光赤外における活動銀河核研究：

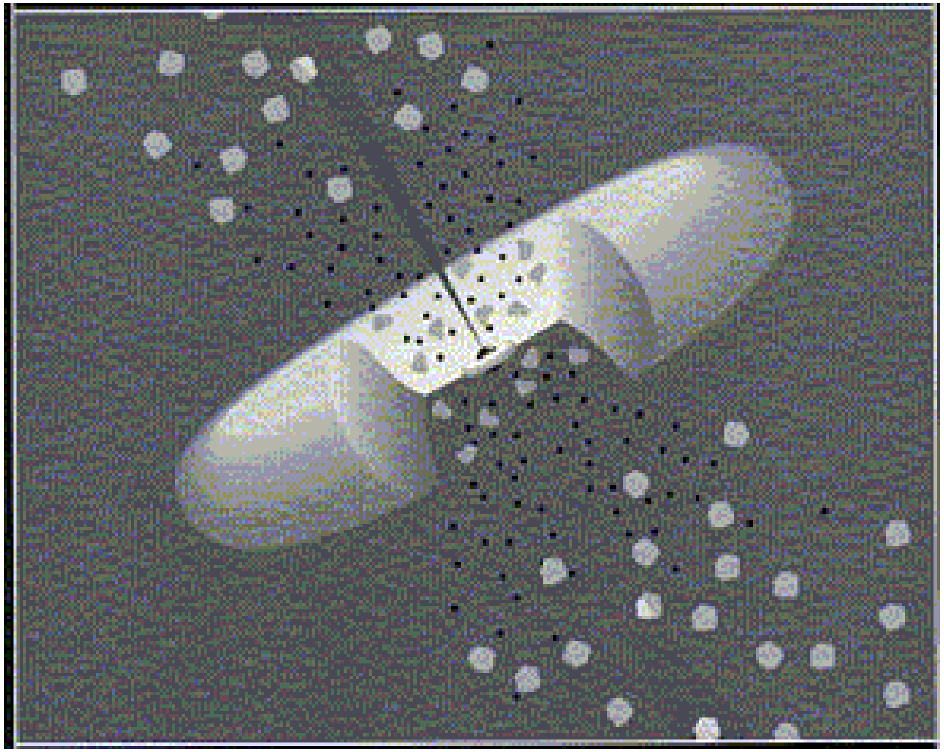
〜 *課題と展望* 〜

長尾　透

(アルチェトリ天文台)

<u>活動銀河核の基本構造</u>

～中心ブラックホール
～降着円盤
～ジェット
～Broad-Line Region
～ダストトーラス
～Narrow-Line Region
(～母銀河)



形状は？
組成は？
運動は？
起源は？

<u>まだ我々は非常に基本的な事さえ知らない</u>

～ 全てが課題。全てがこれから。
～ とりわけ致命的なのが。。。。

中心ブラックホールの質量測定

■ 宇宙の距離はしご

年周視差

セファイド変光星

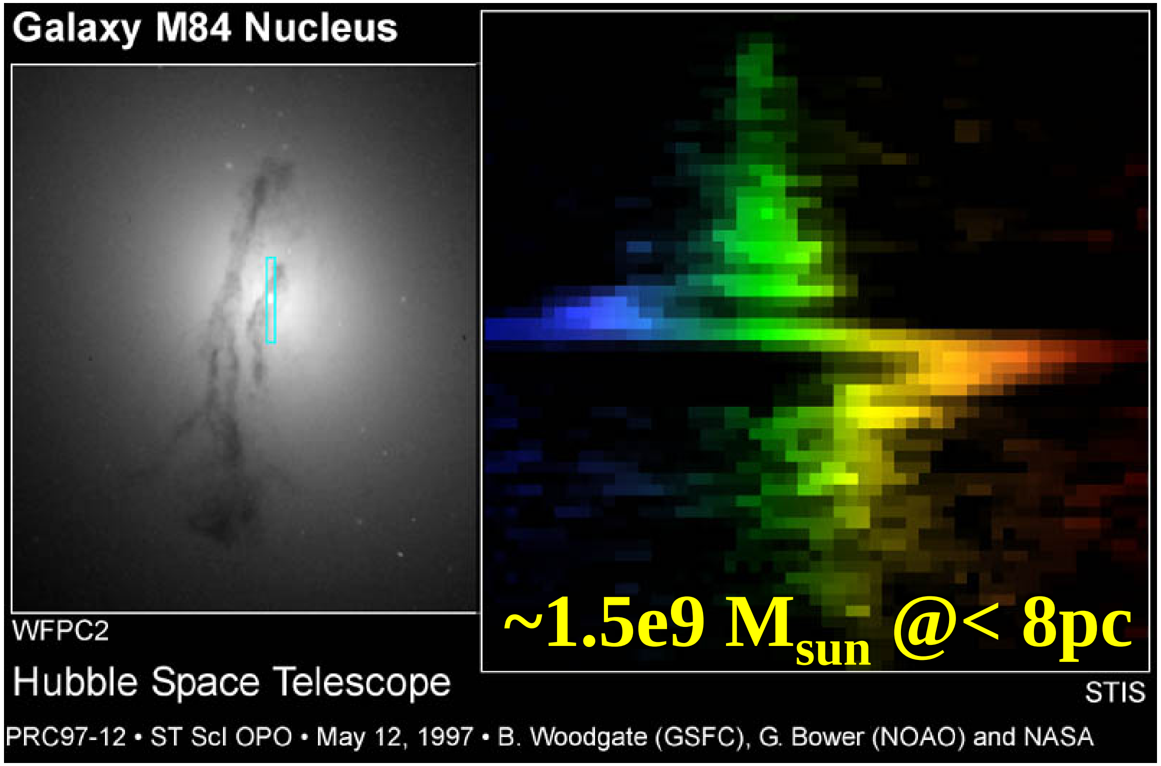
ハッブル則
- ～ お手軽距離決定
- ～ 宇宙の果てまで

■ ＢＨの質量はしご

ＢＨ近傍のガス･星の運動
- ～ 信頼性は良い
- ～ 近傍天体のみ

Reverberation Mapping
- ～ 観測時間投入が必要
- ～ 限られた天体数

光度－ＢＬＲサイズ関係
- ～ お手軽ＢＨ質量測定？
- ～ 宇宙の果てまで
  (値を出すだけなら)



