

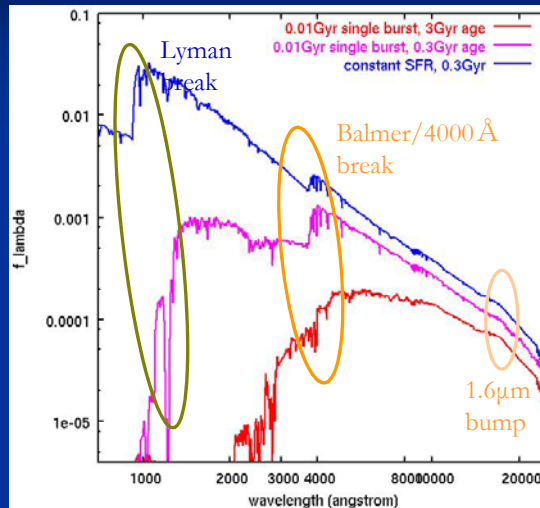
Photo-z の観点から WISH の Filter set について考える

鍛冶沢 賢

Photometric redshift

- Broad (medium)-band の測光データを使って、SEDの形から赤方偏移を推定
- SEDの全体的な形はおそらく補助的に効いているだけで、基本的にはcontinuum feature による広帯域測光値のコントラストを引っかけることによって、赤方偏移を推定している

Photometric redshift



決まった波長に現れる強い continuum feature (なるべく星種族に依らない方が便利)

WISHの波長範囲 1~4(5) μm における主な continuum feature

■ Lyman(α) break

✓ $z > 7\sim$

- WISHの主目的天体
- 可視域の情報はあまり効かない
- どの赤方偏移でどれくらい範囲を絞るか
- low- z dusty 銀河 or cool star のコンタミ

■ Balmer/4000 \AA break

✓ $z = 1.7\sim 10$

- 幅広い赤方偏移範囲
- 可視域データ(によるLyman break)と相補的
- 赤いSEDの天体や $z < 2.5$ では特に重要
- どの赤方偏移でどれくらい範囲を絞るか
- 星の年齢があまりに若いと弱い

■ (1.6 μm bump)

✓ $z = 0\sim 1.5$

- おおよそどのタイプのSEDでも見られる
- 比較的なめらかなfeature (コントラスト弱)
- 赤方偏移決定には高い測光精度が必要
- 可視域データ(Balmer break)と相補的

Lyman break

■ バンド間の波長間隔とバンドの数

- drop-out しているところを見る2バンド間はある程度狭くしておかないと、コンタミが入る余地が大きくなる。
- 2バンドのみの選択の場合は特に間が広がると low-z dusty 銀河と cool star が混入しやすくなる(防ぐには大きな赤さ(短波長側での深さ)が必要)。
- 3バンドの選択の場合も3つめのバンドも大きく離れていない方が測光誤差によるコンタミの影響は(おそらく)小さい。3つめ(一番長波長側)のバンドが離れる場合は、真ん中のバンドの測光精度の高さも重要。
- 可視サーベイから類推すると、2色選択の場合、 $\lambda_2/\lambda_1 \sim 1.2$ 程度、3色選択の場合でも $\lambda_2/\lambda_1 \sim 1.4$ 程度以内の間隔にしておきたい。

どれだけコンタミの少ない測光サンプルを作りたいか

2色よりは3色選択が好ましい
バンド間はある程度狭めたい



非常に赤い天体だけサンプル
(短波長側だけ非常に深く観測
or 比較的明るい天体だけ使う)

Lyman break

■ 選択する赤方偏移の範囲

- z~7 を重視の場合 → 1.0~1.1 μm に最低1バンド(z-bandは他から調達?)
- z~7-8 を重視 → 1.0~1.1 μm と少なくとも1.3 μm あたりにもう1つ
- higher redshift → 同様に赤方偏移に合わせて2バンドは必要

3色選択を前提に、 $\lambda_2/\lambda_1 = 1.35$ でバランスをとる場合

1.2 μm	→ z~9-11	1.0 μm	→ z~7-9
1.62 μm	→ z~12-16	1.35 μm	→ z~10-13
2.19 μm	→ (z~17-23)	1.82 μm	→ z~14-18
2.95 μm		2.46 μm	
(3.99 μm)		3.32 μm	

z~7のLBG探査を行うなら

z-band は他から調達する場合

z~7からWISH単体でやる場合

- ✓ z~7-10 をもう少し細かくサンプルしたい場合は1.0, 1.2, 1.4 μm のように密にバンドを取る?
- ✓ 逆にz~15-20を重視しない場合、長波長側は重要ではなくなる

Balmer break

■ 可視域データとの相補性

	Lyman break	Balmer break
U-band →	$z \sim 3$	$z \sim 0$
B-band →	$z \sim 4$	$z \sim 0.2$
V-band →	$z \sim 5$	$z \sim 0.5$
R-band →	$z \sim 5.5$	$z \sim 0.8$
i-band →	$z \sim 6$	$z \sim 1.1$
z-band →	$z \sim 7$	$z \sim 1.4$

- 可視データでは $z=1.4 \sim 3.0$ の範囲が決まりにくい
- 赤いSEDの天体に対しては、どのみちLyman break は使えない

前ページの例でそのまま考えると...

