

Timelike と Spacelike な場の合成による停留 状態のドレスト光子の数学的表現

A mathematical expression of stationary dressed photon as a composite of timelike and spacelike fields

○佐久間弘文¹、小嶋泉¹、大津元一¹

○Hirofumi Sakuma¹, Izumi Ojima¹, and Motoichi Ohtsu¹

1: ドレスト光子研究起点

E-mail: sakuma@rodrep.ro.jp

ドレスト光子 (DP) を光子と対比した場合の決定的な違いは、前者は①極度に局在化した停留状態として現れ、②それは光と物質場の相互作用の結果生じる“合成”場であるという点にある。また、量子場の基礎理論 [1] によれば、相互作用する場の記述には、4-momentum p_μ の時間的並びに空間的 support の両者が必要である事が示される。上記の二つの特性と量子場理論の帰結として、著者らは、これまで扱われる事の無かった空間的 support に対する具体的表現としての Clebsch dual (CD) [2,3] 場という概念を導入し、通常電磁場を空間的領域へと拡張し、その特性を調べた。相互作用下でない CD 場それ自体は拡張された電磁場の基本モードとして振る舞う為、相互作用により生じる複雑な場は、その基本モードの重ね合わせに似たもので表現できるであろうと期待される [3]。今回の報告では、問題を簡素化する為に、図 1 に示すような一つのナノ粒子の周りに生じる DP 場を考察の対象として、timelike な場と

spacelike な場が局所的に相互作用を行う

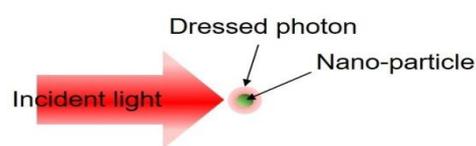


図 1 : ナノ粒子の周りに生じる DP 場

物理過程の特徴を捉えた“簡易素過程”なるものを Clebsch parametreiztion で表現したものを考えて、それによって DP の特徴が如何にして再現されるのかという事を示す。DP は通常の光子のような自由場の基本モードとして表現できない為、その量子論的な記述は未解決な問題として残っているが、今回の発表では、古典場としての Clebsch モデルの表現が、量子化された調和振動子モデルで重要となる生成・消滅演算子を用いた Hamiltonian の表現に如何なる意味において“相似”的な形となり、その中で、基本モードとしての CD 場が重要となる事を説明する。

謝辞：本研究の一部は、(公財) 光科学技術研究振興財団の研究助成による。

[1] R.F. Streater, A.S. Wightman, PCT, Spin and Statistics, and All that, Princeton Univ. Press, 2000

[2] H.Sakuma, I. Ojima and M. Ohtsu, Appl. Phys. A (2017) 123:750. <https://doi.org/10.1007/s00339-017-1364-9>

[3] H. sakuma, I. Ojima, M. Ohtsu, Dressed photons in a new paradigm of off-shell quantum fields. Prog. Quantum Electron. **55**, 74-87 (2017)