

大型光赤外線望遠鏡で探る宇宙再電離

大内 正己

東京大学 宇宙線研究所

共同利用研究課題

- 平成26年度

代表:大内正己 10万円(旅費)

参加研究者:嶋作一大、小野宜昭、澁谷隆俊、久保真理子、他(東京大学、筑波大学、東北大学 Geneva, Stockholm, Texas)。計23名

論文(平成26年度中)

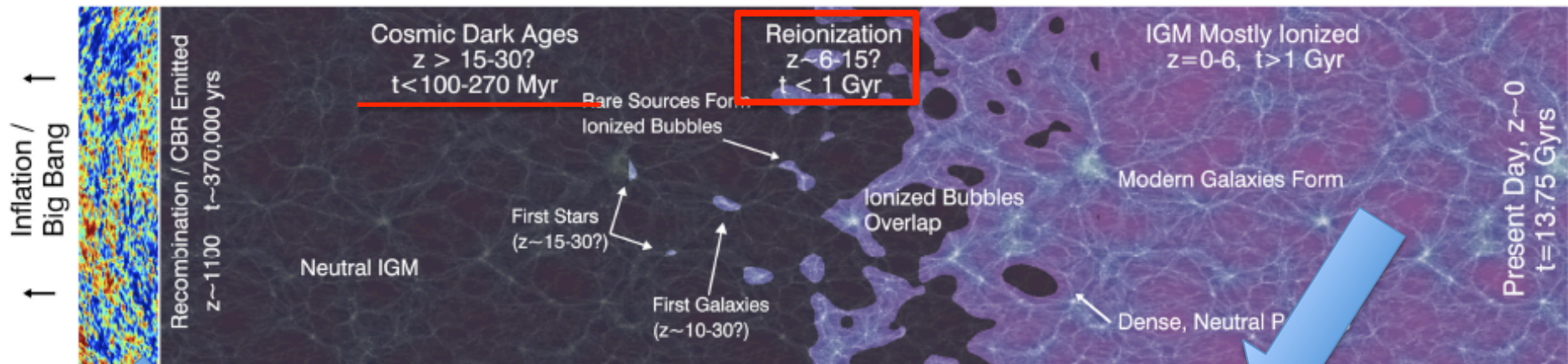
本グループ主導の研究論文10編。

他グループ主導の共同研究論文合わせて計17編。

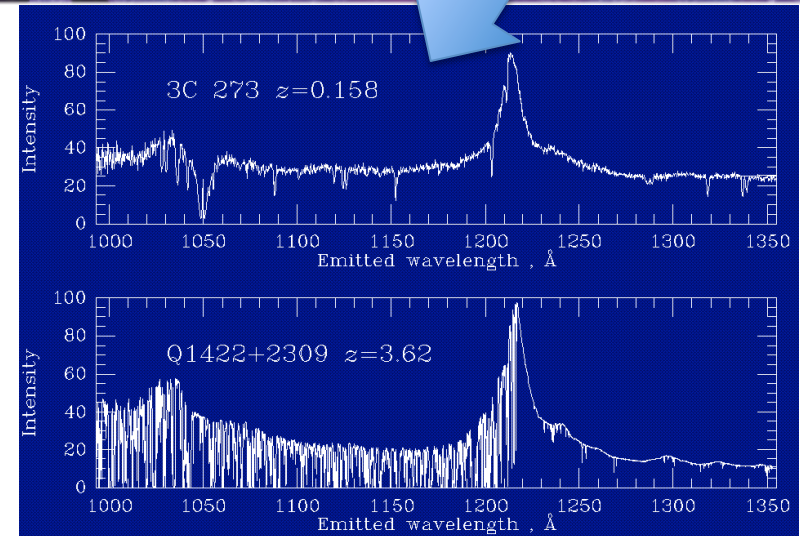
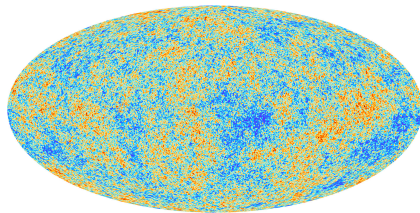
- Konno et al. “Accelerated Evolution of the Ly α Luminosity Function at $z > \sim 7$ Revealed by the Subaru Ultra-deep Survey for Ly α Emitters at $z = 7.3$ ”, 2014, ApJ, 767, 14
- Ono et al. “Faint Submillimeter Galaxies Revealed by Multifield Deep ALMA Observations: Number Counts, Spatial Clustering, and a Dark Submillimeter Line Emitter”, 2014, ApJ, 795, 5
- Kawamata et al. “The sizes of $z \sim 6-8$ lensed galaxies from the Hubble Frontier Fields Abell 2744 data”, submitted to ApJ, (arXiv:1410.1535)
- Harikane et al. “MOSFIRE and LDSS3 Spectroscopy for an [O II] Blob at $z = 1.18$: Gas Outflow and Energy Source”, ApJ, 794, 129
- Hirashita et al. “Constraining dust formation in high-redshift young galaxies”, MNRAS, 443, 1704
- Ishigaki et al. “Hubble Frontier Fields First Complete Cluster Data: Faint Galaxies at $z \sim 5-10$ for UV Luminosity Functions and Cosmic Reionization”, ApJ, in press
- Nakajima & Ouchi, “Ionization state of inter-stellar medium in galaxies: evolution, SFR- M_* - Z dependence, and ionizing photon escape”, 2014, MNRAs, 442, 900
- Momose et al. “Diffuse Ly α haloes around galaxies at $z = 2.2-6.6$: implications for galaxy formation and cosmic reionization”, 2014, MNRAS, 442, 110
- Shibuya et al. “What is the Physical Origin of Strong Ly α Emission? II. Gas Kinematics and Distribution of Ly α Emitters”, 2014, ApJ, 788, 74
- Shibuya et al. “What is the Physical Origin of Strong Ly α Emission? I. Demographics of Ly α Emitter Structures”, 2014, ApJ, 785, 64

