

高赤方偏移クエーサーの光度 距離測定

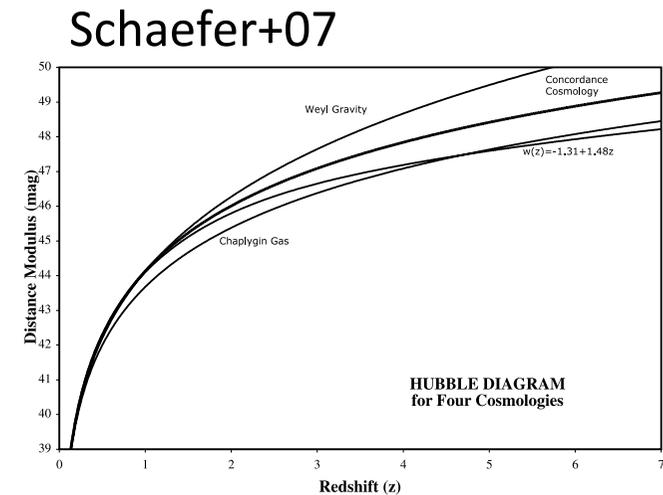
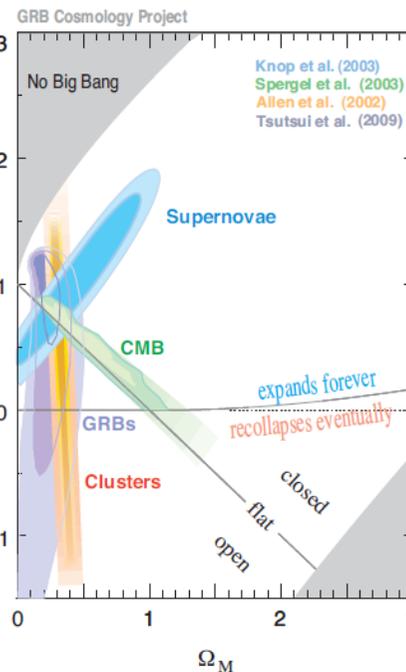
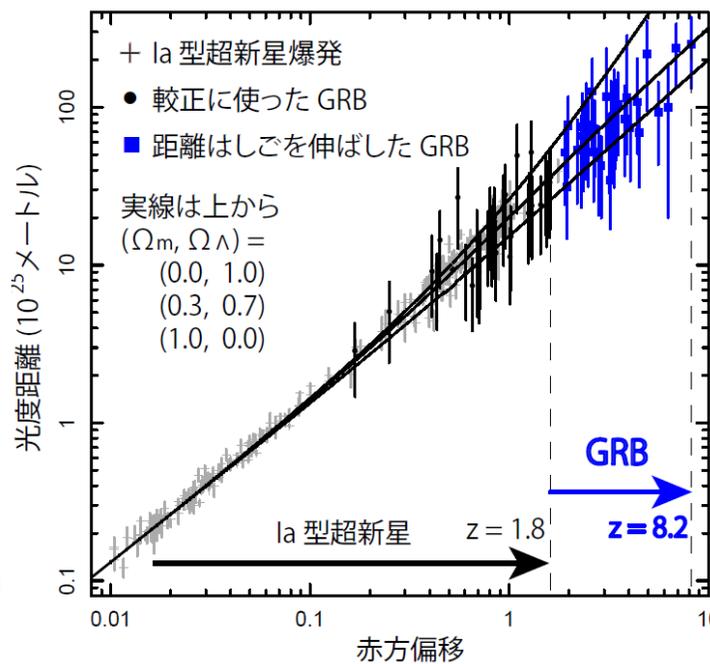
東大天文センター助教

