

多波長偏光による活動銀河核ジェットホットスポットの研究

○笹田 真人、嶺重 慎(京都大学)、永井 洋(国立天文台)、紀 基樹(KASI)、川端弘治(広島大学)、永山 貴宏(鹿児島大学)

1. 活動銀河核ジェットのホットスポット

活動銀河核ジェット

- 活動銀河核から相対論的ジェットの噴出
- ジェットの終端領域で明るく輝く
→ **ホットスポット**
- ジェットと銀河間物質による衝撃波の形成
➤ 粒子の再加速領域

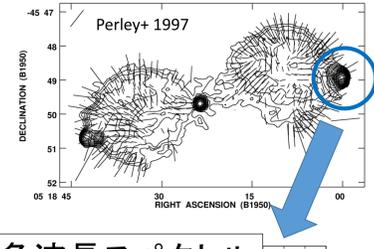
衝撃波による粒子加速の解明

→ 衝撃波領域の磁場構造

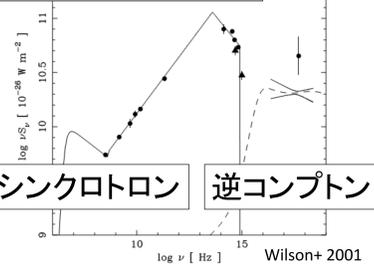
Pictor A (z=0.034)

- Fanaroff-Riley II型電波銀河 (FR II)
- ジェットの終端領域に明るいホットスポット

Pictor Aの電波イメージ



多波長スペクトル



2. 観測機器

南アフリカ天文台 IRSF/SIRPOL

- 1.4-m 反射望遠鏡
- 近赤外3バンド同時偏光観測

VLT/FORS1

- 8.2-m望遠鏡 (@チリ)
- 可視光偏光撮像観測可能
- 2002年に偏光観測されたアーカイブデータを解析

- 各周波数のシンクロtron光は各エネルギーの電子を反映
- シンクロtron偏光は磁場に垂直

衝撃波によって形成された各加速電子が分布する磁場構造を調査



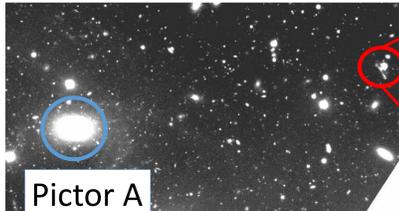
http://www.z.phys.nagoya-u.ac.jp/~irsf/telescope/



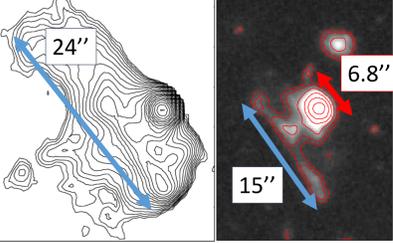
Credit:ESO/S. Brunier

3. Pictor Aの多波長偏光結果

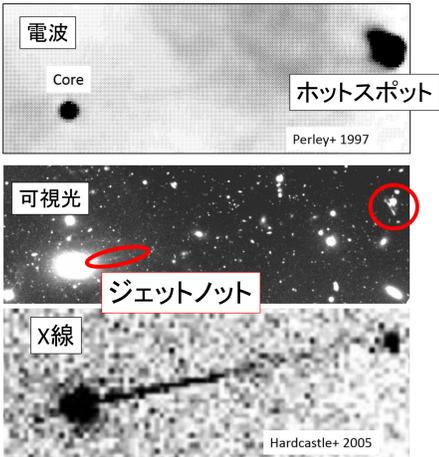
VLTによるPictor Aイメージ



VLA 電波イメージ VLT 可視光イメージ



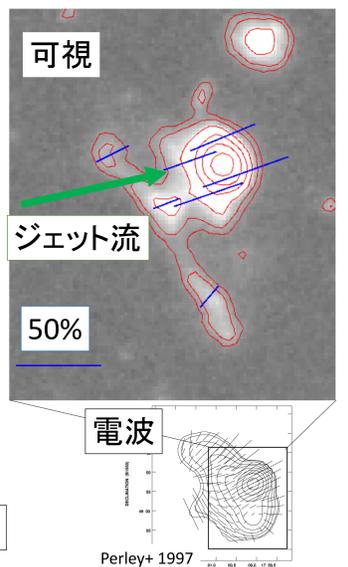
多波長イメージ



- 中心核からメガパーセク離れた領域にホットスポット
- 電波からX線までホットスポットが存在
- 電波に比べ可視光のホットスポットは小さい領域に分布
- ホットスポットも6.8'' (~5kpc)にわたり分布
- 可視光領域でもジェットノットが存在

