

# 天体物理学の大問題 ～ 理論懇アンケートに基づいて～

千葉 柁司  
(国立天文台)

# 理論懇会員へのアンケート

20 / 250

## 1 回答者の身分

- スタッフ(14)、ポスドク(5)、学生(1)

## 2 回答者の研究対象天体

- 初期宇宙、膨張宇宙(4)
- 銀河、銀河団、銀河系(星間媒質含)(15)
- 恒星、太陽、コンパクト天体(8)
- 惑星、太陽系(1)
- その他(3)

# 3 回答者の研究分野

- 銀河(系、団)形成と進化(9)
- 宇宙論(5)
- 活動銀河(核)、コンパクト天体(5)
- 高エネルギー天体現象(5)
- 相対論(重力波)(3)
- 星間媒質の物理(2)
- 重力レンズ(3)
- 惑星系形成(1)
- 数値流体(1)

# 4、5 未解決の大問題は何か？

- Dark Energy の正体
- Dark Matter の問題 (空間分布、質量分布、正体)
- Dark Ages における密度揺らぎの成長、初代天体の解明
- 銀河形成過程の解明、特に銀河形態の起源  
(スターバースト、星形成過程、特にIMF、階層的合体過程)
- 巨大ブラックホールの形成過程
- 活動銀河核の物理過程、宇宙ジェットの起源、宇宙線加速機構  
(宇宙における磁場の起源と磁気現象、希薄物質の物理)
- 地球外生命の存在する惑星の発見
- 太陽系、惑星系形成の統一的理解
- 重力波の検出
- 物質と生命の起源
- 輻射流体力学、乱流の物理といった基礎物理の解明

# 6 必要とされる観測装置(光赤外)

## \* 大口径光赤外線望遠鏡(スペースとする回答のみ)

初代天体・原始銀河/QSOの観測、宇宙再電離の観測、  
銀河クラスタリングの観測、初期銀河における星形成の観測、  
系外銀河中心領域の高分解能観測、  
銀河ハロークランプの精密観測

## \* スペースの中小口径望遠鏡

初代天体・原始銀河/QSOの観測、  
high-z SNeの観測、high-z GRBのafterglow観測、  
地球型系外惑星の観測(干渉計など)  
銀河系円盤星、局所銀河群の運動観測

## \* その他の波長域

### 専用大型電波望遠鏡(地上 + スペース)

high-z HI clouds の観測、high-z GRBのafterglow観測、  
スターバーストの観測、銀河中心核の精密観測

### 重力波観測装置(地上 + スペース)

重力波の検出、重力波イメージング

### X線・ 線高分解能衛星

高エネルギー現象の精密観測

### 太陽観測衛星

磁気現象の詳細な観測

### UV衛星、サブミリ波衛星

# 7 将来計画へのコメント

- 理論屋でも簡単にデータ解析できる解析ツールの整備。また、取得データを早く広く開放し多くの人が違った目で解析できるシステムの作成。
- スペース望遠鏡建設には天文台と宇宙研の合同体制と諸大学の協力が必要。ALMAの次の主要計画として学会の総力をあげて行う必要がある。
- 地上大口径望遠鏡の建設は他国と協力して。
- 外国の追随ばかりするのはやめた方が良く。他の所で似たようなことをやっている場合は計画しないほうが良い。
- 実験天文学にもう少し力を配分する方が良い。特に、技術開発の基盤整備を。
- 今後どういうサイエンスが面白いかを視点にすること。装置ありきではいけない。
- 「数値天文台」等を軸とした理論天文学の協力的研究推進体制の確立を必要とする。

- いくらお金をつぎこんでも構わないから、それに見合う成果をしっかりと出して欲しい。
- 最後は人の問題なので、研究能力・教育能力・政治能力をもった人材の育成や、一般社会の理解を深め文化を継承するための教育普及にも、いままで以上に力をいれて欲しい。
- 小規模、中規模から始まり、自然に大規模プロジェクトが発生するべきである。いきなり大プロジェクトとは唐突。
- 右向け右で、日本の天文学者全員が大プロジェクトに関わらなくてはならないという風潮には疑問。また、その大プロジェクトのために通常のプロジェクトが犠牲になるのは不幸なことだ。もっと、多様性を許容する雰囲気が必要。
- 最初から他国との共同プロジェクトを目指したほうがいい。その方が、経済的にも有利だし、人的資源を確保しやすい。近隣諸国との共同研究なども視野に。
- 機器のグループが閉じてサイエンスの成果が出にくいのは理論家の責任も非常に大きい。機器の提案の段階からどの仮プロジェクトにもそれにかかなりの時間を割く「理論責任者」が付くべき。



# 大型将来計画に求められるもの

多額の予算をかけるほどに、  
多数の支持を得られるほどに、

- おもしろいかつ重要なサイエンスができるもの  
(特に、他の観測所を上回る研究成果が期待できるもの)
- 多数の研究者が参加しうるもの  
(多数の研究成果が期待できるもの)

