

WISH: Wide-field Imaging Surveyor for High-redshift
超広視野初期宇宙探査ミッション

WISHによる超遠方クエーサー探査

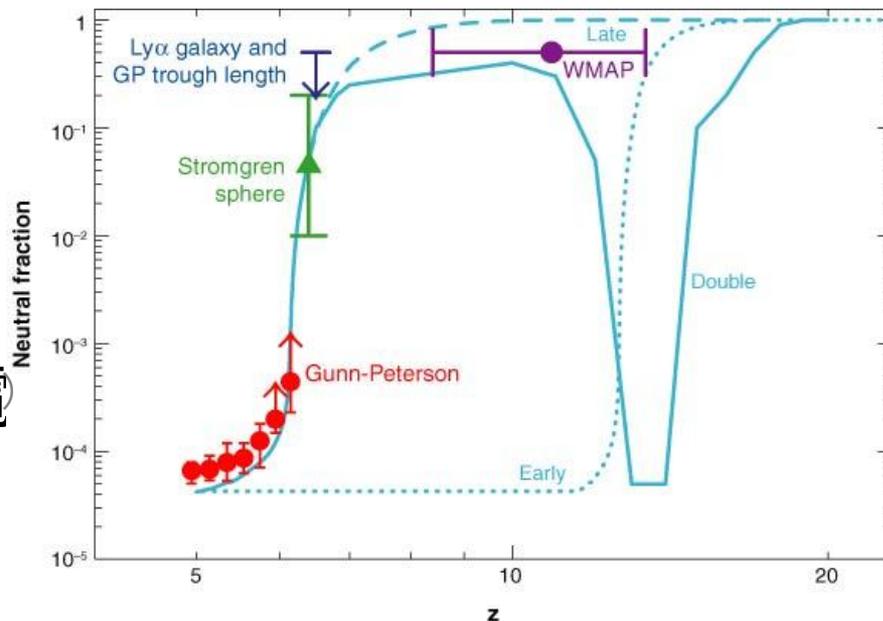
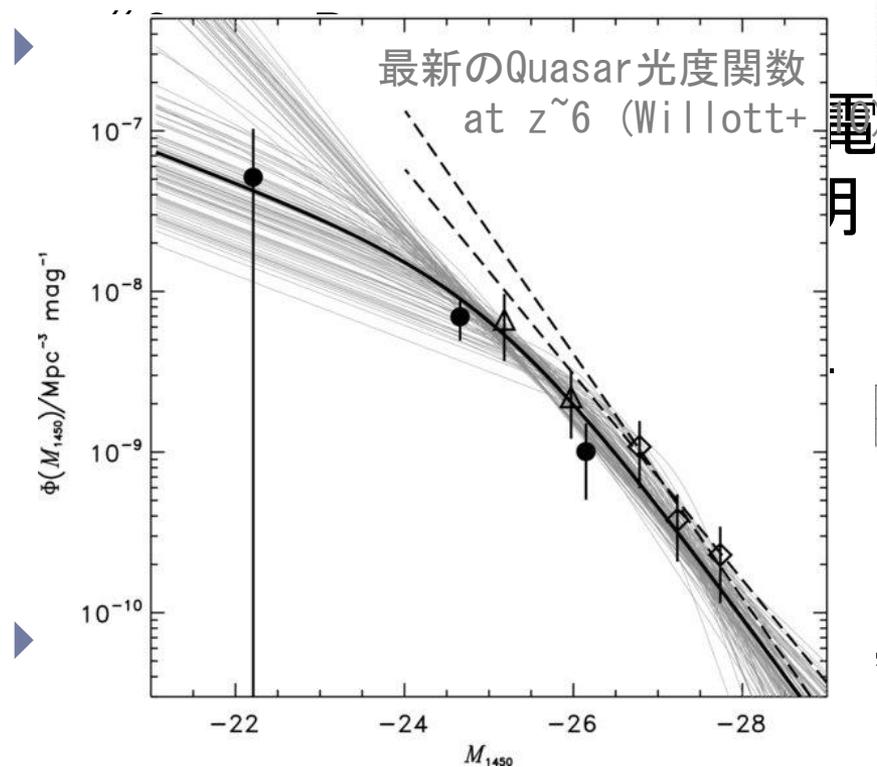
WISH Science Meeting (19 July 2012) @ 三鷹

松岡 良樹 (名古屋大学)

