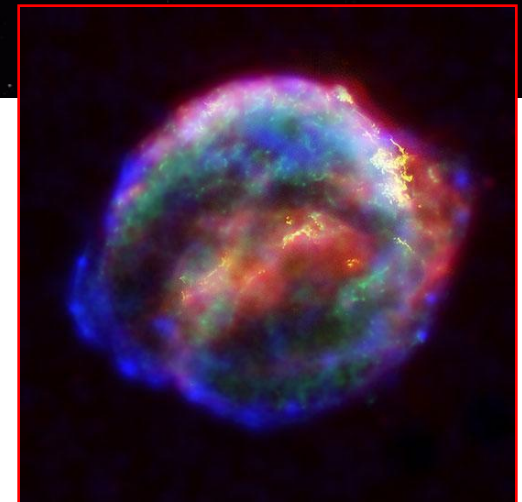
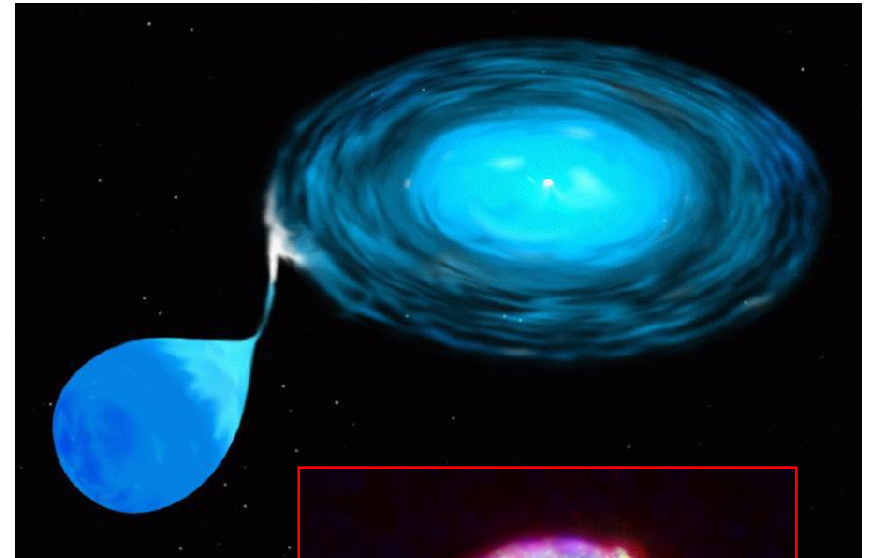


# WISHによるIa型超新星サーベイ

安田 直樹 (東京大)

