

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 II.

吉田道利、川端弘治、伊藤亮介
(広島大学)

大山陽一 (ASIAA, Taiwan)

スターバースト・スーパーウインド

- Giant outflow from starburst galaxies

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

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

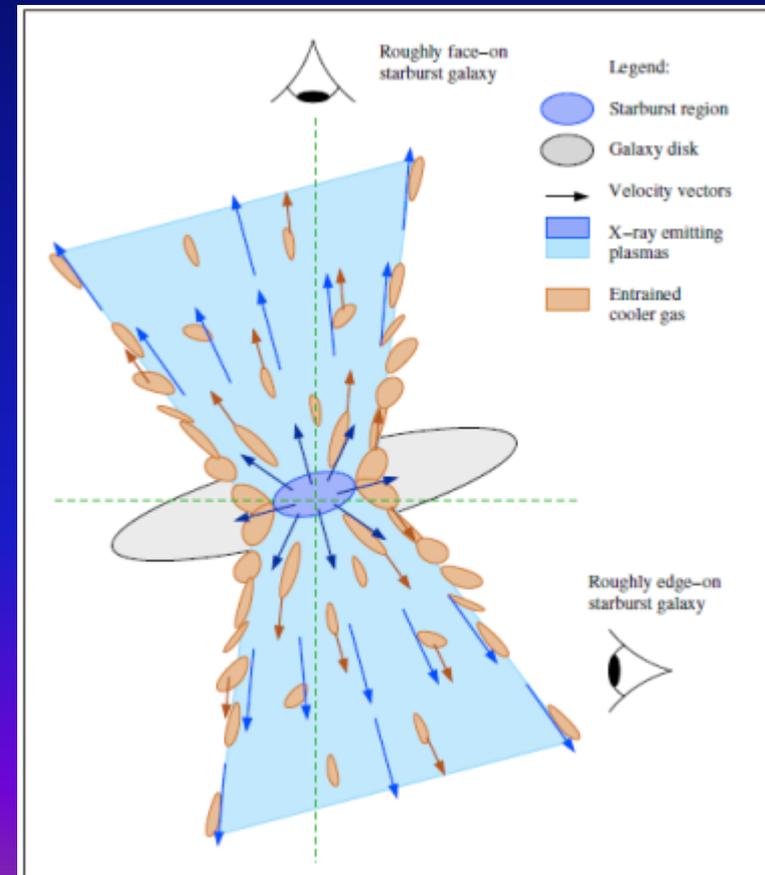
- $\sim 10^{7-8} M_{\odot}$ metal to inter-galactic space

- 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



スターバースト銀河のダストアウトフロー

- 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
 - 最も近傍 (3.9Mpc) のスターバースト銀河
 - 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

