

論文審査の結果の要旨

氏名 谷畑 千春

本論文は、ASCA 衛星による TeV ブレーザーに対する長期観測の結果を用いて、そこから出ているジェット的时间変動の規則性やその加速機構を解明しようとする研究をまとめたものである。

活動銀河核のもつジェットのエネルギーは、中心にある巨大ブラックホールに質量が落ち込むときの重力エネルギーが源になっていると思われているが、実際のジェット生成、またジェットの中での粒子加速の機構といった根本的な問題はまだ解決されていない。そこでここではブレーザーに特徴的な激しい時間変動に注目し、そこから加速機構の本質を探ろうとしている。

本研究では、ASCA 衛星を用いて、もっとも明るい3つの TeV ブレーザーに対して、それぞれ7-10 日間という長時間におよぶ X 線連続観測を行った。この結果、3つのブレーザーすべてにおいてフレアとよばれる現象が毎日のように連続的におきていることをはじめて示した。得られた光度曲線から、これらのブレーザーはみな1日程度の典型的な変動のタイムスケールをもつとともにそれより早い変動がほとんど見られないことを構造関数による解析から明らかにした。これは、ブレーザーにおける変動のタイムスケールにおいては、電子の加速時間や冷却時間より、むしろ領域の大きさやショックの通過といったダイナミックなタイムスケールが支配的であることを示している。

長期観測の中でも、Mrk421 という天体に対しては、ASCA 衛星の他に、電波や可視光、他の X 線衛星や地上 TeV 望遠鏡を含む多波長で同時観測するという大キャンペーンの中で行われた。これらの観測結果の総合的解析をもとに、フレア時のスペクトル変化の詳細な研究がなされた。その結果、高エネルギー側から増光する現象を発見し、フレアは単一の電子分布のパラメータが連続的に変動することで発生するというより、次から次へと新しい放射成分が現れるという描像をはじめて示すことに成功した。

次に、観測された X 線の光度曲線から明らかになったフレアの対称な形状、立ち上がり立下りのタイミングスケール、繰り返しのタイムスケールなどの特徴を説明するため、ジェット中で光速に近い速度で運動する物質が関わる現象として提唱されている内部衝撃波モデルを考慮した解析をおこなった。これは、中心核から吹き出されるジェットの物質が連続的ではなく断続的であるとし、それらが速度差により衝突することでショックがおき、その結果粒子加速がおこりフレアが発生するという描像である。本研究では、これをブレーザーに適応したモデルを提示し、新しく開発したシミュレーションコードを用いて時間変動の特徴を定量化し、実際の観測との比較をおこなった。その結果、フレアとして観測されているものは中心核近くで衝突したものであり、それ以外の衝突によるものが光度曲線のオフセットを作っているという解釈で観測を説明できることを示した。また、中心核から噴出される質量の初期速度の分布がせまいという条件を課すことによって、ブレーザーの時間変動をスペクトルを含めて再現することに成功した。またこの場合、中心核から噴出される物質は 10^{13} cm 程度の大きさを持ち、それは5分に1回程度の頻度で次々と噴出し、中心核から 10^{17} cm 程度のところから衝突が起こることなど、ジェット内の活動性を反映する量のいくつかが見積もられた。

以上のように、TeV ブレーザーに対する ASCA の長期観測、およびそこで得られたフレアの光度曲線の解析によって、ジェット生成、またジェットの中での粒子加速の機構といった問題にいくつかの手がかりが得られた。特に、フレアの時間変動の観測から、中心核から噴出する物質のいくつかのパラメータを推定できたことは大きな研究成果である。これらは従来ない新たな知見であり、今後のブレーザー研究に大きく貢献する成果であるといえる。

なお本論文は共同研究として進められたが、論文提出者が主体となって開発、研究を行ったもので、論文提出者の寄与が十分であると判断される。

したがって、博士（理学）の学位を授与できると認める。