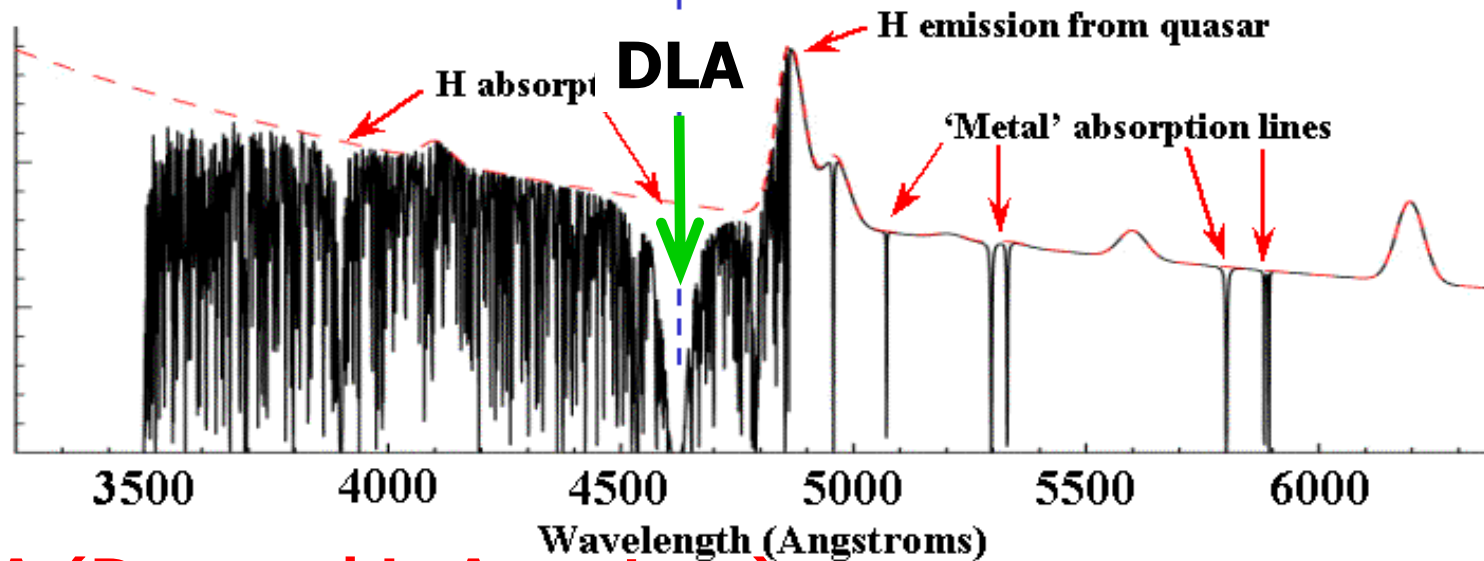
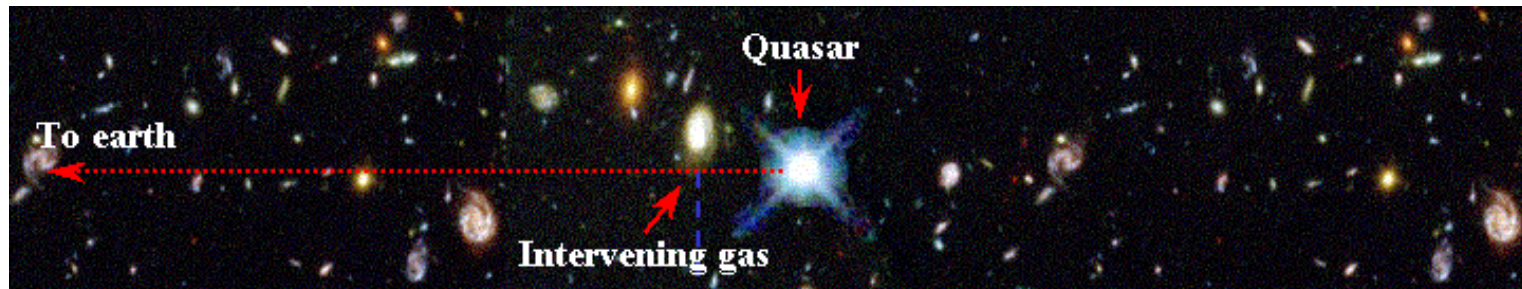


DLAは円盤銀河の祖先か？

柏川伸成
(NAOJ)

DLA: Damped LyA system



■ DLA (Damped LyA system)

- DLA: $\log(\text{NHI}) > 20.2$, sub-DLA: $\log(\text{NHI}) > 19$
- 中性水素の80%はDLA (Noterdaeme+09)
- $z > 2$ で L^* 銀河の10倍以上存在する。
- 中性水素reservoirsとしてのDLAにどうやって"火"が点いて星が生まれるのか? → 銀河との関係は?

DLA = disk galaxy ?

■ DLA=disk galaxy (Prochaska & Wolfe 98)

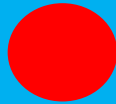
■ $\log(N_{\text{HI}}) > 20.2$: 円盤銀河のHI column densityに相当。

➡ 歴史的な定義であって意味は不明瞭。この分布関数 (=銀河の光度関数)は、
この定義が特定の

■ 低金属量が特徴的な、most-poor

➡ 分散が大きい

QSO



円盤銀河

DLA

■ DLAは、(回転速度 $\sim 200\text{km/s}$)のものと一致し、edge-leading asymmetric profileを持つ

(Prochaska & Wolfe 98)

