

かなた望遠鏡可視偏光サーベイ： Nova V4444 Sgr方向の星間磁場構造と星間ダスト

川端弘治、○堀友哉、丸田哲温(広島大)、
土井靖生、城壮一郎(東京大)、秋田谷洋(千葉工大)、
松村雅文(香川大)、笹田真人(東京科学大)

日本天文学会2025年秋季年会



HIROSHIMA UNIVERSITY

可視近赤外2バンド同時偏光撮像分光器 HONIR

口径1.5-m「かなた望遠鏡」(東広島天文台)
カセグレン焦点に常設

視野 10分角 × 10分角

偏光スプリッター(YLF) + 超無色半波長板(MF+SiO₂)

可視チャンネル 検出器: 2k4k CCD (浜ホト)

B, V, Rc, Ic, order_cut, ND; グリズム

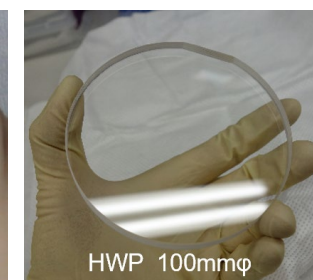
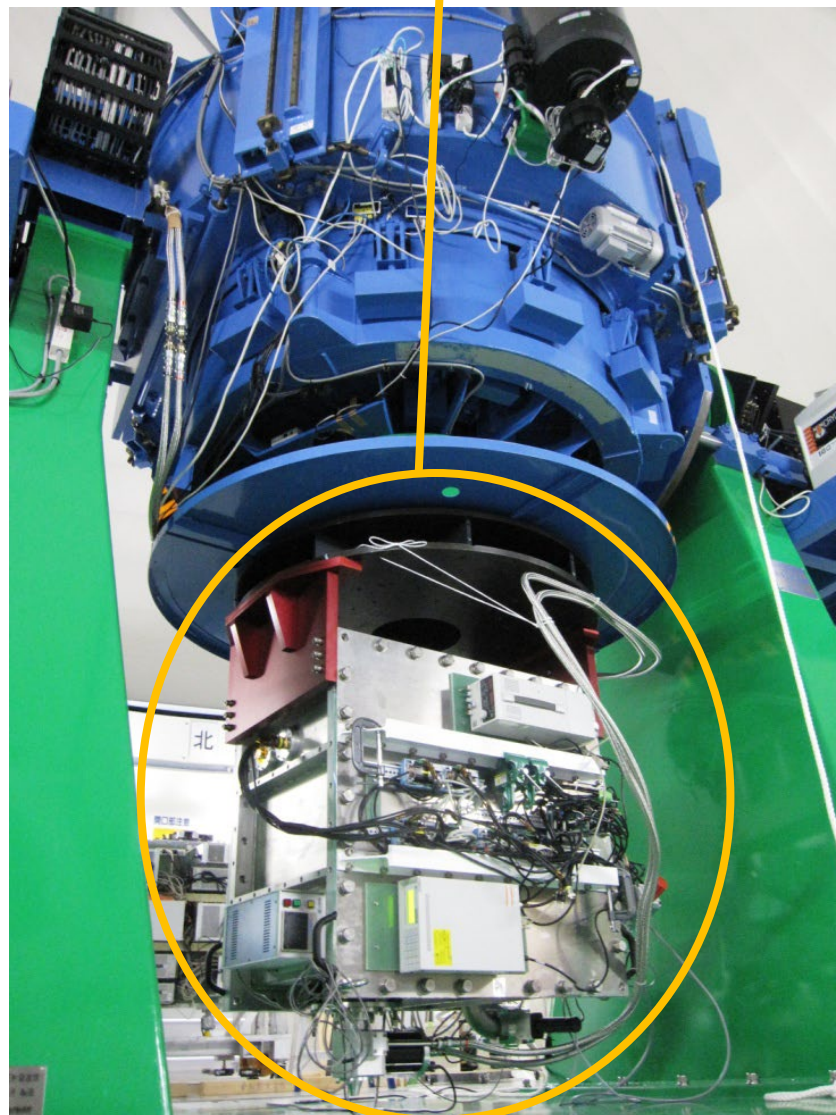
近赤外チャンネル 検出器: 2k2k MCT (Raytheon)

J, H, Ks, order_cut, ND; グリズム

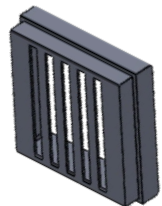
Akitaya, Moritani, Ui, et al. SPIE Proc., 9147E, 40A (2014)

Ui, Sako, Yamashita, et al. SPIE Proc., 9147E, 6CU (2014)

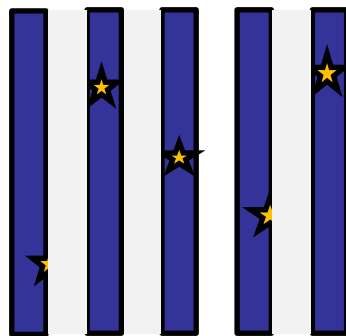
Sakimoto, Akitaya, Yamashita, et al. SPIE Proc., 8446E, 73S (2012)



モザイク観測による偏光サーベイ

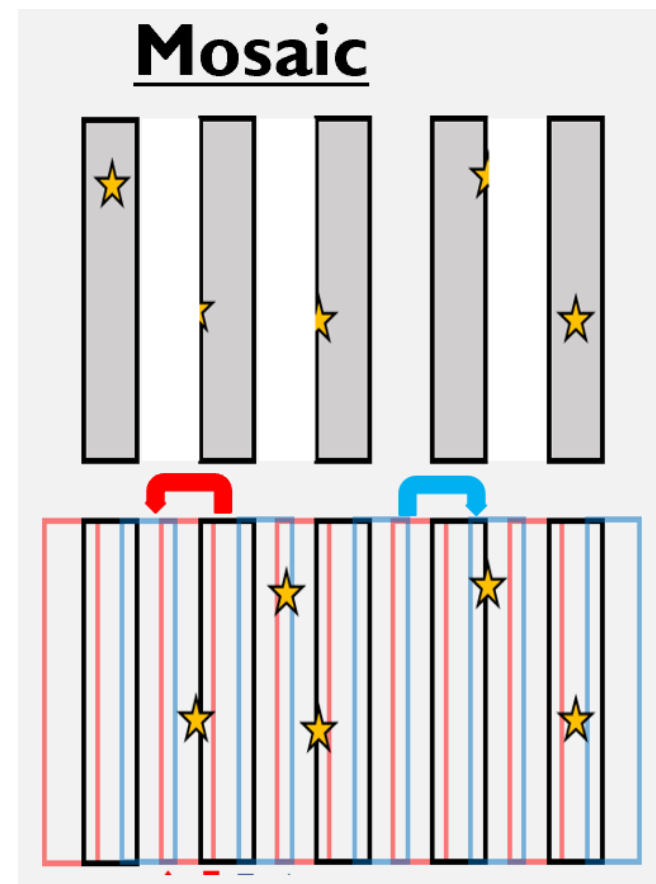


偏光撮像用の
焦点マスク

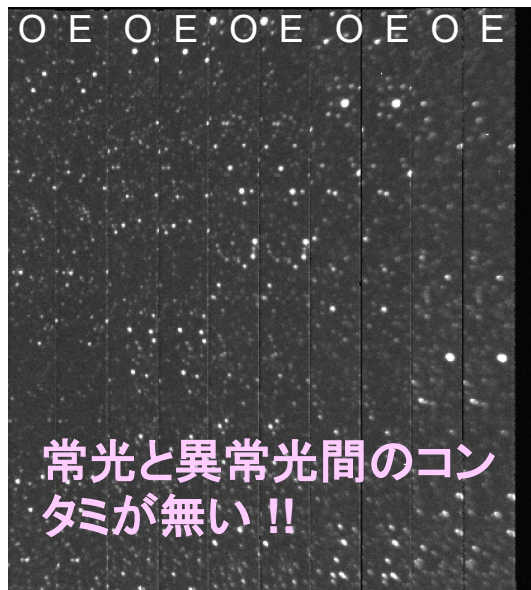


1露出で観測される視野
(5つの 45" × 9.7' 矩形領域)