など。

宇宙再電離と課題



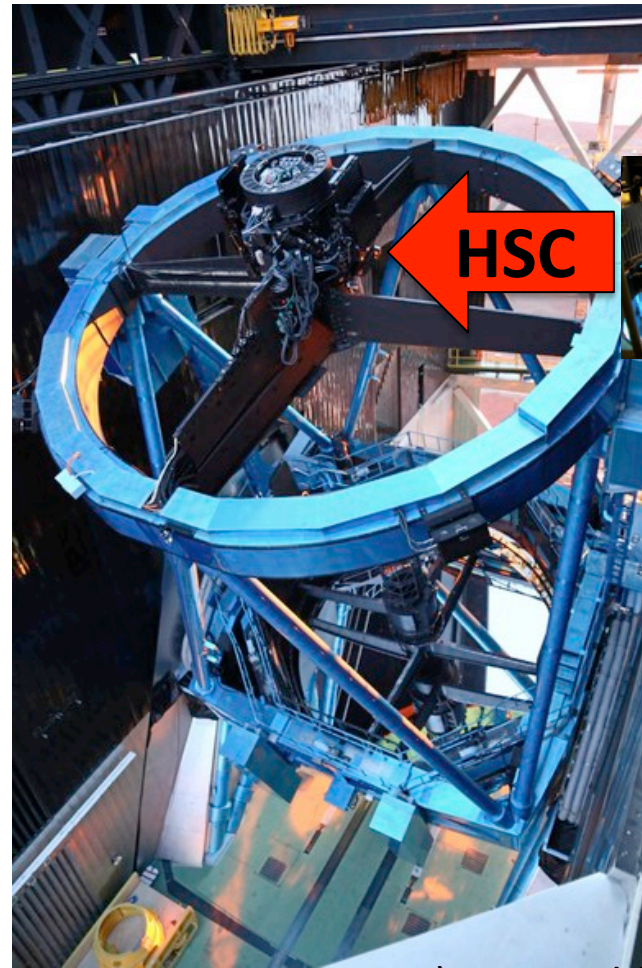
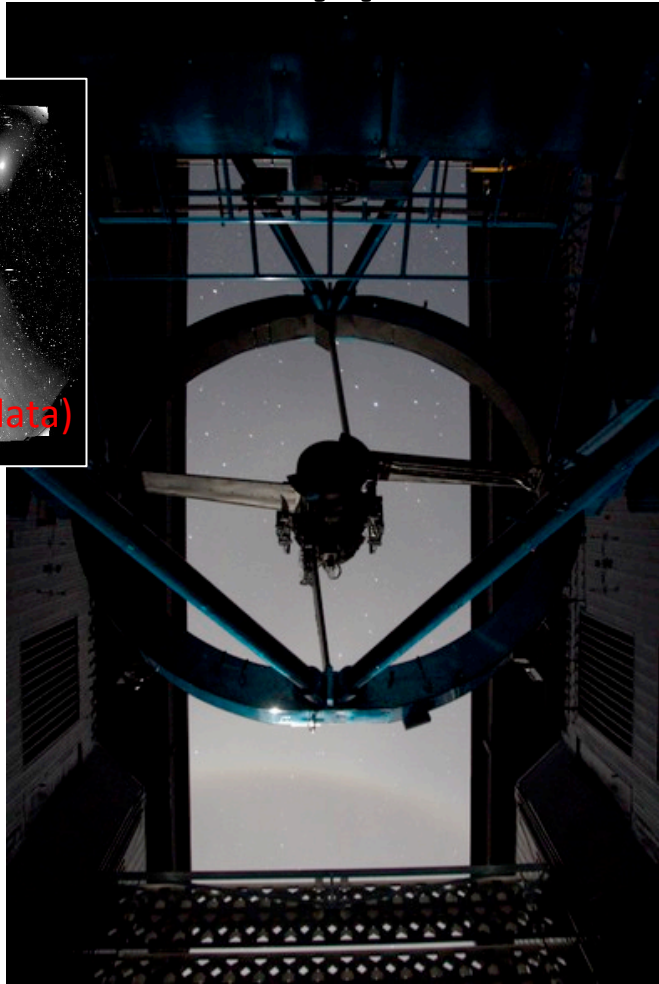
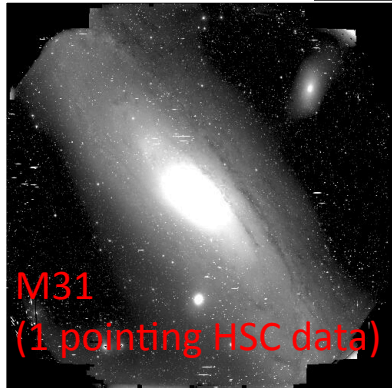
Robertson et al. (2010)



宇宙再電離: 再結合(中性水素) \rightarrow 現在(電離水素)

- $z > 6$ の初期銀河が電離光子をもたらして起こった?
- 残された課題: 1)宇宙再電離史
2)再電離源

Subaru/Hyper Suprime-Cam (HSC)