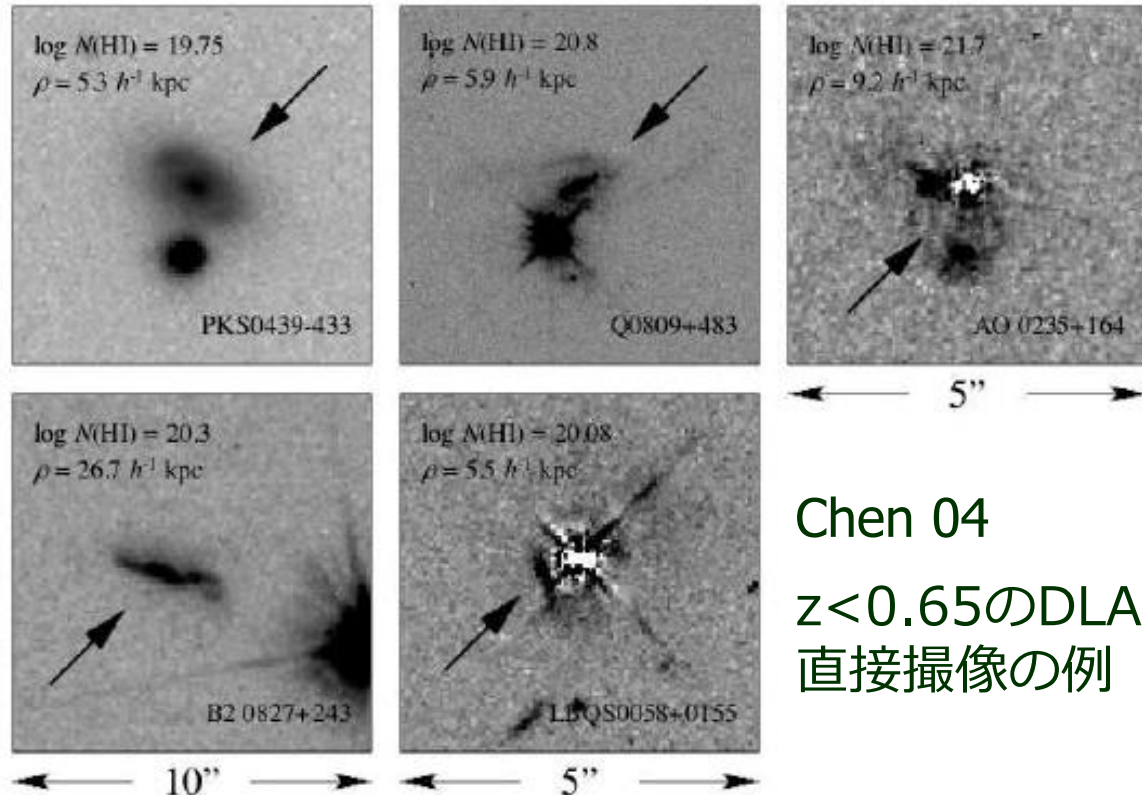
DLAに付随する銀河を直接検出しよう。

➡ “回転”の直接証拠にはならない。Proto-galactic clumpの運動でも説明できる(Haehnelt+98).
galactic wind?

low-z DLA銀河の直接検出

- DLAの直接撮像（DLAに対応する銀河を輝線・連続光として検出すること）—「影」の「光」を探す—は非常に難しい。
- 明るいQSOのLOSからの距離が約1arcsecと非常に近くに存在し、しかも断然暗い。

- low-z ($z < 1$)ではDLA銀河が17例見つかった（Peroux+11）。
- 直接撮像をしてみると、普通のspiral、Irr、dwarf銀河、LSB銀河などを含む様々な銀河が対応する。



Chen 04

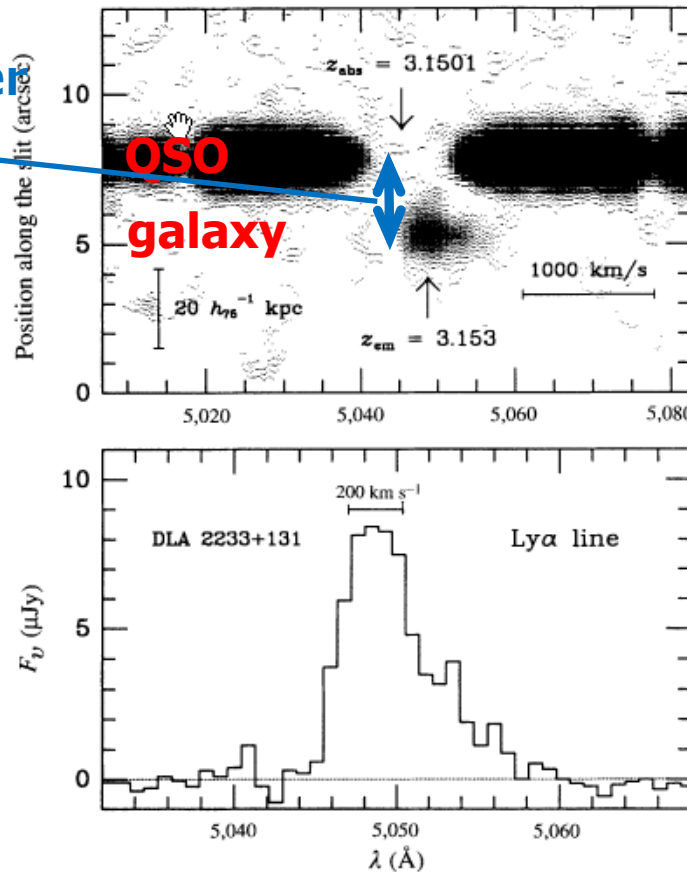
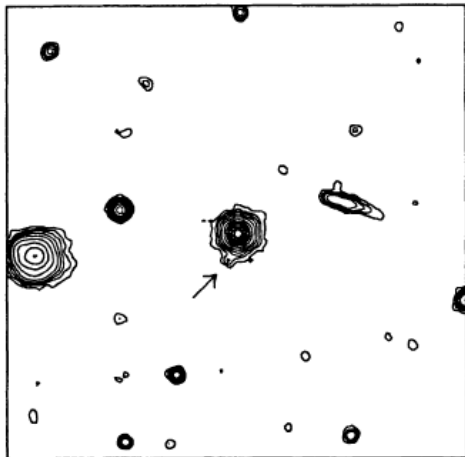
$z < 0.65$ のDLA
直接撮像の例

high-z DLA銀河の直接検出

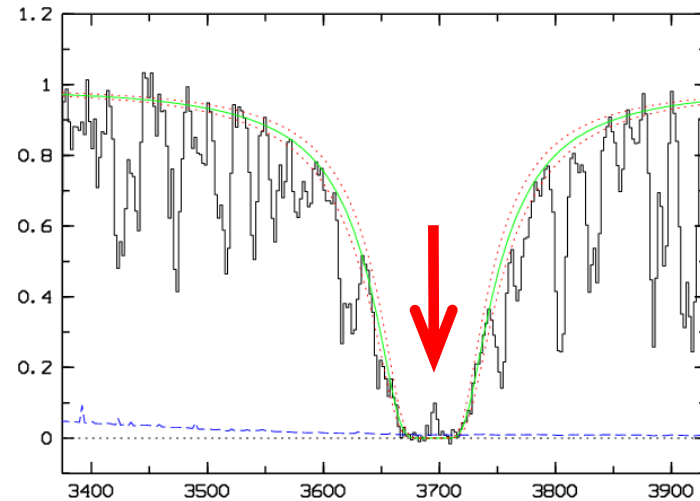
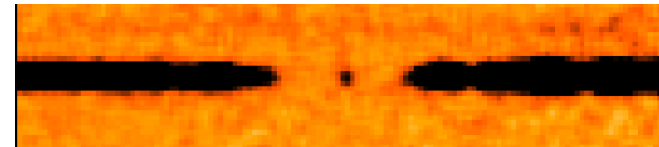
- $z > 2$ ではわずかに8例。 $z > 3$ では2(1)例。
- 撮像しても一番近い天体と同じ z とは限らない。
- 分光するにはどこにスリットを当てればいいのかわからない。
- なぜ検出されない？ SFRが低すぎる？ impact parameterが小さすぎる？

