

# SCIENCE OBSERVER

## 宇宙の果ての銀河がみつかった

地球から 117 億光年の距離にある銀河が発見された。これは現在までに発見された最も遠い銀河である。117 億光年の遠方に存在するこの銀河は、銀河誕生のなぞを解き明かす重要な情報を秘めている。

家 正則 国立天文台助教授

### 117億光年はなれた銀河

1988 年 8 月アメリカ、ジョンズ・ホプキンズ大学のケン・チェンバースと、宇宙望遠鏡科学研究所のジョージ・マイリーは、地球から最もはなれた銀河を発見した。

彼らは「4C カタログ」という電波を発している天体のリストの中から 51 個の天体を選び、アメリカのキットピーク国立天文台で写真撮影とスペクトル観測を行っていた。

スペクトル測定の結果、その中の一つで「4C41.17」とよばれる銀河が、地球から 117 億光年の距離にあることが明らかにされた。それ以前に確認されていた最も遠い銀河は、地球から 115 億光年の距離にある「0902+34」とよばれる銀河であった。

宇宙は一様に膨張していて、遠い天

体ほど速い速度で遠ざかっている。天体または観測者が動いていると、光や電波のスペクトル全体がずれる。これを「ドップラー効果」という。

われわれから遠ざかっている天体が発する光や電波の波長は長くなり、スペクトルは赤い方へずれる。波長が長くなる割合を「赤方偏移」といい、「 $z$ 」であらわす。

赤方偏移  $z$  の天体から出た光や電波が地球で観測されるときは、その波長はもとの  $1+z$  倍になる。たとえば赤方偏移 4 の天体で水素原子が発する波長 1216 オングストロームの紫外線は、地球では波長 6080 オングストロームの赤い可視光として観測される。

天体からの光をスペクトルに分けると、水素、酸素、炭素などの原子が放つ特定の波長の光がとくに強いことがわかる。光や電波の波長を測定するこ

とによって、赤方偏移を求めることができる。遠くの天体ほど赤方偏移が大きい。天文学ではきわめて遠くの天体までの距離をあらわすのに、宇宙モデルによらない観測量である赤方偏移  $z$  を用いる。

宇宙の膨張のしかたには、いくつかのモデルが提案されている。赤方偏移を距離に換算する場合、どの宇宙モデルを採用するかで天体までの距離がちがってくる。

宇宙モデルを決めるには、現在の宇宙膨張速度をあらわす「ハッブル定数」と、宇宙膨張の減速率をあらわす「減速パラメーター」とを観測から求める必要がある。

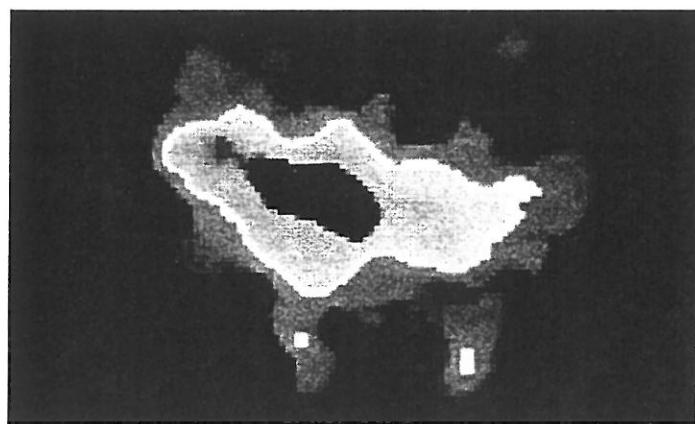
ここでは誕生直後に宇宙が急速に膨張したとするインフレーション・モデルにもとづき、ハッブル定数を 100 万ペーセク（1 ペーセクは約 3.26 光年）あたり毎秒 50 キロメートル、減速パラメーターを 0.5 と仮定する。この宇宙モデルによると、宇宙の年齢は 130 億年、宇宙の果てまでの距離は 130 億光年となる。

### 117億年前の銀河

水素原子と炭素原子が放つ光のスペクトルを測定した結果、4C41.17 は赤方偏移が 3.8 の銀河であることが確認された。さきのモデルにもとづくと、この銀河は地球から 117 億光年はなれることになる。

光や電波は 1 秒間に約 30 万キロメートルの速度で伝わる。117 億光年はなれた 4C41.17 から出た光や電波は、117 億年かかるで地球に届く。したがってわれわれは、117 億年前の 4C41.17 の姿をみていることになる。「遠くの宇宙」を

4C41.17 のコンピューター処理画像。  
アーバ状にゆらいでみえるこの銀河は、  
地球から 117 億光年  
はなれている。現在  
までに発見された銀  
河の中で地球から最  
も遠くにある。



観測するのは、「昔の宇宙」を観測することになる。

宇宙は130億年前に誕生した。したがって宇宙が誕生してから13億年後に、4C41.17は銀河として一人前に成長していたことになる。宇宙年齢のわずか10%の時代である。