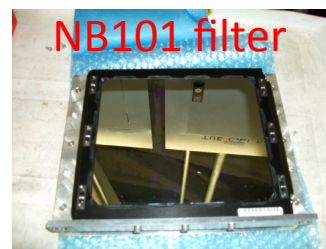
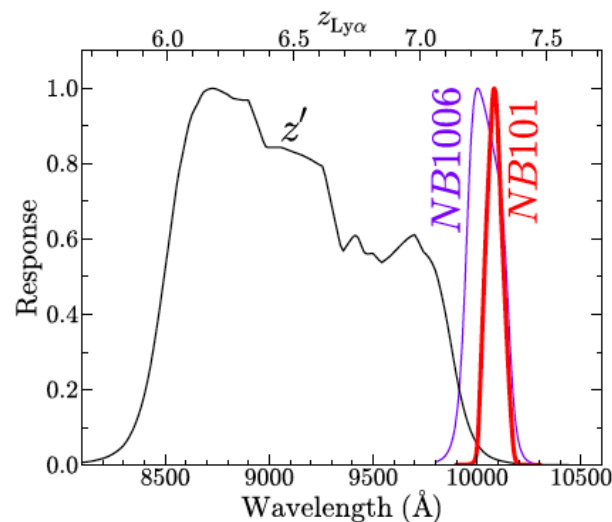
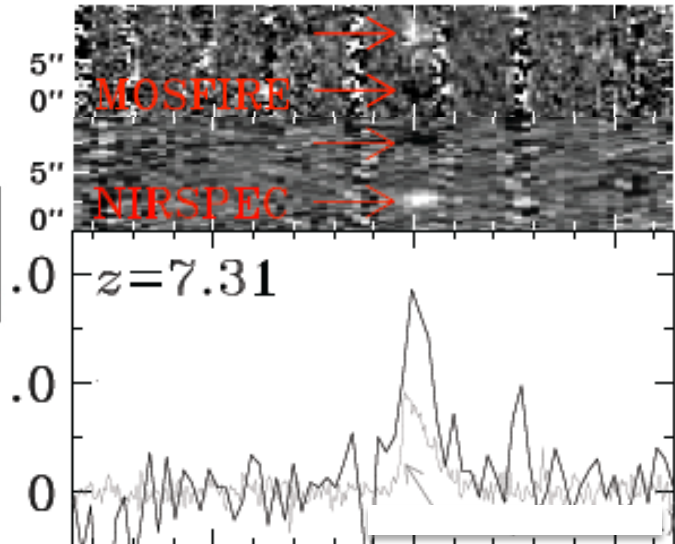
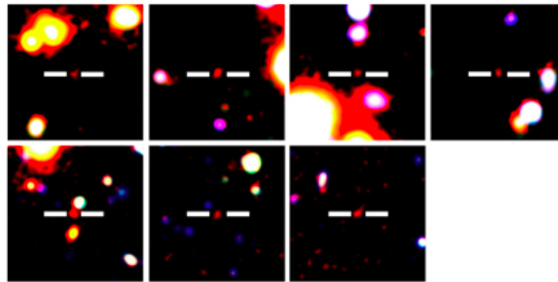
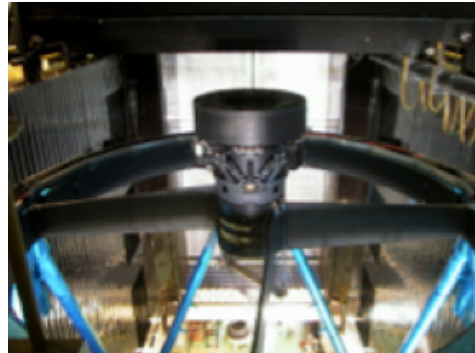


c) HSC Builder's blog

- すばる次世代可視超広視野カメラ(7倍の視野)
- すばる戦略枠探査(PI:Miyazaki): 5年間で300晩
- 2014年3月24日から観測スタート。

準備研究(1)

