

EVLAを用いた近傍銀河NGC 3079中心領域のアンモニア観測

宮本 祐介 (茨城大学), 瀬田 益道、中井 直正、SALAK Dragan、萩原 健三郎、石井 峻 (筑波大学), 山内 彩 (国立天文台 水沢)



Introduction

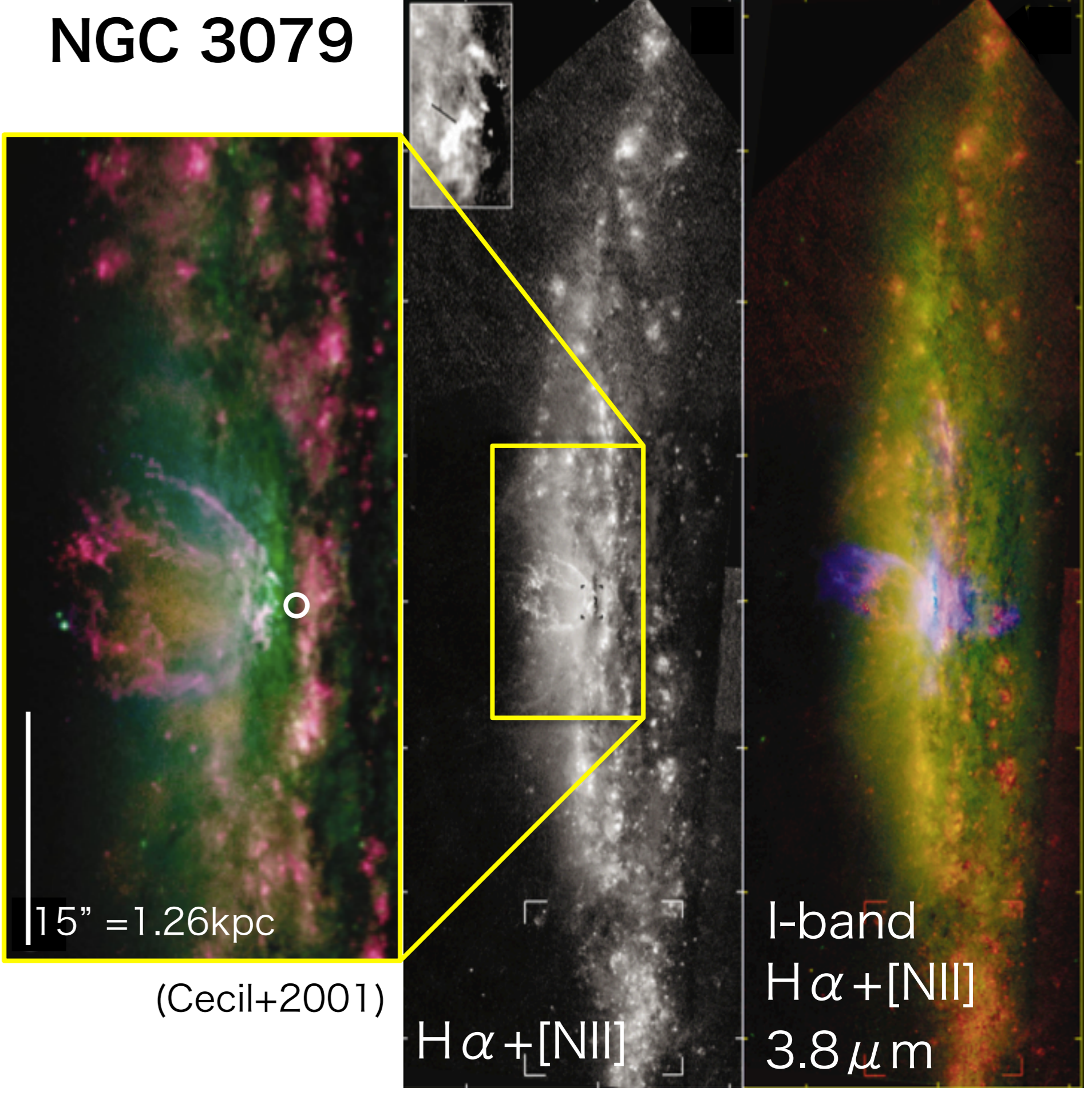
活動的銀河中心核 (AGN) やスターバーストなど銀河中心領域の活動現象は周囲の高密度星間ガスの環境にそれぞれ大きな影響を及ぼすため、これら高密度ガスの分光観測はそのエネルギー源を探るのに強力な手段である。NGC 3079は距離16 Mpcにある edge-onのSeyfert 2/LINER 銀河で、AGNからの水メーザー放射が確認されている。加えて、中心領域から数kpcに渡るスーパーウィンドも観測されているが、これがスターバースト、AGNどちらによるものかまだ分かっていない。アンモニア分子は、23.69-25.06GHzの約2GHzの周波数幅に6本の反転遷移を持つため、同時観測することで分子ガスの温度等物理状態を精度良く求めることが可能である。これまでに、つくば32-m 電波望遠鏡での観測によって、アンモニア分子 (J,K)=(1,1) 及び(2,2) 遷移で、それぞれ半値幅 約500 km/sの広い線幅を持つ吸収線が検出された。本発表では、NGC 3079 中心領域の物理状態を詳細に調べるために、我々が2013年 1月に EVLAを用いて行った高空間分解能観測 (~0.09" = 7 pc@16 Mpc) について報告する。得られた rms ノイズレベルは 0.3 mJy(速度分解能=15 km/s)で、アンモニア分子 (J,K)=(1,1) から (6,6) まで 6 本の吸収線 (~7 mJy) が検出された。