impact
parameter
= b

Djorgovski+ 96

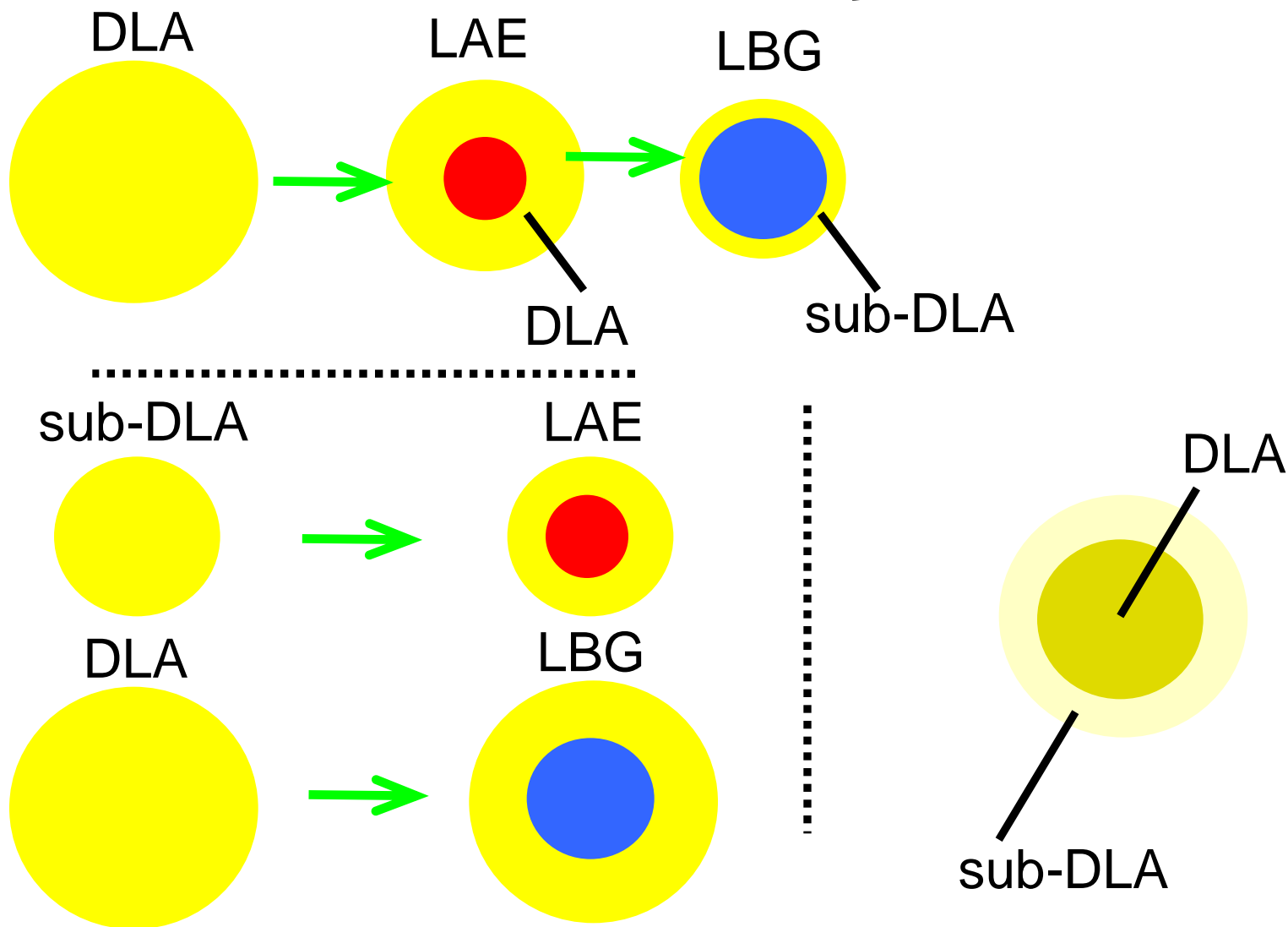


Moller+ 04

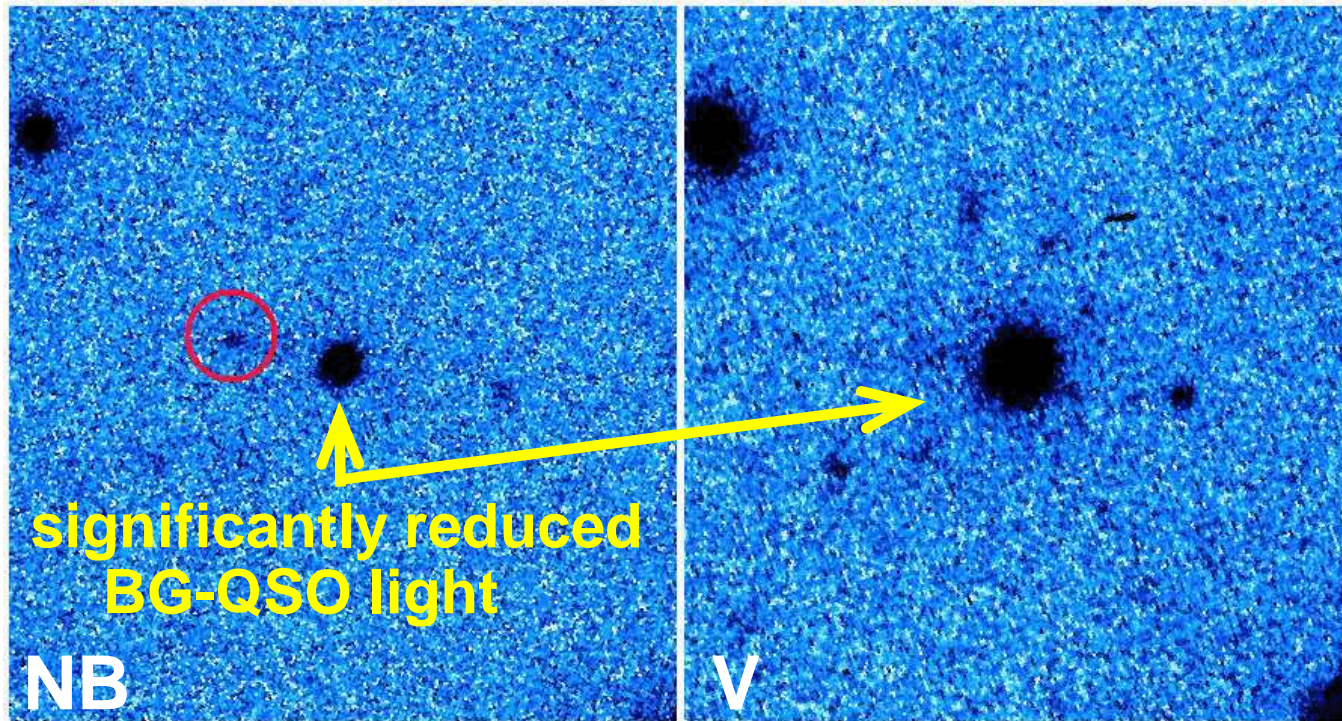


DLA-LAE-LBG

- LBG/LAE=selected by luminosity/color
 - DLA/sub-DLA=selected by column density
- } High-z object

