

Supermassive black holes do not correlate with galaxy disks or pseudobulges

Kormendy, Bender, Cornell 2011

2013/1/23 雑誌会

発表者：豊内 大輔（千葉研 M1）

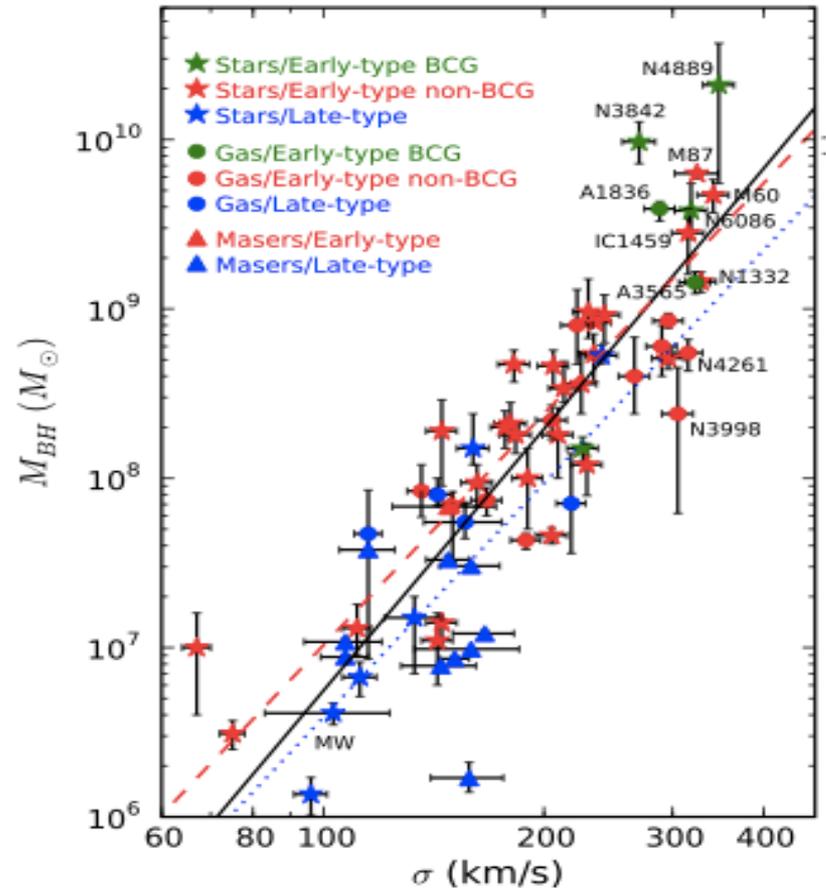
Introduction : M- σ relation

- 銀河中心に存在するsuper-massive black hole(SMBH)の質量とそれを取り囲むバルジの質量との間に相関が存在する。



SMBHと銀河バルジの共進化

- この論文では、銀河のディスク部あるいはpseudo-bulgeと呼ばれる特異なバルジとSMBHについての関係を調べる。



McConnell et al. (2011)

Introduction : Classical and Pseudo-bulge(1)

□ Classical bulge

- 丸い
- Sersic index $n > 2$
- rotational motion $<$ random motion
- 比較的星形成率低い
- $B/T > 0.5$
- elliptical like

□ Pseudo-bulge

- 扁平
- Boxy shape (edge-on)
- spiral、bar structureを含むこともある
- Sersic index $n < 2$
- rotational motion $>$ random motion
- ガス・ダスト多く、比較的星形成率高い
- disk like

Introduction : Classical and Pseudo-bulge(2)

