

# すばるの次

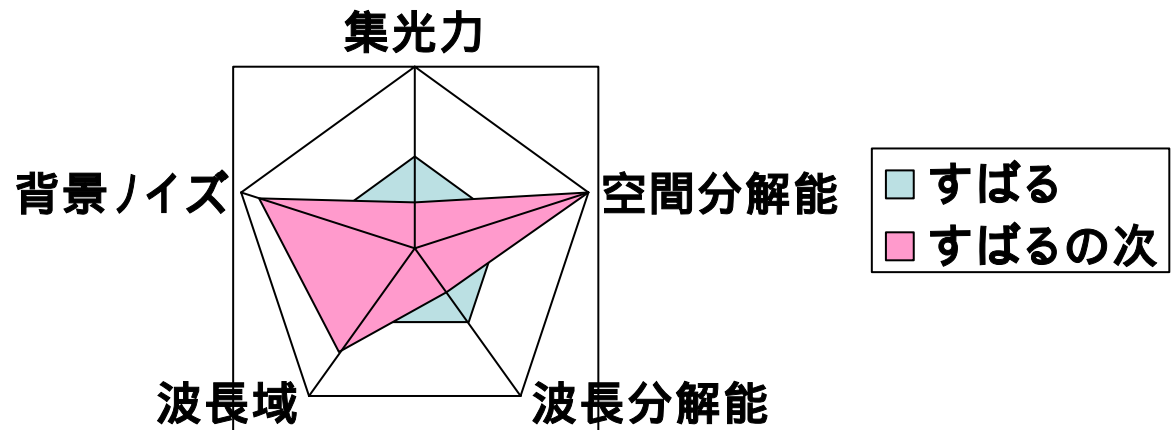
2002・9・26(JST) 光天連シンポ 山田亨 (国立天文台)

# 専用か、汎用か？

専用望遠鏡

光・赤外の天文学資源(金・人)の多くを費やすに足る天文学的課題とは？

汎用望遠鏡



半専用望遠鏡

第1課題に最適化しつつ汎用性を保つことは可能か？

汎用望遠鏡として、「すばるの次」を考える

自分が(我々が)、現在すばるで展開している天文学から、すばるの次になにを求めるのか？

## 1. 高赤方偏移宇宙の探査

# 1. 高赤方偏移宇宙の探査

## 原始銀河・第1世代天体の探査

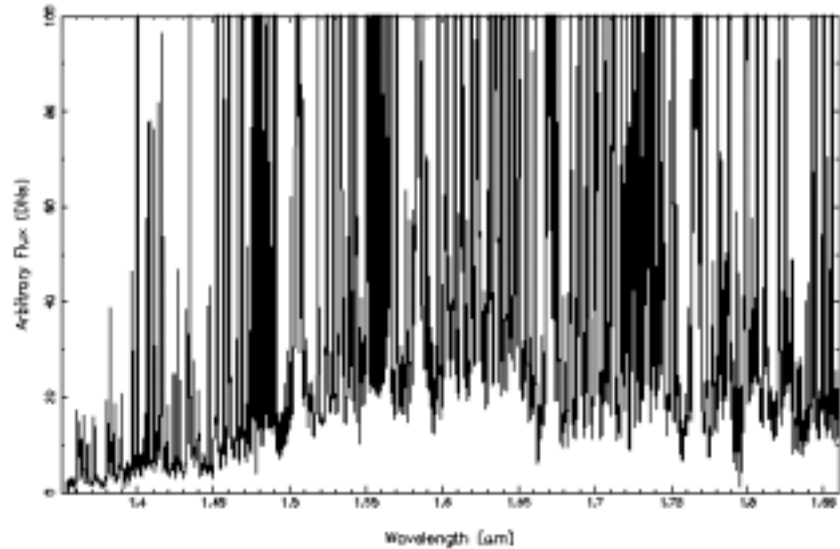
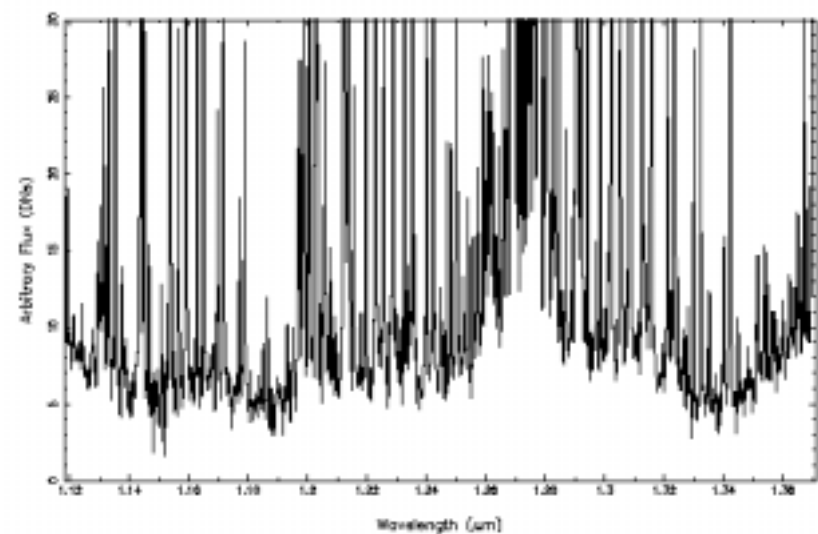
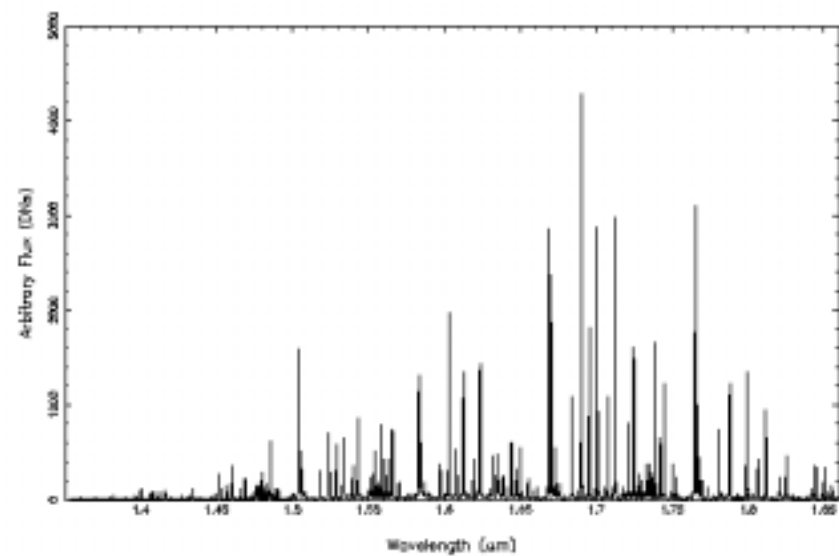
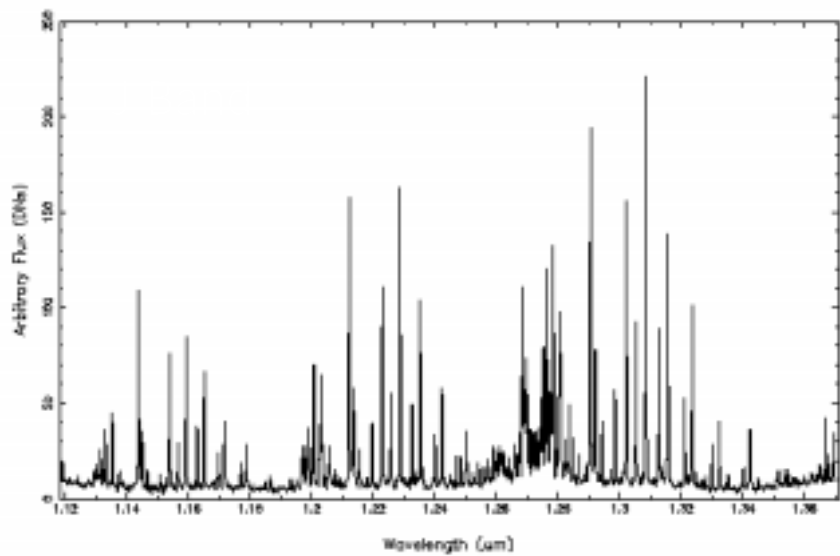
**すばる (+ HST, Keck, VLT, ...) でわかったこと(わかりつつあること)**

