

# 激動進化期における星形成銀河 のIMFはtop-heavyか？ I

前田郁弥 (京都大学 理学研究科)

共同研究者: 猪口睦子 (京都大学)

太田耕司 (京都大学)

矢部清人 (東京大学)

# Introduction: IMF

## IMF (初期質量関数)

銀河形成・進化の物理状態を決める重要な要素

$$\frac{dn}{d \log m} \propto m^{-\Gamma}$$

- Salpeter(1955)は太陽近傍の恒星を調べ  $\Gamma = 1.35$
- 銀河系内では、 $m > 1M_{\odot}$ の範囲で平均的に $\Gamma \sim 1.35$
- IMFは場所・時間に依らず一定(universal)であると考えている人も多い。

# Introduction: 銀河の激動進化期

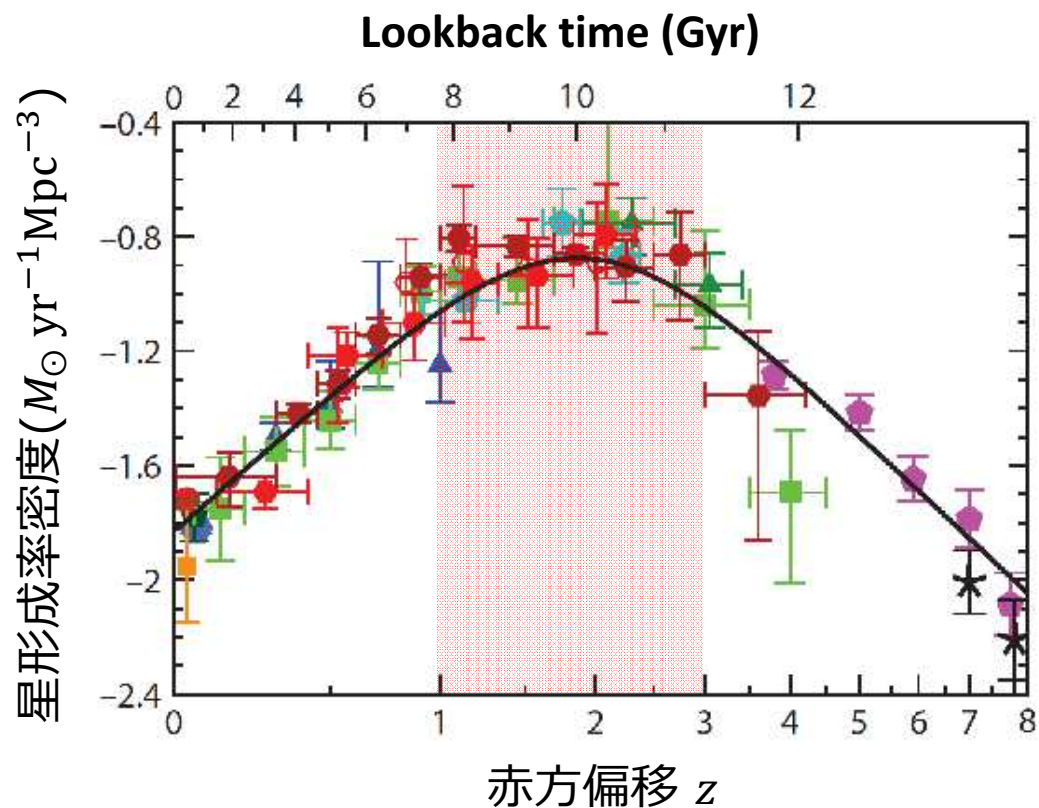
## 星形成率密度

$z = 1 \sim 3$ が最も星形成率密度が高かった時代

||

激動進化期

IMFはSalpeterなのか？



Madau & Dickinson (2014)

