

氏名(本籍)	おおすが 大須賀	けん 健(秋田県)
学位の種類	博士(理学)	
学位記番号	博甲第2563号	
学位授与年月日	平成13年3月23日	
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当	
審査研究科	物理学研究科	
学位論文題目	Starburst-Active Galactic Nuclei Connection through Radiation-Hydrodynamical Formation of Obscuring Walls (輻射流体力学的遮蔽壁形成による爆発的星形成と活動銀河核の物理的関連)	
主査	筑波大学教授	理学博士 宇川 彰
副査	筑波大学教授	理学博士 金谷 和至
副査	筑波大学助教授	理学博士 梅村 雅之
副査	筑波大学助教授	理学博士 嶺 重 慎

論文の内容の要旨

これまで広く信じられてきた活動銀河中心核 (AGN) の統一モデルは、そのエネルギー源であるブラックホール降着円盤を取り囲むダスト・トーラスの存在を仮定している。このモデルでは、AGN をトーラスの回転軸方向から見れば中心部が直接観測でき、AGN はタイプ1として観測されるが、トーラスの回転面方向から観測する際には中心核が遮蔽され、AGN がタイプ2になることになる。しかしながら、Seyfert 2 銀河 (タイプ2 AGN) では Seyfert 1 銀河 (タイプ1 AGN) よりも頻繁に爆発的星形成 (Starburst) が起こっていることが、近年の観測でわかってきた。この Starburst と AGN タイプの相関は、見込み角の効果だけでは説明できないものであり、Starburst が AGN の遮蔽に寄与していることを示唆している。一方で、最も明るい AGN であるクェーサーは、その周囲で活発な星形成を起こしているが、常にタイプ1として観測されている。本論文では、AGN 遮蔽に関する物理モデルを構築するため、Starburst 領域からの輻射力に注目し、輻射流体力学的見地から AGN 周囲のダストガスの分布を調べている。

2次元空間におけるダストガスから成る遮蔽壁 (Obscuring Wall) の形成を調べるための最初のステップとして、1次元対称の仮定のもとで輻射力を考慮した静水圧平衡の式を解き、Wall の幾何学的厚みや光学的厚みを調べた。この際、輻射性加熱、冷却過程、電離過程を考慮したエネルギー平衡、電離平衡の式も同時に解いている。この結果、Wall の幾何学的厚みはおおよそ音速の2乗と輻射力の比で決まり、それは Wall の半径 (中心からの距離) に比べて十分に小さいことがわかった。また、光学的厚みは輻射力と重力の比で決まることが見出された。よって、AGN 及び Starburst の輻射力で形成される Wall は幾何学的に薄いですが、光学的に厚くなり得ることになる。次に2次元軸対称空間における輻射場、重力場を計算し、Wall の形状を調べた。ここで、Wall は幾何学的に薄いとし、光学的厚みの効果を考慮した。また、Starburst 領域の星の進化を考慮して、Wall の時間進化も調べた。結果は、次のようにまとめられる。

- 1) 観測されているような Starburst Ring の存在によって二つの Obscuring Wall 形成が可能となる。そのうち、内側のもの (Inner Wall) はおおよそ数十 pc の広がりを持つ。これは AGN と Starburst Ring の間に位置し、AGN を含む中心領域を取り囲む。もう一方の外側の Wall (Outer Wall) のサイズは数百 pc であり、この Wall は AGN と Starburst Ring の両方を覆い隠す。

- 2) AGN本体の光度が非常に大きいとき、その強い輻射力で Wall の形成は阻害される。
- 3) Starburst Ring が時間と共に暗くなると Wall は消失する。このメカニズムはタイプ2 AGNがタイプ1 AGNに進化することを予言する。この研究によりAGNの統一モデルだけでは理解できない観測事実である「活動銀河中心核のタイプと周囲の星形成活動の関連」を物理的に説明することに成功した。

審 査 の 結 果 の 要 旨

本研究は、輻射流体力学的見地から、活動銀河中心核 (AGN) 周囲の構造と進化を調べ、これまで考えられていなかった AGN の遮蔽に関する新しいパラダイムを提案したものである。これは、AGN の統一モデルだけでは理解できない観測事実である「AGN のタイプと周囲の星形成活動の関連」を物理的に説明し、更に AGN タイプが時間進化することを予言するものである。本研究で得られた重要な結論は3つである。

1. AGN 周囲の Starburst Ring が作り出す非球対象な輻射力場の存在によって初めて遮蔽壁の形成が可能になる。
2. クェーサーのように AGN 本体の光度が非常に大きいとき、Starburst Ring による非球対象な輻射力場が相対的に弱められ遮蔽壁形成は阻害される。これは母銀河で活発な星形成が起こっているにもかかわらず、ほとんどのクェーサーがタイプ1 AGNとして観測される事実と一致する。
3. 遮蔽壁形成はStarburstの光学的進化と連動しており、星が進化しStarburst Ringが暗くなったとき、遮蔽壁は消失する。これは、AGNがタイプ2からタイプ1へと進化することを予言する。言い換えると、AGNタイプの違いは、単なる見込み角の効果だけでなく、時系列として理解することができる。

これまで信じられてきたAGN統一モデルでは、遮蔽するコンパクトなダスト・トーラスを現象論的に仮定し、AGNのタイプの違いを見込み角だけで説明してきた。AGN統一モデルは、遮蔽トーラスの物理的要因について理論的裏付けを持たないばかりでなく、ハッブル望遠鏡を含む最近の観測で明らかとなった「AGNのタイプと周囲の星形成活動との相関」も説明できない。本研究は、遮蔽に関する物理的メカニズムを提供したばかりでなく、最近の観測事実を説明できる新たなパラダイムを提唱したという意味で、その学術的意義は高く評価される。本研究の一部は既に *Astrophysical Journal Letters* に掲載され、また、詳細な解析結果は、*Astrophysical Journal* に投稿中である。

よって、著者は博士 (理学) の学位を受けるに十分な資格を有するものと認める。