

星周物質から迫る Ia 型超新星の起源

長尾 崇史 (京都大学大学院 理学研究科)

Abstract

Ia 型超新星の星周環境は、親星を理解するのに重要である。想定する親星モデルによって持っている星周物質が違えば、星周物質を通ってきた超新星の光はモデルごとに異なる事が予想される。その為、観測的に Ia 型超新星の親星に迫ることができる。そこで本研究では、今後観測との比較を想定して、輻射輸送計算を用いて様々な星周物質を持つ超新星がどのように見えるのかを計算した。具体的には、各波長の光度曲線、各波長の減光の時間進化を計算した。その結果、紫外域で星周物質による散乱の効果、赤外域で吸収/再放射の効果が顕著に見られる事が分かった。今後は、これらの理論予測と観測とを比較し、星周物質の情報から Ia 型超新星の親星の解明を目指していく。

1 Introduction

宇宙が時間と共にどのように進化してきたのかという”宇宙の歴史”の理解には、重元素合成に大きな役割を果たす超新星の理解が必要である。太陽の約 8 倍より重い星や連星系を成す白色矮星の一部は寿命の最後で超新星爆発を起こし、星の内部や爆発で合成した重元素を宇宙空間にばらまく。宇宙には最初ほとんど水素とヘリウムしか無かったが、多数の超新星爆発を経験することで、現在のような重元素で溢れたものになっている。時間的にどのように重元素が増えてきたかを知る為には超新星の理解が必要不可欠である。

しかし、鉄の主な供給源である核反応暴走型（以下 Ia 型）超新星は二つの起源が提案されていて、そのどちらが主な起源が分かっていない。白色矮星と主系列星（あるいは赤色巨星）から生じる SD(Single Degenerate) モデルと白色矮星同士の合体である DD(Double Degenerate) モデルの二つである。モデルによって予想する爆発頻度の時間進化が異なり、宇宙の進化の描像が大きく異なってくる。

この問題を解決する方法として、超新星の星周物質に注目した。星周物質は爆発前に親星が放出したものであり、SD モデルと DD モデルでは爆発に至る進化の過程が違えば、持っている星周物質に違いが見られる事が予想される。また超新星の光の一部は星周物質で散乱、吸収/再放射されて観測者に届く為、星周物質の分布や量が異なれば観測されるスペ

クトルが異なる。その為、観測から SD モデルと DD モデルを切り分ける事ができると考えられる。多くの超新星の星周物質を調べる事で、どちらのモデルが Ia 型超新星の主な発生機構であるかを解明する事ができる。

本研究では、観測との比較を想定して、輻射輸送計算を用いて様々な星周物質を持つ超新星がどのように見えるのかを計算した。

2 Methods

自身で一から開発した三次元モンテカルロ輻射輸送計算コードを用いて、様々な星周物質を持つ超新星がどのように見えるのかを計算した。超新星の光としては、典型的な Ia 型の光度曲線 (Hsiao et al. 2007) を用いた。この光が星周物質で散乱や吸収/再放射する過程を計算した。星周物質の分布としては、一様密度の球、密度が半径のマイナス二乗に比例する球、薄い球殻の三つを考えた。これらの各分布に対して色々な量の星周物質を置き、最終的に観測される紫外から赤外域の各バンドの光度曲線と減光の時間進化を計算した。

3 Results

様々な星周物質を持つ超新星の各バンドの光度曲線と減光の時間進化を計算した。一例として、星周

物質が色々な距離に球殻状に分布している場合の近赤外 K_s バンドの光度曲線を図 1 に示す。本来の超新星の光に、短波長側で吸収され長波長側で再放射された光が足されて観測される。星周物質の距離によって吸収/再放射してくる時間が違う為、遠くなればなるほど爆発後遅くまで光る。このような違いにより星周物質に制限をかける事ができると期待できる。

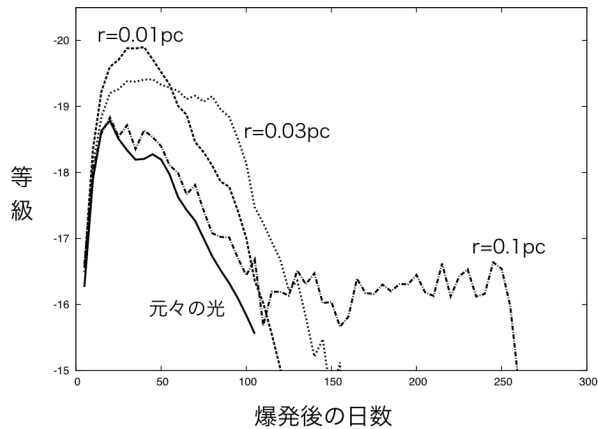


図 1: 距離の違う球殻状の星周物質の場合の K_s バンドの光度曲線 (実線: 元々の超新星の光、破線: $0.01[\text{pc}]$ 、点線: $0.03[\text{pc}]$ 、一点鎖線: $0.1[\text{pc}]$)

4 Conclusion

様々な星周物質を持つ超新星の紫外から赤外域の各バンドの光度曲線と減光の時間進化を計算した。今後、これらの理論予測を多くの Ia 型超新星の観測と比較する事で親星に制限を与える事を目指していく。

Acknowledgement

基礎物理学研究所 (研究会番号: YITP-W-15-04) 及び国立天文台からのご支援に感謝いたします。

Reference

E. Y. Hsiao, A. Conley, D. A. Howell, M. Sullivan, C. J. Pritchett, R. G. Carlberg, P. E. Nugent, & M. M. Phillips 2007, ApJ, 746, 85