1.2 μm →	$z \sim 2.3$	1.0 μm →	$z \sim 1.7$
1.62 μm →	$z \sim 3.4$	1.35 μm →	$z \sim 2.7$
2.19 μm →	$z \sim 5$	1.82 μm →	$z \sim 4$
2.95 μm →	$z \sim 7$	2.46 μm →	$z \sim 5.7$
(3.99 μm →	$z \sim 10$)	(3.32 μm →	$z \sim 8$)

Balmer break

■ どの赤方偏移でどの程度の精度か

例えば現状よく使われている JHK+Spitzer/IRAC

z-J のところで赤い →	$z=1.4 \sim 2.2$
J-H のところで赤い →	$z=2.5 \sim 3.2$
H-K のところで赤い →	$z=3.5 \sim 4.5$
K-3.6 μm で赤い →	$z=5 \sim 8$

前ページの例

1.2 μm →	$z \sim 2.3$	1.0 μm →	$z \sim 1.7$
1.62 μm →	$z \sim 3.4$	1.35 μm →	$z \sim 2.7$
2.19 μm →	$z \sim 5$	1.82 μm →	$z \sim 4$
2.95 μm →	$z \sim 7$	2.46 μm →	$z \sim 5.7$
(3.99 μm →	$z \sim 10$)	(3.32 μm →	$z \sim 8$)

- これらの例だと、 $z=1.5 \sim 6$ で現状と同程度の精度 (例えば $\Delta z \sim \pm 0.5 @ z \sim 2.5$)
- より精度を上げるには、フィルター数を増やすか、どこかの波長に偏らせるか
- フィルター数が少ない場合 (例えば3バンド) は $z < \sim 4$ である程度の精度がほしいなら、 $< 2\mu\text{m}$ にバンドを集中させるか (photo-z精度のみを優先して考えるなら)

1.6 μm bump

■ 有効な赤方偏移の範囲

1.6 μm \rightarrow $z \sim 0$
2.2 μm \rightarrow $z \sim 0.4$
3.0 μm \rightarrow $z \sim 0.9$
(4.0 μm \rightarrow $z \sim 1.5$)

比較的low- z で有効
low- z ではBalmer breakが強く効くので、
1.6 μm bumpに合わせてフィルターを
デザインするメリットはあまりないか
(catastrophic failure防止には効くけど)

$z \sim 2$ で使うには $\sim 5\mu\text{m}$ まで必要

1.6 μm bump は比較的ゆるやかなfeatureなので、
photo- z 精度のみを考えるなら、1.1 μm 付近の
Balmer breakを引っかける方が有効だろう
(SEDタイプによらずに $z \sim 1-2$ あたりの銀河を選択したり、
 $z > 6$ の銀河の星質量を決めるなどの別のメリットは
あるかもしれないが..)

Photo- z simulation

UBVRiz + 0.9-1.2 μm
1.2-1.5 μm
1.5-2.1 μm
2.2-2.8 μm
2.9-3.7 μm

MOIRCS Deep Survey $K < 26$ の SED 分布

best-fit GALAXEV template
 \rightarrow mock カタログ作成
全てのバンドで 0.1mag の誤差
但し 28ABmag limit

公開photo- z code EAZY 使用

PEGASE2 を基にした主成分解析から
作ったtemplate set の線形結合

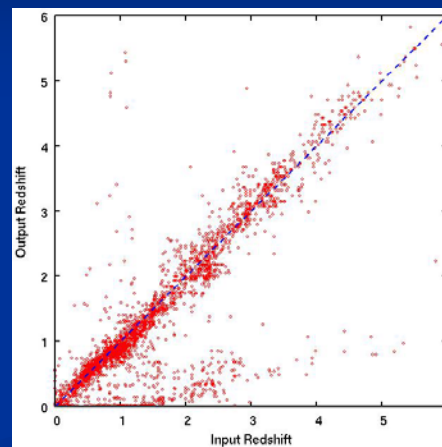
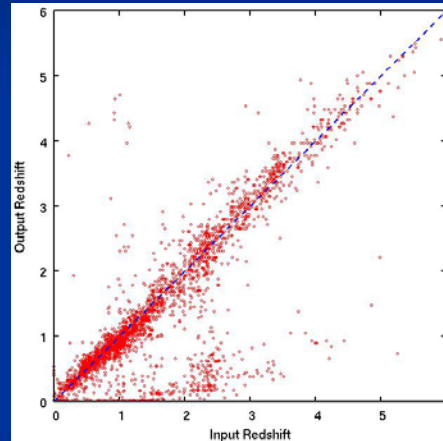


