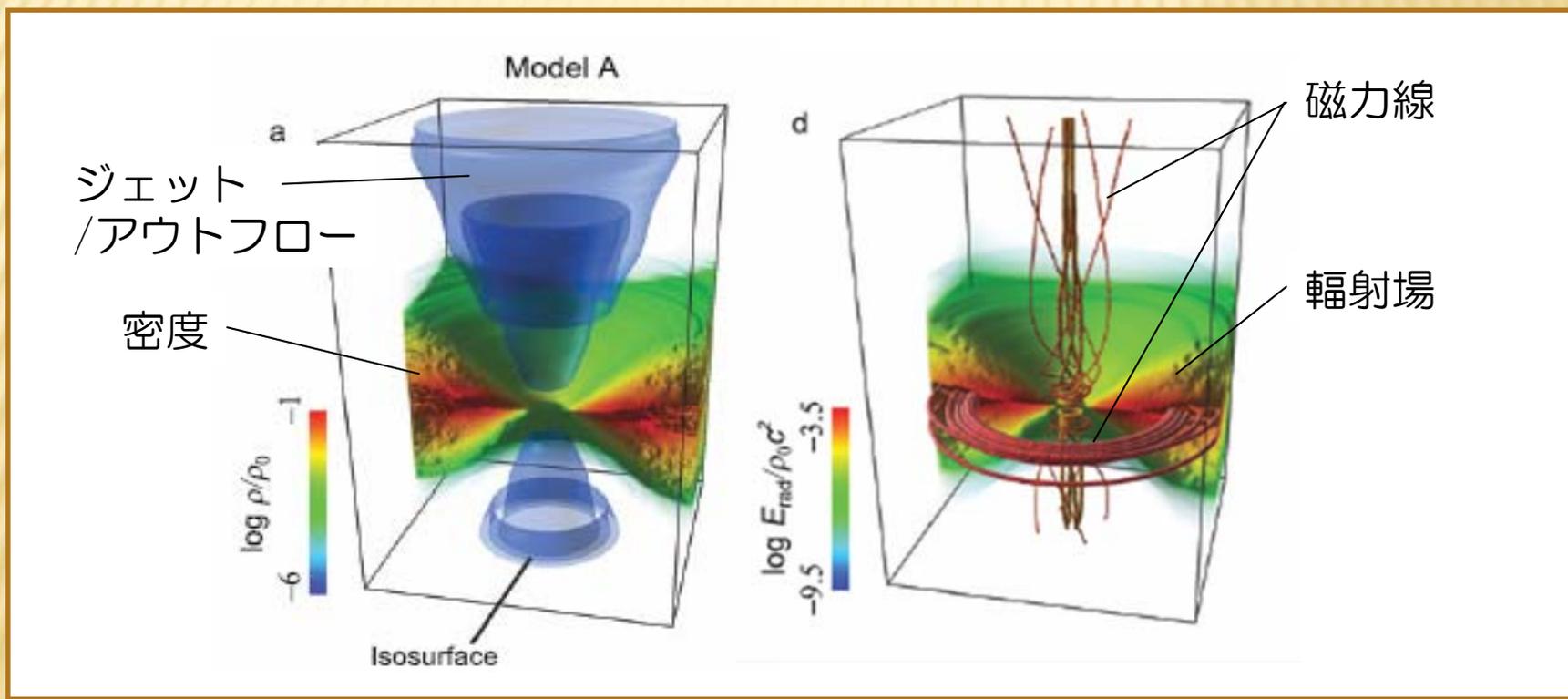


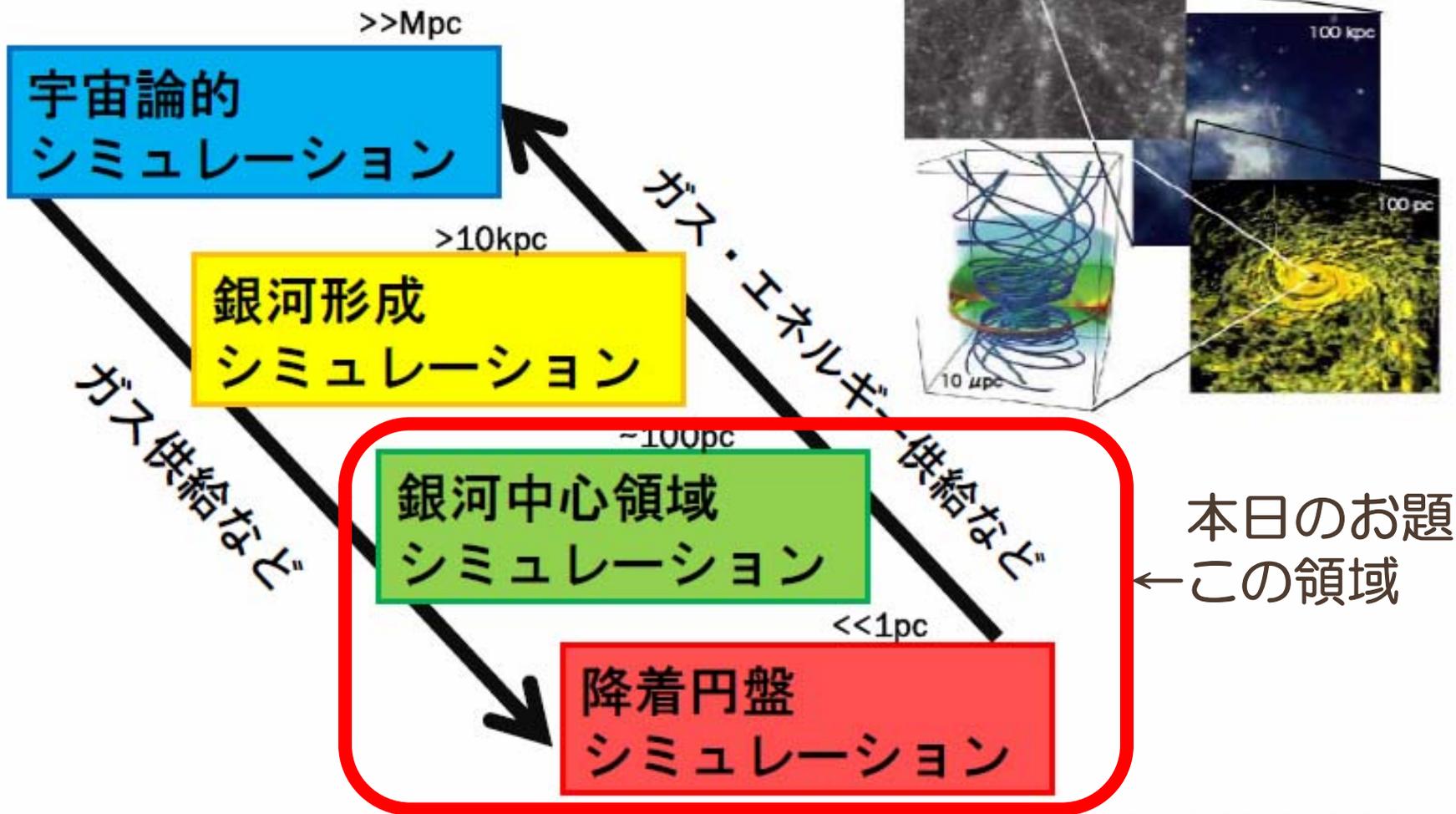
次世代銀河中心核モデルの構築に向けて 理論班の進展状況と将来計画

