

PFS銀河サーベイへのコメント

FMOS SSP(銀河編)失敗談(;;)

太田耕司 (京大宇宙物理)

2015年7月9日 三鷹

その前に：
私家版：銀河分光サーベイ小史

1970-1990年

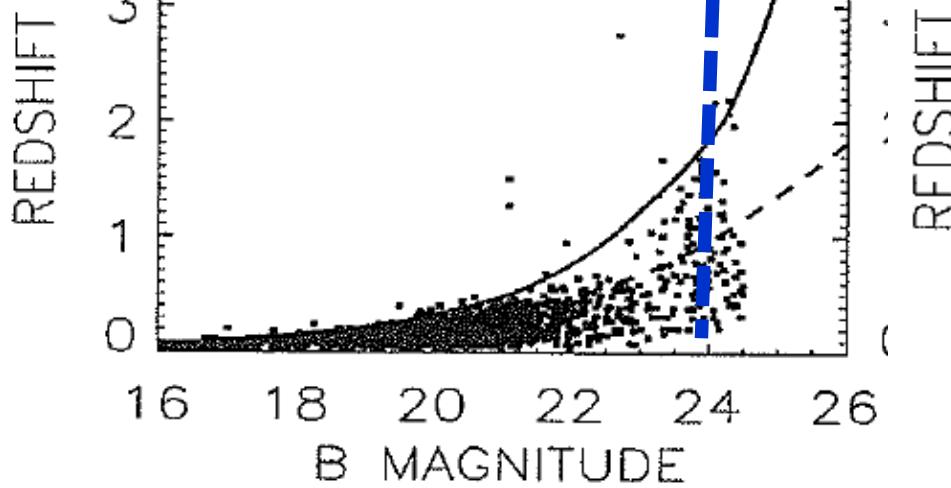
- 1970年代 4m級望遠鏡の建設
- 1980年代 CCDの登場
- 1980年代半ば マルチスリット分光器の開発
(それまではシングルスリットのみ)
- 4m級マシンタイムに余裕？大型プロジェクト？
- 銀河分光サーベイの開始

1990年代

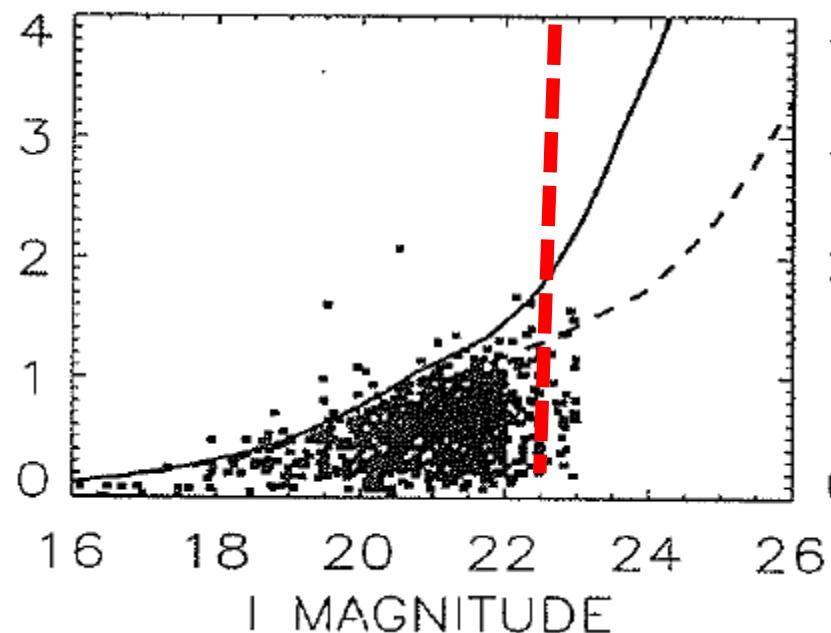
- 4mクラスによる 等級リミットサーベイ
B<24等とか I_AB<22.5等とか
通常は可視セレクト
本格的MOS登場(と、言っても1視野30程度)、
数百個銀河の分光サーベイ

