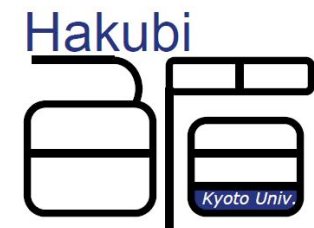


高赤方偏移活動銀河核の 広帯域近赤外分光観測

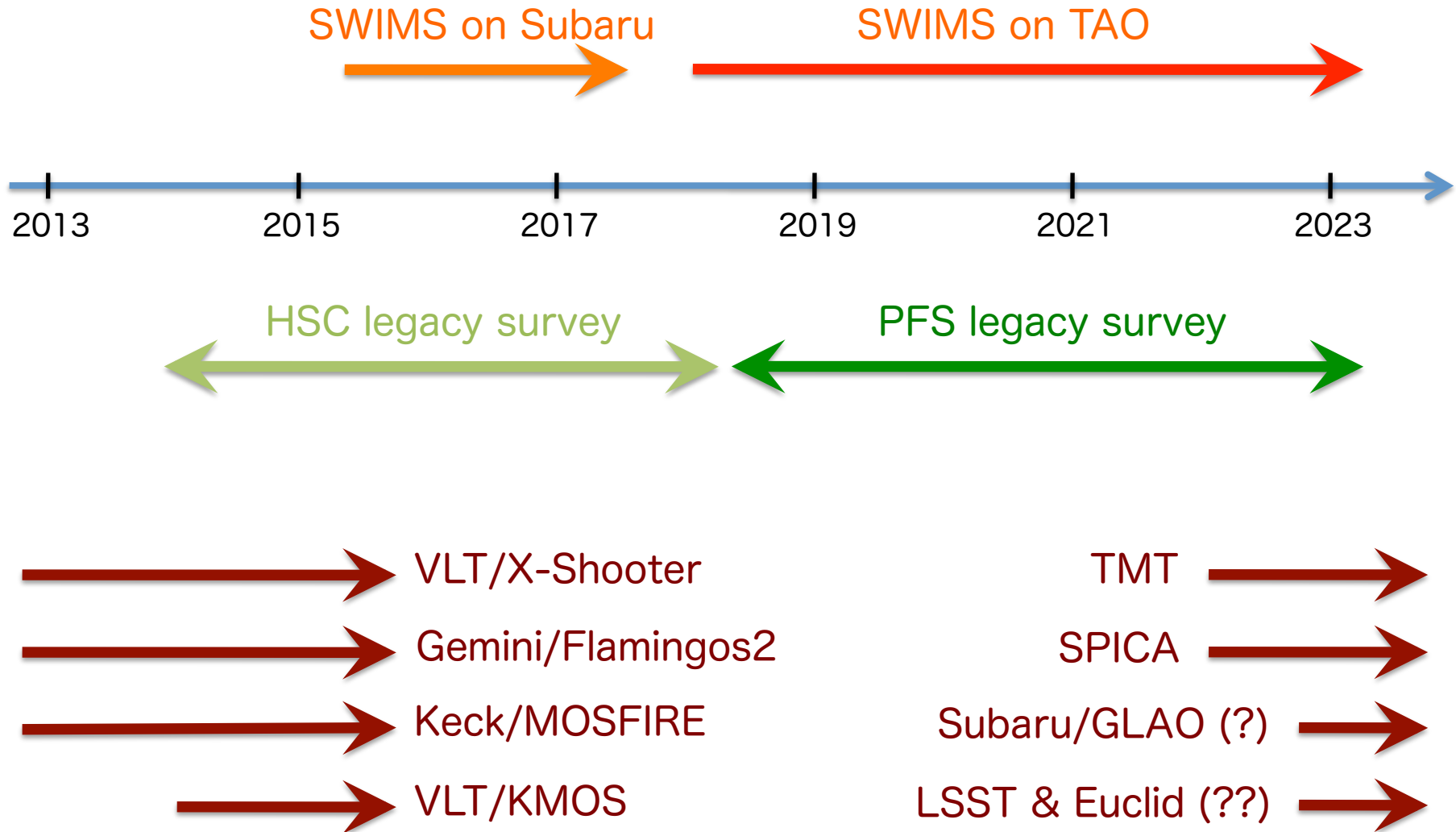
長尾 透

京都大学白眉プロジェクト

*05 August 2013, IoA, Univ. of Tokyo
TAO/SWIMS Science Workshop 2013*



SWIMS: timeline



SWIMS: AGN science cases

(1) Assessing spectra of HSC quasars at $z > 6$

- ~ unknown redshift \leftarrow wide λ -coverage necessary
- ~ M_{BH} through MgII \leftarrow PFS does not work at $z > 4$
- ~ Imanishi-san's talk...はキャンセルになったんですか？

(2) FeII/MgII \rightarrow Fe/Mg \rightarrow Forming epochs of AGNs

- ~ broad feature \leftarrow wide λ -coverage necessary
- ~ continuous feature \leftarrow good atmos. transmission
- ~ Sameshima-san's talk

(3) Others?

- ~ anything that requires a wide λ -coverage?
- ~ e.g., multi lines from narrow-line regions (NLRs)
- ~ (Nagao Ph.D. Thesis)

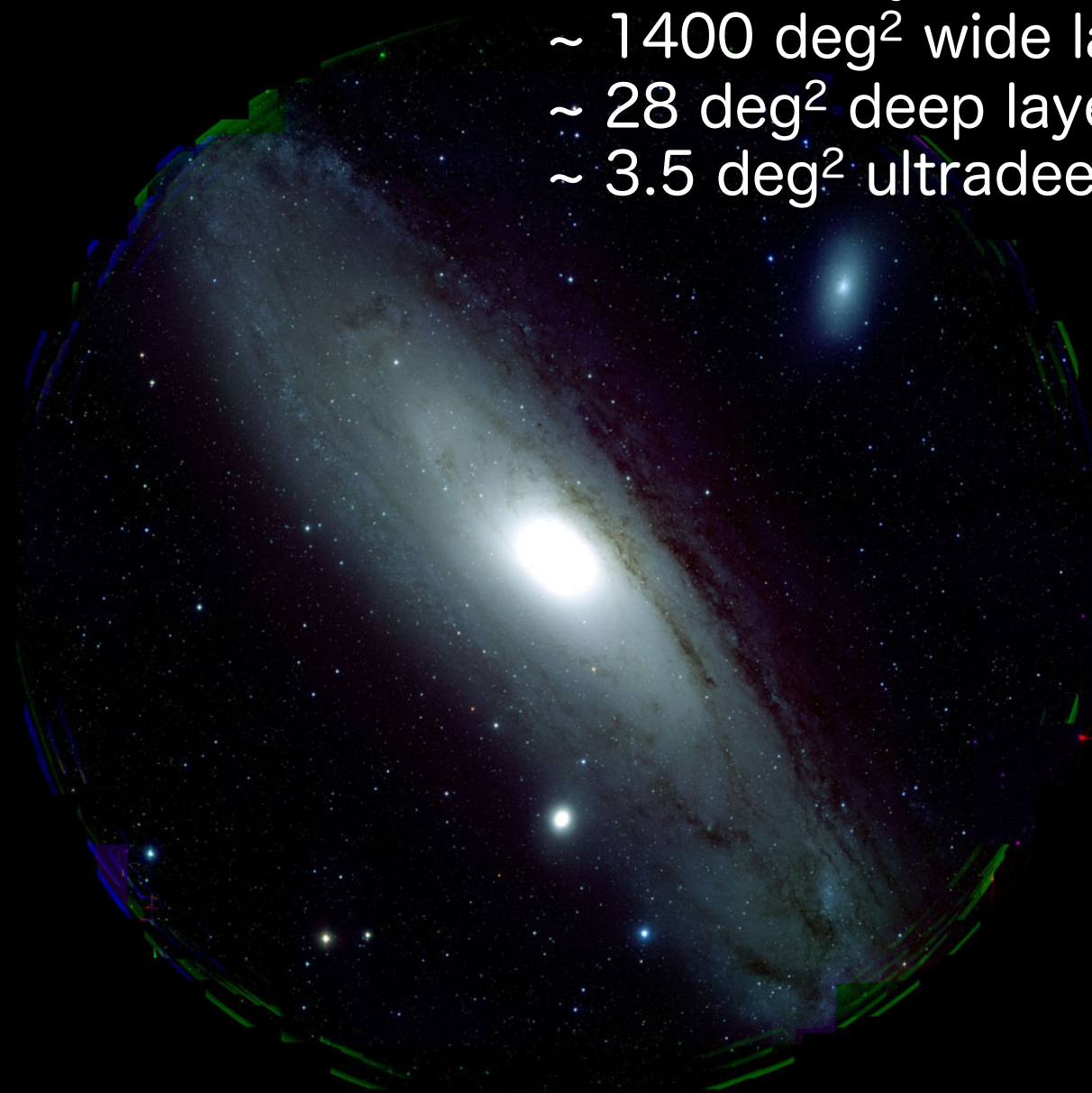
HSC has come!!

HSC SSP survey will start soon!