峰崎 岳夫

And collaborators

高赤方偏移天体の光度距離測定による宇宙論

• ガンマ線バーストの例

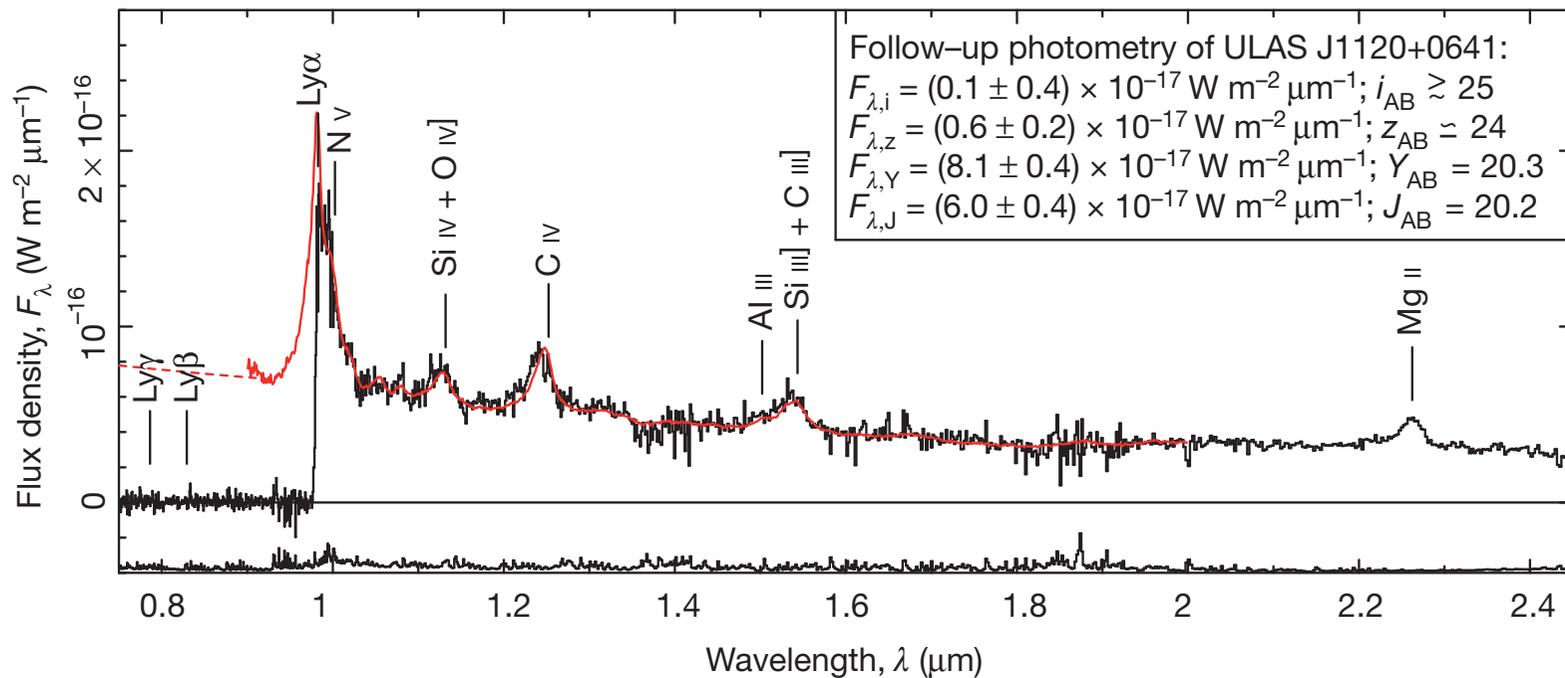


米徳氏の講演資料から

