

重力崩壊型超新星探査

2013/9/13

南極ワークショップ@東北大学

東北大学天文学専攻修士2年 鶴指眞李

motivation

- *SN Ia vs CCSN* -

SN Ia

- ✓ progenitor: (連星系中の) white dwarf
- ✓ 寿命: 長い($\sim 10^9$ yr)
- ✓ 様々な形態の銀河で見つかっている

motivation

- *CCSN vs SNIa* -

Core-Collapse supernova(CCSN)

- ✓ progenitor: massive star(>8Msun)
- ✓ 寿命: 短い($\sim 10^6, 7$ yr)



starburst galaxyのnuclear regionで

ULIRG 多くのeventsが期待される

(@local universe)



we can constrain slope of IMF !?

motivation

- *CCSN vs (NIR)survey* -

(CC)SNの観測

- ✓ 減光の影響を減らすために赤外線での観測が良い
- ✓ 銀河の定期的な観測と発見後の追観測
- ✓ 観測地の大気の透過率とseeingの安定性

これまで...

↔ NIR originalの(特に)CCSNの観測は非常に少ない

(これまでで12eventsのみ(Miluzio et al. 2013))

↔年間3桁ものSNeが見つかるにも関わらず)

motivation

- *CCSN vs NIR survey (Miluzio et al. 2013)*-

motivation

NIRでSB銀河にターゲットを絞って観測することによってSFRとSNRの関係について検証を行う

✓ NIR: 減光の影響がすくない

✓ SB銀河: 70~90%ものSNが(U)LIRGのようなSBで非常に多くのダストに覆われた銀河のnuclear regionにあり、検出できていないのではないか (Mattila et al. 2012)

これまでの経緯...

→ optical: ほとんど発見できず

→ IR: 改善されたがまだ少ない

✓ + α **適切な observational time も重要**
(Mattila & Meikle 2001)

motivation

- *CCSN vs NIRsurvey(Miluzio et al. 2013)-*

survey strategy

- VLT
- NIR (K band)
- 30 samples($\log(L_{\text{TIR}}/L_{\text{sun}}) > 11, z < 0.07$)
- (average) 3 visits/galaxy/semester(3 semester)
<= 実際には完全に計画通りに観測が行えたわけではない

discovery & characterization

- 画像の引き算によって検出
<= sky condition(seeingと透過率)の良さが重要
- 分光観測, light curveによって分類

motivation

- *CCSN vs NIRsurvey(Miluzio et al. 2013)*-

Result & conclusion

- 6 events(5 CCSNe, 1 SNIa)

(ただし、すべてがこの観測のみで見つかったものではなく、re-discoverも含む)

=>得られた結果はシミュレーションとほぼ一致している。



✓ nuclear region にまだ**60(~75)%**のSNが隠れている

そのような領域についてはbright magnitude limitであるために検出、発見できずにいる

motivation

-CCSN vs 南極望遠鏡-

南極望遠鏡

- ✓ 赤外線観測→減光の影響が少ない
- ✓ 定期的な観測、追観測が可能
- ✓ 大気の透過率もよく安定している
- ✓ 特にseeingにおいては世界最良の場所である
- ✓ 観測可能なULIRG: 137/ 603(Dec. < -27deg.)



