

HSC-Wide field における $z \sim 5$ 低光度クエーサー探査

仁井田真奈 (愛媛大学)

共同研究者：

長尾透 (愛媛大学)、池田浩之 (国立天文台)、秋山正幸 (東北大学)、
松岡健太 (京都大学)、鳥羽儀樹 (ASIAA)、小林正和 (呉高専)、
谷口義明 (放送大学)

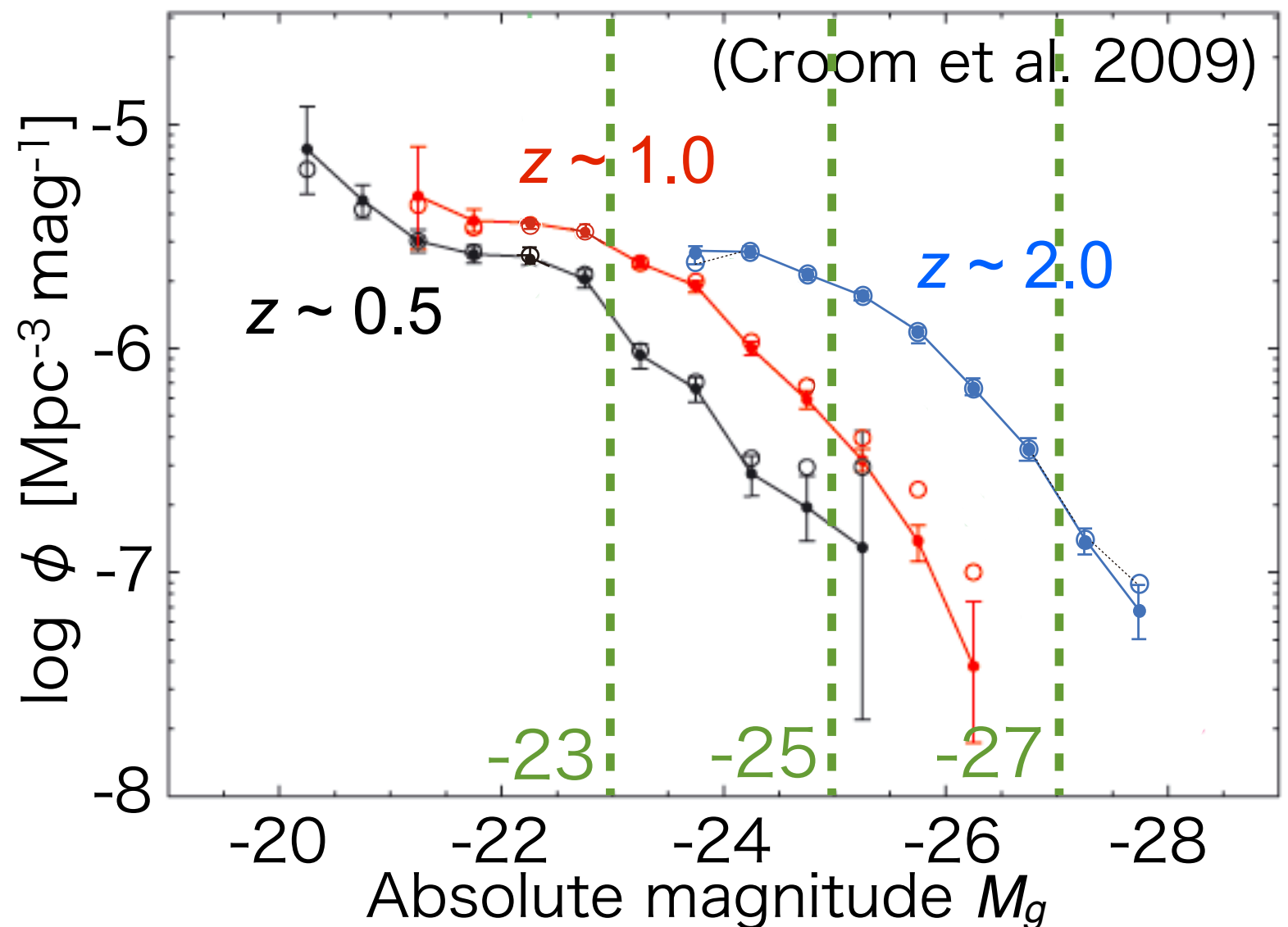
1. Introduction

クェーサー光度関数

超巨大ブラックホール (supermassive black hole; SMBH) の
形成・進化の解明

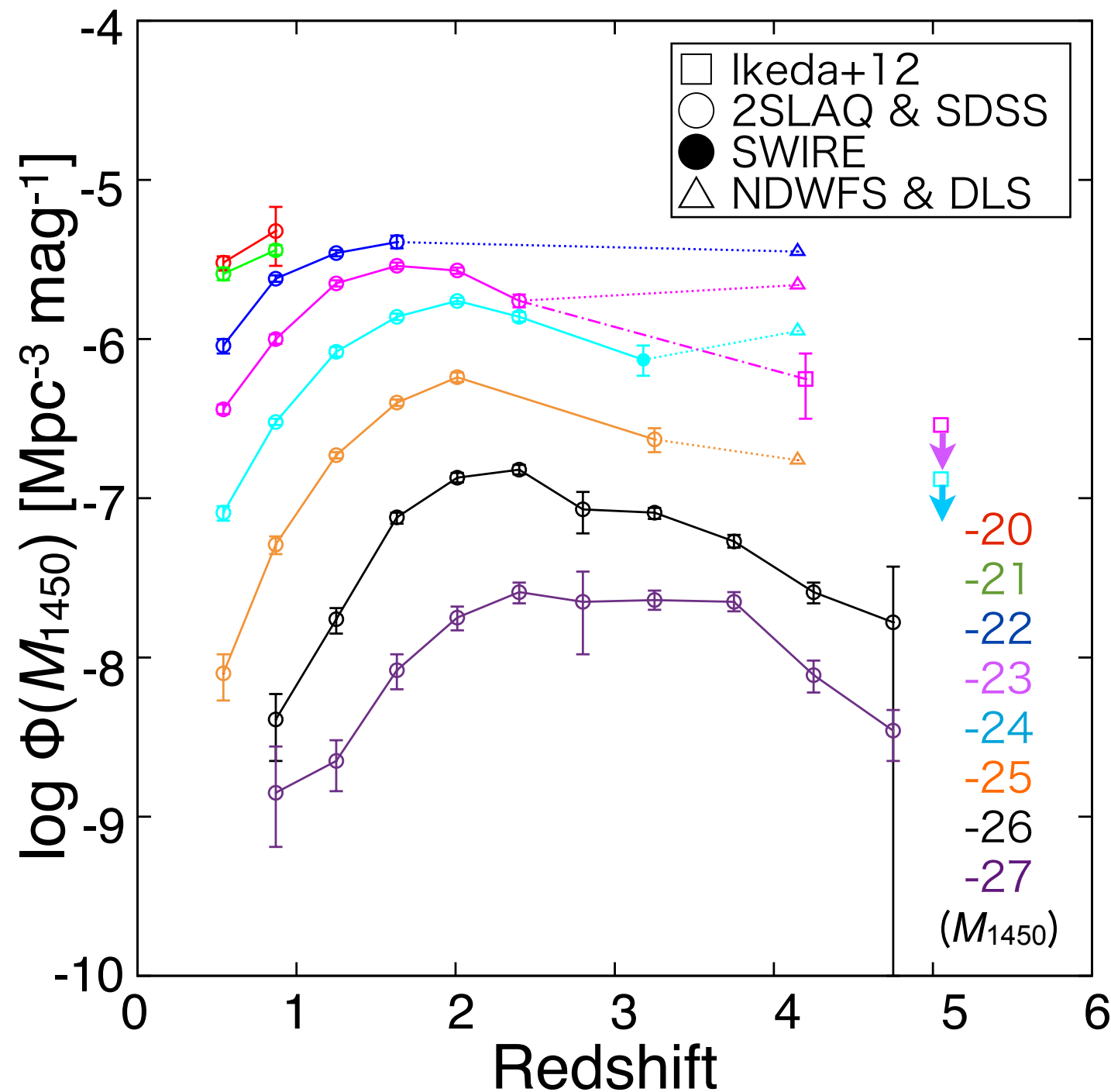
-> 質量ごとの SMBH の個数密度進化の調査が重要

- ・ **クェーサー光度関数** (quasar luminosity function; QLF) が有用
- ・ SMBH の個数密度進化の全容を明らかにするためには、
幅広い光度と赤方偏移の範囲で QLF を導出することが必要