横3か所 (× 縦3か所) の
ディザリング観測



Total FoV
~9' × 8'

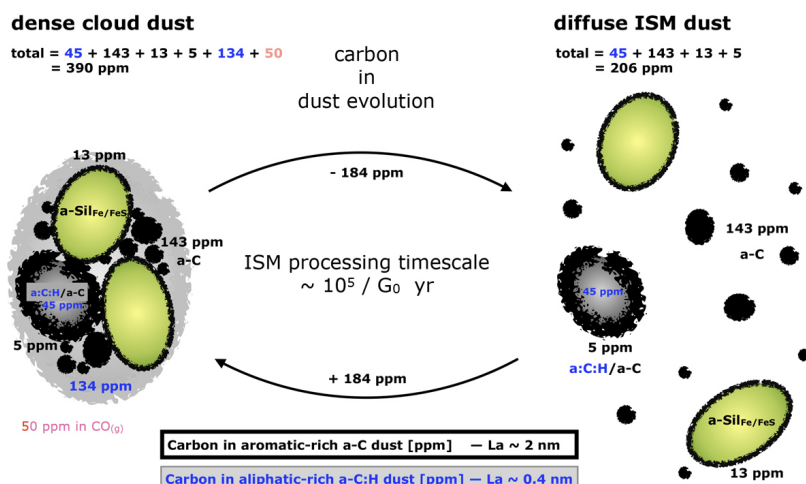
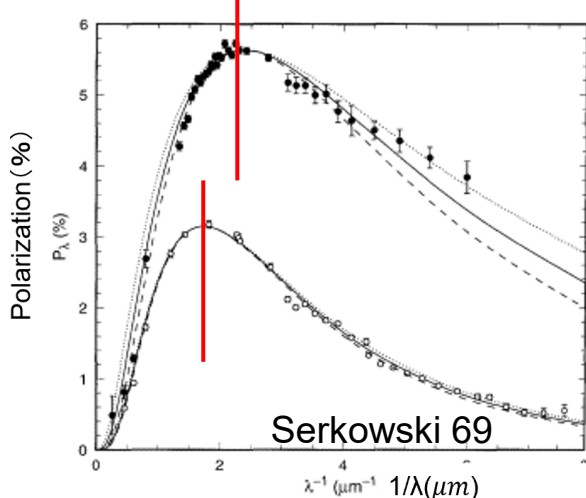


常光と異常光間のコン
タミが無い!!

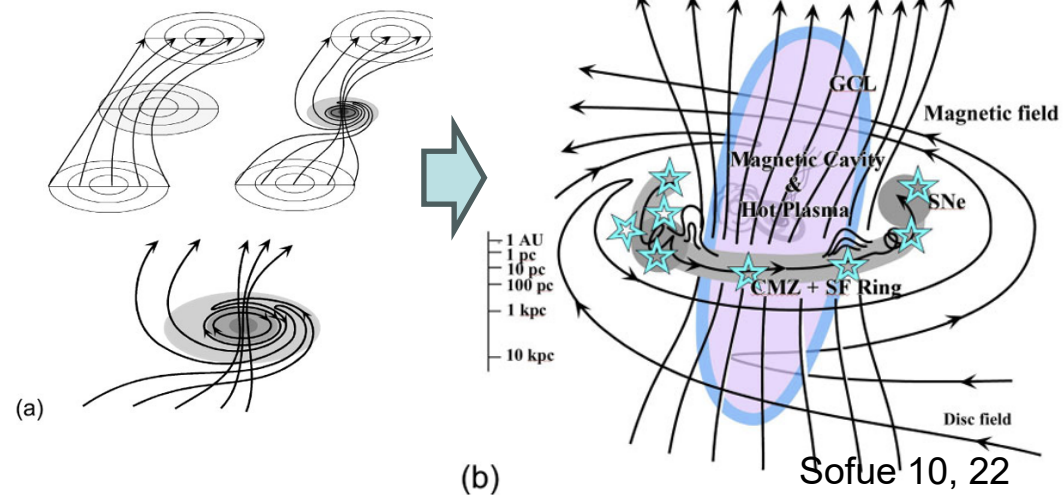
本偏光サーベイの観測目的

Powered by Gaia's parallax (distance) measurements

1. 星間偏光のピーク波長 λ_{\max} の二次元／三次元分布を捉え、天の川銀河中の星間ダストのサイズと進化を探る
2. 星間偏光の三次元分布を捉え、銀河中心付近の磁場構造を解き明かし、その成因や銀河間磁場との繋がりを探る



Jones & Ysard 19



観測対象: Nova V4444 Sgr 付近

(Nova Sgr 1999)

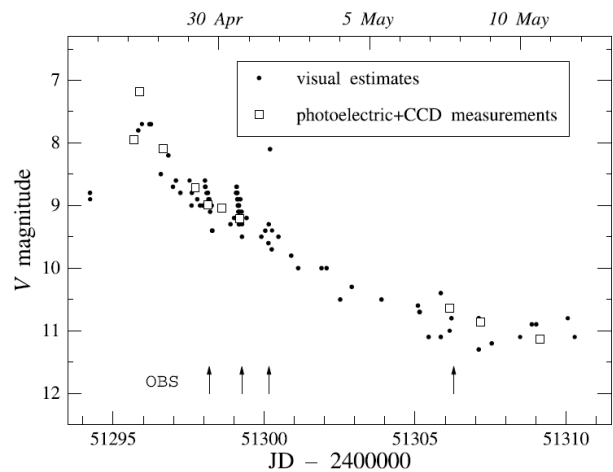
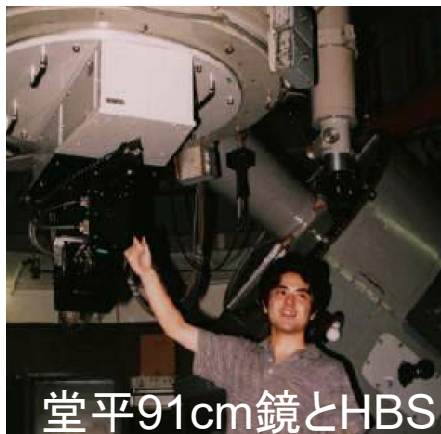
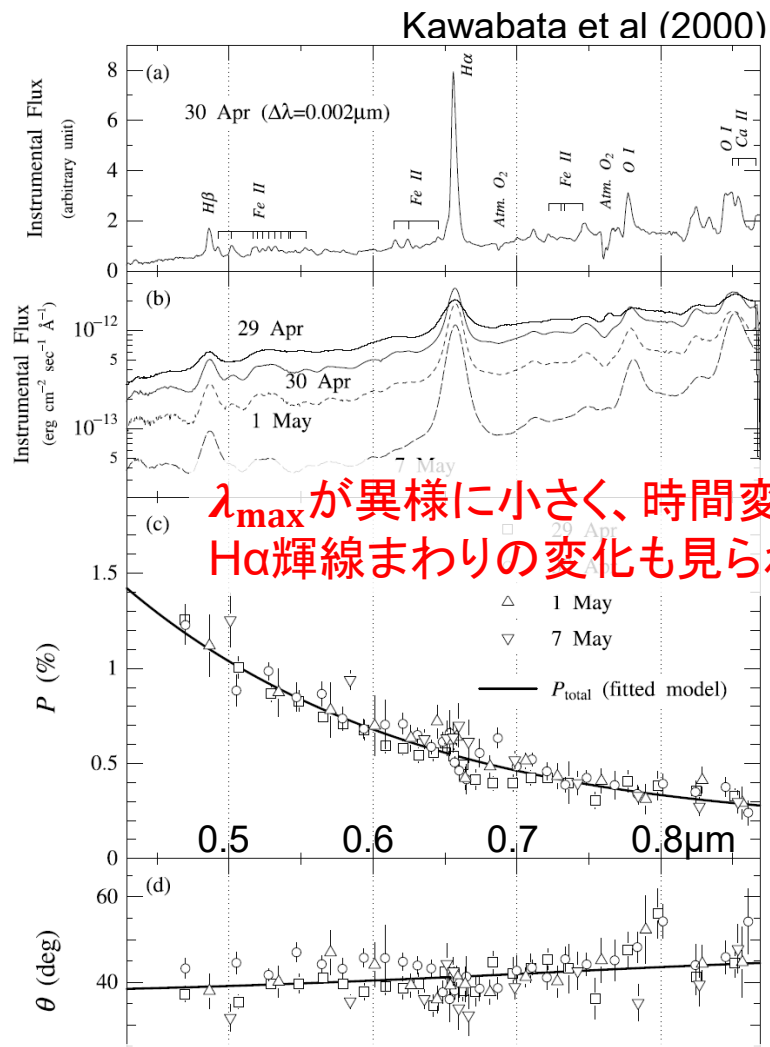


