

HSCとNIRサーベイによる $z > 6.7$ の明るいQSO探査

今西 昌俊

国立天文台 光赤外研究部

科学目的

最も遠くの、最も明るいQSOを見つける

高S/N分光から、IGMの物理(宇宙の再イオン化時期など)に最も強い制限

超巨大ブラックホール生成理論に制限

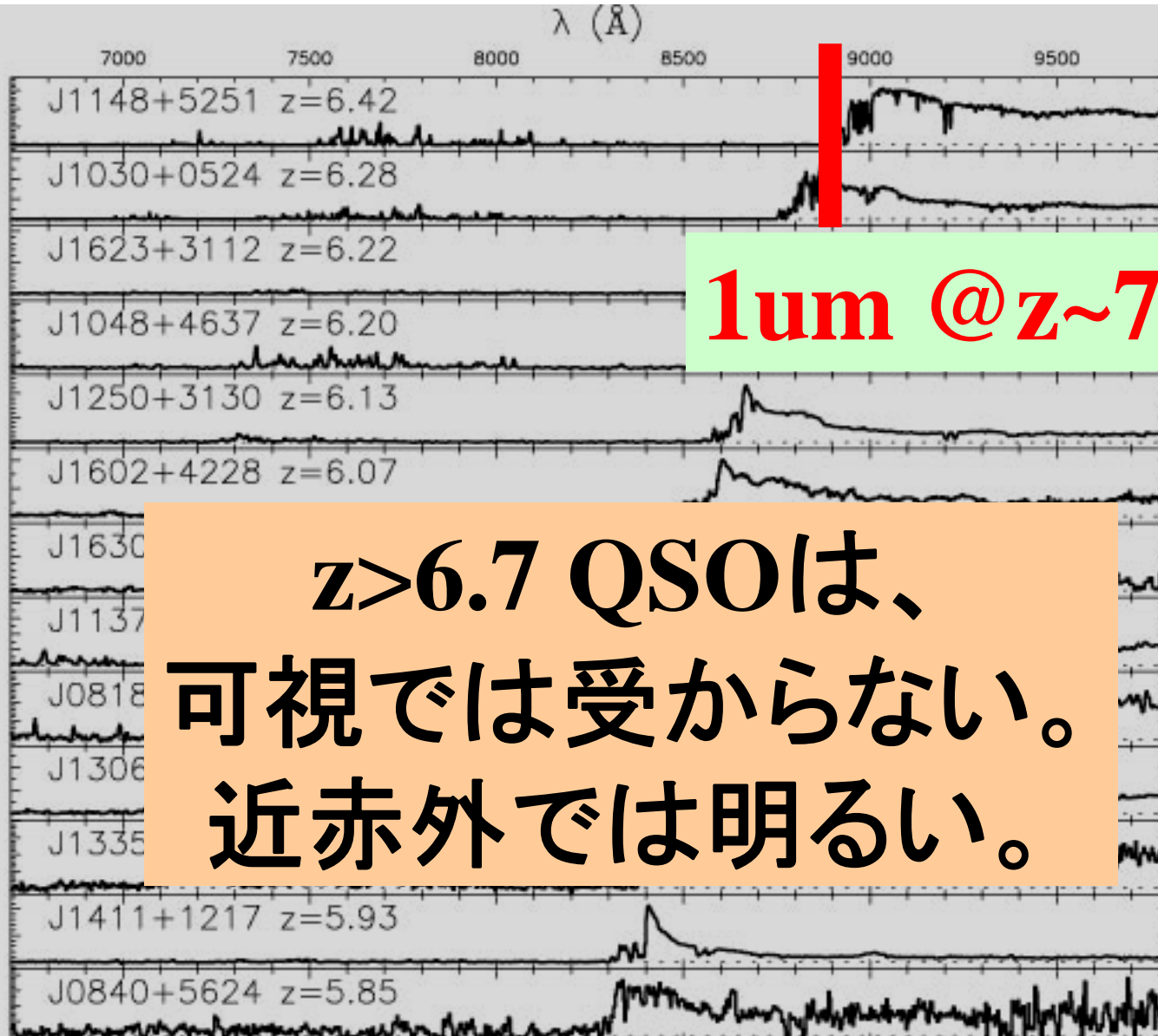
$z=25$ の $100M_{\odot}$ seed BHがEddingtonで成長



