

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24年度

代表:大内正己 11万円(旅費)

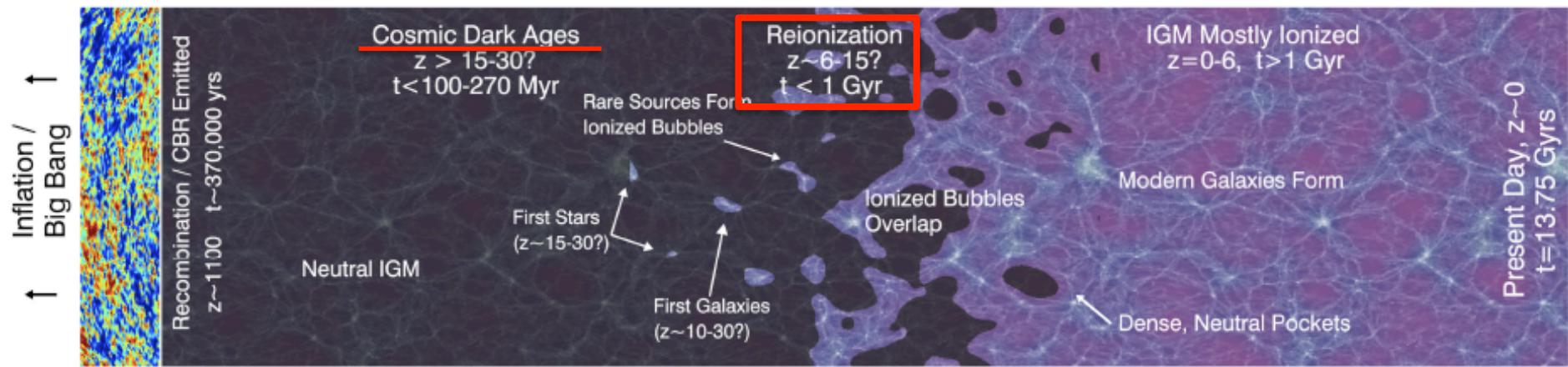
参加研究者:嶋作一大、Janice Lee, Jeff Cooke, 小野宜昭、中島王彦、橋本拓也、篠木新吾, Matt Schenker

- HSC狭帯域フィルター関連(学振:基盤A:代表者:大内)

論文

- Koekemoer et al. “The 2012 Hubble Ultra Deep Field (UDF12): Observational Overview”, submitted to ApJS (arXiv:1212.1448)
- Dunlop et al. “The UV continua and inferred stellar populations of galaxies at $z \sim 7 - 9$ revealed by the Hubble Ultra Deep Field 2012 campaign”, submitted to MNRAS (arXiv:1212.0860)
- Ellis et al. “The Abundance of Star-Forming Galaxies in the Redshift Range 8.5 to 12: New Results from the 2012 Hubble Ultra Deep Field Campaign”, submitted to ApJL (arXiv:1211.6804)
- Nakajima, Ouchi et al. “First Spectroscopic Evidence for High Ionization State and Low Oxygen Abundance in Ly α Emitters”, submitted to ApJ (arXiv: 1208.3260)
- Lee et al. “A Dual-Narrowband Survey for H α Emitters at Redshift of 2.2: Demonstration of the Technique and Constraints on the H α Luminosity Function”, 2012, PASP, 124, 782
- Momcheva et al. “Nebular Attenuation in Halpha-selected Star-forming Galaxies at $z=0.8$ from the NewHalpha Survey” submitted to AJ (arXiv: 1207.5479)
- Hashimoto, Ouchi, et al. “Gas Motion Statistics of Ly α Emitters at $z \sim 2$ Using UV and Optical Emission Lines”, ApJ submitted (arXiv:1206.2316)

