

論文審査の結果の要旨

氏名 諸 隈 智 貴

近年、高赤方偏移超新星による宇宙加速膨張の発見やガンマ線バーストの光学同定に基づく高エネルギー天文学の進展など、光赤外線領域における変光観測の重要性が認識されてきた。しかし、変光天体の探索や研究には同じ観測を繰り返して行う必要があるため、大望遠鏡による宇宙全体のサイズに匹敵するほど遠方の可視変光天体の探索は未開の分野として残されていた。本論文は、異なる時期に繰り返し取得されたすばる望遠鏡の可視撮像データを用いて、広い領域（0.9平方度）において非常に暗い（限界等級 $I = 25.5$ ）、すなわち宇宙論的な遠方距離にある可視変光天体まで探索し、新たな知見を得たものである。

本論文は、6章からなる。第1章「序説」では、セファイド変光星やIa型超新星が距離を測る「標準光源」として使われていること、活動銀河核（AGN）は変光天体でありX線源として観測されることなどが紹介されている。次に、SXDF(Subaru/XMM-Newton Deep Field)と呼ばれる、光赤外波長域とX線の双方で掃天観測（以下サーベイと呼ぶ）が行われた0.9平方度のフィールドにおいて、本研究の変光天体サーベイが実施されたことが述べてある。そして、その面積と限界等級を他の様々な可視光サーベイと比較して、本サーベイが深い限界等級で画期的に広い面積で行われたことが示してある。

第2章では、本研究に使用した光学撮像データが取得された観測と変光天体の検出法が記述されている。4年間の間に約10回の異なる時期にとられた複数のイメージの相互比較により約1200個（一平方度あたり1250個）の変光天体を検出した。第3章では、可視変光天体の性質を明らかにするための補足的なデータ（可視分光、X線撮像、中間赤外線撮像）がどのような観測で得られたものが説明してある。

第4章では、等級、色、形態、変光成分の位置と母銀河の中心とのずれ、光度曲線の情報を用いて、変光天体を変光星、超新星、AGNの3種類に分類した。1平方度あたりの数密度はそれぞれ、167個、399個、536個であった。このように多数の光学変動天体のサンプルを得て、統計学的に意味のある議論を行ったのは本研究が初めてであり、極めて重要な成果といえる。また、母銀河の中心

から明らかに離れた場所で、非超新星的な変光曲線すなわち、AGN型の光度曲線を示す天体が1平方度あたり127個も発見されたことは注目に値する。測定誤差のために光度曲線が非超新星型と分類されてしまった可能性は残るが、未知の天体现象の発見に結びつくのかも知れない。第5章では、AGN変光の検出確率が評価されている。

第6章は、本論文の中核をなす部分である。可視変光観測でAGNと分類された天体(以下、可視変光AGN)とX線観測でAGNと分類された天体(X線放射AGN)を比較し、X線で検出された可視変光を示さないAGN、X線で検出された可視変光を示すAGN、X線で検出されていない可視変光を示すAGNの3種類に分類した。それぞれのサンプル数は237個、93個、123個である。すなわち、X線で検出されないAGNが、可視変光AGNのうちの過半数を上回るという重要な結論が導かれた。明るい母銀河に付随する暗い変光成分(より厳密には母銀河と変光成分の等級差が3等級以上)を持つものの割合は、X線で検出されない可視変光AGNの40%もあるのに対し、X線で検出された可視変光AGNでは3%にしかすぎない。明るい母天体に付随する暗い変光成分は、RIAF(Radiatively Inefficient Accretion Flow)と呼ばれるモードの降着円盤モデルで説明できることが示されている。RIAFは、銀河系の中心核や低光度AGNで見られる現象を説明するモデルであり、本研究の結果は、X線で暗い低光度AGNが赤方偏移1以下の宇宙に多数存在することを示唆している。第7章では本研究の意義と課題が議論され、第8章では本研究の結論が記述されている。

以上、本論文は、宇宙論的深さの広い領域において、変光天体の探索を行った先駆的な研究として高く評価できる。X線では暗いAGNが多数存在することを示すなど、AGN研究に新しい知見をもたらした。なお、本研究は土居守、安田直樹、秋山正幸、関口和寛、古沢久徳、上田佳広、戸谷友則、織田岳志、Saul Perlmutter、Anthony Spadafora、Gregory Aldering、Isobel Hook、Michael Richmondとの共同研究であるが、論文提出者が主体となって観測、解析、解釈を行ったもので、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。