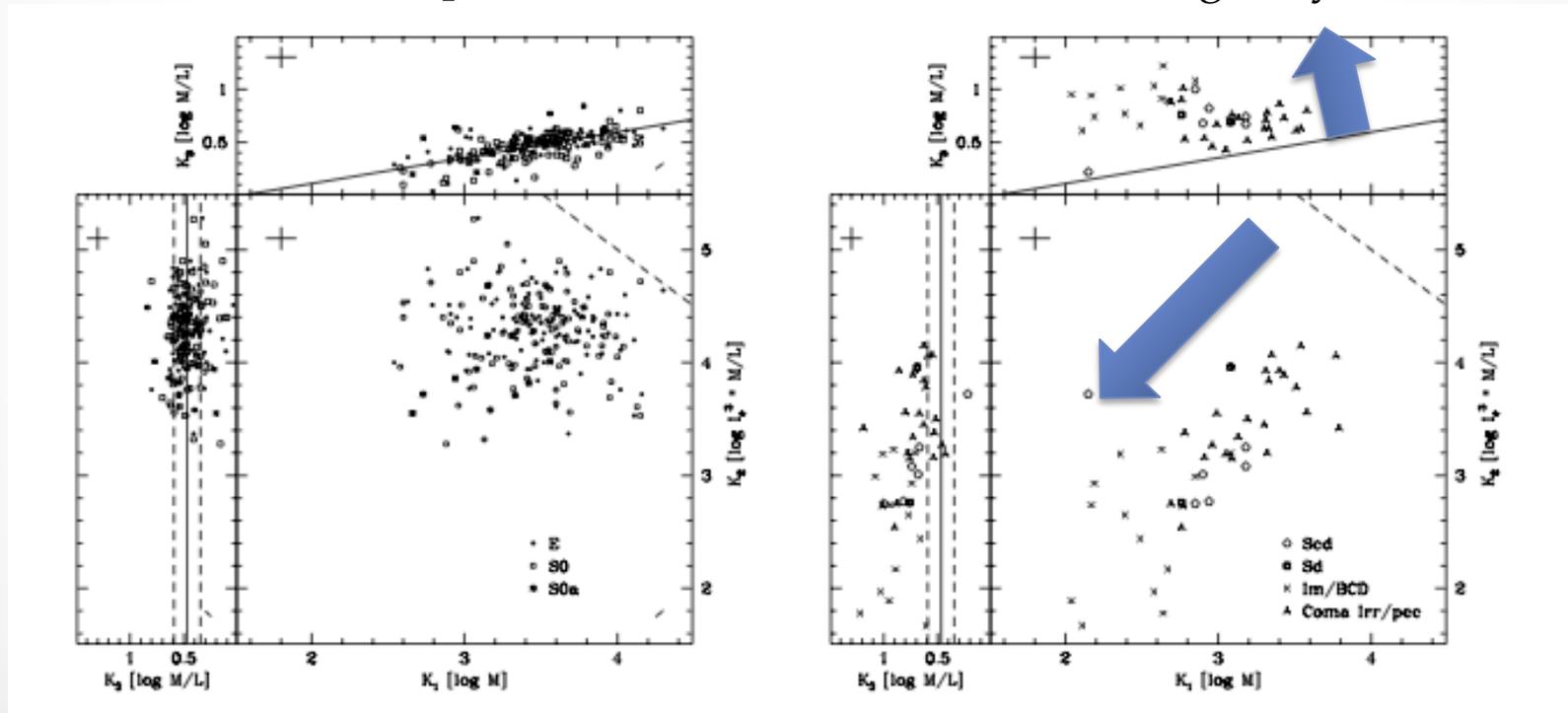
□ elliptical like bulge and disk like bulge

The difference between classical and Pseudo bulge on κ space

– $\kappa_1, \kappa_2, \kappa_3 \Leftrightarrow M, I_e, M/L$

elliptical

disk galaxy



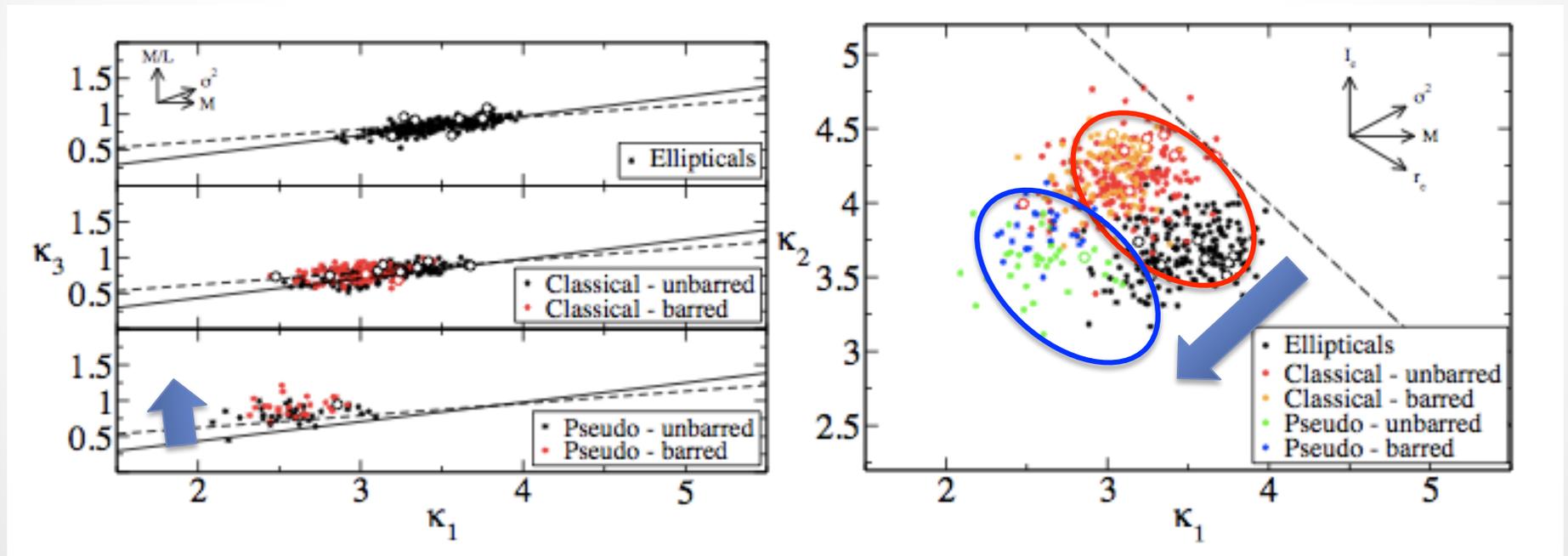
Pierini et al. (2002)

