

## ドレスト光子と測定過程

## Dressed photon and measuring processes

ドレスト光子研究起点, 岡村 和弥

Research Origin for Dressed Photon, Kazuya Okamura

E-mail: k.okamura.renormalizable@gmail.com

ドレスト光子のモデリングと測定過程の関係についての発表を行う。ドレスト光子の拡張可能性をもつモデリングに基づいて、ドレスト光子が発生する状況での測定過程を代数的量子場理論の局所ネットの観点から定式化を行う。

局所ネット [1, 2] とは、基となる時空  $M$  の有界領域のなす (半順序) 集合  $\mathcal{R}$  の元  $O$  から作用素代数  $\mathcal{A}(O)$  への対応で以下の条件を満たすものである: (i)  $O_1 \subset O_2$  ならば,  $\mathcal{A}(O_1) \subset \mathcal{A}(O_2)$ 。 (ii)  $O_1$  と  $O_2$  が「空間的」ならば,  $\mathcal{A}(O_1)$  と  $\mathcal{A}(O_2)$  は可換である。すなわち、有界領域で扱える物理量の集まりを定めるのが局所ネットであり、代数的量子場理論は局所ネットに基づいて理論展開されている。局所ネットから大域的物理量代数  $\mathcal{A} = \overline{\bigcup_{O \in \mathcal{R}} \mathcal{A}(O)}^{\|\cdot\|}$  が構成され、 $\mathcal{A}$  を用いて系の状態が定義される。

量子測定理論における重要な概念は「インストルメント」および「測定過程」である [3, 4]。インストルメントは統計的な意味付けがされている一方、測定過程は測定装置の量子力学的モデリングである。 $\mathcal{H}$  を対象系のヒルベルト空間、 $(S, \mathcal{F})$  を可測空間とする。測定過程  $\mathbb{M} = (\mathcal{K}, \xi, E, U)$  とは、ヒルベルト空間  $\mathcal{K}$ 、 $\mathcal{K}$  の単位ベクトル  $\xi$ 、スペクトル測度  $E: \mathcal{F} \rightarrow \mathbf{B}(\mathcal{K})$  および  $\mathcal{H} \otimes \mathcal{K}$  上のユニタリー作用素  $U$  からなる 4 つ組を意味する。

本講演の要点は以下の 3 つである:

1. 非一様な物質構造がある状況での量子電磁場を代数的量子場の 1 つの定式化である局所ネットの観点から考察する。自由場のととは異なり、オンシェルでの生成・消滅演算子に基づいた理論展開ができない状況であることに基づく考察である。
2. その上で、ドレスト光子が発生する状況での測定過程の一般的枠組みを定式化する。インストルメント概念および測定過程が機能する状況を再吟味するという意義があり、現状の量子測定理論の枠組み [3, 4, 5] を超える状況を取り込む試みである。
3. また、有界領域における測定可能な物理量と  $U(1)$ -ゲージ不変性に関する考察を行う。

謝辞: 本研究の一部は(一社)ドレスト光子研究起点の助成を受けた。

## 参考文献

- [1] R. Haag and D. Kastler, An algebraic approach to quantum field theory, *J. Math. Phys.* **5**, 848–861 (1964).
- [2] R. Haag, *Local quantum physics: Fields, particles, algebras*, 2nd rev. and enlarged ed., (Springer, Berlin, 1996).
- [3] M. Ozawa, Quantum measuring processes of continuous observables, *J. Math. Phys.* **25**, 79–87 (1984).
- [4] M. Ozawa, Uncertainty relations for noise and disturbance in generalized quantum measurements, *Ann. Phys. (N.Y.)* **331**, 350–416 (2004).
- [5] K. Okamura and M. Ozawa, Measurement theory in local quantum physics, *J. Math. Phys.* **57**, 015209 (2016), doi: 10.1063/1.4935407.