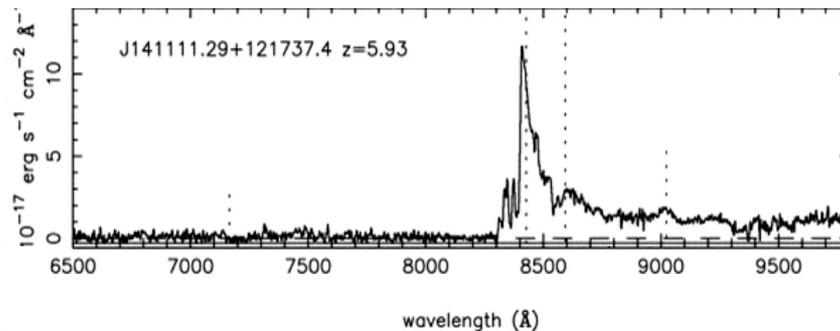
HQ探査 – Science Drivers

宇宙再電離

- ▶ HQは、おそらく再電離の主要エネルギー源ではない。



AR Fan X, et al. 2006.
Annu. Rev. Astron. Astrophys. 44:415–62



▶ sphere” , ...

HQ探査 – Science Drivers

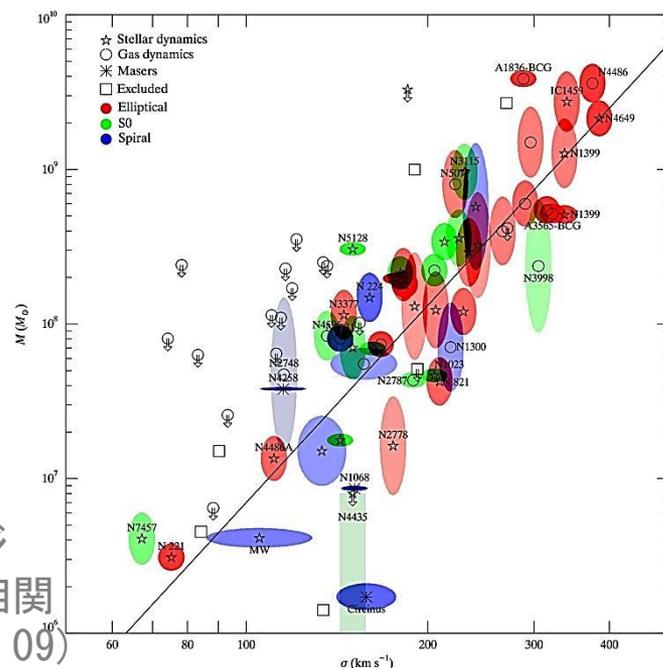
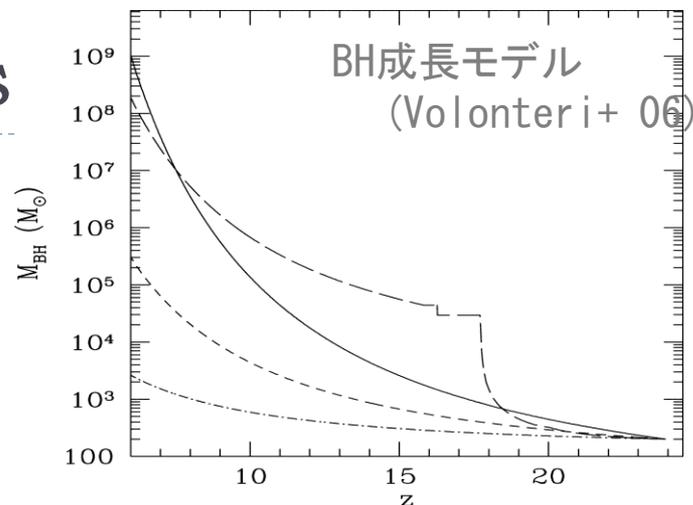
SMBH形成

- ▶ $z \sim 7$ に、すでに $M_{BH} \sim 10^9 M_{sun}$ の SMBHが存在 (Mortlock+ 11)
 - Eddington 降着を常時行っても、成長時間 t_{grow} は $0.05 \ln (M_{BH}/M_{seed}) \text{ Gyr} \sim$

$t_{universe}$
 - Seed BH? Accretion process?

- ▶ HQ: 初期宇宙におけるBH進化の唯一のトレーサー (hidden/obscured population?)