■ 宇宙の距離はしご

年周視差

セファイド変光星

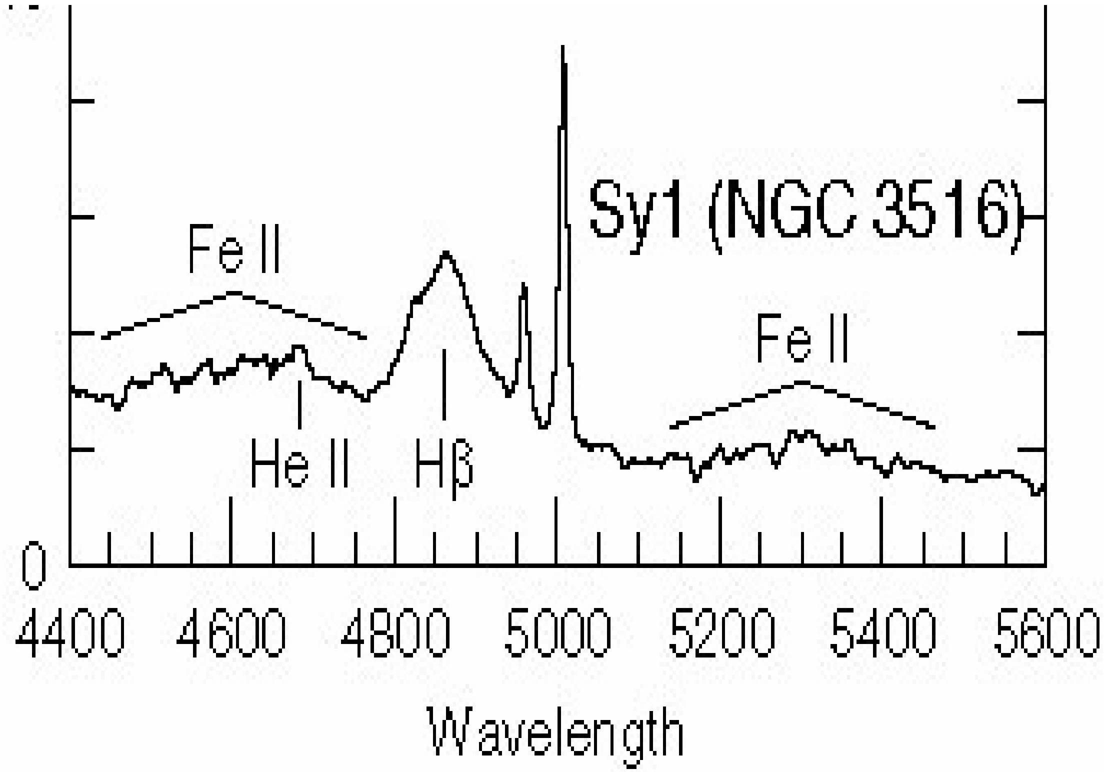
ハッブル則
- ～ お手軽距離決定
- ～ 宇宙の果てまで

■ ＢＨの質量はしご

ＢＨ近傍のガス･星の運動
- ～ 信頼性は良い
- ～ 近傍天体のみ

Reverberation Mapping
- ～ 観測時間投入が必要
- ～ 限られた天体数

光度 - ＢＬＲサイズ関係
- ～ お手軽ＢＨ質量測定？
- ～ 宇宙の果てまで (値を出すだけなら)



■ 宇宙の距離はしご

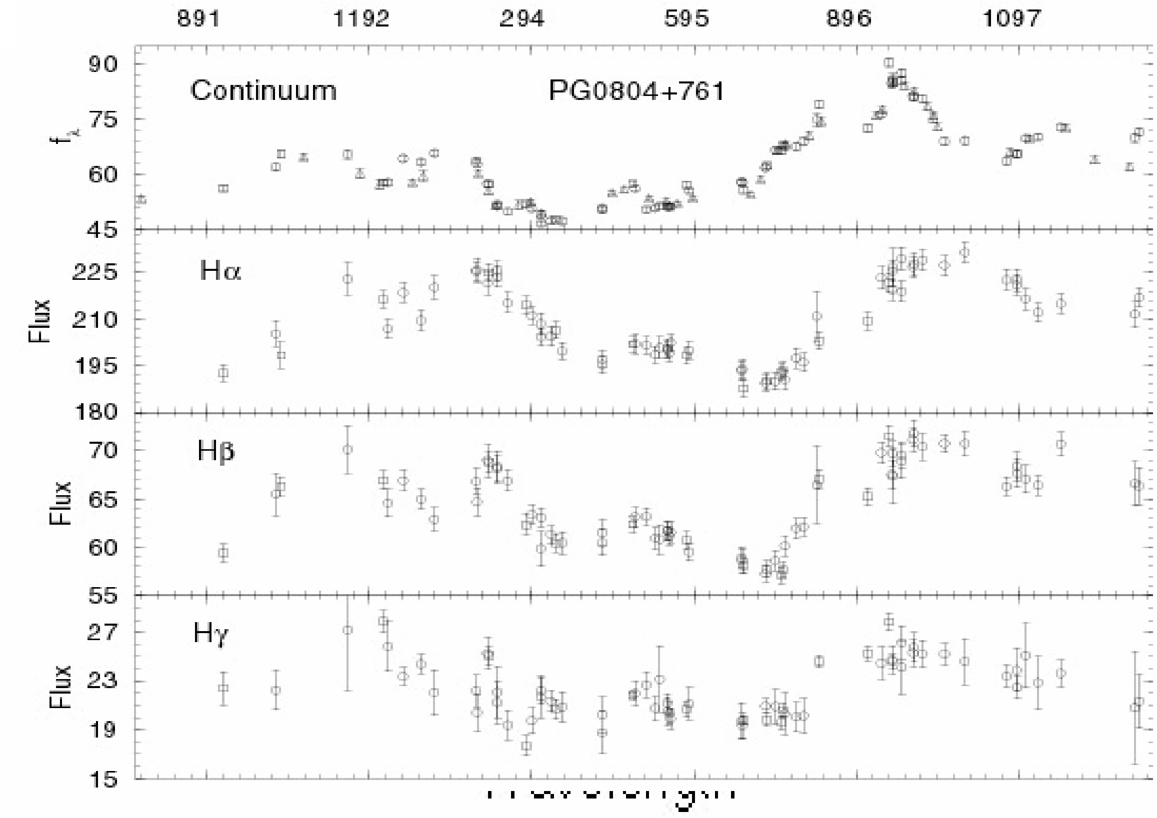
年周視差

セファイド変光星

ハッブル則

～ お手軽距離決定

～ 宇宙の果てまで



■ BHの質量はしご

BH近傍のガス･星の運動

～ 信頼性は良い

～ 近傍天体のみ

Reverberation Mapping

～ 観測時間投入が必要

～ 限られた天体数

光度 - BLRサイズ関係

～ お手軽BH質量測定？

～ 宇宙の果てまで

(値を出すだけなら)

