

II n 型超新星の元素組成と膨張速度

飯田美幸(高2)【茨城県立竹園高校】、半田健大(高2)【広島県立広島国泰寺高校】

福本菜々美(高1)【愛媛県済美学園済美高校】、矢島義之(高1)【埼玉県西武学園文理高校】

監修 笹田真人【広島大学理学研究科】

1. 概要

私たちブラックホール誕生の母天体と考えられる重力崩壊型超新星の研究を行った。そのため、同じ型の2つの超新星について分光観測により超新星爆発の起源を考察する。

2. 観測方法

・望遠鏡：1.5m かなた望遠鏡@東広島天文台

・分光装置：露出型広視野偏光撮像器 HOWPol

波長分解能 波長分解能 $R=\lambda/\Delta\lambda\sim 400$ @6000Å 波長領域 4500-11000Å

・日時：2010年11月21日(月) 01:00~02:00、02:50~03:20

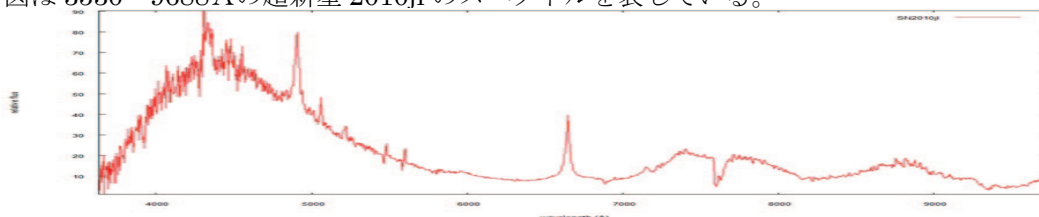
・観測対象：2010jj 300秒×1フレーム 400秒×5フレーム

2010jl 300秒×3フレーム

3. 結果

スペクトル観測から超新星の元素組成、膨張速度を求めた。ここでは超新星2010jlの結果のみを紹介し、他の結果については口頭発表及びポスターにて紹介する。

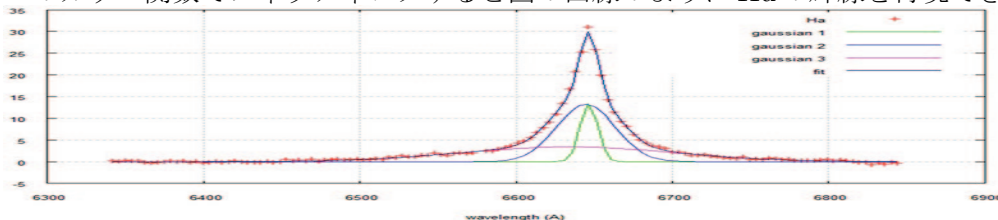
図は3530~9688Åの超新星2010jlのスペクトルを表している。



観測されたスペクトルから、Hβ,[O III],He I,Hαの輝線を確認した。

輝線はガウス分布に従うと考えると、
$$a \times \exp\left\{-\frac{(x-b)^2}{2c^2}\right\}$$
 で表せる。

Hα輝線をガウス関数でスペクトルフィットを行うと、1つのガウス関数ではうまく再現できず、3つのガウス関数でフィッティングすると図の曲線のようにHαの輝線を再現できた。



輝線の幅は膨張速度に比例するため、ガウス関数の半値全幅から速度を計算する。

$$\text{膨張速度} = \left(\frac{\text{半値全幅}(\text{Å})}{\text{ピーク波長}(\text{Å})} \right) \times \text{光速}$$

輝線	Hα g1	Hα g2	Hα g3	Hβ	He I	He I	[O III]
膨張速度(km/s)	600	1994	7254	2340	8467	1578	654

観測された輝線の速度は大きく 3 つの速度(600, 2000, 7500 km/s)に分けられ、H α の 3 つの成分は各速度に分布した。

4. 考察

各輝線の速度から放射起源を考察する。

(i)600km/s の H α について

HOWPol の波長分解能は 650km/s 以下を測定することはできないため、この H α 成分は速度が 650km/s 以下の領域から放射される。超新星爆発によるシェル速度は 5000~10000km/s で、観測された速度より十分速い。爆発前は赤色超巨星であると考えれば巨星からは 10~100km/s の星風が放出されて、巨星起源の星周物質から H α 輝線が放射されていると考えられる。

(ii)1900km/s の H α 、2000 km/s の H β ,He I について

星周物質の速度と比べると十分速いが、超新星の爆発速度よりは遅い。シェルと(i)の星周物質がぶつかり、2000km/s 前後に減速された領域から放射されたと考えられる。

(iii)650 km/s の [O III] について

禁制線なので物質密度の薄い場所、または星形成領域で観測される。超新星が起源だと考えると 650km/s 以下というのは遅すぎるので、超新星と関係の無い周囲の空間から放出されている。

(iv)7200 km/s の H α について

超新星の爆発速度とほぼ一致する。しかし、シェルと星周物質との相互作用によって減速されるはずなので速すぎる。この速度を説明するために以下の 2 つの仮説が考えられる。

<仮説 1>星周物質と爆風の境界面は密度のムラがあり、密度の低いところでは減速されず、ほぼ爆発速度のシェルから H α が放射された。

<仮説 2>シェルと星周物質の相互作用領域の進行方向と光の放射方向は一致しているため、相互作用領域において物質と光が散乱した場合、光は赤方偏移を起こす。この散乱を繰り返すと光は長波長側にシフトし、これらの光が重なり合った結果、輝線の幅が広がる。

5. まとめ

2 つの超新星は H α を発見したので、II 型とは確認できた。また、2010jj は輝線同定ができなかったが、2010jl は存在元素を調べることができた。H α は 3 つの成分に分離し、膨張速度を算出し、それぞれの輝線の起源を考察した。

今後の課題は、考察での仮説の立証、または新たな考察である。

「君が天文学者になる 4 日間 in 広島」と「広島発！ 天文学者になって宇宙を旅しよう」のスタッフの皆さんにはとてもお世話になりました。本当にありがとうございました。

参考文献

天文年鑑 2011 年版/誠文堂新光社

SIMBAD Astronomical Database <http://simbad.u-strasbg.fr/simbad/>

The STScI Digitized Sky Survey http://archive.stsci.edu/cgi-bin/dss_form

AstroArts <http://www.astroarts.co.jp/>