

スターバースト銀河M82の スーパーウィンドの偏光分光観測に よるダストフローの研究

吉田道利

広島大学宇宙科学センター

川端弘治(広島大学)、大山陽一(ASIAA)

Starburst Superwind

- Giant outflow from starburst region

- Mass flow rate $\sim 10 - 100 M_{\odot}/\text{yr}$

- ➔ $\sim 10^9 M_{\odot}$ gas / L^* galaxy

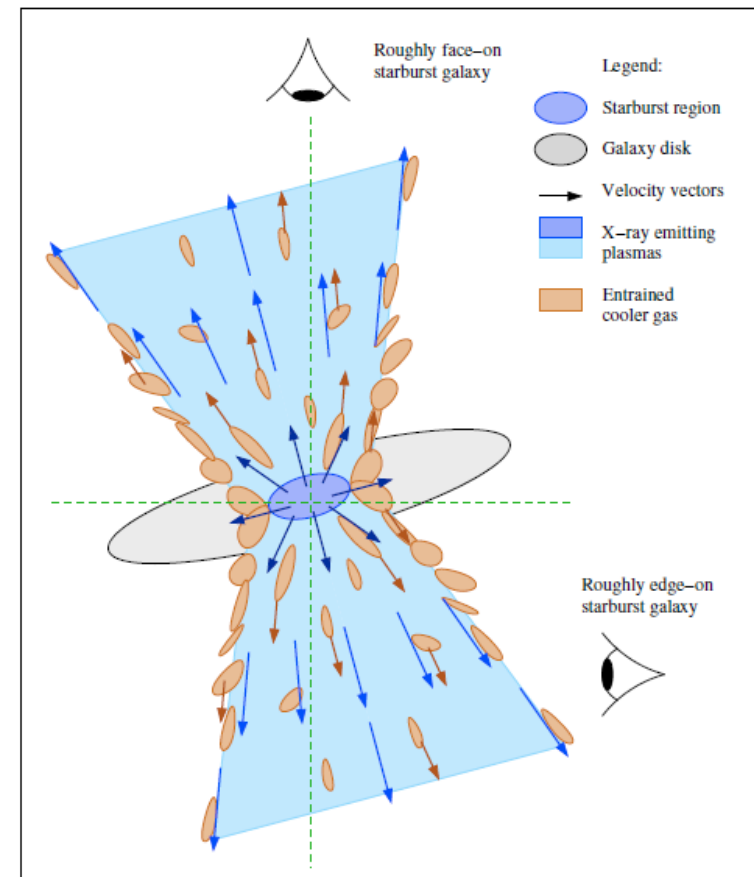
- $\sim 10^8 M_{\odot}$ metal to inter-galactic space

- Energy output $\sim 10^{42} - 10^{43}$ ergs/s

- Flow speed:

- ~ 100 km/s for optical filaments

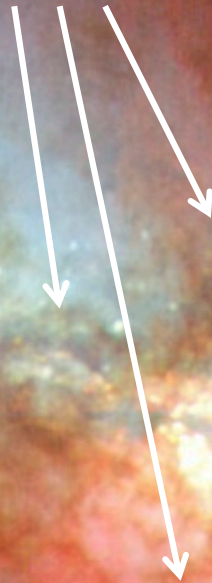
- ~ 1000 km/s for X-ray emitting gas



Dust outflow from starburst galaxies

- スーパーウィンドに付随するダスト
 - 銀河ハロおよび銀河間空間へのダスト放出
 - 銀河ディスク物質のリサイクリング
- M82
 - 近傍のスターバースト銀河 ($D=3.89$ Mpc)
 - 銀河面から数kpcに及ぶスーパーウィンド
 - スーパーウィンドに大量のダストが付随
 - 可視撮像観測、偏光撮像観測
 - サブミリ波観測
 - 中性ガス観測 (CO分子輝線、NaD吸収線)