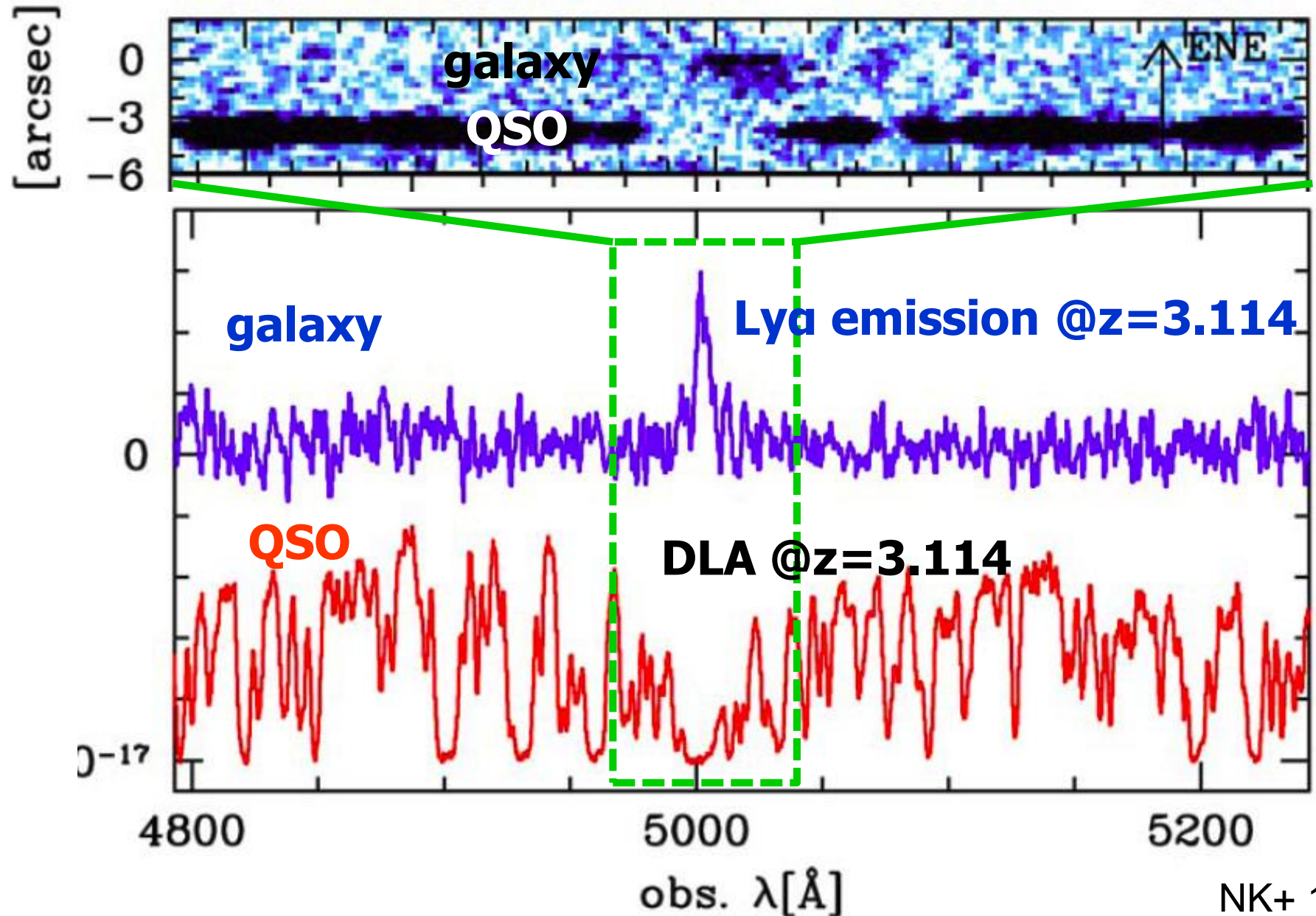


J031036.84+005521.7

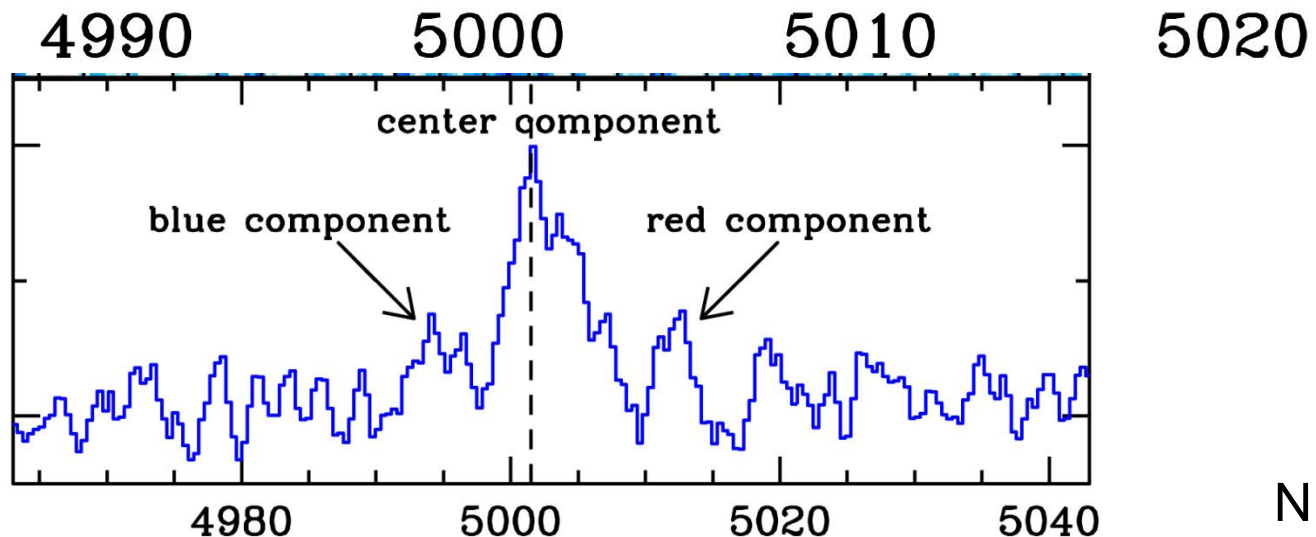
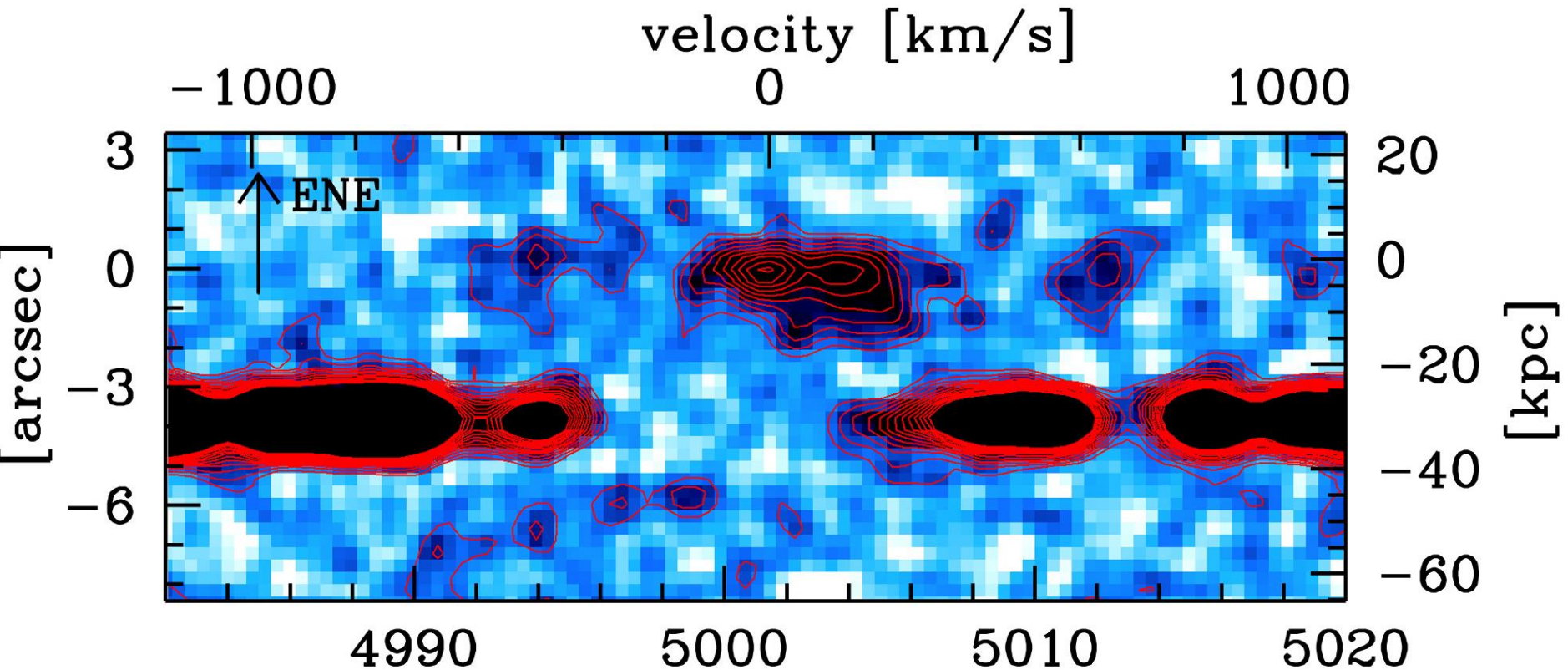


- DLA galaxy search w/Subaru-FOCAS
- SDSS J031036.84+005521.7
 - $N_{\text{HI}}=20.2$ (subDLA)