個々の GRB の距離測定精度に課題

The highest redshift quasar

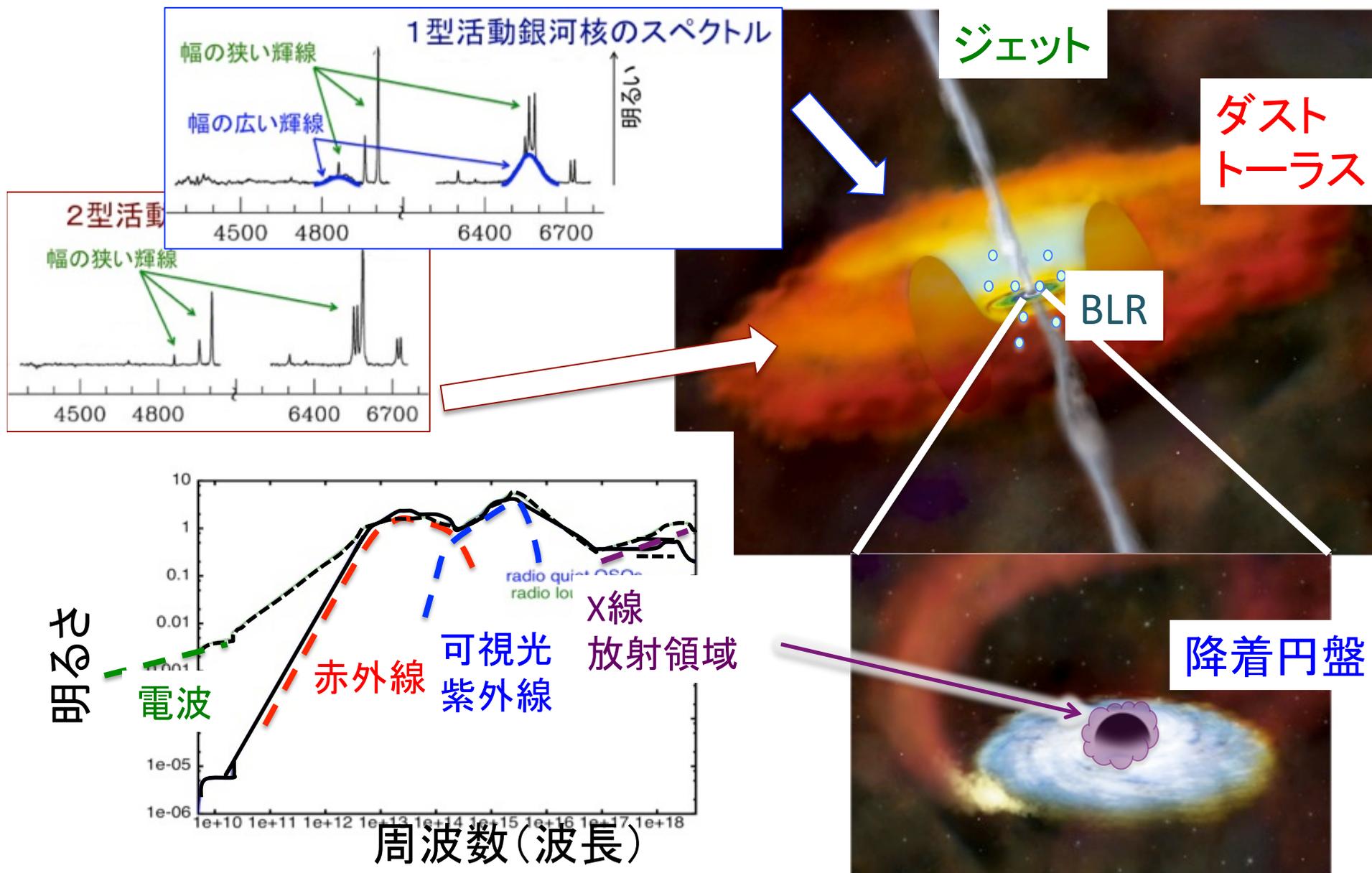
- ULAS J1120+0641 ($z=7.09$)



