

論文審査の結果の要旨

氏名 漆畑 貴樹

本論文は、超新星 1987A の親星が青色超巨星であったことを恒星合体シナリオに基づいて再現するため、数値シミュレーションによって合体後の進化を系統的に調べたものである。

本論文は5章と補遺からなる。第1章は序章であり、本論文の背景や研究動機などがまとめられている。この超新星の親星の特徴とその星周物質の観測から得られた情報や、それらに対する過去の理論的解釈とその問題点が述べられている。特に爆発直前に親星が青色超巨星であったことを説明する主な2つのシナリオについて解説している。1つは恒星の自転によって起きる物質混合によって外層のヘリウム量が増し、平均分子量が増すことで恒星の半径が縮まり青色超巨星になるシナリオについて述べられている。他の1つは連星系をなしている場合で伴星を飲み込んでしまうと重力が増えるために半径が縮まり青色超巨星になるとするシナリオである。本研究では2つのシナリオに基づいてあらためて数値計算を行うことで検証し、超新星 1987A の全ての観測結果と整合性をもつ親星のモデルを構築することを目標とすることが述べられている。

第2章は、数値シミュレーションモデルの説明である。基本は球対称1次元恒星進化シミュレーションであるが、合体による質量の増加、角運動量と熱の分配の効果を考慮するために独自の工夫がなされている。従来は質量の増加は、単に恒星の最外層に質量を加えることによって行われていたが、本研究では主星・伴星の重力圏を考慮し、伴星が主星の重力圏にはみ出した時に主星の一部として取り込まれるように、質量を主星の内部に加えている。また、自転による質量放出への影響も考慮されている。これらの物理過程を取り入れるのに導入したパラメータについても議論されている。

第3章は本論文の主要な結果がまとめられている。まず、合体時に従来の研究による方法で質量増加させ青色超巨星になりうるかを調べ、伴星の質量が9太陽質量(以下、 M_{\odot})以上だと青色超巨星にはならないことを示した。外層のヘリウム量を増やすことによって青色超巨星にするには外層のヘリウム濃度を質量比で60%以上にする必要があることもわかった。従来の指摘よりも必要な濃度は高かった。これは、従来のモデルで使われていた物質の不透明度が、より現実的な原子モデルをもとにした本研究で使われている不透明度より低かったことが原因である。合体による質量増加と外層のヘリウム濃度増加を組み合わせた場合も考察されている。この場合、青色超巨星になるためには伴星の質量が10 M_{\odot} 以下であっても外層のヘリウム質量比が50%以上必要なことが分かった。この様な大量のヘリウムを外層に混ぜるのは現実には不可能である。また、星周物質に観測される異常に高い窒素/酸素比および窒素/炭素比も説明できないことが示されている。他方、合体シナリオに基づいた計算では観測された親星の表面温度、星周物質の組成異常、質量放出の時間尺度を全て説明できることが示されている。

第4章では、どの様なパラメータの組み合わせで親星が青色超巨星になるかをまとめて

いる。また、観測された星周物質の形状がリング状であったことから質量放出に対する条件が議論されている。

第5章は論文のまとめである。

本論文で議論されている恒星の合体過程は、連星系の進化を研究する上で重要な出来事である。それについて初めて現実的な数値シミュレーションを行い、その1つの帰結として最も詳しく観測された超新星 1987A とその周辺環境が説明できたことの学術的価値は高い。

なお、本研究は梅田秀之・吉田敬・高橋亘との共同研究であるが、論文提出者が主体となっていたもので、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。