■ 宇宙の距離はしご

年周視差

セファイド変光星

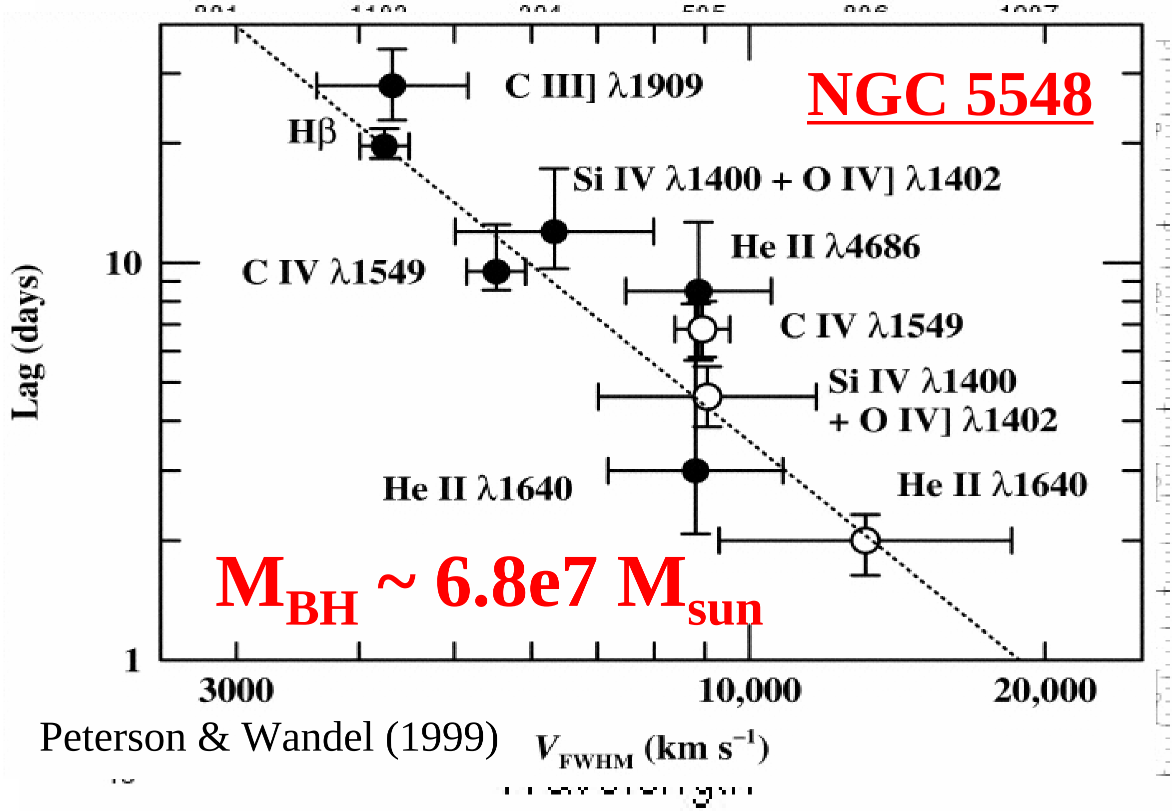
ハッブル則
～ お手軽距離決定
～ 宇宙の果てまで

■ BHの質量はしご

BH近傍のガス･星の運動
～ 信頼性は良い
～ 近傍天体のみ

Reverberation Mapping
～ 観測時間投入が必要
～ 限られた天体数

光度 - BLRサイズ関係
～ お手軽BH質量測定？
～ 宇宙の果てまで
(値を出すだけなら)



Peterson & Wandel (1999)

■ 宇宙の距離はしご

年周視差

セファイド変光星

ハッブル則

～ お手軽距離決定

～ 宇宙の果てまで

■ ＢＨの質量はしご

ＢＨ近傍のガス･星の運動

～ 信頼性は良い

～ 近傍天体のみ

Reverberation Mapping

～ 観測時間投入が必要

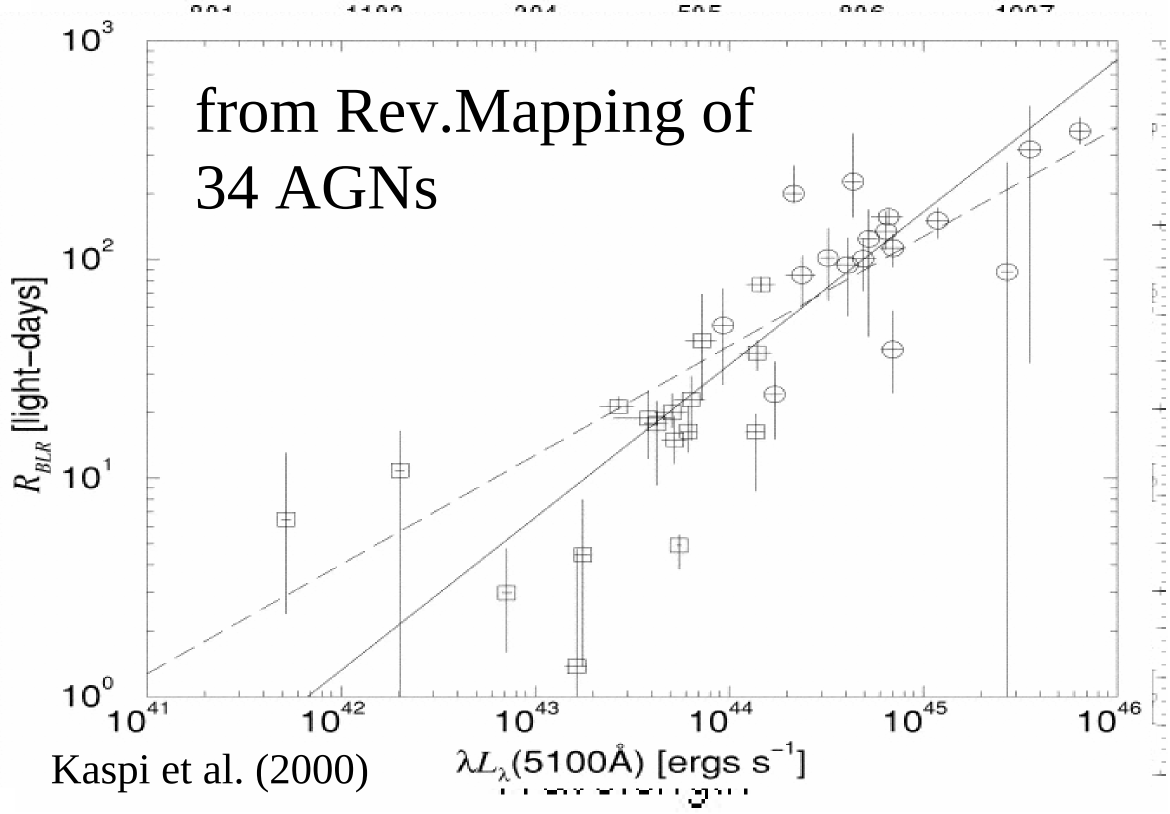
～ 限られた天体数

光度 - ＢＬＲサイズ関係

～ お手軽ＢＨ質量測定？

～ 宇宙の果てまで

(値を出すだけなら)

