

国産1.3k InGaAs赤外線検出器の評価と多バンド星間偏光観測

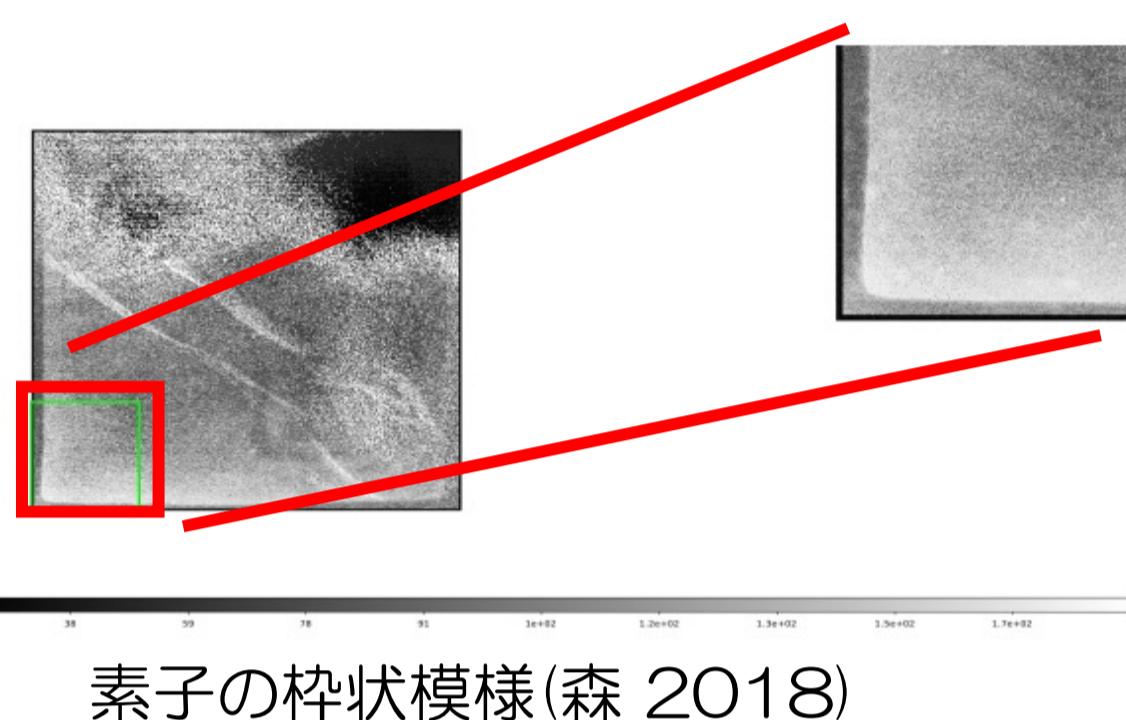
堀友哉, 川端弘治, 中村謙吾(広島大学), 土井靖生(東京大学), 松村雅文(香川大学), 秋田谷洋(千葉工業大学)