$z=6.5$ で 10^9M_{\odot} は可能

$z=7.5$ では 10^8M_{\odot}

明るいhigh-z QSO探査



1 μm @ $z \sim 7$

$z > 6.7$ QSOは、
可視では受からない。
近赤外では明るい。

$z=6.4$ が
最遠方

Fan 2006
Willott+07

超巨大BH
の形成理論

銀河間ガス
の電離状態

$z > 6.7$ の明るいQSO

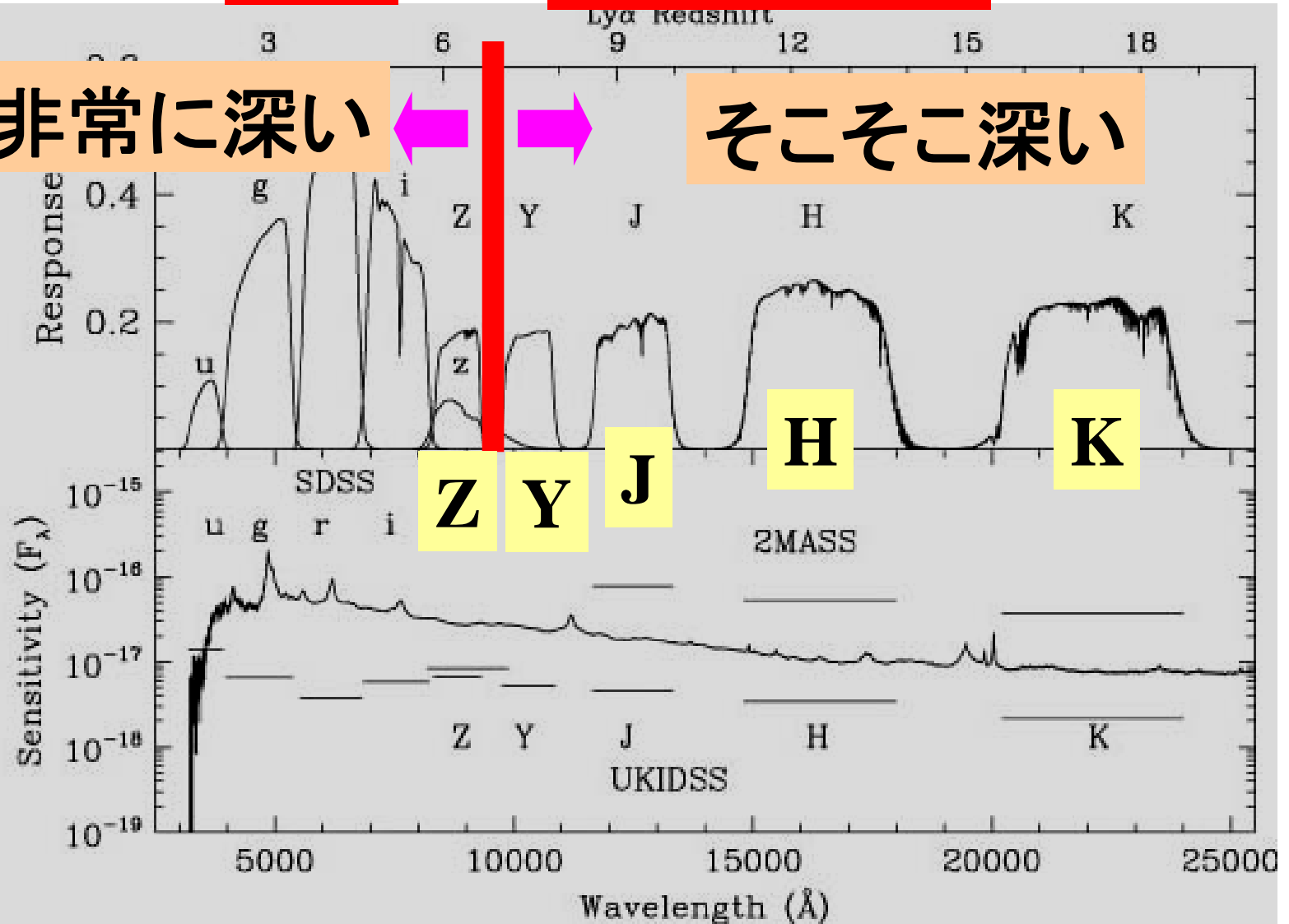
$z(i) - Y(J)$ で非常に赤い

可視

NIR(近赤外)