宇宙再電離

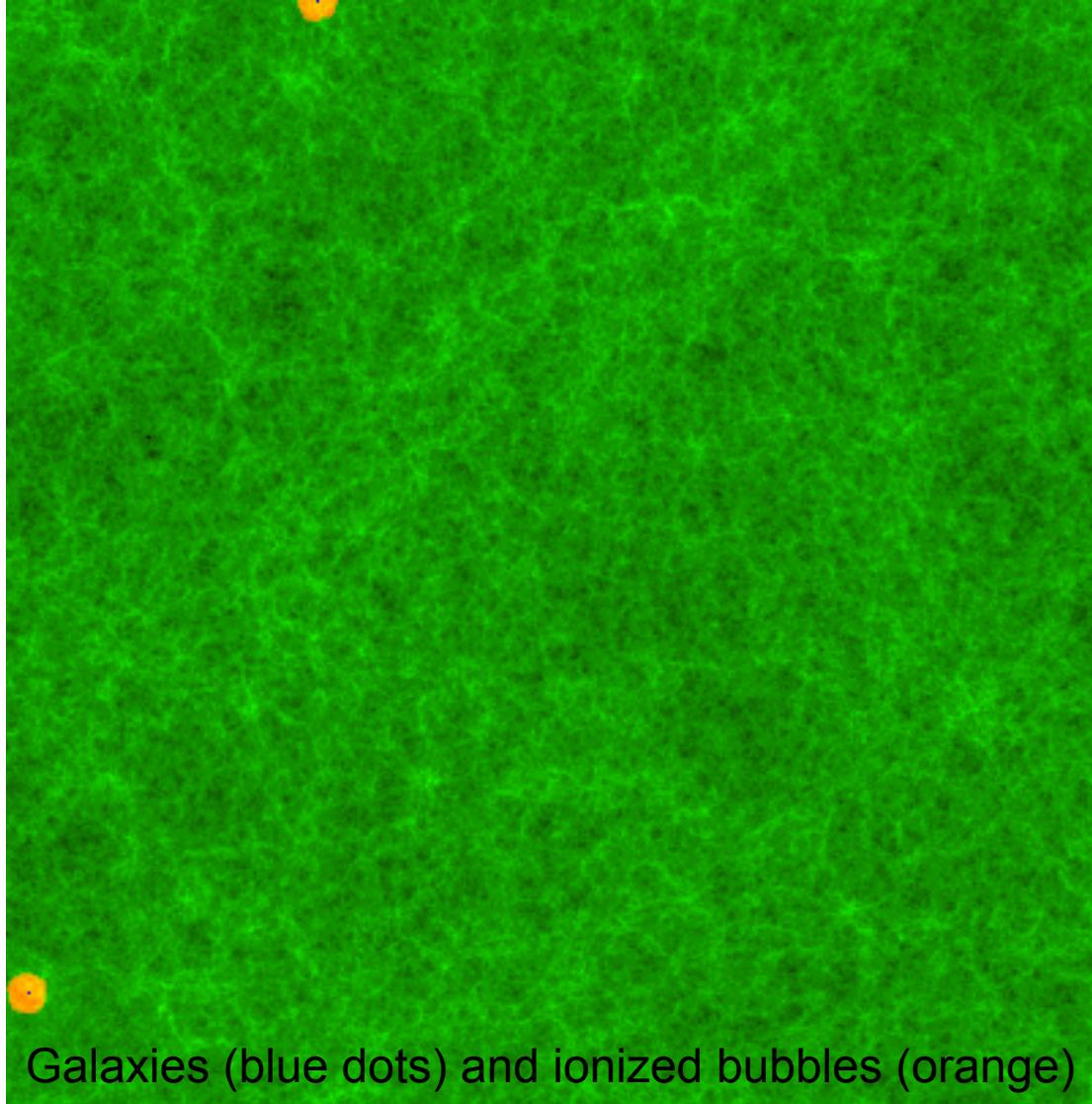


Robertson et al. (2010)

宇宙再電離:
中性水素で満たされた宇宙
→ 電離(現在)