2014/9/11

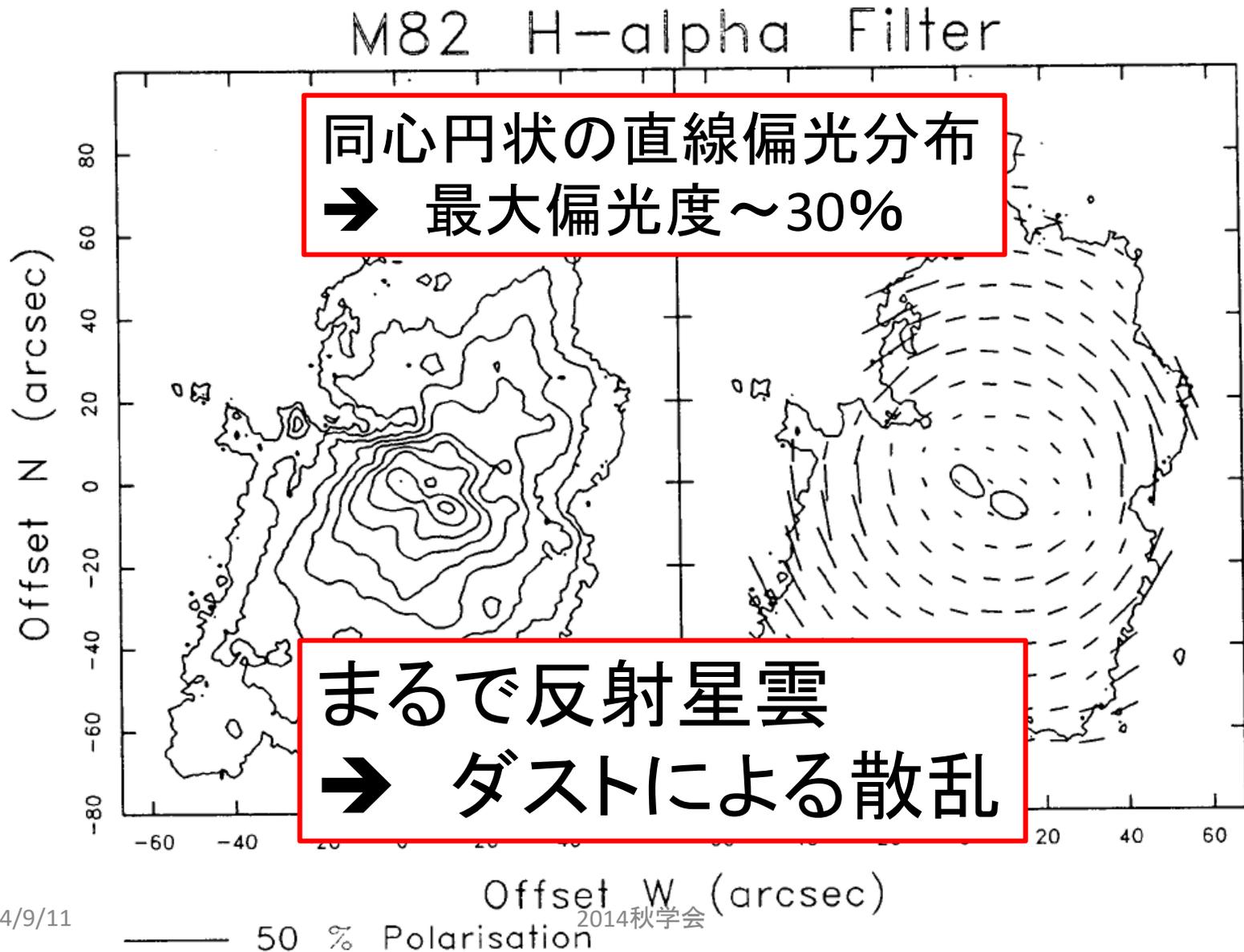
Subaru Telescope,

Copyright

2014秋学会

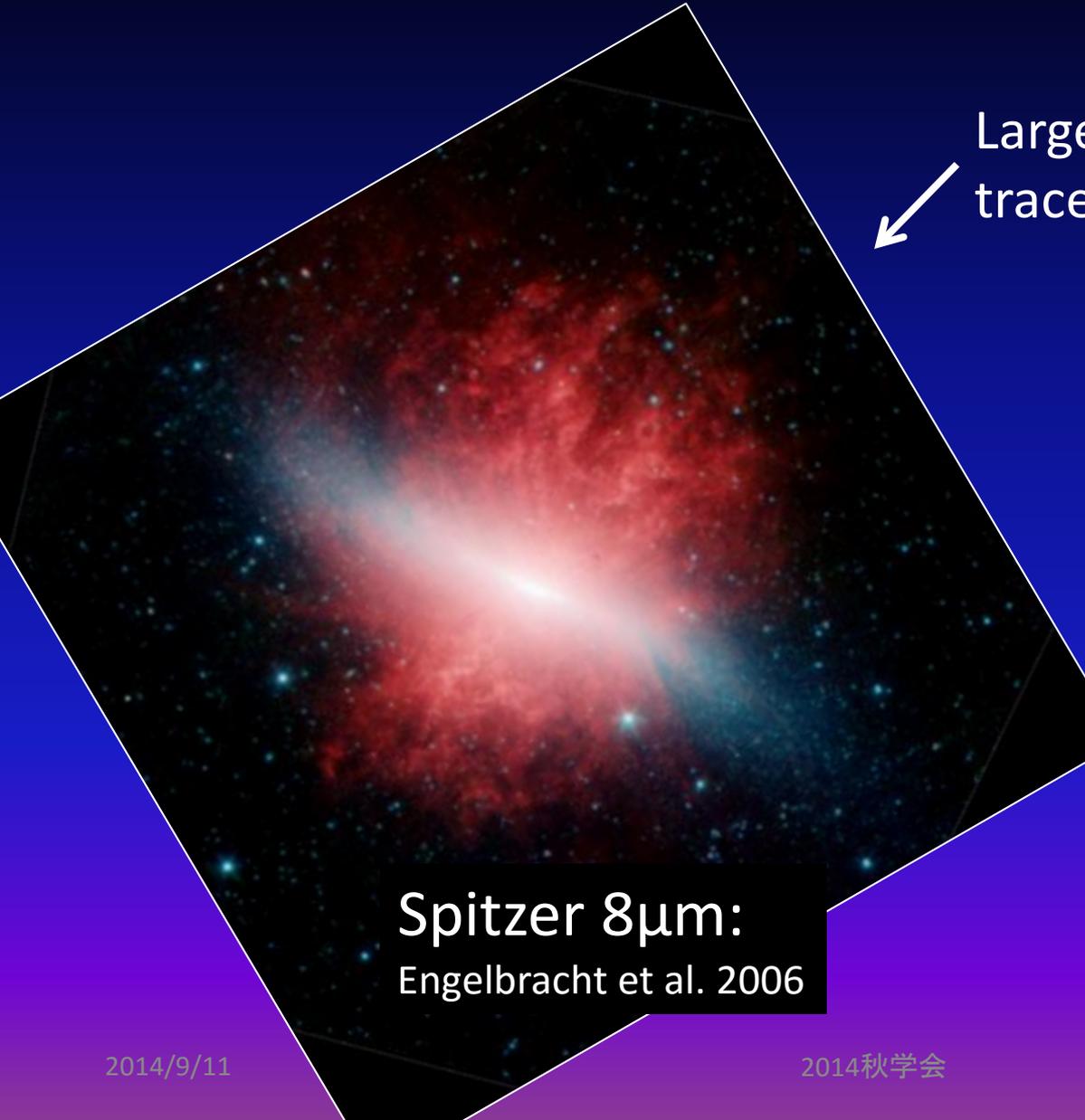
M82の可視輝線(H α)の偏光撮像観測

Scarrot et al. 1991



Mid-IR emission from small dust (PAH)

Large-scale dust outflow
traced by PAH emission



Spitzer $8\mu\text{m}$:
Engelbracht et al. 2006



M 82 (NGC 3034)

Subaru Telescope, National Astronomical Observatory of Japan

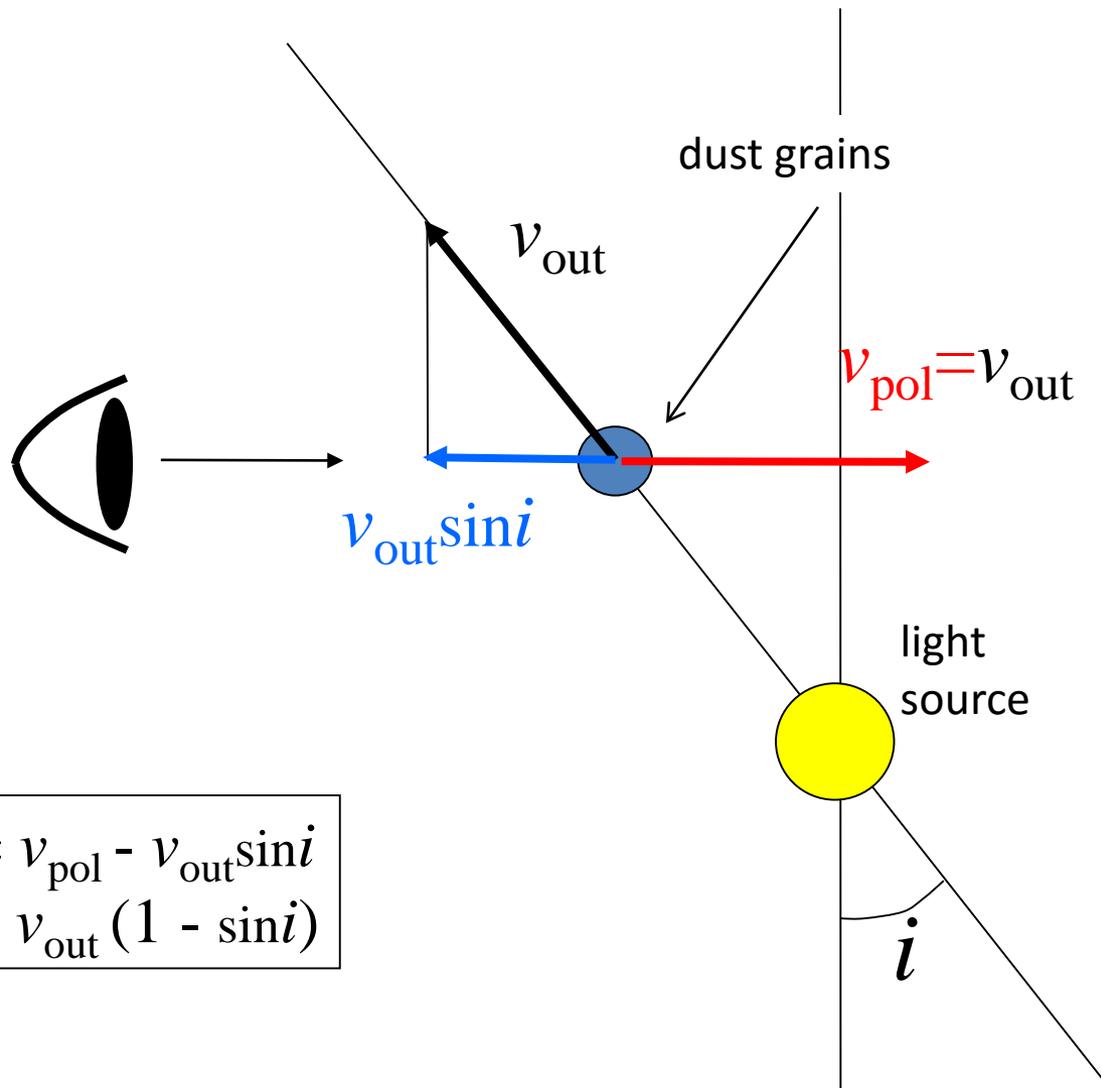
Copyright © 2000 National Astronomical Observatory of Japan, all rights reserved.

