【基盤研究（S）】

大区分Ｂ

研究課題名　　爆発直後からの観測による Ia 型超新星の起源解明

東京大学・大学院理学系研究科・教授　　土居（どい）　守（まもる）

研究課題番号：　18H05223　研究者番号：00242090

キーワード：　Ia型超新星、親星、爆発メカニズム、標準光源、ダークエネルギー

【研究の背景・目的】

Ia 型超新星は鉄などの重い元素の主な供給源であると共に、宇宙の加速膨張の発見に使われた標準光源として大変重要な天体であるが、未だどのような親星が爆発しているのかわかっていない。最近代表者らはすばる望遠鏡を使って爆発後約 0.5 日から Ia 型超新星を観測し、ヘリウムの外層が最初に爆発、その衝撃で白色矮星が熱核暴走を起こした例を発見し、ごく初期の観測が親星を解明する鍵となることを示した。

Ia 型超新星の点火のしくみまたは親星は複数の種類がある可能性がこの他にも示唆されてきており、非常に初期の色やスペクトルを十分な数観測することにより、点火のしくみを分類、親星や爆発の仕組みを解明できる可能性が開けた。

そこで本研究では、新たに整備する観測装置を用いて、爆発直後の Ia 型超新星に対して、これまでと質的に異なる観測データを取得、理論モデルの比較を行うことによって Ia 型超新星の親星と爆発メカニズムを調べ、色と明るさのばらつきの原因を解明する。同時に近赤外線のスペクトルデータベースを作り、Ia 型超新星を静止系近赤外線における標準光源とすることも目指す。

【研究の方法】

本研究提案では、東京大学の口径 1m 広視野木曽シュミット望遠鏡に CMOS カメラ Tomo-e を完成させ、近傍の Ia 型超新星の初期発見に中心的に用いる。

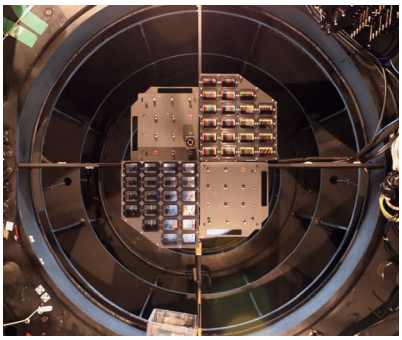

図 1 木曽観測所 1m シュミット望遠鏡の主焦点に製作中の広視野 CMOS カメラ Tomo-e。現在 21 個のセンサーが搭載され、残りのセンサーの取り付け準備が進む。

Tomo-e は 84 個の CMOS センサーを搭載、明るい超新星の探査においては世界最高の能力を有し、赤緯-20 度以北の天を 2 時間に一回撮像、星の混んだ領域を除けば、V バンドで 19 等級までの超新星は漏らさず発見できる。

発見された Ia 型超新星を迅速に詳細観測するため、京都大学のせいめい望遠鏡に多色カメラを製作、面分光装置 KOOLS-IFU の観測性能向上を行う。これらによって爆発直後から Ia 型超新星 30 個以上多色・分光観測を行い、理論モデルと比較し、親星と爆発メカニズムを系統的に調べる。

さらに東京大学がチリ・アタカマに建設中の口径 6.5mTAO 望遠鏡に近赤外線シェル分光器 NICE を移設、世界最高地点にあって広く開いた大気の窓を活用して、約 30 個の Ia 型超新星の近赤外線波長域のスペクトルを数日おきに取得、近赤外線波長域でのテンプレートスペクトルを作成する。

【期待される成果と意義】

以上本研究においては、爆発初期から発見される Ia 型超新星約 30 個の詳細観測により、Ia 型超新星の親星と爆発メカニズムを調べ、色と明るさのばらつきの原因、サブクラスの有無を解明する。また、最大光度より十分前に発見された Ia 型超新星約 30 個について、近赤外線で時間変化を含めたスペクトルデータベースを作成し、可視・近赤外線の光度曲線あわせて、Ia 型超新星を静止系近赤外線における標準光源として確立する。

全体として天体物理学において大変重要な Ia 型超新星の起源を理解し、ダークエネルギーすなわち宇宙の加速膨張の謎の解明にむけた基礎作りを行う。

【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

・“A hybrid type Ia supernova with an early flash triggered by helium-shell detonation”, Jiang, J., Doi, M., Maeda, K.et al., Nature, 550, pp.80-83. (2017)

・“Photometric properties of intermediate redshift Type Ia supernovae observed by the Sloan Digital Sky Survey-II Supernova Survey”, Takanashi, N., Doi, M. et al., MNRAS, 465, p.1274-1288 (2017)

【研究期間と研究経費】

平成 30 年度－34 年度

147,400 千円

【ホームページ等】

http://www.ioa.s.u-tokyo.ac.jp/~doi/doi's_project.htm