1. Introduction

QSO 個数密度の赤方偏移進化



高光度の QSO ほど
高赤方偏移で
個数密度のピークを迎える

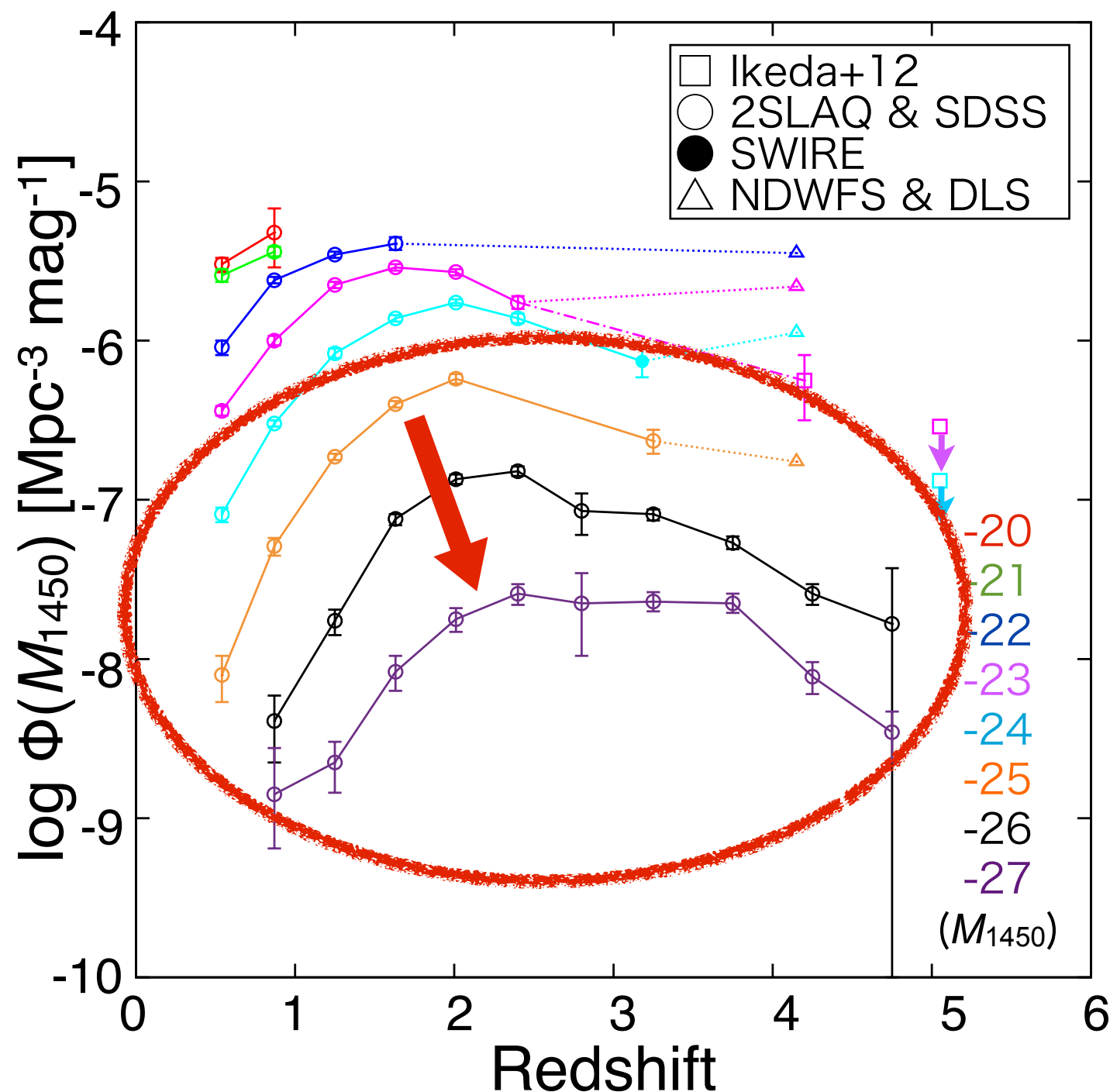
$$L \propto M_{\text{BH}}$$

(L : 光度
 M_{BH} : ブラックホール質量)

大質量のブラックホールほど
より早期に成長のピークを迎える
(AGN downsizing)

1. Introduction

QSO 個数密度の赤方偏移進化



高光度の QSO ほど
高赤方偏移で
個数密度のピークを迎える

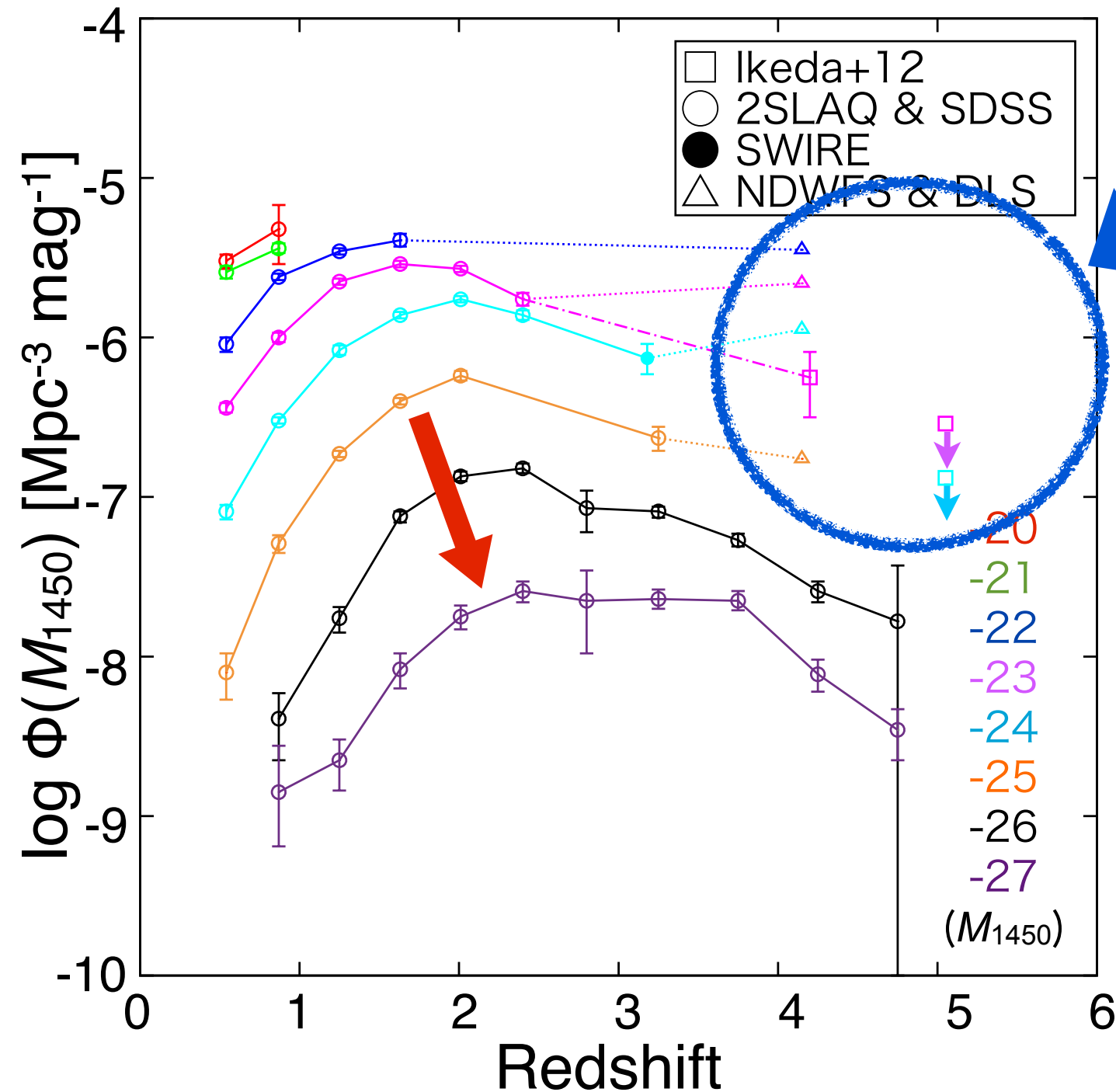
$$L \propto M_{\text{BH}}$$

(L : 光度
 M_{BH} : ブラックホール質量)

