

重力崩壊型超新星は、大質量星の進化の最後に起こる恒星全体の爆発である。論文提出者は、超新星の爆発殻と星周物質との相互作用の結果生じる超新星の光度曲線を多様な角度から考察し、爆発直前の質量放出の歴史などを解明するための方法を提案した。さらに、いくつかの具体例に適用し、その手法の有用性を示した。

本論文は全7章からなる。

第1章は序論であり、特に大質量星の重力崩壊型超新星の爆発メカニズムと観測的な特徴を概観し、爆発殻が星周物質と相互作用する超新星について簡潔にまとめ、本論文の目標を設定している。

第2章は、超新星の爆発殻と星周物質の相互作用を記述する理論的手法について詳述している。星周物質が球対称定常恒星風によって形成され、かつ、星周物質が光学的に薄い場合は、爆発殻と星周物質の相互作用による全輻射光度は時間の関数としてすでに解析的に求められている。論文提出者は、定常的質量放出以外の場合に、この解析解を拡張し、全輻射光度を計算する式を導出した。超新星の光度曲線から、過去の星周物質の形成過程を調べるために、定常状態以外の、より一般的な場合の式を導出したことは重要であり、高く評価できる。ただし、星周物質が光学的に厚い場合には、この解析式を適用できない。そのような場合には、既存の輻射流体数値コード *STELLA* を使用した。

第3章では、水素の狭輝線が見える IIn 型超新星の光度曲線を、2章において提案した方法に基づき解析している。一般に、超新星の爆発殻は 10000 km/s 程度の速度で膨張しているので、観測される輝線や吸収線の線幅はその速度に対応して広がっている。しかし、中には広がった輝線や吸収線と同時に 100 km/s 程度の狭い線幅を持つものがあり、爆発する超新星殻の外側に速度の遅い星周物質が存在することを示している。論文提出者は、詳しい観測のある数個の IIn 型超新星の星周物質分布を2章の方法に基づき推定した。その結果、これらの超新星の爆発直前の質量放出率は  $10^{-3}$  太陽質量/年と大きく、かつ次第に質量放出率が増加する傾向があることが分かった。このことは、先行研究が定常質量放出を仮定し、星周物質分布を求めていたことから、さらに一歩進めて、その質量放出率の時間的変化を推定したはじめての研究である。

第4章では、全輻射等級が -21 等より明るい、超高光度超新星について、星周物質と超新星爆発殻との相互作用に基づき光度曲線解析を行っている。通常の超新星の光度は、全輻射等級で -21 等より暗い。しかし、最近 -21 等より明るい超新星がいくつか発見されており、その起源については諸説提案されている。論文提出者は、これらの超新星中に IIn 型があり、星周物質の存在を示していることから、それと超新星爆発殻との相互作用によって光度曲線を説明できることを具体的に示した。中でも、超新星が大きく明るくなる直前に、短い期間、光度の減少が起こることを理論的に説明したことははじめてであり、高く評価できる。このことにより、相互作用説が確実に裏付けられた。

第5章では、理論的に提案されている質量放出率にもとづき星周物質の分布を推定し、爆発殻との相互作用による光度曲線を計算している。それを観測された超新星の光度曲線と比較することにより、実際の超新星の親星の質量放出率が既存の恒星進化理論の質量放出率よりはるかに大きな値となることを示し、新たな理論的解明を求めている。

第6章では、爆発後、しばらく時間が経過した超新星残骸中に爆発殻と星周物質の相互作用の残滓があるかどうかを考察し、再結合型残骸と呼ばれるものがその候補となることを新たに提案している。

第7章では、2章から6章までの結果をまとめている。

論文提出者は、大質量星の重力崩壊型超新星の爆発殻と星周物質の衝突の結果生じる衝撃波加熱による光度曲線を、爆発直前の質量放出率の変化を考慮し計算した。これは、爆発前の質量放出率の変化などを推定できる新しい方法であり、実際に、爆発直前に質量放出率が大きくなる傾向があることをはじめて示した。同時に、多くの相互作用型の超新星の光度曲線解析から、星周物質の特徴をこれまでになく明らかにしたことは、相互作用型超新星の起源をめぐる研究を大きく進展させた画期的なものである。

以上を要するに、本論文は恒星天文学の分野において、新しい知見をもたらすとともに、新しい発展の可能性を開くものである。論文の内容自体は吉田直紀、前田啓一、野本憲一、富永望、田中雅臣、Jesper Sollerman、Alexander D. Dolgov、Francesco Taddia、Sergei I. Blinikov、Petr V. Baklanov、Elena I. Sorokina、José H. Groh、Georges Meynet との共同研究であるが、論文提出者、守屋堯の主導で研究が進められたものであることを論文審査において確認した。なお、その論文を博士論文として提出することについては、共著者の承諾書が得られている。よって本論文は博士（理学）の学位論文としてふさわしいものであると、審査委員会は認める。