



KYUSHU UNIVERSITY 2011
100th Anniversary

銀河ガス円盤シミュレーションとその観測的可視化

町田真美 (九州大学)

中村賢仁 (九州産業大学)

赤堀卓也、中西裕之、工藤祐己(鹿児島大学)



KYUSHU UNIVERSITY

銀河系中心の磁場

Horizontal fields

(Novak+00; 03; Nishiyama+09)

VS

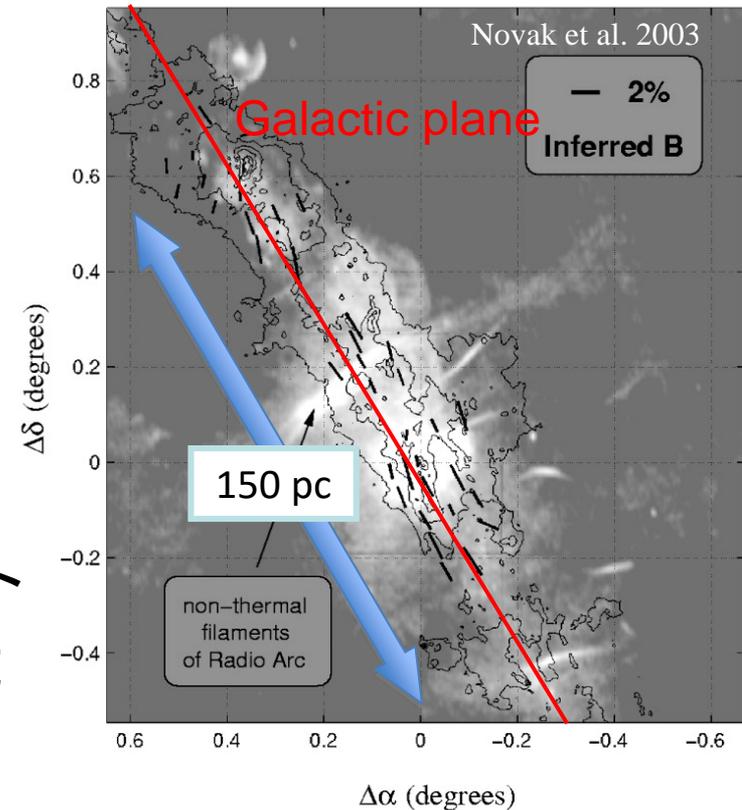
Vertical fields

(Yusef-Zadeh+84; Morris90)

電波アークやthread など、シンクロトロン放射で輝く銀河面に垂直な構造
→ 強い垂直磁場を示唆

赤外線による偏光観測

→ 銀河面に水平な成分が卓越



From Zeeman effect:

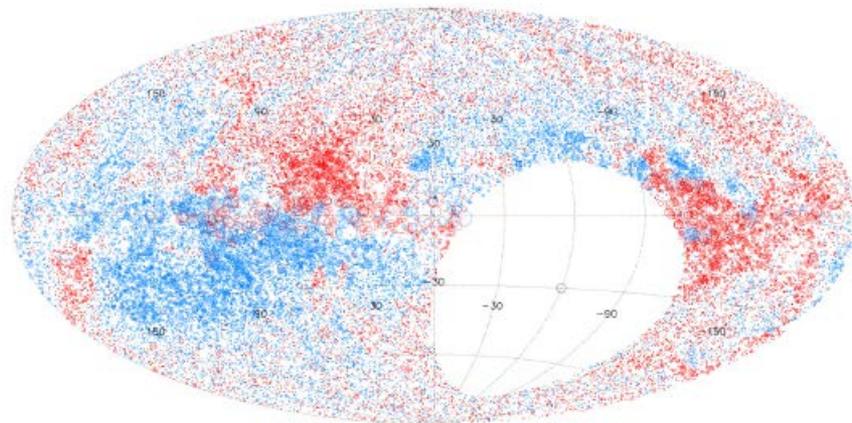
$$B_{\parallel} < 0.1 - 1.0 \text{ mG}$$

(Killee+92; Uchida & Guesten 95)