- 我々の観測は、すでに、初期の銀河が形成されつつある段階に届いている。  
赤方偏移 1 - 7
- 高赤方偏移天体の分布は、現在の望遠鏡の視野に対して、かなり非一様性が大きい。
- Suprime-Cam の成功 高赤方偏移天体の数密度は低い。
- 空間分布、光度関数、輝線強度関数、その進化
- 輝線強度、輝線プロフィール、紫外線光度

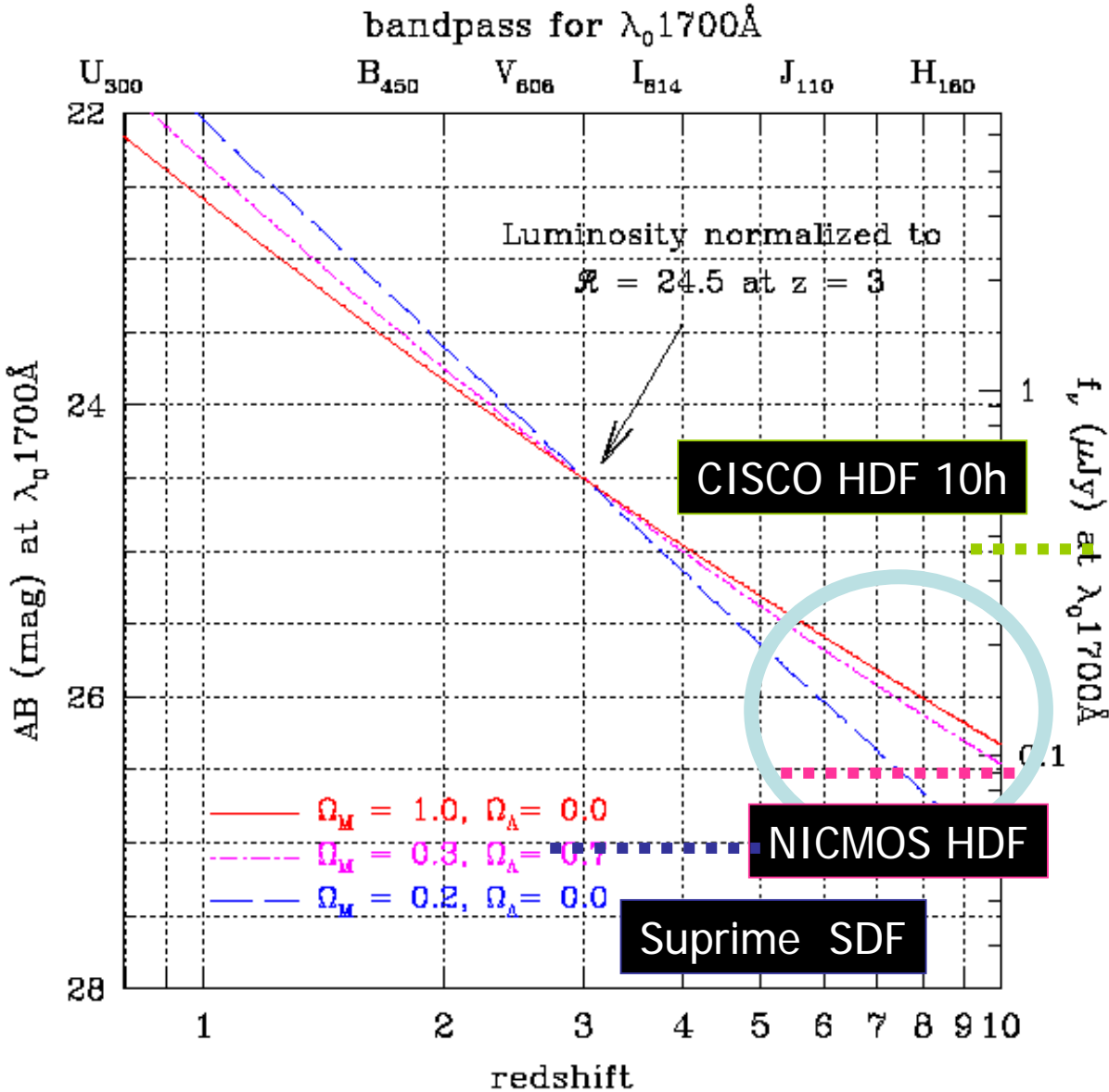
**すばる (+ HST, Keck, VLT, ...) でこれからできること**