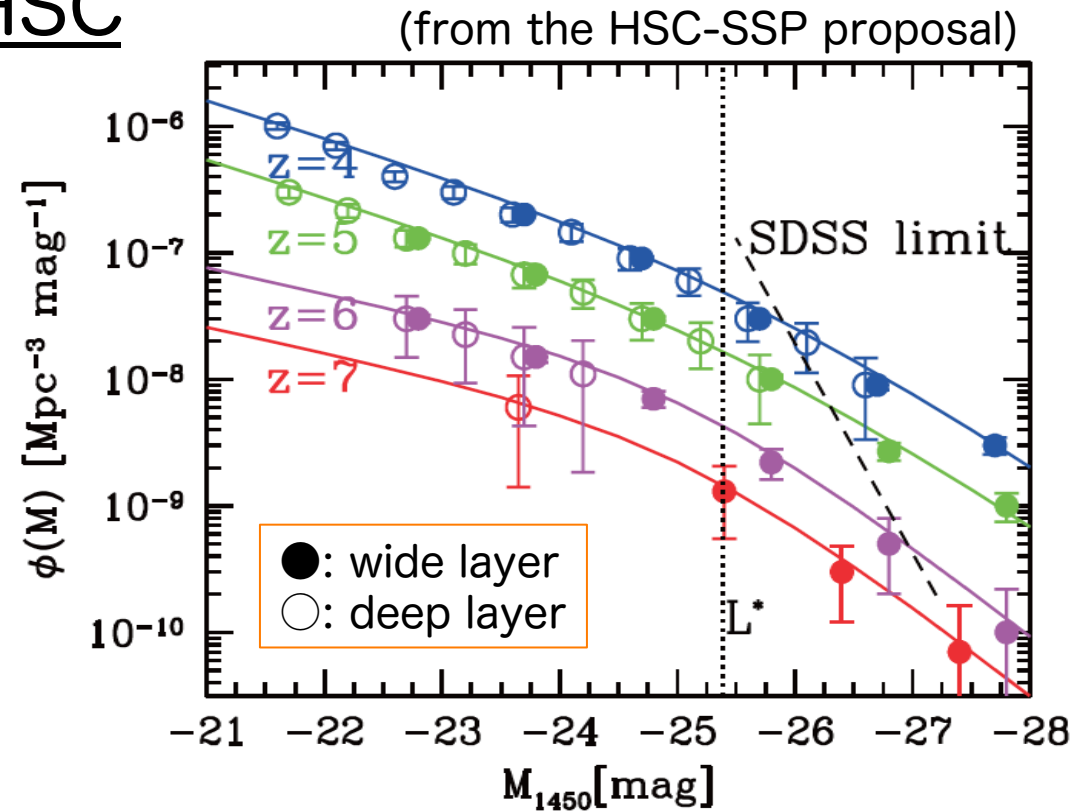
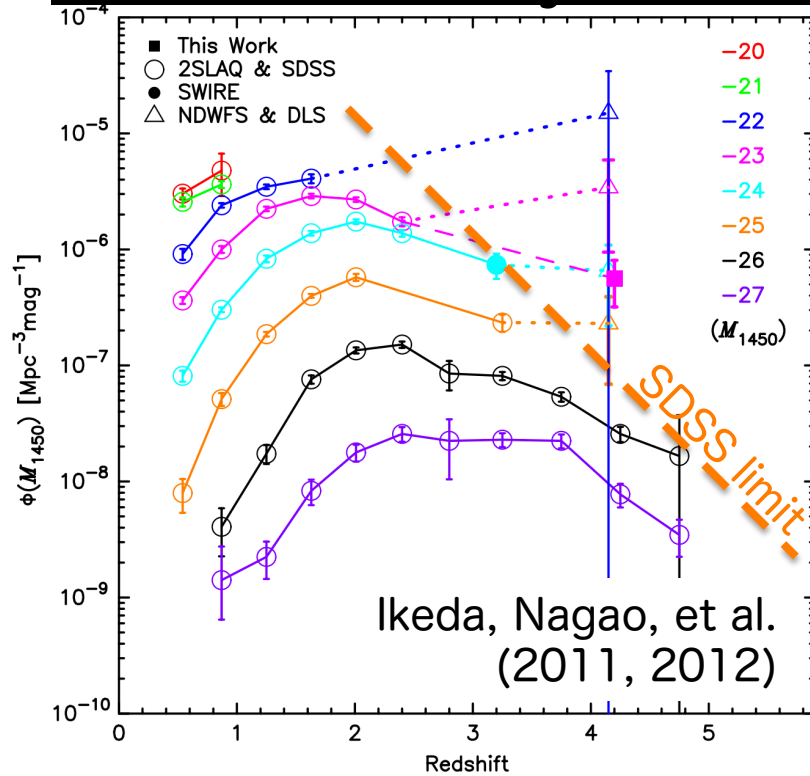
~ 1400 deg² wide layer

~ 28 deg² deep layer

~ 3.5 deg² ultradeep layer



Quasar survey with HSC



- ~ so-called “downsizing” of AGNs
- ~ controversial for high-z low-L AGNs
- ~ deeper & wider AGN survey needed
- ~ HSC-AGN survey (SWANS)
 - chairs: T. Nagao & M. Strauss
 - >30 people involved (incl. students)

- ~ >100 z~6 QSOs & >10 z~7 QSOs
- ~ spectroscopic ID required
- ~ NIR spec needed for secure M_{BH} (for measuring the MgII profile)
- ~ only up to z~3.5 for PFS
- ~ systematic follow-up w/SWIMS !! (without suffering from atom.abs.)

SWIMS: AGN science cases

(1) Assessing spectra of HSC quasars at $z > 6$

- ~ unknown redshift \leftarrow wide λ -coverage necessary
- ~ M_{BH} through MgII \leftarrow PFS does not work at $z > 4$
- ~ Imanishi-san's talk...はキャンセルになったんですか？

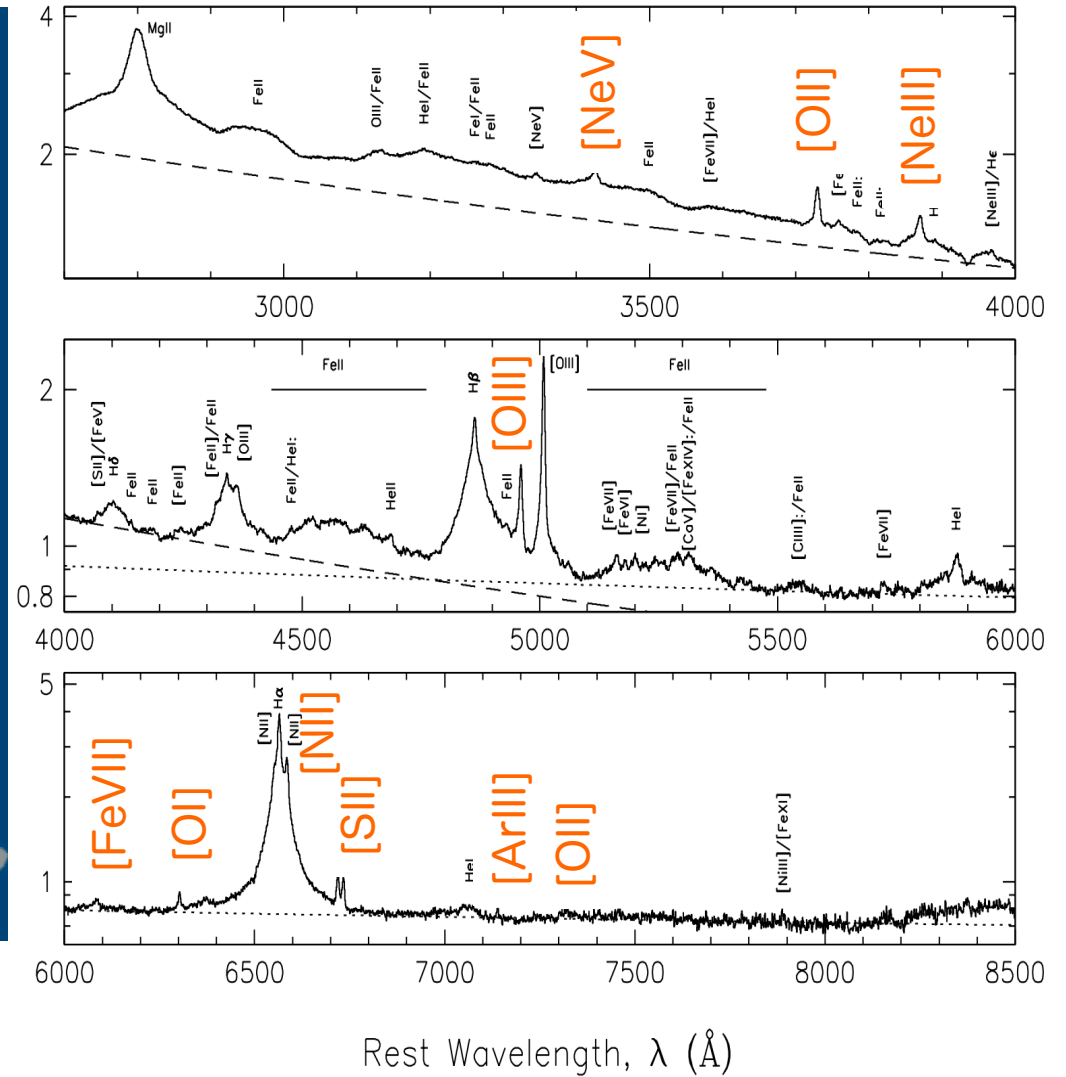
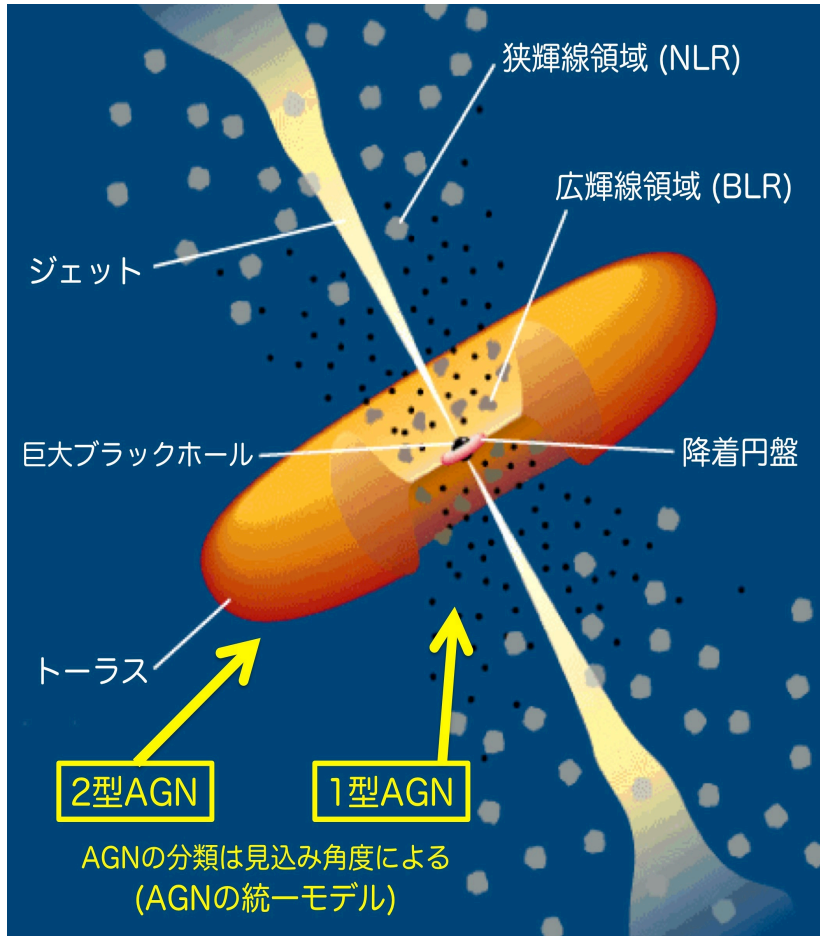
(2) FeII/MgII \rightarrow Fe/Mg \rightarrow Forming epochs of AGNs