Dusty filaments



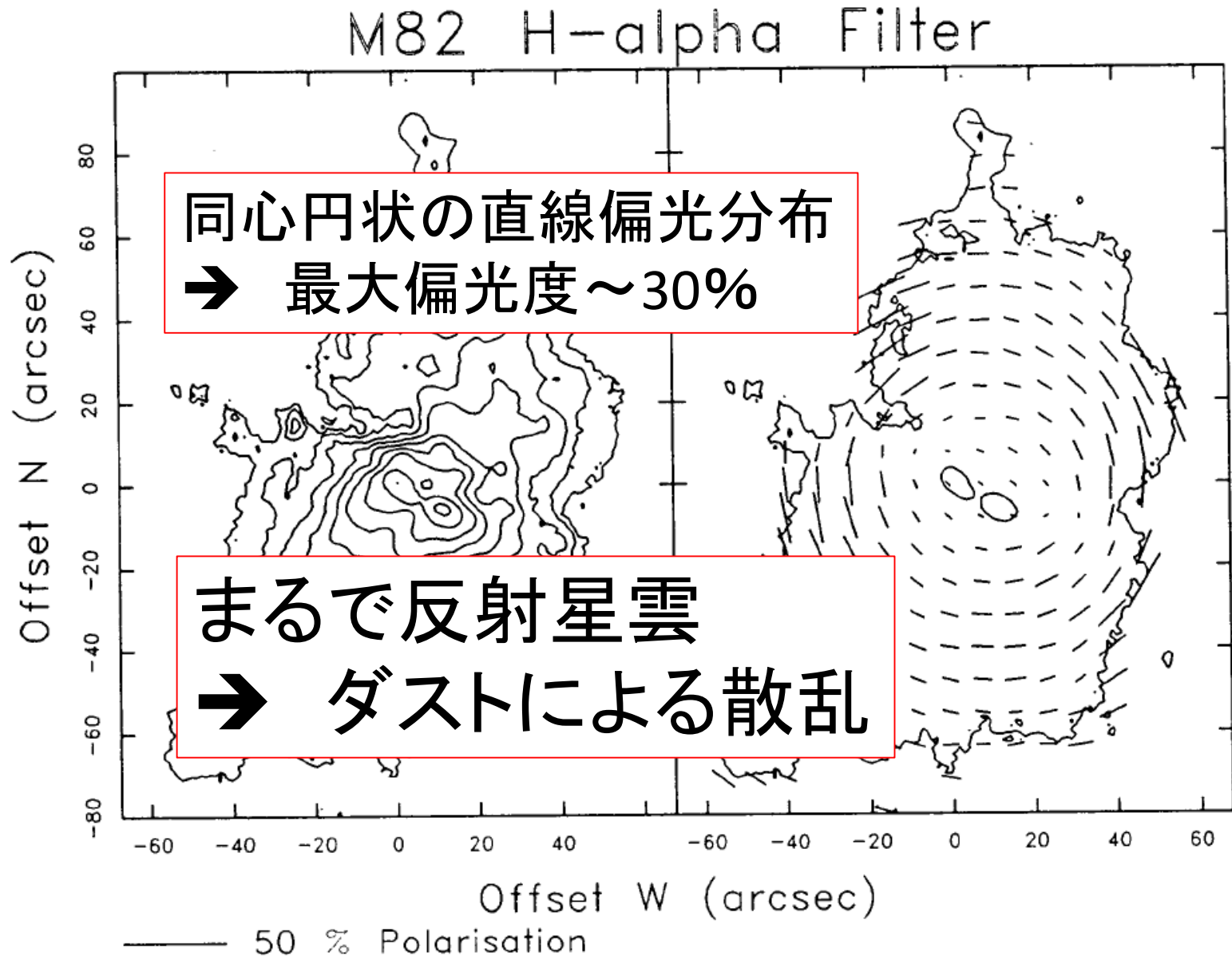
M 82 (NGC 3)

