

## 量子測定理論のイメージング科学への応用

### Application of Quantum measurement theory to Imaging Science

○ 鹿野 豊<sup>1,2,3</sup>、小林 弘和<sup>4</sup>

(1. 分子研 CIMoS, 2. Chapman Univ., 3. 東工大応セラ研, 4. 高知工科大)

○ Yutaka Shikano<sup>1,2,3</sup>, Hirokazu Kobayashi<sup>4</sup>

(1. IMS, NINS, 2. Chapman Univ., 3. Tokyo Tech MSL, 4. KUT)

E-mail: yshikano@ims.ac.jp

量子測定理論は 1932 年に von Neumann が数学的な枠組みを整備して以降、量子光学や量子情報の核となる理論として発展してきた経緯がある。しかし、実際の応用事例として量子測定を用いなければならないということは未だにないと思われる。そこで、我々は量子測定理論を現在、広範な応用をもつイメージング科学との接点を見いだすことを目標とし、研究を行ってきた。

今回、注目する量子測定理論は一般化された量子測定理論体系である事後選択を含んだ形で定式化し、特に測定系と被測定系間の測定相互作用が弱い場合を弱測定と呼び、量子論の基礎の分野において発展をしてきた [1]。そこで我々は、量子測定理論の光による実装を考え、光の軌道角運動量をもった光渦ビームに注目し、これを用いた量子測定の一般的なフレームワークを構築してきた。

具体的には、弱測定のフレームワークにおいて、その測定結果である弱値（一般的には複素数値をとる）を 2次元のイメージングデータから決定する理論体系を構築した [2]。また、本結果を応用して、量子状態のポアンカレ球上での表現のステレオ射影点が弱値に比例するという関係を示し、偏光量子状態の可視化することに実験的にも成功した [3]。更には、この測定相互作用の強さにより測定による影響が出てくるがその影響を解析的に調べることにも成功した [4]。最後に、これらの結果を応用することにより、量子エンタングル状態の可視化にも成功し、その一般的な測定方法の道筋を与える結果を得た [5]。本結果は実装はなされていないが、今後、実験的にどれくらいの意義があるのかについても調べていく予定である。

本講演では、本研究の基礎となっている弱測定理論を紹介した後、我々の行った光渦ビームにおける我々の得てきた結果と弱測定がイメージング科学にどのように示唆を与えるのかについて議論する。

## 参考文献

- [1] Y. Shikano, in *Measurements in Quantum Mechanics*, edited by M. R. Pahlavani, (InTech, Rijeka, Croatia, 2012), Chap. 4, p. 75.
- [2] H. Kobayashi, G. Puentes, and Y. Shikano, *Phys. Rev. A* **86**, 053805 (2012).
- [3] H. Kobayashi, K. Nonaka, and Y. Shikano, *Phys. Rev. A* **89**, 053816 (2014).
- [4] Y. Turek, H. Kobayashi, T. Akutsu, C.-P. Sun, and Y. Shikano, *New J. Phys.* **17**, 083029 (2015).
- [5] M. Tukiainen, H. Kobayashi, and Y. Shikano, in preparation.