FIG. 1.—Visual light curve of nova V4444 Sagittarii 1999 compiled from IAU Circulars 7153–7155 and VSNET reports. The times of our observations are indicated with arrows.

$l = 3.8^\circ, b = -3.4^\circ$
銀河中心近傍

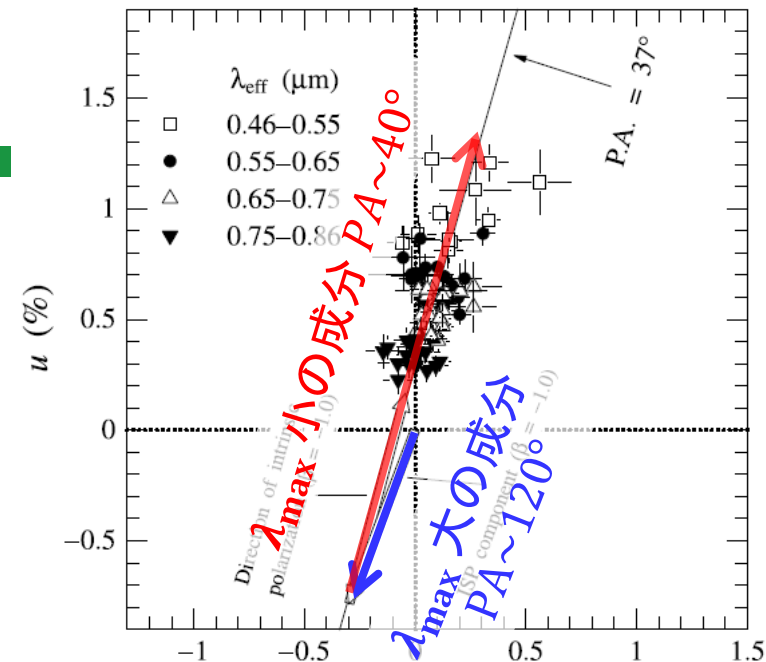


堂平91cm鏡とHBS

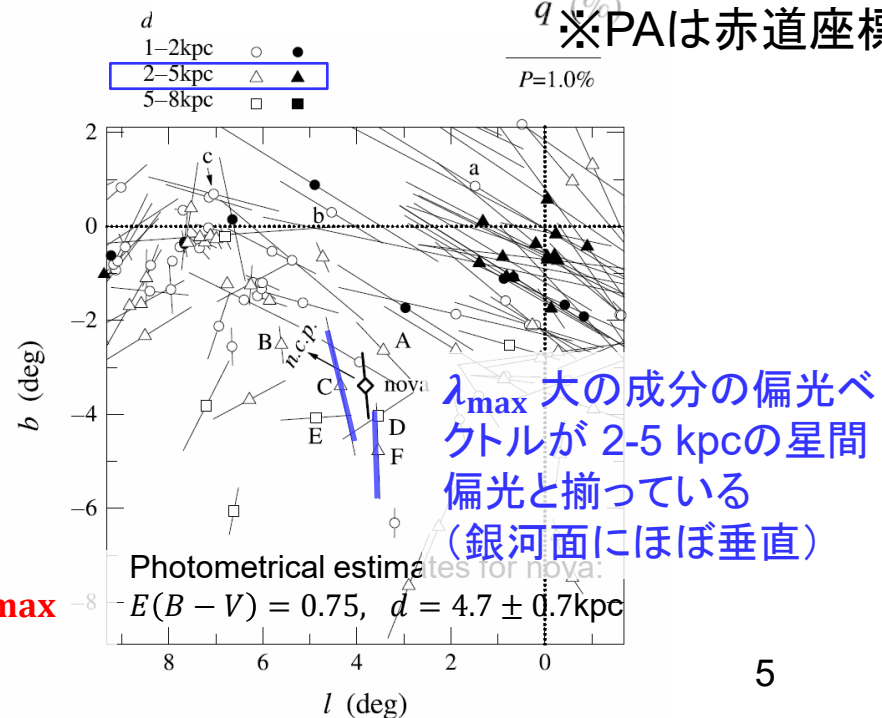


λ_{max} が異様に小さく、時間変化も
H α 輝線まわりの変化も見られず

2種類の星間ダストからなるトイモデルにより、 λ_{max}
が異なるほぼ直交する偏光成分の存在を予言



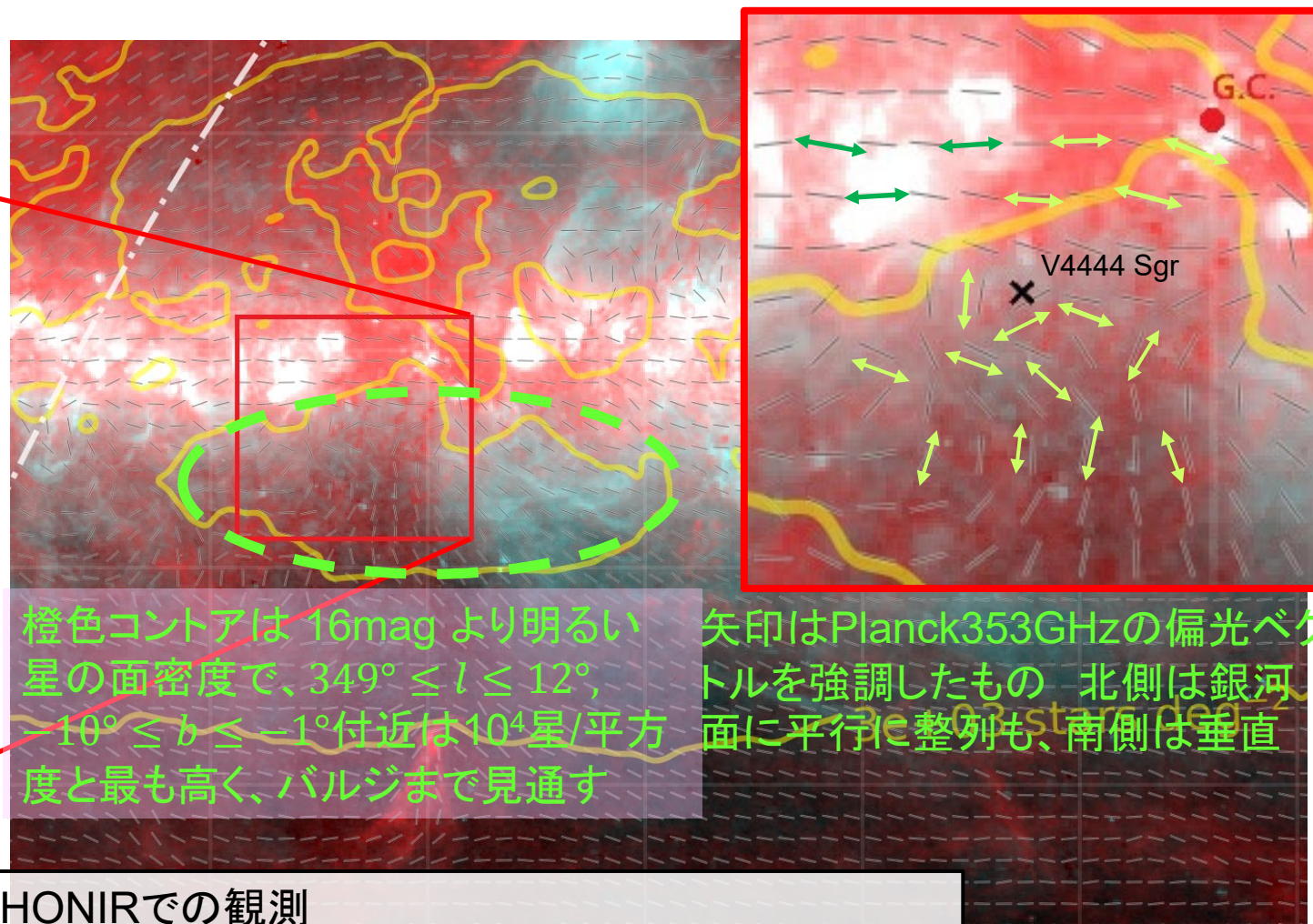
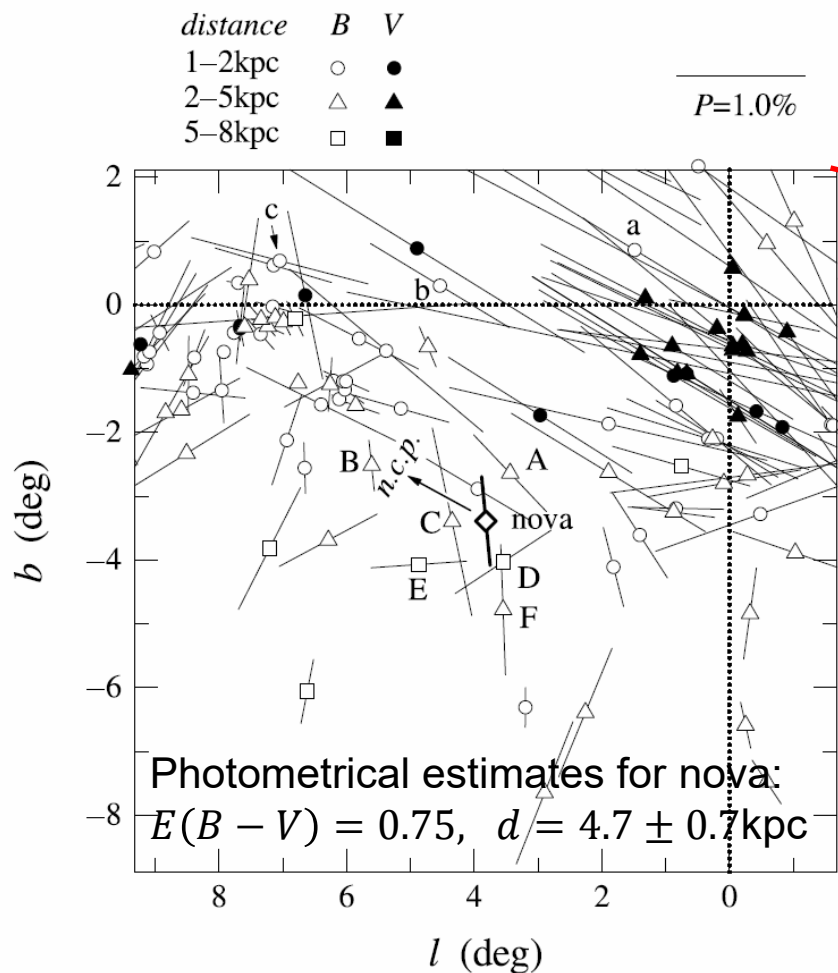
※PAは赤道座標



λ_{max} 大の成分の偏光ベ
クトルが 2-5 kpcの星間
偏光と揃っている
(銀河面にほぼ垂直)

Photometrical estimates for nova:
 $E(B - V) = 0.75, d = 4.7 \pm 0.7 \text{ kpc}$

