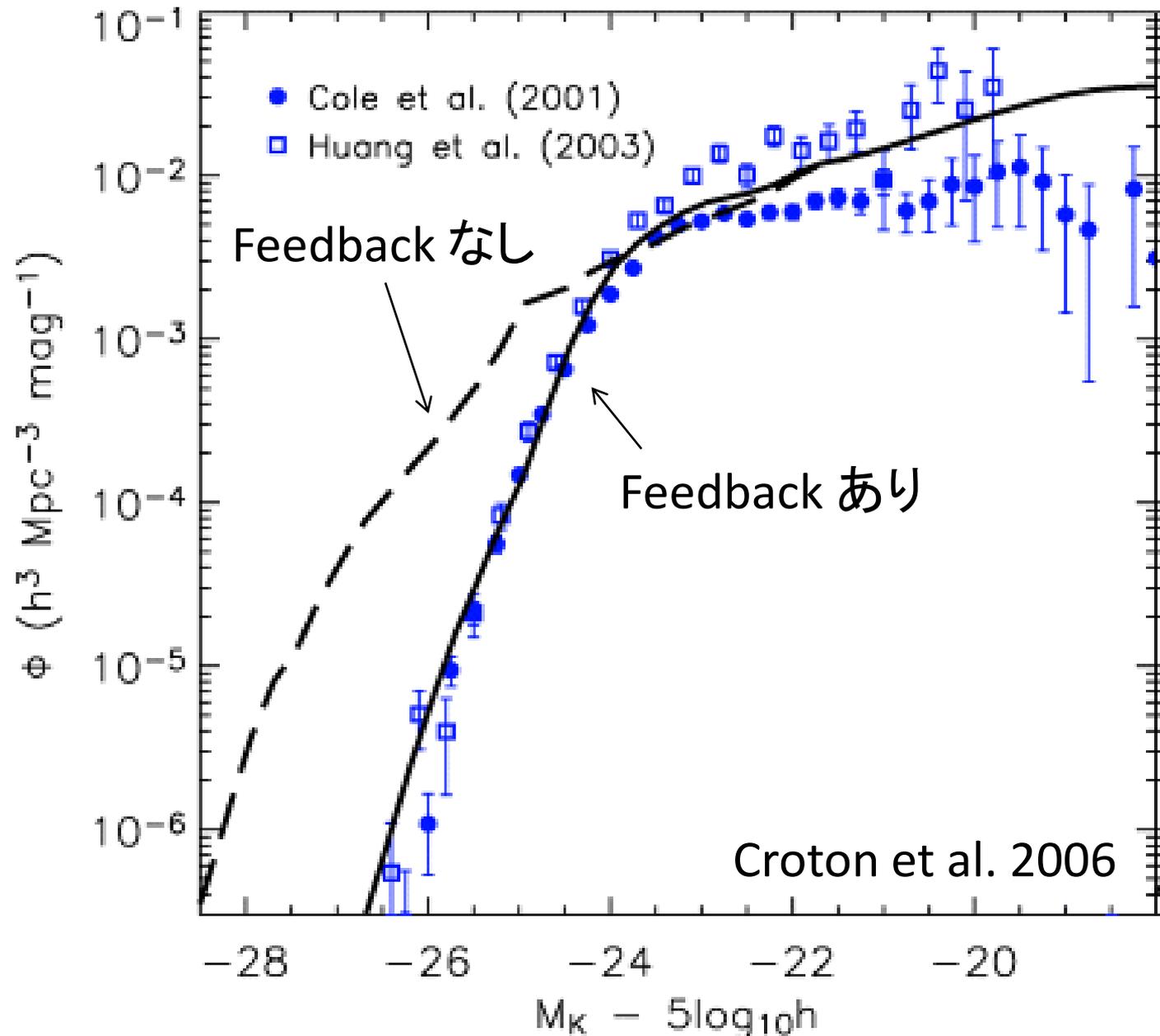


# OA0/ISLE を用いた近傍 AGN の J band 分光観測

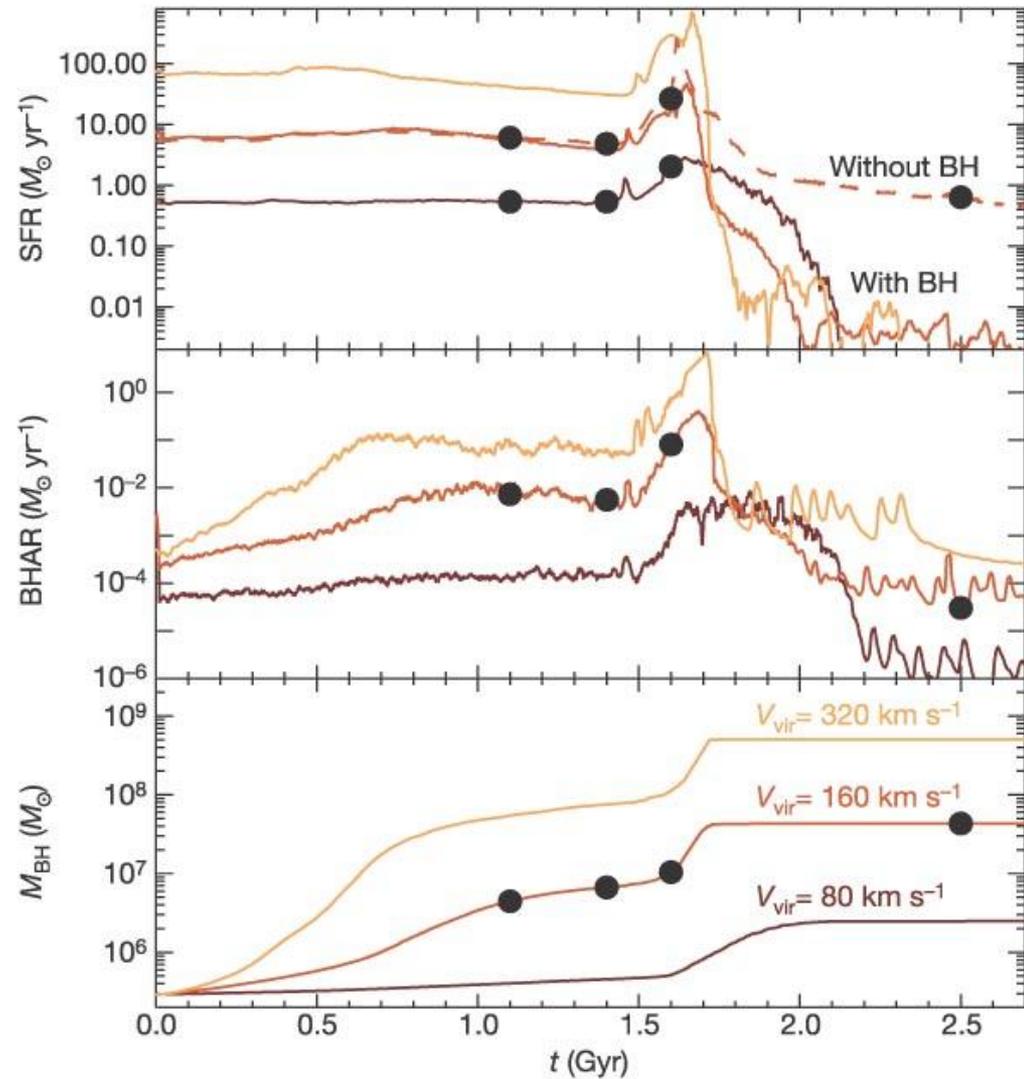
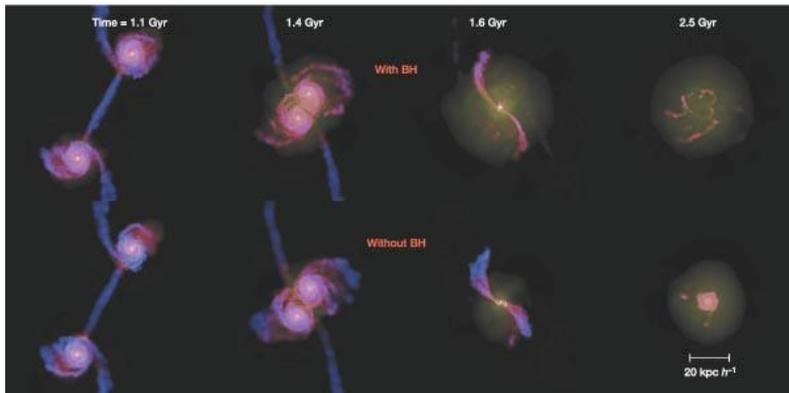
橋本哲也 (NAOJ)、長尾透 (京都大学)、柳澤顕史 (NAOJ)、  
松岡健太、荒木宣雄 (愛媛大学)

## 研究の背景 -AGN フィードバック (シミュレーション)-



# 研究の背景 -AGN フィードバック (シミュレーション)-

Di Matteo et al. 2005



# AGN からの周りの ISM へのエネルギー供給

大雑把に  $E_{\text{FB}} = 0.05 * L_{\text{bol}}$  (Di Matteo et al. 2005)