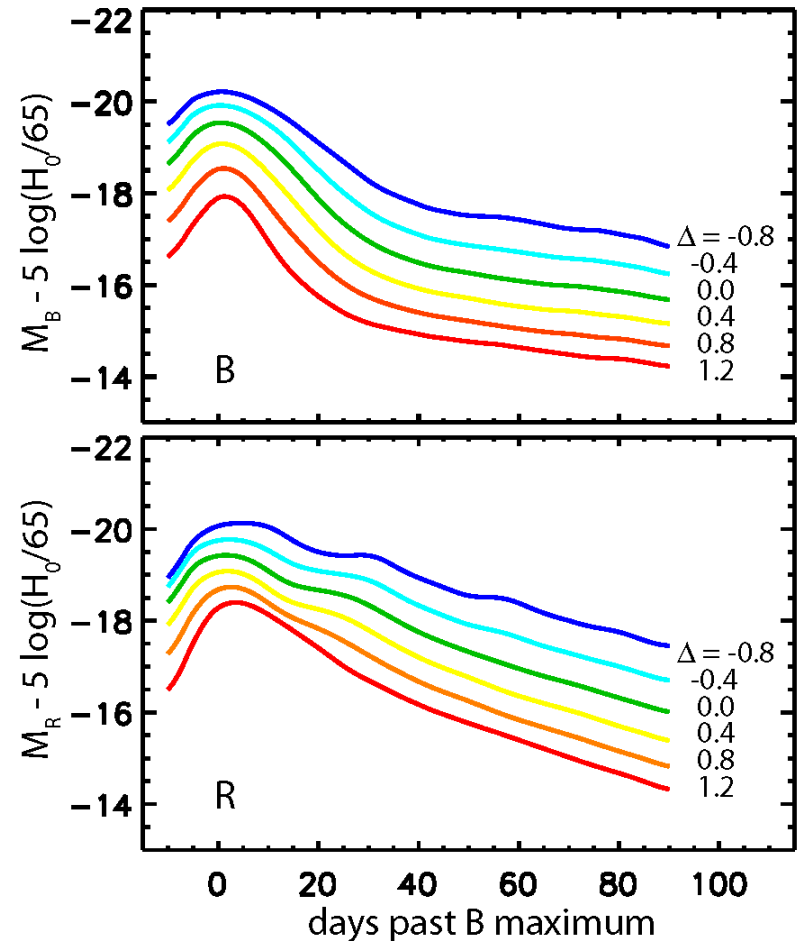
# Ia型超新星

- 白色矮星の連星系
- 伴星から質量降着
- 白色矮星がチャンドラセカール質量に達すると熱核反応が暴走して爆発
- 標準(化可能)光源

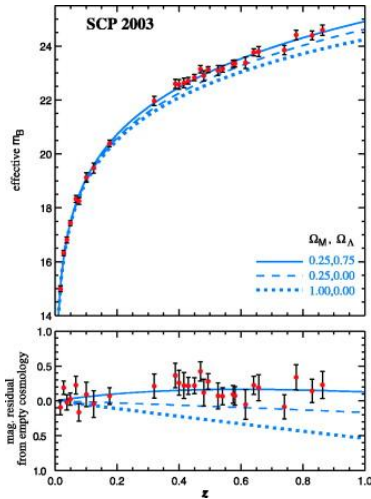


# Ia型超新星

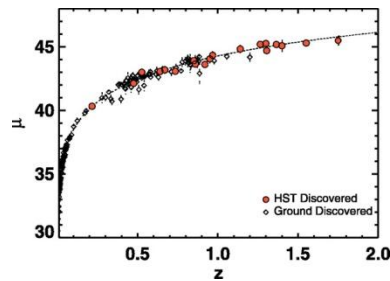
- 明るい:  $M_B \sim -19.3$  at peak
  - 遠方でも観測可能
- 光度曲線の形 ( $\Delta m_{15, \text{stretch}}, \Delta$ ) と最大光度に良い相関
  - 明るい超新星ほどゆっくり暗くなる
- すべての銀河タイプで発生
- Ia型超新星による宇宙膨張測定



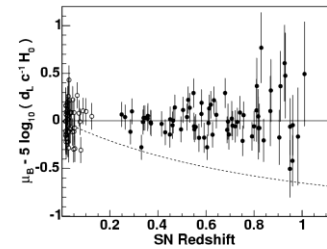
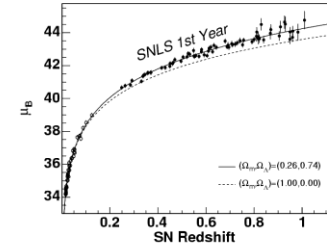
# Ia型超新星による宇宙論



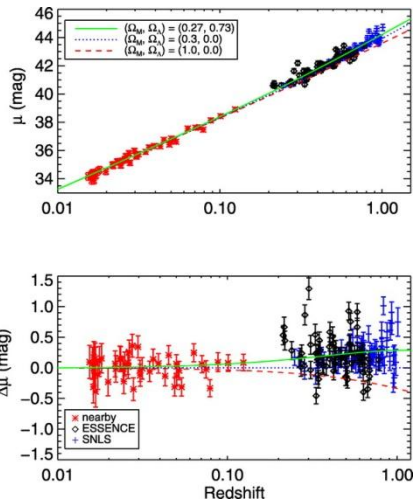
Knop et al. 2003



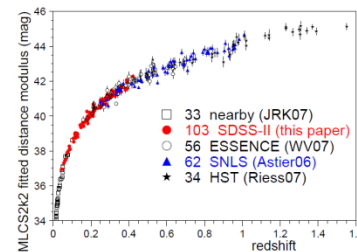
Riess et al. 2004



Astier et al. 2006



Wood-Vasey et al. 2007



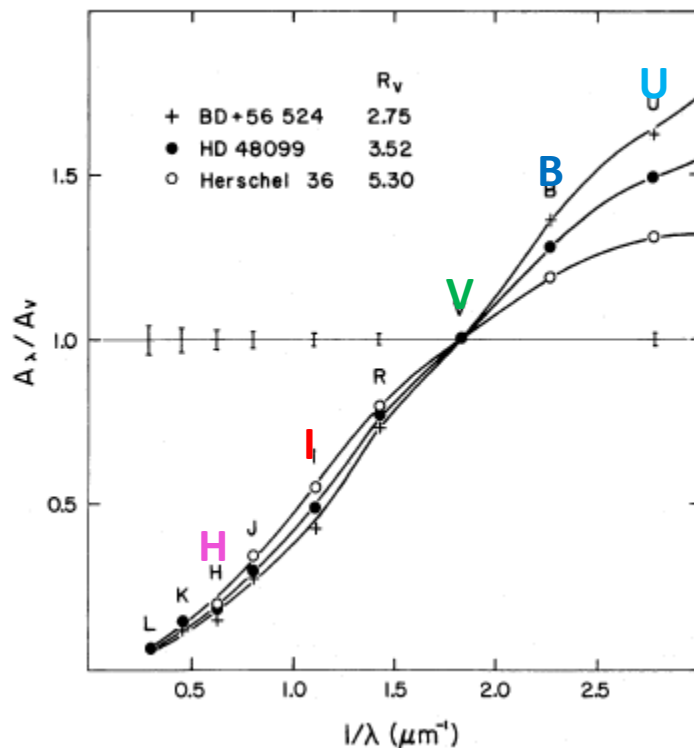
Kessler et al. 2009

# Ia型超新星による宇宙論

- 利点
  - 小さな分散
  - 宇宙の加速膨張の直接測定(幾何学だけ)
  - 単一の天体(銀河、銀河団より単純)
  - 広い redshift 範囲で観測可能
- 困難
  - ダストによる吸収
  - 進化、化学組成
  - 測光較正
  - Malmquist バイアス
  - K-correction
  - 重力レンズ効果

# ダスト吸収の補正

$$R_V = A_V / E(B-V)$$



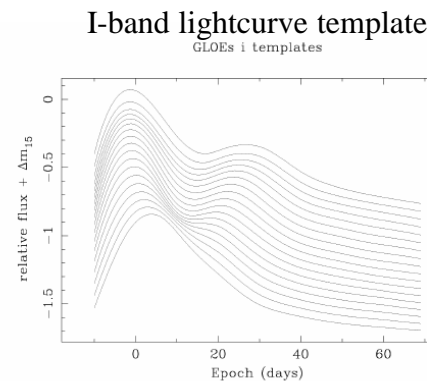
Cardelli, Clayton and Mathis 1989

- 現在の最も大きな系統的誤差のひとつ
- 超新星固有の色とダストによる赤化の縮退
- $A_U = 1.6A_V$   
 $A_B = 1.3A_V$   
 $A_I = 0.5A_V = 0.36A_B$   
 $A_H = 0.2A_V = 0.14A_B$