概要

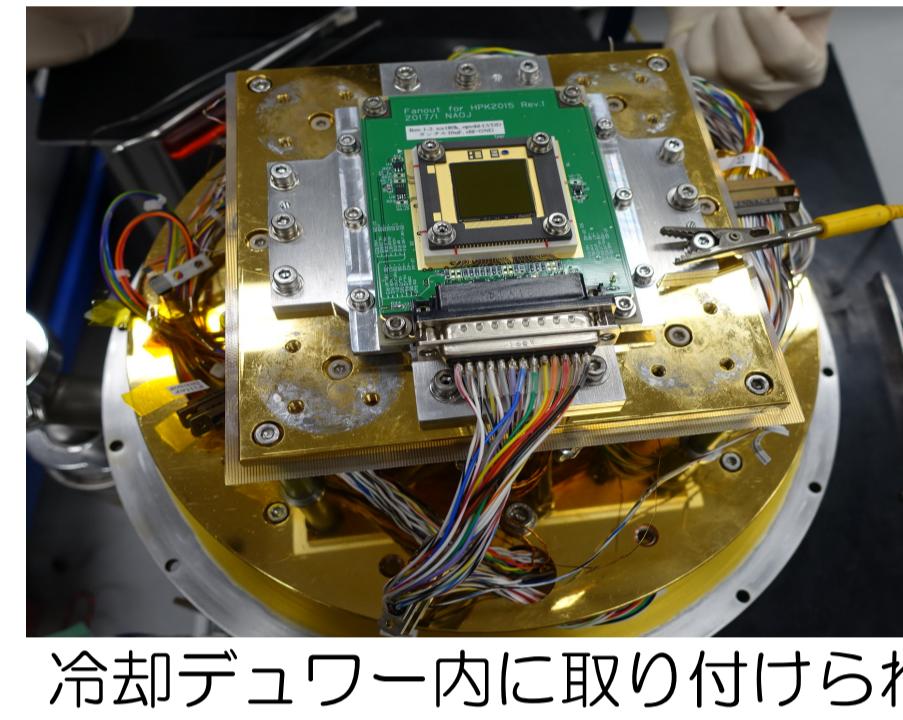
広島大学では、国立天文台、浜松ホトニクス、鹿児島大学、京都大学など共同で開発したInGaAsアレイを使用した国産の大型赤外線検出器の性能評価を試みている。また、その多バンド星間偏光観測への応用も予定している。我々は北天偏光サーバイのパイロット観測として、磁場方向が銀河面方向からずれている領域のいくつかを、広島大学かなた望遠鏡のHONIRを用いて観測した。そして、いて座腕を見通す領域で距離ごとの偏光成分を分離し、星間雲ごとに磁場の向きが異なっている様子を捉えることに成功した。

浜木ト製InGaAs赤外線検出器

- 天文用赤外線検出器の多くは軍用品で極めて高価、流通に制限。
→国産で安価かつ低ノイズの大面積検出器開発を目指す。