FOCAS (B, V, H α)

March 24, 2000

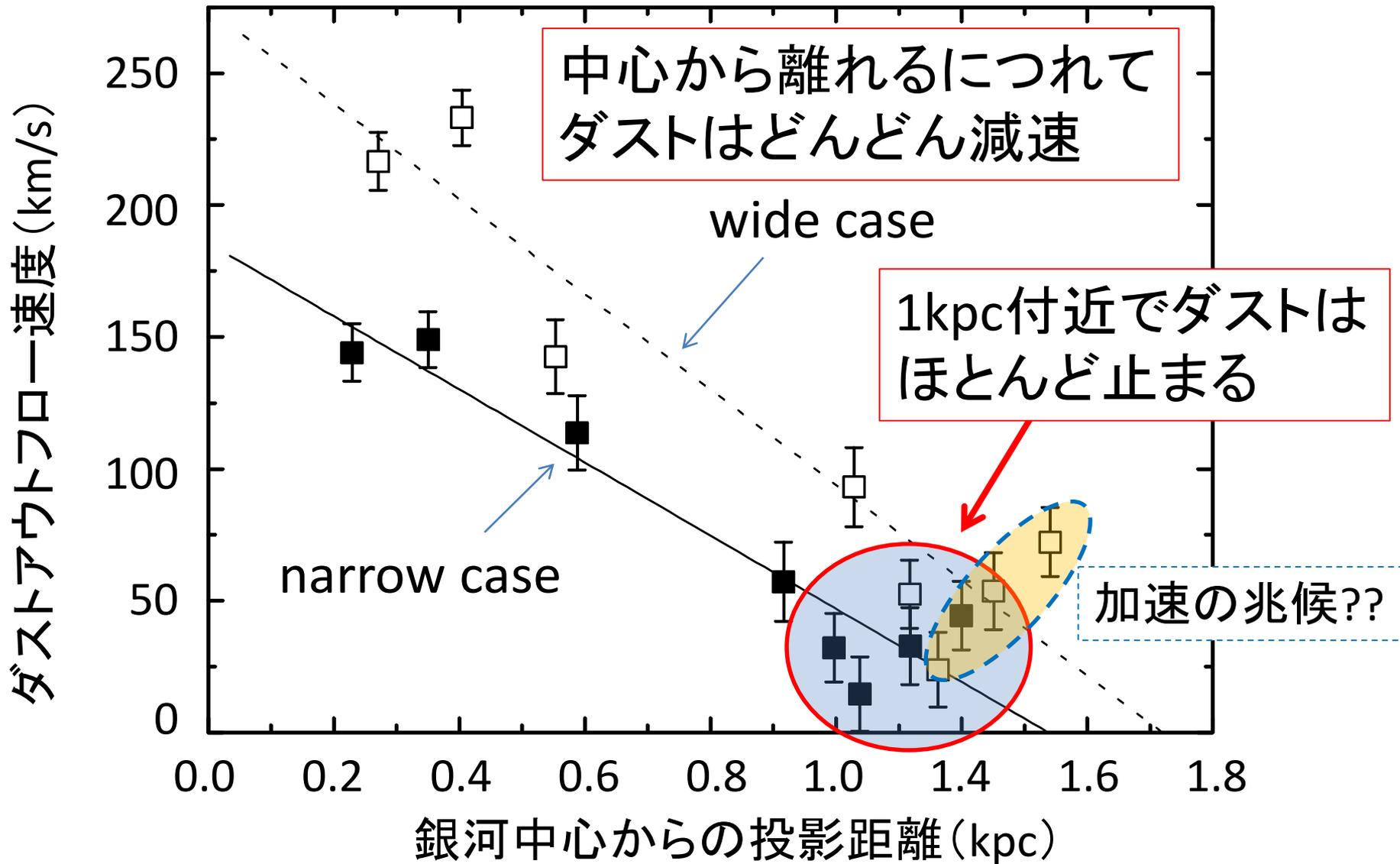
- スターバーストスーパーウィンド中の大量のダスト
 - 運動が分からない
 - ダストの運命がわからない
 - 銀河間空間に流れ出すのか→銀河間空間汚染
 - 再び銀河に降り積もるのか→recycling
- スーパーウィンド中のダストの運動を偏光分光観測で探る。