SMBH-母銀河バルジ
 質量相関
 (Gultekin+ 09)

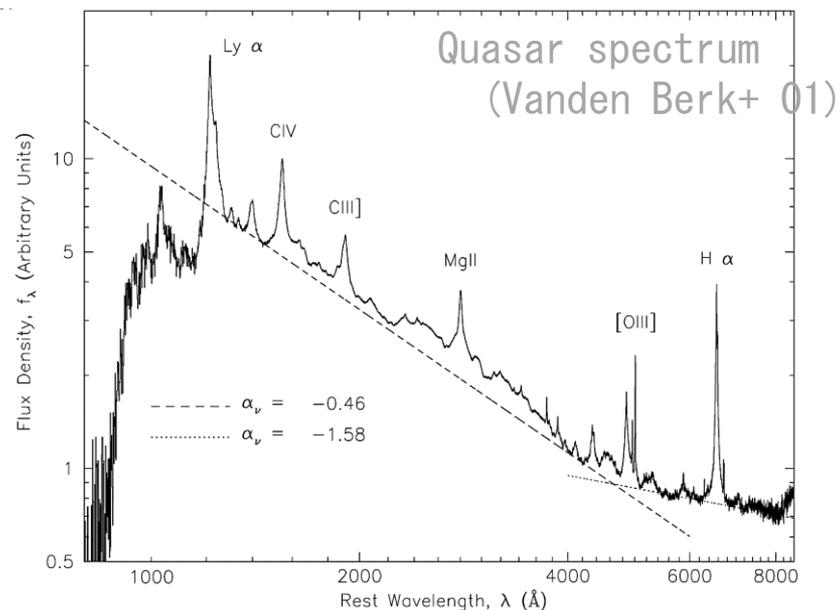


銀河との共進化

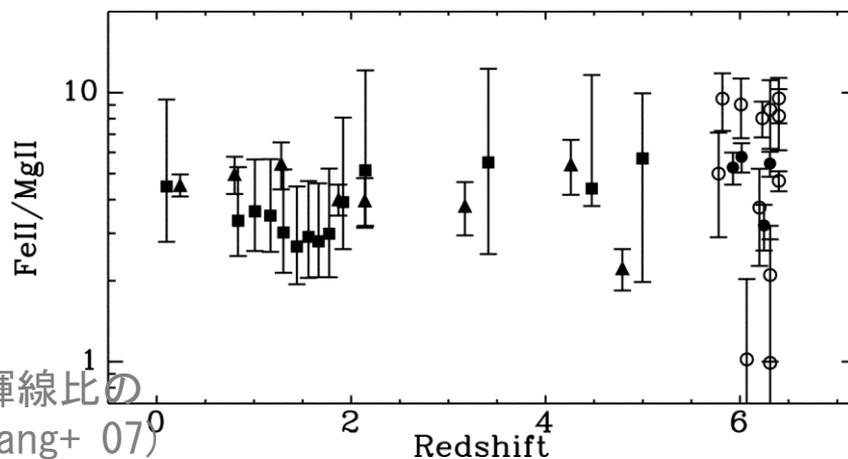
HQ探査 – Science Drivers

星形成史

- ▶ 重元素量比は、母銀河の過去の星形成史を反映
- ▶ HQ: 非常に強く、線幅の広い (> 1000 km/s) 様々な重元素輝線を共通に持つ。



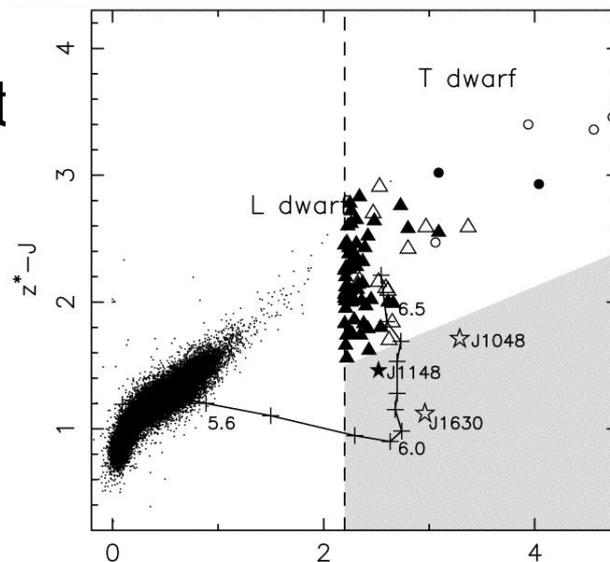
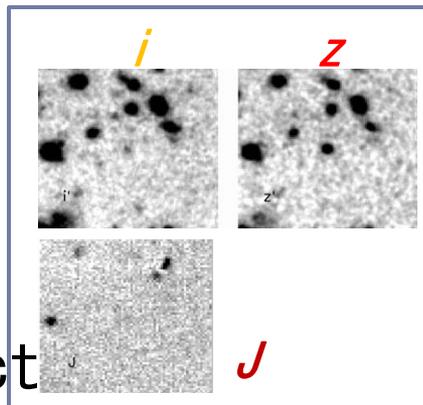
- ▶ 例: Fe II/Mg II輝線強度比は、 $z > 6$ に至るまで近傍と同様の値を保つ
→ 星形成開始は $z > 8$? (超新星爆発のモデル?)