輻射磁気流体シミュレーションによるブラックホールへのガス降着流・ガス噴出流の研究



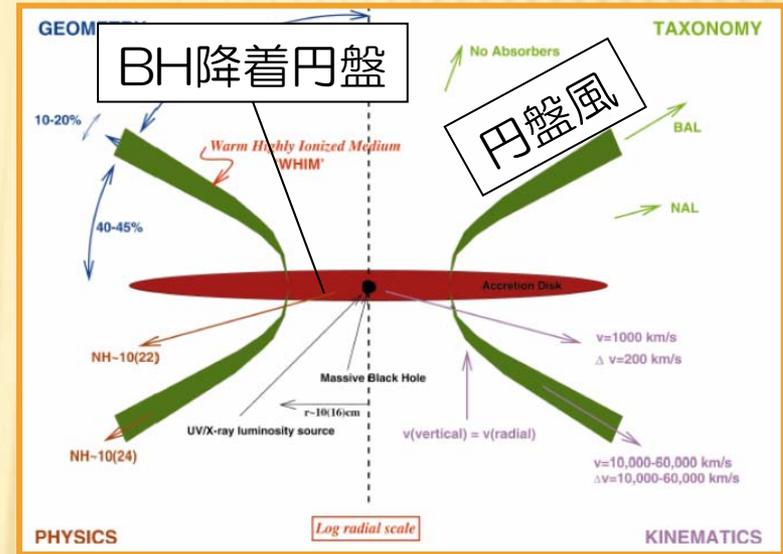
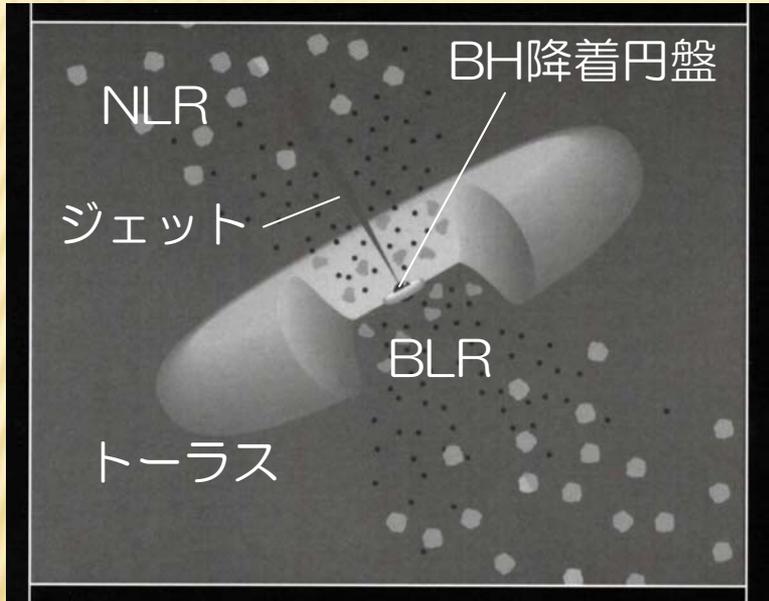
大須賀 健 (国立天文台)

