

速報**遠方超新星を用いた加速膨張宇宙の発見****～2011年度ノーベル物理学賞～****高梨 直紘（東京大学 EMP / 天プラ）****1. はじめに**

2011年度のノーベル物理学賞は、Saul Perlmutter 博士、Brian P. Schmidt 博士、Adam G. Riess 博士の3氏が受賞しました[1]。その受賞理由は、"for the discovery of the accelerating expansion of the Universe through observations of distant supernovae"、訳すれば「遠方超新星を用いた加速膨張宇宙の発見」といったところでしょうか。この研究の内容について、「超新星」と「加速膨張宇宙」という二つの観点から、簡単に解説したいと思います。

2. 宇宙の運命を知る方法

まずは「加速膨張宇宙」の意味から考えていきましょう。よく知られているように、私たちの住む宇宙は137億年前に1点から始まり、現在も膨らみ続けています[2]。しかし、この膨張はいつまで続くのでしょうか？いつかは止まるのでしょうか？それとも、永遠に？

その答えを知るためには、宇宙の膨張率の時間変化を知る必要があります。もし、宇宙の膨張が減速しつつあるのであれば、だんだんと膨張の速度が落ちて収縮に転じ、最後には閉じてしまうと予想することができます。逆に、宇宙の膨張が加速しつつあれば、どんどんと膨張の速度が上がって、永遠に膨らみ続けると予想することができます。

膨張率の時間変化を知る理屈は、比較的簡単です。よく知られた方法としては、遠方にある天体（主に銀河）までの距離と後退速度を測定して、その天体と私たちの間にある宇

宙空間の膨張率（いわゆるハッブル定数）を求める方法が挙げられます（距離÷後退速度で、平均の膨張率が求められます）。さまざまな距離における膨張率を測定して、それを距離の順番に並べれば、膨張率がどのように変化しているかを知ることができます。例えば、1億光年先、10億光年先、100億光年先の天体を用いて求めた膨張率は、それぞれ現在を基準にして1億年間、10億年間、100億年間の平均の膨張率を示しているのです。それが時間変化しているかどうかを調べれば良いのです。

3. Ia型超新星を用いた距離測定

さて、実際に膨張率を測定してみようと思えば、なかなか大変です。後退速度に関しては、天体からやって来る光のドップラーシフト（赤方偏移）を調べることで比較的簡単に測れるのですが、距離を測定するのが難しい。宇宙が減速膨張しているのか、あるいは加速膨張しているのかといった事を知るためには、違いが相対的に大きく表れる、なるべく遠くの天体を調べる必要があります。しかし、当然の事ながら、遠い天体ほど距離を正確に測るのは困難になっていきます。例えばセファイド型変光星を用いて銀河の距離を測定する場合、ハッブル宇宙望遠鏡を用いても、そこそこの精度で距離を決定できるのはせいぜい1億光年までです。10億光年、100億光年といった遠い宇宙にある天体までの距離を精度良く測定するのは、非常に困難なのです。

そこに颯爽と登場したのが、Ia型超新星と呼ばれる特殊な種類の超新星です。どの銀河

に出現した Ia 型超新星も、その明るさはほぼ一定になるという性質があるため、真の明るさに対して見かけの明るさがどれだけ暗くなっているかを調べることで、距離を精密に測定することができるのです。100 ワットの明るさの街灯が、夜道に点々と遠くまで灯っているところを想像してみてください。遠くの街灯ほど暗く見えるはずですが、私たちはその街灯が 100 ワットだということを知っていますから、街灯の見かけ上の明るさから、街灯までの距離を計算することができるのです。Ia 型超新星を用いた距離の測定は、これをスケールアップして行っているに過ぎません。Ia 型超新星の明るさは、最大時でおおよそマイナス 19 等と、ひとつの銀河に匹敵する明るさのため、100 億光年の彼方に出現しても観測することができる優秀な標準光源なのです(動画での解説は[3]を参照)。

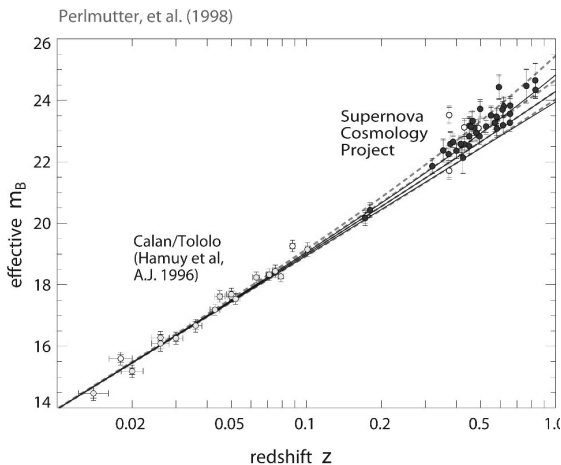


図 1 赤方偏移-光度距離の関係図

Perlmutter 博士らが 1999 年に発表した宇宙の加速膨張を示す図。横軸は赤方偏移(後退速度)、縦軸は光度距離を示している。点は観測された Ia 型超新星。もし宇宙の膨張率が一定であれば傾きは一定となるが、実際には少し上より(加速膨張側)に点が分布していることがわかる。

この方法論を用いて、Saul Perlmutter 博士が率いる Supernova Cosmology Project (SCP)と、Brian P. Schmidt 博士と Adam G. Riess 博士が率いる The High-Z SN Search Team (HZT) がそれぞれ独立に宇宙の膨張率の変化を測定した結果、宇宙が加速的に膨張している事を突き止めました(図 1)[4][5][6][7]。この結果を説明するためには、膨張を加速させる性質をもった未知のエネルギーの存在を想定しなくてはなりません。このエネルギーは、後にダークエネルギーと呼ばれるようになります。ダークエネルギーの正体は現時点ではまったくわかりませんが、宇宙の全エネルギーのおおよそ 7 割を占めていることがわかってきました。ダークエネルギーの正体を突き止め、現代物理学の枠組みの中に組み入れることは、現代物理学に突きつけられたもっとも重要な課題のひとつです。博士らが宇宙の加速膨張を発見してからわずか 14 年でノーベル物理学賞が贈られた事は、その重要性を表していると言えるでしょう。

文献

- [1] ノーベル財団ウェブサイト
<http://www.nobelprize.org/>
- [2] 例えば「宇宙図」などを参照。
<http://www.nao.ac.jp/study/uchuzu/>
- [3] あすろとかるた 1 分解説
<http://www.youtube.com/watch?v=ChOXwi3LizQ>
- [4] Supernova Cosmology Project
<http://supernova.lbl.gov/>
- [5] The High-Z SN Search
<http://www.cfa.harvard.edu/supernova/home.html>
- [6] Perlmutter et al. (1999), *ApJ*, 517, 565.
- [7] Riess et al. (1998), *AJ*, 116, 1009.

高梨 直紘