- より高赤方偏移での天体サーベイ  
(近赤外広視野カメラ e.g., MOIRCS/SPIRC)  
但し、J H band での夜光、大気吸収

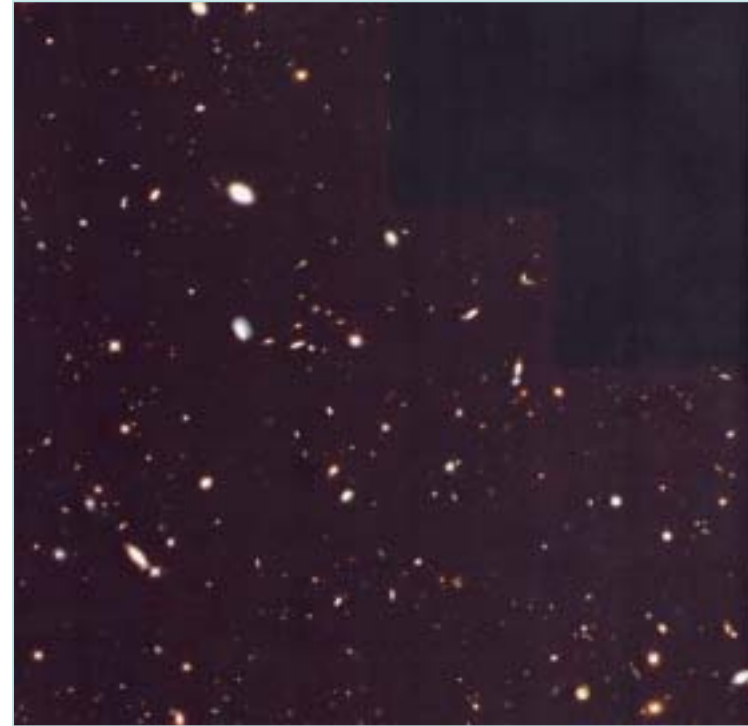
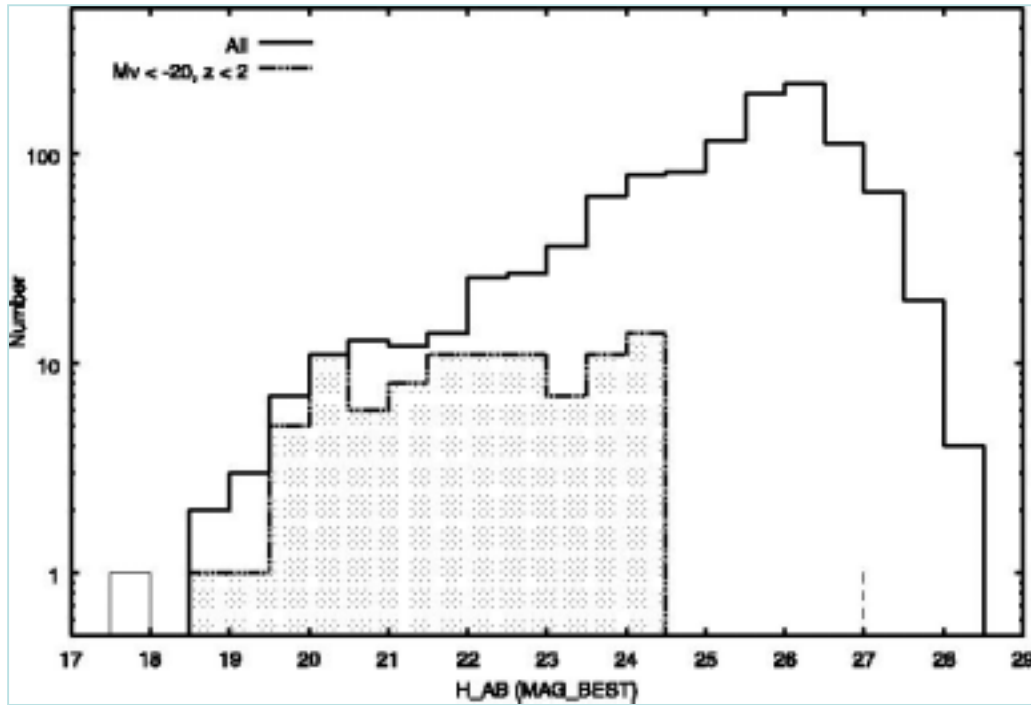
# 夜光の「隙間」もほとんどなくなる・・・



L\* Lyman Break 銀河の見かけの光度 (Dickinson 2000)

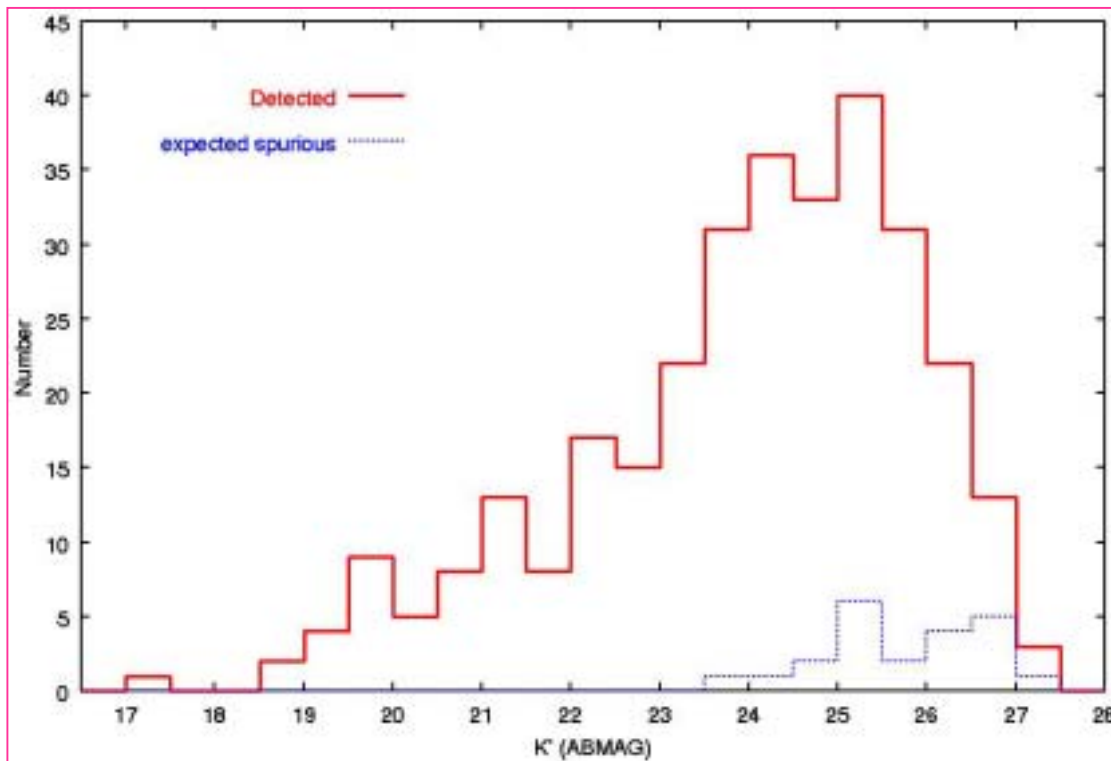


# HST NICMOS による H(F160W) band の Source Counts



HDF, Kajisawa and Yamada 2001 (data from STScI)

# Subaru CISCO K' net 10 hours $\mathcal{D}$ Source Counts



Yamada and Kajisawa 2001  
Kajisawa et al. in prep.