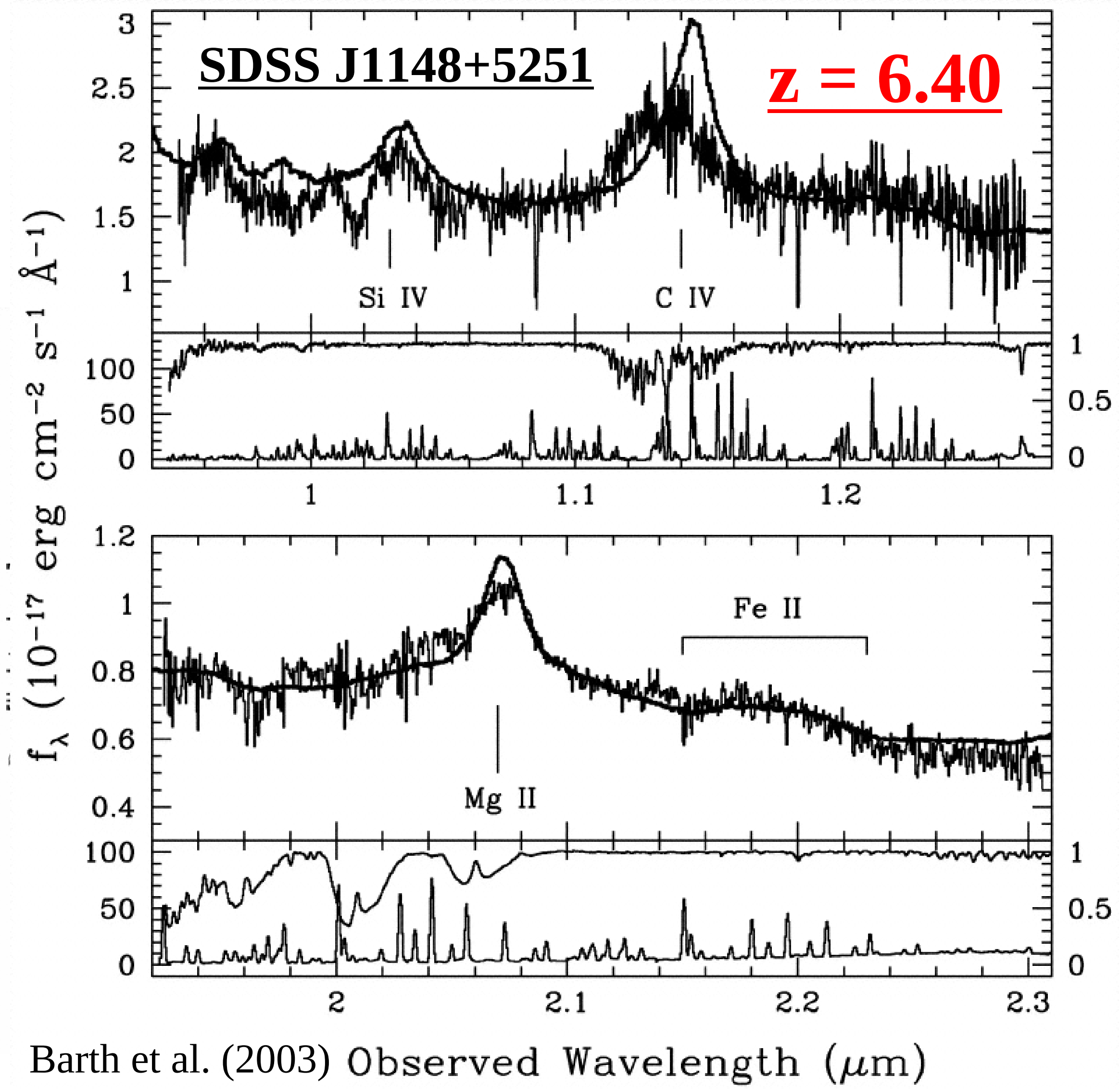


Kaspi et al. (2000)

■ 宇宙の距離はしご

■ BHの質量はしご

年周視差



Barth et al. (2003)

BH近傍のガス·星の運動
- ～ 信頼性は良い
- ～ 近傍天体のみ

Reverberation Mapping
- ～ 観測時間投入が必要
- ～ 限られた天体数

光度 - BLRサイズ関係
- ～ お手軽BH質量測定？
- ～ 宇宙の果てまで
  (値を出すだけなら)