Observations

Telescope	EVLA (Configuration-A)
Number of Antenna	26
Spatial Resolution	~0.09" (7 pc @16 Mpc)
FOV	~2.4" (186 pc @ 16 Mpc) (White circle in right figure)
Band Width (low, Dual pol.)	23.005-24.005 GHz (Rest) (NH ₃ (1,1)-(3,3))
Band Width (high, Dual pol.)	24.085-25.085 GHz (Rest) (NH ₃ (4,4)-(6,6))
Date	Oct. 2012 – Jan. 2013
Observation Time	5 × 2 hr



NGC 3079



R.A. (J2000.0)	10h01m57.798s
Decl. (J2000.0)	55d40m47.26s
Distance	19 Mpc
Systemic Velocity	1116 km/s

Results

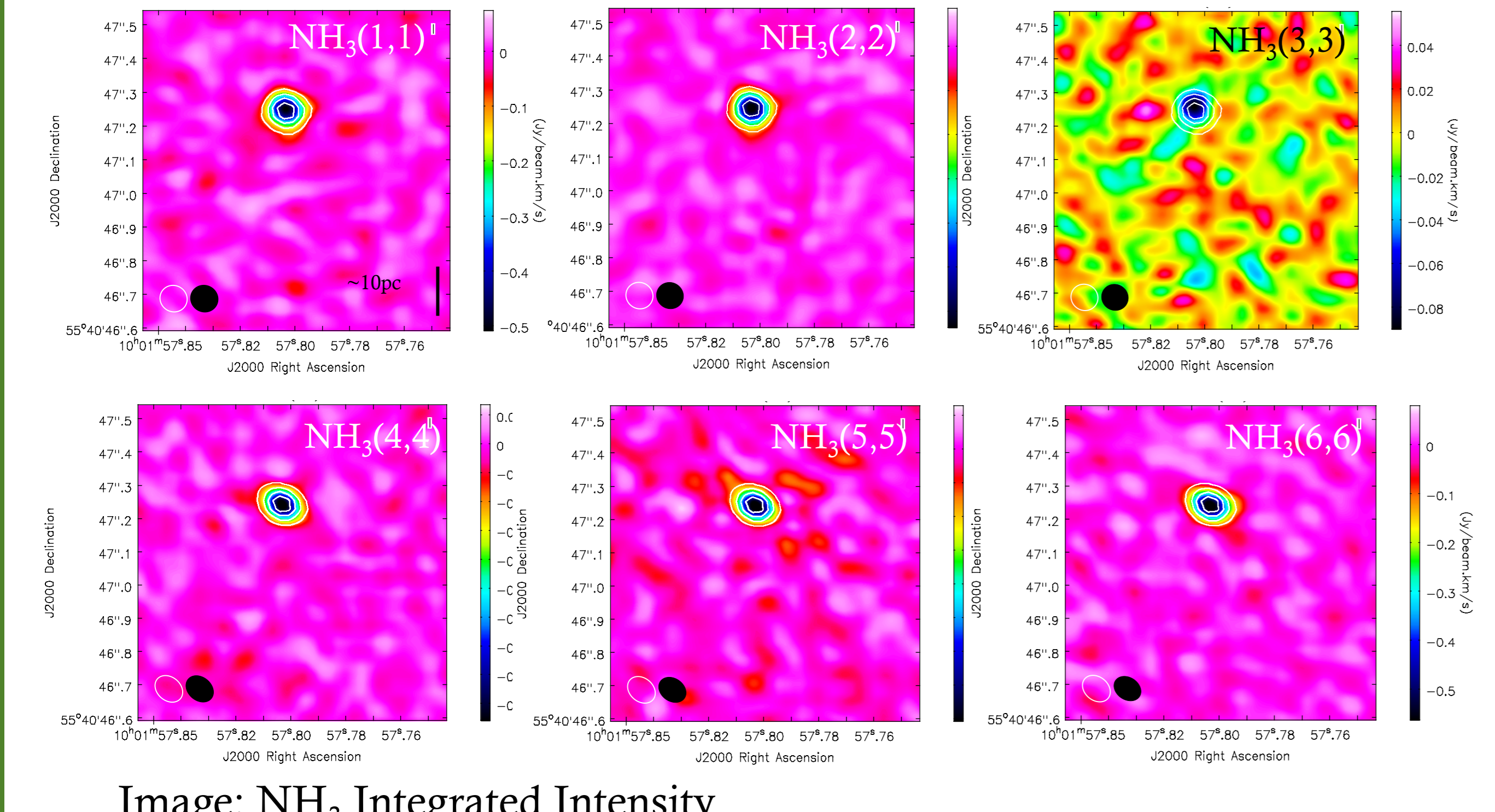
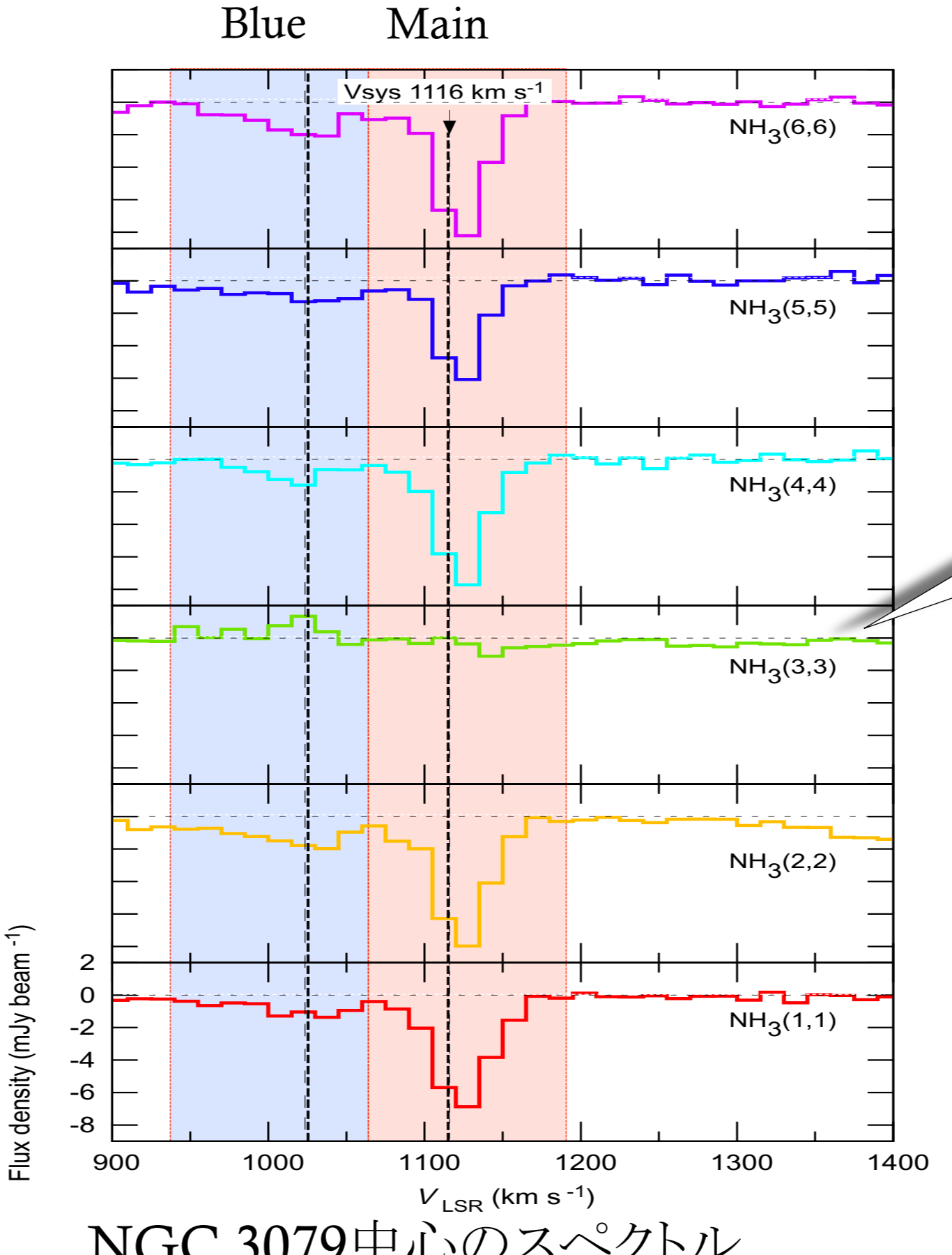
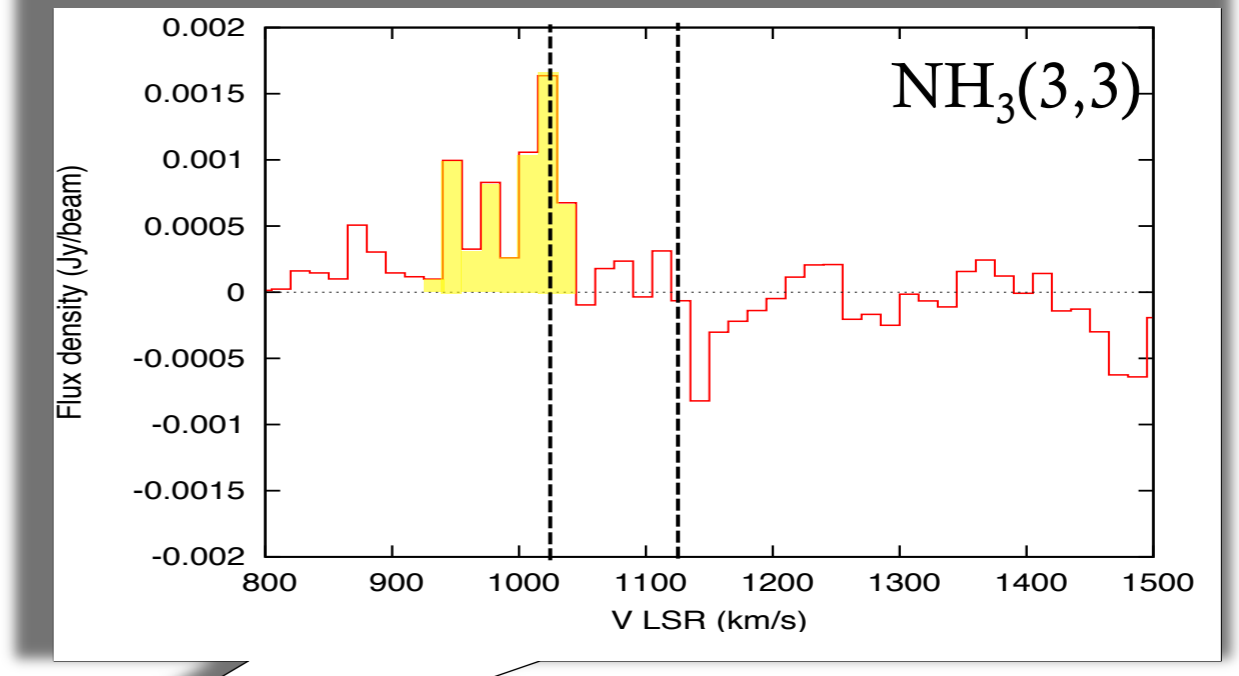