すばるはどうか？ どうなるか？

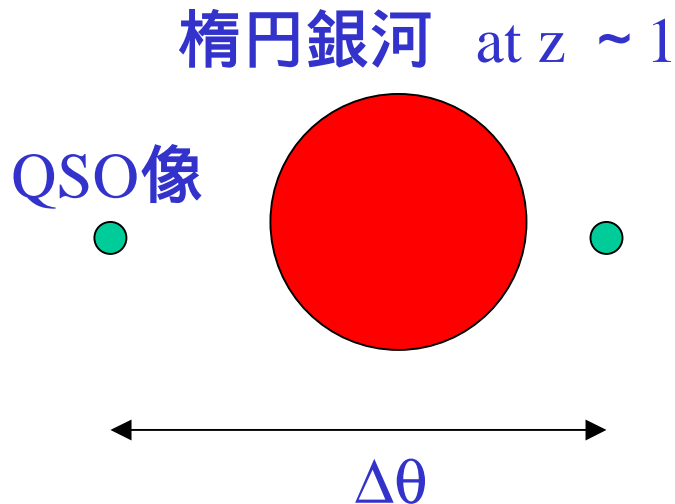
# 大問題の解決に向けて

- Dark Energy の値と時間変化の決定

high-z SNIa の観測？ NGST, SNAP でやられてしまう

別の新しい方法：重力レンズ銀河の観測による方法

Ohyama et al. 2002, AJ



$$\Delta\theta = f( M( r ), \underline{\Lambda \text{ or } w} )$$

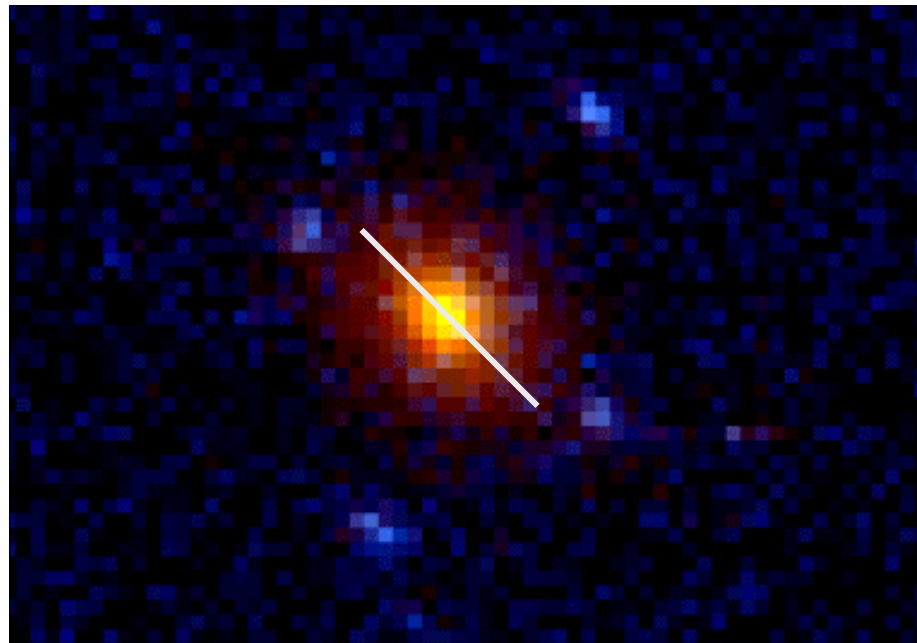
恒星系の詳細な分光観測によって決定

すばるでは.....

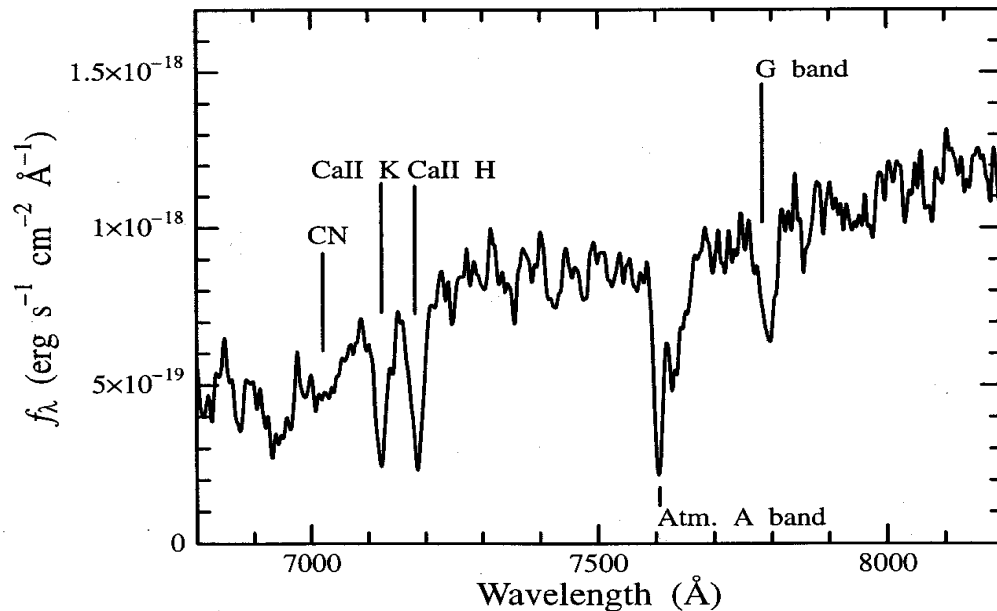
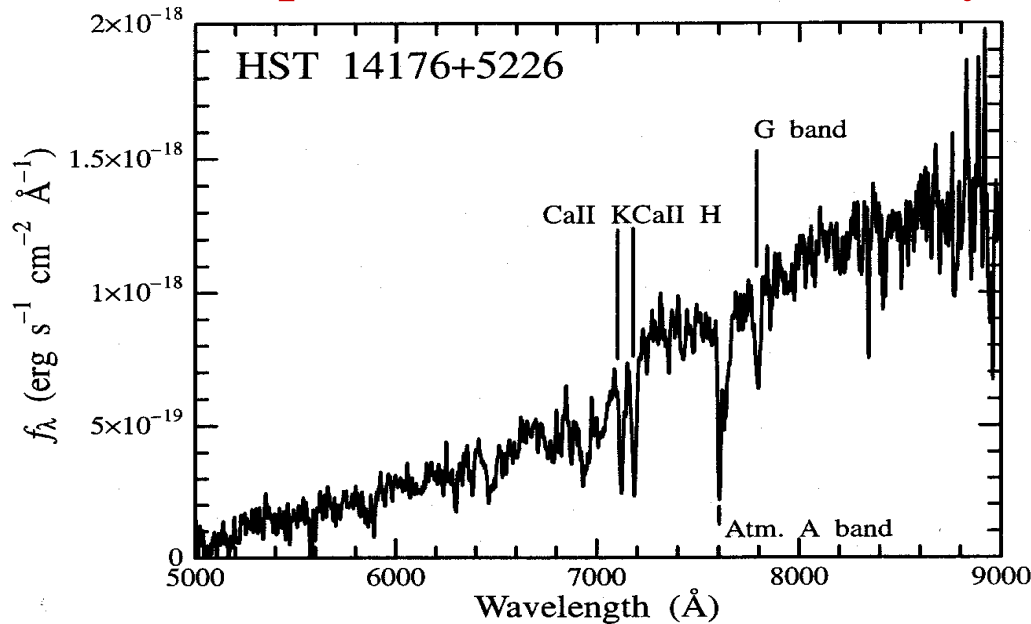
**HST14176+5226**  
*“Einstein Cross”*