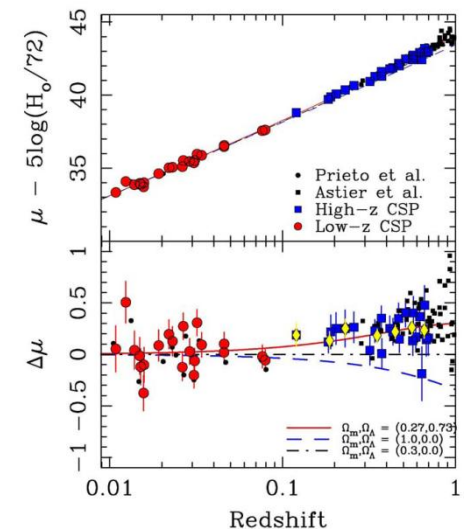
# Carnegie Supernova Project

- Low-z ( $0 < z < 0.1$ )
  - 100個のIa型超新星、100個のII型超新星
  - Swope 1-m  
uBVgriYJHKでの多色測光
  - Dupont 2.5-m  
スペクトル
- High-z ( $0.2 < z < 0.7$ )
  - 75個のIa型超新星
  - Magellan 6.5-m  
YJでの測光観測
  - 短波長は他のプロジェクトから(SNLS,ESSENCE,SDSS)

- I-band restframe Hubble diagram
  - これまではUBV restframeで行われてきた
- 系統誤差の解消
  - ダスト、測光較正、K-correction