- ~ broad feature \leftarrow wide λ -coverage necessary
- ~ continuous feature \leftarrow good atmos. transmission
- ~ Sameshima-san's talk

(3) Others?

- ~ anything that requires a wide λ -coverage?
- ~ e.g., multi lines from narrow-line regions (NLRs)
- ~ (Nagao Ph.D. Thesis)

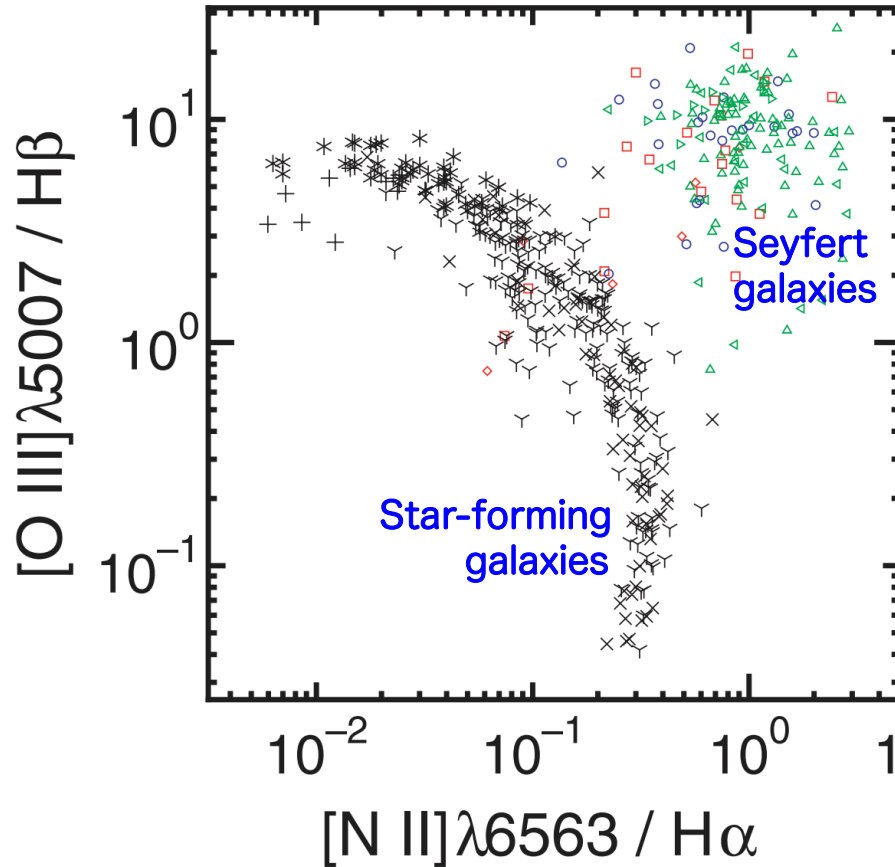
NLRs in AGNs?



Composite spectrum of SDSS quasars
(Vanden Berk et al. 2001)

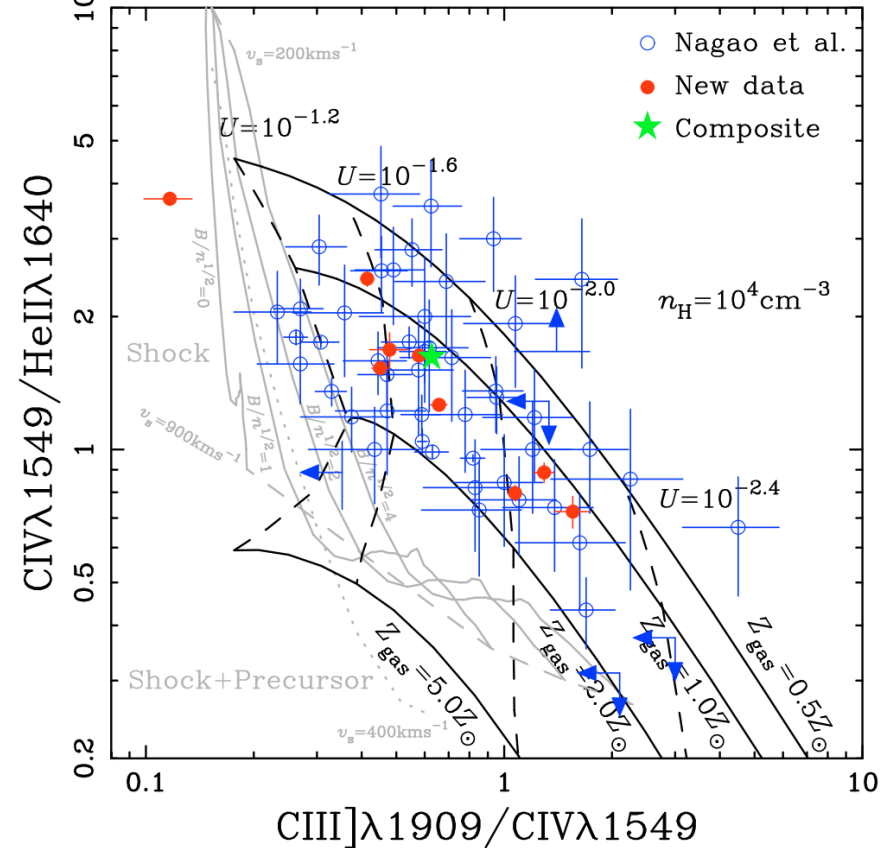
Usage of NLRs?

Nagao et al. (2001)



