

第42回天文・天体物理若手夏の学校
銀河・銀河団セッション 39a

FMOSによるCOSMOS領域の 星形成銀河の近赤外分光観測



柏野 大地 名古屋大学

Collaborators: John Silverman IPMU
N.Arimoto NAOJ, A. Renzini INAF
M. Onodera ETH Zurich and COSMOS
Naoshi Sugiyama Nagoya Univ.

名古屋大学大学院 理学研究科

素粒子宇宙物理学専攻 宇宙論研究室 (C研) M1 柏野大地

すばる望遠鏡FMOSによる星形成銀河の観測について発表しました。

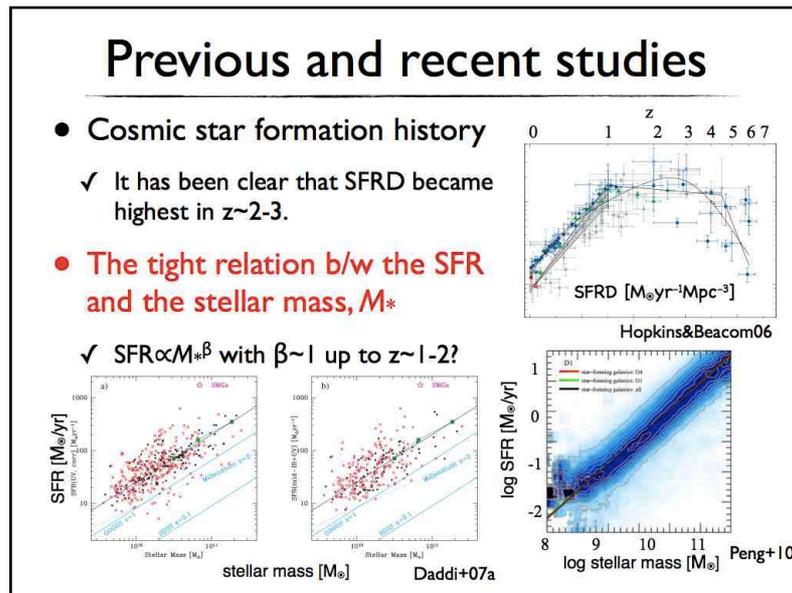
Introduction

- Large (quality) photometric samples up to $z \sim 6$
- Recently, large optical spectroscopic surveys (e.g., SDSS, zCOSMOS, VVDS) have amassed a great number of samples up to $z \sim 1$.

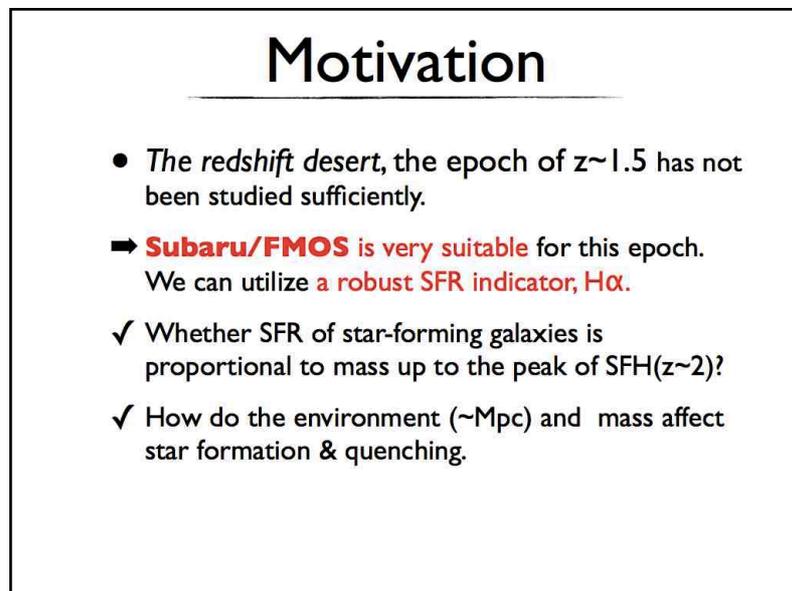
⇒ **Crucial steps forward:**

- ✓ clarify what drive star formation
- ✓ disentangle relations b/w SFR and internal/external properties (e.g., mass, environment, metallicity etc...)