# Method

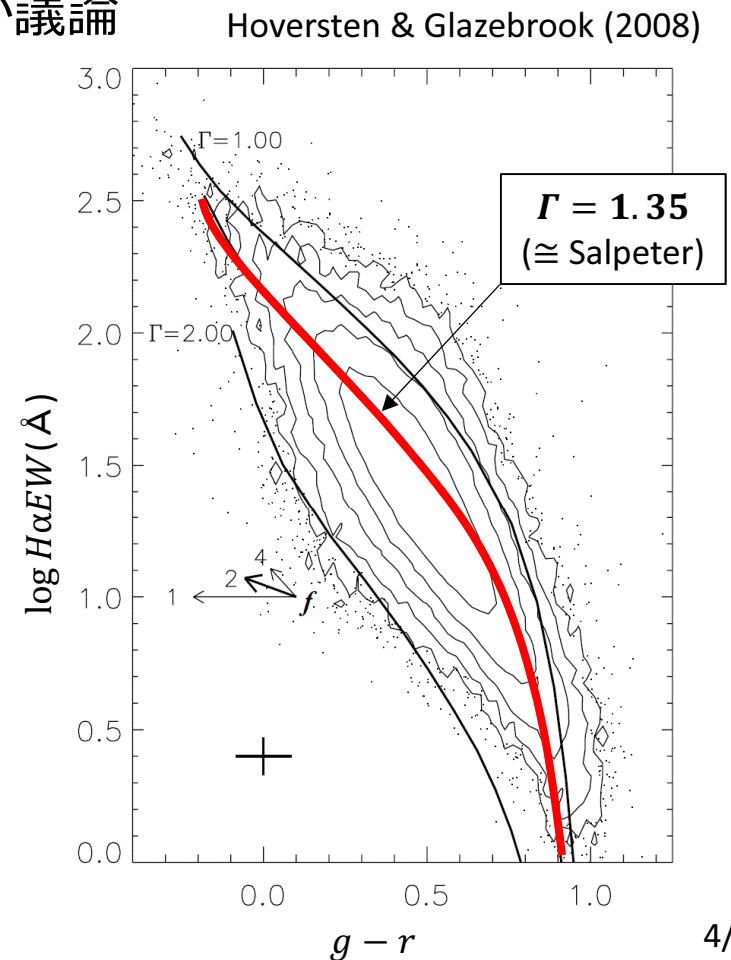
1. 観測した銀河のH $\alpha$ の等価幅(EW)とカラー( $g - r$ )をプロット
2. その上にIMFを仮定して作った進化Modelを重ねる
3. どのようなModel がデータを再現できるか議論

## ➤ Hoversten & Glazebrook 2008

- SDSS の10 万個以上の銀河( $0.005 < z < 0.25$ ) について調査
- Rバンドで明るい銀河( $M_{r,0.1} < -20$ ) ではほぼ Salpeter IMF ( $\Gamma \cong 1.35$ )

