The University of Osaka
Institutional Knowledge Archive

Title	Playing games in quantum realm
Author(s)	島村, 淳一
Citation	大阪大学, 2005, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/45913
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、大阪大学の博士論文についてをご参照ください。

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

https://ir.library.osaka-u.ac.jp/

The University of Osaka

【91】

氏　　名	島　村　淳　一（しま むら じゅん いち）
博士の専攻分野の名称	博　士（理　学）
学　位　記　番　号	第　１９５５７　号
学位授与年月日	平成 17 年 3 月 25 日
学位授与の要件	学位規則第４条第１項該当 基礎工学研究科物理系専攻
学　位　論　文　名	Playing games in quantum realm （量子ゲームに関する研究）
論　文　審　査　委　員	（主査） 教　授　井元　信之 （副査） 教　授　鈴木　義茂　　教　授　占部　伸二

論　文　内　容　の　要　旨

本研究ではゲーム理論で扱われているゲーム的状況を量子力学の世界で考えたとき、ゲームのダイナミクスがどのように変化するかについて解析した。

コンピューティングや暗号などのプロトコルは「情報をやりとりする複数の異なる主体が絡むゲーム」としてモデル化することができる。コンピューティング、暗号に量子性を導入することで量子コンピュータ、量子暗号が生まれた。そこで、ゲーム的状況を扱う理論として代表的なものであるゲーム理論に量子性を導入することで同じように新たな発展がみられるのではないかと考えた。

本研究ではまず従来のゲーム理論で扱われているジレンマを含む典型的なゲームに量子性を導入することによってゲームがどのように変化するか調べた。主な結果としては、ある最大エンタングル状態を共有した場合、ジレンマが解消されるが、すべての最大エンタングルド状態がジレンマを解消できるわけではないことがわかった。また、従来のゲームと量子ゲームの比較を可能にするためにゲームのモデルが満たすべき条件について議論した。

本研究によって、量子版の２人ゲームの特徴の多くを明らかにすることができた。また、より一般的な量子版のゲームに関する議論を可能にするためにゲームのモデルが満たすべき性質を提案し、その性質を満たす条件を明らかにした。

論文審査の結果の要旨

通信や計算理論に量子力学を持ち込むことにより大きな変化が現れ量子情報処理の分野が生まれたのと同様、ゲーム理論に量子力学を持ち込むとどうなるか、大いに興味が持たれる。その最初の考察は 1999 年に始まり「$\pi/2$ パルスなどの量子力学的手段が許される場合、それを使ったプレーヤーは使わないプレーヤーより有利である」「全プレーヤーがエンタングルメントを使うとプレーヤー間のジレンマが解消することがある」などの結果が部分的に知られていた。

本研究は、エンタングルメントと古典相関の効果の違い、熱浴雑音の量子ゲームへの影響、ゲームの種類（協力/

非協力、対称/非対称等）による Nash 均衡への量子力学の影響、古典ゲームを包含するためのエンタングルメントの種類は何か等の問題を理論的に考察し、多くの解答を得たものである。研究の結果、エンタングルメントおよび古典相関の影響の大小比較は初期状態の選択によるのでそれを含めて考える必要があること、雑音は古典ゲームより量子ゲームに大きな影響を与えること、種々のゲームにおけるジレンマ解消の様相や度合いを明らかにしたこと、GHZ 型エンタングルメントは古典ゲームを包含し得るが W 型はそうでないことなどを始めとする多くの新しい例を発見しており、これらの事象をかなりの程度説明する一般理論の展開にこぎ着けている。これは量子ゲームの構造の全貌解明に資する大きな一歩と言える。従って本研究は博士（理学）の学位論文として価値のあるものと認める。