M_{BH} ~ (2 - 6) e9 M_{sun}
@ z ~ 6.4

？？？

■ 星･ガスの運動から中心質量を測定

〜 30m級望遠鏡回折限界 → 5mas

〜 200Mpc以内の天体で中心1pc以内の質量測定

■ 大規模 Reberveration Mapping

〜 遠方へはしごを伸ばす → 数年スケールのモニター

〜 近傍と同じはしごを → 8m級近赤外で観測時間投入

■ はしごのキャリブレーション

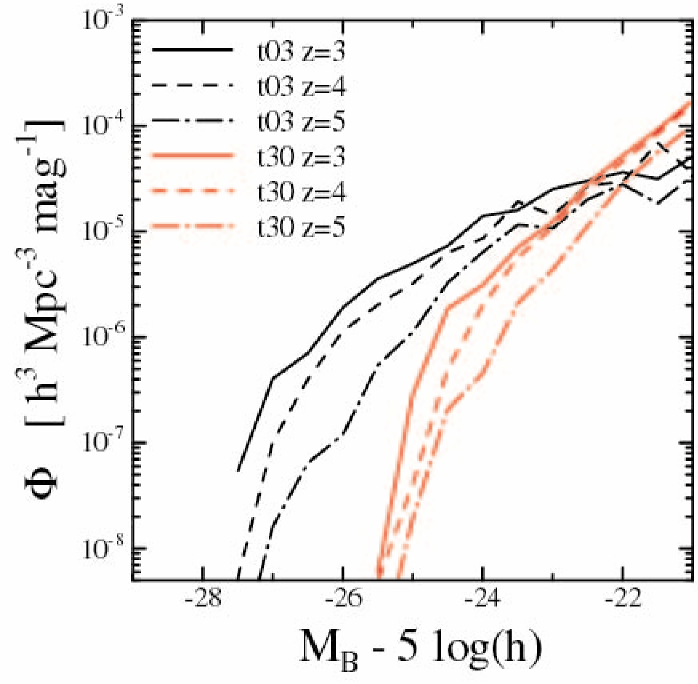
〜 光度 – BLRサイズ関係の確立

■ 宇宙の果てまで BH質量測定

〜 安定感抜群のはしごで

活動銀河核の進化

～ AGN 統計的性質の変遷を追う

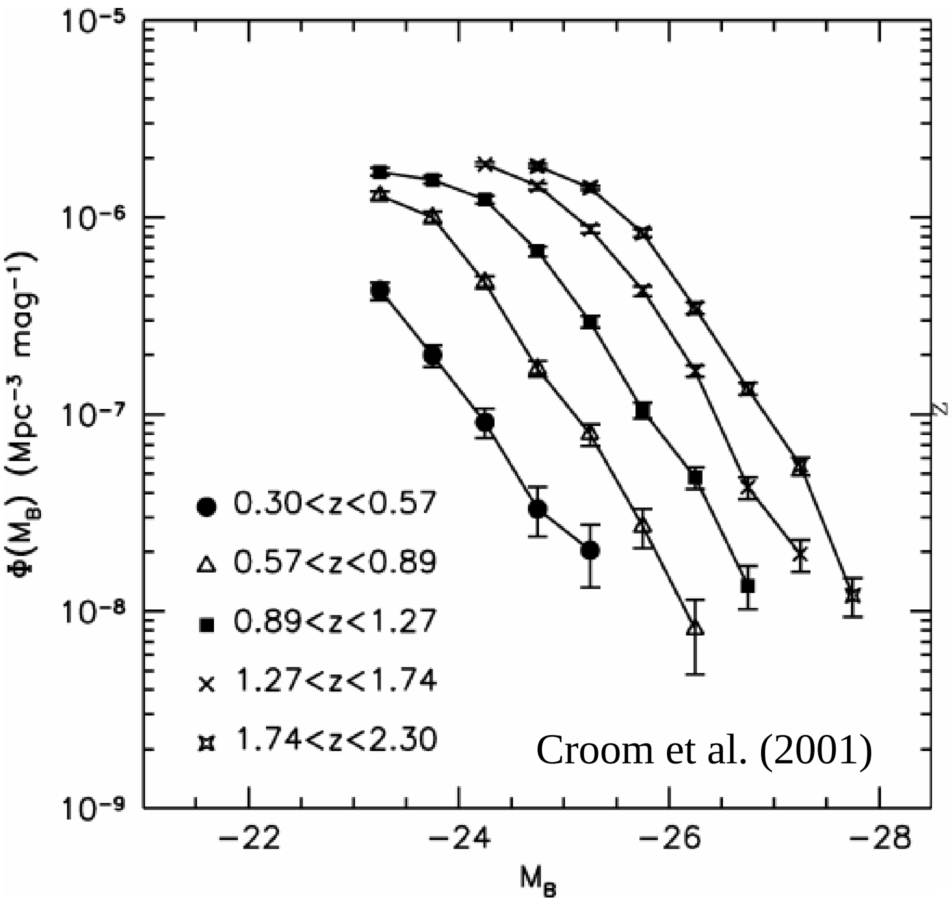


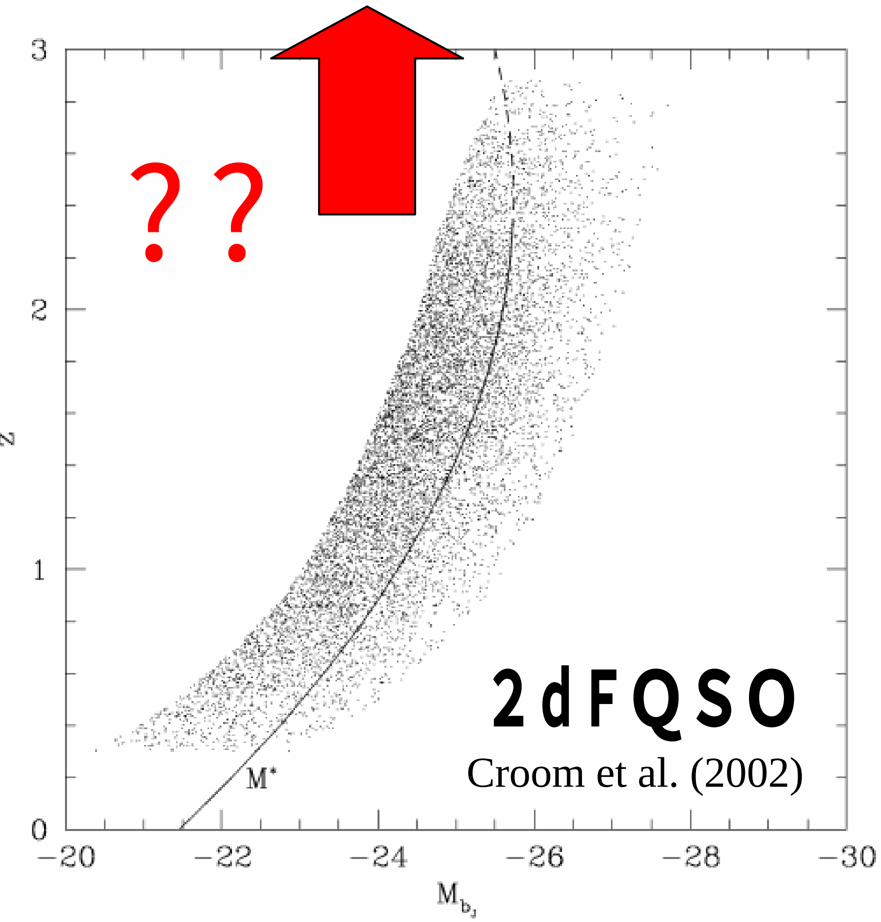
■ AGN光度関数

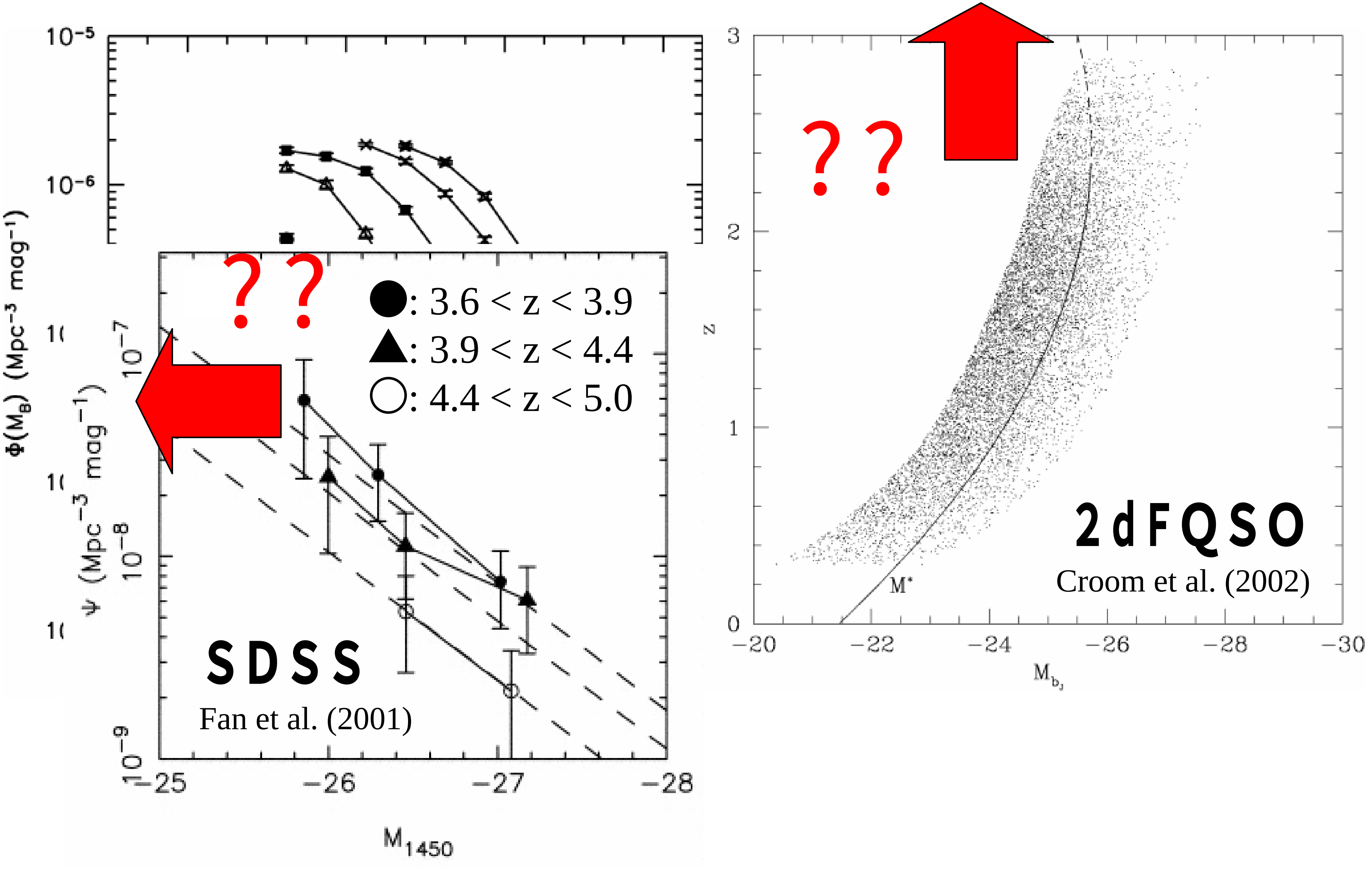
～ 各時代にどんなAGNが
いくつあったのか
～ BHへの質量降着の歴史
～ 紫外線背景放射へのAGNの寄与
～ そもそもAGNはいつから存在するのか