- 赤外天文学の発展。広島大学でもHONIR(可視赤外線同時カメラ)の3チャンネル目の検出器として稼働を予定。
- 2017年に納品された検出器では枠状模様(周縁部の暗電流値が不安定)と高めのノイズが課題に(森裕樹 2018広島大学修論)
→2021年に各種改善を施した素子が納品。
- 広島大学の冷却デュワー内の性能評価。近赤外線検出器は熱雑音が大きいため冷やす。通常の駆動温度70-140K。



素子の枠状模様(森 2018)



冷却デュワー内に取り付けられた
InGaAs赤外線検出器(図中央)

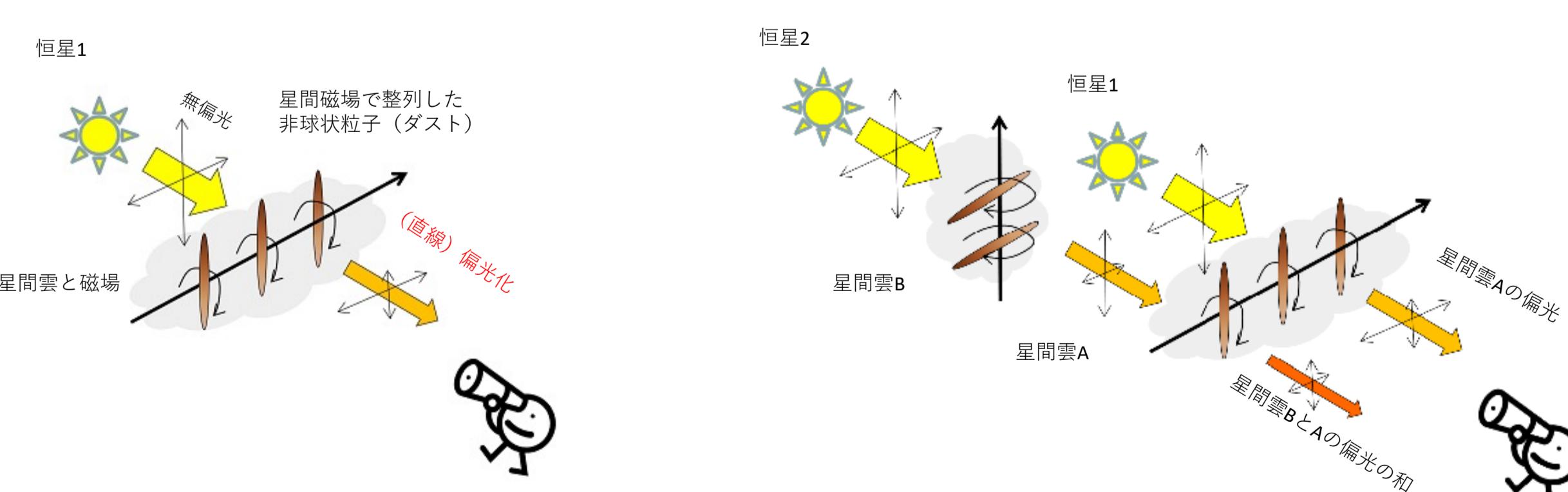
2022年11月、動作環境をセッティングしている最中に、読み出し用のPC(HDD)の故障が判明。データ復元専門業者へ。
→復旧不可能との連絡。バックアップも見つからなかったため、再立ち上げを行う予定。