Introduction : Classical and Pseudo-bulge(2)

- elliptical like bulge and disk like bulge

The difference between classical and pseudo bulge on κ space

$$- \kappa_1, \kappa_2, \kappa_3 \Leftrightarrow M, I_e, M/L$$

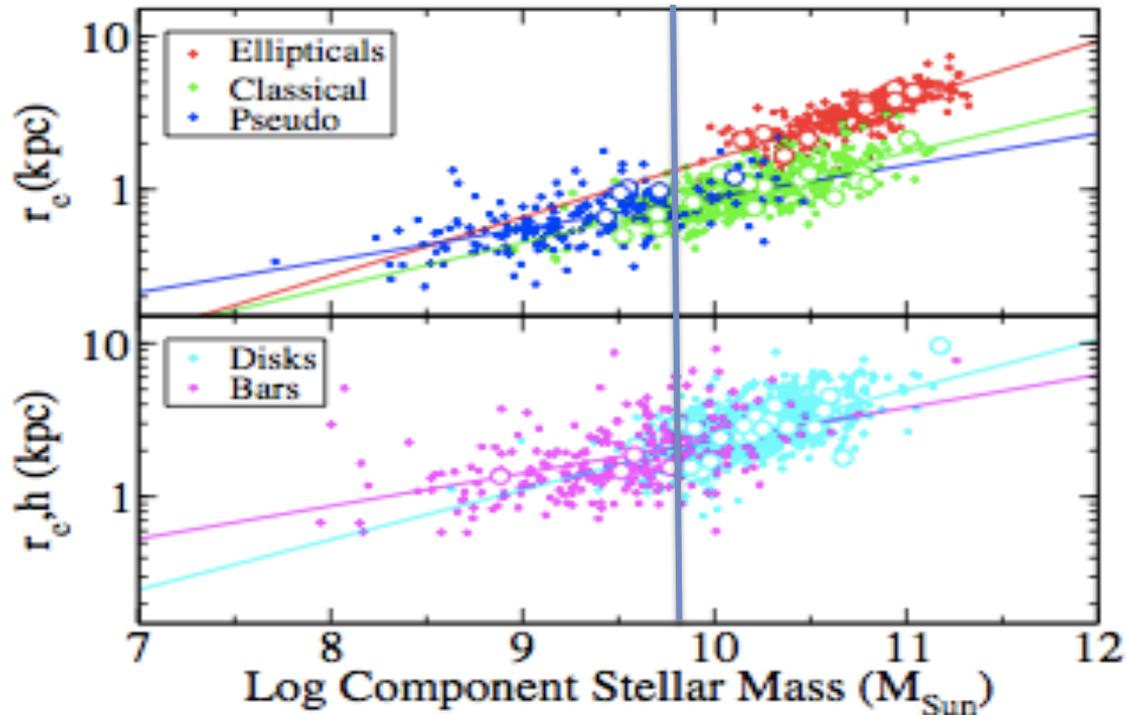


Gadotti (2009)

classical \rightarrow elliptical galaxy & pseudo \rightarrow disk galaxy

Introduction : Classical and Pseudo-bulge(3)