天の川銀河の磁場構造

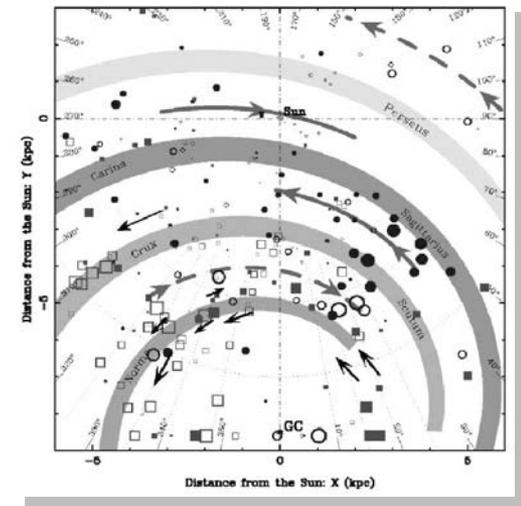
Rotation Measure (RM) $RM = 0.81 \int_0^{L(\text{pc})} n \cdot B_{\parallel} dl$, $n[\text{cm}^{-3}]$, $B_{\parallel}[\mu\text{G}]$

All sky distribution of the RMs
in Galactic coordinate



Taylor + ApJ, 702, (2009)

Reversal of magnetic fields

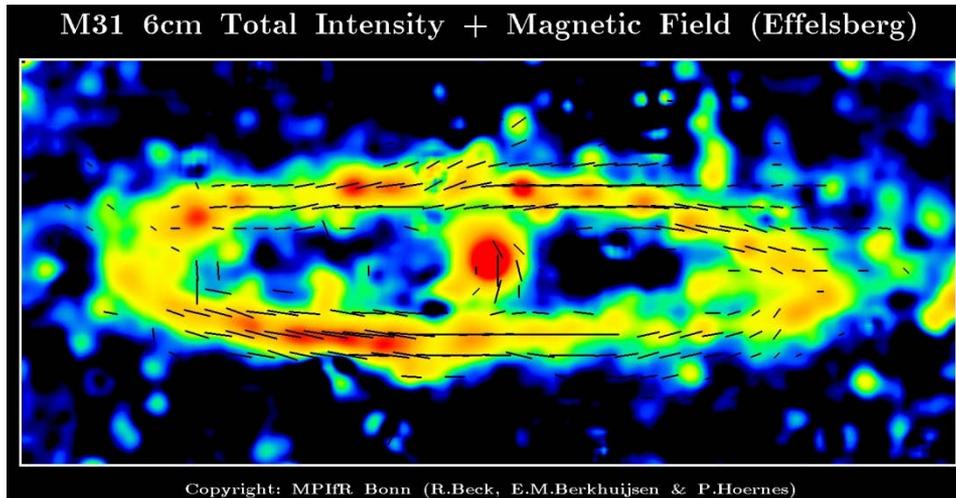


Han + ApJL 570 (2002)

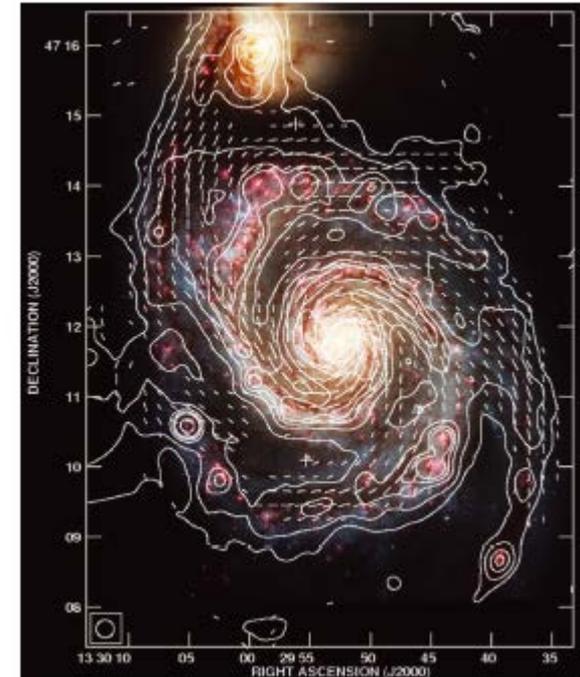
平均すると、中心対称な構造 → dipoleを示唆
領域毎にみると非常に複雑なRM分布
渦状腕ごとに磁場の向きの変転の傾向

系外銀河の磁場観測

Axi-Symmetric Spiral (ASS) Fields



BiSymmetric Spiral (BSS) Fields



M51, Fletcher + ,MNRAS 412, (2011)