# 1. 高赤方偏移宇宙の探査

## 原始銀河・第1世代天体の探査

すばるの次にやりたいこと

より高赤方偏移 ( $z > 7$ ) での広域深探査

近赤外広視野 ( $> 100-1000 \text{ arcmin}^2$ )

近赤外低背景光

宇宙望遠鏡が最適

高赤方偏移銀河の内部構造 (解像して見る)

0.5-5  $\mu\text{m}$  で、 $> 0.05-1 \text{ arcsec}$  の解像度

安定して任意の天域が観測可能

大望遠鏡 ( $> 4 - 8 \text{ m}$ )

宇宙望遠鏡

次項参照

# 1. 高赤方偏移宇宙の探査

## 銀河の形成と進化

**すばる (+ HST, Keck, VLT, ...) でわかったこと(わかりつつあること)**

- $z < 5$  の銀河が日常的に観測されるようになった。
- 明るい (massive な) 銀河の「形成期」は主に  $z = 1-5$ 。
- $z < 5$  の銀河の内部構造が撮像的には観測され得る。
- $z < 5$  銀河の stellar mass contents に制限が付きつつある。
- $z > 1-1.5$  で、明るい銀河の大きな割合の銀河に変化が見られる。
- 銀河の形成・進化には、内因・外因を含め環境依存性がある。
- 銀河形成領域が発見された。
- 可視・近赤外線で見えるものは銀河形成のごく1部である場合もある。
- 銀河形成に伴う active な現象 (銀河風) が観測されるようになった。

**すばる (+ HST, Keck, VLT, ...) でこれからできること**

- Redshift desert ( $z = 1-3$ ) の開拓 (近赤外多天体分光、広視野多色撮像)
- パノラミックな構造形成史の解明
- 各時代の銀河種族の対比

