

高赤方偏移低光度クェーサー周辺におけるライマンブレーク銀河の空間分布

池田浩之 (愛媛大学)、長尾透 (京都大学)、松岡健太 (愛媛大学)、谷口義明 (愛媛大学)、鍛冶澤賢 (愛媛大学)、塩谷泰広 (愛媛大学)、松林和也 (愛媛大学)

Abstract

超巨大ブラックホールの質量成長過程を明らかにするためには、クェーサーがどのような場所に存在するのか、すなわちクェーサー周辺の銀河数密度を調べることが重要である。過去の研究により、z-3までのクェーサーと銀河の空間分布の比較が行われている。その結果、遠方のクェーサーほど周辺の銀河数密度が高くなっていることが確認され、銀河同士の衝突・合体が起こりやすい環境に存在することがわかっている (e.g., Shirasaki et al. 2011)。しかし、z-3 よりも遠くについては、クェーサーと銀河の両方の空間分布を調べられる程度の広さと深さを兼ね備えたサーベイデータがなかったため同様な研究は行われていない。

そこで本研究では、Ikeda et al. (2011) にて新たに発見された COSMOS 天域における 8 個の z-4 の低光度クェーサーを用い、その周辺のライマンブレーク銀河数密度を調査した。ライマンブレーク銀河については、ハッブル宇宙望遠鏡の Advanced Camera for Surveys (ACS) により取得された画像、カナダ・フランス・ハワイ望遠鏡の Megaprime camera により取得された u^* 、すばる望遠鏡の Suprime-cam で取得された g' 、 r' 、 z' のデータを用いて、1) ACS画像で広がっている、2) $u^* > 27.5$ (u^* が 2σ 以下)、3) $g'-r' > 1.0$ 、 $r'-z' < 1.5$ 、 $g'-r' > 1.67(r'-z') + 0.5$ の条件で選択した。本講演では、これらの結果の詳細について報告する。

§1. Introduction

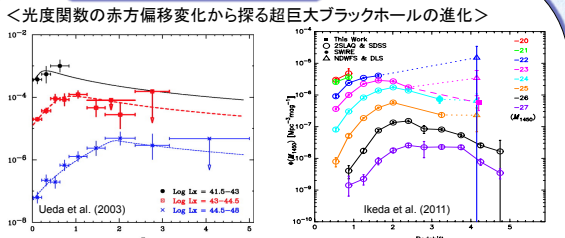
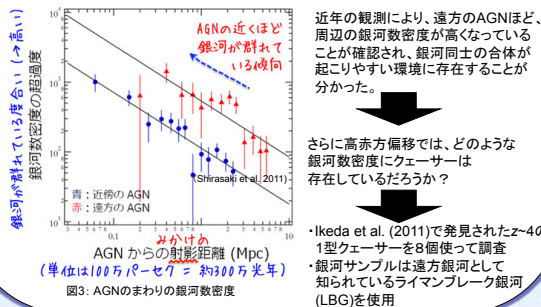


図1: X線によって選出されたAGNの個数密度進化 図2: 可視光線によって選出されたクェーサーの個数密度進化

X線、可視光で選出されたAGNやクェーサーの光度関数の赤方偏移進化を調査したところ、どちらもより高光度のAGN、クェーサーほど、先に個数密度のピークを迎えていることが明らかになった → ただし、これからはAGNの発現性の起源についてはよくわからない

< AGN周辺の銀河数密度から探るAGNリガナーの起源 >



近年の観測により、遠方のAGNほど、周辺の銀河数密度が高くなっていることが確認され、銀河同士の合体が起こりやすい環境に存在することが分かった。

さらに高赤方偏移では、どのような銀河数密度にクェーサーは存在しているだろうか？

・Ikeda et al. (2011) で発見されたz-4の1型クェーサーを8個使って調査
・銀河サンプルは遠方銀河として知られているライマンブレーク銀河 (LBG) を使用

§2. QSO Sample

Ikeda et al. (2011) で発見されたz-4の1型クェーサーを8個を使用

Number	Redshift	$z_{Ly\alpha}$	$z_{Ly\beta}$	$z_{Ly\gamma}$	$z_{Ly\delta}$	$z_{Ly\epsilon}$	$z_{Ly\zeta}$	$z_{Ly\eta}$	$z_{Ly\theta}$	$z_{Ly\iota}$	$z_{Ly\kappa}$	$z_{Ly\lambda}$	$z_{Ly\mu}$	$z_{Ly\nu}$	$z_{Ly\pi}$	$z_{Ly\rho}$	$z_{Ly\sigma}$	$z_{Ly\tau}$	$z_{Ly\upsilon}$	$z_{Ly\phi}$	$z_{Ly\chi}$	$z_{Ly\psi}$	$z_{Ly\omega}$	$z_{Ly\Omega}$	Exp. Time [†]
1	3.89	-27.49	23.05	23.36	23.51	23.55	23.55	23.55	23.55	23.55	23.55	23.55	23.55	23.55	23.55	23.55	23.55	23.55	23.55	23.55	23.55	23.55	23.55	23.55	6000
2	4.14	-27.49	23.23	23.10	23.78	23.78	23.78	23.78	23.78	23.78	23.78	23.78	23.78	23.78	23.78	23.78	23.78	23.78	23.78	23.78	23.78	23.78	23.78	23.78	6000
3	4.20	-27.49	23.27	24.09	24.04	24.04	24.04	24.04	24.04	24.04	24.04	24.04	24.04	24.04	24.04	24.04	24.04	24.04	24.04	24.04	24.04	24.04	24.04	24.04	1800
4	3.86	-27.42	24.62	24.45	25.21	25.21	25.21	25.21	25.21	25.21	25.21	25.21	25.21	25.21	25.21	25.21	25.21	25.21	25.21	25.21	25.21	25.21	25.21	25.21	2400
5	3.65	-27.00	24.14	23.34	23.35	23.35	23.35	23.35	23.35	23.35	23.35	23.35	23.35	23.35	23.35	23.35	23.35	23.35	23.35	23.35	23.35	23.35	23.35	23.35	3600
6	4.45	-27.49	23.23	23.78	23.22	23.22	23.22	23.22	23.22	23.22	23.22	23.22	23.22	23.22	23.22	23.22	23.22	23.22	23.22	23.22	23.22	23.22	23.22	23.22	3600
7	4.16	-27.49	24.94	23.27	22.95	22.78	22.78	22.78	22.78	22.78	22.78	22.78	22.78	22.78	22.78	22.78	22.78	22.78	22.78	22.78	22.78	22.78	22.78	22.78	7200