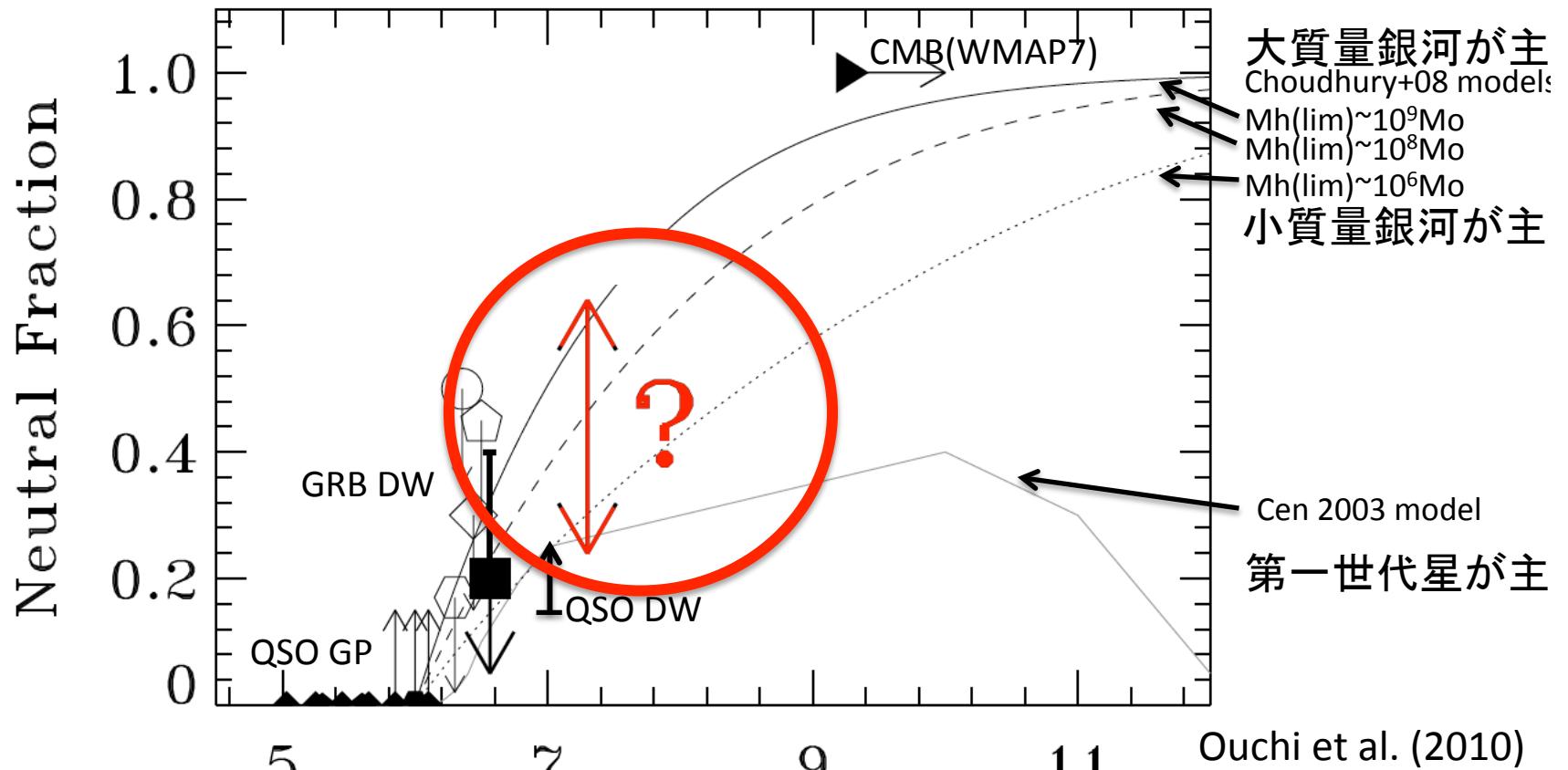
宇宙再電離



Numerical simulations
(Iliev et al. 2006)

Galaxies (or their star formation) are driving the cosmic reionization?
Not clear yet.

宇宙再電離の未解決問題



- QSO GP test ($z \sim 6$), QSO DW, and CMB TS τ ($z \sim 10$)

Sharp reionization (e.g. Fukugita+94) or extended reionization (Dunkley+09)?

宇宙再電離史は電離源に依存(モデル)

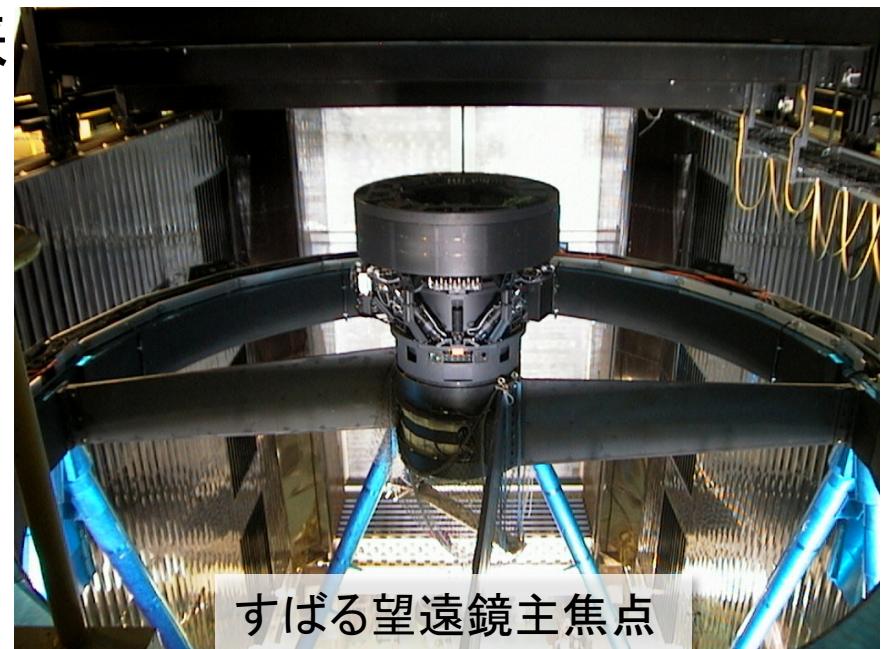
中性水素比の予言が分かれ、かつ現実的に観測可能な $z \sim 7$ を狙う。