□ Bar structure and Pseudo bulge



bar, pseudo bulgeは分布するmassの範囲+size-mass gradientについて非常に似ている。

Introduction : Classical and Pseudo-bulge(4)

□ The formation histories of classical and pseudo bulge

- Classical bulge

major merger に伴うガスの急激な収縮によって中心部で活発な星形成が発生し、バルジを形成する。major mergerはelliptical galaxy 全体のカタチを決定する上でも重要。よってclassical bulgeはelliptical galaxy と性質が似る。（一般的なバルジ形成論）

- Pseudo bulge

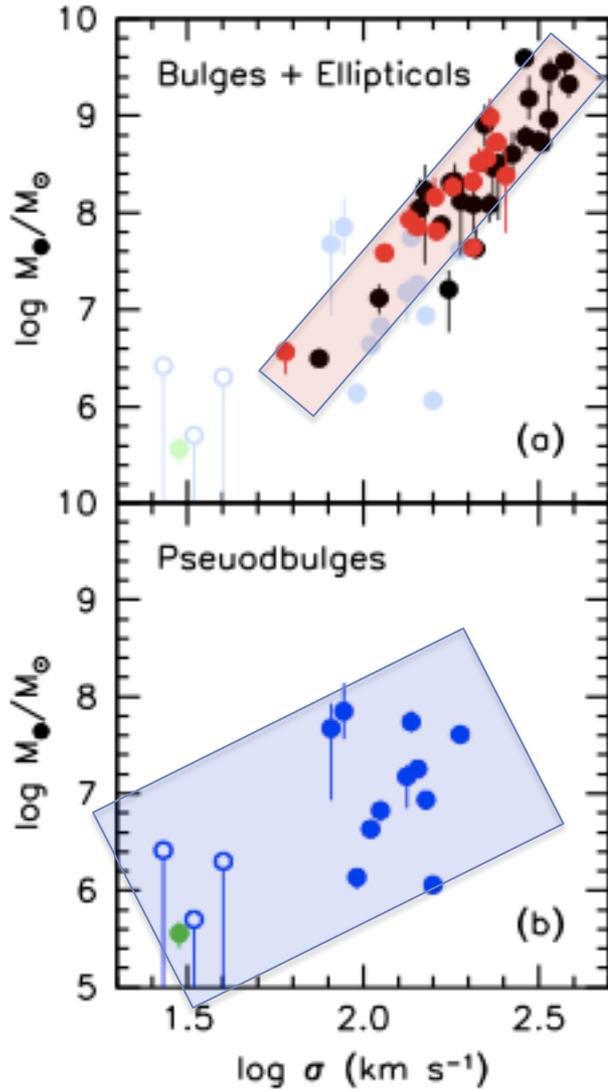
disk instabilityによって発生するspiralあるいはbar構造を通して中心部に星やガスを送り込むことでバルジを形成する。