- ・ガスの運動エネルギー

- ・ガスの Outflow 吸収線/輝線

- ・ガスの加熱/励起

- ・Jet-ISM interaction による衝撃波加熱

- ・AGN 電離光子による電離

# ガスの Outflow 吸収線 (BAL QSO)

Properties of Measured Outflows to Date

Dunn et al. 2010

Object	$R^a$ (kpc)	$\log N_H$ ( $\text{cm}^{-2}$ )	$\log U_H$	$\log \dot{E}_k$ ( $\text{erg s}^{-1}$ )	$\dot{M}$ ( $M_\odot \text{ yr}^{-1}$ )	$E_K/L_{\text{bol}}$
QSO 0059-2735	0.001-0.05	$\gtrsim 21.5^c$	-0.7	$\gtrsim 41.1-42.8$	$\gtrsim 0.2$	$(0.1-6.3) \times 10^{-4}$
3C 191	28	20.3	-2.8	44.0	310	0.01
QSO 1044+3656	0.1-2.1	20.0-22.0	-1.0 to -6.0	44.5-45.4	74-530	0.03-0.25
FIRST 1214+2803	0.001-0.03	21.4-22.2	-2.0 to -0.7	41.6-43.8	0.3-55	$(0.04-6.0) \times 10^{-3}$
FIRST 0840+3633	0.001	$\sim 21.3$	$< -1.8$	$> 41.9$	$> 0.3$	$> 8.0 \times 10^{-5}$
FIRST 0840+3633 <sup>d</sup>	0.23	...	...	...	...	
QSO 2359-1241	3	20.6	-2.4	43.7	93	$1.0 \times 10^{-4}$
SDSS J0838+2955	3.3	20.8	-1.9	45.7	590	0.015
SDSS J0318-0600	6 or 17	19.9 or 20.0	-3.1 or -2.7	44.8 or 45.4	120 or 450	$(1.3-5.0) \times 10^{-3}$

$\sim 10^4 \text{K}$  のガス

# AGN からの周りの ISM へのエネルギー供給

大雑把に  $E_{\text{FB}} = 0.05 * L_{\text{bol}}$  (Matteo et al. 2005)

- ・ガスの運動エネルギー

- ・ガスの Outflow 吸収線/輝線

- ・ガスの加熱/励起

- ・Jet-ISM interaction による衝撃波加熱

- ・AGN 電離光子による電離

# Methodology 1

[Fe II]1.257 $\mu\text{m}$ /[P II]1.188 $\mu\text{m}$  に注目

Excitation temperature

Critical density

Ionization potential

Radiative recombination coefficient



$$\frac{n_{gas}(\text{Fe})}{n_{gas}(\text{P})} \approx 2 \frac{I([\text{FeII}]1.257\mu\text{ m})}{I([\text{PII}]1.188\mu\text{ m})}$$

Oliva et al. 2001

$$\frac{n_{gas}(\text{Fe})}{n_{gas}(\text{P})} = \frac{n_{gas+dust}(\text{Fe}) \times f(\text{Fe})}{n_{gas+dust}(\text{P}) \times f(\text{P})}, f = \text{depletion factor}$$

~ 100 (Solar abundance)

P は溶解性物質 → 電離ガス中にばらまかれている ( $f \sim 1$ )

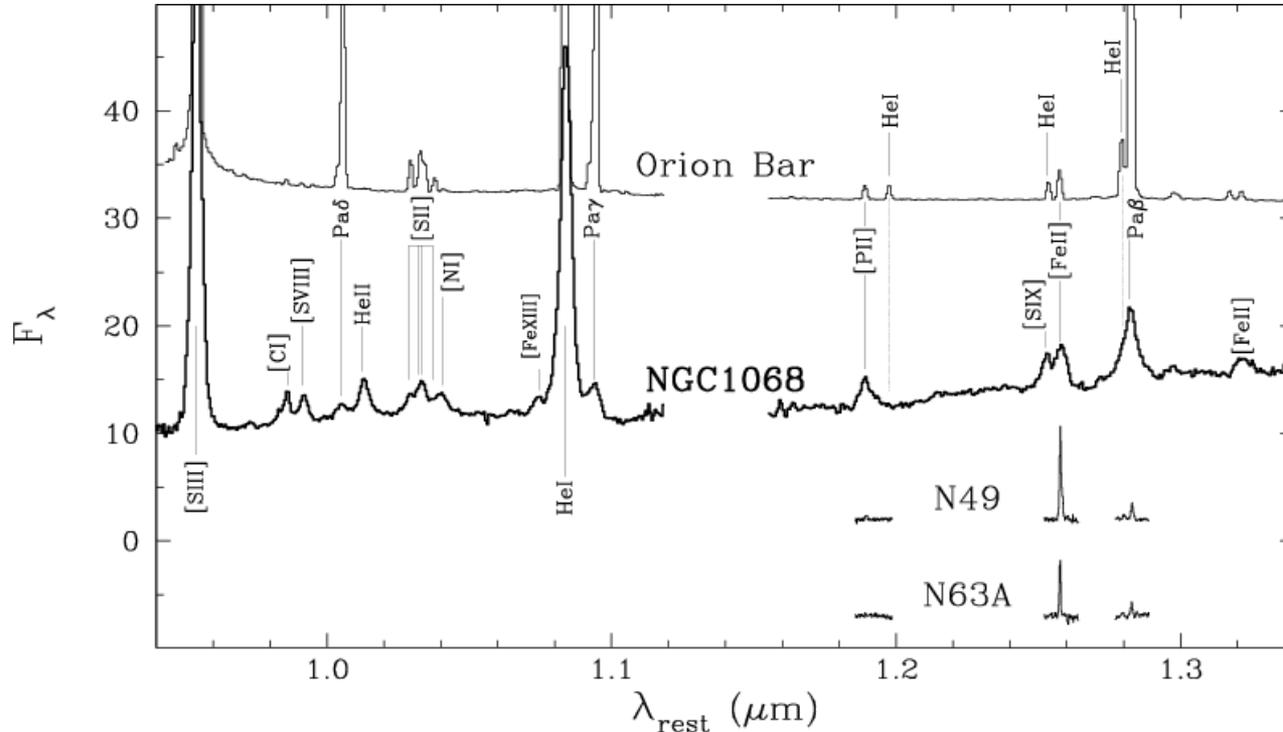
Fe は難溶性物質 → 基本的にほとんどがダストの中に埋もれている ( $f \sim 0.01$ )