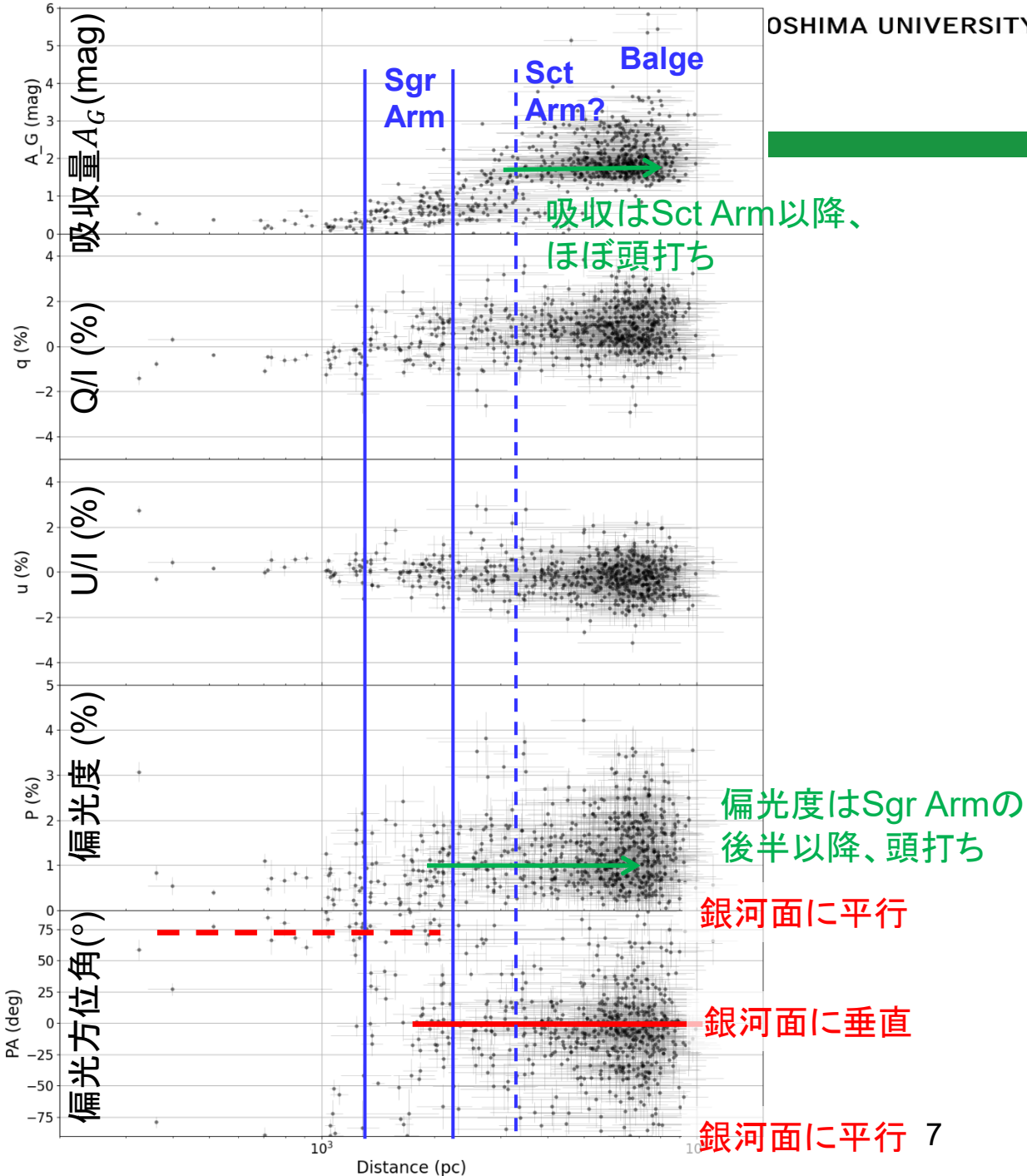
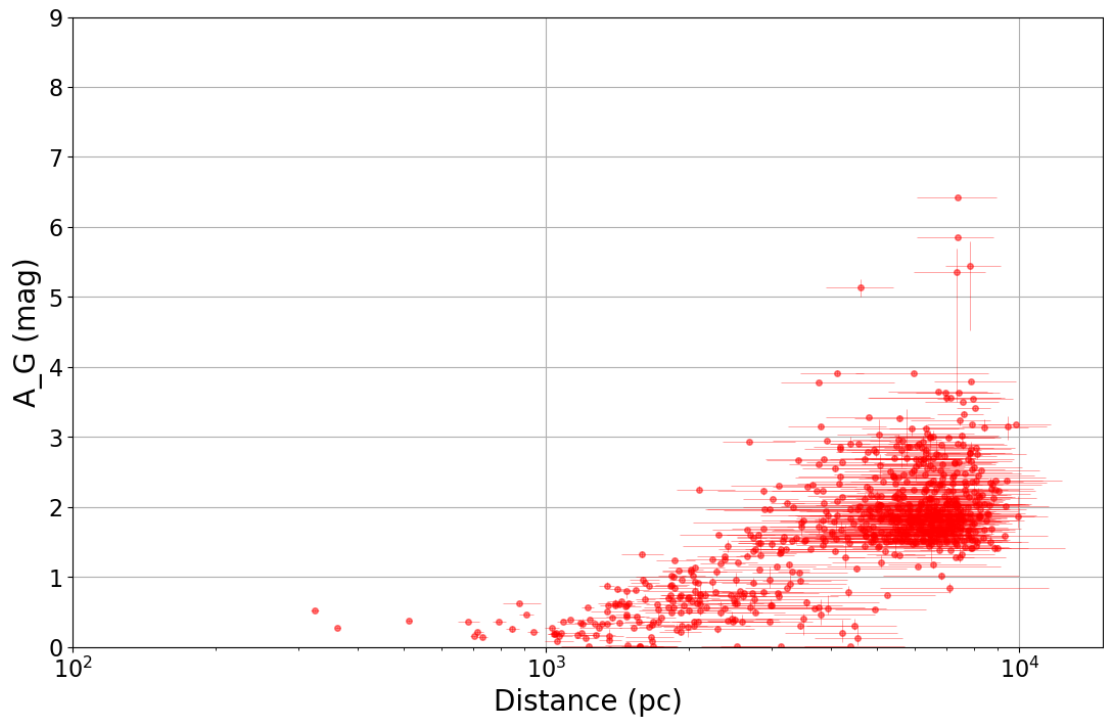
銀河面中でも特に星密度の高い領域だった



HONIRでの観測

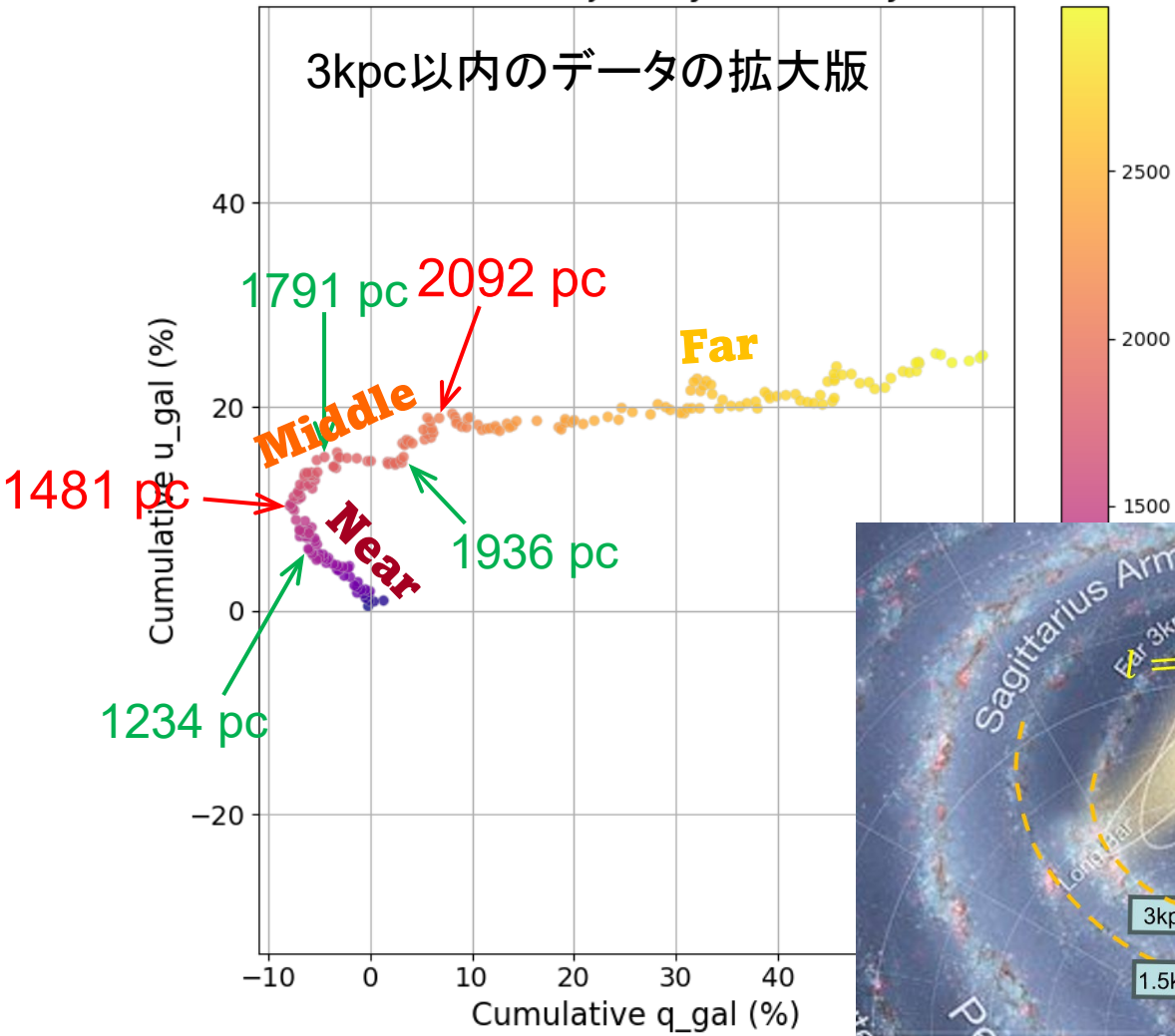
2025 Apr Rc, H バンド (総露出 0.75hr, 0.6hr)
 2025 May V, Ks バンド (総露出 1.2hr, 0.9hr)
 2025 Jul Ic, J バンド (総露出 0.75hr, 0.6hr)