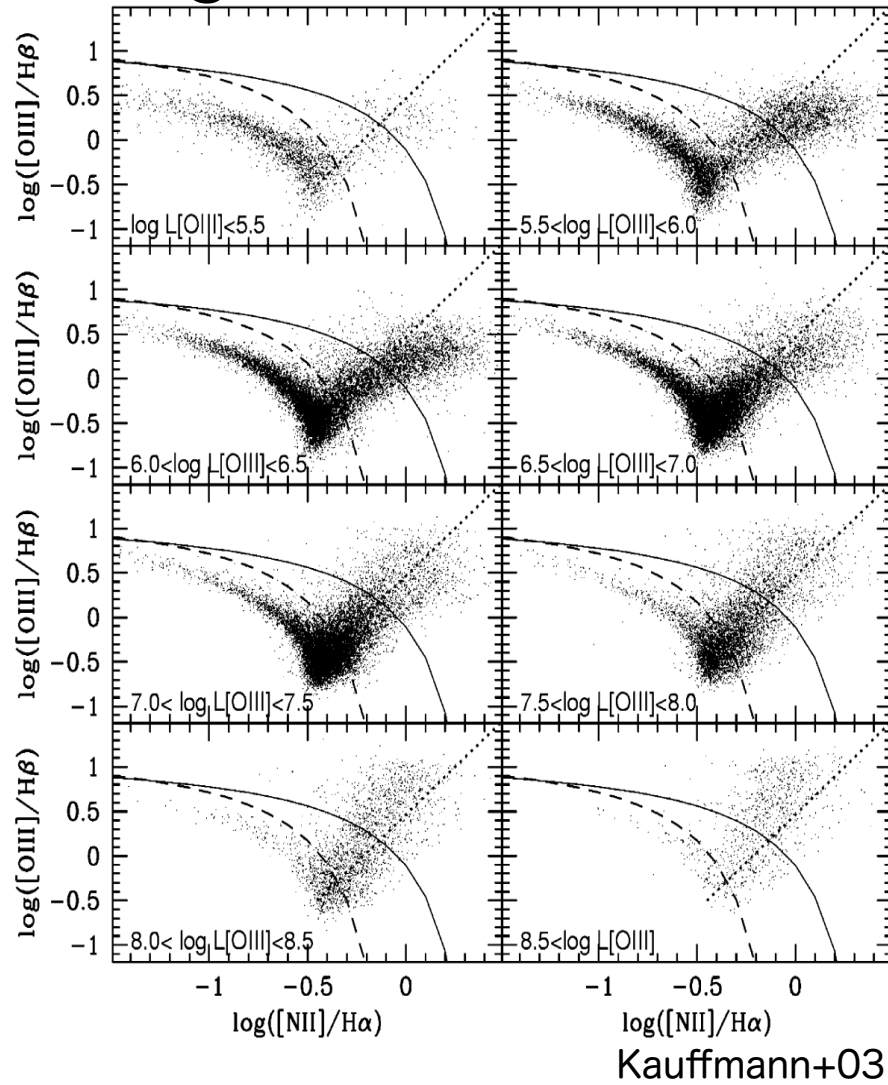
- ~ BPT diagram! (AGN vs SF)
- ~ applicable only for type-2 AGNs
- ~ anyway unimportant for type-1

Matsuoka, Nagao, et al. (2009)



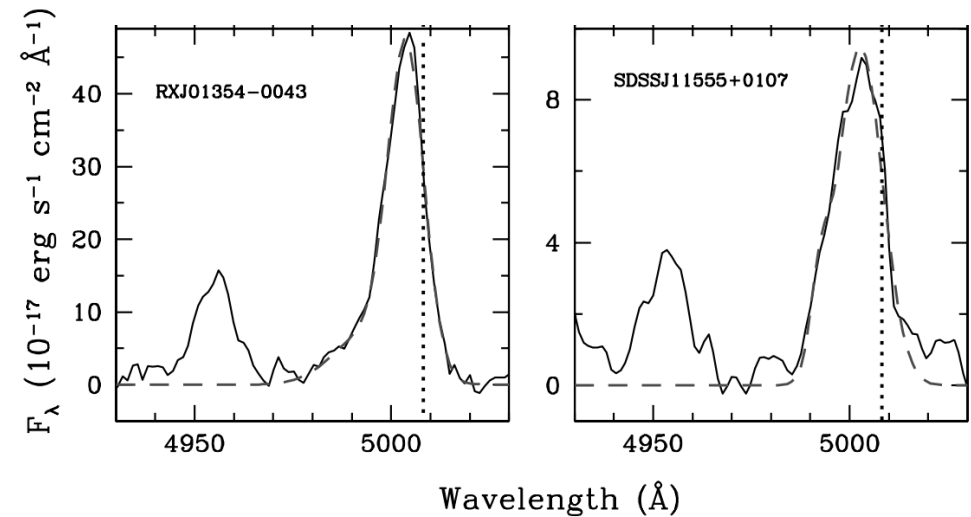
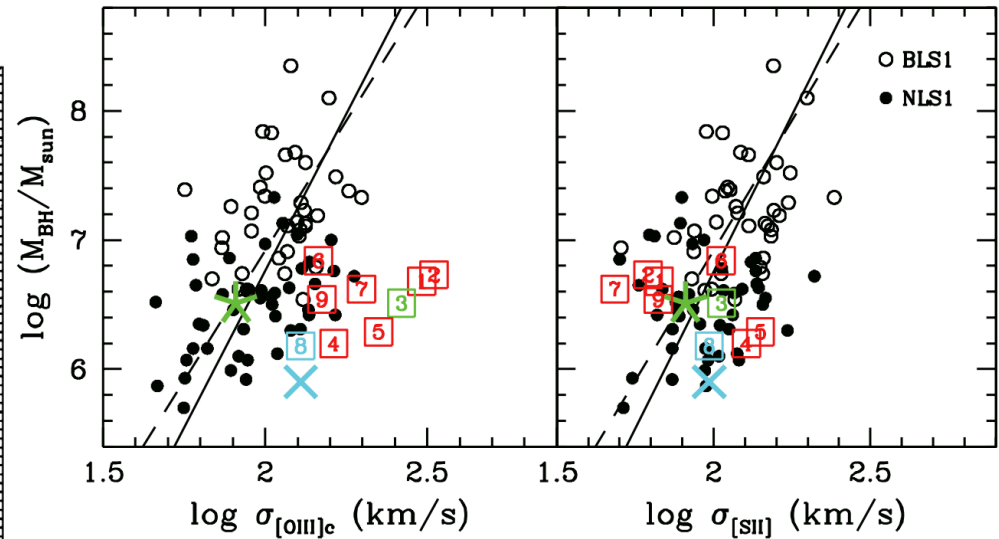
- ~ metallicity diagnostics
- ~ to study chemical evolution
- ~ again, only for type-2

Usage of NLRs? (contd.)



- ~ $L_{[OIII]}$ as a proxy of L_{AGN}
- ~ again, important only for type-2

Komossa+08



- ~ for the host vel. dispersion
- ~ assessing the AGN outflow
- ~ interesting for both type 1 & 2

Usage of NLRs in type-1 AGNs/quasars ??

➤ NLR: type-1 AGNではあまり着目されてきていない

- ~ 輝線強度比診断はtype-2ではいろいろされてるが...
- ~ rest-UVのNLRは(high-z) type-2でしか観測できない
- ~ rest-optの禁制線はtype-1でも観測できるが、Balmerは不可
- ~ rest-optを見るには、high-zだと近赤外分光が必要なので大変

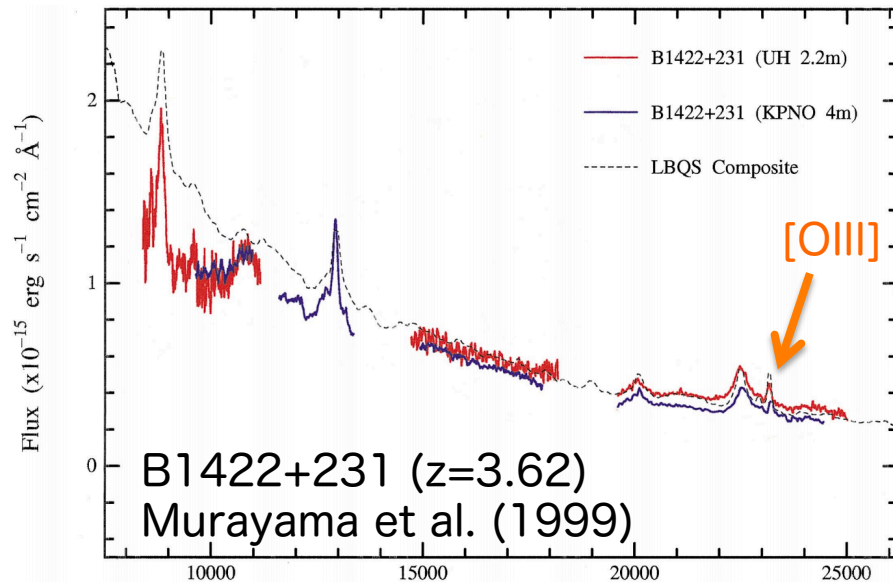
➤ Why type-1? Why high-z?

- ~ type-2はhigh-zで非常に少ない → 進化を調べたいならtype-1
- ~ M_{BH} や L/L_{Edd} はtype-1でしか計測できない
- ~ NLRはBLRと違って母銀河スケールを見ているので
銀河-SMBH共進化の情報を含んでるかもしれない (?)

