

N68a U Scorpis: Ia型超新星爆発直前の星か？

蜂巢泉(東大総合文化)、加藤万里子(慶応大)、加藤太一、松本桂(京大理)、野本憲一(東大理)

反復新星 U Scorpis が、1999年2月25日(UT)に、記録に残る爆発としては、6度目の爆発を起こした。今回は、極大光度に達する前の増光期に発見されたこともあり、増光期・極大期・急速な減光期・平坦期・最後の減光期という、ほぼ光度曲線の全容がはじめて明らかにされた。松本&加藤の測光観測と、新星爆発の理論に基づく光度曲線とを比較し、私たちは以下のことを明らかにした。(1) U Sco の白色矮星の質量は $1.37 - 1.38M_{\odot}$ の間にある。Ia型超新星爆発を起こす臨界質量も $1.37 - 1.38M_{\odot}$ なので、いつ超新星爆発を起こしても不思議ではない。(2) 爆発時の膨らんだ外層の質量は、 $3 \times 10^{-6}M_{\odot}$ である。前回の爆発(1987)から今回の爆発までに積もったとすると、質量降着率は $2.5 \times 10^{-7}M_{\odot} \text{ yr}^{-1}$ である。(3) このような大きな質量降着率を維持するには、伴星からの質量移動が恒星の熱的な時間尺度で起こる必要がある。これは、伴星の質量が $1.1M_{\odot}$ 以上であることを要求する。(4) 爆発時に、 $1.8 \times 10^{-6}M_{\odot}$ の質量が系外に放出された。燃えて白色矮星に積もったのは、 $1.2 \times 10^{-6}M_{\odot}$ である。(5) 12年間の平均では、白色矮星の質量増加率 $1 \times 10^{-7}M_{\odot} \text{ yr}^{-1}$ となる。今後、数万年の間には必ず Ia型超新星爆発を起こすであろう。(6) この理論モデルでは、17日後に白色矮星からの恒星風が止む。恒星風があると、その自己吸収のために X線は受からないので、BeppoSAX が19日後に受けた超軟 X線は、われわれの恒星風モデルと良く合う。

また、爆発時の食の観測から、連星周期の変化率がはじめて求まった。非常に大きな減少率 $\dot{P}/P = (-1.7 \pm 0.7) \times 10^{-6} \text{ yr}^{-1}$ と白色矮星への質量降着率 $2.5 \times 10^{-7}M_{\odot} \text{ yr}^{-1}$ を両立させるには、(7) 伴星からの質量移動率は、 $(-5.5 \pm 1.5) \times 10^{-7}M_{\odot} \text{ yr}^{-1}$ であり、白色矮星へは、 $2.5 \times 10^{-7}M_{\odot} \text{ yr}^{-1}$ で降着し、残りが $(-3.0 \pm 1.5) \times 10^{-7}M_{\odot} \text{ yr}^{-1}$ で、系外へ出て行く。(8) この質量移動率は、伴星の質量が $1.5 - 2.0M_{\odot}$ 程度であれば可能である。(9) 系外へ出て行くガスが排出円盤・トーラスを形成する。U Sco 自身の周りのガスの吸収が効けば、静穏時の U Sco までの距離(14-15 kpc)が非常に大きく見積もられていた矛盾が解消する。これらを総合して、今までの U Sco の問題をほぼ一挙に解決する描像を得ることができた。