

# 銀河の紫外線波長領域における 減光則の検証

名古屋大学Ω研 池山 輝(M2)

1. Introduction to IR excess (IRX)- $\beta$  relation
2. IRX- $\beta$ 関係のサンプルによる違い
3. IRX- $\beta$ 関係の検証
4. Conclusion

参考論文: Meurer et al. (1999)  
Kong et al. (2004)  
Buat et al. (2005)  
Gil de Paz et al. (2007)

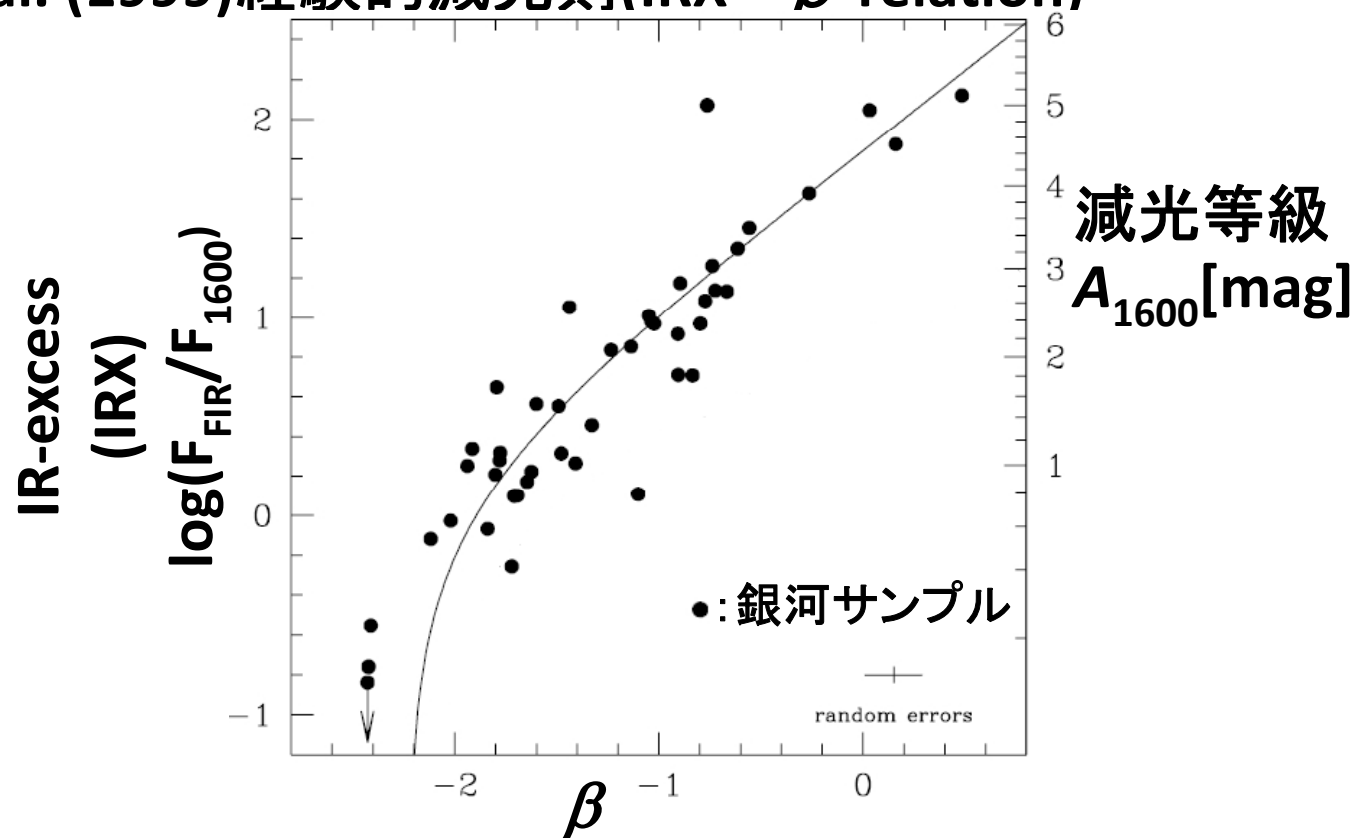
# Introduction to IRX— $\beta$ relation

横軸—銀河の紫外線スペクトルの傾き( $\beta$ )

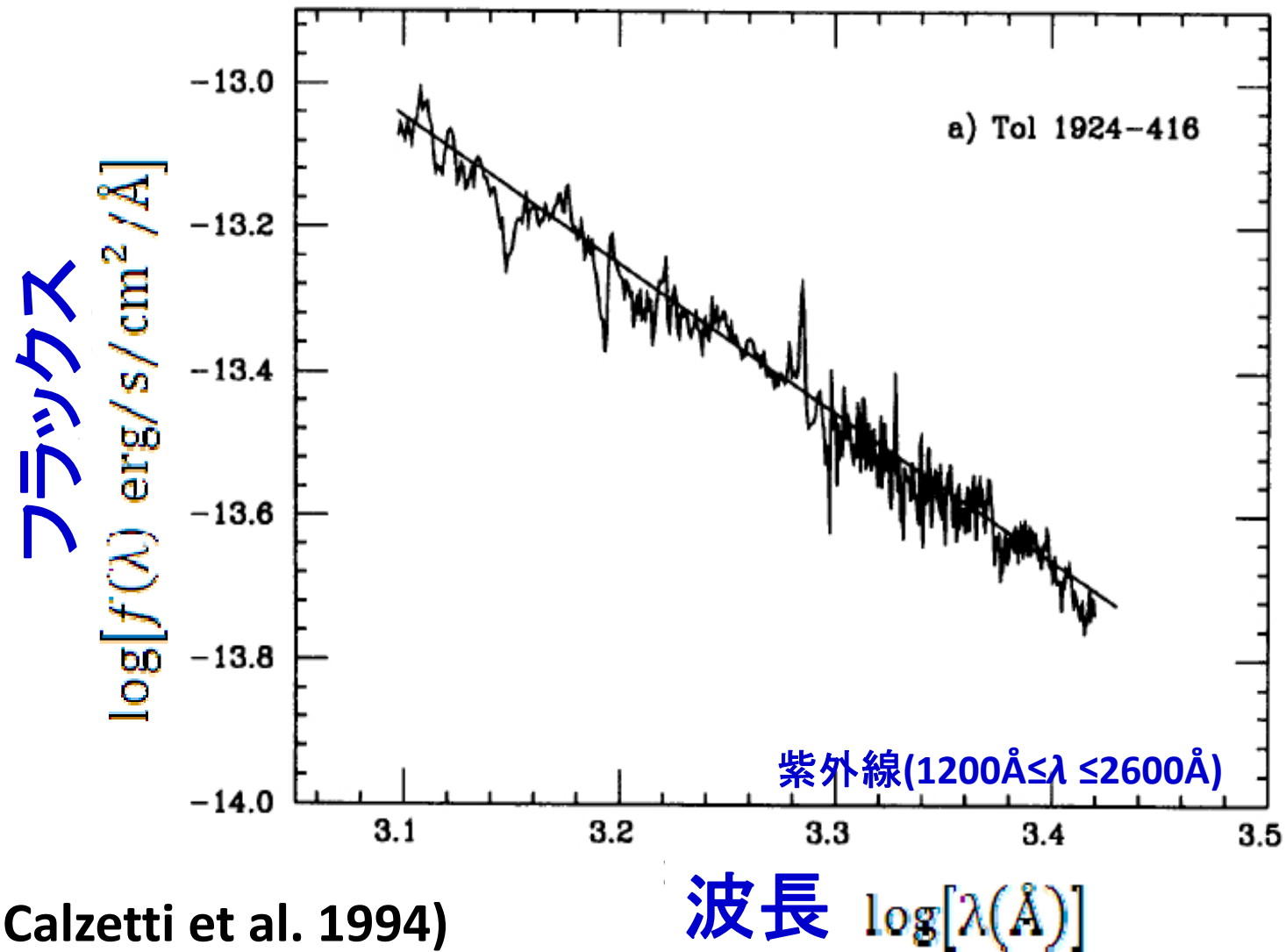
縦軸—赤外超過(IR excess)対紫外線(Ultra violet)フラックス比(IRX)