階層的アプローチ



我々はAGNの構造をわかっているか？ NO!

AGNの統一モデル(Krolikのtext) QSOの円盤風モデル(Elvis 00)

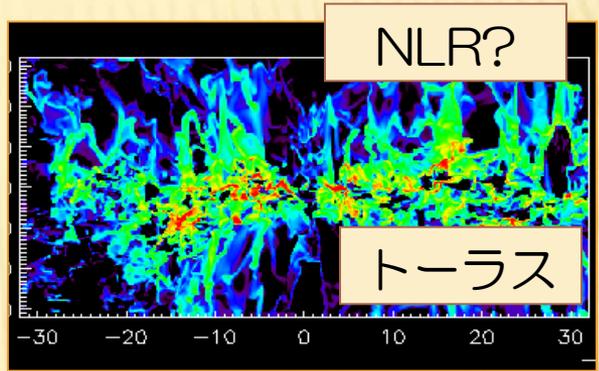


	距離 →		
理解度	($R < 10^{-3}$ pc)	($10^{-3} \sim 1$ pc)	($1 \sim 100$ pc)
	降着円盤 (Red triangle)	円盤風 (Red triangle)	トラス (Red triangle)
	ジェット (Red triangle)	BLR (Red X)	NLR (Red X)

母銀河

1-100pc

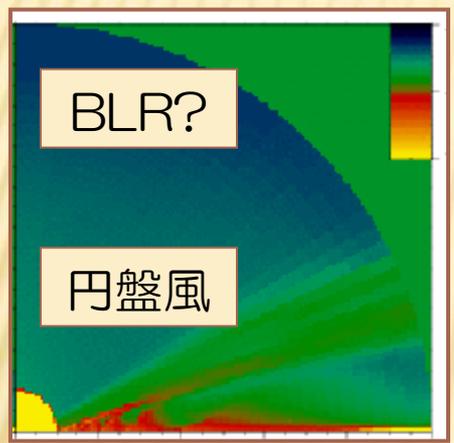
自己重力+輻射
+流体計算
(須佐, 和田, 大須賀 進行中)



和田+02

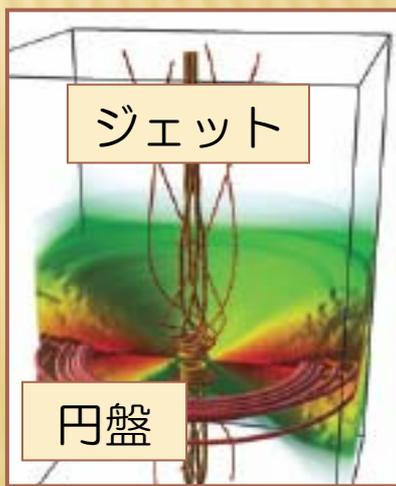
10^{-3} -1pc

Line-force
+流体計算
(和田, 大須賀, 須佐 進行中)



