

# 論文審査の結果の要旨

氏名 時田 幸一

本論文は全 14 章からなり、第 2—第 7 章までの第一部とそれ以降の第二部に大別できる。

第 1 章は全体の導入部で、超新星の分類とそれぞれの型の超新星の起源、なかでも Ia 型超新星の特徴や観測的宇宙論での役割についてのこれまでの研究について述べられている。第一部では、観測された超新星のスペクトルと既存のテンプレートスペクトルとの比較から reduced  $\chi^2$  を指標として、その型と赤方偏移、そしてスペクトルがとられた時期が最大光度から何日目に当たるか(エポックという)を決定する独自の手法とその結果が提示されている。第 2 章ではこれらの量の重要性が述べられている。第 3 章では本研究の手法の詳細が記され、母銀河の光の混ざり込みや星間固体微粒子による減光の効果についても議論されている。第 4 章では SDSS 超新星サーベイで発見され SUBARU 望遠鏡で分光された超新星にこの手法を適用し、赤方偏移  $0.05 < z < 0.4$  の超新星に対してその有効性を示している。第 5 章ではこの手法を赤方偏移  $z > 0.5$  の遠方の超新星に適用し、その分類に成功したことが記されている。第 6 章ではこの手法の結果と他の手法の結果を比較し決定した型、赤方偏移、エポックについて無矛盾な結果が得られたことを確認している。第 7 章は第一部のまとめである。

第二部では Ia 型超新星のスペクトルにみられる多様性について議論されている。第 8 章では Ia 型超新星について、静止系での紫外線から可視光にかけてのスペクトルに個々の超新星ごとの違いが顕著に見られることに着目し、その違いの原因を突き詰めることで母天体の性質に迫る可能性について、第一部で紹介された手法を用いて具体的に調べることを述べられている。第 9 章では目的にかなう Ia 型超新星のサンプルを抽出する方法と母銀河によるスペクトルへの影響を取り除く手順を示している。第 10 章では前章で補正されたスペクトルを用いて U-B と B-V の 2 色図を作成し、星間固体微粒子による赤化によって生じる分散とは異なる分散が現れていることを確認している。第 11 章ではスペクトルが撮られたエポックの違いを補正して 2 色図上での分散が減ることを確認している。さらに、Ia 型超新星の多様性として知られている光度曲線の形状と明るさの相関をもとに補正を加えるとさらに分散が減るものの、有意な分散が残ることが示され、他にも Ia 型超新星の

分散を生じる原因があると結論づけている。これが本論文における新たな知見である。第 12 章では前章の解析で残った分散の原因が母天体の金属量の違いによるものか調べている。金属量の違う理論モデルのスペクトルと比較することからはその原因が金属量によるものとは言えないことが示された。加えて、この Ia 型超新星に見られる多様性が Ia 型超新星を標準光源として用いた宇宙論の議論に与える影響を議論している。第 13 章は第二部のまとめである。第 14 章は結論で、本研究により可視光の短波長領域に Ia 型超新星の多様性が顕著に現れることが定量的に初めて示されたことが述べられている。

以上のように、本論文では、Ia 型超新星のスペクトルにみられる多様性に関する新しい知見が得られ、将来の宇宙論的観測に資する手法も提示されていて、高く評価できる。

なお、本論文の内容は土居守、安田直樹、諸隈智貴、高梨直紘、小西功記、田中雅臣、井原隆、早野淳二、Joshua Frieman, John Marriner, Rick Kessler, Jon Hotzman, Chen Zheng, 迫昌男, Chris Lidman, Greg Aldering, Rahman Amanullah, Kyle Barbary, Vitaliy Fadeyev, Ariel Goobar, Isobel M. Hook, Joshua Meyers, D. Andrew Howell, Reynald Pain, Saul Perlmutter, David Rubin, Anthony L. Spadafora, Hannah Swift, Lorenzo Faccioli, 鈴木尚孝、戸谷友則、服部堯、柏川伸成との共同研究である。しかし、その全てが論文提出者を第一著者とする論文としてまとめて発表する予定であり、論文提出者の寄与は十分であると判断できる。

したがって、博士(理学)の学位を授与できると認める。