

き、 $q_0 > 0.5$  だといずれ膨張が収縮に転じます。  $q_0 = 0.5$  は膨張とそれを引き戻そうとする重力がちょうど釣り合う状態です。これらの量を決める確実な理論はまだありません。観測から決めるしかないのです。

宇宙膨張によって、遠方の銀河はその距離に比例した速度で我々から遠ざかっています。ハッブル定数  $H_0$  は、この銀河の後退速度と距離の間の比例定数です。この値は約5億光年より近くの銀河で決めますが、距離の決定が極めて難しい問題です。天文学では、「遠いものほど小さくまた暗く見える」という単純な原理で距離を決めます。しかし銀河には100倍以上も規模の違うものがあるため、多数の銀河を用いた統計処理が必要となります。実際には、距離に依存する観測量と依存しない観測量の間の経験的な相関関係（距離指標関係式）を用い、銀河の性質は宇宙のどこでも同じと仮定して、距離のわかっている近傍銀河と遠方銀河を比較して距離を決めます。統計処理につきものの誤差の評価が長い間論争的であり、 $H_0$  の値は km/s/Mpc の単位で 50~100 という2倍の不定性を残したままでした。しかし最近の観測では100に近い方に収束しています。私達の得た最新結果は  $H_0 = 92$  です。

減速パラメータ  $q_0$  を決めるために色々なテストが提案されています。これらの多くは、減速を引き起す物質による空間の曲がりやを測定する幾何学テストです。今日最も豊富なデータに基づく有力なものは銀河計数法です。空の一角を写真に撮りできるだけ暗い銀河まですべて数え上げます。CCD という高感度カメラの登場により、従来の写真には全く写らなかった遠方の銀河まで観測可能になりこの方法の精度が大きく向上しました。こうして数え上げた銀河の数は、我々から深宇宙を見通した空間の体積に比例する、つまり銀河の数密度は一定と考えます。銀河の進化と多様性を考慮した少々複雑な計算が必要ですが、結局の所銀河の数を数えることで空間の体積を測り、空間の曲りを決定できるのです。二次元の例えで言えば、円の面積が半径の何乗に比例するかを調べて面の曲り具合を知ることに対応します。銀河計数法の最新結果は  $q_0 \sim 0.05$  となっています。

最近の値 ( $H_0 \sim 100$ ,  $q_0 \sim 0.05$ ) を採用すると、宇宙の大きさは約100億光年、重さは約  $10^{55}$  g (銀河  $10^{11}$  個分)、年齢は約100億年と計算されます。そして  $q_0 < 0.5$  ですから宇宙膨張は永遠に続くということになります。しかしこれで決着がついたとする訳にはゆかない深刻な問題があります。

銀河系のまわりに球状星団と呼ばれる古い星の集団があります。星の進化理論と観測から導かれるその年齢は110~180億年となり、上記宇宙年齢を越えてしまいます。このことは我々の理解に何か本質的な間違いがある

ことを示唆します。銀河の性質はどこでも同じという距離決定の前提、一般相対論と宇宙原理に基づくフリードマンモデル、星の進化理論等々、いずれが正しくなかったとしても根本的な大問題です。さらに最近では宇宙の非一様・非等方性を示す観測が次々と出されています。銀河系のまわりを囲むように見える半径4億光年の銀河の巨大な壁。その壁が周期的に30億光年彼方まで存在するという報告もあります。また1億光年以上にもわたって多数の銀河を引き寄せる巨大引力源の存在も取り沙汰されています。これらの観測は、宇宙の非一様性が宇宙原理を脅かすスケールに迫っていることを示しています。もう少し観測が進めば、これらが一様性からの「ズレ」の程度でおさまるのか、そもそも宇宙は一様等方的ではなく宇宙論の根本的な再検討が必要なのか明らかになるでしょう。

4m級の望遠鏡と最新の観測装置を使って、人類はようやく宇宙の構造と命運を決める数のヒントを握りかける所まで到達しました。しかしその観測技術の進歩が一方でより多くの疑問に満ちた新しい事実を明らかにしています。 $H_0$  と  $q_0$  の確かな決定と非一様性の規模を明らかにすることが決定的に重要です。このためには、より遠く、より広く、よりキメ細かく銀河を観測しなければなりません。そこには既存望遠鏡の集光力と観測時間の壁が立ちはだかっています。「宇宙膨張は永遠に続くか」という本講演の副題には今の所、「大望遠鏡ともう少し時間を下さい」という歯切れの悪い答しかできません。私達は1998年完成を目指して、世界最大級の口径8mの望遠鏡(愛称「すばる」)を、ハワイ島マウナケア山頂に建設する計画を進めています。「すばる」によってまもなく明確な答えを皆様にお届けできるよう頑張りたいと思っています。宜しく御支援下さい。

## お知らせ

### 「一般相対論と重力」研究会

- 日 時: 1991年12月4日(水)~6日(金)  
 場 所: 東京都立大学(八王子市南大沢)  
 内 容: 一般相対論の基礎に関する問題を総合的に考察。相対論的天体物理学、宇宙論、広い意味の重力理論を含む。  
 世話人: 石原秀樹(京大教養)、江理口良治(東大教養)、小島康史(都立大理)、二間瀬敏史(弘前大理)、前田恵一(早大理工)  
 連絡先: 〒169-50 新宿区大久保 8-4-1  
 早稲田大学理工学部、物理学科、前田恵一  
 電話: (03) 3203-4141 内線 73-3657  
 Fax: (03) 3200-2567  
 E-mail: maeda@jpnwas00.bitnet