Proga+00

大須賀+09



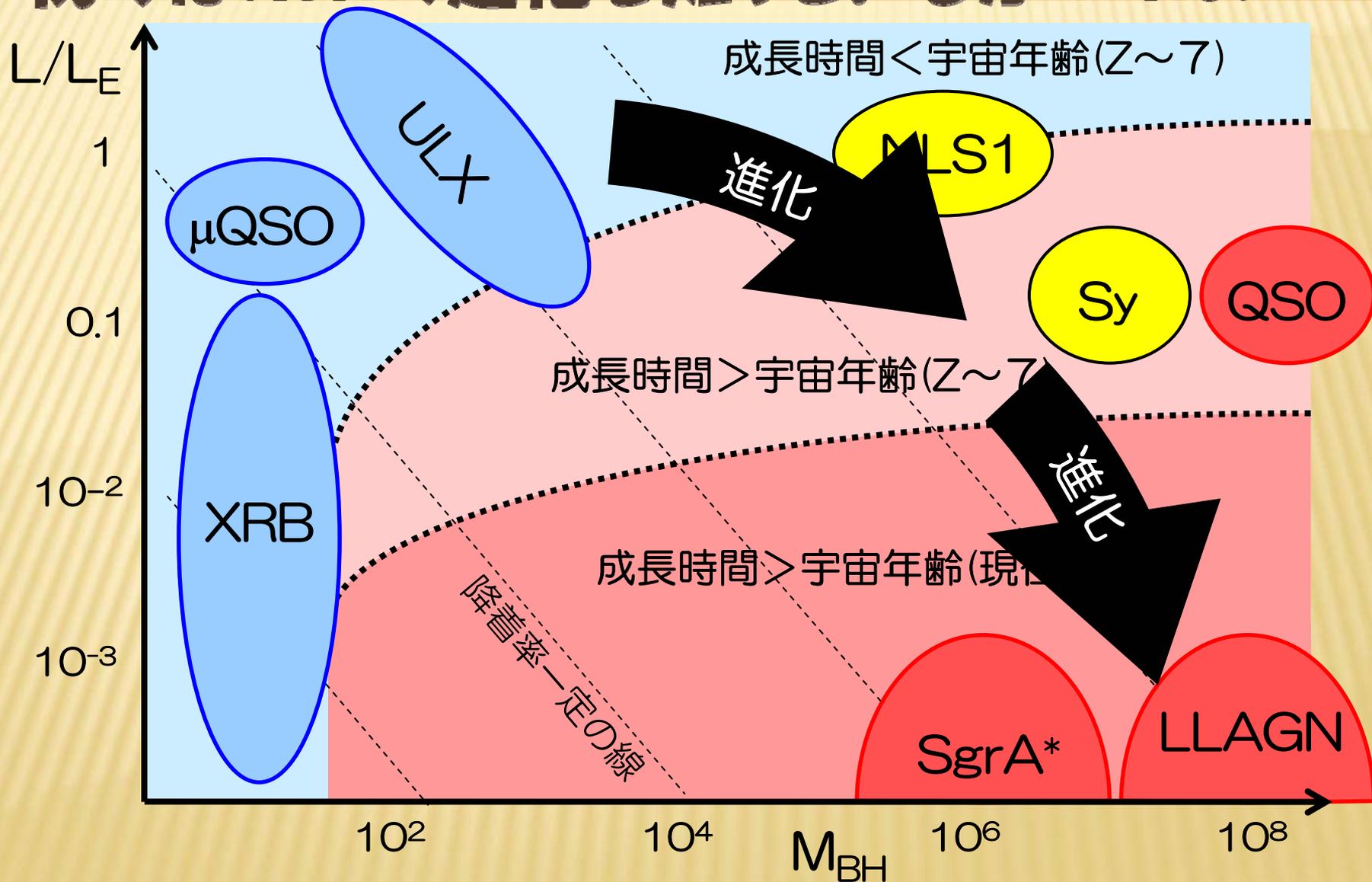
$R < 10^{-3}$ pc

輻射+磁場+
流体計算
(大須賀+, 進行中)

銀河中心領域の 階層的アプローチ

↓ BH

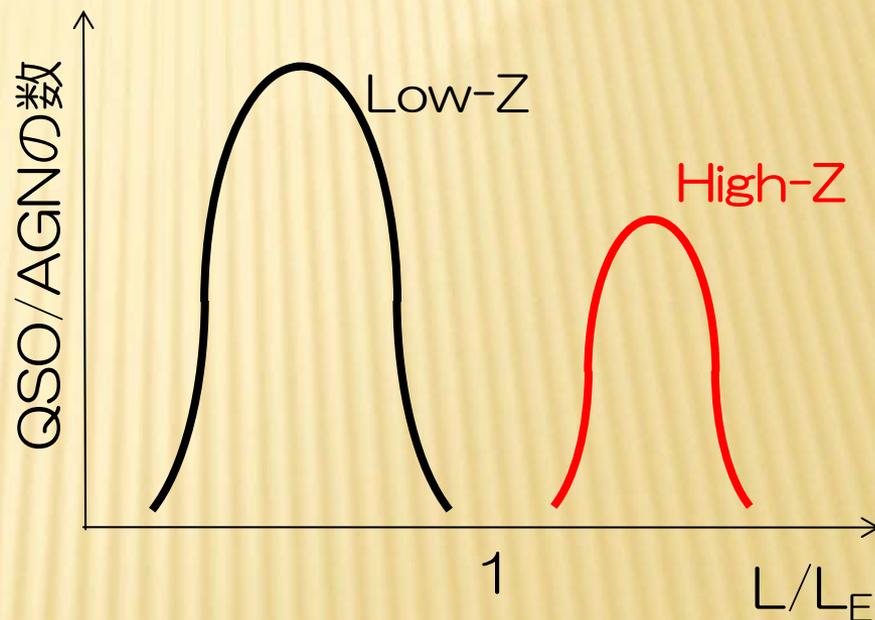
我々はAGNの進化を知っているか？ NO!