Subaru Telescope,
Copyright

2012/9/19

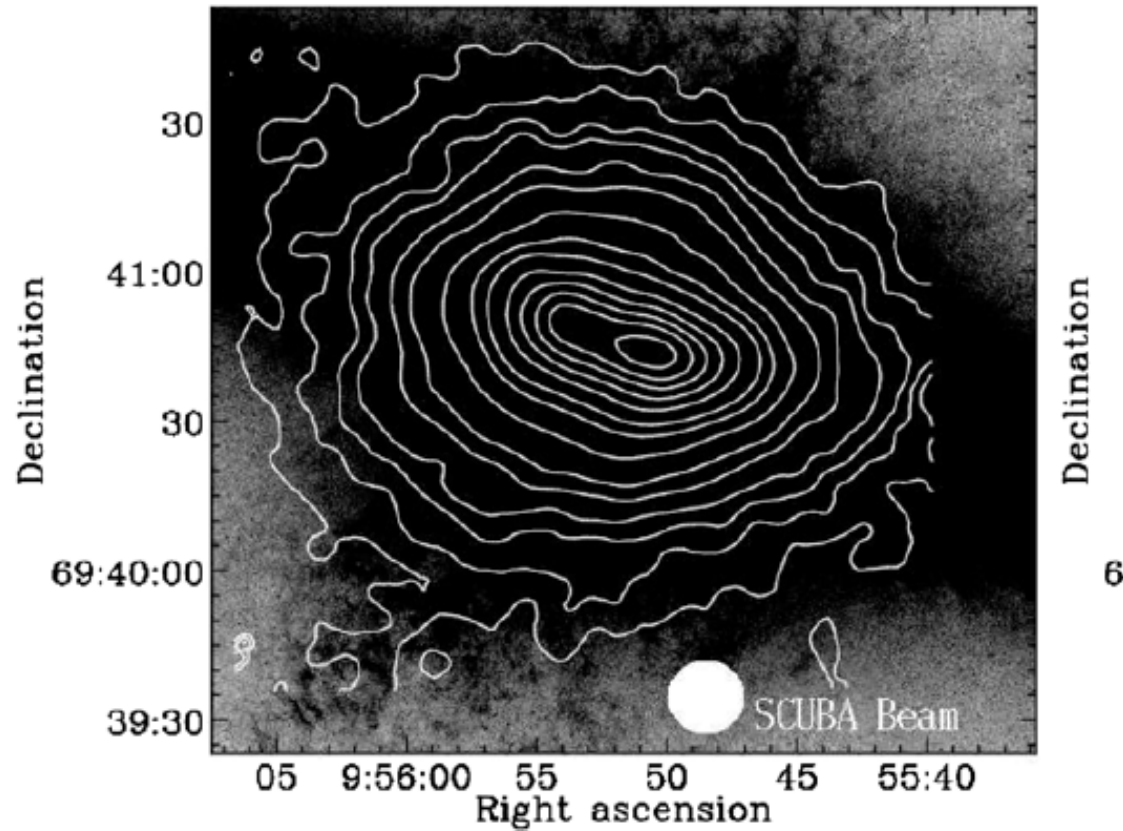
M82の可視輝線(H α)の偏光撮像観測

Scarrot et al. 1991



ダストからのサブミリ波放射 (850 μm)

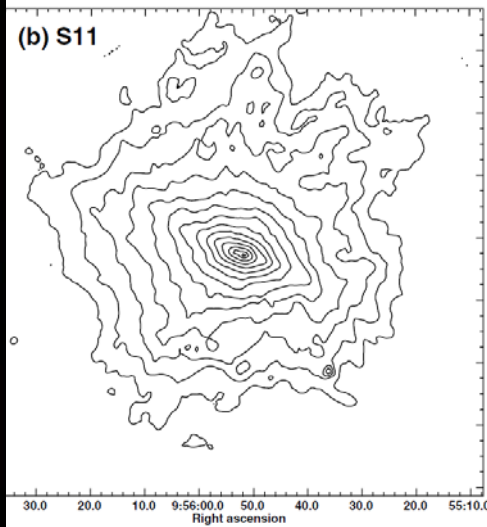
Leeuw & Robson 2009



ダストからの赤外線放射

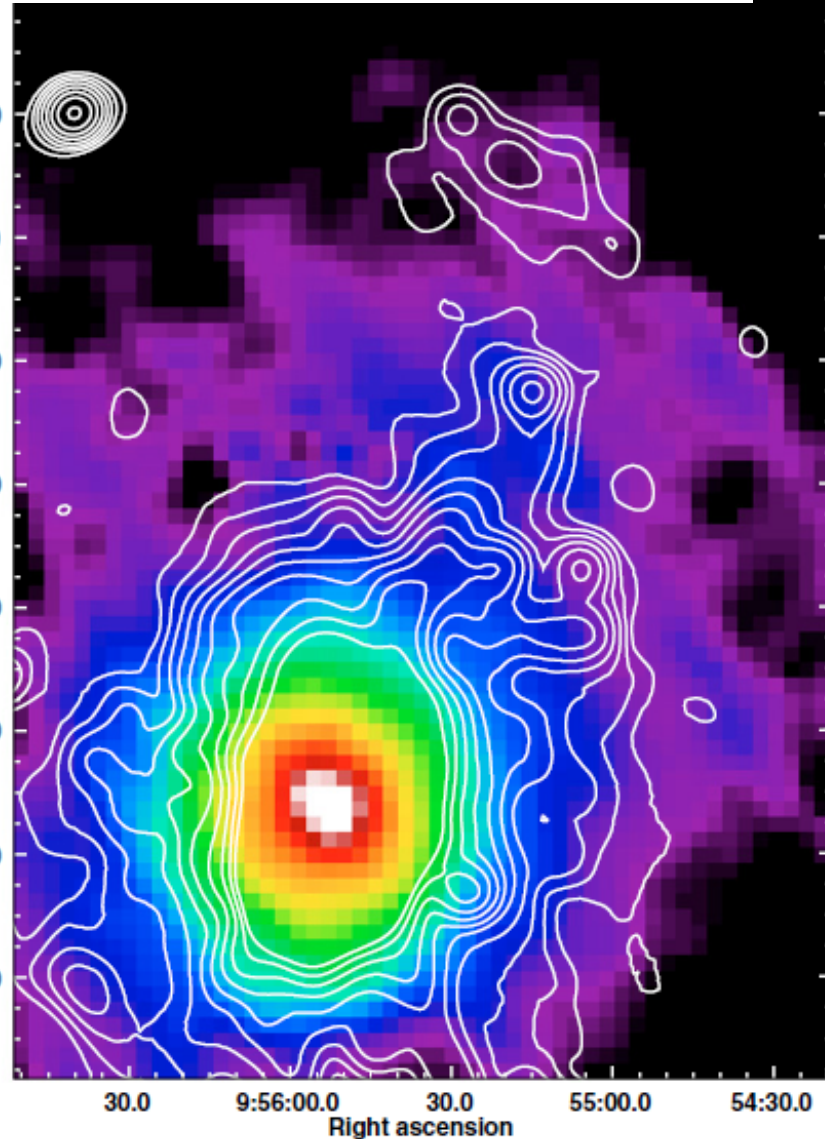
「あかり」による160 μm 放射
(Kaneda et al. 2010)