➤ high-z type-1 AGN (=Quasar) のNLRってどう見えるの？

- ~ これまでの論文に載っているスペクトルを見てみましょう

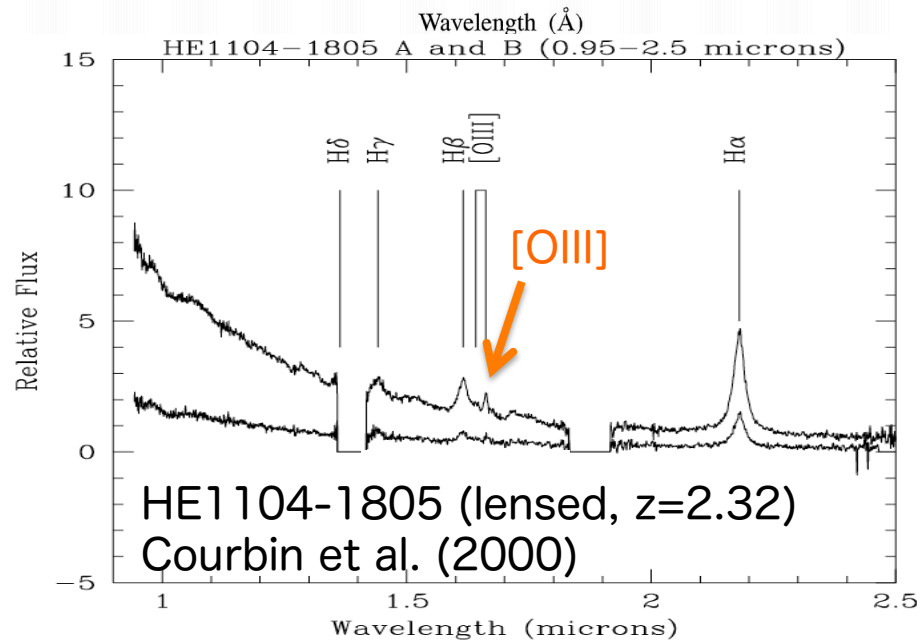
NLRs in quasars: Past observations



$z > 2$ quasars のNIR分光観測

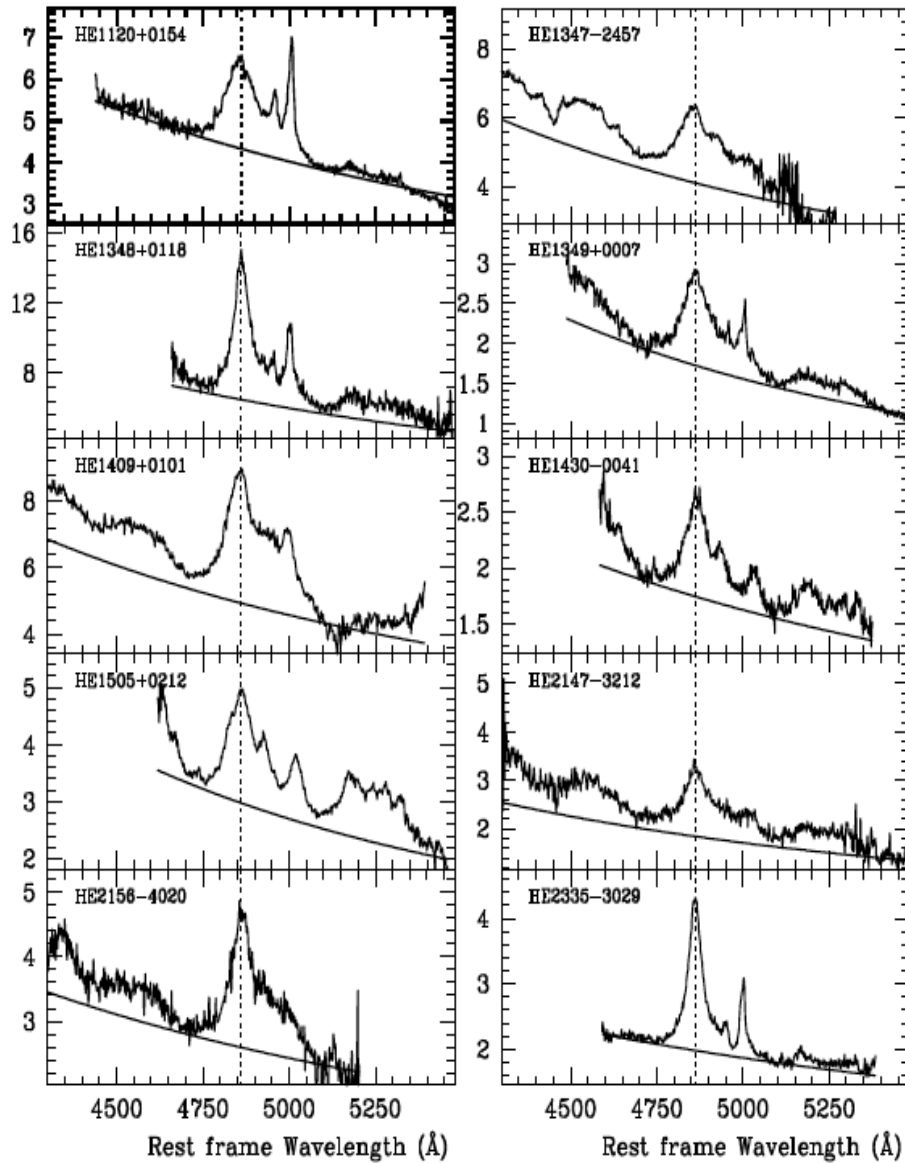
[OIII]が見えてる...けど弱い?
たまたま? 天体の個性?

他の禁制線は全然見えない...
S/Nが足りないから?



だいたいBLRを調べる観測
(Balmer \rightarrow Fe/Mg, M_{BH} , ...)
なのでNLRについては議論なし

NLRs in quasars: Past observations (contd.)



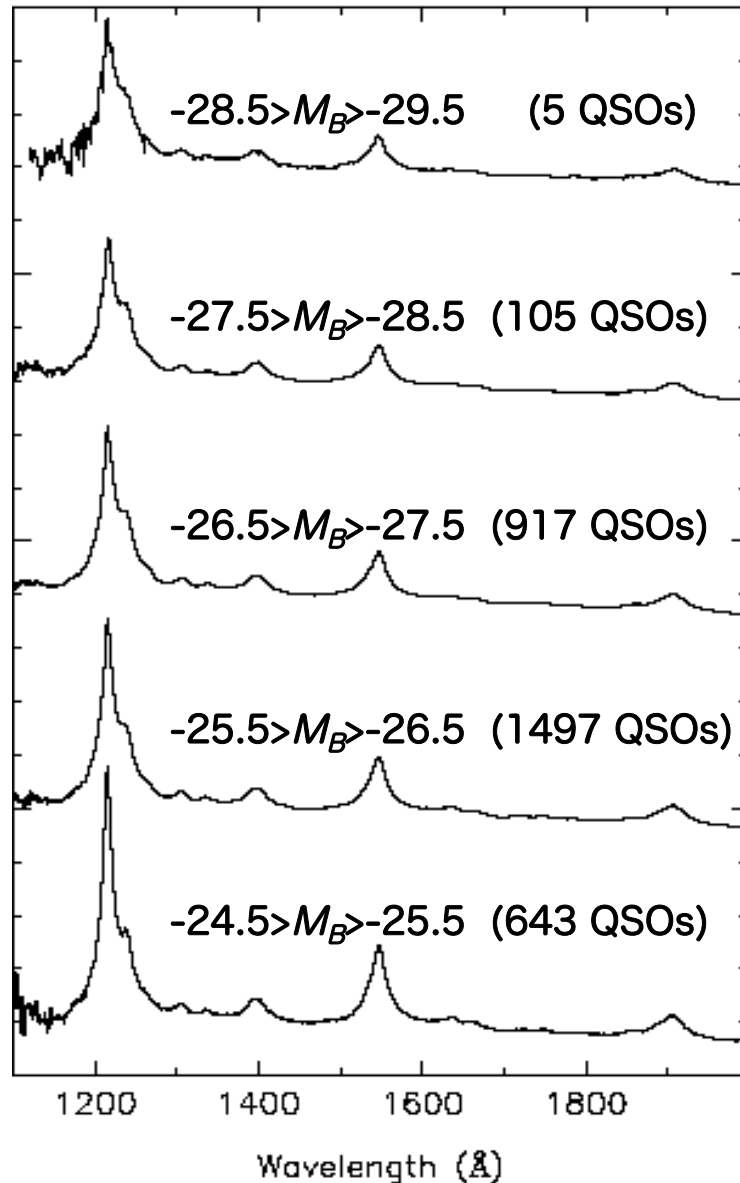
High- z quasarのスペクトルを
近赤外で多数観測してみると。

やはり [O III] が弱い気がする。

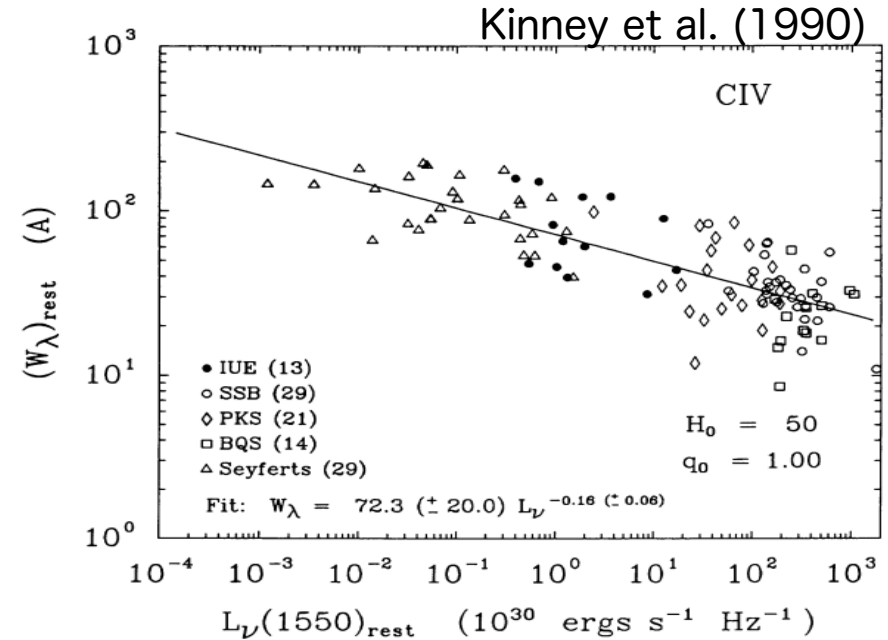
他の禁制線は全然分からない。
波長域が狭いんで当然だけど。

quasars at $z = 1-3$; Marziani et al. (2009)