大質量のブラックホールほど
より早期に成長のピークを迎える
(AGN downsizing)

1. Introduction

QSO 個数密度の赤方偏移進化

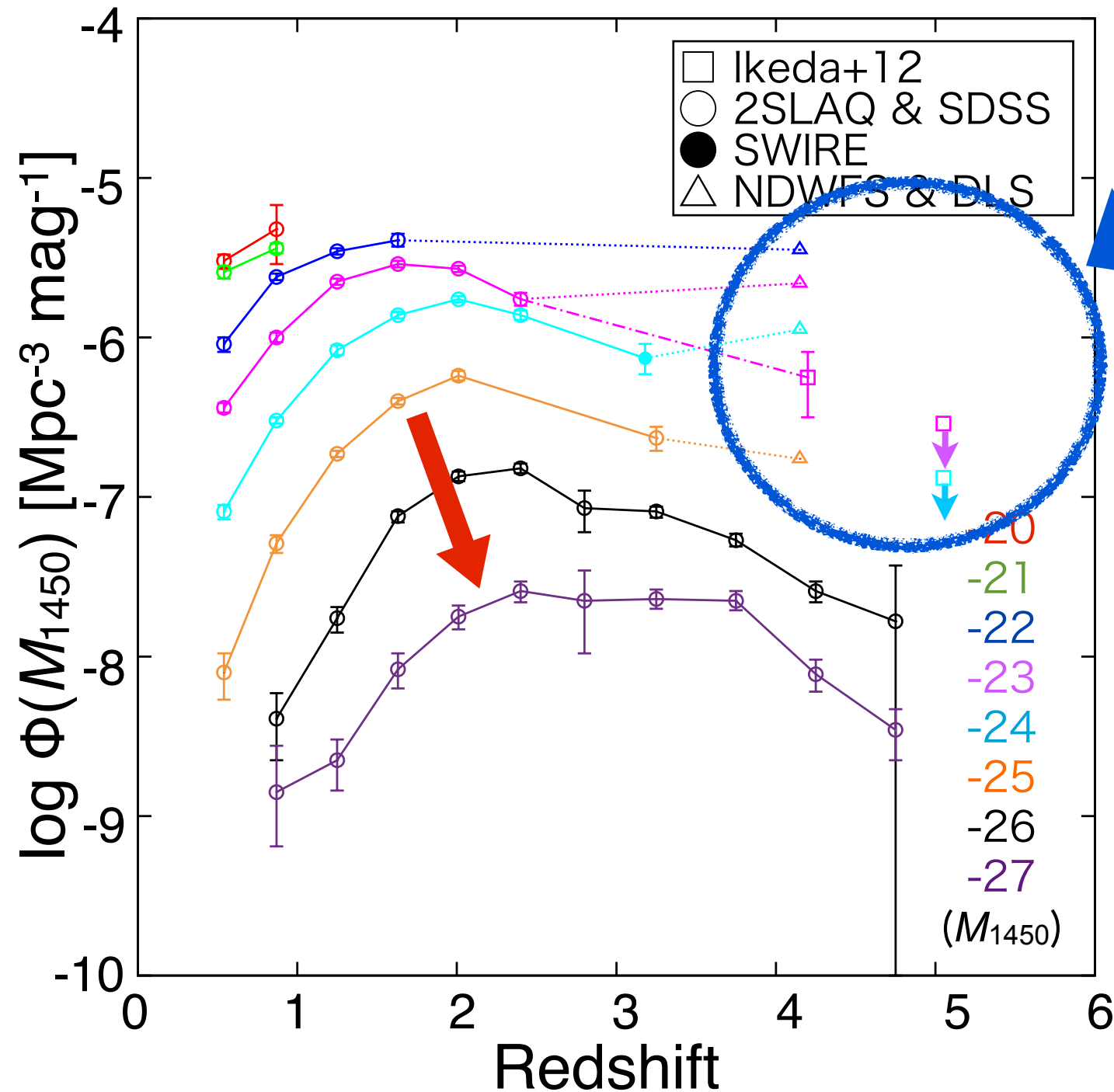


• $z \sim 5$ の低光度 QSO
(成長初期段階の SMBH) の
個数密度は不確定

• これまでより広く深いサーベイ
によってサンプル数を増やす
ことが必要

1. Introduction

QSO 個数密度の赤方偏移進化



- $z \sim 5$ の低光度 QSO (成長初期段階の SMBH) の個数密度は不確定
- これまでより広く深いサーベイによってサンプル数を増やすことが必要

【研究目的】

HSC-SSP wide 領域のデータを用いて $z \sim 5$ の低光度 QSO 探査を行い、構築した大規模サンプルを基に QLF を導出する

2. Data

HSC-SSP wide (S15B)

- 領域

今回使用した領域 : $\sim 248 \text{ deg}^2$

GAMA09 : $\sim 58 \text{ deg}^2$ GAMA15 : $\sim 63 \text{ deg}^2$

WIDE12 : $\sim 45 \text{ deg}^2$ XMM : $\sim 82 \text{ deg}^2$

- 限界等級 (2σ , $2''$)

$g : 27.49$ $r : 27.09$ $i : 26.89$ $z : 26.09$ $y : 25.39$

(SSP White paper より)

3. Sample selection

$z \sim 5$ の低光度 QSO 候補天体の選出過程

S15B wide catalog (GAMA09, GAMA15, WIDE12, XMM)



Flag を考慮した “clean sample”



$20 < i\text{-psf} < 24$



8,325,502 天体

stellar source



1,512,426 天体

$i - y$ vs. $r - i$ 二色図



3,017 天体

$g - r > 1.5$



$z \sim 5$ QSO candidate 766 天体

3. Sample selection

$z \sim 5$ の低光度 QSO 候補天体の選出過程

S15B WIDE catalog (GAMA09, GAMA15, WIDE12, XMM)



Flag を考慮した “clean sample”



【使用した Flag】

- flags_pixel_edge is not True
- flags_pixel_saturated_center is not True
- flags_pixel_cr_center is not True
- flags_pixel_bad is not True
- centroid_sdss_flag = is not True
- detect_is_tract_inner = True
- detect_is_patch_inner = True
- deblend_nchild = 0

3. Sample selection

$z \sim 5$ の低光度 QSO 候補天体の選出過程

S15B WIDE catalog (GAMA09, GAMA15, WIDE12, XMM)



Flag を考慮した “clean sample”



$$20 < i\text{-psf} < 24$$



8,325,502 天体

stellar source



1,512,426 天体

$i - y$ vs. $r - i$ 二色図



3,017 天体

$$g - r > 1.5$$



$z \sim 5$ QSO candidate 766 天体

3. Sample selection

$z \sim 5$ の低光度 QSO 候補天体の選出過程

S15B WIDE catalog (GAMA09, GAMA15, WIDE12, XMM)



Flag を考慮した “clean sample”



$20 < i\text{-psf} < 24$



8,325,502 天体

stellar source



1,512,426 天体

※ 天体の二次モーメント

shape_sdss, shape_sdss_psf の r2, r2_psf を使用
($r2 / r2_psf < 1.1$)



$z \sim 5$ QSO candidate 766 天体

3. Sample selection

$z \sim 5$ の低光度 QSO 候補天体の選出過程

S15B WIDE catalog (GAMA09, GAMA15, WIDE12, XMM)



Flag を考慮した “clean sample”



$20 < i\text{-psf} < 24$



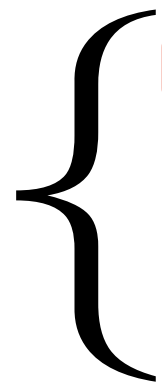
8,325,502 天体

stellar source



1,512,426 天体

color selection



$i - y$ vs. $r - i$ 二色図



3,017 天体

$g - r > 1.5$



$z \sim 5$ QSO candidate 766 天体

3. Sample selection

$z \sim 5$ の低光度 QSO 候補天体の選出過程

S15B WIDE catalog (GAMA09, GAMA15, WIDE12, XMM)