代表的分光サーベイ1

LDSS 英国オーストラリア連合
WHT, AAT 4m
 $B < 24$

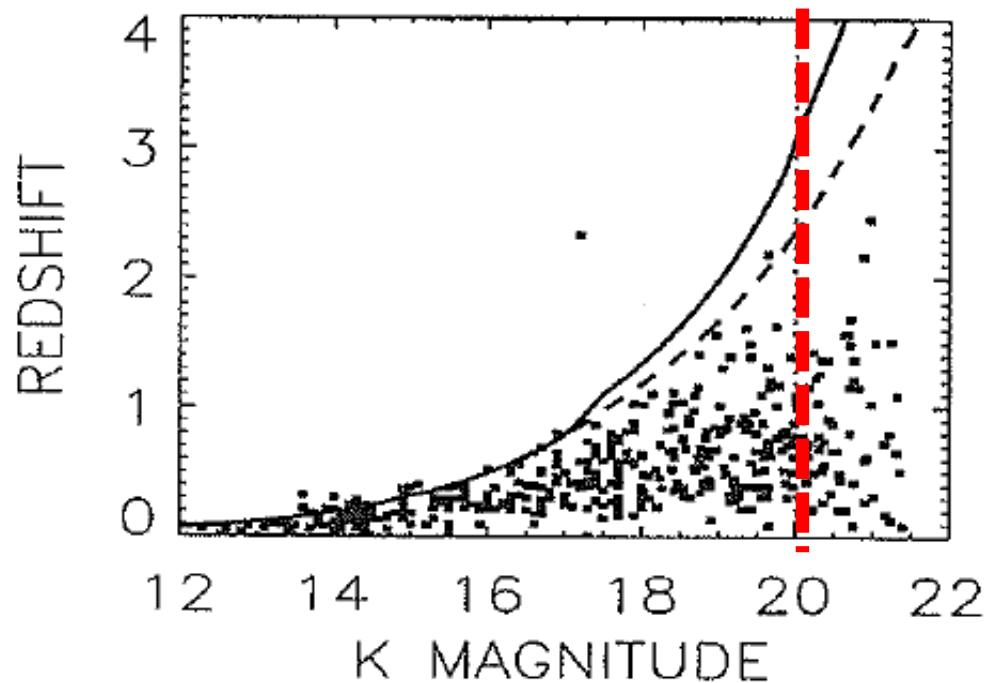


カナダフランス連合
CFHT 4m
 $I_{AB} < 22.5$

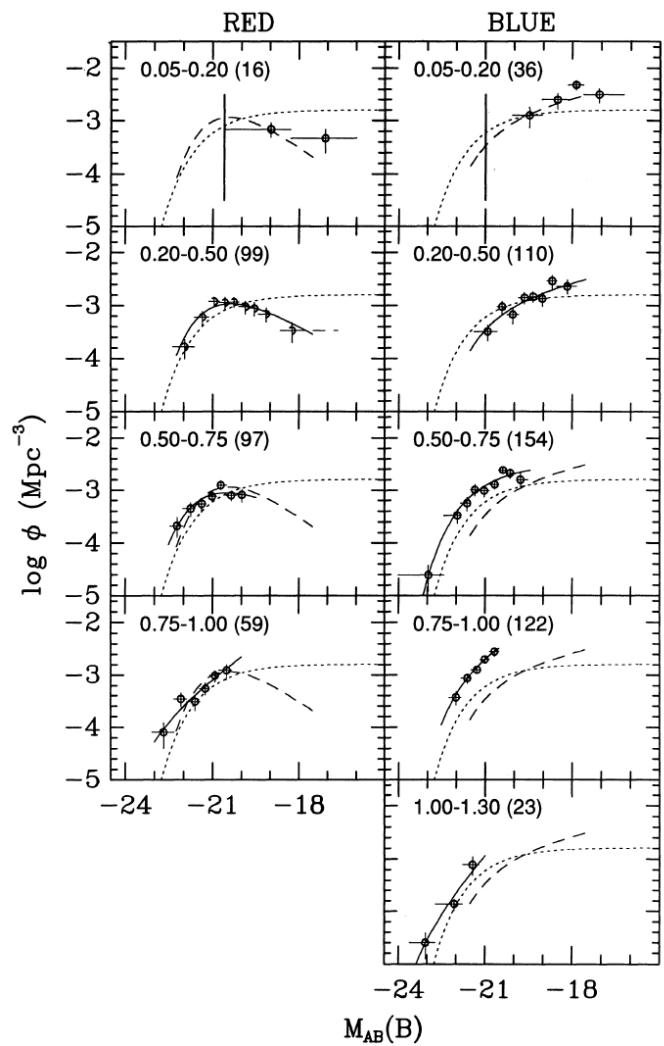


代表的分光サーベイ2

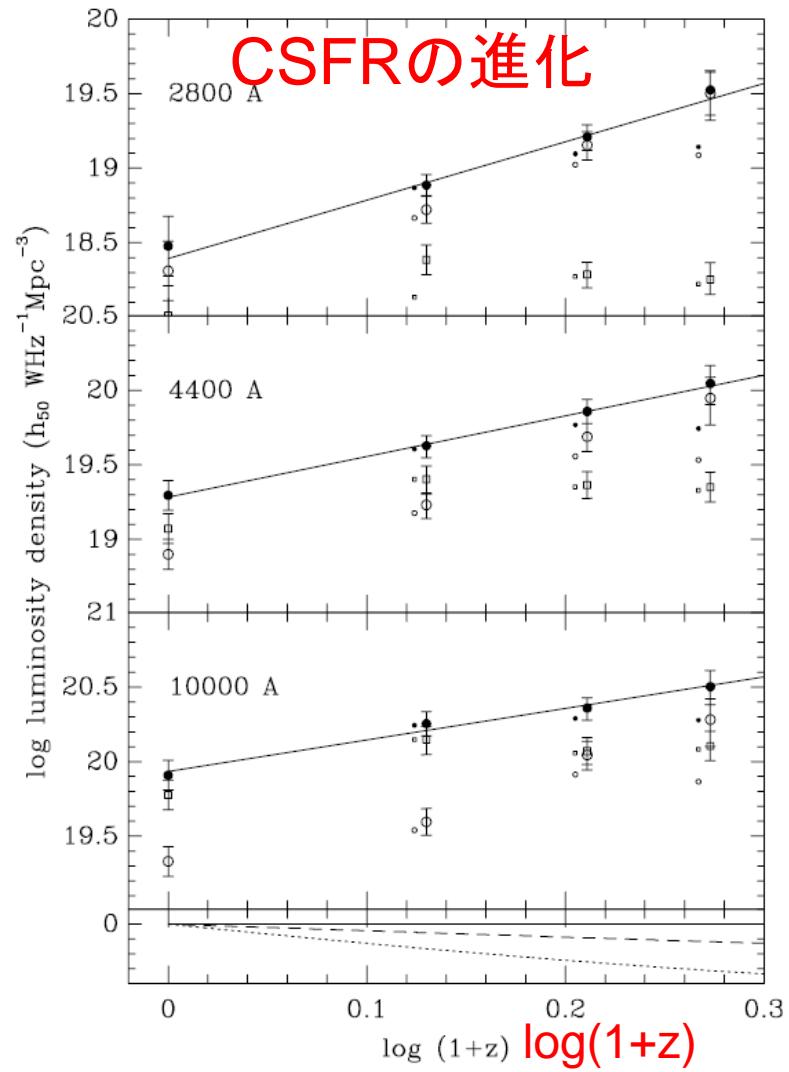
ハワイグループ
分光はKECK 10m LRIS
(K撮像はUKIRT)
 $K < 20(-21)$



