下での時間に依存しない VP) は BCS 状態からの 2 電子状態励起 (超伝導ギャップ) エネルギーに対して、究極の非共鳴条件をみだし、さらに静磁場の波長は無限大ゆえ、究極の近接場入射条件、近接場観測条件をも満たす。この類似をたよりに反磁性電流と DP の関係を調べていきたい。

参考文献

- [1] 坂野 斎, "非放射場と放射場を対等に扱う 単一感受率による光学の理論 V", 応物講演会 (2016 春 19a-S622-13) など。
- [2] T. Kawazoe, K. Kobayashi, M. Ohtsu, "Optical nanofountain: A biomimetic device that concentrates optical energy in a nanometric region" Appl. Phys. Lett. **86**, 103102-1-3 (2005).
- [3] T. Kawazoe, M. Ohtsu, S. Aso, Y. Sawado, Y. Hosoda, K. Yoshizawa, K. Akahane, N. Yamamoto, M. Naruse, "Two-dimensional array of room-temperature nanophotonic logic gates using InAs quantum dots in mesa structures" Appl. Phys. B **103**, 537-546 (2011).
- [4] T. Kawazoe, Y. Yamamoto, M. Ohtsu, "Fabrication of a nanometric Zn dot by nonresonant near-field optical chemical-vapor deposition" Appl. Phys. Lett. **79**, 1184-1186 (2001).
- [5] 1 件前のアブストラクトの [1]。及びレビューとして: Ohtsu, M. *Silicon Light-Emitting Diodes and Lasers* (Springer International Publishing, Switzerland, 2016).

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に感謝いたします: 小嶋泉博士 (RODreP), 佐久間弘文博士 (RODreP), 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)。この研究の一部は光科学技術研究振興財団からの援助 (2018-2019) を受けています。