Flag を考慮した “clean sample”



$20 < i\text{-psf} < 24$



8,325,502 天体

stellar source



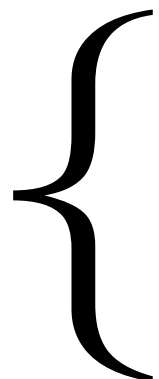
1,512,426 天体

$i - y$ vs. $r - i$ 二色図



3,017 天体

color selection



$g - r > 1.5$



$z \sim 5$ QSO candidate 766 天体

3. Sample selection

$z \sim 5$ の低光度 QSO 候補天体の選出過程

S15B WIDE catalog (GAMA09, GAMA15, WIDE12, XMM)



Flag を考慮した “clean sample”



$20 < i\text{-psf} < 24$



8,325,502 天体

stellar source



1,512,426 天体

$i - y$ vs. $r - i$ 二色図



3,017 天体

$g - r > 1.5$



$z \sim 5$ QSO candidate

766 天体

3. Sample selection

$z \sim 5$ の低光度 QSO 候補天体の選出過程

S15B WIDE catalog (GAMA09, GAMA15, WIDE12, XMM)



Flag を考慮した “clean sample”



$20 < i\text{-psf} < 24$



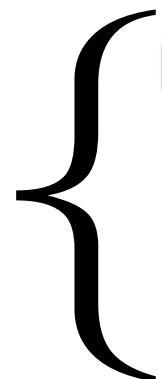
8,325,502 天体

stellar source



1,512,426 天体

color selection



$i - y$ vs. $r - i$ 二色図



3,017 天体

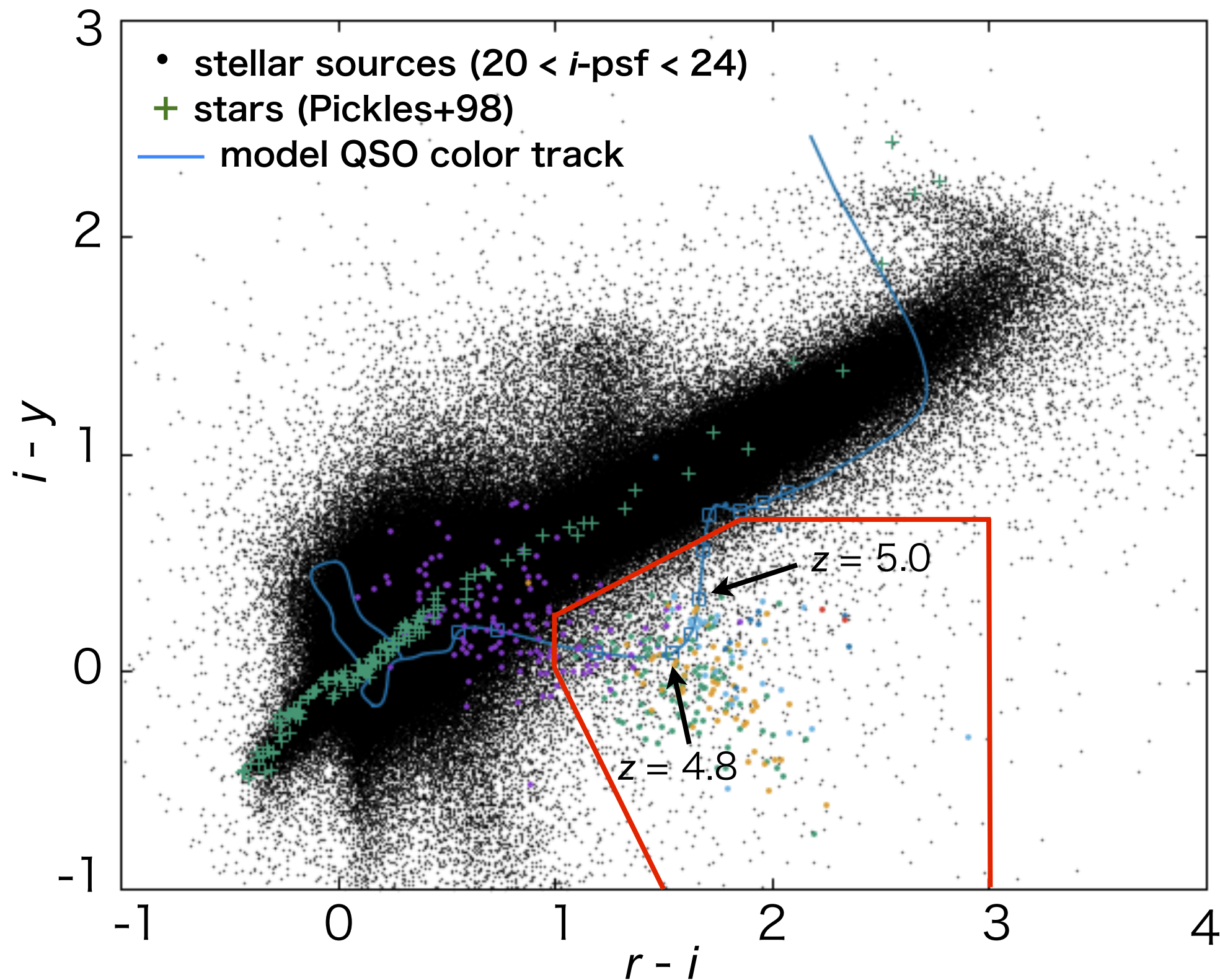
$g - r > 1.5$



$z \sim 5$ QSO candidate 766 天体

3. Sample selection $i - y$ vs. $r - i$ 二色図

- 星のカラーの sequence から QSO カラーを分ける

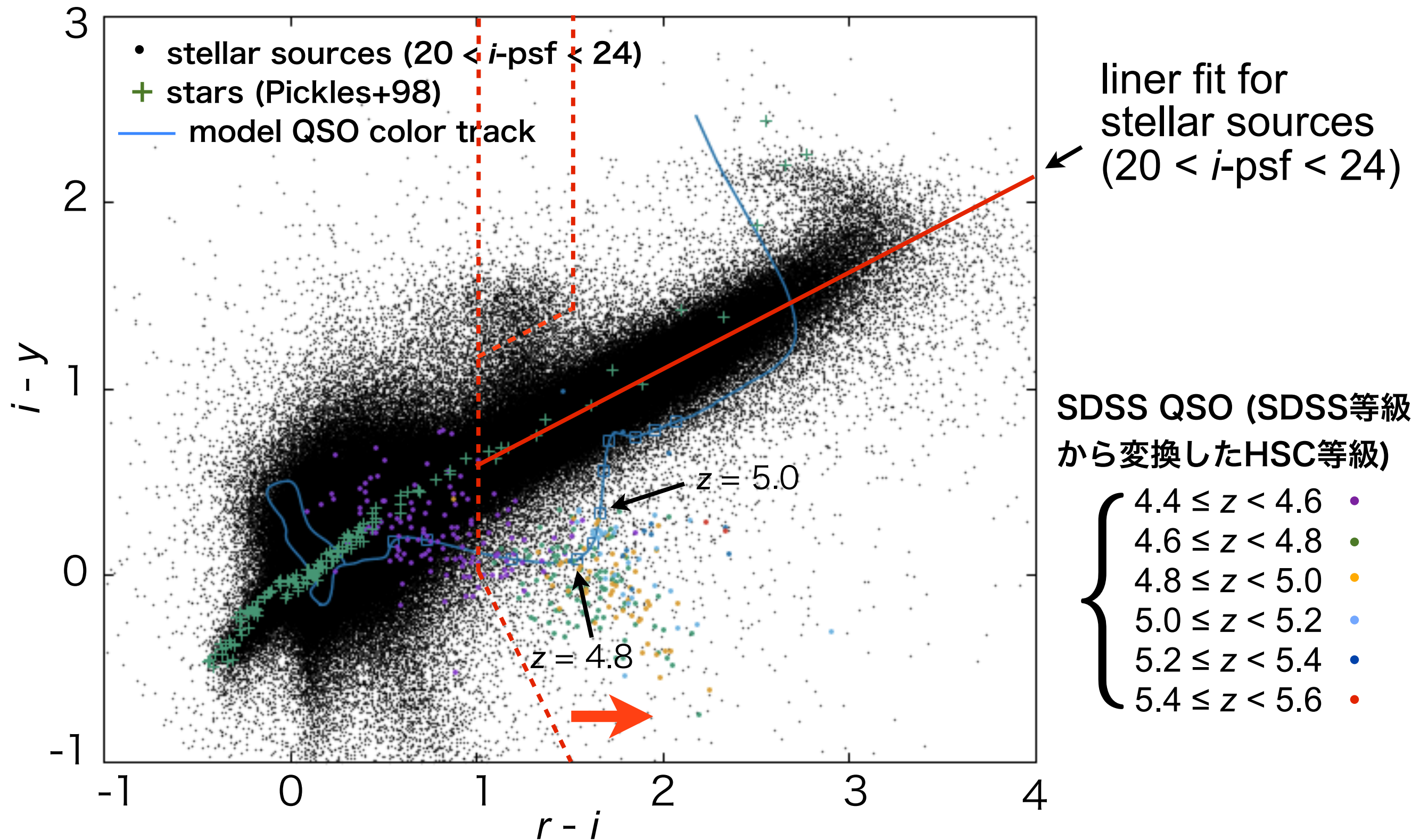


SDSS QSO (SDSS等級
から変換したHSC等級)

$4.4 \leq z < 4.6$	●
$4.6 \leq z < 4.8$	●
$4.8 \leq z < 5.0$	●
$5.0 \leq z < 5.2$	●
$5.2 \leq z < 5.4$	●
$5.4 \leq z < 5.6$	●

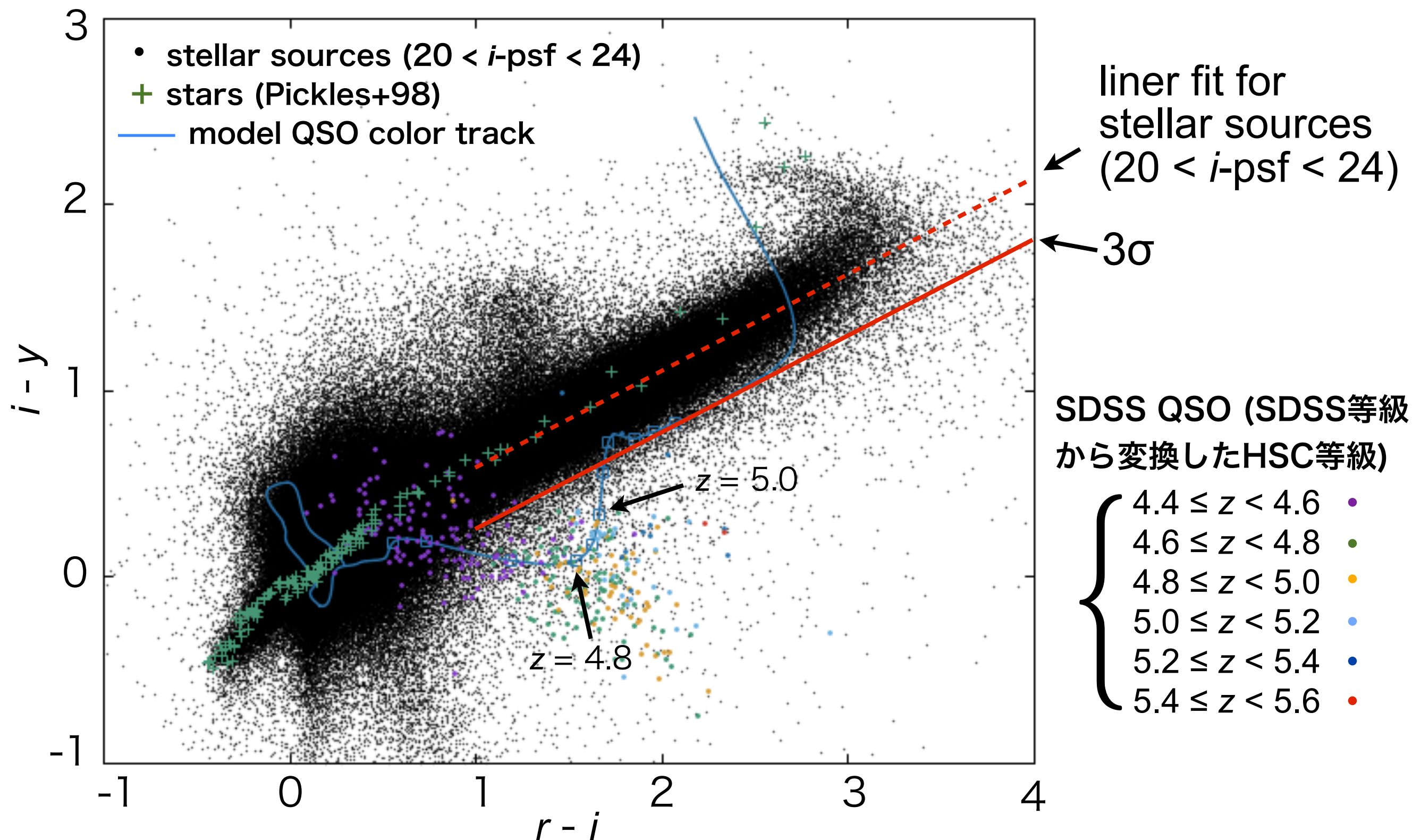
3. Sample selection $i - y$ vs. $r - i$ 二色図

- 選出領域の決め方



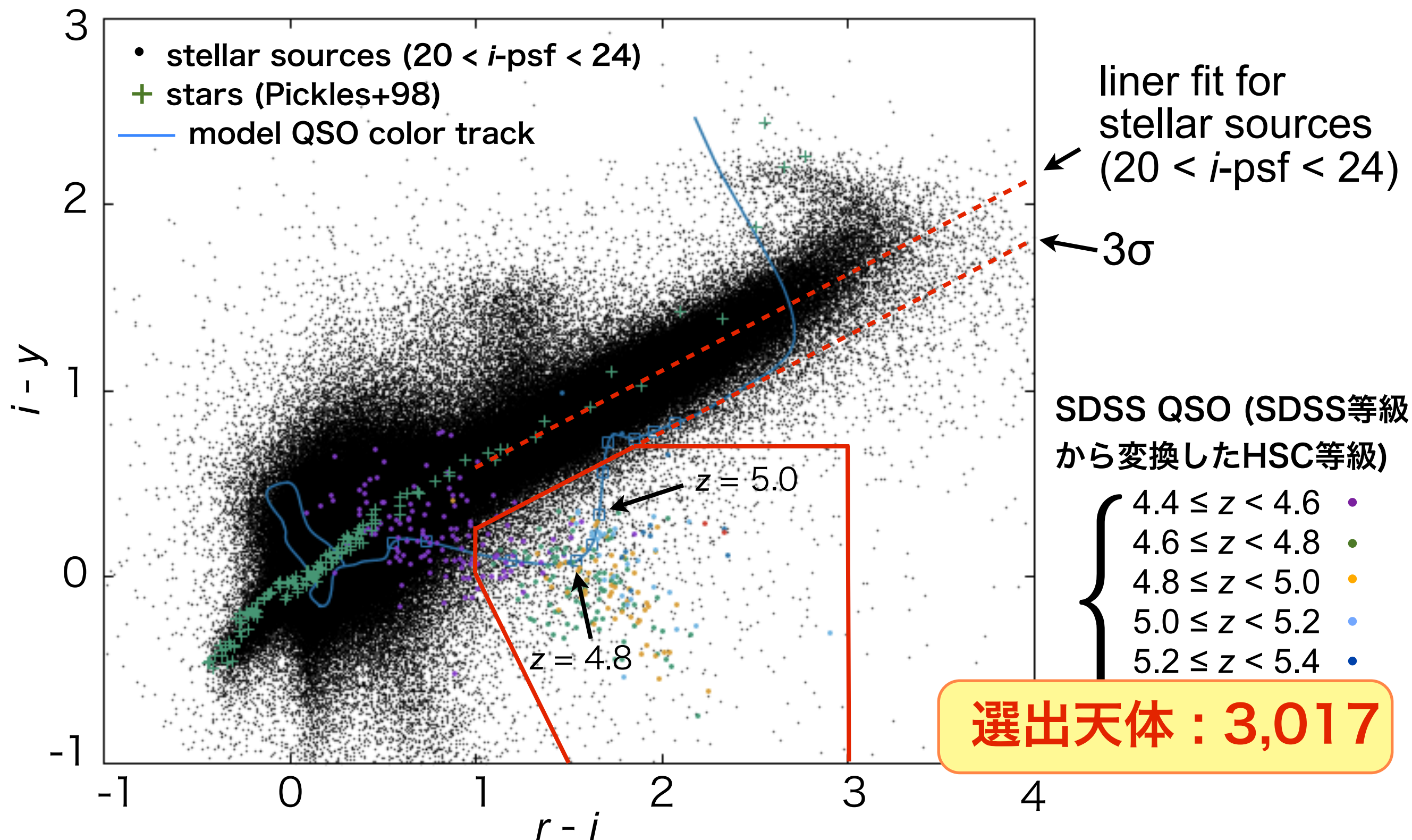
3. Sample selection $i - y$ vs. $r - i$ 二色図