Image: NH₃ Integrated Intensity
Contour: Continuum (9, 18, 27, and 36mJy/beam)

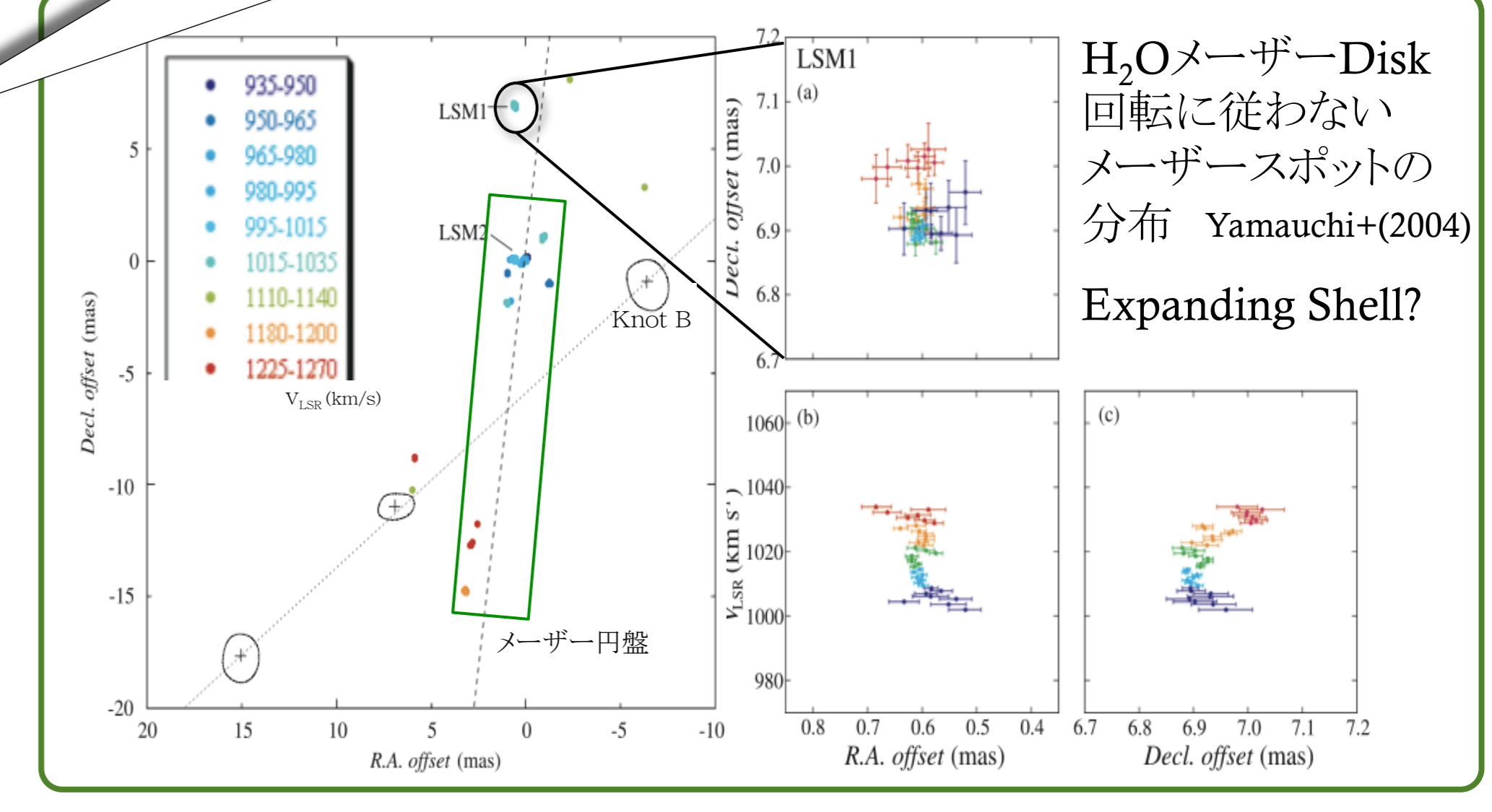
中心領域でNH₃の吸収線(システム速度成分とBlue成分)を検出。一方、NH₃(3,3)だけ吸収線が例外的に弱く、特にBlue側では輝線として検出。