$z < 1$ までの銀河光度関数進化と星形成の宇宙史



Lilly et al. 1995, ApJ 455, 108

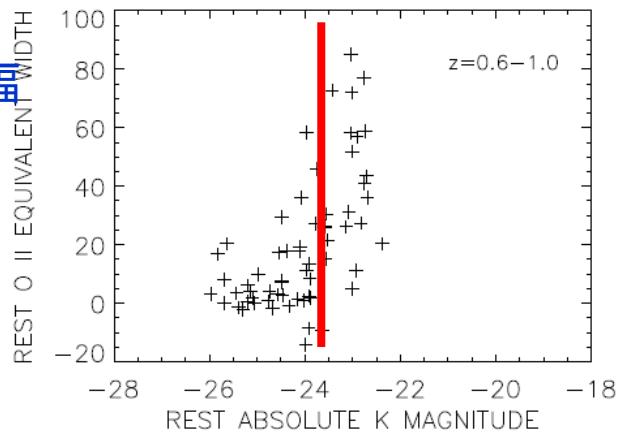


Lilly et al. 1996, ApJ 461, L1

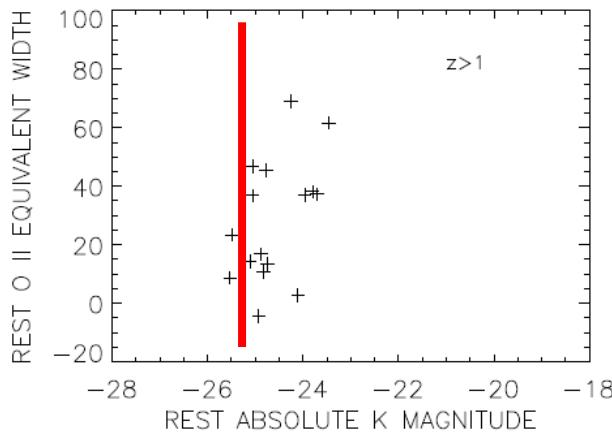
$z < 1$ までの銀河のダウンサイズ

$0.6 < z < 1.0$

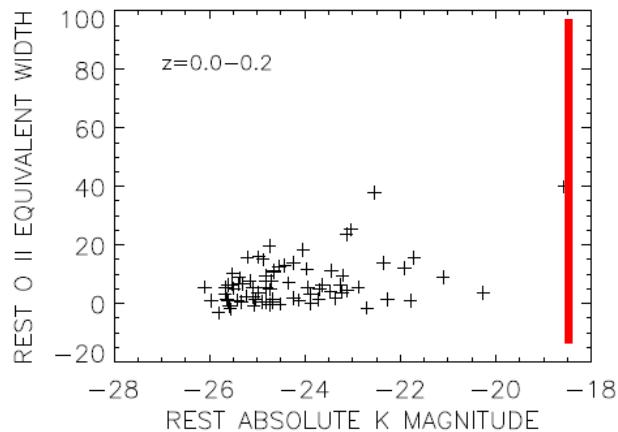
[OII]等価幅



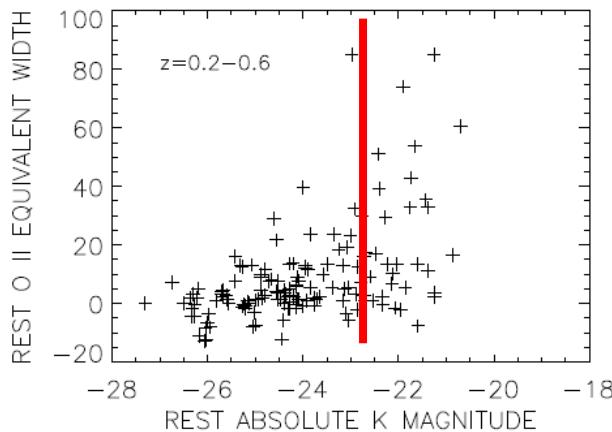
$1 < z$



$0.0 < z < 0.2$



$0.2 < z < 0.6$



明 \leq 絶対K等級 \Rightarrow 暗

これまで未知だった、 $z < 1$ の銀河進化を開拓

- 銀河光度関数進化
 - 色やタイプによる進化の違い
 - CSFH
 - ダウンサイジング
 - 化学進化(質量一金属量関係)
- など、 $z < 1$ での銀河進化がようやく見えてきた

2000年代

- 8mクラスによる等級リミットサーベイ

新世代MOS マルチプリシティ約10倍

サーベイのサンプルサイズ=>数千ー数万個の銀河

VVDS: VIMOS VLT Deep Survey 可視,NIRリミット

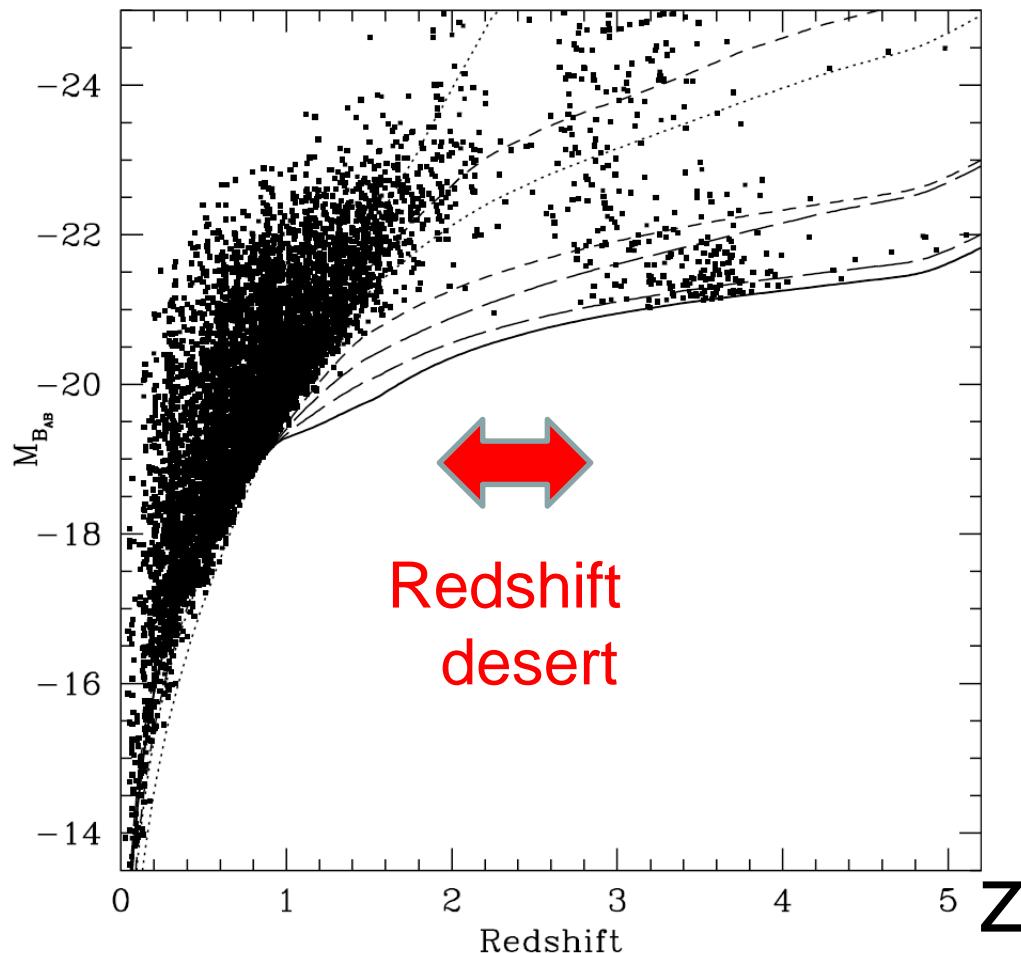
$17.5 < I_{AB} < 24$ とか

GDDS: Gemini Deep Deep Survey 可視,NIRリミット

DEEP2: KECK LRIS/DEIMOS I,R?リミット

(Kリミットも?) など

8m級分光サーベイでサンプルされた銀河： VVDS



$M_{AB} = 24$ magの
Tracks
SED別(青いのが下)

$Z < 1.5$ 位の伸び、
暗いところもカバー

Le Fevre et al. 2005,
AA 439, 845

Fig. 21. Absolute M_{B_AB} magnitude vs. redshift in VVDS-02h. The full sample is shown together with the tracks of CWW templates (Coleman et al. 1980) and starburst templates used to compute the $k(z)$

2000年代の成果例

- $z < 1.5$

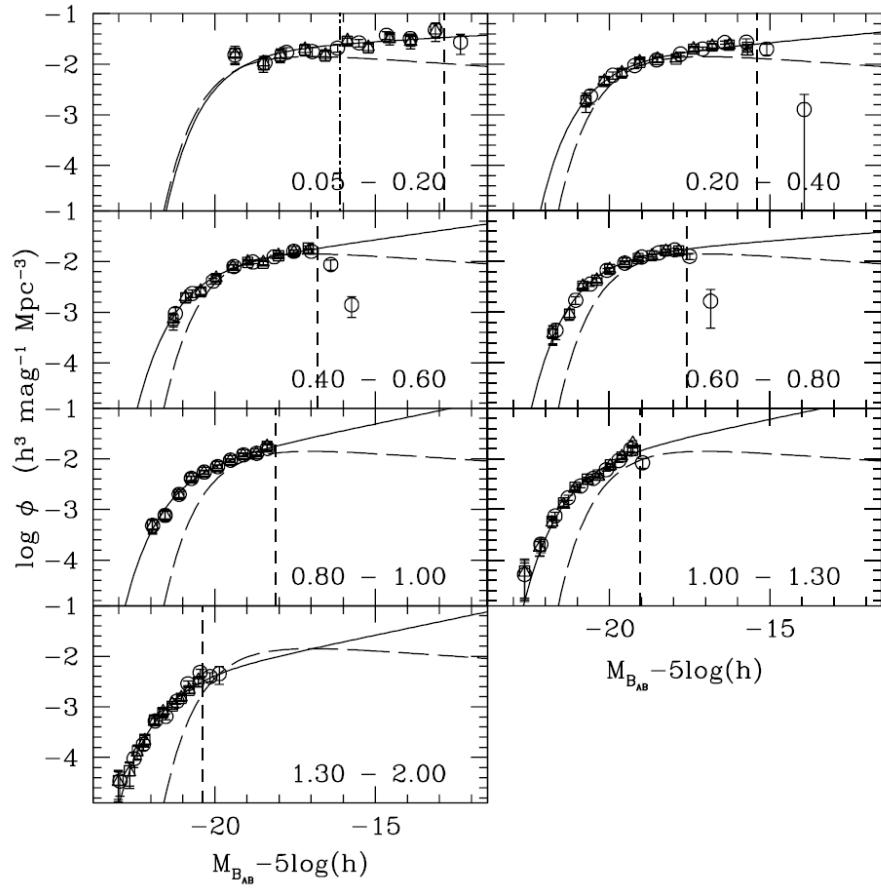
VVDS: LF進化、環境、bimodal, clustering、RSD, etc
LBG selection shock?

