

# 論文審査の結果の要旨

氏名 萩野 浩一

本論文は、活動銀河核に見られる超高速噴出流(ultra-fast outflow; UFO) の主要物理過程を自己矛盾なく入れたモデルを構築し、Suzaku および XMM-Newton 衛星によって得られた3天体のX線スペクトルに適用してUFOモデルを検証すると共に、スペクトルの時間変動が噴出流と視線方向のなす角度 ( $\Delta \theta$ ) と終端速度( $v_{\infty}$ )の変化によって説明できることを示したものである。本論文は9章で構成される。第1章は、イントロダクションであり、UFOの観測的性質とその科学的意義を紹介している。第2章は、活動銀河核とそれに伴う質量降着、噴出流について説明し、活動銀河核からのX線の放射プロセスに関係する物理的背景を記述している。第3章は、本研究に用いたX線スペクトルデータを取得したSuzaku および XMM-Newton 衛星と検出器について解説している。第4章は、本論文で構築したUFOモデルについて述べている。このモデルは、現実的な噴出流の幾何学構造と速度場を仮定し、与えられたX線放射に対応する電離構造をXSTAR (Kallman et al. 2004)で計算した上で、モンテカルロ法に基づく放射輸送シミュレーションMONACO (Okada et al. 2011)コードを走らせて観測者に届くX線スペクトルを予言するものである。第5章は、代表的なUFO天体の一つであるPDS456のSuzaku衛星の観測データ(2007年から2013年の間の5つの期間のデータ)を解析し、これらと本論文のUFOモデルで予言したX線スペクトルを比較している。X線スペクトル中で鍵となる鉄イオンの吸収線の波長中心とプロファイルに注目した結果、UFOの枠組みでPDS456のスペクトルが説明できることが示された。さらに、変動する5つの期間のスペクトルも同様にモデルと比較したところ、数あるパラメターの中で、 $v_{\infty}$ と $\Delta \theta$ 変化させるだけで鉄イオンの吸収線プロファイルが説明されることを明らかにした。第6章では、他のUFO天体であるAPM08279+5255のXMM-Newtonデータ(2001年から2007年の間の4つの期間のデータ)とモデルを比較することで、第5章で得られた結果の普遍性を調べている。この比較により、APM08279+5255についてもPDS456と同様にこのUFOモデルでX線スペクトルが説明でき、 $v_{\infty}$ の変化を許したとき、 $\Delta \theta$ が鉄イオンの吸収線プロファイルの変動の原因だと考えられることを示した。第7章は、第5-6章で得

られた結果を、過去に行われた理論研究と定性的に比較し、考察を行っている。第8章は、珍しいスペクトル構造を持つ 1H0707-495 天体と UFO モデルを比較し、このスペクトル構造が UFO 起源である可能性を提案している。第9章は、以上のまとめである。

論文提出者の成果は、大きく分けて2つある。1つ目は、妥当な物理的仮定の下で UFO の電離構造を計算し、放射輸送シミュレーションを行って、自己矛盾のない UFO の X 線スペクトルのモデルを構築した点である。2つ目はこのモデルを自ら解析した Suzaku および XMM-Newton データと比較して、モデルの妥当性を検証すると共に、時間変動するスペクトルが UFO モデルの  $\Delta \theta$  と  $v_{\infty}$  の変動に起因する可能性を示した点である。

UFO の電離構造や放射輸送計算に用いた XSTAR と MONACO コードは共同研究者を含めた過去の研究で作られたものを使用しているが、論文提出者はこれらを組み合わせることで、現実的な UFO モデルを構築した。さらに、このような UFO モデルとデータの比較を行い X 線スペクトルの時間変動をモデルの主要パラメータの変化で説明したのは初めてであり、独自性が高い。なお、本論文の第4-5章のほぼ全てと第1、7章の一部は小高裕和、Chris Done、Poshak Gandhi、渡辺伸、迫昌男、高橋忠幸との共同研究であるが、論文提出者が主体となって分析及び検証を行ったもので、論文提出者の寄与が十分であると判断する。

以上により、博士（理学）の学位を授与できると認める。