星間偏光観測による銀河磁場構造の推定



星間ガスは一部電離 → 星間磁場がガスの運動を制御
→ 銀河磁場は銀河系内の物質循環・進化に重要な役割
しかし、銀河磁場の構造はよくわかっていない。
→ 銀河磁場構造を知るには、
電波域の遠方パルサーの偏波観測：ファラデー回転
(電波域の輝線発光領域観測の偏波観測：ゼーマン効果)
ミリ波～遠赤外線偏波観測：シンクロトロン放射・
星間ダスト熱放射
可視光の星間偏波観測：整列した非球状ダストの選択吸収

現状ではいずれも「空間的に疎」「視線方向の積分量」のため、銀河磁場構造を知るには不十分



星間偏光のモデル

- 星間ダストは~0.1ミクロンほどのサイズで非球状
- 周囲のガス粒子との衝突、ないし円偏光選択性の輻射トルクによりダスト粒子が高速回転
- バーネット効果で磁場の向きと回転角運動量ベクトルが揃う
- 遠方の恒星が偏光選択性の吸収を受け、磁場の向きの星間偏光を受ける。複数の星間雲を通過すると偏光はベクトル的に可算

位置天文衛星ガイア

銀河系の詳細な3Dマップを作成することを目的として2014年7月から観測を開始している衛星。

ガイア衛星の観測により恒星の正確な距離がわかる。

→ 偏光がベクトル的な性質を持つことから、差引きにより視線方向の三次元的な磁場構造を明らかにできる。



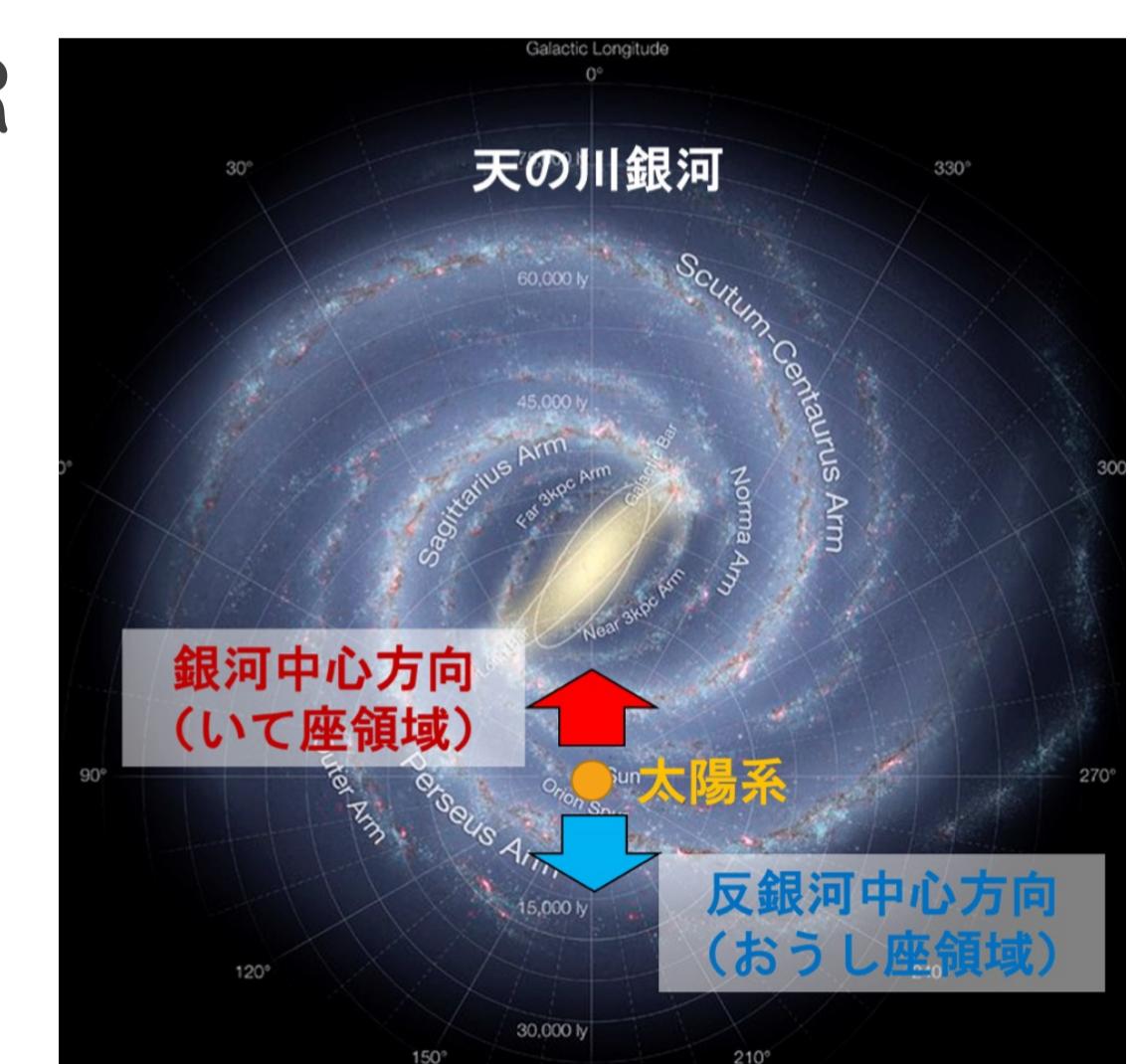
ガイア衛星 (Gaia,esa)