Rcバンド: 吸収量と偏光データの距離依存性

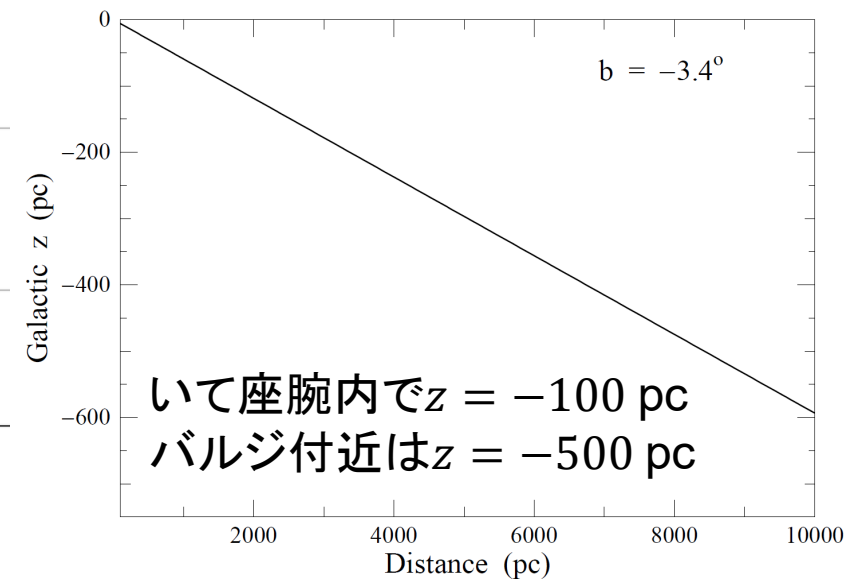
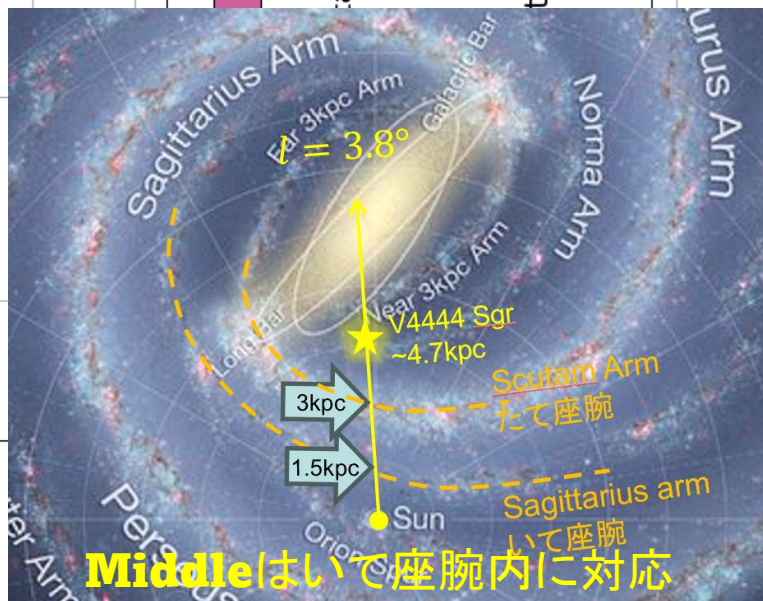
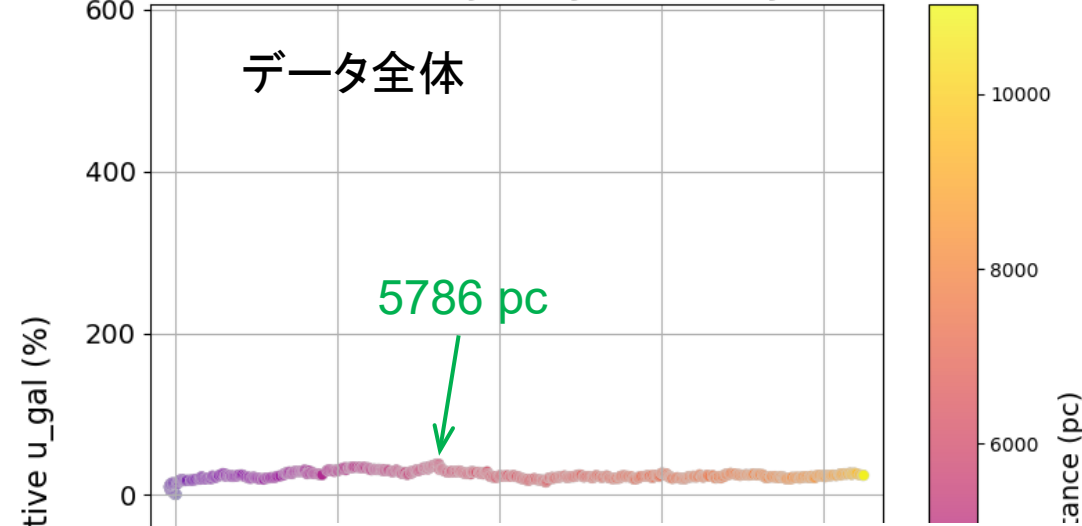