CCSNの観測に最適

- ✓ 多くのSNがNIRの観測で発見されることが期待される
- ✓ 追観測によってLight Curveをより正確に追うことが可能

methods of classification

- (preparation) growth curve-

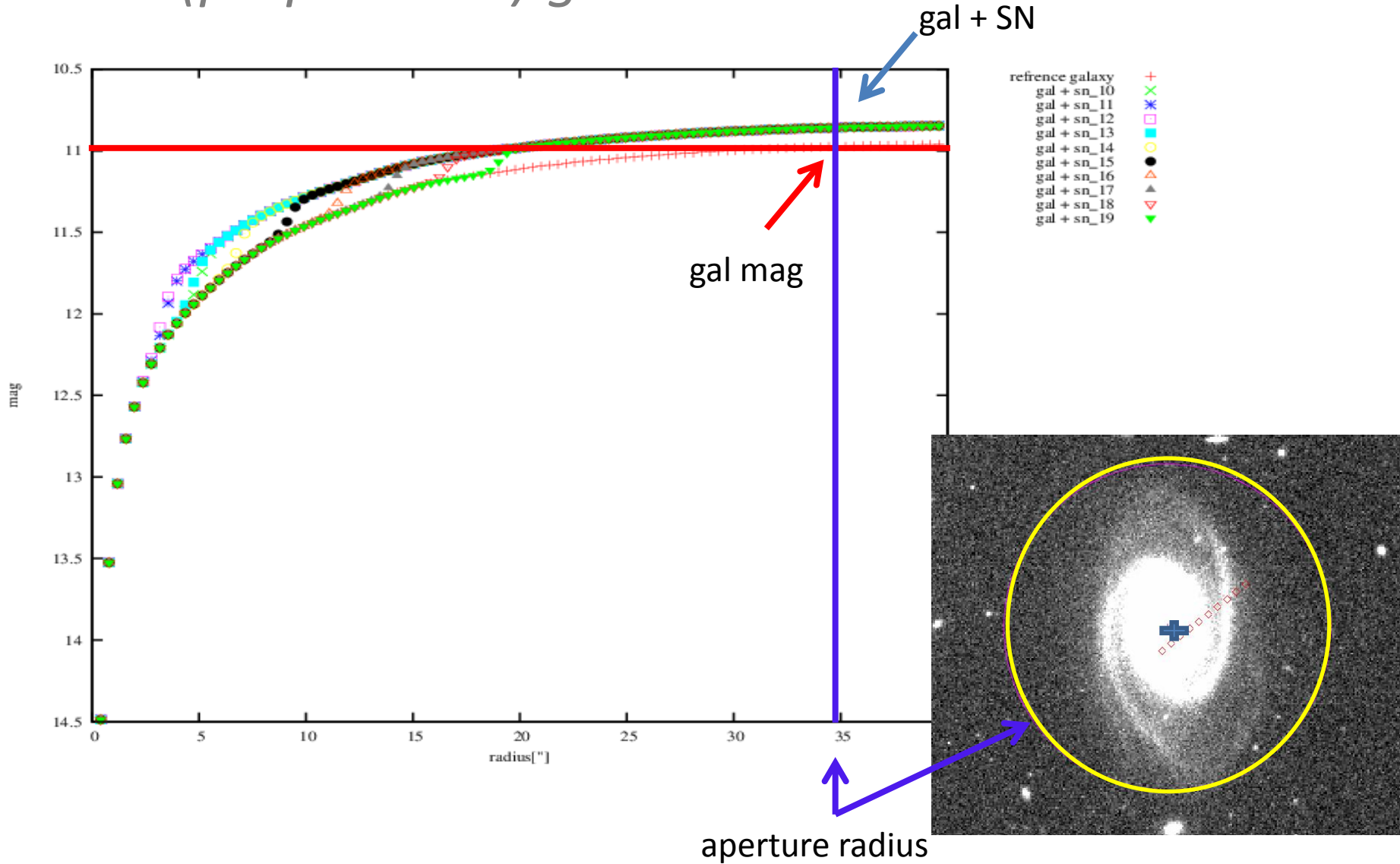
- **growth curve**による等級の導出

← 画像の引き算を行わずにSNが起こったか探ることができる

1. reference imageの銀河についてaperture radiusを大きくしながら測光。
→漸近したときの等級とaperture radiusを求める
2. 次回以降その半径をもとに測光し、銀河全体の等級の変化をみる
3. 明るくなっていればSNが起こったとする
4. 3. で得られた等級から銀河の寄与を除くことによってSNの等級を求める