Fe II/Mg II輝線比の進化 (Jiang+ 07)

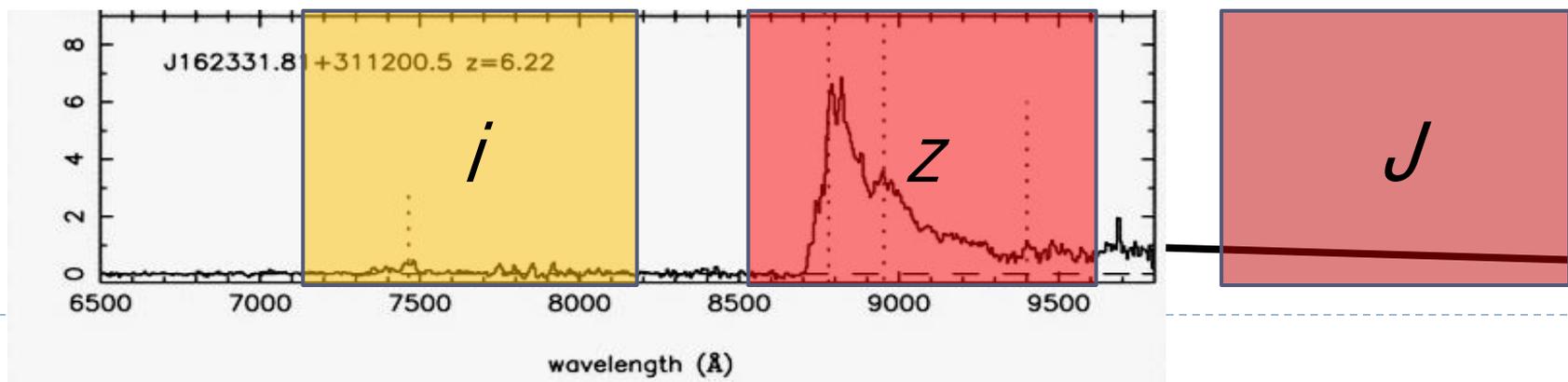
HQ探査のフロンティア

- ▶ 赤方偏移 $5.7 < z < 6.5$
- ▶ SDSS (Fan et al.), CFHQS (Willott
→ $z > 6$ に約30天体のHQを発見



$i^* - z^*$
Fan et al. (2003)