HIGH-Z宇宙探査で世界が変わる？

High-Z宇宙はLow-Z宇宙と全く違う(個人的見解)

小BH質量&高 L/L_E の
AGN(NLS1みたいな)だ
らけかもしれない！



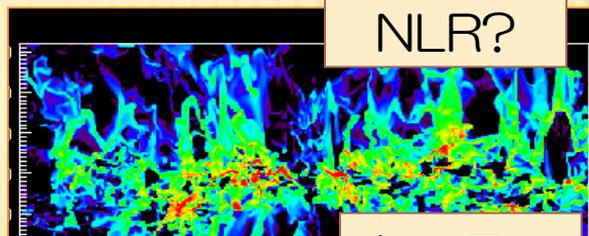
何を観測したら L/L_E がわかるか考えよう

母銀河

1-100pc

自己重力+輻射

流体計算



様々なBH質量, L/L_E で計算



宇宙論的進化対応モデルへ！

High-Z QSOの観測的性質を理論的に予言

Proga+00

輻射+磁場+
流体計算
(大須賀+ 進行中)

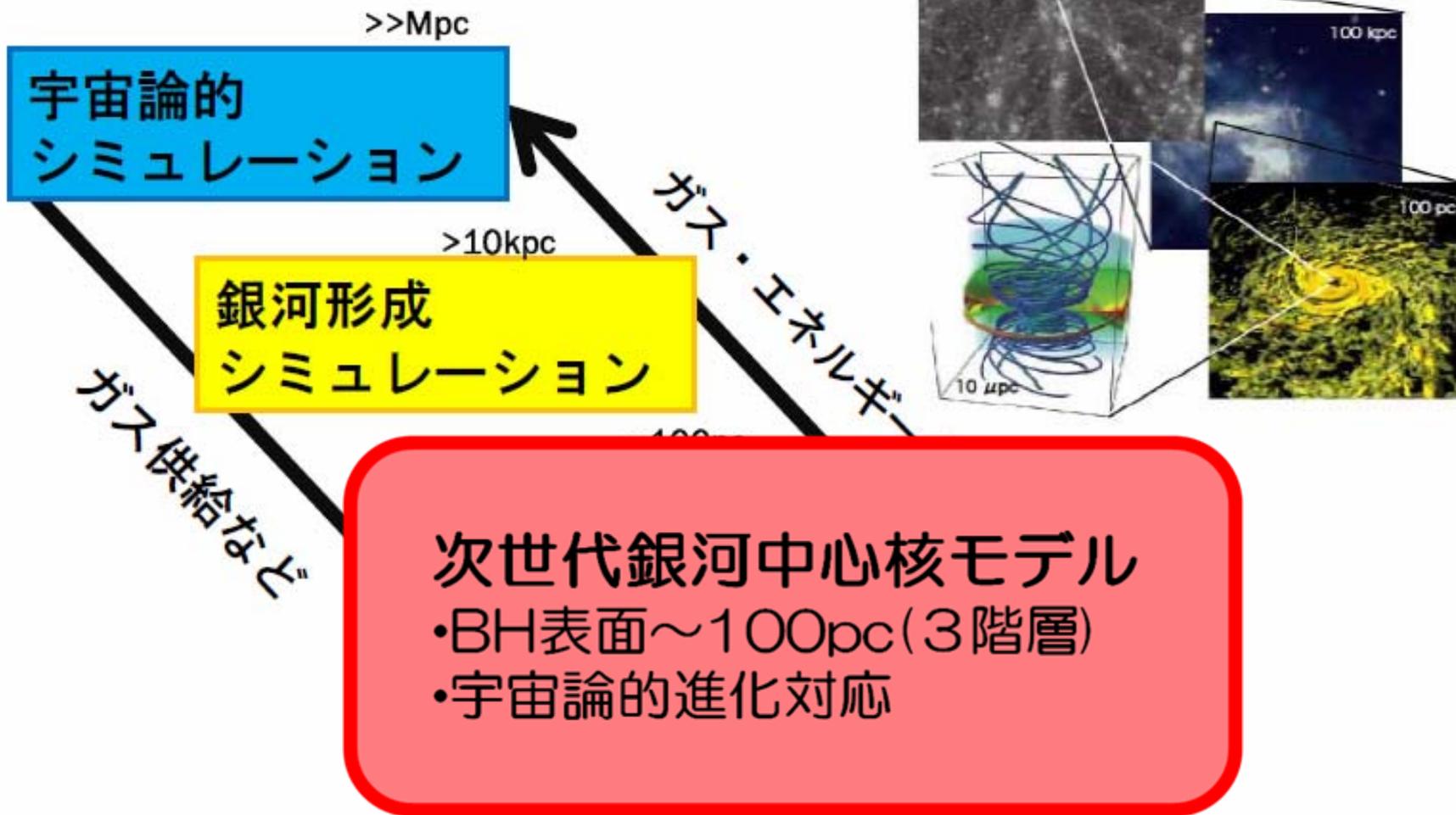


銀河中心領域の
階層的アプローチ



BH

階層的アプローチ



階層 1 (BH近傍): 降着円盤 + ジェット

1次元モデル

Shakura & Sunyaev 73; Ichimaru 77
Abramowicz et al. 88; Narayan, Yi 94

輻射流体計算

Eggum et al. 88; 奥田 02;
大須賀 et al. 05, 07;
大須賀 06; 川島 et al. 09
竹内 et al. 09

磁気流体計算

松元 99; 町田 et al. 00
Stone, Pringle 01
Hawley, Balbus 02

輻射磁気
流体計算

大須賀 et al. 09

相対論的
磁気流体計算