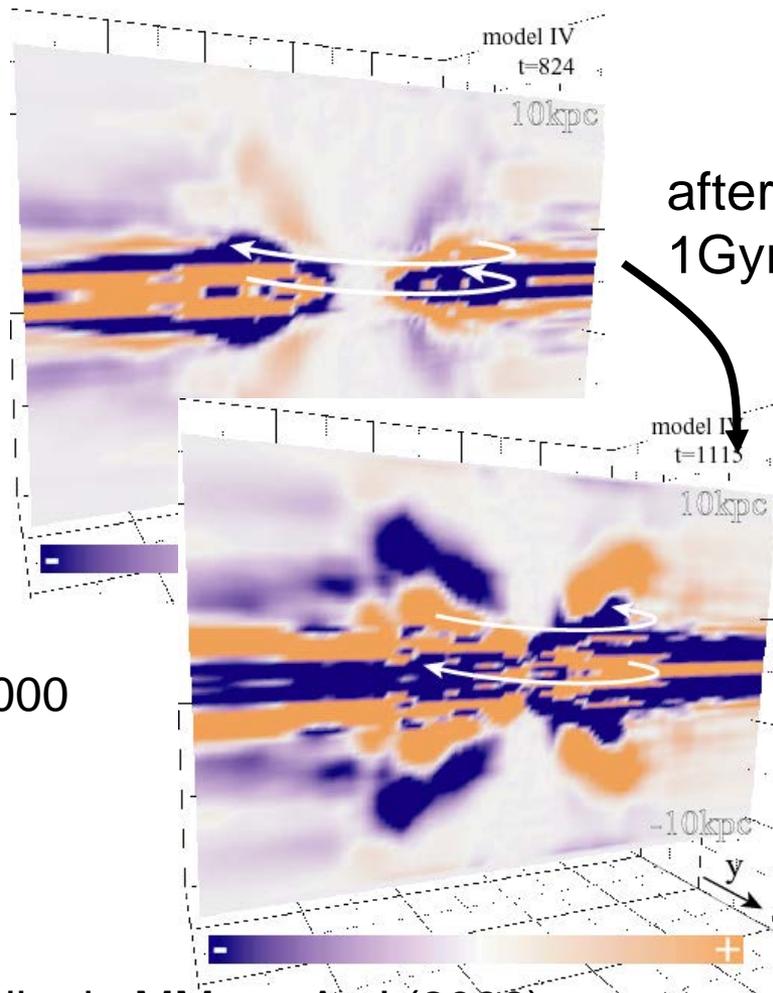
平均磁場強度～数 μG -数十 μG
大局構造

軸対称渦状磁場 ASS

双対称渦状磁場 BSS 、分類できない構造 MSS



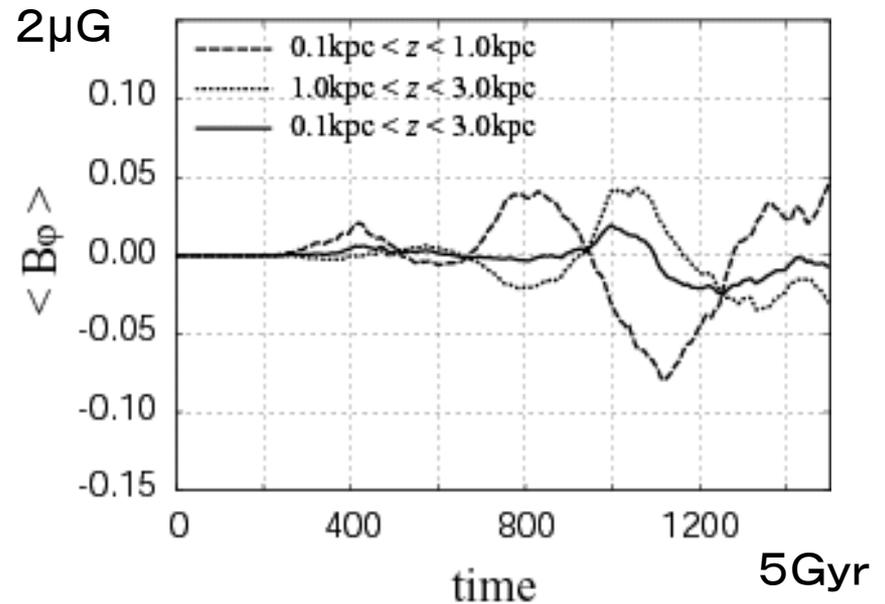
方位角方向磁場の成長と反転



