

## 観測問題・特にヒュー・エヴェレットの多世界解釈について

1\*\*\*\*\*~\*

マエリベリー・ハーン

エヴェレットの多世界解釈について記述するには、前提として、それがどのような問題を解決するために提唱された理論であるのかを記述する必要がある。そのため、少々迂遠ではあるが、量子力学という分野についての記述から始めることをお許し願いたい。

### 1. 量子力学とは

20世紀初頭までは、古典力学（ニュートン力学など）という理論が信じられていた。古典力学は、現在でも初等的な物理学で教えられるように、物体の運動を簡潔によく記述するので大変便利であるが、観測技術の向上によってそれだけでは説明がつかない現象（光子の二重スリット実験などが有名である）が観測され始め、そういった現象に対する理論として提唱されたのが量子力学である。更なる実験の結果、電子・光子などは波と粒、両方の性質を持つことが明らかになった。その事実に基づいて理論化されたものが量子力学である。

### 2. 量子力学とコペンハーゲン解釈・観測問題

量子（波と粒の二つの性質を持つもの）の状態を記述するためには波動関数が用いられる。この波動関数が表現するのは、物質の状態そのものではなく、物体がどういう状態にある可能性が高いかということである。例えば原子を構成する電子の一つ一つは、計算によって位置を特定することができない。どういった位置にある確率が高いか、という、確率の濃度によって表現することしかできないのである。こういったいくつかの約束事のもとに生まれたのがコペンハーゲン解釈である。さて、実際に測定した結果、量子の状態がある程度厳密に測定できたとする（正確には、不確定性原理があるため、厳密に量子の状態を測定することは不可能であることが証明されている）。この時、「収縮」と呼ばれる現象が起きる。今まで（観測される直前まで）確率の濃度で表現されていた（空間内に広がりを持っていた）量子が、観測後にはひとつの状態に確定されるという現象である。これを収縮と呼ぶのであるが、一見すると、空間的に広がっていた量子が、一瞬で（光速を超えて）一点に収束するように見える。物体の運動が光速を超えることはあり得ないので、何らかの解釈を与えて矛盾がないようにしなければならない、という課題が残る。これが観測問題である。

### 3. エヴェレットの多世界解釈

コペンハーゲン解釈では収縮について、それ以上の学術的な考察を重ねることを放棄したといわれる。現象をあるがままに受け入れて、より発展的に研究を深めることを選

んだのである。しかし収縮・観測問題を解決することには、21世紀の初頭まで、多くの科学者が熱意を燃やした。そのような状況で唱えられた説の一つがエヴェレットの多世界解釈である。ヒュー・エヴェレット三世の論文によれば、Aが起こった未来と怒らなかった未来は同時に存在し、我々はそのうちの一つしか観測できず、他の未来（これを branch と呼ぶ）とは相互に干渉できない。木々が枝を茂らせるようにいくつにも分岐していくように見えるのが視覚的な特徴である。この説は確かに、確率的に存在する宇宙が矛盾なく存在するように見受けられるため、一時期は脚光を浴びた。しかし、複数の世界が存在することを示すには、我々が居る世界と別の世界とを区別する変数（アインシュタインが唱えた隠れた変数理論を下敷きにしていると思われる）が必要であるが、その隠れた変数理論が劣勢になったため、しばらく影をひそめることとなった。

#### 4. 量子デコヒーレンスと多世界解釈

量子デコヒーレンスとは、外部的な要因によって波動関数が極めて短い時間で収縮する、という考え方をさす。従来の波動関数の「収束しない」性質が観測問題のための障害となっていたため、その性質を取り去ってしまえば、収縮にまつわる問題は存在しないことになるという主張である。この考え方には今のところ、大きな問題点は見つかっていない。また特筆すべきこととして、量子デコヒーレンスという考え方は内部に「我々の住む宇宙も複数の異なる量子状態を持つはずであるから、それらのすべてを並行宇宙と呼んでもよいだろう」という意見によって、エヴェレットの多世界解釈が再び脚光を浴びることとなった。

#### 5. 可能性空間と岡崎理論

岡崎の並行世界理論は、エヴェレットの多世界解釈をさらに掘り下げることによって並行世界をある程度計算で求めることが可能である、という学説である。岡崎理論と表現するともう一つの、統一物理学に対する論文を指すことになってしまうので、このように長い名称で呼ばれている。また、外部と全く干渉しない空間を製作することで理論上は並行世界に移動することが可能になるのではないかと、ということも並行世界理論の中で述べられていて、これを「可能性空間」と呼ぶことになっている。

#### 6. まとめ

エヴェレットの多世界解釈を基にした SF・作品は多く創作されてきたが、ついに現実が、その夢の世界に追い付きつつある。今後は並行世界を限定的でも再現することを試みる予定だそうなので、更なる発展に期待したい。

#### 7. 参考文献

wikipedelia 日本語版より「エヴェレットの多世界解釈」「コペンハーゲン解釈」「観測問題」「量子デコヒーレンス」「多元宇宙論」「二重スリット実験」「量子コンピュータ」「量子力学」「シュレディンガー方程式」「波動関数」「不確定性原理」を参考にした。

「可能性空間を用いた並行世界の観測」 Journal of the Physical of Japan(2530):Y.Okazaki