どうして偏光分光でダストの運動が分かるのか

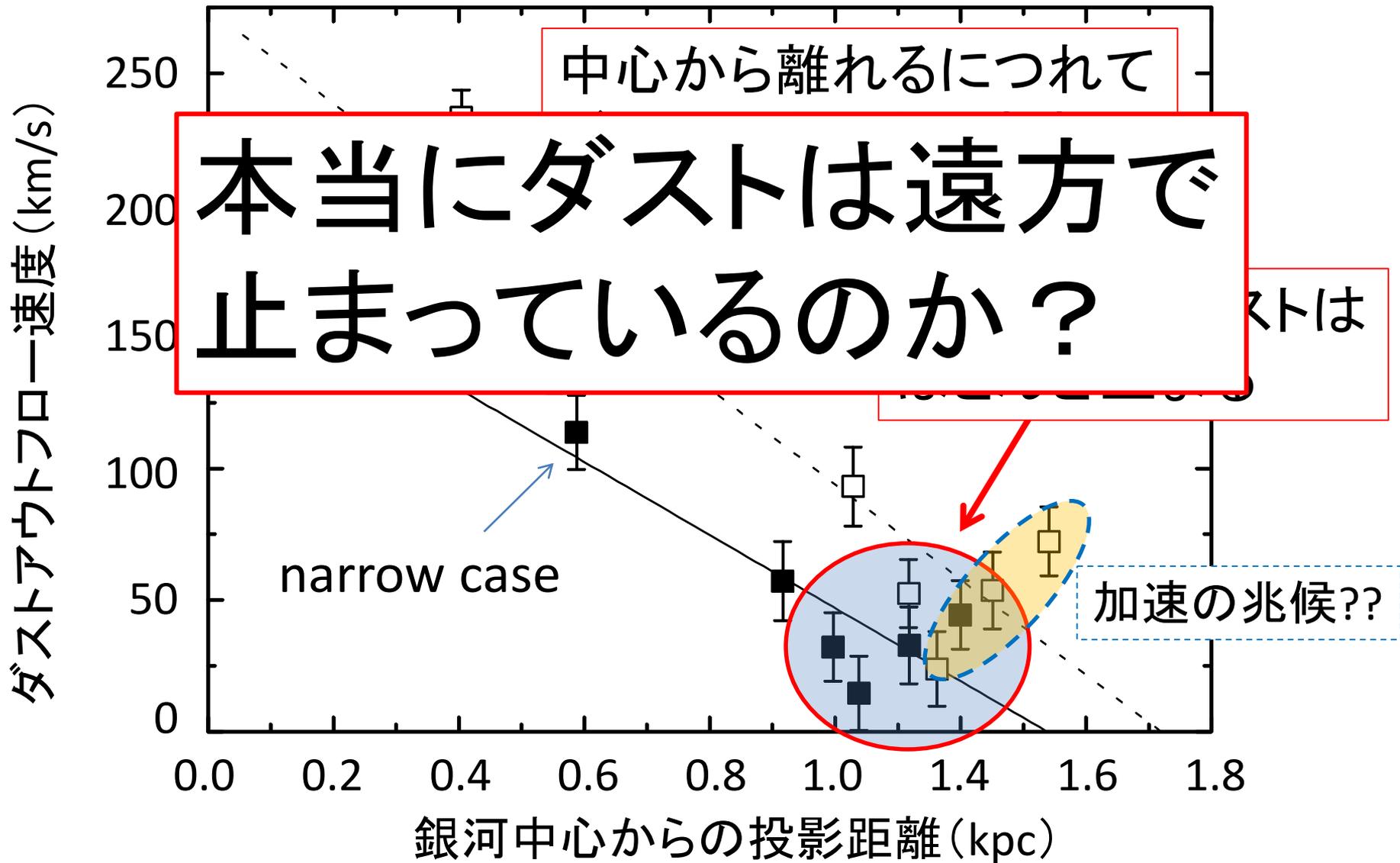


M82ダストフローの運動学

(Yoshida+ 2011)



M82ダストフローの運動学 (Yoshida+ 2011)