一般的に観測される2つのバルジの性質はこのようなシナリオに基づいたN体シミュレーションによって説明できることが確認されている。

Samples

Galaxy	Type	D (Mpc)	M_V	M_K	B/T	PB/T	(Pseudo)bulge criteria	σ (km s^{-1})	V_{circ} (km s^{-1})	M_{\bullet} (M_{\odot})
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)
M 31	Sb	0.77	-21.20	-23.48	0.25 V ; 0.32 K	0	1,4,5	160 \pm 8	250 \pm 20	1.44 (1.16 – 2.31) $\times 10^8$
M 81	Sab	3.63	-21.13	-24.00	0.34 \pm 0.02	0	1,4	143 \pm 7	240 \pm 10	7.08 (6.11 – 8.85) $\times 10^7$
NGC 1023	SB0	11.4	-21.14	-24.07	0.39 \pm 0.01	0:	1,4,5	205 \pm 14	251 \pm 15	4.35 (3.87 – 4.82) $\times 10^7$
NGC 3115	S0/	10.2	-21.30	-24.18	0.90 \pm 0.02	\sim 0	1,4,5,8	230 \pm 11	315 \pm 10	9.6 (6.7 – 15) $\times 10^8$
NGC 3245	S0	20.9	-20.85	-23.75	0.70 \pm 0.02	0:	4,8	205 \pm 10	290 \pm 5	2.1 (1.6 – 2.6) $\times 10^8$
NGC 3585	S0/	20.0	-22.05	-24.83	0.93	0:	1,4,5,8	213 \pm 10	280 \pm 20	3.22 (2.65 – 4.63) $\times 10^8$
NGC 3998	S0	14.9	-20.62	-23.51	0.85	0:	4,8	255 \pm 50	408 \pm 42	2.4 (0.6 – 4.5) $\times 10^8$
NGC 4026	S0/	13.6	-20.06	-23.09	0.61 \pm 0.07	0:	1,4,8	180 \pm 9	255 \pm 10	1.83 (1.48 – 2.44) $\times 10^8$
NGC 4258	SABbc	7.3	-20.95	-23.85	0.12 \pm 0.02	0:	1,4,5	115 \pm 10	208 \pm 6	3.82 (3.81 – 3.83) $\times 10^7$
NGC 4342	S0	18.0	-18.98	-22.26	0.60 \pm 0.05	0.015	1,4,8	225 \pm 11	311 \pm 10	3.6 (2.4 – 5.6) $\times 10^8$
NGC 4564	S0	15.9	-19.96	-23.08	0.67 \pm 0.04	0:	1,4,8	162 \pm 8	229 \pm 2	6.43 (5.50 – 6.81) $\times 10^7$
NGC 4594	Sa	10.3	-22.50	-25.12	0.93 \pm 0.01	0.01	1,4,5,8	240 \pm 12	359 \pm 10	5.3 (4.74 – 6.08) $\times 10^8$
NGC 4596	SB0/a	18.0	-20.97	-23.82	0.30 \pm 0.05	0:	1,4,5	136 \pm 6	230 \pm 30	8.4 (5.9 – 12) $\times 10^7$
NGC 7457	S0	12.4	-19.45	-22.31	0.25	0:	1,4,5	60 \pm 3	105 \pm 5	3.63 (2.13 – 4.69) $\times 10^6$
Galaxy	SBbc	0.008	-20.8	-23.7	0:	0.19 \pm 0.02	3,5,7	105 \pm 20	220 \pm 20	4.30 (3.94 – 4.66) $\times 10^6$
Circinus	SABb:	2.8	-19.80	-22.85	0:	0.30 \pm 0.03	4,7	158 \pm 18	155 \pm 10	1.19 (0.98 – 1.47) $\times 10^6$
NGC 1068	Sb	15.4	-22.18	-25.16	0:	0.30 V ; 0.41 K	2,4,7	151 \pm 7	321 \pm 22	8.6 (8.3 – 8.9) $\times 10^6$
NGC 1300	SBbc	20.1	-21.54	-23.96	0:	0.11 \pm 0.02	4,7	88 \pm 3	220 \pm 10	7.1 (3.6 – 14) $\times 10^7$
NGC 2748	Sc	24.9	-20.42	-23.26	0	0.094 \pm 0.012	4,7	81 \pm 1	150 \pm 10	4.7 (0.86 – 8.5) $\times 10^7$
NGC 2787	SB0/a	7.5	-19.19	-22.16	0.11	0.26 \pm 0.02	1,4,5	189 \pm 9	225 \pm 10	4.07 (3.60 – 4.45) $\times 10^7$
NGC 3227	SBa	17.0	-20.84	-23.52	0:	0.11 \pm 0.03	4,7	133 \pm 12	250 \pm 10	1.5 (0.7 – 2.0) $\times 10^7$
NGC 3384	SB0	11.7	-20.50	-23.60	0.0043	0.36 \pm 0.02	1,2,4,5	143 \pm 7	156 \pm 10	1.8 (1.5 – 1.9) $\times 10^7$
NGC 4736	Sab	4.9	-20.66	-23.37	0:	0.36 \pm 0.01	2,4,5,7	112 \pm 3	181 \pm 10	6.68 (5.14 – 8.22) $\times 10^6$
NGC 4826	Sab	6.4	-20.72	-23.71	0:	0.20 \pm 0.05	5,6,7	96 \pm 3	155 \pm 5	1.36 (1.02 – 1.71) $\times 10^6$
NGC 7582	SBab	22.3	-21.49	-24.43	0:	0.10 \pm 0.01	4,7	137 \pm 20	226 \pm 10	5.5 (4.4 – 7.1) $\times 10^7$

Results



- (a) 黒点 : ellipticals
赤点 : classical bulges
 $\chi^2 = 5.0$, $r = 0.89$
→ 非常にきれいな相関あり