The Baldwin effect



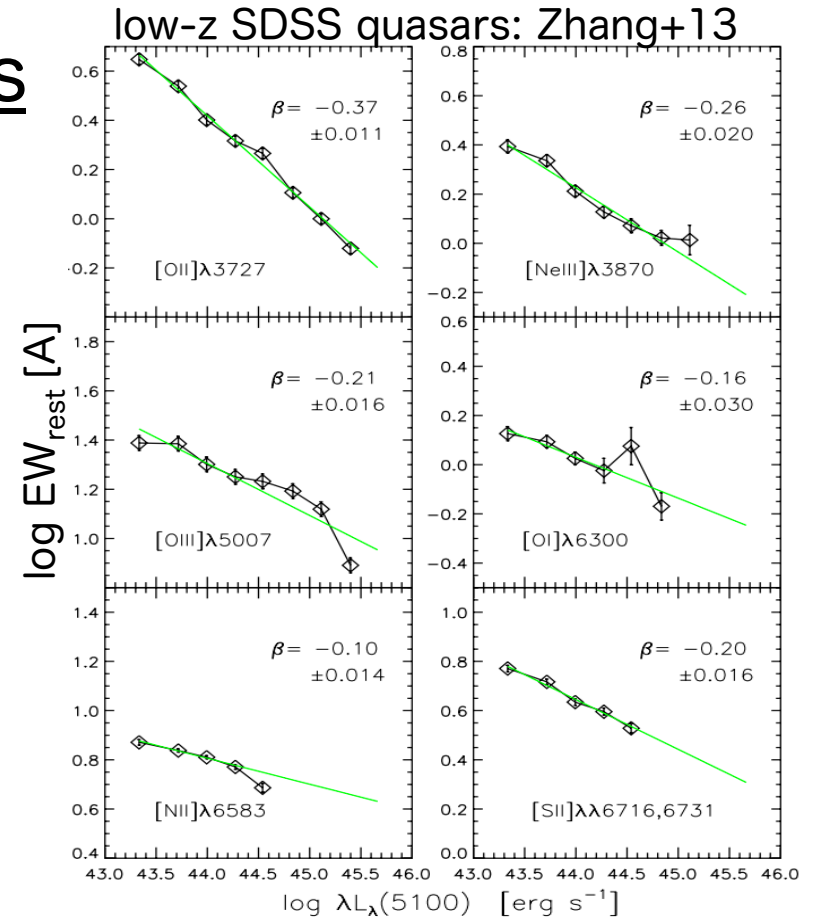
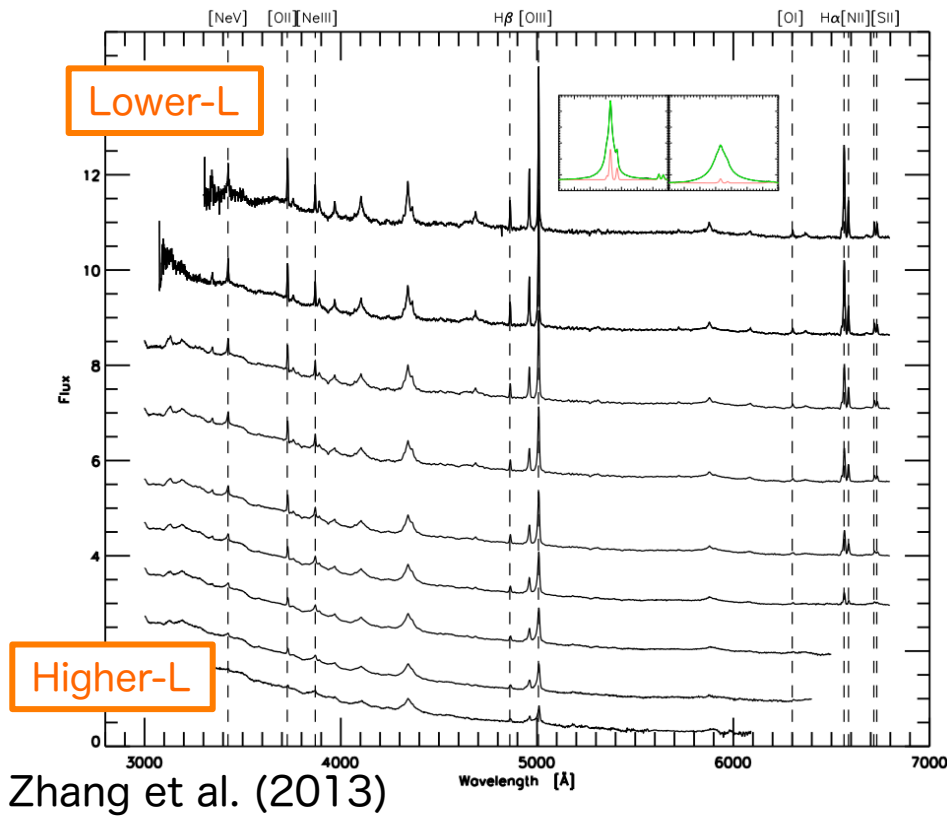
quasars at $z=2.0-2.5$; Nagao et al. (2006)



“Baldwin Effect”

BLR輝線 (特に CIV) の等価幅が明るいAGNほど小さくなる傾向。セイファート銀河に比べるとクェーサーでは CIV 等価幅が1桁ほど小さい事は知られていた。ただしその物理的起源・機構はよく分かっていない。

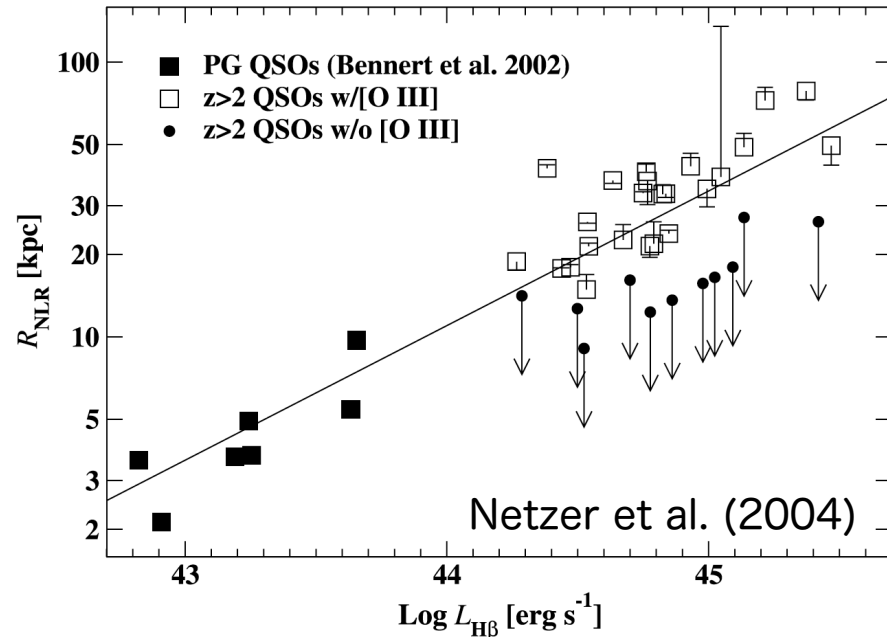
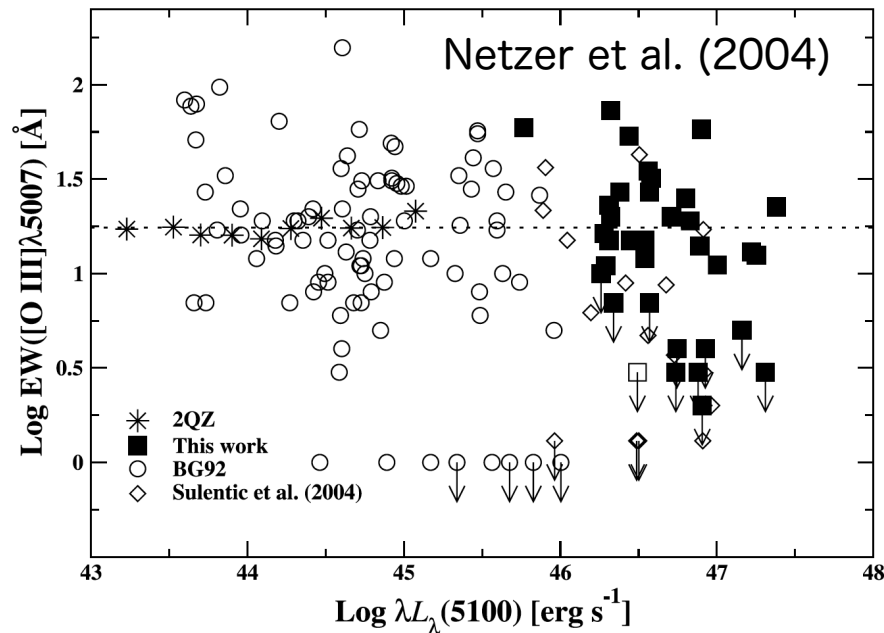
The Baldwin effect for NLRs