$Z_S=3.40$

$Z_L=0.81$



# FOCAS Spectrum of the Lens Galaxy with $R/R_e \leq 0.35$



すばるでは.....  
中心領域 ( $R/R_e \leq 0.35$ )  
の速度分散のみ獲得可能

↓  
質量模型と組み合わせて  
 $\Delta$ に制限

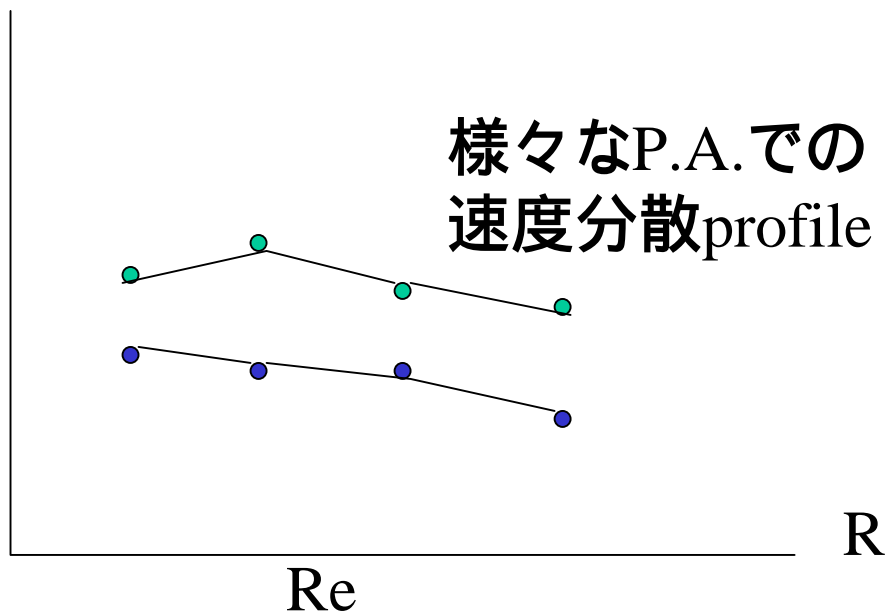
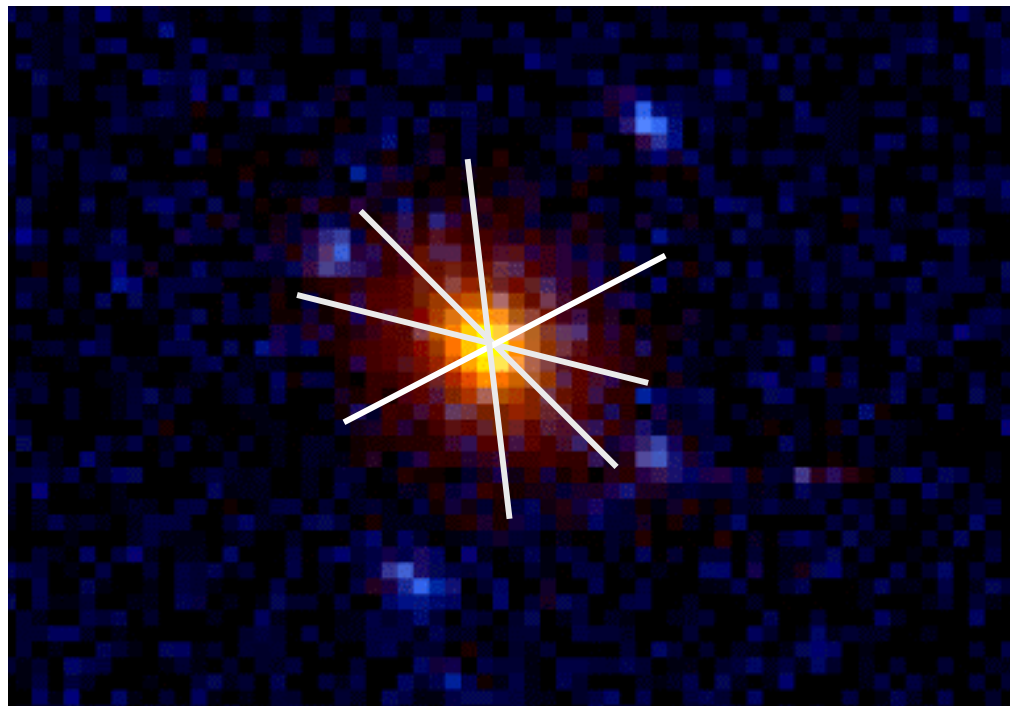
↓  
モデルの自由度が完全に  
除去できない  
(多くのサンプルを使って  
解消するしかない)