 - $z_{\text{abs}}=3.114$, $z_{\text{Q}}=3.782$
 - apparent excess in NB, no continuum flux
 - large $b=28\text{kpc}$

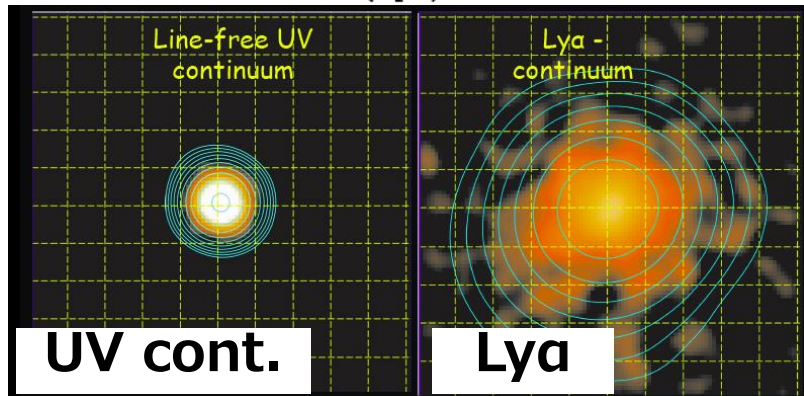
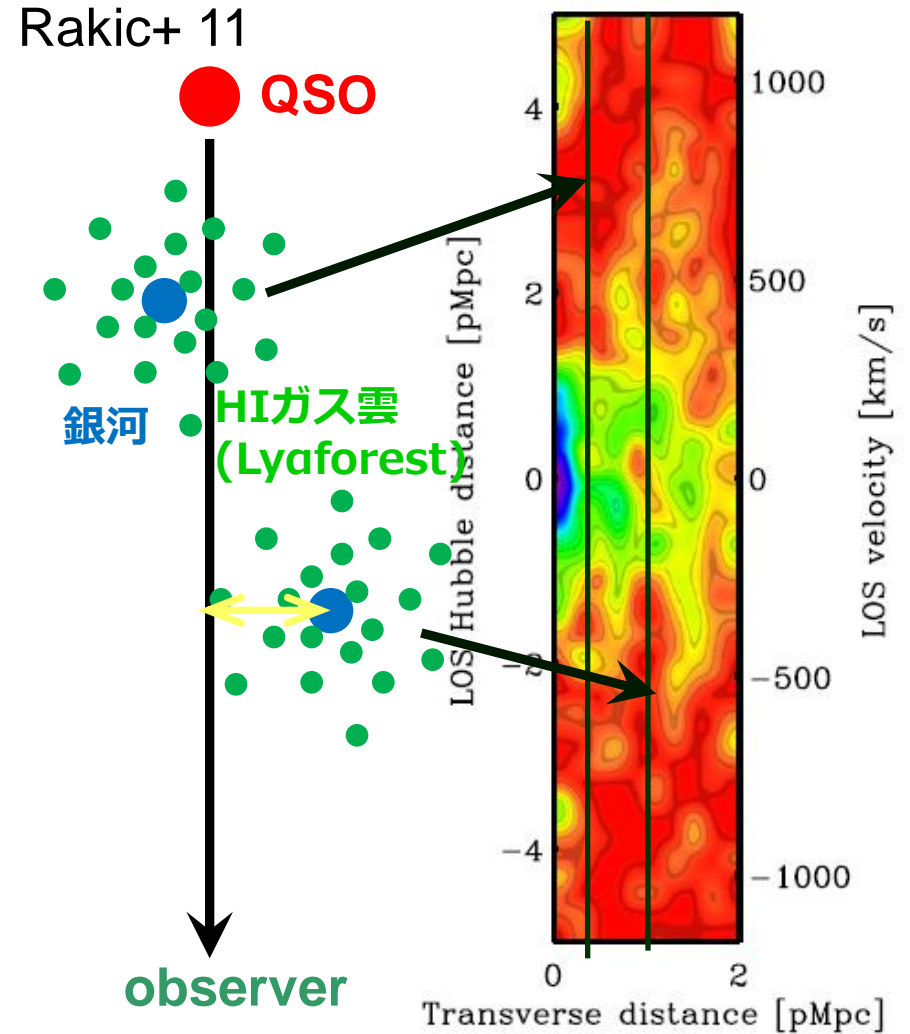
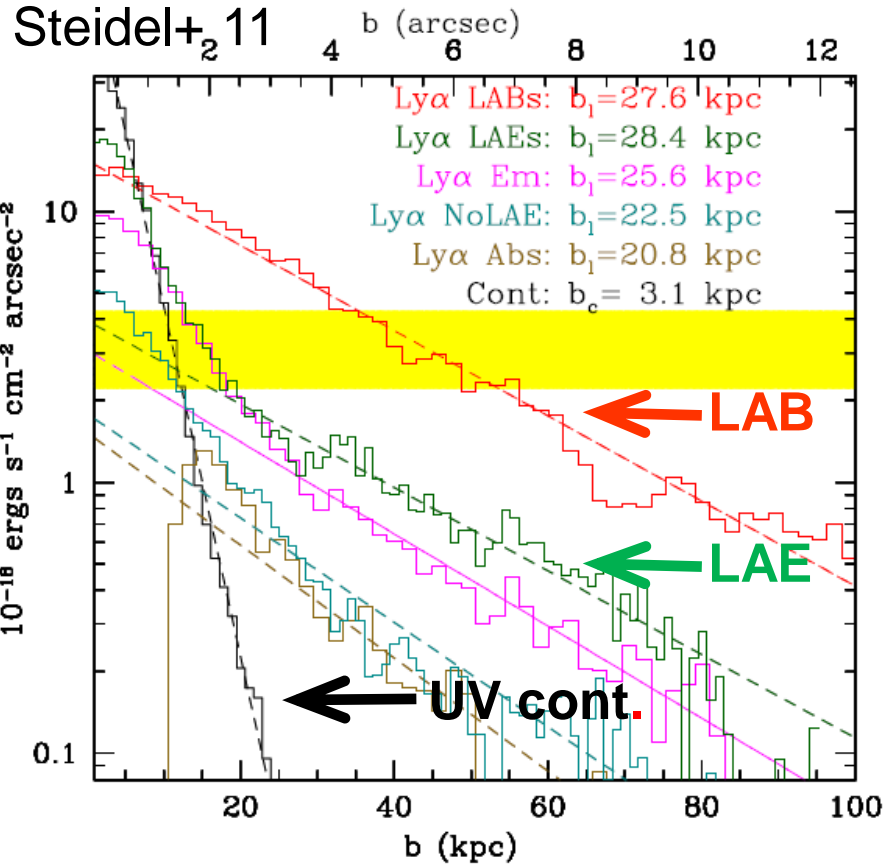
J031036.84+005521.7