に取った平面上でデータが従う関係

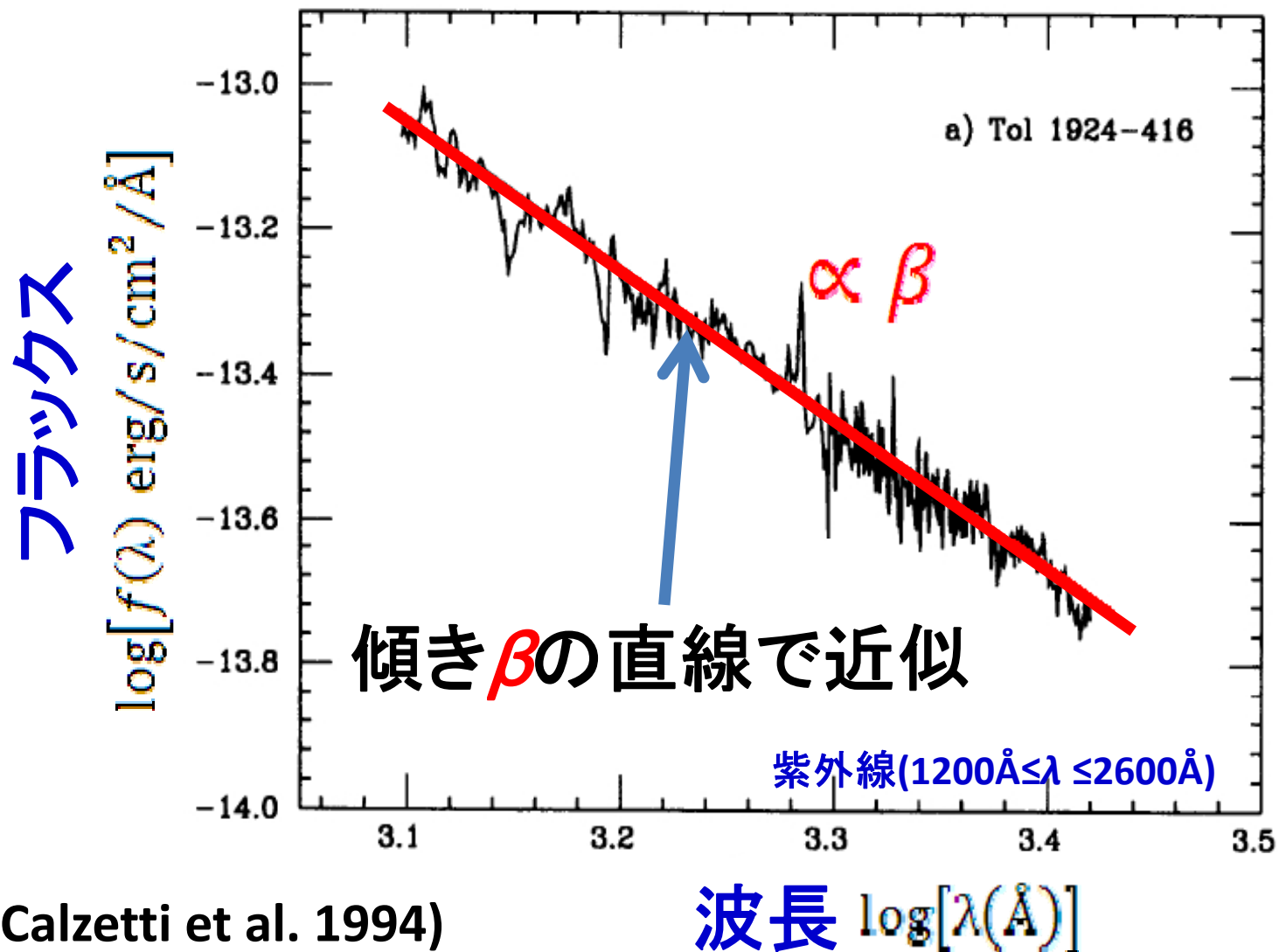
Meurer et al. (1999) 経験的減光則(IRX— $\beta$  relation)



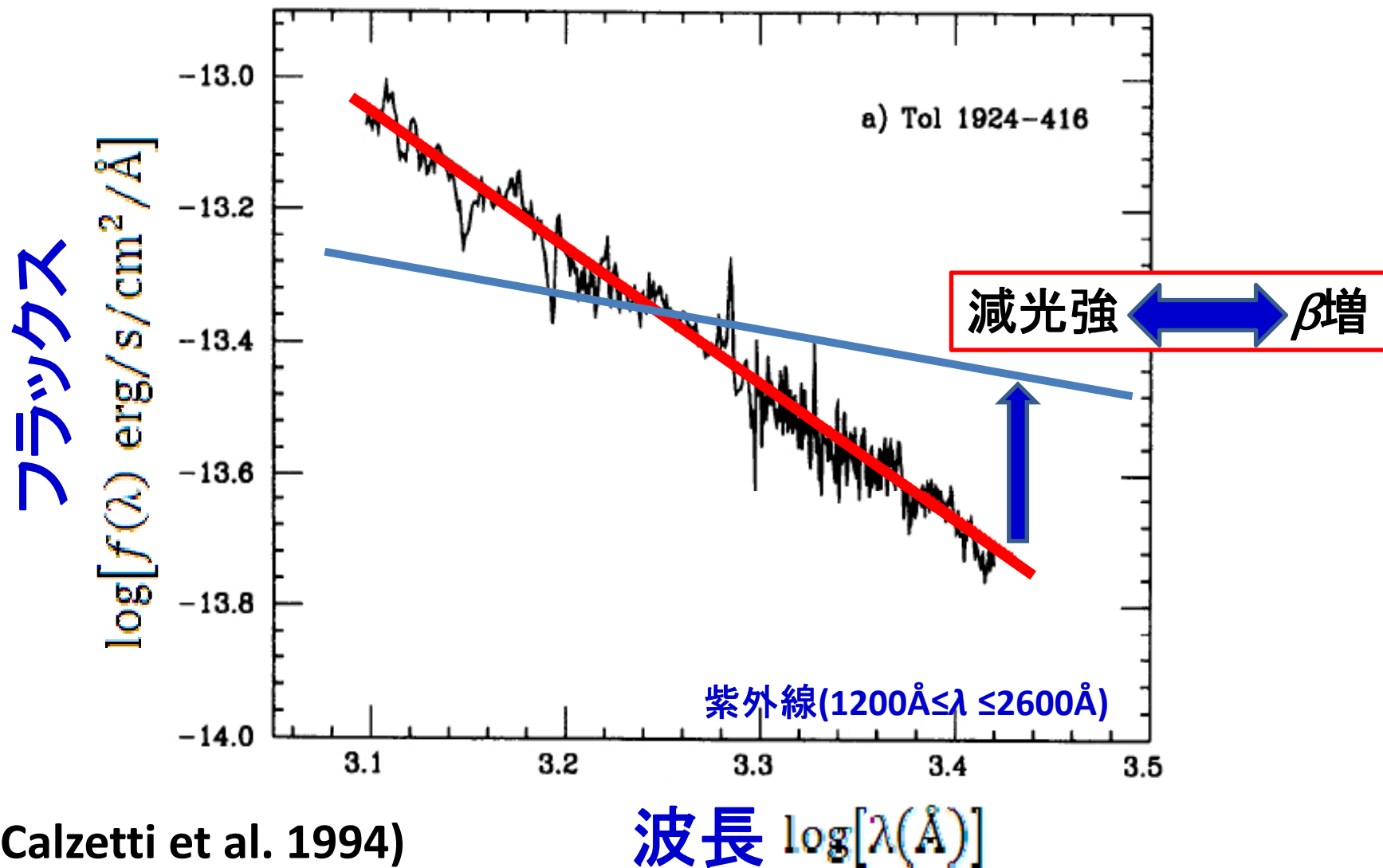
# UV spectral slope $\beta$



# UV spectral slope $\beta$



# UV spectral slope $\beta$



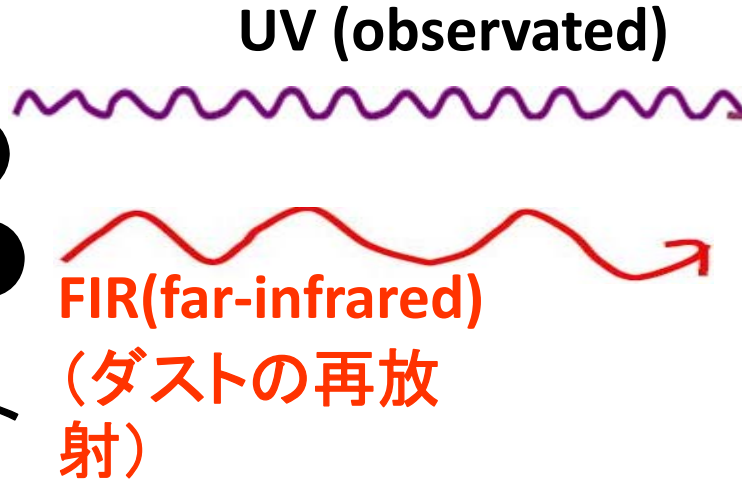
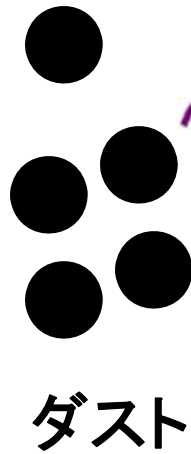
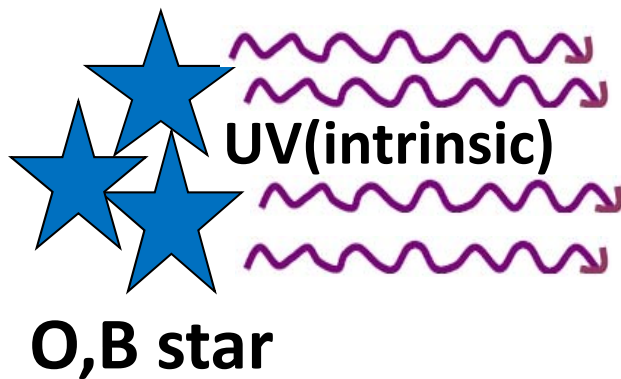
(Calzetti et al. 1994)

# UV absorption and reradiation in the far-infrared

減光 = 吸収 + 散乱



遠赤外線で再放射



UV (observed)  $\rightarrow \beta$

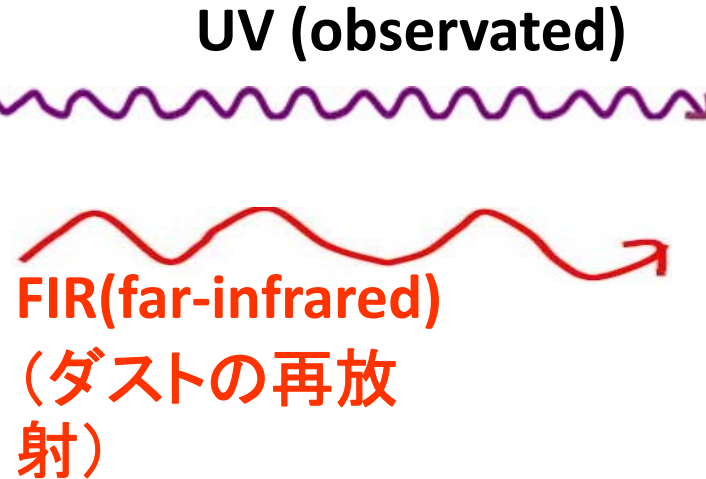
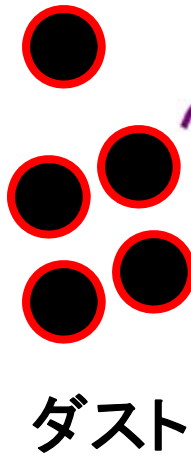
UV (observed), FIR (far-infrared)  $\rightarrow$  IR-excess (IRX)  
 $\log(F_{\text{FIR}}/F_{\text{FUV}})$