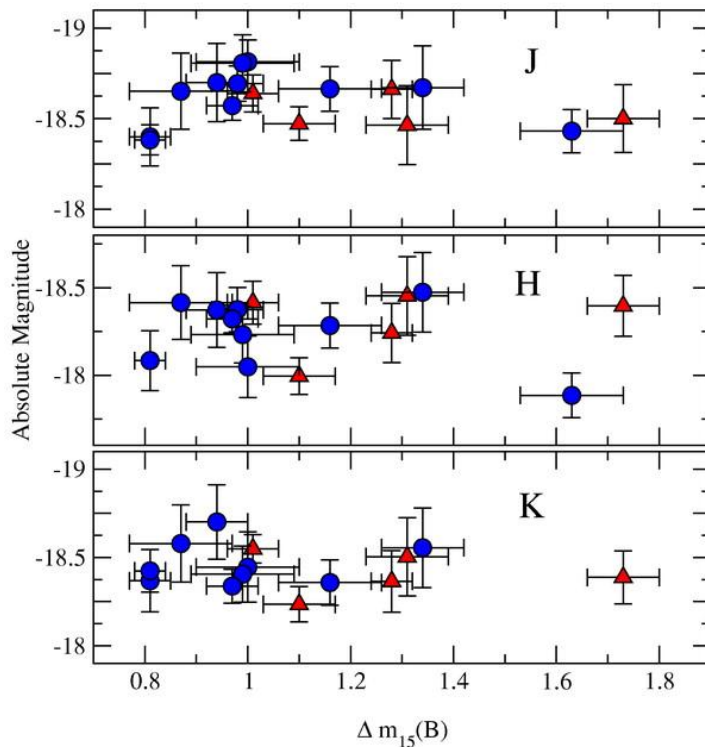


I-band Hubble Diagram

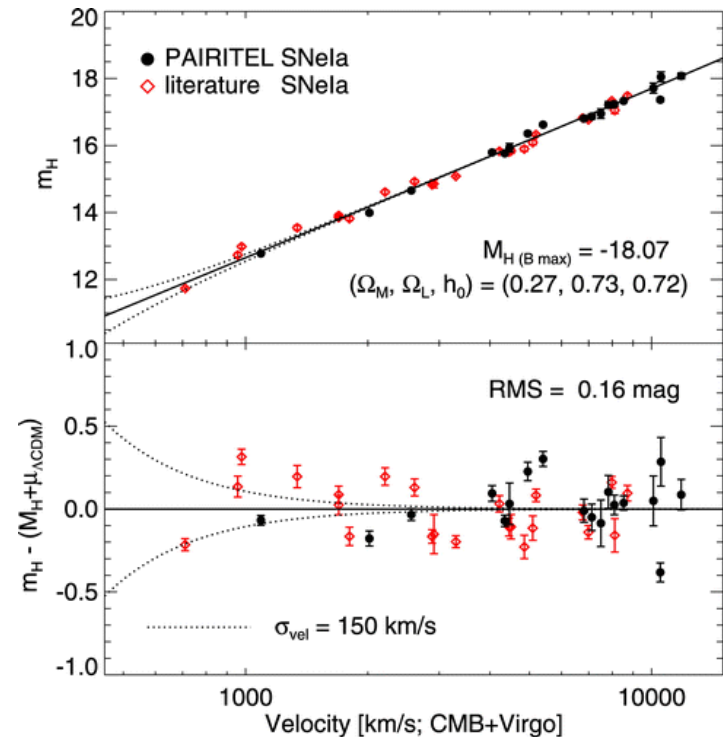


# H-band Observation

- 近赤では最大光度の光度曲線の形に対する依存性がなくなる → 標準光源



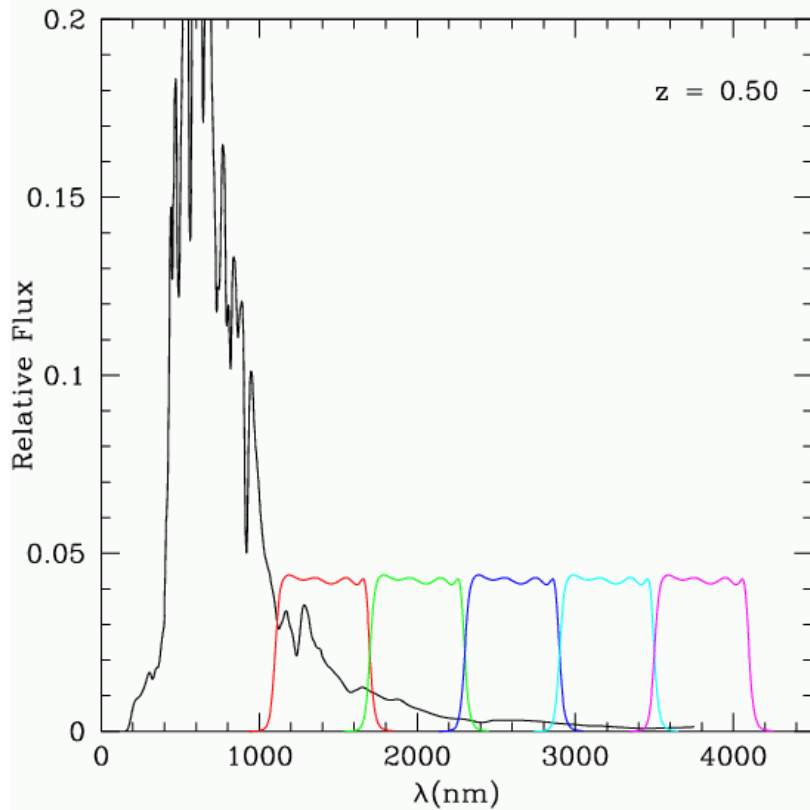
Krisciunas et al. 2004



Wood-Vasey et al. 2008



# WISHでの観測可能性



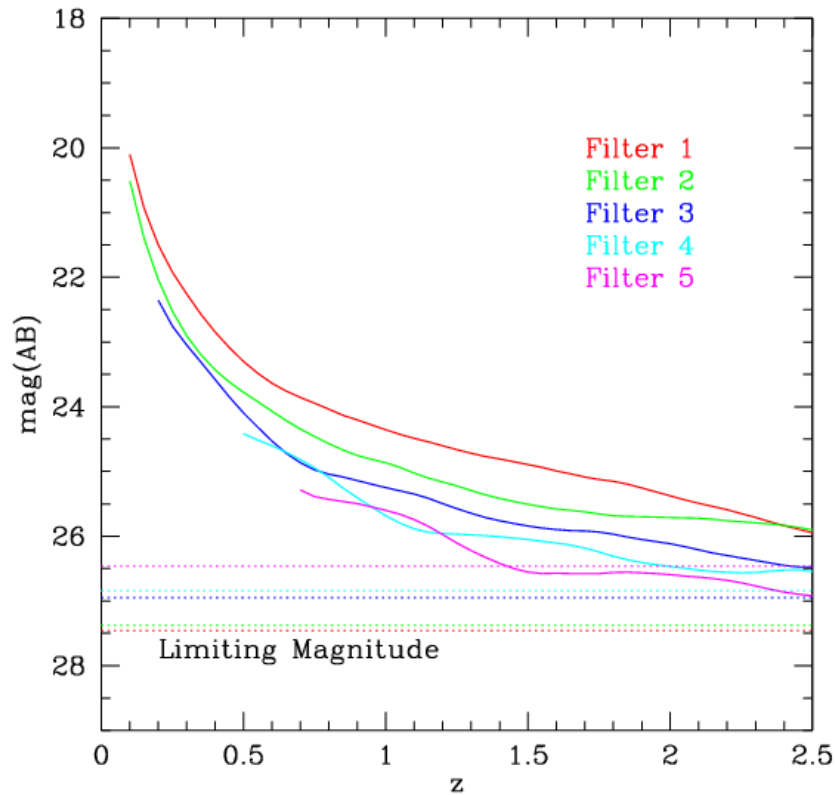
	積分時間	検出限界
Filter 1	2h	27.46
Filter 2	2h	27.38
Filter 3	1h	26.95
Filter 4	1h	26.84
Filter 5	1h	26.46