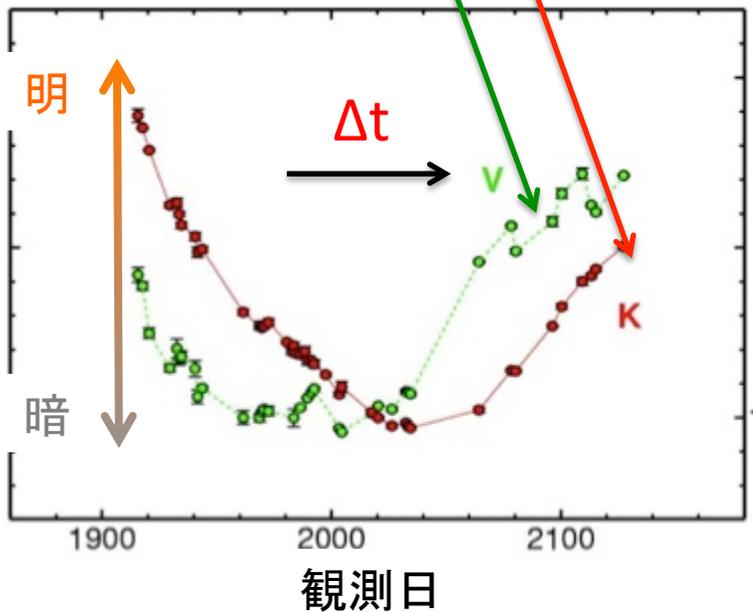
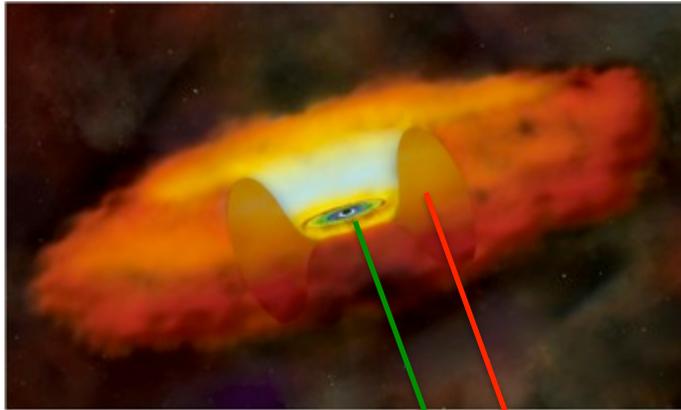
今後のサーベイによる
サンプル増加を期待

Mortlock + 11
Gemini GNIRS spectrum

AGNの構造とスペクトル



Reverberation mapping for dust torus



NGC4151; Minezaki+04

- ダストトーラス内径

- 放射平衡でダスト温度が決まる
- ダストの昇華→トーラス内縁を形成
- トーラス内径の光度依存性

$$\pi a^2 \times Q_{\text{abs}} \frac{L_{\text{disk}}}{4\pi r^2} = 4\pi a^2 \times Q_{\text{emi}} \sigma T_{\text{dust}}^4$$

ダストの物性

$c\Delta t$

- Dust reverberation mapping

- 降着円盤放射をトーラス内縁のダストが吸収、赤外線で再放射
- 紫外可視変光→近赤外線変光
- 変光遅延時間 = light travel time

遅延時間—光度関係

Log 放射領域半径 (light-days)

- 遅延—光度関係
 - ダスト温度の放射平衡、ダスト昇華によるトーラス内縁の形成を確認
 - Intrinsic scatter ~ 0.14 dex
- $r(\text{dust}, K) > r(\text{H}\beta)$
 - AGN 統一モデルの直接証拠
- $z < 0.6$ までダストトーラス遅延測定あり

可視光度(erg/s)

活動銀河核の光度距離測定

- 光度距離の直接測定
 - ✓ 距離梯子いらない

$$\pi a^2 \times Q_{abs} \frac{L_{disk}}{4\pi r^2} = 4\pi a^2 \times Q_{emi} \sigma T_{dust}^4$$

ダストの物性

$c\Delta t$

- ハッブル定数 by dust reverberation
 - $H_0 = 73$ [km/s/Mpc]
 - $\pm 3(\text{ran}) \pm 6(\text{sys})$
 - 紫外線可視連続放射スペクトルの測定による系統誤差の減少が期待できる

後退速度 (km/s)