# UV absorption and reradiation in the far-infrared

減光 = 吸収 + 散乱



遠赤外線で再放射

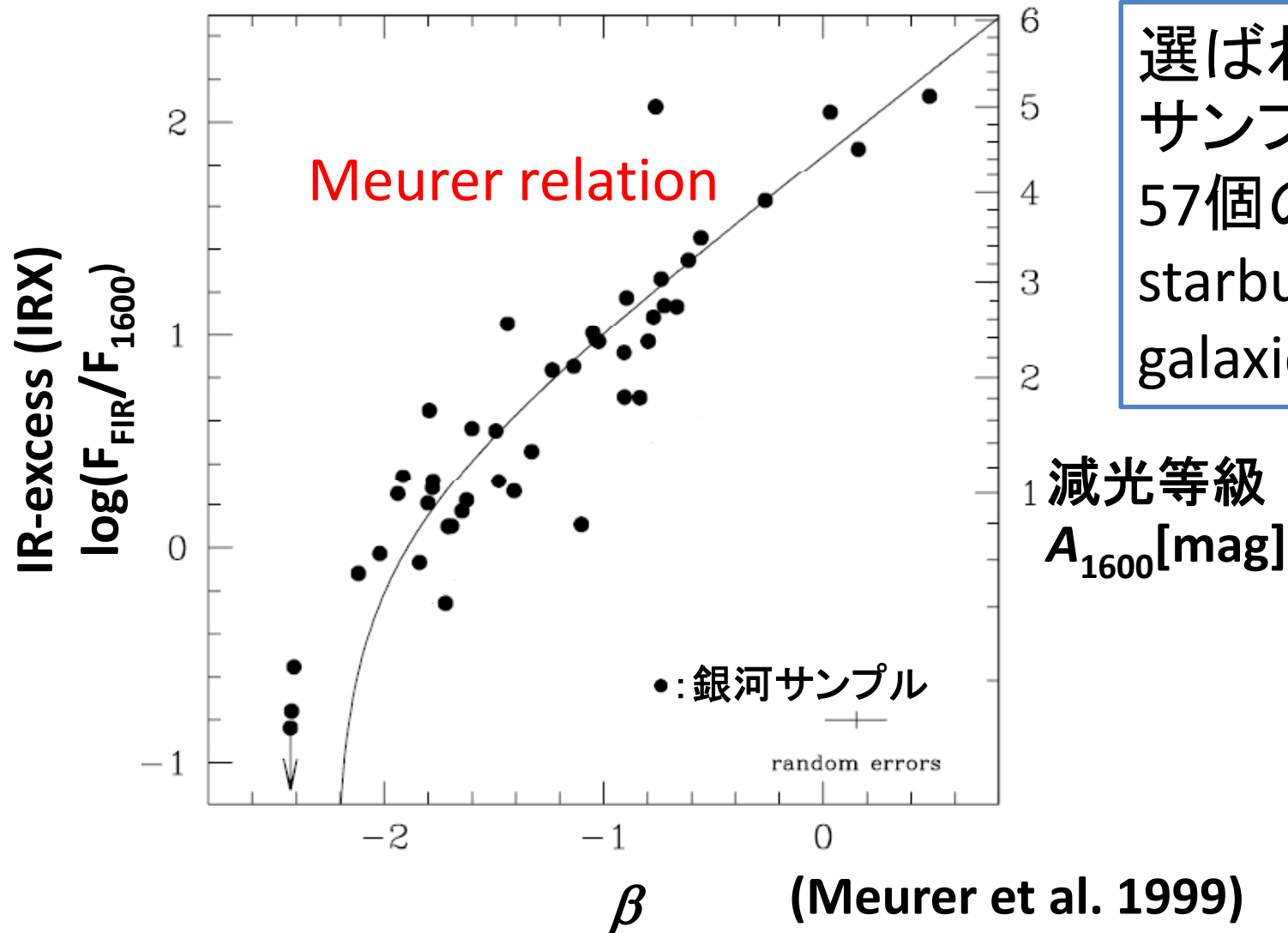


$$\beta \log(F_{\text{FIR}}/F_{\text{FUV}})$$

ダストによる減光強

増

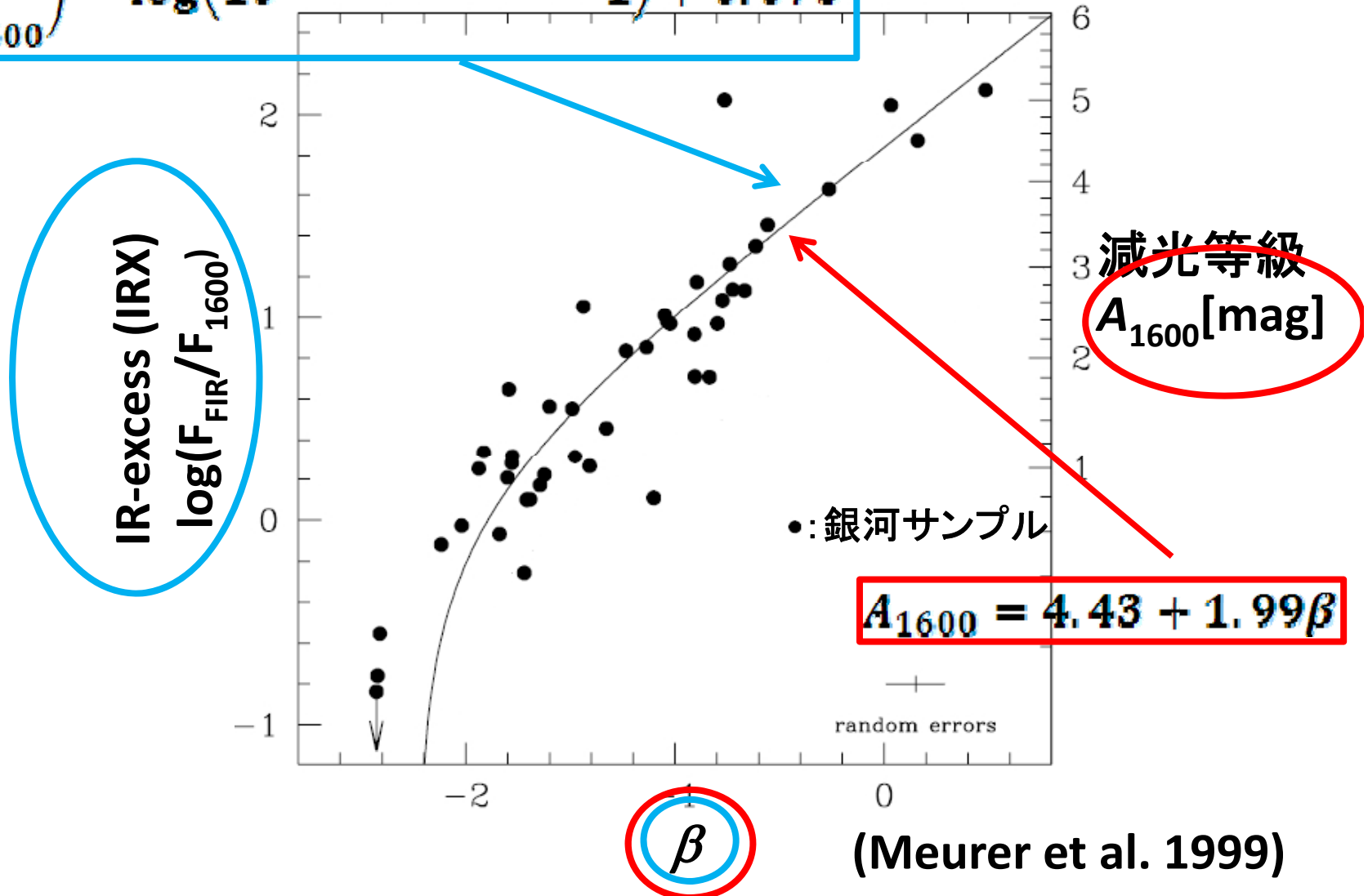
# IRX— $\beta$ relation (Meurer relation)