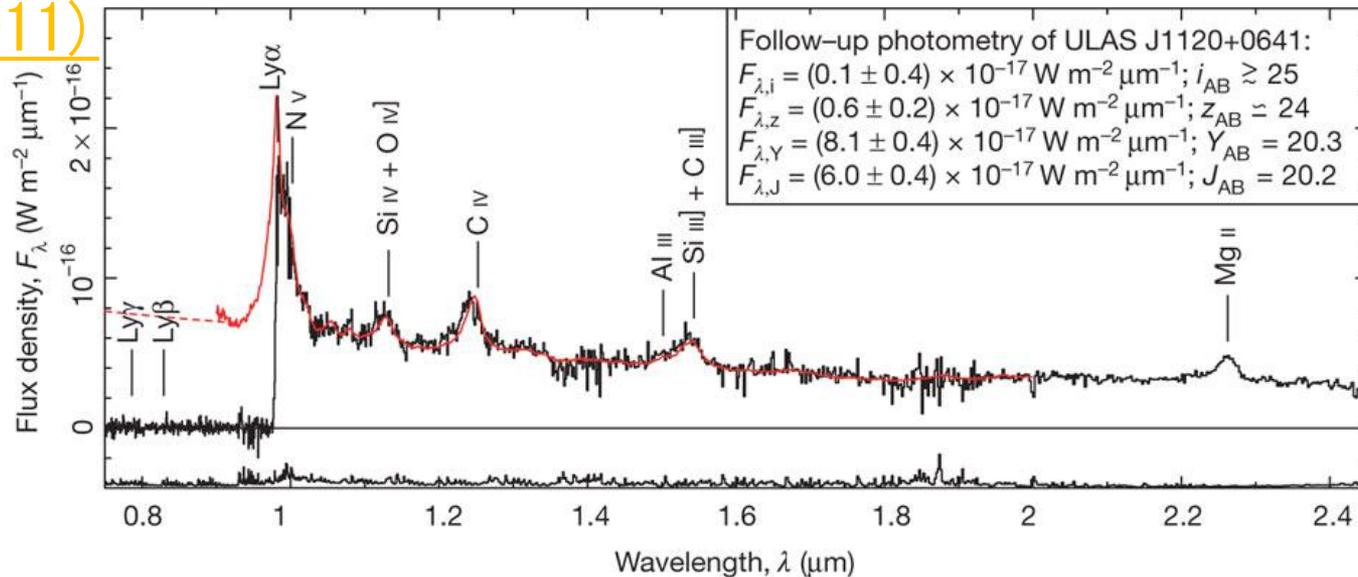
- ▶ $I - z$ (Y) - J select



HQ探査のフロンティア

- ▶ First discovery of $z > 7$ quasar by Mortlock et al.

(2011)



- ▶ UKIDSSによる発見

i , z (SDSS), Y , J (UKIDSS) color selection
→ VLT/FORS2 and Gemini/GNIRS spectroscopy

- ▶ $z = 7.085$, $L_{\text{bol}} = 6.3 \times 10^{13} L_{\text{sun}}$, $M_{\text{BH}} = 2 \times 10^9 M_{\text{sun}}$

▶ VIKINGが続く。近赤外線観測による $z > 7$ 探査の時代へ。

HQ探査のフロンティア

▶ 今後の見通し

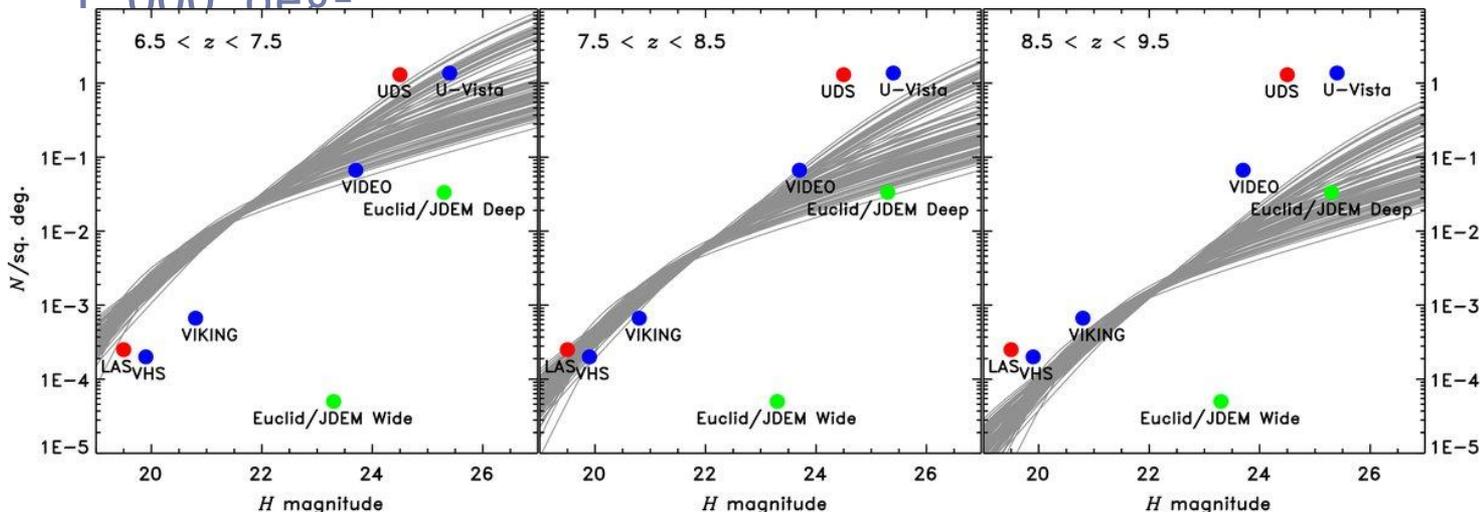
- SDSS (incl. deep), CFHQS, および UKIDSSでは、現在の数を大きく上回る発見はもうないと考えられる。