NGC 3079中心のスペクトル

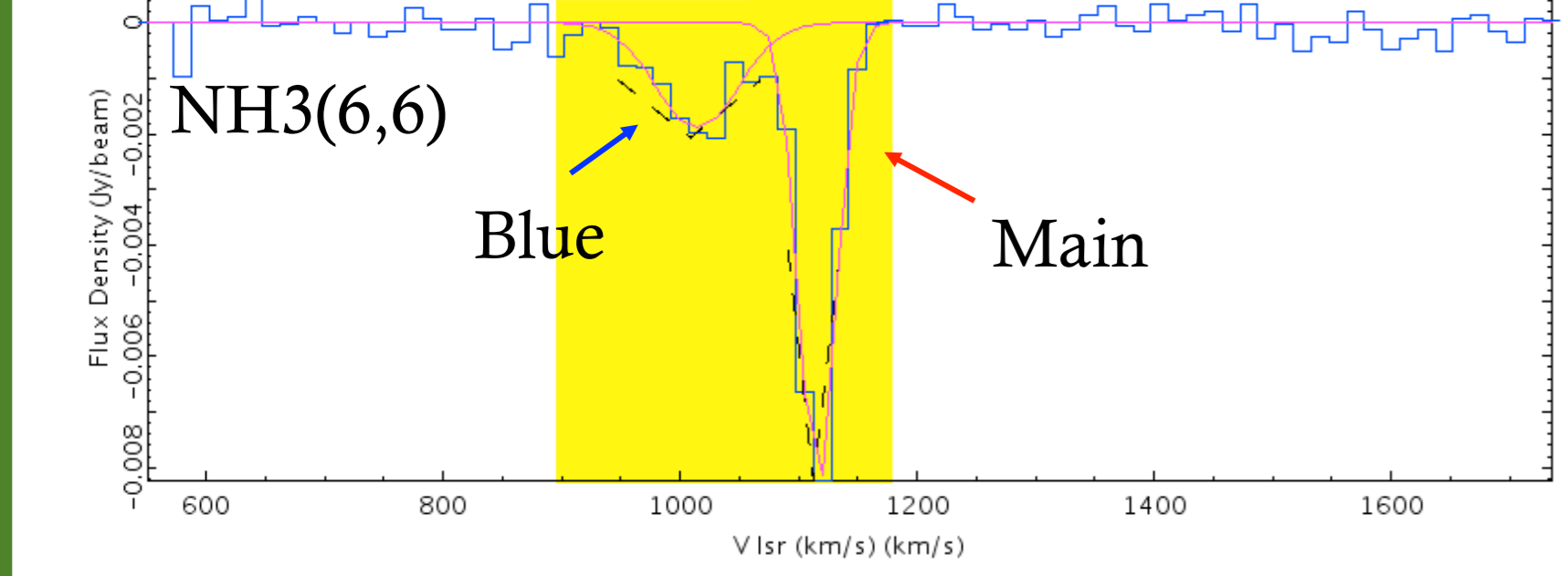


吸収線よりも強いNH₃(3,3)輝線(例えばNH₃メーザー)が受かっている?



