

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		量子集合論の圏論化を通じた量子状態の論理的役割に関する研究			
研究テーマ (欧文) AZ		Studies on logical role of quantum states via a categorical formulation of quantum set theory			
研究氏 代 表 名 者	カカナ CC	姓)オカムラ	名)カズヤ	研究期間 B	2016 ~ 2018 年
	漢字 CB	岡村	和弥	報告年度 YR	2018 年
	ローマ字 CZ	Okamura	Kazuya	研究機関名	名古屋大学
研究代表者 CD 所属機関・職名		名古屋大学大学院情報学研究科数理情報学専攻数理情報モデル論講座・特任助教			
<p>概要 EA (600 字~800 字程度にまとめてください。)</p> <p>研究代表者は量子論・量子情報理論に関わる数理的研究をこれまで継続して行ってきた。本研究では、その一環として、量子集合論の圏論化を通じた量子状態の論理的役割を課題とした。量子集合論とは、Birkhoff および von Neumann(1936 年)により始められた量子論理に基づいて竹内外史氏(1980 年)により定式化された集合論であり、近年小澤正直氏により研究が進められている。研究期間のうちに以下の 2 つについて成果を挙げる事ができた:</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 不確定性関係への量子集合論の応用 ・ 量子集合論の圏論的モデルの構成 <p>1 つ目については、まず、測定過程が関与する状況において「物理量 A をメーター M で測ったときの測定誤差が ϵ である」および「物理量 B の擾乱が η である」という命題を量子集合論における命題論理と量子実数の理論を用いて定めた。その上で ϵ と η の間に小澤の不等式などの各種トレードオフ関係を、現状では離散物理量に対してという制約があるが示す事ができた。関連する論文を順次プレプリントサーバで公開中であり(第一弾は小澤正直氏との共同研究。https://arxiv.org/abs/1808.10615)、現在主結果について述べた論文を執筆中である。</p> <p>2 つ目は、圏論的観点から量子集合論を見直す研究である。量子集合論の初等的理論を建築する構想の一環で、未だ途上であるが、圏論的な集合論モデルの構成法を拡張することにより、集合の圏 Sets において量子集合論のモデルを構成した(論文執筆中)。</p>					
キーワード FA	量子論理	量子集合論	不確定性関係	圏論的モデル	

(以下は記入しないでください。)

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ください。）									
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}	
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

The principal investigator has studied mathematics of quantum theory and quantum information theory. This subject is a part of the study and treats logical roles of quantum states via a categorical formulation of quantum set theory. Quantum set theory is a set theory formulated by Gaisi Takeuti in 1980 and is based on quantum logic by Birkhoff and von Neumann. Recently, it is studied by Masanao Ozawa. The following two outcomes were achieved during the study period:

- An application of quantum set theory to uncertainty relations
- A construction of a categorical model of quantum set theory

In the first outcome, propositions that “the measurement error of an observable A measured by M is ε ” and “the disturbance of B is η ” are defined. Furthermore, we showed several error–disturbance trade-off relations, only for discrete observables at the present time, such as Ozawa’s inequality. A preparatory paper in collaboration with M. Ozawa is uploaded to the preprint server (<https://arxiv.org/abs/1808.10615>).

The second outcome is the study on a categorical reconsideration of quantum set theory. This is a part of an elementary theory of quantum sets and is now progressing. We constructed a model of quantum set theory in the category **Sets** of sets by extending the categorical construction of models of set theory.