

ドレスト光子定数について

On dressed photon constant

ドレスト光子研究起点 佐久間弘文

Research Origin for Dressed Photon, Hirofumi Sakuma

E-mail: sakuma@rodrep.or.jp

未解明現象であるドレスト光子 (DP) の新たな理論モデルとして、講演者は既存の Maxwell 理論を空間的運動量域に拡張した Clebsch 双対 (CD) 場に基づく理論を議論して来た [1]。CD 場は、既存の量子場に関する相互作用理論に欠落していた重要な要素を表現する場で、この理論の導入により、図 1 に示される実験的事実として検証されている DP の最大寸法 [2, 3] の存在の理論的説明が可能となった。物

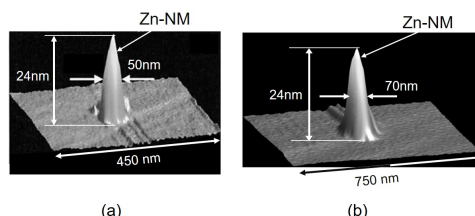


図 1: AFM images of Zn-NMs formed on a sapphire substrate. Dissociated molecules are (a) $\text{Zn}(\text{C}_2\text{H}_5)_2$ and (b) $\text{Zn}(\text{acac})_2$. The values of the height and FWHM are given in each figure.

理的な視点から、CD 場とは「一体何であるのか？」という事を一言で表現するなら、それは、古典光学で知られている縦波電磁波 [4] と、QED で知られている (「非物理的」) 縦波としての仮想光子とを繋ぐ古典モデルの「統一」表現であり、CD 理論における後者の量子的表現は、Majorana 場である事が示される。

CD 場は様々な形の数学的表現を持つが、Maxwell 方程式との対比という観点からは、対応する式は以下のものである。

$$\partial^\nu S_{\nu\mu} = (\kappa_0)^2 U_\mu, \quad (1)$$

ここに、 U_μ は空間的運動量域における 4 元電磁ポテンシャル、 $S_{\nu\mu}$ は U_μ の回転として定義される CD 場の強さであり、 κ_0 は講演者が DP 定数と名付けた定数であり、それは DP の最大寸法を与える定数になっている。数学的視点

のみから (1) 式を見た場合、この式は「左辺の電磁場テンソルの発散が右辺の「4 元電流」ベクトルに等しい」という Maxwell 方程式と同形であり、その様な意味において、 κ_0 は素電荷の様な基本定数である可能性がある。

これまでの発表の中で、電磁場の共形拡大として位置づけられる CD 場は、その数学的特性故に、宇宙を指数関数的に膨張させる dark energy のモデルとしても有望であると同時に、Lorentz 不変性を担保する時空の量子化で知られる Snyder 時空とも同形である事を示した。従って、ナノ光学を超えた物理学全体の中での κ_0 の位置づけは、興味深いテーマである。上で簡単に触れた、ドレスト光子理論が関わる宇宙論的テーマと、場の量子化というミクロなテーマを同時進行で進めて来た研究を通して明らかになりつつある事の一つを本発表で紹介する。相対論と量子論における基本理論を組み合わせる事により、 κ_0 の逆数で定義されるスケールは、宇宙で一番小さなスケールである Planck 長さと、一番大きなスケールである宇宙定数に対応する長さの幾何平均になっている事を指摘すると同時に、 κ_0 はまた、電磁現象に対しての Heisenberg cut と呼ばれる指標にも対応するものとなっている事も示す。ドレスト光子定数は、この様にして、Planck 定数や光速と共に、自然単位系における長さの単位を与えるものとしての重要な自然定数と見做す事ができる。

参考文献

- [1] Sakuma, H. *et al.*, *Symmetry* **2020**, 12(8), 1244; doi:10.3390/sym12081244.
- [2] Kawazoe, T. Kobayashi, K. *J. Chem. Phys.* **2005**, 122, 024715.
- [3] Kawazoe, T. Ohtsu, M. *Proc. SPIE* **2004**, 5339, 619-630.
- [4] Cicchitelli, L *et al.*, *Phys. Rev. A* **1990**, 41, 3727-3732.