## ➤ Gunawardhana et al. 2011

- $z \sim 0.35$ の銀河では $\Gamma = 1.0 \sim 1.2$  の可能性



# Sample

## Sample

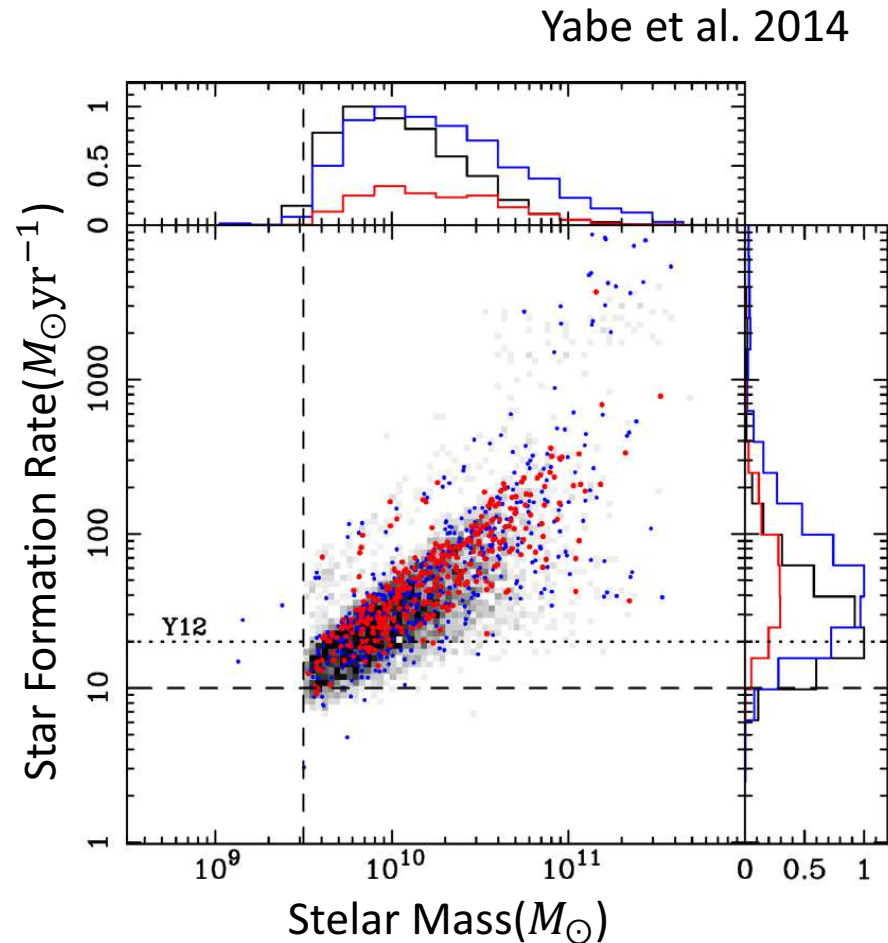
SXDS fieldの銀河から

- $1.2 < z_{\text{ph}} < 1.6$
- $K_s < 23.9\text{mag}$
- $M_* \geq 10^{9.5} M_\odot$

でselectしたMain Sequence 銀河  
のうちFMOSで $H\alpha$ が観測された280個

(右図青点)

- $1.17 < z_{\text{sp}} < 1.62$  ( $z_{\text{median}} = 1.4$ )