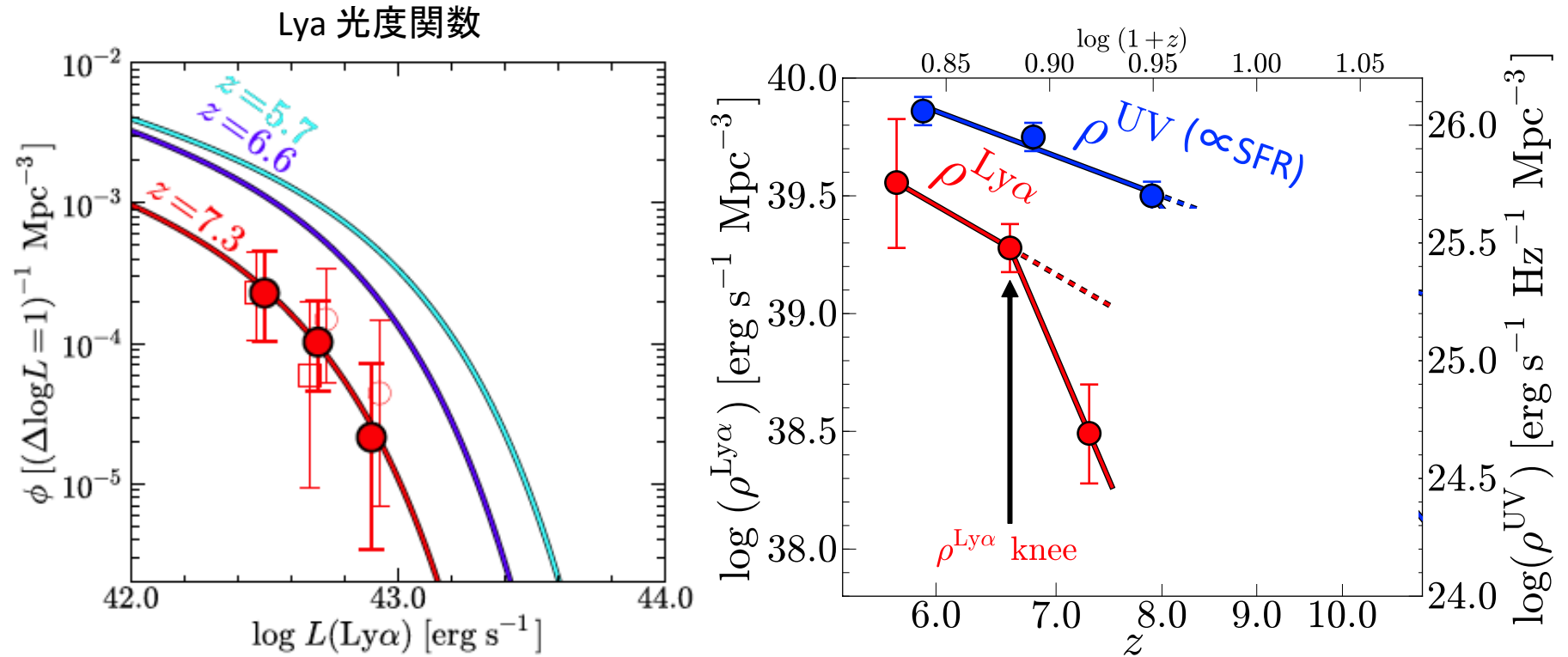
宇宙再電離史: SCAMによる $z=7.3$ x_{HI} 探査



10050 10100 10150
Wavelength [\AA]

- $z=7.3$ に赤方偏移したLy α 輝線をNB101で捉える。IGMの中性水素がLy α damping wingで吸収。中性水素量に応じてLy α 光度は減光。中性水素比率 x_{HI} の推定。
- Ly α NB探査では従来にない遠方($z=7.3$)、かつ高感度 $\log(\text{Ly}\alpha)=42.2$ erg/s。

Lya 光度密度の加速進化の発見

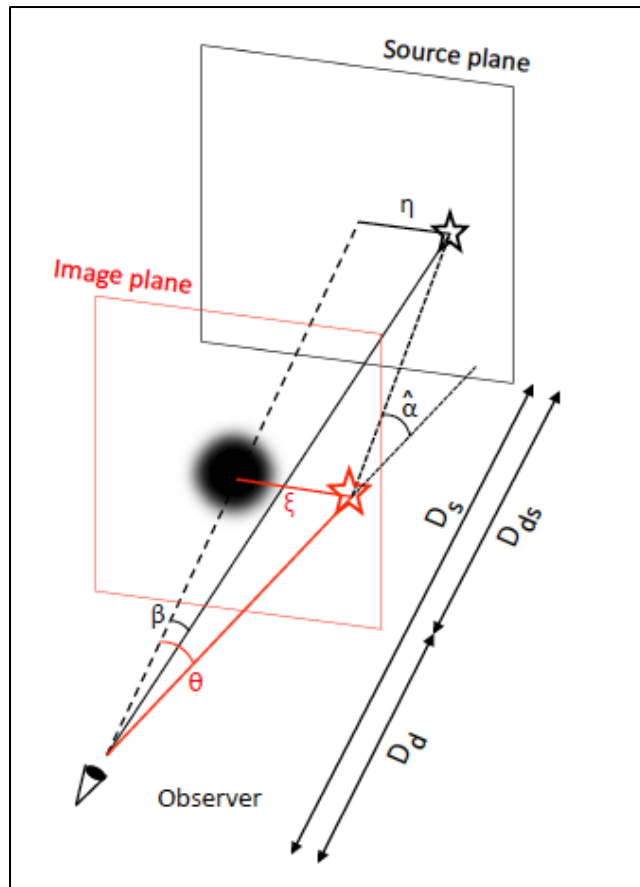


Konno, MO et al. (2014)

