物理学Ⅰ(青木)課題

実験番号　番　法学部政治学科2年I組

学籍番号31761502 氏名 星野寛人

題材記事「マルチバースと多世界」野村泰紀

2017年9月号 30頁から38頁

●記事概要

この記事では「マルチバース(多宇宙)」という、宇宙の考え方を紹介している。このマルチバースという考え方の中での描像には多数の宇宙が存在しており、そのそれぞれの宇宙で固有のルールがあるとしている。このマルチバースの考え方は、ある宇宙がビッグバンを発端に指数関数的に膨張することを示す理論「インフレーション」が関係している。このインフレーション理論では急膨張の間にそれぞれ性質の異なる宇宙が誕生していき、「泡宇宙」と呼ばれる宇宙(イメージとして、沸騰するお湯の中で次々と新たな気泡が存在するということ)が生まれていく。このマルチバースの考え方だと、私たちが存在している宇宙はそうした気泡の中の一つにすぎなくて、この宇宙の外側には無限に多くの泡(宇宙)が存在することになる。

しかし、このマルチバース理論には大きな問題がある。インフレーション理論の提唱者の一人、マサチューセッツ工科大学のAlan Guth氏によると、「永久にインフレ〜ションを起こり続ける宇宙では起こりうる現象は全て起こり、それらは無限界起こる」という。これによると、あらゆる現象は無限回起こってしまうということになり、それらに対する予言能力の欠如という科学分野においてあってはならない事態が起こっている。また、このマルチバースの問題はもう一つの宇宙についての理論である量子力学「多世界解釈」と矛盾が生じる部分がある。この記事ではこれら問題を回避するためのマルチバースに対する解釈問題について述べている。

●この記事を選んだ動機

この記事で非常に興味深かかったのは、マルチバース理論という宇宙科学的な分野の問題に対して物理学の根幹となっている量子力学の理論である多世界解釈理論が衝突し、解決の糸口として問題の解消に至っているという点である。ミクロな量子力学の世界では分子や原子の一つ一つの細かな動きや力を記述し、考察する。その量子力学でいう分子や原子を宇宙に見立てて考え、本来マクロであるはずの問題をミクロに落とし込んで考えているところに興味を抱いた。また、この問題を解消して上で使っている例で、実験の方法論の部分に触れ、科学哲学の分野にも踏み込んで考えているので、とても広い分野での話になっていたのでとても興味深かったのでこの記事を選んだ。

●この記事の結論

この記事で軸となっているのが、マルチバース理論と多世界解釈の理論が矛盾してしまうという点である。この問題は最終的に、この二つの理論は科学実験における「観測者」の存在を考えた場合、同じ世界に双方の理論が同居することは不可能であり、泡宇宙におけるそれぞれの現象の無限発生問題もそれぞれが有限と考えることによって完結している。では、どういう風にこの結論に著者は至ったのか。以下の記述で説明していきたいと思う。

●この記事の結論までの工程

(1)「観測」という観点から見るマルチバース理論

マルチバースに相対する多世界理論は量子物理学の奇妙な側面である、どんな過程の帰結も常に確率的になるということを説明してくれる。自分たちにとって身近であるミクロの世界に例えると、ボールを投げる現象がとても顕著である。 A地点のボールを投げた場所とその際の速度などの初期条件に基づいてB地点のボールの着地点を予言できる。この時、この予言には確率的な性質がある。しかし、このA地点からB地点への遷移の確率的性質( B地点に完全にないし絶対には至らないということ)は観測前までであり、一度観測されてしまえば、何回同じ実験をやっても最初の観測結果と同じになってしまうということが起こる。この現象は「コペンハーゲン解釈」と呼ばれ、観測の前では系の状態が重ね合わせ状態(様々な実験結果になる場合が含まれている状態)から状態A(観測結果におけるベターな状態)にシフトすることを表す。下図がイメージとなる。

観測

観測前:A〜Eの様々な実験結果になりうる 観測後:状態 Aに落ち着く

図1 コペンハーゲン解釈のイメージ

このコペンハーゲン解釈のような実験前後での観測結果と予想の乖離はなぜ起きてしまうのか。それは観測時のスケールの問題で、A 〜Eの状態の分岐はミクロな世界での相互作用であり、こうした現象は結果に変化を及ぼす「観測」とは通常見なされないが、常に生じているという問題である。つまり、量子力学の状態について意識的に知ろうとしている人と、そうない人との間で実験における意味合いが違っているようなことが起きてしまっているのである。

そこで、この問題の解消するために出てきた理論が量子力学の多世界解釈(Hugh Everett, 1957)である。この理論の考えでは、量子系の問題はそれを取り巻く宇宙全体の状態を反映しているため観測という事象を完全に記述するためには観測者自身をそこに含める必要があると理論がある。そのため、先ほどの例で言うと、ボールの着地点を調べる人を含め、その時点の宇宙に存在するあらゆるものを観測の記述の中に含めないと完全ではないということである。この多世界解釈では、先ほどのコペンハーゲン解釈とは違い、観測後は依然として系の重ね合わせ状態にある。観測を行う際に世界αでは観測者は系の状態がAに変化したことを観測し、この特定のαという世界では Aという結果を得る。しかし、観測時に別の宇宙βが分岐して生じて、宇宙βでは、Bという結果を得る。具体的には、観測者ごとに別々の宇宙が生じてそれぞれが並行世界に生きているということをこの多世界解釈では表している。また、次頁の図２のようなイメージになる。

観測

観測前:A〜Eになりうる(まだ一つの宇宙) 観測後:観測者ごとに結果(宇宙)が落ち着く

図2多世界解釈のイメージ

この多世界解釈では、世界全体の状態が多数のあらゆる並行世界へと分岐を続けていき、それらの世界が重ね合わせとして存在する。人間の観測者はそれぞれの世界の一部であり、それから逃れることはできないとしている。そして、その世界のそれぞれの全てが量子力学の法則に従うのである。

しかし、この量子力学の多世界解釈とマルチバース理論はここまで見ると、少し違うように見える。というのも、多世界解釈が並行して存在する多数の世界というより、マルチバースは連続した１つの実空間にそれぞれ存在しているように見える。イメージとして図3を見て欲しい。

マルチバース:一つの実空間の中に複数の世界が存在 多世界理論:複数の世界が存在

図3　マルチバース、多世界解釈のそれぞれのイメージ

この二つの考え方が同居するのは矛盾が生じてしまい、単一の十空間が存在するのか、それとも複数空間が確立の枝分かれとして完全に別世界としてそれぞれが存在しているのか、両者は相容れない理論となっている。