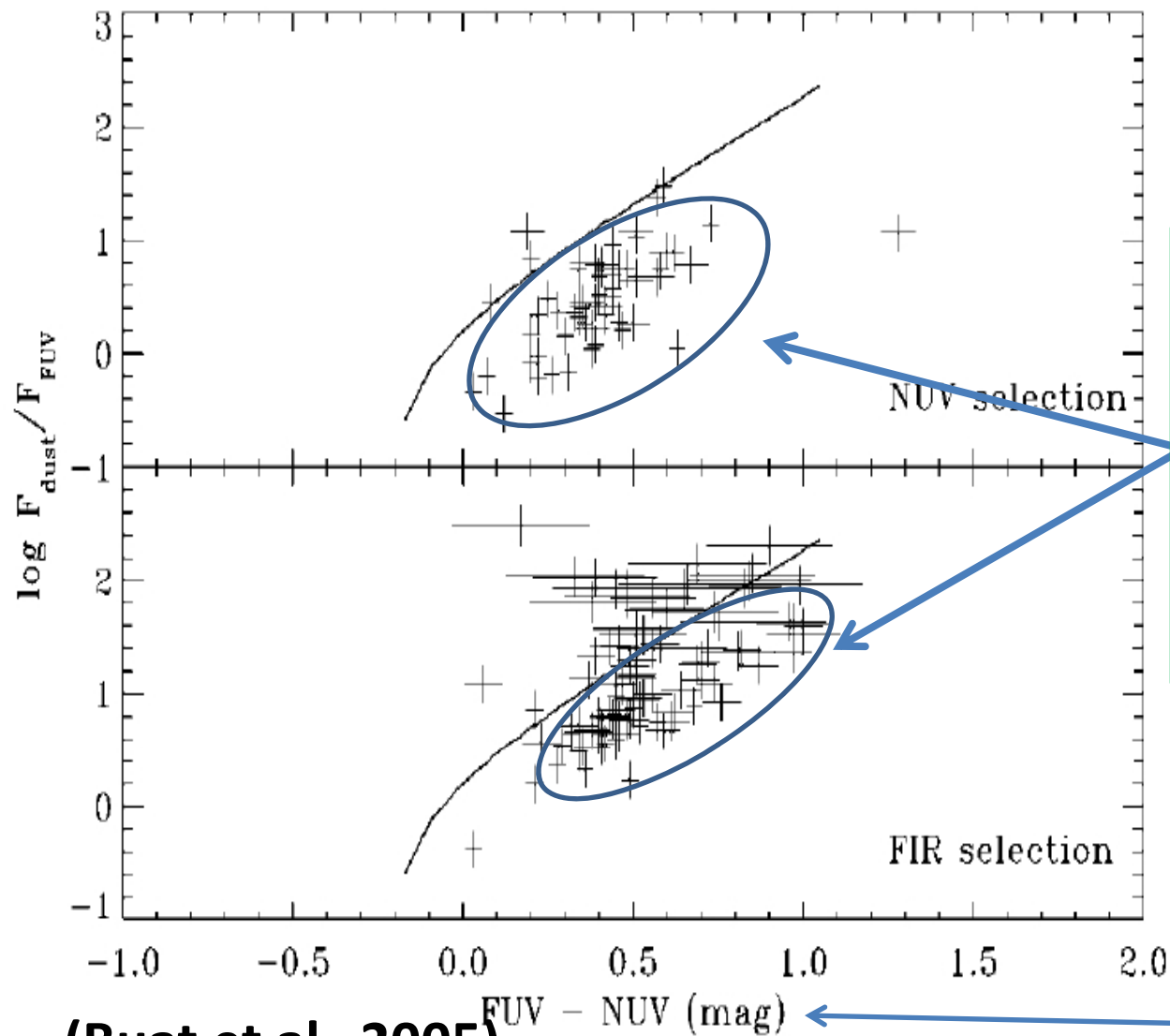


# IRX — $\beta$ relation (Meurer relation)

$$\log \left( \frac{F_{\text{FIR}}}{F_{1600}} \right) = \log \left( 10^{0.4(4.43 + 1.99\beta)} - 1 \right) + 0.076$$



# IRX- $\beta$ 関係から外れる銀河

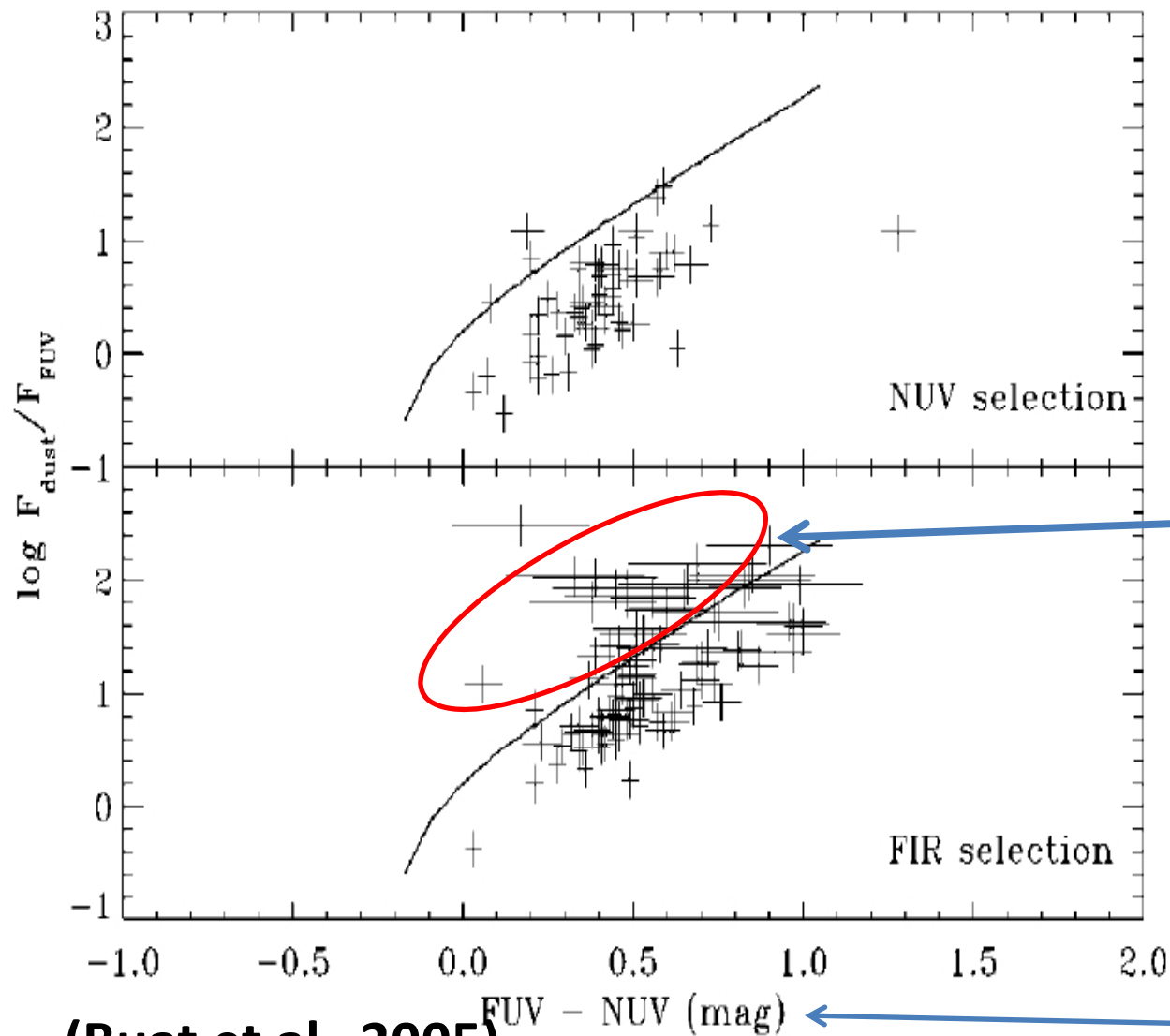


▪ nonstarburst銀河  
▪ SFRの時間変化 (star formation historyの違い)  
⇒ 銀河のエネルギースペクトルが赤化

$\beta$ に相当

(Buat et al. 2005)

# IRX- $\beta$ 関係から外れる銀河

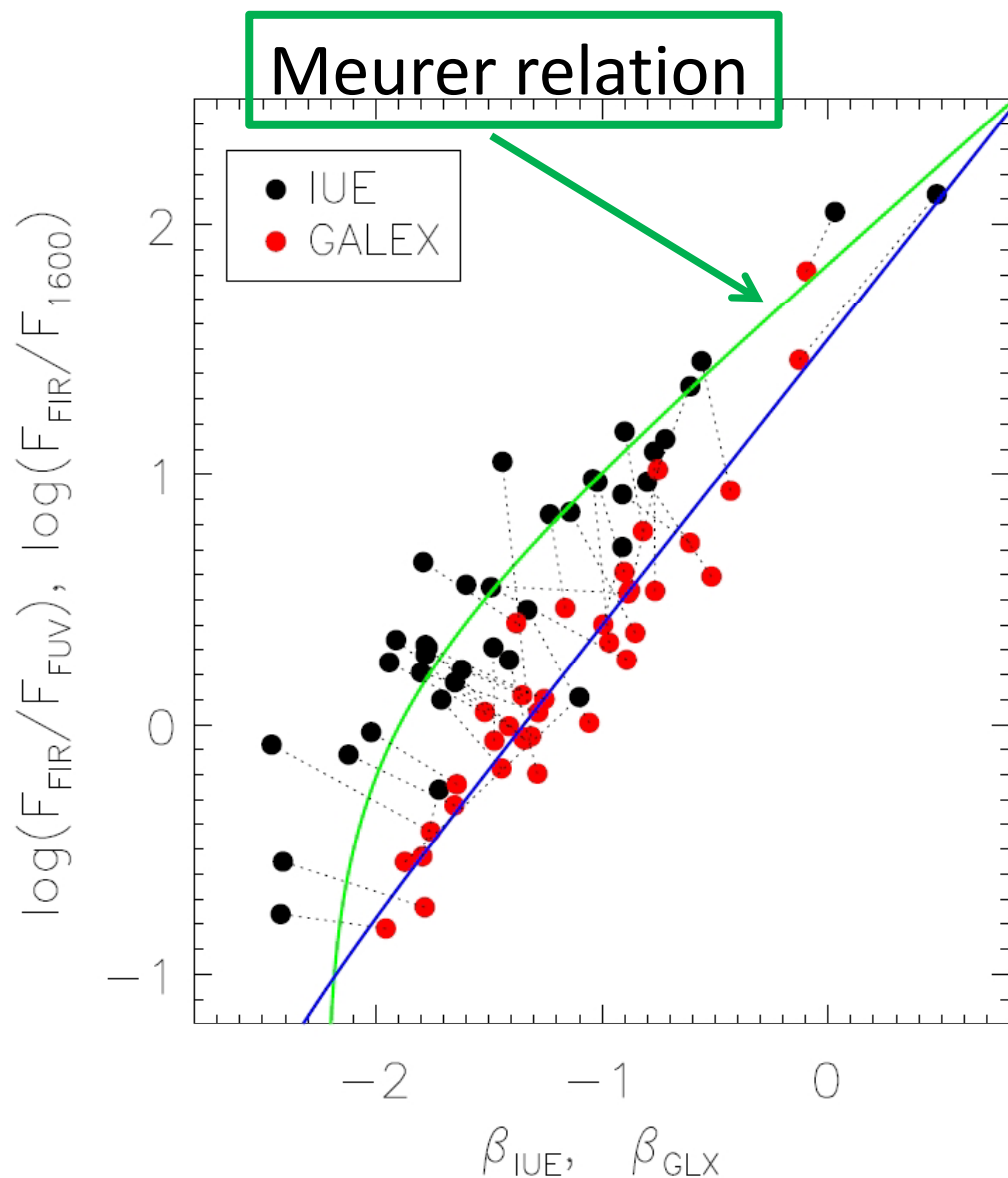


Ultra luminous  
infrared galaxy と  
類似する傾向  
ULIRG :ダストが非  
常に豊富で、赤外  
線に非常に大きな  
光度を持つ