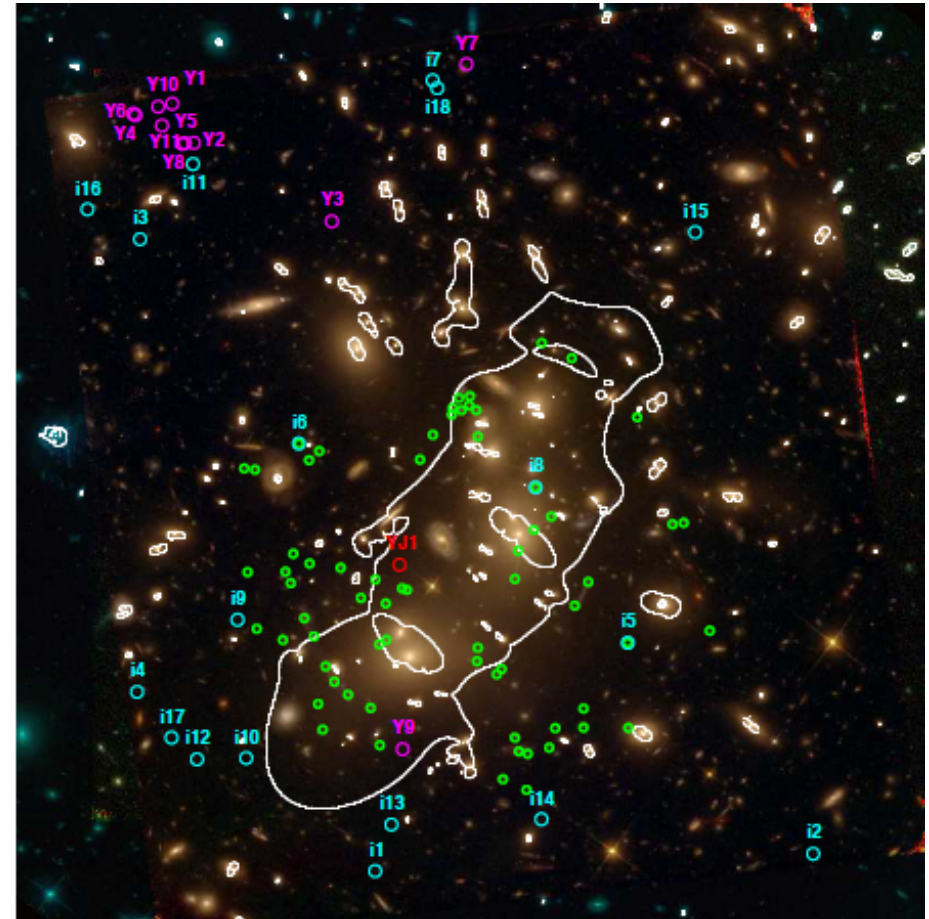
- Ly-alpha 光度関数 (および光度密度 $\rho_{\text{Ly}\alpha}$) が $z=6.6$ から 7.3 へ減少。
Ly-alpha 光度関数 / 密度 進化が $z > \sim 7$ で加速。
- 中性水素吸収を受けない紫外光 ($\sim 150\text{nm}$) 密度の進化と対照的。
- 中性水素の急激な増加を示唆。 $x_{\text{HI}} \sim 50\%$ at $z=7.3$

準備研究(2)