小出 et al. 01; De Villiers et al. 03;
Hawley, Krolik 06
McKinney, Blandford 09

相対論的輻射磁気流体計算

開発中(大須賀, 井上, 富田, 関口)
(Farris et al. 2008)

輻射磁気流体計算による降着円盤の統一理論

- ✕ 基礎方程式→省略
- ✕ 計算法→省略
 - + 輻射冷却, 輻射加速, 磁気乱流による角運動量輸送, 磁気圧加速, ジュール加熱などは全て考慮
- ✕ 質量降着率(エディントン比)の違う三種の状況を計算
 - + 基礎方程式を変えることなくSlim円盤、標準円盤、RIAFを再現

Model	降着率/BH質量 \propto エディントン比	SMBHの 進化段階	近傍宇宙での 対応天体
A	大($L/L_E > 1$)	急速成長段階	NLS1
B	中($L/L_E < 1$)	成長最終段階	QSO, Sy
C	小($L/L_E \ll 1$)	成長完了後	LLAGN

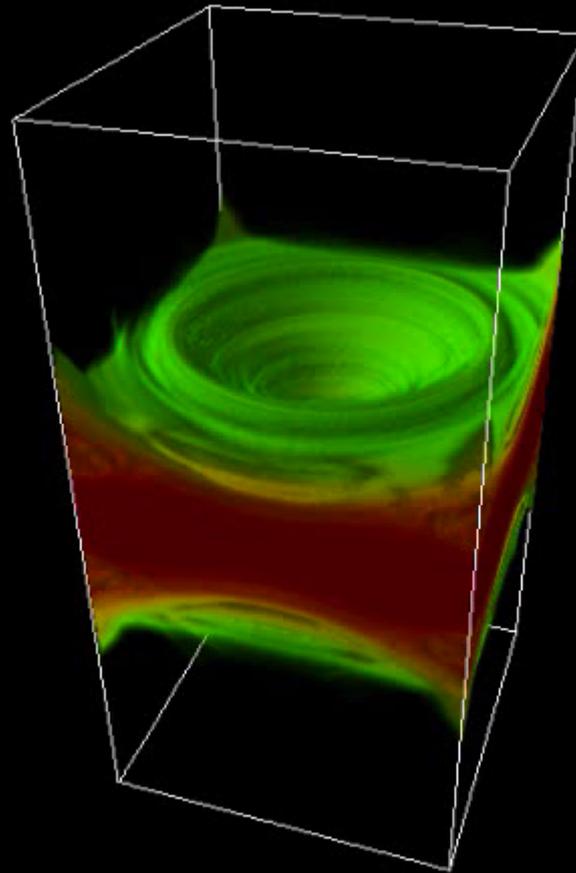
Model A ($L/L_E > 1$)

輻射冷却

△

輻射力

○



- 幾何学的・光学的に厚い輻射圧優勢円盤が形成
- 輻射圧加速ジェットが噴出

<http://th.nao.ac.jp/~ohsuga/>でダウンロードできます

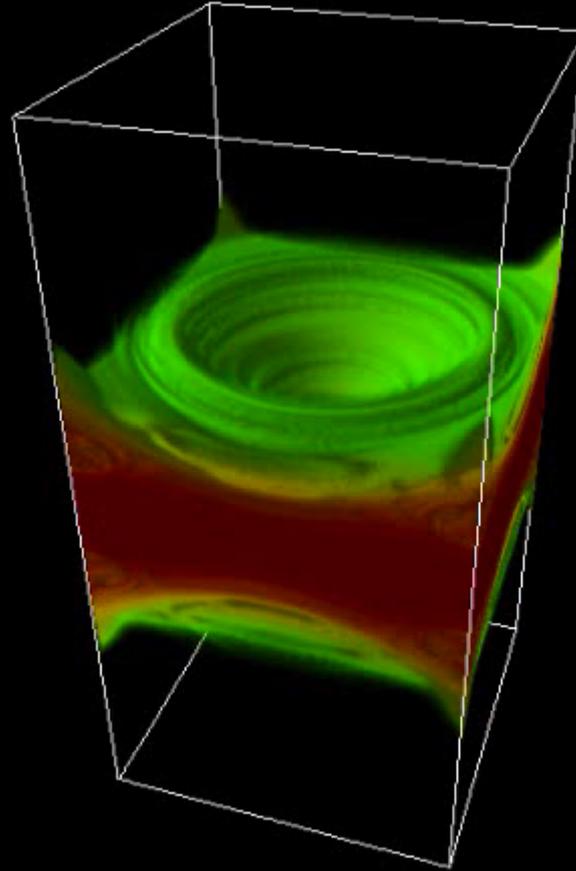
Model B ($L/L_E < 1$)