Photo-z simulation

UBVRiz + 1.0-1.4 μ m
1.45-1.85 μ m
1.9-2.5 μ m
2.6-3.4 μ m
3.5-4.5 μ m



まとめ？

- Photo-z決定という観点では、どのような $z > 7$ LBG探査を考えるかが、フィルターデザインにおいて一番大きな要素では？

個人的には現状では、WISH単独で、ある程度高い精度の測光サンプルが作れてかつ $z \sim 7$ あたりから $z > 10$ まで探査ができそうな4ないし5バンドの組み合わせがよさそうだと考える

例えば

0.9-1.2 μ m \rightarrow $z \sim 7-9$
1.2-1.5 μ m \rightarrow $z \sim 10-13$
1.5-2.1 μ m \rightarrow ($z \sim 14-18$)
2.2-2.8 μ m
(2.9-3.7 μ m)

- $z = 1 \sim 6$ のphoto-zは3~4バンドで $\sim 2\mu$ mあたりまでをカバーしておけば、現状よく使われる程度の精度は期待できる

さらに高い精度(例えば $\Delta z \sim \pm 0.5$ より高い)で決めようとする、密にバンドを配置する必要がある

ついでに..

■ フィルター数を5より増やす場合

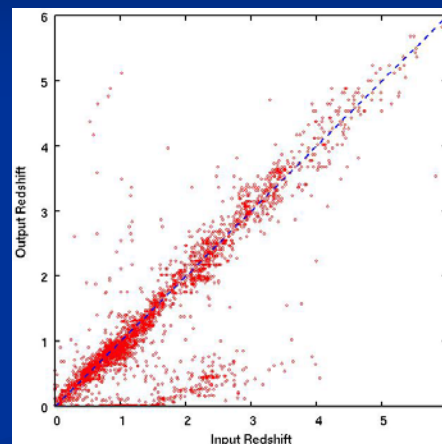
- $z > 7$ をより細かい赤方偏移でサンプル
コンタミ除去も行いやすい
 - Balmer break で言うと $z \sim 2-3$ の精度が上がる
長波長側のバンドを細かくすることについては、
 $z > 5 \sim 6$ ($\lambda > \sim 2.5 \mu\text{m}$) で Balmer break を細かく
とらえることがどれだけ有効かは微妙
($z > 5$ Balmer break 銀河探索自体は科学的に
面白いかもしれないが、数は少ないかも)
- 短波長側を細かく
例えば
0.9-1.1 μm \rightarrow $z \sim 7-8$
1.1-1.3 μm \rightarrow $z \sim 9-10$
1.3-1.5 μm

■ その他 Photo-z 以外の要素

長波長側での光度、色を使った science
中、狭帯域フィルターを使った science

Photo-z simulation

UBVRiz + 0.9-1.1 μm
1.1-1.3 μm
1.3-1.5 μm
1.5-2.1 μm
2.2-2.8 μm
2.9-3.7 μm



ついでに..

■ フィルター数が3の場合 (4月のWSでは5枚が最低ライン?とのことでしたが)

- J (or y), H, K 的なバンド配置がバランスがいいか (photo-zにとっては)
- 1~4 μm に目一杯広く3バンドとっても、 $z > 7$, $z = 1 \sim 6$ いずれの場合もphoto-z精度が科学的目的に対してかなり厳しいものになってしまいそう

2バンド以下はかなり厳しい

- 比較的近い波長の2バンド (例えば1.2, 1.4 μm) で、非常に赤い色を示すものをhigh-z候補天体としてサンプルするか?
- J, H 的なバンドを作っておいて、drop-out するバンドを含めて短波長側のデータを他から調達??

Photo-z simulation

UBVRiz + 1.0-1.4 μm
1.45-1.85 μm
1.9-2.5 μm

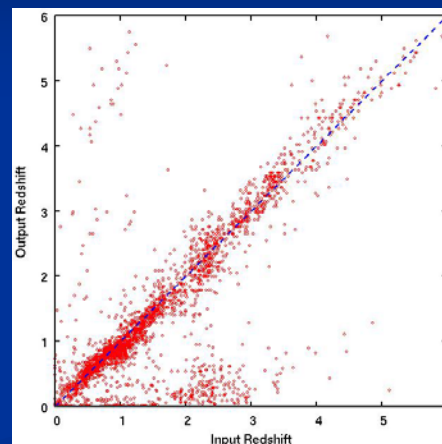


Photo-z simulation

UBVRiz + 1.0-2.0 μ m
2.0-3.0 μ m
3.0-4.0 μ m