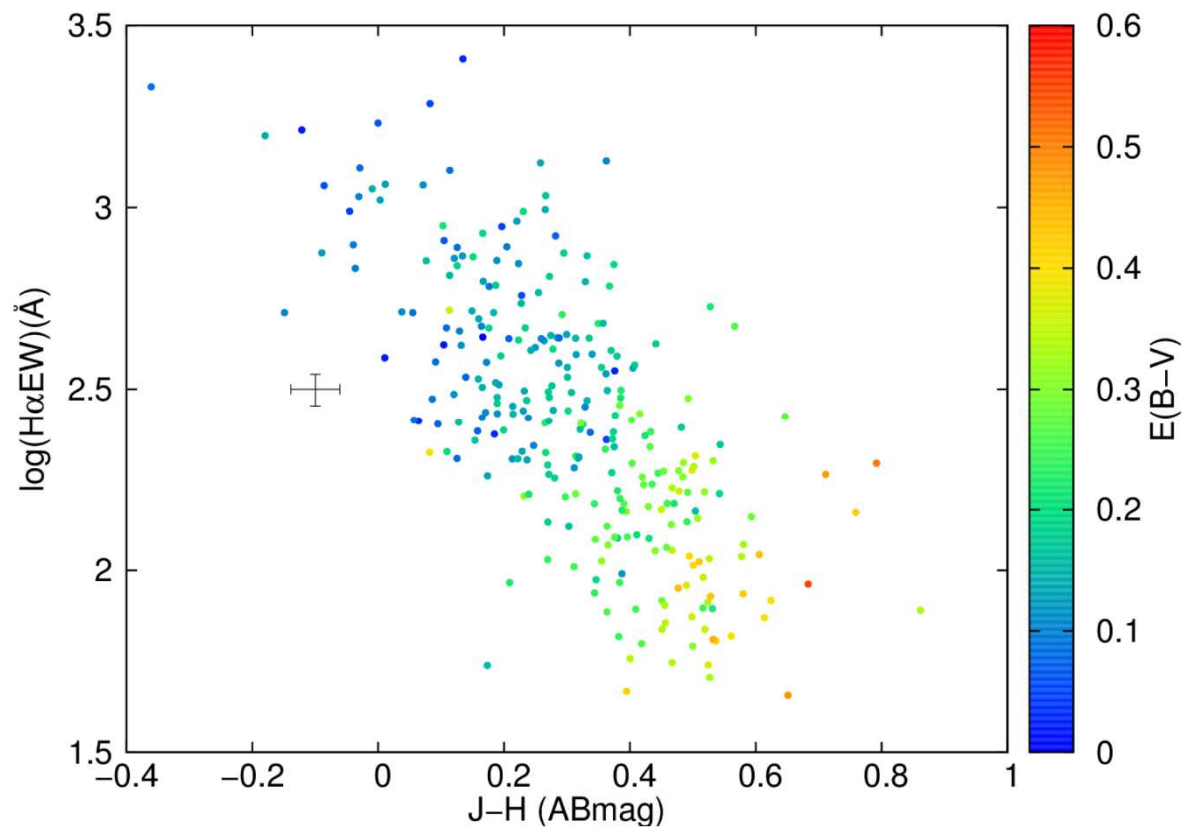


# Sample

## H $\alpha$ EW vs J-H

これら280個について

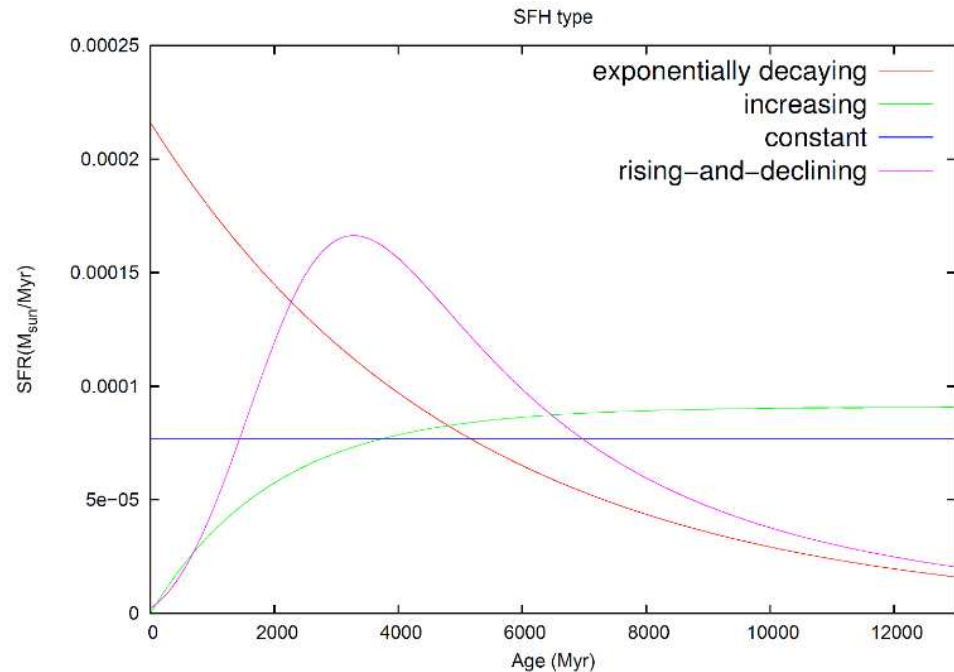
- 観測したH $\alpha$ の等価幅
  - $J - H$  ( $\sim$ rest  $Dg - r$ )
- を計算しプロット



# Model

## Population Synthesis Model 「PEGASE2」

- IMF…Salpeter ( $\Gamma = 1.35$ )
  - mass range… $0.1 - 100M_{\odot}$
  - metallicity… $Z = Z_{\odot}$
  - 星形成史(SFH)…4種類 (右図)
- 
- 減光曲線 … Calzetti's law
  - $\frac{E(B-V)_{\text{star}}}{E(B-V)_{\text{neb}}} = 0.44$