[Fe II]1.257 $\mu\text{m}$ /[P II]1.188 $\mu\text{m}$

→ダスト からガスへ、どれだけの鉄がばらまかれているか

# Methodology 2

Oliva et al. 2001



$[\text{Fe II}]1.257\mu\text{m}/[\text{P II}]1.188\mu\text{m}$

光電離

Orion bar: 2.0

NGC 1068 (Sy2)  
nucleus : 1.5

衝撃波

N49 (SNR): 33.3

N63A (SNR): > 17.0

ガスの電離メカニズム

光電離 → 鉄はダストの中 →  $[\text{Fe II}] 1.257\mu\text{m}/[\text{P II}] 1.188\mu\text{m} < 2$

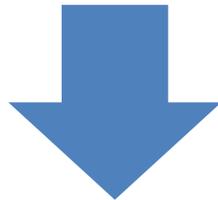
衝撃波(ダスト破壊) → 鉄がガス中へ →  $[\text{Fe II}]1.257\mu\text{m}/[\text{P II}]1.188\mu\text{m} > 10$

AGN の  $[\text{Fe II}]1.257\mu\text{m}/[\text{P II}]1.188\mu\text{m}$  サーベイ → ~ 14 AGNs (Riffel et al. 2006)

# Target selection

過去の OAO/ISLE 観測経験から、NGC3227, NGC5728 を基準として、これよりも [OIII] $\lambda$ 5007 flux の強い天体 ( $F_{[\text{OIII}]}$   $> 1.8 \times 10^{12}$  erg  $s^{-1}$   $\text{cm}^{-2}$ )を、近傍の AGN カタログ (Risaliti et al. 1999 ApJ 522, 157; Hoet al. 1997 ApJS 112, 315; Whittle et al. 1992 ApJS 79, 49) から選び出す。

この中から、OAO で観測可能なもの、かつ、Riffel et al. 2006 で観測されていない天体を選ぶ。



合計 27 天体の近傍 AGN ( $z < 0.05$ ) をターゲットとする

# Observation (OAO/ISLE)

Target name	Type	Semester	Total exposure time (min)
NGC 1068	Sy2	O09B	264
MKN477	Sy1	O10B	88
MKN509	Sy1.5	O10B	142
MKN1073	Sy2	O10B	332
NGC5194	Sy2	O10B	168
NGC6500	L	O10B	196
NGC6951	Sy2	O10B	88
MKN3	Sy2	O11A	62
MCG8-11-11	Sy1.5	O11A	100
NGC3079	Sy2	O11A	68
NGC4169	Sy2	O11A	68
NGC1667	Sy2	O11A	118
MKN6	Sy2	O11A	66
NGC2782	Sy1	O11A	536
NGC2273	Sy2	O11A	68

Target name	Type	Semester	Total exposure time (min)
NGC4102	L	O11A	100
NGC4258	Sy2	O11A	48
NGC5506	Sy1	O11A	200
NGC5005	L	O11A	100
NGC4388	Sy1	O11A	38
NGC4941	Sy2	O11A	48
NGC4419	L	O11A	60
MKN463	Sy1/2	O11A	156
NGC3982	Sy2	O11A	20
MKN34	Sy2	O11A	40
NGC4192	L	O11A	48
MKN766	Sy1	O11A	80