SDSS DR4 4178 quasar spectra at $z < 0.8$

NLRからの禁制線もBaldwin効果を示す。
 物理的起源は不明だが、BLRと同様の機構で
 NLRもhigh-Lで弱くなると推測される。
 (少なくとも low-z では。)

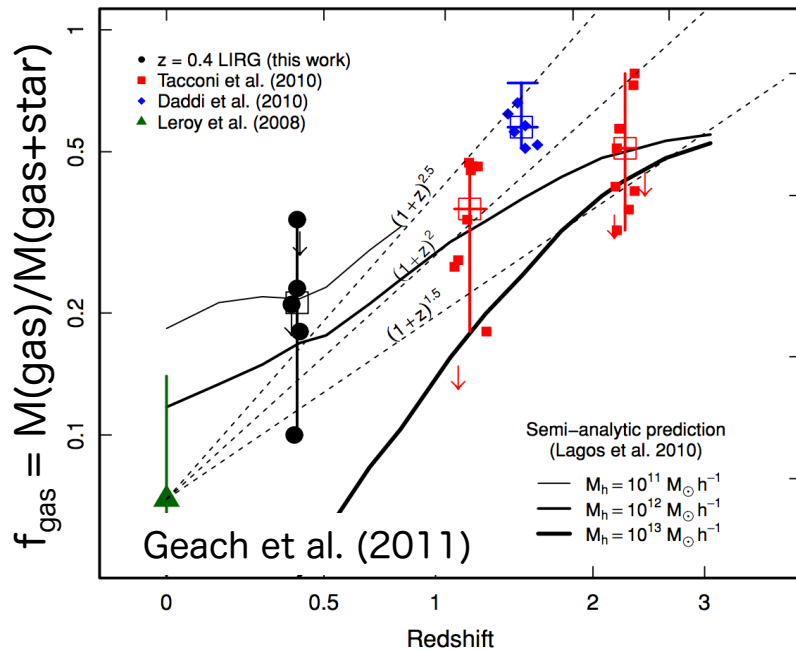
“Disappearing” NLRs in high-z luminous AGNs?



- ~ $EW_{[OIII]}$ of high-z high-L quasars
- ~ observed with AAT & TNG
- ~ Baldwin効果って感じとは少し違う
- ~ [OIII]の強いものと弱いもの2種あり?
- ~ 強いものはlower-Lのものと同様
- ~ 弱いものがhigh-Lだけに存在?

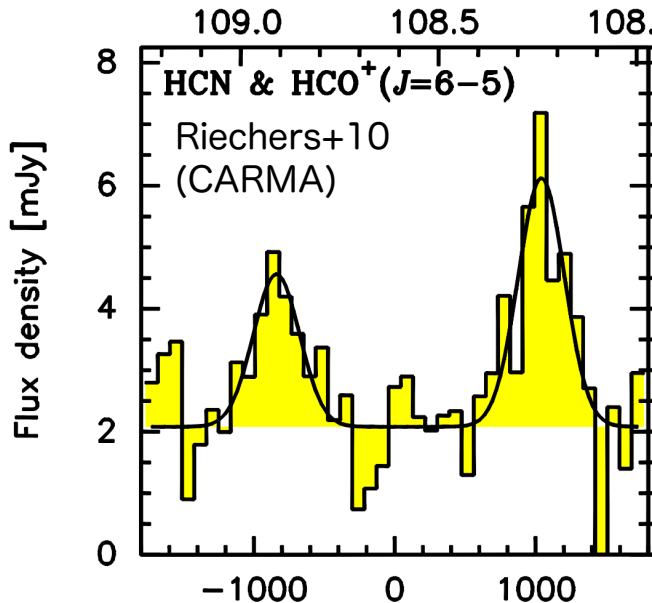
- ~ low-z では $L_{[OIII]}$ と NLRサイズは相関
- ~ 光電離モデルからの予想と合致
- ~ at high-z: L_{AGN} から R_{NLR} を“計算”
- ~ [OIII]が強い天体: $R_{NLR} \sim 20-50$ kpc!?
- ~ 母銀河より大きなスケールに相当
- ~ そんな場所にガス無い → 弱い[OIII]
- ~ [OIII]が強い天体は high-z 特有の原因でガスが母銀河に多いのでは (?)

More abundant gas at higher-z?



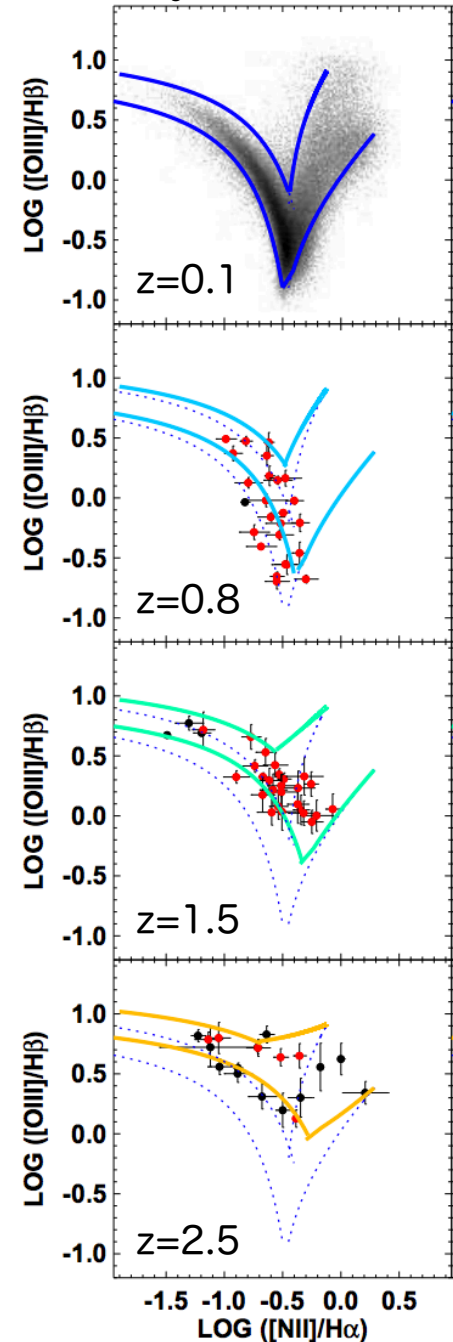
(Upper Left)
 Higher gas fraction at higher redshift, measured through CO

(Right)
 BPT diagram at various redshifts; higher-z data are consistent with models with higher gas density and harder ionizing SED



(Lower Left)
 HCN & HCO⁺ molecular lines detected in a lensed quasar APM 0879+255 at $z=3.91$, suggesting the presence of abundant dense gas clouds in the host galaxy

Kewley et al. (2013)



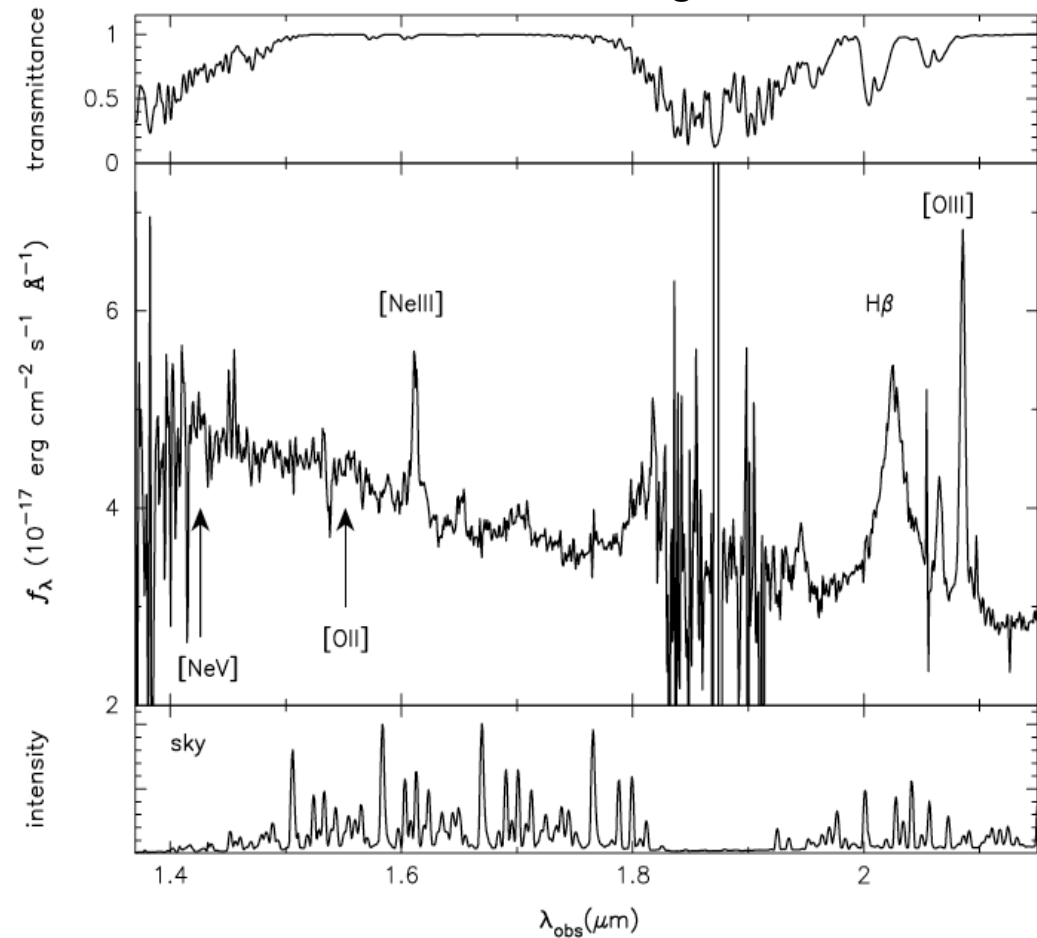
Deep NIR spectroscopy → ??

