

サブ・ガイガーモード APD 光子検出器に対する最適化 POVM の検証実験

Experimental verification for the POVM of single-photon avalanche photodiode operated with sub-Geiger mode

東京女子医大¹, °辻野 賢治¹, 山口 俊夫¹, 松本 みどり¹, 木下 順二¹

TWMU¹, °Kenji Tsujino¹, Toshio Yamaguchi¹, Matsumoto Midori¹, Junji Kinoshita¹

E-mail: tsujino@twmu.ac.jp

物理現象や実験結果を検証する際に、そのモデル化は非常に重要である。我々は光子を用いた量子情報技術に関する研究を行っており、特に単一光子検出器を開発していることから、そのモデル化である POVM (Positive Operator-Valued Measure) に関する再考を試みている[1]。

単一光子検出器は、光子の到来に対して 2 値の結果 (光子を検出したか、しないか) を出力するため、一般的に POVM は以下のように表される。

$$\Pi_{\text{off}} = \sum_{n=0}^{\infty} (1-P_d)^n |n\rangle\langle n|$$

$$\Pi_{\text{on}} = \hat{I} - \Pi_{\text{off}}$$

ここで、 P_d は単一光子検出効率、 n は光子数を表している。

しかしながら、我々が開発しているサブ・ガイガーモード動作 APD (avalanche photodiode) 光子検出器[2]は、上述のようなシンプルな POVM では表現できない可能性がある。検出器の光子検出過程を考慮して最適化した POVM を用いて予測される結果を計算してみると、状況によっては、上述の一般的な POVM によるものと差が生じる (Figure 1 を参照)。講演では、実験による検証結果を報告する。

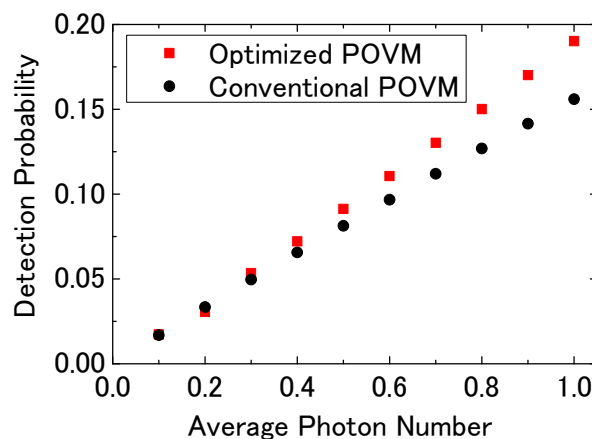


Figure 1: Calculated detection probability for optimized and conventional POVMs of sub-Geiger mode single-photon avalanche detector as a function of the average photon number of coherent state. We calculated the probability using a single-photon detection efficiency = 17% without dark counts.

[1]K. Tsujino and A. Tomita, “Positive operator valued measure for a practical single-photon avalanche diode,” AQIS 2009.

[2]辻野賢治他, “サブ・ガイガーモード動作 Si APD 単一光子検出器”, 第 63 回応用物理学会春季学術講演会 (2016.3).