非常に深い

そこそこ深い



問題点

$z > 6.7$ QSOは、可視光のzバンド以下で暗く、
NIRのYバンド以上で明るい

近赤外線幅広く、そこそこの深さのサーベイ

銀河系内の褐色矮星(BD)も同じ特徴。
数としては圧倒的に多い。

可視光で、幅広く、非常に深いサーベイ

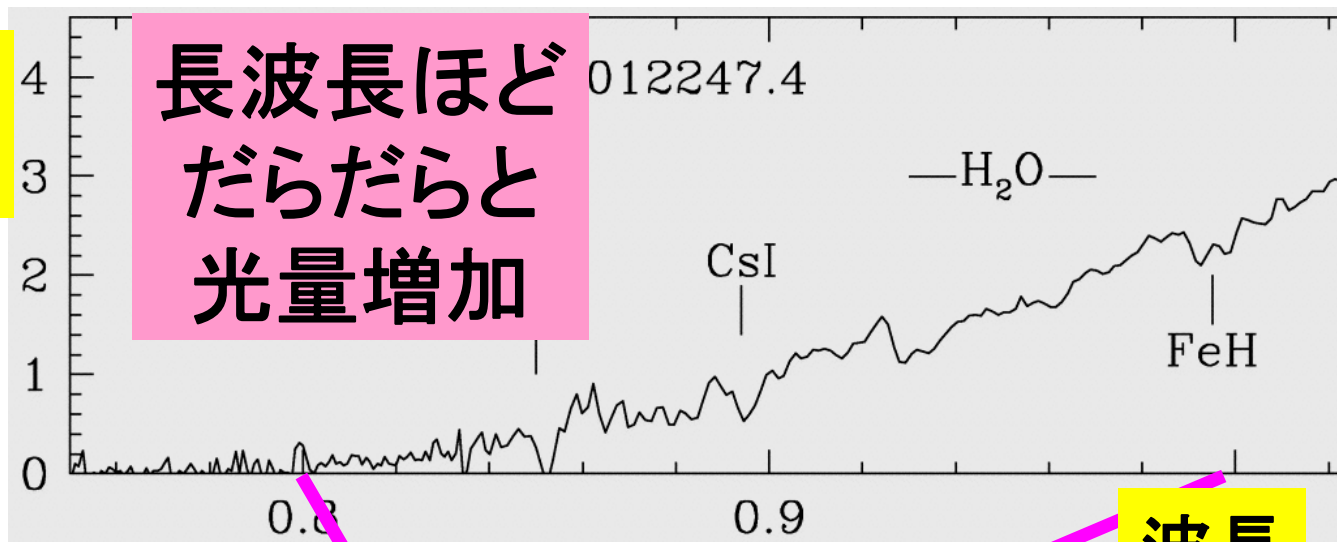
z - Yは、 $z > 6.5$ QSO \gg BD

High-z QSOと低温褐色矮星のスペクトル

褐色矮星
(銀河系内)