PAH放射



Declination

52:00.0
69:50:00.0
48:00.0
46:00.0
44:00.0
42:00.0
40:00.0
38:00.0

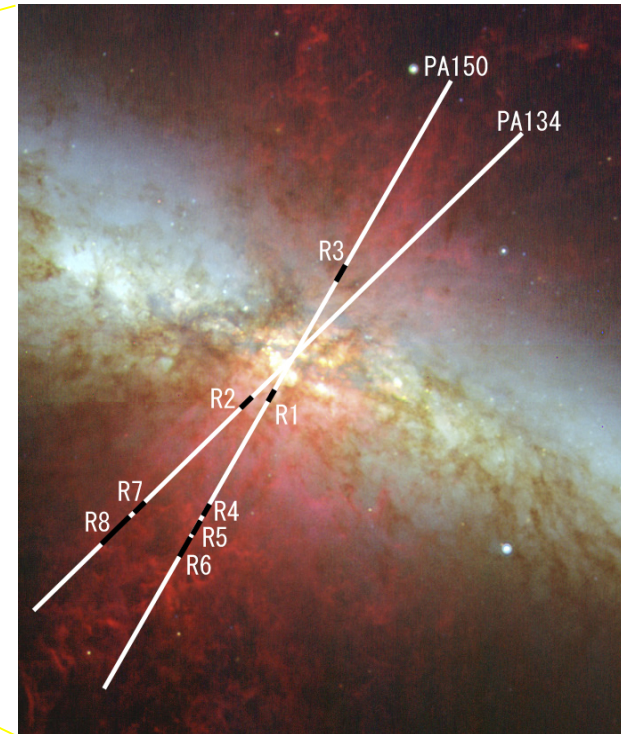
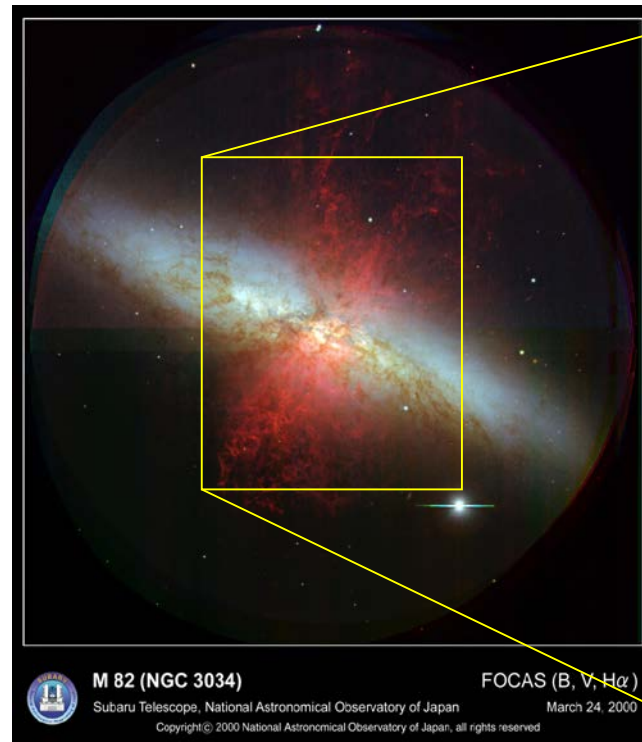


本研究の目的

- M82スーパーウィンド中の大量のダスト
 - ➔ 運動が分からない
 - ➔ ダストの運命がわからない
 - 銀河間空間に流れ出すのか➔銀河間空間汚染
 - 再び銀河に降り積もるのか➔recycling
- スーパーウィンド中のダストの運動を偏光分光観測で探る。

観測

- すばる望遠鏡 + FOCAS偏光分光モード
- 2003年12月21日、22日
- 波長分解能 ~ 2200
- スリットPA 150度 露出600秒
- スリットPA 134度 露出720秒 $\times 4$