# 1. 高赤方偏移宇宙の探査

## 銀河の形成と進化

すばるの次にやりたいこと

### 高赤方偏移銀河の内部構造の分光的観測

形成期の銀河で、実際にどういう現象がおこっているか？

すばるなどにより同定された様々な銀河形成領域で

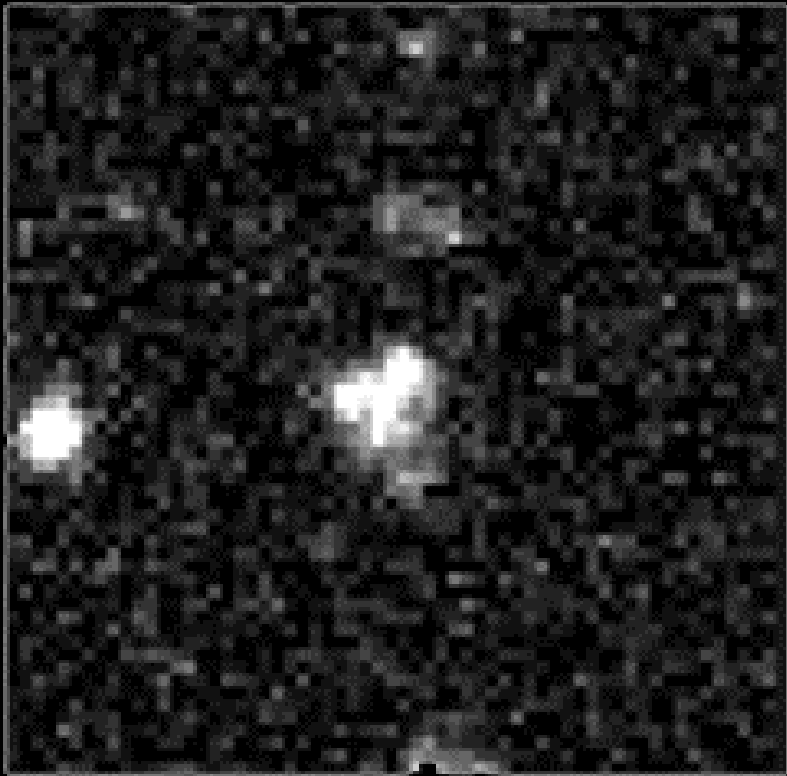
銀河形成の特質にどのような違いがあるのか？

高赤方偏移銀河と現在の銀河の関係、

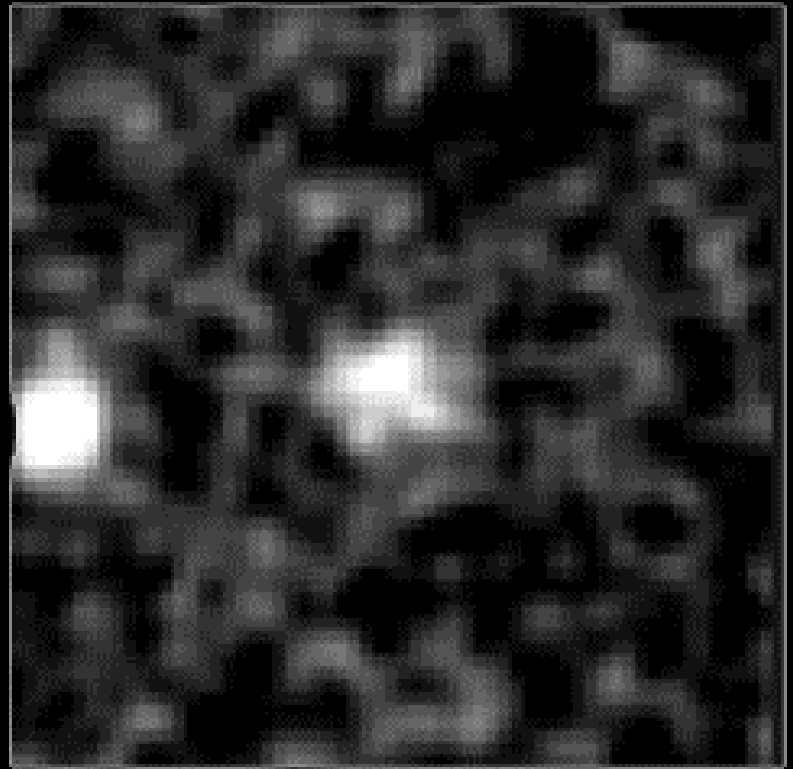
高赤方偏移銀河同士の関係の解明

「銀河進化の樹」

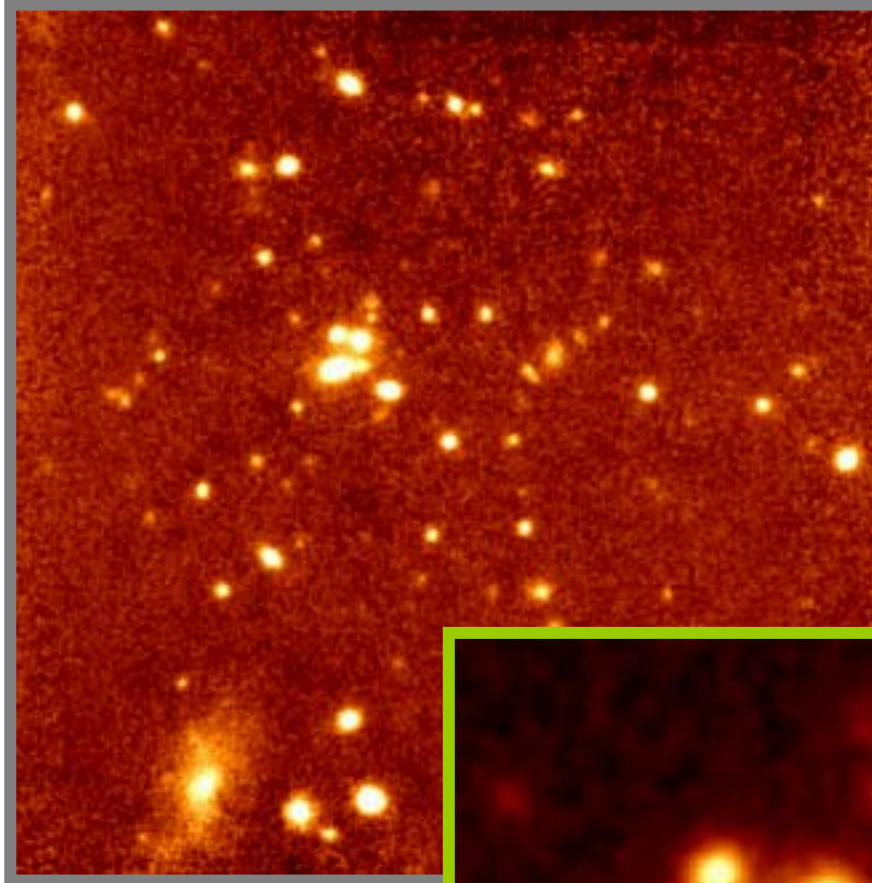
大口径、低雑音、安定した高解像度



HDF F814W



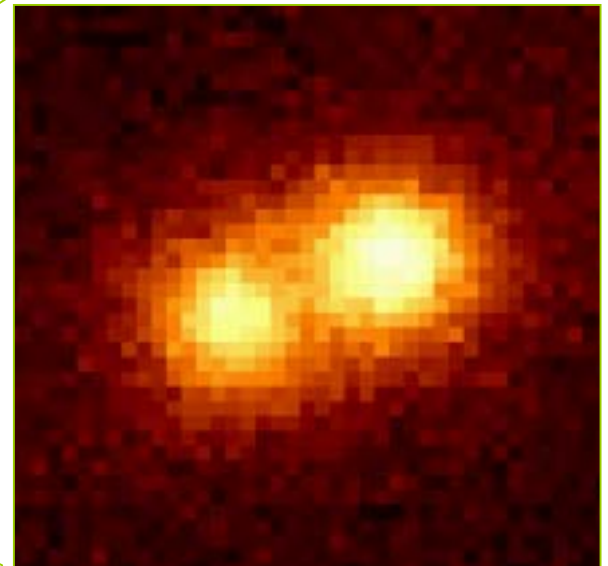
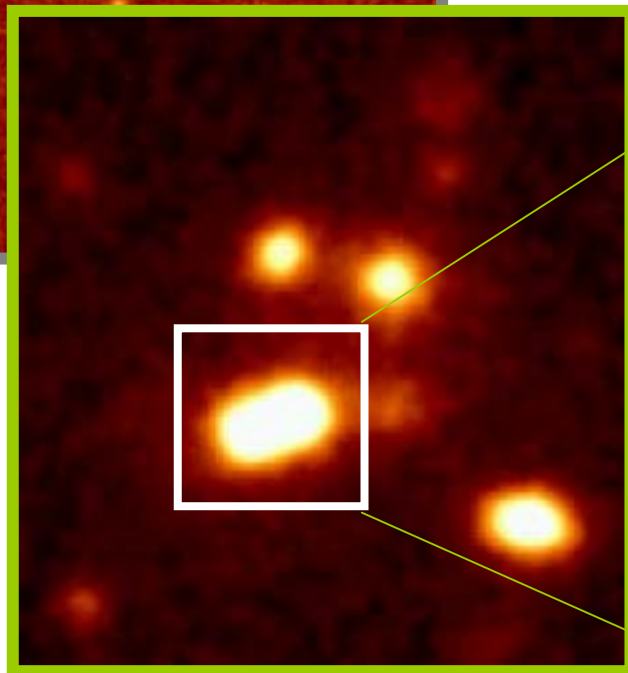
Subaru CISCO K'



RX J0848.9+4452 @  $z=1.26$   
Subaru IRCS

Yamada et al. 2002 in press

2.4 arcsec



すばるの次にやりたいこと 具体的課題

低面輝度部分まで、星・ガスの運動 銀河の力学質量  
恒星質量分布の構造 (恒星質量密度、etc.)

