

# 論文審査の結果の要旨

氏名 前田 啓一

本論文は、6章からなり、第1章は、導入部で、非常に明るい超新星と極端な金属欠乏星に対する最近の観測から示唆される超新星爆発の非球対称性の重要性について述べられている。

第2章では、非球対称超新星爆発を数値計算する手法について記述されている。具体的には2次元流体計算の手法と、爆発的元素合成を計算する核反応による元素の組成変化を記述する式の解法、ならびに、放射性元素から放射されるガンマ線が爆発物質と相互作用しながら表面に伝播していく過程をモンテカルロ法で解く手法が、爆発物質が光学的に薄くなった後のスペクトルを計算する方法とともに記述されている。

第3章では、初期質量が太陽質量の25倍の星と40倍の星について、非球対称爆発計算の結果に基づいて、爆発的に合成される元素量やその爆発物質中での分布、元素組成比の特徴をまとめている。

第4章では前章の計算結果を極端な金属欠乏星で観測された元素組成パターンの特徴と比較しエネルギーが $10^{52}$  ergと高く、かつ非球対称爆発をした超新星で合成される鉄族元素の組成比が極端な金属欠乏星の示す特徴と良く一致していると結論づけ、その他にもスカンジウム、チタン、ケイ素、硫黄と鉄の組成にも同じ超新星が示す特徴が備わっていると指摘している。

第5章では爆発の数値計算から得られた明るさの時間変化と後期スペクトルの特徴についてまとめられている。明るさの時間変化は見る方向によって異なり、特に初期において顕著になることが指摘されている。後期スペクトルでは重元素から放射される輝線の幅に球対称爆発には見られない特徴があることを示し、その特徴が実際に観測されたSN 1998bwやSN 2002apで見ついているものと同じであると指摘している。

第6章では以上の計算結果と観測との比較をもとに、非常に明るいIc型超新星は、爆発が球対称ではなく軸対称としたほうが都合が良く、爆発エネルギーが対称軸近くに集中し、しかも通常の超新星より爆発エネルギーが10倍ほど大きいモデルの示す特徴を備えていると結論づけている。極端な金属欠乏星の元素組成との比較から、このような超新星爆発での元素合成が銀河の化学進化に寄与している可能性もあると述べられている。

本研究の特色は、

1. 難しい非球対称な爆発機構を議論する代わりに、爆発エネルギー、その解放される時間、中心にある重力源の初期質量、そして異方性を表すパラメータをそれぞれ一つづ

つ導入して非球対称爆発を簡単に記述することで、明るい Ic 型超新星 SN 1998bw や SN 2002ap の光度曲線の観測結果および、後期スペクトルに見られる重元素が放射する輝線の幅を再現する爆発をほぼ特定するのに成功したこと、

2. 鉄族の爆発的元素合成の結果に対する非球対称爆発の影響を系統的に調べたこと、

にある。

以上のように、本論文は、超新星の観測から近年、重要性を指摘されてきた非球対称爆発に着目し、その結果観測されるであろう明るさの変化や、後期に見られる輝線スペクトルの特徴、放出された元素組成を数値計算を駆使して系統的に調べたものである。さらに、最近観測された非常に明るい超新星 2 例について、数値計算結果を適用し非球対称爆発の様子に関する新しい知見が得られていて、高く評価できる。

したがって、博士（理学）の学位を授与できると認める。