

オフシェル量子場と測定理論

Off-shell quantum fields and measurement theory

ドレスト光子¹, 名大情報² ○岡村 和弥^{1,2}

Dressed Photon¹, Nagoya Univ.², ○Kazuya Okamura^{1,2}

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

ドレスト光子 [1, 2] に対する測定理論に関する最近の進展について本講演では発表を行う。ドレスト光子が生成・消滅する様相の記述には量子場としてのドレスト光子の記述が不可欠であり、更には、各現象におけるドレスト光子の寄与を実験的に検証するうえで測定理論的なアプローチが有効と考えている。前者の、ドレスト光子を量子場として記述する際に重要な概念が「オフシェル」である。ドレスト光子は電磁場が波長未満のスケールで電子やフォノンと相互作用するとき生じるため、分散関係に従う＝「オンシェル」とはかけ離れた性質を示す。それがドレスト光子をオフシェルの量子場として扱う必然性であり、ドレスト光子が発生する実験条件を取り込んだ新しいモデリングが求められる理由である。一方、ドレスト光子（およびその影響）を実験的に検証するためには、遠方で散乱光を測る以外ではプローブをナノスケールで近づけるなどドレスト光子の発生条件を変える工夫が必要であり、変化させる前後での因果関係が鍵となる。それに対して測定理論の観点から記述方法を与えるのが本講演である。

ドレスト光子に対する測定の記述で重視するのは以下の2点である：

- 無限自由度量子系、特に量子場としての記述を前提にするので、局所ネット (local net) による量子場の記述を採用する。その上で、ドレスト光子が発生させる条件の変化の記述に「局所ネットの拡張」の概念を用いる。
- 量子測定理論では「完全正值インストルメント」により測定による系の状態変化を記述する [3]。局所ネットの拡張と完全正值インストルメントを組み合わせることによりドレスト光子の測定を記述する。

これらを実現するためには、 C^* -代数上で定義された完全正值インストルメントを用いる必要がある。 C^* -代数の部分クラスであるフォン・ノイマン代数上で定義された完全正值インストルメントでも最近ようやく理論が進展したばかりであり [3]、 C^* -代数上で定義された完全正值インストルメントに関する部分的な結果については [4] で公表している。 C^* -代数上で定義された完全正值インストルメントの数理と物理について、ドレスト光子の測定に関わる本質的な部分の紹介を行う。

参考文献

- [1] 大津 元一, 『ドレスト光子』, (朝倉書店, 2013) .
- [2] 大津 元一, 小嶋 泉 編著, 『ここからはじまる量子場 —ドレスト光子が開くオフシェル科学—』, (朝倉書店, 2020).
- [3] K. Okamura and M. Ozawa, Measurement theory in local quantum physics, J. Math. Phys. **57**, (2016), 015209.
- [4] 岡村 和弥, A C^* -algebraic approach to quantum measurement, 数理解析研究所講究録 **2123**, (2019).