GDDS: stellar mass density evolution
evolved massive galaxies の進化
mass-metallicity relation @ $z=0.7$

DEEP2: down-sizing、clustering

VVDSによる光度関数の進化

Ilbert et al. AA 439, 863 (2005)



光度関数: 暗いところまで伸びたけど
あまり4m時代と変わらない?

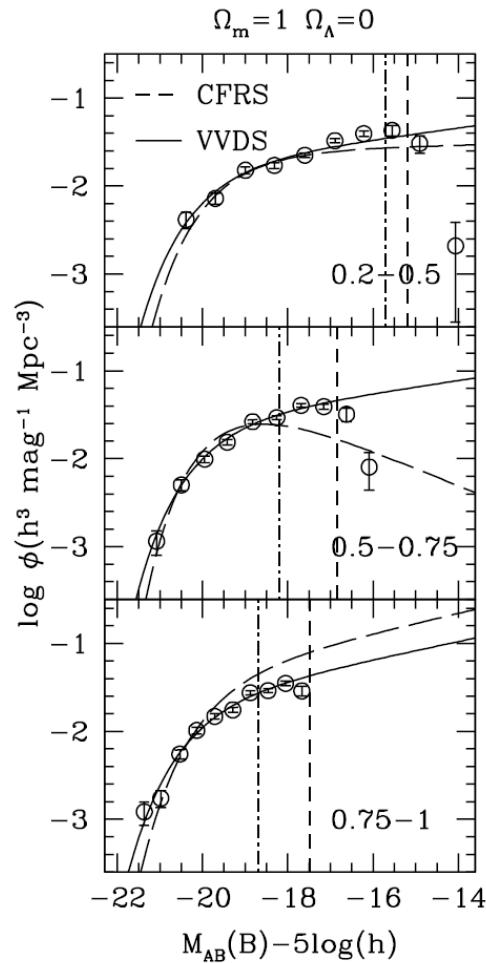


Fig. 10. Comparison between the CFRS and the VVDS global B -band LFs. The solid lines (STY) and the circles ($1/V_{\max}$) correspond to the VVDS estimates. The vertical dashed lines indicate the first and

GDDSでの結果例

MZ関係@ $z \sim 0.7$

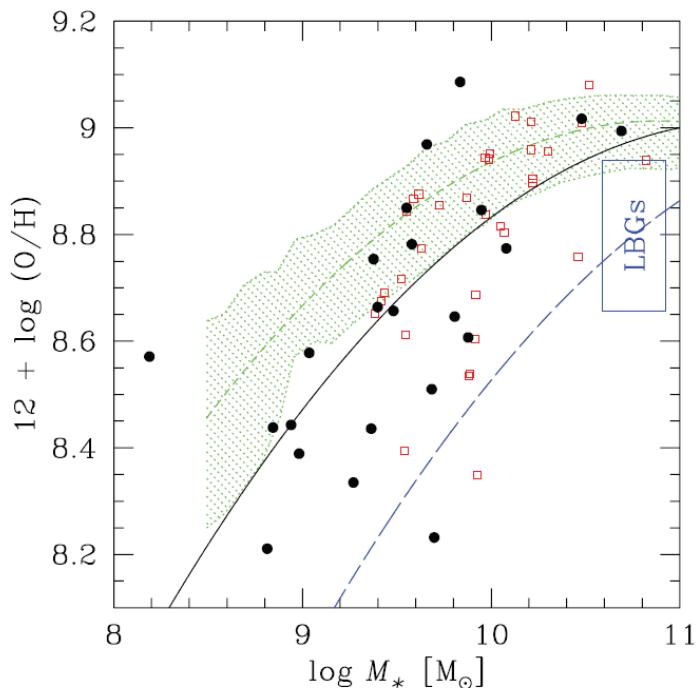


FIG. 13.—Metallicity as a function of stellar mass for GDDS (filled circles) and CFRS (open squares). The points are as in Fig. 12, but error bars are omitted. The green short-dashed line and hatched area indicate the polynomial fit and $\pm 1\sigma$ dispersion, respectively, derived for the SDSS $z \sim 0.1$ galaxies (T04). The blue rectangle is the region occupied by the LBGs at $2.1 < z < 2.4$ (Shapley et al. 2004) after correcting from the N2 to the R_{23} calibrator. The black solid and blue long-dashed lines are the SDSS polynomial shifted to the right to match the galaxy distributions at $z \sim 0.7$ and ~ 2.3 , respectively.

Savaglio et al. ApJ 635, 260 (2005)