$\beta_0=1000$

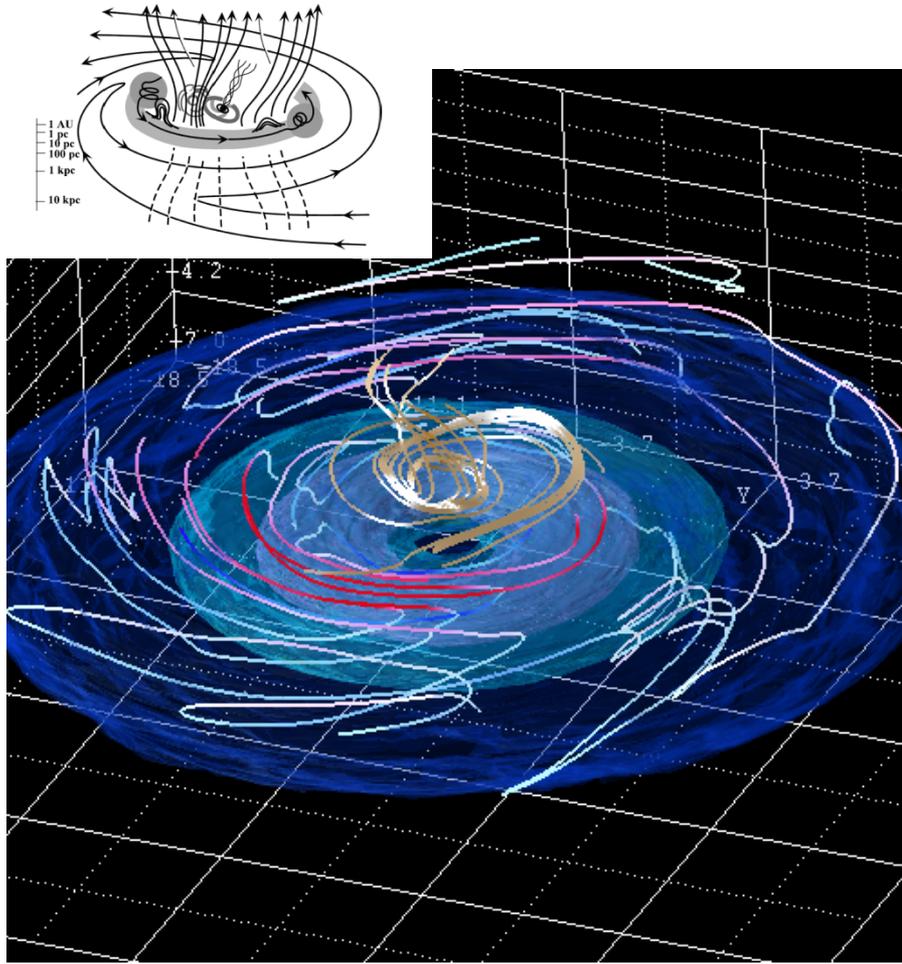
Nishikori, MM, +, ApJ (2006)

Time evolution of the averaged azimuthal magnetic fields ($5\text{kpc} < r < 6\text{kpc}$)