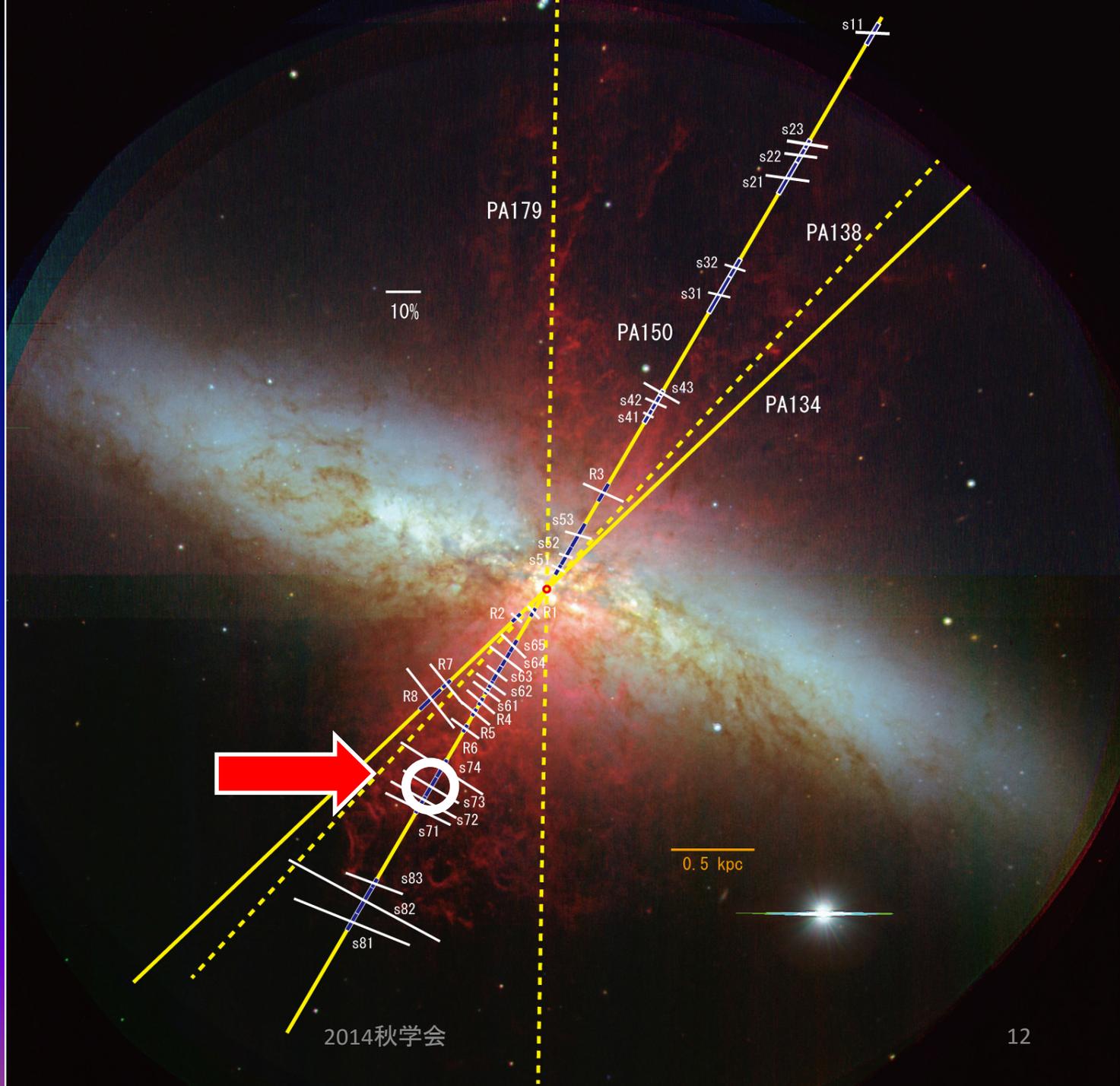


スターバースト銀河M82の 偏光分光観測

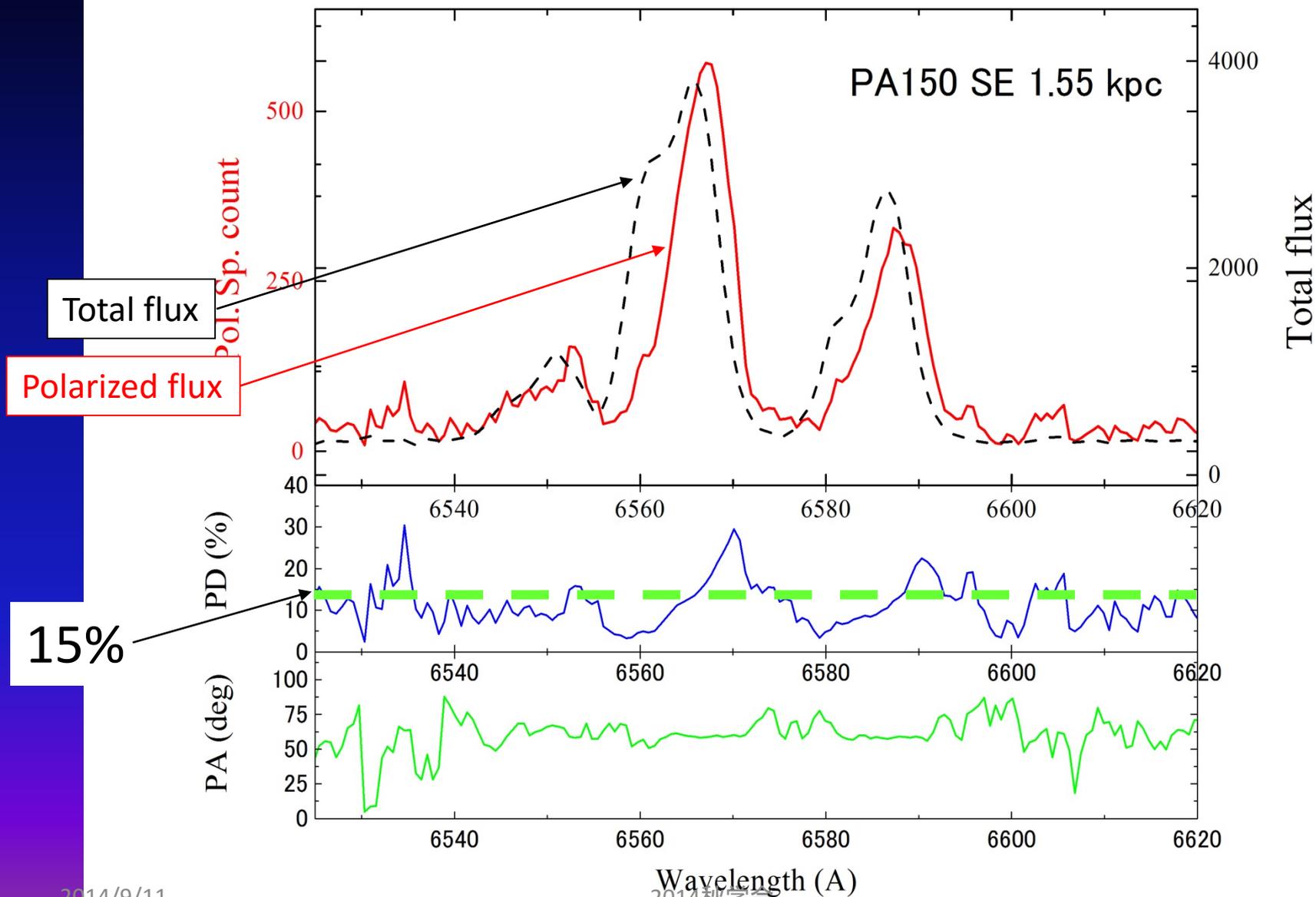
- Subaru Telescope + FOCAS
- 2013/1/16、17
- 0.8 arcsec slit → Spectral resolution $R \sim 1700$
- PA 138, 150, 179

Polarization vectors of H α

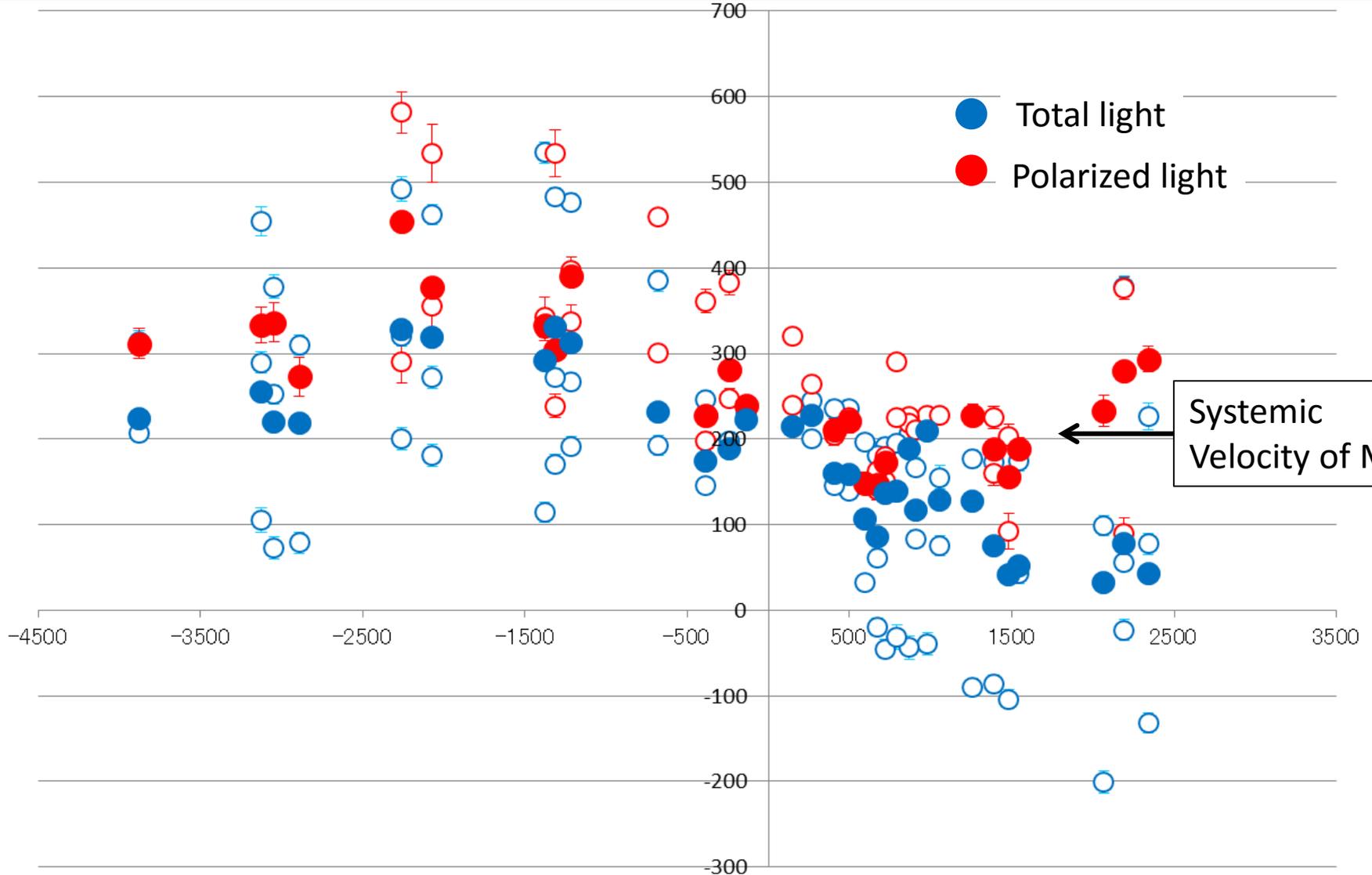
Consistent with the Imaging polarimetry results by Scarrot et al. (1991)