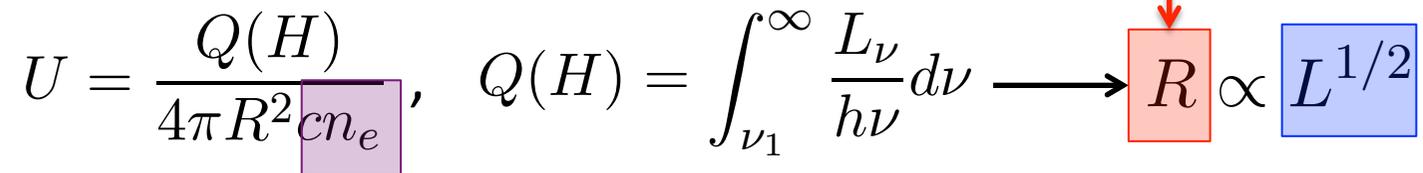
光度距離 (Mpc)

Preliminary

Reverberation mapping for BLR

- BLR の領域半径

- Photoionization: U parameter 一定

$$U = \frac{Q(H)}{4\pi R^2 c n_e}, \quad Q(H) = \int_{\nu_1}^{\infty} \frac{L_\nu}{h\nu} d\nu \longrightarrow R \propto L^{1/2}$$


- Broad emission line の可視連続光に対する遅延測定

- 変光遅延時間 = light travel time → BLR 領域半径

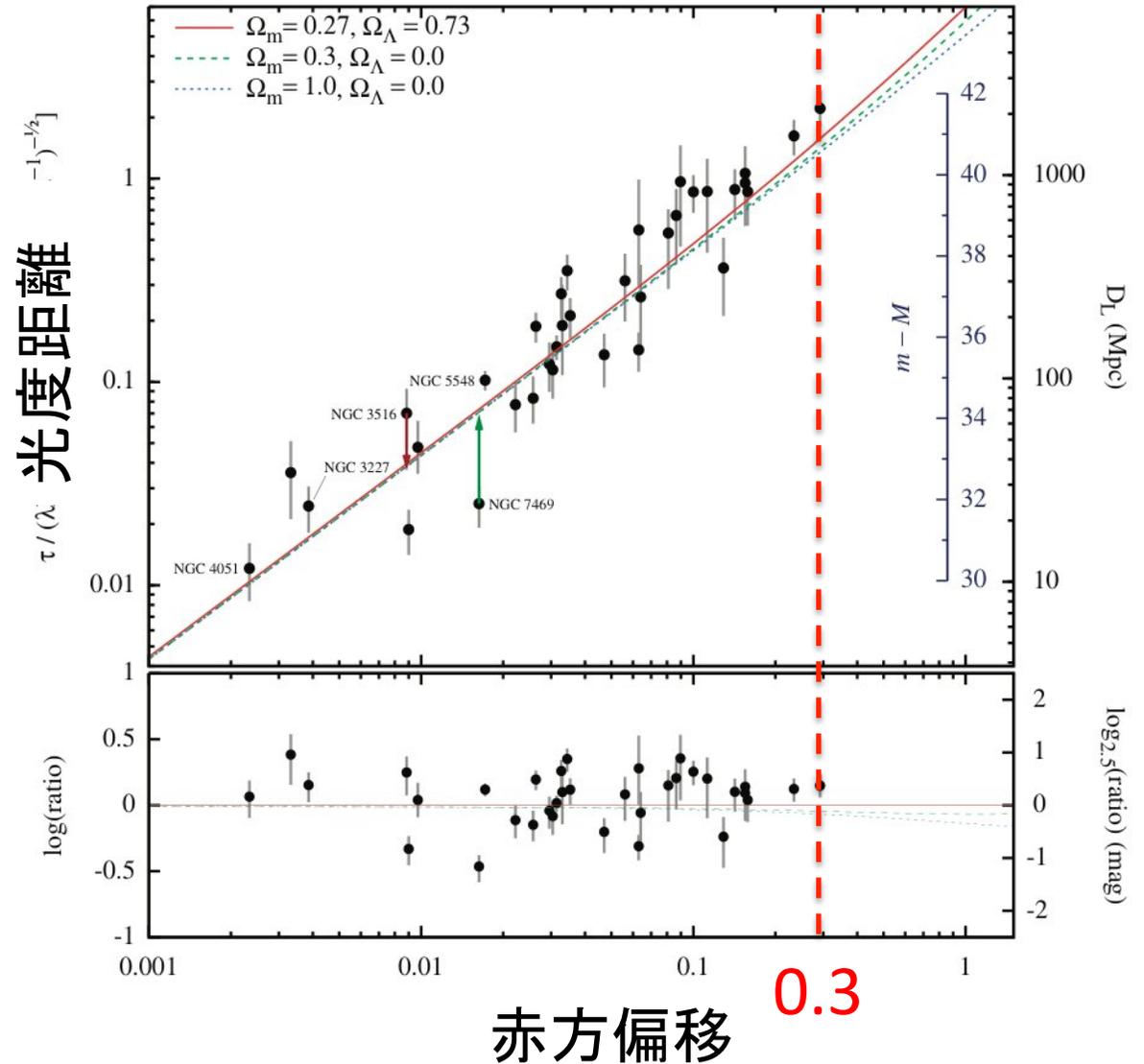
BLR雲の密度は観測的には決まらない
→ 距離梯子 (Cepheid, SNIa, dust RM...) が必要