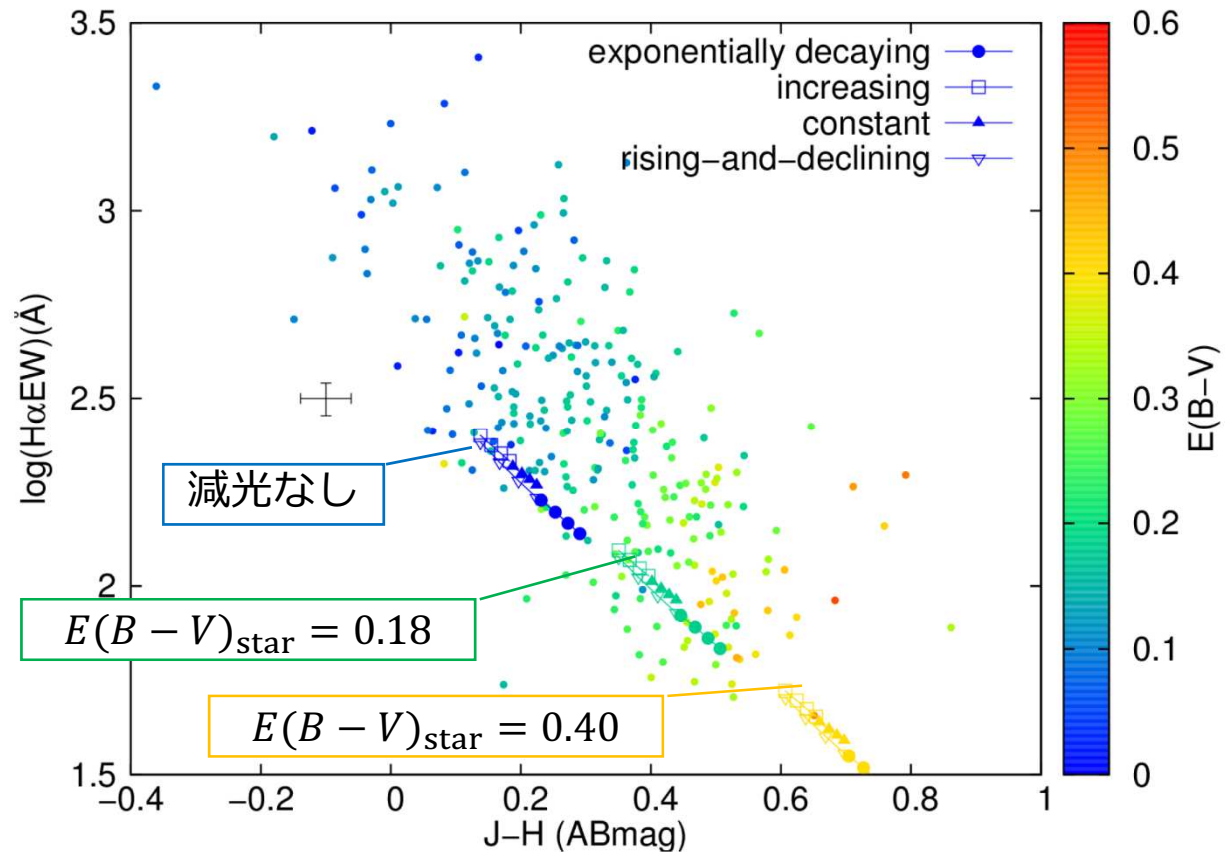
どのようなModel が観測データを再現するかどうか検証

# Salpeter IMF での再現性

## Salpeter IMFの場合

- Age 3.5 – 5Gyr
- ( $z_f = 10$ )
- SFHを変えても  
変化しない

再現できない





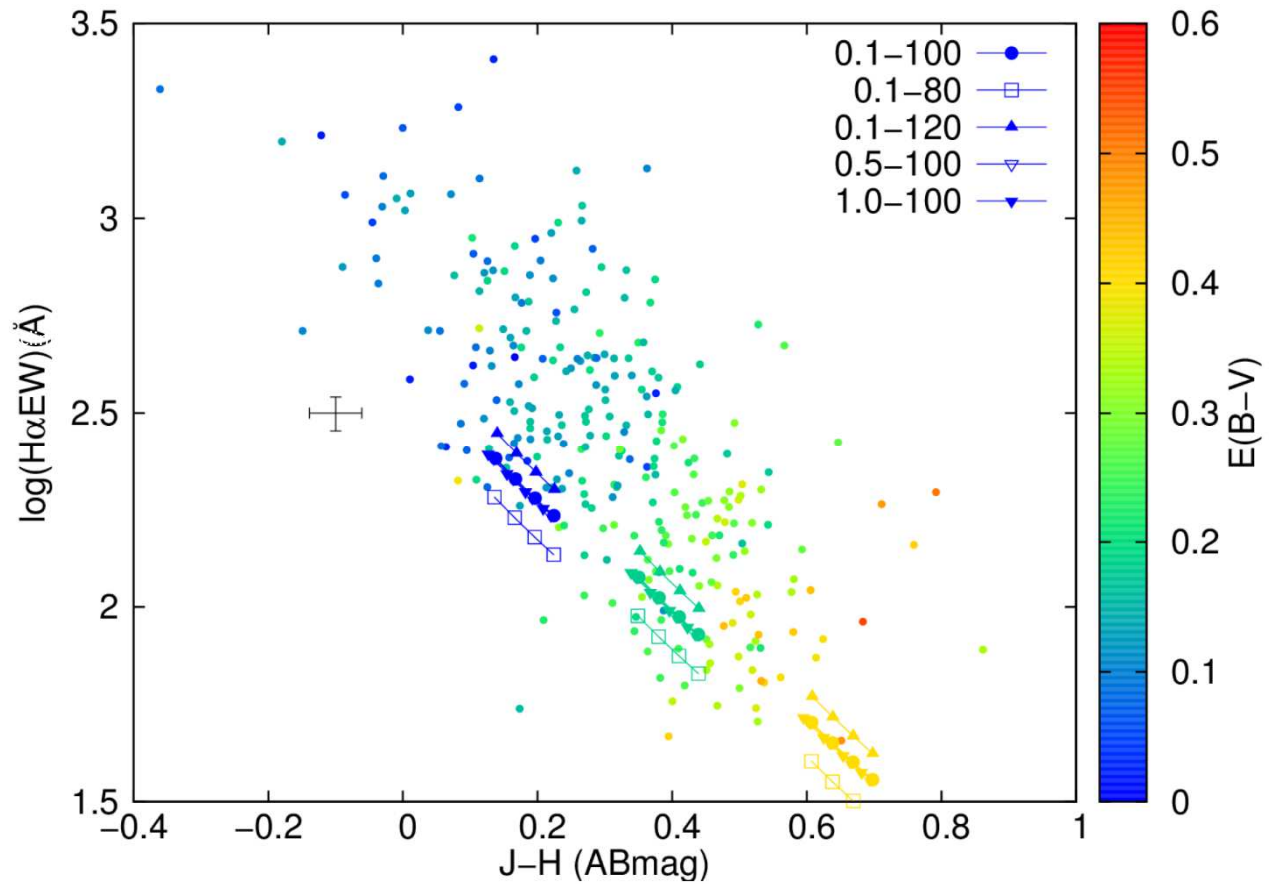
# mass range

Salpeter IMFで

mass range を変える

- $0.1 - 100M_{\odot}$
- $0.1 - 80M_{\odot}$
- $0.1 - 120M_{\odot}$