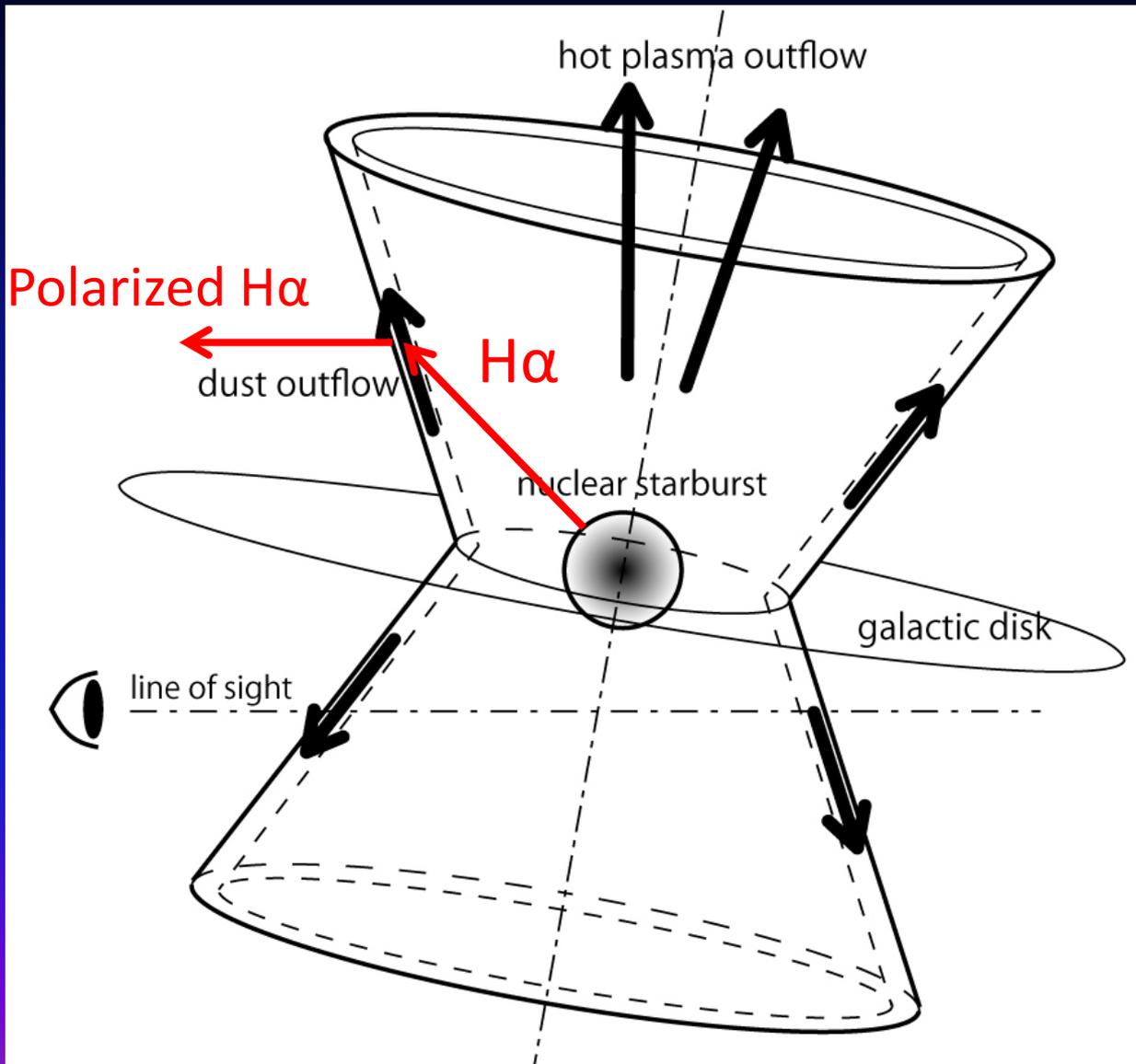
H α + [NII] polarized spectrum of M82



Radial velocities of polarized H α lines



Dustflow model (hollow conical outflow)



Dust grains flow along the wall of the cone.

Assumptions

Cone opening angle:

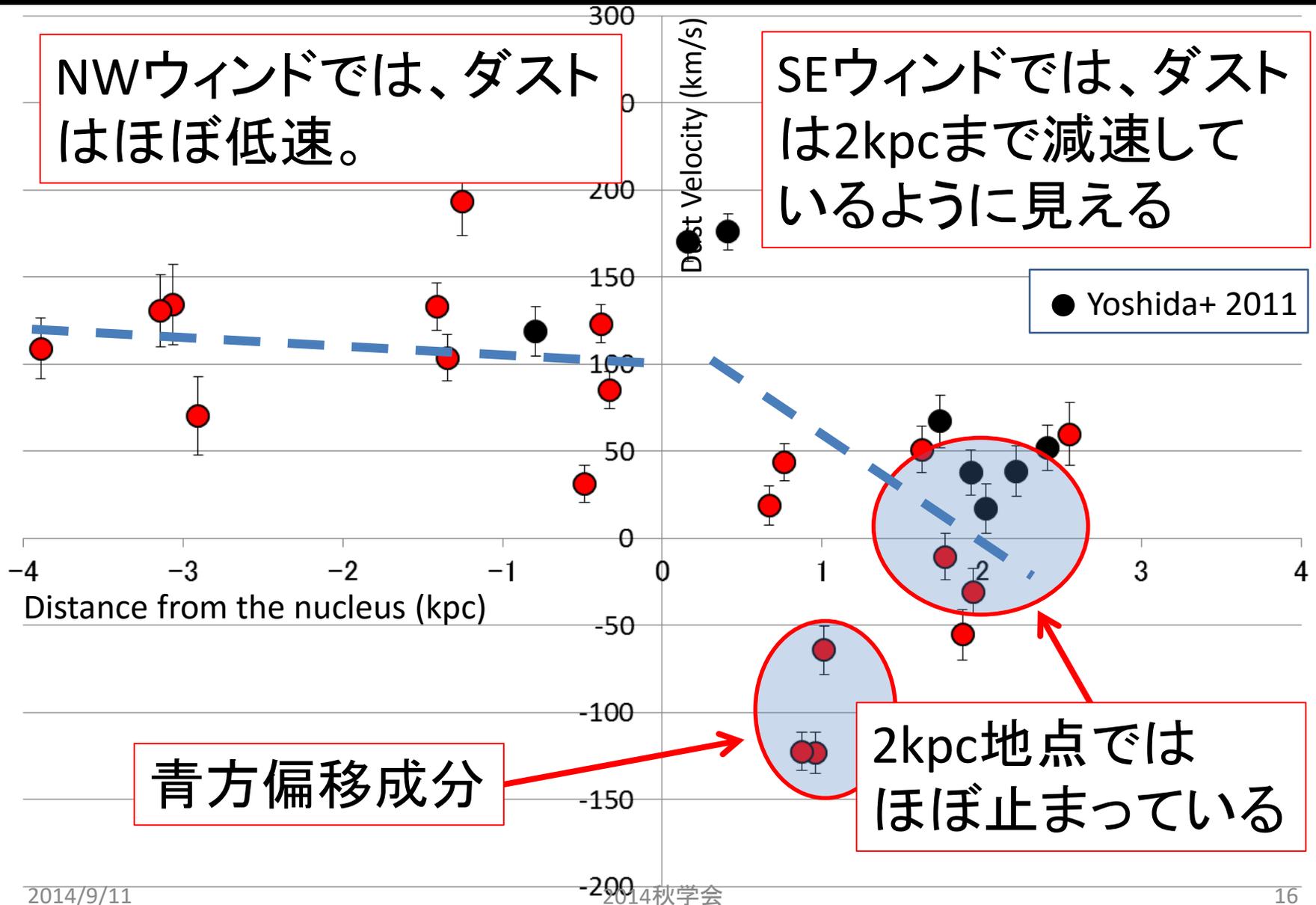
$$\theta = 40^\circ$$

Inclination angle:

