

# 論文審査の結果の要旨

氏名 越田 進太郎

本論文は5章からなる。第1章はイントロダクションであり、活動銀河核について、一般的に受け入れられている描像や過去の観測がまとめられている。第2章は本論文で行った観測の詳細について、第3章はそのデータ解析手法について、第4章は得られた光度曲線や活動銀河核の光度などの結果がまとめられている。第5章において結果の解釈・議論を行い、論文全体のまとめも行っている。

活動銀河核は、中心にある超巨大ブラックホールのごく近傍の降着円盤、そのまわりに広がった広輝線放射領域 (**Broad Line Emitting Region**)、さらにそれらをとりまく塵を含むトーラス (**Dust Torus**・以下塵トーラスと表記) という構造をしていると考えられている。降着円盤や広輝線放射領域からの放射の一部は塵トーラスによってさえぎられるため、活動銀河核は見込む角度によりスペクトルに広輝線が見られる1型と見られない2型に分類される、とする統一モデルが標準的であり多くの専門家に受け入れられている。塵は降着円盤からの紫外線・可視光放射によって温められ、熱的再放射を行う。塵の最高温度は昇華温度で決まると考えられ、例えばグラファイトを主成分とする塵では約1800Kになり、その熱的放射が近赤外線として観測される。

活動銀河核においては、塵トーラスは降着円盤よりも外側にあるため、塵の出す近赤外線放射は紫外線・可視光の変光に比べ遅延時間を持って追従する、反響現象(**reverberation**) が観測される。この反響現象は1980年代より観測されており、活動銀河核の統一モデルを支持する強力な観測的証拠の1つとなっている。また遅延時間は降着円盤から塵トーラスの内縁までの距離にほぼ比例するため、遅延時間と可視光・紫外線の光度と良い相関関係が期待され、実際、過去の研究によって、サンプル数は少ないものの相関が確認されていた。

本論文は、これら反響現象と活動銀河核の性質のより詳細な理解を目的として、ハワイ・ハレアカラ山頂の口径2 m光赤外線望遠鏡を用いた **MAGNUM** プロジェクトによって、近傍のセイファート銀河の活動銀河核17個を最長8年間にわたって観測した結果をまとめたものである。

観測は UBVIJHK の 7 バンドで行われたが、特に可視光では V バンド、近赤外線では K バンドが中心となっている。データ解析は MAGNUM プロジェクトによって共同で開発されてきた手法に沿って行われている。ただし本論文においては、近赤外線波長域への降着円盤成分の混入や狭輝線放射の混入を除去することを統一して行っており、また遅延時間の測定においても、シミュレーションによる確認も含め、丁寧な解析手法を統一的に用いている。

その結果、2つの主な結論を得た。第一には、17 個のセイファート銀河の V バンド絶対光度  $L_V$  と遅延時間  $\Delta t$  の相関関係が、統一モデルで期待される  $\Delta t \propto (L_V)^{1/2}$  の関係によく従い、その絶対等級 (V バンド) の範囲も  $-15.5 > M_V > -22.5$  という広い範囲であることを示した。この相関はこれまでで最も大きくかつ均一な観測に基づくサンプルについて例外なく示されたもので、近傍セイファート銀河の活動銀河核の塵トーラスに関わる性質が多くの天体で共通であることを示している。またこの相関を広輝線放射領域についての相関関係と比べると、塵トーラスが広輝線放射領域のすぐ外側を覆うような関係となっており、両者の連続性を示唆している。

第二の結論は、同一の活動銀河核の観測において、遅延時間が有意に変化をしていることを発見したことである。特に NGC4151 の活動銀河核について詳細な議論がなされており、例えば最も大きな遅延時間  $\Delta t$  の変化として 309 日間に 65.1 日から 40.6 日へと 24.5 日の減少が観測された。この減少量は塵の粒子の落下と考えるには不自然であり、トーラス内縁部で塵粒子の再生成などの現象が起きているためと考えられる。また絶対光度  $L_V$  と遅延時間  $\Delta t$  の変化は必ずしも  $\Delta t \propto (L_V)^{1/2}$  の関係を保って変化をしておらず、一定の時間差が期待されることがわかった。これは、例えば塵の雲が自己遮蔽的な形状をしていることによって理解できる。

以上本論文は、活動銀河核の塵トーラスについて、過去でもっとも明快な絶対光度と遅延時間の相関関係を示し、また遅延時間の変化を観測的に初めて示した画期的なものであり、高く評価できる。

なお、本論文は、小林行泰・吉井譲・峰崎岳夫・青木勉・塩谷圭吾・菅沼正洋・富田浩行・坂田悠・菅原章太・Bruce Peterson との共同研究であるが、論文提出者が主体となつて観測・解析・結果のまとめを行ったもので、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。