これまでに大規模なphotometricサーベイが行われ、そのサンプル数は膨大なものとなっています。また赤方偏移は6あたりまで届いてきました。さらに最近では特に可視光での大規模な分光サーベイが行われており赤方偏移1あたりまで多くのサンプルが蓄えられつつあります。そこで、銀河史研究の次のステップとして、何が星形成活動をドライブしているのかを明らかにし、星形成率と質量・環境・メタリシティなどの内のおよび外的性質の関係を紐解くことが重要な課題となっています。



これまでの星形成史の研究で赤方偏移2から3の間で星形成がもっとも活発になっていることが明らかになってきました。また、最近の研究で特に星形成率 (SFR) と銀河の星質量の間にタイトな関係があることが示されています。赤方偏移1くらいまでこの関係のスロープがほぼ1であることが確かめられていますが、これがより高赤方偏移でも成り立っているか、ということが今回の研究の大きな興味の一つです。



このような背景を考慮した上で、今回の観測のモチベーションは「redshift desert」と呼ばれるこれまで分光観測での十分な研究がなされていない赤方偏移1.5あたりの銀河を多数観測したい、ということです。この目的に対してすばる望遠鏡のFMOSという近赤外分光装置がとても適しています。サイエンスの大きな目標は、(1)星形成銀河の星形成率と星質量の関係を明らかにすること、(2)周辺環境や質量が星形成やクエンチングという星形成活動の停止にどのように影響しているかを探ることです。

SFR from H α

- Hydrogen recombination lines: H α , H β , etc...
- ✓ Their flux is proportional to the ionizing photon flux.
- ✓ Only O - early-B type stars, whose lifetimes \approx 10 Myr, contribute to the ionizing flux.
- ✓ The recombination lines provide a **instantaneous measure of the SFR**, independent of the previous star formation history.

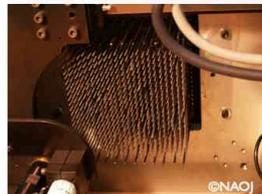
Kennicutt's law (Salpeter IMF)

$$\text{SFR [M}_{\odot}\text{/yr]} = 7.9 \times 10^{-42} L_{\text{H}\alpha} \text{ [erg/s]}$$

水素再結合線のフラックスは電離光子の生成率に比例しますが、この電離光子の生成に寄与するのは強い紫外線を放射する寿命が短いO型星から早期B型星に限られるため、再結合線はそれまでの星形成史に依存しないその瞬間の星形成率を教えてください。H α 光度と星形成率の関係は古くから調べられており、よく使われる変換式としてはこのケニカット則と呼ばれるものがあります。ただし仮定するinitial mass functionに依存します。また厳密にはダスト減光などを評価し補正する必要があります。

FMOS on Subaru telescope

- FMOS: Fibre Multi-Object Spectrograph
- Near-IR(0.9-1.8 μm), 400 fibers, FoV of 30' diam
- Angular accuracy: 0.2 arcsec
- The F/2 prime-focus
- ➔ Fully detailed in Kimura+10



Fiber positioner system "Echidna"

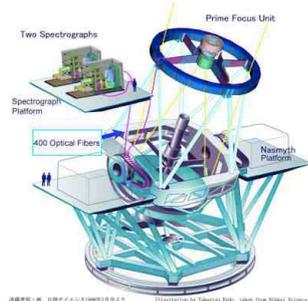


図10.10 FMOSの構造 (Kimura et al. 2010)

FMOSはfiber multi-object spectrographの略で、その名の通り一度に多数の天体を観測でき、主鏡で集めた光を光ファイバーを通して分光器に運びます。観測波長域は0.9から1.8 マイクロメートルで、400本のファイバーがあり、視野は直径30秒角となっています。上の写真はファイバーの位置を1本ずつ調整するエキドナと呼ばれるシステムです。

Observation

- The COSMOS (Cosmological Evolution Survey) field
- 5 nights (14→18, March)
- ~170 science targets per night / total ~800 targets
- Cross-Beam Switching (CBS) mode
- H-long [1.6-1.8 μ m] / H-short [1.4-1.6 μ m]
- $R = \lambda / \Delta\lambda \sim 2500$
- Exp. time/pointing: 5 hours

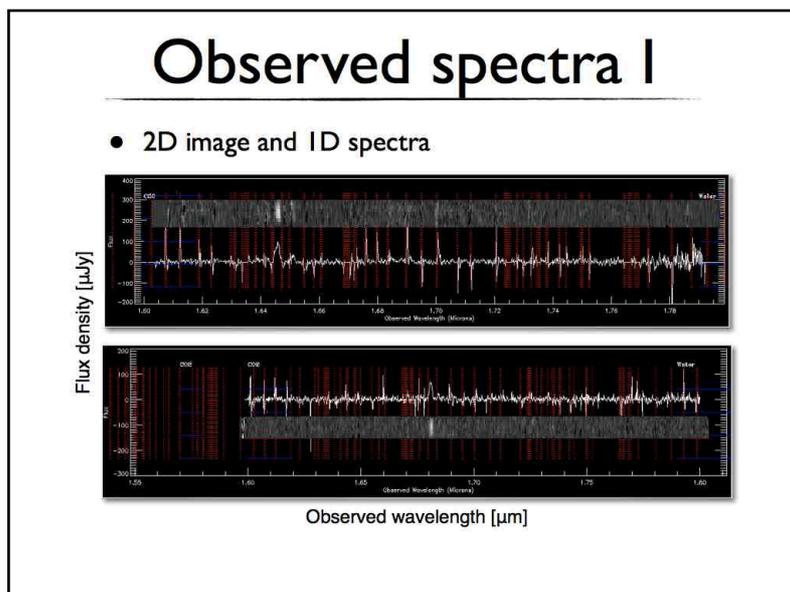
©NASA, ESA, and Z. Levay (STScI)