輻射冷却

○

輻射力

×



- 輻射冷却が効き、低温で薄い円盤が形成
- 標準円盤モデルの予想に反し、ジェットが噴出

<http://th.nao.ac.jp/~ohsuga/>でダウンロードできます

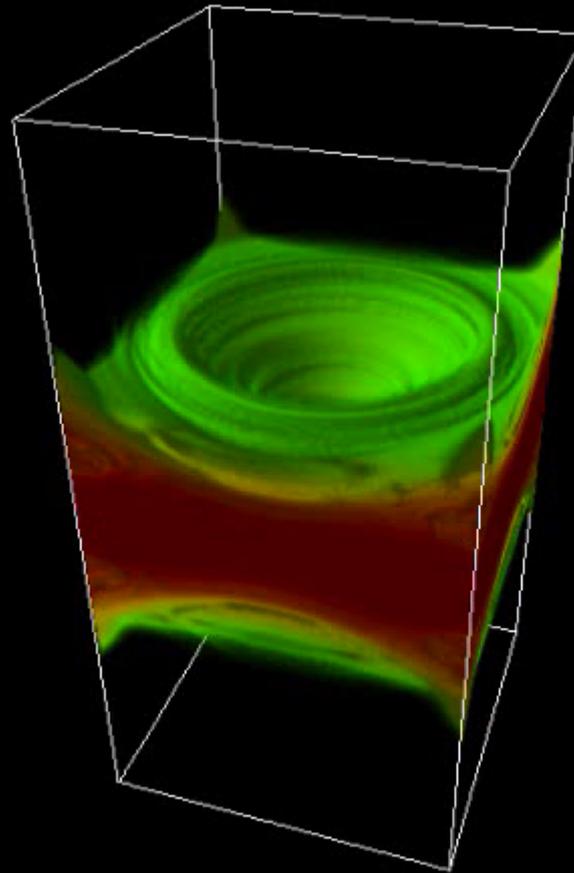
Model C ($L/L_E \ll 1$)

輻射冷却

×

輻射力

×



- 輻射冷却が効かず、光学的に薄い高温円盤が形成
- 磁気圧加速ジェットが噴出

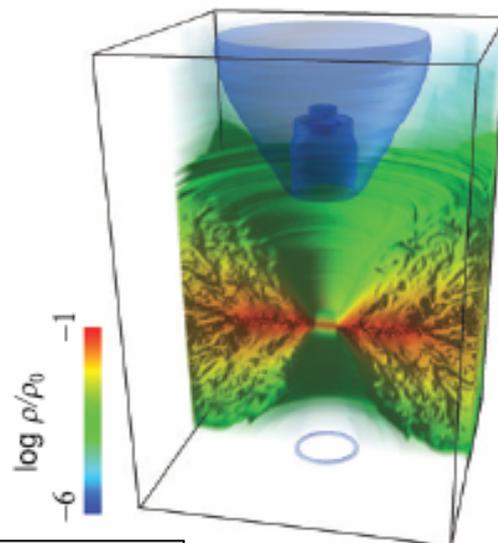
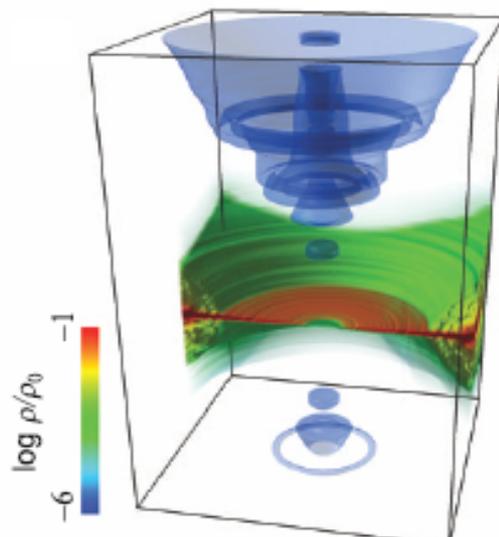
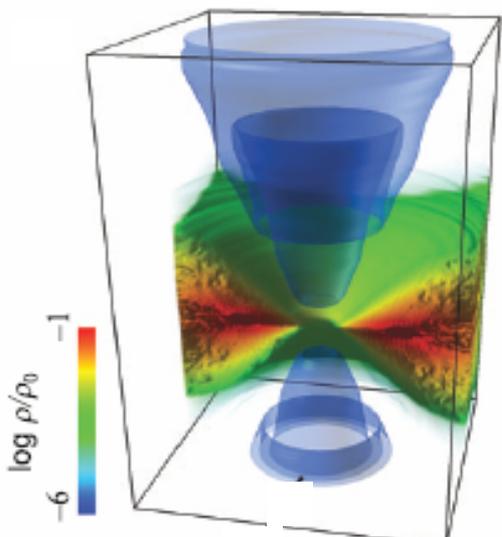
<http://th.nao.ac.jp/~ohsuga/>でダウンロードできます

