

宇宙は無から生じたの？

宇宙の始まりはまだまだわかっていないことばかりです。

力の統一を目指す素粒子理論からの要請や、宇宙観測での特異な状況（平坦性問題や地平線問題）は宇宙のごく初期にインフレーションといわれる現象が起きたことを暗示しています。

インフレーションでは 10^{-36} 秒から 10^{-32} 秒の間に宇宙が 10^{26} 倍に引き延ばされたといわれています。バクテリアが銀河の大きさになるほどの膨張です。このため宇宙の始まりはわかっていないにもかかわらず、 10^{26} 倍に薄められた宇宙は無に等しい状態であったと考えられます。

最近では、BICEP2 という宇宙背景放射の観測が、このインフレーションの傍証となる宇宙背景放射の B モード偏光というものを発見したという論文を発表して話題になっています。

ところで、この無に等しいあるいは真空というものはやっかいな存在で、真空を理解するということも素粒子研究の目標の一つです。エネルギーが与えられると真空は粒子（物質の元）と反粒子（反物質の元）を生み出すことができます。これはアインシュタインの有名な方程式 $E=mc^2$ から理解できます。必ずペアでないといけないのは、保存量といわれる電荷などの合計値が事象の前後で変化できないためです。

さて、無である宇宙にエネルギーを与えるということはエネルギー保存則に反するようには感じますが、これは（水蒸気が水や氷に変化して潜熱を生み出すように）真空の相転移によって生じたと理解しています。変化できる真空はまるで打ち出の小槌のようですが、今現在も暗黒エネルギーというものが少しずつ生み出されているようです。

ところで、粒子と反粒子が完全に同数作られたら、それらはいつか出会ってエネルギーに戻ってしまいます。今現在の宇宙は反物質が無く物質ばかりできていますが、この状況を作り出すには宇宙初期に粒子をほんの少し多く作る必要があります。このことを**宇宙物質優勢の謎**とよんでいます。

まだ検証されていないことですが、宇宙の初期に粒子をほんの少し（10 億分の 1 程度）多く作った原因は、非常に重い「右巻き」ニュートリノの崩壊によるという理論があります。この理論によると、私たちが観測できる「左巻き」ニュートリノやその反粒子である反ニュートリノは実は同じニュートリノであると考えられます。このようなニュートリノをマヨラナニュートリノとよびますが、マヨラナニュートリノは保存量と思っていたレプトン数（電子やニュートリノは +1 でそれらの反粒子は -1）を保存しません。ニュートリノと反ニュートリノが同一ということはレプトン数を 2 つ破っていることになります。

ニュートリノがマヨラナニュートリノであるかどうかを実験的に調べる方法は、現在のところニュートリノを伴わない二重ベータ崩壊を探索するしかないと考えられています。もし、ニュートリノがマヨラナニュートリノであることが判明したら、ニュートリノが軽い謎も解明できると考えられています。