

ベルの不等式の破り方：量子解釈の比較

白井 仁人 (Hisato Shirai)

一関工業高等専門学校

量子力学の正しさは多数の実験によって証明されており、有用性を疑うものはいない。しかし、量子力学の基礎には概念的な捉えにくさがあると考えられる研究者も多い。例えば電子や原子が粒子でもあり波でもあるとはどういうことか、我々の常識の範囲内で理解するのは難しい。また、波動関数が何を表すのかについても研究者の間で意見が分かれている。特に難しい問題は「ベルの不等式」の破れをどう解釈すべきかである。ベルの不等式は常識的な仮定だけから導出される不等式であるため、それが破れているという事実は、我々の常識に反している。

量子力学の奇妙な諸性質を説明するために、量子力学にはさまざまな解釈が提案されている。「多世界解釈」や「ボームの軌跡解釈」はよく知られているが、「確率過程解釈」や「アンサンブル解釈」、「様相解釈」、「無矛盾歴史」など多種多様な解釈がある。どの解釈に対しても言えることは、ベルの不等式の破れをうまく説明しなければならないということである。

本発表の目的は、各解釈がベルの不等式の破れをどのように説明しているのか分析し、分類することである。本発表では、初めにベルの不等式について振り返った後、各解釈がベルの不等式の破れをどう説明しているのか（各モデルでのベルの不等式の破り方）を見ていく。

本発表での分析をまとめると以下のようなになる。

I. 局所性・因果性をあきらめる

- (1) 非局所性を導入する：ボームの軌跡解釈
- (2) 逆向き因果を導入する：確率過程解釈、クレーマーの交流解釈
- (3) 全体論を導入する（局所も因果も捨てる）：一部のアンサンブル解釈、時間対称な解釈

II. ある種の实在性をあきらめる

- (4) 物理量の同時实在性を捨てる：様相解釈、量子論理
- (5) 多世界（または単一枠組みの歴史）を導入する：多世界解釈、無矛盾歴史解釈
- (6) 従来の客観性を断念する：コペンハーゲン解釈、量子ベイズ主義 (QBism)
コペンハーゲン解釈：実験条件から独立した系の記述という考え方を捨てる。
量子ベイズ主義：量子力学の確率は我々の知識や信念の度合いである。

本研究の目的は、新しい解釈を提案したり、一部の解釈を批判したりすることではない。さまざまな解釈の特徴を分析し、そこからそれらの解釈を分類することである。そうした研究はこれまでなされたことがない。