q, u の積み上げプロット: lcバンド

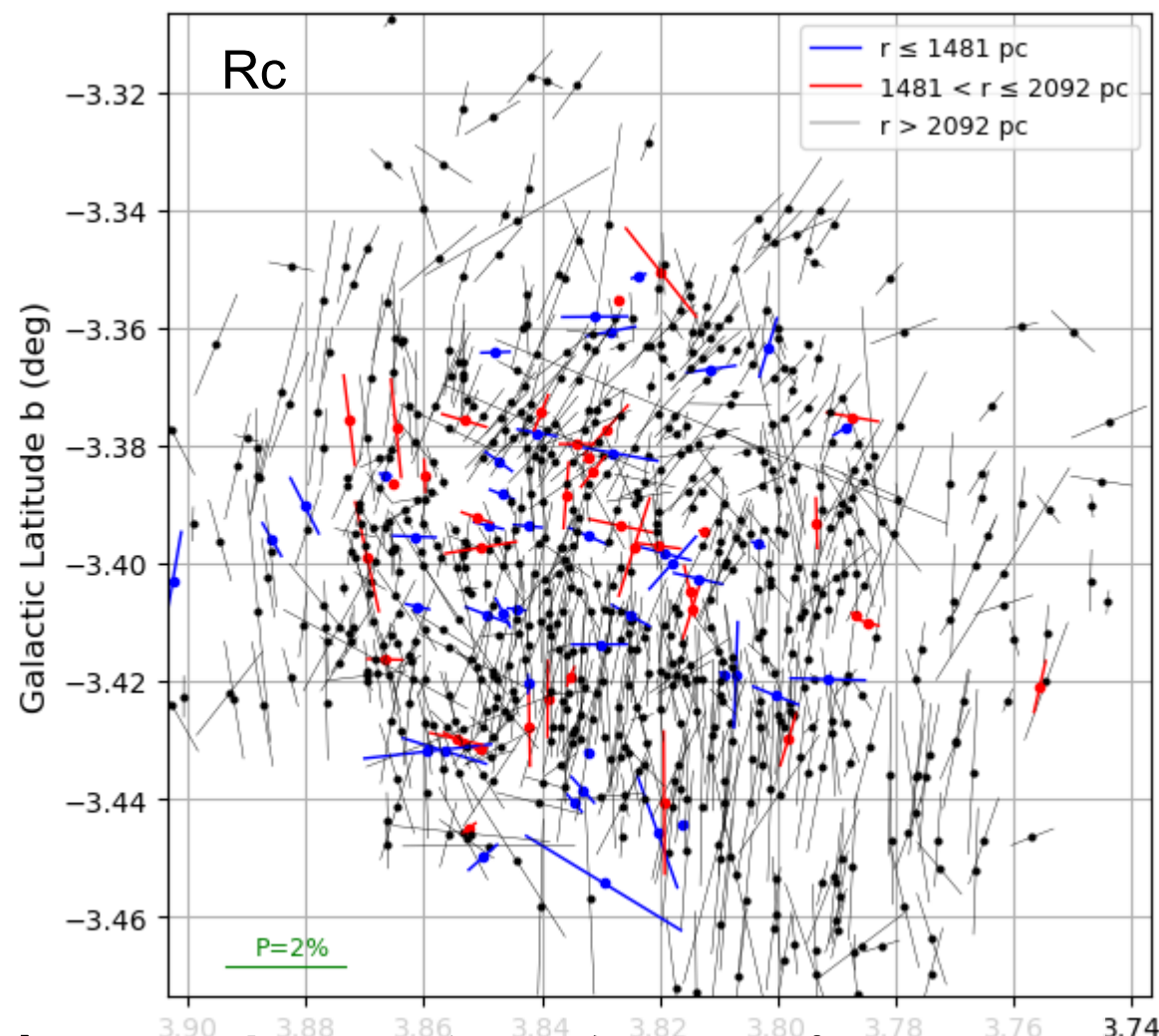
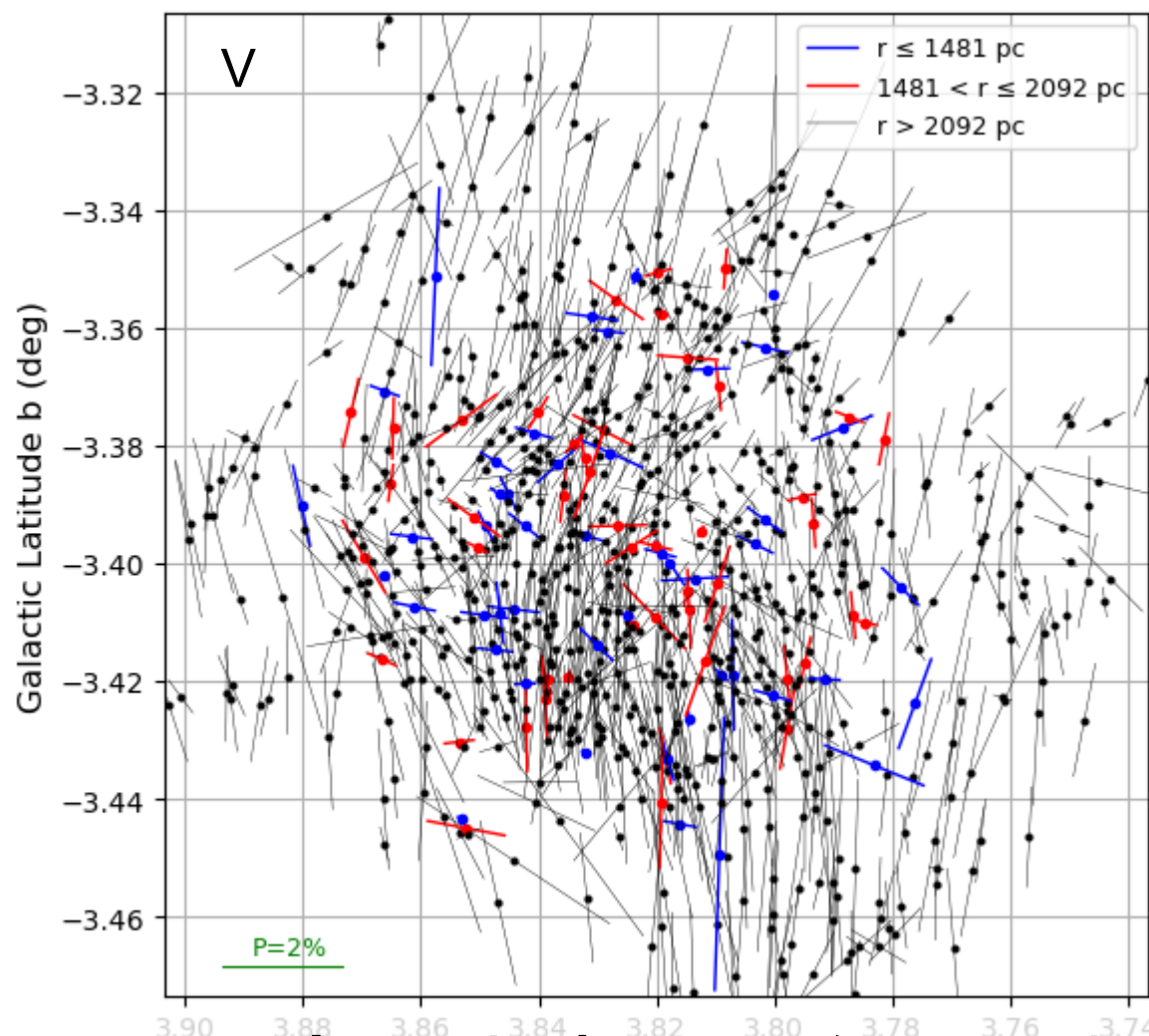
Polarization Vector Trajectory Colored by Distance