methods of classification

- (preparation) growth curve-



methods of classification

- color-color diagram -

- SEDs of supernovae (Nugent et al. 2002)*
 - ✓ type II SN: 水素輝線

- 南極
 - ✓ NIRの水素原子の再結合線(パッシェン系列)
付近の透過率がよい



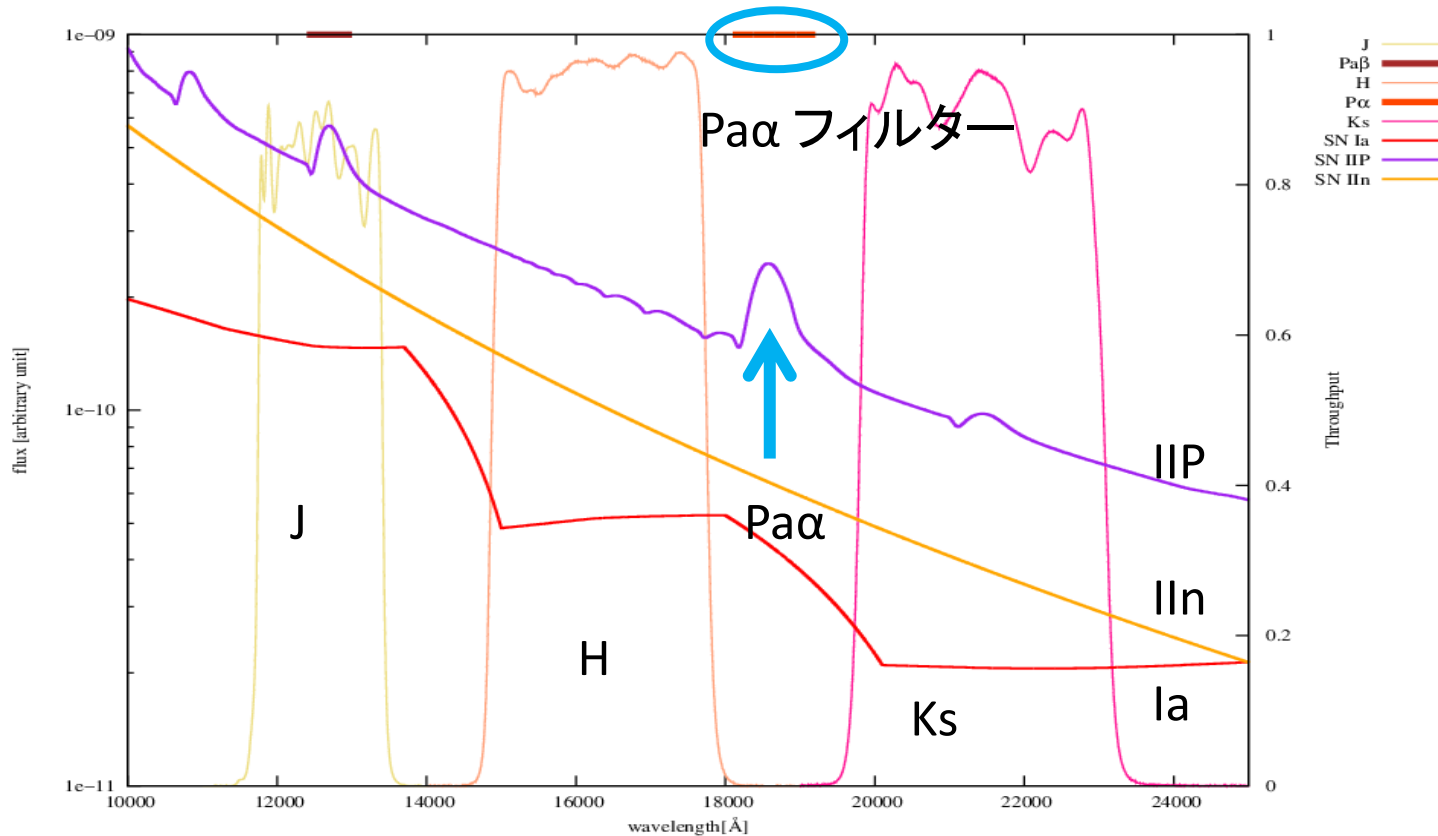
J, H, Ksに加えてPa α (@1.875 μ m)の特徴を活かした
originalの Pa α フィルター