$\beta$ に相当

(Buat et al. 2005)

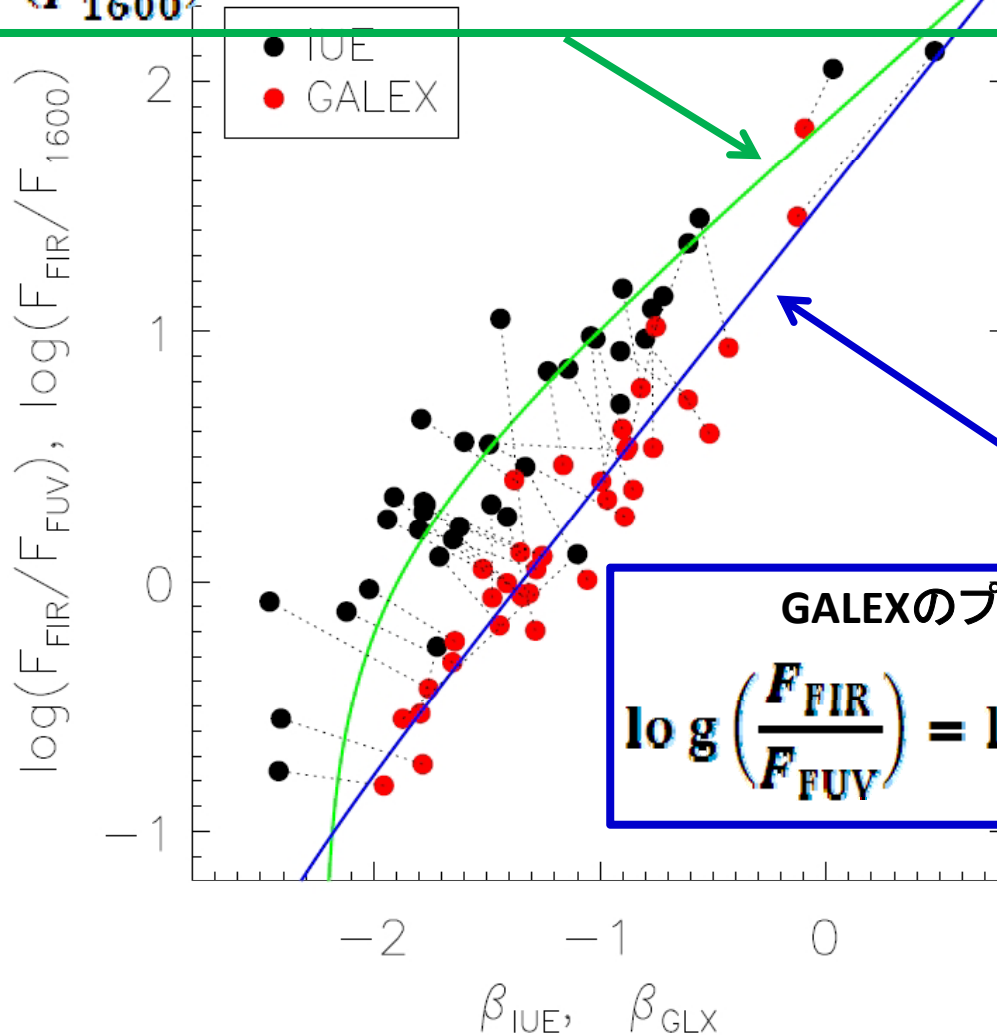
# 同サンプルについてIRX- $\beta$ 関係を検証



Meurer et al. 1999と同じサンプルについてGALEXで測光を行い、GALEXの測光値をIRX- $\beta$ 面上にプロット.

# 同サンプルについてIRX- $\beta$ 関係を検証

$$\log \left( \frac{F_{\text{FIR}}}{F_{1600}} \right) = \log \left( 10^{0.4(4.43+1.99\beta)} - 1 \right) + 0.076$$

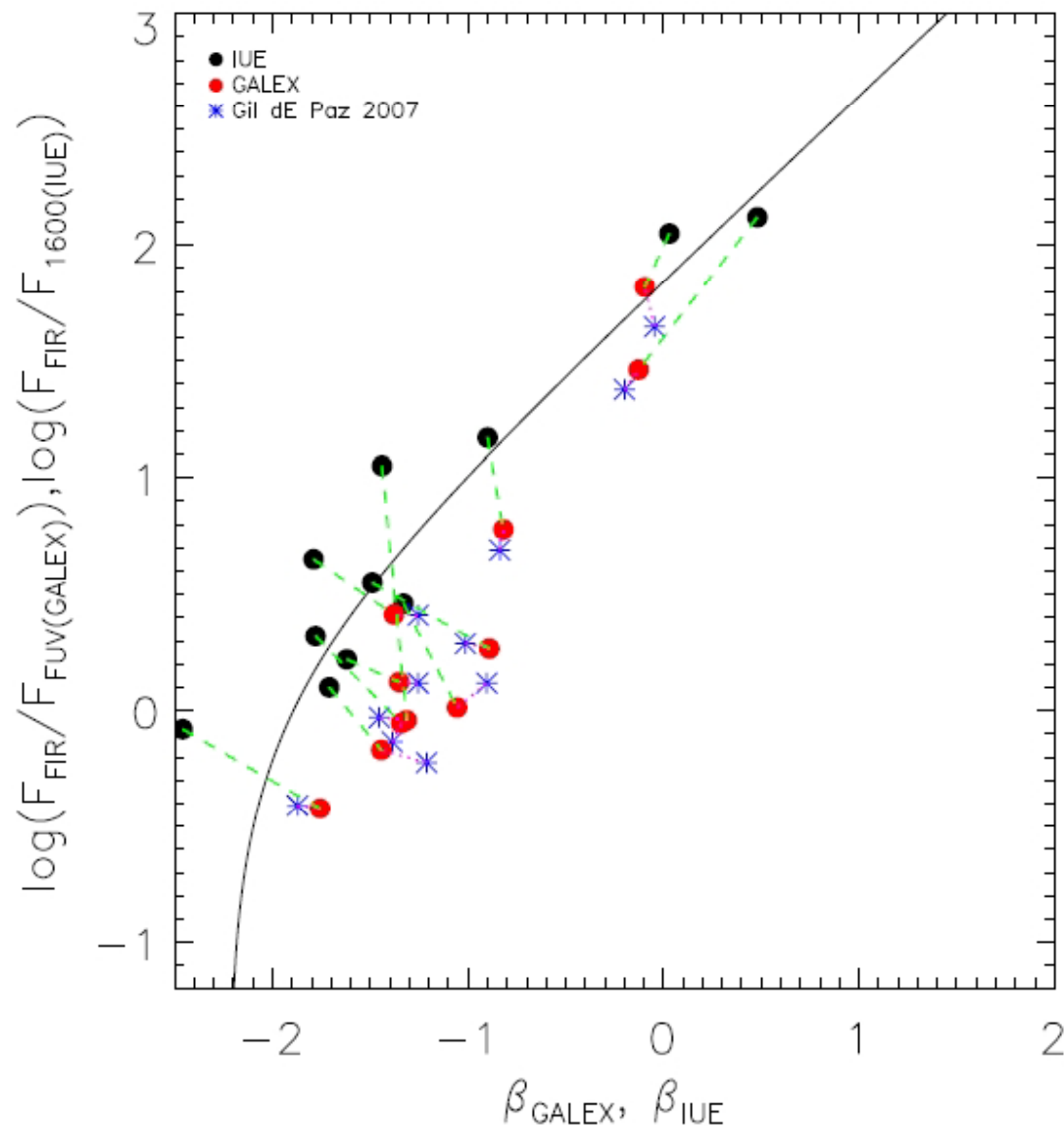


Meurer et al. 1999と同じサンプルについてGALEXで測光を行い、GALEXの測光値をIRX- $\beta$ 面上にプロット。

GALEXのプロットに関するフィッティング曲線

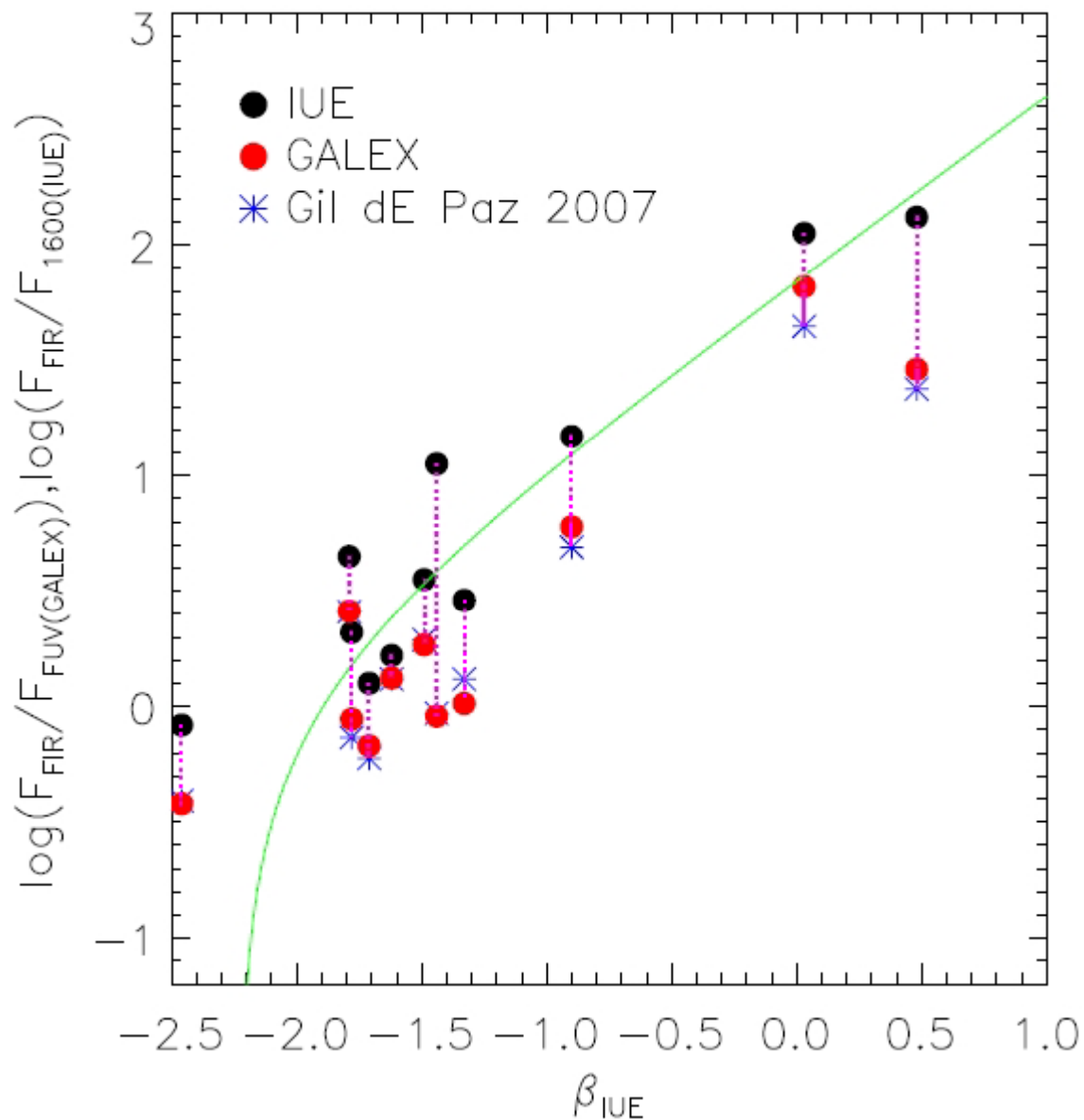
$$\log \left( \frac{F_{\text{FIR}}}{F_{\text{FUV}}} \right) = \log \left( 10^{(3.36+1.14\beta)} - 1 \right) - 1.82$$