Polarization Vector Trajectory Colored by Distance

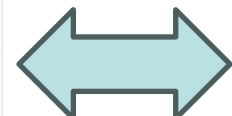
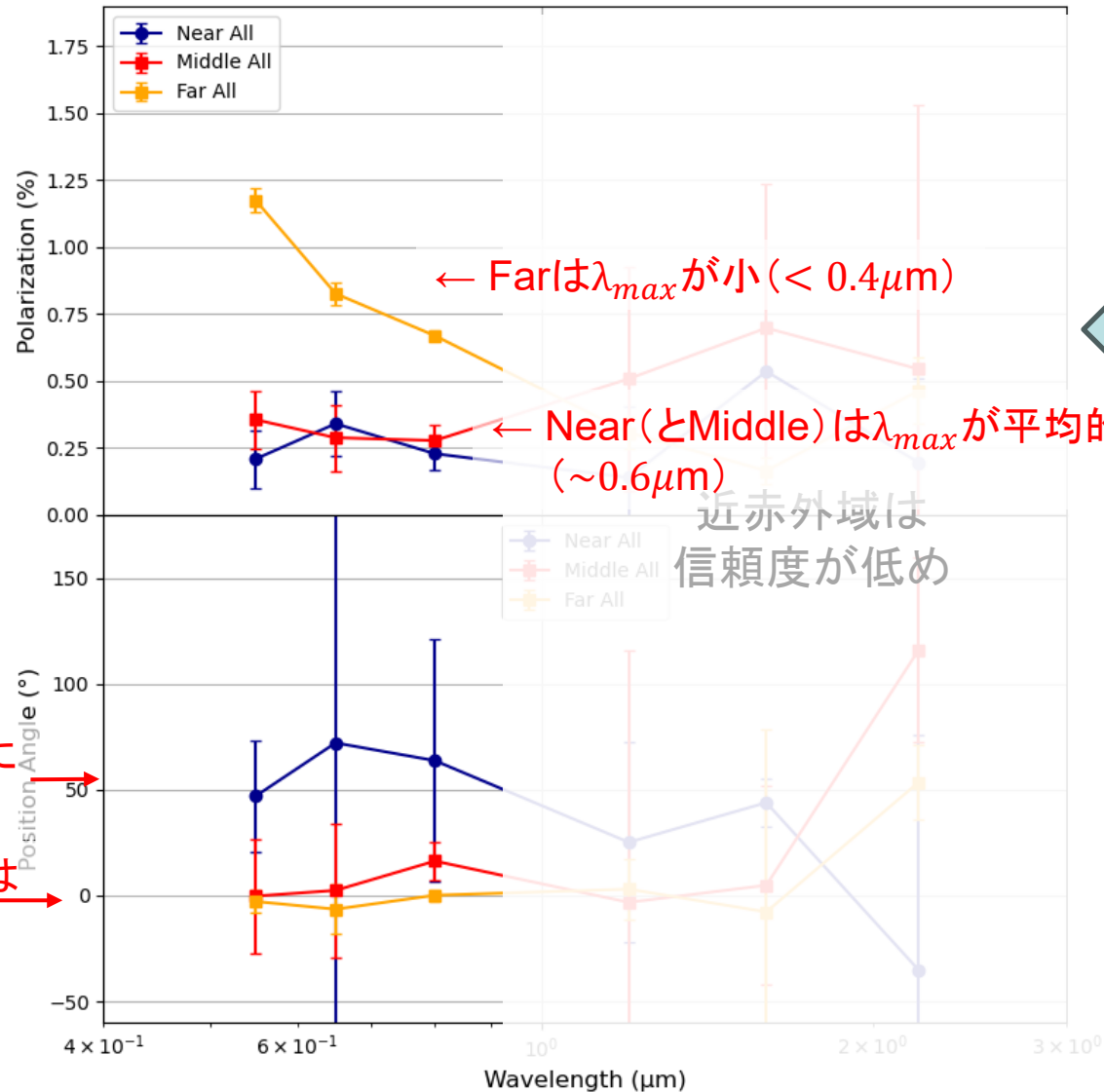