- 選出領域の決め方



3. Sample selection $i - y$ vs. $r - i$ 二色図

- 星のカラーの sequence から QSO カラーを分ける



3. Sample selection

$z \sim 5$ の低光度 QSO 候補天体の選出過程

S15B WIDE catalog (GAMA09, GAMA15, WIDE12, XMM)



Flag を考慮した “clear sample”



$20 < i\text{-psf} < 24$



8,325,502 天体

stellar source



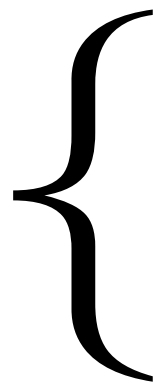
1,512,426 天体

$i - y$ vs. $r - i$ 二色図



3,017 天体

color selection



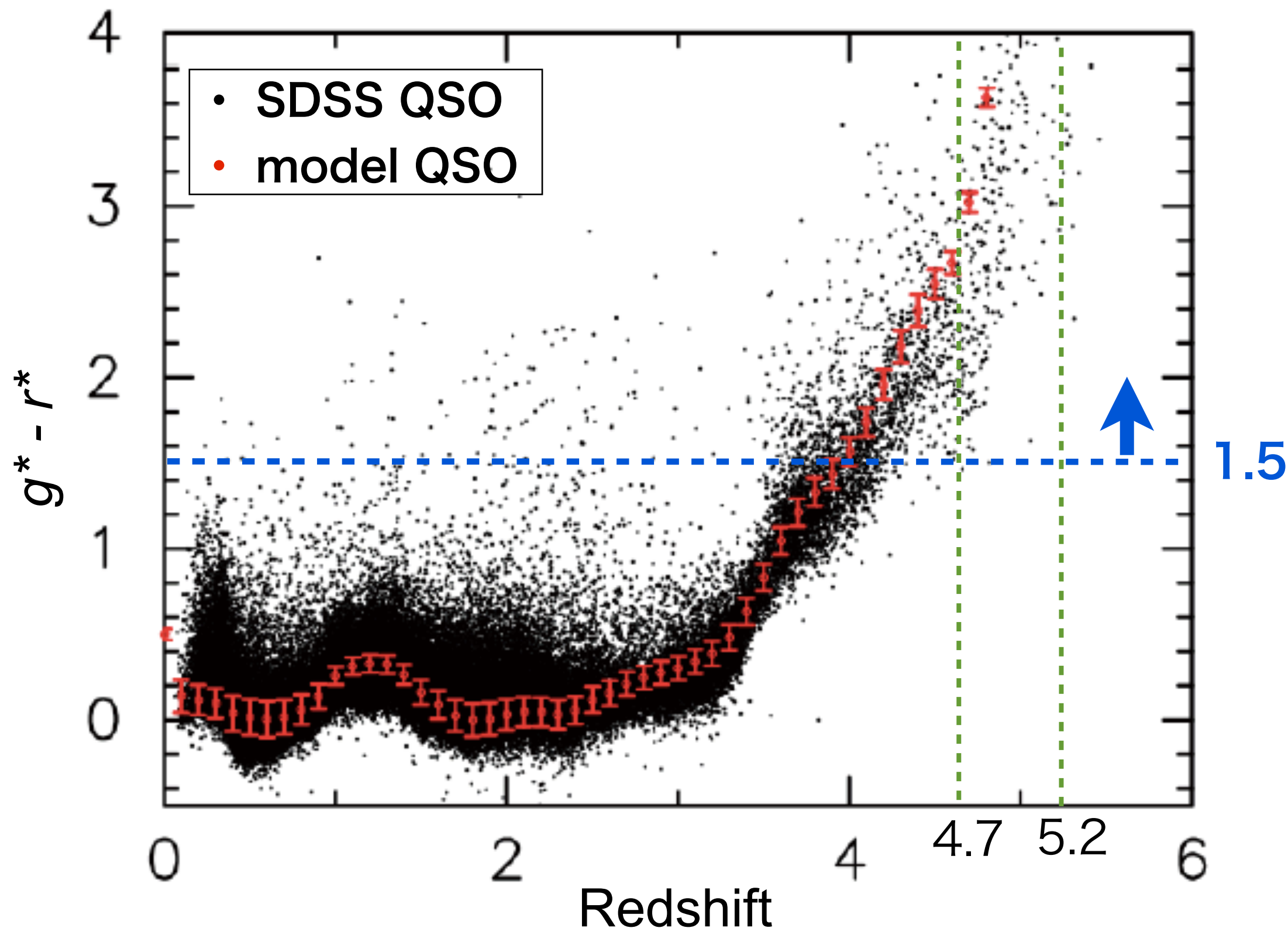
$g - r > 1.5$



$z \sim 5$ QSO candidate 766 天体

3. Sample selection 高赤方偏移 QSO の $g - r$

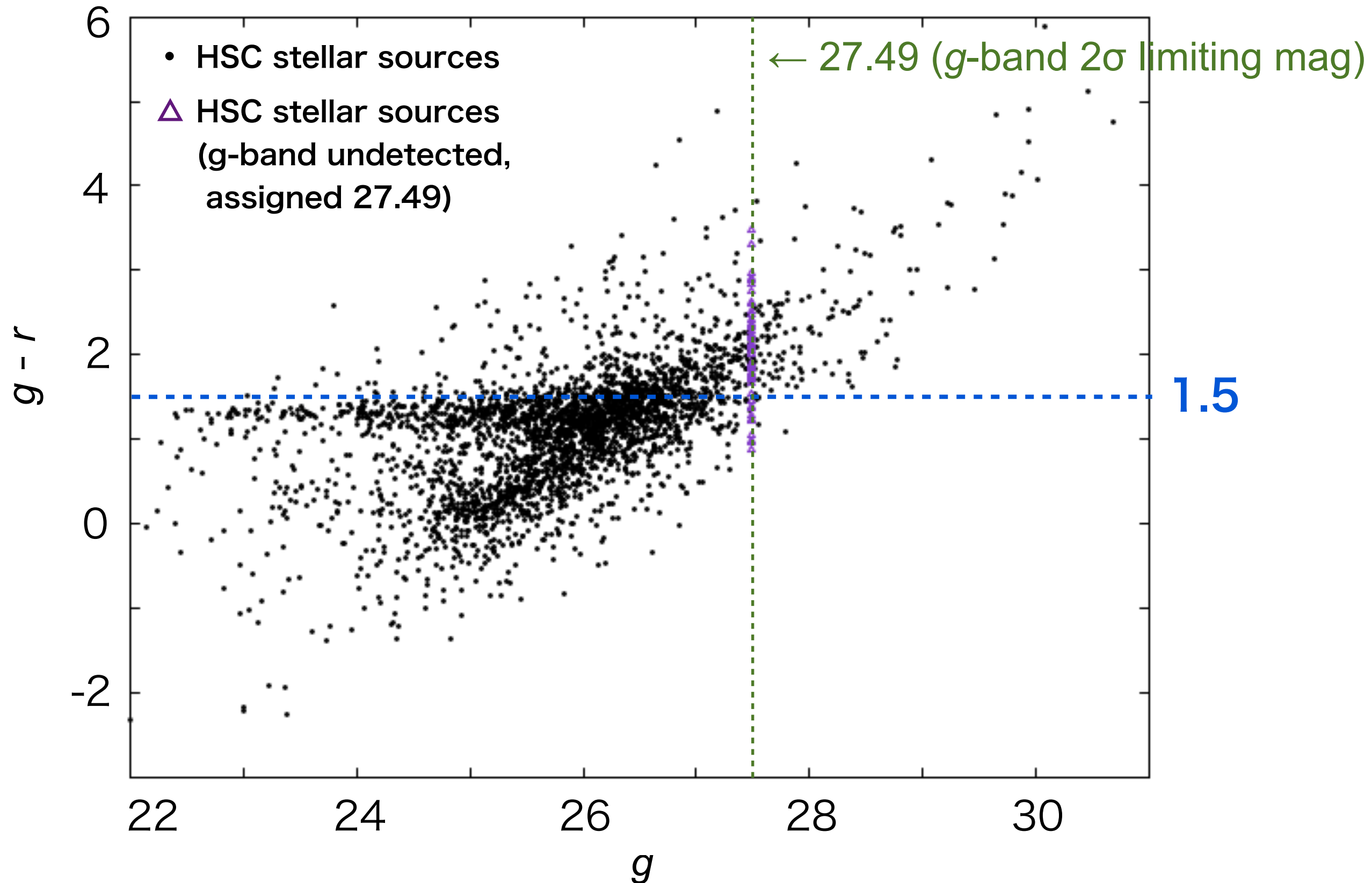
- 高赤方偏移 QSO は 低赤方偏移 QSO に比べて $g - r$ が赤い