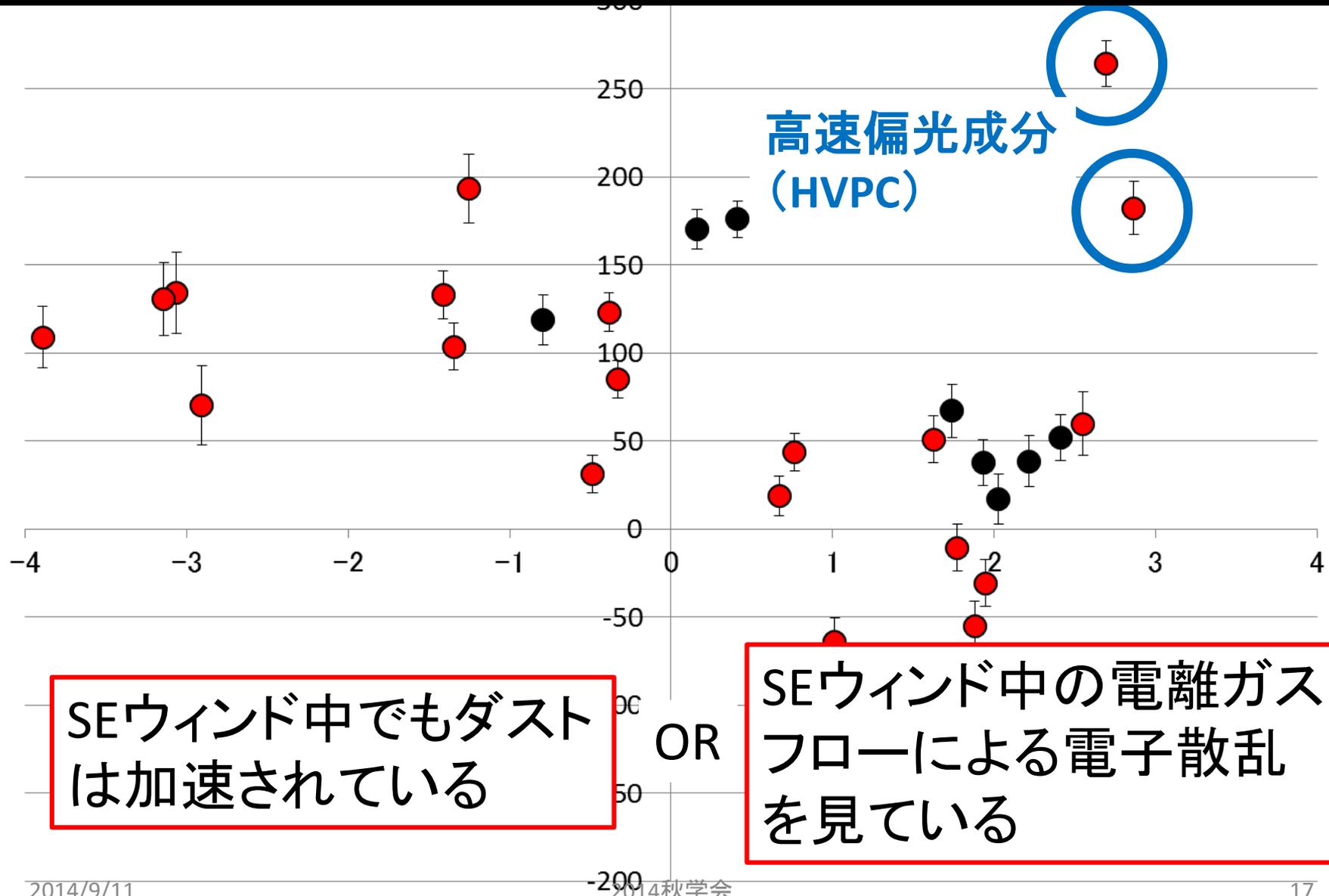
$$i = 15^\circ$$

Starburst region size:
300 pc in diameter

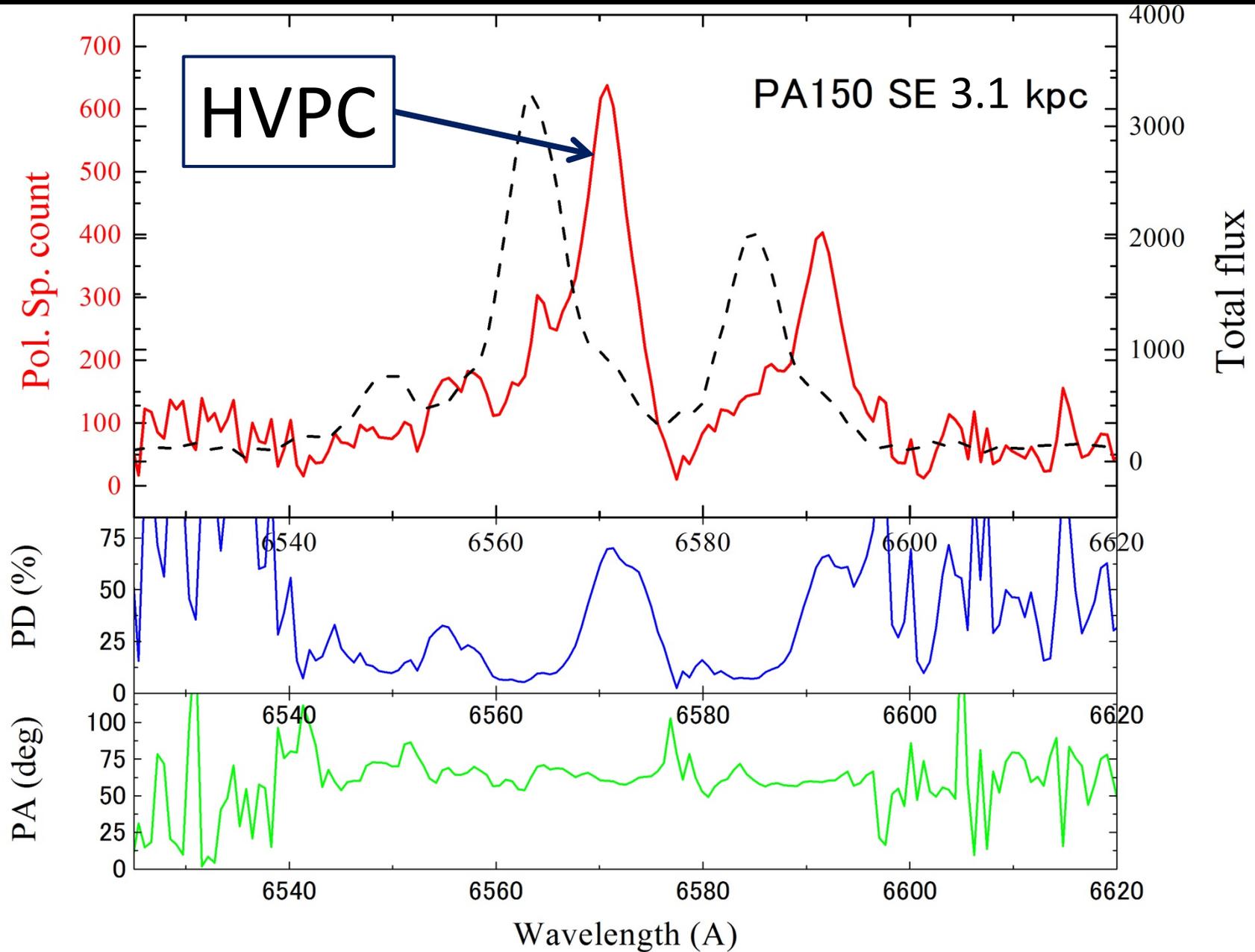
Kinematics of the dust outflow of M82



Detection of high velocity polarized components



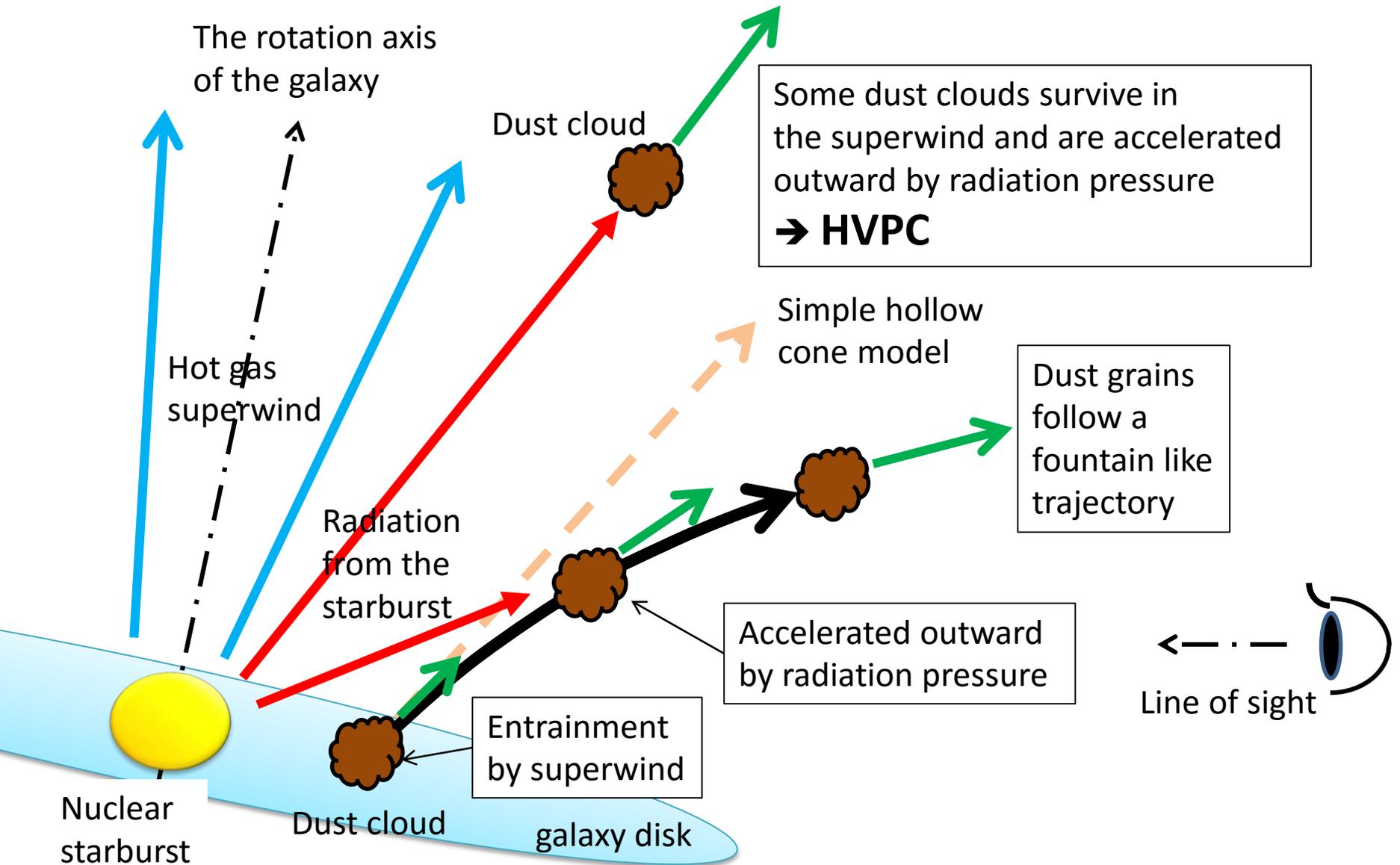
Spectrum of the high velocity pol. comp.



M82スーパーウィンド中のダスト運動

1. SE側では、中心核から2kpc付近までダストは減速しているように見える
2. SE側には負の速度（光源に向かって運動している）を持つ成分がある → 止まっているダストがアウトフローしている光源を見ている？
3. NW側ではほぼ一定のダスト速度が示唆される

SEウィンド中のダスト運動に関する一つの解釈



まとめ

- 可視の偏光分光観測はスーパーウィンド中のダスト運動を探る良いプローブ
- すばるFOCASを用いて、M82の可視光($H\alpha+[NII]$)の偏光分光を行った
- 偏光輝線は、無偏光輝線に対して系統的に赤方偏移
→ ダスト運動
- SEウィンド中のダストには、単純な中空コーンフローを仮定すると、2kpc付近まで減速する成分と、3kpc付近で急加速されている成分があるように見える → 噴水状のダストフローとウィンド中心で輻射圧加速された成分が見えているのか？
- NWウィンド中のダストは4kpc付近まで、ほぼ一定の速度を保っている → SEウィンドとは輻射の放出が異なる？