Band = J band

Unit integration time = 120s

Slit width = 2".0

Spectral resolution  $R \sim 1000$

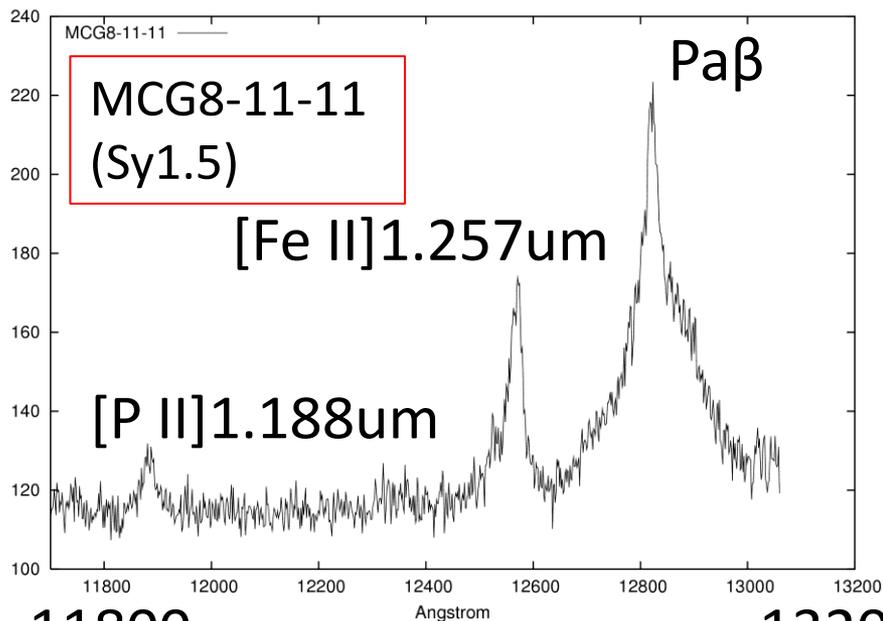
Typical seeing size 1".0  $\sim$  2".0

# Observation (OAO/ISLE)

Target name	Type	[P II]1.188um	[Fe II]1.257um
NGC 1068	Sy2	○	○
MKN477	Sy1	×	○
MKN509	Sy1.5	×	×
MKN1073	Sy2	○	○
NGC5194	Sy2	×	○
NGC6500	L	×	○
NGC6951	Sy2	×	×
MKN3	Sy2	○	○
MCG8-11-11	Sy1.5	○	○
NGC3079	Sy2	×	×
NGC4169	Sy2	×	×
NGC1667	Sy2	×	×
MKN6	Sy2	○	○
NGC2782	Sy1?	×	○
NGC2273	Sy2	×	×

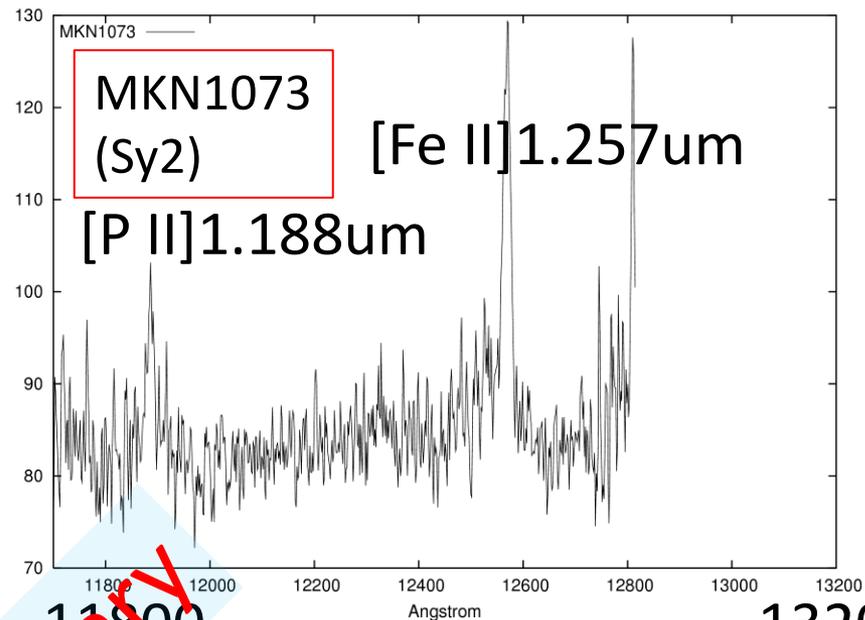
Target name	Type	[P II]1.188um	[Fe II]1.257um
NGC4102	L	×	○
NGC4258	Sy2	×	×
NGC5506	Sy1	○	○
NGC5005	L	×	×
NGC4388	Sy1	×	×
NGC4941	Sy2	×	×
NGC4419	L	×	×
MKN463	Sy1/2	○	○
NGC3982	Sy2	×	×
MKN34	Sy2	×	×
NGC4192	L	×	×
MKN766	Sy1	×	○