星質量密度の進化

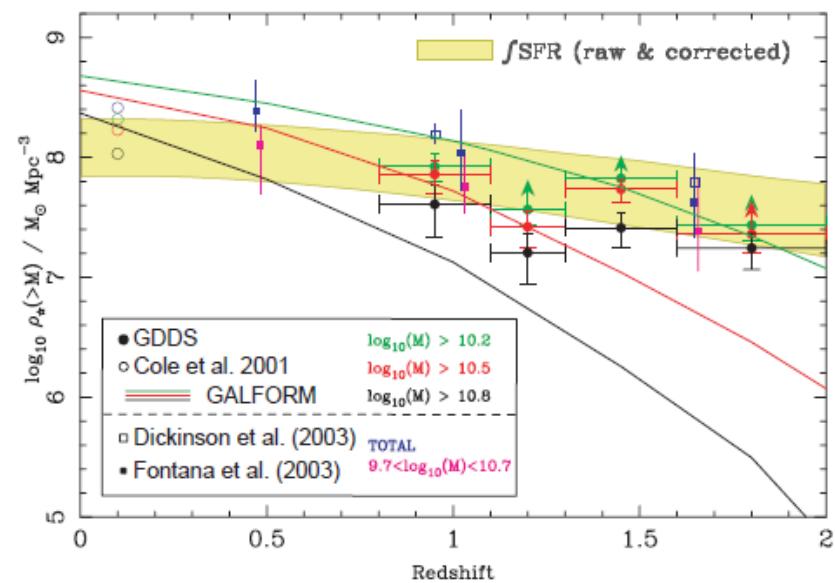
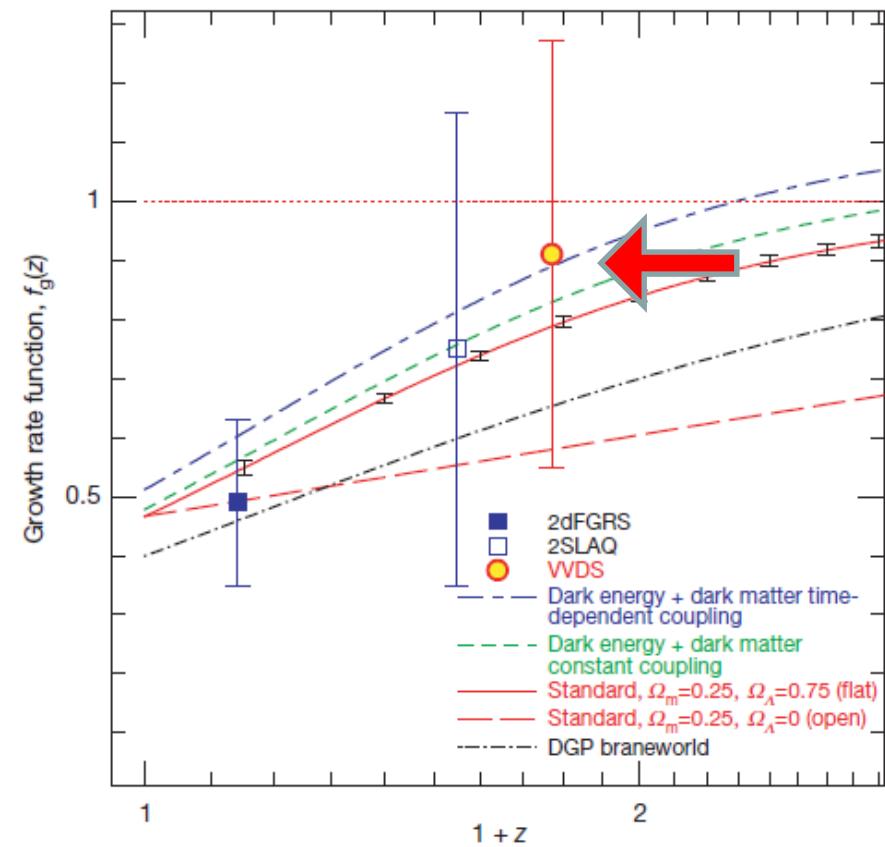
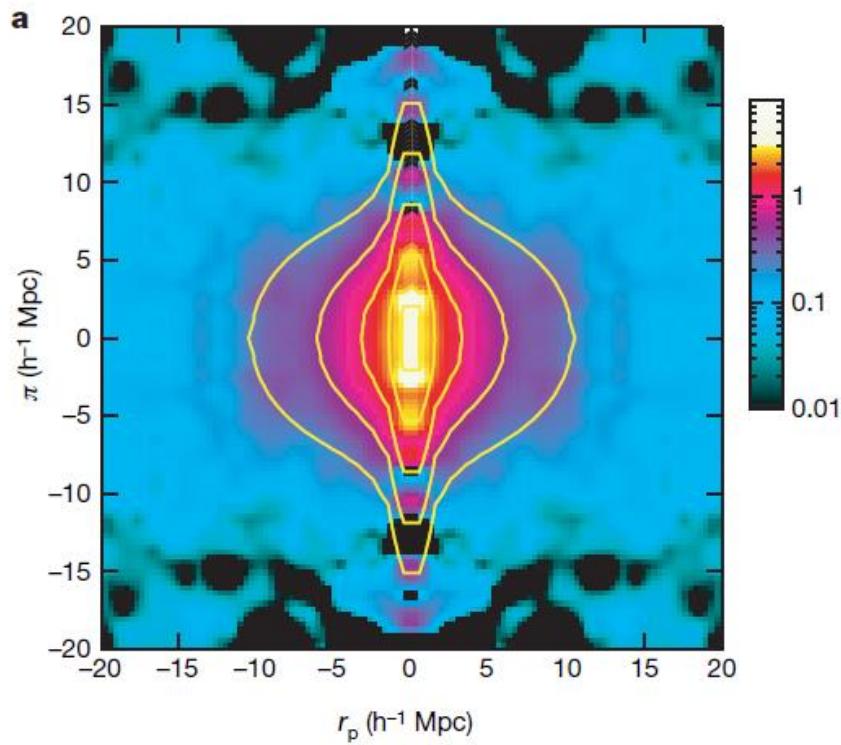


Figure 3: Mass density in stars vs redshift. Values from our spectroscopic sample are compared with previous estimates which are all based on photometric redshifts^{4,5} (except for the local $z = 0.1$ point²⁰). We plot the cumulative mass density of galaxies (converted to our Initial Mass Function choice; error bars are 1σ) more massive than a given mass threshold (see legend for threshold colour coding). Theoretical 'GALFORM' models are also plotted (see text). The shaded region shows the result of integrating the Universal ultraviolet-derived star-formation history with and without a dust extinction correction.

むしろKバンド撮像のおかげ？

Glazebrook et al. Nat 410, 181 (2004)

VVDSを用いた Redshift Space Distortion



で、どうだったか？

- ・銀河進化の研究は発展したが、質的には、あんまり新しい感じはしない
- ・観測的宇宙論には新しい風が吹いたような印象
(数の多さか。でも決定的ではない。可能性を拓いた感じ)

個人の感想です

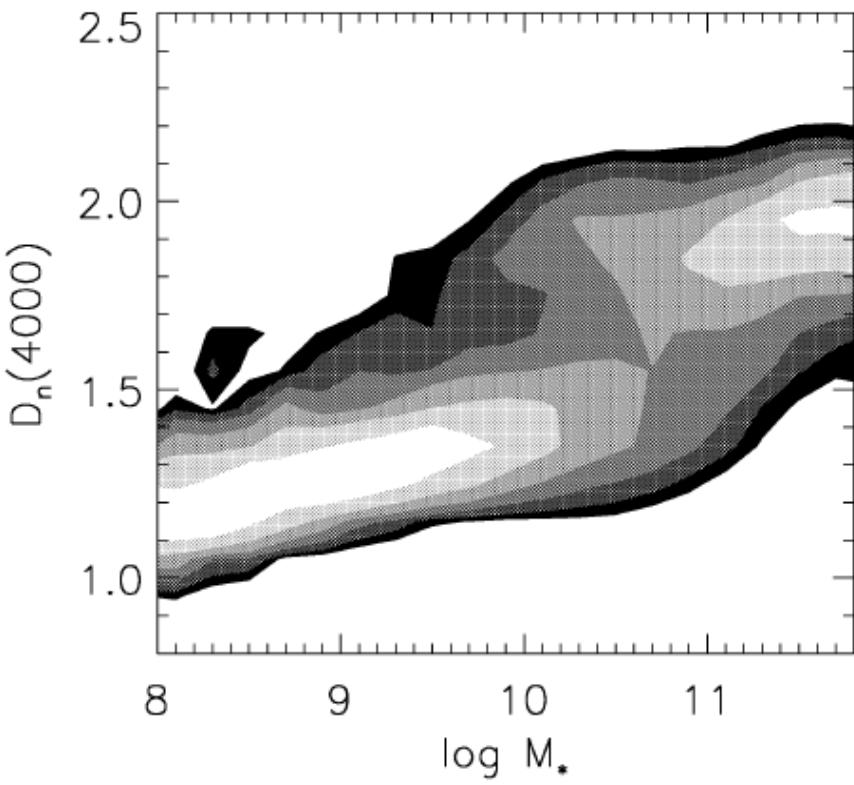
もう一つの方向性: SDSS

2dFとかもあるけど

- 2.5mで大量(~100万銀河)の系統サーベイ
- $r' < 18$ mag (?)