- 積分時間はUDS、MBSでのオンソース積分時間を10分割
- 検出限界は主・副鏡110K、フィルター周辺80Kの $3\sigma$  limit

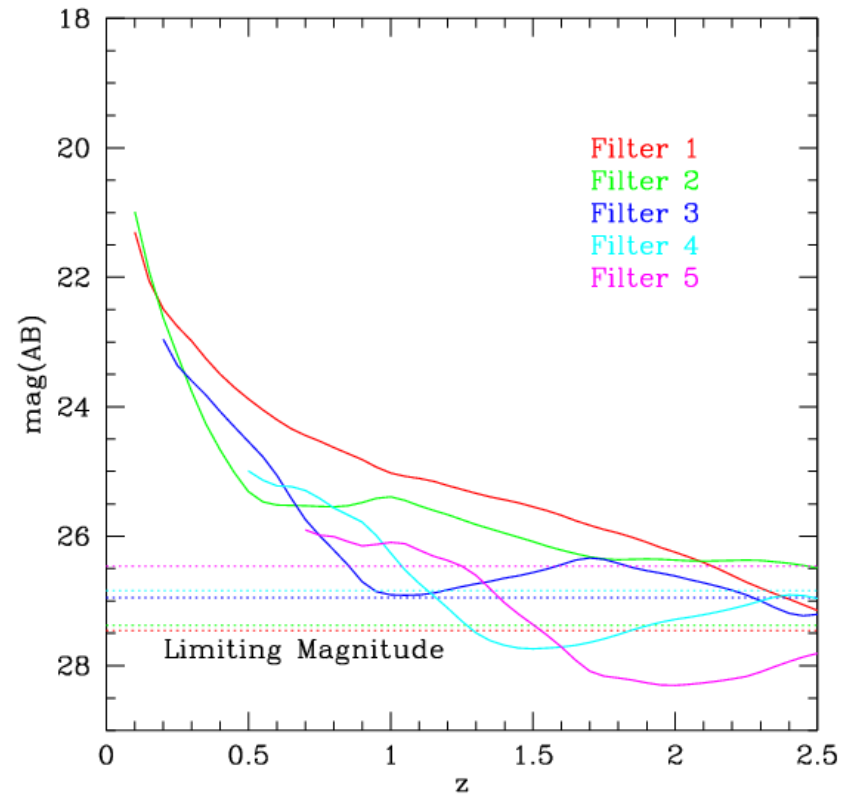
# WISHでの観測可能性

Hsiao (2007) spectral template で各バンドでの明るさを計算

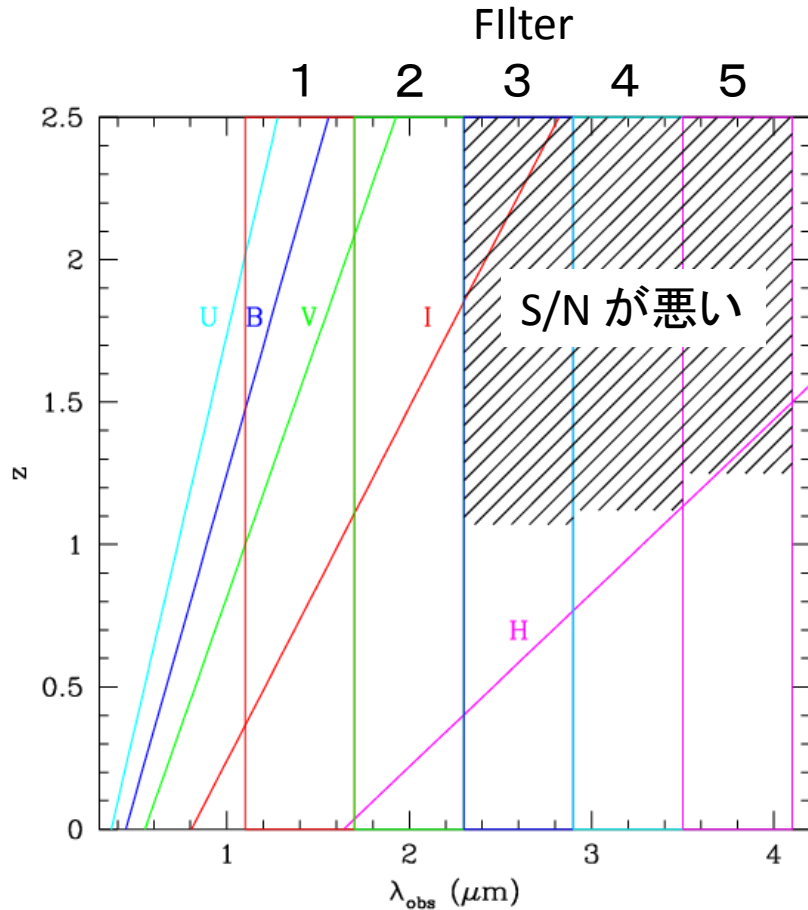
最大光度時



最大光度から15日後(restframe)



# WISHでの観測可能性

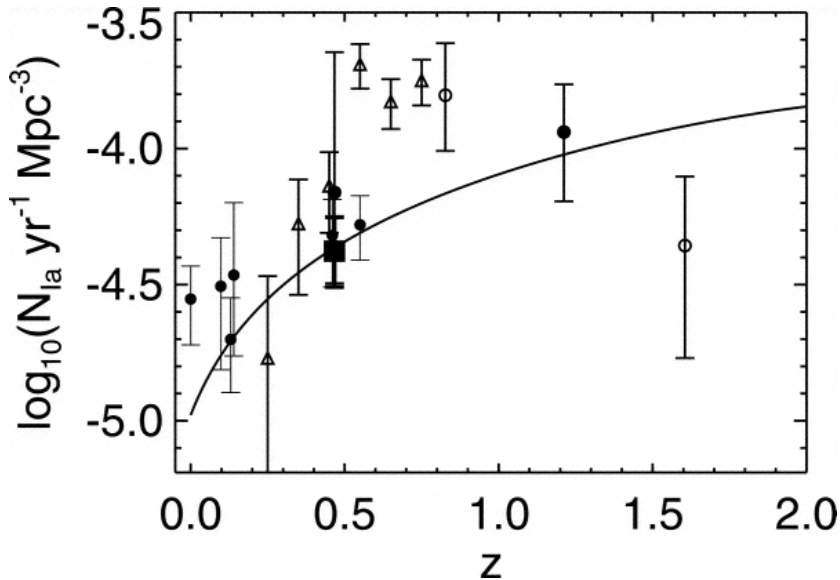


- B-band は  $z > 1.9$  で Filter 1 で観測可能
- I-band は  $0.6 < z < 1.6$  で Filter 1 & 2 で観測可能
- H-band は  $0.0 < z < 0.9$  で Filter 2, 3 & 4 で観測可能

