

Millimeter and Submillimeter Studies on the Active Trinity of Gas, Stars, and Black Holes in the Central Regions of Seyfert Galaxies

その他のタイトル	セイファート銀河中心部における活動的なガス、星、ブラックホールの三相のミリ波サブミリ波帯における研究
学位授与年月日	2016-09-16
URL	http://doi.org/10.15083/00075212

論文審査の結果の要旨

氏名 泉 拓磨

近年の観測から大質量銀河では銀河核をなす巨大ブラックホールの質量と母銀河の性質には相関があり、ブラックホールとそれを内包する周囲の領域はともに影響を及ぼしながら進化するという『共進化関係』が受け入れられてきている。この関係の証明には母銀河からブラックホールへの星間物質の降着機構の解明が不可欠である。銀河中心から 100 pc 以上の領域では、バーポテンシャルなどの効果により、星間物質は銀河の内側へと掃き集められると考えられる一方、1 pc 以下では星間物質は互いに相互作用をしながら降着している（降着円盤）と考えられる。しかし、それをつなぐ中心部 100 pc から 1 pc のスケールの領域（circum nuclear disk, CND）での星間物質の降着の観測的研究は、これまでは望遠鏡の解像力と感度の限界のために難しかった。本論文の研究はチリに建設されたミリ波サブミリ波干渉計 ALMA を利用して、この問題に挑んだものである。この論文は以下の 5 章と 5 つの補遺からなる。

第 1 章は論文の導入部分とこの研究に使用するデータ群の構築についての章である。これまでの研究は観測的制限のため、銀河全体の分子ガスしか扱えない角度分解能で、低密度ガスに感度のある分子輝線で観測されていたことが述べられた後に、今回の研究の対象となったセイファート銀河の CND を ALMA で観測する理由について記述されている。さらに、高密度分子ガストレーサーの高分解能観測データを、ALMA での自らの撮像観測データも含めて集め、これまでになく大規模なデータ群を構築したことが述べられている。

第 2 章は上記のデータ群をもとに CND の星間物質を加熱する熱源の違い、すなわちセイファート銀河のような活動銀河か星生成銀河か、を診断する方法についての章である。高分解能観測による輝線強度比 $\text{HCN}(4-3)/\text{CS}(7-6)$ と $\text{HCN}(4-3)/\text{HCO}^+(4-3)$ がともに活動銀河では星生成銀河よりも大きいことが示された。これはこれまでの銀河全体の観測では明確でなかったものである。次にこの関係が成り立つ原因について考察されている。さらに、活動銀河で見られる力学的な加熱機構による高温環境のため、HCN 分子の存在量が増加しているという説が提唱されている。

第 3 章は銀河中心から 1pc 以内の領域を探れる可能性があるサブミリ波帯水

素再結合線の観測についての検討の章である。もしこの再結合線が観測できれば、この輝線はダストの減光を受けないので、活動銀河核近傍の力学構造を明らかにできるはずである。局所熱平衡を仮定した解析を行ったところ、サブミリ波帯水素再結合線は大変弱く、ALMA をもってしてもその観測可能性が大きいことが示された。

第4章はCNDスケールでのブラックホールへの星間物質の降着機構についての章である。高密度分子ガスのトレーサーであるHCN(1-0)輝線による高分解能観測からセイファート銀河のCNDの高密度分子ガスの質量は 10^{7-8} 太陽質量と大きく、活動銀河核の光度や星生成活動を10 Myrにわたって持続させるのに十分な量があることがわかった。そして、CNDの高密度分子ガスの質量と、活動銀河核の光度から推定される質量降着率には、正の相関があることを発見している。これもこれまでの銀河全体の観測では明確でなかったものである。また『超新星爆発により星間ガスから角運動量が引き抜かれ、活動銀河核へと落下する』という理論仮説のもとで解析を行い、CNDの内縁から降着円盤へと供給される質量と、活動銀河核へ降着する質量とアウトフローの質量の和が予想通りほぼ一致することを見出した。

第5章は前章までのまとめと将来の研究の展望が述べられている。

以上のように、本論文で行われたセイファート銀河のCND周辺での星間物質の降着に関する研究は、ブラックホールと銀河の共進化を理解する上で大変重要であり、銀河進化の研究に大きく寄与する価値の高いものである。

なお本論文の第2章、第3章、第4章はK. Kohno, S. Aalto, D. Espada, K. Fathi, N. Harada, B. Hatsukade, P.-Y. Heish, M. Imanishi, M. Krips, S. Martin, S. Matsushita, D. S. Meier, N. Nakai, K. Nakanishi, E. Schinnerer, K. Sheth, Y. Terashima, J. L. Turner, N. Kawakatsu 各氏との共同研究により得られたものではあるが、論文提出者が主体となって解析及び論証を行ったもので、論文提出者の寄与が十分に大きいと判断する。

したがって、本委員会は泉拓磨氏に博士（理学）を授与できると認める。