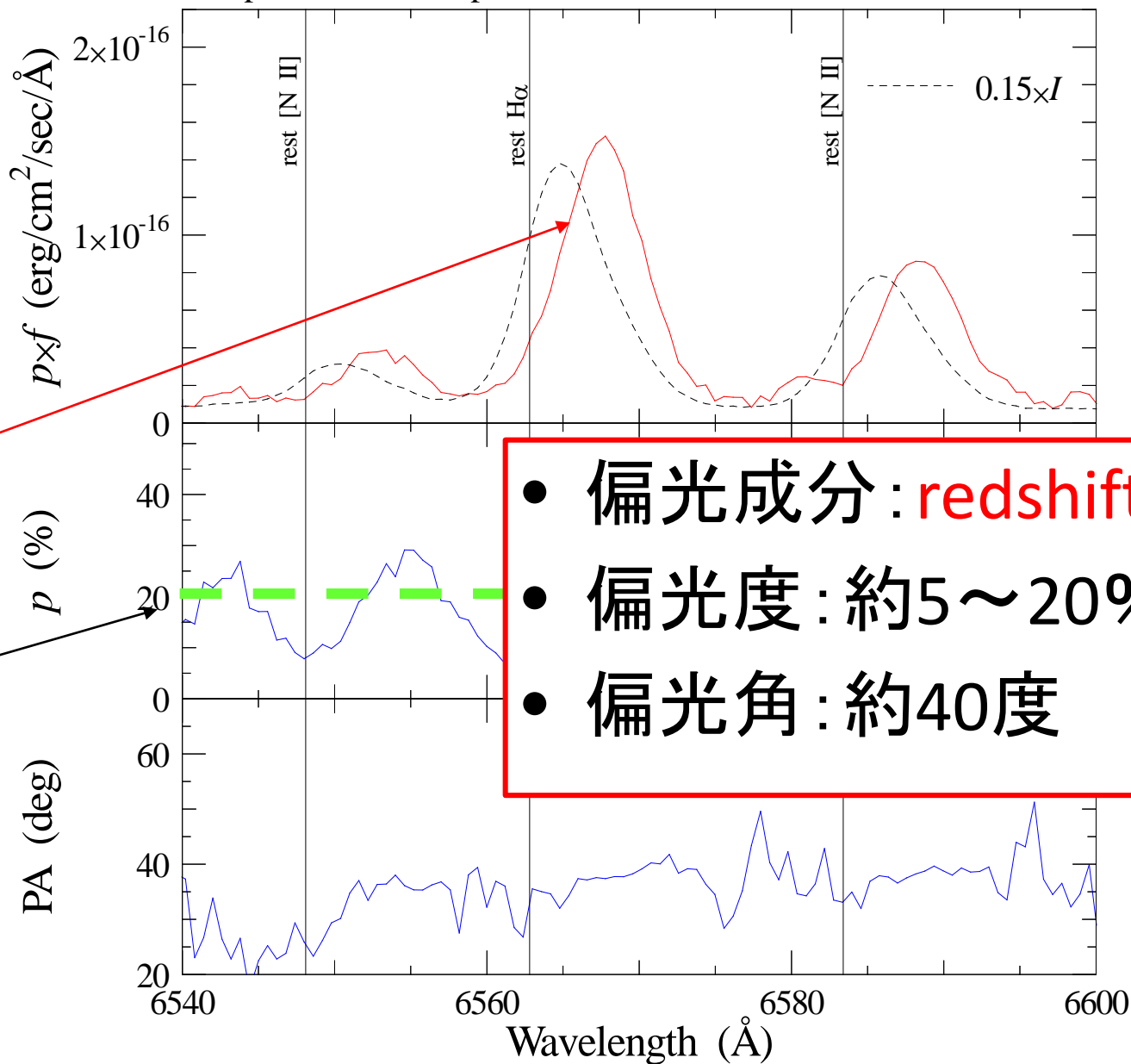


結果

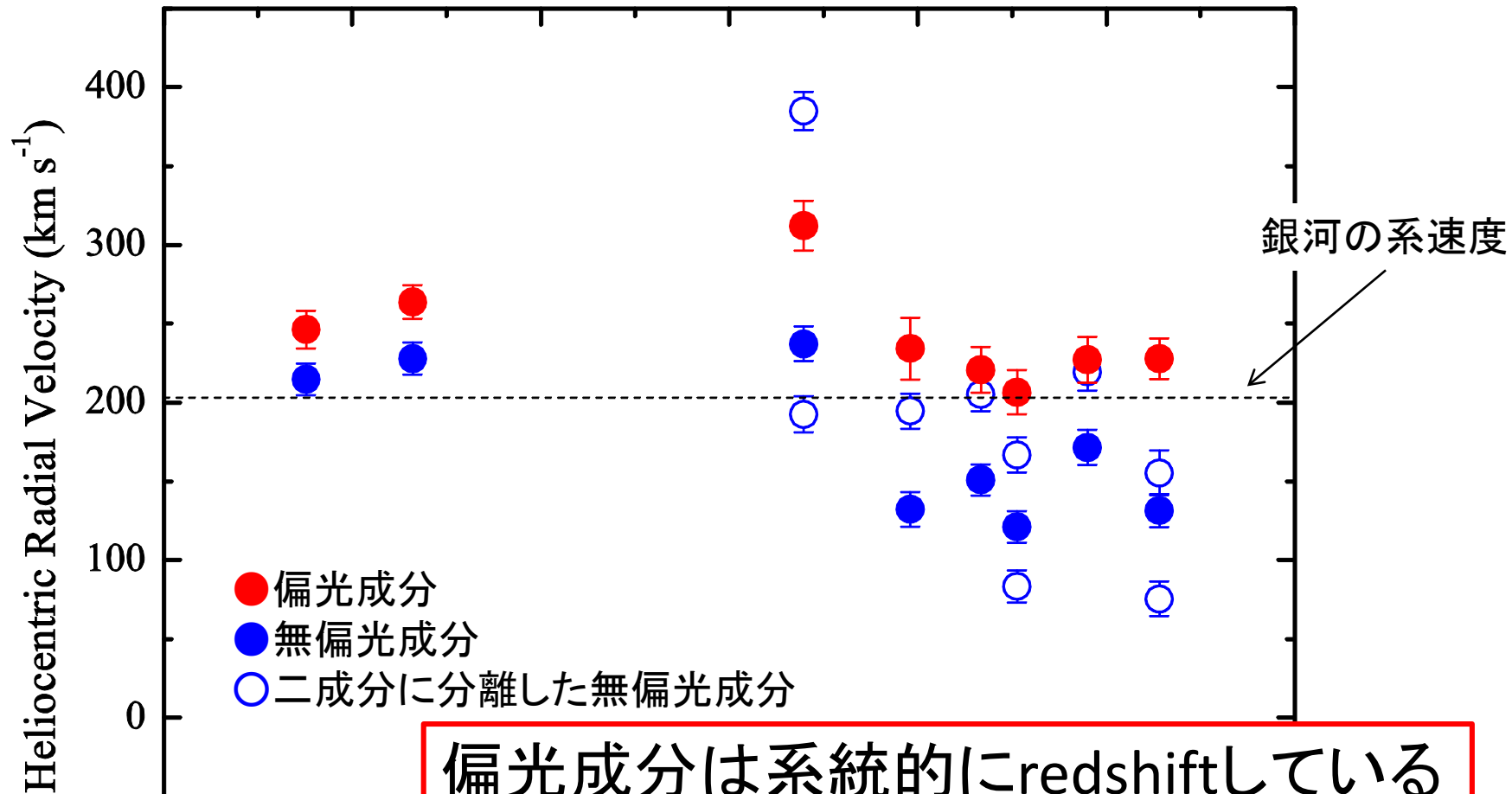
2003-12-22 Slit PA=134°
Chip2: Diffuse component