次世代宇宙論観測に向けた準備研究 すばる望遠鏡HSCの狭帯域フィルター開発

- すばる望遠鏡主焦点超広視野可視撮像装置Hyper Suprime-Cam(HSC; 従来の10倍の探査能力)。2012年夏から試験観測(東京大学、国立天文台、プリンストン大学、台湾他)
- 高赤方偏移($z \sim 7$)にある銀河を狭帯域フィルターで検出(銀河からのLyman α 輝線)
- 宇宙論観測用HSC狭帯域フィルター(中心波長0.9-1μm)の設計と技術的検証



すばるHyper Suprime-Cam(HSC; 2012-) PFU



すばる望遠鏡主焦点

Probing Reionization History Damping Wing Absorption

Absorption cross section (\rightarrow voigt profile)

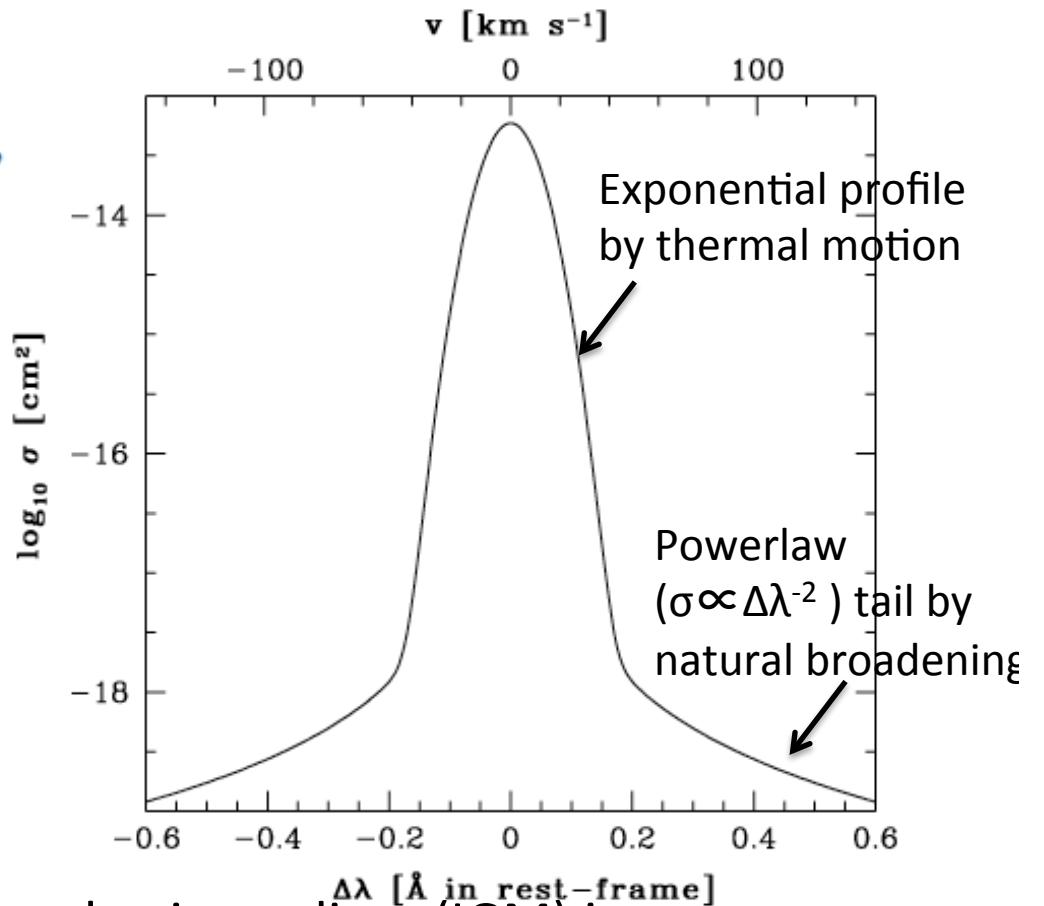
$$\sigma_V(v) = \int_{-\infty}^{\infty} M(v) \sigma_N(v - v_\alpha v/c) dv,$$