- $0.5 - 100M_{\odot}$
- $1.0 - 100M_{\odot}$
  
- rising-and-declining
- $Z = Z_{\odot}$
- Age 3.5 – 5Gyr

再現できない



# metallicity

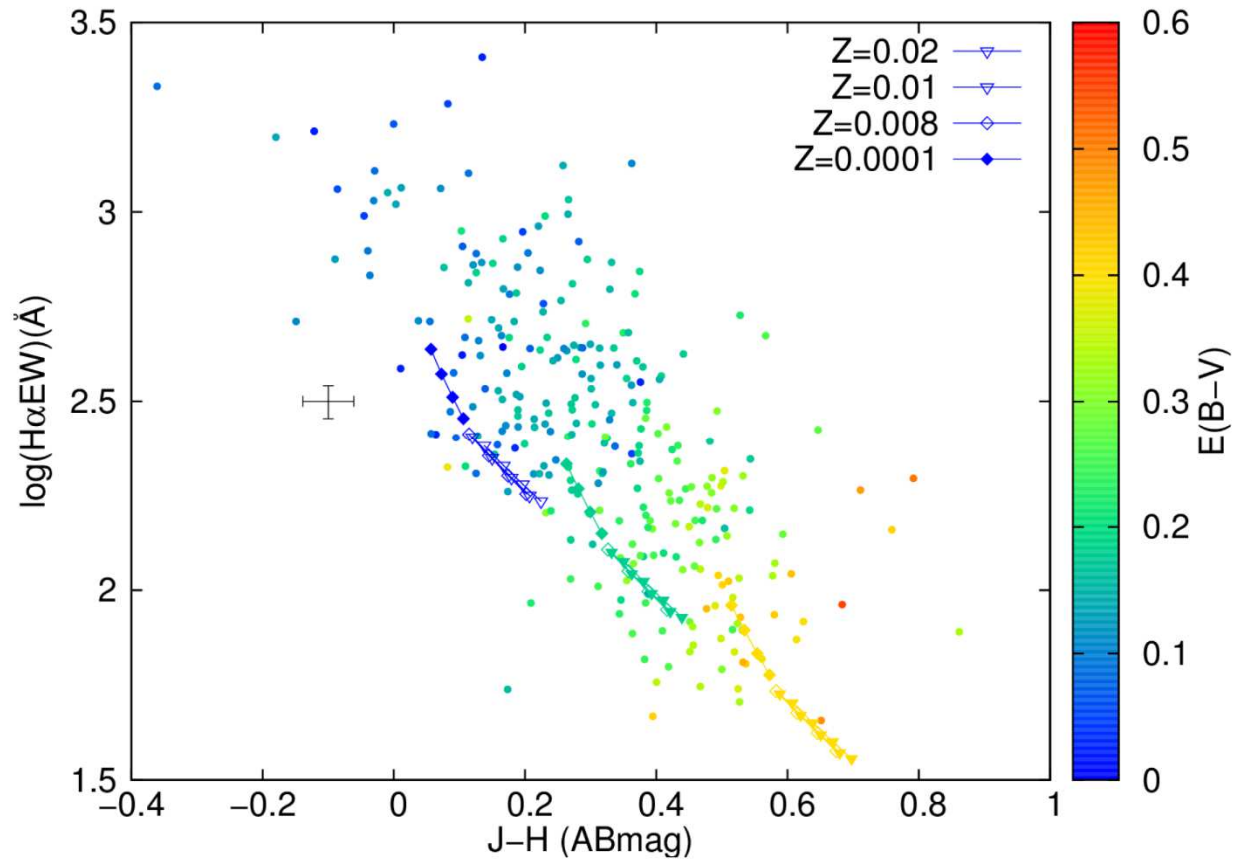
Salpeter IMFで

metallicity を変える

- $Z = 0.02 = Z_{\odot}$
- $Z = 0.01 = 0.5Z_{\odot}$
- $Z = 0.008 = 0.4Z_{\odot}$
- $Z = 0.0001 = 0.005Z_{\odot}$