methods of classification

- color-color diagram -

- SEDs of supernovae (Nugent et al. 2002)*

J, H, Ksに加えてPa α の特徴を活かしたoriginalの Pa α フィルター



*http://supernova.lbl.gov/~nugent/nugent_templates.html

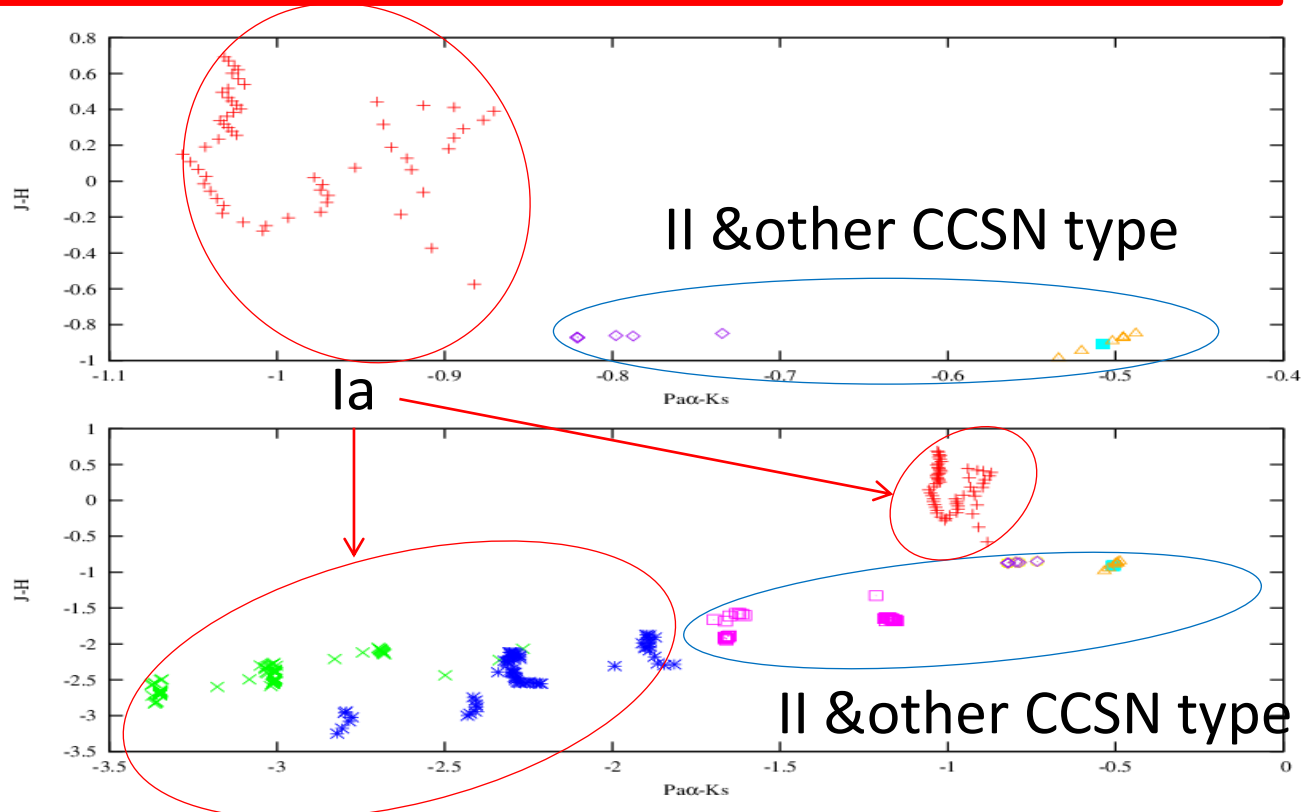
methods of classification

- color-color diagram -

- color-color diagram

✓ SED + J, H, Ks, Pa α フィルターを用いて作成

SN Iaとの区別が可能
without spectral observation!!



methods of classification

- NIR Light Curve -

- Ia, CCSN両方で可視のものとは異なったLCを示す
Ia: NIRでは2nd peakが見られる(Kasen 2006)