- VIKING: ~ 10 obj. at $z \sim 7$, ~ 1 obj. at $z \sim 8$

- Pan-STARRS: a few x (100, 10) obj. at $z \sim 6, 7$

- HSC survey: $\sim (400, 40, 1)$ obj. at $z \sim 6, 7, 8$ /

1 000 deg²

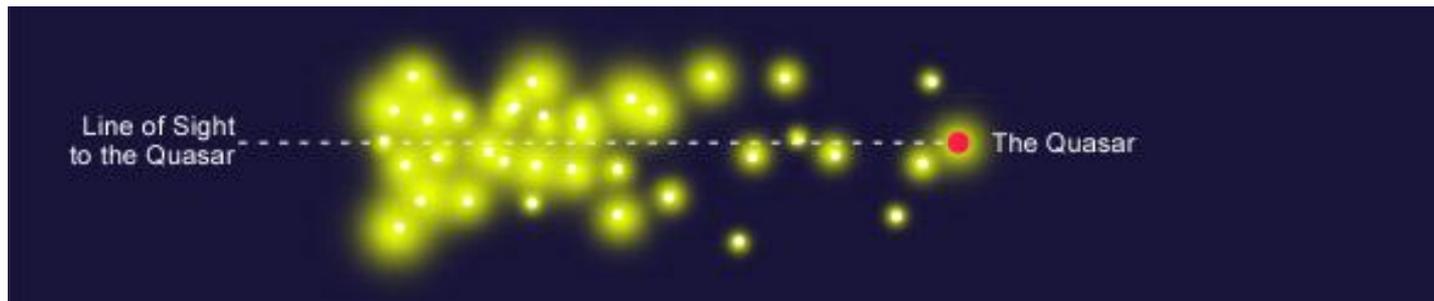


HQ
発見期待数
(Willott+10)

WISHによるHQ探査

▶ HQ探査におけるWISHの活躍舞台

… 近赤外線dropout法による 最遠 ($z \geq 8$) HQの探索



▶ 以下では $z < 6$ での観測結果に基づき、WISHによるHQ探査手法案と発見期待数を示す。

▶ Assumptions:

- SDSS composite spectrum by Vanden Berk et al. (2001)

- IGM H I absorption by Songaila (2004)

- Luminosity function by Willott et al. (2010)

