

論文審査の結果の要旨

氏名 小西 功記

本論文は7章からなり、1章ではこの論文の目的である Ia 型超新星の多様性を観測的に明らかにすることの意義と Sloan Digital Sky Survey - II (SDSS-II) による大規模サンプルの説明、2章ですばる望遠鏡による追観測について述べられている。3章では中遠方の Ia 型超新星の吸収線構造とその時間変化についての観測結果、4章では吸収線構造と最大光度の関係、5章では母銀河の性質と超新星の明るさについての観測結果が示され、6章ではこれらの結果が示す超新星の多様性のまとめと、宇宙論的標準光源としての意義について議論し、7章では結論が述べられる。

Ia 型超新星の最大光度は、宇宙論的距離の測定において「標準光源」とされており、加速膨張宇宙の観測的研究等で広くもちいられている。一方、超新星爆発の理論的研究からは、光度等の多様性が指摘されており、もしも最大光度が赤方偏移の関数であるならば、宇宙論パラメーター等も影響をうける。このように Ia 型超新星の性質を観測的に決定することの意義は大きい。

本論文では SDSS-II による無バイアスなサーベイから、中遠方 ($0.05 < z < 0.4$) の超新星について、これまでで最大規模のサンプルを抽出し、可視光領域で多色光度曲線を得た。さらにすばる望遠鏡による分光追観測を行い、空間分布を用いて超新星成分の分離を行った。本博士論文では、これら SDSS-II の測光分光データと近傍超新星の公開データの解析、さらに遠方 Ia 型超新星の測定結果との比較によって、Ia 型超新星の性質とその原因を考察している。

Ia 型超新星のスペクトルには、吸収構造が見られるが、これは親星および超新星により生成された元素の超新星内部での分布を反映していると考えられ、線速度と透過幅は、爆発後の経過時間によって変化していく。本論文では、多数の構造について時間変化を追い、近傍と中遠方の超新星の差違を検定した。マグネシウムによる吸収構造は、有意度 12% で、遠方超新星において増加していたが、その他の吸収構造については、有意水準 5% で違いは見られなかった。超新星爆発におけるマグネシウムの生成量は、親星の金属量に影響されると考えられるため、化学進化に伴う超新星の性質の変化を示唆するものかもしれない。また、V バンドでの最大光度とシリコンによる吸収構造の等価幅との相関は、近傍では以前から知られていたが、中遠方超新星でも同じ相関に従うことが示された。これは最大光度付近の一回の分光観測で、最大光度の推定ができるというアイデアを補強する。Ia 型超新星光度の主要源は、爆発の際に合成された放射性ニッケル (^{56}Ni) が崩壊して放出するエネルギーであると考えられている。しかし、ニッケル質量のばらつきの物理的原因は完

全に理解されているとは言えない。本論文では、観測された光度から、ニッケル質量を推定し、母銀河の金属量との相関を調べた。母銀河の金属量で2群に分けた場合のニッケル質量には 1.8σ の違いがあり、金属量が多いほどニッケル生成量が少ないという理論予測とは矛盾しない。また、この違いが真であった場合、遠方超新星の距離の推定に最大 6% の系統誤差を生じ得る。

本論文による解析結果は、中遠方の超新星に関して、無バイアスかつこれまでで最大規模の可視多色光度曲線のサンプルとなっており、母銀河からの抽出なども含め、信頼性は高い。中遠方と近傍の超新星に有意な差を発見したとは言いがたいが、今後の超新星研究の基礎的なデータであり、意義は大きい。

なお、本論文は共同研究であるが、論文提出者が主体となって解析を行ったもので、論文提出者の寄与が十分であると判断する。

したがって、博士(理学)の学位を授与できると認める。