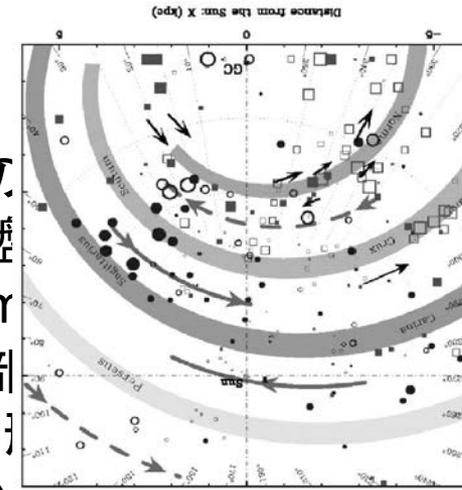


方位角方向磁場の平均成分は1億
年程の周期で向きが反転する。

銀河磁場の全体構造



- 初期の
- れ、円盤
- plasma
- 中心部
- ローが
- 磁場か



て増幅さ
、5 μ G
アウトフ
て水平
る。

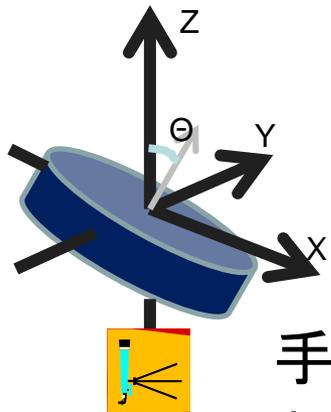
磁場の向き
の反転も説
明できる。

銀河中心の垂直磁場は、銀河面に
水平な成分から生成可能

研究目的 & 手法

目的

銀河ガス円盤の磁気流体数値実験結果からRM分布を作成し、円盤部とハロー領域のそれぞれのRMへの寄与を調べる。



仮定

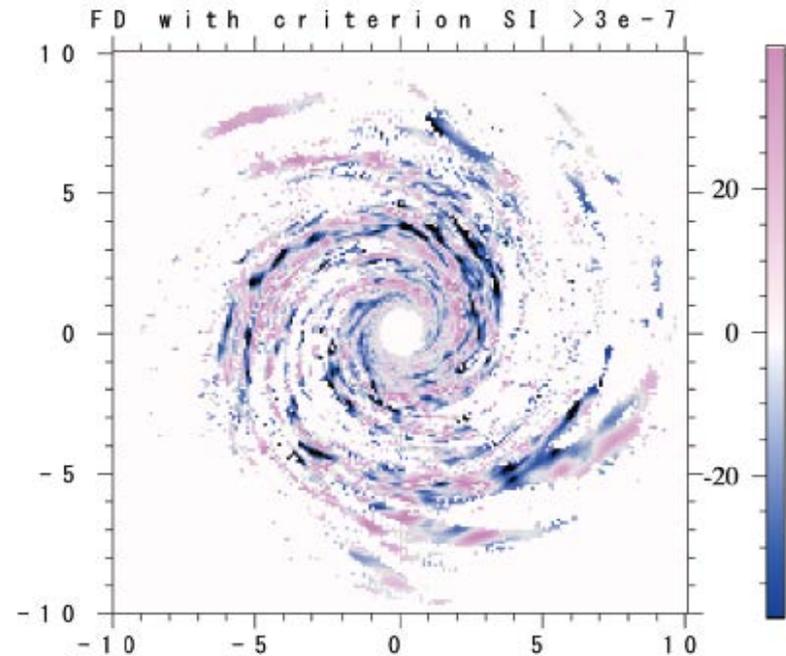
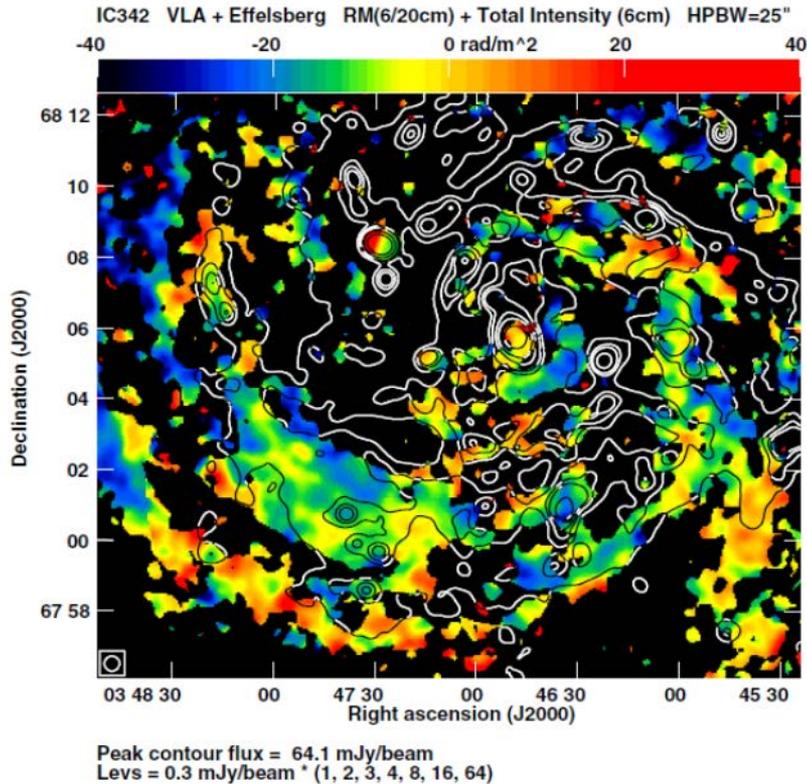
1. 電子密度はガス密度分布に比例
2. 宇宙線電子密度もガス密度に比例
3. 熱エネルギー～宇宙線エネルギー