J031036.84+005521.7



A generic feature of Ly α halo



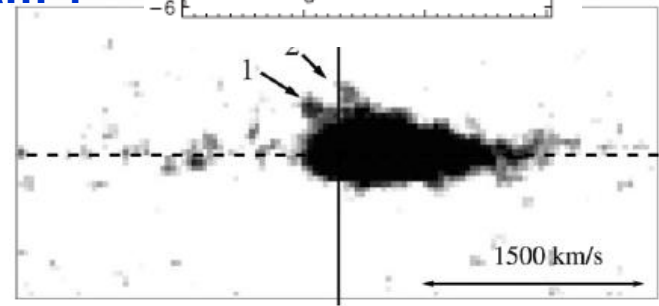
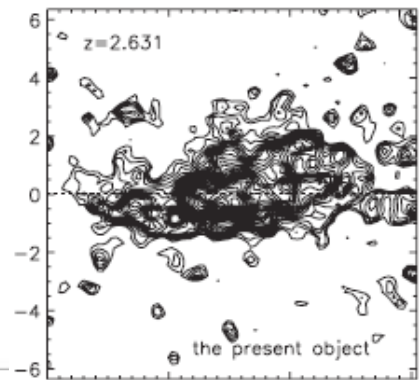
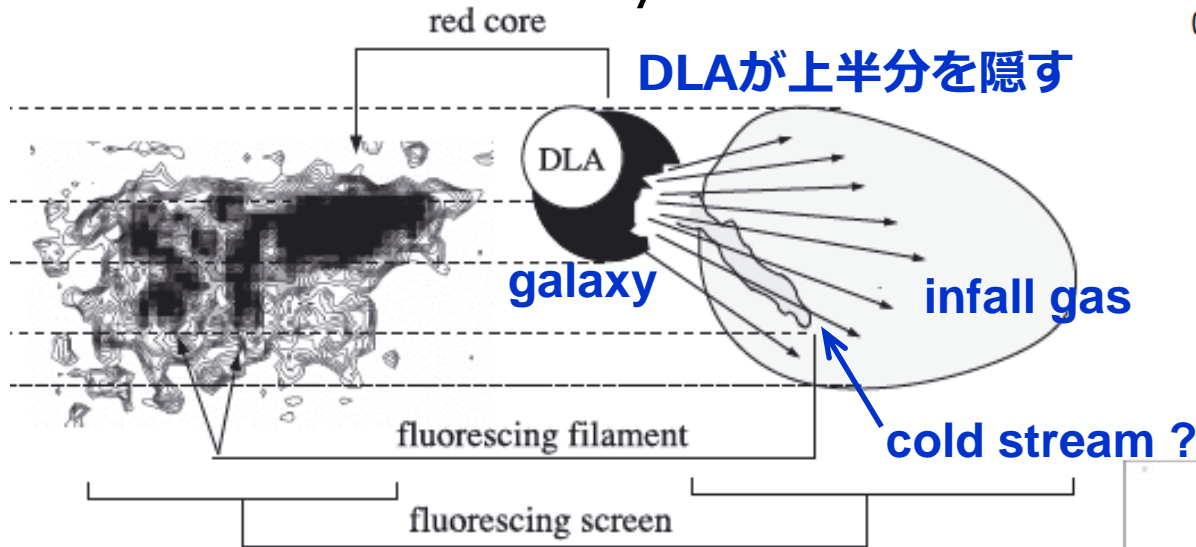
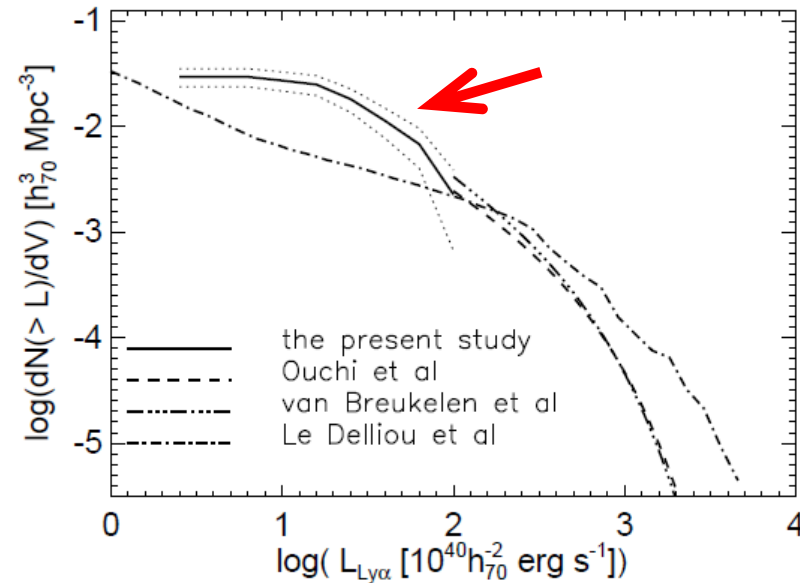
- CGM中のHIは2Mpcまで広がり、 $Ly\alpha$ photonを散乱する。
- 普遍的な $Ly\alpha$ haloの存在

