

研究の 最先端

宇宙論の2つの ダーク成分



池内 了

(いけうち さとる 1944年生)

日本学会議第4部会員、早稲田大学国際教養学部教授
専門：宇宙論、天体物理学

宇宙論の難しさ

宇宙の研究は、他の物理科学とは異なって、繰り返し実験や室内模擬実験を行うことができない。ただ目の前に展開する現象を観測するしかない。そして、その現象の背後に潜む法則を想像して組み立て、全体として矛盾のない体系を創り上げるしかない。しかし、すべての原因や反応が見えているわけではないから、どうしても説明がつかない事象に遭遇すると、隠れた力とか仮想的な作用を仮定せざるを得なくなる。一応、その仮定の下で現象を説明することができたとしても、果たしてその仮定が普遍的に成立しているかどうかはわからず、単なる間に合わせの(アドホックな)仮定であるかもしれないという心配がいつまでも残る。特に、対象が1つしかなく、1回きりの現象を相手にする宇宙論では、そのような問題に悩まされることになる。ここでは、宇宙論に現れる2つのダーク成分について論じる。(以下に見るように、ダーク成分とは「わけのわからないもの」と訳するのが適当かもしれない。)

宇宙を操る黒子=ダークマター

まず第1のダーク成分は、万有引力を及ぼすが、電磁波では観測できない物質のことである。宇宙を観測するとは、天体が発する電磁波を捉えることにほかならない。ところが、電磁波をい

っさい発しないけれど、万有引力を及ぼす重力源としては存在するという証拠が多く得られている。例えば、回転する銀河の回転速度と銀河中心からの距離を求めて星にかかる遠心力を計算する。銀河は宇宙年齢に匹敵するほど長い間平衡状態を保っていると考えられるから、星にかかる遠心力は万有引力と釣り合っていないといけない。ところが、観測できる星の全質量を足し合わせても遠心力の5分の1くらいにしかならないのだ。もし、そのままであれば銀河は引きちぎられてしまうはずだが、そのような兆候が見えないということは、必要な万有引力を担う物質が隠れていなければならない。電磁波では見えないのでダークであり、引力を及ぼす物質(マター)として存在していると結論せざるを得ない。

これが「ダークマター問題」で、私たちの知っている通常の物質(電磁波を放出できる原子)に対し5倍以上も宇宙に存在することがわかってきた。いわば、ダークマターが黒子となって銀河の運動を支配しているのである。1970年代にこの問題が指摘されて以来、ダークマター探しは長く続けられてきたが、いまだに、素性が何であるか、正確にどれくらい存在するのか、宇宙にどのように分布しているのか、皆目わかっていないのが現状である。私たちは、平気でダークマターの量を仮定して計算しているが、まだ誰もその実体について知らないのだ。

宇宙膨張を加速させるダークエネルギー

1990年代終わりになって、新たなダーク成分を導入しなければならなくなった。私たちの宇

宙は膨張している。その膨張則は、アインシュタインの一般相対性理論が予言するように、宇宙に存在する物質の万有引力を受けてゆっくりと減速膨張している(膨張速度が小さくなっていく)と考えられてきた。ところが、遠方の銀河で爆発した超新星を詳しく調べると、宇宙の膨張が減速膨張から加速膨張に転じている(膨張速度が大きくなっていく)ことがわかってきた。とすると、万有「引力」とは逆の「斥力」が働いていなければならない。その斥力が勝るようになって銀河が互いに斥け合うために膨張が加速されていると考えざるを得ないのだ。

かつてアインシュタインは、このような斥力を人為的に導入し、万有引力とちょうど釣り合った状態にある「静かな宇宙(膨張も収縮もしない宇宙)」を構想したが、宇宙膨張が発見されたとき「生涯最大の失敗」として斥力を引っ込めたという経緯がある。もし、宇宙膨張が加速されていることが事実なら、再びアインシュタインの斥力を一般相対性理論の式に付け加えねばならない。その大きさを見積もると、ダークマターの量の約3倍にもなる。すると、私たちが知っている通常の物質の15倍以上存在しなければならないという計算になる。現在では、この項を「ダークエネルギー」と呼んでいるが、その由来の理論的な予測は何もないので「わけのわからないエネルギー成分」という意味でこの呼称が使われているのだ。

2つのダーク成分をどう考えるか

ダークマターとダークエネルギーという2つのダーク成分を足し合わせると、この宇宙に存在

する全エネルギー成分の96%にもなり、私たちはそれらについて何も知らないのである。果たして、宇宙論はそんな危ない根拠で論じていいものなのだろうか。

確かに、銀河の回転速度を説明するためにはダークマターが必要であり、それ以外にもダークマターが存在しているらしい証拠が見つまっている。また、ダークエネルギーも宇宙の膨張則を信用する限りではその存在を認めざるを得ないし、他にダークエネルギーが存在すれば都合がよい観測結果もある。素直に受け取れば2つのダーク成分の導入はやむなしということになってしまい、学会の動向もそのような線で動いている。もはや、当たり前のようにして2つのダーク成分を含めた理論が組み立てられているのだ。

しかし、私はどうもしっくりとしないのである。全エネルギーの96%も知らない物質に押しつけて議論を重ねていいのだろうか、と疑問を持つからだ。どこか、間違っているのではないのか、と。といて、どこがおかしいと指摘できるわけではないし、より合理的な解決の方法を示せるわけではない。

そこで歴史を少しおさらいしてみよう。天動説は1500年の長きにわたって人々の宇宙観であった。気がついてみれば、導円・周転円・離心円・エカントなど数多くの仮定を持ち込んで惑星運動を再現しようとした。未知の要素に対して未知の仮定を持ち込んだために、実に醜い「理論」となっていたのだ。それが、地動説に移り、楕円軌道を導入すれば、見事に簡明に惑星運動が説明できた。視点を変えるだけで無駄な仮定は不必要となってしまった好例である。あ

るいは、宇宙を満たすエーテルの理論が20世紀初めまで信じられていた。光は波であり、波はそれを伝播させる媒質が必要、というホイヘンス以来の信仰が根強くあったのだ。そのため、エーテルはすごく固いもの(光速が大きい)でありながら物質に作用せず、横波は伝えられるが縦波は伝えられない媒質でなければならず、いっさい波が減衰しない奇妙なものでなければならなかった。アインシュタインが、あっさりとエーテルを追放し、真空中でも光は伝播することを導いてエーテルの桎梏から逃れることができた。

そんなことを考えると、宇宙論のどこかに見落としがあるのではないかと思ってしまう。2つのダーク成分を追放する天才を待たねばならないのかもしれないけれど。