■ AGN空間相関 & 銀河との空間相関

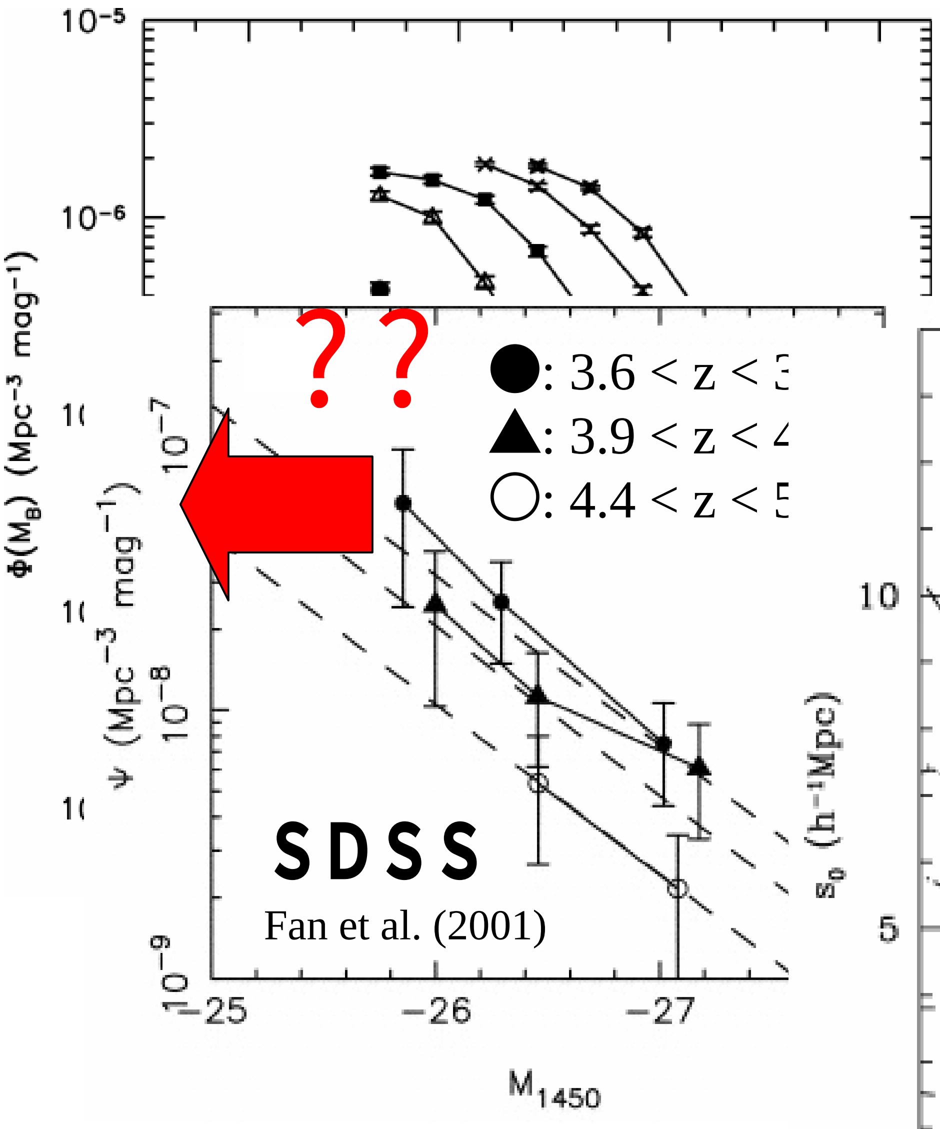
～ AGNはどんな質量のハローに付随してるのか
～ どんな環境でAGN現象が発現するのか
～ AGN現象の寿命

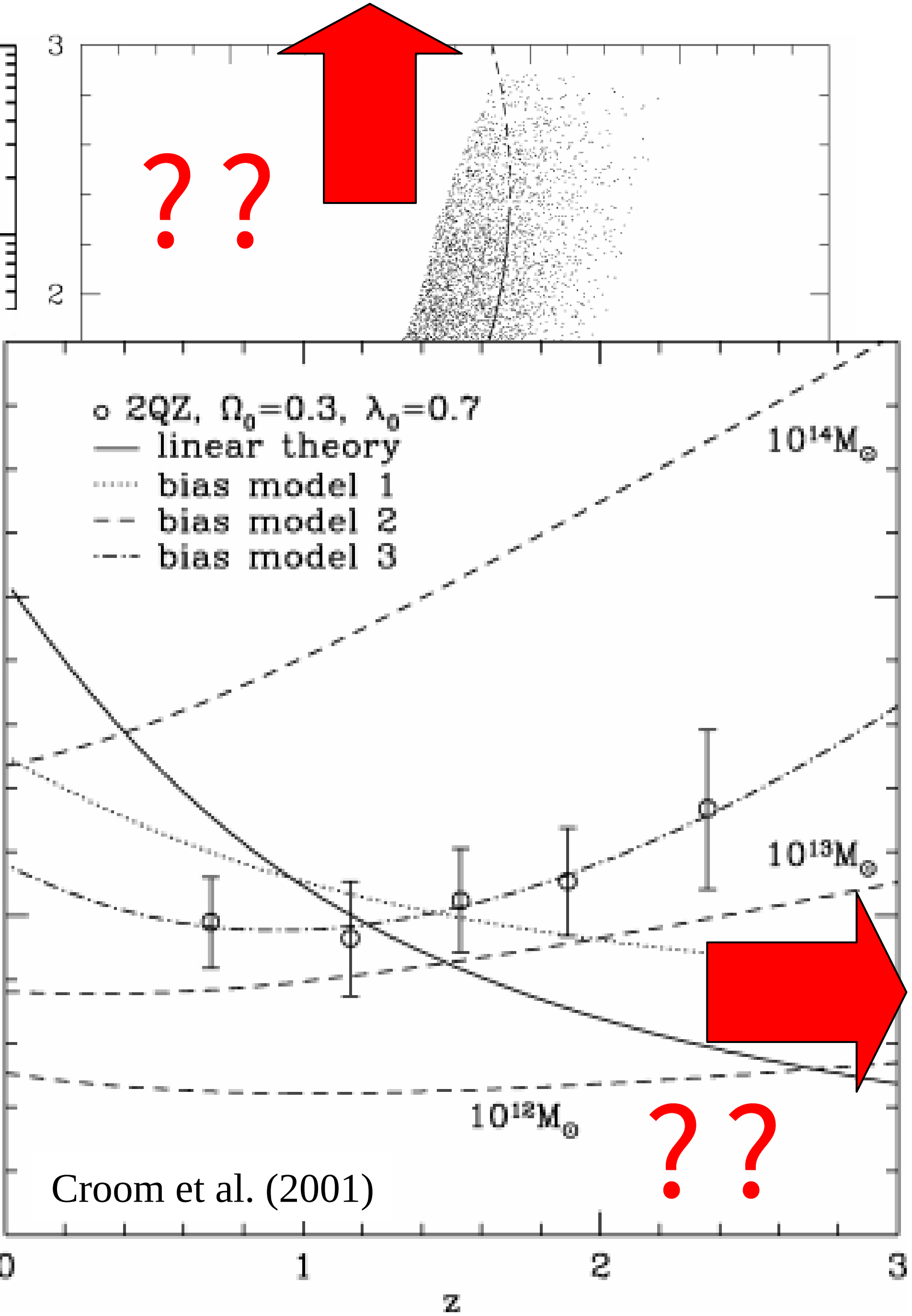

10⁻⁵
10⁻⁶
10⁻⁷
10⁻⁸
10⁻⁹
Φ(M_B) (Mpc⁻³ mag⁻¹)
−22
−24
−26
−28
M_B
0.30<z<0.57
0.57<z<0.89
0.89<z<1.27
1.27<z<1.74
1.74<z<2.30
Croom et al. (2001)


??
0
1
2
3
z
M*
2dFQSO
Croom et al. (2002)
−20
−22
−24
−26
−28
−30
M_bJ



only bright-end LFs @ z > 3





only bright-end LFs @ z > 3

系統的なＡＧＮサーベイが必須

■ 3 < z < 6

～ 可視多色撮像 ＋ 分光サーベイ
～ 周囲の銀河環境も見たい → i'～25.5等程度まで
～ 1000平方度4色 → "8m2dF" で 250nights
～ 分光フォローアップ → "8m6dF" で 100nights

■ 6 < z < 12 (?)

