

修士論文概要書

Master's Thesis Summary

Date of submission: 01 / 07 / 2021

| | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|---------------------------|--------------|-----------------|----------------|
| 専攻名 (専門分野) Department | 物理学及応用物理学専攻 | 氏名 Name | 伊藤 颯一郎 | 指導教員 Advisor | 片岡 淳 印 Seal |
| 研究指導名 Research guidance | 放射線応用物理学研究 | 学籍番号 Student ID number | 5319A009 - 9 | | |
| 研究題目 Title | 活動銀河核ジェット根元から終端にわたる磁場の系統探査 | | | | |

1. 研究背景

活動銀河核(AGN:Active Galactic Nuclei)に付随するジェットは、ブラックホールから放出されたプラズマ噴出流である。この現象は、膨大なエネルギーをキロパーセクからメガパーセク離れた銀河間空間にまで輸送していると考えられている。また、AGN ジェットにはノット、ホットスポット、ローブという特徴的な構造が確認されており、電波から X 線にかけて多くの観測がなされてきた。しかし、これらの構造は個別に議論されることが多く、ジェットの根元から終端にわたる物理量を結びつけて議論する研究はほとんど行われていなかった。特に、ジェット軸に沿った磁場の空間的変動を明らかにすることで、ジェットの形成や収束、加速に関連した新たな事実が発見できる可能性がある。

本研究では、AGN のコア(ジェット根元の放射領域)とジェット構造(ノット/ホットスポット/ローブ)を系統的に解析し、ジェット軸に沿った磁場の空間的変動を系統的に調査した。

2. データ解析

本研究では、Fanaroff-Riley I 型電波銀河(FR I)、Fanaroff-Riley II 型電波銀河(FR II)、クェーサー(QSO)、BL Lac 型天体(BL Lac) のいずれかに分類される 44 の AGN を用いた。我々はまず、それらのジェットが有するコアとジェット構造の平衡磁場 B_{eq} を求めた。また、比較として、コアの B_{eq} が根元からジェット構造までの距離 d に反比例して減衰すると仮定して、ジェット構造ごとに推定磁場 B_{est} を求めた。

3. 結果と議論

まず、得られた B_{eq} と d の関係を調べた。その結果、FR I、FR II、QSO、BL Lac のいずれにおいても、 $B_{eq} \propto d^{-1}$ に近い関係が得られた。一方で、ジェットの中流から磁場の減衰がなだらかになる傾向やジェット構造ごとに磁場の減衰率が異なる傾向も確認された。

上記のような傾向を顕著にするために、ジェット構造ごとに B_{eq} と B_{est} の比とジェット根元からの距離の関係を調

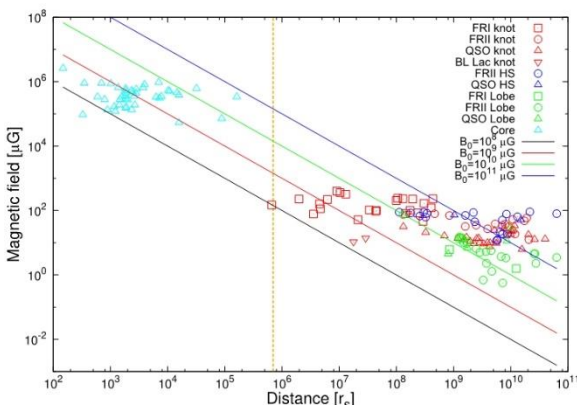


図 1 B_{eq} とジェット根元からの距離の関係

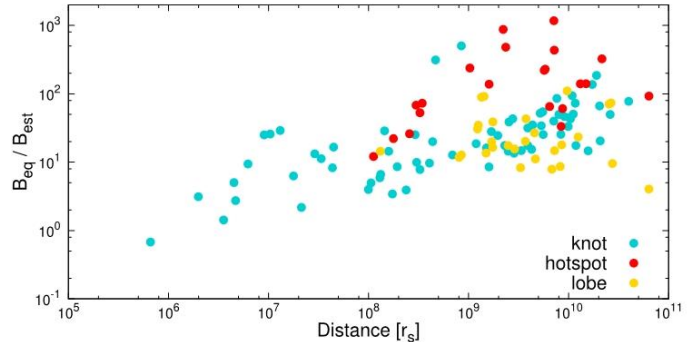


図 2 B_{eq} と B_{est} の比とジェット根元からの距離の関係

べた。その結果、 10^9 シュワルツシルト半径付近から B_{est} に対する B_{eq} のずれが増大する傾向が見られた。これは、ポインティングフラックスが保存されている場合には、ジェットの減速によって磁場が増幅する影響であると考えられる。また、ジェット構造ごとに B_{eq}/B_{est} の相乗平均値を比較すると、ホットスポット: 122^{+48}_{-34} > ローブ: $21.9^{+8.5}_{-6.1}$ \geq ノット: $19.3^{+7.5}_{-5.4}$ となり、ホットスポットの磁場が他のジェット構造に比べて増幅されていることが明らかになった。さらに、コアとノット、ローブを用いて、ジェットごとに $B_{eq} = d^{-\lambda_B}$ としてフィットすることで、FR I と FR II に対して λ_B の分布の比較を行った。得られた分布に明確な差は確認できず、FR I と FR II の間でジェット減速による磁場の増幅に差がないことが示唆された。最後に、地球から最も近傍に位置する Centaurus A を用いて、ジェットの減速がない限り、磁場が距離に反比例して減衰する傾向が、単一のジェットでも維持されることを確認した。

4. 結論

本研究では、44 の AGN ジェットを用いてジェット磁場の空間的変動を系統的に調査した結果、ジェットの中流から磁場が増幅される傾向を明らかにした。これは、ジェットの減速によって磁場が増幅された結果であると考えられる。この傾向は、十分なジェット構造を有する単一のジェットにおいても確認された。また、ジェット構造ごとの B_{eq}/B_{est} の比較からは、ホットスポットで磁場が局所的に増幅していることを明らかになった。さらに、FR I と FR II の比較からは、それらのジェット速度の減衰率に差がないことが示唆された。今後は、Event Horizon Telescope の観測結果を用いて、よりジェットの根元に近い位置から磁場と距離の関係を調査する。

【研究業績リスト】

- (1)【国内学会(Oral)】伊藤颯一郎他, 日本天文学会, 2019 年秋季年会
- (2)【国内学会(Oral)】伊藤颯一郎他, 日本天文学会, 2020 年春季年会