

## 量子力学に因果観は必要か？ 3種類の世界像

白井 仁人 (Hisato Shirai)

一関工業高等専門学校

「ベルの不等式の破れは局所実在性を否定する」とよく言われる。局所性か実在性のどちらかを捨てるしかないというわけである。しかし、局所性を捨てても、因果性を捨てなければうまく説明できない実験結果もある。そこで、因果性を捨てるという道について検討する。それは微分法の世界観から変分法の世界観への移行だと見ることができ。その世界観は、自由意志の考え方を否定する。本発表では、**因果の観念を捨てる考え方がおかしくないこと**、そして、実験がそれを支持しているように見えることを説明し、**因果の観念（自由意志）を捨てた世界観**がどのようなものか議論する。

量子力学が私たちの常識的な世界観と合わないことはよく知られている。例えば、原子や電子などのミクロな物質は粒子性と波動性を同時にもつことが明らかにされているが、私たちの常識の範囲内では粒子でもあり波でもあるようなものを想像することはできない。特に、量子力学が私たちの常識の範囲を超えていることを顕著に示しているのが、ベルの不等式の破れである。ベルの不等式とは、測定前から値が存在すること（実在性）と測定される値がはるか遠方の状況に依存しないこと（局所性）を仮定すると導出される不等式である。常識的に考えると、値が存在することやそれがはるか遠方の状況に依存しないことは当然受け入れるべき仮定であり、ベルの不等式が成り立つと思われるが、量子力学はそれが破れることを予測し、実際、実験でそれが破れていることが確認されている。

こうしたことから、量子力学には何らかの解釈が必要になる。つまり、私たちの常識と合わないことがわかっているので、それをどう解釈するのかという立場である。それらはいくつかに分類できる。第一は、実証主義的な立場である。その立場では、測定前の値について考えない。つまり、実験で検証できる測定値やその予測については議論するが、実験で検証できない測定前の値などについては議論しないとする立場であるこの立場には、いわゆるコペンハーゲン解釈が含まれ、また、最近注目されている量子ベイジズムも含まれる。

第二は、因果的な解釈である。「因果的」というのは、因果の観念を保持したまま、実在主義を保とうとする解釈である。例えば、多世界解釈では多重の世界を考えることで因果の観念を保持しているように見えるが、実は、多重の世界を考えても各世界で（未来の測定状況から独立して）測定前から値を持つと考えると矛盾が生じる。同様に、ゲームの軌跡解釈でも、測定前から個々の電子がスピンの値を持っていたと考えることはできない。

第三は、実在主義的な解釈である。「実在主義的」というのは、測定前から値（測定される値）を持つとする解釈のことである。ただし、この解釈（実在主義的な解釈）では、因果の観念を維持することができず、「因果」の考え方を捨てるならなくな

る。つまり、この解釈で考える値とは未来の測定状況に依存した値であり、必ず過去が原因で未来が結果であるとする因果観と合わない。この種の解釈として、例えば、私が支持する「全体論的なアンサンブル解釈」があり、また、確率過程解釈のいくつかも同様の解釈だと言える。

この3種類の解釈を「因果」という観点からまとめると、次のようになる。第一の実証主義的な立場は、「**因果について考えない**」と主張する。測定前の値の実在性など実験や経験では捉えられないのだから考えないとするのである。第二の因果的な解釈は「現実の世界で**因果の考え方は成り立つ**」と考える。ただし、その代わりに値の実在性が成り立つとは限らなくなる。因果性を重視し、値の実在性をあきらめるのがこの立場だと言える。第三の実在主義的な解釈は「現実の世界で**因果の考え方は成り立たない**」と主張する。その代わりに値の実在性は成り立つと考える。さて、これら3つの解釈の中で**唯一、値の実在性を肯定するのは第三の解釈**であるが、この立場は因果性を否定するため、**自由意志の観念と両立しない**。本発表で議論したいのは、この第三の解釈を採用した場合、どのような世界観が可能かという問題である。

本発表では、渡辺慧の考え方に基づいて下に示す考え方についても検討したい。渡辺は「認識の相対性」において次のように考えた。(1) 1つの対象に対する視点が2つ以上存在する。(2) 1つの視点で説明すれば首尾一貫している。しかし、同時に複数の視点を説明に入れると矛盾が生じる。(3) 1つの視点だけが正しいのではない。1つだけ正しいと考えると、対象の理論化が十分に総合的でなくなる。いろいろな視点を許さねばならない。

渡辺慧の考え方を先ほどの量子力学の実在主義的な解釈に適用すると、次のように考えられる。(1) 世界に対する見方が2つ存在する。第一は**物理的な世界観**であり、そこでは因果や自由意志の観念が成り立たない。第二は**経験的な世界観**であり、そこでは因果や自由意志が存在するよう見える。(2) どちらか一方だけの見方で説明すれば首尾一貫している。しかし、同時に両方の見方を説明に入れると矛盾が生じる。(3) 一方の見方だけが正しいのではない。一方だけ正しいと考えると、世界の理解が十分に総合的でなくなる。いろいろな視点を許さねばならない。本発表では、こうした世界観が可能かどうか議論したい。