大口径望遠鏡やスペース望遠鏡によって高集光、高解像が実現されれば....

銀河全体に渡る内部運動の詳細観測が可能  
(特に有効半径より外側の速度分散profile)

精密な質量分布が決定可能

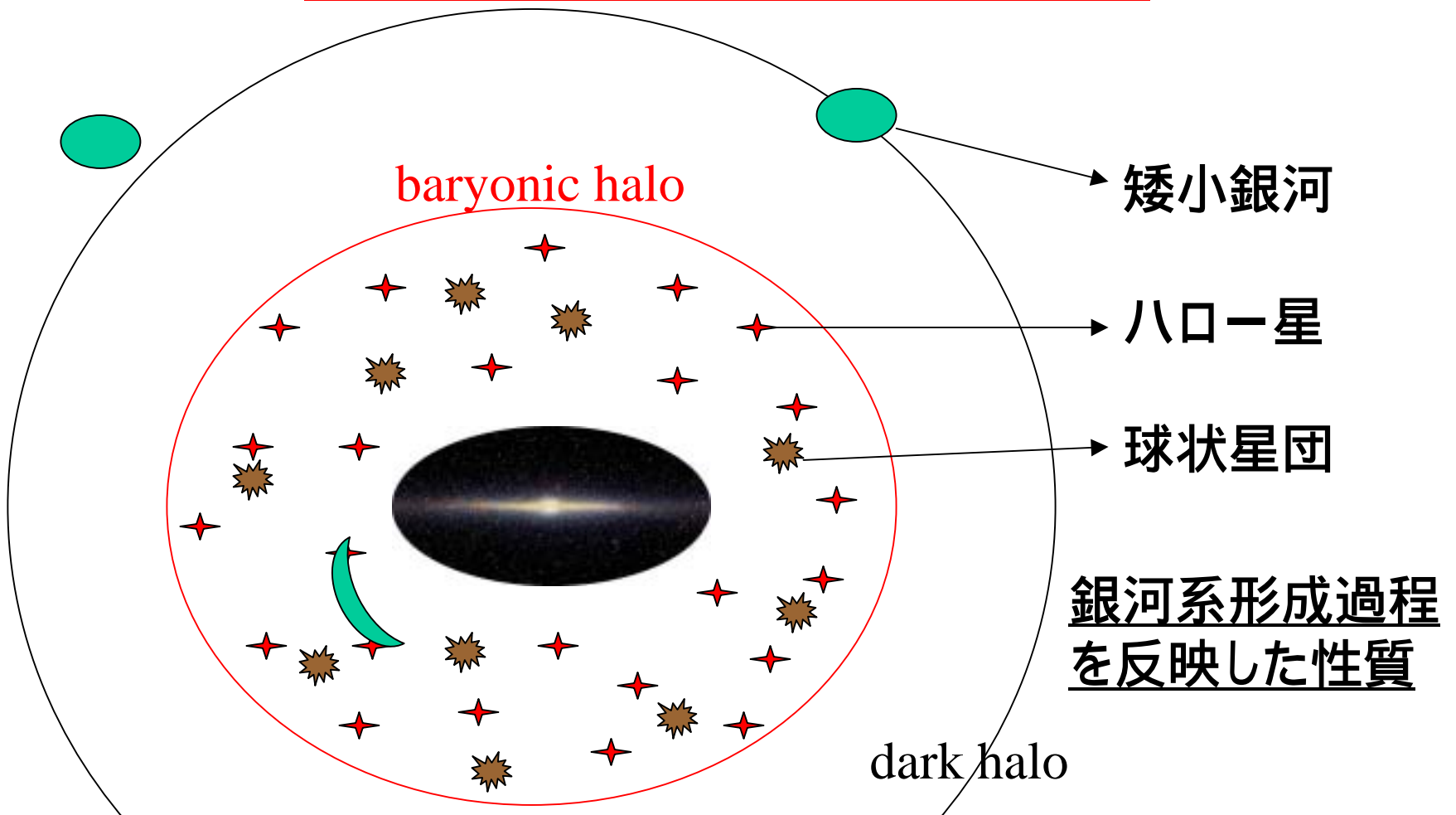
Dark Energy の値と時間変化の精密決定が可能！