Notes:
* When the u^* -band magnitude is fainter than 2σ limiting magnitude ($m = 27.49$), the 2σ lower limit is given.
† Based on exposure response time in the FOCAS spectroscopic observation.
‡ $z_{Ly\alpha}$ is based on the C IV emission line.

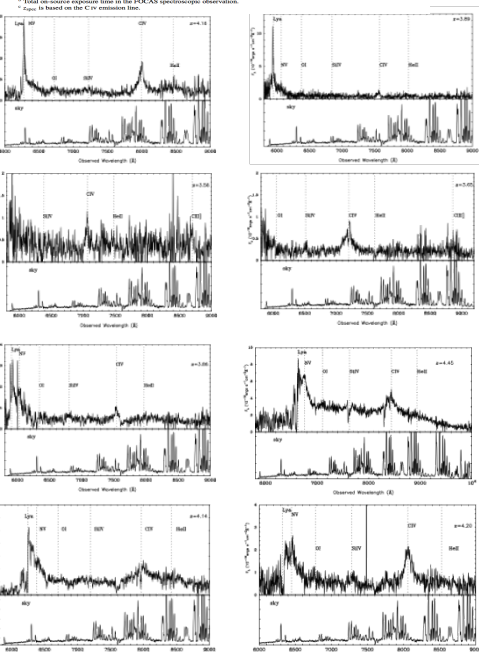


図4: クェーサースペクトル@z-4

§3. LBG Sample Selection

< Data >

- The official COSMOS photometric redshift catalog (Ilbert et al. 2009)
- CFHT u^* -band magnitude
- Subaru Suprime-Cam g' , r' , i' , z' -band magnitude
- The Advanced Camera for Surveys (ACS) Catalog

< LBG Sample Selection >

- (1) $23.0 < i' < 25.5$
- (2) $u^* > 27.50$ (2σ限界等級より暗い)
- (3) $g'-r' > 1.0$
- (4) $r'-z' < 1.67(g'-r') - 0.50$
- (5) $r'-z' < 1.5$
- (6) HST画像で点源のものは除く

3159 LBG candidates at $z \sim 4$

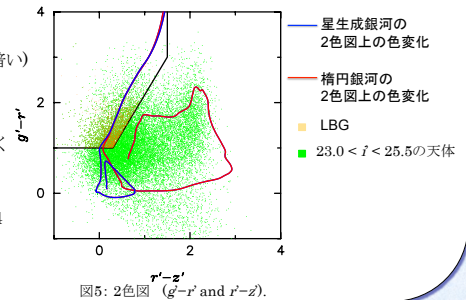
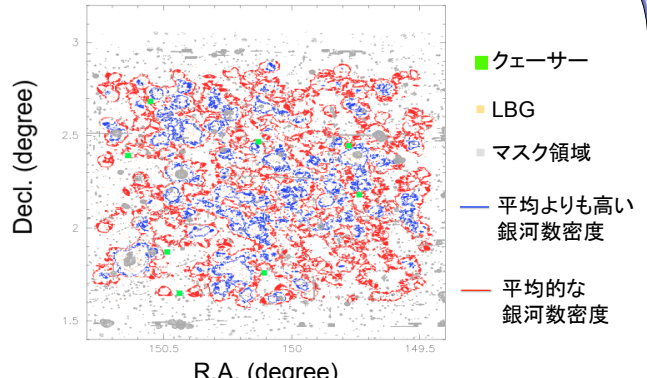


図5: 2色図 ($g'-r'$ and $r'-z'$)

§4. Spatial Distribution of LBGs around QSOs

- 半径2分角の円内に含まれるLBGの数を0.1分角ずつ円の中心をずらしながら調査し、銀河数密度のコンタを作成



< 10th nearest neighbor >

- クェーサーがどのくらいの密度に存在しているのか、10th nearest neighborも使って、定量的に調査した

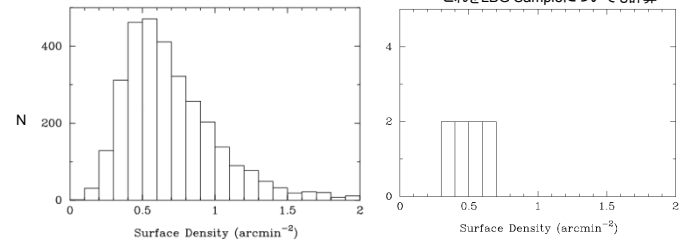


図7: LBGの表面密度分布

z-4の低光度クェーサーは非常に高密度な領域には存在していないようだ

§5. Future Works

- CompletenessとContaminationの定量的評価を行う
- CompletenessとContaminationを考慮して、クェーサー周辺の銀河数密度を調査する
- 先行研究との比較を行う
- クェーサースペクトルを用いて巨大ブラックホールの質量を測定する