NH₃(3,3)メーザーは星形成起因のH₂Oメーザーに付随する。(e.g., NGC 6334 (Kraemer & Jackson 1995))
NH₃(3,3)輝線のBlue成分とYamauchi+(2004)のLSM1、LSM2の速度成分は一致。

Discussion



見かけの光学的厚み

$$\tau = -\ln(1 - |T_L|/T_C)$$

$$T_L = \text{Line flux density}$$

$$T_C = \text{Continuum flux density}$$

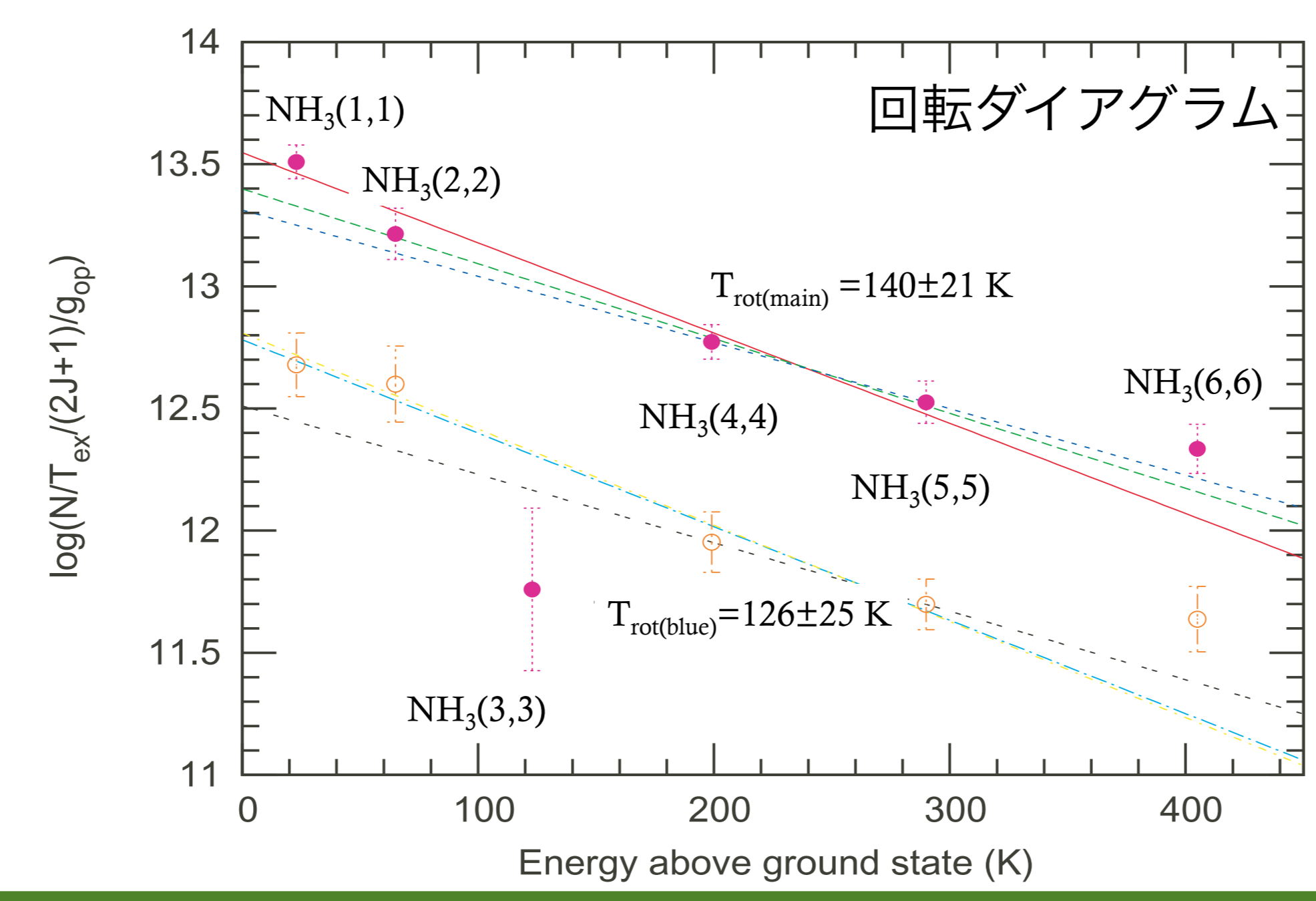
	T _L (Jy/beam)	T _C (Jy/beam)	τ	
Blue	NH ₃ (1,1)	-1.11±0.14	44.72±1.20	0.025±0.003
	NH ₃ (2,2)	-1.53±0.17	43.51±0.22	0.036±0.004
	NH ₃ (3,3)	—	43.79±0.13	—
	NH ₃ (4,4)	-1.36±0.16	47.98±0.22	0.029±0.004
	NH ₃ (5,5)	-1.03±0.10	46.89±0.34	0.022±0.002
	NH ₃ (6,6)	-1.90±0.22	45.47±0.24	0.043±0.005
Main	NH ₃ (1,1)	-6.90±0.27	44.72±1.20	0.168±0.009
	NH ₃ (2,2)	-7.95±0.52	43.51±0.22	0.202±0.015
	NH ₃ (3,3)	-0.97±0.21	43.79±0.13	0.022±0.005
	NH ₃ (4,4)	-7.75±0.34	47.98±0.22	0.176±0.009
	NH ₃ (5,5)	-6.40±0.35	46.89±0.34	0.147±0.009
	NH ₃ (6,6)	-8.46±0.53	45.47±0.24	0.206±0.014