量
光

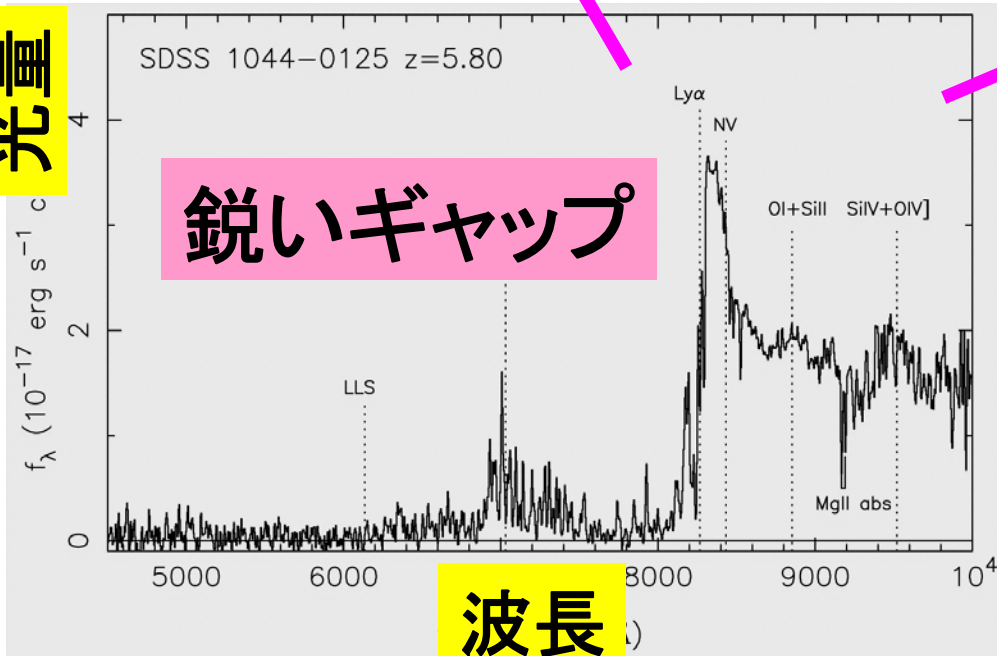
長波長ほど
だらだらと
光量増加



High-z
QSO

量
光

鋭いギャップ

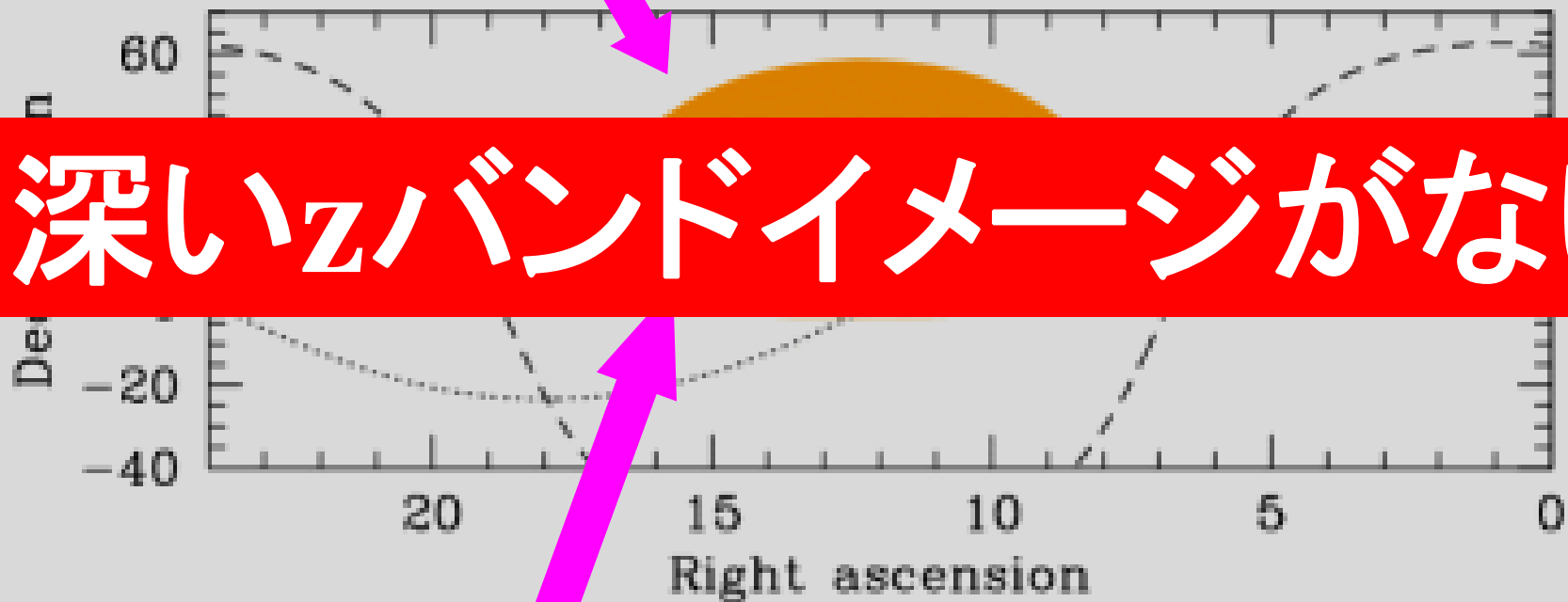


UKIRT/WFCAM/LAS

$Y=20.5, J=20.0,$
 $H=18.8, K=18.4$
(Vega)