現在までに観測されている最も遠い天体は、強い電波を放っている「クエーサー(準恒星状天体)」とよばれるなどの天体である。その中で地球から最も遠いのが「Q0051-279」で、赤方偏移は4.43である。地球からの距離は120億光年で、この天体ができたのは宇宙誕生から10億年後と考えられる。

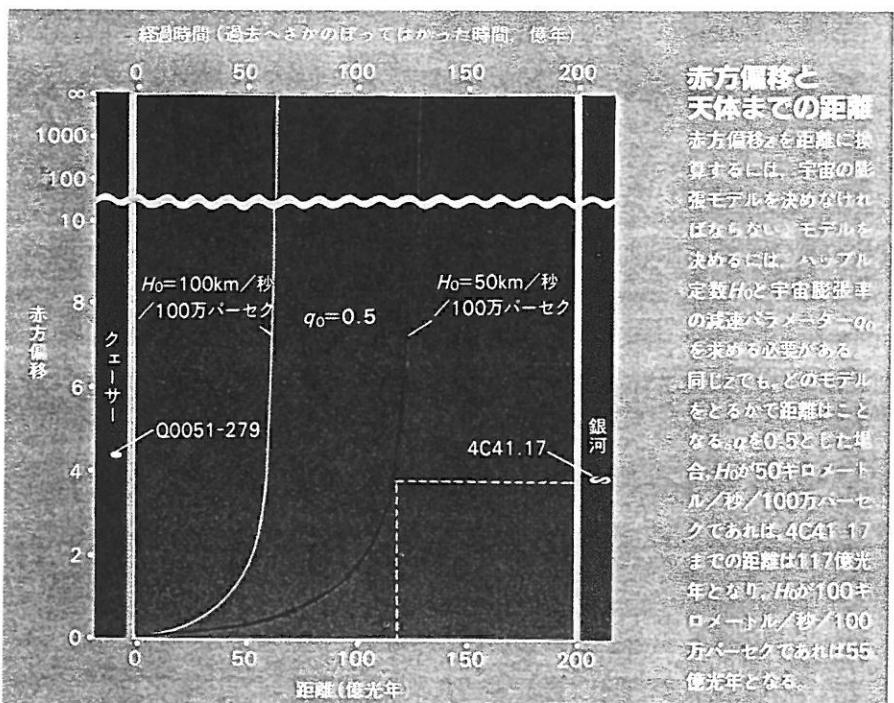
数年前までは赤方偏移が0.5、すなわち地球から約60億光年はなれている銀河を観測するのがようやくであった。

口径4メートルクラスの大望遠鏡が多く建設されるようになり、赤外線カメラやCCD(電荷結合素子)カメラなどの新しい技術が開発され、さらに遠くにある銀河を観測できるようになったのはごく最近のことである。

### 銀河はいつごろ形成されたか。

銀河が形成されたのがいつごろであるのかははっきりしていない。テンバースらの観測によって、宇宙が誕生してから13億年たったころにはすでに銀河が形成されていたことが明らかにされた。これはきわめて重要な発見である。そのように早い時期に形成された銀河が数多くあるならば、銀河形成の理論に重大な影響をあたえるからである。

「バイアスモデル」とよばれる銀河形成理論が最近話題になっている。宇宙には「暗黒物質」とよばれるみえない



粒子がたくさんあって、それが宇宙の質量の大部分を占めているのではなかろうかと考えられている。陽子や中性子などの「バリオン」とよばれる素粒子が、暗黒物質の密度の高いところに凝縮して、銀河が形成される。これがバイアスモデルである。

一方、古典的なモデルではバリオンが宇宙の質量の大半をになっていることになっている。バイアスモデルでは古典モデルにくらべ宇宙が誕生してから銀河ができるまでに長い時間がかかる。バイアスモデルでは、宇宙が誕生してから13億年後には、銀河はまだ形成されていなかったことになる。

さらに遠くにある銀河、すなわち昔の銀河をさがすためにさまざまな努力がつづけられている。現在の観測技術から考えると、赤方偏移が7、すなわち地球から約125億光年はなれた銀河を観測することも不可能ではないと思われる。

そのような銀河が発見されれば、宇宙誕生から約5億年後に銀河はすでに形成されていたことになる。

さまざまな努力にもかかわらず発見できないということであれば、銀河はそれ以後に形成されたか、あるいは120億光年より遠くは何らかの理由でみえないことになる。宇宙誕生から10億年たったころは「宇宙塵」<sup>うちゅじん</sup>が多かったため、それにかくされて銀河をみることができないという説もある。

7.5メートルの大型光学赤外線望遠鏡をハワイに建設する計画が、現在日本で進められている。7メートル級の大型望遠鏡が建設され、観測技術がさらに進歩すれば、4C41.17のような遠くの銀河にある星の種類や、ガスの化学組成を精密に求めることができるだろう。それによって銀河形成のようすがくわしくわかり、宇宙の年齢も正確に決定できるだろう。