# Gil de Paz et al.2007との比較



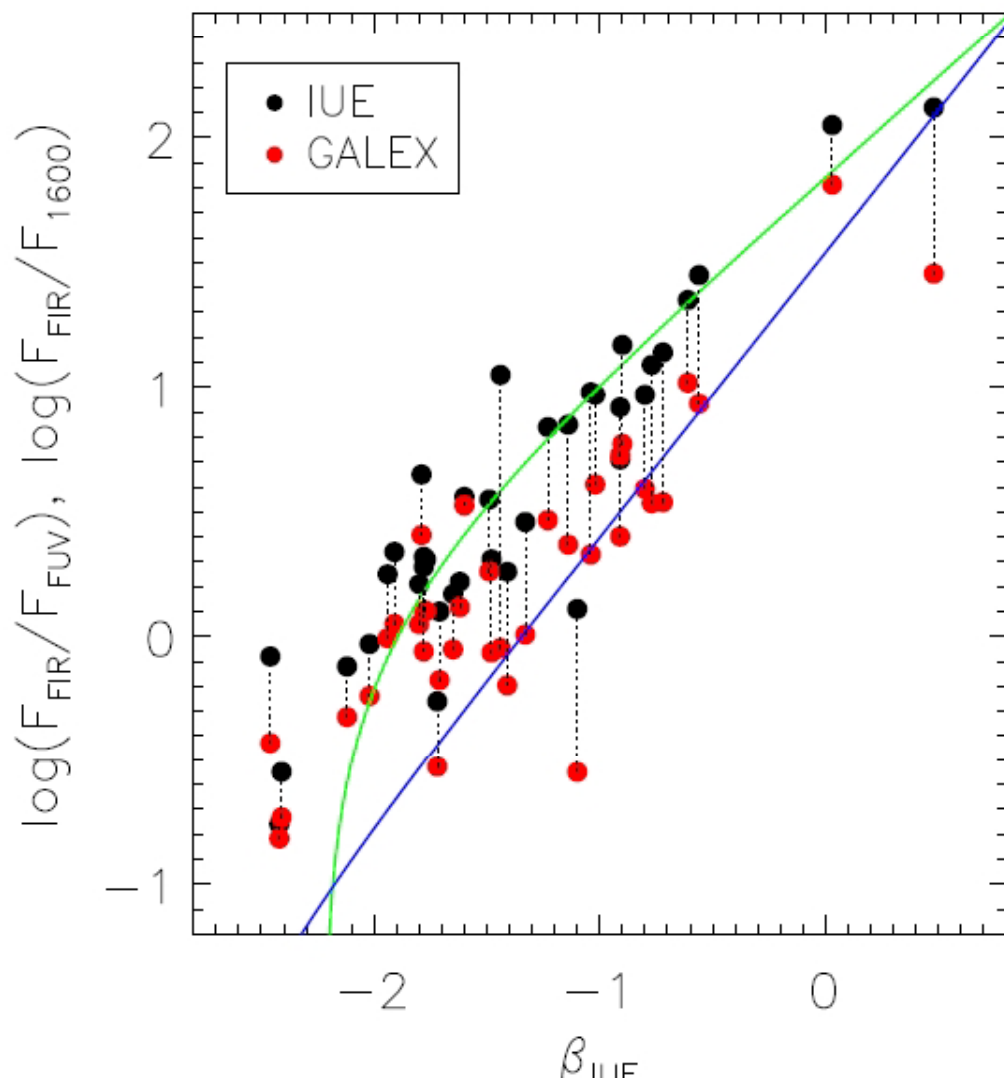
Gil de Paz et al.2007  
(GALEXを測光)  
と、Meurer et al.1999  
で重なっているサンプル  
についてIRX- $\beta$ 面上  
にプロット

# Gil de Paz et al.2007との比較



横軸は $\beta$ を固定  
して, $\log(F_{\text{FIR}}/F_{\text{FUV}})$   
の値  
(縦軸)の変化に  
注目