北側 (N) : 1907.6 deg^2

深いzバンドイメージがない



南側 (S) : 1907.6 deg^2

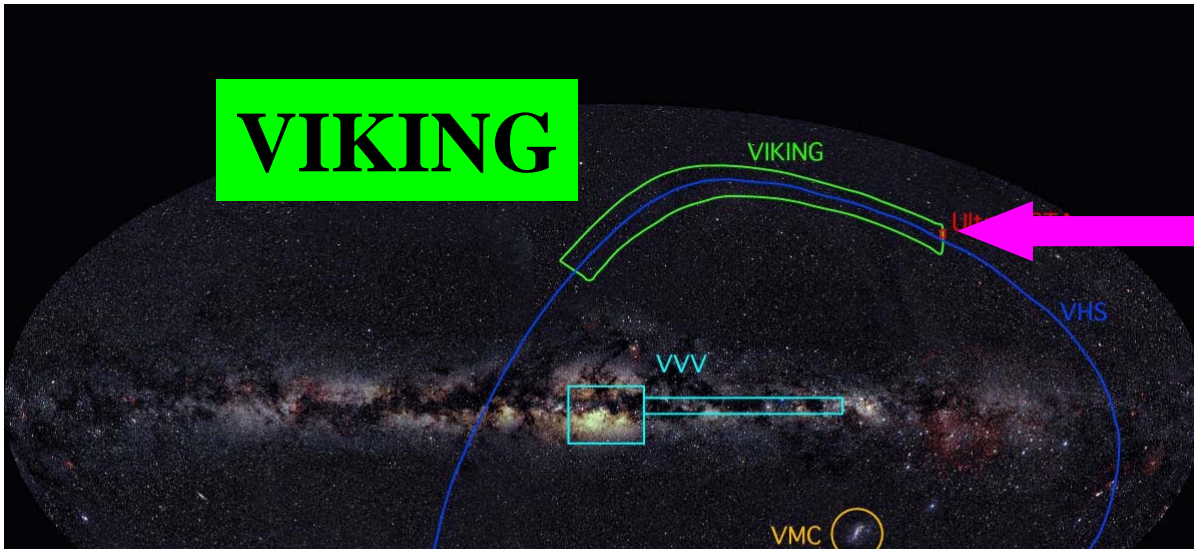
VISTA/VIKING

1500 seg^2

$z=22.6, Y=21.7, J=21.2,$
 $H=20.1, Ks=19.3$
(Vega, 10 sigma)