と、星形成史分布との関連を解明

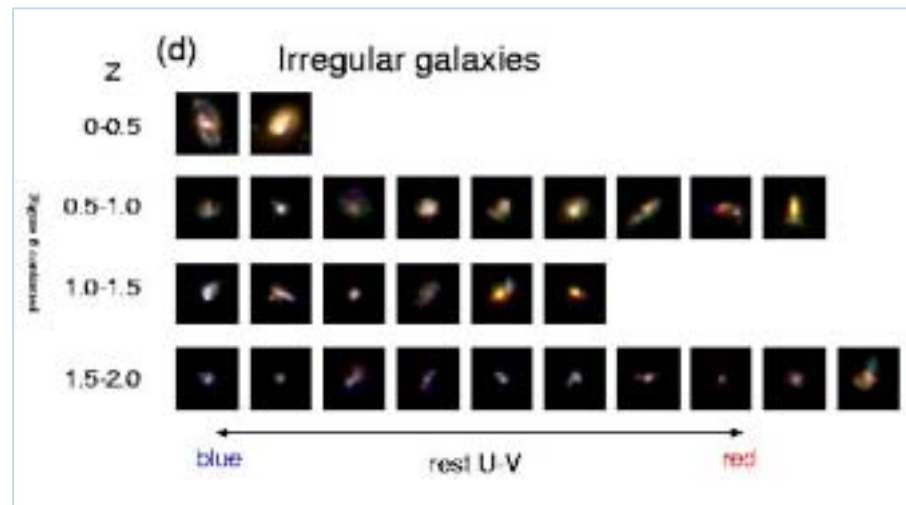
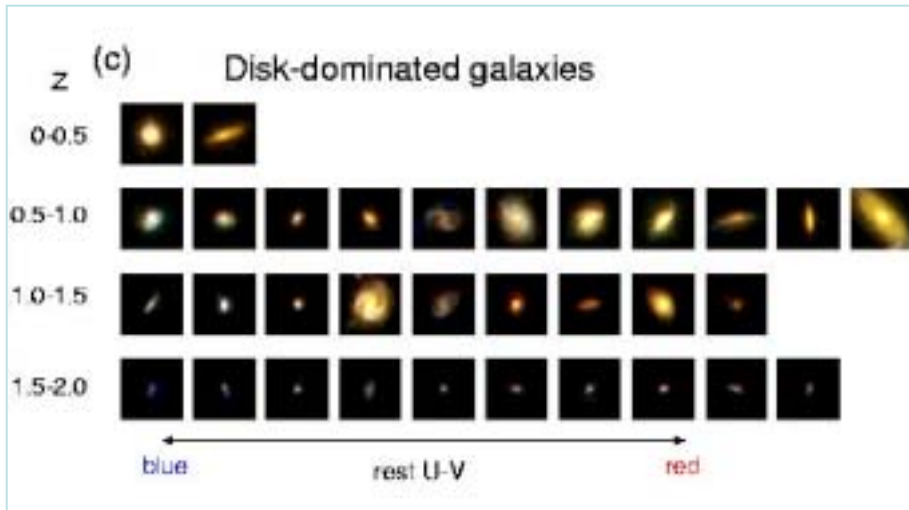
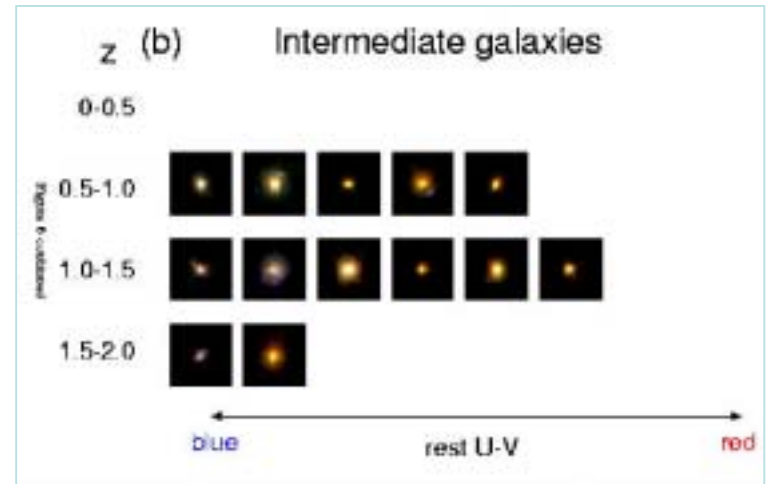
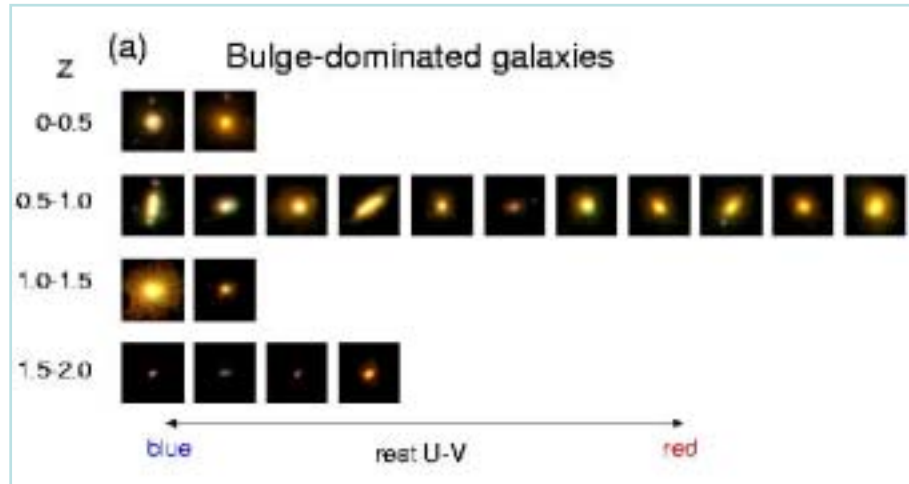
輝線強度比の空間分布 電離、励起、重元素汚染

Spectral Index の空間分布 星の金属量・年齢分布

楕円銀河・バルジの初期の姿は？

円盤銀河の円盤の初期の姿は？

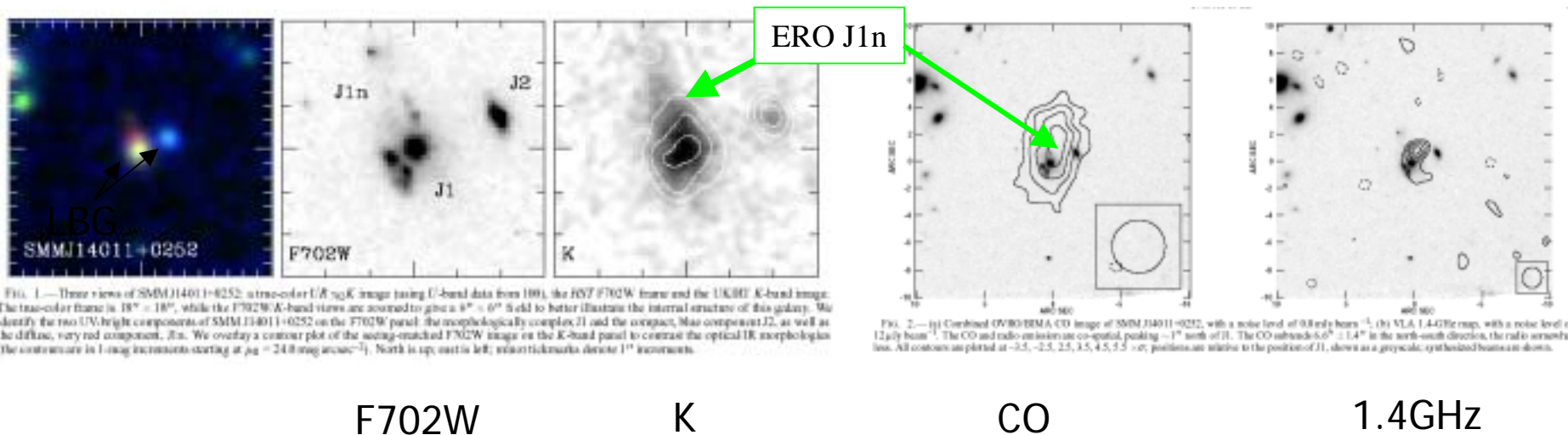
# HDF-N 中の $M_V(\text{rest}) < -20$ を満たす $z < 2$ 銀河の「完全」サンプル