- BLR 遅延—光度関係

- Intrinsic scatter ~0.14 dex (Bentz+ in prep.)

BLR RM によるAGN距離測定

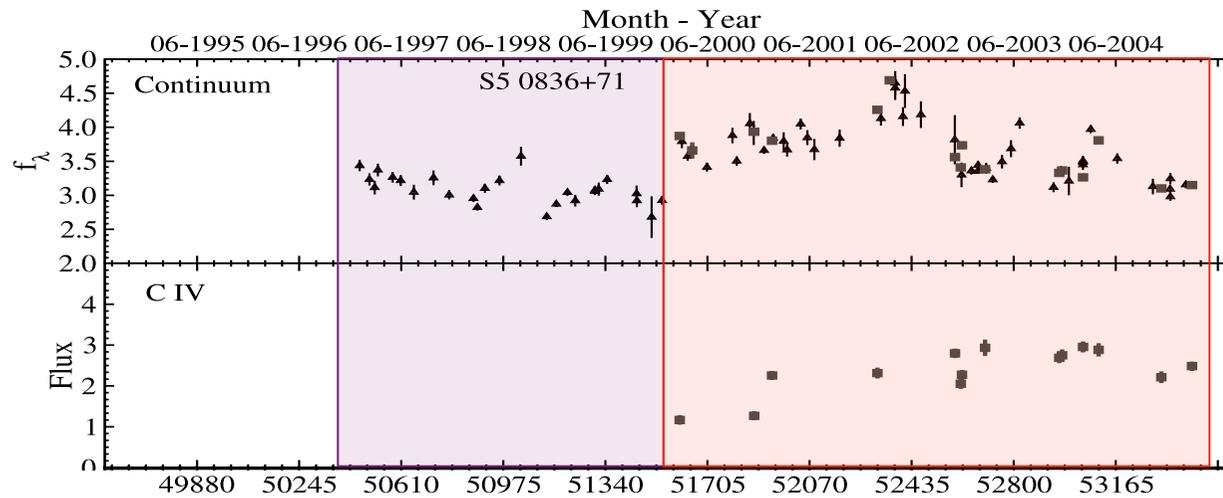
- Watson+11
 - H β 輝線 ($z < 0.3$)
 - ハッブル図
(ハッブル定数は求めず)



