

量子エンタングルメントの情報理論

岡崎佳純

近畿大学理工学部機械工学科 3 年

2017 年 6 月 24 日

1 はじめに

このアブストには人類が量子通信に至るまでをざっくりと大まかに書くので、細かいことは勘弁していただきたい。

1935 年、アインシュタインらは量子力学の「不完全性」を主張した。この論文は著者の頭文字をとって EPR 論文と呼ばれ、このとき行われた思考実験は「EPR パラドックス」と呼ばれる※1。簡単に言うと以下のようなものだ。(詳しくは参考文献(2)を参照されたい。少し概要を知りたい人は以下を読んでほしい。)

ある物理量が「実在する」ための十分条件とは、その物理量を有する形の状態を乱すことなしに、その物理量を確実に予言することができることだ。

量子論においては位置と運動量の様な交換しない 2 つの物理量のうち一方を測定するともう一方は測定せずとも値が決まってしまう。となれば量子論が正しいとすると以下の 2 つのうちどちらかが真である必要がある。

①量子論の波動関数による実在の記述は完全ではない。

②このような 2 つの物理量は同時には存在しえない。

アインシュタインらはこのうち①が偽であると②も偽となるので、①が真であると考えた。従って量子論が正しいとすると波動関数による実在の記述は完全ではなく、これが量子力学の「不完全性」とされた。

この論文を受け同年にシュレーディンガーは「遠く離れた 2 地点間で起こる物理現象が分離不可能になって絡み合っている状態」を「量子もつれ(量子エンタングルメント)」とした。ここではまだ量子論は不完全なものだとされたが、その後 1964 年にベルが主張した「ベルの不等式」※2 やそれを破る実験によって量子論を扱う際は古典論から決別する必要があることが分かり、EPR 論文の仮定(局所実在論)が誤っていたことが明らかとなった。これらにより量子論に基づく新しい理論を構築する試みが始まり、量子通信や量子計算などの様々な研究分野が誕生した。

※1 アインシュタインらはこれを「パラドックス」とは言っていない。

※2 参考文献(3)参照

2 講演内容

本講演ではまず量子情報とは何かについて古典情報と比較しながら簡単に説明する。次に量子エンタングルメントについて説明し、最後に量子エンタングルメントを用いた情報理論として量子テレポーテーションについて説明する。

前提知識としては量子力学の知識があれば好ましいが、なくてもある程度理解できる内容にするつもりである。

入門的な内容なので、量子情報が気になるがまだやったことのない人はぜひ気軽に聞きに来てほしい。

3 参考文献

- (1) 石坂智 他, ” 量子情報科学入門” , 共立出版 (2012)
- (2) 日本物理学会編, ” アインシュタインと 21 世紀の物理学” , 日本評論社 (2005)
- (3) 清水明, ” 新版 量子論の基礎” , サイエンス社 (2004)
- (4) 細谷暁夫, ” 量子コンピュータの基礎” , サイエンス社 (1999)