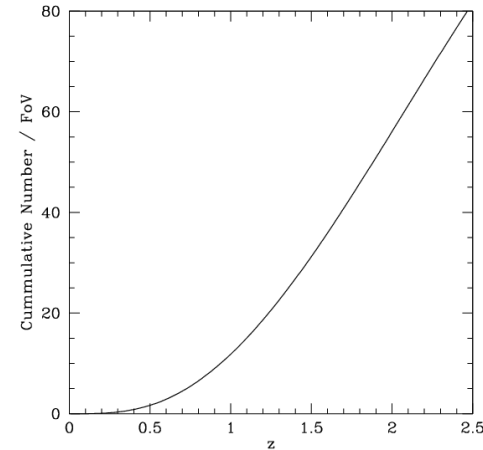
# WISHでの観測可能性

- 超新星発生率

Neillt al. 2006



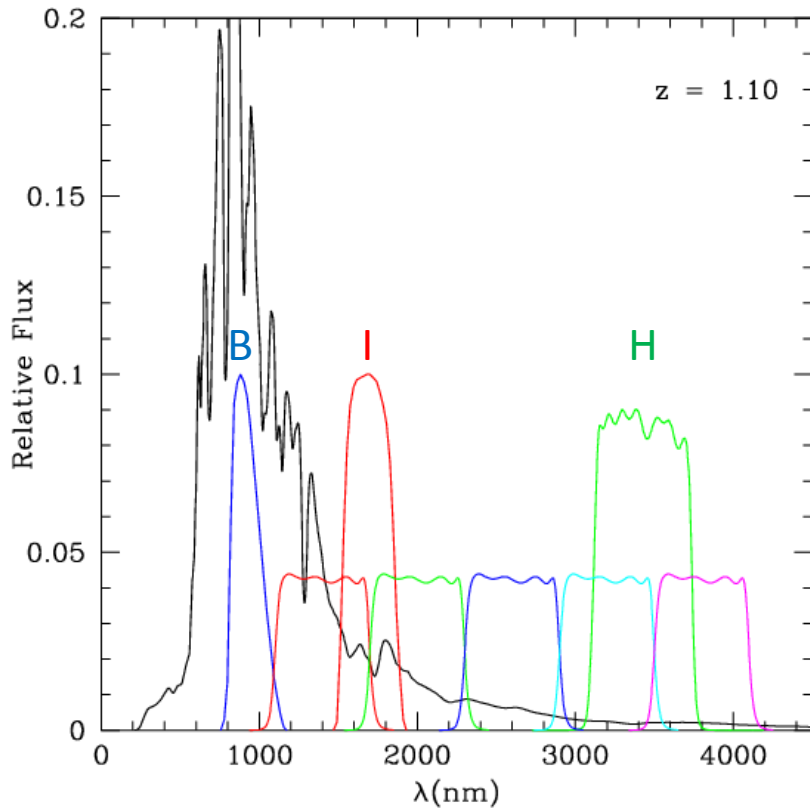
- $z < 1.0$  までは過去ほど大
- $z > 1.0$  では増える？減る？



Band	Redshiftの範囲	1視野あたりの超新星数
B-band	$z > 1.9$	31
I-band	$0.6 < z < 1.6$	33
H-band	$0.0 < z < 0.9$	9

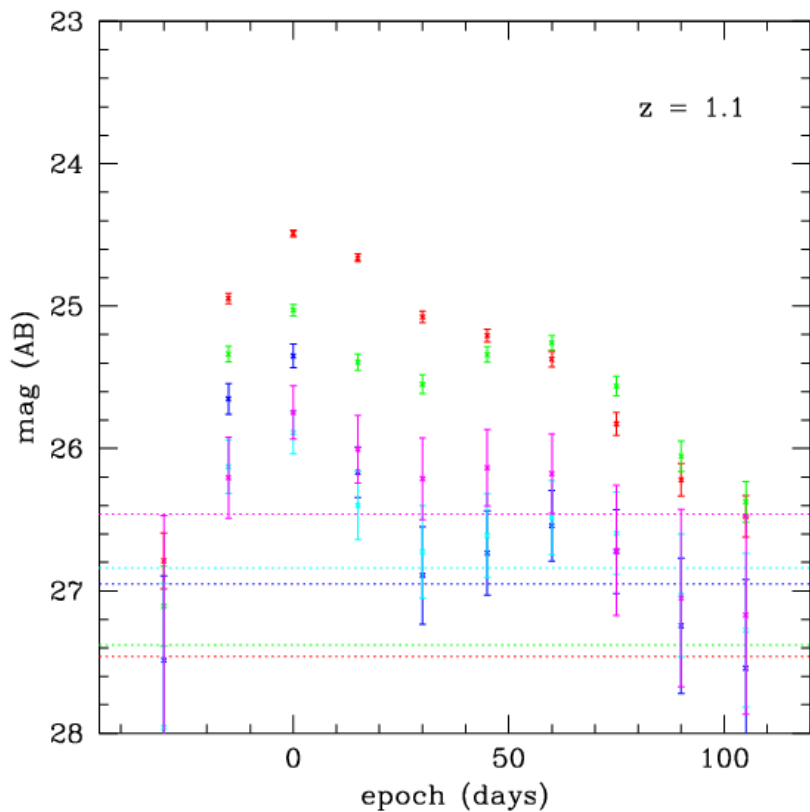
x 100 – 340?