# 銀河構造、銀河形態の起源

銀河形成を理解するもうひとつの扉：

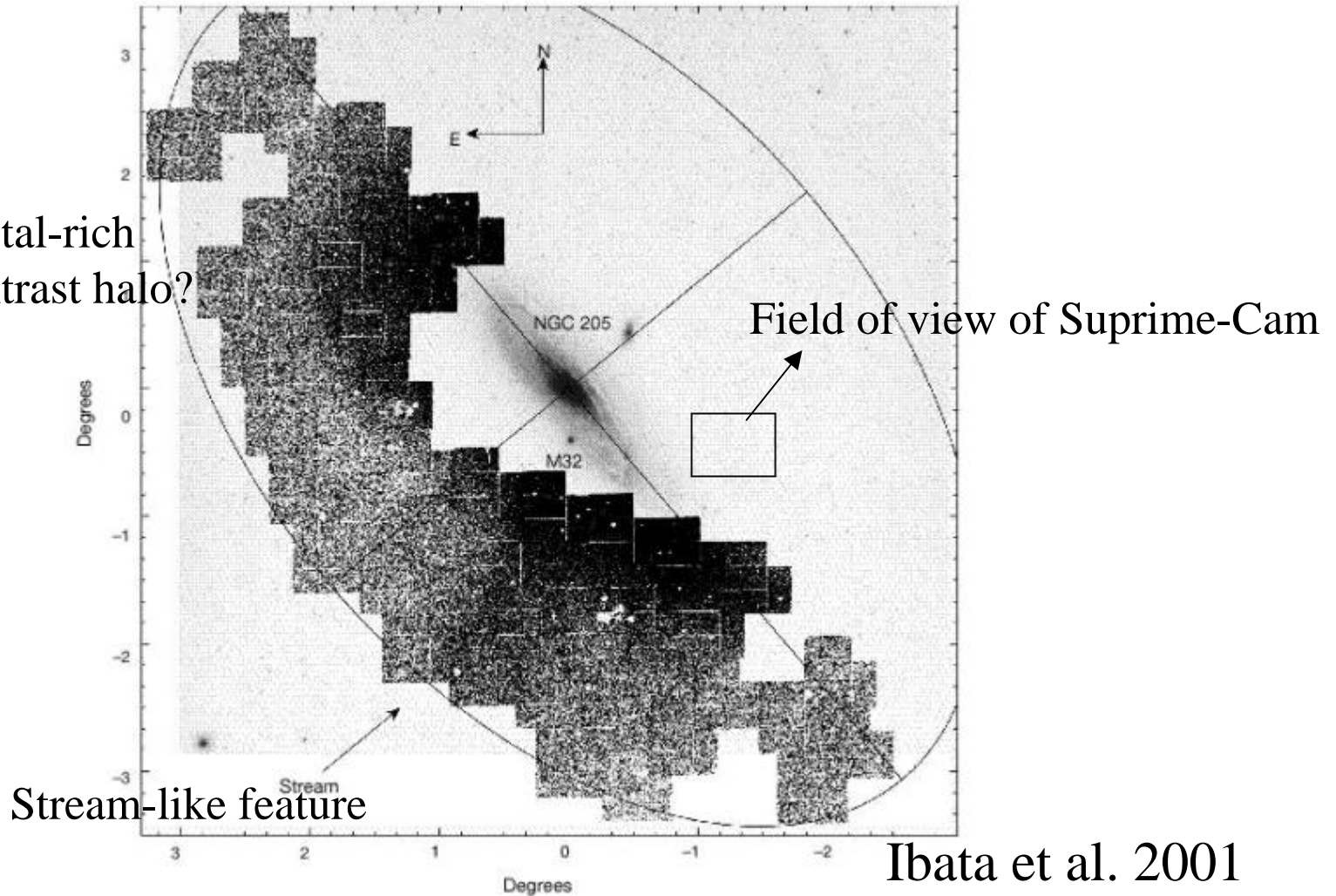
近傍銀河の古い年齢成分の詳細観測



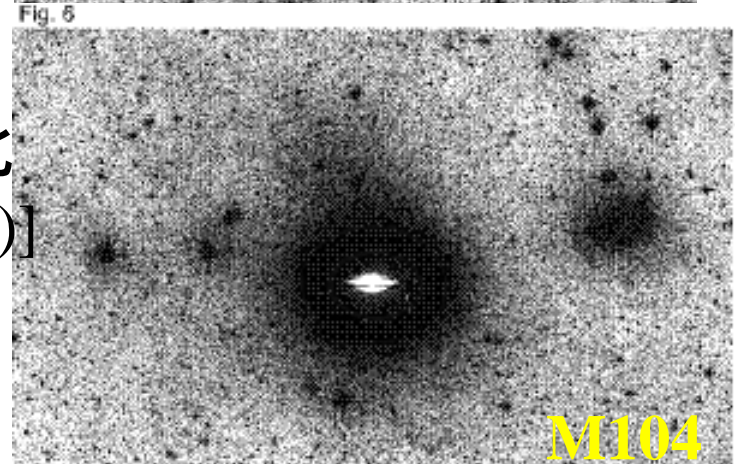
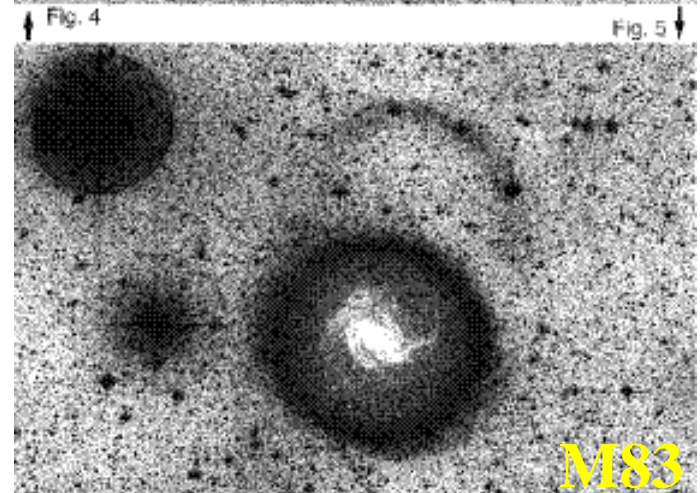