1mag超深い

VIKING



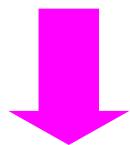
VIKING-N(北):
すばるから
観測可能

深いzバンドイメージがない

NIRカタログ中の $z > 6.7$ QSOの個数

UKIDSS/LAS Yの限界等級ぎりぎりまで使用

$z \sim 6$ QSO LFから大きな進化なし



LAS 1000平方度あたり3個

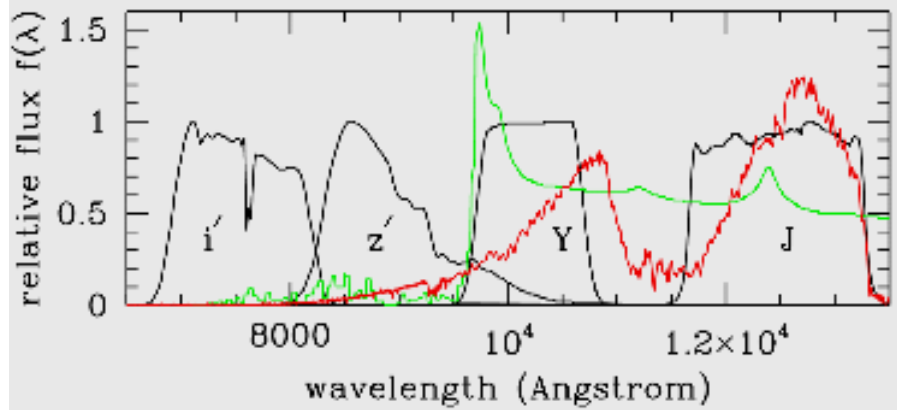
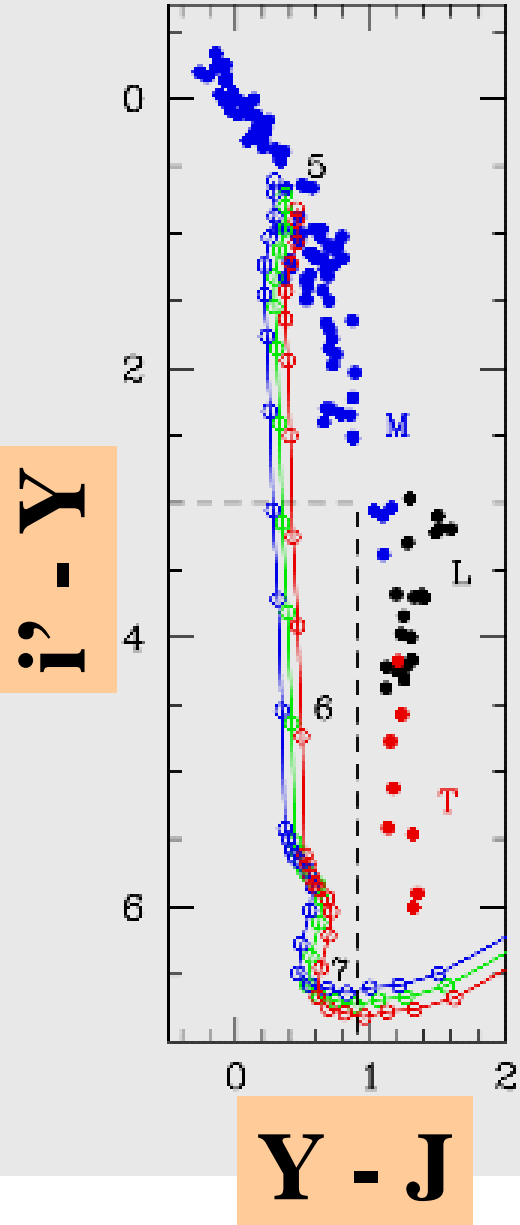
実際はこれより少ないだろう

VIKING-N: 1.4等暗い

約5倍の数密度

800平方度で、10個?

典型的(平均的)なY-Jは
QSO(緑)とBD(赤)で異なる



実際のBDの色はばらつき

ばらつきのtailがQSOに少し
かかるだけで、莫大なコンタミ
(BDの方がはるかに数が多い)