$g - r > 1.5$ の点源を $z \sim 5$ QSO 候補天体として選出する

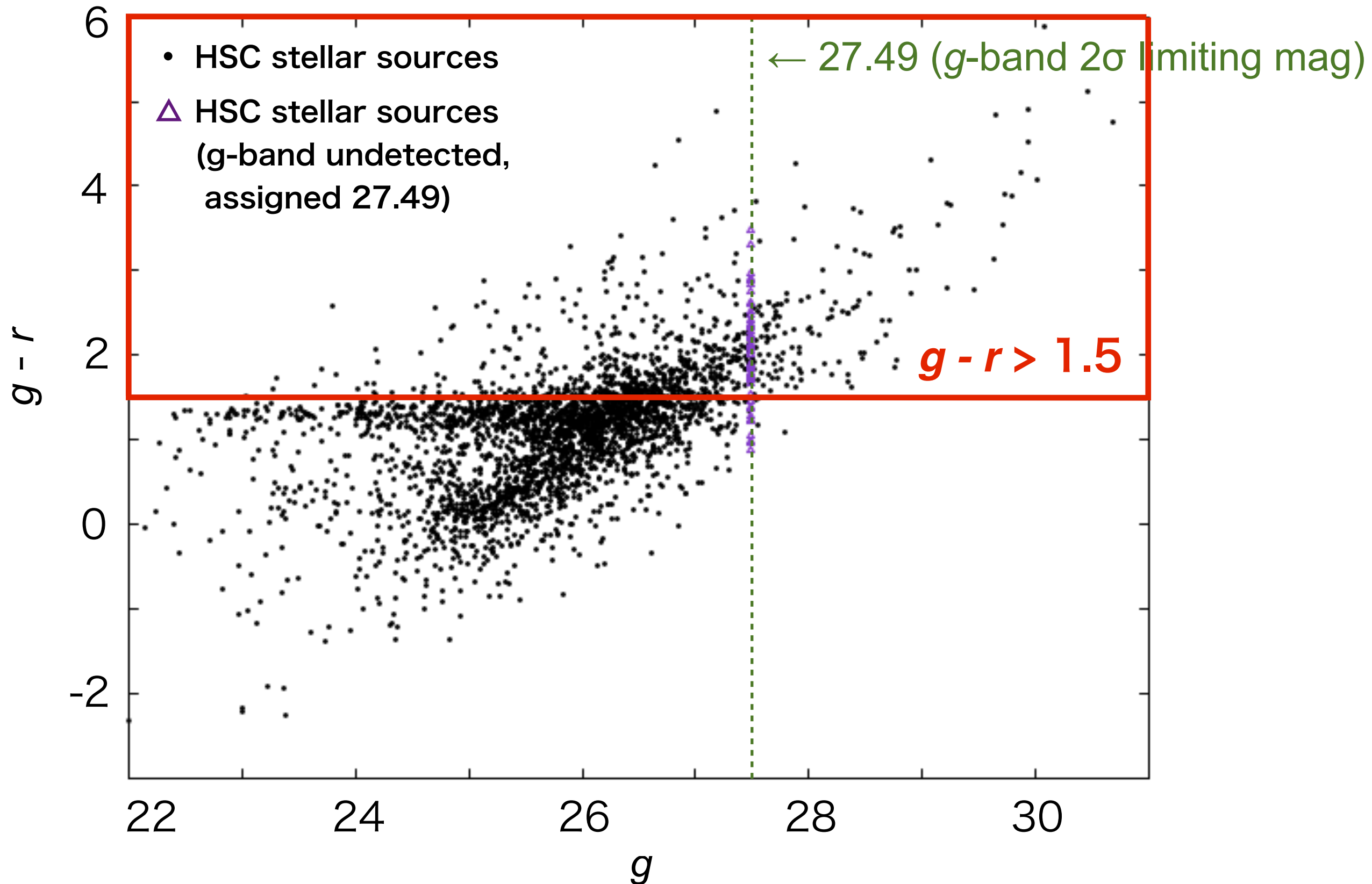
3. Sample selection $g - r$ vs. g

- $g - r$ を用いて low- z QSO、星のコンタミを除去



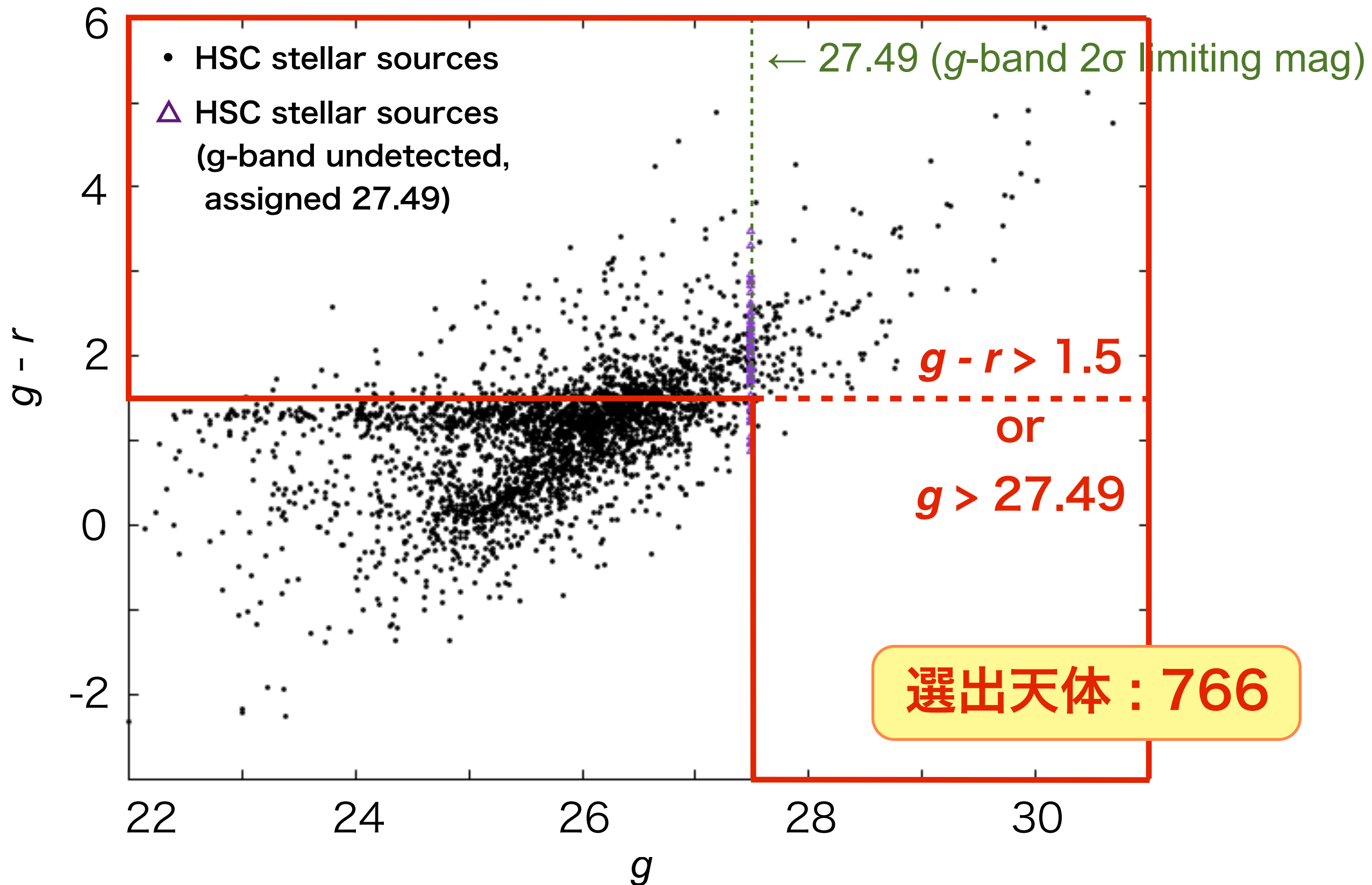
3. Sample selection $g - r$ vs. g

- $g - r$ を用いて low- z QSO、星のコンタミを除去



3. Sample selection $g - r$ vs. g

- $g - r$ を用いて low- z QSO、星のコンタミを除去



3. Sample selection

$z \sim 5$ の低光度 QSO 候補天体の選出過程

S15B WIDE catalog (GAMA09, GAMA15, WIDE12, XMM)



Flag を考慮した “clear sample”



$20 < i\text{-psf} < 24$



8,325,502 天体

stellar source



1,512,426 天体

$i - y$ vs. $r - i$ 二色図



3,017 天体

$g - r > 1.5$



$z \sim 5$ QSO candidate

766 天体

4. Result

$z \sim 5$ 低光度 QSO 候補天体数

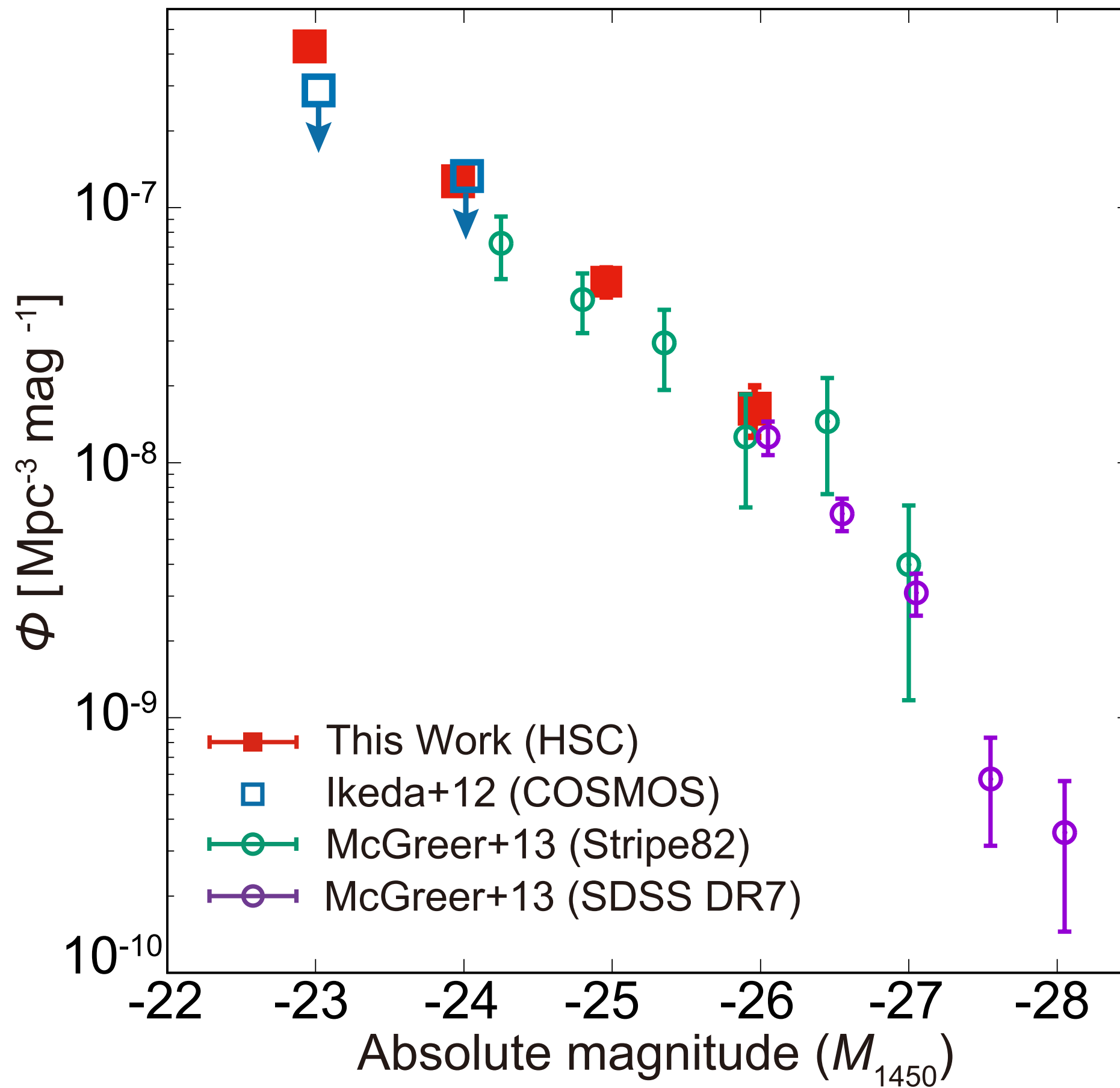
光度ごとの候補天体数

	<i>i</i> -psf				total
	20 < <i>i</i> < 21	21 < <i>i</i> < 22	22 < <i>i</i> < 23	23 < <i>i</i> < 24	
	<i>M</i> ₁₄₅₀				
	-25.96	-24.96	-23.96	-22.96	
<i>riy</i>	117	228	636	2036	3017
<i>g- r</i>	20	63	156	527	766