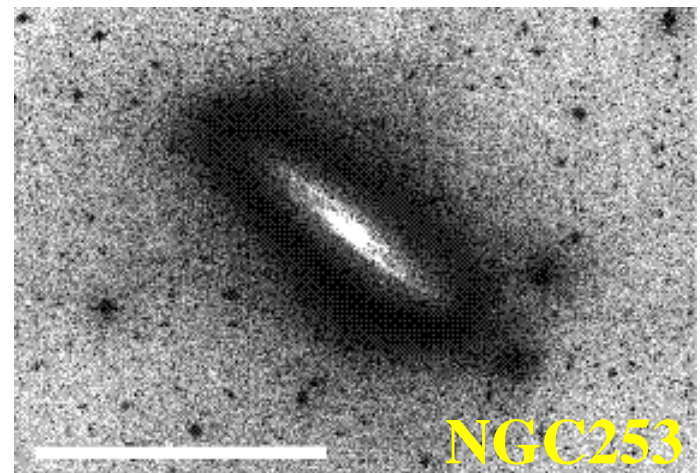
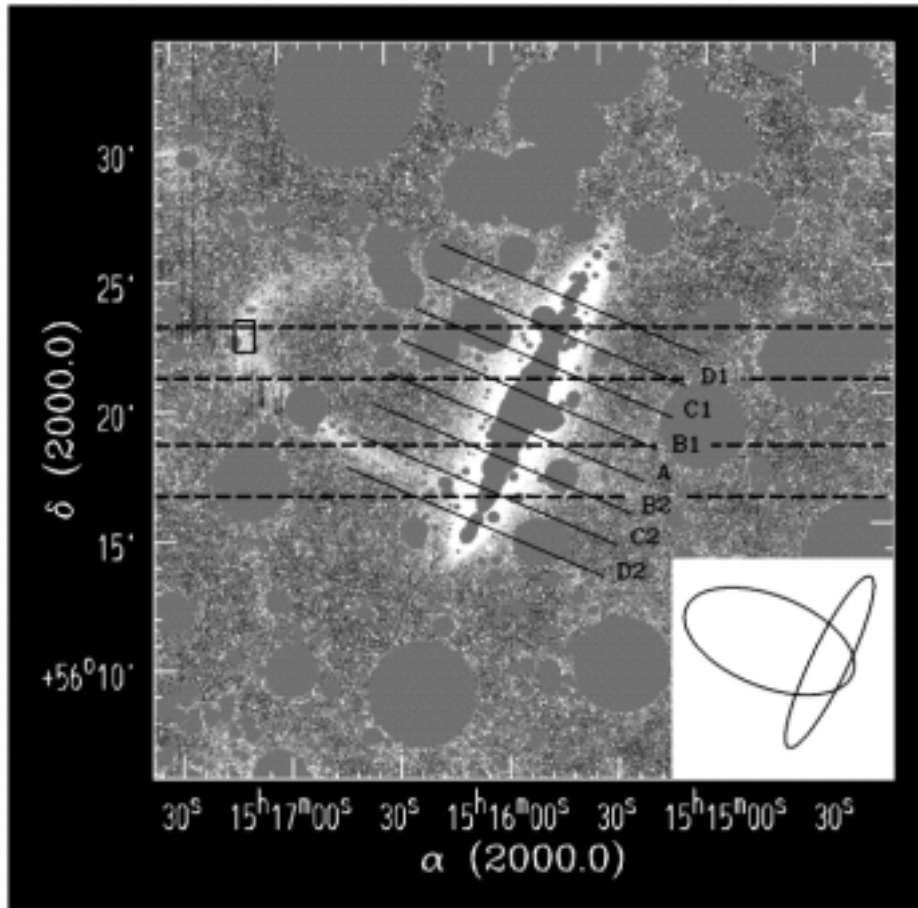
# 系外円盤銀河の古成分の性質？

M31

relatively metal-rich  
and high-contrast halo?