27 天体中 13 天体で輝線検出



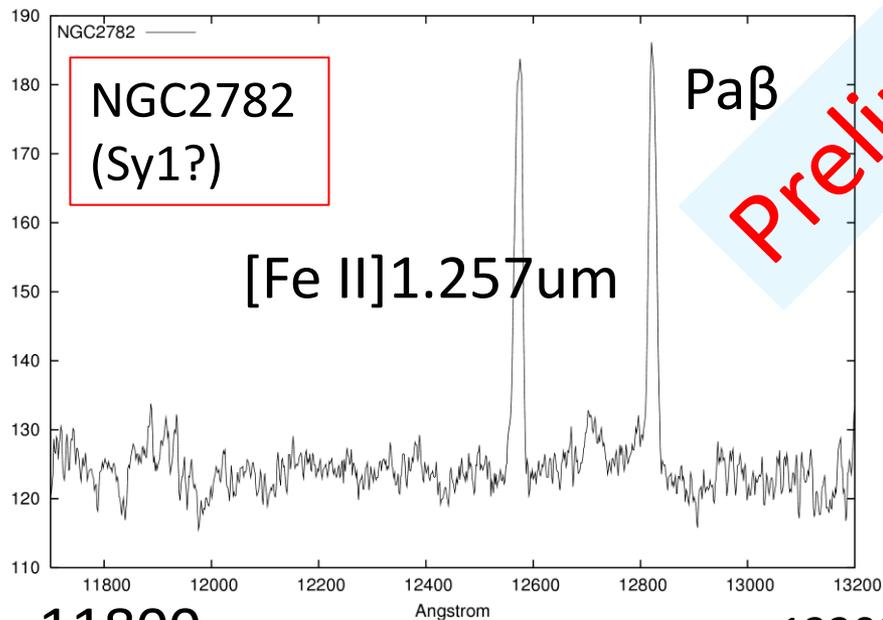
11800

13200



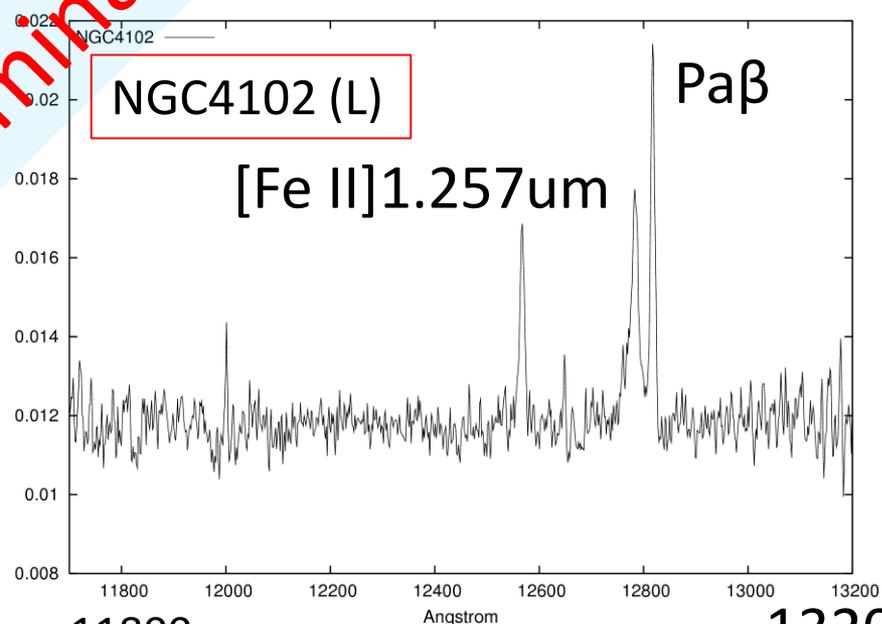
11800

13200



11800

13200



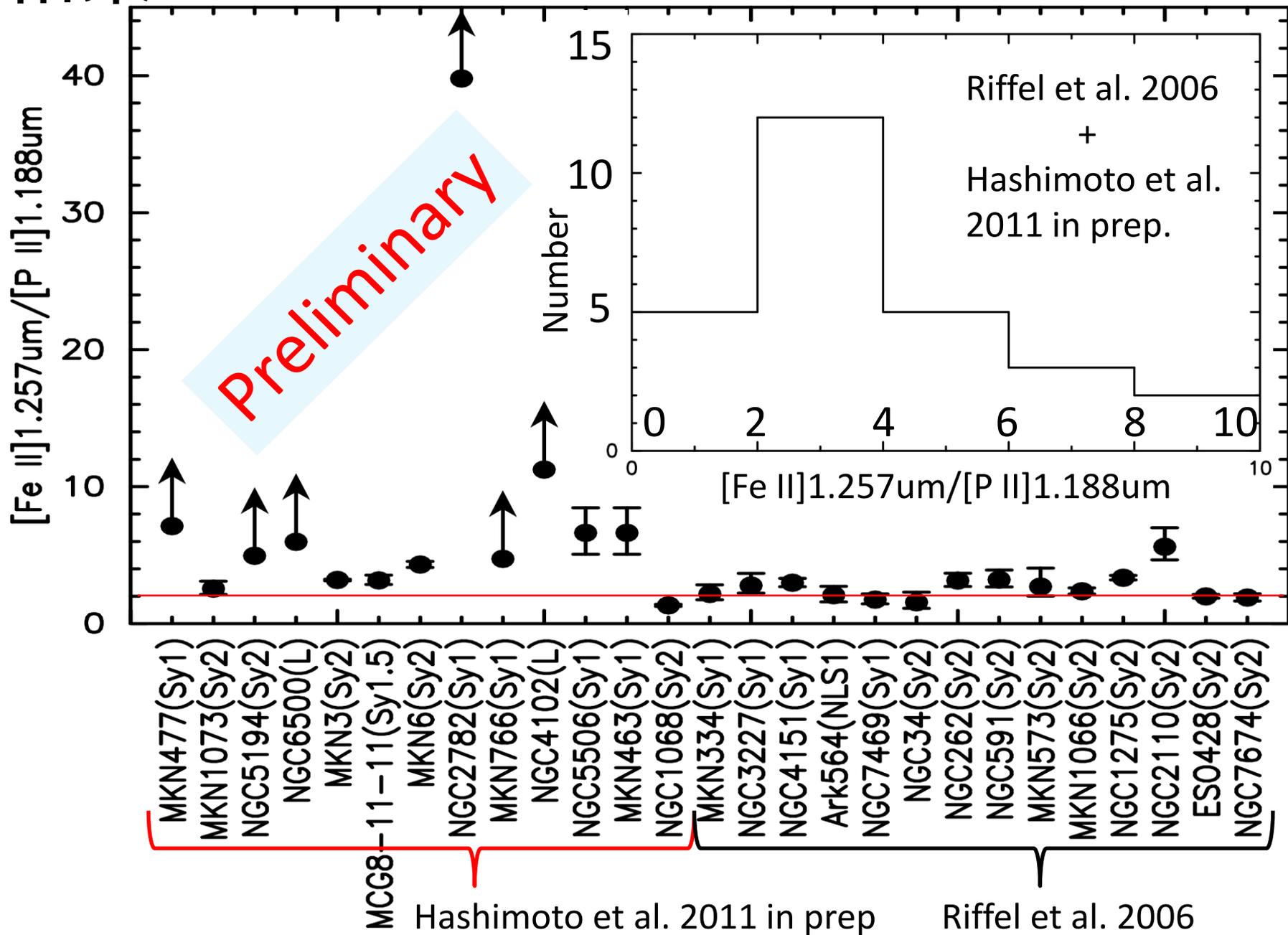
11800

13200

Angstrom (rest frame)