観測

観測は広島大学かなた望遠鏡のHONIR (R,Hバンド) を用いて行なった。

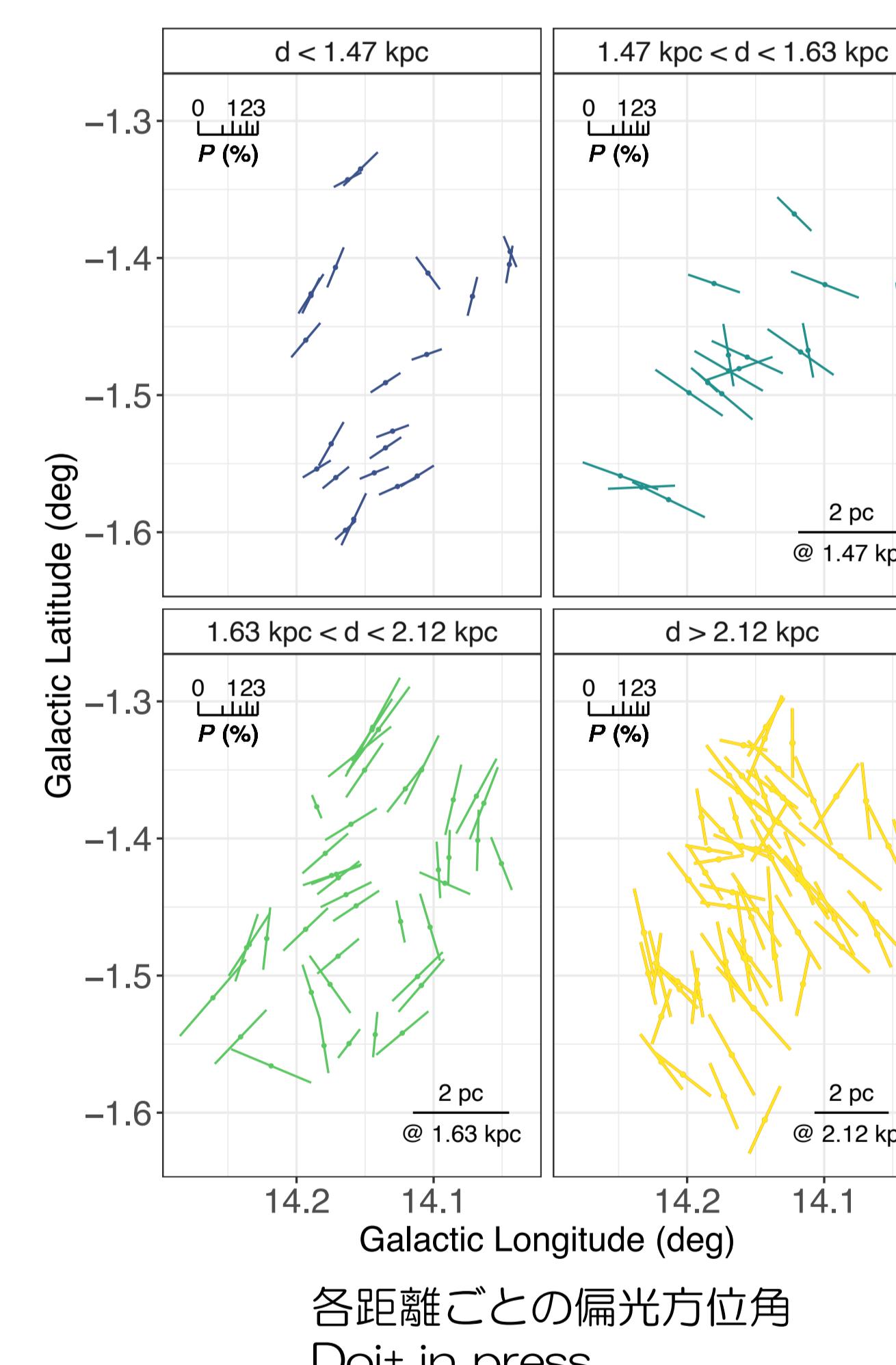
銀河面から磁場方向がずれており、ガイアカタログで遠くまで多くの恒星が写る領域。

→ 2022年までにいて座腕(銀河中心方向)とおうし座方向(反銀河中心方向)で30視野弱の観測を実施した。

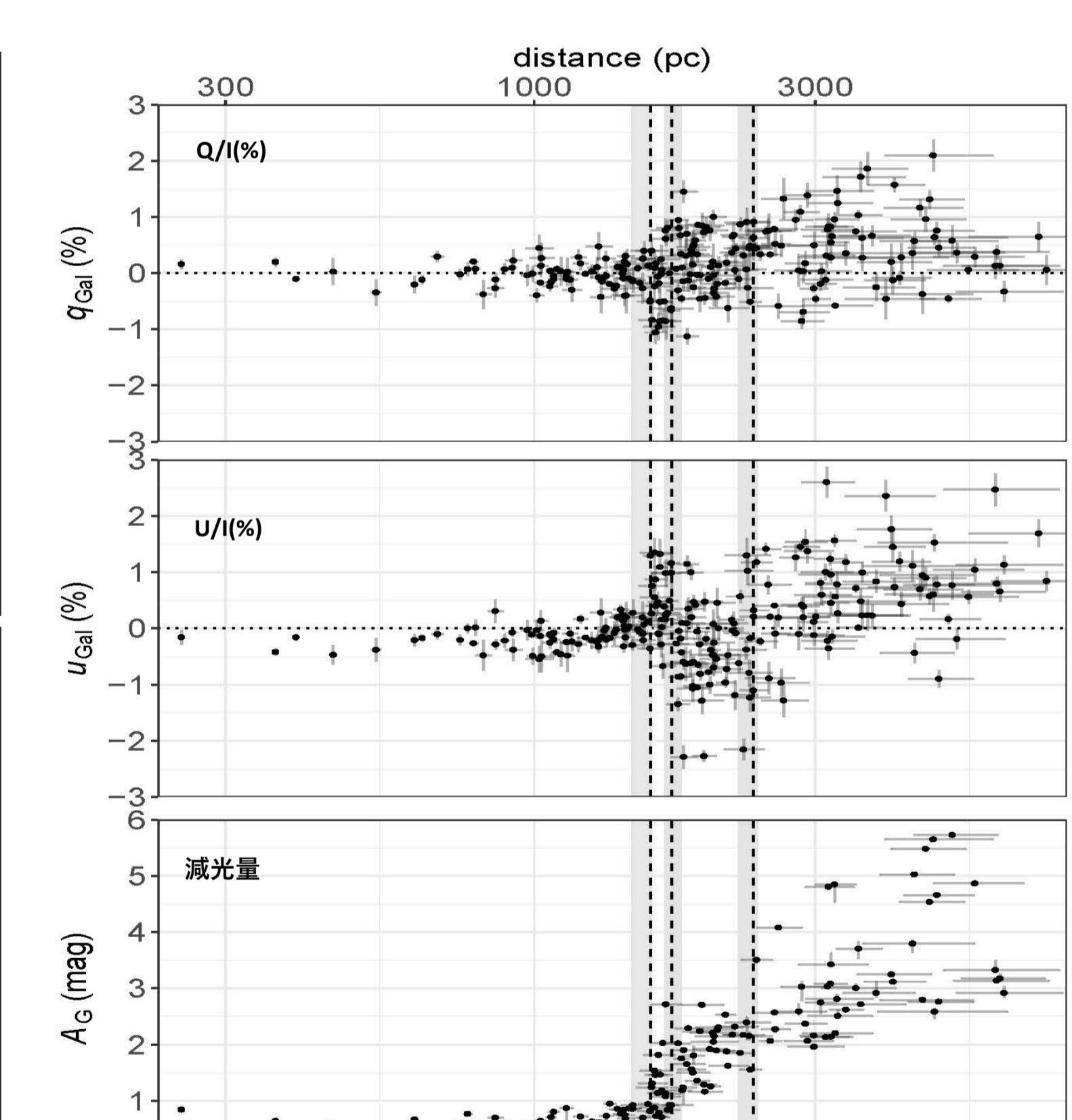


銀河系のイメージ図 (NASA)

解析結果(Rバンド)



各距離ごとの偏光方位角
DOI: in press



上から順に距離ごとのQ/I(%),U/I(%),減光量
I: 全電磁波強度
Q: 天球上で電場の振動方向が南北である偏光成分
U: 電場の振動方向が方位角45度である偏光成分

銀河磁場の向きが距離ごとに変化するのを捉えた
→ 分子雲の成分ごとの分離に成功
→ これだけ詳細で明瞭なものは初めて

今後について

赤外線検出器開発

- 読み出しPCについて再立ち上げを行い、読み出しノイズや暗電流の特性評価などを実施していく。

星間偏光

- Hバンドでの解析を進めていく。
→ R,Hの2バンドの偏光データから星間ダストの特性を導き出す。
- 観測対象をいて座腕以外の領域へ広げる。(面白いサイエンスが期待される領域について現在議論中)