Model A ($L/L_E > 1$)

Model B ($L/L_E < 1$)

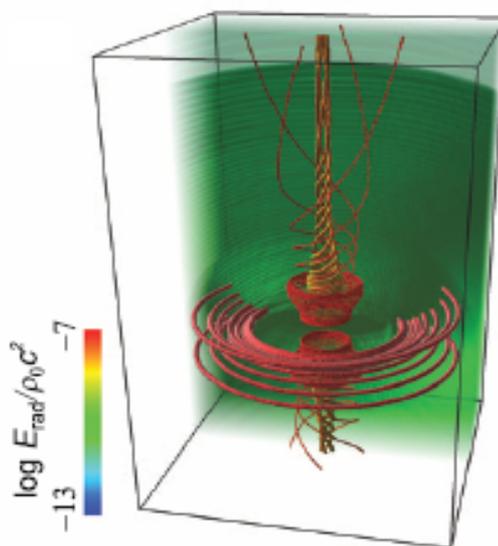
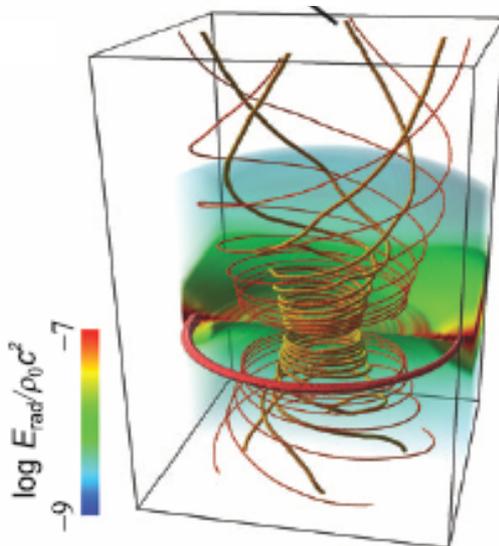
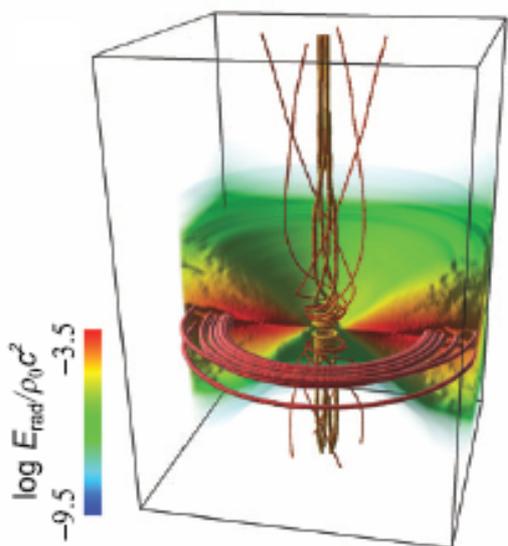
Model C ($L/L_E \ll 1$)

カラー (密度場)
Isosurface (outflow)



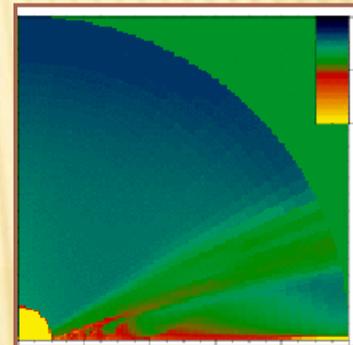
大須賀、嶺重、森、加藤 2009; PASJ表紙

カラー (輻射場)
Lines (磁力線)



階層2(10^{-3} -1PC領域): BLR+円盤風

Proga+00



× 理論計算

- + 和田コードに輻射の効果 (電離、加熱、line-force) を追加
- + とはいっても一番ややこしいところ (輻射輸送) は完成済み
- + 今のところ大須賀、和田、須佐で進行中

× 理論と観測の比較 [with 三澤さん (理研)]

まとめ

次世代銀河中心核モデルの準備状況&計画

鋭意制作中！

- ✖ 空間：3階層でシミュレーション
 - + BH近傍→円盤&ジェット
 - + $10^{-3}-1$ pc→円盤風(吸収体)&BLR
 - + 1-100pc→トーラス&NLR
- ✖ 時間：様々なBH質量, L/L_E 比について計算し、宇宙論的進化に対応！
- ✖ 誰か一緒にやっていたただけませんか？ m(_ _)m