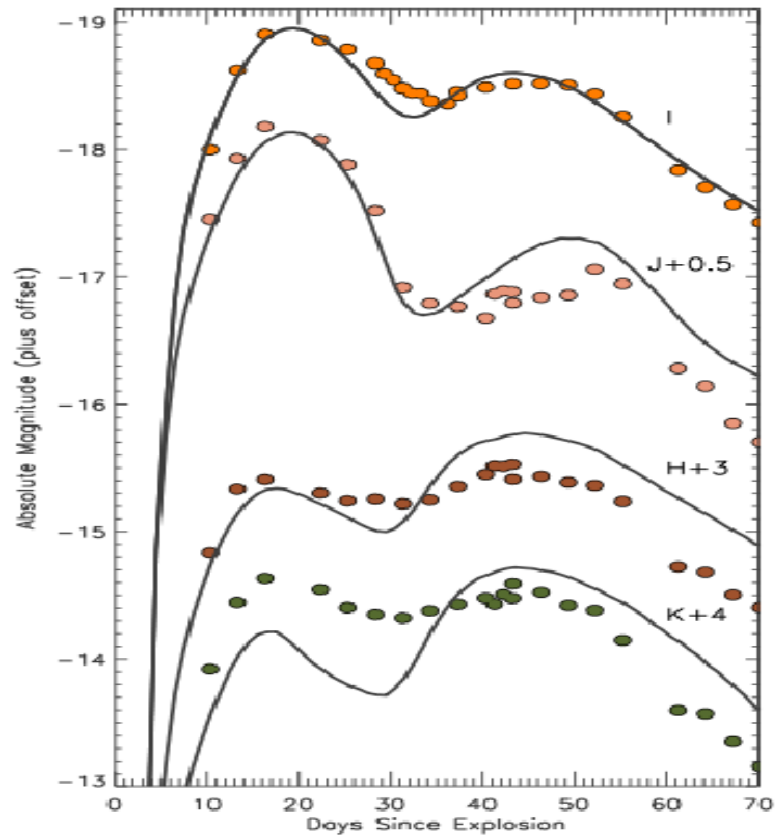
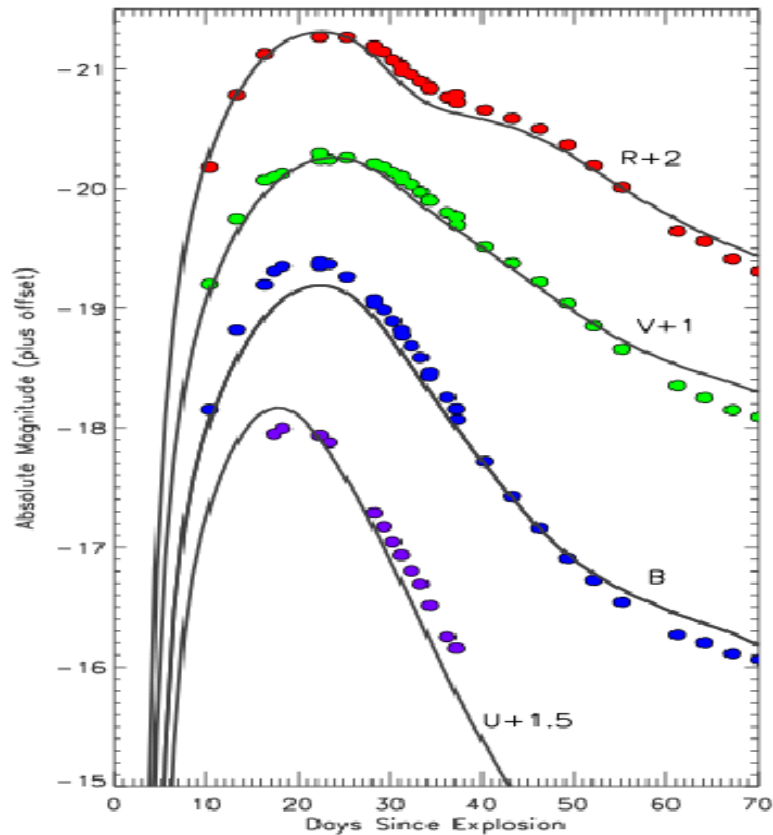


FIG. 4.— Broadband lightcurves of the fiducial model (solid lines) compared to observations of SN 2001el (filled circles).