H α 偏光スペクトル R8

偏光スペクトル

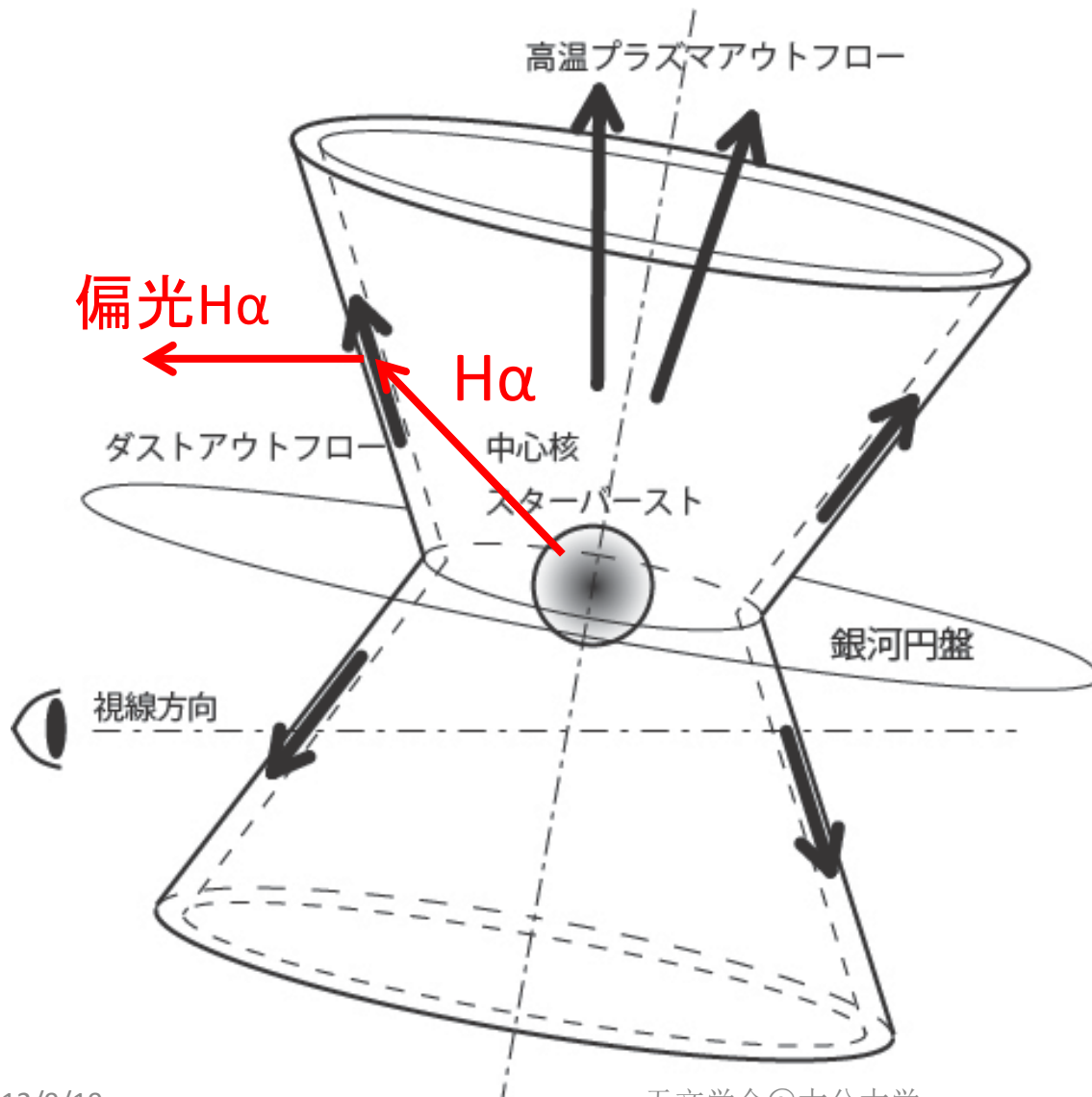


H α ガスの無偏光成分と偏光成分の視線速度



偏光成分は系統的にredshiftしている
→ 偏光成分はダストの中心核に対する相対運動を反映

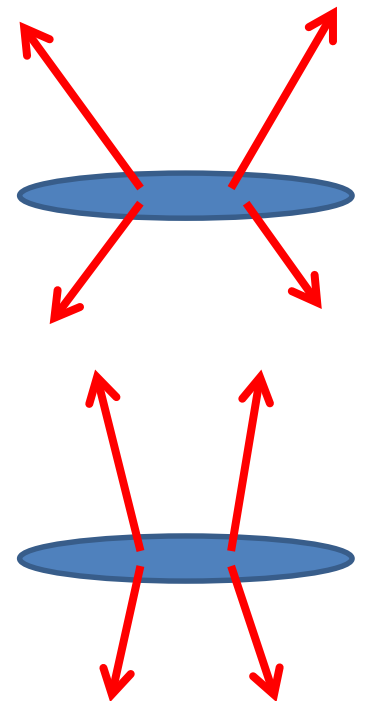
ダストアウトフローのモデル(中空コーンフロー)