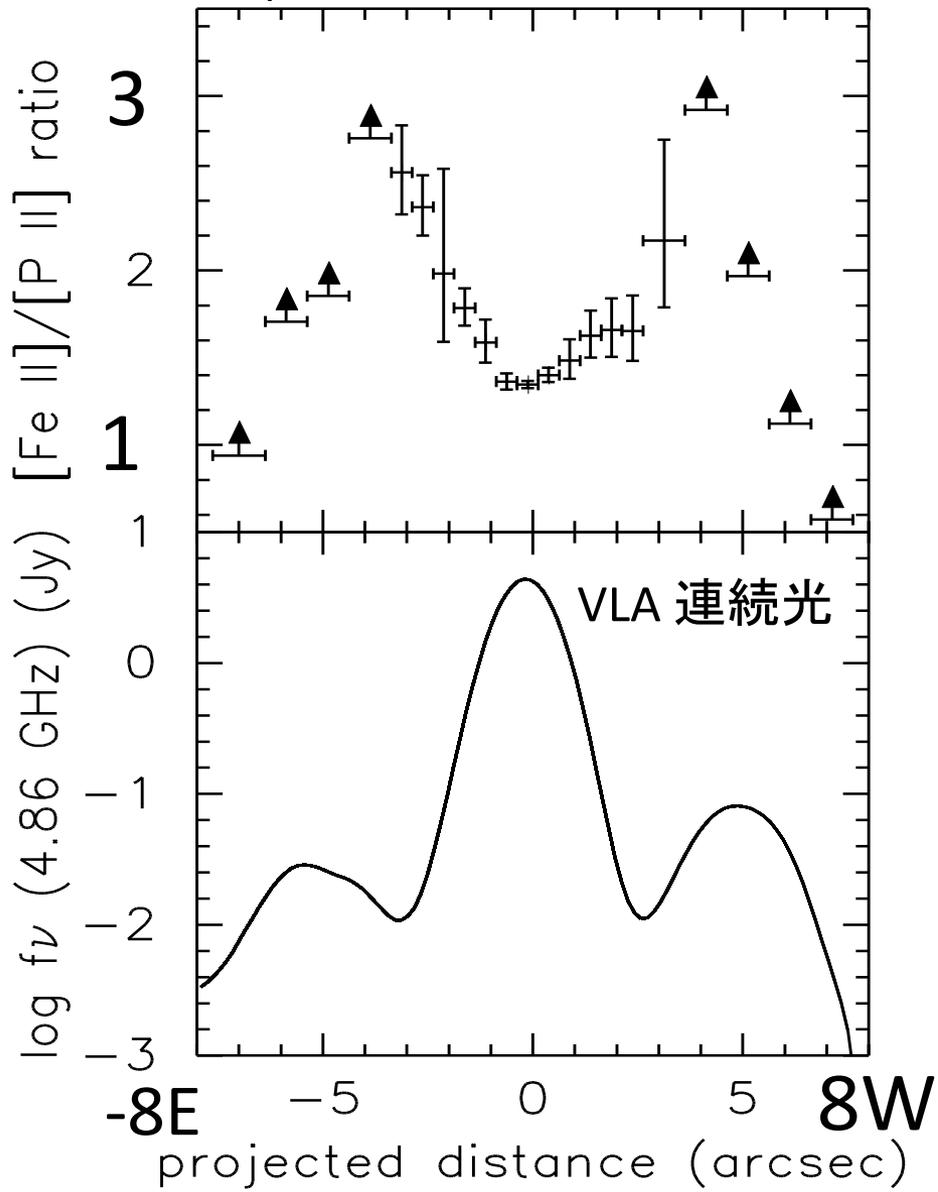
Preliminary

## 結果

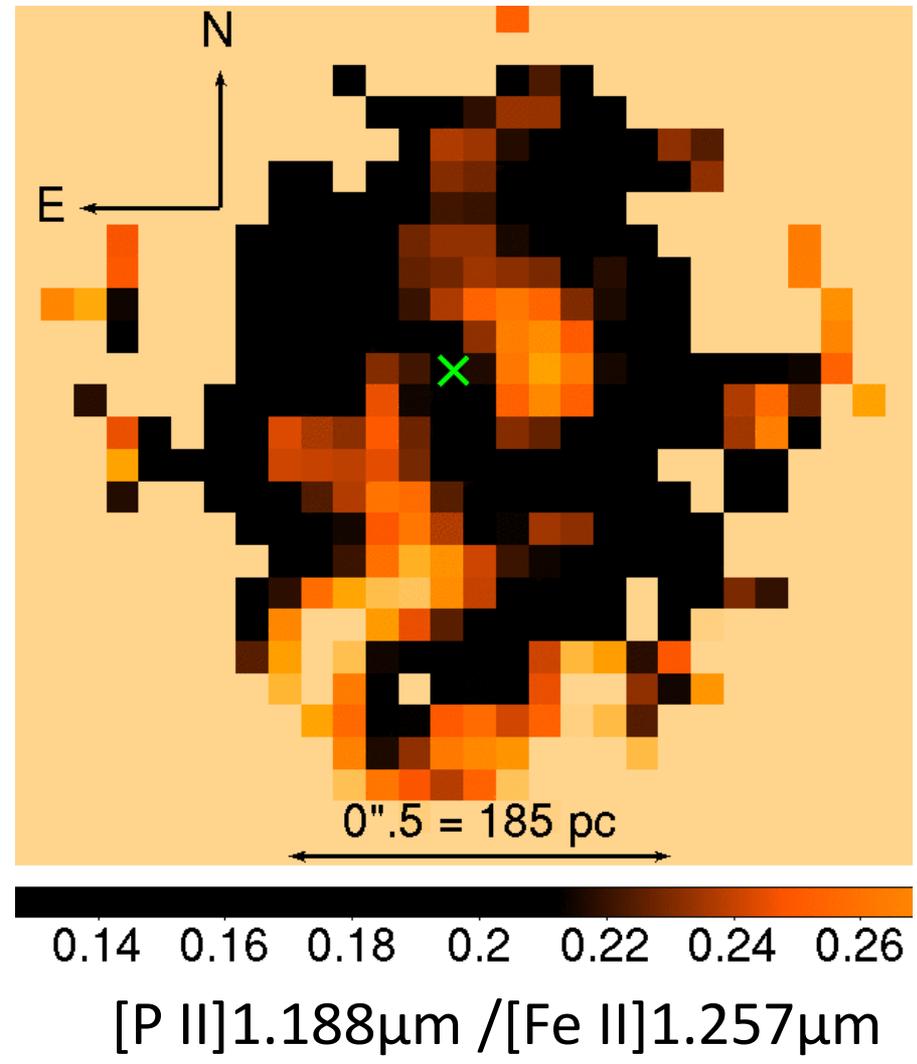


# Spatial distribution of [Fe II]1.257 $\mu$ m/[P II]1.188 $\mu$ m

NGC 1068 (Hashimoto et al. 2011)  
OAO/ISLE



NGC1275 (Hashimoto et al. 2011 in prep.)  
Gemini/NIFS+LGSAO



# Summary

近傍 AGN 27 天体を OAO/ISLE を用いて J band 分光観測を行い、13 天体について [Fe II]1.257um を、7 天体について [P II]1.188um を検出することができた。

輝線比 [Fe II]1.257um/[P II]1.188um は、**基本的には光電離の描像と一致しているが、衝撃波が寄与している天体 ([Fe II]1.257um/[P II]1.188um >5) も無視できない割合を占めていることがわかってきた。**

中心核の外側でさらに輝線比が大きくなっていることがわかりつつある。AGN フィードバックとしての衝撃波の重要性を調べるには、[Fe II]1.257um/[P II]1.188um の空間分布を調べることが重要。