Maxwellian velocity distribution

$$M(v) = \left(\frac{m_H}{2\pi kT} \right)^{1/2} \exp \left(-\frac{m_H v^2}{2kT} \right),$$

Natural absorption cross section

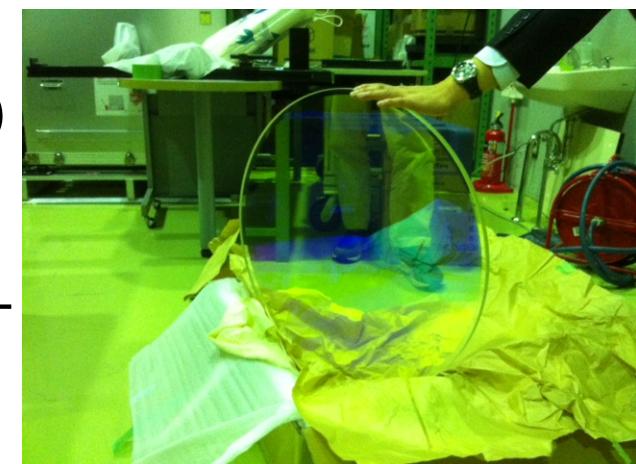
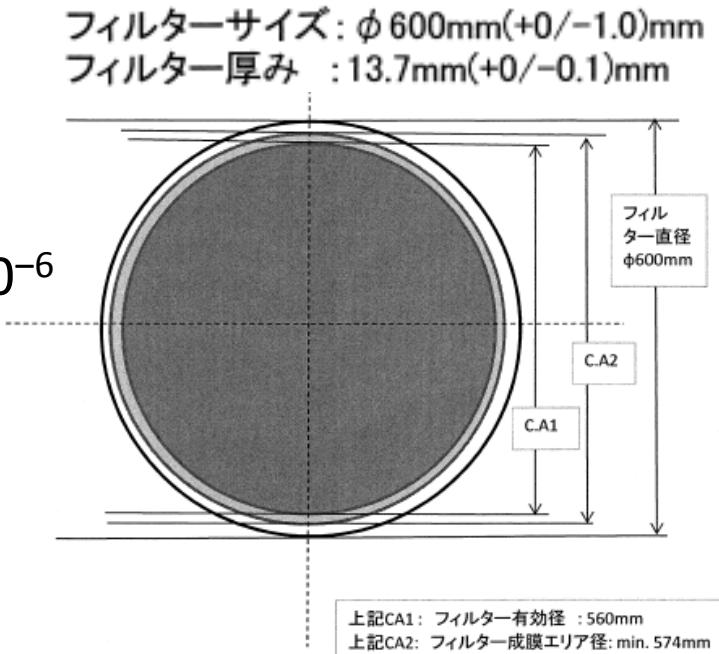
$$\sigma_N(v) = \frac{3\lambda_\alpha^2 A_{21}^2}{8\pi} \frac{(v/v_\alpha)^4}{4\pi^2(v - v_\alpha)^2 + (A_{21}^2/4)(v/v_\alpha)^6},$$



- Damping wing absorption of inter-galactic medium (IGM) just in front of the object (GRB, QSO, and galaxies)
 \rightarrow density of neutral hydrogen
 \rightarrow neutral hydrogen fraction, $x_{\text{HI}} = \langle n_{\text{HI}} / n_{\text{H}} \rangle$

大型HSC狭帯域フィルター

- 基板
 - Schott社B270(白板)
 - 低熱膨張係数 ($\alpha_{20^{\circ}\text{C}-300^{\circ}\text{C}} = 7.2 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$)
 - 高い透過率、感光安定性
 - 薄く(0.8–10mm)加工可能
 - 安価
- 多層干渉膜で $\Delta\lambda=10\text{nm}$ を実現
 - 成膜(米MATERION社=旧Barr Assoc.)
 - マグネットロンスパッタリング
 - 自転運動、5酸化タンタル(屈折率高)+2酸化ケイ素(低)を成膜。磁場で制御。170層程度(合計~10μm)



NB921($\lambda=921, \Delta\lambda=13 \text{ nm}$) 試作品

まとめ

- 宇宙再電離過程と宇宙再電離源
- 大型光赤外線望遠鏡で宇宙再電離期 $z \sim 7$ を探る
 - $z \sim 7$ 銀河に見られるDamping wing吸収
→再電離過程 (+再電離源)
- 広領域Hyper Suprime-Cam探査の準備
 - 大型狭帯域フィルターの開発