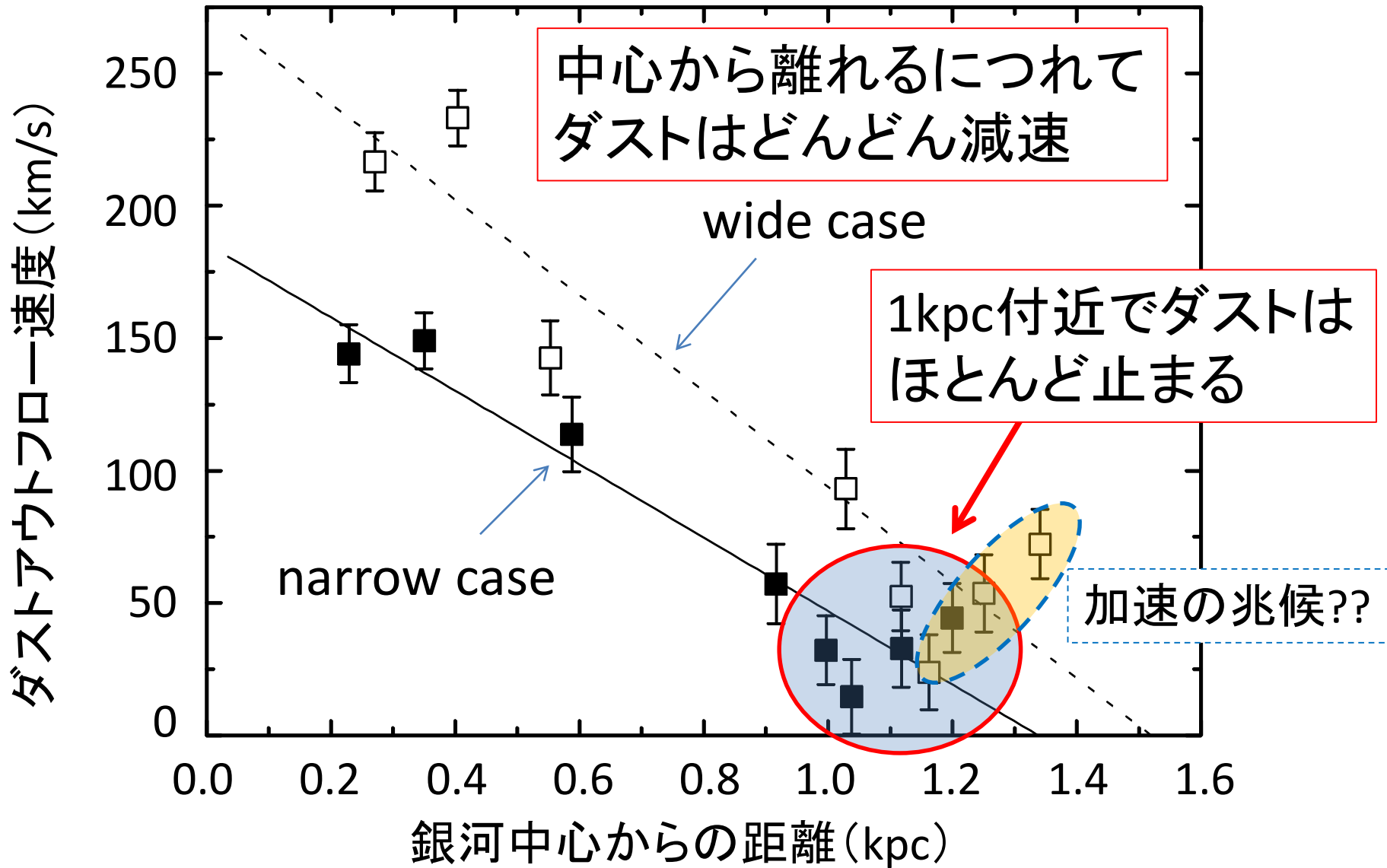
二つのケース

$\theta = 25^\circ$: wide case

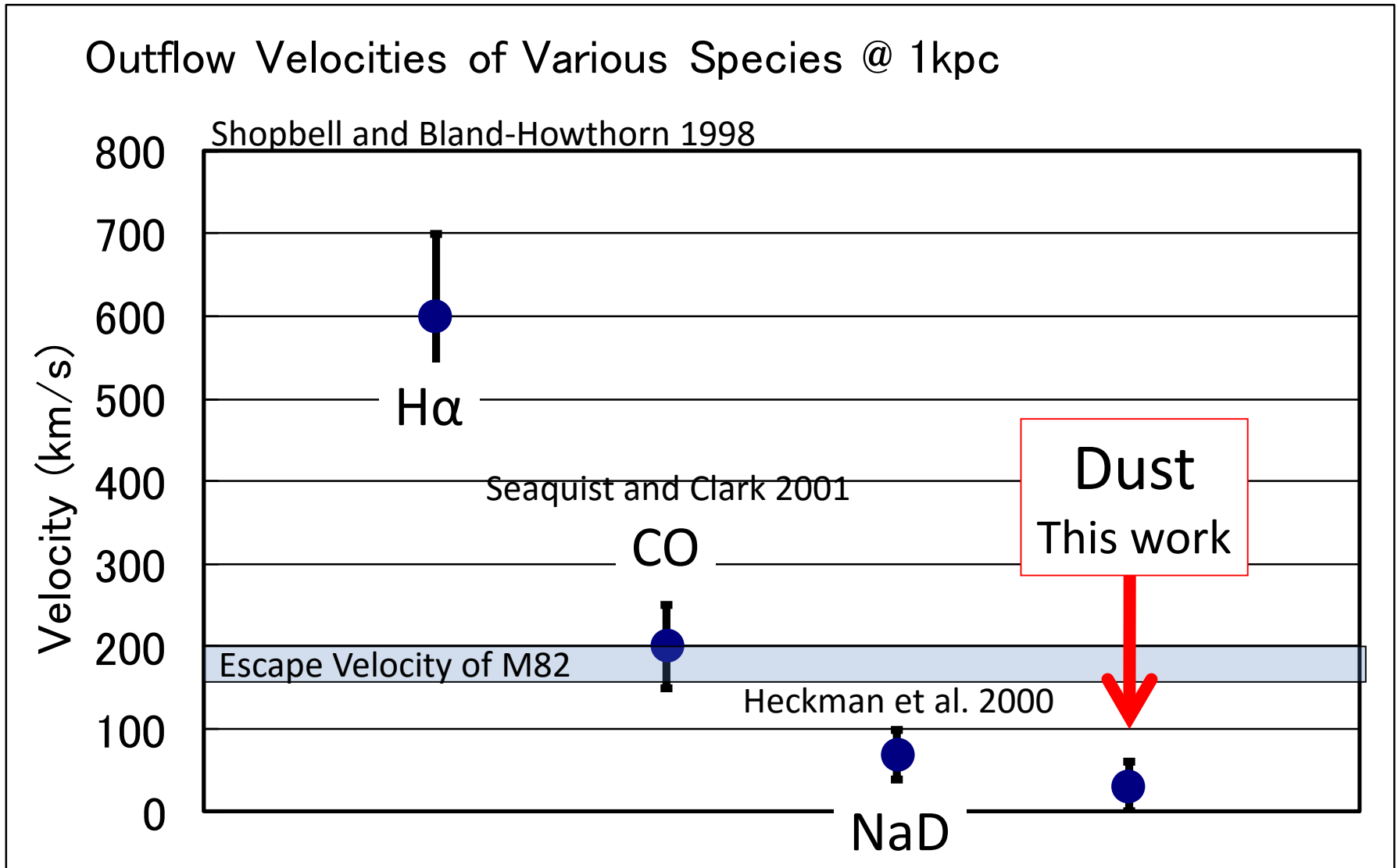
$\theta = 12.5^\circ$: narrow case



ダストフローの運動学



他のアウトフロー物質との比較



議論

- M82スーパーウィンド中のダストは脱出速度より遅く、銀河ポテンシャルを逃れられない。
 - 電離ガス(H α)はOK。分子ガス(CO)は微妙
- 輻射圧によって加速する可能性
 - $r \geq 1$ kpcで加速の兆候??
- ダストの供給源は？
 - スーパーウィンドのみが供給源か？
 - M81との相互作用によって外から降ってきた可能性 ← HIガステイル

まとめ

- 可視偏光分光観測 = スーパーウィンドのダストフローの運動を調べる強力な手段
- M82スーパーウィンド領域の可視偏光分光観測
→ スーパーウィンド中のダスト速度を求めた。
- ダスト速度 $< 50\text{km/s}@1\text{kpc}$ → 電離ガス、COなどと比べてかなり遅い。 $(< v_{\text{esc}})$
- 他の加速機構がなければダストは銀河間空間に出て行けない → 銀河の物質循環
- より広範な偏光分光マッピング、冷たいガスとの詳細な比較 → スーパーウィンドモデルへ
- 他のスターバースト銀河の系統的観測 → スターバーストによるダストフローの運命