# フィルターのバンド幅



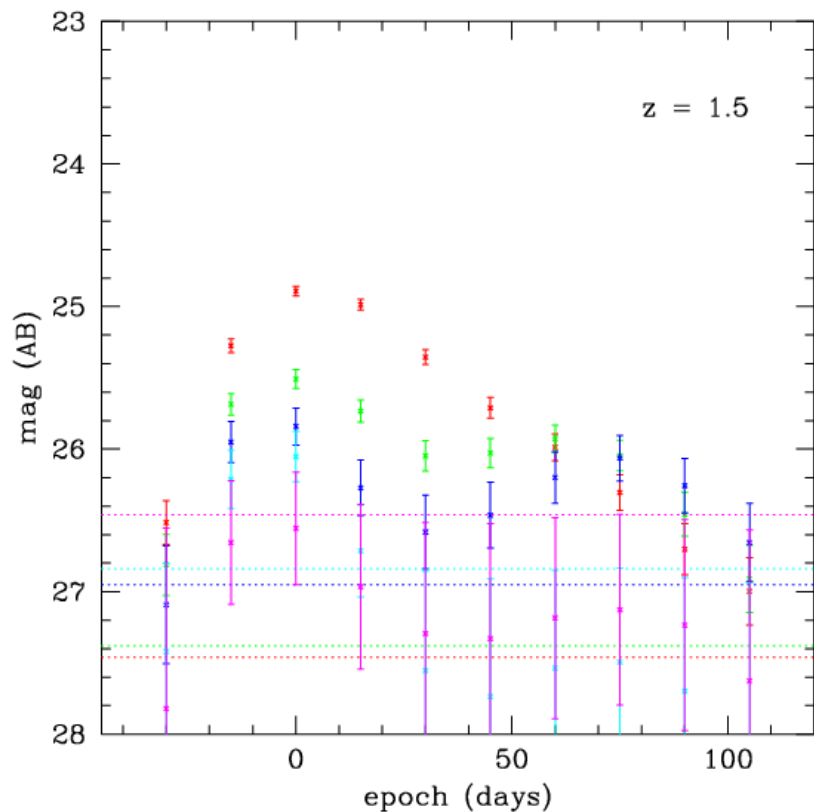
- WISHのフィルターのバンド幅はB, I-bandのバンド幅に比べて広い
  - H-bandは似たバンド幅
- RestframeのB, I-bandの等級を精度よく見積もれるか？
- 超新星の Spectrum Template を使った K-correction の精度次第
  - 赤い波長ほど個性によるばらつきは少ない

# 光度曲線



- $z \sim 1$  まで観測可能
  - Filter 1, 2  
非常に良い S/N
  - Filter 3, 4  
そこそこの S/N

# 光度曲線



- $z \sim 1$  まで観測可能
  - Filter 1, 2  
非常に良い S/N
  - Filter 3, 4  
そこそこの S/N
- $z \sim 1.5$  までは4バンドで観測可能
- 測光較正は？

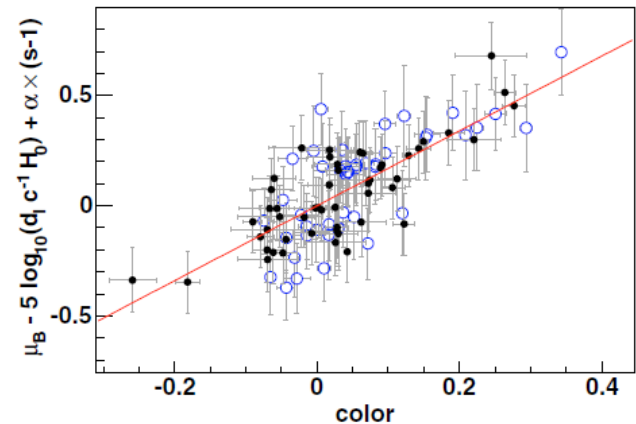
# フォローアップ観測

- 分光観測
  - 超新星の redshift 決定
  - 母銀河を分光
  - 3000個／100平方度の分光はかなりタフ
  - 超新星のタイプは光度曲線で決定
- WISH グリズム
  - 超新星のタイプ確認・redshift 決定
  - Resolution、感度などより詳細な検討必要
- 撮像観測
  - Restframe で青い波長を地上から同時観測
  - Observed では、i, z, y-band あたり
  - 超新星の progenitor やダストの性質を知るには青いバンドを補完する