# 1. 高赤方偏移宇宙の探査

## 銀河の形成と進化

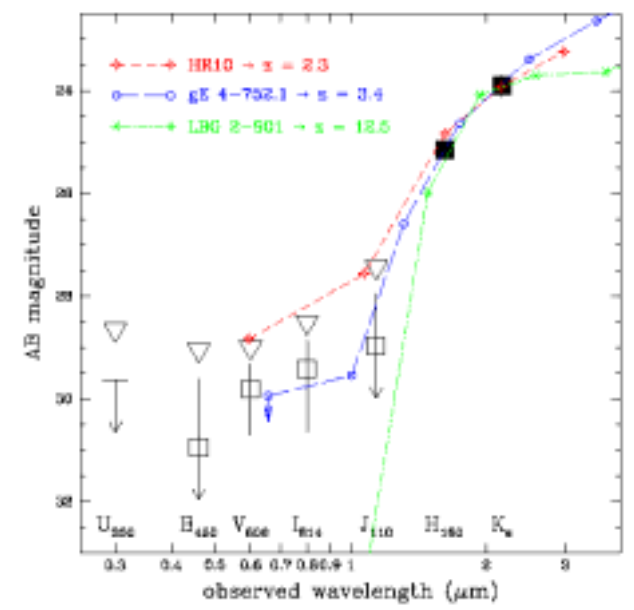
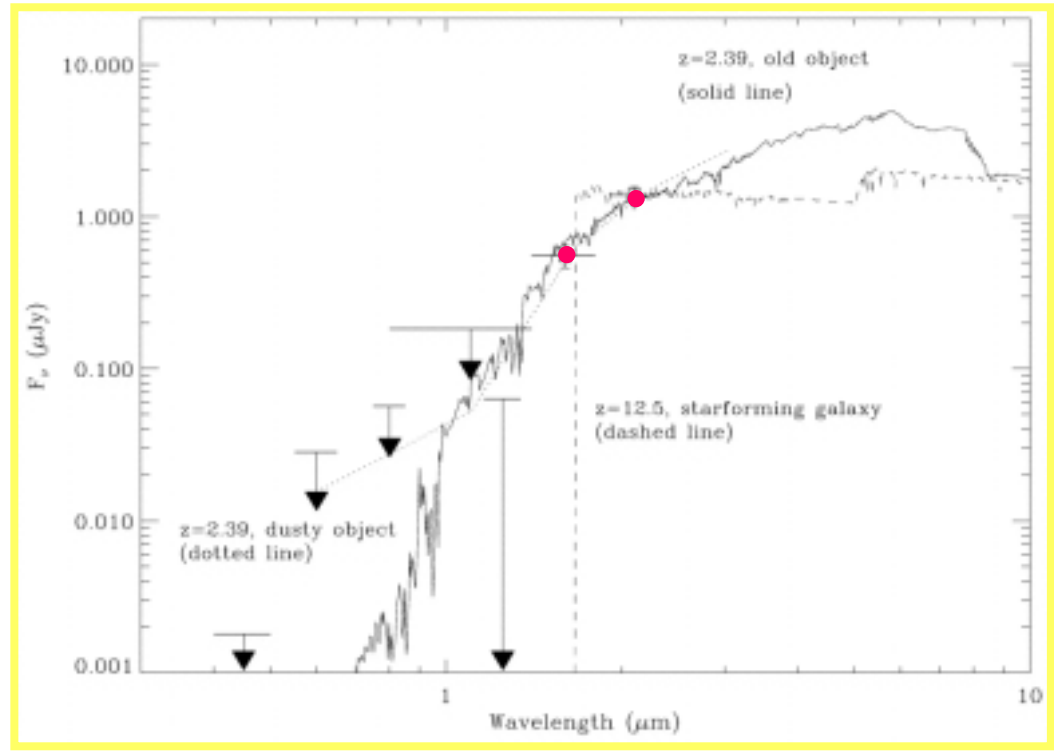
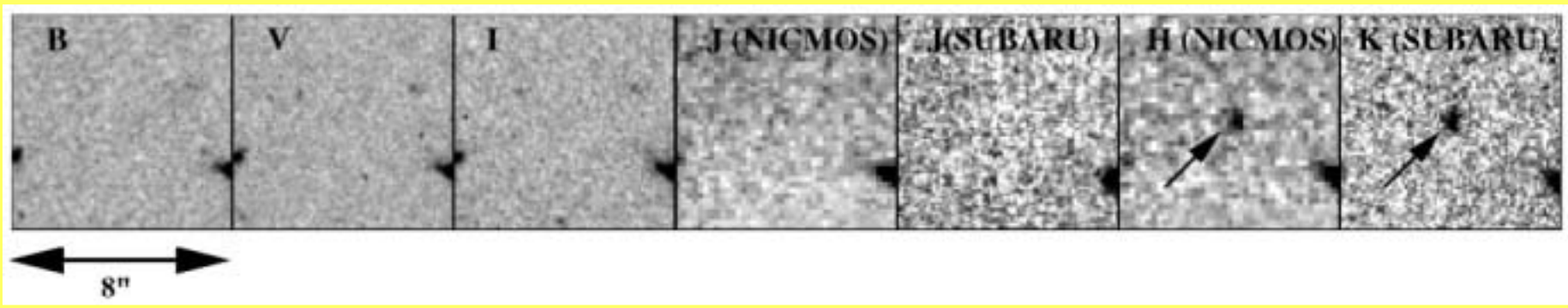
### すばるの次にやりたいこと ガス・ダスト成分と恒星成分との対応



SMMJ14011+0252 Ivison et al. 2001

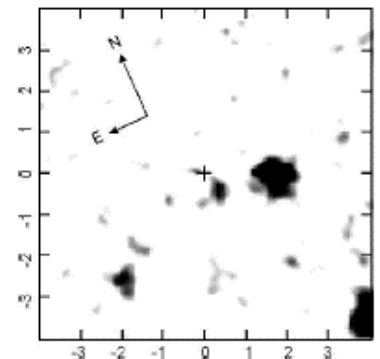
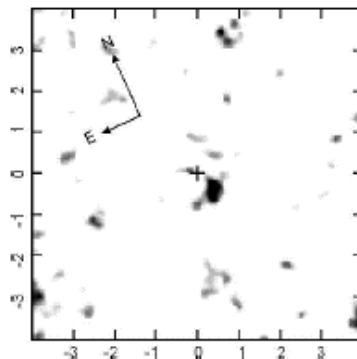
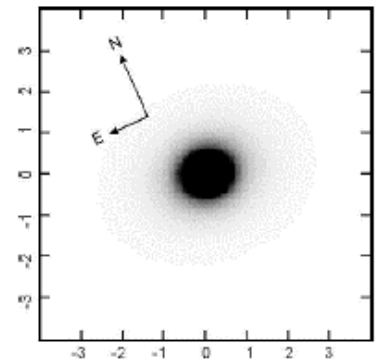
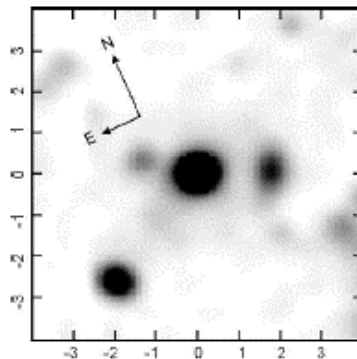
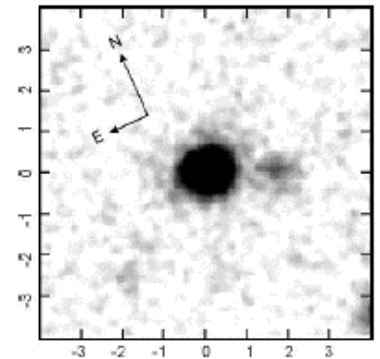
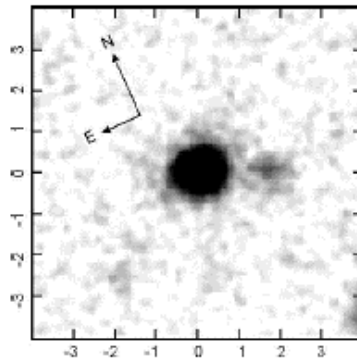
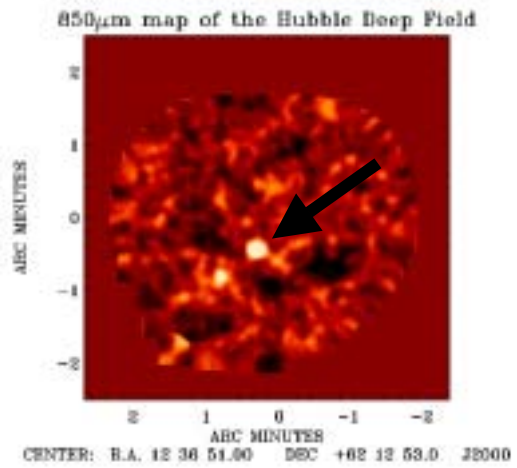