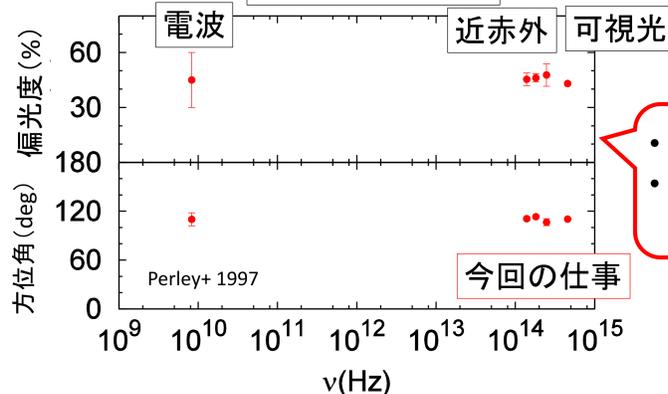
- ホットスポットの各領域での偏光度は異なり、偏光方位角はほぼ等しい
- ジェットの先端領域で偏光度が最も高い(53%)
- 偏光方位角はジェット流に平行
- 電波・可視光の偏光分布は酷似

可視・電波偏光マップ



各エネルギーの電子が分布する領域での磁場は等しい

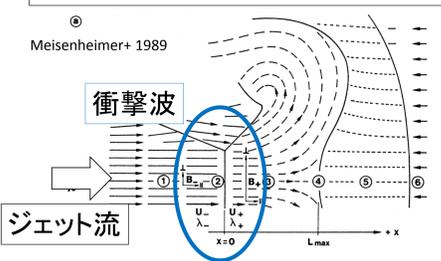
多波長偏光



- 40%を超える高い偏光度
- 電波から可視光の偏光ベクトルは等しい

4. 議論

ホットスポットでの流体構造



圧縮による磁場

ランダムな磁場

圧縮



磁場の整列

偏光が発生

偏光から傾斜角度の制限

- 偏光度Pは圧縮率ηと傾斜角度θにより制限

$$P = \frac{\Pi_s (1-\eta^{-2}) \sin^2 \theta}{2 - (1-\eta^{-2}) \sin^2 \theta}; \quad \Pi_s = \frac{\alpha+1}{\alpha+5/3} \sim 73\% (\alpha = 0.8)$$
 圧縮・非圧縮領域の密度比; $\eta = n_c/n_{unc} > 1$
- ランキン・ユゴニオ関係から非相対論の場合にηを制限 ($1 < \eta < 4$)
- 観測された最大偏光度(53%)を上記の式に適用し、傾斜角度を制限
 ➤ $71^\circ < \theta < 90^\circ$
- 流体シミュレーションからPictor Aのホットスポットの傾斜角度が推定 (Saxton+ 2002)
 ➤ $60^\circ < \theta < 80^\circ$
- 衝撃波が非相対論的である場合、
 $71^\circ < \theta < 80^\circ$
- 偏光からジェットの傾斜角度の制限が可能

5. まとめ

- 衝撃波形状と磁場には密接なかわり
- 活動銀河核ジェットの終端領域で銀河間物質と衝撃波を形成
 ➤ 衝撃波の磁場構造の調査

多波長偏光

- ホットスポット領域で高い偏光
 → 磁場がほぼ一様に整列
- ジェットの終端領域でもっとも強く偏光
 → もっとも強く圧縮
- 偏光ベクトルが電波から可視光で一致
 → 電子はエネルギーによらず同じ磁場

ひとつの衝撃波では波長によらず同じ偏光