NIRカラーによる選別は不可能

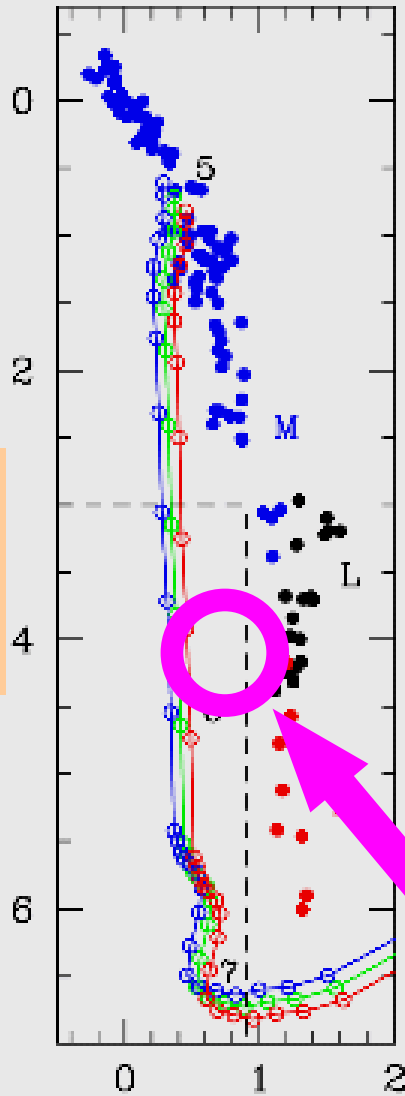
Mortlock (英)ら

Y-Jがより青く、エラー小さい天体

3-4m望遠鏡 (NTT) でzバンド撮像

8m望遠鏡 (VLT, Gemini) で分光

$i' - Y$



$Y - J$

$Y - J = 0.8$

4天体 ($z \sim 6$)

J131911.29+095051.4 ($z=6.127$)

J020332.38+001229.2 ($z=5.86$)

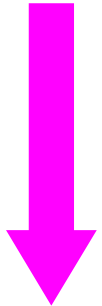
SDSS141111.29+121737.4 ($z=5.93$)

$z > 6.7$ QSOはLAS-Sにはないと主張

$z > 6.7$ QSO探査

Glikman+08

Palomar 5mでz-band撮像



z-bandで非検出の天体を分光する計画。
しかし、全部受かってしまった。

それでもKeckで分光したらすべてBDだった

Bunker, Chiu (英)