A population of faint extended LAEs

■ Rauch+ 08, 11, 12, 13

■ VLTで92時間積分blind survey:
 $z \sim 3$ の暗いLAE (SFR ~ 0.07 - $1.5 M_{\odot}$ /yr) を27個見つけた。これまでのLAE LFのfaint側に綺麗につながる。しかもDLA/LLSの個数密度ともよく一致。

■ いくつかは広がったLy α emission

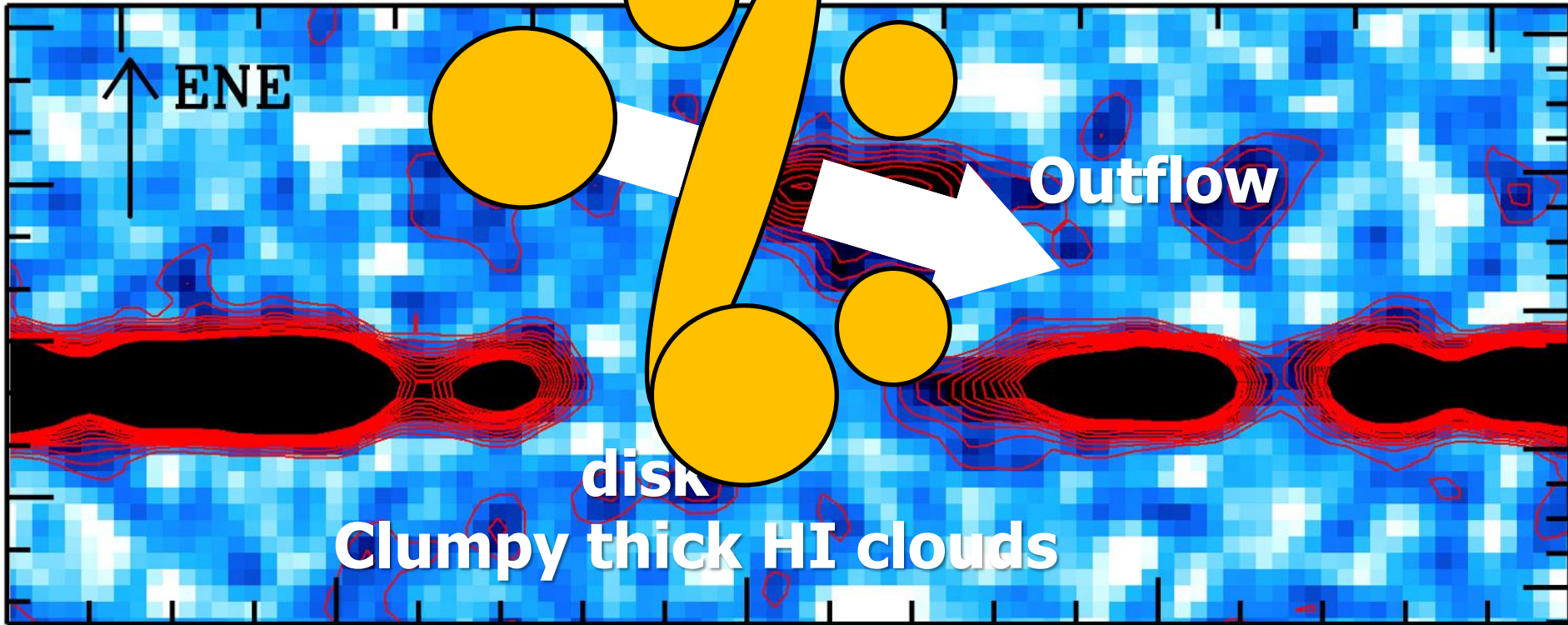


J031036.84+005521.7

velocity [km/s]