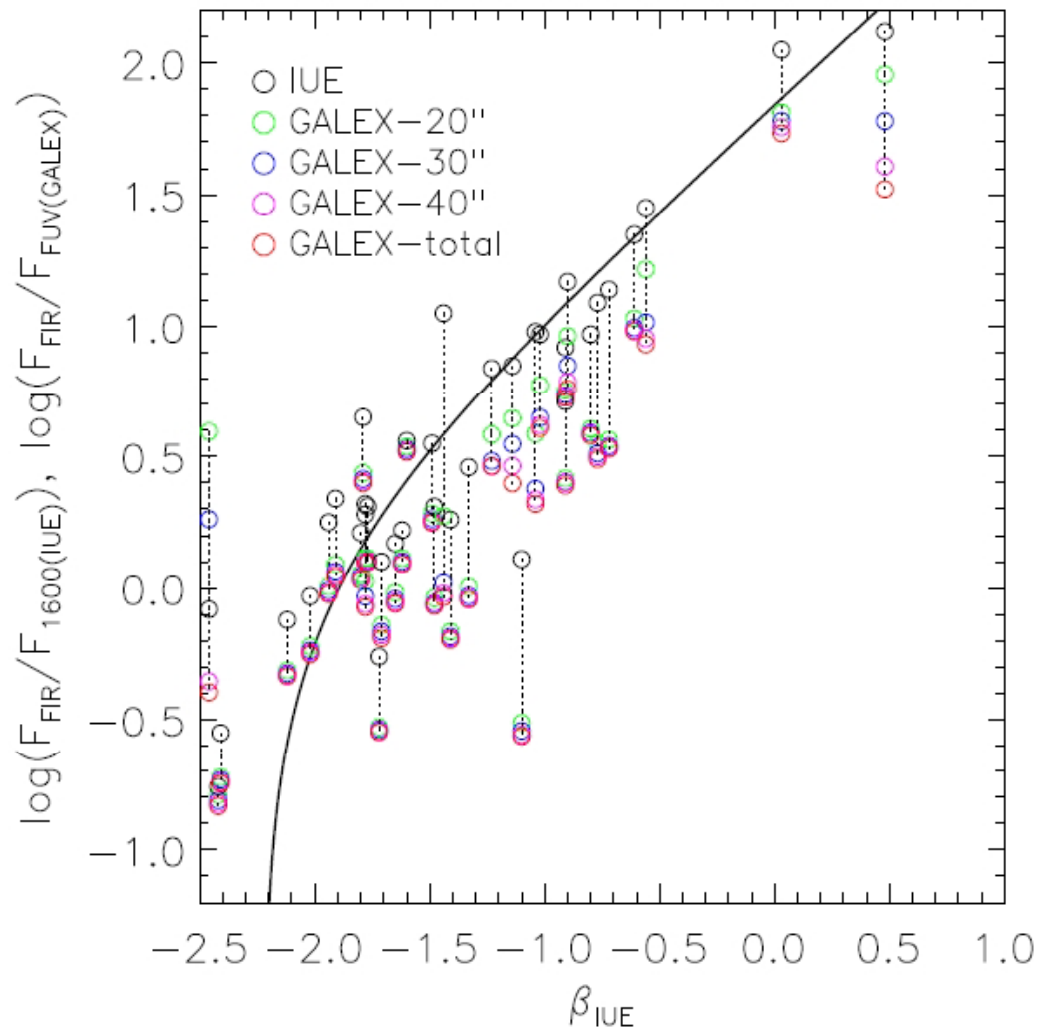
# 同サンプルについてIRX- $\beta$ 関係を検証



横軸は $\beta$ を固定して, $\log(F_{\text{FIR}}/F_{\text{FUV}})$ の値(縦軸)の変化に注目



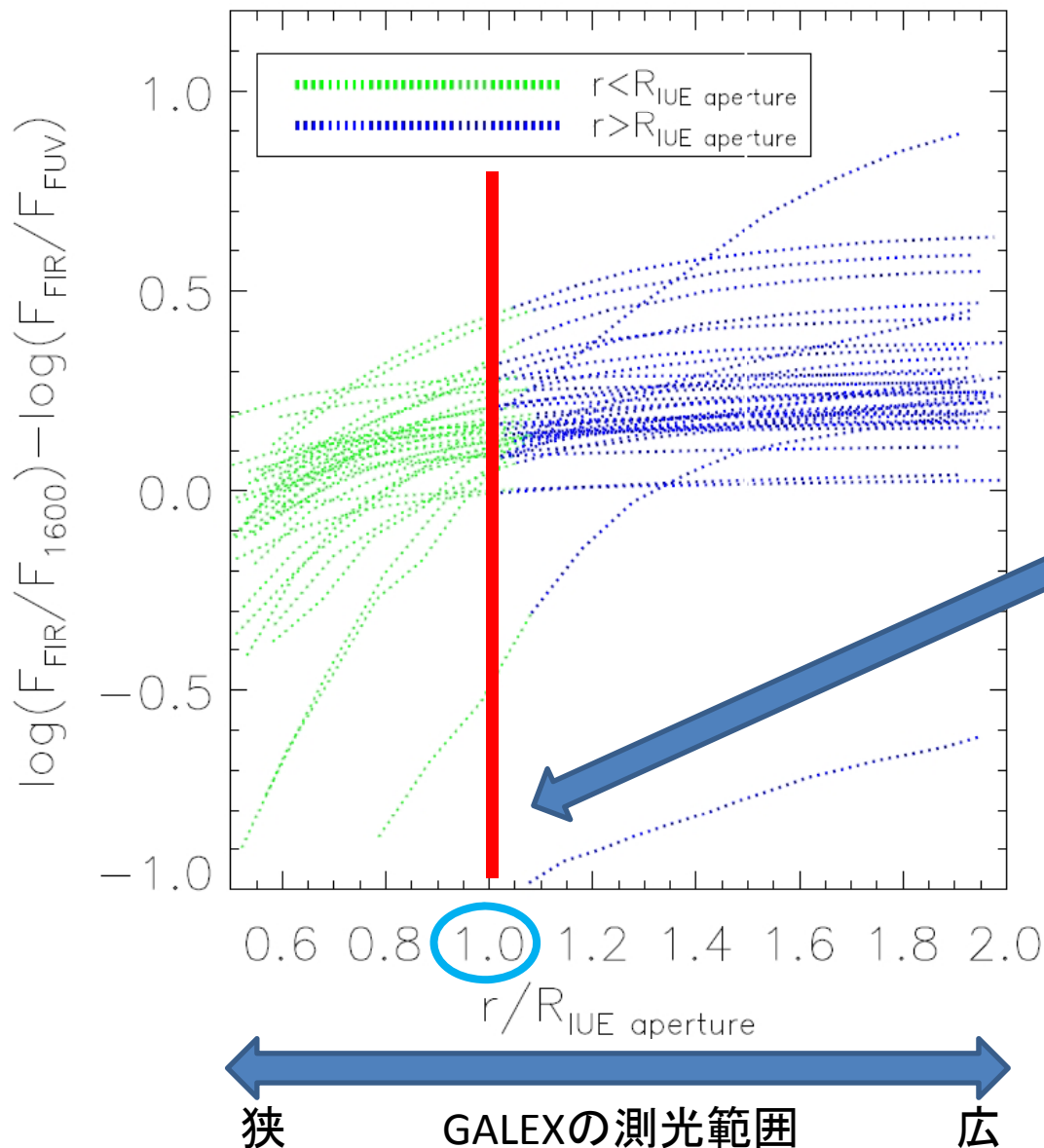
# GALEXの測光範囲を変化



測光範囲を変化させ、  
IRX- $\beta$ 面上にプロット  
中心からの長半径がそれぞれ、  
20'' ,30'' ,40'' ,total

GALEXの測光範囲を  
広げるにつれて、IUE  
のプロットから下に  
ずれる

# IRX(縦軸)値の半径方向の変化



測光する範囲を広げると、 $\log(F_{\text{FIR}}/F_{\text{FUV}})$ の値が $\log(F_{\text{FIR}}/F_{1600})$ の値に比べて減少

IUE aperture sizeとGALEXの測光範囲が等しい点

# Conclusion

---

・Meurerのサンプルと、他の選択基準で選ばれた銀河サンプルではIRX- $\beta$ 関係から大きく外れるものがある。

⇒star formation historyの違い

・Meurer et al.1999と同じサンプルについてGALEXの測光値を用いてIRX- $\beta$ 面上にプロットすると、Meurer relationから下にずれる。

⇒Meurer relation はIUE(International Ultraviolet Explore)のaperture effectの可能性がある。

(IUEは視野が狭く銀河の中心部しか見ていない)

## calibration — $\beta$ IUE とGALEXから求めた $\beta$ の比較

---

$$\beta_{\text{IUE}}: f_{\lambda} \propto \lambda^{\beta_{\text{IUE}}}$$

$$\beta_{\text{GLX}} = \frac{\log \bar{f}_{\text{FUV}} - \log \bar{f}_{\text{NUV}}}{\log \lambda_{\text{FUV}} - \log \lambda_{\text{NUV}}}$$

$\bar{f}_{\text{NUV}}$  : mean flux densities through GALEX

$\bar{f}_{\text{FUV}}$  NUV, FUV band filters

$$\lambda_{\text{NUV}} = 2310 \text{ \AA}$$

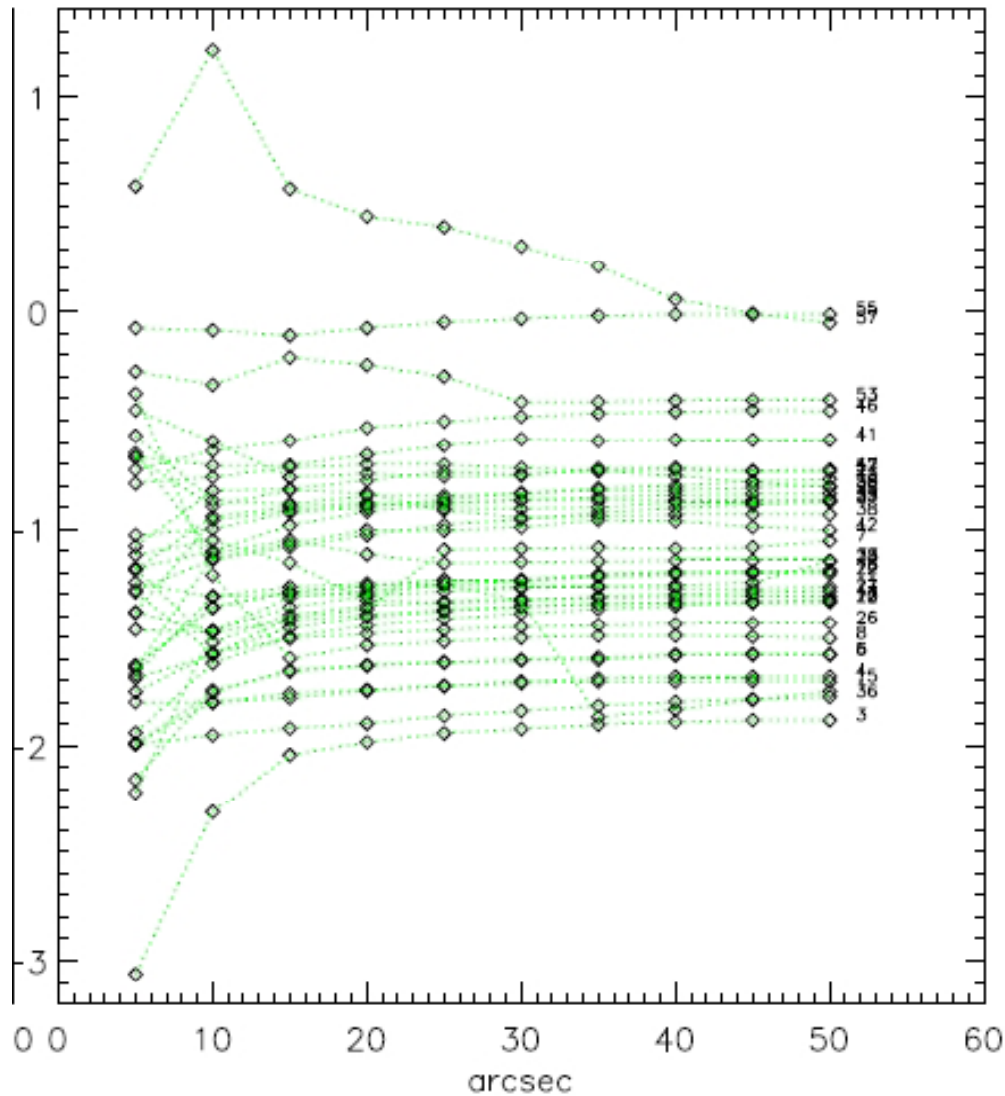
$$\lambda_{\text{FUV}} = 1520 \text{ \AA}$$

$$\beta_{\text{GLX}} = \frac{\log \bar{f}_{\text{FUV}} - \log \bar{f}_{\text{NUV}}}{\log \lambda_{\text{FUV}} - \log \lambda_{\text{NUV}}} \quad \lambda_{\text{FUV}} = 1520 \text{ \AA}$$