距離範囲別の偏光ベクトルマップ(V, Rc)

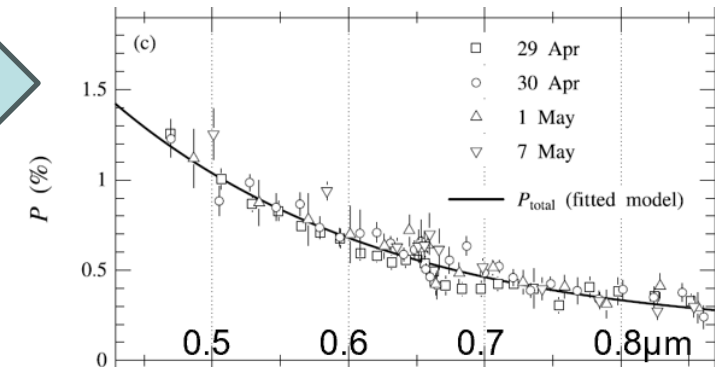


いて座渦状腕の手前と、それ以遠で大きく異なる偏光パターン

距離範囲ごとに平均した偏光の波長依存性



Farの波長依存性の傾向は
V4444 Sgrとコンシステント



Nearは銀河面に
平行に近い

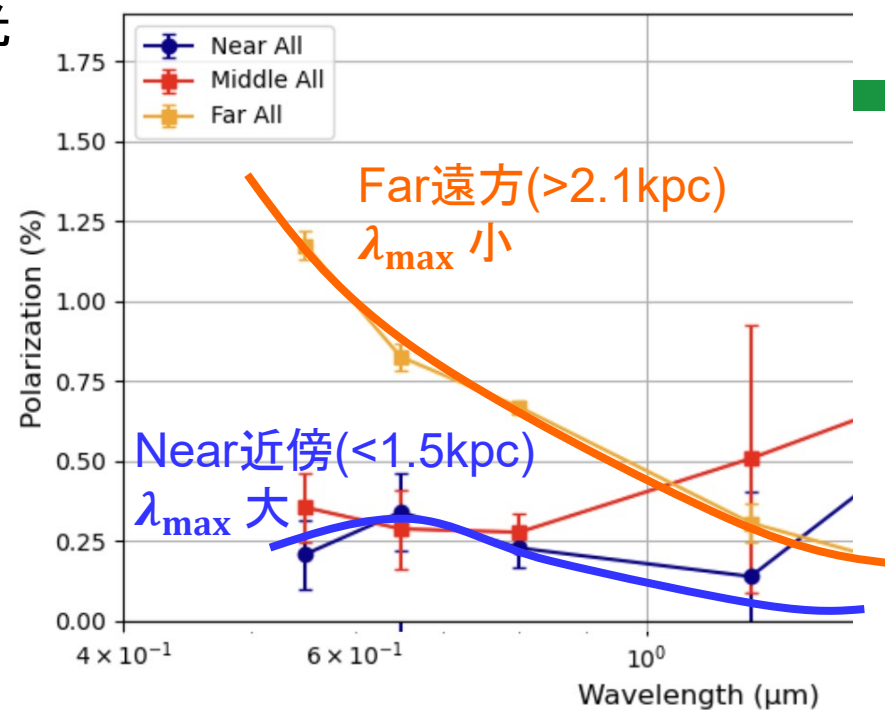
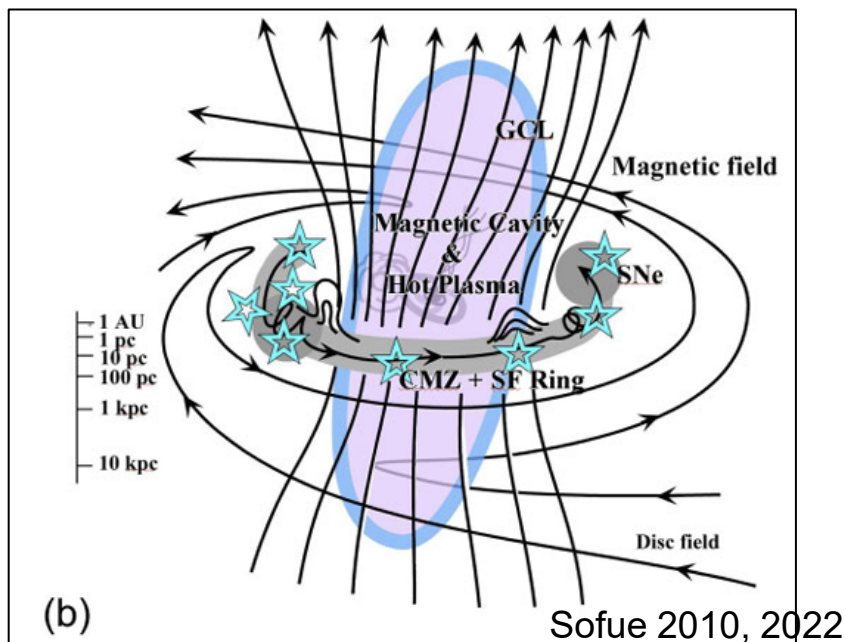
Far (とMiddle) は
銀河面に垂直

考察

V4444 Sgr ($l = 3.8^\circ, b = -3.4^\circ$) バルジ方向の偏光

いて座腕(1.5kpc)までの星間磁場は銀河面と平行
それ以遠は銀河面と垂直

Sofue 2010のモデルとコンシステントだが、銀河面と垂直になる距離が近すぎる感も



Kawabata+ 2000で推定した λ_{\max} が異なる2成分を確認。当時「星間偏光」とみなした λ_{\max} 大の成分は、前景($<1.3\text{kpc}$)の星間偏光。「星周起源」とみなした λ_{\max} 小の成分は、遠方($>2\text{kpc}$)の星間偏光。遠方の偏光に寄与しているのは、いて座腕内までのダスト。それ以遠は、光吸収はあれど偏光への寄与は限定的。

考察の続き・まとめ

- 特異な星間偏光を示した Nova V4444 Sgr (Kawabata+ 2000) 周辺を観測
- λ_{\max} とPAが異なる2つ(以上)の偏光成分が、距離範囲に応じて存在することを再確認
- いて座渦状腕より手前のダストは平均的な λ_{\max} を示し(サイズは典型的)、偏光方向、つまり磁場方向は銀河面にほぼ平行(傾き 20° ほど)
- いて座渦状腕以遠のダストは小さめの λ_{\max} を示し(サイズも小さい)、磁場方向は銀河面に垂直
- 偏光に寄与するダストは、いて座渦状腕くらいまで。たて座渦状腕やそれ以遠のダストは、吸収は示すものの、偏光にはさほど寄与していない。たて座渦状腕以遠では、①ダストが整列していない／ダストの形状が球対称、②星間磁場が視線に平行、といった原因が考えられる



Fin