

Ia型超新星の光度と赤方偏移の観測の結果、現在の宇宙は加速膨張していることが1998年に報告され、この発見に2011年のノーベル物理学賞が与えられた。引力で宇宙膨張を減速させるはずの重力が、どのように膨張を後押しし、加速させるのか？ 宇宙の加速膨張の謎は、現代物理学の根幹をゆるがす大問題である。

アインシュタインは静的な宇宙を得るために、一般相対論の方程式に、実質的に万有斥力を引き起こす宇宙定数を加えた。現在の宇宙膨張で物質や放射よりも宇宙定数が支配的なモデルを仮定すれば、Ia型超新星の測定データや、宇宙背景放射などのさまざまな宇宙論データを、矛盾なく説明できることが知られている。

しかし、宇宙定数の物理的な起源がわかっていない。有力な候補は真空のエネルギーであるが、場の量子論に基づきナイーブに見積もった真空の密度エネルギーの期待値は、観測が示唆する値より約120桁も大きい。最近ではこのエネルギーを「暗黒エネルギー」とよんでいる。暗黒エネルギーの性質が、宇宙がそのまま加速膨張を続けるのか、収縮に転じるのか、あるいは終焉を迎えてしまうのか、という宇宙の運命を決める。さらにはそもそも暗黒エネルギー

など必要なく、宇宙の加速膨張は宇宙論スケールで一般相対論が破れているための見かけの効果ではないか、という修正重力理論の可能性も議論されている。だが、加速膨張の理論的な説明の試みは、とうてい満足できるものではない。

宇宙の加速膨張の謎に挑むには、まず暗黒エネルギーの密度が「定数」（つまり宇宙定数）なのか時間進化するのか、宇宙論スケールにおける重力が一般相対性理論と矛盾しないか、という2つの問題を調べるのが重要になる。これらは「宇宙の膨張史」と「宇宙の構造形成史」を、宇宙論データから調べることに対応する。銀河や銀河団などの宇宙の構造形成は、宇宙の質量の大部分を占める暗黒物質の重力によるゆらぎ（物質分布の非一様性）の増幅と、ゆらぎをならす方向に働く宇宙膨張の競争の結果として起こる。このため、宇宙の構造形成を赤方偏移の関数として詳しく調べることで、宇宙論スケールにおける重力の強さと加速膨張の競争史を同時に調べることができる。

日本でもすばる望遠鏡主焦点の広視野カメラと多天体分光器を用いた「すみれ計画」が現在進行中であり、宇宙加速膨張の謎の解明をめざしている。

高田昌広（東大IPMU）、会誌編集委員会