手法

$$RM = 0.81 \int_0^{L(\text{pc})} n \cdot B_{\parallel} dl, \quad n[\text{cm}^{-3}], \quad B_{\parallel}[\mu\text{G}]$$

1. 電子密度、視線方向磁場からRM(Faraday depth)を計算
2. 視線に垂直な磁場からファラデー回転角度を計算
3. 偏波角、RMを用いてStokes Parameterを計算

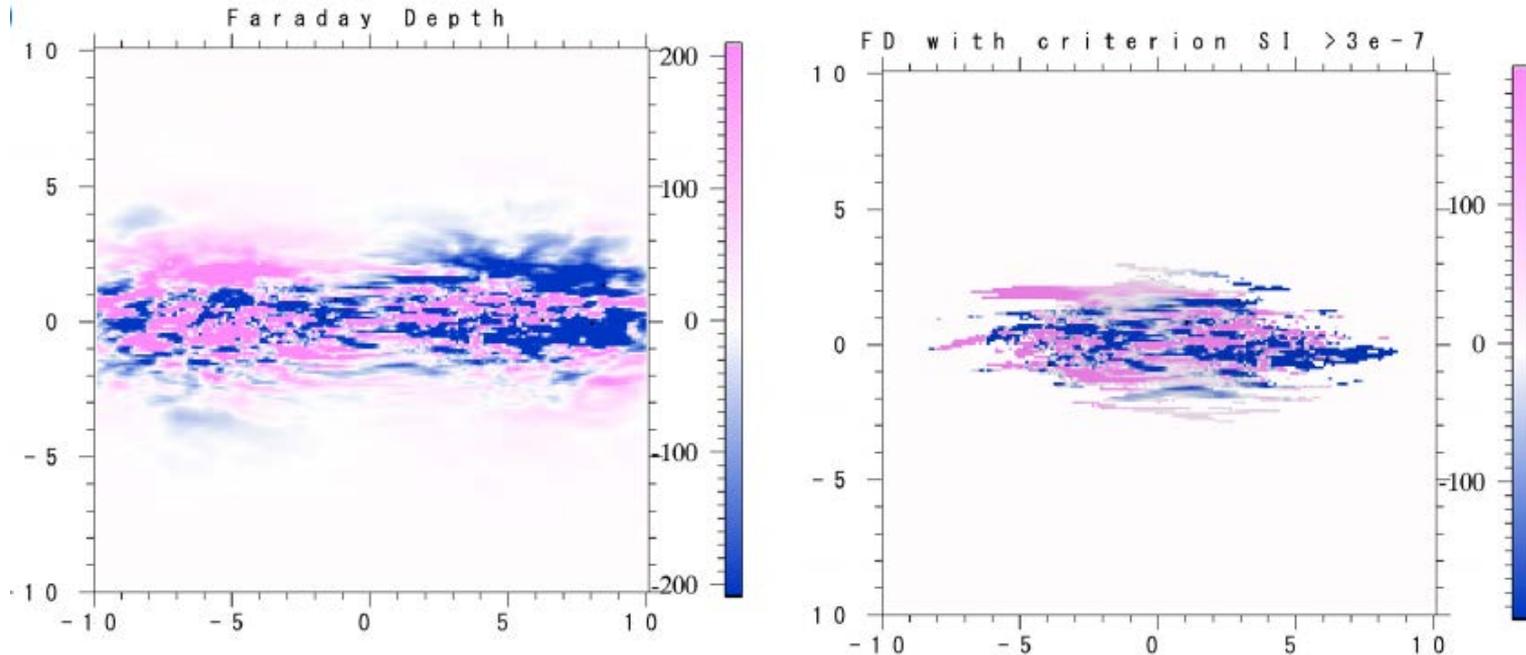
ファラデー回転量度 $\theta=5^\circ$



乱流磁場を反映した複雑な構造