- rising-and-declining
- $Z = Z_{\odot}$
- Age 3.5 – 5Gyr

再現できない

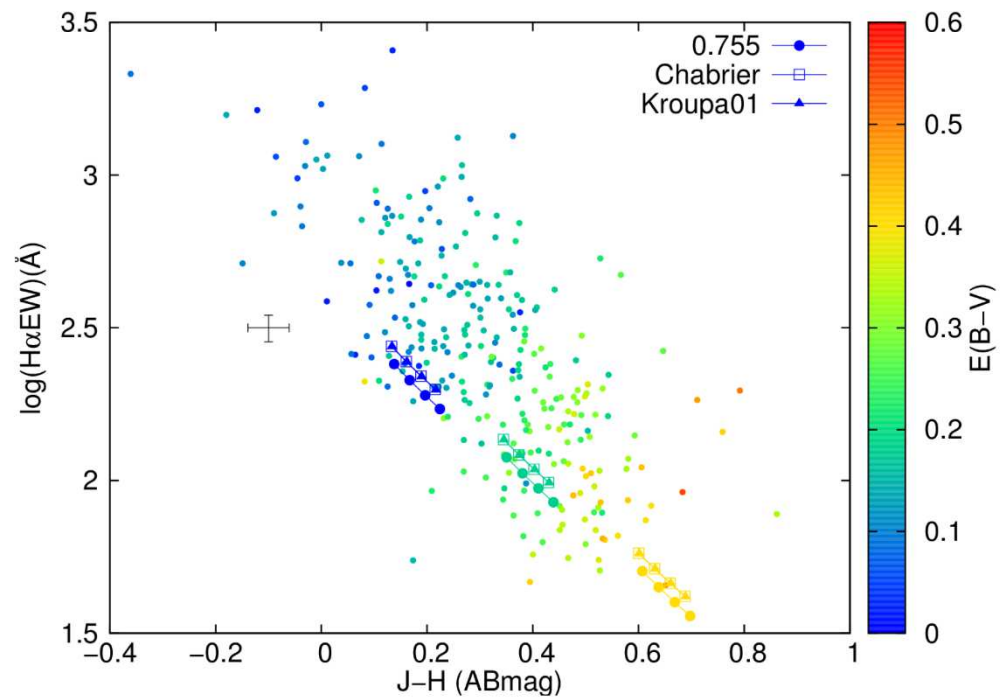
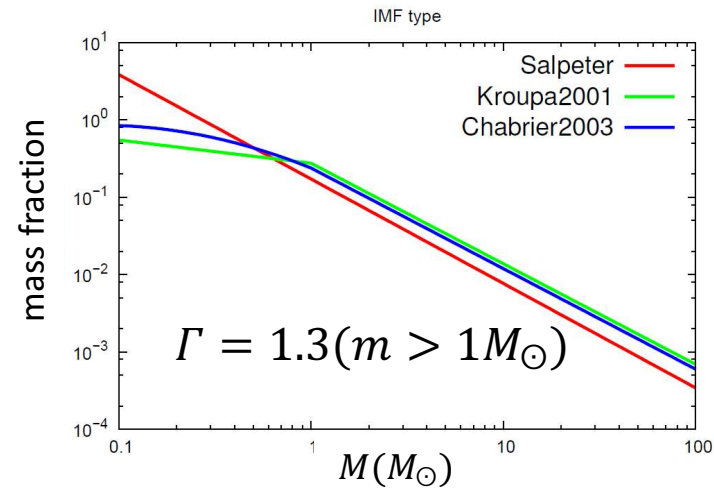