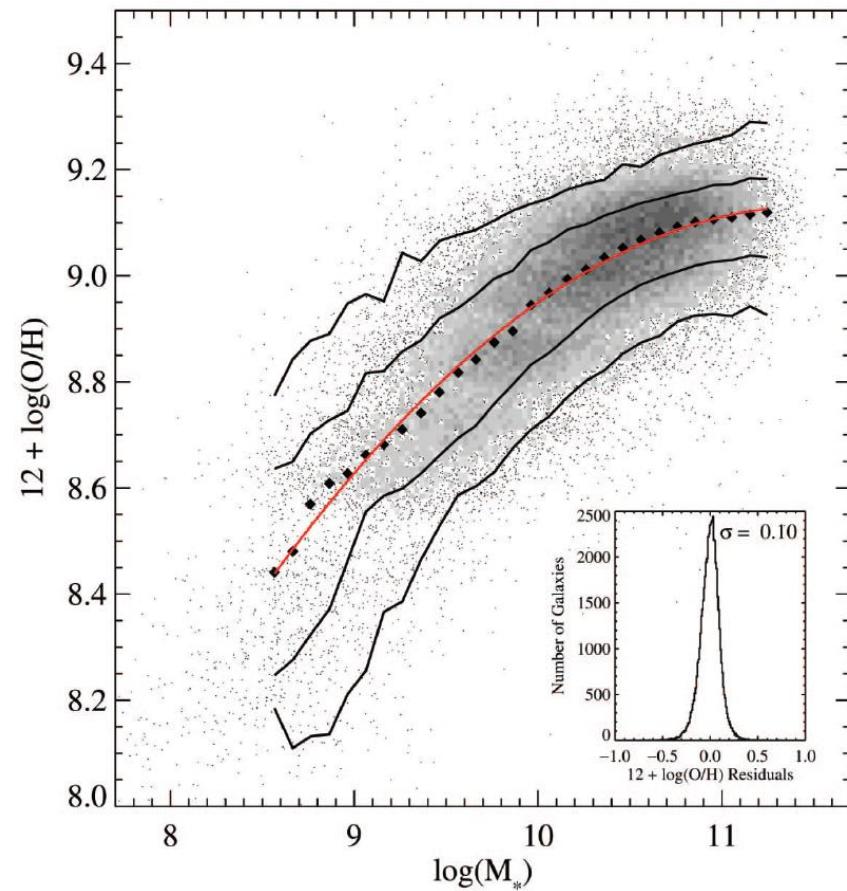
個人的に印象的な結果の例

D4000 vs Mstarの確立



Kauffmann et al. 2003, MN 341, 54

Local MZ relationの確立

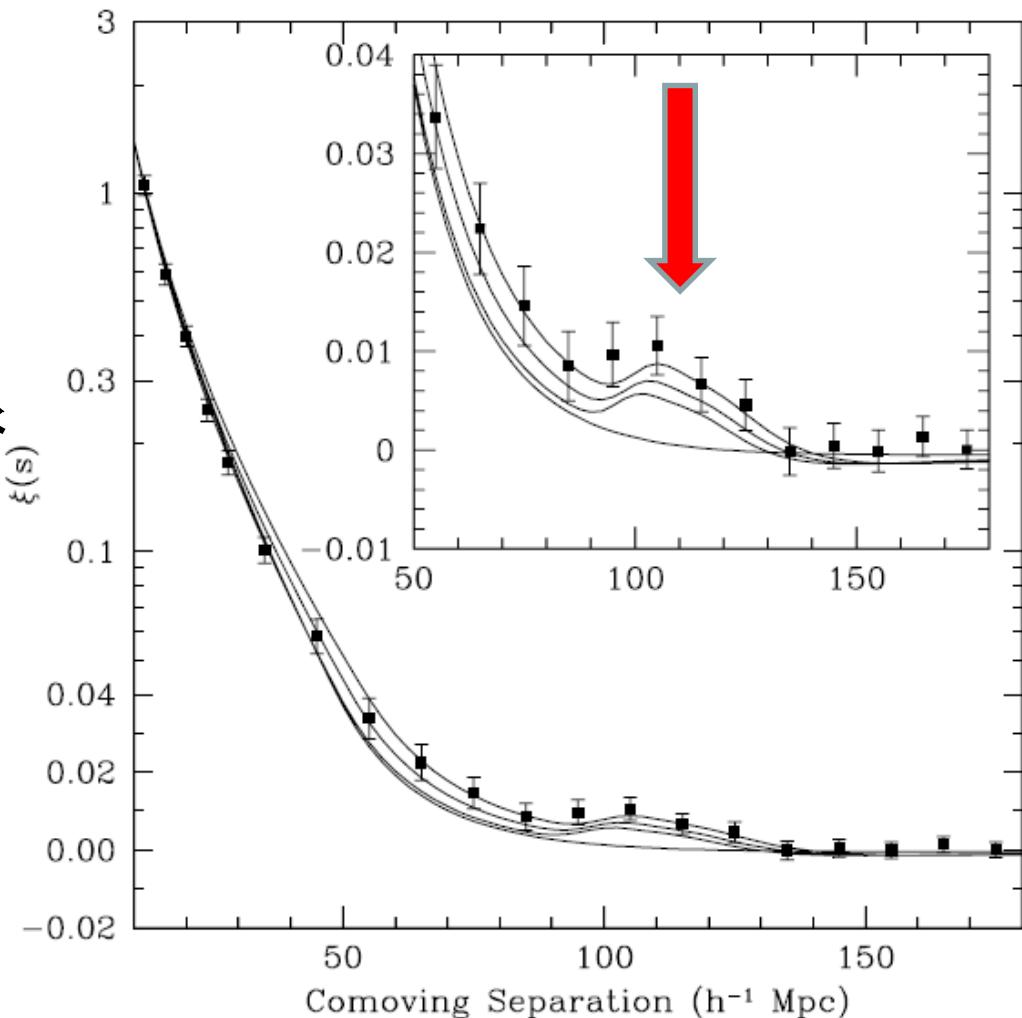


Tremonti et al. 2004, ApJ 613, 898

Luminous Red Galaxies を用いたBAOの検出

~5万銀河 ($0.16 < z < 0.47$)
BAOの検出

=>
宇宙論パラメータへの制限
DEの進化など



で、どうだったか？