BLR RM : より遠方に

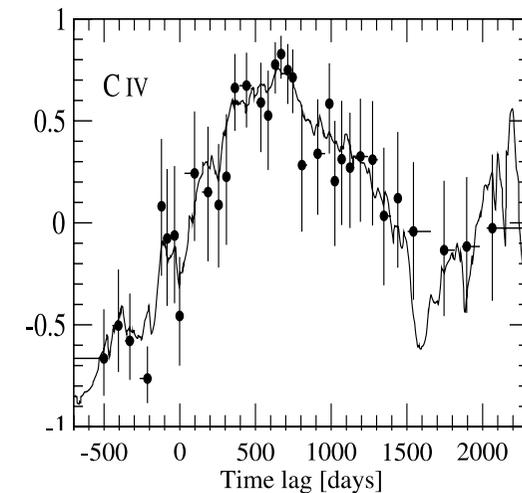
- Kaspi+07
 - CIV reverberation for a $z=2.2$ quasar (S5 0836+71)

Δt obs (CIV) ~ 600 days



準備期間(測光モニター)

分光モニター



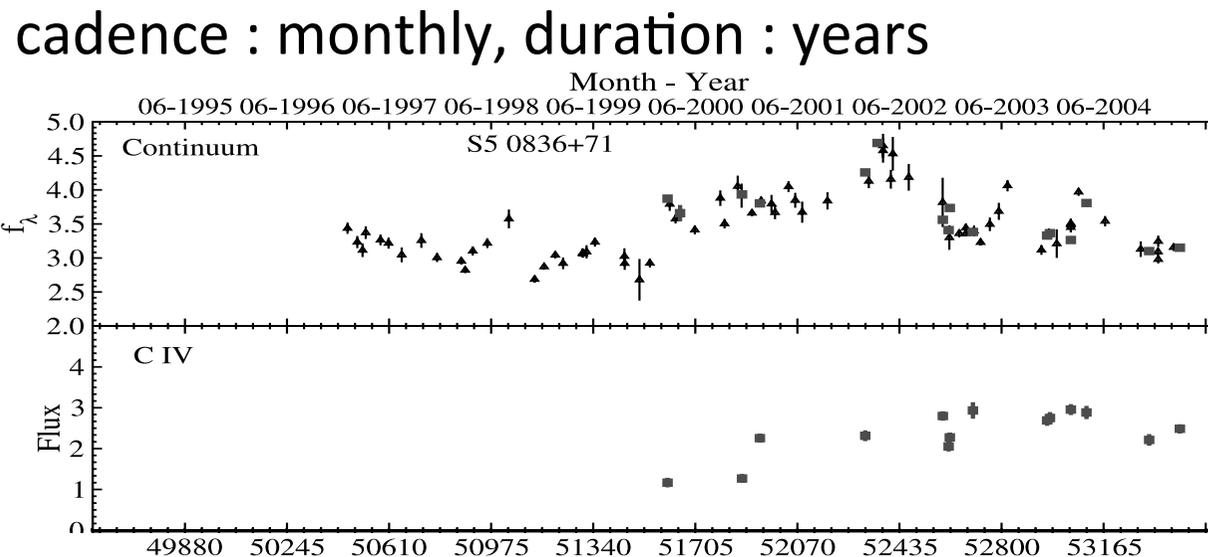
- Czerny+12
 - MgII, CIV emission line RM による dark energy 測定の feasibility 調査

Reverberation mapping による high-z quasar の光度距離測定

- TAO での観測可能性

“Super-MAGNUM”

- 大口径 6.5m による高い感度
- 高赤方偏移 → 赤外線観測が重要に
 - 1-2 μm の連続的な窓; 3-5 μm の窓
- 柔軟な観測モードに対応、長期モニター観測を実現