$$\tau = \frac{8\pi^3 \nu}{3k} \mu^2 \frac{K^2}{J(J+1)} N \frac{1}{T_{ex} \nu} \quad (\mu: \text{永久双極子モーメント})$$

$$\frac{N(J,K)}{T_{ex}} = 1.61 \times 10^{14} \times \frac{J(J+1)}{K^2 \nu} \times \tau \times \Delta v_{FWHM}$$

$$\frac{N(J',K')/T'_{ex}}{N(J,K)/T_{ex}} = \frac{g_{op}(J')(2J'+1)}{g_{op}(J)(2J+1)} \exp\left(\frac{-\Delta E}{T_{rot}(J',K' \Rightarrow J,K)}\right)$$

(T_{ex} ~ T'_{ex}, g_{op}: 統計的重み (1 for para, 2 for ortho))
(Huttemeister et al. 1995)



NGC 3079と典型的スターバースト銀河NGC253の回転温度は同等

	T _{rot}	T _{kin}
Main	~140K	320-380K
Blue	~126K	240-300K
NGC253 (Ott+2005)	105-140K	

励起温度T_{ex} ~ 回転温度T_{rot}の場合

	Main	Blue
N(NH ₃ (1 ₂₄₅)) (cm ⁻²)	3.8E+16	6.2E+15
N(NH ₃ (0 _{3,6}))* (cm ⁻²)	1.6E+16	3.5E+15
N(NH ₃ (0 ₋₆)) (cm ⁻²)	5.4E+16	9.7E+15
R(ortho/para)	0.4	0.6

[NH₃]/[H₂] ~ 10⁻⁸の時、(Ott+2005)
 N(H₂)_{main} ~ 5 × 10²⁴ cm⁻²
 N(H₂)_{blue} ~ 1 × 10²⁴ cm⁻²
 6.4keVの鉄輝線から求められた柱密度
 N(H₂) ~ 10²⁵ と矛盾しない (Iyomoto+2001)

Compton Thickガスを示唆?