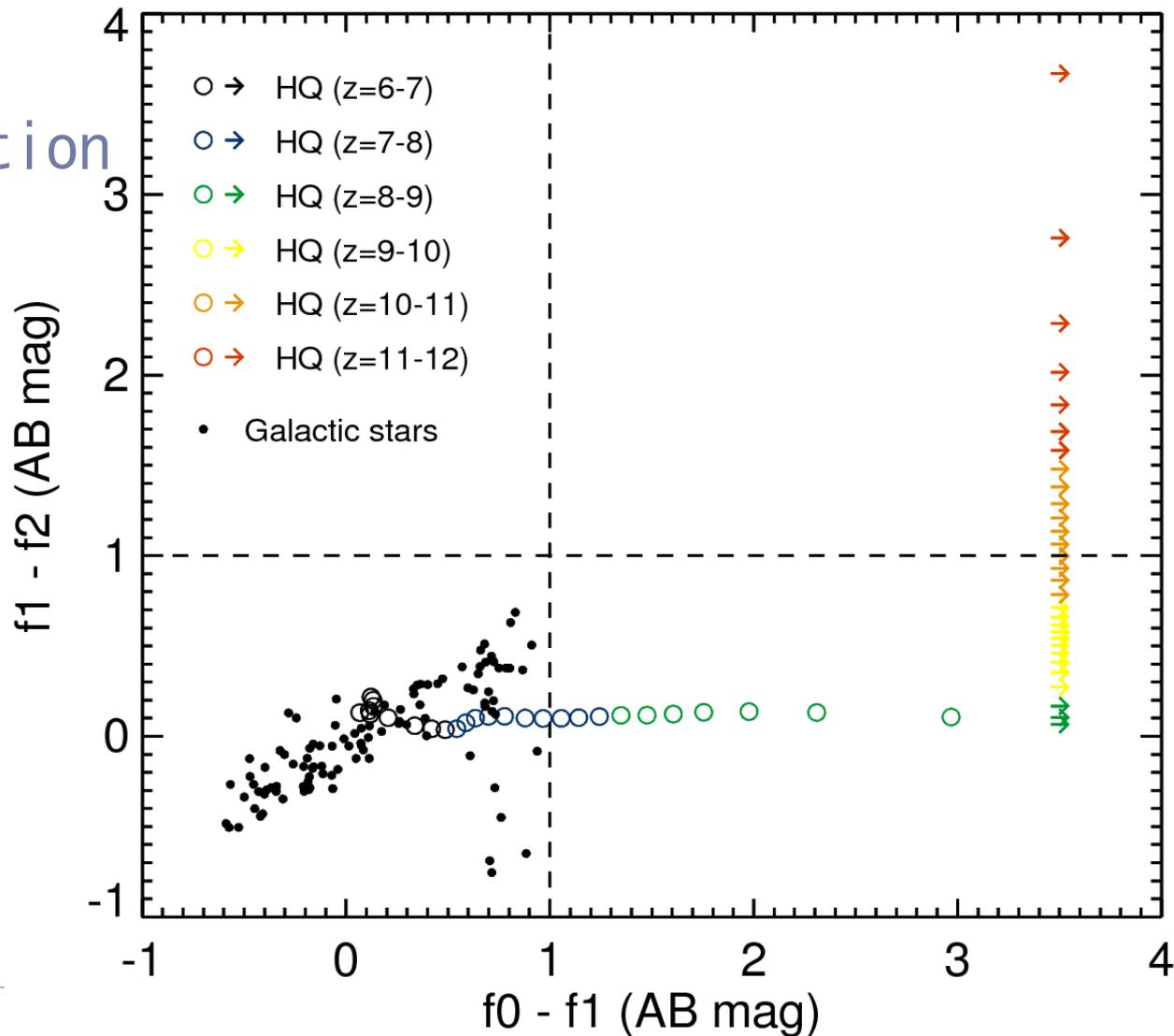
- Number density evolution by Fan et al. (2001)

WISHによるHQ探査

▶ 2バンドによる
color selection



▶ 分光同定



WISHによるHQ探査

▶ UWS

Case 1 ... < 25.5 mag, 400 deg²
deg²

Case 2 ... < 25.0 mag, 1000 deg²

Case 3 ... < 24.0 mag, 6000 deg²

UDS

< 28.0 mag, 100

redshift	Filter set 3 f1バンド検出 (f0-f1 > 1により選択)				Filter set 3 f2バンド検出 (f1-f2 > 1により選択)			
	<u>UWS</u> Case 1	<u>UWS</u> Case 2	<u>UWS</u> Case 3	<u>UDS</u>	<u>UWS</u> Case 1	<u>UWS</u> Case 2	<u>UWS</u> Case 3	<u>UDS</u>
6 - 7	0	0	0	0	0	0	0	0
7 - 8	7	13	35	8	0	0	0	0
8 - 9	10	18	47	11	0	0	0	0
9 - 10	2	4	9	3	0	0	0	0
10 - 11	< 1	1	1	1	< 1	1	1	< 1

まとめ（雑感）

- ▶ 現在までの探査によって、およそ30天体の $z > 6$ HQ（最遠は $z = 7.085$ ）が発見されている。これらは
 - IGM H I吸収測定による宇宙再電離調査
 - 超大質量ブラックホールの形成、銀河との共進化
 - 初期宇宙の星形成（重元素汚染）史などの研究を通じた**初期宇宙の強力なプローブ**である。
- ▶ 今後数年で、 $z \sim 8$ までのHQは発見されるかもしれない。
- ▶ WISHによる「深く広い」近赤外線サーベイは、**HQ探査に非常に適したプロジェクト**と言える。
- ▶ 現在可能な最善の見積もりによると、WISHは $z = 8 - 10$ のHQを10 - 100天体のオーダーで”発見可能”であり、これらは暗黒時代に迫る貴重なターゲットとなる。
- ▶ 分光同定をどうするか？
 - $z \sim J \sim 24$ AB magの場合、8m級望遠鏡で数時間の積分が必要
 - 近赤外線で24-27 AB mag → TMT、その先のターゲット