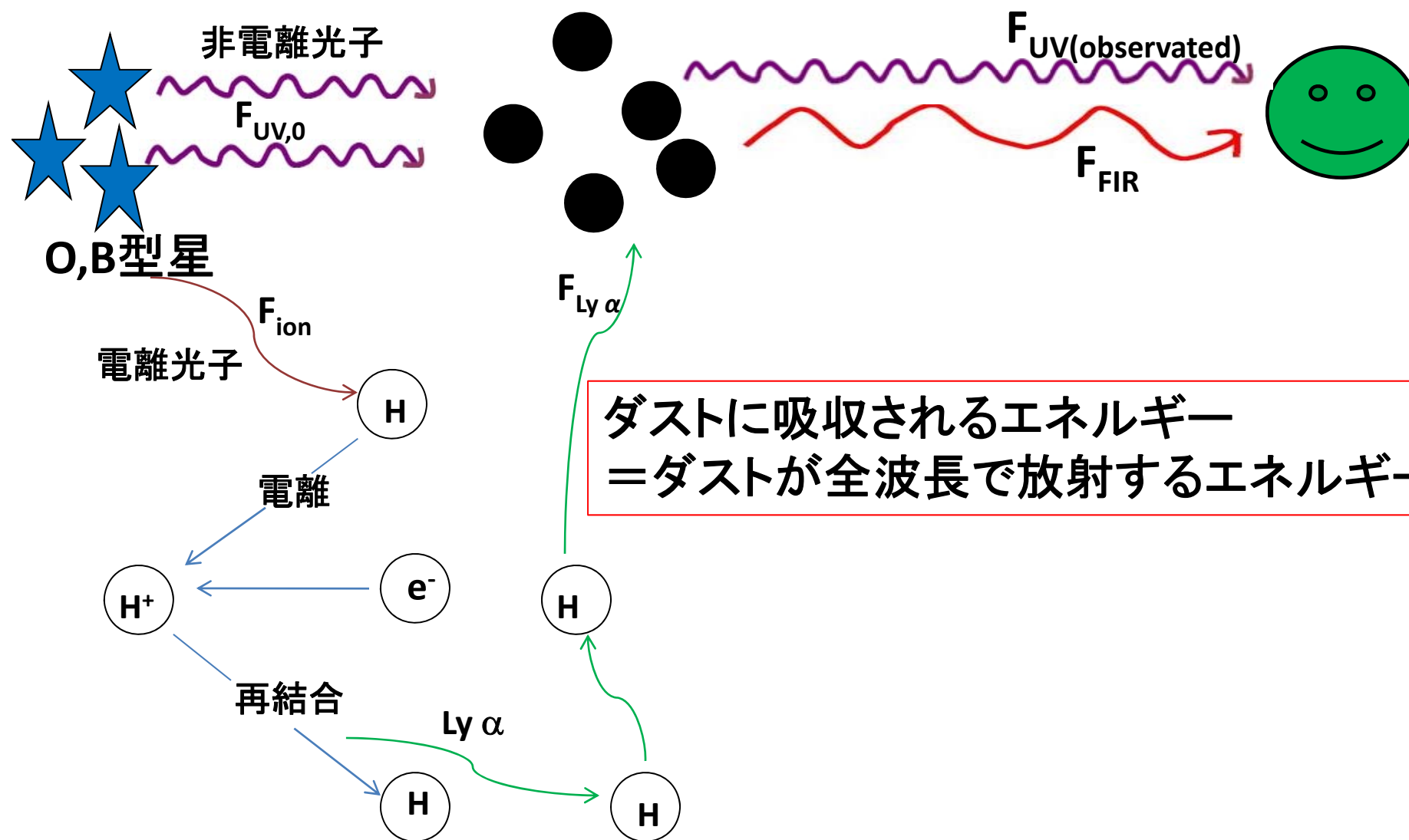
$$\lambda_{\text{NUV}} = 2310 \text{ \AA}$$

$\bar{f}_{\text{NUV}}$  : mean flux densities through  
 $\bar{f}_{\text{FUV}}$  GALEX NUV,FUV band filters

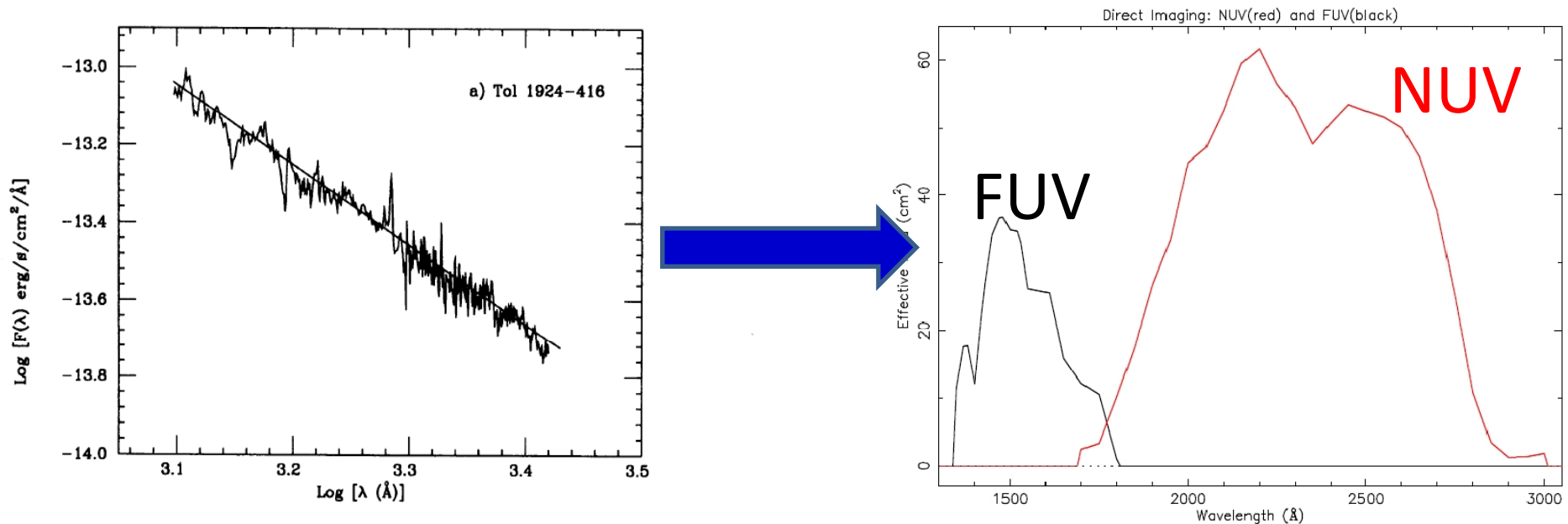
# calibration — $\beta$ IUE とGALEXから求めた $\beta$ の比較



# 物理モデル



# calibration — $\beta$ IUE とGALEXから求めた $\beta$ の比較

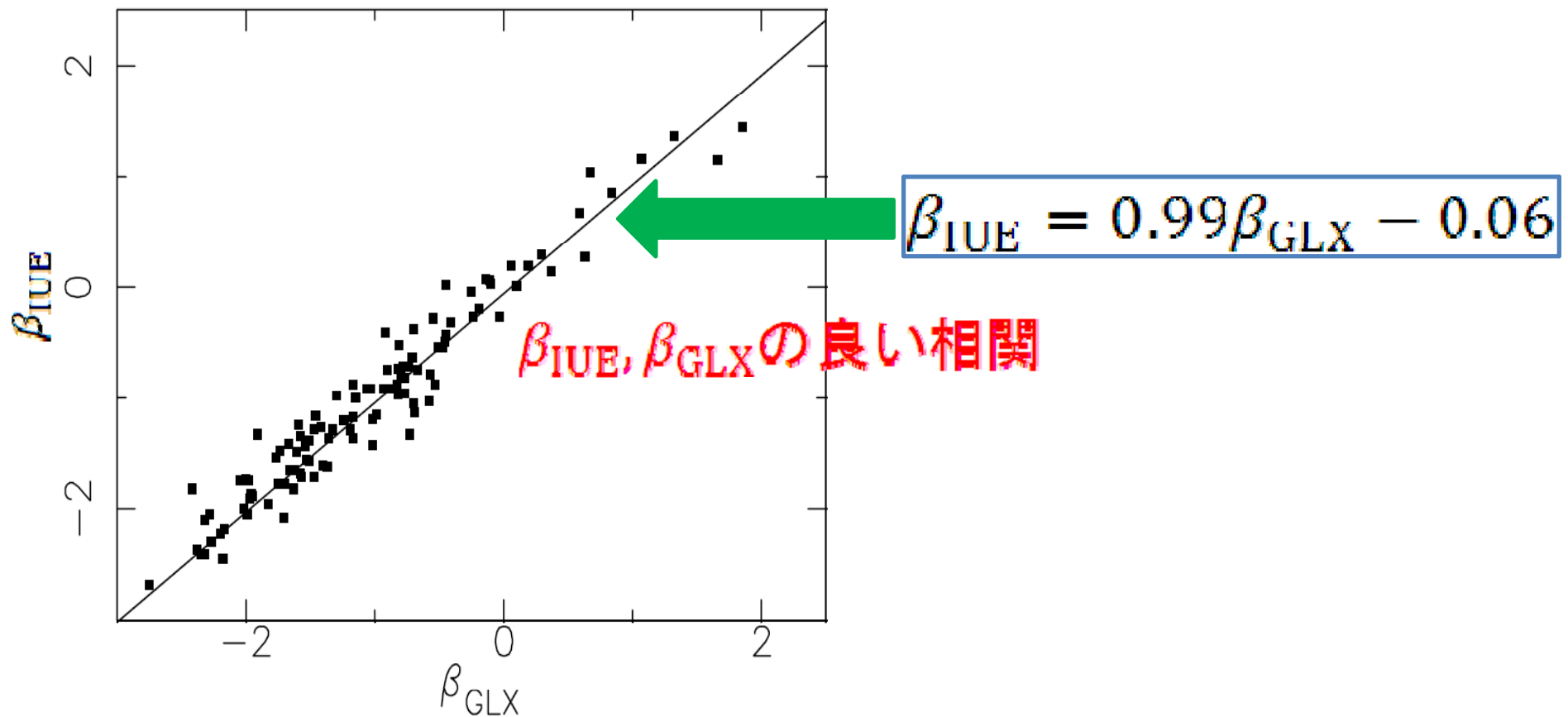


IUEのUV spectral slope に GALEX filter response functions (NUV,FUV)を仮想的にかけ、 $\beta_{\text{GLX}}$ を求める。

$$\beta_{\text{GLX}} = \frac{\log \bar{f}_{\text{FUV}} - \log \bar{f}_{\text{NUV}}}{\log \lambda_{\text{FUV}} - \log \lambda_{\text{NUV}}} \quad \begin{array}{l} \lambda_{\text{NUV}} = 2310 \text{ \AA} \\ \lambda_{\text{FUV}} = 1520 \text{ \AA} \end{array}$$



# calibration — $\beta$ IUE とGALEXから求めた $\beta$ の比較



(Kong et al. 2004)

# IRX- $\beta$ 関係から外れる銀河