SDSS J1707+6443 ($z=3.16$)
Araki, Nagao, et al. (2012)

MOIRCS HK分光 ($R\sim 600$) for
a luminous quasar at $z\sim 3.2$

[OIII]は強く、[OII]は見えない
(high-z quasarではありがち)

非常に強い [NeIII] ...?
[OIII]以外の強い禁制線って
High-z では滅多に見ないけど...



Comparison with low-z & models

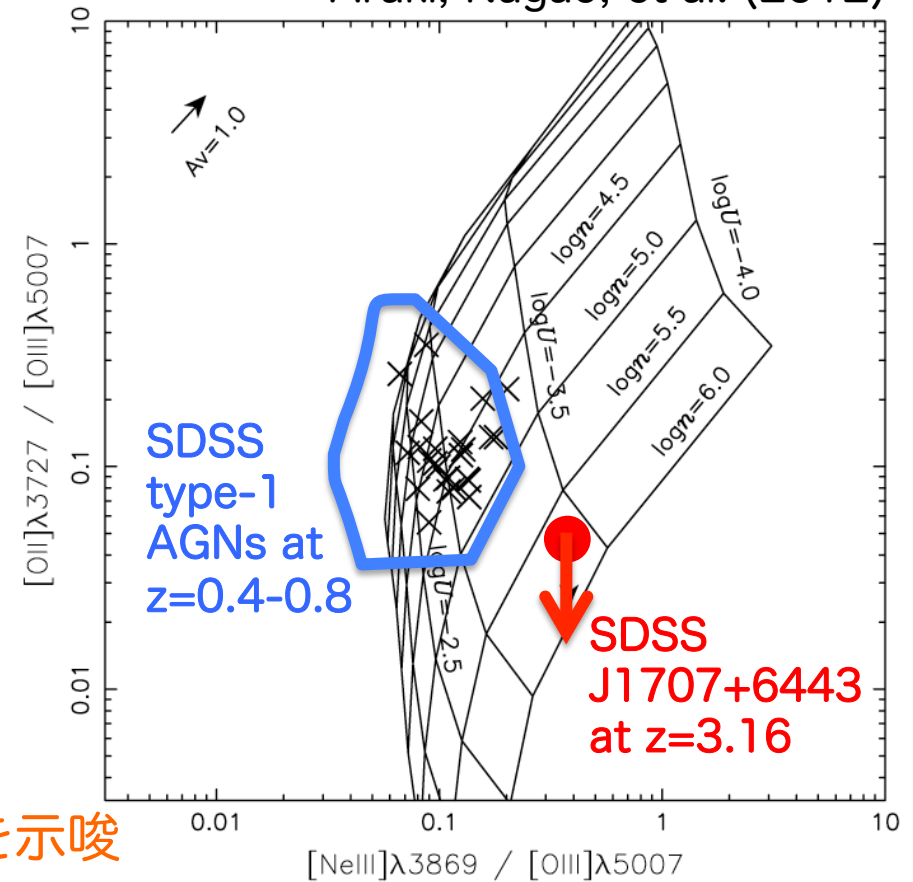
Araki, Nagao, et al. (2012)

[OIII] & [NeIII] の flux と
[OII] flux upper limit で輝線診断図

low-zとは明らかに輝線強度比が違う
(光度も 1 dex ほど違うけど...)

光電離モデル (Cloudy) と比較すると
どうもNLRが higher density (>1 dex)
で特徴付けられる模様

密度と電離パラメータと L_{AGN} から、
このNLRの典型的サイズを推定可能
→ ~kpc scaleでの高密度ガスの存在を示唆



High-zのquasar母銀河における大量の高密度ガス (cf. Netzer+04)
高い f_{gas} と激しい星形成などでこのような状況が実現? ほんと??
こうした NLR は high-z (特に [OIII] が強いAGN) ではよく見られるのだろうか??

Next Step → SWIMS/TAO !!

“kpc scaleで高密度なガス”でOK!?
→ 各種パラメータの縮退を解くには
他の輝線も観測する必要あり

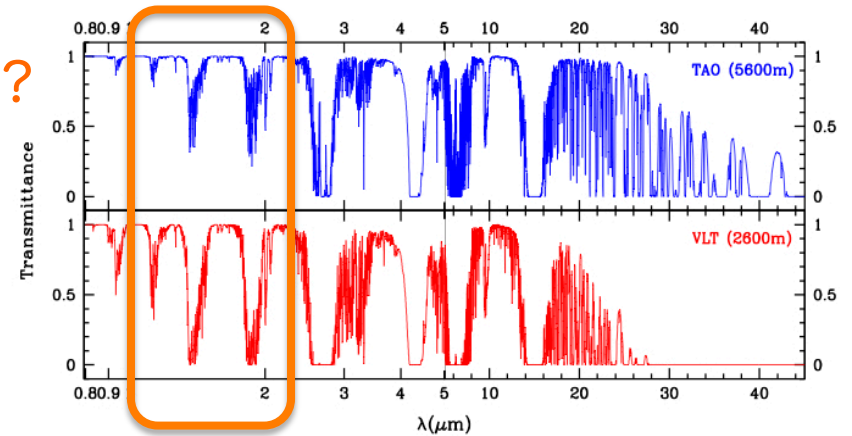
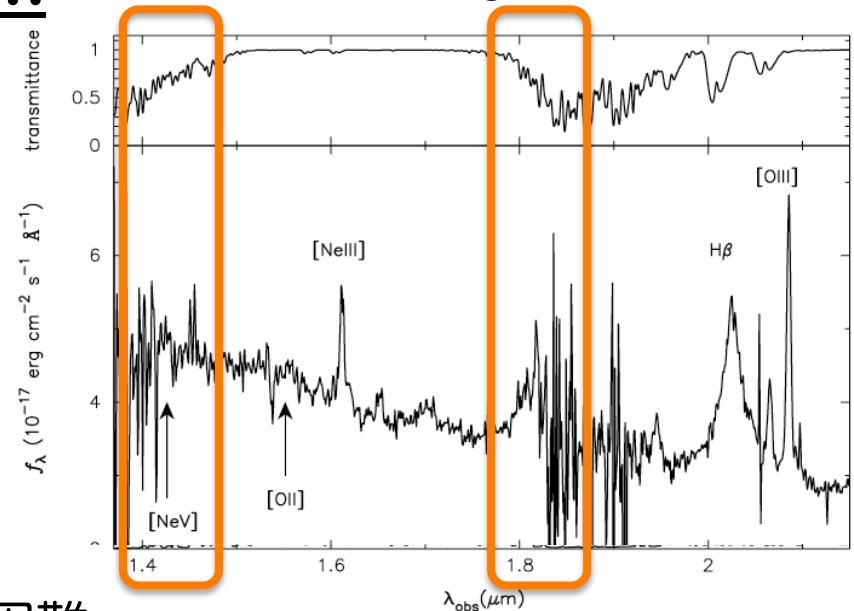
特に [NeV]3426, [OIII]4363
~ [NeV]3426/[NeIII]3869 → 電離度
~ [OIII]4363/[OIII]5007 → 密度
(see Nagao et al. 2001)

これら全て観測するのは大気吸収のため困難
~ SWIMS/TAOで大気吸収を避けた観測
~ IFUは有用? AOがないと分解は厳しい?

高密度ガスとSFR, M_{BH} , L/L_{Edd} 等の関係
ALMAによる分子輝線観測との連携も

- ※ [NeV]は当面諦めて、まずは[OIII]4363を
他天体も含め捉えるための観測をMOIRCSで
進めていく予定 (S13B-009, 12月, 1 night)
- ※ target mag: typically $K_{\text{AB}} \sim 18$

Araki, Nagao, et al. (2012)



大気透過率の比較: TAO vs VLT
(TAOウェブページより)

Summary

- ▶ TAO/SWIMSによる大気吸収の少ない広帯域NIR分光はAGN研究に有用
 - ~ HSC-selected $z=6-7$ quasars の分光同定, M_{BH} 測定など
 - ~ FeII/MgII などによる化学組成研究 (→ 鮫島さん talk)
 - ~ 複数の禁制線の強度測定による輝線診断で high- z NLR の物理状態研究
- ▶ High- z high- L quasar では NLR 輝線の弱い天体が散見される
 - ~ NLR Baldwin effect ?
 - ~ というよりは、弱[OIII]/強[OIII] の 2 population あるという話も
 - ~ 強[OIII] → 母銀河に大量の dense gas が存在 ?
- ▶ 広帯域近赤外分光観測で複数の禁制線 → NLR輝線診断
 - ~ [OII]3727, [NeIII]3869, [OIII]5007 から dense gas の存在が示唆?
 - ~ [NeV]3426, [OIII]4363 も加えてきちんと診断をしていくべき
 - ~ バンド間吸収が小さい TAO で SWIMS の広帯域分光が活躍しそう
 - ~ 母銀河に abundant dense gas? 共進化との関係??
 - ~ ALMAとのシナジー (共に南半球!!)