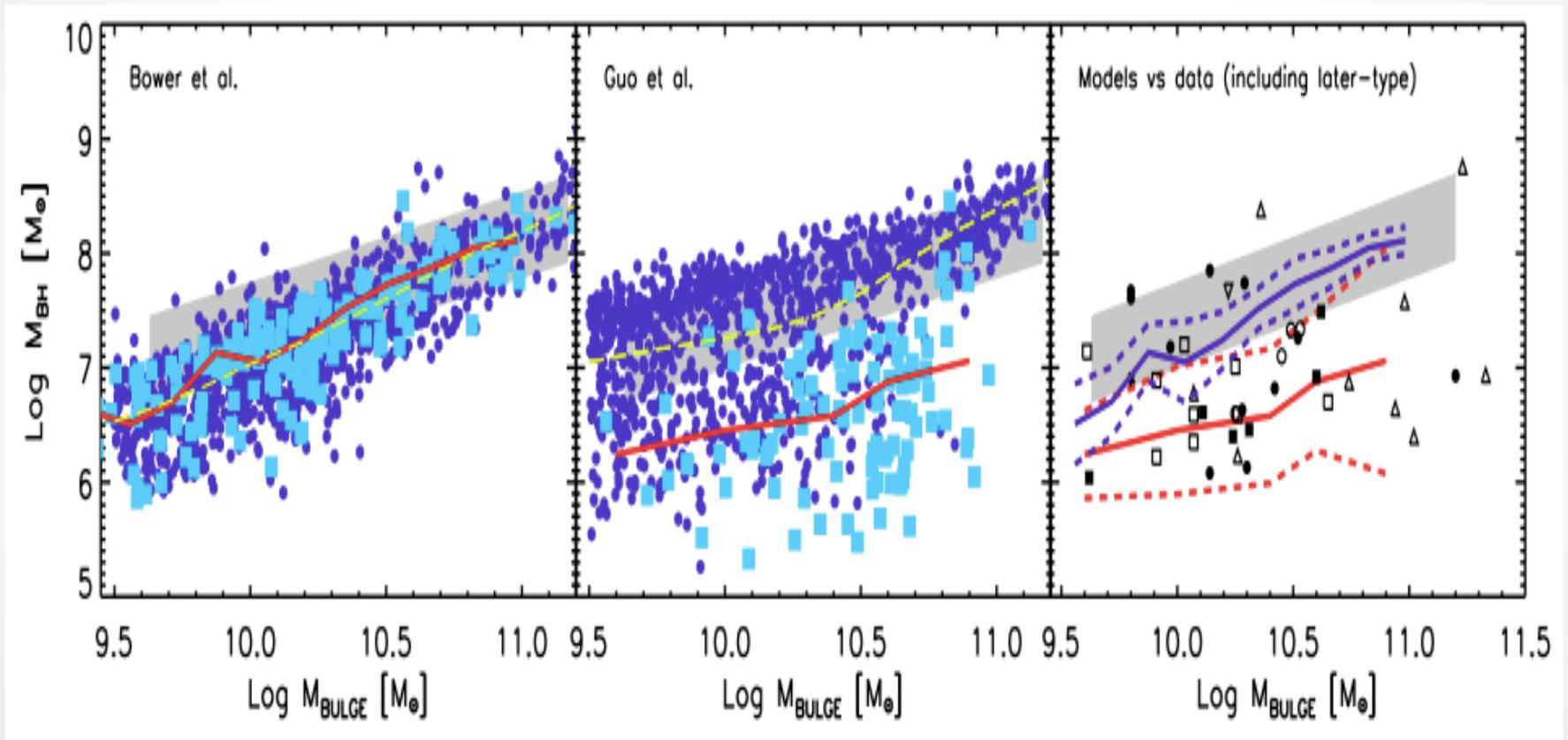
- (b) 青点 : pseudo bulges
 $\chi^2 = 10.4$, $r = -0.08$
→ ほとんど相関なし

ただし、フィッティングに緑、青白点は含んでいない

Conclusion and Discussion

- classical bulgeに比べpseudo bulgeとSMBHの間の相関はきわめて小さいことがわかった。この結果は2つのバルジ内のSMBHにおけるfeeding historyについて制限をあたえるだろう。
- classical bulge – SMBHの相関は、major mergerによって急激に中心部に落ちたガスからclassical bulgeが作られると同時にSMBHもそのガスを吸い取り成長したことを意味する。
- pseudo bulgeを作るようなdiskから流れ込んできたガスはSMBHのポテンシャルが支配的になるくらい中心部(~ 100 pc)まで落ち込まず(おそらく角運動量をもつため)SMBHの成長とは相関が小さいのだろう。

The results from recent observation



Shankar et al. 2012