

論文審査の結果の要旨

氏名 岸 下 徹 一

本論文は 11 章からなり、第 1 章は研究内容の概説であり、第 2 章ではこの論文の主題であるガンマ線連星系について概括し、第 3 章はガンマ線連星系における高エネルギー過程について述べ、第 4 章では本論文で論じる観測データを取得した「すざく」衛星について説明し、第 5 章では「すざく」衛星に搭載した HXD-PIN 検出器の背景雑音の推定法について述べ、CLIO で取得したデータの取り扱い方法と補正について述べ、第 6 章ではガンマ線連星系 LS5039 の観測とその解析結果について述べ、第 7 章ではガンマ線連星系 Cygnus X-3 の観測とその解析結果について述べ、第 8 章では観測結果の解釈に用いるモンテカルロ法計算コードの開発について述べ、第 9 章では LS5039 の観測結果について議論し、第 10 章では Cygnus X-3 の観測結果について議論し、第 11 章で結論を述べている。また、付録では連星パルサーとして放射を解釈する場合と、電子スペクトルの変形について記している。

最近相次いで発見されたガンマ線連星系は、TeV ガンマ線で明るい銀河系内の天体であり、コンパクトな宇宙の高エネルギー粒子加速器と目されている。本論文はこのようなガンマ線連星系のうち、LS5039 と Cygnus X-3 と呼ばれる天体について、「すざく」衛星による X 線・硬 X 線観測結果に基づき、連星周期に同期した光度曲線を求め、X 線からガンマ線に至る光度変化を説明できるような放射機構のモデルを構築したものである。

論文提出者は、「すざく」衛星硬 X 線検出器 HXD-PIN による観測結果を得るのに不可欠な背景雑音の推定法を開発し、70 keV に至る硬 X 線を LS5039 から初めて検出することに成功して、1–70 keV で広帯域スペクトルを測定するとともに、3.9 日の連星周期を完全にカバーする観測を行い、X 線領域での光度曲線を初めて得た。光度曲線は TeV ガンマ線の場合と同様の変動を示しており、放射が連星周期と同期していることが示された。

論文提出者はさらに、LS5039 の多波長での観測結果を説明するような放射モ

デルの構築を試み、X線を加速された電子からのシンクロトン放射、TeVガンマ線を同一分布の電子による伴星からの光子の逆コンプトン散乱と考えるとエネルギースペクトルが説明可能なこと、および軌道運動に伴う断熱膨張によるエネルギー損失を導入すればX線とTeVガンマ線の光度曲線を説明可能なことを示した。また、モデルの成功は、電子の加速・放射領域が極めて狭い領域で効率的に生じていることを示唆しており、きわめて興味深い結果である。

Cygnus X-3については、4.8時間の軌道周期に同期したX線の変動が40 keV以上の硬X線帯域では見られないことを確認した。これは、黒体輻射成分とは異なる硬X線の放射領域が、伴星までの距離程度離れていれば説明可能なことを示した。

また、これらの放射機構の議論には、光学的厚さが大きい場合に生じる電磁カスケード過程を扱うため、ガンマ線光子の輸送過程を一つ一つ追うことのできるモンテカルロ法に基づくシミュレータが論文提出者により開発され用いられており、 γ - γ 吸収反応が大きい場合も正しく取り扱うことが可能になり、上記の結果を得ることにつながった。

以上本論文は、ガンマ線連星について新しい観測結果に基づき独創的な視点により多くの知見を提供しており、高エネルギー天体物理学において重要な貢献をもたらしている。

なお、本論文第6-10章の主要部分は田中孝明、北本俊二、内山泰伸、高橋忠幸、Dmitry Khangulyan、Valenti Bosch-Ramon、Felix A. Aharonianとの共同研究であるが、いずれも論文提出者が主体となって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する。

したがって、博士(理学)の学位を授与できると認める。