

研究 成 果 報 告 書

(国立情報学研究所の民間助成研究成果概要データベース・登録原稿)

研究テーマ (和文) AB		ラゲールガウスモードを用いた弱測定による偏光状態空間の直接測定			
研究テーマ (欧文) AZ		Direct observation of polarization state space using weak measurement with Laguerre Gaussian modes			
研究氏 代 表 名 者	カカナ CC	姓)コバヤシ	名)ヒロカズ	研究期間 B	2012 ~ 2013 年
	漢字 CB	小林	弘和	報告年度 YR	2014 年
	ローマ字 CZ	Kobayashi	Hirokazu	研究機関名	高知工科大学
研究代表者 CD 所属機関・職名		高知工科大学システム工学群 講師			
概要 EA (600 字～800 字程度にまとめて下さい。) 「弱測定」と呼ばれる量子測定手法は測定系と被測定系の相互作用を非常に小さくして、測定による擾乱を極力小さく抑えることで量子的な現象の直接観測や量子パラドックスの検証などに利用できるため、近年脚光を浴びている [1]。弱測定では一般的に測定系として基本ガウスモードの波束が用いられるが、位相特異点を持つ伝搬モードであるラゲールガウス(LG)モードの波束を測定系に用いることで、基本ガウスモードでは観測できなかった量が取得可能であることがこれまでの研究で明らかとなった [2]。本研究では LG モードを測定系とした弱測定の有用性、特に波動関数の直接観測への応用を目指した理論解析と実験を行なった。 測定対象となる波動関数として、報告者は光の偏光状態を用いた。偏光の純粋状態を表わすポアンカレ球上の点を LG モードの位相特異点の二次元的な位置にステレオ射影で写し取ることで、直接的に可視化する実験に成功した。また、偏光状態が時間的に変化する様子が LG モードの位相特異点の位置の移動として観測可能であることも実験的に示した。LG モードを測定系として用いた弱測定の実験は未だ報告されていないため、これが世界初の成果である。この成果は Physical Review A に掲載され、Editor's Suggestion に選ばれた [3]。現在、偏光の純粋状態だけではなく、混合状態(部分偏光状態)を観測する実験に着手しており、その結果に基づいて論文を執筆する予定である。 また、一般的な高次の伝搬モードであるエルミートガウス(HG)モードと LG モードを測定系とした一般的な測定(弱測定だけではなく、強い測定も含む)において、測定対象の状態と測定結果の関係を数値計算して LG モードの有用性を示すことにも成功した。この結果を基にして論文を投稿予定である。 [1] Y. Aharonov et al., Phys. Rev. Lett. 60, 1351 (1988). [2] G. Puentes et al., Phys. Rev. Lett. 109, 040401 (2012); H. Kobayashi et al., Phys. Rev. A 86, 053805 [3] Hirokazu Kobayashi, Koji Nonaka, and Yutaka Shikano, "Stereographical visualization of a polarization state using weak measurements with an optical vortex beam", Phys. Rev. A 89, 053816 (2014)					
キーワード FA	弱測定	ラゲールガウスモード	偏光状態	トモグラフィー	

(以下は記入しないで下さい。)

助成財団コード TA					研究課題番号 AA								
研究機関番号 AC					シート番号								

発表文献（この研究を発表した雑誌・図書について記入して下さい。）									
雑誌	論文標題 _{GB}	Stereographical visualization of a polarization state using weak measurements with an optical-vortex beam							
	著者名 _{GA}	Hirokazu Kobayashi, et al.	雑誌名 _{GC}	Physical Review A					
	ページ _{GF}	053816	発行年 _{GE}	2	0	1	4	巻号 _{GD}	89
雑誌	論文標題 _{GB}								
	著者名 _{GA}		雑誌名 _{GC}						
	ページ _{GF}	～	発行年 _{GE}					巻号 _{GD}	
雑誌	論文標題 _{GB}								
	著者名 _{GA}		雑誌名 _{GC}						
	ページ _{GF}	～	発行年 _{GE}					巻号 _{GD}	
図書	著者名 _{HA}								
	書名 _{HC}								
	出版者 _{HB}		発行年 _{HD}					総ページ _{HE}	
図書	著者名 _{HA}								
	書名 _{HC}								
	出版者 _{HB}		発行年 _{HD}					総ページ _{HE}	

欧文概要 _{EZ}

Hirokazu Kobayashi, Koji Nonaka, and Yutaka Shikano, Phys. Rev. A **89**, 053816 (2014)

We propose a stereographical-visualization scheme for a polarization state by two-dimensional imaging of a weak value with a single setup. The key idea is to employ Laguerre-Gaussian modes or an optical vortex beam for a probe state in weak measurement. Our scheme has the advantage that we can extract information on the polarization state from the single image in which the zero-intensity point of the optical vortex beam corresponds to a stereographic projection point of the Poincare sphere. We experimentally performed single-setup weak measurement by using a Sagnac interferometer to validate the stereographical relationship between the polarization state on the Poincare sphere and the location of the zero-intensity point. Moreover, we estimated measurement accuracy by fidelity between prepared polarization state and estimated state by our scheme. This paper was selected as Editor's Suggestion of Physical Review A.