Goto

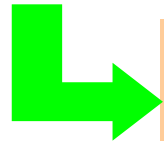
柏川

Chambers

査読論文として報告なし

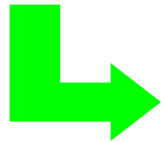
ジレンマ

莫大なコンタミの除去に、厳しいpre-selection



High-z QSOを見落とす

甘めにするると、コンタミが一層増加



8m望遠鏡時間の無駄が増える

HSC zバンドの深くて広い撮像データがあれば、望遠鏡時間を無駄にすることなく、かつ、候補を見落とすことなく選別できる

BD:zで簡単に受かる

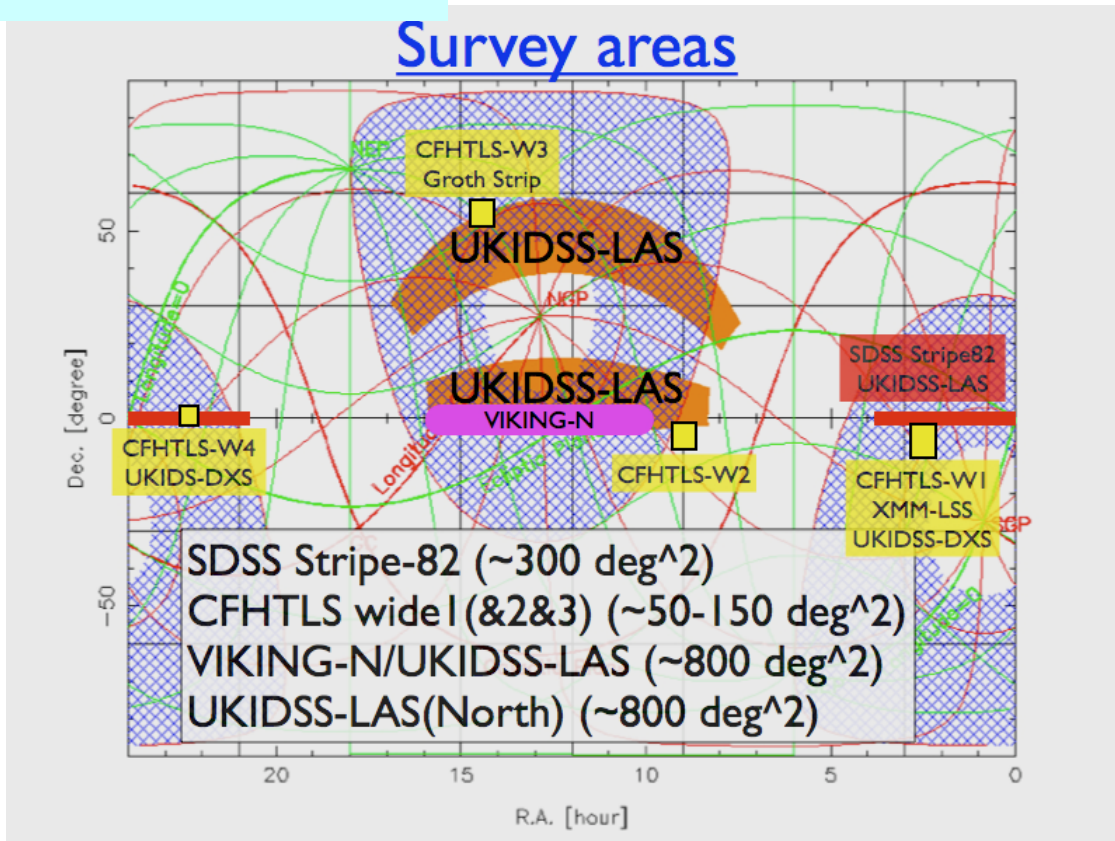
QSO:受からない

少し待たなければならぬのが難点

HSC戦略枠の観測領域への希望

注:新たに観測時間を要求するものではない

HSC戦略枠



SDSS Stripe82 :
270 平方度

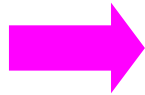
VIKING-N :
800平方度

LAS北or南側 :
800-1000平方度

HSC wideの限界等級

Vega、 5σ

$z = 24.4$

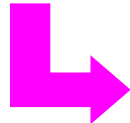


LAS、VIKINGと組み合わせて
既知のBDを除去するには充分

$Y=23.1$



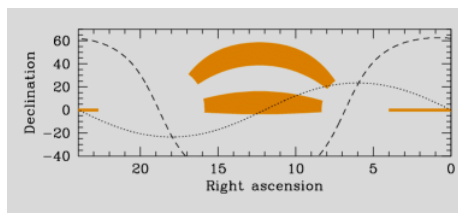
(実現されれば) Yバンドも深い



$z > 6.7$ faint QSO探査

柏川さんトーク

LAS-S(南)



長所: ALMAで観測できる。ただし赤道面近く。

短所: VLT 4台。すばるで研究をリードできない。

LAS-N(北)

長所: Follow-up観測で、すばるがリードできる。

短所: ALMAで観測するのが困難。

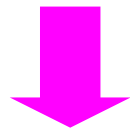
重力レンズ(浜名さん): どちらでもよいが、北が良い?

私見: High-z QSOの観点だけなら、北が良い

想定問答集

1. LAS-Sは、英チームがVLTで候補をかなり観測。
後発のHSCで、何が残っているのか？

彼らが見落としている $z > 6.7$ QSOを、HSCの深い z バンドを基に発見できれば最高。たとえ見つからなくても、新たに観測時間を使うものではないので、無駄にはならない。



LAS-Nの方が、あまり開拓されておらず、すばるが重要な地位を占める。

想定問答集

2. ALMAによる分子ガス追観測が重要という説。

high- z なので、非常に高励起の分子ガスか[CII]しかカバーできない。これらは本当に本質的？

$z > 2$ QSOでは、本当に必要な分子ガスのデータは、EVLAで得ることになるはず。

3. ACTサブミリサーベイとのsynergy (特に銀河団)

LAS-Sとは全く無関係の領域を観測している

すばるによるFollow-up観測

QSOかBDかの区別のための分光は、
基本的に必要ない(と考えている)

NIR分光 (>1 μm) は必要

MOIRCS

QSOの z を精度よく導出

SMBH質量を導出(ライン幅と
静止波長の可視光度から)

IGMの物理状態の研究

万一QSOでなければ、Y型褐色矮星の初発見?

まとめ

HSC戦略枠の観測領域を賢く選べば、
新たな観測時間を要求することなく、
 $z > 6.7$ QSO研究に関して、重要な結果が
得られる可能性がある。

VISTA/VIKING and LAS-N or -S

VISTA/VIKINGのデータがアクセスできる段階で、
HSC z バンドが取得され始めればベスト。

逆なら成果を英にごっそり持って行かれる。

End