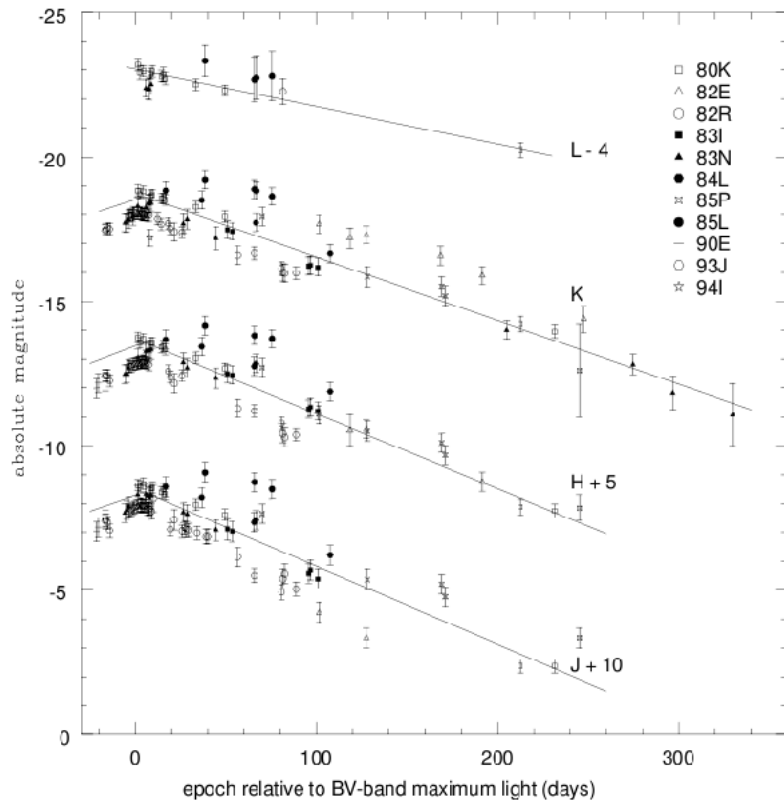
optical

NIR

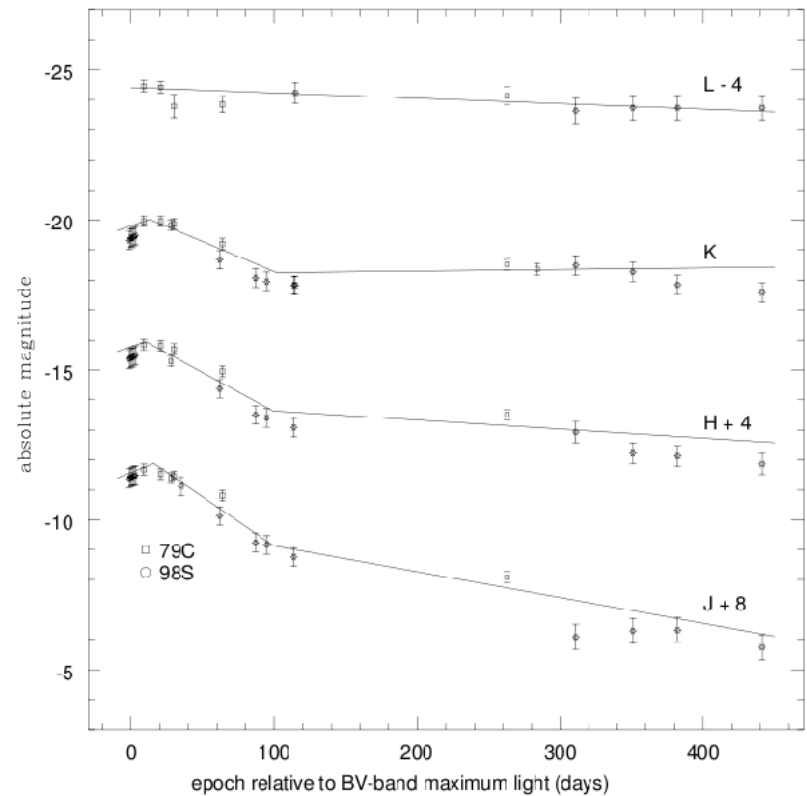
methods of classification

- NIR Light Curve -

CCSN: 2 typeの光度曲線に分けられる
(Meikle & Mattila 2001)



ordinary



slowly decline

summary

- CCSN vs 南極望遠鏡 -

✓ CCSNはULIRGで多く発見されることが期待される

✓ 南極望遠鏡の長所 = CCSN探査で必要なこと

- 赤外線観測
- 定期的な観測、追観測が可能
- 大気の透過率がよく、安定
- seeing: 世界最良の場所
- Pa α 付近の透過率の良さ

summary

- methods of classification -

✓ **growth curve :**

画像の引き算なしにSNの検出と測光が可能

✓ **color-color diagram:**

SN typeごとの図上の位置の違いで分類が可能
(without spectral observation)

✓ **Light Curve:**

異なった特徴によりSN typeの分類が可能

**CCSN探査にとって南極望遠鏡は
非常に適している**

summary

とりあえず

properties of CCSN

- advantages of antarctic telescope
 - ✓ SN Ia は massive star が progenitor ではない
- methods of classification
 - progenitor が massive star の SN のみがほしい

南極望遠鏡

- ✓ 赤外線観測
- ✓ 定期的な観測、追観測が可能
- ✓ 大気の透過率がよく、安定している
- ✓ 特に seeing においては世界最良の場所である

motivation

- Core-Collapse supernova (CCSN)
 - ✓ progenitor: massive star
 - starburst galaxy の nuclear region で 多くの events
ULIRG (@local universe)



we can constrain high mass end slope of IMF
(Top heavy IMF)