# Chabrier IMFでは？

- Salpeter
  - Chabrier 2003
  - Kroupa 2001
- を比べる

- rising-and-declining
- $Z = Z_{\odot}$
- Age 3.5 – 5Gyr

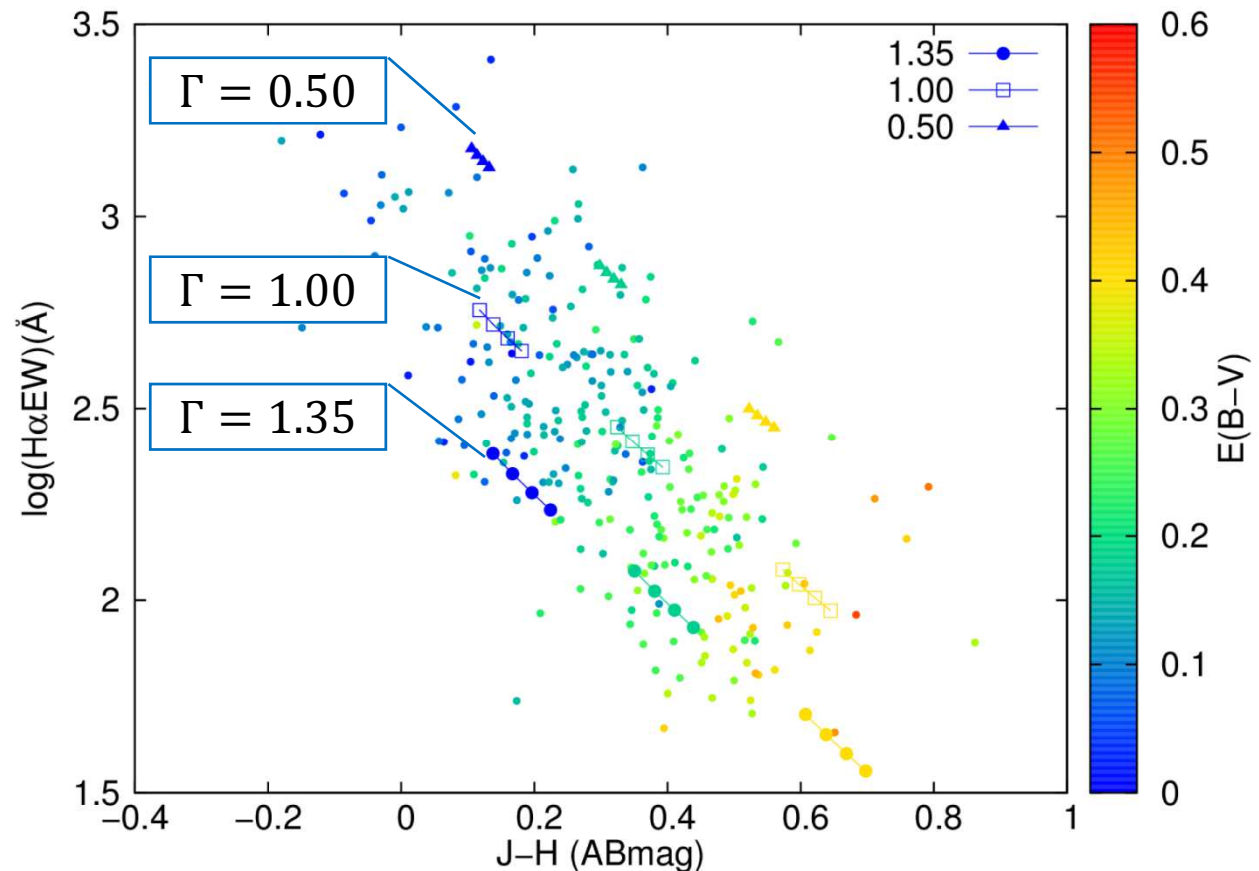
Salpeterの場合と  
ほとんど差がない



# top heavy IMF での再現性

## top heavy IMFにする

- $\Gamma = 1.35$
- $\Gamma = 1.00$
- $\Gamma = 0.50$
  
- rising-and-declining
- $Z = Z_{\odot}$
- Age 3.5 – 5Gyr



IMF がtop heavy( $\Gamma \sim 1.00$ )で再現可能

# ここまでのまとめ

- Salpeter IMF でH $\alpha$ EW vs J-Hを再現できるか調べた。
- Salpeter IMFではSFHやmass range・metallicityを変えても再現できなかった。
  - Chabrier IMFでも再現できない
- top heavy IMFで観測データを再現することができる。
  - $\Gamma \sim 1.0 \leq 1.35$
  - この結果は、 $E(B - V)$ ともreasonable

**激動進化期( $z \sim 1.4$ )の星形成銀河にはSalpeter IMF  
とは異なりtop heavy IMFであるものが存在する可能性**

Salpeter IMF で star burst が起きているということで説明できないか？  
⇒後半へ