-1000

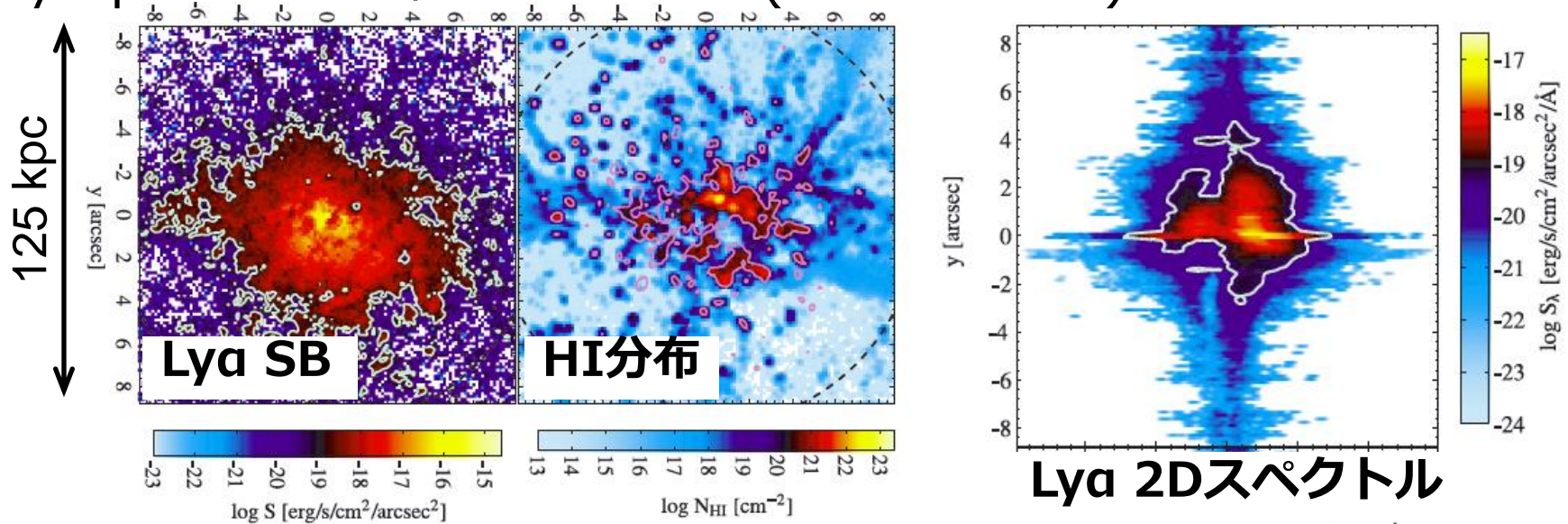
1000



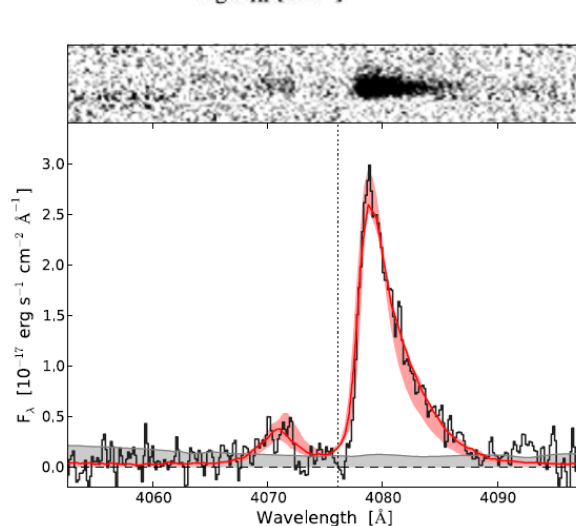
- CGM中のclumpy thick HI clouds + outflow
- diskがなければ古典的なbipolar outflowも存在しない。
- consistent w/LBGs Law+12:
no disk, no collimated outflow @ $z \sim 2-3$ \Leftrightarrow @ $z \sim 1$

DLA × outflow

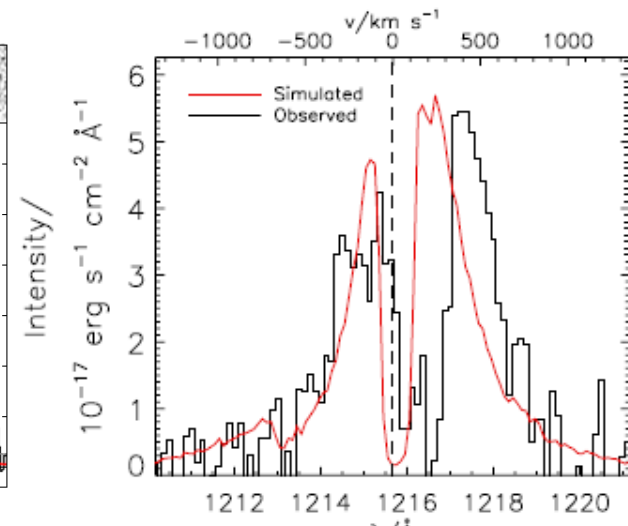
clumpy ISMを持つDLA銀河の輻射輸送モデル。複雑に散乱されたLy α photonは空間的に広がる (Barnes+ 11)。



$z=2$ のDLA銀河で outflowが検出されている。こんな小さな銀河でも？ (but see Chonis+13)



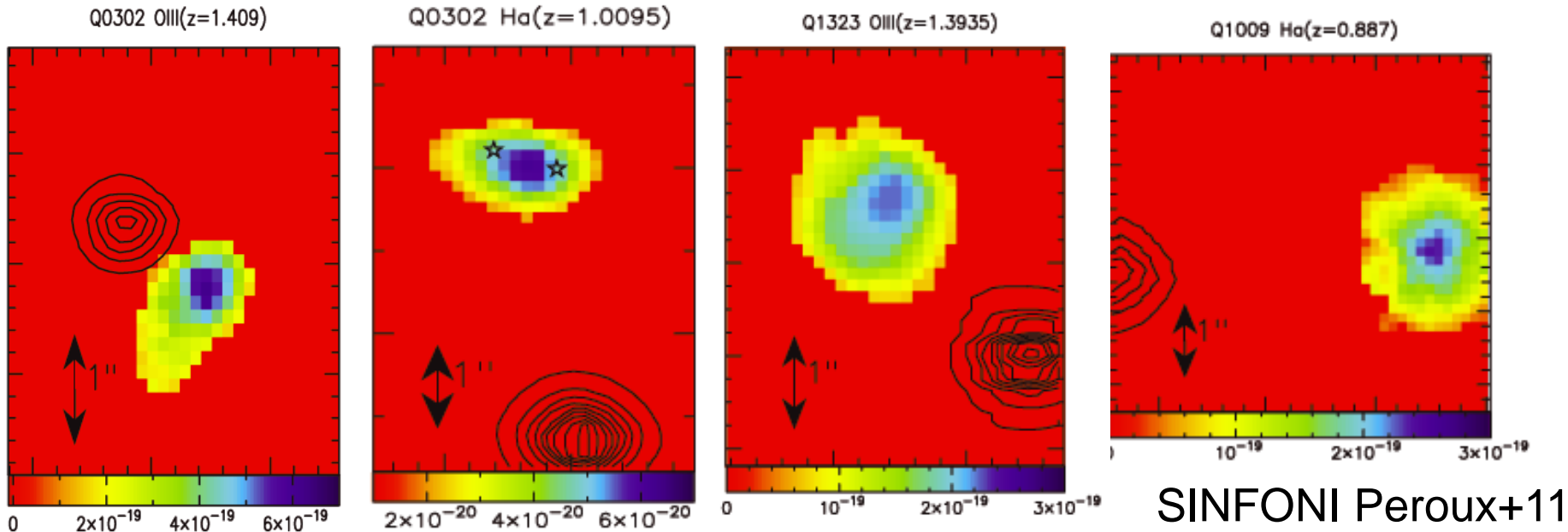
Krogager+ 13



Noterdaeme+ 12

■ 明るいQSOのすぐ近くのどこかにいる暗いDLA galaxyを検出したい。

→ **AO+面分光**



■ ちなみにわれわれもAO+NB撮像での挑戦を続けようとしたが...

- 2008 Subaru/IRCS+NGS: seeing 2''でAO効かず。
- 2009 Gemini/NIRI+LGS: 強風でAO効かず。
- 2011 Keck/OSIRIS+LGS: 人工衛星落下?でレーザー使えず。

Summary

- high- z DLA銀河の直接検出は銀河の初期星形成過程を探る上でも、フィードバック効果を探る上でも重要。
- CGM/ISMのclumpinessとoutflowの関係は $z > 3$ で面白い展開に。
- 「影」の中の「光」：DLA銀河探査は今後のAO+面分光で面白い展開に。