Miluzio et al. 2013 確認 どうしてそうと言えるのか

AIRT 添付資料 透過率

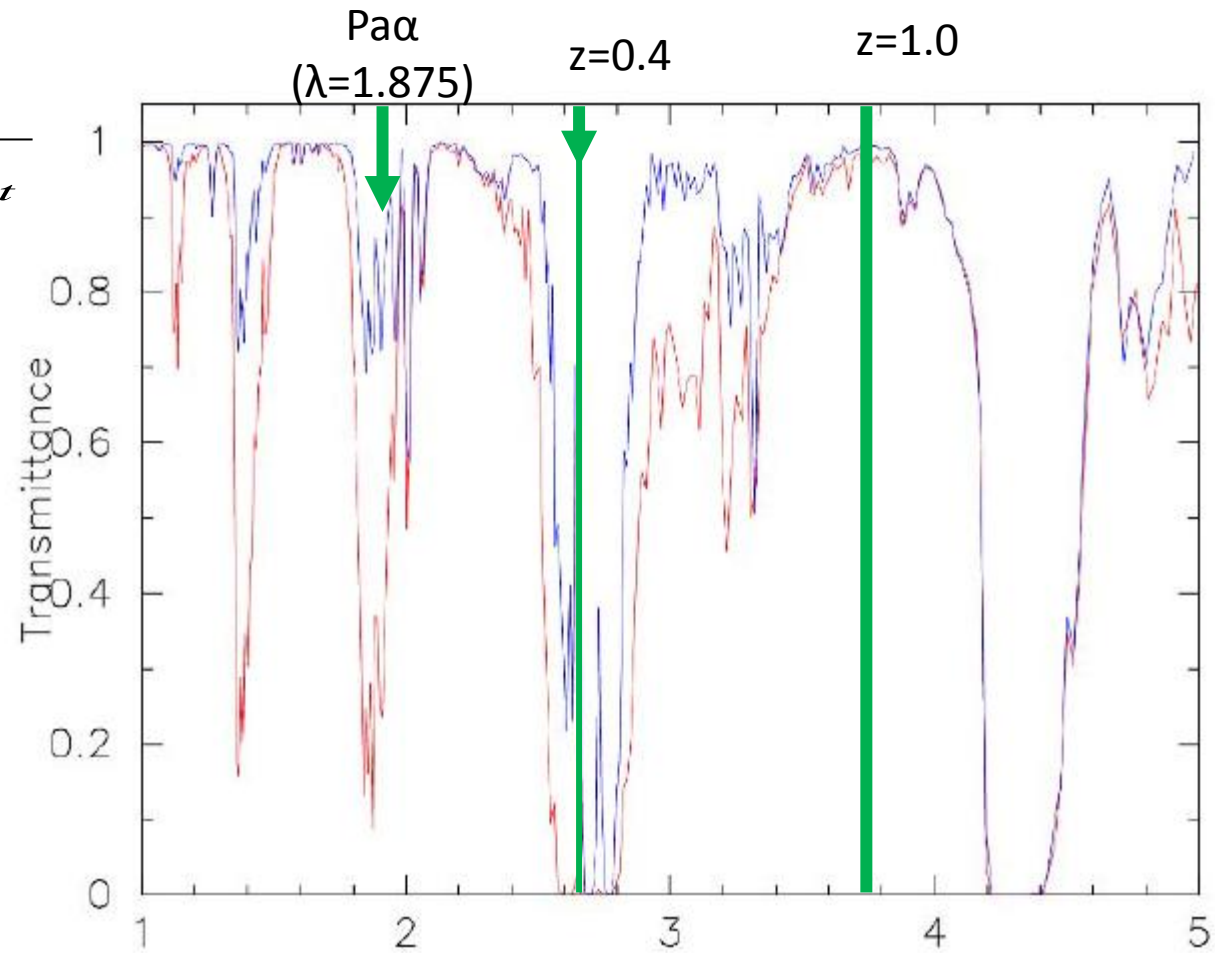
Pa α : 1.875 μm

2 μm 付近で一時急に下がるところがあるがそれ以降はほかのサイトと透過率はあまり変わらない

$\lambda = 2\mu\text{m}$ は $z \sim 0.07$ (南極で観測可能なULIRGで $z < 0.07$ あるのは3つのみ。)

他は $0.1 < z \leq 0.4$ ($2.0625 < \lambda \leq 2.625$)でほとんどが $z = 0.1, 0.2$ 台

$$1 + z = \frac{\lambda}{\lambda_{rest}}$$



明るさは微妙
high zの方が空の明るさが少し暗い

