

審査結果の要旨

論文題目「MAGIC望遠鏡による未知赤方偏移HBL天体MAGIC J2001+439 の観測と赤方偏移推定および多波長同時 SED の放射モデル解釈」

学位申請者 小谷一仁

学位申請者は、新しい TeV ブレーザーの発見とその放射機構の解明を目的として、スペインのカナリア諸島ラ・パルマ島に設置された大気チェレンコフ望遠鏡 MAGIC-II を用いて探索を行ない、ブレーザー MAGIC J2001+439 を発見した。本論文は、そこで得られた VHE ガンマ線の観測結果、Fermi/LAT で得られた GeV ガンマ線データ解析の結果、X 線から紫外線、可視光、電波の多波長観測の結果から、1) MAGIC J2001+439 の発見とその赤方偏移の決定、2) 強度の時間変動と多波長間の相関、3) 1 ゴンシンクロトロン自己コンプトン(SSC)放射モデルによる解釈、についての研究の成果をまとめた、非常に中身の濃い論文である。

TeV ブレーザーと呼ばれる超高エネルギー(VHE)ガンマ線を放射するブレーザーは、その検出例数が少なく未だに謎の多い天体である。申請者は、Fermi-LAT 天体 1FGL J2001.1+4351 の方向に、世界で初めて VHE ガンマ線放射天体を発見し、MAGIC J2001+439 と命名した。VHE ガンマ線ブレーザーのカatalogに新たな天体を加えることができたことは、それ自体が大きな成果である。

放射機構の詳細を調べるために天体までの距離を知ることが必須であるが、MAGIC J2001+439 は HBL と同定されたものの、可視光分光測光からは特徴的な吸収線や輝線が見つからず、その赤方偏移 z が正確に求められていなかった。そこでこの論文では、VHE ガンマ線が銀河系外背景放射光子(EBL)との相互作用で一部が吸収され、エネルギースペクトルが歪むことを逆手に取って、GeV 領域の観測から放射源でのスペクトルを予想し、TeV ガンマ線のスペクトルの形状と知られている EBL モデル、さらに新しい経験則を導入して赤方偏移を求めた。それにより、MAGIC J2001+439 の赤方偏移を世界で初めて $z = 0.17 \pm 0.10$ と決定した。この値は、光学望遠鏡 NOT による追観測で決めた $z = 0.18 \pm 0.04$ と一致し、ここで採用した手法の信頼度の高さが証明された。

また、MAGIC J2001+439 の VHE ガンマ線フレア検出に伴って多波長同時観測の国際キャンペーンを呼びかけ、GeV ガンマ線、X 線、UV、可視光の同時観測データを用いてその強度変動を定量的に評価することにより、すべての波長領域において有意に強度が変動していること、お互いの強度変動に有意な相関があることを見つけた。また、非同時の観測では、GeV ガンマ線、可視光、電波で長期間の一致した強度変化の傾向が見られた。このように電波まで含めて長期変動の相関が捉えられたのは HBL としては 2 例目である。これらの結果は、基本的に SSC モデルで説明できる可能性を強く示唆している。

そこで本論文では、自ら決定した赤方偏移の値を用いて、VHE ガンマ線フレア期、X 線バースト期、平穩期、の 3 つに分けて 1 ゴン SSC モデルによる解釈を試みている。その結果、MAGIC J2001+439 について、放射領域のサイズ $R = 2.04 \times 10^{16}$ cm、磁場 $B = 55$ mG、ビーミング因子 $\delta = 27$ を得て、加速効率の変化に伴うと考えられる電子密度とそのスペクトルのわずかな時間変化だけで、観測された SED の時間変化を統一的に説明できることを突き止めた。この成果は、まだ世界にあまり例がない。

以上の研究成果は、いくつかの世界初を含むばかりでなく、TeV ブレーザー、特に HBL ジェットからの高エネルギー放射の研究に新しい知見をもたらし、その解明に大きく寄与するものである。このように、本論文は学位論文として十分な内容を有するものと審査委員全員の一致で判定された。したがって、申請者 小谷一仁氏は東海大学博士(理学)の学位を授与されるに値すると判断した。

論文審査委員

主査	理学博士	安江 正樹	理学部教授	(総合理工学研究科総合理工学専攻)
委員	理学博士	西嶋 恭司	理学部教授	(総合理工学研究科総合理工学専攻)
委員	博士(理学)	河内 明子	理学部教授	(総合理工学研究科総合理工学専攻)
委員	博士(理学)	櫛田 淳子	理学部准教授	(総合理工学研究科総合理工学専攻)
委員	理学博士	比田井 昌英	総合教育センター非常勤講師	
委員	理学博士	谷森 達	京都大学大学院理学研究科教授	

論文審査委員

