

世界の超新星サーベイ

九州大学 修士1年 高木康平

1. はじめに

星の一生の最期を締めくくる超新星爆発は、極大光度が銀河に匹敵する明るさである。その明るさははるか遠方でも観測でき、その超新星の属する銀河までの距離を測定することができる。特に Ia 型超新星はピーク光度と減光率が良い相関を示し、標準高原として使える。その他にも宇宙膨張の加速の発見やダークエネルギーの証拠とされたり、超新星だけに含まれる元素の解明など、近年注目度が上がっている天体である。これらを解明していくにはより多くのサンプルが必要である。

今日、世界では様々なチームが天体のサーベイを行っている。その中で多くの超新星の発見に貢献しているサーベイを探ることで現在の超新星サーベイの現状を知る。

2. 超新星サーベイの紹介

○Catalina Real-time transient Survey

通称 CRTS と呼ばれ、2009 年以降の超新星発見数はトップである。CSS、SSS、MLS の3つの望遠鏡を用いて 33000deg² の広い視野でトランジェントを探す

・サーベイの主目的

CSS,SSS は新しい地球近傍天体 (NEOs) の探索を目的とし、MLS は天体の衝突や速度決定のための測光学の追求を目的としている。

・超新星サーベイの目的

既存のサーベイが見逃したイベントを発見する。

・望遠鏡の性能

	CSS	SSS	MLS
			
Field of view	8.1(deg ²)	4.2	1.2
Mag limit	19.5(mag)	19.0	21.5
Diameter	0.68(m)	1.5	0.5

表1 : CRTS の望遠鏡スペック

○Palmer Transient Factory

通称 PTF と呼ばれ、近年では CRTS について超新星発見数が多い。理論上予測される未発見のトランジェントの探索を目指している。

- サーベイの主目的
 - 5 日間隔の超新星の探索
 - 90 秒~1 日間隔の珍しいトランジェントの探索
 - H- α バンドの半天探索
 - オリオン座領域のトランジェント探索
- 超新星サーベイの目的
 - 5 日間隔の超新星探索と同様
- 望遠鏡の性能
 - Samuel Oschin telescope を使っている



Field of view	Mag limit	Diameter	Coverage	Scale	Cadence
7.78(deg ²)	21.0(mag)	1.26(m)	1000(deg ² /night)	1.0(/pix)	1min-5d

表 2 : P T F の望遠鏡スペック

○Lick Observatory supernova Search

通称 LOSS と呼ばれ、1887 年に結成された古くからある超新星サーベイ

- サーベイの主目的
 - 超新星の多色測光によってよりよい光度曲線の作成をする。フィルターなしの観測も行う R フィルター観測と比較し、他の観測結果と分布からスペクトルをフォローしていく。
- 望遠鏡の性能
 - Katzman Automatic Imaging Telescope(KAIT)という専用の望遠鏡を所持している。



Fiele of view	Mag limit	Diameter	Scale
45(deg ²)	19(mag)	0.75(m)	0.8(/pix)

表 3 : L O S S の望遠鏡スペック

○Sloan Digital Sky Survey

通称 SDSS と呼ばれ、2000-2005 に SDSS-I、2005-2008 を SDSS-II、2008-2014(予定) として活動している全天サーベイ。超新星の発見に力を入れた SDSS-II では多くの超新

星を発見している。現在は系外惑星とダークエネルギーの研究が中心。

- サーベイの主目的

銀河やクエーサーの正確な位置を測定し、詳細な宇宙の地図を作る。

- 超新星サーベイの目的(SDSS-II)

$Z=0.05\sim 0.35$ の範囲の超新星を5つのバンドで観測する。ハッブル図から宇宙パラメータを正確化、超新星分類の正確化などを目的としている。

- 望遠鏡の性能

Field of view	Mag limit	Diameter	Coverage	Scale	Cadence
1.5(deg ²)	22.6(mag)	2.5(m)	150(deg ² /night)	0.4(/pix)	2d