再電離源: Hubble FFによる $z \sim 6-10$ 銀河探査

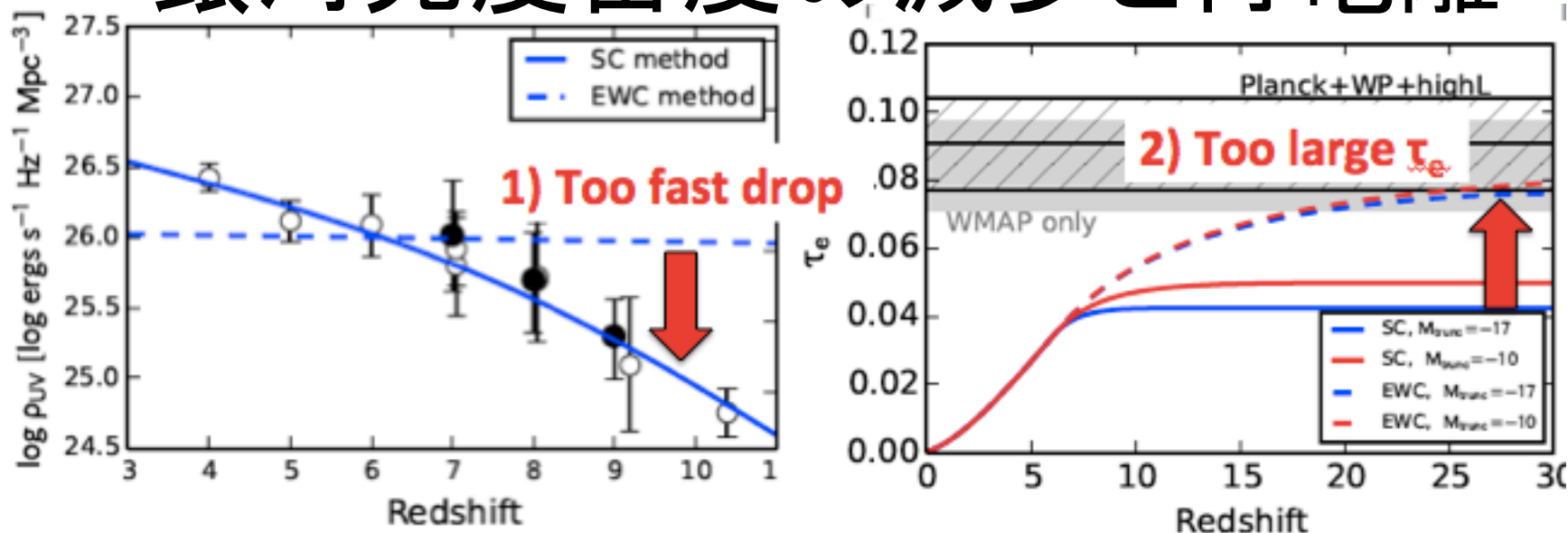


石垣 (修士論文2015)



Ishigaki, RK, MO et al. (2014)

銀河光度密度の減少と再電離



Ishigaki, RK, MO et al. (2014)

銀河紫外線光度密度は $z > 8$ で大きく減少

これに基づき、CMBトムソン散乱の τ を計算。 $\tau = 0.04 - 0.05$ 。(電離されていた時代が短くなるため)

$\tau = 0.09 \pm 0.01$ (Planck2013+WMAP)。 $\tau = 0.07$ (Planck2014) 大きすぎ。 3σ 程度で合わない。何故か？

τ を大きくするメカニズムが必要。

- 1) 銀河紫外線密度の減少が、探査されていない $z > 11$ で止まる／増加に転じる？
- 2) ある紫外光度をもつ銀河の電離光子放射率が上がる(スペクトルがhardになるなど)
- 3) 銀河以外の電離源がある(暗いAGN, X-ray binaries, DM annihilation?)

まとめ

- 宇宙再電離過程と宇宙再電離源
- 今年度からHSC探査が開始(5年間)
- 準備研究
 - 1) SCAMによる探査からLy α 光度密度の加速進化を発見。 $x_{\text{HI}} \sim 50\%$ at $z=7.3$ (Konno, MO+2014, ApJ, 767, 16)
 - 2) HFF探査データから $z=6-10$ の紫外線光度密度の減少。再電離源が銀河だけだと考えるとCMB τ と 3σ 程度食い違う (Ishigaki, RK, MO+2014, ApJ in press)