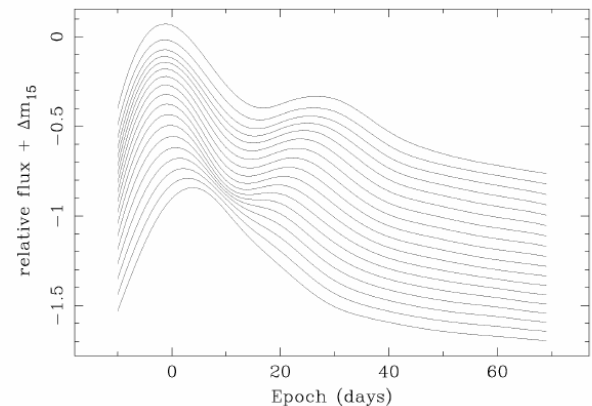


# ターゲットバンド (Restframe)

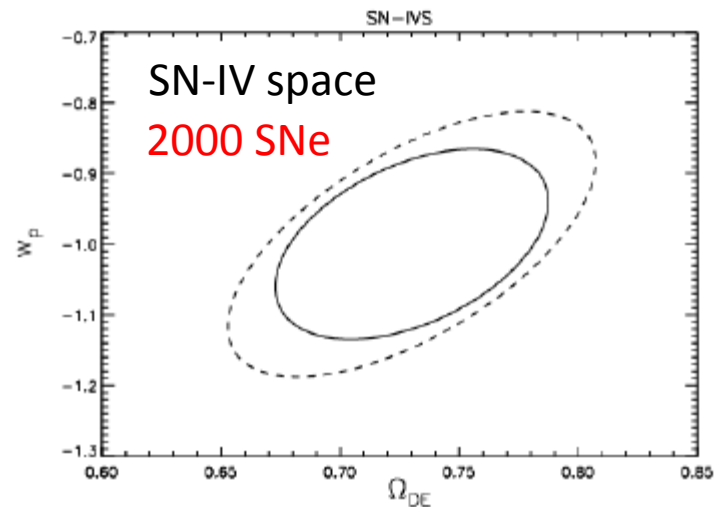
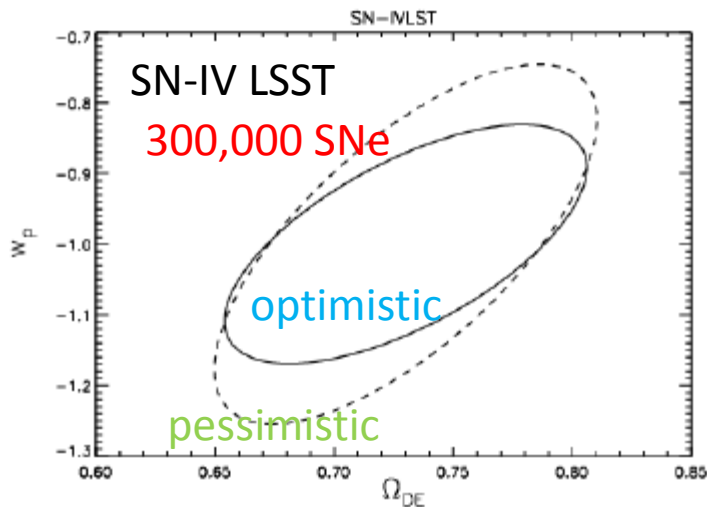
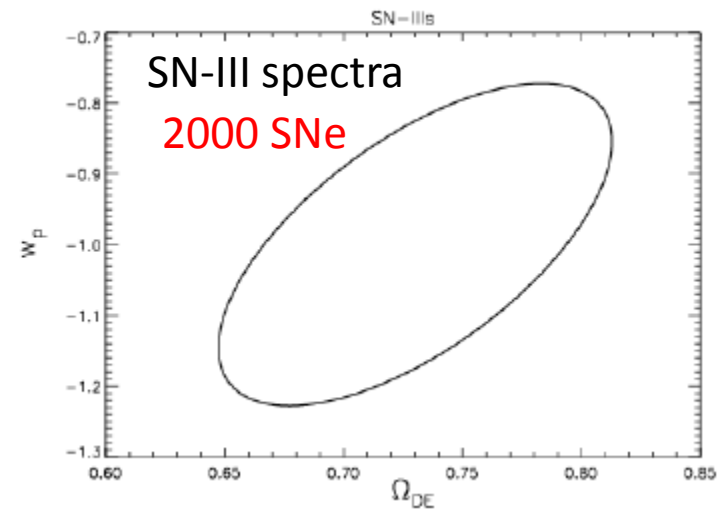
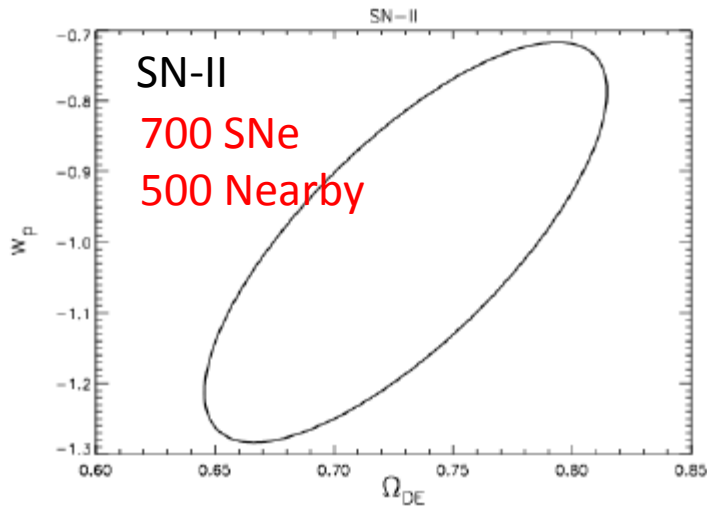
- B-band
  - WISH のバンド幅では U,V も一緒に見ってしまう
  - カラーの情報が取れない
- I-band
  - $1 < z < 1.5$  まで十分な S/N で観測可能
  - 現在 B-band で行われているのと同じ redshift 範囲まで観測可能
  - 系統誤差は小さいことが期待される
- H-band
  - 吸収や超新星の個性の影響をほとんど受けない
  - $z \sim 1$  まで観測可能



GLOEs i templates



# Dark Energy Task Force Report: Albrecht et al.



# まとめ

- 系統的誤差（主に母銀河での吸収）の影響が少ない／受けにくい I-band, H-band での観測を high- $z$  ( $z > 1$ ) まで行うことができる
- 100平方度の観測ができれば、数千個の超新星を発見することができる
- SNAP の超新星観測が目指していたものを赤いバンドで行うことができる。