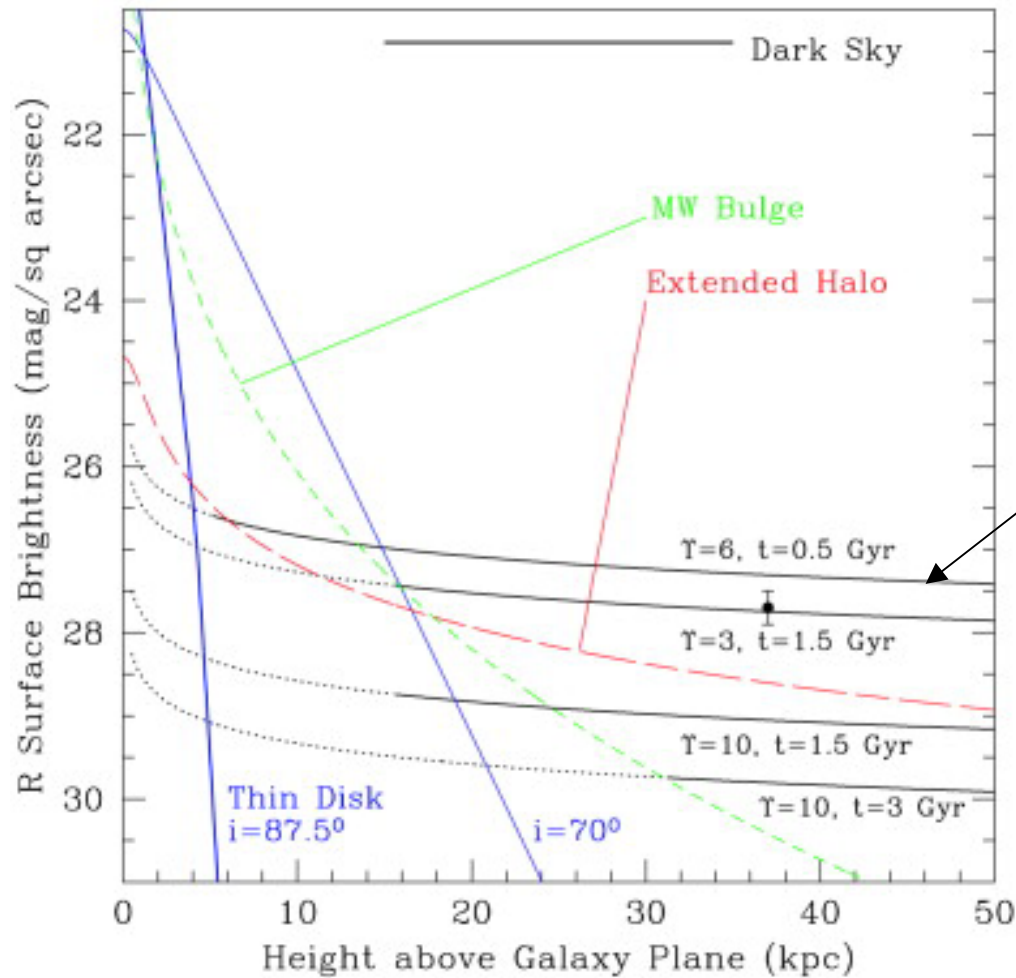
# NGC5907



Substructure+多様な密度分布やその軸比  
[銀河形成過程を強く反映(Bekki & Chiba)]  
しかしこの種の観測とその解析は困難で  
まだほとんど手付かずの状態



# 期待される銀河ハローの表面輝度

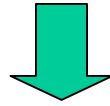


tidal debris of merging dwarfs

Johnston et al. 2001

次期望遠鏡を使って.....

近傍銀河の古成分(halo, thick disk, globular clusters)、  
さらに近傍矮小銀河を構成する星の詳細観測可能



それらの空間分布、金属量分布、運動分布、  
年齢分布を円盤部やバルジの性質と比べて整理

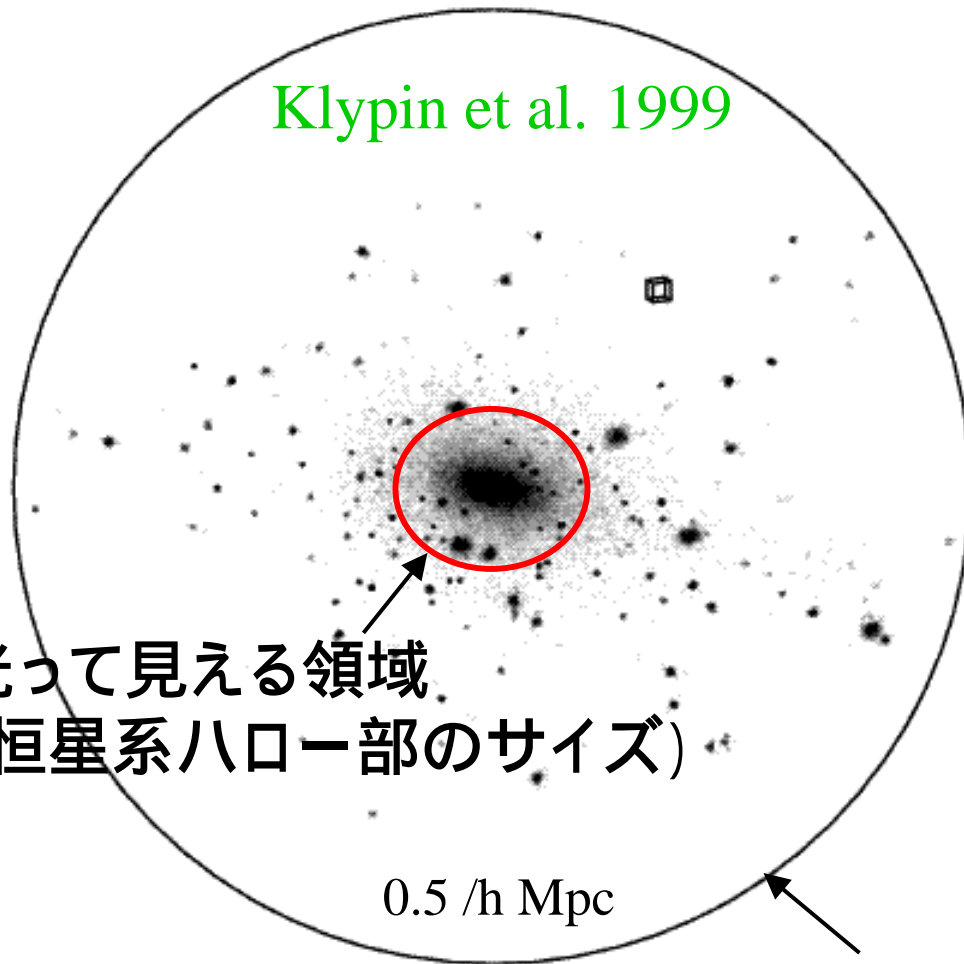


円盤銀河の全く新しい形態分類  
銀河形成過程に関する新しい情報

次期望遠鏡のKey Project

# • Dark Matter の問題

Klypin et al. 1999



光って見える領域  
(恒星系ハロー部のサイズ)

