

アルファ振動子理論における
時間依存くりこみとその QED への応用

○立花 明知¹

¹京大院工

akitomo@scl.kyoto-u.ac.jp

【序】予知不能な『量子力学のミステリー (ファインマン曰く)』として知られる二重スリット現象は、場の量子論のひとつである QED に基づいて時々刻々予言できる[1]。従って例えば電子スピントルクの本質を QED に基づいて理論的に明らかにすることにより、既知の化学現象を統一的に理論的に理解しさらに進んで新しい化学現象を時々刻々予言することができる[1-6]。量子力学を超えて真の実時間シミュレーションを遂行するにあたり、場の演算子とケットベクトルならびに波動関数の時間発展を時々刻々求めるアルゴリズムに関して、既存の関連理論に内在する課題は明らかである。例えば、無限遠方で場がゼロと仮定すると、自由場の概念自体に矛盾が生ずる。『場の演算子力学が解ける条件』(thermalization) と、『物理的』と呼び習わされる『粒子 (particle) 描像』(renormalization) とが非分離であり、くりこみ定数を c-number と仮定すると演算子の交換関係に矛盾が生ずる。In (無限の過去) から Out (無限の未来) への無限の時間経過を仮定する漸近場理論では時々刻々のくりこみを取り扱うことができない。これらの課題の解決のために、素粒子 (場の素励起; 粒子描像を具現する) 代数の数学的下部構造を構成するアルファ振動子代数を見出したので報告する[1]。アルファ振動子を無限に重ね合わせて粒子描像 (例えば QED における光子, 電子, 陽電子) を表現できる。粒子描像の交換関係は、対応するアルファ振動子の交換関係を粗視化して導かれる。

$$\left[\hat{\alpha}_{\text{particle}}, \hat{\beta}_{\text{particle}} \right]_{\pm} = \int_0^{\infty} d\nu \int_0^{\infty} d\nu' \left[\hat{\alpha}(\nu), \hat{\beta}(\nu') \right]_{\pm} \quad (1)$$

『非』保存系である QED 系に対してアルファ振動子のくりこみ定数は時々刻々 q-数として表現される。超対称性を導入した超アルファ振動子理論は量子重力理論を与える。

【理論】『非』保存系である QED 系に現れる 3 種のアルファ振動子について、その第一は電磁場を構成する b-photon である。

$$\left[\hat{b}(\nu, \vec{p}, \sigma), \hat{b}(\nu', \vec{q}, \sigma') \right] = \left[\hat{b}^{\dagger}(\nu, \vec{p}, \sigma), \hat{b}^{\dagger}(\nu', \vec{q}, \sigma') \right] = 0 \quad (2)$$

$$\left[\hat{b}(\nu, \vec{p}, \sigma), \hat{b}^{\dagger}(\nu', \vec{q}, \sigma') \right] = \delta_{\sigma\sigma'} \delta^3(\vec{p} - \vec{q}) \delta(\nu - \nu' (|\vec{p}|)_b) \delta(\nu' - \nu' (|\vec{q}|)_b) \quad (3)$$

アルファ振動子のケットベクトルと波動関数に時間依存くりこみを施せば粒子描像のケットベクトルと波動関数が得られる。QED に現れる他の 2 種のアルファ振動子は Dirac 場を構成する f-electron と f^c-positron である。詳細を当日発表する。

参考文献

[1] A. Tachibana, “Time-dependent renormalization of alpha-oscillators for QED,” *Journal of Mathematical Chemistry* **54**, 661-681 (2016); to be published.

[2] A. Tachibana, “General relativistic symmetry of electron spin torque,” *Journal of Mathematical Chemistry* **50**, 669-688 (2012).

[3] A. Tachibana, “Electronic Stress with Spin Vorticity,” In *Concepts and Methods in Modern Theoretical Chemistry: Electronic Structure and Reactivity*, Ghosh S K & Chattaraj P K, Eds., (Taylor & Francis / CRC Press, New York, U.S.A.) 2013, Chapter 12, pp. 235-251.

[4] A. Tachibana, “Electronic Stress with Spin Vorticity,” *J. Comput. Chem. Jpn.*, **13**, 18-31 (2014).

[5] A. Tachibana, “Electronic stress tensor of chemical bond,” *Ind. J. Chem.*, **53A**, 1031-1035 (2014).

[6] A. Tachibana, “General relativistic symmetry of electron spin vorticity,” *Journal of Mathematical Chemistry* **53**, 1943-1965 (2015).