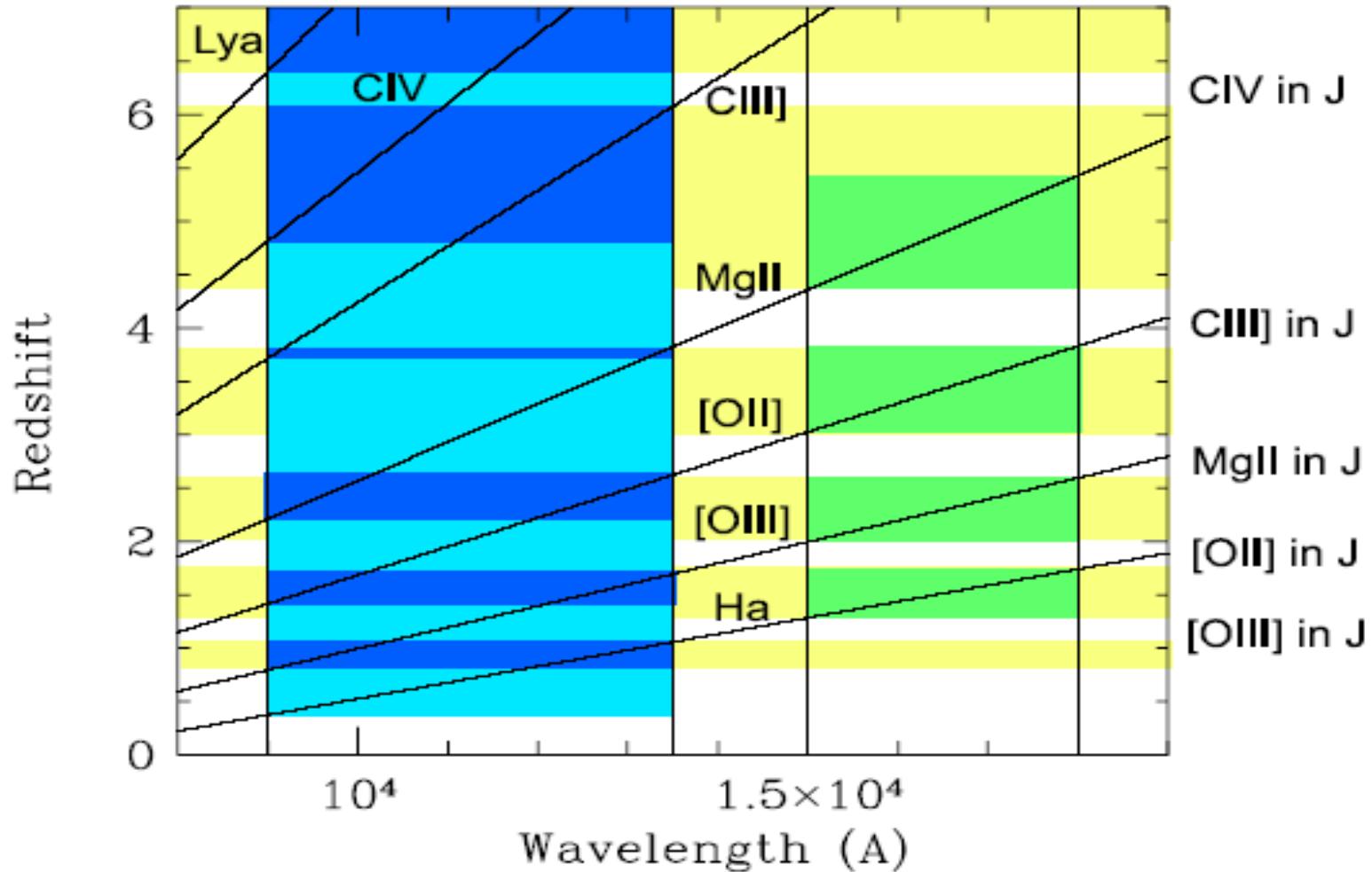
- ・ 銀河進化研究の観点では、これまでなんとなくわかっていたlocal universeでの銀河の光度関数、各種物理量やその関係を圧倒的サンプル数によって確立
- ・ 宇宙論研究としては、BAOの検出が印象的大規模サンプルで新しい宇宙論研究へのアプローチ

しつこいですが **個人の感想です**

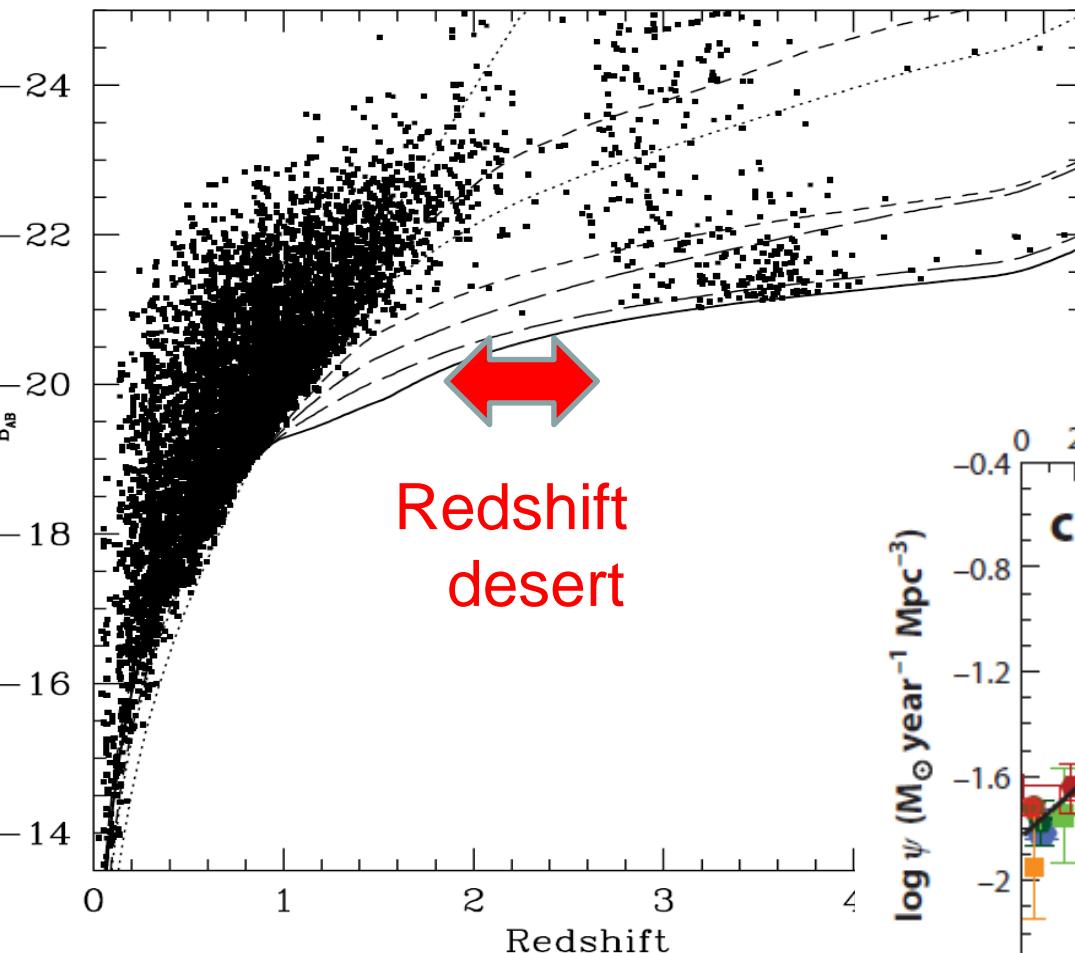
2010年代:FMOSの登場

- 8m級による近赤外多天体分光
- MOIRCS的な近赤外分光装置はあるものの
- FMOSは視野30分角の広視野で高いマルチプリシティ(400天体同時)
- 但し、zJHバンド