表4：SDSSの望遠鏡スペック

○Large Synoptic Survey Telescope

通称 LSST と呼ばれ、2014 年開始予定の全天サーベイ。巨大な望遠鏡を使用し、全天の写真をわずか3晩で撮り終えることができる。

- サーベイの主目的

これまで十分観測できなかった短い時間スケールのトランジェントを詳細に観測する。

- 超新星サーベイの目的

全天をカバーした赤方偏移 $Z=0.45\sim 0.7$ での観測を行い、さらに視野を絞った $Z=0.75\sim 1.4$ での赤方偏移での観測を行う。これらの観測を通してハッブル図を正確にするとともに、元素合成の方面から超新星のメカニズムを知る。

- 望遠鏡の性能

レンズ直径 8.4、3.4、5.02 のものがあり、8.4 の望遠鏡がメインとなる。

Field of view	Mag limit	Diameter	Coverage	Scale	Cadence
9.62(deg ²)	24.5(mag)	8.4(m)	3300(deg ² /night)	0.19(/pix)	3d

表5：LSSTの望遠鏡スペック

3. 超新星発見数

紹介したサーベイチームの 2006-2011 における超新星発見数と各年におけるそう発見数を下に示す。今回紹介したサーベイチームはその他のサーベイチームより発見数が多く、表に記してあるものが実質その年の発見数ベスト3(2007,2006 はベスト2)となっている。

	2011	2010	2009	2008	2007	2006
CRTS	391	190	150	43	—	—
LOSS	37	51	54	77	69	80
SDSS	—	—	—	—	224	232
PTF	275	88	53	—	—	—

表 6 : 各サーベイチームの超新星発見数

	2011	2010	2009	2008	2007	2006	2005
Ia 型	435	269	188	249	437	273	273
II 型	161	118	102	140	129	123	94
未分類	299	172	182	31	12	12	6
計	895	559	472	420	578	552	373

表 7 : 近年の超新星総発見数

SDSS-II 活動時は SDSS が圧倒的に多く次ぐ LOSS の 3 倍近い数を見ている。SDSS-II が終わると CRTS が始まり、毎年発見数を増やしている。2014 年には LSST も開始予定で、さらなる超新星の発見に期待できる。そう発見数もさらに増えていくだろう

また、発見数は論文やサイトによって少しずつ違って来る。これは観測した天体が本当に超新星なのか、公表機関に発見の連絡をしたのかが原因であり、次にその点について議論する。

4. Discussion

先ほど述べたように発見数の相違は超新星の真偽や統計したときに生じる。このようなことを失くすためには、情報の統合が重要である。現在の超新星が公表されるまでの流れは、まずサーベイや個人が超新星と思しき天体を見出し、それを C B E T をはじめとする公表機関に報告する。そこから天体の存在が公表され各チームが測光を行い超新星かどうかを判断する。しかし、C B E T への報告を怠った場合十分な測光が行われなかったり、測光を始めたときには手遅れなことがあるのだ。この問題を解決することはこれから重要となってくるだろう。

5. References

The Catalina Real-Time Transient Survey(CRTS)

S.G.Djorgovski, A.J.Drake, et al. astro-ph.IM, 24, Feb, 2011

EXPLORING THE OPTICAL TRANSIENT SKY WITH THE PALOMAR TRANSIENT FACTORY

Arne Rau et al. astro-ph.CO, 29, Jun, 2009

THE PALOMAR FACTORY :SYSTEM OVERVIEW, PERFORMANCE AND FIRST RESULTS Nicholas

M. Law, et al. astro-ph.IM , 30, Jun, 2009

The Lick Observatory Supernova Search

W.D.Li, A. V. Filippenko, et al. astro-ph, 16, Dec, 1999

The Sloan Digital Sky Survey- II Supernova Survey

Technical Summary :Joshua A. Frieman , et al. astro-ph , 21, Aug, 2007

LSST Science Book version 2.0 November 2009

Paul A. Abell, Julius Allison, et al.

(web)

Catalina Real-Time Transient Survey (<http://crts.caltech.edu/>)

Catalina Sky Survey Facilities (http://lpl.arizona.edu/css/css_facilities)

The SDSS Supernova Survey (<http://www.sdss.org/supernova/aboutsupernova.html>)

The Kazman Automatic Imaging Telescope

(http://astro.berkeley.edu/bait/public_html/kait_lwd.html)

ASRAS Supernova statistics (<http://www.rochesterastronomy.org/sn2011/snstats.html>)

The Palomar transient Factory (<http://www.astro.caltech.edu/ptf/>)