0.5 /h Mpc

ダークハローのサイズ

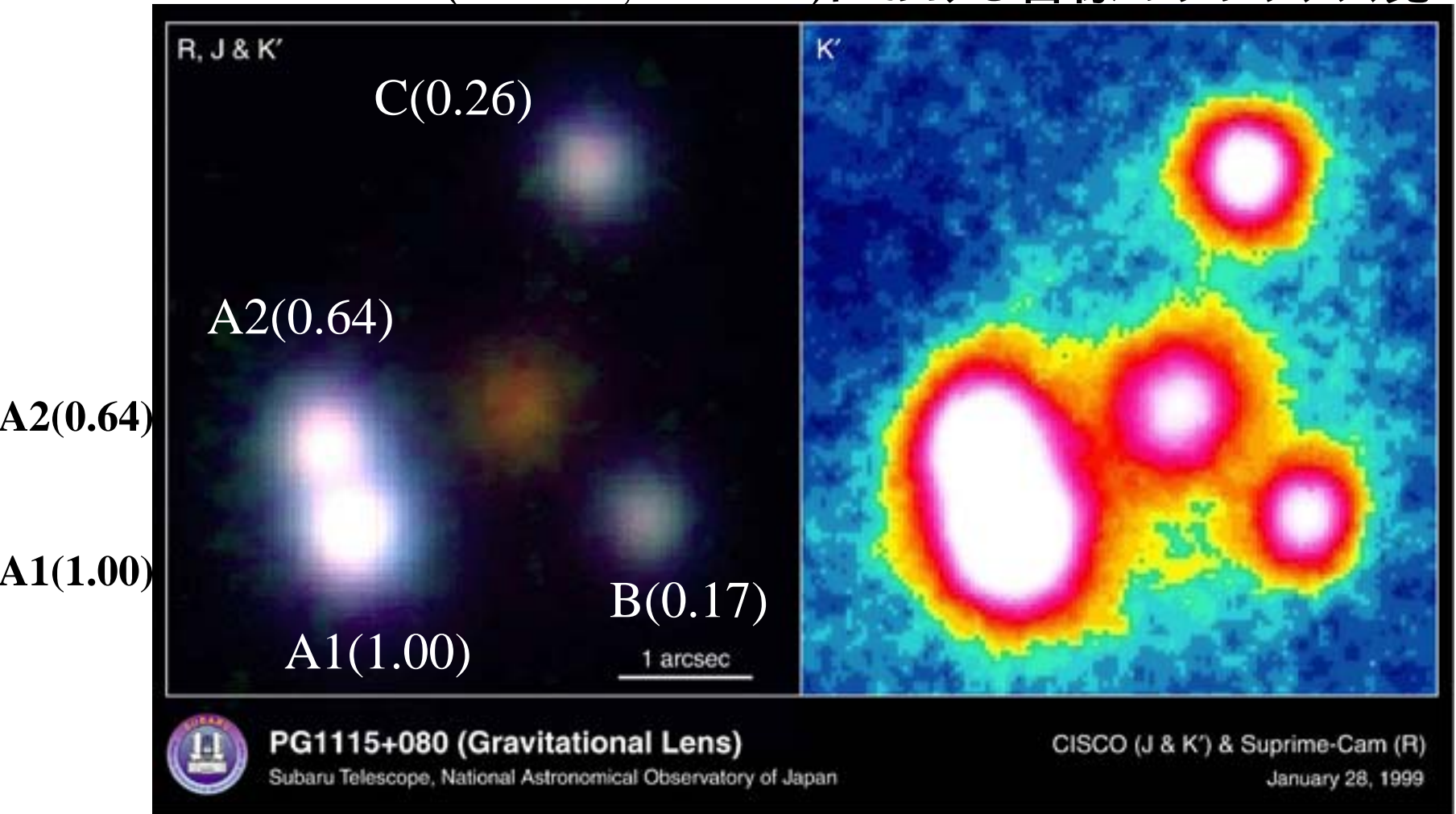
## CDM理論によれば...

銀河周囲に数百から数千もの  
ダークマタークランプ  
(CDM subhalos)が存在する  
(階層的合体の生き残り)

CDM subhalos (or dark  
satellites) を発見して  
CDM理論を実証する

# CDM subhalos が存在する兆候例

PG1115+080( $z_s=1.72$ ,  $z_L=0.31$ )における各像のフラックス比



Smooth lens model:  $A2/A1=1$  に対し、Obs.:  $A2/A1=0.64\pm0.02$

このように (dust-free) image flux ratios が smooth lens model で説明不可能な例が多数存在

 CDM subhalos の影響 (Chiba 2002)

CDM subhalos の性質(質量分布、空間分布、microlensing との区別等)をさらに知るためには...



次期望遠鏡を用いて様々な(暗い)多重像QSOsの系統的な高精度分光観測を必要！  
(すばるでは数例のみ観測可能)

CDM subhalos の mass scale に依存して、QSOs からの emission lines の Equivalent Width が不変または減少する

➡ CDM subhalos の性質 ➡ CDMの実証!