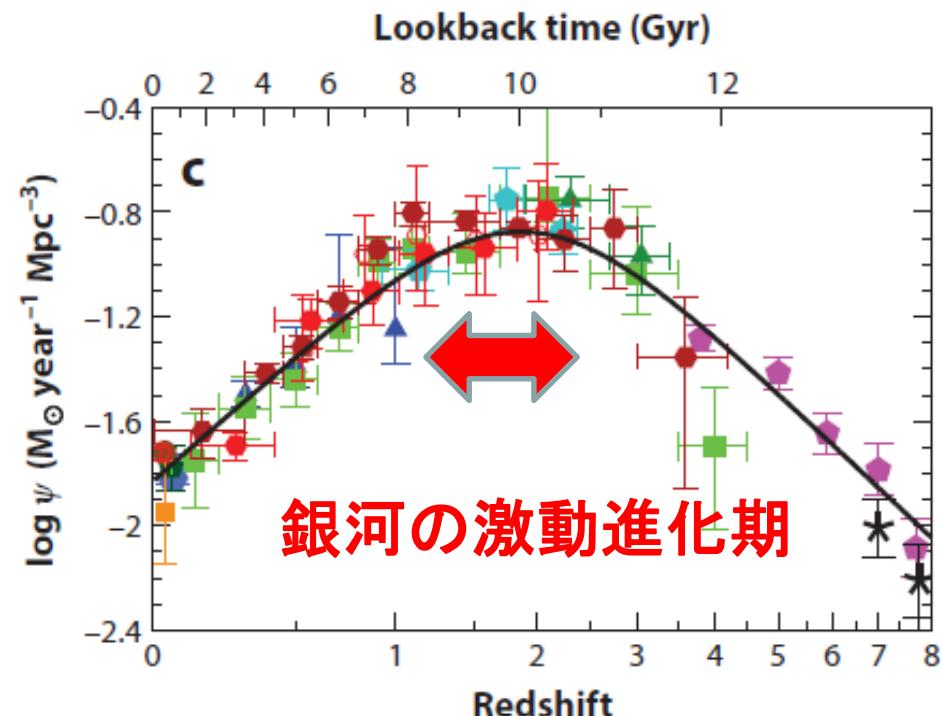
とはいえ、redshift desert
($z \sim 1.3 \sim 2.7$)を開拓可能



Redshift desertだった銀河の激動進化期を探れる



21. Absolute $M_{B_{AB}}$ magnitude vs. redshift in \sqrt{V} sample is shown together with the tracks of Cenman et al. 1980) and starburst templates used to compute the selection. At high redshift, the bluest tracks (starburst galaxies) correspond to the faintest absolute M_B magnitudes. Each track has been normalized to produce $L_B = 24$ at all redshifts. As redshift increases



Madau&Dickinson 2014
ARA&A 52, 415

新しい銀河進化の局面が開けそう

- 銀河進化
 - 星形成: SF銀河、輝線銀河
 - 隠されたSF: AKARI銀河、サブミリ波源
 - 星形成終末: passive 銀河
 - 化学進化: MZ関係
- AGNとフィードバック
 - AGNの発露と隠されたAGNの探査
 - フィードバックとの関係
- 環境効果
- 宇宙論(BAO/RSD)
- などなど

=> All Japan + UK 体制で実行しなさい

FMOSを用いたサーベイ

- 各グループがそれぞれのサイエンスをしたい
 - このままでは寄せ集めである！
 - 何度かのWSを通して (UK込み)
 - H20サーベイ案(但し、phot-z cut付?)
-
- しかし、感度的に厳しい
 - 輝線以外は情報ないので、死屍累々
 - 仕方ないので輝線狙いに
 - すると、サブサンプルだらけ…

Table 1. Sample summary

Sample	Parameter space covered	Number of targets
core sample	stellar-mass & emission-line flux (SFR) limit	~ 5000
Extend-sample 1	complete stellar-mass limit for massive galaxies	~ 2000
Extend-sample 2	passive galaxies	$\lesssim 100$
Extend-sample 3	low-mass galaxies (emitters)	~ 5000
Extend-sample 4	dusty star-forming galaxies (MIR/FIR/submm sources)	~ 2000
Extend-sample 5	AGNs (X-ray/radio sources)	~ 1000
Extend-sample 6	local density/environment (clusters)	~ 10 clusters

一応、3次元でサンプルを整理

1: 星質量

2: SFR

3: BHAR (AGN)

+ 宇宙論 (RSD)

が、やはり批判の対象に

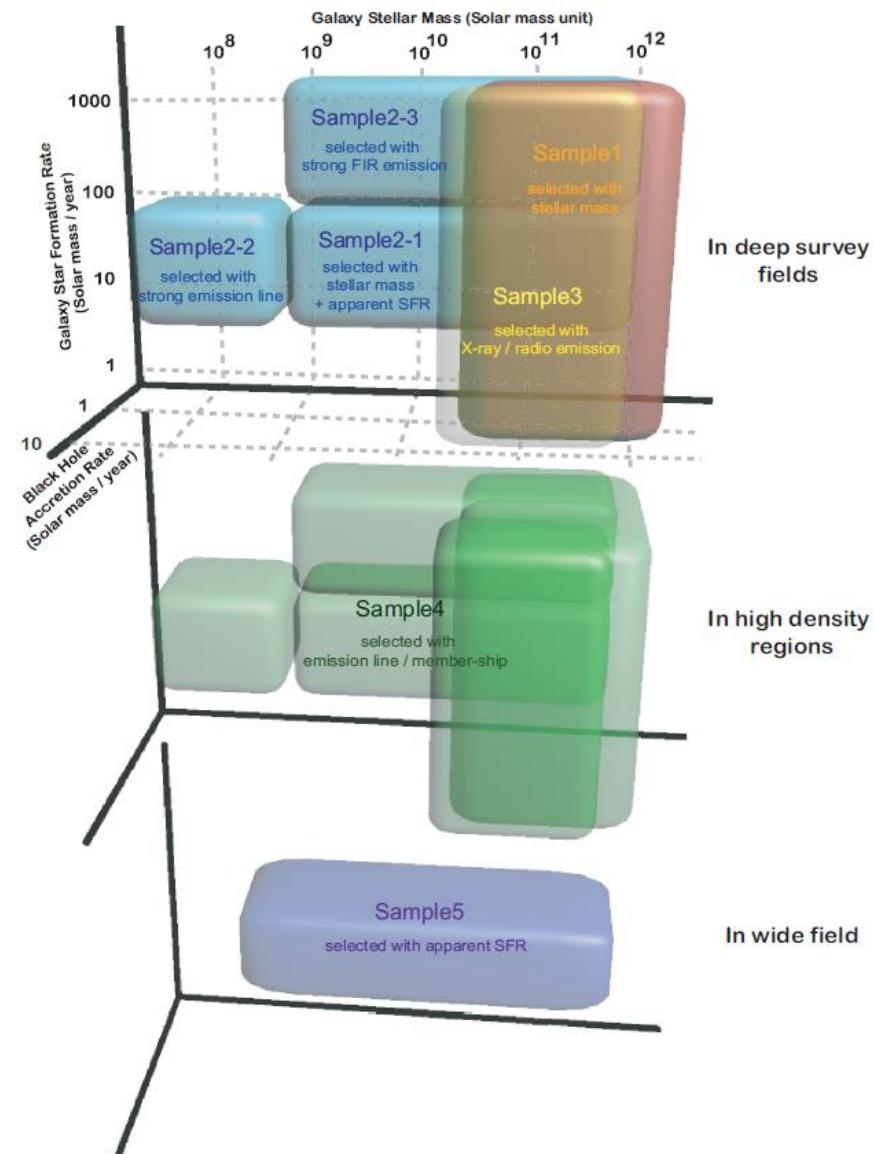


Figure 20: Schematic view of the input samples.

PFSの目指す方向性は？

- Subaru Digital(Deep?) Sky Survey
- サンプルセレクション?
 - 等級リミット？ +色カット？ +Phot-z cut?
(星質量に近づける?)
 - 宇宙論 vs 銀河進化？
 - 必要時間？
- SDSSにならないなら 星もやるのですよねー
- 枠組み自体の変更?
 - SSP複数化？(複数IP？)
より長いSSP？とか？ 通常枠を長くする？ 短いIP？

とにかく、仕様を満たすことが重要

performanceを見て最終決定:個人的には支持