

て遠くへいけばいくほど速くなっていることがわかります。この後、もつと遠方の銀河の距離と遠ざかる速度を測定する観測が行われ、遠ざかる速度は距離に比例して膨張していることが観測的に完全に証明されました。これがハッブルの法則です。膨張する宇宙が、一つ目のパラダイムです。標準宇宙論では、われわれの宇宙はダイナミックな存在であって、けっして止まっているものではないのです。

熱い宇宙の始まり ビッグバン

二つ目のパラダイムは、ビッグバンです。宇宙は熱く、密度の高い状態から始まったという考え方です。元素の起源を説明するために、ジョージ・ガモフと彼の学生たちによって一九四〇年代に理論的に考案されました。ただし、しばらくはマイナーな理論で、「なんだ、宇宙が爆発なんかで始まったはずがない」などと茶化されていました。このからかいの言葉が、ビッグバンのネーミングの由来というのは皮肉ですが。しかし、一九六四年から六五年にかけて、アーノ・ペンジャースとロバート・ウィルソンが偶然、宇宙マイクロ波背景放射を発見したことにより、ビッグバンを疑う者は今やほとんどいなくなりました。

ガモフは、熱い宇宙の始まりで、水素やヘリウムといった軽い元素が生まれたと考えました。熱ければ、温度に応じた光が存在していたはずで、青い星は温度が高く、赤い星は温度が低いということはきいたことがあるかと思えます。太陽は絶対温度五千八百度ほどですが、この温度だと白く見えます。われわれ人間は絶対温度三百度ほどで、人間の目には見えない赤外線を放射

して輝いています。赤外線は波長が可視光よりも長い光です。五千八百度だったら見えますが、三百度だったら見えません。温度が高ければ、波長の短い光、低ければ長い光を放射するのです。では、宇宙はどのくらいの暖かさで輝いているのでしょうか。ビッグバンというからにはとてもなく熱いに違いありません。確かに、宇宙の始まりはとてもなく熱かったのです。しかし、宇宙は膨張しているので、波の波長がどんどんと伸び、今の宇宙では、赤どころか、赤外線も通り越して、波長の長い電波になっているはずだと、ガモフは考えました。

ペンジャースとウィルソンは別に宇宙マイクロ波背景放射の観測を狙っていたわけではありません。銀河系にある水素原子がだす電波をアンテナで捕まえようとしていたのです。そのためには、まず検出器をテストしなければなりません。テストするためには、信号のきていないはずのチャネルで、雑音が少ないことを確認します。雑音が少なければ、水素がだす電波を受信できていると確認できると考えたのです。

しかし、どうしても雑音が消えませんでした。二人はさまざまな可能性を考えました。検出器のせいなのか、アンテナに住み込んでいるハトのフンが付着しているためか、大気圏核実験のせいではないか、ニューヨークからの電波ではないか、などといった仮説は、すべて違っていました。雑音だと思っていたものが、じつは信号だったのです。これこそビッグバンの証拠、宇宙マイクロ波背景放射でした。銀河系ではなく、宇宙の始まりからきていたのです。電波の強度から、二人はその温度が絶対温度三度であることも突き止めました。現在とはとてもなく低温ですが、かつて宇宙が高温だったことの決定的な証拠です。二人は、一九七八年にノーベル賞を受賞してい

ます。

ただし、宇宙マイクロ波背景放射が、ほんとうにビッグバンの化石であることを決定的に証明するためには、大気に邪魔されて地上に届いていない波長の電波も観測する必要があります。発見から二十五年ほどたって、COBE(コービー)衛星がついに、ビッグバンが予想する波長と強度の関係が、宇宙マイクロ波背景放射に成り立っていることを証明しました。また、同時に、温度が二・七二五度であることも示しました。熱い宇宙というパラダイムが確立したのです。この業績により、COBE衛星の責任者、ジョン・C・マザーも二〇〇六年にノーベル賞を受賞しています。

このように、二十世紀に標準宇宙論は確立しました。それは、繰り返すと、膨張するダイナミックな宇宙、そしてビッグバンが始まる始まりのある宇宙というものです。二十世紀は、人類の宇宙に対する理解が飛躍的に深まった世紀でした。ただし、まだまだ完全に理解しきれていません。われわれのゆく手に三つの暗黒問題が立ちふさがっているのです。それが今日のシンポジウムの趣旨です。

宇宙の三つの暗黒問題

三つの暗黒問題といっても、おのおのの出身はかなり異なります。特に、暗黒エネルギーと暗黒物質は、宇宙を支配する成分という意味で、共通性が高いですが、暗黒時代は、宇宙の最初の星が輝く前の時代、宇宙の夜明け前のことを指しますので、ここでは分けてお話ししていきたい

と思います。

まず、暗黒エネルギーと暗黒物質です。この二つは混同されがちですが、完全に分けて考えてください。この二つの奇妙さ具合は、暗黒物質は相当変、暗黒エネルギーは考えられないくらいとてつもなく変、というくらい違います。今からいうことをきいて、私の信用をなくさないでいただきたいのですが、暗黒エネルギーとは宇宙全体の膨張を支配している反重力です。つまり引力ではなく斥力としてはたらくのです。その結果、宇宙の膨張を時々刻々と加速させています。

ここで皆さんは、反重力があるならば、反重力駆動装置ができると思われるかもしれませんが。残念ながら、この反重力は、集めて使うことはできなくて、宇宙全体に広がっていて、宇宙自体を加速させるためだけに使われる不思議な成分なのです。

もう一つの暗黒物質は、これほどは変ではありません。なぜかという、通常の重力、つまり引力を及ぼす成分、すなわち物質と考えられるからです。ただし、物質とはいっても、光(電磁波)では見ることができません。さらに悪いことに、元素ではない謎の物質であることがわかってきました。その意味でかなり変ですが、とてつもなくというほどではありません。

ここで強調しておきたいのは、暗黒エネルギーも暗黒物質も、たとえば素粒子の統一理論といったような、理論的な要請からでてきたものではなく、天文学的な観測によって見つかったということです。次に、どのようにして見つかったのか、お話ししていきます。