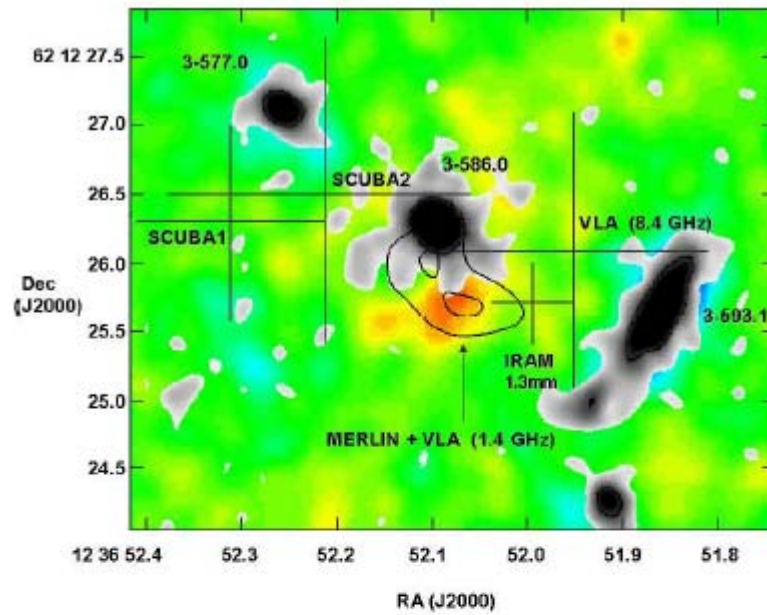
# New HERO on 53W002 Field Im, Yamada, Tanaka, Kajisawa 2002



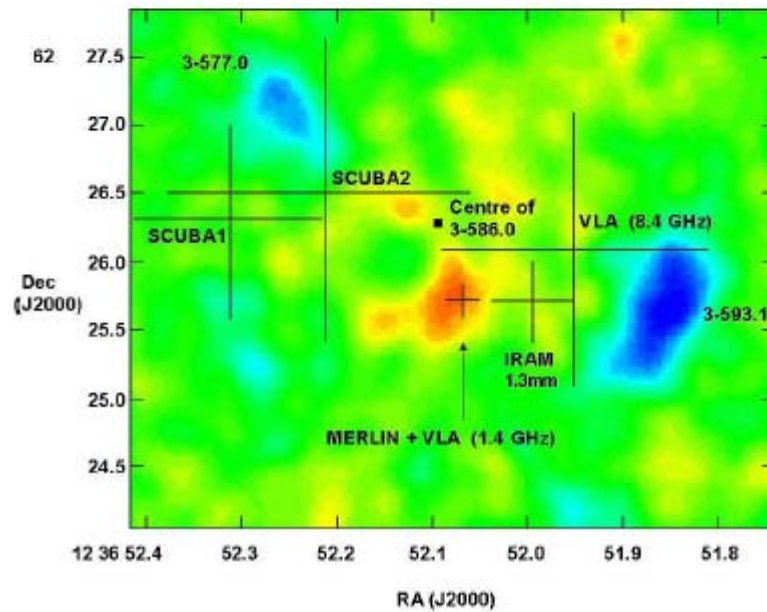
Dickinson et al. 1999 HDF JD-1

# Subaru + CISCO 画像による SCUBA 天体 HDFN850.1 の同定 5年目の正直！！





位置が同定された  
 …



# 1. 高赤方偏移宇宙の探査

「すばるの次」に必要な性能

可視 - 近赤外線 (0.3-5 $\mu$ m) で安定した高解像度  
ALMA とともにマッチする解像度・波長域

近赤外線広視野

高解像度・多天体同時・面分光 (~JWST, ~CELT)

高感度 (~HST/JWST, ~CELT)

## 可視・近赤外線中大口径宇宙望遠鏡

JWST/CELT にはないもの・JWST/CELTが弱いもの

可視高解像度観測能力

近赤外広視野

## 汎用望遠鏡として、「すばるの次」を考える

自分が(我々が)、現在すばるで展開している天文学から、すばるの次になにを求めるのか？

- 1 . 高赤方偏移宇宙の探査
- 2 . 宇宙論
- 3 . 銀河進化
- 4 . 銀河内構造の理解
- 5 . AGN / クェーサー
- 6 . 恒星・惑星系の形成
- 7 . 太陽系

.....

# 専用望遠鏡なら、なにを目指すか？

Dark Energy の正体？

Dark Energy が存在することを知ることと、それを理解することは異なる。

R.Ellis (SPIE 2002)

宇宙の状態方程式？

Dark Matter の正体？

Dark Matter が存在することを知ることと、それを理解することは異なる。

R.Ellis (SPIE 2002)

天文学からわかるのか？？

## 第2の地球を探す。

半専用望遠鏡

第1課題に最適化しつつ汎用性を  
保つことは可能か？

“JTPF”(可視赤外) + “HST2” は可能か？

JTPF の要請

Clean PSF (Off-Axis, Space AO)

Optimized Pupil Masks (Re-Imaging)

Coronagraph

HST2

NIR Wide Field ?

Opt-NIR MO Area Spectroscopy

# 日本の光赤外将来計画への現実的アプローチ

A代表 現在のすばるを支える開発チーム

Post CFHT への参加

CFHTに続く「第4の望遠鏡案」を策定し、議論に参加  
マウナケアのコミュニティに参加し地に足がついた  
(つまり地上の)開発努力を。



# 日本の光赤外将来計画への現実的(?)アプローチ

## U-41代表 宇宙望遠鏡への要素技術の開発を 上の空で進める

- Optimized Shaped Pupil Masks
- Space Large Optical-NIR Mirror
- Space AO
- Space Opt-NIR Instrumentation

目標1 SPICA の Copy (但しあまり冷やさなくても良い、でも可視近赤外主鏡) ?  
Brother of / Another SPICA 2015?? 3.8m 主鏡  
衛星・打ち上げ・運用は可能な限り SPICA と共有する

目標2 真の JTPF 2020-2030 ???