～ 上記フィールドに近赤外ＪＨＫ撮像データを追加
～ 暗めのＡＧＮまで (for LF) →J=22.5, H=21.5, K=21
～ 1000平方度 → "8m1dF赤外" で 50nights
～ 近赤外分光フォロー → "8m6dF赤外" で 200nights

系統的なＡＧＮサーベイが必須

4色40平方度撮像で
100－200 QSOs (and many galaxies)
～ＬＦ＆環境＆空間相関
－SWANS－ Subaru/SCam 20 nights
ただいま提案中です。

■ $3 < z < 6$

～ 可視多色撮像 ＋ 分光サーベイ
～ 周囲の銀河環境も見たい → ｉ’～25.5等程度まで
～ 1000平方度4色 → “8m2dF” で 250nights
～ 分光フォローアップ → “8m6dF” で 100nights

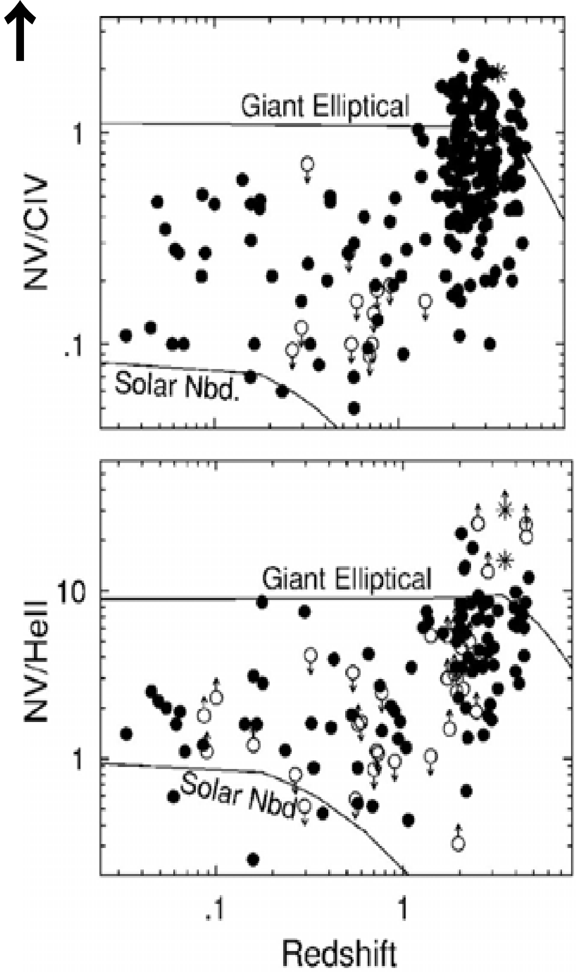
■ $6 < z < 12$ (?)

～ 上記フィールドに近赤外ＪＨＫ撮像データを追加
～ 暗めのＡＧＮまで (for LF) →J=22.5, H=21.5, K=21
～ 1000平方度 → “8m1dF赤外” で 50nights
～ 近赤外分光フォロー → “8m6dF赤外” で 200nights

高赤方偏移AGNの分光研究からは…

High-z で NV/CIV↑NV/HeII↑
→高赤方偏移ほど
metal-rich？
→銀河進化モデルで
再現不可能？ぎりぎり？

Hamann & Ferland (1993, 1999)



高赤方偏移AGNの分光研究からは…

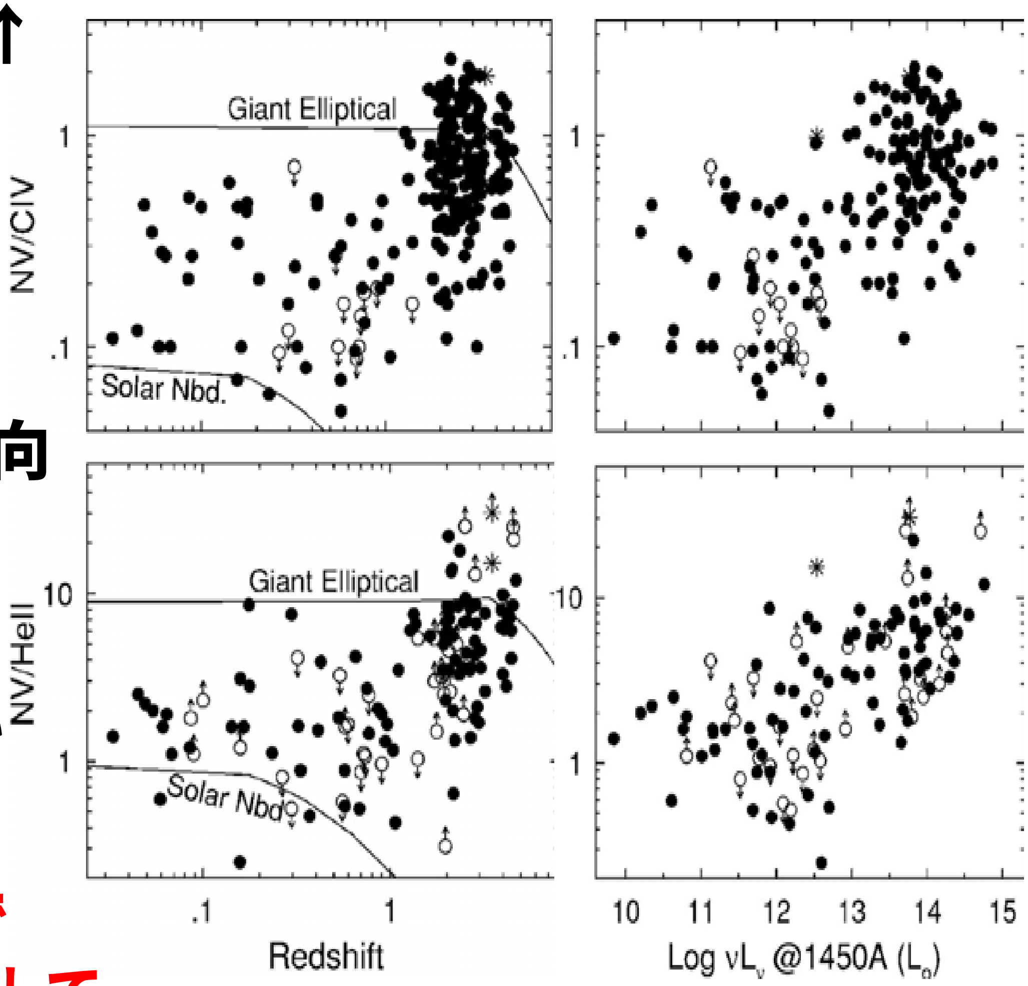
High-z で NV/CIV ↑ NV/HeII ↑
→高赤方偏移ほど metal-rich？
→銀河進化モデルで再現不可能？ぎりぎり？