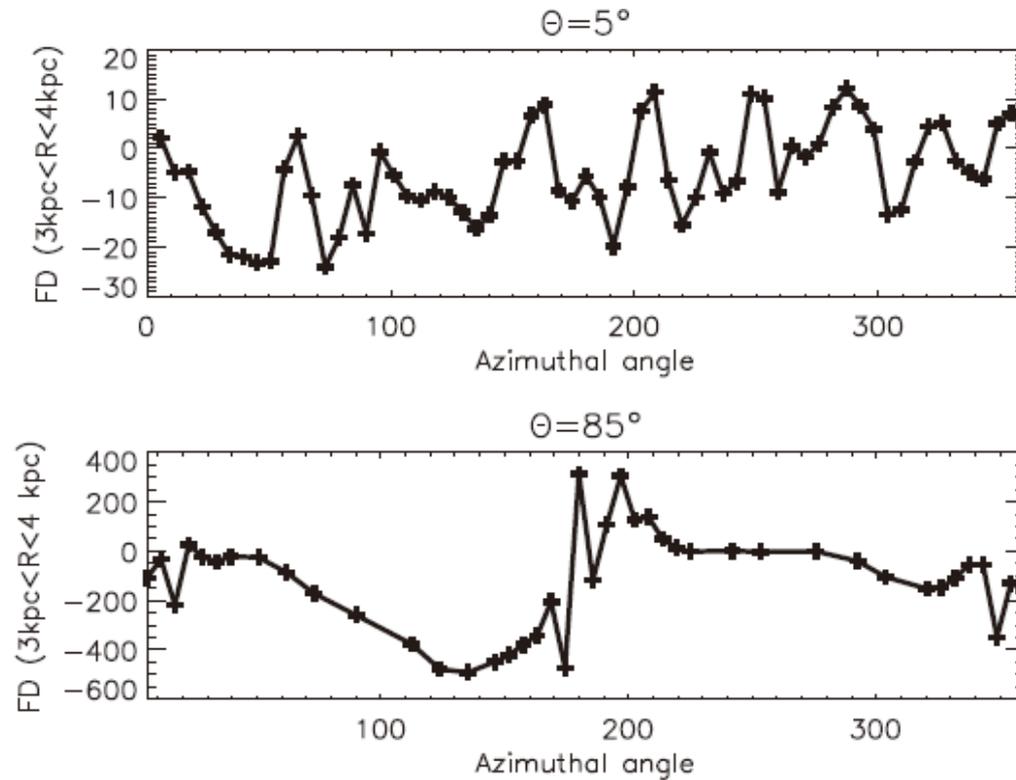
→ 平均強度の1/2の領域のFDのみを表示

ファラデー回転量度 $\theta=85$ 度の場合



回転軸近傍には、パーカー不安定性による浮上磁束の逆転現象
→ 閾値以上に限ると、ハロー領域の磁場構造の特徴の判別は難しい

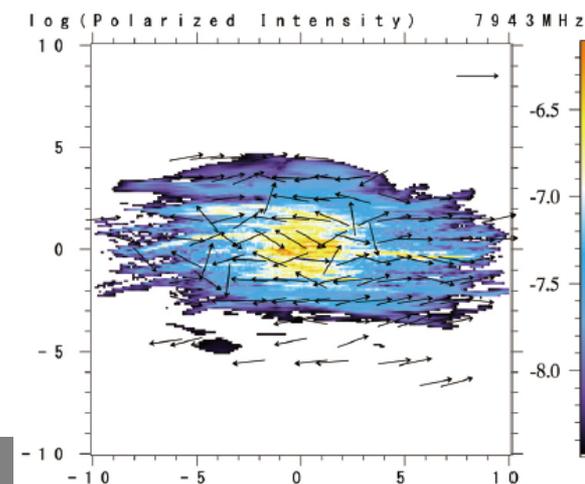
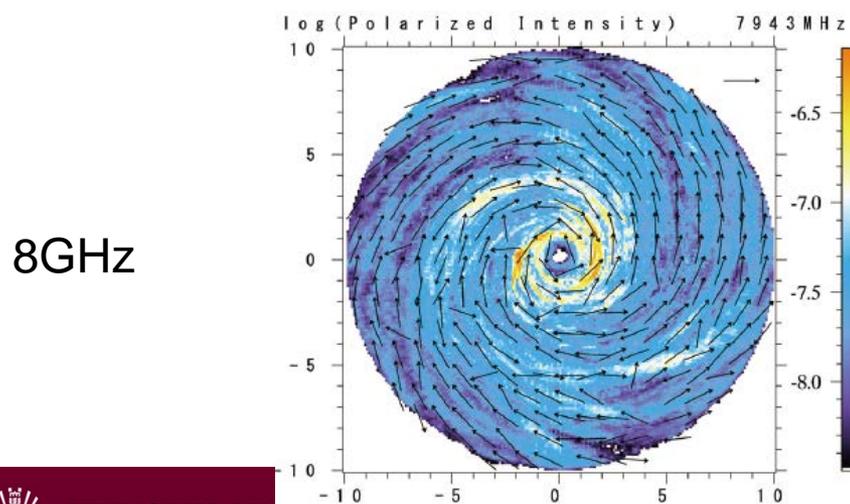
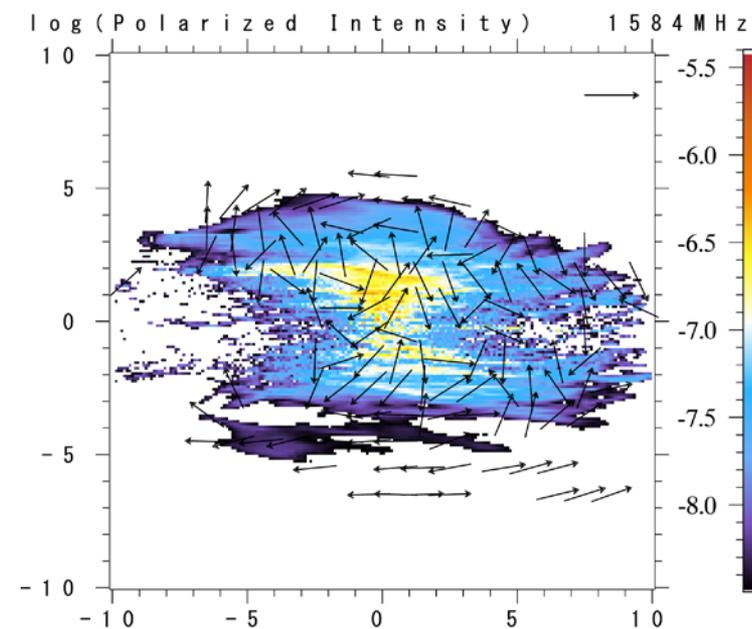
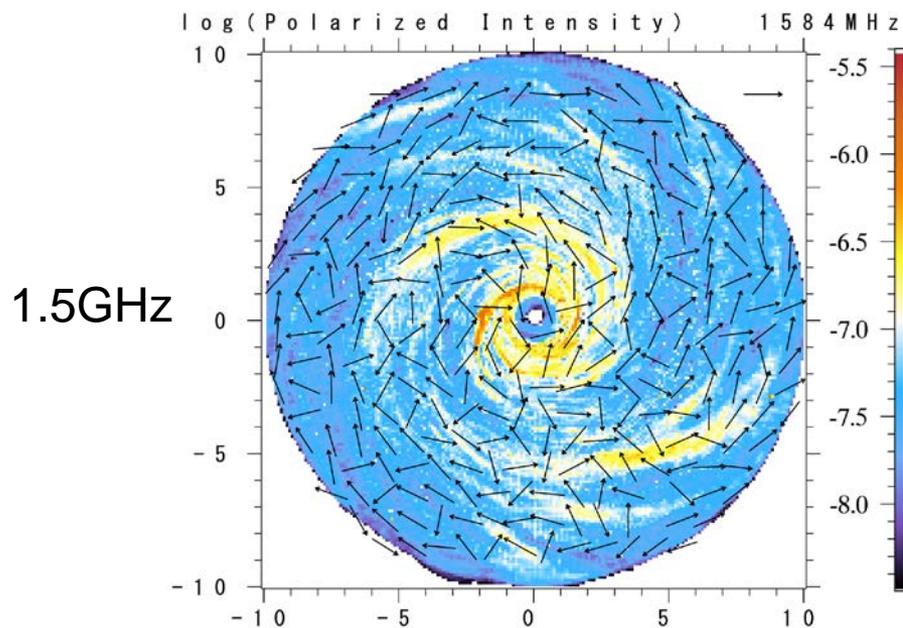
ASS or BSS?



Face-onの場合 ASS+higher modeの重ね合わせ
Edge-onの場合 ASS-like



偏波強度と磁場ベクトル図



まとめ

- Face-onの場合には、銀河円盤内の乱流磁場のため複雑なFD分布をする。一方、シンクロトロン放射強度は磁気渦状腕をトレースするため、マスキングされたFD分布は、渦状腕に沿った磁場の反転を再現する。
- Edge-onの場合、MRI-Parkerダイナモによる反転磁場構造がハロー領域のFD分布に反映されるが、シンクロトロン放射強度でマスキングすると反転構造を認知する事は難しい。
- 8GHzでは、磁気渦状腕の構造をほぼ反映した結果が得られた。





2017/8/28 19:46