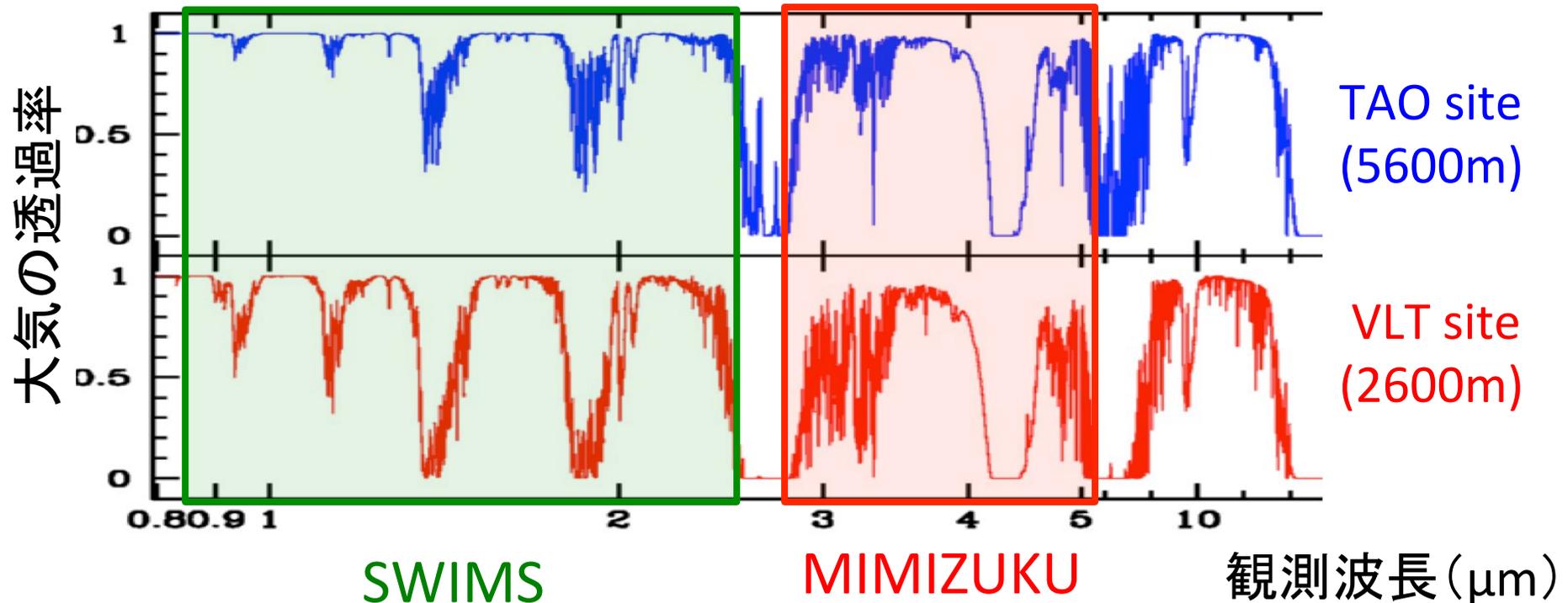
Reverberation mapping による high-z quasar の光度距離測定

- TAO での観測可能性

- 1-2 μm の連続的な窓

- 異なる輝線間のキャリブレーションに有利

- 3-5 μm の窓



モニター観測による high-z quasar の光度 距離測定

- SWIMS による長期分光モニター観測
 - Broad emission lines の reverberation mapping
“AGN 距離梯子”
 - $H\alpha$ 、 $H\beta$ ($z < \sim 3.5$) ; $MgII$ 、 CIV ($z > \sim 3$)
 - 原理的には $z=7$ まで可能
expected $\Delta t_{rest} \sim 200$ days for ULAS J1120+0641
- MIMIZUKU による長期測光モニター観測
 - Dust torus の reverberation mapping
光度距離の直接測定
 - Thermal dust emission ($z < 2$)

まとめ

- 赤外線分光測光長期モニター観測による high-z quasar の光度距離測定
 - Toward $z \sim 7$; 光度距離直接測定 \rightarrow AGN 距離梯子
 - TAO の特徴を活かした観測
 - SWIMS : Broad emission lines の RM
 - MIMIZUKU : Dust reverberation mapping
- 準備
 - ターゲット選定、予備観測
- By products
 - 分光変光データによる放射変光機構の理解
 - Reverberation black-hole mass @ high-z \rightarrow AGN 進化
 - AGN 物理の理解 \rightarrow 光度距離測定精度の向上