High Luminosity でも同じ傾向
→high-zで明るい天体しか見ていないだけ？

そもそも dispersion が大きい
→本当に z or L の関数？

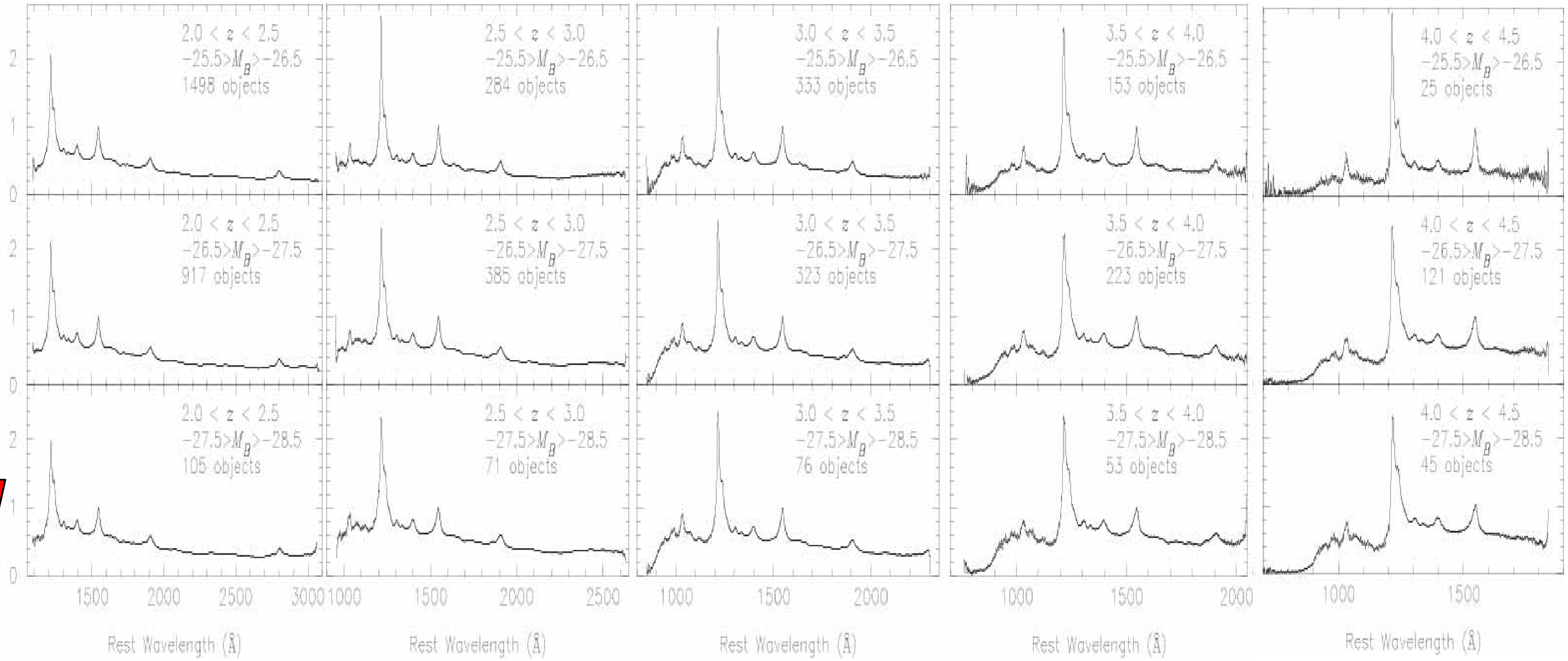
広い光度・赤方偏移レンジで均質なAGNサンプルを構築して母銀河形成史の情報を得たい

Hamann & Ferland (1993, 1999)



■ SDSS ならここまでできる（でもこれが精一杯）

$z = 2.0 \rightarrow z = 4.5$

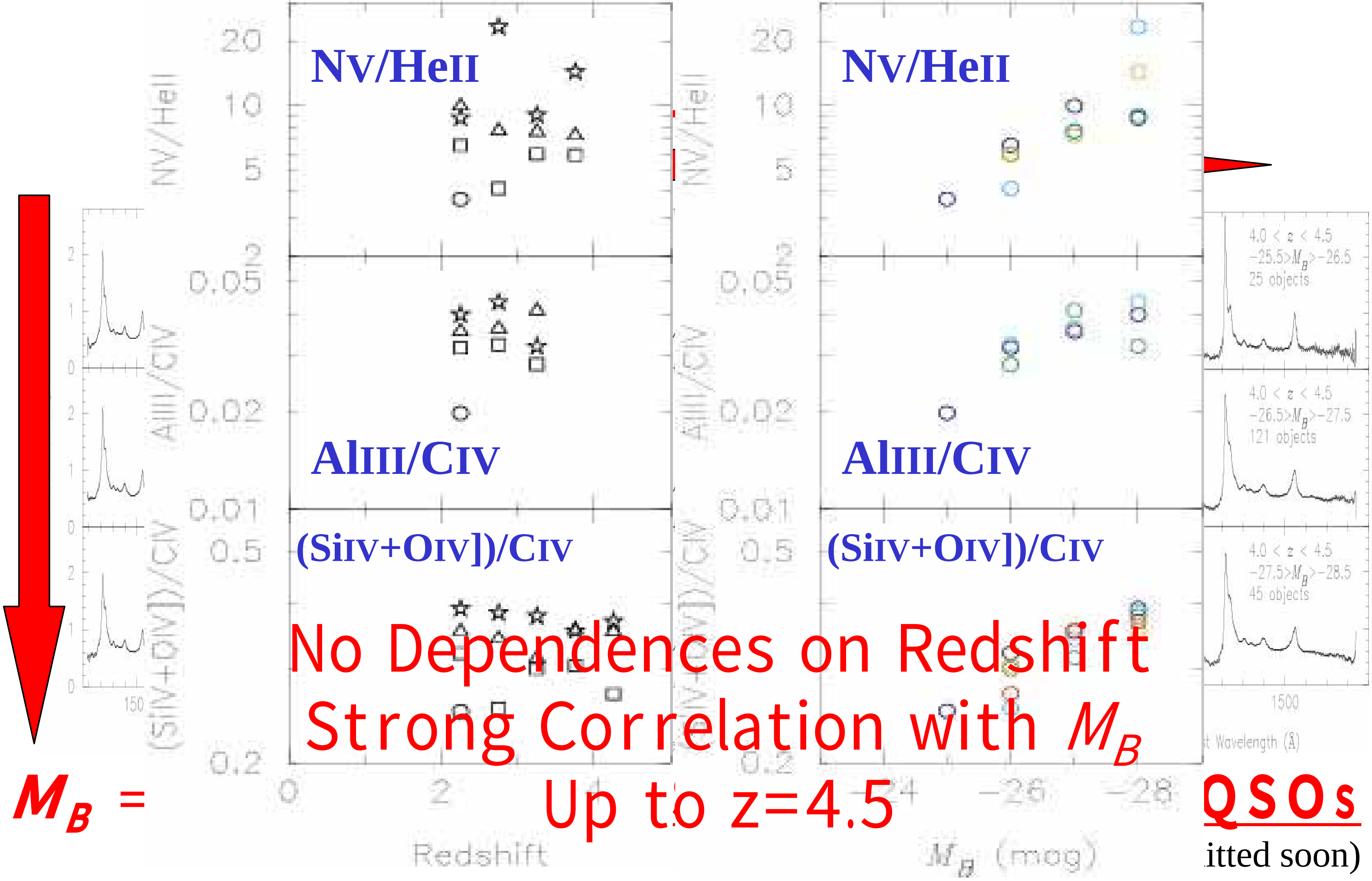


$M_B = -25 \rightarrow M_B = -28$

SDSS-DR2 6072 QSOs

(Nagao et al. will be submitted soon)

■ SDSS ならここまでできる（でもこれが精一杯）



No Dependences on Redshift
Strong Correlation with M_B
Up to z=4.5

M_B =

QSOs

itted soon)

光赤外における活動銀河核研究：　アクションプラン

■ 高空間分解能分光観測によるブラックホール質量測定

～ 開発要素：地上30m級望遠鏡、可視AOwLGS
または可視光干渉望遠鏡

■ 近赤外モニター分光観測によるブラックホール質量測定

■ 可視・近赤外1000平方度活動銀河核探査 @3 < z < 12

～ 開発要素：広視野可視・近赤外カメラ、超広視野分光器

～ 検討要素：8m級望遠鏡のプロジェクト化、半専用化

■ 高赤方偏移AGNの詳細研究による超高赤方偏移での銀河形成史、重元素進化史の情報の取得

～ 開発要素：地上30m級望遠鏡、OHS ← すばるレガシー