我々はCOSMOS領域と呼ばれる領域を上記のモード・設定で平成24年3月に5夜観測しました。右下の図はCOSMOS領域とFMOSの視野を表しています。満月と同じ大きさとなっています。大きさの比較として、Hubble Ultra Deep Fieldを示しています。

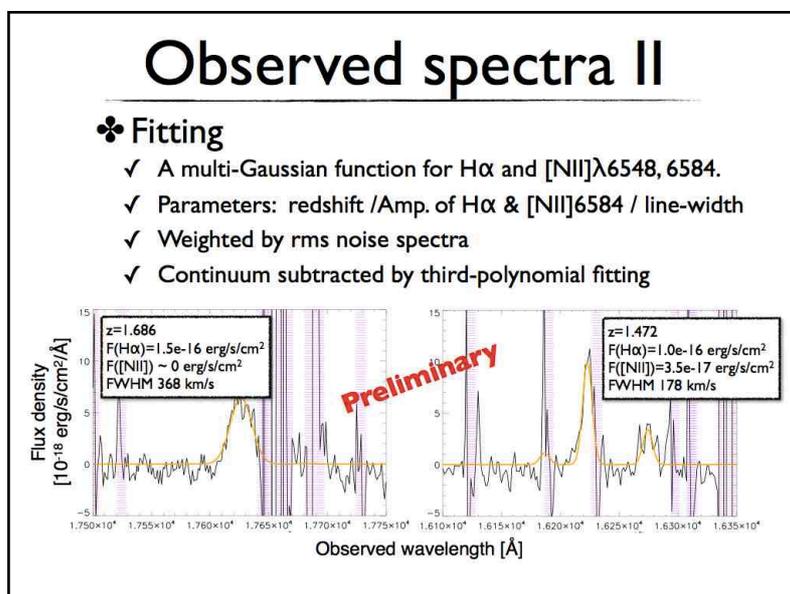
Data reduction

- FMOS image-based reduction (FIBRE) package detailed in Iwamuro+11
- ✓ Sky subtraction
- ✓ Flat fielding
- ✓ Combine images
- ✓ Wavelength calibration
- ✓ Flux calibration

データリダクションはFMOS image-based reduction package (Iwamuro et al, 2011) を用いています。大まかには上記の手順を踏みます。図はリダクション前の生データのイメージとリダクション後のイメージです。横方向が波長方向、縦方向にオブジェクトが並んでいます。



観測されたスペクトルの一例です。これらはどちらもはっきりと $\text{H}\alpha$ が受かった例です。上側のスペクトルは $\text{H}\alpha$ 輝線の右側に $[\text{NII}]\lambda 6584$ も受かっているのが確認できます。まずはこのように目で見て $\text{H}\alpha$ が受かっているものを選び出していきます。



次にスペクトル線のフィッティングを行います。 $\text{H}\alpha$ と $[\text{NII}]\lambda 6548/6584$ の3つのガウシアンをあわせた関数で χ^2 乗フィットを行います。パラメータはredshiftと $\text{H}\alpha$ 輝線の振幅、 $[\text{NII}]\lambda 6584$ 輝線の振幅および線幅です。このようにうまくフィットできると輝線のフラックスや線幅が求まります。しかし、編みかけ部分に大きなノイズがたくさん入っているのが分かります。これらはOH夜光と呼ばれる地球の大気から出てくる輝線で、データ解析の大きな障害となっています。

Preliminary results

申し訳ありません。お見せできません。

Preliminary resultsについては現時点ではお見せすることができません。申し訳ありません。

To do

- Improve the spectral fitting
- Correction for extinction to obtain accurate H α flux and SFRs
- Derive accurate stellar masses from spectroscopic redshifts
- ➡ establish the accurate relation between SFR and stellar mass
- establish the mass-metallicity / SFR-metallicity / SFR-environment etc... relations

今後は(1)スペクトルフィッティングの精度を向上させる、(2)正確なH α フラックスや星形成率を得るために減光の補正を行う、といったことを早急に行います。また、今回の分光観測で得られた正確なレッドシフトなどの情報からより正確な星質量を求め、早急にきちんとした星形成率と星質量の関係を求めたいと思います。そして今後さらに金属量や環境などとの関係も明らかにしていきたいと考えています。

以上です。ありがとうございました。