

論文審査の結果の要旨

氏名 井原 隆

本論文は、すばる望遠鏡の主焦点カメラによる観測から遠方の超新星を多数発見し、その発生率の赤方偏移依存性を明らかにし、星生成率の赤方偏移依存性と比較して、Ia型およびII型超新星の爆発までの期間を観測的に明らかにすることを狙った研究である。その研究背景、観測手法、Ia型超新星の観測結果、II型超新星の観測結果、これら観測結果の解釈の検討、結論を述べた全6章からなる。

第一章のイントロダクションでは超新星の分類と、Ia型超新星を標準光源として宇宙膨張史にせまるプロジェクトの紹介、およびIa型超新星とII型超新星の発生率の先行研究について紹介したあと、本研究の流れを簡潔に記述している。

第二章では超新星探査のため、すばる望遠鏡の主焦点カメラを用いて、遠方宇宙を見るのに適したブランクフィールドとされているSXDF探査の観測概要について述べ、SXDF領域を複数回同じ状況で撮像することにより、変光天体を探す手法を詳述している。光度変化からIa型超新星とII型超新星を判定する方法、およびそれらの超新星が出現した母銀河の赤方偏移を分光観測や多色測光観測から推定する方法について述べている。

第三章では、前章の手法を適用した結果、総計50個におよぶIa型超新星(候補)を同定し、それらが赤方偏移1.3までの遠方銀河で起こったものであることを述べている。観測時期がまばらなため、超新星が十分観測できる明るさにある期間を逃すと見落とすことになる。この効果の見積もり方について独自の手法を提案し、具体的にシミュレーションを行って、その見落とし効果を定量的に見積もった。第四章では、同様の手法をII型超新星に適用した結果17個のII型超新星を発見したことについて述べている。

第五章では、赤方偏移1まででは、本研究で求めたII型超新星の発生率の赤方偏移依存性が、先行研究により求められている星生成率の赤方偏移依存性とほぼ一致することを確認している。このことは寿命の短い大質量星の爆縮によりII型超新星が発生すると考えられることから、合理的な結果である。一方Ia型超新星の発生率の赤方偏移依存性は星生成率の赤方偏移依存性とは異なる振る舞いをしているように見える。この違いを説明するには、星形成後にIa型超新星として爆発するまでの時間が一定で無いことが必要である。他の観測結果に基づいて作られた3通り

の遅延時間の分布モデルに対して、観測されるIa型超新星の赤方偏移依存性を星生成率と合わせて説明することを検討した結果、遅延時間の短いIa型超新星が少ないモデルは矛盾が大きいたことが示された。

この結果は、超新星数がまだ少なく統計誤差が大きいこと、および赤方偏移の測定にも誤差が伴うこと、数え落とし効果の見積もりにも不定性が伴うことなどを、考慮して受け止めねばならないが、Ia型超新星が均一の爆発機構では説明できない可能性を示唆したものとして、興味深い結果となっている。Ia型超新星に関する二つの理論的モデルである、(1)白色矮星に連星をなす主系列星あるいは赤色巨星から降着する質量がチャンドラセカール限界を越えたときに起こるとする単一縮退系モデルと、(2)白色矮星どうしの連星系が合体して爆発するとする二重縮退系モデルについて、本研究は観測的な立場から制限を将来加える可能性を開いたものとみなすことができる。

最終の第六章はこれらの知見をまとめて要約している。

以上のように、本研究は超新星発生率の赤方偏移依存性をこれまでにない均質なサーベイで求め、その結果を星生成率の赤方偏移依存性と比べることにより、超新星爆発に至るまでの遅延時間分布を統計的に求める手法を具体的に適用して結果を導いたものとして、先行例のない研究成果を挙げたものである。

本研究は、国際プロジェクト「超新星宇宙論プロジェクト」の一環と位置付けて行われたものであり、土居守、諸隈智貴、高梨直紘、戸谷友則、安田直樹、Reynold Pain, Saul Perlmutter, Anthony Spadafora, 他との共同研究であるが、具体的な研究の実施は本論文提出者が主体となって分析及び検証を行ったもので、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。