$\Phi[10^{-7} \text{ Mpc}^{-3} \text{ mag}^{-1}]$	0.16280	0.51282	1.26984	4.28978	

※ 個数密度は $4.7 \leq z \leq 5.2$ の共動体積 ($122.85 [10^7 \text{ Mpc}^3]$) で計算

4. Result

$z \sim 5$ QLF



4. Result z ~ 5 QSO 候補天体の分光観測

【2016A semester】

装置 : Cerro Tololo Inter-American Observatory (CTIO) /
4m Blanco telescope (分光器 : COSMOS)

ターゲット : $20 < i\text{-psf} < 22$ の 4 天体

日程 : 4月12-15日 **観測済**

【2016B semester】

(1) 装置 : Subaru (分光器 : FOCAS) ※ Service Program

ターゲット : $22 < i\text{-psf} < 24$ の 4 天体

夜数 : 4夜

(2) 装置 : Kitt Peak National Observatory (KPNO) /

4m Mayall telescope (分光器 : KOSMOS)

ターゲット : $20 < i\text{-psf} < 22$ の 10 天体

夜数 : 4夜

5. Conclusion

○ $z \sim 5$ 低光度 QSO 候補天体の選出

【データ】

- ・ HSC-SSP wide field データ (S15B)
- ・ 面積 : $\sim 248 \text{ deg}^2$

【選出方法】

- ・ $r - i$ vs. $i - y$ 二色図
- ・ r vs. $r - i$

【候補天体】

- ・ $20 < i\text{-psf} < 24$ で 766 天体を選出

○ $z \sim 5$ QLF

- ・ 先行研究とほぼ一致した
- ・ 分光観測によるコンタミの評価が必要